



Asansör Sistemlerinde Gürültü Ölçümü

Adem Candaş^{1*}, Abdül Melik Sancak², C. Erdem İmrak³

^{1*} İstanbul Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi, İstanbul, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-9951-9122), candas@itu.edu.tr

² İstanbul Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi, İstanbul, Türkiye (ORCID: 0000-0003-4004-5468), sancak17@itu.edu.tr

³ İstanbul Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi, İstanbul, Türkiye (ORCID: 0000-0003-4428-0158), imrak@itu.edu.tr

(2nd International Conference on Access to Recent Advances in Engineering and Digitalization (ARACONF)-10–12 March 2021)

(DOI: 10.31590/ejosat.901187)

ATIF/REFERENCE: Candaş, A., Sancak, A.M. & İmrak, C.E. (2021). Asansör Sistemlerinde Gürültü Ölçümü. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (24), 75-80.

Öz

Asansörler çalışma prensipleri gereği rijit ana yapı sistemlerine doğrudan bağlanan raylar üzerinde hareket etmektedir. Bu nedenle asansör kabınınin kalkış ve duruşlarında fren sisteminin etkisiyle bazı anlık darbe kaynaklı gürültüler oluşmaktadır. Bununla beraber kalkış ve duruş arasında da düşey doğrultuda mesnetlenmiş kılavuz rayların üzerindeki hareketli parçalar nedeniyle yapısal titreşim ve gürültüler oluşmaktadır. Mekanik aksamların yanı sıra asansörün enerji ve kontrol panolarında kullanılan röle, kontaktör gibi ekipmanlar da anlık gürültü kaynağı olabilirler. Bu çalışmada konut binasında hizmet veren bir asansörün gürültü ölçüm metodolojisi ele alınmış ve kapsamlı bir araştırma ile gürültü kaynaklarının belirlenmesi ve gürültünün azaltılması için alınması gereken tedbirler açıklanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Asansör, Kılavuz Ray, Gürültü, Gürültü Mevzuatı.

Noise Measurement in Elevators

Abstract

Elevators are designed as a lifting equipment moving through rigid guide rails that assembled the elevator shaft directly. For this reason, intermittent sounds occurred during both regular operation and start and stop of cars can generate annoying noise. Structural vibrations and noises occur due to moving parts on guide rails. In this study, the noise measurement methodology in an elevator serving in a residential building was explained and measures were taken to determine the noise level and sources. The precautions and suggestions were discussed to reduce the noise level in an elevator system.

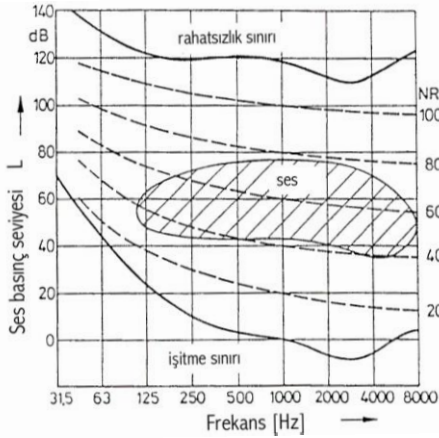
Keywords: Elevator, Guide Rail, Noise, Noise Regulations.

* Sorumlu Yazar: Adem Candaş, candas@itu.edu.tr

1. Giriş

Asansör sistemlerinden kaynaklanan gürültü ve titreşim nedeniyle binalarda önemli konfor sorunları meydana gelmektedir. Bu problemler özellikle, makinanın kalkış ve duruşlarında oluşan titreşim ve gürültü nedeniyle makina dairesine yakın alanlarda artış gösterse de asansörün raylar üzerindeki normal hareketi nedeniyle asansöre yakın konumlanan tüm mahaller belli bir ölçüde gürültüye maruz kalmaktadır. Bu nedenle gürültü, motor seçiminde mutlaka dikkate alınmalıdır. Çatı katına yerleştirilen motor, asansör sistemiyle ilgili öne çıkan bir şikâyet kaynağıdır. Uygun motor tasarımı ve alınacak yalıtım tedbirleri ile gürültü azaltılabilir (Jeong vd., 2017). Ancak öncelikle asansör kaynaklı gürültünün tespiti ve doğru metotlarla ölçülmesi gerekir. Bu çalışma kapsamında, gürültü ile ilgili ulusal ve uluslararası güncel mevzuat incelenmiş, asansör gürültü ölçüm metotları tanıtılmış ve bir örnek ölçüm çalışmasının sonuçları üzerinde durulmuştur.

Gürültü ile ilgili genel kavramlardan ses, mekanik titreşim veya dalgalar; ton, sesin sinüzoidal genlik eğrisi; gürültü, rahatsız edici ses / değişik frekanslı çok fazla tondaki ses; ses yoğunluğu, 1000 Hz tonda tonların veya seslerin kabul edilebilir düzeyleri ve ses basınç seviyesi, sesin ölçümü için seviye olarak tanımlanır. İnsan kulağının duyabildiği seslerin frekansları 20-20.000 Hz arasındadır. Gürültünün ses yoğunluğu, sesin basınç değeri ve frekansına bağlıdır. İnsan kulağının işittiği seslerin frekans ve basınç değerleri Şekil 1'de verilmiştir.

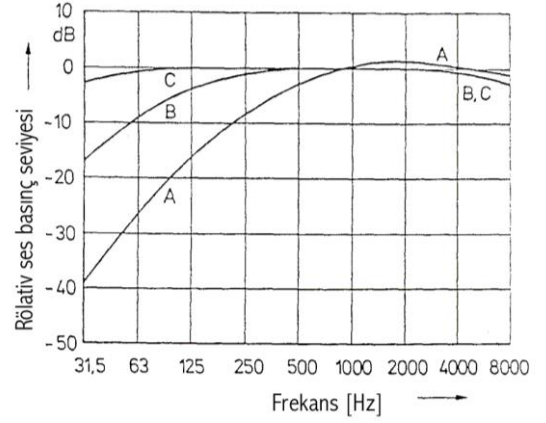


Şekil 1. İnsan kulağının hassasiyeti (Janovsky, 1986).

İnsan kulağının algılayabildiği ses basıncı için 2×10^{-5} N/m² (1000 Hz) en düşük, 20 N/m² en yüksek olarak kabul edilebilir seviyelerdir. Ses basınç seviyesi dB ile gösterilir ve logaritmik olarak hesaplanır:

$$L = 20 \log \frac{P}{P_0}$$

Burada, L , ses basınç seviyesini (dB); P , ölçülen ses basıncını (N/m²), P_0 , referans ses basıncını (2×10^{-5} N/m²) ifade eder. Yüksek frekanslı tonda belli bir ses basıncında, aynı basınçtaki düşük frekanslı tondan daha yüksek ses elde edilir. Ses ölçmede, genellikle Şekil 2'de görülen A eğrisi kullanılır. Düşük frekanslı tonlarda (1000 Hz) ve yüksek frekanslı tonlarda (6000 Hz) sınır değerler arasındaki sesleri insan kulağı algılayabilir. Ölçü aletlerinde de Şekil 2'de verilen karakteristikte filtreler kullanılır. En çok kullanılan filtre tipi A tipidir. Landaluz ve vd. (2003) bir asansör kabini için aktif gürültü önleme sistemi geliştirmişlerdir.



Şekil 2. Ses seviyesi ölçmede kullanılan eğriler (Janovsky, 1986).

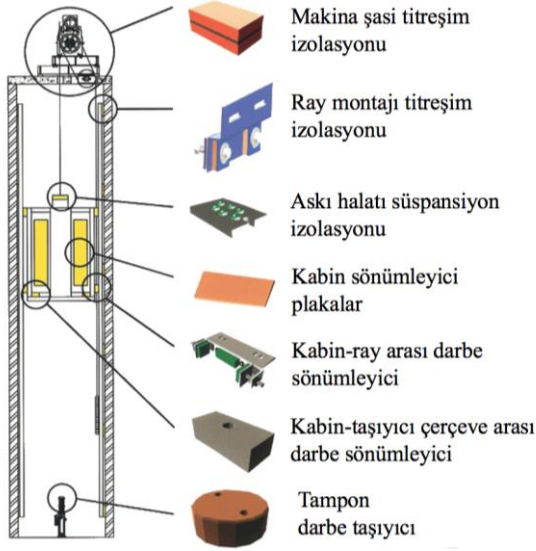
Elektrik makinalarında gürültü kaynakları mekanik, aerodinamik ve elektromanyetik olarak üç ana başlığa incelenebilir. Mekanik kaynak olarak asansör motorlarının yatakları ve hareketli rotor kısmı gürültü yaratır. Rulmanlı yataklar çalışırken titreşim yarattığından gürültüleri daha fazladır. Kaymalı yataklarda gürültü seviyesi nispeten düşüktür. Tahrik sisteminde kullanılan elektrik motorlarının ısınma nedeniyle soğutulması gerekir. Cebri soğutmada kullanılan fan sistemi ise aerodinamik kaynaklı bir gürültü kaynağıdır. Özellikle yüksek hızlarda soğutma gereksinimleri rahatsız edici düzeyde gürültüye neden olabilir. Sargılar, stator ve rotor bağlantıları, manyetik doyma ve rotor kaçıklığı elektrik motorlarında elektromanyetik gürültünün sebepleridir (İmrak ve Gerdemeli, 2000). Asansörlerdeki diğer gürültü nedenleri:

- Asansörlerin x ve y ekseninde sarsıntılı çalışması,
- Kabin içinde havalandırma fanının gürültülü çalışması,
- Asansör kuyu duvar yapısının süreksizliği ve inşa açısından uygun olmaması olarak sıralanabilir.

Asansörlerde oluşan gürültüler kabin içinde (hava gürültüsü, titreşim) ve bina içinde (hava gürültüsü, yapı kaynaklı gürültü) olarak sınıflandırılabilir. Yüksek hızlı asansör sistemlerinde rüzgardan kaynaklanan kabin içi gürültü dikkate alınmalıdır (Cibse, 2015). Asansör kabinlerindeki gürültü asansör boşluğundan gelen gürültü (makina gürültüsü, fanlardan kaynaklı gürültü, fren açma gürültüsü, kontaktörlerin gürültüsü), yapıdan kaynaklı gürültü (kabinin çarpılması, yataklar ve patenlerin sürtmesi) ve piston etkisi (asansör hızı, kuyu oranı) olarak üç grupta incelenebilir. Asansör kabininin x ve y eksenindeki titreşimi kılavuz ray sistemindeki düzgünsüzlükten; z eksenindeki titreşimi yataklama, makinanın tork dalgalanması, tahrik yöntemi, hızlanmadan kalan titreşimler ve düzensiz kayma kuvvetlerden kaynaklanmaktadır (İmrak ve Gerdemeli, 2000). Gürültünün azaltılması için alınabilecek önlemler,

- Kabin ve karşı ağırlığın halat titreşimini önlemek için düzgün bir şekilde tespit edilmesi,
- Makina-motor ile taşıyıcı şasi arasında vibrasyon emici lastik takozlar kullanılması,
- Kasnağın dinamik hareketiyle titreşen çelik tel halatların ve makina dairesindeki gürültünün yalıtılması için makina dairesi tabanında önlem alınması,
- Makina dairesinin son kat yerine çatı katında tasarlanması,
- Asansör kuyularının özellikle yatak odaları gibi akşam vakitlerinde kullanılan odalardan uzakta tasarlanması olarak sıralanabilir (Strakosch ve Caporale, 2010).

Makina dairesel asansörlere yönelik titreşim ve gürültü engelleyici çözümler Şekil 3'te şematik olarak gösterilmiştir. Motor altı titreşim alıcı takozlar haricindeki ekipmanlar makina dairesiz sistemler için de uygundur.



Şekil 3. Asansör makinalarında akustik ve titreşim yalıtımına ilişkin prensip detaylar.

2. Metodoloji

Bu bölümde çalışmada kullanılacak ölçüm metodolojisi ilgili standartlar incelenerek açıklanmıştır.

2.1. Gürültü ile Mevzuat ve Standartlar

Ulusal mevzuatta konut ve diğer binalarda izin verilen gürültü seviyeleri ve limit değerleri belirlenmiştir. Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği Eki'nde konut alanlarında izin verilen iç ortam gürültü seviyelerinin sınır değerleri verilmiştir (Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi, 2010). Buna göre limitler yatak odalarında kapalı pencere durumunda 35 dBA ve açık pencere durumunda ise 45 dBA; oturma odalarında kapalı pencere durumunda 45 dBA; açık pencere durumunda 55 dBA'dır. Yönetmeliğin Madde 25(c) bendinde, konut ve ofis olarak kullanılan binalarda, elektrik motoru, pompa, fan gibi makina ve teçhizatın sebep olacağı titreşimler Ek-VII'de yer alan Tablo-8'de verilen sınır değerleri aşamaz, denilmektedir. Tablo 8'e göre, konutlarda titreşim frekansı 1-8 Hz arasında olmalı ve izin verilen en yüksek titreşim hızı (rms değer-mm/s) 1,5 mm/s'den 0,3 mm/s'ye logaritmik çizilen grafikte doğrusal olarak azalmaktadır. Maddenin devamında, bu değerlerin üzerinde titreşim oluşturan makina ve teçhizat için başta titreşim yalıtımı olmak üzere gerekli teknik tedbirler alınarak, binada ölçülen titreşimlerin sınır değerlerin altına indirilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik'te binalarda izin verilen sınır gürültü değerleri için Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'ne atıf yapılmaktadır. (Binaların Gürültüye Karşı Korunması, 2017). Yönetmelikte asansör sistemleri servis ekipmanı olarak tanımlanmıştır. Madde 9(2) Binalarda, asansör gibi kesikli ses üreten servis ekipmanlarından kaynaklanan iç gürültülerin değerlendirilmesinde $L_{AF,max,nT}$ gösterge değerlerinin ekipmanın türüne göre 63-8000 Hz arasında oktav bantlarında kullanılacağı belirtilmektedir. Ölçümlerin en az 3 farklı noktada ve TS EN ISO 10052 (TSE, 2005) ve TS EN ISO 16032'ye e-ISSN: 2148-2683

(TSE, 2004) göre yapılması gerektiği belirtilmiştir. Asansör sistemleri için geçerli olan kesikli çalışan servis ekipmanlarından kaynaklı iç gürültü sınır değerleri Ek-5 Tablo 5.2'de verilmiştir.

Tablo 1. Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik'e göre asansörle için iç gürültü sınır değerleri.

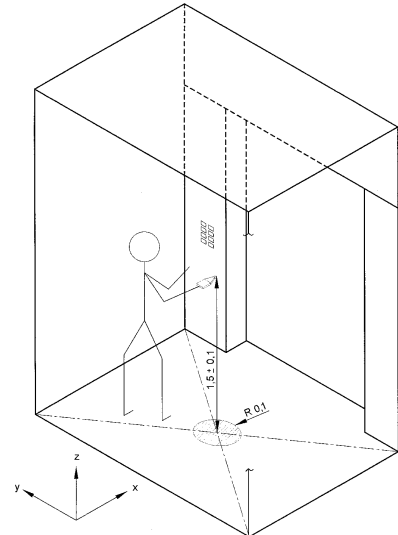
Alıcı ve Gürültü Kaynağı	Servis ekipmanı gürültü düzeyi, $L_{AF,max,nT}$					
	Akustik Performans Sınıfı					
	A	B	C	D	E	F
Kesikli gürültüye sahip servis ekipmanları	26	30	34	38	42	46

Aynı yönetmelikte Madde 18(1)'de Mekanik sistem kurulumu tamamlanıp işletmeye alınması aşamasında, idarece istenmesi durumunda, TS EN ISO 10052 ve TS EN ISO 16032 standartlarına göre ölçümler yapılacağı, ölçüm sonuçlarının sınır değerlerden yüksek çıkması durumunda Ek-8'e göre önlem alınacağı belirtilmektedir. TS EN ISO 10052 ve 16032'de asansör sistemlerinde yapılacak ölçümler için asansörün bir veya iki kişi ile yüklenmesi gerektiği, yük ve kişi sayısının ölçüm boyunca kaydedilmesi gerektiği, işletme döngüsünün en düşük seviyeden başlatılacağı, her ara katta durulacağı, kapının açılıp kapatılacağı, en yüksek seviyeye ulaşıldığında, en düşük seviyeye tekrar gidilip, kapıların tekrar açılıp ve kapatılacağı bilgileri yer almaktadır. Ancak söz konusu standartlar asansör sistemleri için detaylı bir ölçüm metodolojisi sunmamaktadır. Asansörlerden kaynaklı gürültü ve vibrasyon sorunlarına ilişkin ölçümlere dair ayrıntılı bir standart ulusal mevzuatta yer almadığı için binalar ve diğer yaşam mahallerindeki gürültü ve akustik sorunları için kullanılacak uluslararası güncel standartlar aşağıdaki gibidir:

- ISO 18738-1: 2012 Measurement of ride quality – Part 1: Lifts (elevators) (ISO, 2012),
- DIN 4109-1:2018-01 Sound insulation in buildings- Part 1: Minimum requirements (DIN, 2018).

2.2. Çalışmada Kullanılan Yöntem

Sayılan mevzuat ve standartlar dikkate alındığında, ISO 18738-1: 2012 Measurement of ride quality-Part 1: Lifts (elevators) standardında asansör sistemlerine dair ölçüm yeri ve metoduna dair ayrıntılı bilgiler verildiği görülmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Ölçüm aletinin kabin içi konumu (ISO, 2012).

Makina dairesiz asansörlerde, ölçüm metodu olarak çalışmanın yapıldığı tarihte geçerli olan VDI 2566 Blatt 1/Part 1: Acoustical design for lifts with a machine room standardı esas alınmıştır (VDI, 2566a). Buna göre (i) Asansör hareket halindeyken ve (ii) asansör çalışmadığı haldeyken,

- Kabin içinde zeminden 1,5 metre yükseklikte,
- Sahanlıkta kat kapısından 1 metre uzaklıkta,
- Makina dairesi içinde,
- Asansör boşluğunda,
- Asansör kuyusunun komşusu oda içinde,
- Giriş katı olan lobide ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Makina dairesiz asansörlerde ölçüm metodu ise VDI 2566 Blatt 2/Part 2: Acoustical design for lift systems without machine room standardı (VDI, 2566b) esas alınarak kabinde 1 kişi bulunuyorken en alt duraktan en üst durağa kadar (yukarı ve aşağı) asansör hareket halindeyken en az üçer kayıt alınarak,

- Kabin içinde zeminden 1,5 metre,
- Sahanlıkta kat kapısından 1 metre uzaklıkta,
- Kumanda panosu katında kat kapısından 1 m uzaklıkta,
- Yatak odası ortasında,
- Yangın kaçış yolunda ölçümler gerçekleştirilmiştir.

DIN 4109 Sound insulation in buildings; requirements and verifications standardında konutlar için gürültü seviyeleri belirlenmiştir (DIN, 2018). Bina hizmetlerinden ve ticari işletmelerden gelen gürültüye karşı korunması gereken odalarda izin verilen ses seviyeleri için değerler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Bina hizmetlerinden ve ticari işletmelerden gelen gürültüye karşı korumaya ihtiyaç duyulan odalarda izin verilen ses basıncı seviyeleri için değerler.

Gürültü kaynağı	Oda tipi ve karakteristik ses basıncı seviyesi dB(A)	
	Oturma ve yatak odası	Derslik ve çalışma alanı
Su tesisatı	≤35	≤35
Diğer teknik tesisatlar	≤30	≤35
İş günü saat 6-22 arasında	≤35	≤35
İş günü 22-6 arasında	≤25	≤35

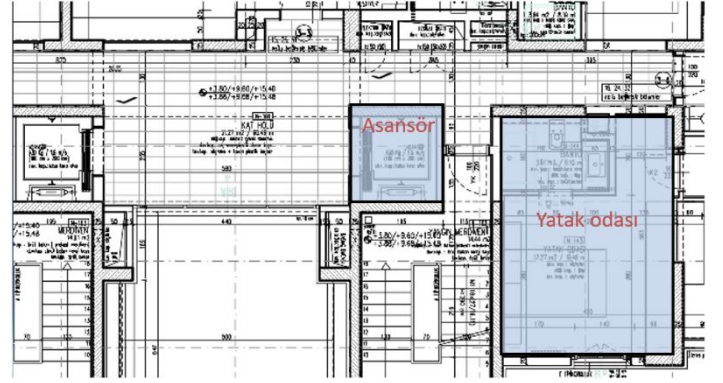
3. Sonuçlar ve Tartışma

10 duraklı, 8 kişilik (630 kg) kapasiteli, makina dairesiz tip (MRL) insan asansörün gürültü ve titreşim incelemesi örnek çalışma olarak verilmiştir. İnceleme konusu asansöre ait teknik veriler aşağıdaki Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Ölçüm yapılan asansörün tasarım değerleri.

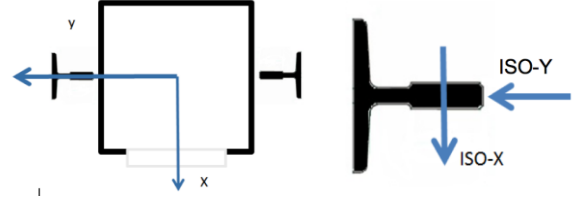
Özellik	Değer
Tipi	Makina dairesiz (MRL)
Durak sayısı	10
Kapasite	8 kişilik (630 kg)
Kabin hızı	1,5 m/s
Kabin ebadı	1,4×1,12 m
Tahrik yöntemi	İndirekt halatlı (1:2)
Halat	7×6,5 mm
Makina-motor	8,5 kW
Emniyet tertibatı	Çift yöne kaymalı fren
Ray tipi	T-90

Şekil 5’te test ve ölçümlerin yapıldığı binanın ilgili katındaki kesit planı yer almaktadır. Yatak odası ve asansör kuyusunun arasında merdiven boşluğu holü bulunmaktadır.



Şekil 5. Ölçümlerin yapıldığı kata ait kesit planı.

Yapılan ölçümlerde asansör için en alt durak katından (-2. kat) en üst durak katına (7. kat) kadar yukarı yönde ve aşağı yönde seyir yapılarak kayıtlar alınmış ve sonuçlar grafiklere dönüştürülmüştür. Grafiklerdeki x eksenini kabin kapısına doğru olan yönde yer değiştirmeleri; y eksenini kılavuz ray eksenine doğru olan yer değiştirmeleri ve z eksenini seyir mesafesi boyunca oluşan yer değiştirmeleri ve salınımları göstermektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Ölçüm standardı şematik gösterimi.

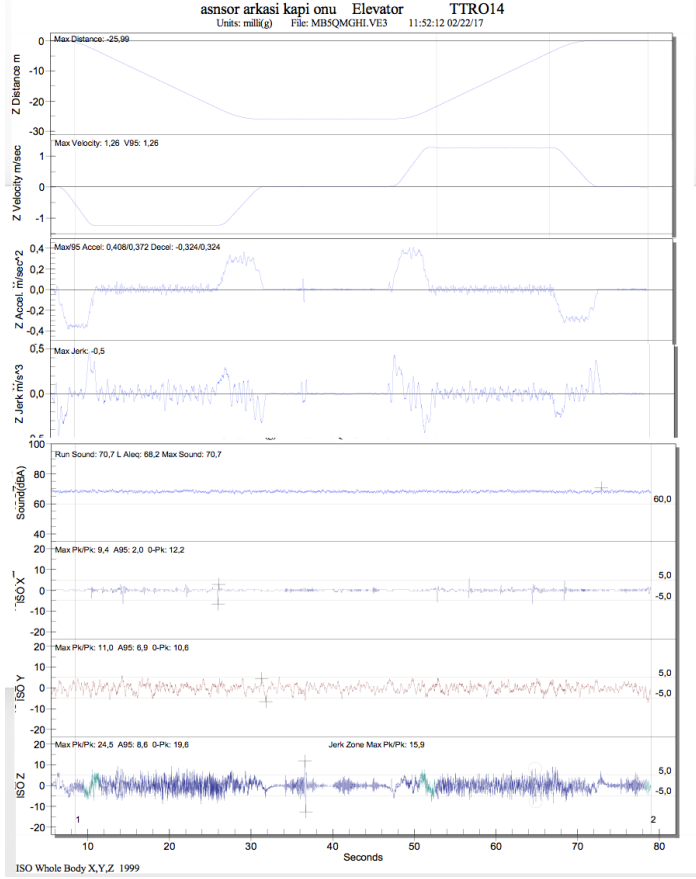
Şekil 7’de titreşim ve ivmelenme ölçüm sonuçları yer almaktadır. Burada;

Z-distance: Seyir yolunu,
 ISO-X: ISO 18738’e göre filtrelenmiş x-eksenindeki salınımları,
 ISO-Y: ISO 18738’e göre filtrelenmiş y-eksenindeki salınımları,
 ISO-Z: ISO 18738’e göre filtrelenmiş z-eksenindeki salınımları,
 Z-velocity: Seyir mesafesi boyunca asansörün hızı (m/s),
 Z-acceleration: Seyir mesafesi boyunca ivmeyi (m/s²),
 Z-jerk: Seyir mesafesi boyunca ivmelenme değişimi (m/s³) değerlerini ifade etmektedir.

Beyan hızı 1,5 m/s olan asansörün yapılan ölçümde ortalama 1,26 m/s hızına sahip olduğu görülmüştür. İvmelenme değerlerinde 0,408 m/s² ve ters ivmelenmede 0,324 m/s² değerleri okunmuştur. Konfor bakımından üst sınır olan 1,3-1,6 m/s² ivme değerinin altında; konfor alanında kaldığı görülmüştür. İvme değişimi (sıçrama) 0,5 m/s³ değerindedir. Bu değer konfor bakımından üst sınır olan 2,0 m/s³ değerinin altında kaldığı görülmüştür.

Kabinin pozisyonuna göre x ekseninde salınımlar olduğu ve bunların pik-pik arasında 12,2 mg ve en büyük 9,4 mg değerine ulaştığı; bu durumun konforu olumsuz etkileyebileceği görülmüştür. Özellikle son durak katlarında bu yöndeki salınımların arttığı ve seyahat kalitesini düşürdüğü tespit edilmiştir. Kabinin pozisyonuna göre y ekseninde salınımlar olduğu ve bunların pik-pik arasında ortalama 10,6 mg ve en büyük 11,0 mg değerine ulaştığı; bunun konforu olumsuz etkileyebileceği görülmüştür.

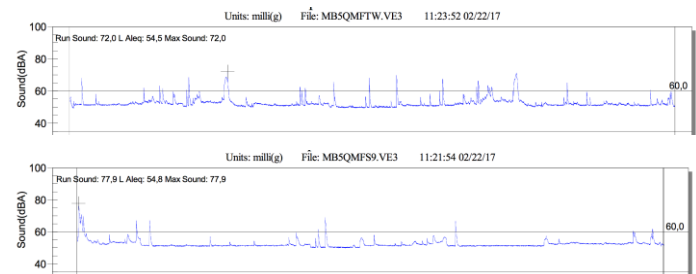
Binanın genelinde, bu yöndeki salınımların bulunduğu ve seyahat kalitesini düşürdüğü tespit edilmiştir. Kabinin pozisyonuna göre z ekseninde salınımlar olduğu ve bunların pik-pik arasında ortalama 24,5 mg ve en fazla 19,6 mg değerine ulaştığı; bunun konforu olumsuz etkileyebileceği görülmüştür. Binanın genelinde katlarda bu yöndeki salınımların bulunduğu ve seyahat kalitesini düşürdüğü tespit edilmiştir.



Şekil 7. İvmelenme ve titreşim ölçüm grafikleri.

Asansör kabini içinde yapılan gürültü ölçümlerinde ortalama alınmış en büyük 70,7 dBA değeri okunmuştur.

Binanın 5. katındaki asansör kapısı dışında kapı aç/kapa çalışmadan asansörün pas geçtiği durumda en büyük 72,0 dBA ve katta kapı aç/kapa operasyonunda en çok 77,9 dBA değeri ölçülmüştür (Şekil 8).



Şekil 8. Gürültü ölçümü grafikleri.

Kumanda panosunun olduğu 7. katta, ortalama alınmış en büyük 81,5 dBA okunmuştur. Asansör kuyusuna komşu olan yangın holünde asansörden kaynaklı ortalama alınmış en büyük 62,7 dBA değeri okunmuştur. Binanın 5. katındaki çalışma konusu konutun yatak odasında, pencereler kapalı konumdayken asansörden kaynaklı ortalama alınmış en büyük 62,2 dBA değeri, pencere açık konumdayken asansörden

kaynaklı ortalama alınmış en büyük 65,4 dBA değeri kaydedilmiştir. Asansör ve daire içi yatak odası gürültü yönünden muayene edilmiş, elde edilen ortalama alınmış en büyük gürültü ölçüm değerleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Ölçüm sonuçları.

Ölçümler ve limit değerler (dBA)	Kabin içi 0,5 m	Son kat kapı dışı 1 m	Kapı dışında 1 m		Yangın holü	Daire içi yatak odası	
			Kapı aç/kapa	Kabin pas geçme		Kapalı pencere	Açık pencere
Ölçüm	70,7	81,5	77,9	72,0	62,7	62,2	65,4
DIN 4109	-	-	-	-	-	30	30
VDI 2566-2	50	65	65	50	30	30	30
ÇGDYY*	-	-	-	-	-	35	45

Özellikle Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'ndeki* titreşim ve gürültü seviyesi sınırları dikkate alındığında ölçüm yapılan daire içindeki yatak odasında değerlerin limit değerlerin (35 dBA ve 45 dBA) üzerinde olduğu saptanmıştır. Daire içi yatak odasında kapalı pencere durumunda izin verilen sınır 35 dBA iken ölçülen değer 62,2 dBA; açık pencere durumunda izin verilen sınır 45 dBA iken ölçülen değer 45 dBA olmuştur.

Şekil 9'da asansör kuyusunda tespit edilen yapısal kusurlar görülmektedir.



Şekil 9. Yapısal kusurlar.

Söz konusu gürültü kaynaklarının binanın yapısal tasarımından ve asansör kuyusunun inşaat kusurundan kaynaklı olduğu ve bir kısım gürültünün ise asansörün mekanik sisteminin montaj hatalarından kaynaklandığı tespit edilmiştir.

4. Sonuç

Yapılan çalışma sonucunda teste tabi konuttaki asansör kaynaklı gürültünün ilgili mevzuatlarda yer alan sınır değerlerin üzerinde olduğu görülmüştür. Asansör makina üreticileri, ürün seçimi aşamasında en az gürültü ve titreşim üreten makinaları tercih etmelidirler. Özellikle montaj sonrasında ortaya çıkan gürültü kaynaklı sorunların giderilmesi büyük maliyetler gerektirir. Rayların, askıların ve diğer ana yapıyla ilişkide olan bağlantıların elastomer titreşim alıcılar vasıtasıyla montajının yapılması sağlanabilir.

Kaynakça

- Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği. (2010). R.G. T.04.06.2010 S.27601.
- Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik. (2017). R.G. T.31.05.2017 S.30082.
- Cibse. (2015). Transportation Systems in Buildings- CIBSE Guide D- 2015 (5th Edition). In: CIBSE.
- DIN. (2018). Sound insulation in buildings- Part 1: Minimum requirements. (Standart No. DIN 4109-1:2018-01).

- Jeong, A., Kim, K-W., Shin, H-K., Yang, K-S. (2017). Criteria and Characteristics of Elevator Noise in Apartments. *Applied Mechanics and Materials*, 873, 231-236. doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.873.231
- Jonovsky, L. (1986). *Elevator Mechanical Design Principles and Concepts*: Chichester: Ellis Harwood Ltd
- Landaluze, J., Portilla, I., Pagalday, J. M., Martínez, A., Reyero, R. (2003). Application of active noise control to an elevator cabin. *Control Engineering Practice*, 11(12), 1423–1431. https://doi.org/10.1016/S0967-0661(03)00077-7
- ISO. (2012). *Measurement of ride quality Part 1: Lifts (elevators)*. (Standart No. ISO 18738-1:2012).
- İmrak, C.E., Gerdemeli, G. (2000) *Asansörler ve Yürüyen Merdivenler*, Birsen Yayınevi, İstanbul
- Strakosch, G. R., Caporale, R. S. (2010). *Vertical Transportation Handbook*, 4th ed. John Wiley & Sons Inc.
- TSE. (2004). Akustik- Yapılarda hizmet donanımlarından kaynaklanan ses basınç seviyelerinin ölçülmesi- Mühendislik yöntemi. (Standart No. TS EN ISO 16032:2004)
- TSE. (2005). Akustik- Hava ile yayılan ses ve darbe sesi yalıtımının ve donanım sesinin sahada ölçülmesi- Araştırma (survey) yöntemi. (Standart No. TS EN ISO 10052:2005)
- VDI. (2011). *Acoustical design for lifts with a machine room*. (Standart No. VDI 2566 Blatt 1)
- VDI. (2011). *Acoustical design for lifts without machine room*. (Standart No. VDI 2566 Blatt 2)
- VDI. (2012). *Sound insulation between rooms in buildings- Dwellings- Assessment and proposals for enhanced sound insulation between rooms*. (Standart No. VDI 4100)