

Türkiye Taşkömürü Kurumu ocaklarında gürültü etkilenim düzeylerinin istatistiksel analizi

Abdullah FİŞNE*, **Gündüz ÖKTEN**

İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Programı, 34469, Ayazağa, İstanbul

Özet

Günümüzde endüstriyel kalkınmanın ve modern teknolojinin ulaştığı düzey, bünyesinde birçok olumlu gelişme barındırmakla birlikte; yaşamı kolaylaştırmaya yönelik bu girişimlerin insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen yanları da vardır. Bu tür olumsuzlukların biri de gürültüdür. Gelişen teknoloji ile birlikte gürültü, bütün işyerlerinde olduğu gibi maden işletmeleri için de önemli bir sorundur. Bu çalışmada, Zonguldak Taşkömürü Havzası'ndaki ocaklarda çalışanların maruz kaldıkları gürültü seviyelerini tespit ederek, ulusal ve uluslararası standartlarla karşılaştırmak için uygun bir strateji geliştirmek amaçlanmıştır. Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK)'na bağlı Yeraltı Maden İşletmelerinde işçilerin gürültü etkilenim düzeylerinin belirlenmesi için çalışanlar homojen etkilenim gruplarına ayrılmış ve gürültü ölçümleri her bir grubun gürültü etkilenim düzeyinin belirlenmesine yönelik olarak yapılmıştır. Homojenlik testi için tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Normal dağılım varsayımının sağlanıp sağlanmadığının istatistiksel olarak araştırılmasında parametrik testlerden Çarpıklık ve Basıklık Katsayıları ile non-parametrik testlerden Tek Örneklem Kolmogorov – Simirnov Testi kullanılmıştır. Yeraltı homojen etkilenim grupları arasında en küçük ve en büyük günlük gürültü etkilenim düzeyleri 73.9 dBA ve 103.3 dBA olarak sırasıyla Barutçu ve Sondaj işçisi için elde edilmiştir. Yerüstü homojen etkilenim grupları arasında en düşük ve en büyük günlük gürültü etkilenim düzeyleri 80.8 dBA ve 100.1 dBA olarak sırasıyla Kuyu Vinç ve Ağaç İşleri işçisi için elde edilmiştir. Maden Makinaları Fabrikası homojen etkilenim grupları arasında en düşük ve en büyük günlük gürültü etkilenim düzeyleri 86.5 dBA ve 97.7 dBA olarak sırasıyla Kaynak ve Mekanizasyon ve Pres işçisi için elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yeraltı madeni, gürültü etkilenim düzeyi, homojen etkilenim grubu, istatistiksel analiz.

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Abdullah FİŞNE. fisnea@itu.edu.tr; Tel: (212) 285 63 63.

Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Programı'nda tamamlanmış olan "Türkiye Taşkömürü Kurumu ocaklarında gürültü koşullarının incelenmesi, etkilenme düzeylerinin istatistiksel analizi ve risk değerlendirme" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 17.09.2008 tarihinde dergiye ulaştırılmış, 21.10.2008 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 30.09.2010 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

Statistical analysis of noise exposure levels for mine workers in Turkish Hard Coal Enterprise

Extended abstract

Development of modern mechanized operations in mining industry has been considerably decreasing the physical burden of work. But the most undesired and unavoidable by-product of these operations is the generation of high levels of noise. Occupational noise exposure of mine workers is a potentially serious health problem. High-level of noise not only hinders communication between workers, but, depending upon the level, quality, and exposure duration of the noise, it may also result in different type of physical, physiological and psychological effects on the workers, especially Noise Induced Hearing Loss (NIHL). Occupational exposure limits specify the maximum sound pressure levels and exposure times to which nearly all workers may be repeatedly exposed without adverse effect on their ability to hear and understand normal speech. The European Union has reached agreement on new directives dealing with noise in the working environment - Noise at Work Directive 2003/10/EC. The Member States and candidate countries like Turkey are to comply with this Directive before 15 February 2006. The limit and action values are given in this directive. The specific objectives of this study were to estimate occupational noise exposure levels of mine workers employed in Turkish Hard Coal Enterprise and compare them with the exposure limit values.

The method of Homogeneous Exposure Groups (HEG) was used for the estimation of occupational noise exposure levels of mine workers. The noise survey consisted of measuring and noting two variables: the noise levels to which the worker was exposed and his exposure time to those levels per work shift. After completion the survey, the daily noise exposure levels of groups were calculated. The homogeneity of the groups was tested statistically using one way analysis of variance. The normality of noise levels obtained for HEG's was investigated using Skewness and Kurtosis Coefficient of distributions and One Sample Kolmogorov – Simirnov Test were used to determine the normality of the data. In this study, the zonal method was selected as measuring technique due to the most cost-effective method. Noise measurements were carried out using a Type I integrated sound level meter (model NL-31) manu-

factured by RION Co. Ltd., Japan. The equipment was operated on the A-weighted network, slow response and was acoustically calibrated before, during, and after each shift. Calibration was done using the RION NC-74 sound level calibrator which emits a 94 dB, 1 kHz tone.

It is necessary to define an average noise level characterizing the mean exposure of the person to check compliance of noise exposure with regulations or to estimate the individual risk of hearing loss of an exposed person. Two parameters are defined by the ISO 1999 (1990) standard. These are daily and weekly noise exposure levels. The daily noise exposure level ($L_{EX,8h} = L_{Aeq,8h} = L_{EP,d}$) is time weighted average of the noise exposure levels, in dBA, for a nominal eight-hour working day. It covers all noises present at work, including impulsive noise. This concept is used when the worker is exposed daily, for 5 days per week, to the same level.

The daily noise exposure levels for underground workers varied from 73.9 to 103.3 dBA. The daily noise exposure level of face worker is 89.7 dBA. The daily noise exposure levels of workers employed in underground such as face, development stoping, transportation, cager, mechanization and press, drilling and pumping are out of compliance with the EU Noise Directive of 2003/10/EC. The calculated daily noise exposure levels for surface workers varied from 80.8 to 100.1 dBA. These noise levels were obtained for engineman and carpenter workers respectively. The daily noise exposure level of engineman is only compliance with the EU Noise Directive of 2003/10/EC. The calculated daily noise exposure levels of other worker groups are out of compliance with the EU Noise Directive of 2003/10/EC. The daily noise exposure levels for mining machine plant workers varied from 86.5 to 97.7 dBA. These noise levels were obtained for welding and mechanization and press workers respectively. The daily noise exposure level of machinist, casting and electrician were determined as 91.6 dBA, 97.6 dBA and 88.7 dBA respectively. The daily noise exposure levels calculated for all occupational groups are out of compliance with the EU Noise Directive of 2003/10/EC.

Keywords: Noise exposure level, underground mining, homogeneous exposure groups, statistical analysis.

Giriş

Günümüzde endüstriyel kalkınmanın ve modern teknolojinin ulaştığı düzey, bünyesinde birçok olumlu gelişme barındırmakla birlikte hayatı kolaylaştırmaya yönelik bu girişimlerin insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen yanları da vardır. Bu tür olumsuzluklardan biri de gürültüdür. Gelişen teknoloji ile birlikte gürültü, bütün işyerlerinde olduğu gibi maden işletmeleri için de önemli bir sorundur.

Gürültü akustikte, istenmeyen herhangi bir ses veya insan ve toplum üzerinde olumsuz etki yapan sesler olarak tanımlanmaktadır. Belirgin bir yapısı olmayan, içerdiği öğelerle kişiyi bedensel veya psikolojik olarak etkileyebilen ses düzeni olarak da tanımlanmaktadır. Gürültü, insanların işitme fonksiyonlarını olumsuz etkilemenin yanında diğer vücut işlevlerinin de olumsuz olarak etkilenmesine neden olmaktadır. Sözel iletişimi ve tehlike alarmlarının algılanmasını engellemektedir. Bu açıdan gürültünün sağlığı olumsuz etkileyen ses düzeyi olarak tanımlanması da mümkündür (Crocker, 2007).

Günümüz madencilğinde yüksek verim ve düşük maliyet elde etmek amacıyla mekanizasyona önem verilmekte, sonuç olarak gürültü düzeyi artmaktadır. Gürültü kirliliği iş sağlığı ve verimini olumsuz yönde etkileyen önemli bir fiziksel çevre faktörü olup, devamlı ve etkin mücadele stratejileri ile önlenmelidir.

Gürültünün insan sağlığına en önemli etkisi işitme sistemi üzerine olmaktadır (Morioka vd., 1997). Başlangıçta normal konuşma frekanslarında işitme kaybı görülmediği için farkedilmesi güç olup, ancak odyometrik inceleme ile anlaşılmaktadır (McReynolds, 2005; NIOSH, 1998; Soydal, 2006; Seixas, 2004). Gürültüye bağlı işitme kaybı hem gelişmekte olan hem de gelişmiş ülkelerde en yaygın meslek hastalıklarından biri olarak kabul edilmektedir (Daniel, 2007; May, 2000). Dünya Sağlık Organizasyonu (WHO) sakatlık nedenleri arasında en önemlilerden biri olarak gördüğü işitme kaybının yaklaşık 364 milyon insanı etkilediğini ve bunların üçte ikisinin gelişmiş ülkelerde olduğunu belirtmektedir. Aynı kurum, 2005 yılında dünyada 210 milyon yetişkin insanda 40 dB'den büyük

ve 15 yaşından küçük 68 milyon çocukta ise 30 dB'den büyük işitme kaybı olduğunu tahmin etmektedir (WHO, 2006; Nelson vd., 2005). ABD'de NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) gürültüye bağlı işitme kaybını gelecek yüzyılda ele alınması gereken 21 öncelikli alan arasında görmektedir. Aynı kurum ABD'de yaklaşık 30 milyon işçinin iş ortamında kritik seviyede gürültüye maruz kaldığını belirtmektedir (Bauer vd., 2006; Joy ve Middendorf, 2007). Japonya'da yapılan bir çalışmada işçilerin % 8.5'inde, Danimarka'da ise % 10'unda mesleki gürültüye bağlı işitme kaybının olduğu bildirilmiştir (Soydal, 2006).

NIOSH'ye göre Amerika'daki maden işçilerinin % 80'i 85 dBA ve % 25'i ise 90 dBA üzerinde gürültüye maruz kalmaktadır (McBride, 2004). NIOSH'nin 1976 yılında yapmış olduğu 1349 kömür madeni işçisini kapsayan araştırmanın sonuçlarına göre, emekli olan maden işçilerinin ortalama işitme eşik seviyeleri normal popülasyona göre 20 dB daha büyüktür. 60 yaşındaki maden işçilerinin % 70'inin 25 dB, % 25'inin ise 40 dB'den daha fazla işitme kaybına uğradıkları tespit edilmiştir (NIOSH, 1998). NIOSH 1996 yılında bu araştırmayı yaklaşık 20.000 kişiyi kapsayacak şekilde genişletmiştir. Bu araştırmanın sonuçları maden işçilerinin % 90'ında işitme kaybı bulunduğunu, 50 yaşındaki kömür madeni işçilerinin % 70'inde 25 dB veya üzeri işitme kaybı meydana geldiğini göstermiştir (NIOSH, 1998; Bauer vd., 2006).

Türkiye'de yeraltı maden ocaklarında çalışanların etkilendikleri gürültü düzeyini, bunun yaşam kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerini ve gürültü etkilenim düzeyinin standartlara uygunluğunu değerlendiren araştırmalar yok denecek kadar azdır. Madencilik sektöründeki gürültüden kaynaklanan sorunlar üzerine kapsamlı ve yeterli sayıda çalışma bulunmaması bir eksiklik olarak görülmüştür. Bu eksikliği vurgulayarak konunun açılımına katkıda bulunmak, ülkemiz madencilik sektöründe önemli yeri olan Zonguldak Taşkömürü Havzası'ndaki ocaklarda çalışanların maruz kaldıkları gürültü seviyelerini tespit ederek, ulusal ve uluslararası standartlarla karşılaştırmak bu çalışmanın başlıca amaçları arasındadır.

Gürültü etkilenim limit değerleri

Mesleki gürültü etkilenimi ile ilgili olarak çeşitli ülkelerde yasa, yönetmelik, standart, direktif, talimatname, tavsiye ve rehber başlığı altında düzenlemeler getirilmiştir. Farklı isimler altındaki düzenlemelerin ortak amacı gürültü etkilenimini sınırlandırarak, insanları ve çevreyi gürültünün olumsuz etkilerinden korumaktır. Kabul edilebilir gürültü etkilenim limitlerinin belirlenmesi bu standartların temelini oluşturmaktadır. Amerikan Oftalmoloji ve Oto-Laringoloji Akademisi kabul edilebilir gürültüye bağlı kalıcı eşik kaymasını, kişinin sessiz bir ortamda 1.5 metreden günlük konuşmaları anlamakta güçlük çekmeye başladığı nokta olarak tanımlamıştır (Barron, 2003). Bu nokta ise genellikle 500-1000 ve 2000 Hz frekanslarda ortalama 25 dB değerine karşılık gelmektedir. Çalışma yaşamı boyunca 25 dB işitme kaybına neden olacak gürültü düzeyi ise maksimum müsaade edilebilir gürültü düzeyi olarak tanımlanmaktadır. Birçok ülkede limit değerler 80, 85 veya 90 dBA olarak belirlenmiştir (I-INCE-97-1, 1997).

Türkiye’de gürültü kirliliği için gerçekleştirilen ilk yasal düzenleme, 11 Aralık 1986 tarihli “Gürültü Kontrol Yönetmeliği”dir. Daha sonra, Avrupa Birliği’ne Üyelik sürecinde yapılan uyum çalışmalarına paralel olarak işçilerin gürültüye maruz kalmaları sonucu sağlık ve güvenlik yönünden oluşabilecek risklerden, özellikle işitme ile ilgili risklerden korunmaları için alınması gerekli önlemleri belirlemek amacıyla, 23 Aralık 2003 tarih ve 25325 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe girmiş olan “Gürültü Yönetmeliği” çıkarılmıştır. Söz konusu bu yönetmelik Avrupa Birliği’nin yine aynı yıl çıkardığı EU-2003/10/EC standardı ile aynı özelliklere sahiptir ve halen ülkemizde geçerli olan gürültü sınır değerleri Tablo 1’de verilmiştir.

Yönetmeliğe göre, günlük gürültü etkilenim düzeyi 8 saatlik bir iş günü için, anlık darbeli gürültünün de dahil olduğu bütün gürültü etkilenim düzeylerinin zaman ağırlıklı ortalaması ($L_{EX, 8h}$) 85 dBA değerini aşmamalıdır. En düşük etkilenim değeri ($L_{EX, 8h} \geq 80$ dBA) aşıldığında işverenin işçiler için uygun kulak koruyucuları sağlaması, en yüksek etkilenim değerine ($L_{EX, 8h} = 85$ dBA) ulaşıldığında ise işçilerin zorunlu olarak kulak koruyucusu kullanmalarını sağlaması gerekmektedir. $L_{EX, 8h}$ hiç bir koşulda etkilenim sınır değeri olan 87 dBA değerini aşmamalıdır. Etkilenim sınır değerlerinin aşıldığının tespit edildiği durumlarda, işveren gürültü düzeyini, etkilenim sınır değerinin altına indirmek için sınır değerinin aşılması nedenlerini belirlemek ve tekrarını önlemek amacıyla, koruma ve önlemeye yönelik tedbirleri almakla yükümlüdür (Gürültü Yönetmeliği, 2003).

Gürültü etkilenim düzeyinin belirlenmesi

Çalışanların gürültü etkilenim düzeylerinin yasal sınırlar içinde olup olmadığının değerlendirilmesi ve işitme kaybı risklerinin tahmin edilmesine yönelik çalışmalar onları gürültünün zararlı etkilerinden korumak için yapılmaktadır (Lester vd., 2001). Bu tür araştırmalar için kişinin ortalama gürültü etkilenim düzeyini karakterize eden bir parametrenin tanımlanması gerekmektedir.

Türk Standartları Enstitüsü tarafından yayınlanan TS 2607 ISO 1999 (2005) standardında bu konuda iki parametre tanımlanmıştır. Bunlar, günlük ve haftalık gürültü etkilenim düzeyleridir. Günlük gürültü etkilenim düzeyi ($L_{EX, 8h}$), sekiz saatlik iş günü için, anlık darbeli gürültünün de dahil olduğu bütün gürültü etkilenim düzeylerinin zaman ağırlıklı ortalaması olarak tanımlanmaktadır (Lester vd., 2001; Malchaire ve

Tablo 1. Gürültü yönetmeliği etkilenim sınır değerleri

Etkilenim değerleri	Günlük gürültü etkilenim düzeyi ($L_{EX, 8 \text{ saat}}$) (dBA)	En yüksek ses basıncı (Pa)
En düşük etkilenim değeri	80	200
En yüksek etkilenim değeri	85	200
Etkilenim sınır değeri	87	112

Piette, 1997). Haftalık gürültü etkilenim düzeyi ise, günlük gürültü etkilenim düzeylerinin sekiz saatlik beş iş gününden oluşan bir hafta için zaman ağırlıklı ortalamasıdır.

Günlük ve haftalık gürültü etkilenim düzeylerinin belirlenmesi ile çalışma ortamında maruz kalınan gürültünün ölçülmesi ve değerlendirilmesi için prensipler TS EN ISO 9612 (2003) standardında verilmiştir.

Söz konusu standartta günlük ve haftalık gürültü etkilenim düzeylerinin belirlenmesi için tercih edilen ölçme büyüklüğü, “T” zaman aralığı süresince eş değer sürekli A-ağırlıklı ses basınç seviyesi ($L_{Aeq, T}$)’dir. “T” ölçme zaman aralığı, referans zaman aralığı olarak kabul edilen 8 saatlik vardiya süresini temsil eden zaman olarak tanımlanmıştır. Ölçme zaman aralıkları iş yeri gürültü seviyesindeki bütün değişimleri ölçümlere dahil edecek şekilde seçilmelidir. T ölçme zaman aralığı “n” tane “ T_i ” zaman aralığına bölünerek gürültü ölçümleri yapılırsa, “n” tane gürültü düzeyi ile aynı enerjiye sahip eş değer sürekli A-ağırlıklı ses basınç düzeyi ($L_{Aeq, T}$), eşit enerji prensibine göre Denklem (1) ile hesaplanır.

$$L_{Aeq, T} = 10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\left(\frac{L_{Aeq_i}}{10} \right)} \right] \quad (1)$$

Bu eşitlikte, L_{Aeq_i} T_i zaman aralığında oluşan eş değer sürekli A-ağırlıklı ses basınç düzeyini (dBA), n alt zaman aralıklarının toplam sayısını göstermektedir.

TS EN ISO 9612 (2003) standardına göre günlük gürültü etkilenim düzeyi ($L_{EX, 8h}$) Denklem (2) yardımıyla tahmin edilmektedir.

$$L_{EX, 8h} = L_{Aeq, T} + 10 \log \left[\frac{T}{T_0} \right] \quad (2)$$

Burada; T gün boyunca toplam etkilenme süresini (saat), T_0 referans etkilenme süresi (8 saat)’ni göstermektedir.

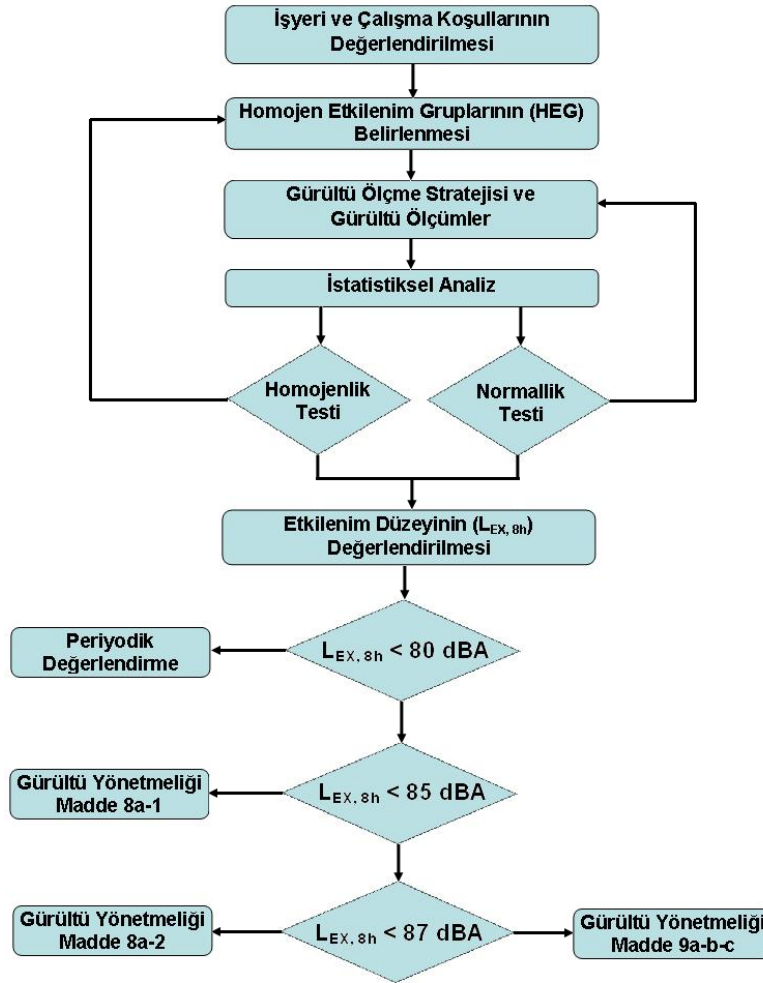
Materyal ve yöntem

Gürültü etkilenim değerlendirme çalışmalarında ideal olan bütün çalışanların tek tek günlük gürültü etkilenim düzeylerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesidir. Ancak böyle bir çalışma, uzun zaman ve yüksek maliyet gerektirmesi nedeniyle rasyonel değildir. Bu nedenle, Corn ve Esmen (1979) tarafından kimyasal etmenler için geliştirilen “Homojen Etkilenim Grupları (HEG)” yöntemi gürültü etkilenim değerlendirme çalışmalarında da kullanılmaktadır (Malchaire ve Piette, 1997).

Homojen Etkilenim Grupları (HEG) yöntemi ile gürültü etkilenim değerlendirme çalışmaları bir çok aşamadan oluşmaktadır (Lester vd., 2001). Şekil 1’de böyle bir çalışmada yapılması gerekenler akım şeması üzerinde gösterilmiştir. İşyerindeki iş türlerinin ve gürültü kaynaklarının belirlenmesi ve sınıflandırılması, çalışan sayısının ve çalışma sürelerinin belirlenmesi ve etkisinde kalınan gürültünün çeşidi gibi işyeri ve çalışma koşullarının değerlendirildiği “Ön Araştırma” çalışmaları ilk aşamayı oluşturmaktadır. Buradan elde edilen bilgiler temelinde ölçüm stratejisi geliştirilmektedir. Ön araştırma çalışmalarından elde edilen bilgilerden hareketle homojen etkilenim grupları oluşturulmaktadır. Daha sonra her bir grubun etkilenim düzeylerinin belirlenmesi için ölçümler yapılmaktadır.

Ölçme sonuçları, ekipman, çevresel faktörler ve ölçmelerden kaynaklanan hatalar içermektedir (Rappaport vd., 1995). Söz konusu hataların etkilerini ortadan kaldırmak veya azaltmak için istatistiksel analize gereksinim vardır.

Yapılacak istatistiksel analiz, oluşturulan HEG’lerinin homojenliğinin test edilmesi, gürültü ölçümlerinin dağılımlarının belirlenmesi ve karakterize edilmesi, günlük gürültü etkilenim düzeyleri ($L_{EX, 8h}$) ve standart hata miktarlarının hesaplanmasını kapsamaktadır (Malchaire ve Piette, 1997; Leidel vd., 1977). Homojen Etkilenim Grupları’nın gerçekten homojen olup olmadıklarını test etmede kullanılan birçok istatistiksel yöntem vardır. Bunlar arasında en yaygın olanı varyans analizidir (Kromhout vd., 1993).



Şekil 1. Gürültü etkilenim değerlendirme çalışması akım şeması

Gürültü etkilenim değerlendirme çalışmalarında kullanılan “dB” biriminden dolayı gürültü düzeylerinin istatistiksel olarak normal dağılıma uyması beklenmektedir (Malchaire ve Piette, 1997). Bu nedenle homojen etkilenim gruplarının gürültü etkilenim düzeyleri belirlenmeden önce her bir grup için elde edilen verilerin normal dağılım özelliği taşıyıp taşımadıkları istatistiksel olarak test edilmelidir.

Tek değişkenli normalliğin testinde parametrik testlerden Çarpıklık ve Basıklık Katsayıları, non-parametrik testlerden Tek Örneklem Kolmogorov-Smirnov uygunluk testleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Şahinler, 2000).

İstatistiksel analiz sonucu belirlenen etkilenim düzeyleri yasal limit değerler ile karşılaştırılarak, etkilenimin kabul edilebilirliği konusunda

karar verilir. İstatistiksel analiz sonunda günlük gürültü etkilenim düzeylerinin standartlara uygunluğu hakkında karar verme konusu güven aralığı limitleri kavramı ile yakından ilgilidir. Ölçme sonuçlarının istatistiksel analizi ile ortalama günlük gürültü etkilenim düzeyleri tahmin edilmektedir. Tahmin edilen etkilenim düzeylerinin alt (LCL) ve üst (UCL) sınırları için gerçek etkilenim düzeylerini içerecek şekilde güven aralığı limitleri belirlenmektedir (Leidel vd., 1977.). Eğer bir işçinin günlük gürültü etkilenim düzeyi için hesaplanan $LCL > 87$ dBA ise uygun olmayan, $UCL < 87$ dBA ise uygun etkilenim durumu söz konusudur. Günlük gürültü etkilenim düzeyi 87 dBA’dan büyük fakat $LCL < 87$ dBA veya günlük gürültü etkilenim düzeyi 87 dBA’dan küçük fakat $UCL > 87$ dBA ise etkilenim durumu hakkında kesin bir şey söyleyemez, aşırı etkilenim söz konusu olabilir.

Türkiye Taşkömürü Kurumu çalışanlarının gürültü etkilenim düzeylerinin değerlendirilmesi

Bu çalışmada Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK)'nda çalışan işçilerin gürültü etkilenim düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Söz konusu kurumda 30.06.2007 tarihi itibarıyla yaklaşık 11.000 kişinin çalıştığı göz önüne alınırsa, tüm çalışanların gürültü etkilenim düzeylerini belirlemenin zaman ve maliyet açısından ne denli zor olduğu anlaşılacaktır. Dolayısıyla, çalışanların homojen gruplara ayrılarak etkilenim düzeylerinin belirlenmesine olanak veren bir yöntem kullanılmıştır. İşçiler ilk olarak yeraltı ve yerüstü olmak üzere iki gruba ayrılmışlardır. Yeraltında çalışan işçiler de kendi aralarında 11 farklı grupta sınıflandırılmıştır. Yerüstünde çalışan işçiler ise 5 farklı Müesseseye bağlı yerüstü işyerlerinde çalışanlar ve Maden Makineleri Fabrikası'nda çalışanlar olarak iki gruba ayrıldıktan sonra kendi aralarında sınıflandırmaya tabi tutulmuşlardır. Yerüstünde çalışanlar 9, Maden Makineleri Fabrikası'nda çalışanlar ise 5 farklı meslek grubunda incelenmişlerdir.

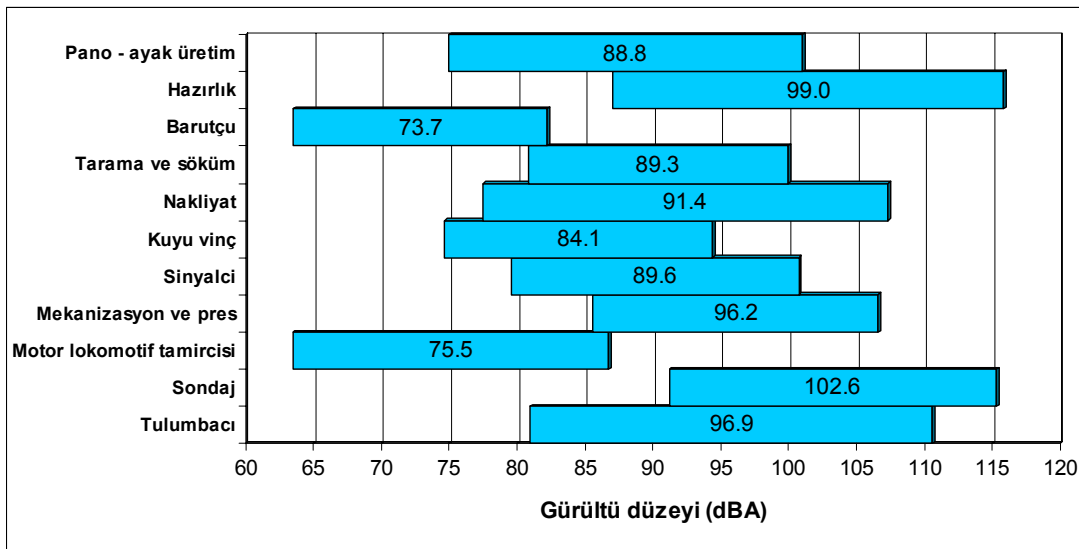
Bu çalışmada, oluşturulan grupların homojenliği varyans analizi ile araştırılmıştır. Ayrıca her grup için yapılan gürültü ölçümlerinden elde edilen değerlerin istatistiksel olarak normal dağılıma sahip olup olmadıkları da Çarpıklık ve Ba-

sıklık Katsayıları ve Tek Örneklem Kolmogorov-Smirnov uygunluk testleri ile belirlenmiştir. Tek yönlü varyans analizi ve normallik testlerinin sonuçlarına göre oluşturulan grupların homojen olduğu ve elde edilen verilerin de normal dağılıma uygun olduğu görülmüştür.

Gürültü ölçümlerinde RION NL - 21 ve RION NL - 05 gürültü ölçer kullanılmıştır. Her ölçümden önce gürültü ölçerler RION NC -74 cihazı ile kalibre edilmiştir.

Yeraltı homojen etkilenim grupları için yapılan gürültü ölçümlerinin değişim aralığı ve ortalama gürültü düzeyi Şekil 2'de gösterilmiştir. Toplam olarak 1100 civarında gürültü düzeyi (L_{Aeq}) ölçümü gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerin yaklaşık % 75'inde "Gürültü Yönetmeliği" nde belirtilen 87 dBA etkilenim sınır değerine eşit veya daha büyük değerler elde edilmiştir. Söz konusu gruplar için ortalama gürültü düzeyi değerleri 73.7 – 102.6 dBA arasında değişmektedir. En düşük gürültü düzeyi (63.5 dBA) Motor Lokomotif Tamircisi, en büyük gürültü düzeyi (115.8 dBA) ise Sondaj İşçisinin çalışması sırasında ölçülmüştür.

Yeraltı Homojen Etkilenim Grupları için Eşitlik (2)'ye göre belirlenen günlük gürültü etkilenim düzeyleri ve % 95 güven aralığı alt ve üst limit değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Söz konusu



Şekil 2. Yeraltı HEG gürültü düzeylerinin değişim aralığı

Tablo 2. Yeraltı HEG günlük gürültü etkilenim düzeyleri

İşçilikler	Ölçüm sayısı (n)	$L_{Aeq T}$	$L_{EX, 8h}$	% 95 Güven aralığı	
				Alt (LCL)	Üst (UCL)
Pano Ayak Üretim	148	91.7	89.7	88.8	90.5
Hazırlık	136	103.4	101.3	100.3	102.4
Patlatma (Barutçu)	30	75.9	73.9	72.1	75.6
Tarama ve Söküm	45	91.8	82.8	81.3	84.2
Nakliyat	231	95.3	93.3	92.6	94.0
Kuyu Vinç	60	86.3	84.3	83.1	85.5
Sinyal	96	92.2	90.2	89.2	91.1
Mekanizasyon ve Pres	56	98.3	96.3	95.1	97.4
Motor-Lokomotif Tamir	45	78.3	76.3	74.8	77.7
Sondaj	90	105.3	103.3	102.2	104.3
Tulumba	150	100.1	98.1	97.2	99.0

eşitlikteki gün boyunca toplam etkilenme zamanı (T) yeraltı ve incelenen diğer etkilenim grupları için 5 saat olarak alınmıştır. En düşük ve en büyük günlük gürültü etkilenim düzeyleri 73.9 dBA ve 103.3 dBA olarak sırasıyla Barutçu ve Sondaj İşçisi için elde edilmiştir. Yeraltında çalışan meslek grupları arasında Pano Ayak Üretim, Hazırlık ve Nakliyat işleri en çok işçinin istihdam edildiği gruplardır. Toplam yeraltı iş gücünün yaklaşık % 78'i bu iş kollarında çalışmaktadır. Söz konusu homojen etkilenim grupları için elde edilen günlük gürültü etkilenim düzeyleri sırasıyla 89.7 dBA, 101.3 dBA ve 93.3 dBA'dır. Yeraltı Homojen Etkilenim Grupları, Gürültü Yönetmeliği'nde belirtilen 87 dBA etkilenim sınır değerine göre sınıflandırılacak olursa, Pano Ayak Üretim, Hazırlık, Nakliyat, Sinyal, Mekanizasyon ve Pres, Sondaj ve Tulumba işçilikleri için belirlenen % 95 güven aralığı alt limit değerleri 87 dBA'dan daha büyüktür. Dolayısı ile söz konusu gruplar için gürültü etkilenme koşulları uygun değildir. İşveren bu gruplarda çalışan işçilerin zorunlu olarak kulak koruyucusu kullanmalarını sağlamak durumundadır. Barutçu, Tarama ve Söküm, Kuyu Vinç ve Motor Lokomotif Tamir işçisi için belirlenen % 95 güven aralığı üst limit değerleri 87 dBA'dan daha küçüktür. Söz konusu gruplar için gürültü etkilenim koşullarının uygun olduğu söylenebilir.

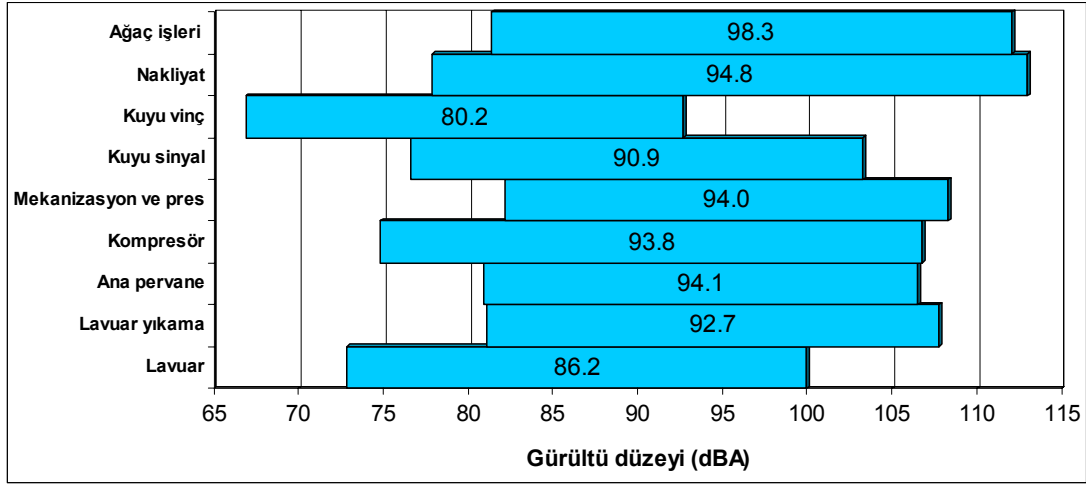
Yerüstü Homojen Etkilenim Grupları için yapılan gürültü ölçümlerinin değişim aralığı ve orta-

lama gürültü düzeyleri Şekil 3'te gösterilmiştir. Yerüstü homojen etkilenim grupları için toplam 1464 gürültü düzeyi (L_{Aeq}) ölçümü yapılmıştır. Bu ölçümlerin yaklaşık % 81'inde "Gürültü Yönetmeliği" nde belirtilen 87 dBA'ya eşit veya daha büyük değerler saptanmıştır.

Söz konusu gruplar için ortalama gürültü düzeyi değerleri 80.2 – 98.3 dBA arasında değişmektedir. En düşük gürültü düzeyi (66.9 dBA) Kuyu Vinç, en büyük gürültü düzeyi (113.0 dBA) ise Nakliyat işçisinin çalışması sırasında ölçülmüştür.

Yerüstü Homojen Etkilenim Grupları günlük gürültü etkilenim düzeyleri ve % 95 güven aralığı alt ve üst limit değerleri Tablo 3'te verilmiştir. En düşük ve en yüksek günlük gürültü etkilenim düzeyleri 80.8 dBA ve 100.1 dBA olarak sırasıyla Kuyu Vinç ve Ağaç İşleri işçisi için elde edilmiştir. Yerüstü meslek grupları arasında Nakliyat, Kuyu Vinç, Mekanizasyon ve Pres ve Lavuar en çok işçinin istihdam edildiği gruplardır. Toplam yerüstü iş gücünün yaklaşık % 80'i bu iş kollarında çalışmaktadır. Söz konusu gruplar için elde edilen günlük gürültü etkilenim düzeyleri sırasıyla 97.2 dBA, 80.8 dBA, 95.2 ve 87.3 dBA'dır.

Yerüstü homojen etkilenim grupları 87 dBA olarak belirlenen sınır değere göre sınıflandırılacak olursa, Ağaç İşleri, Nakliyat, Kuyu Sinyal, Mekanizasyon ve Pres, Kompresör, Ana Pervane ve Lavuar Yıkama için belirlenen % 95 güven



Şekil 3. Yerüstü HEG gürültü düzeylerinin değişim aralığı

Tablo 3. Yerüstü HEG günlük gürültü etkilenim düzeyleri

İşçilikler	Ölçüm sayısı (n)	$L_{Aeq,T}$	$L_{EX,8h}$	% 95 Güven aralığı	
				Alt (LCL)	Üst (UCL)
Ağaç İşleri	257	102.1	100.1	99.3	100.8
Nakliyat	144	99.2	97.2	96.1	98.2
Kuyu Vinç	96	82.8	80.8	79.8	81.7
Kuyu Sinyal	110	93.9	91.9	90.8	92.9
Mekanizasyon ve Pres	135	97.2	95.2	94.3	96.0
Kompresör	132	97.2	95.2	94.1	96.2
Ana Pervane	172	97.1	95.1	94.3	95.8
Lavuar Yıkama	336	96.4	94.4	93.8	94.9
Lavuar	82	89.3	87.3	86.2	88.4

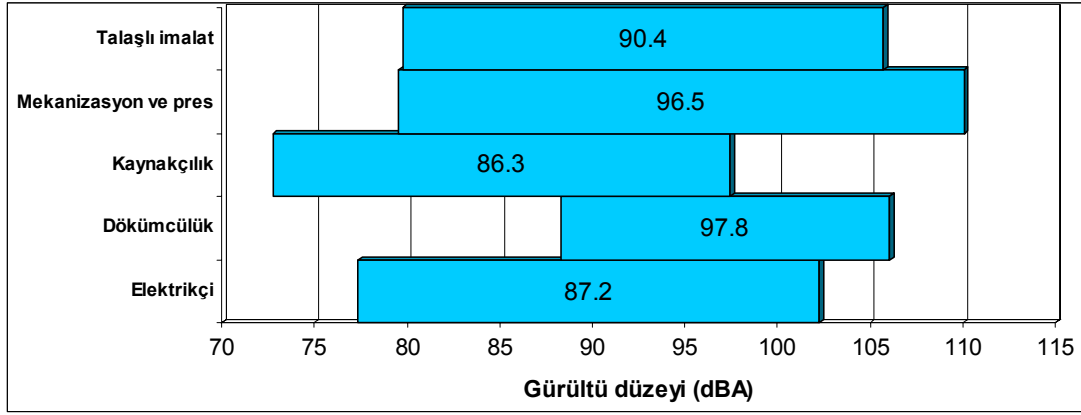
aralığı alt limit değerleri 87 dBA'dan daha büyüktür. Dolayısı ile söz konusu grupların gürültü etkilenme koşulları uygun değildir.

İşverenin bu gruplarda çalışan işçilerin zorunlu olarak kulak koruyucusu kullanmalarını sağlaması gerekmektedir. Lavuar işçisi için % 95 güven aralığı alt limit değeri 87 dBA'dan küçük olmasına rağmen üst limit değeri 87 dBA'dan büyüktür. Bu nedenle Lavuar işçisi için aşırı etkilenim söz konusu olabilir. Kuyu Vinç işçisi için belirlenen % 95 güven aralığı üst limit değerleri 87 dBA'dan daha küçüktür. Söz konusu gruplar için gürültü etkilenim koşullarının uygun olduğu söylenebilir.

Maden Makineleri Fabrikası Homojen Etkilenim Grupları için yapılan gürültü ölçümlerinin

değişim aralığı ve ortalama gürültü düzeyleri Şekil 4'te gösterilmiştir. Bu işyerinde homojen etkilenim grupları için toplam 375 gürültü düzeyi (L_{Aeq}) ölçümü gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerin yaklaşık % 74'ünde Gürültü Yönetmeliği'nde belirtilen 87 dBA etkilenim sınır değerine eşit veya daha büyük değerler elde edilmiştir. Söz konusu gruplar için ortalama gürültü düzeyi değerleri 86.3 – 97.8 dBA arasında değişmektedir. En düşük gürültü düzeyi (72.8 dBA) Kaynak, en büyük gürültü düzeyi (110.1 dBA) ise Mekanizasyon ve Pres işçisinin çalışması sırasında ölçülmüştür.

Maden Makineleri Fabrikası Homojen Etkilenim Grupları günlük gürültü etkilenim düzeyleri ve % 95 güven aralığı alt ve üst limit değerleri Tablo 4'te verilmiştir. En düşük ve en büyük



Şekil 4. Maden Makineleri Fabrikası HEG gürültü düzeylerinin değişim aralığı

Tablo 4. Maden Makineleri Fabrikası HEG günlük gürültü etkilenim düzeyleri

İşçilikler	Ölçüm sayısı (n)	$L_{Aeq,T}$	$L_{EX,8h}$	% 95 Güven aralığı	
				Alt (LCL)	Üst (UCL)
Talaşlı İmalat	99	93.6	91.6	90.6	92.5
Mekanizasyon ve Pres	86	99.7	97.7	96.5	98.8
Kaynak	80	88.5	86.5	85.4	87.5
Döküm	50	99.6	97.6	96.4	98.7
Elektrik	60	90.7	88.7	87.3	90.0

günlük gürültü etkilenim düzeyleri 86.5 dBA ve 97.7 dBA olarak sırasıyla Kaynak ve Mekanizasyon ve Pres işçileri için elde edilmiştir. Maden Makineleri Fabrikasında çalışan meslek grupları arasında Talaşlı İmalat, Mekanizasyon ve Pres ve Elektrik işçiliği en çok kişinin istihdam edildiği gruplardır. Toplam iş gücünün yaklaşık % 77'si bu iş kollarında çalışmaktadır. Söz konusu homojen etkilenim grupları için elde edilen günlük gürültü etkilenim düzeyleri sırasıyla 91.6 dBA, 97.7 dBA ve 88.7 dBA'dır.

Maden Makineleri Fabrikası Homojen Etkilenim Grupları, 87 dBA etkilenim sınır değerine göre sınıflandırılacak olursa, Talaşlı İmalat, Mekanizasyon ve Pres, Döküm ve Elektrik işçilikleri için belirlenen % 95 güven aralığı alt limit değerleri 87 dBA'dan daha büyüktür. Dolayısıyla ile söz konusu grupların gürültü etkilenme koşulları uygun değildir. İşverenin bu gruplarda çalışan işçilerin zorunlu olarak kulak koruyucusu kullanmalarını sağlaması gerekmektedir. Kaynak işçisi için belirlenen % 95 güven aralığı alt limit değeri 87 dBA'dan küçüktür. Üst limit

ise 87 dBA'dan çok az büyüktür. Bu nedenle Kaynak işçisi için aşırı etkilenim söz konusu olabilir.

Sonuçlar

Elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Yeraltı homojen etkilenim grupları arasında Pano Ayak Üretim, Hazırlık, Nakliyat, Sinyalci, Mekanizasyon ve Pres, Sondaj ve Tulumacı için belirlenen % 95 güven aralığı alt limit değerleri 87 dBA'dan daha büyüktür. Dolayısıyla ile söz konusu grupların çalışma ortamındaki gürültü düzeyleri uygun değildir. İşveren bu gruplarda çalışan işçilerin zorunlu olarak kulak koruyucusu kullanmalarını sağlamak durumundadır. Barutçu, Tarama ve Söküm, Kuyu Vinç ve Motor Lokomotif Tamircisi için belirlenen % 95 güven aralığı üst limit değerleri 87 dBA'dan daha küçüktür. Söz konusu gruplar için gürültü etkilenim koşullarının uygun olduğu söylenebilir.
- Yerüstü homojen etkilenim grupları arasında Ağaç İşleri, Nakliyat, Kuyu Sinyal, Mekani-

zasyon ve Pres, Kompresör, Ana Pervane ve Lavuar Yıkama grupları için belirlenen % 95 güven aralığı alt limit değerleri 87 dBA'dan büyük olup, gürültü etkilenmelerinin uygun olmadığı söylenebilir. Bu gruplarda çalışan işçilerin zorunlu olarak kulak koruyucusu kullanmaları sağlanmalıdır. Lavuar işçisi için % 95 güven aralığı alt limit değeri 87 dBA'dan küçük olmasına rağmen üst limit değer 87 dBA'dan büyüktür. Bu nedenle Lavuar işçisi için aşırı etkilenim söz konusu olabilir. Kuyu Vinç işçisi için belirlenen % 95 güven aralığı üst limit değerleri 87 dBA'dan daha küçüktür. Belirtilen gruplar için gürültü etkilenim koşulları uygundur.

- Maden Makineleri Fabrikası homojen etkilenim grupları arasında Talaşlı İmalat, Mekani-zasyon ve Pres, Dökümcülük ve Elektrikçi için belirlenen %95 güven aralığı alt limit değerleri 87 dBA'dan büyüktür. Bu grupların gürültü etkilenme durumu uygun değildir. Çalışanların kulak koruyucusu kullanmaları sağlanmalıdır. Kaynakçılık için belirlenen %95 güven aralığı alt limit değeri 87 dBA'dan küçüktür. Üst limit ise 87 dBA'dan çok az büyüktür. Bu nedenle kaynak işçisi için aşırı etkilenim söz konusu olabilir.

Kaynaklar

- Barron, R.F., (2003). *Industrial noise control and acoustics*, Marcel Dekker Inc. New York.
- Bauer, E.R., Babich, D.R. ve Viperman, J.R., (2006). Equipment noise and worker exposure in the coal mining industry, *National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Information Circular 9492*, Pittsburgh,.
- Corn, M. ve Esmen, N., (1979). Workplace exposure zones for classification of employee exposures to physical and chemical agents, *American Industrial Hygiene Association Journal*, **40**, 47-57.
- Crocker, M.J., (2007). *General introduction to noise and vibration effects on people and hearing conservation* in Crocker, M.J., eds, *Handbook of noise and vibration control*, John Wiley & Sons, 303-307, New York.
- Daniel, E., (2007). Noise and hearing loss: A review, *Journal of School Health*, **77**, 5, 225-231.
- Gürültü Yönetmeliği, (2003). Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 23 Aralık 2003, Resmi Gazete, Sayı 25325, Ankara.

- I-INCE-97-1, (1997). Technical assessment of upper limits on noise in the workplace, International Institute of Noise Control Engineering, *Noise/News International*, **5**, 203-216.
- Joy, G.J. ve Middendorf, P.J., (2007). Noise exposure and hearing conservation in U.S. coal mines - a surveillance report, *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, **4**, 1, 26-35.
- Kromhout, H., Symanski, E. ve Rappaport, S.M., (1993). A comprehensive evaluation of within and between worker components of occupational exposure to chemical agents, *Annals of Occupational Hygiene*, **37**, 3, 253-270.
- Leidel, N.A., Busch, K.A. ve Lynch, J.R., (1977). Occupational exposure sampling strategy manual, *National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)*, Publication No. 2002-126, Cincinnati.
- Lester, H., Malchaire, J., Arbey, H.S. ve Thiery, L., (2001). *Strategies for noise surveys*, in Goelzer, B., Hansen, C.H. ve Sehrndt, G.A., eds, *Occupational exposure to noise: Evaluation, prevention and control*, Publication Series from the Federal Institute for Occupational Safety and Health, Document published on behalf of the World Health Organization-Dortmund, 141-182, Berlin.
- Malchaire, J. ve Piette, A., (1997). A comprehensive strategy for the assessment of noise exposure and risk of hearing impairment, *Annals of Occupational Hygiene*, **41**, 4, 467-484.
- May, J.J., (2000). Occupational hearing loss, *American Journal of Industrial Medicine*, **37**, 112-120.
- McBride, D.I., (2004). Noise-induced hearing loss and hearing conservation in mining, *Occupational Medicine*, **54**, 290-296.
- McReynolds, M.C., (2005). Noise-induced hearing loss, *Air Medical Journal*, **24**, 2, 73-78.
- Morioka, I., Miyashita, K. ve Takeda, S., (1997). Noise-induced hearing loss in working environment and its background, *Journal of Occupational Health*, **39**, 5-17.
- Nelson, D.I., Nelson, R.Y., Barrientos, M.C. ve Fingerhut, M., (2005). The global burden of occupational noise-induced hearing loss, *American Journal of Industrial Medicine*, **48**, 446-458.
- NIOSH, (1998). Criteria for a recommended standard; occupational noise exposure, *National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)*, Publication No. 98-126, Cincinnati, Ohio.
- Rappaport, S.M., Lyles, R.H. ve Kupper, L.L., (1995). An exposure assessment strategy accounting for within- and between-worker sources of variability, *Annals of Occupational Hygiene*, **39**, 4, 469-495.

- Şahinler, S., (2000). En küçük kareler yöntemi ile dogrusal regresyon modeli olusturmanın temel prensipleri, *MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, **5**, 1, 57-73.
- Seixas, N.S., (2004). Noise and hearing damage in construction apprentices, NIOSH Technical Report OH 03912, Washington.
- Soydal, U., (2006). Ankara'da bir kamyon ve otobüs fabrikasında 08-16 saatleri arasında çalışan işçilerde işitme kayıpları ve gürültünün fizyolojik ve psikolojik etkilerinin değerlendirilmesi, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- TS EN ISO-9612, (2003). Akustik-çalışma ortamında maruz kalınan gürültünün ölçülmesi ve değerlendirilmesi için prensipler, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- WHO, (2006). Primary ear and hearing care training resource; Advance level, *World Health Organization*, Geneva.