

## **SES KİRLİLİĞİNİ ÖNLEMELİK İÇİN B. A. PREFABRİKE CEPHE ELEMANLARININ ANALİZİNE YÖNELİK BİLGİSAYAR PROGRAMI MODELİ**

Mustafa TOSUN

Selçuk Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü  
KONYA

### **ÖZET**

Bu bildiriye, yapı elemanlarından beklenen performans ve davranışlar tespit edilerek, bunların standartlaştırılması yoluna gidilmiş ve bir model oluşturulmuştur. Bu model için, endüstri yapılarının cephelerinde kullanılan B.A. Prefabrike çok katmanlı cephe elemanları örnek olarak seçilmiştir. Bu örnek üzerinde geliştirilen model, “DELPHI” Program yazılımı diliyle “MT2 Prefabrike” analiz programı olarak üretilmiştir. Bu program, Borland tarafından yazılmış görsel ve bağlantısız bir yazılım programıdır[1].

Bu programdaki analizler, ısı yalıtım özelliği, koordinasyon boyutu, taşıyıcılık niteliği (statik) ve ses yalıtım özelliği ile ilgili analizlerdir ve bu analizler bir bilgisayar programı olarak üretilen “MT2 Prefabrike” ile yapılmaktadır. Ayrıca analizler arasında optimizasyonda sağlanmaktadır[2].

Bu bildiriye, endüstri bölgelerindeki ses kirliliğinin önlenmesi için, yukarıdaki analizlerden ses yalıtım analizi seçilerek, yapı cephelerindeki alınması gereken önlemler, üretim öncesine gidilerek ortaya konmaktadır. Yapım sistemi olarak, B.A. Prefabrike yapılar seçilmiş ve bunların cephe elemanları bu programda ses yalıtımı bakımından analiz edilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ses Analizi, Ses Kirliliği

### **A COMPUTER PROGRAM MODEL FOR THE ANALYSIS OF PREFABRICATED RC FRONT PANEL AGAINST SOUND POLLUTION**

### **ABSTRACT**

In this paper, by determining the performance and behaviour expected from the building units, a model has been established by standardizing these factors. As an example for this model, multi-layered reinforced concrete units used on the elevations of industrial buildings, were chosen. The model developed on this

example has been produced as an analyzing programme of “MT2 Prefabrication” by using “DELPHI” software programming. This programme is a visual and independent software programme written by Borland.

The analyses in this programme are related to the characteristic of thermal isolation, coordination dimension, loadbearing (static) and sound isolation; and these analyses are carried out with a computer software programme.

In this paper, in order to prevent the sound pollution occurred in the industrial areas, among the analyses mentioned above, the analysis of sound isolation has been chosen, and the necessary precautions taken for building elevations are put forward by going back to before the production. As the building system, the building built of reinforced concrete prefabrication has been chosen; and their elevation units are analyzed in this programme in terms of sound isolation.

**Key words:** Sound Analyses, Sound Pollution

## 1. BETONARME PREFABRİKE CEPHE ELEMANLARININ SES DAVRANIŞI ANALİZİ

Ses yalıtımı analizi ısı, statik ve boyutlandırma analizlerinden sonra yapılması gereken bir analizdir. Eğer yapının inşa edildiği bölge itibariyle, birinci öncelik gürültü kirliliği ise, eleman kesiti ses analizlerine bağlı olarak öncelikli tahkik edilebilir. Bunun dışında ses analizi bu değerlendirme programında diğer analizlerden çıkan boyutlandırmaya göre yapılır. Ses yalıtımı uygun hale getirilinceye kadar yalıtım değişkenlerinde gerekli düzenlemeler yapılabilir. Bu değişkenler ayrıca geri dönüşlerle (feed back), diğer analizlere yansıtılır ve tüm programda optimizasyon sağlanabilir. Programın bütün analizlerinde kullanılan akış şeması Şekil 1’de görülmektedir.

B.A. Prefabrike Cephe Elemanlarında Ses yalıtım analizi hesaplarının yapılabilmesi için, cephe elemanının Kapı/Pencere boşluğunun var olup olmadığına karar verilmelidir. Çünkü bu seçeneğin durumuna göre hesap yöntemi ve formülleri değişmektedir.

**Örnek:** (Şekil 2 ‘deki eleman kesitine göre)

$$R_0 = 10x \log \frac{1}{(fr^4 / f^4) + nx\sigma} \Rightarrow \text{Formülünden cephe elemanının ses}$$

yalıtımı bulunur.

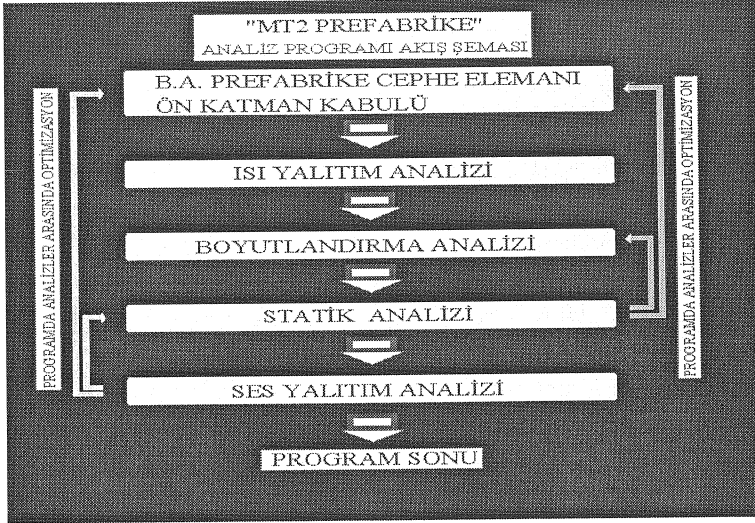
$R_0$ = B.A. Prefabrike cephe elemanının ses direnci (dB)

$fr$ =sınır frekansı (Hz)

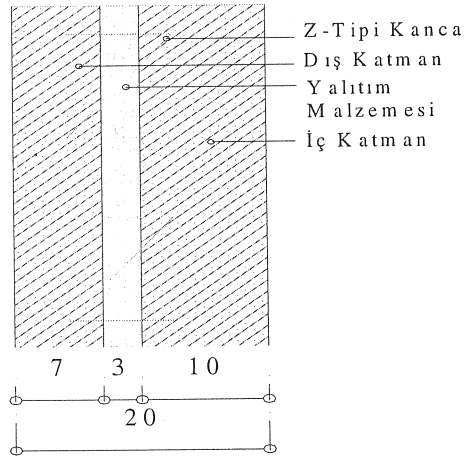
$f$  =frekans (Hz)

$n$  = ses köprüsü adedi

$\sigma$  = ses ışıtım derecesi (ses köprüsü)



Şekil 1: "MT2 Prefabrike" Programı Akış Şeması



Şekil 2: Programda Ses yalıtımı için Kullanılan Cephe Elemanı Kesit

$$\sigma = (8 / \pi^2) \times [c^2 / (fg^2 \times s)]$$

c = ses köprüsü oluşturan donatının ses yayılma hızı (m/sn) [3].

s = ses köprüsü oluşturan donatı çeliğinin alanı (cm<sup>2</sup>)

fg = ön katmanın (dış katmanın-beton) sınır frekansı (Hz)

$$fg = c^2 / (2 \times cL \times d1)$$

cL = uzunluk yönünde, boylama dalgaların yayılma hızı (m/sn) [4]

d1 = dış katman (beton) kalınlığı (cm)

c = dış katman (beton) ses yayılma hızı (m/sn) [3].

fr =  $500 \times \sqrt{\dot{S} [(1 / M_1) + (1 / M_2)]}$  (hz) sınır frekansı

$$\dot{S} = E/d$$

$\dot{S}$  = Yalıtım malzemesinin dinamik dirençliliği (kg/cm<sup>2</sup>)

E = Yalıtım malzemesinin esneklik modülü (N.M<sup>3</sup>)

d = Yalıtım malzemesinin kalınlığı (cm)

M<sub>1</sub> ve M<sub>2</sub> = Dış ve iç katmanın birim ağırlığı (kg/cm<sup>2</sup>)

7 cm. için [(2500 kg/m<sup>3</sup>)/100] x 7 = 175 kg/cm<sup>2</sup>

10 cm. için [(2500 kg/m<sup>3</sup>)/100] x 10 = 250 kg/cm<sup>2</sup>

Örnek 1. Cephe Elemanında Kapı pencere boşluğu yok ise;

$$R_0 = 10x \log \frac{1}{(fr^4 / f^4) + (nx\sigma)}$$

$$\Rightarrow 10x \log \frac{1}{(32^4 / 125^4) + (4x1)} \Rightarrow R_0 = 23,3dB$$

Formülde kullandığımız sınır frekansı (fr) hesaplayacak olursak;

$$fr = 500 \times \sqrt{0,44 \times [(1/175) + (1/250)]} \Rightarrow fr = 32Hz$$

Formülde kullandığımız yalıtım malzemesinin dinamik dirençliliği (ks/cm<sup>2</sup>);

$$\dot{S} = \frac{(1,3 \times 10^5)}{3} \Rightarrow 0,44kg / cm^2$$

$$\sigma = (8/\pi^2) \times [340^2 / (21411^2 \times 2,01)] \Rightarrow \sigma = 0,00011$$

$$\dot{S} = \Phi 16 \Rightarrow 0,8^2 \times 3,14 \Rightarrow \dot{S} = 2,01 cm^2$$

$$\sigma = (8/\pi) \times [c^2 / (2.c.l.d)] \Rightarrow \sigma = (8/3,14) \times [4.000^2 / (2.3400 \times 0,07)] \Rightarrow \sigma = 21411$$

Pencere/kapı boşluğu olmayan bir cephe elemanı (kesit, genişlik ve yükseklikleri diğer analizlerden alınmıştır);

R<sub>0</sub> = 23,3 dB 'lik bir ses yalıtım sağlamaktadır.

Endüstri bölgeleri için gece (22–06 saatleri arası) saatlerinde kabul edilebilir ses seviyesi

22–06 saatleri arası =< 60dB olduğuna göre[5];

60+23,3 = 83,3 dB'lik bir dış gürültüye karşı yapı uygundur.

Aynı elemanı için gündüz (06–22 saatleri arası) saatlerinde kabul edilebilir ses seviyesi

06–22 saatleri arası <= 50 dB olduğuna göre[5];

50+23,3=73,3 dB'lik bir gürültüye uygun bir ortam hazırlanmış olacaktır.

Örnek 2. Cephe Elemanında Kapı pencere boşluğu var ise;

$$R_{kp} = R_0 - \left[ 10 \cdot \log \left( 1 + \left( \frac{f_1}{f_0} \right) x \left( 10^{(R_0 - R_1)/10} - 1 \right) \right) \right] dB \text{ olur.}$$

Burada;

$R_{kp}$ =Kapı/Pencere boşluğu olan cephe elemanının ses yalıtımı davranışı(dB)

$R_0$ = kapı ve penceresiz cephe elemanının ses yalıtım değeri (dB)

$R_1$ =kapı ve pencerenin ses yalıtım değeri (dB) (ses sönüm ölçüsü)

$f_1$  =kapı pencerenin yüzey alanı (m<sup>2</sup>)

$f_0$ =cephe elemanının yüzey alanı (kapı/pencere dahil) (m<sup>2</sup>)

Basit pencere  $R_1$ =<25 dB (ses yalıtım değeri)

Muntabık pencere  $R_1$ =<30 dB (ses yalıtım değeri ) (elastik şeritli)

Çift kanatlı pencere  $R_1$ =<40 dB (ses yalıtım değeri ) (elastik şeritli)

Cephe elemanından 100cm x100cm =1,0 m<sup>2</sup> 'lik pencere olsun.

Cephe elemanı (2,40x4,00) olsun =9,6 m<sup>2</sup>

$$R_{kp}=23-[10 \cdot \log(1+(1/9,6) \times (10^{(23-30)/10}-1))] \quad R_{kp}=21,5 \text{ dB olur.}$$

Kapı/Pencere boşluğu olan bir cephe elemanı için bulunan bu değer "MT2 Prefabrikte" programında değerlendirilecek ve uygunluğu test edilecektir.

Endüstri bölgeleri için gece (22–06 saatleri arası) saatlerinde kabul edilebilir ses seviyesi;

22–06 saatleri arası =< 60dB olduğuna göre[5];

50+21,5 = 71,5 dB'lik bir dış gürültüye karşı yapı uygundur.

Aynı elemanı için gündüz(06–22 saatleri arası) saatlerinde kabul edilebilir ses seviyesi;

06–22 saatleri arası <= 60 dB olduğuna göre[5];

60+21,5=81,5 dB'lik bir gürültüye uygun bir ortam hazırlanmış olacaktır.

### 1.1. B.A. Prefabrikte Cephe Elemanlarının Ses Davranışı Analizi Örneği

Endüstri yapılarının cephelerinde kullanılan B.A. Prefabrikte Cephe Elemanlarının boyutsal analizleri yapılırken, kesit boyutunun belirlenmesinde, ele alınması gereken diğer bir konu da, elemanın ses yalıtım performansıdır. Eleman kesitinin ses performansının ölçülmesinde programa bazı verilerin girilmesi gerekmektedir. Bunlar;

Dış Hava Sesi (dB): Cephe elemanının yüksek şiddetteki bir sesi, hangi seviyede sönümleyebildiğini ölçebilmek için, dış hava sesinin veri olarak programda "Dış Hava Sesi(dB)" penceresine girilmesi gerekmektedir.

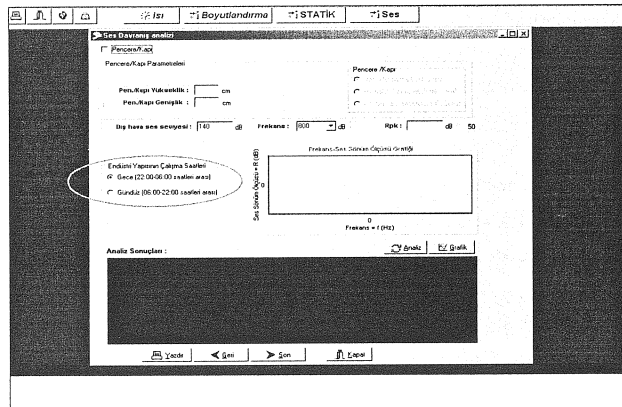
Frekans(fr): Ortam frekansının ölçülerek, elde edilen değer, programdaki "frekans (fr)" penceresine eklenmesi gerekmektedir.

Endüstri Yapısının Çalışma Saatleri: Endüstri yapısının içinde geçen faaliyetlerin, gece veya gündüz ortamlarından, hangisinde yürütüleceğine karar verilerek, program penceresinde belirtilen seçeneklerin işaretlenmesi gerekir(Şekil 3). Çünkü program bu iki ayrı ortam için, ayrı ses düzeyi hesaplayacak ve analizlerini de ayrı yapacaktır. Eleman kesiti, bu dış hava sesine karşı, içeride uygun çalışma ortamı hazırlayacak şekilde boyutlandırılacaktır.

Cephe elemanının ses sönüm ölçüsü (Rpk) hesapları;

1.Gece (22.00–06.00 saatleri arası) Rpk < 50 dB

2.Gündüz (06.00–22.00 saatleri arası) Rpk < 60 dB [5], olacak şekilde yapılacak ve ancak bu şartları sağlayan kesite uygun analiz raporu verecektir....



Şekil 3: Ses Yalıtım analizi için programda “Çalışma Saatleri” penceresi

## 1.2. Analiz Sonuçları

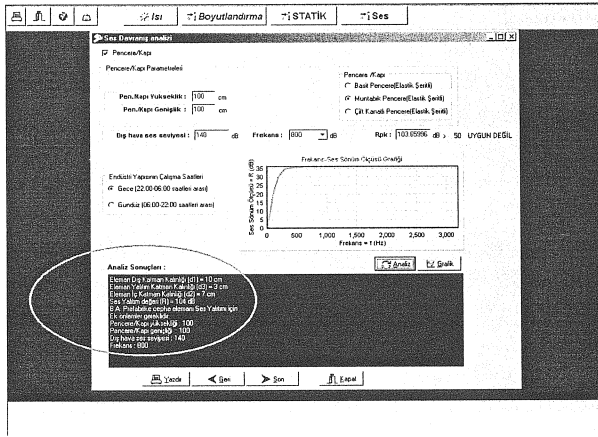
Bu bölüm daha önceki tahkiklerde olduğu gibi (Isı, Boyutlandırma, Statik) program için, her bölümün bir değerlendirilmesinin yapıldığı bölümdür (Şekil 4). Çıkan sonuca göre, varsa alınması gereken tedbirleri gösterir. Yukarıdaki örnekte olduğu gibi, cephe elemanının ses yalıtım performansı yeterli değil ise ve “Uygun Değildir” iletisi alınmışsa, Analiz Sonuçları bölümünde, tedbir almak gerekli uyarısı alınacaktır. Bu tedbirler; Ses yalıtım malzeme kalınlığı, yeterli seviyeye ulaşmıyca kadar artırılabilir.

Cephe elemanındaki kapı/pencere boşluğu küçültülebilir veya mümkün olabiliyorsa kaldırılabilir,

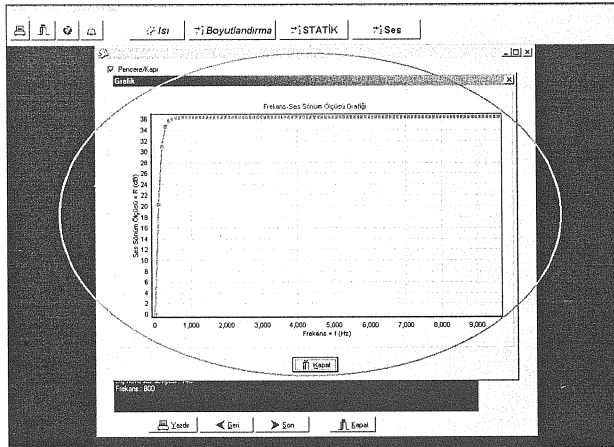
Kapı/pencere birleşim tekniği seçenekleri gözden geçirilebilir,  
Frekans düşürülebilir,  
Dış ortam ses seviyesi düşürülebilir.

### 1.3. Ses Sönüm Ölçüsü / Frekans Grafiği

Cephe elemanının ses yalıtım performansı “Analiz” komut düğmesi ile yapıldıktan sonra elemanın son bulunan uygun değerleri esas alınarak programda “Ses Sönüm Ölçüsü (R=dB) ile Frekans (f=Hz) Grafiği” çizilecektir(Şekil 5).



Şekil 4: Programda, Ses yalıtımı için “Analiz Sonuçları” penceresi



Şekil 5: Programda, Ses yalıtımı için “Grafik” penceresi

## 2. SONUÇ

Ses yalıtımı ile yapı içinde yaşayanları veya yapıdan çıkan ses nedeniyle oluşan gürültüden dışarıdaki insanları korumak gerekliliği düşüncesine cevap verilmiştir. Bunun model olarak üretilmesi ile daha çok üretimin bant sistemine indirgendiği endüstrileşmiş yapım sistemlerinde uygulama amacını taşımaktadır. Oluşturulan bu model ile yapılar gürültü kirliliğinden korunmuş olmaktadır.

Endüstri yapıları bu model için seçilmiş ve hazırlanan “MT2 Prefabrike” bilgisayar programı ile yukarıda şekilleri de görüldüğü gibi cephe elemanlarının analizleri yapılmıştır. Bu model bundan sonraki çalışmalarda geliştirilerek bütün yapılar için uygulanması düşünülmektedir. Elde edilen bu bilgisayar yazılımının, üretici kuruluşların faydalanması amacına yönelik kullanılması da mümkündür.

## KAYNAKLAR

- 1- Lantim, D., “Delphi 3” Computer Software, Eyrolles, Paris, (1998)
- 2- Tosun, M., Endüstri Yapılarının Cephelerinde Kullanılan Taşıyıcı Olmayan B.A. Prefabrike Çok Katmanlı Elemanların Boyutlandırılmasına Yönelik Bir Model Önerisi, Doktora Tezi, İTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2002)
- 3- Baldaş, A., ve Kantar, F., Yapı Fiziği, Sermet Matbaası, İstanbul, (1975)
- 4- Özer, M., “Yapı Akustiği ve Ses Yalıtımı”, Arpaz Matbaacılık, İstanbul, (1979)
- 5- Young, R.W., “Optimum Levels for Reporting Community Noise”, Private Communication, U.S.A. Washington, (1988)