

ÜSTYAPI KAPLAMALARI GÜRÜLTÜ SEVİYELERİ

E. Nazan ÜNAL¹, Muhammet KOMUT², Sina KIZIROĞLU²

ÖZET

Bu çalışmada, Karayolları ağında imalatı yapılan farklı kaplama tiplerinin gürültü seviyelerinin tespiti amacıyla ölçümler yapılmıştır. Tekerlek/kaplama ara yüzeyinden kaynaklanan gürültü AASHTO TP 76 On-Board Sound Intensity (OBSI) yöntemi ile ölçülmüştür. Ölçümler, 24 ayrı kesimde farklı yaşlarda hizmet veren; aşınma, sathi kaplama, taş mastik asfalt (TMA), kauçuklu asfalt, ve beton kaplamalarda yapılmıştır. Yapılan ölçüm sonuçları ile ülkemizde kullanılan üstyapı kaplama tiplerinden bazıları için gürültü ölçüm değerlendirmeleri yapılmıştır. Devam eden çalışmalar sonucu istatistiksel analizlerle Türkiye için sessiz kaplama tipi belirlenecektir.

GİRİŞ

Gürültü; istenmeyen bir sestir. İstenmeyen sesin tanımı öznel, kişiden kişiye değişir; bir kişinin müziği başka bir kişinin gürültüsüdür. Farklı sesler, hem yoğunluğuna (ne kadar gürültülü olduklarına) ve frekans dağılımlarına (alçaktan yükseğe değişen perde) bağlı olarak farklı reaksiyonlar üretirler. İnsan işitme duyusu, acil durum sirenleri veya lastik sesleri gibi daha yüksek ses seviyelerine daha duyarlı ve stereodaki taban notaları gibi daha düşük perdelere daha az duyarlı olma eğilimindedir (WSDOT, 2005) (1).

Karayolu trafiğinden kaynaklanan gürültü, hem metropol hem de kırsal alanlarda çevresel bir sorundur. Trafik gürültüsünün en önemli etkisi, insanlara verdiği rahatsızlık, sıkıntı ve bunların yaşam kalitesine olan olumsuz etkileridir. Trafik gürültüsü sağlığı etkileyebilir, uyku, düşünce ve konuşma iletişiminde güçlük yaratabilir, emlak değerlerini düşürebilir ve genişletilmiş otoyol kapasitesine karşı olan direnç nedeni ile ekonomik genişlemenin durgunluğuna da neden olabilir. (1,2).

Trafikten kaynaklanan gürültü seviyelerine etki eden faktörler arasında araçların özellikleri, hızı, lastik tipleri, yolun tek veya çift yönlü olması, şerit sayısı, orta refüjde engel olup olmaması, kaplama tipi, karışım ve malzemelerinin dokusu, boşluk oranı, yoğunluğu, yüzeyin kuru ya da ıslak olması gibi özellikler yer alır (3).

1.Dr.Yük. Kimya Müh., KGM, ARGE Dai. Bşk., Ankara

2.Yüksek İnşaat Müh., KGM, ARGE Dai.Bşk., Ankara

Karayolu trafik gürültüsüne, tekerlek kaplama etkileşimi, aerodinamik kaynaklar (aracın etrafındaki ve kısmen aracın içinden geçen türbülanslı hava akımı) ve aracın kendisi (motor, egzoz veya şanzıman tarafından oluşturulan güç ünitesi gürültüsü) neden olur. Otoyol hızlarında, lastik kaplama etkileşimi genellikle en baskın kaynaktır (Sandberg ve Ejsmont, 2002) (4) .

Yol yüzeylerinin gürültü emisyon özellikleri dikkate alındığında, son yıllarda, gürültü bariyerleri gibi diğer seçeneklere göre bazı önemli avantajlara sahip olan sessiz kaplamalı yol yüzeyleri, trafik gürültüsünün azaltılması için etkili bir araç olarak gittikçe daha fazla kabul görmüştür. Düşük gürültülü kaplamalar, kaynaktaki tekerlek/kaplama gürültüsünü azaltır ve bu gürültü azaltma, gürültü kaynağının ve alıcının göreceli konumuna bağlı değildir. Ayrıca görsel bir bariyer de gerektirmez. Araçlarda ve lastiklerde diğer gürültü kaynağı sınırlamalarına ek olarak, 10 dB(A) 'ya kadar önemli miktarda gürültü azaltma elde edilebilir. Bu nedenle kaplamaların akustik performansını doğru bir şekilde karakterize etmek çok önemlidir (5) .

2013 Dünya Yol Birliği (World Road Association) -PIARC çalışmasına göre, sessiz asfalt kaplama; karayolu gürültüsünü 7 desibel kadar azaltmaya yardımcı olabilir. Sadece 3 desibel ile gürültüyü azaltmak, Asphalt Üstyapı Birliği Literatürüne göre, gürültü kaynağından dinleyiciye olan mesafeyi ikiye katlamakla eşdeğerdir (6).

Tekerlek ve kaplama arasındaki etkileşim karmaşıktır. Üretilen gürültü seviyesi; yol yüzeyine, lastik sırt desenine ve yapısına büyük ölçüde bağlıdır. Yol yüzeyi için iki ana kaplama tipi vardır: esnek (asfalt betonu) ve rijit (çimento bağlayıcılı beton). Asfalt kaplamalar, agrega büyüklüğüne ve gözenekliliğe göre değişir; daha küçük agrega boyutu ve daha yüksek gözeneklilik daha sessiz kaplamaların üretimini sağlar. Beton kaplamalar yüzey dokusuna göre değişebilir; negatif ve sıg dokular daha sessiz kaplamaların üretimini sağlar (4) .

Sessiz asfalt kaplama seçenekleri dört genel kategoriye ayrılmaktadır. Bunlar ince gradasyonlu yüzeyler, açık gradasyonlu sürtünme tabakaları, kauçuklu asfalt ve taş mastik asfalttır (6) .

İnce gradasyonlu yüzeyler, çoğunlukla ince taneli parçacıklardan oluşan geleneksel asfalt karışımlarıdır; fırtınalı hava tarafından üretilen yol gürültü frekanslarını değiştirerek azaltır. Açık gradasyonlu sürtünme tabakaları; hava ve suyu geçirebilen daha boşluklu yapıya sahip gözenekli karışımlardır. Kauçuk asfalt; yol yüzeyinden geçiş esnasında biraz esneme sağlayan geri dönüştürülmüş lastik kırıntıları içerir ve bu da havanın biraz daha düşük basınçta zorlanmasını sağlar. Taş mastik asfalt ise esas olarak asfalt bağlayıcılar ve liflerle birbirine bağlanmış kaba agregalı bir taş iskeletten oluşan karışımdır (6).

Bu seçeneklerin her biri farklı aşınma, iklim direnci ve maliyet ile birlikte gelir. Hiçbir kaplama tipi tüm yollara uymaz.

Sessiz asfalt kaplamanın olumsuz tarafı fiyat etiketidir. Seçilen seçeneğe bağlı olarak, geleneksel BSK ve ılık asfalt karışımlarından daha sessiz asfalt yollar hazırlamak daha maliyetli olabilir.

Bu nedenle, “Ulusal Asfalt Teknolojisi Merkezi” tarafından sessiz asfalt kaplamanın “maliyetinin yüksek olması nedeni ile yol gürültüsünün ciddi bir endişe kaynağı olduğu, yüksek trafikli yerleşim alanlarında uygulanabilir eğiliminde” olduğu belirtilir (6).

Yapılan araştırmalar ve bunların sonuçları ile, ülkelerin kaplama gürültüsü ile ilgili mevcut durumları ortaya konulmuştur.

Öngel ve arkadaşlarının (2007) çalışmasında; farklı yoğunluklu ve katkı karışımlarda gürültü seviyeleri ölçülmüş, gürültünün, açık gradasyonlu karışımlarda, yoğun gradasyonlu karışımlara nazaran 2 dB(A) daha az olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, açık gradasyonlu karışımların ses azaltma özelliğinin hava boşluğu olan gözeneklerin tıkanması ve yüzey bozulmalarının görülmesi ile azaldığı tespit edilmiştir. Çalışmada gürültüyü etkileyen faktörlerin; gradasyon, makrodoku, yaş, ve yüzey bozulmaları olduğu belirlenmiştir. İlgili kaynakta görüleceği üzere, üstyapının geçirimsizliği, makrodokusu, soyulma-sökülme türü bozulma bulunması ve karışım türü girdilerine göre gürültü seviyesini veren bir model geliştirilmiştir (7).

Terzi ve arkadaşları (2007) tarafından trafikten kaynaklanan gürültünün tahmin edilmesi amacıyla Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemi ile çeşitli modeller geliştirilmiştir. YSA modellerinin oluşturulmasında çeşitli kaynaklardan elde edilen veriler kullanılmıştır. Modellemede ağır taşıt sayısı (taşıt/saat), hafif taşıt sayısı (taşıt/saat), toplam saatlik trafik (taşıt/saat) ve hız (km/saat) girdi parametresi olarak, trafik kaynaklı gürültü (Leq dB(A)) ise çıktı parametresi olarak kullanılmıştır (8).

Virginia Ulaştırma Bakanlığı (VDOT) 2008'den itibaren, Manassas, Virginia yakınlarındaki bir araştırma projesi inşa ettiği kesimde sessiz kaplama çalışmaları ile ilgili deney yapmıştır. Bu projeden sonra VDOT, Virginia Asfalt Derneği ile, 2011 ve 2012'de Kuzey Virginia, Richmond ve Williamsburg bölgelerinde daha fazla deneme alanları inşa ederek bu bölümlerde, asfalt karışımları, asfalt bağlayıcıları ve malzeme kalınlıkları arasındaki farkı araştırmayı tasarlamıştır. Test Pisti'nde, hızlandırılmış yükleme altında, farklı asfalt bağlayıcı performansı ve gürültü seviyelerinde meydana gelen değişim araştırılmıştır. Genel olarak, VDOT'un sessiz asfalt test sonuçlarının geleneksel yoğun gradasyonlu asfaltla karşılaştırıldığında daha pozitif olduğu belirtilmiştir (6).

Bennert ve arkadaşları (2005) tarafından, Bitümlü Sıcak Karışım (BSK) ve Portland Çimentolu Beton (PCC) kaplamalı, çeşitli yol tipleri üzerinde yapılan araştırmalarda, PCC ve BSK kaplamalı yolların gürültü seviyeleri karşılaştırılmıştır. BSK kaplamalar için ortalama lastik/kaplama gürültü seviyesi 98,5 d (A) iken, PCC kaplamalar için ortalama lastik/kaplama gürültü seviyesi 102,6 dB(A) bulunmuştur. BSK malzemelerinin nominal agrega büyüklüğünün üretilen gürültü üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Yoğun gradasyonlu farklı asfalt karışımları arasındaki karşılaştırmalarda, 12,5 mm Superpave karışımlarının 19 mm Superpave karışımlarından daha az ses ürettiği ve ayrıca, 9,5 mm nominal agrega büyüklüğüne sahip taş mastik asfalt (TMA) karışımının, 12,5 mm nominal agrega büyüklüğüne sahip TMA karışımından daha düşük gürültü değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir (9).

Uygun kaplama seçiminde güvenlik, konfor, ekonomi, çevre ile uyum ve yerel yönetimlerce önem sırasında ilk sıralarda yer alan bakım-onarım maliyeti ve kolaylığı gibi faktörler göz önünde bulundurulması gereken hususlardır (10).

Bu araştırmada, ülkemizde mevcut ve yeni yapılacak yollar için kaplama gürültüsünün azaltılabilmesi amacı ile insan sağlığı ve ekonomik faktörler dikkate alınarak en uygun kaplama tipini belirleme çalışmaları doğrultusunda ölçüm ve değerlendirmeler yapılmıştır.

METOD VE METODOLOJİ

Kaplama gürültü seviyeleri, AASHTO TP 76 On-Board Sound Intensity (OBSI) standardına göre ölçülmüştür. Test yöntemi, tekerlek / kaplama ara yüzüne yakın noktalarda birim alan başına akustik gücün objektif bir ölçümünü sağlar ve kaplamaların gürültü performanslarının karşılaştırılmasına olanak verir (11). OBSI metodu, gürültüyü kaynağında yani tekerlek ve kaplama ara yüzeyi etkileşimine çok yakın bir noktada ölçtüğünden aracın motorundan ve çevredeki diğer araçlardan gelen gürültüyü elemine ederek sadece tekerlek/ kaplama gürültüsünü ölçmektedir. Böylece gürültü direkt olarak kaplama ve özellikleriyle ilişkilendirilebilmektedir.

Çalışmada kullanılan gürültü ölçüm düzeneği, profilometre ölçüm cihazı olarak kullanılan Volkswagen Transporter aracına monte edilmiştir. Gürültü ölçümlerinde, Resim 1 de verilen cihaz kullanılmıştır. Gürültü ölçümleri ile eş zamanlı olarak düzgünsüzlük ve makradoku yol performans özellikleri de ölçülüp kaydedilebilmektedir.

Gürültü ölçümleri 134 m mesafede 97 ± 1 km/saat hız ile alınmış ve 'Dynatest Explorer' bilgisayar analiz programı ile analiz edilmiştir.



Resim 1: Ses Şiddeti Ölçüm Cihazı [On-Board Sound Intensity (OBSI)]

ELDE EDİLEN VERİ VE DEĞERLENDİRMELER

Çalışmada; KGM ağı dahilinde yer alan farklı kaplama tipleri ve farklı yaşlarda hizmet veren 24 ayrı kesimin gürültü ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler, farklı hizmet sürelerine sahip; aşınma, sathi kaplama, taş mastik asfalt, kauçuklu asfalt, ve beton kaplamalarda kesimlerinde yapılmıştır. Ölçüm sonuçları Tablo 1 de verilmiştir.

Üstyapı Kaplamaları Gürültü Ölçümleri										
No	Bl. Md.	Yer/ Kesim	KKNo	Kaplama Tipi	İmalat tarihi	Ölçüm Tarihi (1.Ölçüm)	Gürültü (Quality Intensity- dB)	Ölçüm Tarihi (2.Ölçüm)	Gürültü (Quality Intensity- dB)	Not
1	4	1 Yenikent -Beypazarı Ayaş	140-14	Aşınma	Kasım 2016	11.05.2017	97,8	--	--	Aşınma+kalker (Ayaş)
2		2 Yenikent -Beypazarı Ayaş					98,5	--	--	
3	5	1 Mersin -Erdemli DY.	400-17	Aşınma	Kasım 2015-2016	9.03.2017	98,5	18.07.2018	103,2	PMB aşınma (Kalker)
4		2 Mersin -Erdemli DY.					99,3		103,6	
5	4	Ankara-İstanbul Otoyolu	O4-34	Eski Aşınma	10+ Yıl	18.09.2017	106	--	--	Yüzey bozulmaları mevcut
6	5	1 Mersin -Tarsus Otoyolu	O51-07	Eski Aşınma	10+ Yıl	8.03.2017	105,6	--	--	Yoğun muhtelif çatlaklar
7		1 Mersin -Tarsus Otoyolu				28.02.2018	104,6	17.07.2018	104,8	Hafif şiddette ve yoğunlukta muhtelif
8		2 Mersin -Tarsus Otoyolu				28.02.2018	104,3	17.07.2018	104,3	
9		3 Mersin -Tarsus Otoyolu				8.03.2017	107	--	--	
10	4	1 Ankara -Polatlı DY.	200-12	Sathi Kapl.	Eski	2.08.2017	106	--	--	
11		2 Ankara -Polatlı DY.				107	--	--		
12		Ankara-Çevre Otoyolu				O20-12	3.08.2017	108	--	
13	5	1 Mersin -Erdemli DY. 1.ksn	400-17	Kauçuklu Asfalt Kapl.	2013-2014	9.03.2017	101,4	18.07.2018	102,6	
14		2 Mersin -Erdemli DY. 1.ksn					102	18.07.2018	104,1	
15		3 Mersin -Erdemli DY. 1.ksn					100,9	--	103,6	
16		4 Mersin -Erdemli DY. 2.ksn					99,3	18.07.2018	103,1	
17		5 Mersin -Erdemli DY. 2.ksn					99,7	18.07.2018	104	
18		Ankara-İstanbul Otoyolu	O4-34		Temmuz 2017	18.09.2017	100,5	--	--	
19		1 Ankara-Çevre Otoyolu	O20-07		2015	9.08.2017	106,9	1.06.2018	107	
20	4	2 Ankara-Çevre Otoyolu	O20-09	TMA Tip 2		9.08.2017	99,2	1.06.2018	99,3	
21		3 Ankara-Çevre Otoyolu	O20-18			10.08.2017	104,7	--	--	
22		4 Ankara-Çevre Otoyolu	O20-19			10.08.2017	101,9	--	--	
23		5	1 Mersin -Tarsus Otoyolu			O50-10	TMA	Kasım 2016	8.03.2017	102,6
24	3	Afyon Beton Yolu	Deneme	Beton	2004	29.06.2018	106	--	--	Yoğun muhtelif çatlaklar

Tablo 1:Farklı kaplama tipleri ve farklı yaşlarda hizmet veren kesimlerin gürültü ölçümleri seviyeleri.

Kaplama gürültü seviyeleri değerlendirmelerinde; 2 yıllık bir zaman süreci içinde farklı karışım, farklı malzeme özellikleri ve farklı kaplama tipleri ölçüm verilerine göre, yeni hizmet vermeye başlayan; aşınma, TMA ve kauçuk asfalt tabakalarının 98-102 dB arasında düşük gürültü seviyelerinde olduğu izlenmiştir. Söz konusu kaplamaların 1 yıllık zaman süreci sonunda 2. ölçümleri yapıldığında, gürültü seviyelerindeki değişimlerin bazı kesimlerde olmadığı bazılarındaki ise 4 dB e kadar artış gösterdiği, buna karşılık ses seviyesi daha yüksek olan kesimlerin değerlerinin değişmediği veya daha az oranda değiştiği izlenmiştir. Ayrıca, farklı malzeme ve dizaylardaki aynı kaplama tiplerinin farklı gürültü seviyesinde değerler aldığı ve zamana göre gösterdiği değişimlerin de farklı olduğu tespit edilmiştir.

SONUÇLAR

Bu çalışma ile, KGM yol ağı kapsamında imalatı yapılan farklı kaplama tip ve yaşları için gürültü ölçüm değerlendirmeleri yapılmıştır. Devam edecek olan çalışmalarda, periyodik ölçümler yapılarak ülkemiz için düşük gürültü seviyelerindeki kaplama tipleri belirlenecek olup makro doku ve sürtünme direnci ile gürültü değerleri arasındaki ilişkiler izlenecektir. Çalışmaların sonucunda kaplama tip ve özellikleri ile değişen ortalama gürültü seviyeleri belirlenecektir. Böylece, kaplama tipi, özellikleri ve

Yol yüzeyinin bozulması ile ilgili olarak gürültü seviyelerinin nasıl değişeceği tespit edilecektir. Buradan hareketle gürültü için uygun kaplama tipi, özellikleri belirlenebilecek ve ne kadar süre sonra istenmeyen gürültü sınırlarının üzerine çıkacağı tahmin edilerek önceden gerekli önlemler alınabilecektir.

KAYNAKLAR

1. Quieter Pavements: Options & Challenges for Washington State. Washington State.
2. <https://www.pavementinteractive.org/reference-desk/pavement-management/impacts/pavement-noise/>
3. ENER, G., (2006), "Köprülülük kavşakların çevresel trafik gürültü Seviyelerine etkilerinin incelenmesi", Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, 106s, Ankara.
4. JUDITH L. Rochat (2016) Highway Traffic Noise USA. <https://acousticstoday.org/wp-content/uploads/2016/12/Highway-Noise.pdf>.
5. Project ROSANNE: rolling resistance, skid resistance, and noise emission measurement standards for road surfaces Manfred Haider, Marco Conter, Reinhard Wehr, Ulf Sandberg, Fabienne Anfosso-Lédée. Inter .noise 2014 Melbourne AUSTRALIA
6. Reducing road noise with pavement design. By James Careless <http://asphaltmagazine.com/turning-the-volume-down/>
7. ONGEL, A. "Experimental Analysis of Open-Graded Asphalt Concrete Mixes in Terms of Safety, Durability, and Noise". PhD Thesis. University of California Davis.2007.
8. TERZİ, S., Morova, N., (2007). ISSN:1306-3111 e-Journal of New World Sciences Academy 2011, Volume: 6, Number: 1, Article Number: 1A0170
9. Journal of Testing and Evaluation, March 2005, Vol 33, No. 2 Paper ID: JTE12641 Available online at: www.astm.org Copyright © 2005 by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 14928-2959. Thomas Bennert1, Doug Hanson2, Ali Maher1, Nicholas Vitillo3. Influence of Pavement Surface Type on Tire/Pavement Generated Noise
10. ASEA TRACTION, Design and Installation Documents, 1986.
11. AASHTO TP 76 Standard Method Of Test For Measurement Of Tire/Pavement Noise Using The On-Board Sound Intensity (OBSI) Method.