



Atıksu ve İçme Suyu Arıtma Tesisinde Gürültü Kirliliği Değerlendirmesi

Şükrü ASLAN^{1*}, Sayiter YILDIZ¹

¹Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Çevre Teknolojisi Anabilim Dalı, 58140 Sivas / TÜRKİYE

Received: 25.01.2017; Accepted: 26.10.2017

<http://dx.doi.org/10.17776/csj.349336>

Özet: Gürültü, tüm ülkeleri ilgilendiren küresel bir çevresel sorundur. Gürültü kirliliği insan yaşam kalitesini etkilemektedir. Gürültü kirliliği artmaya devam etmekte ve insanların şikâyetleri de artmaktadır. Günümüzde insanlar genellikle birden fazla gürültü kaynağına maruz kalmaktadır.

Türkiye’de son yıllarda çok sayıda içme ve atıksu arıtma tesisi yapılmasına rağmen arıtma tesislerinde gürültü kirliliği konusunda oldukça kısıtlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışma da Sivas içme suyu ve atıksu arıtma tesislerinde gürültü seviyeleri Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Gürültü Ölçüm ve Değerlendirme Klavuzu’na göre İKON72 model gürültü ölçüm cihazı ile belirlenmiştir. Yapılan ölçüm sonucunda atıksu arıtma tesisinde, havalandırıcı, jeneratör, susuzlaştırma, kimyasal hazırlama ünitelerinde; içme suyu arıtma tesisinde ise kademeli havalandırma, havalandırıcı, kum tutucu jeneratör ve susuzlaştırma ünitelerinde izin verilebilir gürültü seviyesi 85dB’ni aştığı belirlenmiştir. Yüksek gürültü seviyeleri işyerinde çalışanlarda işitme kaybına ve sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Çalışma süresinin sınırlandırılması ve kulak koruyucu ekipmanların kullanılması, gürültünün çalışanlara etkisini azaltabilir.

Anahtar Kelimeler: Atıksu arıtma tesisi, gürültü kirliliği, içmesuyu arıtma tesisi.

Noise Assessment of Water and Wastewater Treatment Plants

Abstract: Noise is a global environmental problem that should concern all governments. Noise pollution effect the life quality of human. Noise pollution continues to expand with an increasing number of complaints from people. Nowadays, people are usually exposed to more than one source of noise.

Several water and wastewater treatment plants have been constructed in Turkey in the last decades. However, a very limited number of studies were published on the noise pollution in the treatment plant. In this study, noise level of Sivas Water and Wastewater Treatment Plants were determined by using İKON72 model noise measurement instrument according to the environmental noise measurement and evaluation guidelines of Republic of Turkey Ministry of Environment and Urbanization. Results indicated that the noise level in the blower, generator, decanter, and chemical preparation units in the WWTP and tapered aeration, blower, grid removal, generator, and decanter in the DWTP exceeded the permissible limits of 85 dB. Loud noise at work can damage people’s hearing and lead to risks to safety. Working time limitation and uses of some hearing protectors might decrease the effects of noise on the workers.

Keywords: Drinking water treatment, noise pollution, wastewater treatment plant.

1. GİRİŞ

Gürültü, ulusal ve uluslararası kaynaklarda, trafik ve hava taşıtlarından, fabrikalardan kaynaklanan [1], ahenksiz, periyodik olmayan ve işitme sistemini olumsuz etkileyen [2] veya insan ve toplum üzerinde olumsuz etki yapan sesler olarak tanımlanmaktadır [3].

Ses kaynakları noktasal, çizgisel ve düzlemsel olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Kaynaktan uzaklık iki katına çıktığında ses basıncı yarıya düşüyor veya ses basınç düzeyi 6 dB azalıyor, ses kaynağı noktasal olarak tanımlanmakta ve bu kapsamda endüstride kullanılan makinelerin hemen hepsi noktasal ses kaynakları olarak değerlendirilmektedir [4]. Ses düzeyinin zamanla değişimine göre ise gürültü, kararlı ve kararsız olmak üzere iki ana grupta sınıflandırılır. Düzeyinde zamanla önemli bir değişime gözlenmeyen gürültü kararlı gürültü, düzeyinde zamanla önemli değişikliklerin gözlemlendiği gürültü türü ise kararsız olarak sınıflandırılmaktadır [5].

Konumsal faktörler ve bireylerin gürültüye karşı tepkilerinin geniş aralıkta olması, toplumun tepkilerine bağlı olarak, gürültü seviyesi sınır değerinin net olarak tanımlanmasını güçleştirmektedir. Ancak gürültü, tepki ilişkisi konusunda çalışmalar arasında bazı kabul gören yaklaşımlar bulunmaktadır. Gürültüye tepki sınır değer yaklaşımında yaygın olarak, aşırı gürültü, toplumun %10'unun ciddi etkilenmesi veya gürültüden rahatsız olması ile tanımlanmaktadır [6].

Tepkiler, aralıkları, sıklığı ve artış zamanını kapsayan gürültü değişkenliği gibi sayısız boyutlardan etkilenmektedir. Örneğin aynı enerji seviyesindeki ani gürültü, ani olmayan gürültüye göre önemli ölçüde tepkiye sebep olmaktadır [6,7]. Düşük frekanslı gürültü, daha fazla tepki üretebilmesine rağmen daha yüksek yayılma ve/veya ev eşyalarından kaynaklanan gürültülerin dağılımının büyüklüğü bilinmemektedir [6].

Gürültünün süresi ve şiddetine bağlı olarak, fiziksel (duyma sorunları), fizyolojik (kan basıncının yükselmesi, kalp ritminin düzensizleşmesi ve ülser) psikolojik (sinirlilik, huzursuzluk ve stres) performans (okuduğunu anlamama ve yanlış anlama) olmak üzere insan sağlığına etkileri dört ana başlıkta toplanabilir [8, 9]. Yüksek gürültü seviyesi, psikiyatrik semptomların artmasına ve yaşam kalitesinin düşmesine neden olmaktadır [1].

Bilimsel araştırmalarda, gürültüye maruz kalmış kişilerin hemen hemen tümünde psikolojik rahatsızlıklar belirlenmiştir. Gürültülü yerlerde yaşamın en belirgin etkisi, rahatsızlık, sıkıntı ve gerilim duygusudur [10]. Gürültü, insanlarda işitsel etkilerinin yanı sıra önemli bir stres etkeni olarak psikolojik, nörovegetatif ve kardiyovasküler sistemleri etkileyerek, çeşitli hastalıklara yol açmaktadır [11]. İşyerlerinde gürültüye maruz kalan çoğu çalışanın yaşlanma sürecinde gürültü, işitme kaybına neden olan en önemli sebeplerden ikincisi olarak görülmektedir [12]. Türkiye'de 2003 yılında 440 meslek hastalığı tanısı içerisinde 2 tanesi gürültüye bağlı işitme kaybı olarak kayıtlara alınmıştır [13]. Gürültünün anlama güçlüğü, dikkat dağınıklığı gibi etkilere yol açarak zihinsel performansta da düşüşe neden olduğu belirlenmiştir [14,15]. Broadbent [16] farklı gürültü seviyelerinde (80 dB, 90 dB, and 100 dB) düşük ve yüksek frekanslı seslerin etkisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, çalışanların yüksek seviyede gürültüye maruz kaldıklarında dikkatlerinin dağıldığını, daha fazla hata yaptıklarını ve bu etkinin yüksek sıklıkta gürültüde daha belirgin olduğunu belirlemesine rağmen Gardinier [17], insanların motor performanslarının farklı gürültü seviyelerinde (55 dB ve 95 dB) önemli oranda farklılık göstermediğini belirtmiştir. Gürültünün kan basıncına etkisi olduğu belirtilen çalışmalar olmasına rağmen, herhangi etkisinin olmadığı konusunda yayınlar bulunmaktadır [18]. Son çalışmalardan olan Ismaila ve Odusote [18] gürültünün sistolik ve diastolik kan basıncına

etkisini değerlendirmiş ve iş yerinde çalışanların 89 dB'in üzerinde gürültüye maruz kalmamaları gerektiğini belirterek, çalışanların gürültüye maruz kaldıklarında sistolik kan basınçlarının önemli ölçüde arttığını ancak diastolik kan basınçlarında önemli ölçüde artış olmadığını açıklamıştır.

Bir kişinin yüksek yoğunlukta ki bir sese maruz kaldığında, insanlara özgü işitsel sistemi dinamik bir şekilde tepkide bulunmakta ve sistemin eşik değerlerini arttırmaktadır. Bu geçici eşik değişikliğinin yüksek yoğunlukta ki ses azaldıktan sonra dahi genel görev performans üzerindeki etkileri devam etmektedir [19]. On yıldan fazla süreyi kapsayan çalışmada, inşaat sektöründe 85 dB gürültüye maruz kalan çalışanlarda işitme kaybı meydana geldiği belirlenmiştir [20]. Hazır beton endüstrisinde bir yılda gürültü kaynaklı 17 adet kayıtlı işitme kaybı olmasına rağmen tesiste odyometre testi yaygın olarak uygulanmamaktadır. Çalışmada günlük iş süreci kapsamında yapılan 16 ölçümün 14'ünde 85 dBA üstünde gürültü seviyeleri ölçülmüş, tesis dinlenme odalarında 79,1 dBA seviyesi belirlenmiştir. Bazı yüklenme ve boşaltma işlemleri sırasında 100 dBA gibi pik değerler tespit edilirken, ölçülen minimum değer ise 72 dBA olarak saptanmıştır [21].

Makine ve ulaşım araçları, motorlu araçlar, hava taşıtları ve tren gibi dış mekan gürültü kaynakları, çevresel gürültü olarak tanımlanmaktadır. Avrupa'da % 40'ın üzerinde nüfus, motorlu taşıtlardan kaynaklanan 55dBA ve nüfusun %20'si 65dBA seviyesini aşan gürültüye gün içerisinde maruz kalmaktadır [22]. Gürültünün

insana etkisi sadece yüksekliği ile ele alınmamakta aynı zamanda sıklığı ile ilişkilendirilmektedir. Sonuç olarak kulak, gürültü hassasiyeti eşit olmamakta ve en düşük kabul edilebilir sıklık aralığı 16–20.000 Hz aralığında değişmesine rağmen bu değişim yaş ve öznel faktörlere göre azalmaktadır [23].

Son yıllarda kuşlara olan etkisine yönelik araştırmalar, gürültü etkisi ile kuş tür yoğunluğunun azalmakta olduğunu ve azalmanın ekolojik yapının bozulmasıyla da doğrudan etkiler sonucu gerçekleştiğini göstermektedir [24,25]. İnsan kaynaklı (antropojenik) gürültü olmaması, milli park ve korunmuş araziler gibi alanların ziyaretçiler açısından değerini arttırmaktadır. Bu yaklaşım ile insan kaynaklı gürültü, peyzaj kalitesine zarar verirken doğal gürültü, sorun olarak görülmemektedir [26–28]. Kentsel yerleşim alanlarının peyzaj açısından daha çevreye uyumlu olması son yıllarda önem kazandığından kent alanlarında, hayvanların davranışları incelenmektedir. Bu çalışmalarda kent alanlarındaki kuşların vahşi yaşamdaki türlerine göre akustik toleranslarının daha yüksek olduğunu göstermektedir. Kent alanlarındaki ses düzeylerine hassas kuşların olduğu ve gürültü seviyesinin 50 dB'den daha düşük seviyelere azaltılmasıyla bu kuşların yerleşim birimlerine gelişlerinin arttırılabileceği belirtilmektedir [25].

Gürültünün insanlara etkileri farklılık göstermesine rağmen araştırmalar sonucunda sınır değerler tanımlanmıştır. Gürültü seviyeleri ve meydana getirdiği rahatsızlıklar Tablo 1' de sunulmuştur [29].

Tablo 1. Gürültü seviyeleri ve meydana getirdiği rahatsızlıklar [29].

Derece	Gürültü Seviyesi dB(A)	Meydana Getirdiği Rahatsızlık
1	30-65	Konforsuzluk, rahatsızlık, öfke, kızgınlık, uyku düzensizliği ve konsantrasyon bozukluğu
2	65-90	Fizyolojik reaksiyonlar, kan basıncı artışı, kalp atışlarında ve solunumda hızlanma, beyin sıvısındaki basıncın azalması, ani refleksler
3	90-120	Fizyolojik reaksiyonların artması, baş ağrıları
4	120	İç kulakta sürekli hasar, dengenin bozulması
5	140	Ciddi beyin tahribatı

Gürültü kirliliği azaltımı, kapı, duvar ve tavanlarda ses yalıtımı, özellikle endüstriyel çalışma alanlarında kulak koruyucuları, paneller ve sesi absorblama için bitki dikimi ve kentsel alanlarda yerleşim birimlerini aşırı gürültü bölgelerini ayırmak suretiyle sağlanabilir. Bu kapsamda farklı bitki türleri önerilmektedir [30]. Kulak koruyucu tıkaçlar, imal edildiği malzemenin özelliklerine göre gürültü düzeyinde 10–20 dBA, kulaklıklar ise 15–40 dBA azalma sağlamaktadır [3]. Gürültü seviyesinin yüksek olduğu çalışma alanlarında, kulaklık kullanımı ile oluşabilecek algılama düşüklüğü ve işitme kayıpları azaltılabilir.

Ulusal ve uluslararası çalışmalarda, arıtma tesislerinde yapılmış gürültü kirliliği konusunda yayın sayısının oldukça kısıtlı olduğu görülmektedir. Gürültü kirliliği çalışmalarının yaygın olarak karayollarında trafikten [31–38] ve bazı sanayi tesislerinde [3] makinelerden kaynaklanan gürültü seviyelerini belirlemeye yönelik olduğu görülmektedir. İstatistikler çalışanların %25'inin işitme kaybına uğradığını göstermektedir [39]. Petrol-İş Sendikası'nın örgütlü olduğu iş yerlerinde iş yeri ortam ve koşullarına ilişkin altısı uluslararası olmak üzere 107 işyerinde yapılan araştırma % 61,7 işyerinde gürültü sorunu yaşanmakta olduğunu göstermektedir [40].

Son yıllarda iş sağlığı ve güvenliği (İSG) ile ilgili yönetmeliklerin yürürlüğe girmesi ile gürültü konusunda daha sık olarak çalışılması gerekmektedir. İSG kapsamında meslek hastalıklarının bazılarının ortaya çıkması uzun süreler gerektirdiğinden ilerideki dönemlerde bu konuda işletmeler için yasal zorlukların ortaya çıkacağı düşünülmektedir. Kimyasal maddeye temas ve solunum ile kirlenmeye maruz kalma sonucunda uzun dönemde çalışma alanlarına yönelik geriye dönük meslek hastalıkları kolaylıkla tanımlanabilirken, gürültü ile işitme kaybı sonucu meslek hastalıklarının tanımlanması daha güç olacağı tahmin edilmektedir. Bu kapsamda gürültülü alanlarda çalışma sürelerinin

kısıtlanması kişisel koruyucu tedbirlerin ne ölçüde etkili olduğunun belirlenmesi gerekmektedir.

Pek çok gürültü tipi zamana bağlı olarak değişkendir ve insanların bu gürültülere olan tepkisi, gürültü düzeyine ve zamansal özelliklere bağlıdır. Zaman değişkeninin gürültü üzerindeki etkisini temsil etmek üzere L_{eq} (eşdeğer sürekli gürültü düzeyi) gürültü göstergesi geliştirilmiştir. L_{eq} belirli bir zaman dilimi boyunca eşit enerjiye sahip sürekli gürültülerin A ağırlıklı ses basınç seviyesidir [41]. Belirli bir T zaman dilimindeki ortalama ses basınç düzeyini tanımlamak için LA_{10} , LA_{90} , LA_{eq} tek sayılı değerlendirme sistemleri kullanılmaktadır. LA_{10} ölçüm süresinin %10'u boyunca aşılacak A ağırlıklı ses basınç seviyesidir. LA_{90} ölçüm süresinin %90'u boyunca aşılacak A ağırlıklı ses basınç seviyesidir ve genellikle arka plan gürültüsü ölçümünde kullanılmaktadır. LA_{eq} , zaman dilimi boyunca eşit enerjiye sahip sürekli gürültülerin A ağırlıklı ses basınç seviyesidir [42]. L_{max} , ölçüm süresi boyunca çok kısa bir zaman periyodu için elde edilen maksimum ses seviyesi ve L_{min} , ölçüm süresi boyunca çok kısa bir zaman periyodu için elde edilen minimum ses seviyesidir.

ABD İSG İdaresi (OSHA)'nin belirlediği çalışma saatlerine göre izin verilebilir gürültü düzeyleri Tablo 2'de görülmektedir [43]. Korunmamış kulaklar için izin verilen maruz kalma süresi ortalama gürültü seviyesinde her 5dB artış için yarısı kadar azaltılmalıdır [10].

Tablo 2. Değişik düzeydeki sürekli gürültülerin etkisi altında kalma süreleri [43].

L_{max} , dBA	Çalışma süresi/saat
90	8
92	6
95	4
97	3
100	2
102	1.5
105	1
110	1/2
115	<1/4

Ülkemizde son yirmi yılda çok sayıda arıtma tesisi işletmeye alınmış olmasına rağmen, bu tesislerde ölçüme dayalı kapsamlı İSG çalışması bulunmamaktadır. Arıtma tesislerinde gürültü kirliliği konusunda yayınlanmış uluslararası çok kısıtlı sayıda çalışma bulunmakta, ülkemizde ise çalışmaya rastlanmamıştır. Türkiye’de arıtma tesislerinde çalışanlara yönelik yapılan İSG kapsamında anket çalışmasında 24 adet arıtma tesisinde çalışanların çoğunluğunun (% 84,7), çalışmaktan memnun olduğunu belirtmiştir. Memnun olmayan çalışanların %59,5’i çalışma ortamını çok sağlıklı bulmadığını belirtirken %16,2’si arıtma tesisindeki kokunun rahatsızlık vermesini gerekçe göstermektedir [44].

Sivas atıksu arıtma tesisinde İSG çalışması yapılmıştır. Tesis ünitelerinde risk analiz tabloları, 5x5 matris yöntemi uygulanarak oluşturulmuştur. Tesiste etkilenecek çalışan sayısı 1–3 kişi ve risk puanı 2 olarak kabul edilmiştir. Sivas atıksu

Tablo 3. Suyun Toplanması, Arıtılması ve Dağıtılması Faaliyetleri sonucu meydana gelen iş kazaları ve meslek hastalıkları [46, 47].

İş göremezlik sürelerine (gün) göre iş kazası geçiren sigortalı sayıları								Meslek Hastalığına Tutulan Sigortalı Sayısı
Yıl	İş kazası Sayısı	İş göremezlik	2	3	4	5+	Toplam	
2013	54	4	4	5	3	57	127	1
2014	115	3	10	11	6	86	231	0

Tablodan görüldüğü gibi meslek hastalığına yakalanan sigortalı sayısı oldukça kısıtlıdır. Ancak tesiste çalışanların, çalışma koşullarına göre hijyen ve gürültü açısından gerekli çalışma tedbirlerinin alınmaması durumunda meslek hastalıkları görülme sorununun ortaya çıkma ihtimali söz konusudur. 2014 SGK istatistiklerine göre Türkiye’de 906 adet işyerinde, 17541 kişi suyun toplanması, dağıtılması ve arıtılması faaliyetinde sigortalı olarak çalışmaktadır. 2014 yılında bu alanda 3785 hastalık olay sayısı görülmüş ve toplam iş göremezlik gün sayısı 35443 olarak belirlenmiştir. 2014 yılında Türkiye’de iç kulakta gürültü etkisi ile meslek hastalığına tutulan sigortalı sayısı 24 kişi olarak yayınlanmıştır [47].

Bu çalışma kapsamında Sivas kent merkezinde bulunan atıksu ve içme suyu arıtma tesislerinin

arıtma tesisi İSG çalışmasında, gürültü ölçüm değerleri olmamasına rağmen, tesiste gürültü seviyesinin yüksek olduğu blower ve çamur susuzlaştırma ünitelerinde çalışanlar tarafından kulaklık takılması öngörülerek tesis genel risk analizinde gürültü açısından risk puanı 10 olarak tanımlanmıştır [45]. Nijerya’da atıksu arıtma tesisi kontrol odasında 46,3–54,7 dBA ve tesis alanında 63,5–73,8 dBA aralığında gürültü seviyeleri belirlenmiştir. Tesiste ortalama gürültü en yüksek 67,12 dBA seviyesinin sınır değer 85 dBA seviyesinden düşük olarak belirlenmiştir. Pakistan’da atıksu arıtma tesisinde gerçekleştirilen çalışmada, gürültü seviyesinin sınır değerleri aştığı belirtilmiştir [23].

Türkiye’de son yıllarda arıtma tesislerinde ve suyun toplanması dağıtılması esnasında meydana gelen iş kazaları istatistikleri Tablo 3’de sunulmuştur.

gürültü değerlendirmesi yapılmıştır. Her iki tesiste çalışanların gürültüye maruz kaldığı ve risk oluşturabileceği düşünülen alanlarda gürültü ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar gürültü kaynaklı tesis çalışanlarında oluşabilecek sağlık sorunları ve alınabilecek önlemler belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Çalışma Alanı

Sivas atıksu arıtma tesisi; 345.000 eşdeğer nüfus ve 78.516 m³/gün kapasiteli, uzun havalandırmalı aktif çamur sistemine göre tasarlanmıştır. Tesis, giriş terfi istasyonu, kaba ve ince ızgara, havalandırmalı kum ve yağ tutucu, anaerobik havuz, havalandırma havuzu, son çökeltim havuzu ve çamur susuzlaştırma ünitelerinden oluşmaktadır. Tesiste, gündüz mesaisinde 1

güvenlik, 4 idari, 4 şöför ve 11 teknik çalışan, gece mesaisinde ise 3 saha çalışanı olmak üzere 24 saat iş gününde toplam 28 kişi (2 kadın, 26 erkek) çalışmaktadır. Çalışanların yaş aralıkları; 25–30: 1 kişi; 30–35, 12 kişi; 35–40: 6 kişi; 40–50: 5 kişi; 50 yaş ve üzeri 4 kişi. İşyerinde, 3 kişi 3-6 ay, geri kalan 25 kişi ise 5 yıl ve daha uzun süredir tesiste çalışmaktadır.

Sivas içme suyu arıtma tesisi, 4 Eylül Baraj Gölü'nden alınan 1,57 m³/sn debisinde ham su arıtımında, kaskat havalandırma, hızlı ve yavaş karıştırma üniteleri, durultucu, hızlı kum filtresi, çamur yoğunlaştırma, susuzlaştırma ve dezenfeksiyon üniteleri kullanılmaktadır. Tesiste, gündüz mesaisinde, 9 teknik, 6 idari, 2 şöför ve 1 güvenlik, gece mesaisinde ise 2 teknik ve 1 güvenlik çalışanı olmak üzere toplam 24 saat çalışma süresinde 21 kişi (2 kadın, 19 erkek) faaliyet göstermektedir. Çalışanların yaş aralıkları; 20–25: 1 kişi; 25–30, 2 kişi; 30–35: 4 kişi; 35–40: 6 kişi; 40–50: 7 kişi ve 50 yaş ve üzeri 1 kişi.

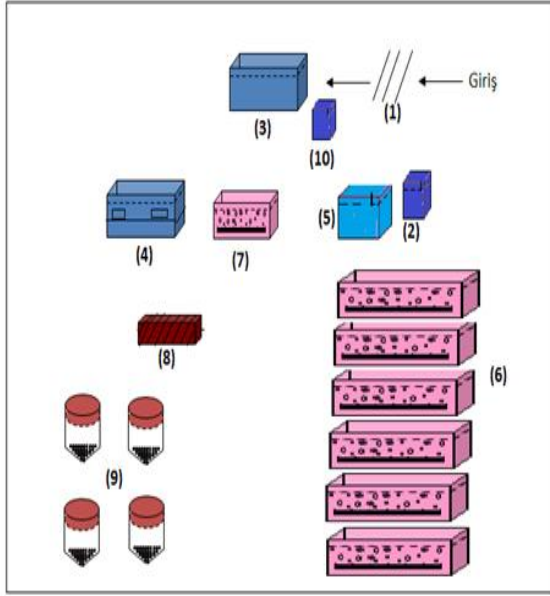
İşyerinde, 2 kişi 3–6 ay, geri kalan 19 kişi ise 5 yıl ve daha uzun süredir tesiste çalışmaktadır.

Tesis iş yerleri çalışma kollarına göre tanımlayan altı haneli 37.00.01–42.21.03 nace koduyla ve suyun toplanması, arıtılması ve dağıtılması işlevinden dolayı İSG'ne ilişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği'nde Ek-1 kapsamında, içmesuyu ve atıksu arıtma tesisleri **çok tehlikeli sınıfta** yer almaktadır. Çok tehlikeli sınıfta yer alan tesislerde çalışacaklar, işe uygun olduklarını belirten sağlık raporu olmadan işe başlatılamaz ve hekim belirtmedikçe en geç yılda bir defa genel sağlık taramasından geçirilmeleri gerekmektedir [48]. İncelenen tesislerde İSG kapsamında sağlık taramaları düzenli olarak yapılmaktadır. Her iki tesiste de yılda bir defa düzenli olarak çalışanlara, İSG eğitimi verilmektedir. Atıksu ve içmesuyu arıtma tesislerinin Sivas kent merkezindeki konumları Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Atıksu ve İçmesuyu Arıtma Tesislerinin Hava Fotoğrafi Görünümü.

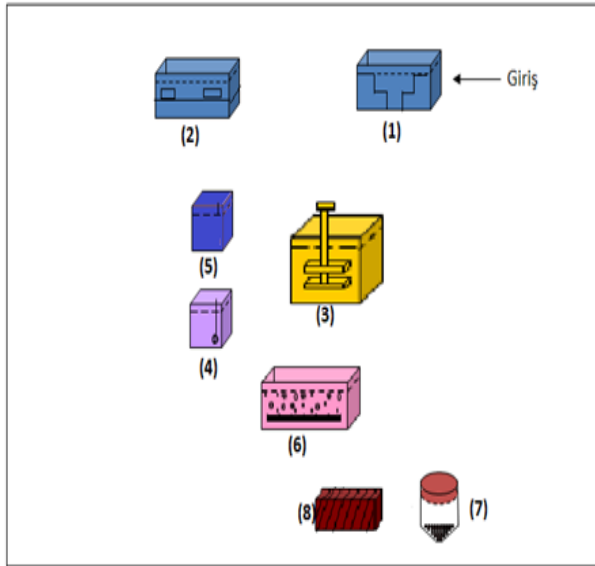
Atıksu ve içme suyu arıtma tesisleri yerleşim planı (Şekil 2–3) ve gürültü ölçümü yapılan üniteler ve ekipmanlara ait özellikler Tablo 4 ve 5'te sunulmuştur.



Üniteler arası mesafe

(1)-(3) = 46 m
(10)-(4) = 106 m
(5)-(4) = 95 m
(2)-(5) = 12 m
(6)-(5) = 11 m
(2)-(6) = 11 m
(2)-(4) = 144 m
(7)-(5) = 13 m
(4)-(8) = 34 m
(9)-(5) = 97 m
(2)-(10) = 35 m

Şekil 2. Sivas Atıksu Arıtma Tesisi Genel Yerleşim Planı.



Üniteler arası mesafe

(5)-(2) = 53 m
(1)-(2) = 45 m
(5)-(1) = 80 m
(5)-(3) = 30 m
(5)-(4) = 13 m
(5)-(6) = 44 m
(6)-(8) = 14 m
(7)-(8) = 16 m
(2)-(3) = 50 m

Şekil 3. Sivas İçmesuyu Arıtma Tesisi Genel Yerleşim Planı.

Tablo 4. Atıksu Arıtma Tesisinde Gürültü Ölçümü Yapılan Üniteler ve Tesislerde Mevcut Ekipman Özellikleri.

Ünite/Ekipman	Güç(kw)	Ekipmanın Bulunduğu Kapalı Alan (m ²)
Terfi + Kaba ızgara Ünitesi		174,5
Giriş terfi pompası	55	
Kaba ızgara	1,1	
Kaba ızgara konveyörü	0,75	
Havalandırma fanı	1,1	
İnce ızgara Ünitesi		101,4
İnce ızgara	1,1	
İnce ızgara konveyörü	1,1	
Kum tutucu hava körüğü (Blower)	7,5	31,2
Jeneratör	774	47,3
Havalandırma ünitesi hava körüğü (Blower)		311,5
Hava körüğü I	400	
Hava körüğü II	200	
Çamur susuzlaştırma ünitesi (Dekantör)		226
Dekantör	75	
Çamur keki transfer konveyörü	7,5	
Kireç transfer konveyörü	4	
Çamur karışım sıvısı pompası	4,7	
Polielektrolit hazırlama ve dozlama (Dekantör ünitesi alt katı)		221
Polielektrolit	1,27	
Çamur susuzlaştırma besleme pompası	4,6	

Tablo 5. İçme Suyu Arıtma Tesisinde Gürültü Ölçümü Yapılan Üniteler ve Tesislerde Mevcut Ekipman Özellikleri.

Ünite/Ekipman	Güç (kw)	Ekipmanın Bulunduğu Kapalı Alan (m ²)
Kaskat havalandırma		170,6
Hızlı karıştırma ünitesi	75	16
Yavaş karıştırma ünitesi	9	1844,4
Hızlı kum filtreleri (kum havuzları)		1250
Hızlı kum filtresi blower + makine dairesi		350
Hava körüğü (Blower)	55	
Geri yıkama suyu pompası	90	
Kompresör	7,5	
Buster pompası	15	
Kum tutucu		261
Çamur susuzlaştırma ünitesi (Belt pres)	1,5	179,2
Belt filtre pres	3	
Çamur besleme pompası	3	
Üst suyu geri devir pompası	22	
Çamur keki konveyörü	3	
Drenaj pompası	1	
Kompresör	1,5	
Jeneratör	49,2	720

2.2. Ölçüm ve Yöntem

Tesislerde yapılan gürültü ölçümleri, ekipman çalışır (iç mekan), ekipman çalışmadığı (arka plan) ve ekipman çalışır durumda iken bina dışında (dış mekan) olmak üzere gerçekleştirilmiştir. Gürültü ölçümleri, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Gürültü Ölçüm ve Değerlendirme Kılavuzu'na [49] göre IKON 72 gürültü ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Her ölçümden önce gürültü ölçer kalibre edilmiştir. Ölçümler A (düşük) eşdeğer gürültü düzeyi olarak 15 sn aralıklarla ve her bir gürültü kaynağı için 5 dk'lık ölçüm sonuçları kaydedilmiştir.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Atıksu ve içme suyu arıtma tesislerinde elde edilen gürültü ölçüm sonuçları Tablo 6 ve 7'de sunulmuştur. Her üniteye gürültü ölçümleri 3 kez tekrarlanmış ve ölçüm sonuçlarına göre hesaplanan standart sapma (ss) "<1" olarak belirlenmiştir.

Ölçüm sonuçları incelendiğinde her iki tesiste de kum tutucu, blower ve jeneratör odalarında 85 dBA gürültü seviyelerinin aşıldığı ve çalışanların bu gürültüye maruz kaldıkları görülmektedir.

Gürültünün sağlık sorunu oluşturması, kişiye bağlı olmasının yanında gürültü seviyesine ve maruz kalma süresine bağlıdır.

Tablo 6. Atıksu Arıtma Tesisi Ünitelerinde Gürültü Ölçüm Sonuçları (dBA).

Ölçüm yapılan ünite	Leq	Lmax	Lmin	L90	L50	L10
Terfi+ızgara						
İç mekan	68,5	85,0	62,7	64,0	66,0	70,7
Arka plan	47,5	58,1	3,6	44,5	46,2	49,6
Dış mekan	64,2	66,7	62,8	63,7	64,1	64,8
İnce ızgara						
İç mekan	72,3	88,6	67,5	68,4	69,2	71,3
Arka plan	68,8	71,0	66,4	67,5	68,7	69,8
Kum tutucu blower						
İç mekan	80,2	81,6	78,1	79,7	80,1	80,5
Arka plan	45,2	52,9	43,0	44,1	44,9	46,3
Dış mekan	62,7	64,6	61,5	62,3	62,7	63,1
Kum tutucu/savak						
	68,1	76,7	64,4	66,8	68	69,2
Jeneratör						
İç mekan	102,6	103,8	101	102	102,7	103
Arka plan	54,4	62,3	52,0	53,4	54,5	55,0
Dış mekan	85,4	86,6	84,3	85,0	85,3	85,7
Blower						
İç mekan	84,9	87,6	83,3	84,2	84,8	85,7
Arka plan	39,2	58,5	35,4	36,7	37,7	40,2
Dış mekan	75,6	77,8	74,2	75	75,5	76,1
Dekantör						
İç mekan	94,0	96,4	91,3	92,7	94,0	95,1
Arka plan	68,0	72,6	62,6	65,1	67,7	70,0
Dış mekan	76,0	79,6	73,3	74,5	75,6	77,5
Polielektrolit hazırlama ve dozlama (Dekantör alt kat)						
İç mekan	85,6	88,4	82,2	84,0	85,5	86,9
Arka plan	62,7	69,8	60,4	61,5	62,2	63,5

Tablo 7. İçme Suyu Arıtma Tesisi Ünitelerinde Gürültü Ölçüm Sonuçları (dBA).

Ölçüm yapılan yer	L _{eq}	L _{max}	L _{min}	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀
Kaskat havalandırma ünitesi						
İç mekan	86,2	87,2	85,7	86,1	86,3	86,6
Dış mekan	67,7	71,6	64,7	67,4	67,7	68,0
Hızlı karıştırma ünitesi						
İç mekan	78,7	81,4	77,3	78,1	78,7	79,3
Arka plan	60,3	68,9	57,6	59,7	60,2	60,8
Yavaş karıştırma ünitesi						
İç mekan	74,4	75,7	73,0	73,9	74,3	74,8
Dış mekan	58,3	63,6	49,6	51,2	53,3	60
Hızlı kum filtresi ünitesi						
İç mekan	68,0	71,2	63,3	64,2	65,0	66,0
Arka plan	54,5	64,7	49,5	51,3	53,0	56,6
Hız kum filtresi geri yıkama sırasında						
İç mekan	73,2	76,6	65,5	70,1	73,5	74,2
Dış mekan	63,8	76,8	57,9	60,8	63,0	65,4
Kum tutma ünitesi						
İç mekan	86,4	90,0	69,1	80,0	86,9	87,6
Arka plan	55,2	72,1	51,1	52,4	54,1	57,3
Dış mekan	59,3	70,8	54,1	56,2	57,9	61,5
Blower + pompa üniteleri						
İç mekan	87,7	108,2	71,9	75,1	82,3	83,9
Arka plan	66,1	73,0	64,2	65,3	65,9	66,7
Dış mekan	57,4	75,3	48,6	50,3	52,3	55,6
Belt pres ünitesi						
İç mekan	79,1	83,6	70,1	78,6	79,1	79,9
Arka plan	54,2	56,2	40,0	41,3	43,8	49,4
Dış mekan	64,5	73,7	60,5	63,7	64,3	65,2
Jenaratör ünitesi						
İç mekan	102,4	108,5	68,5	77,9	103,5	105,4
Arka plan	45,6	59,1	40,8	42,5	44,8	47,3
Dış mekan	86,4	92,8	78,0	82,7	84,4	91,1

Atıksu arıtma tesisindeki jeneratör, hava körüğü (blower), dekantör, poli hazırlama ve dozlama üniteleri ile içme suyu arıtma tesisindeki kaskat havalandırma, kum tutucu, blower ve jeneratör ünitelerindeki ölçüm değerleri 85 dBA'nın üzerindedir. Her iki tesisteki jeneratör ünitelerinin dış ölçümlerinde 85 dBA gürültü seviyesi aşılmaktadır. Elektrik kesilmesi ve jeneratörün ilk devreye girmesi ile jeneratör odasında çalışanların bulunmadığı durumda dahi dış mekanda gürültü seviyesi L_{eq} için 85 dBA seviyesinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Tablo 2 dikkate alındığında atıksu arıtma tesisinde jeneratör ünitesinde en fazla 1 saat, dekantör ünitesinde ise

yaklaşık 3 saat çalışılması, içme suyu arıtma tesisi jeneratör ve blower ünitelerinde ise yaklaşık 30 dk çalışması gerekmektedir. Uluslararası standartlara göre ise, işitme sistemine zarar veren gürültü düzeyi en düşük 85 dBA düzeyindedir [50]. 85 dBA'nın üzerinde olan devamlı ve yaygın gürültüye uzun süre maruz kalınması, işitme kayıplarına neden olabilir [51].

Dünya sağlık örgütü (WHO) ve OECD, 1986'da rahatsızlığa bağlı etkilenmeler için genel gürültü seviyelerini belirlemiştir (Tablo 8).

Tablo 8. WHO ve OECD'ye göre gürültü düzeyleri ve etkilenme durumu [52].

Gürültü düzeyi	L_{eq} (gündüz)	Etkilenme
<55	Beyaz bölge	Rahatsızlık yok
55-60	Gri bölge	Rahatsızlık var
60-65	Gri bölge	Rahatsızlık önemli ölçüde artar
>65	Siyah bölge	Ciddi rahatsızlık var ve davranışlar etkilenir

Bu değerlendirmeye göre 55 dB üzeri rahatsızlık vermekte 65 dB üzeri ise ciddi rahatsızlık oluşturmaktadır ve davranışları etkilemektedir. Gerek atıksu arıtma gerekse içme suyu arıtma tesisinde ünitelerin tamamında gürültü seviyeleri 65 dB üzerindedir. Bu durum dünya sağlık örgütü ve OECD'ye göre ciddi rahatsızlık veren bir durumdur.

Kurra'ya [53] göre gürültü düzeyi 30–65 dBA arası konforsuzluk, rahatsızlık, öfke, kızgınlık, uyku ve konsantrasyon bozukluğu; 65–90 dBA arası, fizyolojik reaksiyonlar, kan basıncı artışı, kalp atışlarında ve solunumda hızlanma, beyin sıvısındaki basıncın azalması ve ani refleksler; 90–120 dBA arası fizyolojik reaksiyonlar ve baş ağrıları; 120–140 dBA arası iç kulakta devamlı hasar ve dengenin bozulması ve >140 dBA ciddi beyin tahribatı ve kulak zarının patlaması gibi sorunlara neden olmaktadır.

İçme suyu ve atıksu arıtma tesisinde sağlık açısından sorun olarak belirlenen gürültü kaynaklarından jeneratör, tesiste elektrik kesilmesi durumunda devreye girmekte ve elektrik sisteme verildiğinde, jeneratör devreden çıkmaktadır. İçme suyu arıtma tesisinde, ortalama 10–20 dk süreyle 2 ayda bir, atıksu arıtma tesisinde ise 10–20 dk süre ile ayda 2 defa jeneratörün devreye alınması gerekmektedir.

Elektrik kesilmesi ve aynı zamanda jeneratör binasında arıza veya başka bir nedenle çalışan bulunması durumunda yaklaşık olarak 100 dBA'nın üzerinde yüksek gürültüye maruziyet söz konusu olmaktadır. Dış mekanda ise gürültü seviyesi yaklaşık olarak 85 dBA düzeyindedir. Tablo 2'ye göre ortalama 100 dBA, gürültü

seviyelerinde çalışma süresi 2 saat olarak tanımlanmıştır. Tesislerde jeneratörlerin ortalama çalışma sürelerine göre (10–20 dk), gürültü seviyesi çalışanlar için sorun olarak görülmektedir.

Tesiste jeneratörlerin 2 saatin üzerinde işletildiği elektrik kesilmesi ve jeneratör binalarında çalışma zorunluluğu durumunda, çalışanların mutlaka kişisel koruyucu ekipman kullanmaları sağlanmalıdır. Kişisel koruyucu olarak kulak tıkaçları ile 10–20 dBA [3] gürültü seviyesi azalması ile ortalama 85 dBA gürültü seviyelerine ulaşılması mümkün olabilecektir. Çalışanların kulaklık kullanmaları, gürültü seviyesinin 85 dBA seviyelerinden daha düşük olması ile ortamda 8 saat çalışma sağlanabilecektir.

İçme suyu arıtma tesislerinde yerleşim biriminin günlük ve saatlik su gereksinimine göre su üretimi yapılmaktadır. Tesiste toplam 10 adet hızlı kum filtresi bulunmaktadır. Kirlenen hızlı kum filtrelerinin temizlenmesi için yapılan geri yıkama sırasında blower çalıştırılmaktadır. Blower, kapalı alanda ve ses yalıtımı sağlanmış olmasına rağmen aynı binada hızlı kum filtrelerinin geri yıkamasında suyu iletmek amacıyla kullanılan geri yıkama pompaları da yer almaktadır. Geri yıkamada devreye giren blower ve su pompaları, yaklaşık olarak 20–30 dakika süre ile işletilmektedir. Geri yıkama işlemi, içme suyu arıtma tesisinde ayda yaklaşık olarak 100 defa uygulanmaktadır. Geri yıkama işlemi otomatik olarak, çalışan tarafından gürültü kaynağından uzakta, kumanda paneli ile sağlanmaktadır. Bu sebeple, blower ve geri yıkama su pompalarının işletmeye alınması ile çalışan sağlığının etkilenmeyeceği görülmektedir.

Kaskat havalandırma, suyun içeriğinde bulunan gaz kirleticilerin uzaklaştırılması ve üretilen suya en düşük 6 mg/L çözülmüş oksijen kazandırılması amacıyla uygulanmaktadır. Havalandırma ünitesinde, suyun basamaklardan akışı esnasında 24 saat süresince yaklaşık olarak aynı seviyede gürültü oluşmaktadır. Kaskat havalandırma ünitesinde mekanik ekipman bulunmadığından tesiste arıza oluşmayacağı bilinmektedir. Havalandırma binasında uzun süreli çalışılması ancak basamakların temizlenmesi amacıyla söz konusudur. Tesisin işletmeye alınmasından günümüze kadar geçen sürede sadece 1 defa temizleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışma süresi ve gürültü seviyesi (\cong 85 dBA) dikkate alındığında bu ünite de çalışma yapılması durumunda 8 saat çalışma süresi içerisinde kişisel korunma tedbirleri alınması gerekmektedir.

İçme suyu arıtma tesisinde bulunan kum tutucu, oldukça dar bir alanda açık kanal olarak inşa edilmiştir. Ünite, kum filtrelerin geri yıkanmasında kaçan kumların kanalizasyona girmesini engellemek amacıyla yapılmıştır. Ünite de uzun süreli çalışmayı gerektirecek arıza ve bakım çalışması söz konusu olmamaktadır.

Tesiste oluşan kimyasal çamurun, susuzlaştırılmasında belt pres filtre kullanılmaktadır. Tesiste çok düşük miktarda çamur olduğundan susuzlaştırma ünitesi tesis işletmeye alınmasından günümüze kadar geçen süre içerisinde çalıştırılmamıştır.

İçmesuyu arıtma tesisinde mevcut diğer gürültü kaynaklarında ölçülen gürültü seviyesi 85 dBA'dan daha düşük olarak belirlenmiştir.

Atıksu arıtma tesisinde, 85 dBA seviyesinden daha yüksek gürültü düzeyleri, blower ve jeneratör ünitelerinden kaynaklanmaktadır. Atıksu arıtma tesisinde de jeneratör, elektrik kesilmesi durumunda devreye alınmaktadır.

Blower, biyolojik askıda büyüme sürecinde, aerobik ortam koşullarını sağlamak üzere 24 saat çalıştırılmaktadır ve kapalı bir ortamda yer almaktadır. Blower ünitesinde belirlenen gürültü

seviyesi, uzun süreli çalışma yapılması durumunda, Tablo 2'de tanımlanan kabul edilebilir seviyelerde olduğu belirlenmiştir.

Gürültü seviyesi, maruziyet süresi ve kişisel davranış ve alışkanlıklar gözönüne alınarak tanımlanan kabul edilebilir gürültü seviyeleri farklılık göstermektedir. Tablo 2'de 90 dBA ve üzeri L_{max} seviyeleri için içme ve atıksu arıtma tesislerinde gürültü seviyeleri sorun olarak görülmemektedir. Ancak, WHO ve OECD tarafından Tablo 8'de tanımlanan L_{eq} seviyeleri için 65 dBA seviyelerinden daha yüksek gürültülerin, ciddi rahatsızlık ve davranışların etkilenmesi olarak açıklanmaktadır. İçme suyu arıtma tesisinde iç mekan L_{eq} gürültü seviyesi tüm ünitelerde 65 dBA'nın üzerinde belirlenmiştir. Tüm ünitelerde ölçülen dış mekan L_{eq} düzeyi 55 dBA seviyelerinin üzerinde olması çalışanlar açısından rahatsızlık oluşması tanımı yapılmaktadır. Tablo 8'de, gürültü L_{eq} seviyeleri dikkate alındığında, çalışanların dış mekanda uzun süreli olarak çalışmalarını durumunda kişisel koruyucu tedbirler almalarının temin edilmesi gerekmektedir.

28/07/2013 tarihli, 28721 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik [54] kapsamında, 8 saatlik çalışma süresince, gürültünün günlük ağırlıklı ortalaması dikkate alınarak, en düşük maruz kalma eylem değeri 80 dBA, en yüksek maruz kalma eylem değeri 85 dBA ve maruz kalma sınır değeri 87 dBA olarak belirlenmiştir. İSG'e göre alınması gerekli önlem sıralaması kaynakta, genel çalışan sağlığı olmasına rağmen bu tür önlemler alınmaya kadar kişisel önlemlerin çalışanlar için tesiste alınması acilen gerekli görülmektedir (İSG Kanununca 85 dBA ve üzeri gürültüde işveren, çalışana uygun kişisel koruyucu donanımı sağlamakla ve çalışan da bu donanımları kullanmakla yükümlüdür).

3.1 Sonuç

Bu çalışma kapsamında, Sivas atıksu ve içmesuyu arıtma tesislerinde gürültü seviyeleri iç ve dış mekânlarda belirlenerek çalışanlarda oluşabilecek

sağlık sorunları değerlendirilmiştir. Ölçüm değerleri tesislerdeki bazı ünitelerde gürültü seviyesinin sınır değerleri aştığını göstermektedir. Sağlık sorunu oluşturduğu tespit edilen kaynakların, daha düşük tehlikeli olanlarla değiştirilmesi ve genel koruma tedbirleri alınması İSG kapsamında ilk tercih olmasına rağmen, arıtma tesislerinde tespit edilen gürültü kaynaklarının değiştirilmesi, teknolojik ve ekonomik açıdan söz konusu olmadığı görülmektedir. Tesislerde jeneratörlerin çalışma süresi (ortalama 10–20 dk) ve sıklığı (ortalama 1–2 defa/ay) dikkate alındığında gürültü açısından çalışanlarda sorun oluşturmadığı görülmektedir.

Gürültü seviyesi 100 dBA seviyesinden daha yüksek kaynaklarda, gürültü seviyesi ses yalıtımı ile azaltılmalıdır. Bu tür kaynaklarda, ses yalıtımı sağlanıncaya kadar geçen süre içerisinde, çalışanların kulaklık veya kulak tıkaçları kullanımı ile maruz kalınan gürültü seviyesi 10–40 dBA aralığında azaltılarak [3] sınır değer 85 dBA'nın altına düşmesi temin edilebilir. Ayrıca fiziksel şartların uygun olması durumunda bu ünitelerin yanına personelin içinde kalabileceği yalıtımlı küçük kabinler yapılarak sese karşı duyarlılık azaltılabilir.

İçmesuyu ve atıksu arıtma tesislerinde, yerleşim biriminin günlük su gereksinmesine göre artırılması gereken su miktarı, zamana göre (mevsimsel, hafta ve gün) farklılık göstermektedir. Tesislerde belirlenen gürültü seviyesi, sağlık açısından sorun oluşturabilecek kaynaklar; jeneratör, blower, dekantör ve belt pres filtre, kesikli olarak devreye alındığından, tesisin su arıtma kapasitesi ile ilişkilendirilememektedir. Bu nedenle, tesiste değişik zamanlarda yapılacak gürültü ölçümleri farklı sonuç vermeyeceğinden tekrarlanmamıştır.

KAYNAKLAR

- [1]. Akan Z., Yılmaz A., Özdemir O., Korpınar M.A., Noise Pollution, Psychiatric Symptoms and Quality of Life: Noise Problem in the East Region of Turkey, İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergi, Araştırma/ Research Report, 2012; 19(2), 75-81.
- [2]. Phesant S., "Ergonomics, Work and Health", Mac Millian Press, Australia, 1991; 27-35.
- [3]. Crocker M.J., General Introduction to Noise and Vibration Effects on People and Hearing Conservation in Handbook of Noise and Vibration Control, 2007. 303-307, Eds Crocker M.J., John Wiley & Sons, New York.
- [4]. Fişne A. Türkiye Taşkömürü Kurumu Ocaklarında Gürültü Koşullarının İncelenmesi, Etkilenme Düzeylerinin İstatistiksel Analizi ve Risk Değerlendirme, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2008 194 s, İstanbul.
- [5]. Fahy F.J., Walker J.G. Fundamentals of Noise and Vibration. E & FN Spon, London. 1998.
- [6]. Job R.F.S. 1996. The Influence of Subjective Reactions to Noise on Health Effects of the Noise, Environment International, 22(1996), 1, 93-104.
- [7]. Bullen R.B., Hede A.J., Job R.F.S. Community Reaction to Noise from an Atilley Range. Noise Control Engineering Journal, 1991; 37(1991), 115-128.
- [8]. Marius A., Tijunelis M.D., Fitzsullivan B.A., Sean O, Henderson M.D., Noise in the ED. The American Journal of Emergency Medicine, 2005; 23(3), 332-335.
- [9]. Stansfeld S., Haines M., Brown B., Noise and Health in the Urban Environment. Reviews of Environmental Health, 2000; 15:, 43-82.
- [10]. Esen M. Üretim Sahasında Gürültü ve Gürültü Kontrol Uygulaması, Yük.Lis.Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 104s, İstanbul. 2010
- [11]. Niemann H, Bonnefoy X, Braubach M, Hecht K, Maschke C, Rodrigues C, Röbbel N. 2006. Noise-induced Annoyance and

- Morbidity Results from the Pan-European LARES Study. *Noise and Health*, (2006), 8, 63-79.
- [12].Rabinowitz P.M. Noise-induced Hearing Loss. *American Family Physician* (2000), 61, 2749-56.
- [13].Özbay İ., Kavaklı M. Endüstriyel Gürültü Kontrolü; Metal Endüstrisi Uygulaması, Blacksea International Environmental Symposium, August 25-29, 2008-Giresun/Turkey, 532- 543.
- [14].Dalton BH, Behm DG. Effects of Noise and Music on Human and Task Performance: A systematic review. *Occupational Ergonomics*, 2007; 7:143-152.
- [15].Belojevic G, Jakovljevic B, Slepcevic V. Noise and Mental Performance: Personality attributes and Noise Sensitivity. *Noise and Health*, 2003; 6: 77-89.
- [16].Broadbent, D.E., Effects of Noises of High and Low Frequency on Behaviour. *Ergonomics* 1957; 1: 21-29.
- [17].Gardinier, C.A., A Study of the Effects of Illumination and Noise on Simple Motor Performance. DTIC Document, 1971.
- [18].Ismaila, S.O., Odusote, A. Noise Exposure as a Factor in the Increase of Blood Pressure of Workers in a Sack Manufacturing Industry, Beni Suf University, *Journal Of Basic and Applied Sciences*, 2014; 33: 116-121.
- [19].Parsons K.C. Environmental Ergonomics: A Review of Principles, Methods and Models. *Applied Ergonomics*, 2000; 31: 581-594.
- [20].Seixas N.S., Neitzel R., Stover B., Sheppard L., Feeney P., Mills D., Kujawa S. 10-Year Prospective Study of Noise Exposure and Hearing Damage Among Construction Workers. *Occupational and Environmental Medicine*, 2012; 69(9): 643-650.
- [21].Akboğa Ö.. Hazır Beton Sektörünün İş Güvenliği Açısından Analizi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 2011; 113
- [22].Lambert J., Vallet M., Study Related to the Preparation of a Communication on a Future EC Noise Policy. INRETS LRN Report No. 9420, INRETS-Institute National de Recherche sur les Transports et leur Securite, Bron, France. 1994.
- [23].Beenish S., Amina A., Physical Impact Assessment (Air and Noise Component) of Waste Water Treatment Plant for Mehmood Booti/Salamat Pura, hadbagh and North Site, Lahore, Pakistan. *International Research Journal of Environment Sciences*, 2014; 3(9):, 14-19.
- [24].Francis C.D. Ortega C.P., Cruz A. Noise Pollution Changes Avian Communities and Species Interactions, *Current Biology*, 2009; 19: 1415-1419,
- [25].Patón D., Romero F., Cuenca J., Escudero J.C. Tolerance to Noise in 91 Bird Species from 27 Urban Gardens of Iberian Peninsula, *Landscape and Urban Planning*, 2012; 104: 1-8.
- [26].Merchana C.I., Diaz-Balteiro L. Solino M. Noise Pollution in National Parks: Soundscape and Economic Valuation, *Landscape and Urban Planning* 2014; 123: 1-9.
- [27].Lynch E., Joyce D., Fristrup K. An Assessment of Noise Audibility and Sound Levels in U.S. National Parks. *Landscape Ecology*, 2011; 26 (9): 1297-1309.
- [28].Benfield J.A., Bell P.A., Troup L.J., Soderstrom N.C. Aesthetic and Affective Effects of Vocal and Traffic Noise on Natural Land-scape Assessment. *Journal of Environmental Psychology*, 2010; 30(1): 103-111.
- [29].Donoghue A.M., Occupational Health Hazards in Mining: an overview, *Occupational Medicine*, 2004; 54: 283-289.
- [30].Kumar S.R., Arumugam T., Anandakumar C.R., Balakrishnan S., Rajavel D.S., Use of Plant Species in Controlling Environmental Pollution- A Review, *Bull. Env. Pharmacol. Life Sci.* 2013; 28(2): 52-63.
- [31].Özdemir C., Dursun Ş., Burdurlu Y. Konya (Şehir Merkezi) Gürültü Kirliliği Haritası, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 1999; 23(5): 1179-1185.
- [32].Tonne C., Halonen J.I., Beevers S.D., Dajnak D., Gulliver J., Kelly F.J., Wilkinson P.,

- Anderson H.R. Long-term Traffic Air and Noise Pollution in Relation to Mortality and Hospital Readmission Among Myocardial Infarction Survivors, *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 2016; 219: 72-78.
- [33].Şahin K., Atakum (Samsun) Şehrinde Çevresel Gürültü Kirliliği, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2014, 29(7):, 722-730.
- [34].Şahin K., Bağcı H.R. Ögel C., Isparta Şehrinde Trafik Kaynaklı Gürültü Kirliliği, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2016; 43(9): 1177-1185.
- [35].Morgül Ö.K., Dal H. Sakarya İli Şehir Merkezinin Gürültü Kirliliği Üzerine Bir Ön çalışma, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2012; 16(2): 83-91.
- [36].Kalıpçı E., Giresun İl Merkezinde Gürültü Kirliliği Ölçümü ve Haritasının Hazırlanması, T.C. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, 130s, Konya, 2007.
- [37].Delikanlı N.E., Yücedağ C., Kapdı A., Bartın Kentinde Araç Trafikinden Kaynaklı Gürültü Kirliliği Üzerine Bir Ön Çalışma, *Mühendislik ve Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 2014; 2: 21-40.
- [38].Demirekin H. Isparta İlinde Çevre Sorunlarına Duyarlılık Analizi, T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 132s. Isparta, 2001.
- [39].Yakar M., Çimento Sektöründe Çalışanların İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Açısından Yaşadıkları Risk Faktörleri (Yibitaş-Lafarge Sivas Çimento Fabrikası Örneği), *Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 121 s, Sivas. 2007.
- [40].Pala K. 2003. Türkiye’de İşçi Sağlığında durum, II. İş Sağlığı ve İş Güvenliği Kongresi, Adana, Mayıs 2-3.
- [41].Long M., *Architectural Acoustics*. Burlington: Elsevier Academic, 2006.
- [42].Şentop A., Binaların Gürültü Kontrolü Etkin Tasarımı İçin Yapı Elemanı Seçim Aracı, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2013; 287 s, İstanbul.
- [43].Vesilind A., Morgan, S., Heine, L. 2011. Çevre Mühendisliğine Giriş, Nobel Yayınevi.
- [44].Özkars R., Yıldız S., Türkiye’deki Atıksu Arıtma Tesislerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Yönünden Değerlendirilme, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2013; 29(3): 254-261.
- [45].Özkars R., Sivas Atıksu Arıtma Tesisi İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sisteminin Oluşturulması, *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*, 2010, 82 s, Sivas.
- [46].SGK, Türkiye Cumhuriyeti Sosyal Güvenlik Kurumu, İş Kazası ve Meslek Hastalığı İstatistikleri, SGK İstatistikleri Bölüm III, 2013,
- [47].SGK, Türkiye Cumhuriyeti Sosyal Güvenlik Kurumu, İş Kazası ve Meslek Hastalığı İstatistikleri, SGK İstatistikleri Bölüm III. 2014,
- [48].İSG, İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, Resmi gazete, 6331, 20/6/2012
- [49].<http://gurultu.cevreorman.gov.tr/gurultu/Files/Gurultu/Dokumanlar/Kilavuz.pdf>
- [50].Sriwattanatamma P, Breyse P. Comparison of NIOSH Noise Criteria and OSHA Hearing Conservation Criteria. *American Journal of Industrial Medicine*, 2000; 37: 334-338.
- [51].Hofman W.R., Kumar A. Caedia Reaktivite to Traffic Noise During Step in Man, *Journal of Sound and Vibration*, 1995; 179: 577-589.
- [52].http://cdr.cevre.gov.tr/icd_raporlari/edirne%2005.pdf
- [53].Kurra S., Gürültü, Türkiye’nin Çevre Sorunları, *Türkiye Çevre Vakfı Yayını*, Ankara, Türkiye, 1991; 447-484.
- [54].Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, 2013. 28 Temmuz 2013 Resmi Gazete, Sayı 28721, Ankara.