



## ESNEK VE RİJİT YOL ÜST YAPILARINDA GÜRÜLTÜ SEVİYELERİNİN EŞ ZAMANLI ÖLÇÜMÜ VE ANALİZİ

### SIMULTANEOUS MEASUREMENT AND ANALYSIS OF NOISE LEVELS IN FLEXIBLE AND RIGID PAVEMENTS

Hakan YILDIRIM<sup>1\*</sup>, Selin AÇIK<sup>1</sup>, Ali Payıdar AKGÜNGÖR<sup>1</sup>, Erdem DOĞAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Kırıkkale Üniversitesi, 71450, Kırıkkale.  
hakanyildirim110@gmail.com, selinacik@gmail.com, aakgungor@gmail.com, erdemdogan71@gmail.com

Geliş Tarihi/Received: 20.12.2012, Kabul Tarihi/Accepted: 23.05.2013

\* Yazışılan yazar/Corresponding author

doi: 10.5505/pajes.2014.21931

Araştırma Makalesi/Research Article

#### Öz

Beton yollar dünyada yaygın olarak kullanılmasına karşın ülkemizde gelişim gösterememiş, bu nedenle de genel olarak bitümlü sıcak karışım asfalt yollar tercih edilmiştir.

Bu çalışmada, Türkiye’de yaygın olarak kullanılan bitümlü sıcak karışım asfalt yollar ve henüz yaygınlaşmamış olan beton yollar arasında gürültü seviyeleri yönünden bir karşılaştırma yapılmıştır. Bunun için Afyonkarahisar-Emirdağ arasında inşa edilmiş 2 km’lik beton yol ile bu yolun devamı olan bitümlü sıcak karışım asfalt yol arasındaki geçiş noktası çalışma koridoru olarak kullanılmıştır.

Bu koridordaki beton yol ve bitümlü sıcak karışım asfalt yolun kenarlarına, ses girişimlerini en aza indirecek şekilde, ayrı ayrı gürültü ölçüm cihazı ve kamera düzenekleri yerleştirilmiş, yol yapım malzemesine bağlı olarak değişen gürültü seviyeleri eş zamanlı olarak kaydedilmiş, bulunan değerler analiz edilerek kaplama türleri ile gürültü seviyeleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu aşamada, kurulan düzenekler arasındaki mesafe trafik yoğunluğunun ve akış hızının değişimini engellemek için mümkün olduğunca kısa tutulmuştur.

Yapılan ölçüm ve analizler sonunda beton yolların bitümlü sıcak karışım asfalt yollara göre ortalama gürültü seviyesinin aynı taşıt kompozisyonu ve trafik hacmi için yaklaşık 4 dB(A) daha düşük olduğu ortaya konmuş ve ülkemizde de beton yolların gelişim göstermesi gerektiği vurgulanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Beton yollar, Bitümlü sıcak karışım asfalt yollar, Trafik kaynaklı gürültü, Kaplama yüzeyi.

#### Abstract

Although concrete roads have been used worldwide for years, the same improvement could not exist in Turkey and therefore, bituminous (hot mix) asphalt roads were preferred instead.

In this paper, the vastly built HMA (Hot Mix Asphalt) roads and rarely preferred concrete roads were compared based on their level of noise. For this purpose, the concrete road at the length of 2 kilometers between Afyonkarahisar and Emirdag; also the transition point to the HMA road (which continues after the concrete road) was observed.

Both concrete and HMA road ends of this transition point was equipped with a noise measurement device and a camera was installed separately for providing minimum level of noise interference. Consequently, change in the noise levels depending on the building material of roads was recorded simultaneously. These factors was analysed and various models related to the sort of coating was provided. At this stage, the distance between set up points was kept as short as possible in order to prevent different results in the density of traffic and also in the flow rate.

Result of various measurements and analysis provided the noise levels of concrete roads being 4 dB(A) less than HMA roads in the comparison based on the same level of vehicle composition and traffic flow. Encouraging the construction of concrete roads in our country is emphasized accordingly.

**Keywords:** Concrete roads, HMA (Hot Mix Asphalt) roads, Traffic-related noise, Pavement surface.

## 1 Giriş

Trafik kaynaklı gürültü insanların en fazla maruz kaldıkları ve en çok rahatsızlık duydukları bir gürültü türüdür. Bu gürültünün şiddeti ve süresi gün içerisinde dalgalanma göstermekle birlikte sürekli olması nedeni ile verdiği rahatsızlık oldukça fazladır.

Trafik kaynaklı gürültülerin bir bileşeni de araçların motor, korna ve egzoz gürültülerinin yanı sıra lastik tekerleklerinin hareketi esnasında kaplama yüzeyine temasları sırasında oluşan gürültüdür. Yol kaplamasının yüzey dokusu gürültü düzeyini etkilemekte olup gözenekli kaplama türlerinin gözeneksiz kaplama türlerine göre daha fazla gürültü oluşturduğu bilinmektedir. Kaplama türlerinin gürültü seviyesi üzerinde etkili olduğu farklı çalışmalar ile ortaya konmuştur [1]-[8].

Amerika Birleşik Devletlerinin Teksas Eyaletinde çeşitli yol kaplamaları üzerinde yapılan yol deneylerinde beton yolların asfalt kaplamalı yollara göre daha düşük gürültü seviyelerine sahip olduğu görülmüştür. Örneğin yivlenmiş asfalt yol 86 dB(A)’lik gürültüye neden olurken yivlenmiş derzli beton yol

84,8 dB(A)’lik bir gürültüye neden olmakta yivlenmemiş derzli bir beton yolda ise gürültü seviyesi 81,9 dB(A)’e kadar düşmektedir. Asfalt kaplamalı bir yolda asfaltın eskimesi ile gürültü seviyesinin hızla arttığı yine bu çalışmada ortaya konulmuştur. Yeni asfalt bir yolda 81,5 dB(A) olan gürültü seviyesi asfaltın eskimesi ile birlikte 84,4 dB(A)’e çıkarken, sürekli donatılı beton yollarda eskimeye bağlı olarak gürültü seviyesinde belirgin bir değişikliğe neden olmadığı görülmüştür. Ayrıca Güney Afrika’da yapılan başka bir ölçümde de gürültü açısından beton yolun asfalt yola göre nispeten daha avantajlı olduğu gözlenmiştir [9].

Beton yollar asfalt kaplamalara göre düşük pürüzlü yüzeye sahip olduklarından dolayı daha az gürültüye sebep olmaktadır. Ancak günümüzde beton yollardaki gürültü düzeyini düşürmek için bile uygun çalışmalar yapılmaktadır. Yolun hem kaymaya karşı direncini arttırmak hem de gürültü seviyesini düşürmek amacı ile süpürge ile dikine düzeltme yerine çuval bezi ile düzeltme veya suni çim ile düzeltme yöntemleri kullanılmaktadır. Taze yüzey betonu çuval bezi ile seyahat yönünde düzeltildiğinde yolcu araçları için sessiz ve yeterli kayma direncine sahip yüzeyler oluşmaktadır. Uygun

lastik-yol türü eşleşmelerinde gürültü seviyesinde 4 dB(A)'e kadar azalma sağlanabilmektedir [10]. Almanya'da kurulan "sessiz yol trafiği" isimli araştırma kuruluşu lastik ve yolları bütünlük bir sistemde yönetmek ve uygun hale getirmek için görevlendirilmiş olup bu konuda yoğun çalışmalar yapmaktadır. Bu kuruluş kısa vadede lastik-yol gürültü seviyesini 3 dB(A), uzun vadede ise 5 dB(A) azaltmayı hedeflemiştir [10]. Avusturya'da da 1990'lı yıllardan beri gürültü seviyesini azaltıcı beton yüzeyli bir başka kaplama türü geliştirmek için çalışmalar yapılmaktadır [11], [12].

Hız değerlerindeki artış veya azalışlar da trafik gürültüsü üzerinde bir etki yaratmaktadır. Yüksek hızlarda daha büyük bir basınçla araçlar tarafından hava kütlesi yarıldığından dolayı gürültü seviyesinde de bir artış meydana gelmektedir. Bennert ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada araç hızı 1,6 km/saat arttığında, kaplama yüzeyine bağlı olarak gürültü seviyesinde de 0,18 ile 0,29 dB(A) arasında bir artış olduğu gözlemlenmiştir [1].

Bu çalışmada Türkiye'de yaygın olarak kullanılan asfalt yollar ve henüz yaygınlaşmamış olan beton yollar arasında gürültü seviyeleri yönünden bir karşılaştırma yapılmıştır. Ölçümlerin yapıldığı koridor Şekil 1'de gösterilmekte olup, bu koridor içinde yer alan beton yol Türkiye'nin ilk beton yolu olarak 2004 yılında inşa edilmiştir. Afyonkarahisar'a 7 km uzaklıkta olan bu yolun yalnızca Emirdağ-Afyonkarahisar yönü beton yol olup diğer yönü asfaltdır.

Beton yol 2 km uzunluğunda, 12 m genişliğinde, 25 cm kalınlığında ve 3 şeritli olarak yapılmış ve yaklaşık olarak her 4 metrede bir derz aralığı bırakılmıştır. Derz aralıkları yaklaşık olarak 1 cm kadar olup genel kanının aksine lastik geçişlerinde kayda değer bir gürültüye neden olmamaktadır.

Yapımından bu yana 8 yıllık bir süre geçmiş olmasına karşın yol yüzeyinde yüzeysel çatlakların dışında belirgin bir çatlak veya bozulma görülmemektedir (Şekil 2). Buna karşın beton yolun başlangıcından önceki ve bitişinden sonraki yolların asfaltı birçok kez değiştirilmiş veya bakım görmüştür.

## 2 Ölçüm Cihazlarının Konumlandırılması ve Ölçümlerin Alınması

### 2.1 Ölçüm Cihazları ve Özellikleri

Eş zamanlı ölçümler alabilmek için 2 adet gürültü seviyesi ölçüm cihazı, 2 adet video kayıt cihazı ve bunları sabitlemek için 4 adet ayaklık kullanılmıştır.

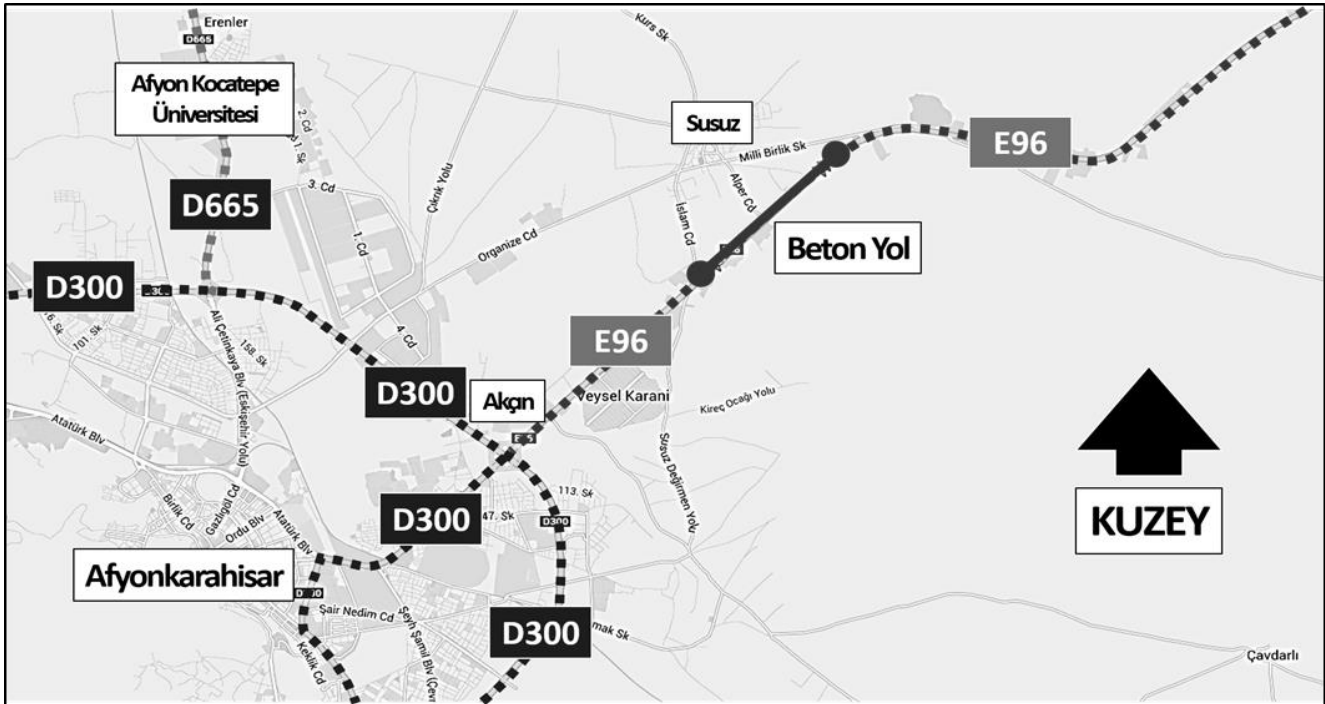
Gürültü seviyesi ölçüm cihazı EXTECH HD600 marka veri kaydı yapabilen bir ölçüm cihazıdır. Bu cihaz saniyede bir ölçüm alabilmekte ve 20000 veriye kadar ölçümü dahili hafızasına kaydedebilmektedir.

Bu çalışmada kullanılan video kayıt cihazı ise SONY BLOGGI video kameradır. Küçük oldukları için oldukça kullanışlı olan bu kameralar kayıt için dahili hafızalarını kullandıkları için en fazla 30 dakikaya kadar çekim yapabilmektedirler.

### 2.2 Ölçüm Cihazlarının Konumlandırılması

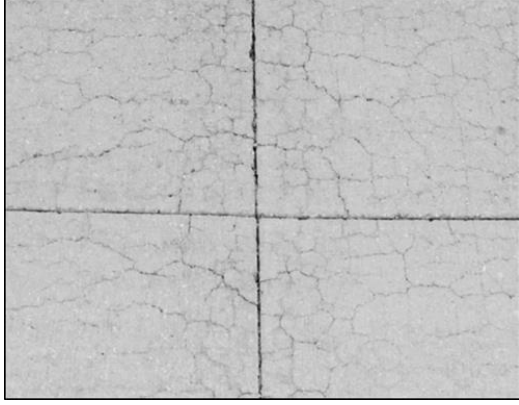
Ölçüm cihazlarını konumlandırmak için beton yol ve asfalt yol kesişim noktası üzerindeki koridor belirlenmiştir. Bu koridorun beton yol ve asfalt yol kenarlarına, ses girişimlerini en aza indirecek şekilde, ayrı ayrı gürültü ölçüm cihazı ve kamera düzenekleri yerleştirilmiştir.

Kurulan düzenekler arasındaki mesafe belirlenirken trafik yoğunluğunun ve akış hızının değişimini engellemek için mümkün olduğunca kısa olmasına, diğer yandan cihazların birbirini etkilememesi için de birbirinden olabildiğince uzak kalmasına dikkat edilmiştir. Bu nedenle yapılan birkaç deneme sonucunda ölçüm ve kayıt düzeneğinin kesişim noktasından beton yol ve asfalt yol yönlerinde 100'er metre uzaklıkta konumlandırılmasının uygun olduğu görülmüş ve hazırlanan düzenekler arasındaki mesafe 200 metre olarak ayarlanmıştır (Şekil 3). Mesafelerin hesaplanmasında yol işaretleri ve GPS sisteminden yararlanılmıştır.

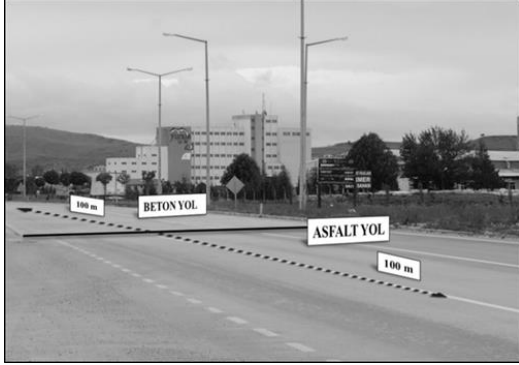


Şekil 1: Beton yolun konumu.

Gürültü ölçüm cihazları yol seviyesinden 1,5 metre yükseklikte yerleştirilmiş olup, kameralar da gürültü ölçüm cihazlarımızın hemen yanına, yoldan geçen tüm araçları görebilecek şekilde konumlandırılmıştır (Şekil 4, Şekil 5).



Şekil 2: Derz aralıkları ve yüzeysel çatlaklar.



Şekil 3: Ölçüm cihazlarının konumlandırılması.



Şekil 4: Ölçüm görüntüsü.

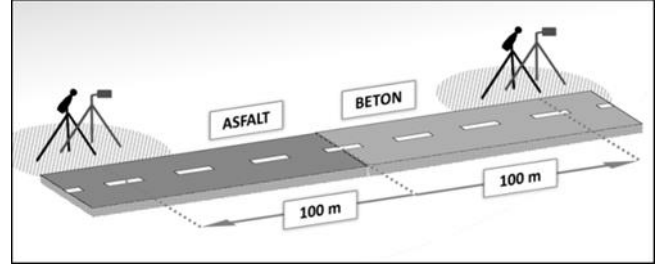


Şekil 5: Ölçüm görüntüsü.

### 2.3 Eş Zamanlı Ölçümlerin Alınması

Analiz yapılırken aynı araçlara ait ses seviyelerinin eşleştirilmesi gerektiğinden ölçümlerin eş zamanlı olarak alınması, karşılaştırmanın düzgün ve sağlıklı yapılabilmesi açısından önem arz etmektedir.

Ölçümleri eş zamanlı olarak alabilmek için asfalt yol ve beton yol tarafındaki ölçüm cihazları aynı anda kayda başlatılmıştır. Araçlar birinci ölçüm cihazının önünden geçtikten sonra 200 metrelik mesafeyi ortalama bir hızla, belirli bir süre içerisinde alarak ikinci ölçüm cihazının önünden geçmiştir. Böylece birinci ölçüm cihazındaki kayıtlar belirli bir süre ötelenerek ikinci ölçüm cihazındaki kayıtlar ile eşleştirilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6: Eş zamanlı ölçümlerin alınması.

## 3 Veri Analizi ve Değerlendirme

### 3.1 Veri Analizi

Gürültü seviyesi ölçüm cihazı ile kaydedilen verileri Microsoft Excel ortamına aktardıktan sonra 'eş zamanlı ölçümlerin alınması' kısmında bahsedildiği gibi birinci ölçüm cihazının önünden geçtikten belirli bir süre sonra ikinci ölçüm cihazının önünden geçen araçlar, geçiş süreleri ve gürültü seviyeleri eşleştirilmiştir.

Örnek olarak 9:44:58 anında beton yoldaki ölçüm noktasından geçen bir araç 9:45:05 anında asfalt yoldaki ölçüm noktasından geçmektedir (Şekil 7).

Benzer şekilde 9:45:02 anında beton yoldaki ölçüm noktasından geçen bir araç ise 9:45:09 anında asfalt yoldaki ölçüm noktasından geçmektedir (Şekil 8).

Bu eşleştirmeler yapıldıktan sonra beton yol ve asfalt yola ait tüm değerleri tek bir grafik üzerinde gösterecek şekilde bir grafiğin çizilmesi mümkün olmaktadır. Böylece ölçüm süresi boyunca değişen gürültü seviyeleri görsel olarak da kıyaslanmaktadır (Şekil 9, Şekil 10).

Şekil 11'de verilen grafikteki kesikli çizgiler beton yolu, düz çizgiler ise asfalt yolu temsil etmektedir. Birebir eşleşmelerin çoğunda kesikli çizgilerin düz çizgilerin daha altındaki desibel değerlerinde seyrettiği gözlenmiştir.

Daha genel bir değerlendirme yapmak için grafiklere doğrusal eğilim çizgileri eklendiğinde beton yola ait olan ortalama gürültü seviyesinin asfalt yoldaki ortalama gürültü seviyesine göre yaklaşık 4 dB(A) daha az olduğu görülmüştür (Şekil 11).

### 3.2 Değerlendirme

Bu çalışmanın asıl amacı, araç lastikleri ile beton yol veya asfalt yol arasında oluşan gürültü seviyesini belirlemek olmasına rağmen ölçüm yapılırken araçların motor gürültüsü, diğer yönde seyreden araçlardan kaynaklanan gürültüler, diğer yönde seyreden araçlardan kaynaklanan gürültüler, korna sesleri, rüzgâr ve çevreden kaynaklı diğer birçok ses ölçülen gürültü seviyesinin artmasına neden olmuştur.



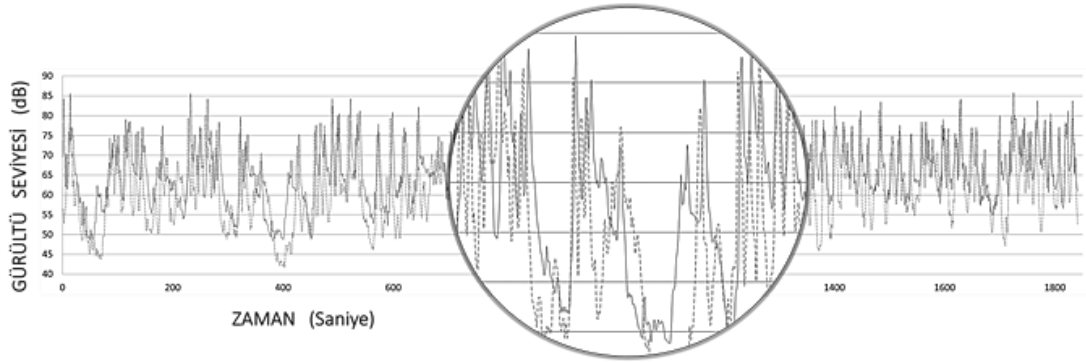
Şekil 7: Veri analizi.



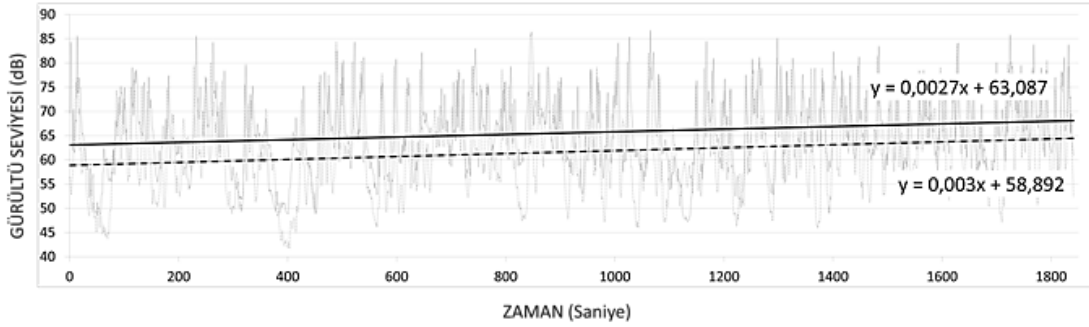
Şekil 8: Veri analizi.

BETON			ASFALT		
ID	Value	DateTime	ID	Value	DateTime
			1	73,7	19-05-2012,9:44:46
			2	78	19-05-2012,9:44:47
			3	74,9	19-05-2012,9:44:48
			4	72,2	19-05-2012,9:44:49
			5	69,6	19-05-2012,9:44:50
			6	77,3	19-05-2012,9:44:51
1	57	19-05-2012,9:44:45	7	69,1	19-05-2012,9:44:52
2	54,7	19-05-2012,9:44:46	8	83,5	19-05-2012,9:44:53
3	53,3	19-05-2012,9:44:47	9	80,6	19-05-2012,9:44:54
4	55,1	19-05-2012,9:44:48	10	73	19-05-2012,9:44:55
5	56,9	19-05-2012,9:44:49	11	61,6	19-05-2012,9:44:56
6	57,3	19-05-2012,9:44:50	12	61,9	19-05-2012,9:44:57
7	61,9	19-05-2012,9:44:51	13	70	19-05-2012,9:44:58
8	63,2	19-05-2012,9:44:52	14	61,4	19-05-2012,9:44:59
9	65,1	19-05-2012,9:44:53	15	61	19-05-2012,9:45:00
10	71,3	19-05-2012,9:44:54	16	61,8	19-05-2012,9:45:01
11	76,4	19-05-2012,9:44:55	17	67,7	19-05-2012,9:45:02
12	75,3	19-05-2012,9:44:56	18	67,4	19-05-2012,9:45:03
13	73,3	19-05-2012,9:44:57	19	76,8	19-05-2012,9:45:04
14	77,6	19-05-2012,9:44:58	20	85,1	19-05-2012,9:45:05
15	74,3	19-05-2012,9:44:59	21	79,9	19-05-2012,9:45:06
16	74,7	19-05-2012,9:45:00	22	73,4	19-05-2012,9:45:07
17	69,8	19-05-2012,9:45:01	23	74,9	19-05-2012,9:45:08
18	71,1	19-05-2012,9:45:02	24	76,5	19-05-2012,9:45:09
19	62,6	19-05-2012,9:45:03	25	74,2	19-05-2012,9:45:10
20	64,3	19-05-2012,9:45:04	26	74,3	19-05-2012,9:45:11
21	61,8	19-05-2012,9:45:05	27	69	19-05-2012,9:45:12
22	57,7	19-05-2012,9:45:06	28	66,7	19-05-2012,9:45:13
23	58,1	19-05-2012,9:45:07	29	64,8	19-05-2012,9:45:14
24	58,1	19-05-2012,9:45:08	30	65	19-05-2012,9:45:15
25	61,9	19-05-2012,9:45:09	31	64,4	19-05-2012,9:45:16
26	62,8	19-05-2012,9:45:10	32	63,5	19-05-2012,9:45:17
27	63,8	19-05-2012,9:45:11	33	62,2	19-05-2012,9:45:18
28	61,4	19-05-2012,9:45:12	34	62,1	19-05-2012,9:45:19
29	58,7	19-05-2012,9:45:13	35	61,6	19-05-2012,9:45:20

Şekil 9: Veri analizi.



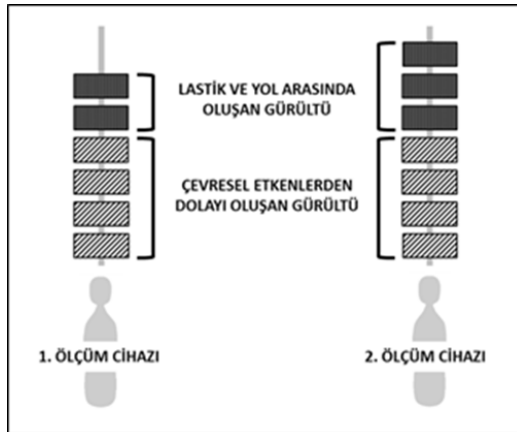
Şekil 10: Veri analizi.



Şekil 11: Doğrusal eğilim çizgileri.

### 3.3 Değerlendirme

Bu çalışmanın asıl amacı, araç lastikleri ile beton yol veya asfalt yol arasında oluşan gürültü seviyesini belirlemek olmasına rağmen ölçüm yapılırken araçların motor gürültüsü, diğer yönde seyreden araçlardan kaynaklanan gürültüler, korna sesleri, rüzgâr ve çevreden kaynaklı diğer birçok ses ölçülen gürültü seviyesinin artmasına neden olmuştur. Çevresel faktörlerin ölçümler esnasında kullanılan teknoloji ile elemine edilmesi mümkün değildir. Ancak, asfalt yolda ve beton yolda ölçümler aynı şartlar altında alındığından dolayı elde edilen gürültü seviyeleri yol kaplama türüne bağlı olarak değişimi göstermektedir (Şekil 12).



Şekil 12: Çevresel faktörler.

Doğrusal eğilim çizgilerimizin denklemlerini irdelediğimizde eğimlerinin sifıra yakın olduğu ve sabit değerli bir fonksiyona benzedikleri görülmektedir. Burada eğimin sifıra yakın olması ölçümlerimizin kendi içinde tutarlı olduğunu, fonksiyonun sabit değerleri arasındaki fark ise beton yolun gürültü seviyesi

açısından daha avantajlı olduğunu göstermektedir. Bu fonksiyonlar ortalama değerleri göstermekte olup belirli bir zamandaki gürültü seviyesinin hesaplanması için kullanılmamaktadır.

## 4 Sonuç

Bu çalışmada asfalt ve beton yolların gürültü seviyeleri yönünden bir karşılaştırması yapılmış ve yapılan eş zamanlı ölçümler neticesinde aynı trafik şartları altında beton yola ait olan ortalama gürültü seviyesinin asfalt yoldakinden yaklaşık 4 dB(A) daha az olduğu görülmüştür. Çalışma her ne kadar tekerlek ve kaplama yüzeyinin etkileşimi neticesinde oluşan gürültü seviyelerinin ölçülmesini amaçlamış olsa da, çevresel etkilerden kaynaklı gürültülerin ölçümler esnasında soyutlanması mümkün olmamıştır. Bununla birlikte her iki yolda da yapılan gürültü ölçümleri esnasında çevresel etkilerin aynı şekilde etki ettiği göz önüne alındığında elde edilen değerler beton ve asfalt yolların gürültü seviyeleri hakkında bir fikir vermektedir.

Sonuç olarak yapılan bu çalışma ve analizler göstermiştir ki ortalama gürültü seviyesi açısından beton yollar asfalt yollara göre daha konforlu olup daha az gürültüye sebep olmaktadır.

## 5 Teşekkür

Bu çalışmaya katkılarından dolayı Sayın Sezai Açık'a teşekkür ederiz.

## 6 Kaynaklar

- [1] Bennert T, Hanson D, Maher A. "Influence of Pavement Surface Type on Tire/Pavement Generated Noise". *Journal of Testing & Evaluation*, 33(2), 94-100, 2005.
- [2] Cho DS, Mun S. "Study to Analyse the Effects of Vehicles and Pavement Surface Types on Noise". *Applied Acoustics*, 69(9), 833-843, 2008.

- [3] National Center for Asphalt Technology (NCAT). "Tire/Pavement Noise Study". Auburn University, Alabama, USA, NCAT Report ,04-02, 2004.
- [4] Ongel A, Harvey J. "Pavement Characteristics Affecting the Frequency Content of Tire/Pavement Noise". *Noise Control Engineering Journal*, 58(6), 563-571, 2010.
- [5] Meij GV. "Noise Generation on Asphalt Roads". Research and Development Advice Committee, South African Roads Board, Department of Transportation, Pretoria, Research Report, RR 89/71/1, 1991 [in Afrikaans].
- [6] Polcak KD. "Field Testing of the Effectiveness of Open-Graded Asphalt Pavement in Reducing Tire Noise from Highway Vehicles". Transportation Research Board, Washington, D.C., Transportation Research Record, 1265, 1990.
- [7] Meiarashi S, Ishida M, Nakashiba F, Niimi H, Hasebe M, Nakatsuji T. "Improvements in the Effect of Drainage Asphalt Road Surface on Noise Reduction". *Applied Acoustics*, 47(3), 189-204, 1996.
- [8] Meiarashi S, Ishida M, Fujiwara T, Hasebe M, Nakatsuji T. "Noise Reduction Characteristics of Porous Elastic Road Surfaces". *Applied Acoustics*, 47(3), 239-250, 1996.
- [9] McNerney M T, Landsberger BJ, Turen T, Pandelide A. "Comparative Field Measurements of Tire/Pavement Noise of Selected Texas Pavements". The University of Texas At Austin, Research Project , 7-2957, 2000.
- [10] Sulten P. "Kayma Dirençli Gürültü Azaltıcı Beton Yollar". *9. Uluslararası Beton Yollar Sempozyumu*, 437-449, İstanbul, 2004.
- [11] Sommer H. "Developments for the Exposed Aggregate Technique in Austria". *7th International Symposium on Concrete Road*, 133-136, Vienna, 1994.
- [12] Stinglhammer H, Krenn H. "Noise Reducing Exposed Surface-Experience and Recommendations". *7th International Symposium on Concrete Road*, 137-140, Vienna, 1994.