

GÜRÜLTÜ DENETİMİ VE AKUSTİK ÖLÇMELER

Gürültü, genelde istenmeyen ses olarak tanımlanır. Örneğin yakındaki bir müzik telefonla konuşan kişi için, telefon konuşması da müziği dinleyen kişi için gürültü niteliği taşır. Gürültünün bir başka boyutu nicelikle ilgilidir. Uzaktan ara sıra duyulan kuş sesleri insana hoş gelebilir. Yakında ve çok sayıda kuşun çıkardığı gürültünün verdiği rahatsızlık ise belleklerde yer etmiştir.

Gürültünün rahatsız edici, dikkat dağıtıcı, sınırlendirici vb. psikolojik etkileri yanı sıra geçici ya da kalıcı fizyolojik zararları da söz konusudur. Bu zararlar, günlük doz ile ilgilidir. Doz, yaklaşık olarak, etkileyen toplam gürültü enerjisi, yani gürültü düzeyi ile süresinin çarpımı gibi tanımlanabilirse de bu tanım $a \times b$ gibi basit bir işlem anlamına gelmez. Bu tanımda sürenin, bu tür matematiksel işlemlere elverişli bir büyüklük olmasına karşın, gürültünün çok değişik biçimler alabilen yapısı, düzeyinin etkinliğini belli oranlarda değiştirebilmektedir.

GÜRÜLTÜNÜN YAPISI

Gürültünün yapısı öyle değişiklikler gösterebilir ki, bunların hepsini sıralamak çok uzun sürer. Bu nedenle, aşağıdaki birkaç örneğin tüm yapı değişikliklerini içerdiği düşünülmemelidir.

Gürültü, tek bir frekanstan, birkaç frekanstan ya da sonsuz frekanstan oluşabilir. Bu frekansların yeğnilikleri (*oluşturdukları ses basınç düzeyleri*) birbirlerinden az ya da çok farklı, ya da farksız olabilir. Sonsuz frekanstan oluşan bir gürültü içinde belli bir ya da birkaç frekansın yeğniligi, gürültüyü oluşturan sonsuz frekansa göre belirli derecede yüksek olabilir. Gürültünün spektral yapısı ile ilgili olarak verilen yukarıdaki örnekler çok daha fazla çeşitlendirilebilir.

Belli bir spektral yapı, zaman içinde değişebilir.

Bu değişme spektrumun tümünde, ya da bileşenleri arasında birbirinden bağımsız olarak olabildiği gibi değişmenin ya da ayrı ayrı değişmelerin hızları büyük değişiklikler gösterebilir.

Birkaç somut örnek bu değişkenliği belki daha iyi açıklayacaktır.

Örneğin kara trafiği gürültüsünün, motor ve transmisyon gürültüsü, tekerleklerin yola değmesinden çıkan gürültü ve eğer yasaklanmamışsa klakson sesinden ve kimi zaman fren sesinden oluşan bileşenleri, birbirinden bağımsız olarak, taşıt türüne, taşıtın hızına, ivmeye, vites durumuna ve zaman biriminde geçen taşıt sayısına göre sürekli değişir.

Yerinden kımıldamayan ve sürekli çalışan motor ve makinelerin çıkardıkları sesler, çok seyrekten çok sıkı kadar değişebilen patlamalar, yani çok kısa süreli seslerden tamamen sürekli gürültülere kadar büyük değişim gösterir. Ayrıca, bunları spektral yapıları da birbirinden çok farklı ve çeşitli olabilir.

Deniz trafiği, hava trafiği, sanayi gürültüsü, şantiye gürültüsü, yapılarda teknik donanım gürültüleri, çalgılı gazino ve disko gürültüleri, çocuk bahçesi gürültünün spektral farklılıkları ve zaman içindeki değişim farklılıkları düşünülürse, gürültünün, uzunluk ya da ağırlık gibi basit bir biçimde ölçülemeyeceği anlaşılır.

ÖLÇMEDE NİCELİK-NİTELİK KONUSU

Gürültünün insanlara verdiği rahatsızlık ve zararın önlenmesi ya da azaltılması için alınacak önlemlerin başarısı, en başta, söz konusu gürültünün tüm özelliklerinin kesin bir biçimde bilinmesine bağlıdır. Yanlış ve/ya da eksik verilerle doğru bir çözüme ulaşmak ancak bir rastlantı sonucu olabilir.

Ölçme, kuşkusuz nicelik ile ilgilidir. Gürültünün niteliğinin anlaşılması ise, değişik türden ölçmelerin bir arada yapılması ile olur. Akustik ölçmelerinde kullanılan aletlerin çoğu, zaten bir çok ölçmeyi birden yapıp belli tanımlara uyan değerlendirmeleri yaptıktan sonra sonuçları veren türdendir. Bu türden birkaç aletin kullanılması ile gürültünün niteliği yeterince öğrenilebilir.

Aşağıda bir ses basınç düzeyi ölçmesinde elde edilmesi gerekli büyüklüklerin simgeleri ve tanımları verilmiştir.

RMS: [Root Mean Square] Sinyalin, karesinin entegralinin karekökü. Bir çeşit ortalama değer.

SPL: [Sound Pressure Level] Birer saniyelik ölçme sürelerinin her birinde gürültünün en yüksek RMS değeri.

PEAK: Birer saniyelik ölçme sürelerinin her birinde saptanan en yüksek gürültü düzeyi.

Sürekli değişen bu ilk üç değer, hesaplara esas olacak aşağıdaki değerlerin tanımında kullanılır. Tanıma göre, hesaplar ve seçmeler aletin içinde yapılır. Alet aşağıdaki değerleri verir.

MİNL: Ölçme süresi içinde saptanan en düşük RMS değeri.

MAXL: Ölçme süresi içinde saptanan en yüksek SPL değeri

MAXP: Ölçme süresi içinde saptanan en yüksek PEAK değeri

LEQ: Eşdeğer gürültü düzeyi. Değişken gürültü düzeyinin belli bir süre içindeki toplam enerjisi ile, aynı süre içindeki toplam enerjisi eşit, fakat düzeyi değişmeyen gürültü düzeyi.

SEL: Süresi sınırlı bir gürültüde, bu gürültünün toplam enerjisinin, bir saniyelik süre içine düzgün yayılması ile oluşacak gürültünün düzeyi.

L (0.1.0): Toplam ölçme süresinin %1'inde gürültü düzeyinin üzerinde bulunduğu değer.

L (10.0): Toplam ölçme süresinin %10'unda gürültü düzeyinin üzerinde bulunduğu değer.

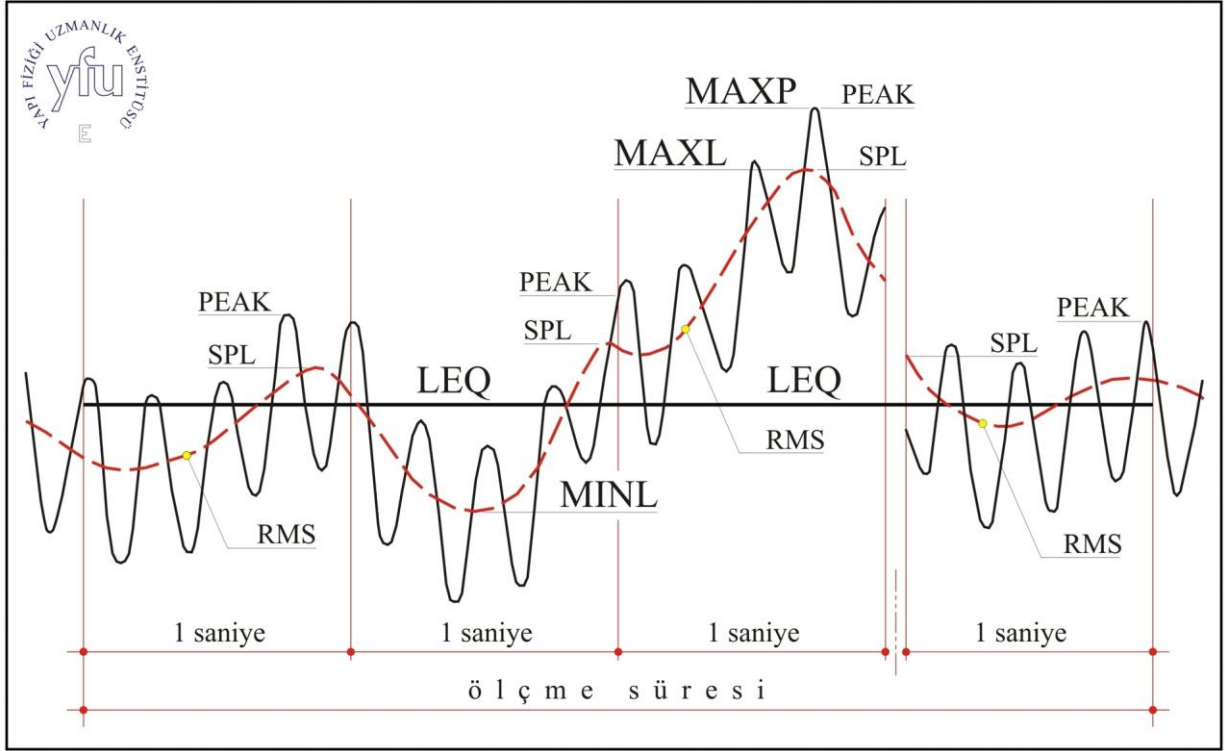
L (50.0): Toplam ölçme süresinin %50'sinde gürültü düzeyinin üzerinde bulunduğu değer.

L (90.0): Toplam ölçme süresinin %90'ında gürültü düzeyinin üzerinde bulunduğu değer.

L (99.0): Toplam ölçme süresinin %99'unda gürültü düzeyinin üzerinde bulunduğu değer.

Değerler arasındaki ilişki **GRAFİK-1** de şematik olarak verilmiştir.

Böyle bir ölçmenin yazıcı çıktıları **ŞEKİL-1** de verilmiştir.



GRAFİK-1

SET-UP:	SET-UP:	SET-UP:
Module #: 2 (BZ 7101)	Module #: 2 (BZ 7101)	Module #: 2 (BZ 7101)
Mic.Corr: + 1.3 dB	Mic.Corr: + 1.3 dB	Mic.Corr: + 1.3 dB
S.I.Corr: "FRONTAL"	S.I.Corr: "FRONTAL"	S.I.Corr: "FRONTAL"
Pr. Time: 00:02:00	Pr. Time: 00:02:00	Pr. Time: 00:01:00
Time W. : "FAST"	Time W. : "FAST"	Time W. : "FAST"
Freq.W. : "A"	Freq.W. : "A"	Freq.W. : "A"
R ₉ (dB): 11.3 - 84.3	R ₉ (dB): 11.3 - 84.3	R ₉ (dB): 11.3 - 84.3
MEASUREMENTS:	MEASUREMENTS:	MEASUREMENTS:
MAXP 70.3 dB	MAXP 61.9 dB	MAXP 56.5 dB
MAXL 51.3 dB	MAXL 35.0 dB	MAXL 41.6 dB
L(01.0) 39.8 dB	L(01.0) 33.8 dB	L(01.0) 33.3 dB
L(10.0) 36.8 dB	L(10.0) 31.3 dB	L(10.0) 31.3 dB
L(50.0) 35.8 dB	L(50.0) 29.8 dB	L(50.0) 29.8 dB
L(90.0) 34.8 dB	L(90.0) 28.8 dB	L(90.0) 28.8 dB
L(99.0) 34.3 dB	L(99.0) 27.8 dB	L(99.0) 28.3 dB
MINL 33.7 dB	MINL 27.2 dB	MINL 27.6 dB
LEQ 36.2 dB	LEQ 30.0 dB	LEQ 30.0 dB
SEL 57.0 dB	SEL 50.7 dB	SEL 47.7 dB
No overload.	No overload.	No overload.

ŞEKİL-1

Belli durumlarda, bu ölçmelere ek olarak daha ayrıntılı istatistik analizlere gerek duyulur. Bu analizleri yapan aletler, ölçme süresinin yüzde kaçında gürültü düzeyinin hangi değerler arasında bulunduğunu gösterir. Değer aralıkları, analizin amacına göre 2,5 dB, 5 dB ya da daha başka büyüklüklerde seçilebilir.

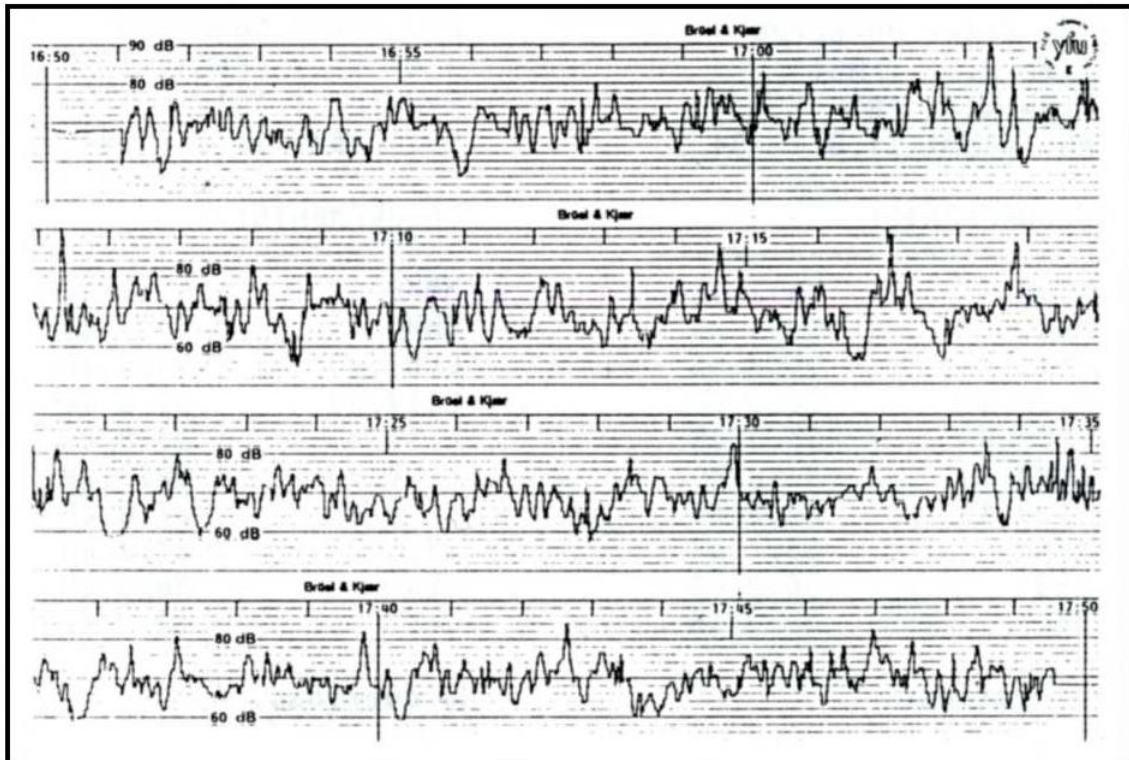
Bu tür ölçmelerden yazıcı çıktısı örnekleri ŞEKİL-2 de verilmiştir.

Kimi durumlarda, gürültü düzeyinin, yani SPL'nin zaman içinde nasıl değiştiğinin bilinmesi gerekir.

ELAPSED TIME:			ELAPSED TIME:			ELAPSED TIME:		
Hours	Min.	Sec.	Hours	Min.	Sec.	Hours	Min.	Sec.
00	02	00	00	02	00	00	01	00
No. of interrupts: 0			No. of interrupts: 2			No. of interrupts: 0		
LEVEL DISTRIBUTION.			LEVEL DISTRIBUTION.			LEVEL DISTRIBUTION.		
dB		%	dB		%	dB		%
0L^^		0.00	0L^^		0.00	0L^^		0.00
0^^^	80.0	0.00	0^^^	80.0	0.00	0^^^	80.0	0.00
80.0	75.0	0.00	80.0	75.0	0.00	80.0	75.0	0.00
75.0	70.0	0.00	75.0	70.0	0.00	75.0	70.0	0.00
70.0	65.0	0.00	70.0	65.0	0.00	70.0	65.0	0.00
65.0	60.0	0.00	65.0	60.0	0.00	65.0	60.0	0.00
60.0	55.0	0.00	60.0	55.0	0.00	60.0	55.0	0.00
55.0	50.0	0.00	55.0	50.0	0.00	55.0	50.0	0.00
50.0	45.0	0.13	50.0	45.0	0.08	50.0	45.0	0.00
45.0	40.0	0.65	45.0	40.0	0.16	45.0	40.0	0.16
40.0	35.0	88.07	40.0	35.0	0.31	40.0	35.0	0.31
35.0	30.0	11.07	35.0	30.0	38.83	35.0	30.0	33.80
30.0	25.0	0.00	30.0	25.0	60.62	30.0	25.0	65.73
25.0	20.0	0.00	25.0	20.0	0.00	25.0	20.0	0.00
20.0	15.0	0.00	20.0	15.0	0.00	20.0	15.0	0.00
15.0	U---	0.00	15.0	U---	0.00	15.0	U---	0.00

ŞEKİL-2

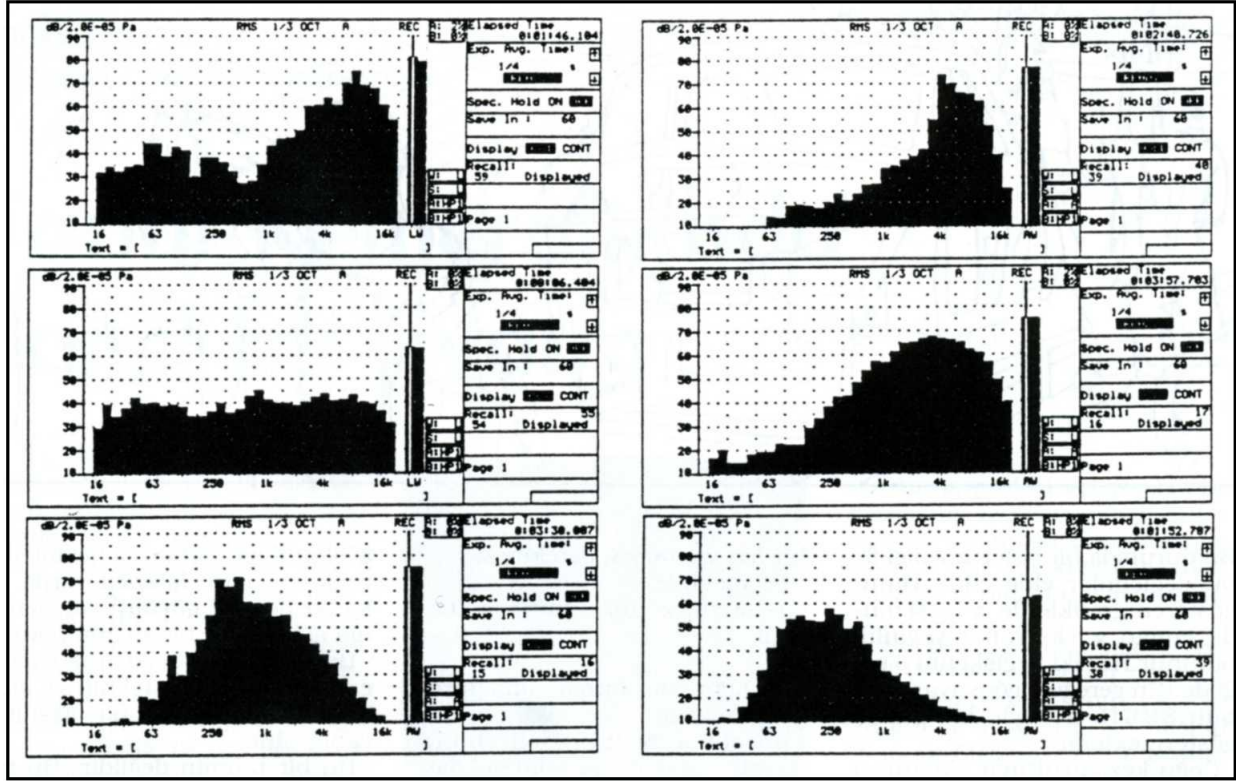
Bu durumda, bir çizici aracılığı ile bu değişimler elde edilir. Bunu gösteren grafiklerde x eksenin de zaman, y ekseninde yeğlilik bulunur. Her iki değişkenin ölçeği de işin gereğine göre ayarlanabilir. ŞEKİL-3 böyle bir grafiği göstermektedir.



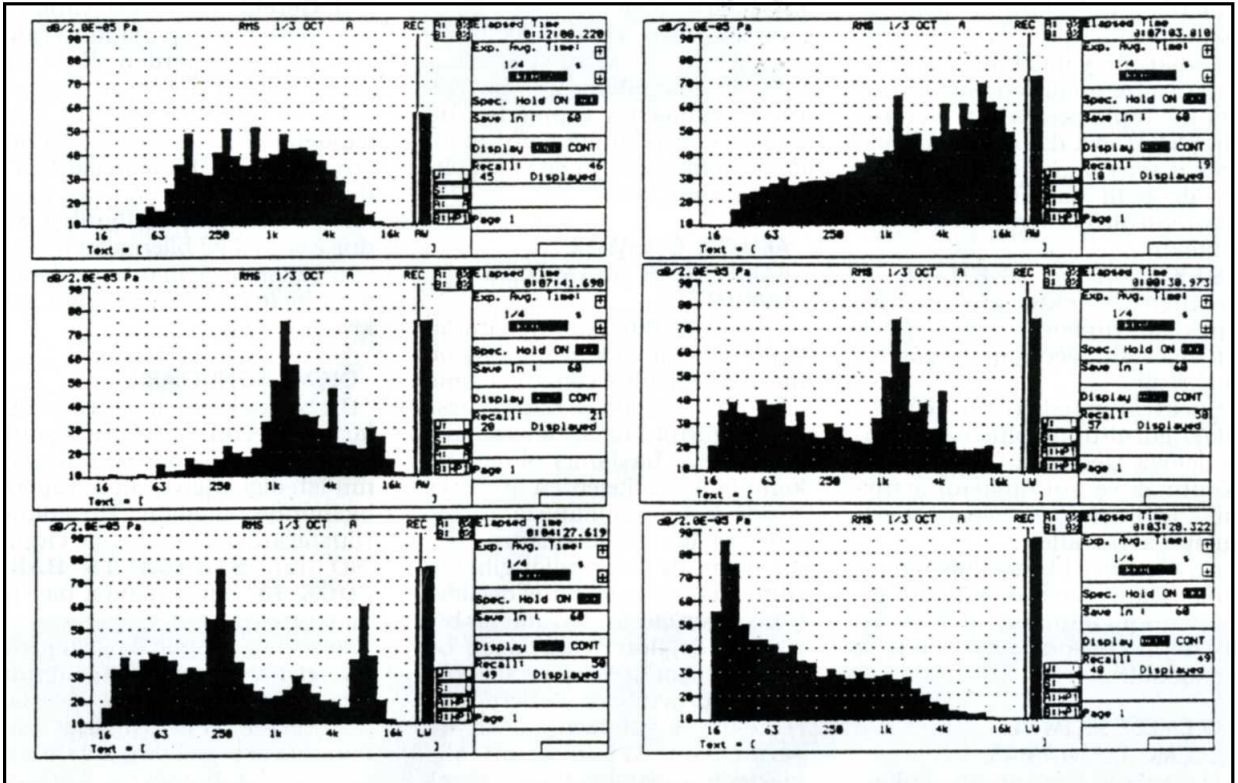
ŞEKİL-3

Çoğu kez, gürültüyü oluşturan seslerin spektral yapısı büyük önem taşır. Bu durumda gerçek zamanda spektral analiz yapan aletler kullanılır.

Bu aletler değişik akustik büyüklüklerin spektral analizlerini oktav bantları ya da 1/3 oktav bantları ile yapılabilir.



ŞEKİL-4A



ŞEKİL-4B

Ayrıca bu analizleri, istenen sürenin toplamında da verebilir. **ŞEKİL-4A** da belirgin baskın frekansları olmayan **ŞEKİL-4B** de de belli baskın frekansları olan gürültülerden örnekler verilmiştir.

ŞEKİL-4 A ve **ŞEKİL-4B** de görülen örnekler, gürültünün spektral yapısının çok değişik biçimler alabileceğini de göstermektedir.

Spektral yapıdaki bu değişiklikler, gürültünün oluşmasını engellemek; geçmişini, yayılmasını azaltmak ve yutulmasını arttırmak için alınacak önlem türlerini ayrı ayrı etkiler.

Bu ölçmeler bu nedenle önemlidir. Daha önce değinildiği gibi, zaman içindeki değişkenlik, bunun dışında, ayrı bir nitelik konusudur.

ÖLÇMEDE SEÇİM VE ÖLÇME PLANLAMASI

Doğaldır ki, her konuda, yukarıda sayılan ölçmelerin hepsinin birden yapılması gerekmez.

Ölçmelerde,

- 1- Ne tür bir gürültünün ölçüleceği
- 2- Ölçmenin hangi amaçlarla kullanılacağı

Öncelikle belirlenmeli, buna dayalı olarak ölçme yöntemi, ölçme aletleri ve ek parçaları seçilmelidir.

Ölçme planlamasında çevreye bağlı etkenler, ölçme sayısı ve süreleri de standartlara uygun olarak belirlenmelidir.

Önemli olan, yapıların ölçme ile amaca uygun, doğru ve eksiksiz bilginin elde edilmesidir. Ayrıntılı planlamasını yapmadan bir ölçmeye başlamak, en azından, zaman kaybı ya da eksik ölçme ile sonuçlanır.

AKUSTİK ÖLÇMELER BAKIMINDAN ÜLKEMİZDEKİ DURUM

Ülkemizde gürültünün zararlarının anlaşılmaya başlanmış olması, bir gürültü yönetmeliğinin çıkarılmış olması ve nasıl olursa olsun, gürültü ölçme kavramının yerleşmeye başlamış olması, bu konuda ileri ülkelerden 30-35 yıl geride kalmış olmamıza karşın yine de iyi bir aşamadır. Yalnız, başta da belirtildiği gibi, gürültü ölçümü basit bir iş değildir. Çünkü gürültü tek boyutlu bir büyüklük değildir. Ülkemizde bu ölçmeler için kullanılan aletlerin pek çoğu oyuncak aletlere benzemekte ve yalnızca, hiçbir işe yaramayan SPL değerini ölçmektedir. Çoğu ibrelili olan bu çok basit aletlerin yaklaşık olarak gösterdikleri anlık ses basınç düzeylerine göre falanca yerde şu kadar desibel gürültü var demenin aslında hiçbir anlamı yoktur.

Bu bilgi ile yola çıkılarak yapılacak işler, alınacak teknik ve idari kararlar çok büyük bir olasılıkla yanlış olur.

Bu bir tahmin değildir. Bu tür yanlış önlem ve kararlara bugüne kadar çok rastlanmamıştır.

Akustikte doğru ve yeterli ölçme yapmak ise o kadar kolay değildir. İki türlü güçlük söz konusudur:

- 1- Gerekli ölçmeleri yapabilecek aletler çok pahalıdır. *(Yalnız SPL ölçen aletlerden 20-50 kat daha pahalı)* Ayrıca kullanım amacına göre, çok sayıda aletin içinden doğru bir seçimle alınmaları da gerekir. Ek parçalar için de durum aynıdır.
- 2- Bu aletlerin kullanışı zordur. Konuyu iyi bilen, aleti iyi tanıyan yetişmiş elemanlarca dikkatli bir biçimde kullanılmaları gerekir.

ÖLÇME SONUÇLARI

Bir başka konu da ölçme sonuçlarının verilmesidir. Bu sonuçlar, mutlaka ölçme standartlarının istediği bilgiyi içeren raporlar biçiminde olmalıdır. Bu konuda Uluslararası Standartlar Örgütü ISO'nun "STANDARTS HANDBOOK 35" adlı yayınına başvurmak gerekir.

Sonuçların ölçme ile ilgili gerekli bilgiyi içermemesi durumunda gerek bu ölçmelerden yararlanmada, gerek bir anlaşmazlık durumunda, çaresiz kalmak ya da çözümsüz problemlerle karşılaşmak kaçınılmazdır.

Prof. Şazi SİREL

Ocak 1993