

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GEMİ HACİMLERİNDEKİ GÜRÜLTÜ SEVİYELERİNİN
DENEYSEL VE SAYISAL İNCELENMESİ**

Gemi İnş. Ve Gemi Mak. Müh. Ayberk AYBEK

**FBE Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. İsmail BAYER (YTÜ)
İkinci Tez Danışmanı : Prof Dr. Ahmet ERGİN (İTÜ)**

İSTANBUL, 2011

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ.....	iii
KISALTMA LİSTESİ.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
ÖNSÖZ	viii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. GİRİŞ	1
2. SES ve GÜRÜLTÜ.....	2
3. İLETİM YOLLARINA GÖRE GÜRÜLTÜ ÇEŞİTLERİ.....	8
4. GEMİ AKUSTİĞİ	10
4.1 Gemi Hacimlerinde Gürültü Oluşturan Kaynaklar	14
4.2 Gemi Akustiği Dizayn Akış Şeması	15
4.3 Gemi İnşaa Sanayiinde Kullanılan Gürültü Kriteri	16
5. GÜRÜLTÜ HESAPLAMALARI İÇİN KULLANILAN SAYISAL YÖNTEMLER	18
5.1 İstatiksel Enerji Analiz (İEA) Metodu.....	19
5.2 Akustik Analiz Programı Designer Noise ‘a Genel Bakış.....	21
6. SAYISAL ÇALIŞMA.....	25
6.1 10500 DWT‘ luk Kimyasal Tankerin Akustik Modeli ve Analizi	25
6.1.1 Gürültü Kaynaklarının Akustik Modele Tanımlanması	27
6.2 Akustik Analiz ve Sonuçları	32
6.3 10500 DWT‘ luk Kimyasal Tankerin Gürültü Ölçümü.....	49
7. SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRME	54
KAYNAKLAR	56
ÖZGEÇMİŞ	57

SİMGE LİSTESİ

a	Titreşim ivmesi
a_0	Referans titreşim ivmesi
E_i	i.alt sisteme ait frekans bandındaki zaman ortalama titreşimsel fiziksel enerji
E_j	j.alt sisteme ait frekans bandındaki zaman ortalama titreşimsel fiziksel enerji
f	Oktav bandının merkez frekansı
L_a	Titreşim ivmesi seviyesi
L_p	Ses basıncı seviyesi
L_t	Toplam ses basıncı seviyesi
L_v	Titreşim hızı seviyesi
L_w	Ses gücü
n_i	i.alt sisteme ait modal yoğunluk
n_j	j.alt sisteme ait modal yoğunluk
n_k	Modal yoğunluk
P	Ses basıncı
P_0	Referans ses basıncı
P_t	Anlık ses basıncı
P_{12}	1. alt sistemden 2. alt sisteme olan güç akışı
P_1	1. alt sistem güç girdisi
P_2	2. alt sistem güç girdisi
W_0	Referans güç düzeyi
W	Güç düzeyi

KISALTMA LİSTESİ

AB	Airborne Noise
CLF	Coupling Loss Factor
DWT	Dead Weight
IEA	İstatiksel Enerji Analiz Yöntemi
IMO	İnternational Maritime Organizaton
SB	Primary Structureborne Noise
SEA	Statistical Energy Analysis
SSB	Secondry Structureborne Noise

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1	Sesin bir engelle karşılaşması durumu	3
Şekil 2.2	Ses basıncı örnekleri (Taşel, 2005).....	5
Şekil 2.3	A, B, C ve D filtrelerinin spektrumu	6
Şekil 3.1	İletim yollarına göre gürültü çeşitleri	8
Şekil 4.1	Titreşim takozu görünümü örneği	10
Şekil 4.2	Titreşim takozu görünümü örneği	11
Şekil 4.3	Boru bağlantısı görünümü	12
Şekil 4.4	Boru bağlantısı görünümü	12
Şekil 4.5	Boru bağlantısı görünümü	12
Şekil 4.6	Akustik izolasyon görünümü.....	13
Şekil 4.1.1	Pervane gürütüsü başlagıcı görünümü.....	14
Şekil 4.2.1	Gemi akustiği dizayn akış şeması.....	15
Şekil 4.3.1	Personel gürültü dayanım limit eğrisi (IMO A 468, 2005)	17
Şekil 5.1	Gürültü ve titreşim hesaplarında kullanılan metodların görünümü (Fischer, 2006).....	18
Şekil 5.1.1	İki alt sisteme ait güç denge hesabı görünümü.....	20
Şekil 5.2	Frekans skalasına göre yöntem çeşitleri grafiği	19
Şekil 5.2.1	Pervane ve Ana makina model görünümü.....	23
Şekil 6.1.1	Akustik analiz için hazırlanan model görünümü	25
Şekil 6.1.2	Kimyasal Tankerin gerçek görünümü	25
Şekil 6.1.3	Model perspektif görünümü	26
Şekil 6.1.4	Model baştan-kıça bakış görünümü.....	26
Şekil 6.1.1.1	Ana makina ve pervane model görünümü	27
Şekil 6.1.1.2	Dizel Jeneratör model görünümü	29
Şekil 6.1.1.3	Klima cihazı model görünümü	30
Şekil 6.1.1.4	Havalandırma fanları model görünümü.....	31
Şekil 6.2.1	Köprüüstü güvertesi görünümü	32
Şekil 6.2.2	Köprüüstü güvertesi sonuçları	33
Şekil 6.2.3	İkinci güverte görünümü	33
Şekil 6.2.4	1Man 2_3 mahallinin sonuçları	34
Şekil 6.2.5	1. Officer bedroom mahallinin sonuçları.....	35
Şekil 6.2.6	1. Officer dayroom mahallinin sonuçları.....	35
Şekil 6.2.7	Captain bedroom mahallinin sonuçları.....	36
Şekil 6.2.8	Captain dayroom mahallinin sonuçları.....	36
Şekil 6.2.9	Meeting room mahallinin sonuçları.....	37
Şekil 6.2.10	Chief engine dayroom mahallinin sonuçları.....	37
Şekil 6.2.11	Chief engine bedroom mahallinin sonuçları.....	38
Şekil 6.2.12	2. Engine dayroom mahallinin sonuçları	38
Şekil 6.2.13	2. Engine bedroom mahallinin sonuçları	39
Şekil 6.2.14	1 Man 2_1 mahallinin sonuçları	39
Şekil 6.2.15	1Man 2_2 mahallinin sonuçları	40
Şekil 6.2.16	Kıç güverte görünümü	40
Şekil 6.2.17	Deck office mahallinin sonuçları.....	41
Şekil 6.2.18	Cargo control room mahallinin sonuçları	42
Şekil 6.2.19	Officer dining room mahallinin sonuçları	42

Şekil 6.2.20	Crew dining room mahallinin sonuçları	43
Şekil 6.2.21	Galley mahallinin sonuçları.....	43
Şekil 6.2.22	A.C. room mahallinin sonuçları	44
Şekil 6.2.23	Ana güverte görünümü	44
Şekil 6.2.24	ECR&Engine office mahallinin sonuçları	45
Şekil 6.2.25	Üstplatform güvertesi görünümü.....	45
Şekil 6.2.26	Engine room 1 mahallinin gürültü sonuçları	46
Şekil 6.2.27	Tanktop güvertesi görünümü.....	46
Şekil 6.2.28	Engine room_1 mahallinin gürültü sonuçları	47
Şekil 6.3.1	Köprüüstü güvertesi görünümü	49
Şekil 6.3.2	İkinci güverte görünümü	50
Şekil 6.3.3	Kıç güverte görünümü	51
Şekil 6.3.4	Ana güverte görünümü	51
Şekil 6.3.5	Üst platform güvertesi görünümü.....	51
Şekil 6.3.6	Tanktop güvertesi görünümü.....	51
Şekil 7.1	Analiz-Ölçüm karşılaştırma grafiği	55

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1	Ses basınç seviyeleri örnekleri	5
Çizelge 2.2	Frekanslara karşılık gelen dB, dB(A) farkı	7
Çizelge 4.3.1	IMO A. 468 Gürültü limitleri tablosu.....	16
Çizelge 6.1.1	10500 DWT’luk Kimyasal Tankerin Ana Boyutları	25
Çizelge 6.1.1.1	Anamakina gürültü ve titreşim değerleri.....	27
Çizelge 6.1.1.2	Dizel Jeneratör gürültü ve titreşim değerleri	28
Çizelge 6.1.1.3	Klima cihazı gürültü ve titreşim değerleri.....	29
Çizelge 6.1.1.4	Havalandırma fanları gürültü ve titreşim değerleri	30
Çizelge 6.1.1.5	Egzos gürültüsü değeleri	31
Çizelge 6.2.1	Köprüüstü güvertesi mahal listesi	32
Çizelge 6.2.2	İkinci güverte mahal listesi.....	34
Çizelge 6.2.3	Kıç güverte mahalleri listesi.....	41
Çizelge 6.2.4	Ana güverte mahal listesi	45
Çizelge 6.2.5	Üstplatform güvertesi mahal listesi	46
Çizelge 6.2.6	Tanktop güvertesi mahal listesi.....	47
Çizelge 6.2.7	Mahal sonuçları ve ritere göre değerlendirme tablosu	48
Çizelge 6.3.1	Köprüüstü güvertesi sonuçları.....	50
Çizelge 6.3.2	İkinci Güverte mahalleri sonuçları	50
Çizelge 6.3.3	Kıç güverte mahalleri sonuçları.....	51
Çizelge 6.3.4	Ana güverte mahalleri sonuçları	52
Çizelge 6.3.5	Üst platform güvertesi mahalleri sonuçları	52
Çizelge 6.3.6	Tanktop güvertesi mahalleri sonuçları	53
Çizelge 7.1	Gürültü analizi ve Ölçüm sonucu karşılaştırma tablosu.....	54

ÖNSÖZ

Bu çalışmayı hazırlamam sırasında bana her türlü desteği veren danışman hocalarım Prof. Dr. Ahmet Ergin'e ve Yrd. Doç. Dr. İsmail Bayer'e, her türlü konuda yardımcı olan Doç. Dr. Fahri Çelik'e, bu çalışmam sırasında gerekli imkanı sağlayan değerli RMKMARİNE yöneticilerime ve Aysu SAVAS'a teşekkür ederim.

ÖZET

Bu çalışmada, gemi yapılarında oluşan gürültü, gürültü kaynakları ve gürültüyü önlemek için yapılması gerekenler tanımlanmıştır. 10500 DWT' luk tankerin İstatiksel Enerji Analiz yöntemi kullanılarak gürültü analizi yapılmış ve analiz sonucu alınan sonuçlar sunulmuştur. Tankerin inşaatı sonrası yapılan gürültü ölçüm sonuçları verilmiş ve ölçüm sonucu alınan gürültü seviyesi değerlerinin sayısal analiz sonuçlarıyla karşılaştırılıp, kullanılan sayısal yöntemin deneysel sonuçlara göre değerlendirilmesi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gemi, gürültü, İstatiksel Enerji Analiz yöntemi

ABSTRACT

In this study, what has to be required to do has been defined to prevent the noises and the source of noises created in ship structures. Noise analysis of 10500 DWT tanker has been done by using the method of Statistical Energy Analysis and the analysis results obtained have been submitted. The noise measuring results obtained just after the tanker has been built are given and the values of noise levels obtained at the end of the measuring have been compared with numerical analysis results, and numerical method which was used evaluation has been done according to the experimental results.

Key words: Ship, noise, Statistical Energy Analysis method

1. GİRİŞ

Gürültü; hemen hemen her iş kolundaki ortak sorunların başında gelir. Diğer iş kollarına kıyasla deniz yapılarında gürültü hesaplamalarını yapmak ciddi zorlukları içeren bir konudur.

İnsanların işitme sağlığını ve sağlığını olumsuz yönde etkileyen, fizyolojik ve psikolojik dengesini bozan iş performansını, verimini azaltan bir konudur. Bu yüzden yeni inşaa edilen gemi yapılarında gürültünün gemi adamlarının çalışmasını engellemeyecek, insan sağlığına ve gemi yapısına zarar vermeyecek, konforu etkilemeyecek şekilde tanımlanması ve buna göre tasarlanması oldukça önemlidir.

Gemi yapılarında oluşan gürültüyü limitler dahilinde tutmak için etkili ve pratik çözüm araçlarına ihtiyaç vardır. Bu tip çözüm araçlarıyla dizayn aşamasında var olabilecek durumu tespit edip , gürültü kaynaklarından akustik izolasyon malzemesi seçimine , gemi yapısından malzeme maliyetine kadar bir çok parametre arasında optimizasyon yapmak mümkün olabilir.

Bu çalışmada gemi yapılarında oluşan gürültüyü tanımlama ve dizayn aşamasında sayısal yöntem kullanılarak uygulaması yapılan gürültü analizinin, inşaa sonrası gürültü ölçümlerinin yapılması ve ölçüm sonucu alınan değerlerin sayısal analiz sonuçlarıyla kıyaslanıp daha sonraki çalışmalara referans olması hedeflenmiştir.

Gürültü problemlerinin analizinde İstatiksel Enerji Analiz (Statistical Energy Analysis) algoritmaları günümüzde her türlü ortam için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemin tercih edilmesindeki en önemli sebep işlem süreleri uzun algoritmalara göre, hesapları yaparken ki uygulama kolaylığı ve işlemi kısa sürede gerçekleştirmesidir. Bir diğer etken ise uygulanabildiği frekans aralığının oldukça geniş olması ve üç boyutlu değişken titreşim ve gürültü iletişim kanallarını kullanarak sonuca gitmesidir. Ancak doğru sonuçlar elde edebilmek için İEA (İstatiksel Enerji Analiz) uygulamasının çok hassas bir şekilde kurgulanması gerekir. Akustik eleman boyutları, gürültü kaynakları girdileri çok dikkatli bir şekilde tanımlanmalıdır.

2. SES ve GÜRÜLTÜ

İnsan kulağında işitme duyusunu uyaran, titreşim yapan bir kaynağın hava basıncında oluşturduğu dalgalanmalarla meydana gelen fiziksel olaya ses denir. İnsan kulağı 20 Hz ile 20.000 Hz. arasındaki sesleri işitebilir. Sesin işitilebilmesi için , şiddetinin belli bir düzeye erişmesi gerekmektedir. İnsan sesleri ise 250-500-1000-2000 Hz.'lik frekanslarda yer almaktadır. Eğer bu ses dalgası gelişi güzel bir spektrumda yer alıyorsa, ya da diğer bir deyişle istenmeyen bir ses ise buna gürültü adı verilir. Bir sesin gürültü olup olmadığı ses düzeyine bakılarak belirlenir.

Gürültü bir ses kaynağından yayılan güçtür ve sonucunu ses basıncı olarak gösterir. Gerçek neden ses gücüdür. Bizim duyduğumuz ses basıncıdır, ancak bunun nedeni ses kaynağının yaydığı ses gücüdür. İnsanların duyma yeteneği ile ilgili fiziksel büyüklük, ses basıncıdır. Bu nedenle sese karşı insanların verdiği tepkiyi incelemek için ses basıncı ölçülür. Ancak bir makinanın ne kadar gürültülü çalıştığını belirlemek için ses basıncı ölçümünden yararlanmak mümkün değildir. Çünkü ses basıncı kaynağa olan uzaklığa ve çevrenin (ses alanının) akustik özelliklerine (ses alanının büyüklüğüne ve yüzeylerin ses yutma özelliklerine) bağlıdır. Fakat ses gücü çevre özelliklerine fazla bağlı değildir ve ses kaynağının yaydığı gürültüyü bulmak için ses gücü ölçülür. Ses gücü ölçümünün nedeni, gürültü kaynaklarının yaratacakları gürültü düzeyinin saptanmasıdır.

Gürültünün yayılması: Bir yapıda gürültünün yayılmasındaki ana etkenlerden biri de yapının titreşimidir. Bu titreşimler hız, ivme ve deplasman olarak ifade edilir.

Yapıdaki titreşim hızı (L_v) denklem (2.1) , titreşim ivmesi (L_a) denklem (2.2) 'ye göre belirlenir.

$$L_v = 20 \log \left(\frac{v}{v_0} \right) (dB) \quad (2.1)$$

dB: Desibel

v: Ölçülen titreşim hızının rms değeri

rms: Hız değerlerinin karelerinin toplamının karekök değeri

$v_0, 10^{-9}$ m/sn referans titreşim hız değeri

$$L_a = 20 \log \left(\frac{a}{a_0} \right) (dB) \quad (2.2)$$

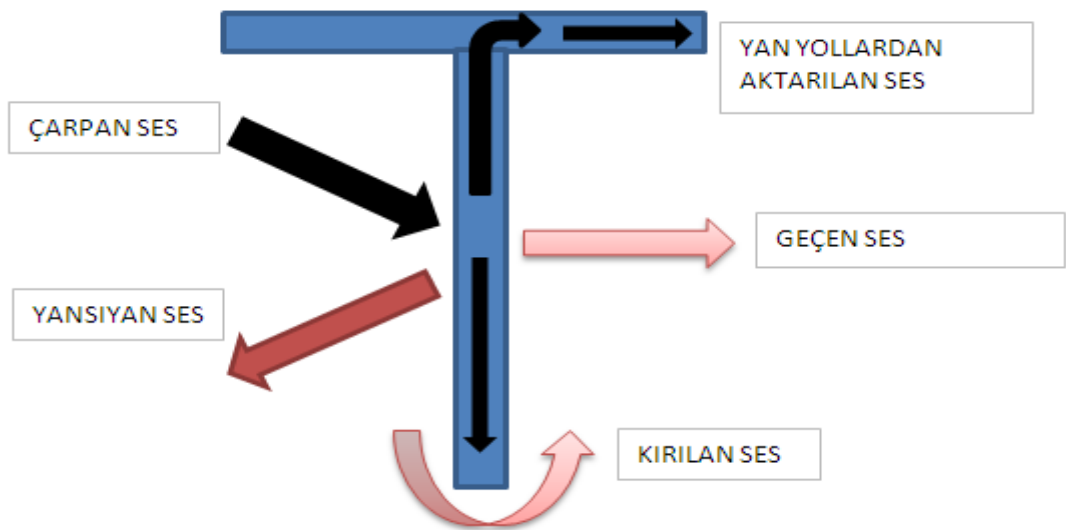
a , ölçülen titreşim ivmesi rms değeri

a_0 , 10^{-9} m/sn^2 referans titreşim ivme değeri

Sesin yansımaları: Ses yayılırken bir yüzeye çarptığında yüzey geometrisine ve yüzey cinsine bağlı olarak enerjisinin bir kısmını kaybeder, bir kısmı yutulur, bir kısmı da yansıma kurallarına bağlı olarak yansır.

Ses insan kulağında 1/15 sn kadar etki bırakır. Kulağa gelen ses 22 metreden yakın bir yüzeye çarparsa iki ses dalgası tek ses olarak, eğer yansıtan duvar 34 metreden daha uzak olursa bu sesi insan kulağı yankı olarak duyar.

Sesin kırılması: Ses dalgaları yüzey üzerindeki bir boşluktan geçebilir. Geçtiği boşluğun genişliği dalga boyuna eşitse, boşluktan geçen ses dalgası 180 derecelik bir açıyla kırılarak, yeni bir ses kaynağı olarak yoluna devam eder. Duyulabilen seslerin dalga boyu 0.02-20 metre arasındadır. Aralıklı bir kapıdan dalga boyu 3 -5 santimetre olan sesler kırılmadan, dalga boyu 20 metre olan sesler kırılıp yön değiştirerek geçerler. Boşluğun genişliği dalga boyundan büyükse, ses dalgası kırılmaya uğramadan yoluna devam eder. Sesin bir engelle karşılaşması durumu Şekil 2.1’ de gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Sesin bir engelle karşılaşması durumu

Desibel: Gürültünün değerlendirme ölçüsü ve işitmeye olan tesiridir. Sağlıklı bir insan kulağının ayırt edebileceği en zayıf ses 20 mPa (mikro Pascal) dır. Bu değer çok küçüktür. Ancak insan kulağı ses basıncını bir milyon kez daha hassas şekilde ayırt etme yeteneğine sahiptir. Bu nedenle, ses Pa cinsinden ölçülecek olursa, başa çıkılamayacak kadar büyük rakamlar ortaya çıkar. Bunu önlemek için desibel (dB) birimi kullanılır. Logaritmik bir ifadedir. Referans düzeyi olarak duyma eşiği olan 20 mPa'ı alır. Bu sıfır desibeldir

Ses basıncı: Ses, kulak zarıyla temasta bulunan havanın basıncının değişimiyle algılanır. Bu nedenle, bir ses kaynağının ses gücünden daha çok belli bir noktada yarattığı ses basıncı önemlidir. Ses basıncı düzeyi denklem (2.3)'de tanımlanır.

$$dB = 10 \log \left[\frac{P_{rms}^2}{P_{ref}^2} \right], \quad dB = 20 \log \left[\frac{P_{rms}}{P_{ref}} \right] \quad (2.3)$$

Burada P_{rms} , ses basıncının kareler ortalamasının karekökü (root mean square) denklem..(2.4)'te gösterilmiştir.

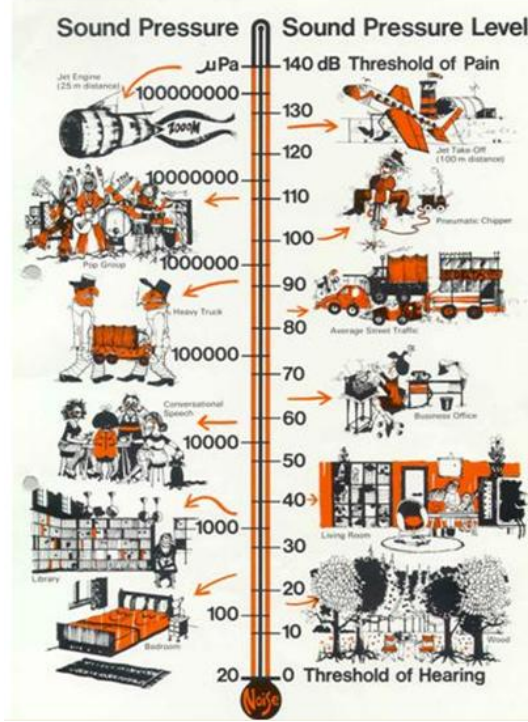
$$P = \left(\frac{1}{T} \int_0^T P_{(t)}^2 dt \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2.4)$$

P , rms ses basıncı (Pa)

$P_{(t)}$, t zamanındaki anlık ses basıncı (Pa)

T , toplam ölçüm süresi (sn)

P_{ref} ; uluslararası referans basıncı olarak kabul edilen 20 mikro Pascal ($20 \times 10^{-6} \text{ N/m}^2$) dır. 20 mikropaskalın referans değer olarak seçilme nedeni; ortalama genç bir yetişkinin frekansı 1000 Hz olan bir ses dalgasını duyabilmesi için en az $20 \times 10^{-6} \text{ Pa}$ değerinde bir basıncın gerekmesidir. Yani 1000 Hz'deki duyma referans olarak alınmıştır. Ses basınç örnekleri Şekil 2.2' de ve Çizelge 2.1' de gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Ses basıncı örnekleri (Taşel, 2005)

Çizelge 2.1 Ses basınç seviyeleri örnekleri

Şok Dalgaları	$\geq 101325 \text{ Pa}$	$\geq 194 \text{ dB}$
Krakatao Volkanı 160 km'de	20000 Pa	180 dB
0.30 Kalibre tüfek 1 metrede	7265 Pa	171 dB
Jet Motoru 30 metrede	632 Pa	150 dB
Acı eşiği	63.2 Pa	130 dB
Pnömatik tabanca 1 metrede	2 Pa	100 dB
1 metrede Konuşma seviyesi	0.002-0.02 Pa	40-60 dB
Sessiz Oda	0.0002-0.0006 Pa	20-30 dB
İşitme Eşiği	0.00002 Pa (20 μ Pa)	0 dB

SesGücü: Ses Güç Düzeyi : Ses kaynağından yayılan toplam akustik güçtür. Matematiksel olarak denklem (2.5)'te tanımlanır. Birimi desibeldir.

$$L_w = 10 \log \left[\frac{W}{W_0} \right] \quad (2.5)$$

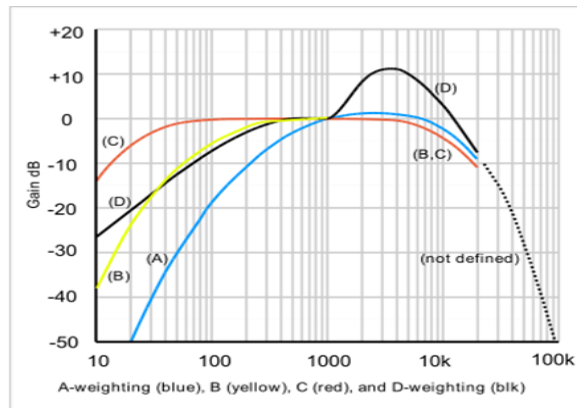
W_0 ; referans güç düzeyidir ve $W_0=10^{-12}$ W/m² değerindedir.

1 W/m² ses gücü 120 dB ses seviyesine denk gelir. Ses güç düzeyi direkt olarak ölçülemeyip matematiksel hesaplamalar sonucu bulunur. Bulunan değer sesin kaynağına bağlı olup alınan mesafeye bağlı değildir.

Logaritmik Ses Seviyelerinin Toplamı: Logaritmik ses seviyelerin toplamı denklem (2.6) 'da tanımlanır.

$$L_t = 10 \log \left[\left\{ \sum_{i=1}^n 10^{L_i/10} \right\} \right] \quad (2.6)$$

Filtreler ve dB (A); Basınç değişimlerinin genliğini desibel ile ifade ettiğimiz zaman, artık ses basıncından değil, ses basınç düzeyinden ya da kısaca ses düzeyinden bahsetmiş oluruz. Kulak her frekans bandındaki sese aynı derecede duyarlı değildir. Temel ilke her frekans bandındaki ses basıncı düzeyini belli bir ağırlıkta alıp, toplam ses basıncı düzeyini bulmaktır. Kısacası, kulağın duyarlılığı ile orantılı ağırlıklar kullanmaktır. Dolayısıyla ses düzeyi ölçme aletleri de, aynı insan kulağına benzer şekilde, eşdeğer gürültü eğrilerini simüle eden 4 ayrı tip ağırlık eğrileri uygular. Bunlardan A, B, C ve D adı verilen ilk üç tip sırasıyla, düşük, orta ve yüksek ses düzeyleri için kullanılmışsa da genel olarak A tipi her yükseklik düzeyi için işitme bozulması ve sesin yarattığı rahatsızlıklar açısından, insanların gürültüye gösterdikleri tepkiyi ölçmede kullanılmaktadır.(Çizelge 2.2'de dB-dBA farkı gösterilmiştir.) Ses düzeyinin birimi, kullanılan ağırlık eğrisine göre dBA, dBB ,dBC yada dBD dir ve Şekil 2.3' de gösterilmiştir.



Şekil 2.3 A, B, C ve D filtrelerinin spektrumu

Çizelge 2.2 Frekanslara karşılık gelen dB, dB(A) farkı

Frekans (Hz)	dB-dB(A) farkı
31.5	-39.4
63	-26.2
125	-16.1
250	-8.6
500	-3.2
1000	0.0
2000	+1.2
4000	+1.0
8000	-1.1

Frekans Batları; Ses sadece genlik değil , frekans bilgisi de içerir. İnsan kulağı 20-20000 Hz arasını duyar. Genelde incelenmesi gereken frekans aralığı çok geniş olacağından sabit genişlikte bantların kullanılmaması durumunda çok uzun analiz sürelerine ihtiyaç doğar. Bu nedenle ses analizinde frekans aralıklarında oktav bantları kullanılarak standartlaştırmaya gidilmiştir. Oktav bantları işitme sisteminin frekans ayrıştırma işlemini oktav kuşaklarda yaptığı bulgusunda yola çıkılarak standartlaştırılmıştır.

Oktav bantları $1/n$ ($n=1,2,3,10,12$) olarak tanımlanmıştır. Tam oktav aralıkları 1/1 Oktav Bantlar olarak bilinir. En çok kullanılan aralık 1/3 oktav bant aralıklarıdır. 1/12 oktav bandı ise daha dar bir aralığı ifade eder. Bant genişliği genellikle yapılan analizin duyarlılığına göre belirlenir.

1/1 Oktav Bantları ; 31.5 Hz, 63 Hz 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz

Bir bant frekansı, bir önceki bant frekansının 2 katıdır.

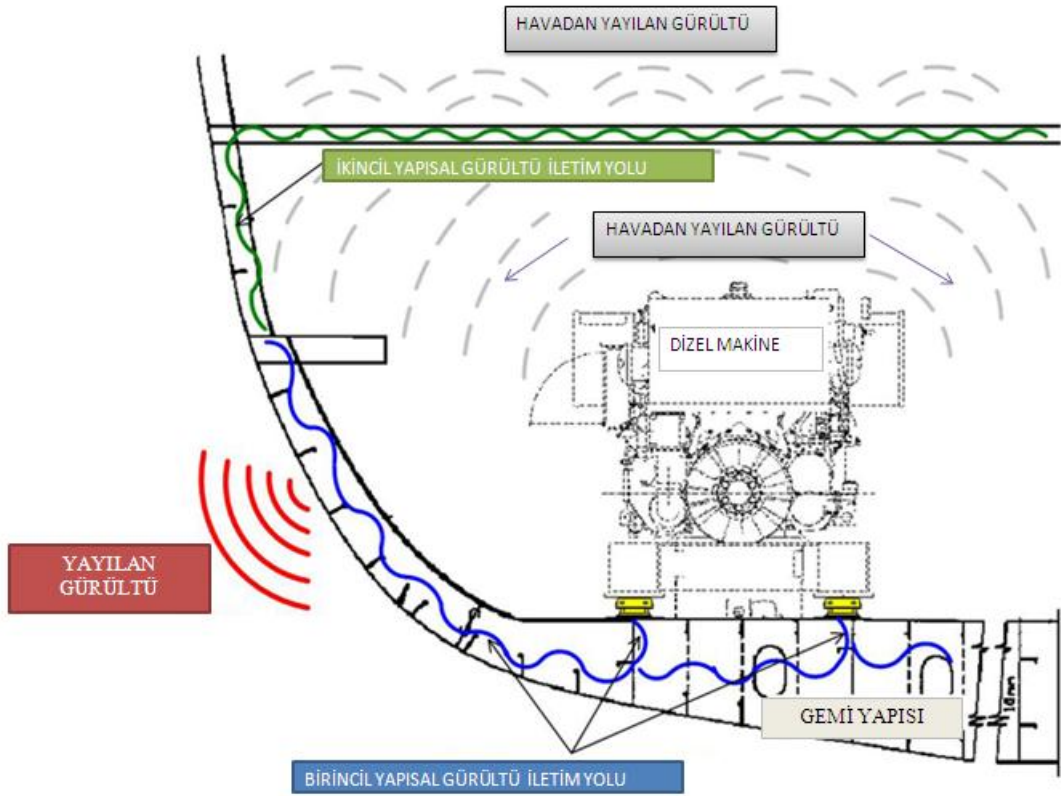
1/3 Oktav Bantları ; 12.5 Hz, 16 Hz, 20 Hz, 25 Hz, 31.5 Hz, 40 Hz, 50 Hz, 63 Hz, 80 Hz, 100 Hz, 125 Hz, 160 Hz, 200 Hz, 250 Hz, 315 Hz, 400 Hz, 500 Hz, 630 Hz, 800 Hz, 1000 Hz, 1250 Hz, 1600 Hz, 2000 Hz, 2500 Hz, 3150 Hz, 4000 Hz, 5000 Hz, 6300 Hz, 8000 Hz

Bir bant frekansı, bir önceki bant frekansının $2^{1/3}$ katıdır.

3. İLETİM YOLLARINA GÖRE GÜRÜLTÜ ÇEŞİTLERİ

Çevreye yayılan mekanik kaynaklı gürültü 3 çeşit yolla iletilir. Havadan yayılma (airborne noise), birincil yapısal yayılma (primary structureborne noise) ve ikinci yapısal gürültü (secondary structureborne noise) olarak

İletim yollarına göre gürültü çeşitleri Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 İletim yollarına göre gürültü çeşitleri

Havadan yayılan gürültü (Airborne Noise); Makinelerin çalışması sonucu doğrudan makinelerin bulundukları ortama yayılan gürültü çeşitidir. Bu gürültü çeşidi, ortaya çıktığı mahallerdeki duvarlara çarparak titreşim enerjisi transferine sebep olurlar .Bu titreşim enerjisi yapısal bağlantılar aracılığıyla diğer mahale iletilir ve gürültüye sebep olur

Havayla yayılan gürültü sert bir yüzeye çarparak yansır. Yüzeyde ses emici malzeme varsa, yansıyan ses enerjisi ısıya çevrilerek emilir ama diğer hacime geçen ses miktarı da herhangi bir değişiklik olmaz.

Bir mahaldeki havayla yayılan gürültü direkt olarak kaynaktan ve yansıyarak ulaşan gürültülerin toplamı olarak hesaplanır. Gürültü kaynağının bulunduğu mahale bitişik olan kompartmanlarda gürültü, gemi yapısının iletim kayıpları hesaplanarak ve bu bölmelere çarpan ses şiddeti kullanılarak bulunur. .

Havadan yayılan gürültünün önlemesi ; mahali çevreleyen kontstrüksiyonlara ses izolasyonu yapılması gerekir. Mahal içindeki ses yansımalarını önlemek için sesin enerjisini emecek malzeme kullanılması gerekir. Sesin karakteristiğine bağlı olarak sesin diğer tarafa geçmesini azaltacak tedbirler alınmalıdır.

Birincil yapısal gürültü (Primary Structureborne Noise); Bu tip gürültü , gürültü kaynağının konstrüksiyona verdiği titreşim sonucunda herhangi bir mahalde oluşan titreşimin havayı titreştirerek oluşturduğu gürültüdür. Yapısal titeşim, gürültü kaynağından yola çıkarak bütün yapı boyunca ilerler ve ve bu yolculuğu sırasında bütün yapı elemanlarını titreştirerek gürültüye neden olur.

Birincil yapısal gürültünün önlemesi; Yapısal titreşimleri önlemek için titreşim enrejisini ısıya çeviricek malzeme kullanılmalıdır. Yapısal titreşimler genel olarak makineleir çalışmalarını esnasında yapıya verdikleri tahrik kuvvetlerinden kaynaklanır. İki farklı mekanik empedansa sahip yüzeye ulaşan titreşim izolasyona uğrar ve yansır. Bu nedenle titreşim meydana geritiren bütün makineler titreşim takozlarıyla yapıya bağlanmalıdır.

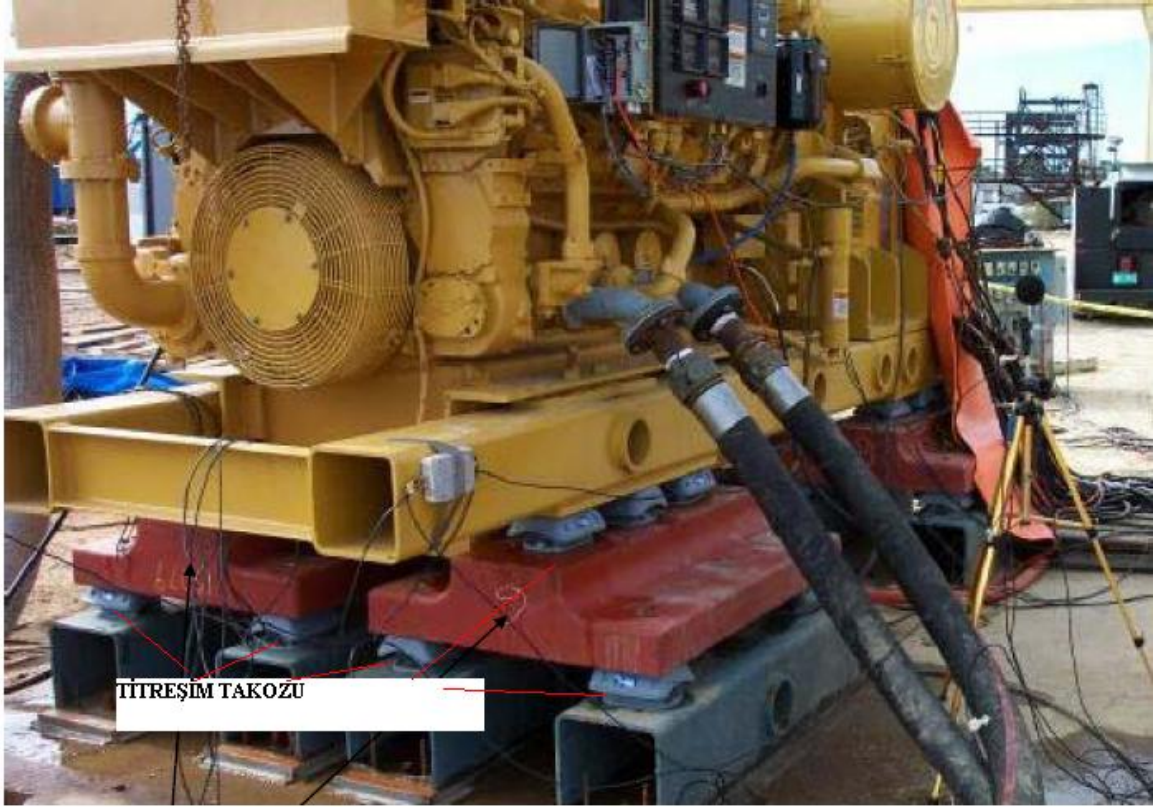
İkincil yapısal gürültü (secondary structureborne noise); Bu tip gürültü biricil yapısal gürültüye benzemesine rağmen farklıdır. Çünkü buradaki durum konstrüksiyonu titreştirerek meydana gelen gürültü değil , bitişik bölmedeki ses dalgalarının bunları titreştirerek gürültüye neden olmasıdır.

İkincil yapısal gürültünün önlemesi; Yapısal titreşimleri önlemeye yönelik, titreşim enrejisini ısıya çeviricek malzemeler kullanılmalıdır.

4. GEMİ AKUSTİĞİ

Gemi sistemini çalışan bir fabrika olarak düşünürsek, gemi ve gemi sistemlerinin verimli bir şekilde çalışabilmesi için gerekli önlemlerin alınması gerekir . Standartların ve Loyd ların getirdiği gürültü kriterlerinin sağlanması gerekir. Gürültü seviyesi düşük bir gemi için en temel kaide, gürültüyü meydana getiren kaynakların yani çalışan makinelerin gürültüsü ve titreşim seviyesi düşük olanını tercih etmektir. Bu seçim gürültülü makineyi sessizleştirmekten daha ekonomiktir.

Gemi makinasının da titreşim takozu kullanımı Şekil 4.1 ‘de görülmektedir.



Şekil 4.1 Titreşim takozu görünümü örneği

Gemi Akustiğinde dikkat edilmesi gereken konular aşağıdaki gibidir.;

- Gürültü Kaynakları
- Gürültü Kaynağı Yerleşimi
- Gürültü İletim Kaynakları
- Gürültü Varış Noktası

- Gemi İzolasyon Planı
- Havalandırma Sisemi Tasarımı
- Pervane ve Sevk Sistemi Dizaynı

Gemi makinalarını ve ekipmanlarını belirledikten sonra bakılması gereken en önemli nokta seçilen makinanın ve ekipmanın çevreye ileteceği gürültü ve titreşim değeridir. Seçilen makina ve ekipmanlar konulacağı mahallerin gürültü kriterlerini kesinlikle sağlamalıdır.

Sessiz makine ve ekipman seçildikten sonra yerleşim konusunda dikkat edilmesi gereken bir konudur. Genellikle makine ve ekipmaların altına uygun faundeyşınlar yapılır , faundeyşın rijitliği kontrol edilmelidir. Makine ve ekipmalar titreşim takozu üzerine konulmalıdır. Uygun titreşim takozu yapısal titreşimi önemli ölçüde azaltır. Ekipmanların titreşim takozu kullanılarak tekne yapısına bağlanması örneği Şekil 4.2’ de görülmektedir.



Şekil 4.2 Titreşim takozu görünümü örneği

Gemilerde yapısal titreşimi önemli ölçüde azaltmak gerekir dolayısıyla mümkün olduğu kadar az puntel kullanılması gerekir. Punteller çok kolay bir şekilde titreşimin güverteye yayılımını sağlarlar. Yapısal titreşimin katedeceği yolun uzaması titreşim enerjisinin kaybı dolayısıyla sönümlemeyi arttıracaktır. Seçilecek titreşim takozları yapılan faundeyşınların rijit noktalarına konulması gerekir . Rijit borular bölmelere ve tavana elastik askılarla veya yaylarla asılmalıdır. Bou bağlantı örnekleri Şekil 4.3, Şekil 4.4 ve Şekil 4.5’de görülmektedir. Mahallerin sızdırmazlıklarının sağlanması gerekir.



Şekil 4.3 Boru bağlantısı görünümü



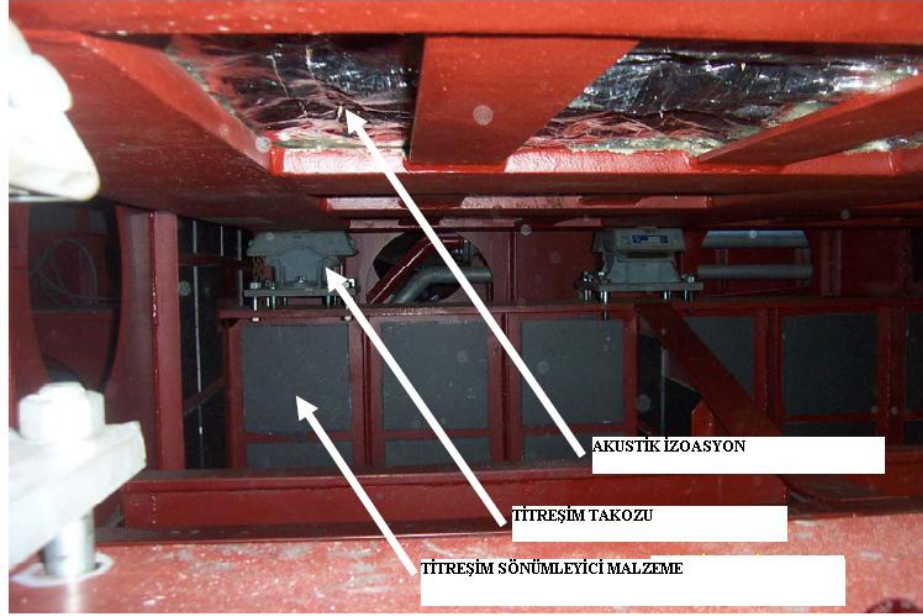
Şekil 4.4 Boru bağlantısı görünümü



Şekil 4.5 Boru bağlantısı görünümü

Dizayn aşamasında gürütü kaynaklarının sessiz olması gereken mahallerden mümkün olduğunca ayrılması gerekir. Yaşam güvertelerinde fan ve kompresör odaları koridor, ambar ve depolar arasına alınmalıdır. Merdiven boşlukları yada asansör gibi düşey boşluklar makine mahallerine yakın olmamalıdır.

Gemi izolasyon planı akustik izolasyonu sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Gemi yapılarında uygulanan örnek akustik izolasyon görünümü Şekil 4.6’da görülmektedir.



Şekil 4.6 Akustik izolasyon görünümü

Havalandırma sistemi , hava kanalıyla ulştığı mahallere havadan yayılan gürültüyü taşır. Bu yüzden hava kanalları akustik ses emicilerle kaplanmalı , hava kanalındaki hava akış hızı kontrol edilmeli ve hava akış hızı çokyüksek olmamalı, gerektiği taktirde hava kanallarına susturucu konulmalıdır. Hava kanal çıkış ağzı gürültü seviyesini azaltacak şekilde seçilmelidir.

Pervane ile tekne büyesi arasına pervane çapının % 20 ‘ si kadar clearance miktarı bırakılarak pervanenin tekne bünyesine tahrik ettiği su basıncı miktarı optimum seviyede tutulmalı ve böylece kavitasyon sonucu oluşan gürültü minimize edilmelidir. Tahrik sisteminin kaplin ayarları mükemmel olmalı ve gemi ömrü süresince kontrol edilmelidir.

4.1 Gemi Hacimlerinde Gürültü Oluşturan Kaynaklar

Gemilerdeki gürültü kaynakları mekanik kaynaklar, hidrodinamik kaynaklar ve aerodinamik kaynaklar olarak üçe ayrılır.

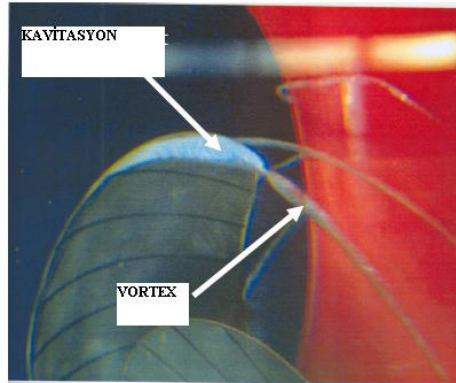
Mekanik kaynaklar ; Ana makineler, dizel jeneratörler , dişli kutusu, hava kompresörleri, pompalar ve fanlar dır.

Ana makine gürültüsü ateşleme ve yanma işlemleri sonucu oluşan gaz basıncındaki değişimler ve sabit olmayan makine parçalarının hareketi sonucu oluşur.

Makine tarafından kaynaklanan gürültü aşağıdaki sistemlerde meydana gelir;

1. Türboşarj türbin sesi
2. Yakıt enjeksiyon sistemi
3. Piston, biyel ve krank mekanizması
4. Egzost sistemi

Hidrodinamik kaynaklar; Pervane gürültüsü ve kavitasyon , türbülanslı su akışı, dalgalar, burulardaki akışkan. En önemlisi pervane gürültüsüdür. Gürültüyü optimum seviyede tutmak için kanat sayısı ve pervane çapına dikkat edilmesi gerekmektedir.

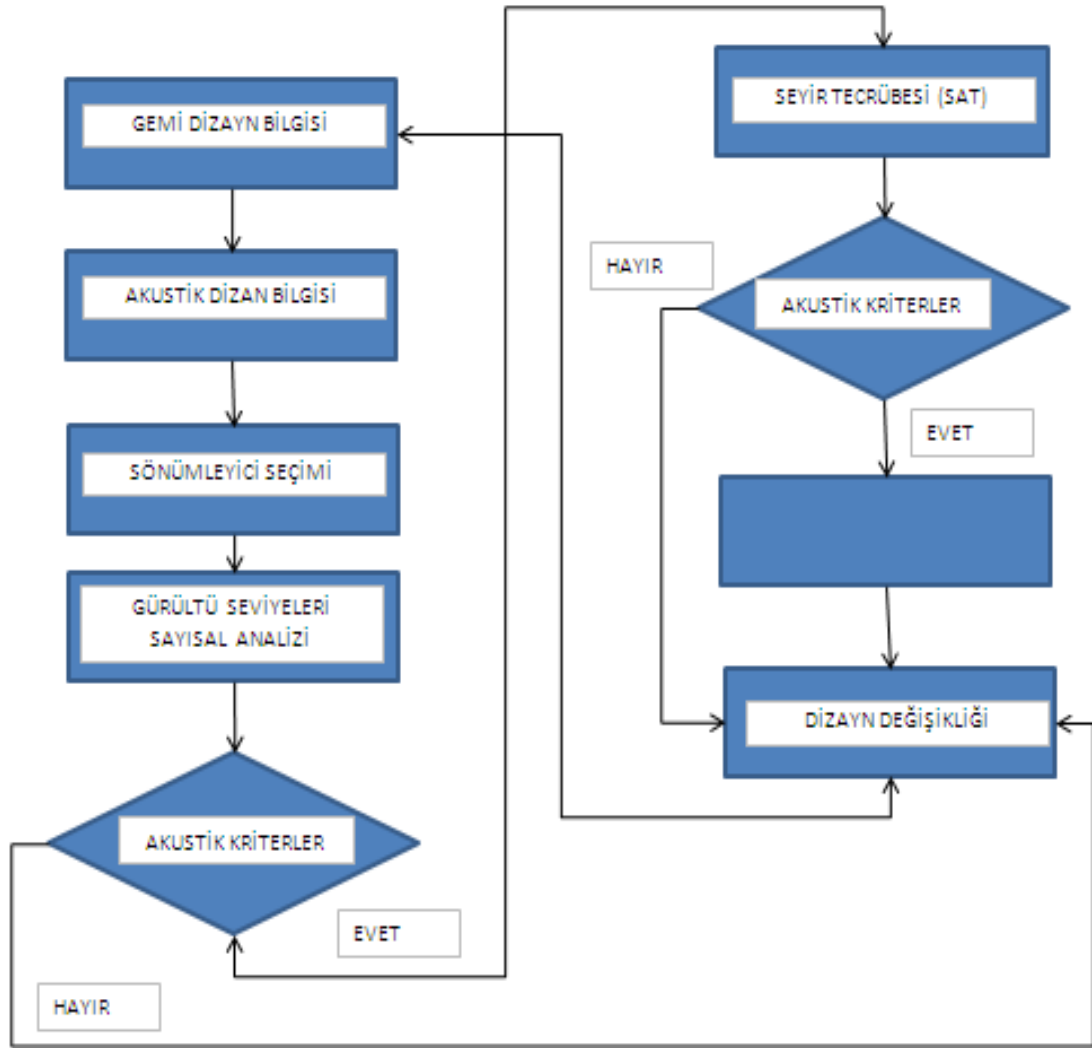


Şekil 4.1.1 Pervane gürültüsü başlagıcı görünümü

Aerodinamik kaynaklar; Havalandırma gürültüsü , baca gazı, egzoz gürültüsü ve rüzgardır. Gemilerde özellikle egzoz gürültüsü yaşam mahallerinde özellikle çok etkilidir. Egzoz gürültüsünü azaltmak için doğru susturucular seçilmelidir. Aynı zamanda egzoz sisteminin gemi yapısına bağlantısı doğru şekilde yapılmalıdır.

4.2 Gemi Akustiğı Dizayn Akış şeması

Gemi dizaynı akustik analiz şalışmaları aşağıdaki şema ile aıklanmışır.



şekil 4.2.1 Gemi akustiğı dizayn akış şeması

4.3 Gemi İnşaa Sanayiinde Kullanılan Gürültü Kriteri

Gemiler özel olarak klaslanmış olduğu Loyd tarafından yada gemi sahibi armatör tarafından ekstra bir kural istenmediği takdirde IMO kurallarına uyarlar. Gemi akustiği ile ilgili IMO kuralı, IMO A 468 'dir. IMO A 468 ait gürültü kriteri çizelge 4.3.1 'de görülmektedir.

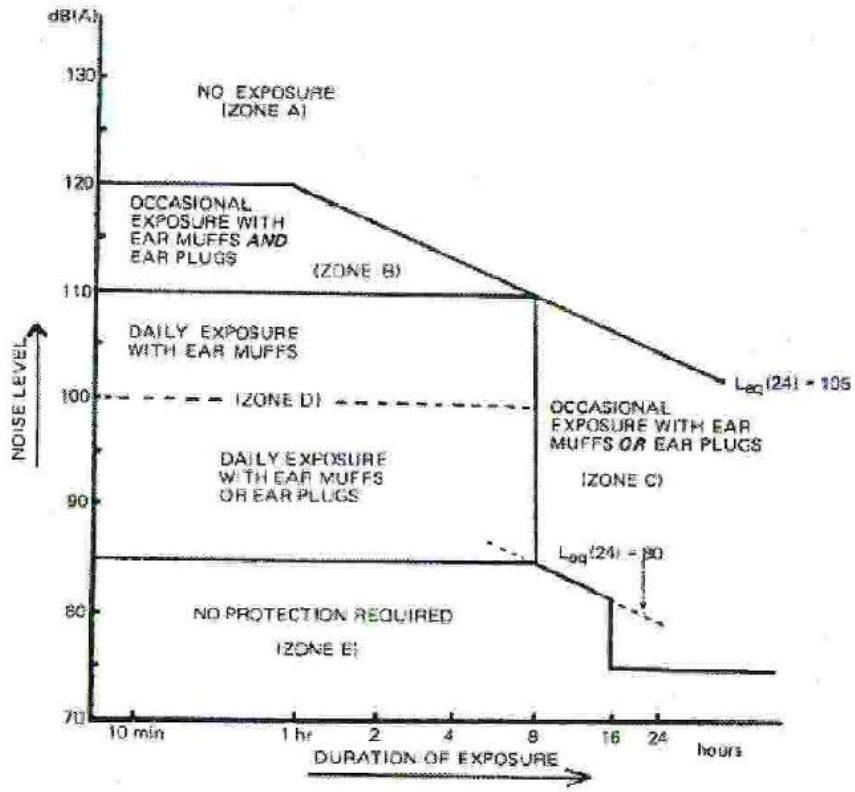
Çizelge 4.3.1 IMO A. 468 Gürültü limitleri tablosu

IMO A. 468 GÜRÜLTÜ LİMİTLERİ dB(A)	
Çalışma Mahalleri	
Sürekli Adam Bulunmayan Makine Daireleri	110 dB(A)
Sürekli Adam Bulunan Makine Daireleri	90 dB(A)
Makine Kontrol Odaları	75 dB(A)
Makine Atölyeleri	85 dB(A)
Kontrol İstasyonları	
Kaptan Köşkü ve Harita Odaları	65 dB(A)
Telsiz Odası	60 dB(A)
Radar Odası	65 dB(A)
Yaşam Mahalleri	
Revir/Hastane	60 dB(A)
Odalar	60 dB(A)
Salonlar	65 dB(A)
Ofisler	65 dB(A)
Servis Mahalleri	
Mutfak	75 dB(A)
Açık Alanlar	75 dB(A)

Ölçüm yapılmadan önce çevre ve ortam şartları kurala göre sağlanmalıdır. Ölçüm değerlerinin doğruluğu açısından ölçüm cihazının kalibrasyonlu olmasına dikkat edilir.

Ölçüm noktaları sonucu etkilememesi için ölçümlerin standartlara uygun yapılması gerekir. Ölçüm cihazı ölçümler esnasında güverteden 1.2 m. ve 1.6 m. arasında değişen yükseklikte olmalı, ölçüm cihazı odanın sınırlarını oluşturan konstrüksiyon elemanlarından, yansıtıcı yüzeylerden ve hava çıkış ağızlarından en az 1 m. daha uzakta olmalıdır.

Gemi de çalışan personelin gürültü seviyelerine dayanımlarına ait limit grafiği Şekil 4.3.1'. de belirtilmiştir.



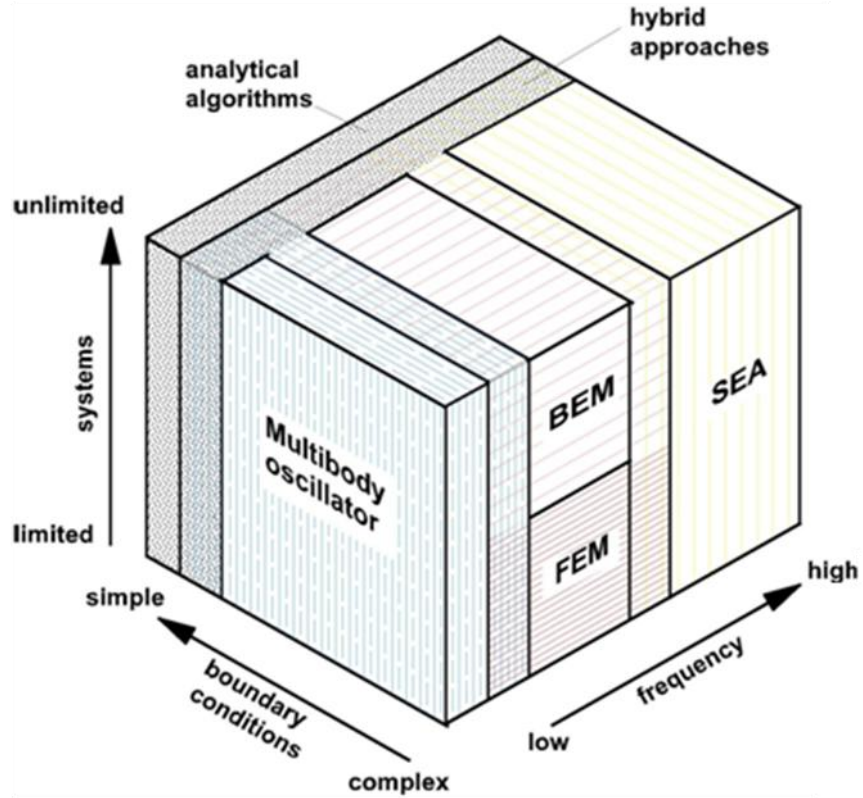
Şekil 4.3.1 Personel gürültü dayanım limit eğrisi (IMO A 468, 2005)

Gemi personeli belirtilen limit değerlerinin dışında çalışmamalıdır.

5. GÜRÜLTÜ HESAPLAMALARI İÇİN KULLANILAN SAYISAL YÖNTEMLER

Günümüzde gürültü ve titreşim problemleri için bir kaç tane olası yaklaşım vardır. Doğru yolu seçmekteki en önemli kriter, ihtiyaç olan sonuçları minimum zaman ve maliyetle bulan yöntemi tercih etmektir.

Gürültü ve titreşim hesaplamaları için kullanılan yöntemler Şekil 5.1’de gösterilmiştir.



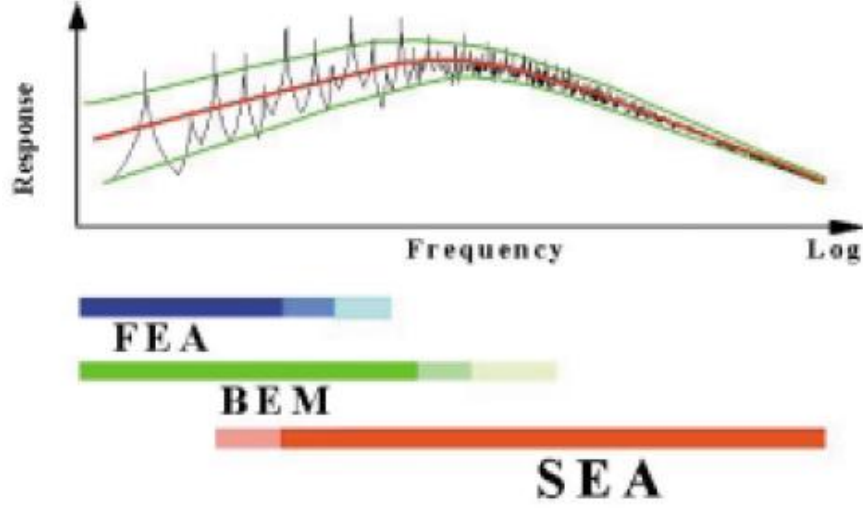
Şekil 5.1 Gürültü ve titreşim hesaplarında kullanılan metodların görünümü (Fischer, 2006)

İAE (SEA) yöntemi dışındaki yöntemler klasik olarak kuvvet ve yerdeğiştirme miktarları temeline dayanır. İEA (SEA) yöntemi ise enerji miktarı tabanlı bir yöntemdir.

Sonlu elemanlar metodu (FEM), yapısal bakımdan çok detay istemektedir. Yüksek detay dizayn öncesi hem zaman hem de maliyet açısından kayıptır.

İEA metodu ise hesaplamalarını ortalama değerlere göre yapar çok fazla detayla uğraşmaz, dolayısıyla hem maliyetleri düşürmek hemde optimizasyon yapmak için mühendise zaman tanır.

Frekans skalasına göre yöntem çeşitleri Şekil 5.2’de görülmektedir.



Şekil 5.2 Frekans skalasına göre yöntem çeşitleri grafiği

5.1 İstatiksel Enerji Analiz (İEA) Metodu

İstatiksel enerji analiz metodu istatiksel bir yaklaşımdır. Bütün sistem birbirine bağlı alt sistemlere ayrılır. Alt sistemler arasında enerji geçişleri yapar ve bunları değerlendirip çözümler. Her bir alt sistem yapısal veya akustik bölgeyi belirtir.

Birbiri ile bağlantılı alt sistemler arasında çeşitli tiplerde dalga hareketleri (eğilme, uzama, burulma yada kayma dalgaları) mevcuttur. Bu ayrı her bir dalga alanında herhangi bir alt sistemin, analiz yapılan frekans bandı içerisinde bütün modlarının aynı ortalama enerjiye sahip olduğu düşünülür. Alt sistemin ortalama yapısal veya akustik özellikleri ise modların dağılımına göre belirlendiği için her bir frekans bandı için herhangi bir dalga alanındaki enerji, tek serbestlik derecesine sahip olarak düşünülür.

Alt sistemler arasındaki enerji akış denklem (5.1.1) ‘de gösterilmektedir.

$$P_{ij} = \omega E_i \eta_{ji} \quad (5.1.1)$$

P_{ij} , i. alt sistemden j. alt sisteme olan güç akışı

ω , frekans bandının merkez frekansı

E_i , i. alt sisteme ait frekans bandındaki zaman ortalama titreşimsel fiziksel enerji

E_j , j. alt sisteme ait frekans bandındaki zaman ortalama titreşimsel fiziksel enerji

η_{ij} , i. sistem ile j. sistem arasındaki birleşim kayıp faktörü (CLF)

Birleşim kayıp faktörü (CLF), alt sistemler arasındaki güç iletimini belirlemeye yarayan parametredir. Alt sistemin fiziksel özelliklerine, bu sistemler arasındaki bağlantılan geometrik özelliklerine ve de iletilen dalgaların bu bağlantılara geliş açısına bağlıdır.

Alt sistemler arasındaki enerji akışı, titreşim modları terimlerine bağlı olarak denklem (5.1.2)'de gösterildiği gibi fade edilebilir.

$$P_{ij} = \omega \eta_{ji} n_i \left(\frac{E_i}{n_i} - \frac{E_j}{n_j} \right) \quad (5.1.2)$$

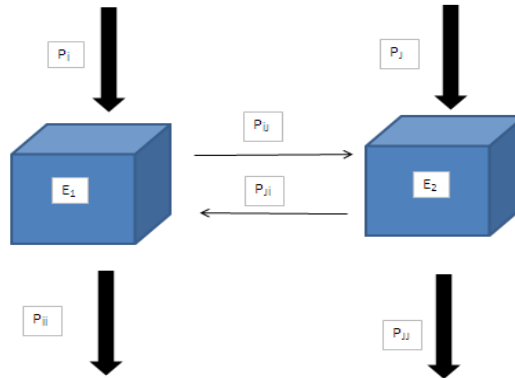
n_i , i. alt sisteme ait modal yoğunluk

n_j , j. alt sisteme ait modal yoğunluk

E_i/n_i , i. alt sistemin modal doğal enerjisi

E_j/n_j , j. alt sistemin modal doğal enerjisi

İki İEA alt sistemi arasındaki güç dengesi Şekil 5.1.1 'de gösterilmektedir.



Şekil 5.1.1 İki alt sisteme ait güç denge hesabı görünümü

5.2 Akustik Analiz Programı Designer Noise 'a Genel Bakış

Noise Control Engineering firmasının geliştirmiş olduğu Designer Noise programı özellikle İEA uygulamasının kullanım güçlüklerini ortadan kaldırmak amacıyla geliştirilmiştir. Designer Noise programı temel İEA yöntemlerinin modern mimari akustik uygulamalarıyla birleştirilmesiyle elde edilmiş hibrid yöntemidir.

Designer Noise programı İEA programları gibi birbirine bağlı elemanların enerji paylaşımını irdeler. Akustik ve titreşim enerjileri sisteme giriş yapar ve dahili yapısal sönümleme, tretmanların oluşturduğu mekanik sönümleme ve hava ve suya yayılarak değişime uğrar ve birbirine bağlı elemanlar tarafından paylaşıma uğrar. Elemanlar arasındaki enerji paylaşımı birleşme noktalarındaki birleşme kayıp faktörlerine bağlı olarak hesaplanır.

Programda hacimler, alanların kesişmesiyle ortaya çıkar ve bu alanlar “eleman” olarak adlandırılır. Elemanların malzeme tipi, kalınlıkları, kontstrüksiyon elemanlarının geometrisi ve bu elemanın suyla temasta olup olmadığı ve elemanların sahip oldukaları sönümleme malzemeleri bilgileri programa girilir. Elemanların birleşme kayıp faktörleri kesişen eleman adedi, elemanların bağıl kalınlıkları ve elemanların malzemelerine bağlı olarak program tarafından hesaplanır.

Alanların kesişmesiyle oluşan hacimler, programda “kompartıman” olarak tanımlanmaktadır. Kompartımanlardaki gürültü seviyeleri gürültünün ulaşım yoluna bağlı olarak değişik yöntemler kullanılarak hesaplanmaktadır.

Her elemandan yayılan gürültünün hesaplanmasında o elemanın yayım etkinliği (radiation efficiency) ve öngörülen titreşim düzeyi hesaplanarak bulunur. Bir kompartımandaki gürültü seviyesi, o kompartımanı oluşturan tüm elemanlardan gelen gürültü seviyelerinin toplanmasıyla bulunur.

İEA mantığı çerçevesinde, Designer Noise programının elemanlarının “ortalama” özelliği olduğu varsayılır. Bir elemandaki stifnerlerin yerine göre farklılık göstermesi durumunda bu eleman için ortalama bir stifner tanımlanması, programın sonuçlarını fark edilebilecek düzeyde etkilemez. Bu ortalama alma mantığı programın mantığı ile de uyumludur çünkü program her eleman için ortalama bir titreşim seviyesi hesaplayacaktır. Bir mahalde ses basıncı seviyesi (L_p) ölçülürken o mahaldeki ortalama değerlerin bulunur bu da programın mantığına çok uygundur.

Designer Noise Eleman Boyutu; Gemilerde kesişen yüzeyler arasındaki mesafeler zaman zaman metreler boyunda olduğundan Designer Noise elemenlarının boyu birkaç metreyi bulabilmektedir. Elemanların boyutunun büyük olması modal bindirme faktörünün (modal overlap factor) incelenmesiyle anlaşılabilir. Modal bindirme bir elemanın aynı anda bir veya daha fazla modda titreştiği frekansı bulmakta kullanılır. Bu çok önemlidir zira İEA ve Designer Noise modal yoğunluklar hesabı temeline dayanarak işlevlerini görürler. Modal bindirme denklem (5.2.1) ile hesaplanır:

$$M = \frac{\pi \times f \times \eta}{2 \times \delta f} \quad (5.2.1)$$

f :oktav bandının merkez frekansı,

δf : ise modal yoğunluğun tersidir.

Plakalar için, modal yoğunluk eleman alanına ters orantılıdır. Modal yoğunluğu denklem (5.2.2) ile hesaplanır.

$$\frac{1}{\delta f} = \frac{\Delta N}{\Delta f} = \frac{2 \times \pi \times A}{3.6 \times CL \times t} \quad (5.2.2)$$

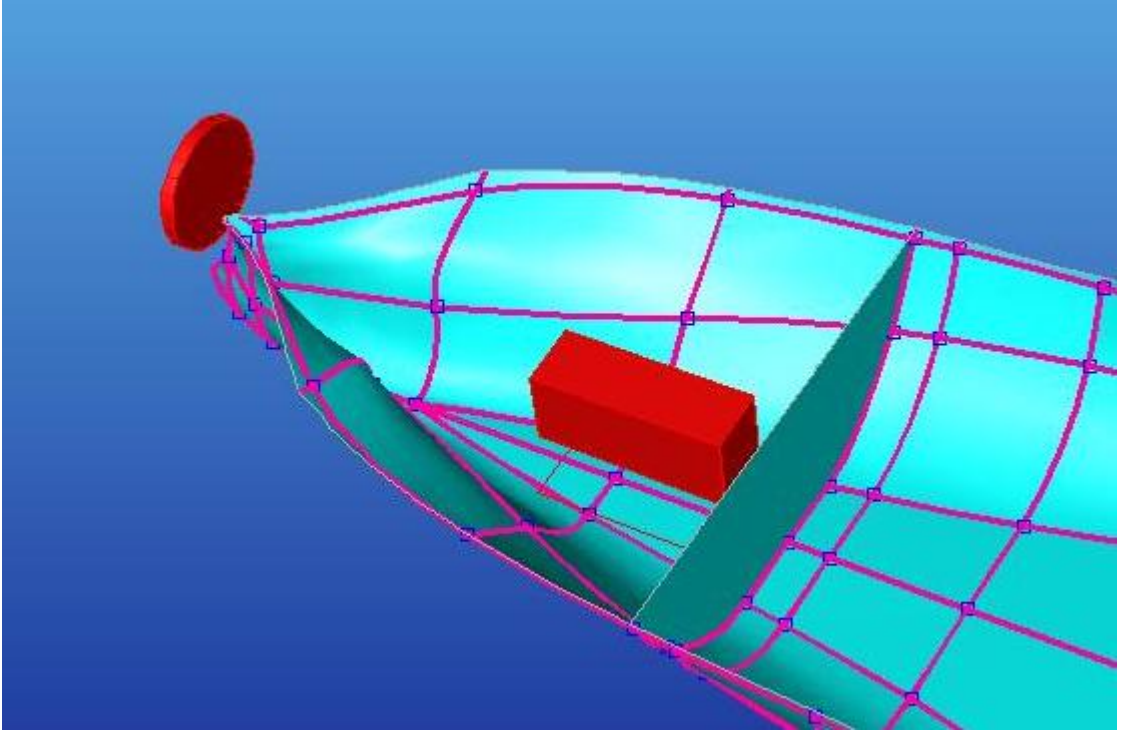
A elemanın alanını (m^2),

C_L ise boylamasına ses dalgası hızını (m/sn),

t ise plakanın kalınlığını göstermektedir (m).

İEA analizlerinde modal bindirme faktörlerinin genellikle 1'in üzerinde olması istenir. Bu da modal yoğunluğun yüksek olması ve modlar arası enerji dağılımı varsayımı ile uyum içindedir. Bu aynı zamanda tek bir titreşim modunun plakanın titreşiminde hakimiyet gösteremeyeceği, dolayısıyla herhangi bir mod için kesin genlik değerlerinin hesaplanması gerekmediği anlamına gelmektedir. Designer Noise programı için kullanılan standart eleman boyutlarında 63 Hz oktav bandı için modal bindirme faktörü genellikle 30 civarındadır. Bu da büyük boyutlu eleman kullanımının Designer Noise programının düşük frekanslardaki davranışı çözümlemede etkili olacağı anlamına gelir.

Designer Noise Gürültü Kaynağı Tanımı ve Mahaller; Programda gürültü kaynakları bir elemana bitişik olarak gürültü kaynağının konumu ve boyutlarının girilmesiyle gerçekleştirilir. Bir pervane ve ana makine resmi Şekil 5.2.1 'de gösterilmektedir.



Şekil 5.2.1 Pervane ve Ana makina model görünümü

Gürültü kaynakları kutu halinde görülmekte ve altlarındaki kare çizgi makine faunderısını temsil etmektedir.

Gürültü kaynaklarının konumu ve boyutları, gürültüye katkısını önemli şekilde etkilemektedir. Temel akustik kuramları bir kaynaktan yayılan gürültünün o cismin büyüklüğü ile ilgili olduğunu kabul eder. Aynı şekilde, bir kompartımandaki gürültü seviyesi ve o kompartımanın sınırlarına ulaşan titreşimin yüksekliği o kompartımanla gürültü kaynağı arasındaki mesafeye de bağlıdır. Designer Noise programı sesin ve titreşimin o mahal içinde değişik noktalarda ve değişik elemanlar üzerindeki seviyelerinin farklı olacağını hesaplarında göz önünde tutar. Oysa standart İEA algoritmaları her mahal için hacmin tamamında sadece bir ortalama seviyeyi o kompartımanın her noktası için geçerli sayar. Bu nokta da Designer Noise programının İEA programlarına göre bir üstünlüğüdür.

Designer Noise programı ses basıncı seviyesi L_p ve makine ayak titreşim ivmesi seviyesi L_a değerlerini kullanmaktadır. Bu değerler kolaylıkla ölçülüp bulunabilecek değerlerdir:

Titreşim için de, üzerinde gürültü kaynağını bulunduran elemandan yayılan titreşimler o elemanın diğer bir elemanla birleştiği kesişme çizgisinde yayılma kayıpları göz önünde bulundurularak tekrar hesaplanır. Titreşim yayılımı eliptik bir şekilde gelişir; kaynağın uzun kenarı doğrultusunda kayıplar kısa kenarına nisbetle daha azdır. Buna ek olarak titreşim takozlarından ve gemi plakalarının rezonansa girmelerinden kaynaklanan titreşimler de göz önüne alınarak gerekli düzeltmeler yapılır. Her birleşme çizgisinde titreşim hesaplandıktan sonra, gürültü kaynağı yüzey yoğunluğu kullanılarak bu elemanın enerji yoğunluğu hesaplanır. Her birleşme noktasındaki enerji yoğunluğu enerji yoğunluğu kayıp faktörleri ile çarpıldığında Birincil Yapısal Gürültü matrisinin uyarı tarafı elde edilmiş olur.

Designer Noise Analiz ve Tretmanlar; Dizayn prosesinin bir parçası olarak bir kompartımandaki gürültü seviyesi değişik kaplama ve izolasyon malzemeleri denenerek optimum seçeneğe varılabilir. Ancak, gürültü konusunda yapılan araştırmalar oldukça sınırlı olduğu için bu seçenekler ya araştırmalar sonucu ölçüm değerleri olan malzemeler veya hesaplanabilecek parametreler için kullanılan malzemenin belli değerlerinin bilinmesini gerektirir. Programda üç tip tretman vardır: Tabakalar , ses emici malzemeler ve panellerdir.

Tabakalar temel olarak uygulandıkları yüzeyin sönümleme kayıplarını arttırır. Bu tretmanların etkisi kendi iç kayıp faktörlerine, uygulanan malzemenin kalınlığına, tabakanın kütlesine ve uygulandıkları malzemenin kalınlığına ve yapısına bağlıdır.

Ses emici malzemeler sesi bünyesinde ısı enerjisine çevirebilen ve bir kompartımanın iç tarafını gören malzemelerdir. Bu malzemeler genellikle akustik camyünü, taşıyünü, akustik tavan panelleri ve poliamid köpük malzemelerdir.

Paneller esas olarak yayım etkinliğini (radiation efficiency) azaltma görevi görürler. Panellerin programa tanıtılmaları sırasında karkasa veya gemi sacına direkt bağlantı ile mi yoksa sönümleyici aracılığıyla mı bağlandıkları belirtilebilir. Paneller gemi sacı arasında da sönümleyici malzeme bulunduğu da belirtilebilir.

6. SAYISAL ÇALIŞMA

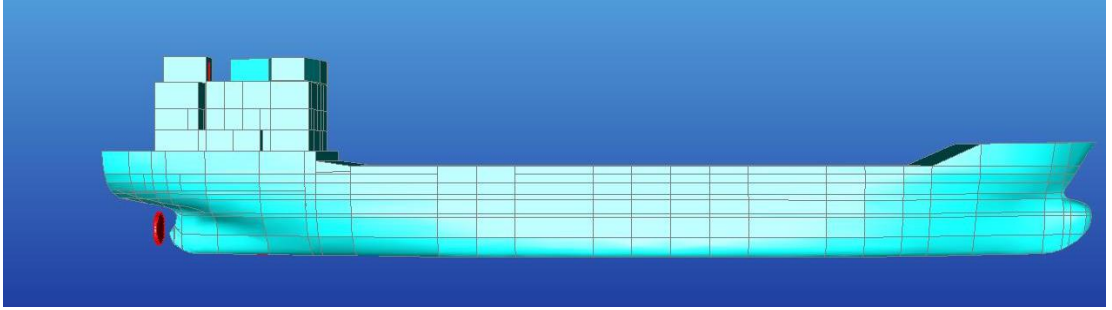
6.1 10500 DWT' luk Kimyasal Tankerin Akustik Modeli ve Analizi

Designer Noise programı kullanılarak yapılacak sayısal analiz çalışmasında akustik modeli hazırlanacak gemiye ait ana boyutlar Çizelge 6.1.1'de görülmektedir.

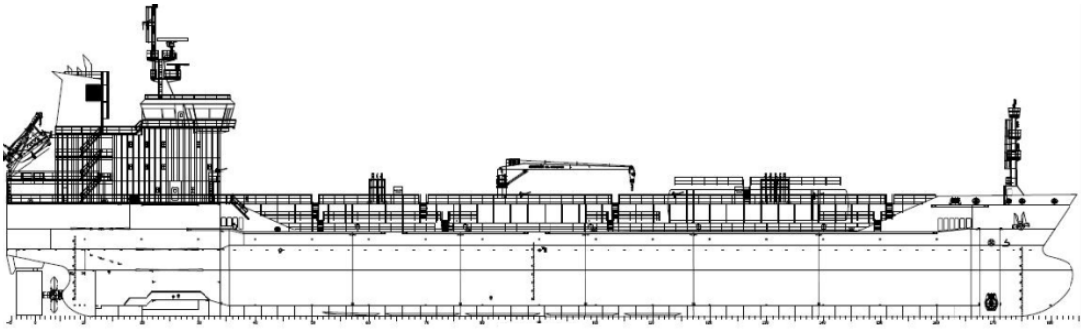
Çizelge 6.1.1 10500 DWT'lik Kimyasal Tankerin Ana Boyutları

ANA BOYUTLAR		
LOA	132	Metre
Max. Genişliği	19	Metre
Max. Derinlik	10.2	Metre
Dizayn Draft	8	Metre

Model görüntüsü Şekil 6.1.1, gerçek görüntüsü Şekil 6.1.2 'de görülmektedir.



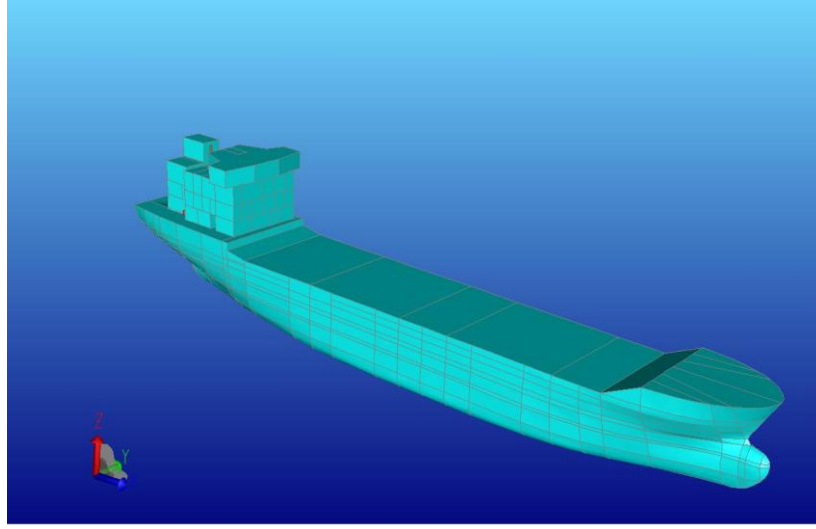
Şekil 6.1.1 Akustik analiz için hazırlanan model görünümü



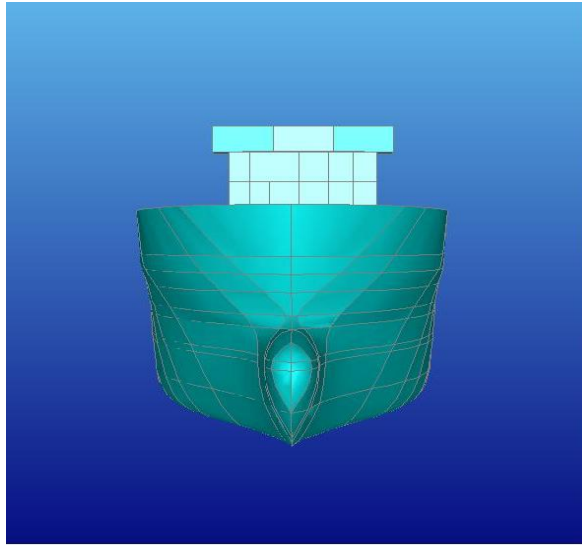
Şekil 6.1.2 Kimyasal Tankerin gerçek görünümü

Akustik modelin iyi sonuç vermesi amacıyla, akustik ve titreşim enerjisinin yayılımını etkilemiyecek değişimler modelin gerçek geometrisini basitleştirilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Basitleştirmelerin sayısı tüm modelin yanında çok küçük bir yer tutar. Su seviyesinin altında kalan gemi hacminin ıslak yüzeye sahip olduğu programa tanımlanmıştır. Yapılan analiz çalışmasında gemi yüksüz kabul edilmiştir.

Modelin geometrisi başka bir program yardımıyla modellenip Desiger Noise programı içine alınmıştır.



Şekil 6.1.3 Model perspektif görünümü



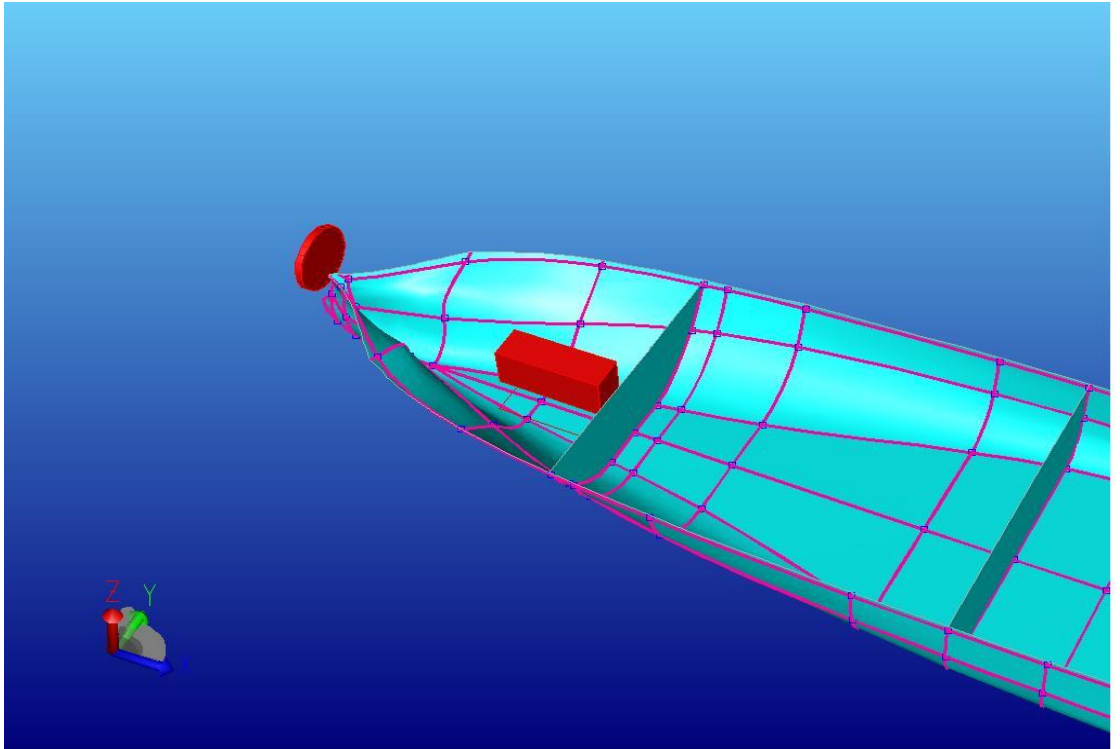
Şekil 6.1.4 Model baştan-kıça bakış görünümü

6.1.1 Gürültü Kaynaklarının Akustik Modele Tanımlanması

Ana Makine Gürültüsü; Ana Makine üreticisi tarafından sağlanan gürültü ve titreşim bilgileri Çizelge 6.1.1.1’de , model görüntüsü Şekil 6.1.1.1 ‘de görülmektedir.

Çizelge 6.1.1.1 Anamakina gürültü ve titreşim değerleri

1/1 oktav gürültü seviyeleri dB re 20 μ Pa		1/1 oktav titreşim seviyeleri dB re 1 μ G	
31.5 Hz	65.0	31.5 Hz	77.8
63 Hz	83.0	63 Hz	83.9,
125 Hz	92.0	125 Hz	89.8
250 Hz	102.0	250 Hz	95.2
500 Hz	108.0	500 Hz	95
1000 Hz	111.0	1000 Hz	93.7
2000 Hz	106.0	2000 Hz	92.9
4000 Hz	106.0	4000 Hz	97.9
8000 Hz	100.0	8000 Hz	107



Şekil 6.1.1.1 Ana makina ve pervane model görünümü

Pervane Gürültü; Program pervane gürültüsünü kendisi hesaplamaktadır. Pervane bilgilerini Çizelge 6.1.1.2 'de görülmektedir.

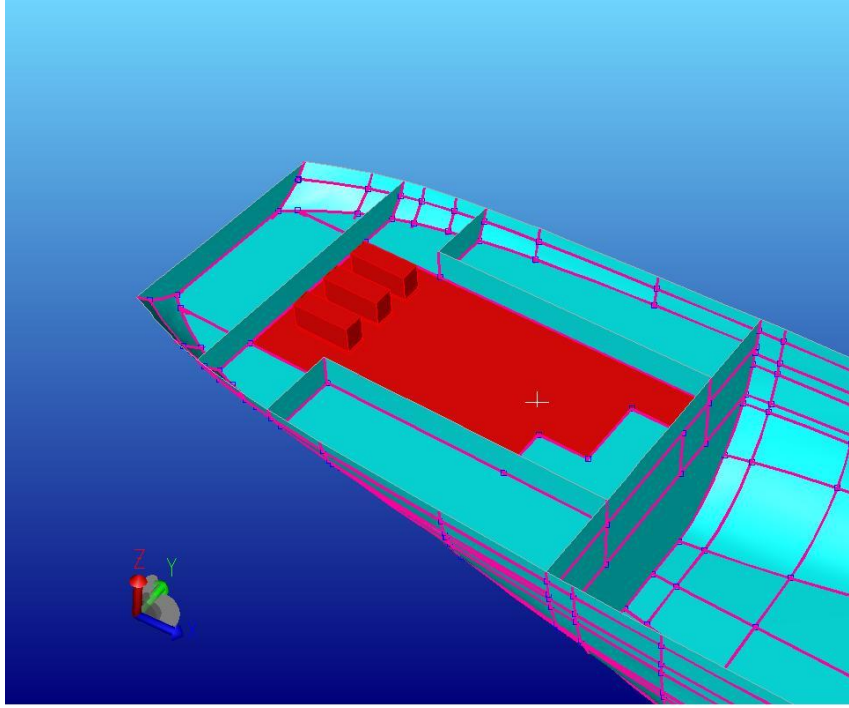
Çizelge 6.1.1.2 Pervane bilgileri

Gemi Sürati	7.25 m/s
Pervane Çapı	4.300 m
Clearance	1.472 m
RPM	151
Kavitasyon Hızı	3.60 m/s
Kanat Sayısı	4

Dizel Jeneratör Gürültüsü; Gemide 3 tane dizel jeneratör bulunmaktadır. Gürültü ve titreşim bilgileri üreticisi tarafından sağlanmıştır. Gürültü ve titreşim bilgileri Çizelge 6.1.1.2'de, model görüntüsü Şekil 6.1.1.3 'te görülmektedir.

Çizelge 6.1.1.2 Dizel Jeneratör gürültü ve titreşim değerleri

1/1 oktav gürültü seviyeleri dB re 20 μ Pa		1/1 oktav titreşim seviyeleri dB re 1 μ G	
31.5 Hz	85	31.5 Hz	67.8
63 Hz	93	63 Hz	73.9
125 Hz	94	125 Hz	79.8
250 Hz	95.5	250 Hz	85.8
500 Hz	95	500 Hz	91.2
1000 Hz	96	1000 Hz	92.5
2000 Hz	96	2000 Hz	92.7
4000 Hz	94	4000 Hz	92.8
8000 Hz	94	8000 Hz	93.2

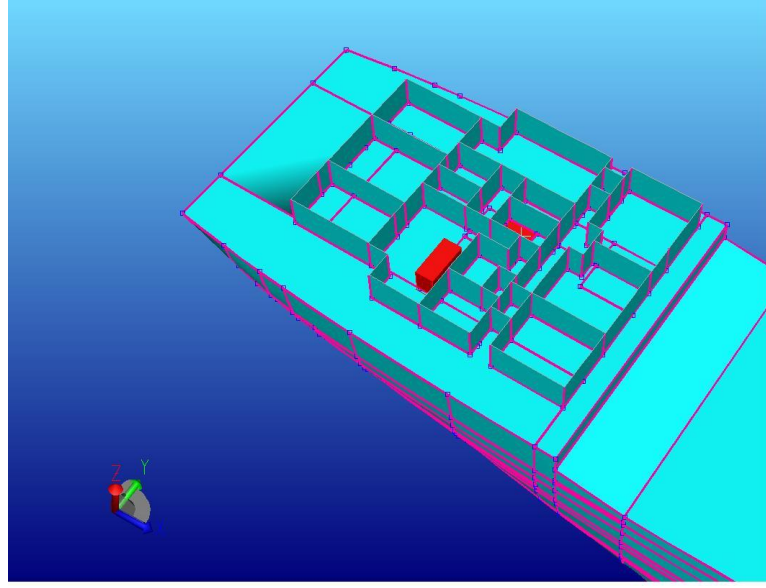


Şekil 6.1.1.2 Dizel Jeneratör model görünümü

Klima Cihazı Gürültüsü; Klima üreticisi tarafından sağlanan gürültü değerleri bilgileri Çizelge 6.1.1.4'te , model görüntüsü Şekil 6.1.1.3 'te görülmektedir.

Çizelge 6.1.1.3 Klima cihazı gürültü ve titreşim değerleri

1/1 oktav gürültü seviyeleri dB re 20 μ Pa		1/1 oktav titreşim seviyeleri dB re 1 μ G	
31.5 Hz	70	31.5 Hz	60
63 Hz	75	63 Hz	60
125 Hz	75	125 Hz	60
250 Hz	78	250 Hz	60
500 Hz	78	500 Hz	60
1000 Hz	77	1000 Hz	60
2000 Hz	76	2000 Hz	60
4000 Hz	70	4000 Hz	60
8000 Hz	70	8000 Hz	60

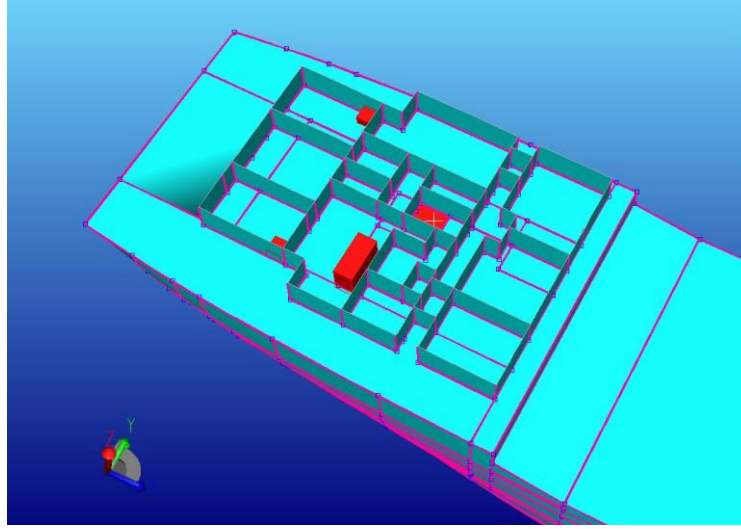


Şekil 6.1.1.3 Klima cihazı model görünümü

Havalandırma Fanları; Gemide 2 tane havalandırma fanı bulunmaktadır. Gürültü bilgileri üreticisi tarafından sağlanmıştır. Gürültü ve titreşim bilgeleri Çizelge 6.1.1.4’de, model görüntüsü şekil 6.1.1.5’te görülmektedir.

Çizelge 6.1.1.4 Havalandırma fanları gürültü ve titreşim değerleri

1/1 oktav gürültü seviyeleri dB re 20 μ Pa		1/1 oktav titreşim seviyeleri dB re 1 μ G	
31.5 Hz	61.1	31.5 Hz	50
63 Hz	66.6	63 Hz	50
125 Hz	75.5	125 Hz	50
250 Hz	77.7	250 Hz	50
500 Hz	78	500 Hz	50
1000 Hz	79.1	1000 Hz	50
2000 Hz	76.1	2000 Hz	50
4000 Hz	70.6	4000 Hz	50
8000 Hz	61.1	8000 Hz	50



Şekil 6.1.1.4 Havalandırma fanları model görünümü

Egzos Gürültüsü; Makine üretcisi tarafından verilen egzoz gürültüsü bilgileri akustik kaynak olarak baca boşluğuna tanımlanmıştır. Titreşim değeri girilmemiştir. Gürültü bilgeleri Çizelge 6.1.1.5'te görülmektedir.

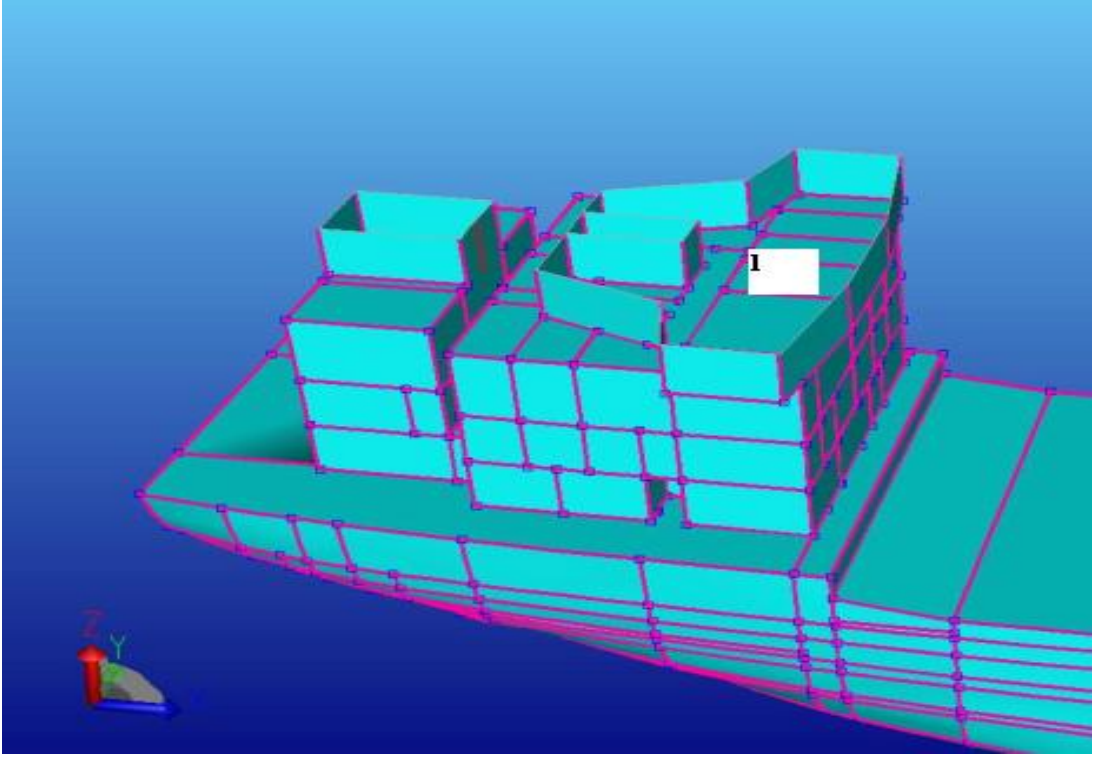
Çizelge 6.1.1.5 Egzos gürültüsü değeleri

1/1 oktav gürültü seviyeleri dB re 20 μ Pa	
31.5 Hz	87
63 Hz	97
125 Hz	110
250 Hz	108
500 Hz	105
1000 Hz	101
2000 Hz	101
4000 Hz	90
8000 Hz	90

6.2 Akustik Analiz ve Sonuçları

Daha önceden girilmiş yapı ve izolasyon bilgilerinden sonra girilen akustik kaynaklar sonucu model çalıştırılmıştır. Model sonuçları güverte güverte gösterilmiştir.

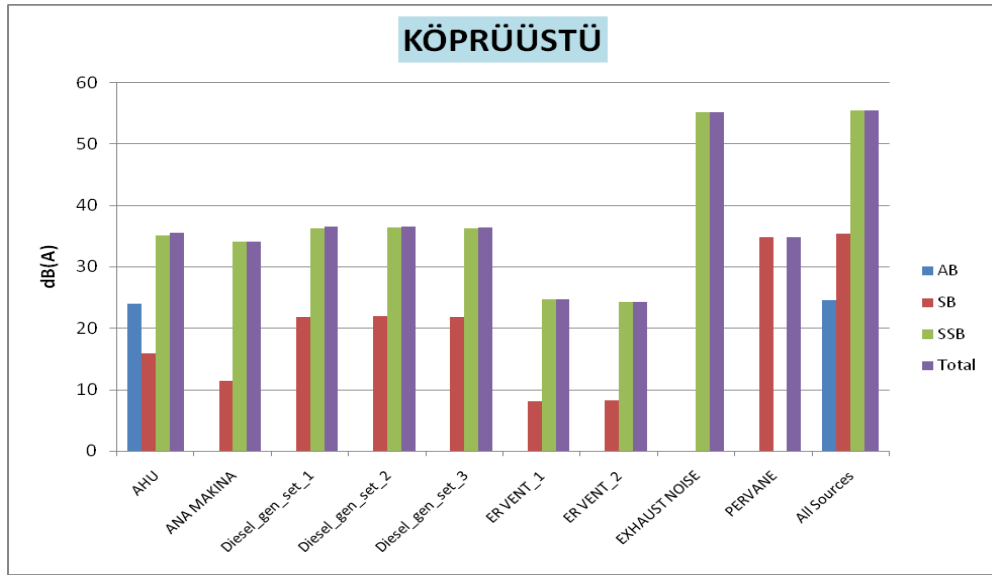
Köprüüstü Güvertesi; Bu mahale hakim olan gürültü baca tarafından gelen egzoz gürültüsüdür. Gürültü bu mahale SB (Birincil Yapısal Gürültü) ve SSB (İkincil Yapısal Gürültü) olarak gelmektedir.



Şekil 6.2.1 Köprüüstü güvertesi görünümü

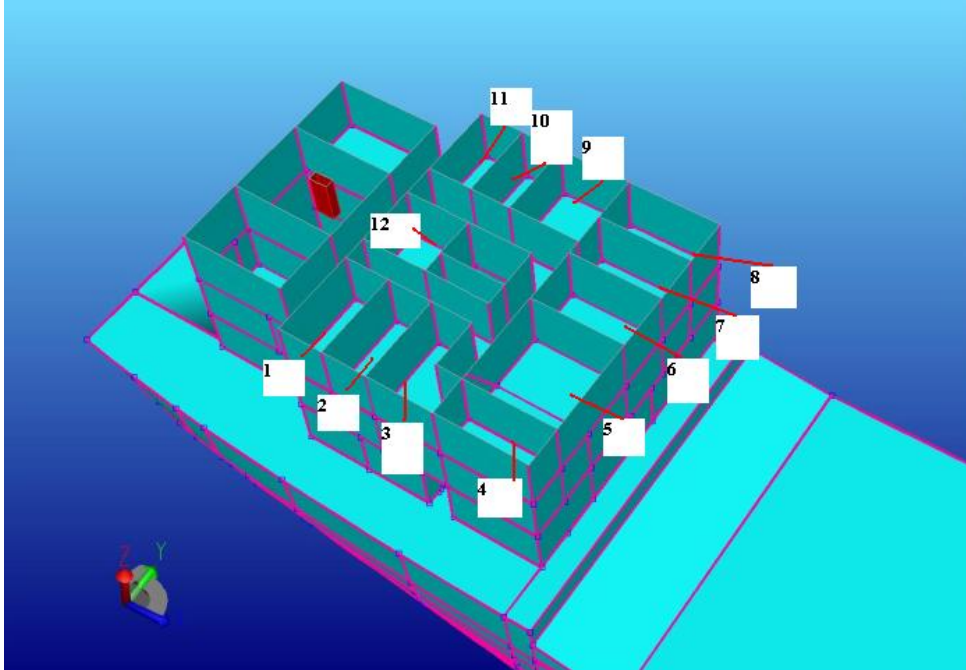
Çizelge 6.2.1 Köprüüstü güvertesi mahal listesi

NO	MAHAL İSMİ
1	KÖPRÜSTÜ



Şekil 6.2.2 Köprüüstü güvertesi sonuçları

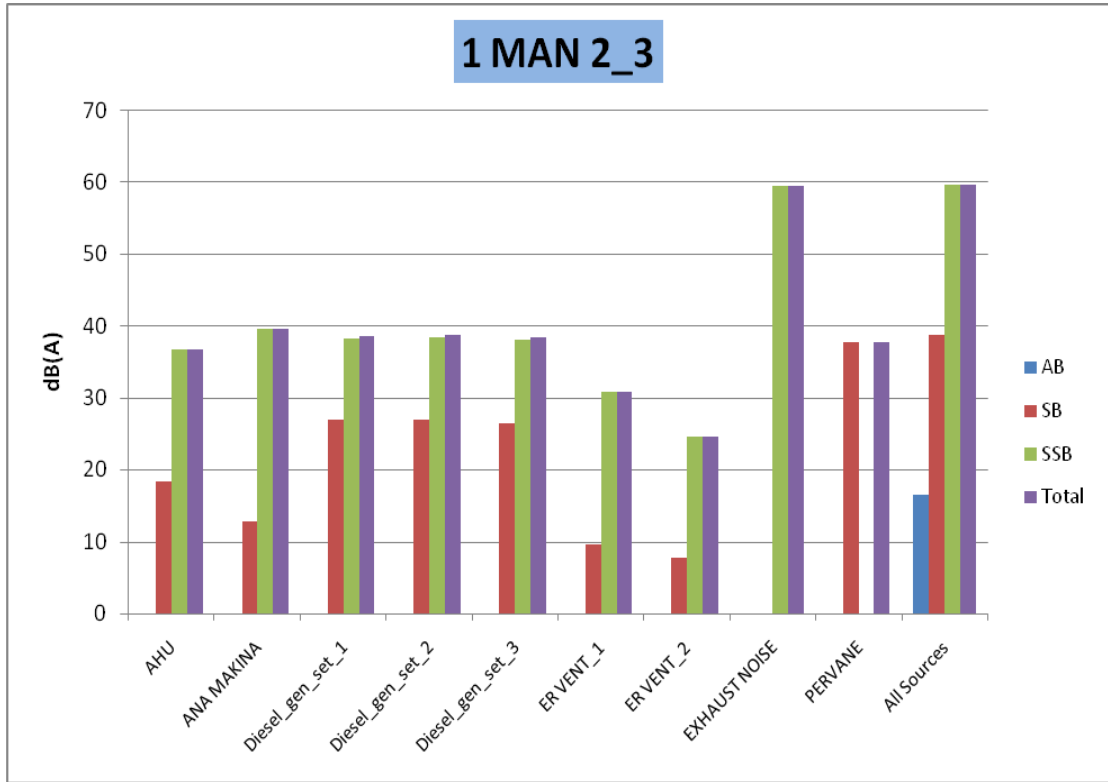
İkinci Güverte; Bu mahale hakim olan gürültü baca tarafından gelen egzoz gürültüsüdür. Gürültü bu mahale SB (Birincil Yapısal Gürültü) ve SSB (İkincil Yapısal Gürültü) olarak gelmektedir.



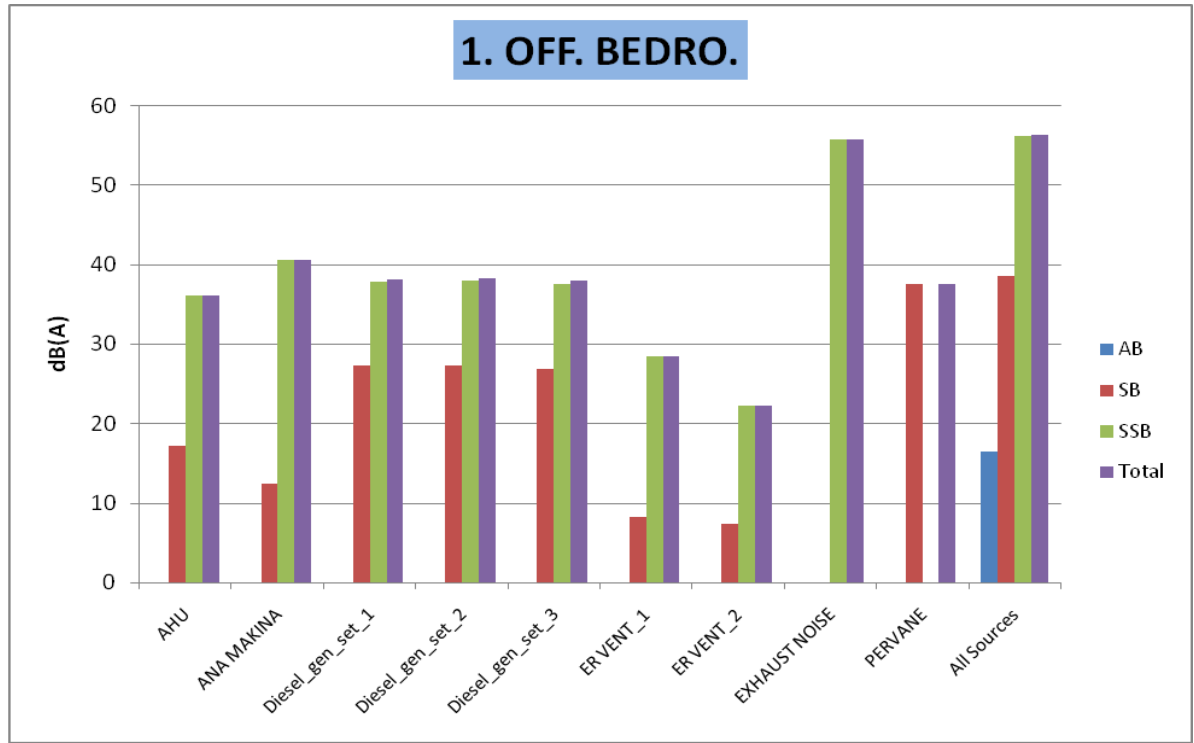
Şekil 6.2.3 İkinci güverte görünümü

Çizelge 6.2.2 İkinci güverte mahal listesi

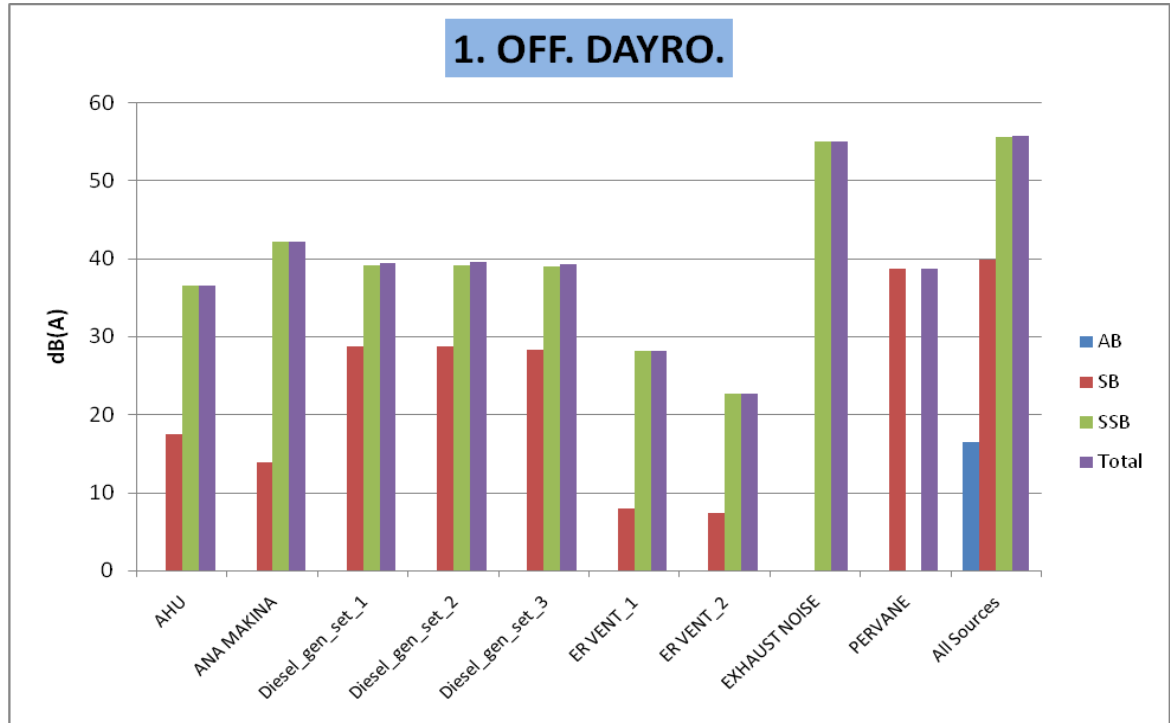
NO	MAHAL İSMİ	NO	MAHAL İSMİ	NO	MAHAL İSMİ
1	1 MAN 2_3	5	CAPTAIN DAYROOM	9	2.ENGINE DAYROOM.
2	1. OFFICER BEDROOM	6	MEETING ROOM	10	2. ENGINE BEDROOM.
3	1. OFFICER DAYROOM	7	CHIEF ENGINE DAYROOM	11	1 MAN 2_1
4	CAPTAIN BEDROOM	8	CHIEF ENGINE BEDROOM	12	1 MAN 2_2



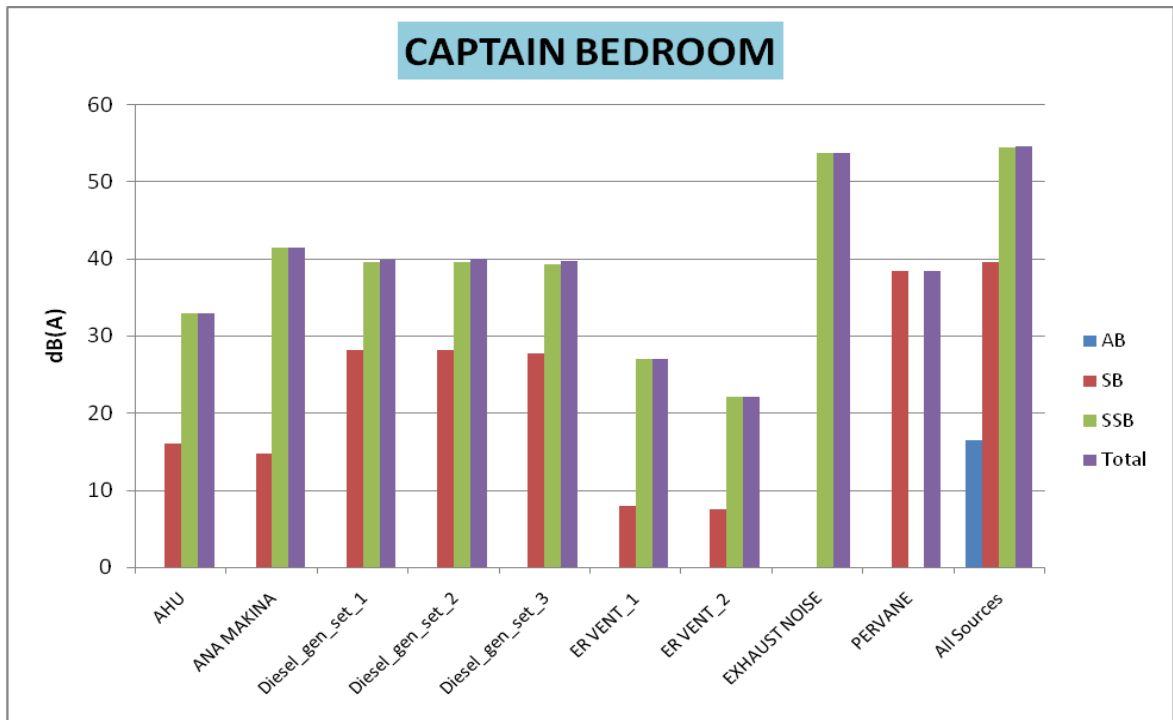
Şekil 6.2.4 1Man 2_3 mahallinin sonuçları



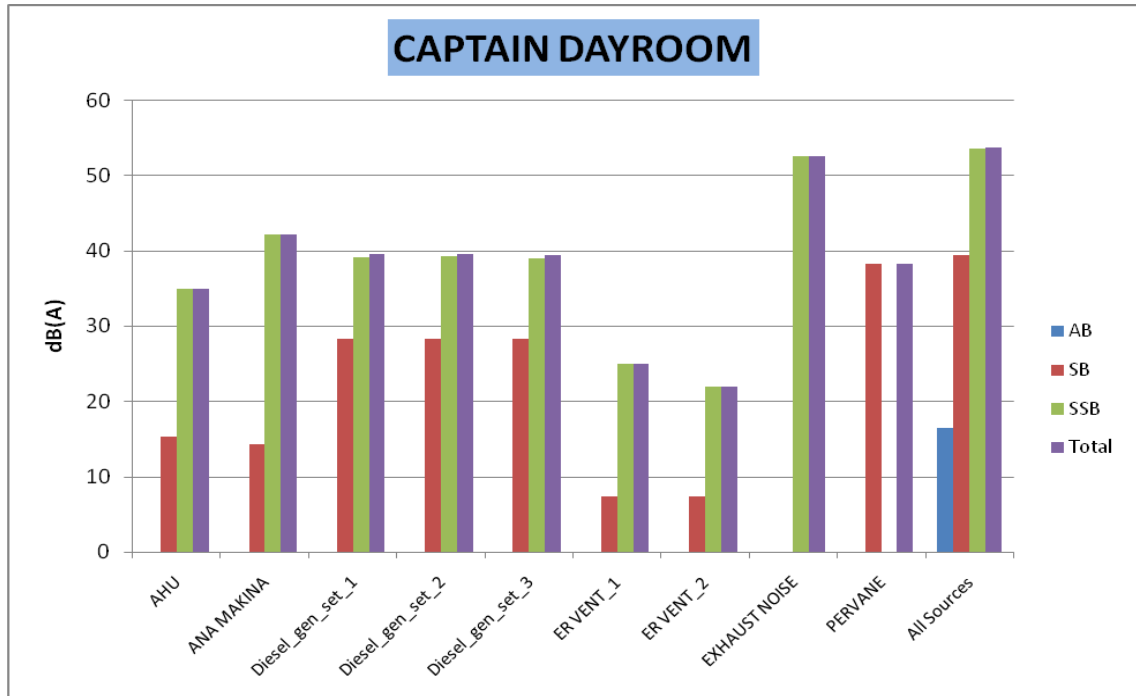
Şekil 6.2.5 1. Officer bedroom mahallinin sonuçları



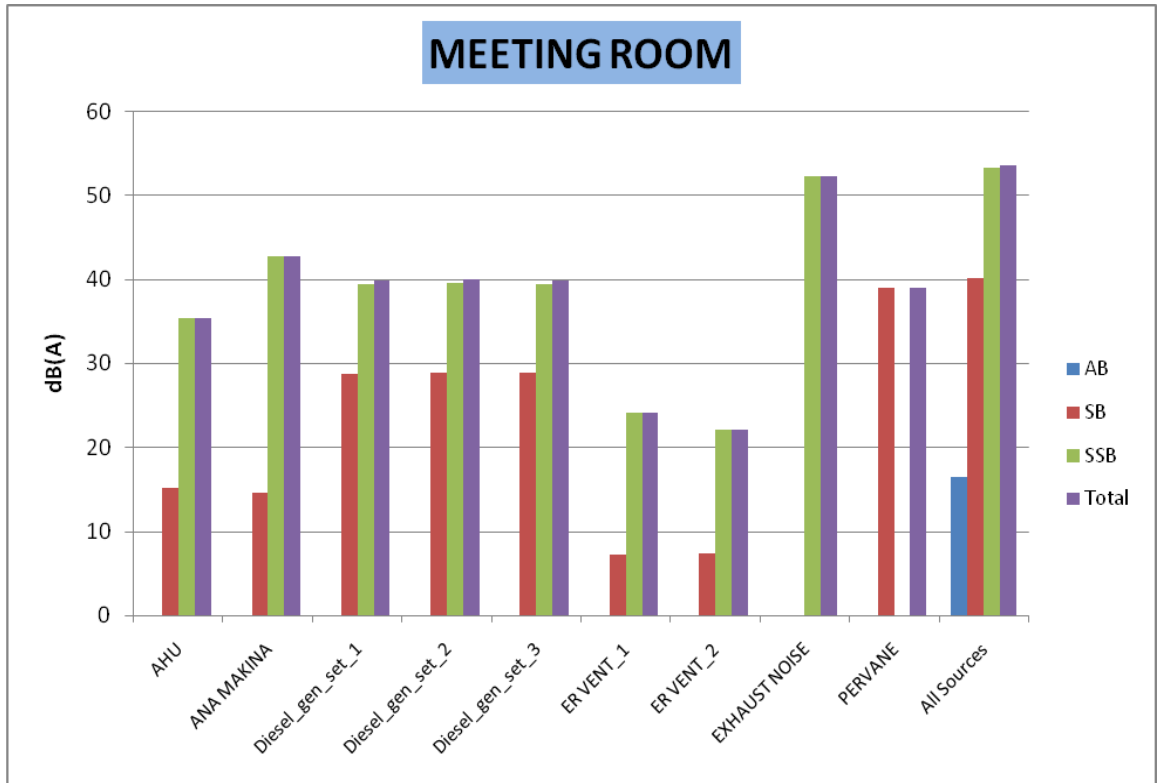
Şekil 6.2.6 1. Officer dayroom mahallinin sonuçları



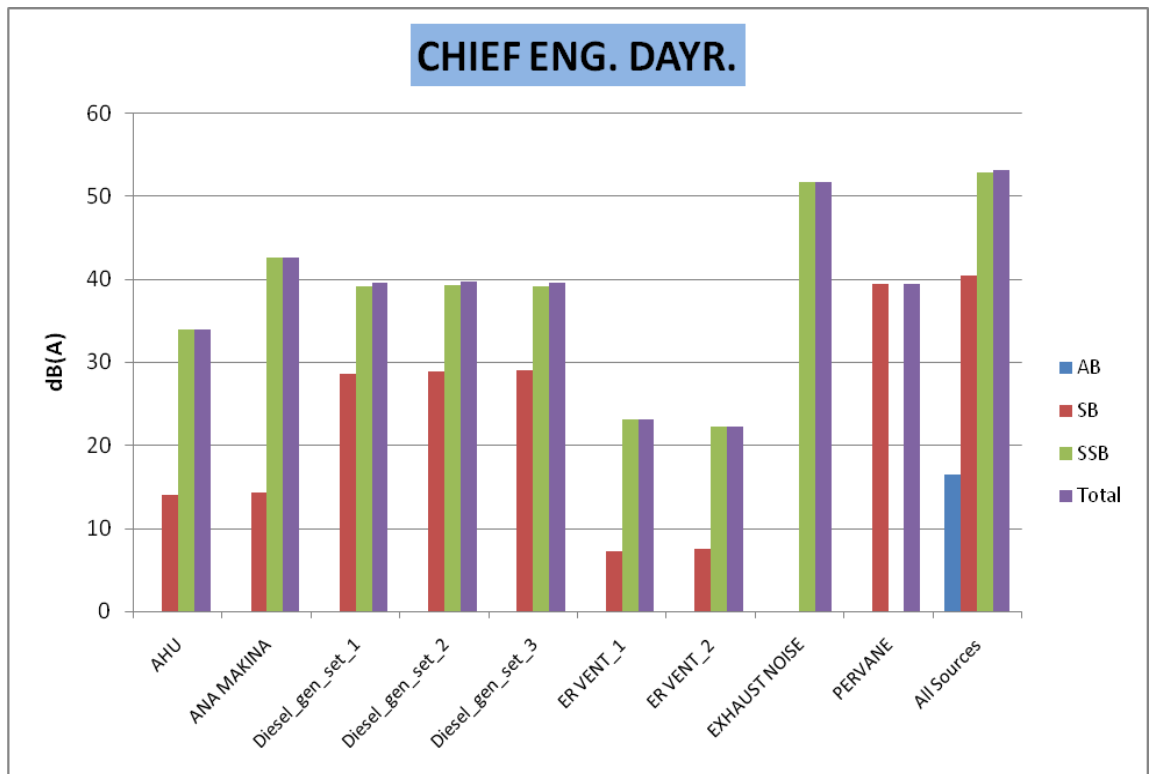
Şekil 6.2.7 Captain bedroom mahallinin sonuçları



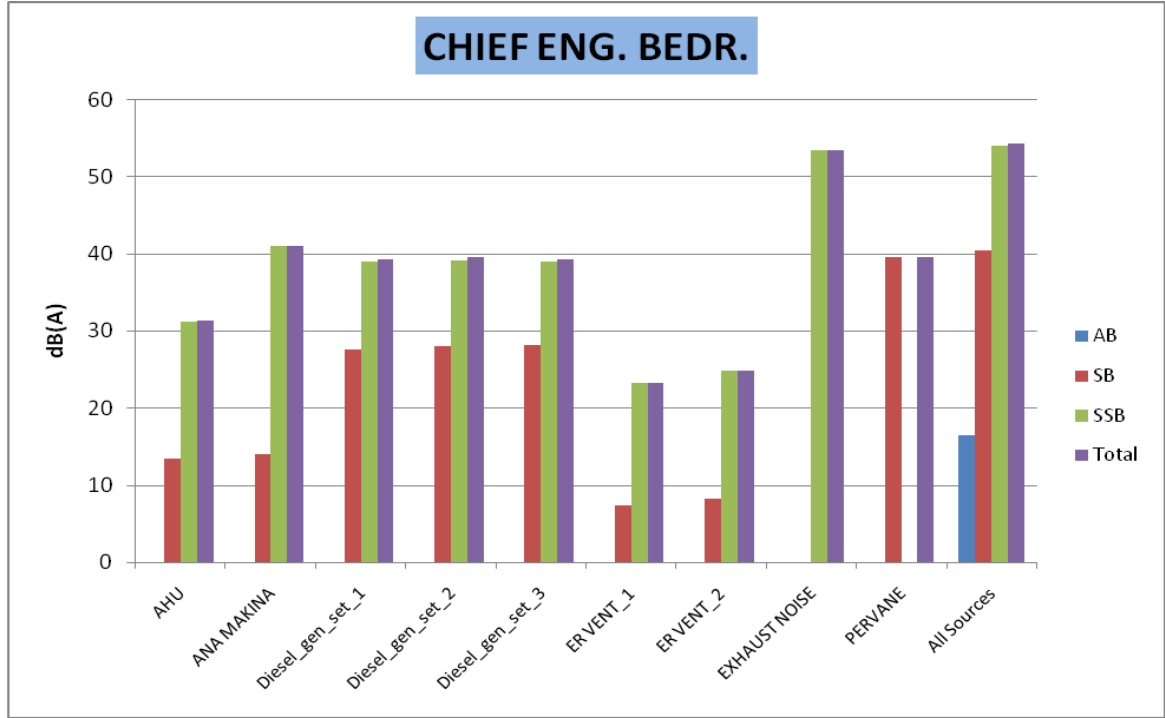
Şekil 6.2.8 Captain dayroom mahallinin sonuçları



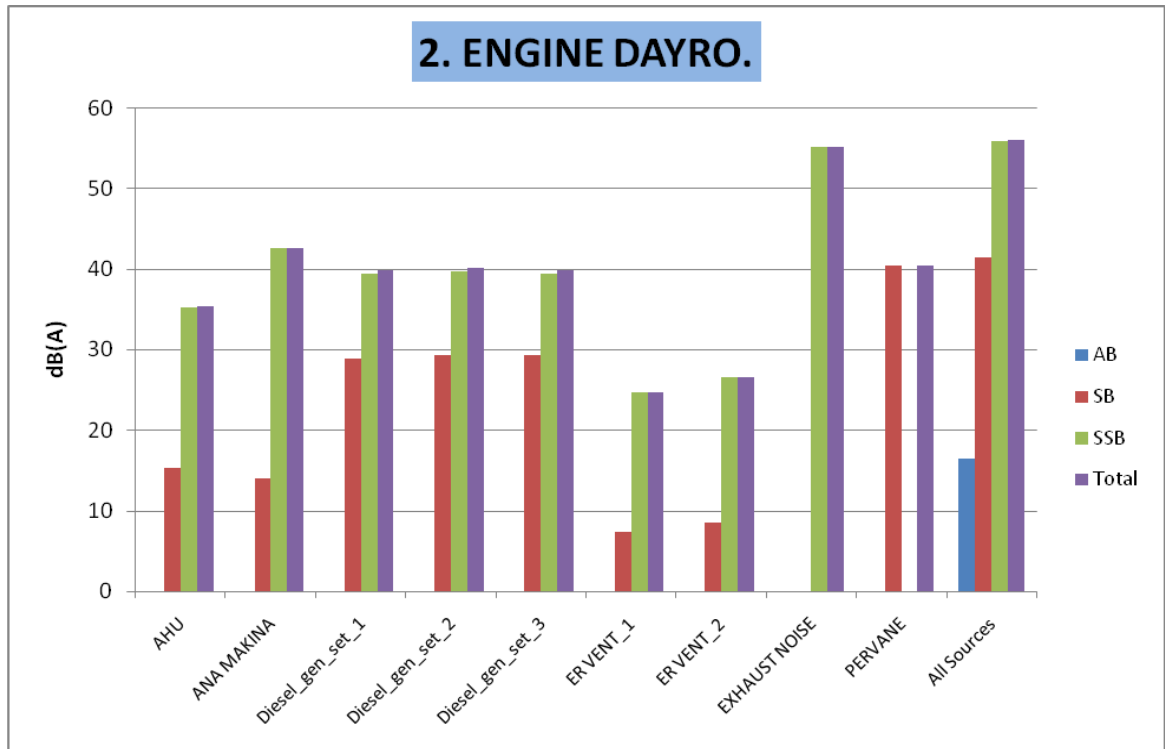
Şekil 6.2.9 Meeting room mahallinin sonuçları



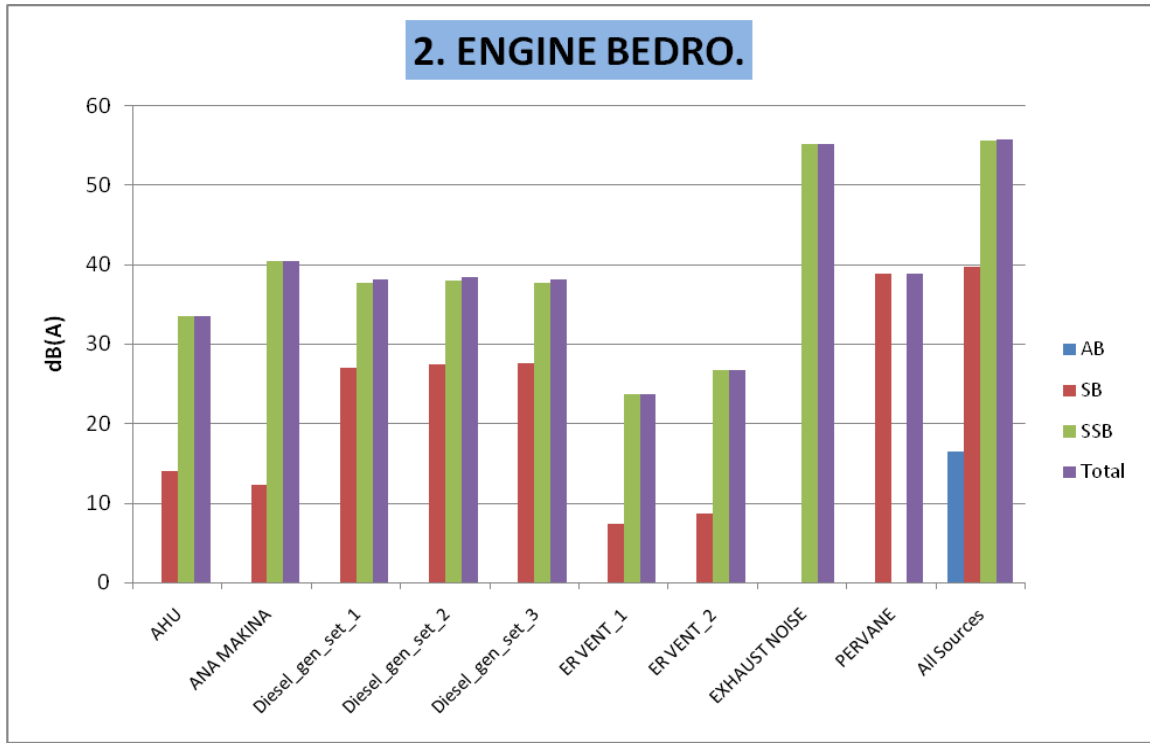
Şekil 6.2.10 Chief engine dayroom mahallinin sonuçları



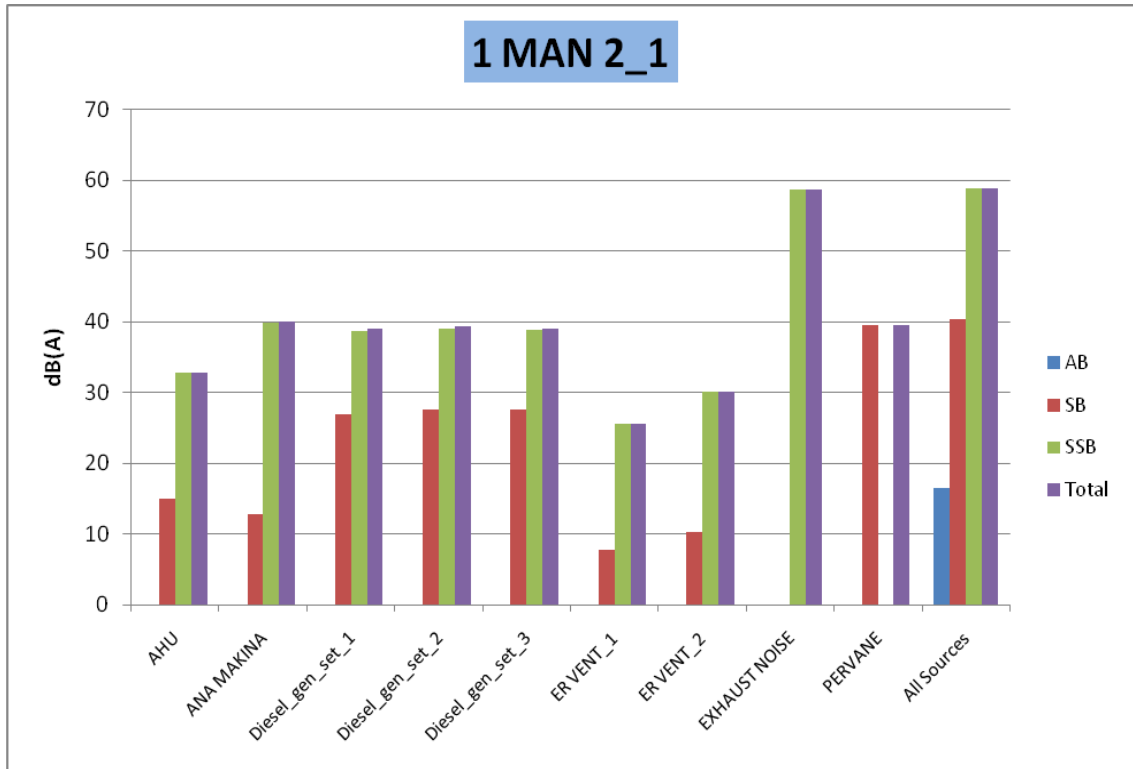
Şekil 6.2.11 Chief engine bedroom mahallinin sonuçları



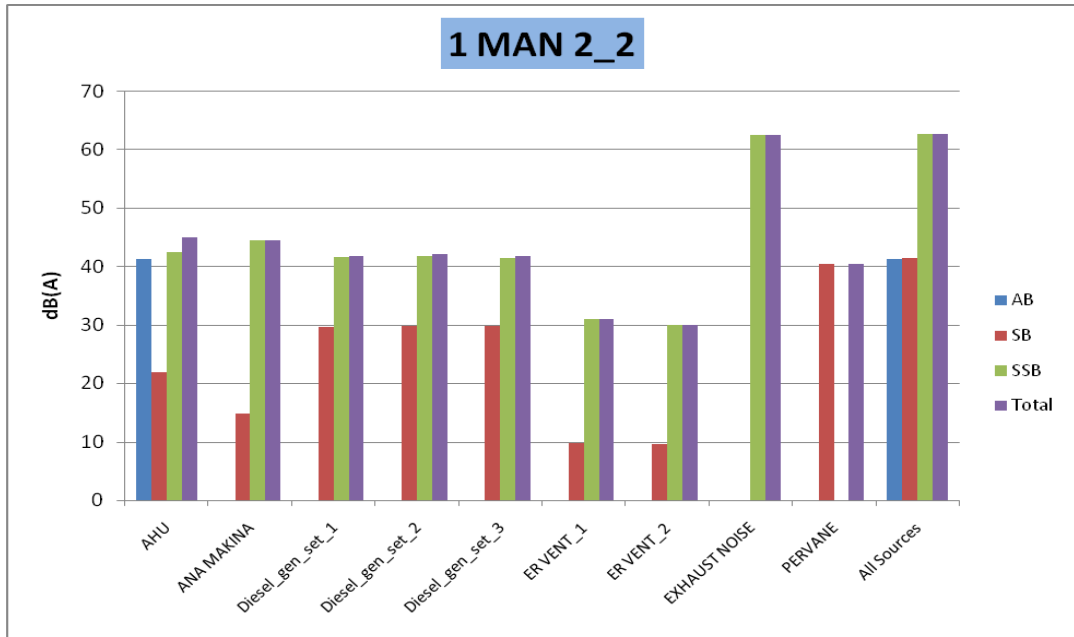
Şekil 6.2.12 2. Engine dayroom mahallinin sonuçları



Şekil 6.2.13 2. Engine bedroom mahallinin sonuçları

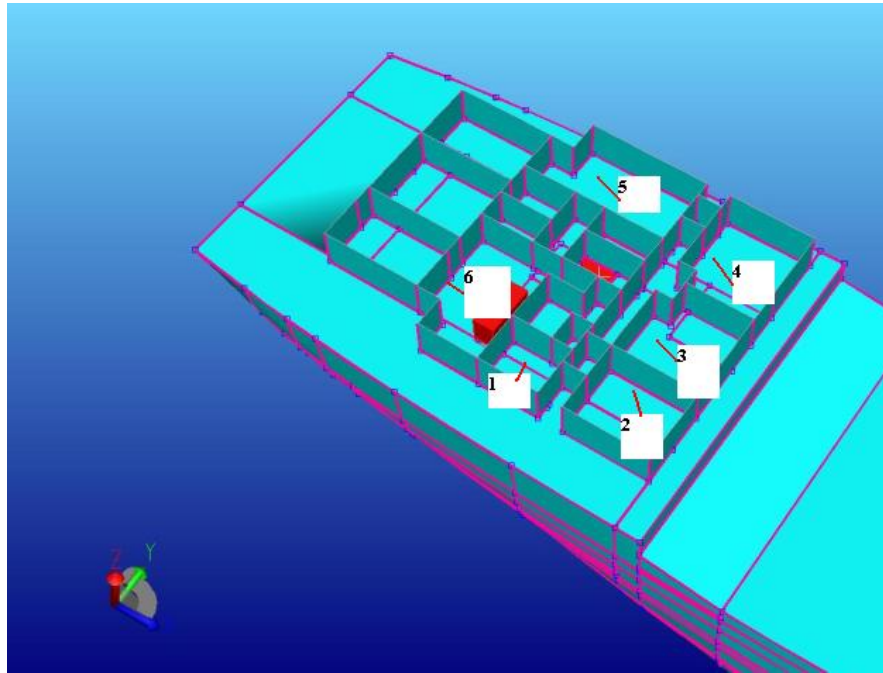


Şekil 6.2.14 1 Man 2_1 mahallinin sonuçları



Şekil 6.2.15 1Man 2_2 mahallinin sonuçları

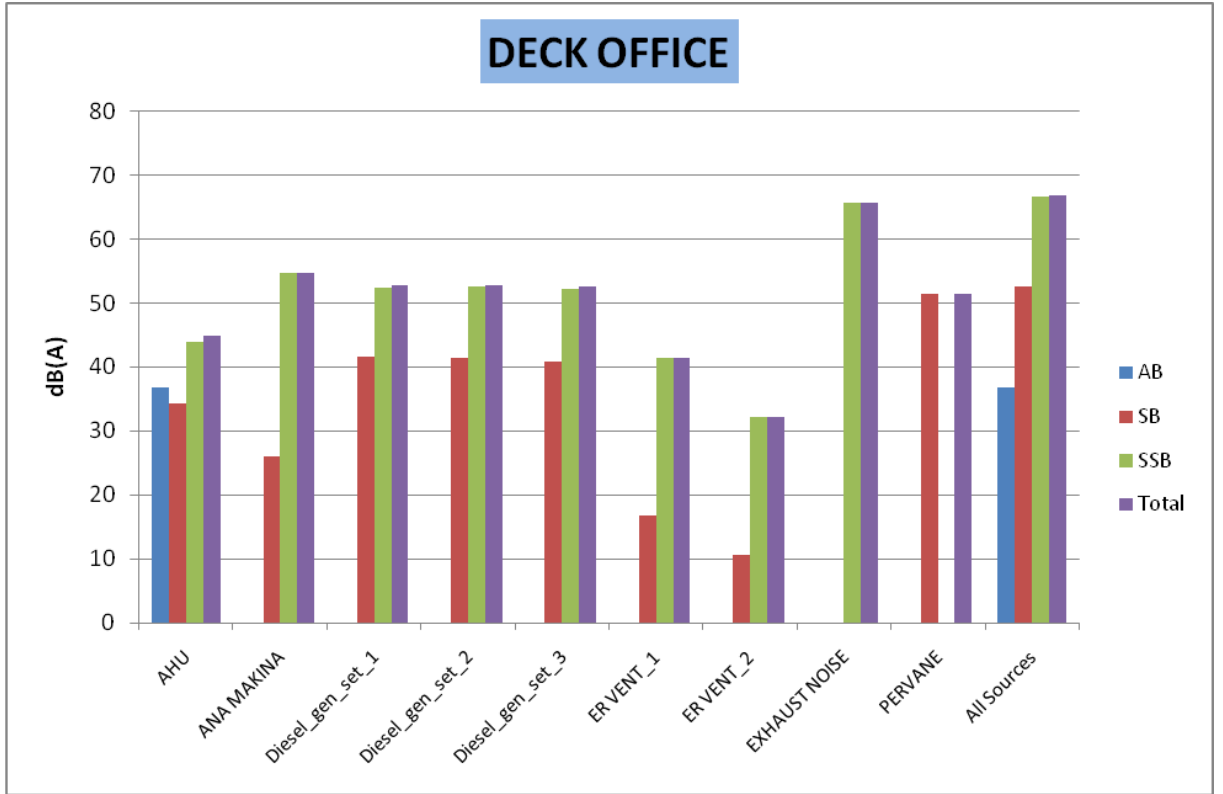
Kıç Güverte; bu güverteye makinalardan gelen AB (havadan yayılan gürültü) , SB (birincil yapısal gürültü), SSB (ikincil yapısal gürültü) etkilerini görmek mümkündür.



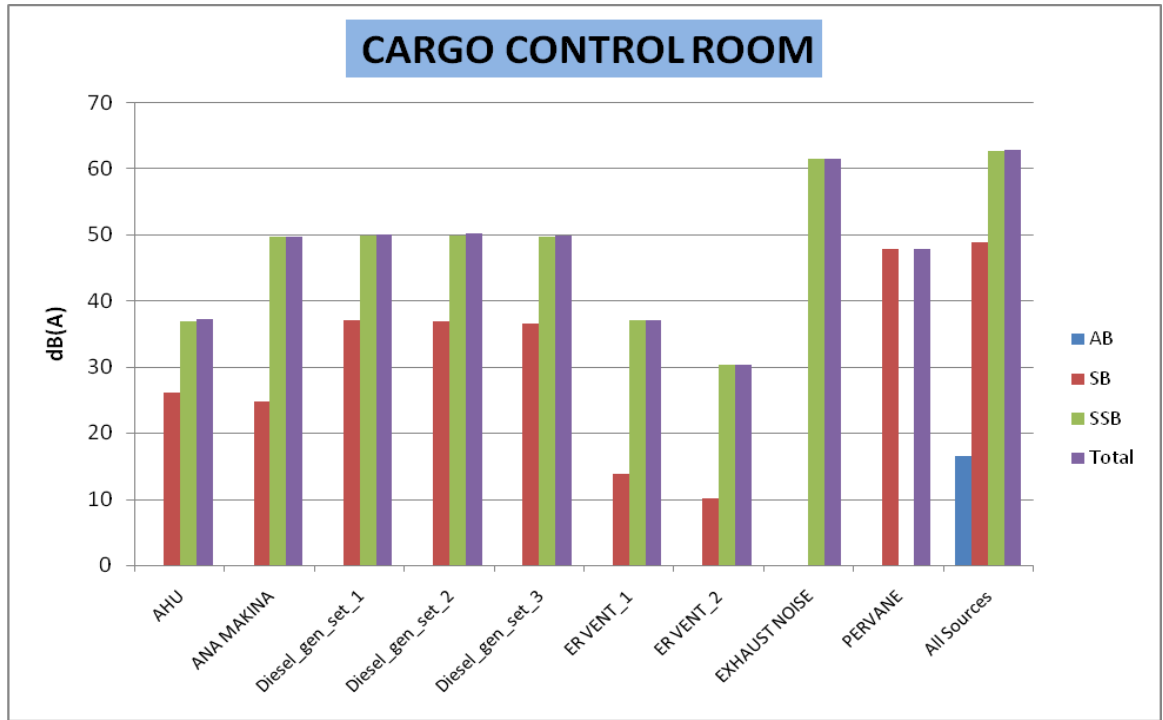
Şekil 6.2.16 Kış güverte görünümü

Çizelge 6.2.3 K1ç güverte mahalleri listesi

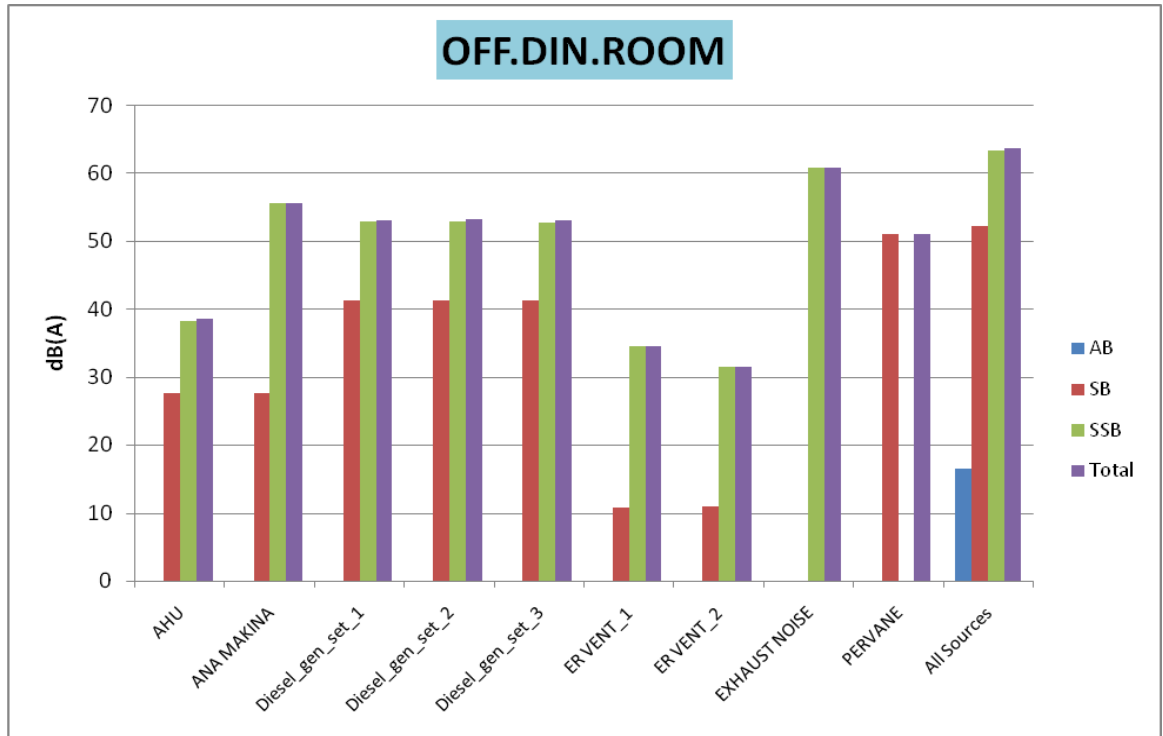
NO	MAHAL İSMİ
1	DECK OFFICE
2	CARGO CONTROL ROOM
3	OFFİCERS MESSROOM
4	CREW MESSROOM
5	GALLEY
6	AC ROOM



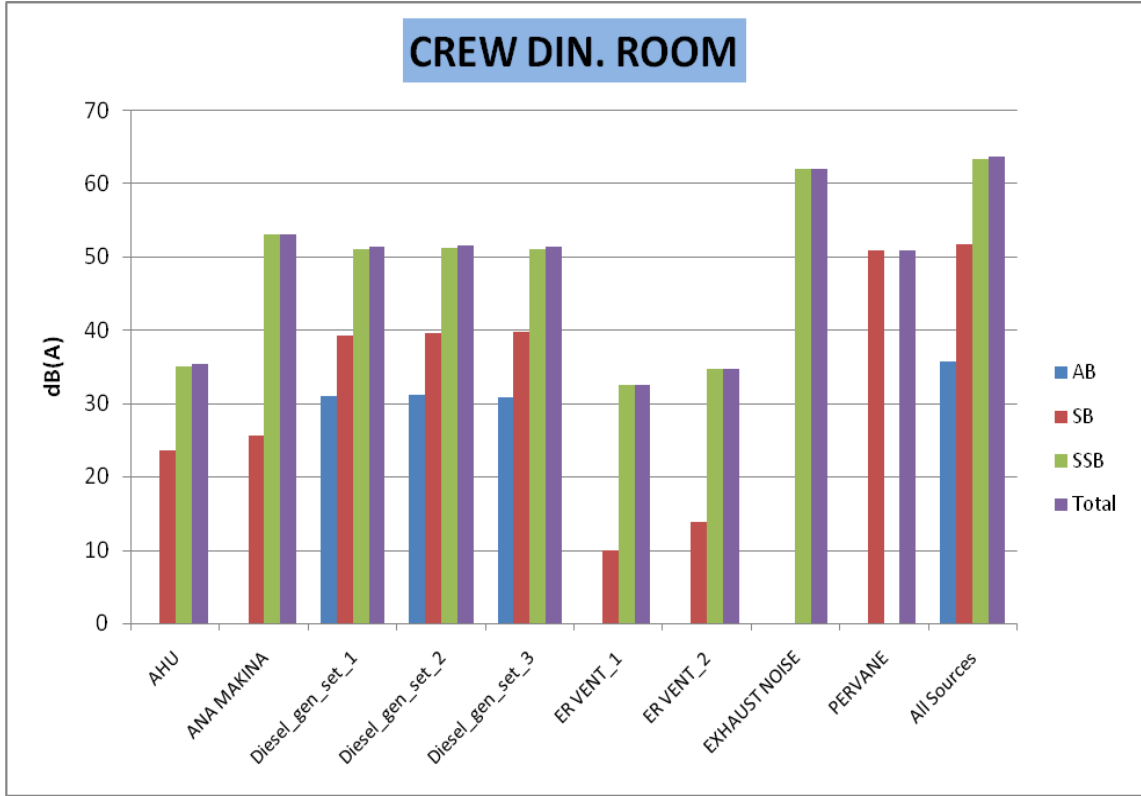
Şekil 6.2.17 Deck office mahallinin sonuçları



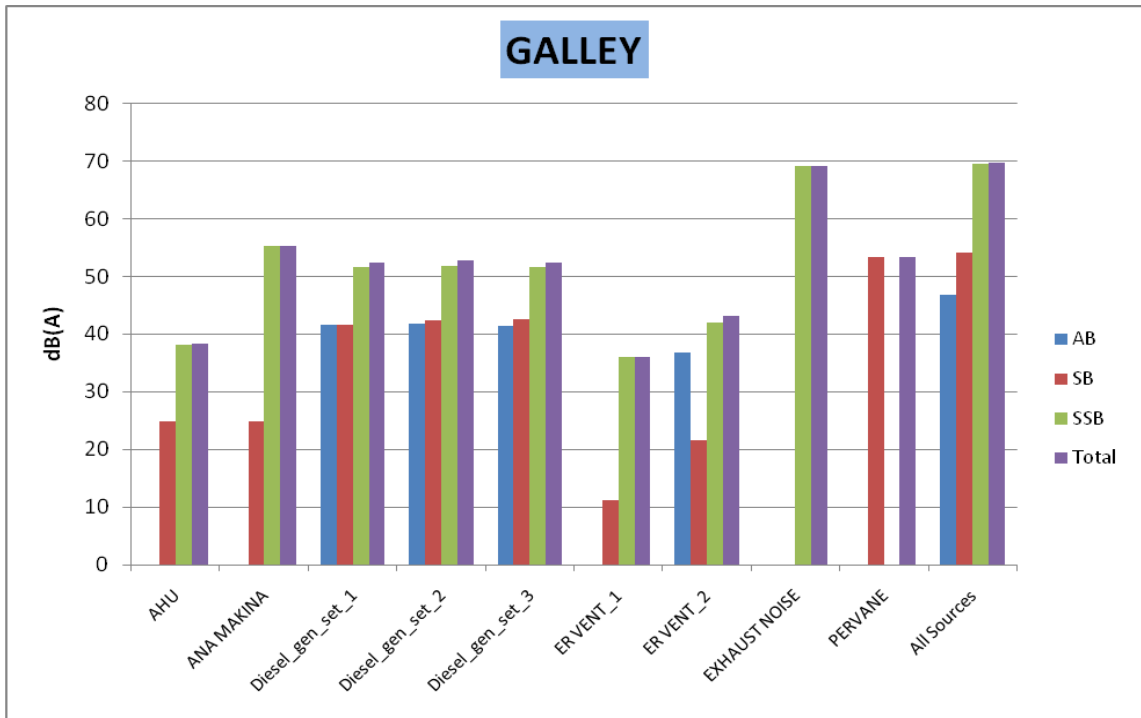
Şekil 6.2.18 Cargo control room mahallinin sonuçları



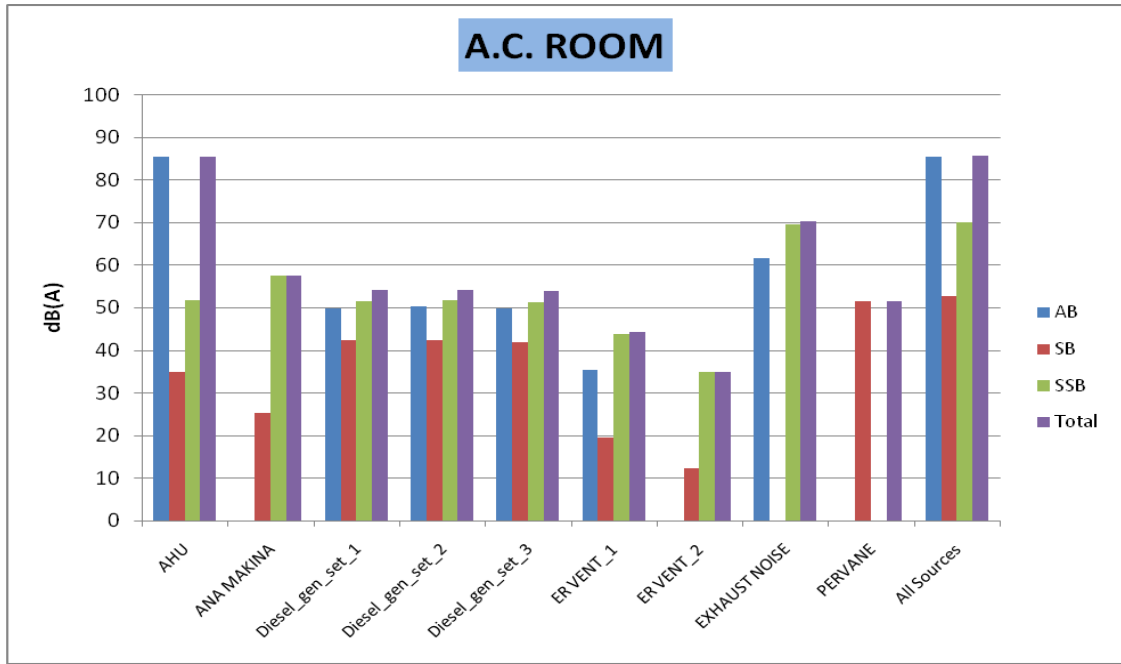
Şekil 6.2.19 Officer dining room mahallinin sonuçları



Şekil 6.2.20 Crew dining room mahallinin sonuçları

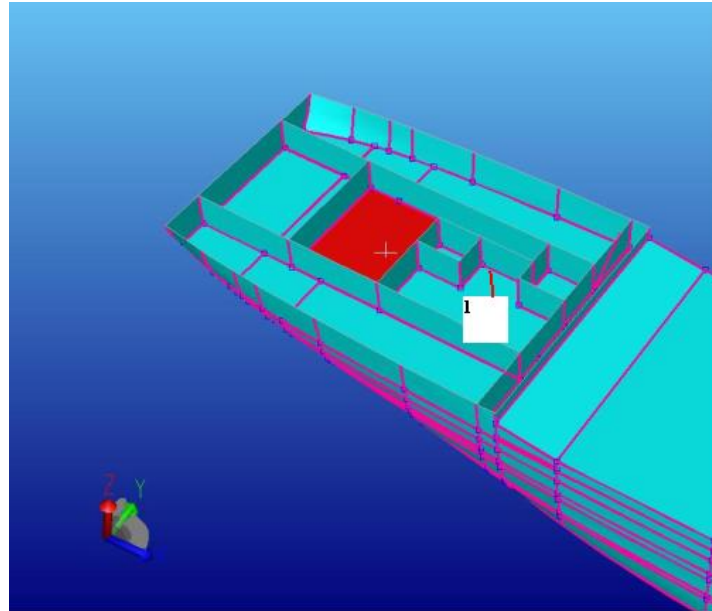


Şekil 6.2.21 Galley mahallinin sonuçları



Şekil 6.2.22 A.C. room mahallinin sonuçları

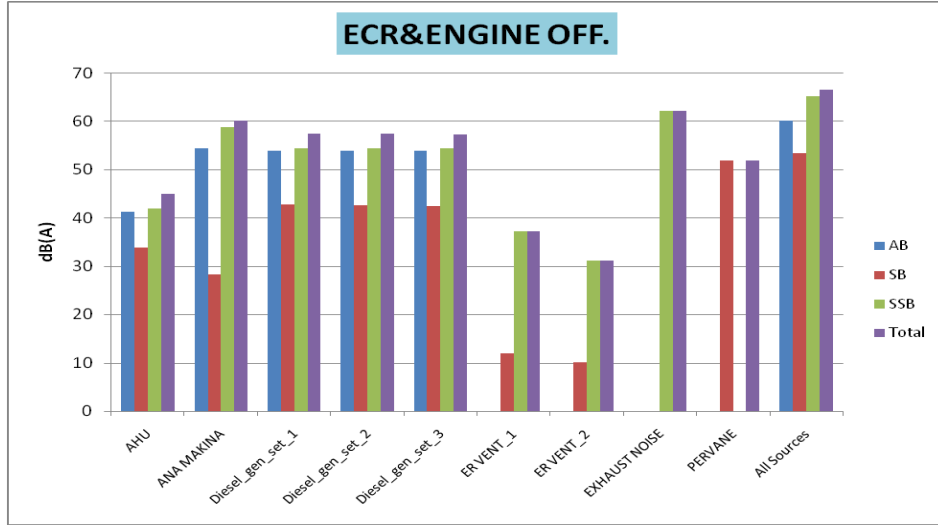
Ana güverte; bu güvertede makinalardan gelen AB (havadan yayıla gürültü) , SB (birincil yapısal gürültü), SSB (ikincil yapısal gürülü) etkilerini görmek mümkündür.



Şekil 6.2.23 Ana güverte görünümü

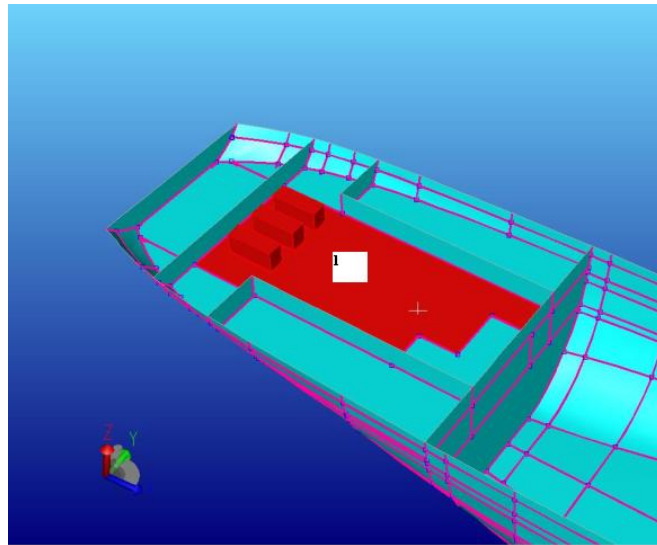
Çizelge 6.2.4 Ana güverte mahal listesi

NO	MAHAL İSMİ
1	ECR&ENGINE OFFICE



Şekil 6.2.24 ECR&Engine office mahallinin sonuçları

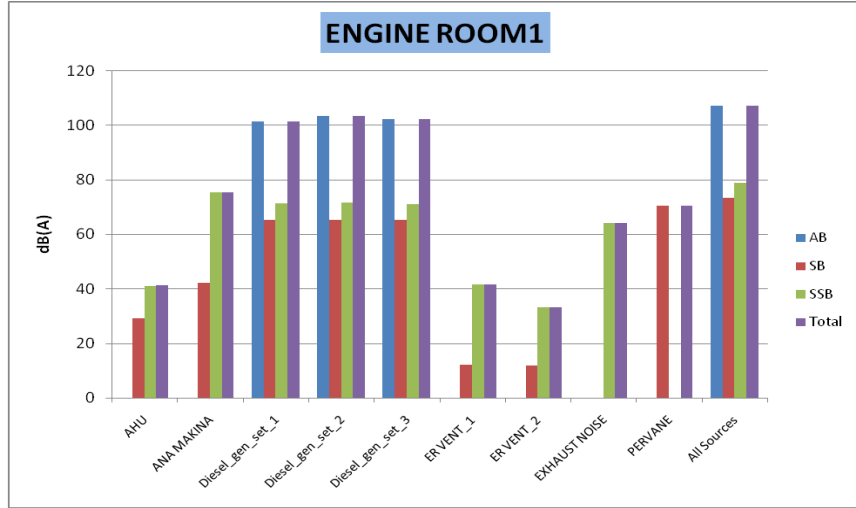
Üst platform güvertesi; bu güvertede makinalardan gelen AB (havadan yayıla gürültü) , SB (birincil yapısal gürültü), SSB (ikincil yapısal gürültü) etkilerini görmek mümkündür.



Şekil 6.2.25 Üstplatform güvertesi görünümü

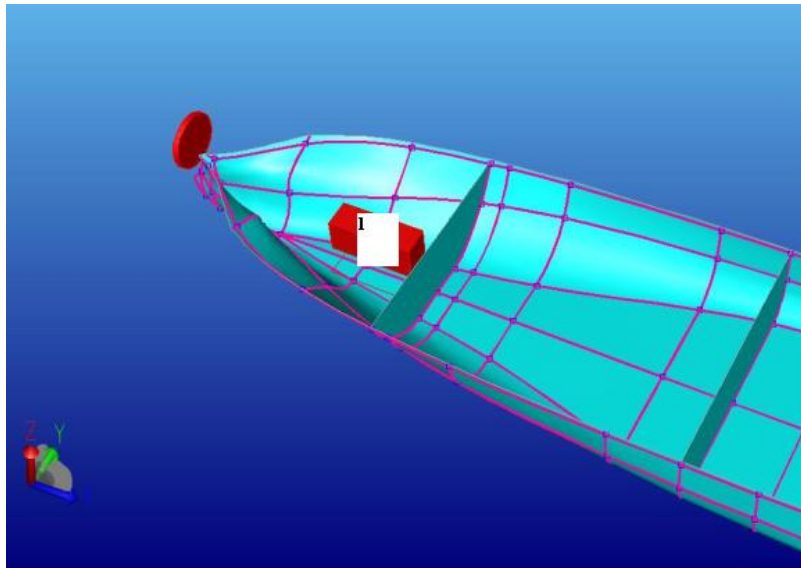
Çizelge 6.2.5 Üstsplatform güvertesi mahal listesi

NO	MAHAL İSMİ
1	ENGINE ROOM 1



Şekil 6.2.26 Engine room 1 mahallinin gürültü sonuçları

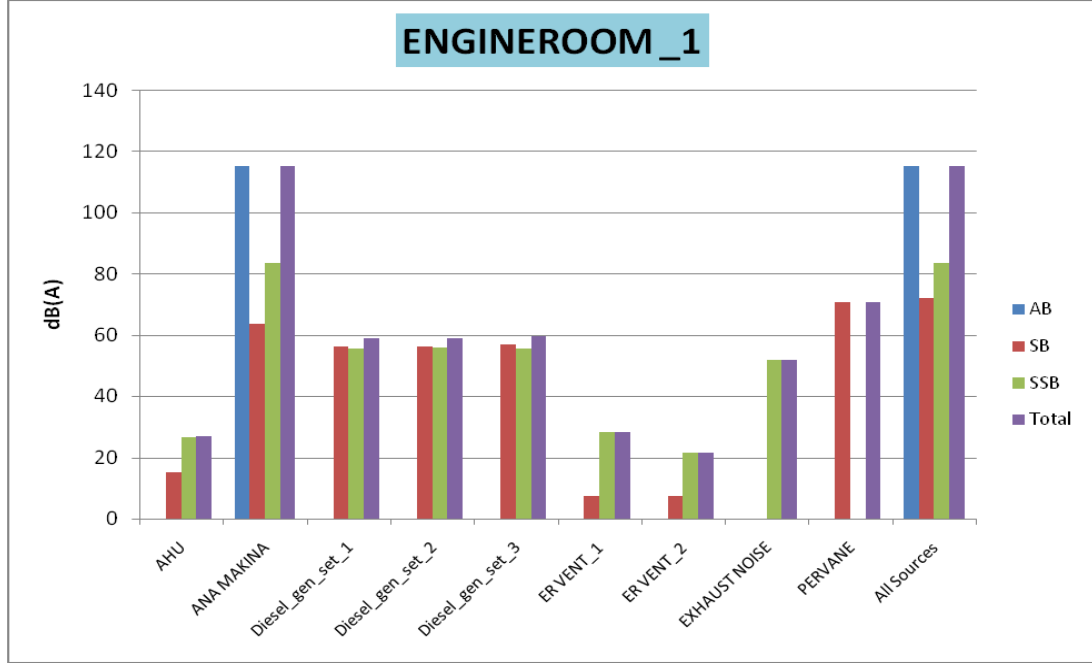
Ana Makine dairesi; Bu mahalle Anamakine ve pervane gürültüsü hakimdir.



Şekil 6.2.27 Tanktop güvertesi görünümü

Çizelge 6.2.6 Tanktop güvertesi mahal listesi

NO	MAHAL İSMİ
1	ENGINE ROOM_1



Şekil 6.2.28 Engine room_1 mahallinin gürültü sonuçları

Gemi mahallerine ait sonuçlar ve sonuçların kritere göre değerlendirilmesi Çizelge 6.2.7 ‘dedir.

Çizelge 6.2.7 Mahal sonuçları ve kritere göre değerlendirme tablosu

NO:	MAHAL İSMİ	AB	SB	SSB	TOPLAM	KRİTER	TOPLAM-KRİTER
1	MAN 2_1	16.53	40.35	58.89	58.95	60.00	-1.05
2	MAN 2_2	41.31	41.57	62.73	62.79	60.00	2.79
3	MAN 2_3	16.53	38.78	59.76	59.79	60.00	-0.21
4	1. OFF. BEDRO.	16.53	38.65	56.24	56.32	60.00	-3.68
5	1. OFF. DAYRO.	16.53	39.90	55.70	55.81	65.00	-9.19
6	2. ENGINE BEDRO	16.53	39.77	55.65	55.76	60.00	-4.24
7	2. ENGINE DAYRO.	16.53	41.43	55.90	56.05	65.00	-8.95
8	A.C. ROOM	85.64	52.88	70.13	85.76	75.00	10.76
9	CAPTAIN BEDROOM	16.53	39.55	54.54	54.67	60.00	-5.33
10	CAPTAIN DAYRO.	16.53	39.51	53.61	53.78	65.00	-11.22
11	CARGO CONTROL RO.	16.53	48.92	62.69	62.87	65.00	-2.13
12	CHIEF ENG. BEDR.	16.53	40.42	54.14	54.32	60.00	-5.68
13	CHIEF ENG. DAYR.	16.53	40.52	52.91	53.16	65.00	-11.84
14	CREW DIN. ROOM	35.81	51.80	63.48	63.77	65.00	-1.23
15	DECK OFFICE	36.82	52.61	66.62	66.80	65.00	1.80
17	ECR&ENGINE OFF.	60.20	53.39	65.25	66.64	75.00	-8.36
18	ENGINE ROOM1	107.29	73.38	78.93	107.30	110.00	-2.70
19	ENGINE ROOM _1	115.54	72.06	83.70	115.54	110.00	5.54
20	GALLEY	46.83	54.23	69.57	69.72	75.00	-5.28
21	MEETING ROOM	16.53	40.17	53.40	53.60	65.00	-11.40
22	OFF.DIN.ROOM	16.53	52.30	63.41	63.73	65.00	-1.27
23	KÖPRÜÜSTÜ	24.61	35.48	55.51	55.56	60.00	-4.44

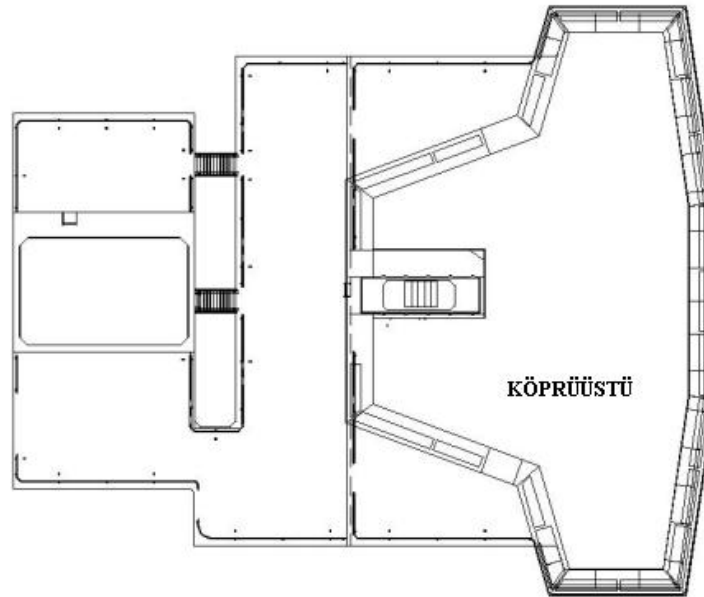
Tabloda toplam-kriter sütununda yer alan ‘+’ işaret limit değerin geçildiğini, ‘-’ işarete limit değerin sağlandığını göstermektedir. Genel olarak gemi mahalleri sahip oldukları limit değerini sağlamaktadır. Ana güverte üzerindeki mahallere egzoz gürültüsü hakimdir.

Pervane gürültüsü ve ana makina gürültüsünün üst bina mahallerini çok fazla etkilemediği analiz sonucunda görülmüştür.

No 2 MAN2_2 mahalının gürültü kriterini geçme sebebi diğer mahallere göre egzoz gürültüsüne daha yakın olmasıdır. No 8 AC Room mahalının gürültüyü geçme sebebi, mahalde bulunan klima cihazının havaya verdiği gürültü seviyesinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. No19 Engine Room _1 mahalinde, kriteri geçme nedeni ana makina ve pervaneden gelen gürültüdür.

6.3 10500 DWT‘ luk Kimyasal Tankerin Gürültü Ölçümü

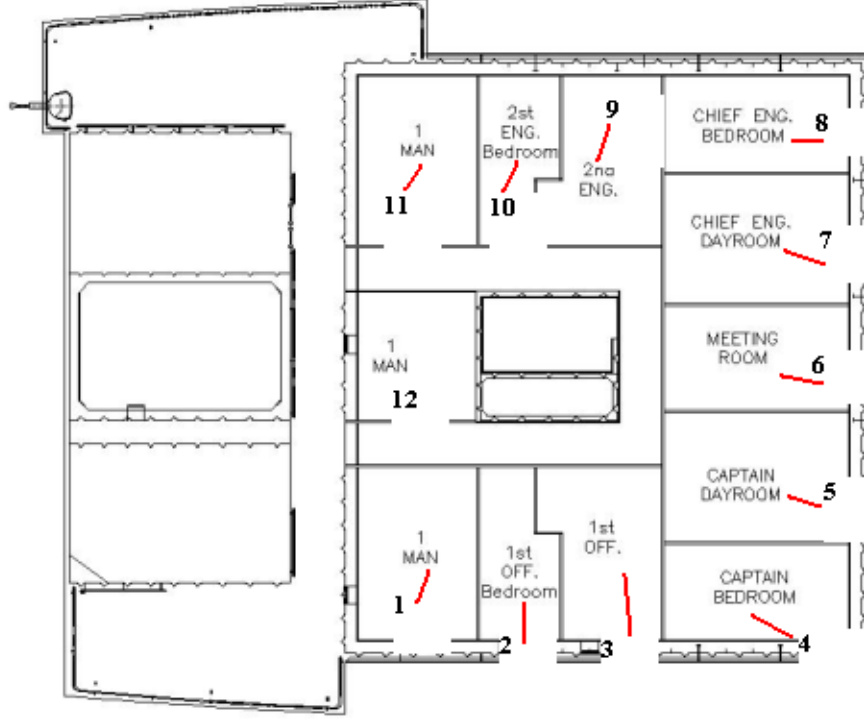
10500 DWT ‘lik kimyasal tankerin inşaaı sonrası seyir kabul testleri (sat) sırasında yapılan gürültü ölçüm sonuçları güverte güverte gösterilmiştir. Ölçümler inşaa edilen tersanenin sahip olduğu imkanlar dahilinde yapılmıştır. Ölçümler sırasında referans olarak IMO A. 468 dokümanı kullanılmıştır. Ölçümler sırasında daha önce armatör firmayla kaşılıklı olarak anlaşılan test ve ortam şartları sağlanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümler sırasında seyir için gerekli tüm ekipmanlar çalıştırılmıştır. Ölçümler şekillerde gösterilen mahallerin yaklaşık olarak orta bölümlerinden, yansıtıcı yüzeylerden eşit uzaklıktaki mesafelerden alınmıştır.



Şekil 6.3.1 Köprüüstü güvertesi görünümü

Çizelge 6.3.1 Köprüüstü güvertesi sonuçları

NO	MAHAL İSMİ	ÖLÇÜM SONUCU dB (A)
1	KÖPRÜÜSTÜ	63.9

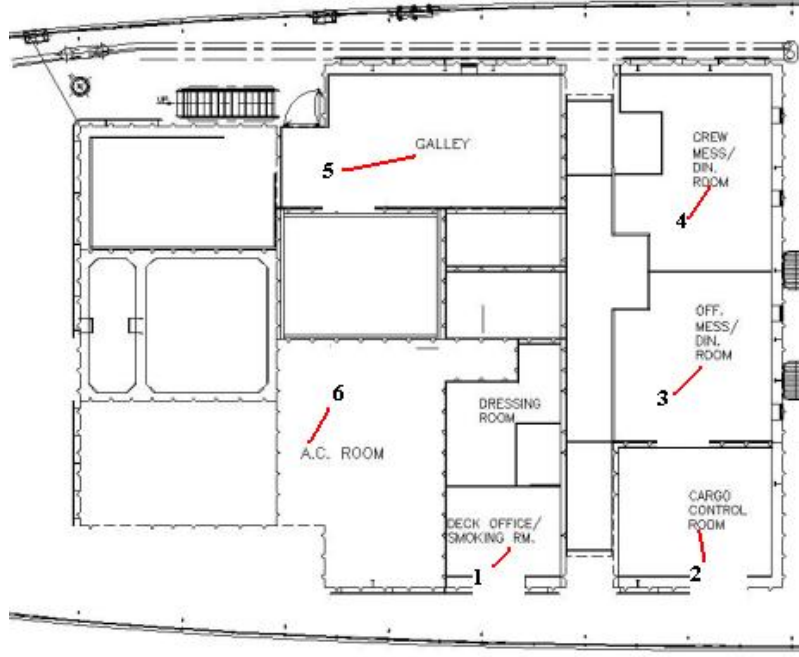


Şekil 6.3.2 İkinci güverte görünümü

Çizelge 6.3.2 İkinci Güverte mahalleri sonuçları

NO	MAHAL İSMİ	ÖLÇÜM SONUCU dB (A)
1	1 MAN 2_3	62.7
2	1. OFFICER BEDROOM	61.5
3	1. OFFICER DAYROOM	58.7
4	CAPTAIN BEDROOM	61.1
5	CAPTAIN DAYROOM	54.7
6	MEETING ROOM	53.1

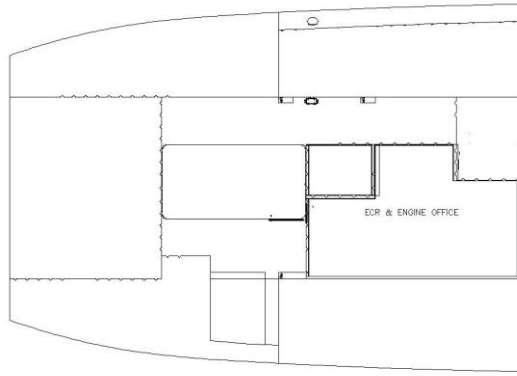
7	CHIEF ENGINE DAYROOM	54.1
8	CHIEF ENGINE BEDROOM	58.6
9	2. ENGINE DAYROOM.	58.8
10	2. ENGINE BEDROOM.	57.2
11	1 MAN 2_1	62
12	1 MAN 2_2	59.8



Şekil 6.3.3 Kış güverte görünümü

Çizelge 6.3.3 Kış güverte mahalleri sonuçları

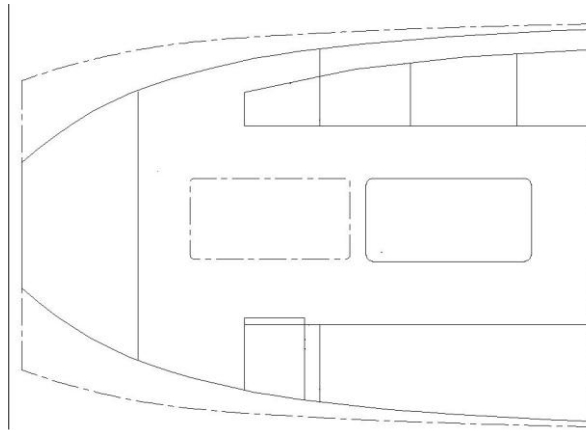
NO	MAHAL İSMİ	ÖLÇÜM SONUCU dB (A)
1	DECK OFFICE	68.5
2	CARGO CONTROL ROOM	66.9
3	OFFICERS MESSROOM	59
4	CREW MESSROOM	62.8
5	GALLEY	74.9
6	AC ROOM	83.3



Şekil 6.3.4 Ana güverte görünümü

Çizelge 6.3.4 Ana güverte mahalleri sonuçları

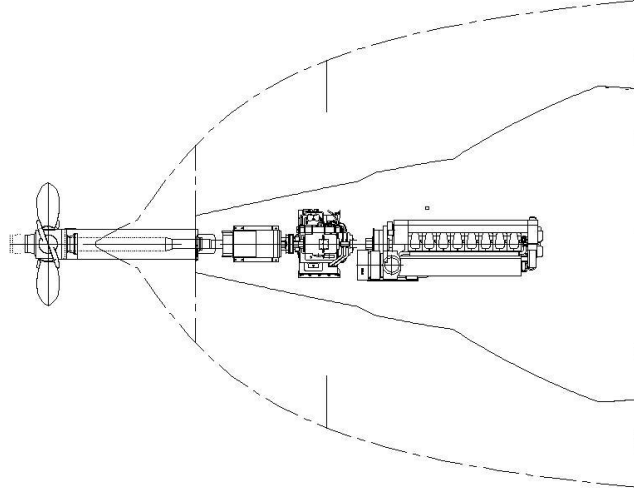
NO	MAHAL İSMİ	ÖLÇÜM SONUCU dB (A)
1	ECR&ENGINE OFFICE	71.60



Şekil 6.3.5 Üst platform güvertesi görünümü

Çizelge 6.3.5 Üst platform güvertesi mahalleri sonuçları

NO	MAHAL İSMİ	ÖLÇÜM SONUCU dB (A)
1	ENGINE ROOM 1	110.00



Şekil 6.3.6 Tanktop güvertesi görünümü

Çizelge 6.3.6 Tanktop güvertesi mahalleri sonuçları

NO	MAHAL İSMİ	ÖLÇÜM SONUCU dB (A)
1	ENGINE ROOM_1	114.00

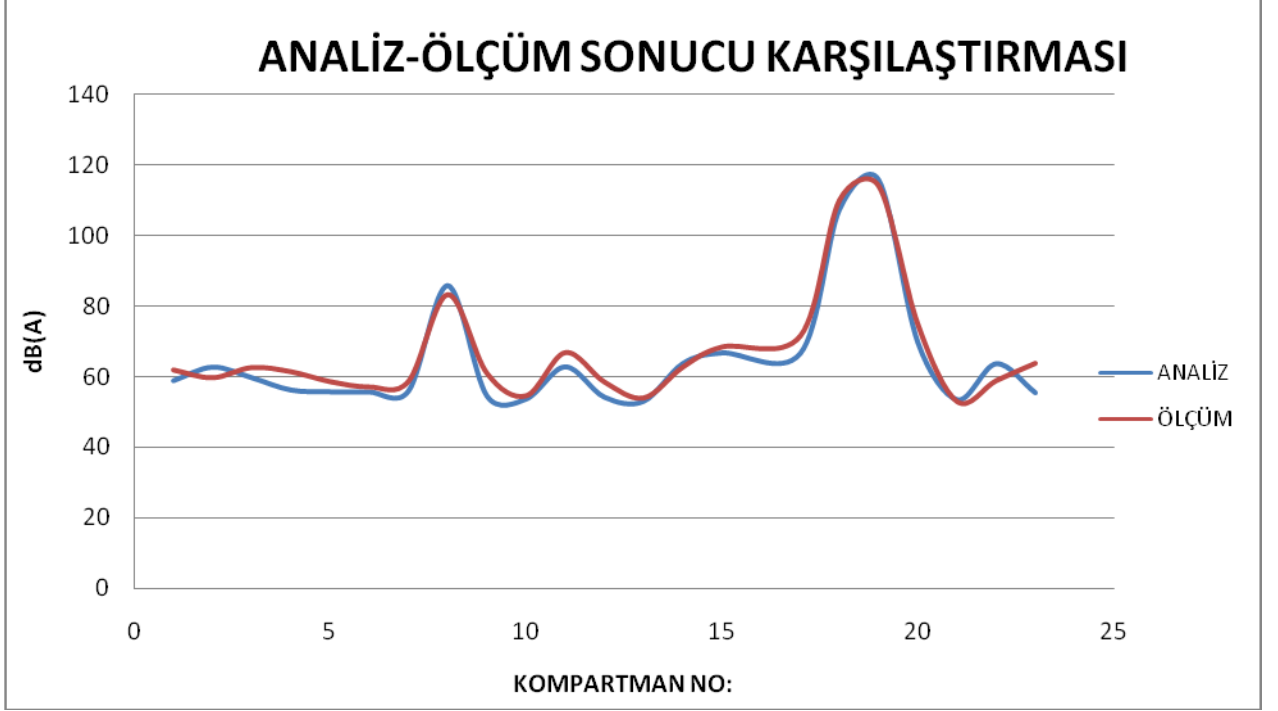
7. SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRME

Akustik analiz sonucu ulaşılan değerlerin, ölçüm sonuçlarıyla karşılaştırılması tablo halinde Çizelge 7.1 'de, grafiksel olarak Şekil 7.1 'de gösterilmiştir. Çizelge 7.1 fark sütunu iki ölçüm arasındaki dB(A) olarak fark değerini göstermektedir. Bu sütunda çok büyük fark değerleri görülmemektedir.

Çizelge 7.1 Gürültü analizi ve Ölçüm sonucu karşılaştırma tablosu

NO:	MAHAL İSMİ	AB	SB	SSB	TOPLAM	ÖLÇÜM SONUCU	FARK	FARK %
1	MAN 2_1	16.53	40.35	58.89	58.95	62.00	3.05	4.92
2	MAN 2_2	41.31	41.57	62.73	62.79	59.80	2.99	5.00
3	MAN 2_3	16.53	38.78	59.76	59.79	62.70	2.91	4.64
4	1. OFF. BEDRO.	16.53	38.65	56.24	56.32	61.50	5.18	8.42
5	1. OFF. DAYRO.	16.53	39.90	55.70	55.81	58.70	2.89	4.93
6	2. ENGINE BEDRO	16.53	39.77	55.65	55.76	57.20	1.44	2.52
7	2. ENGINE DAYRO.	16.53	41.43	55.90	56.05	58.80	2.75	4.68
8	A.C. ROOM	85.64	52.88	70.13	85.76	83.30	2.46	2.95
9	CAPTAIN BEDROOM	16.53	39.55	54.54	54.67	61.10	6.43	10.52
10	CAPTAIN DAYRO.	16.53	39.51	53.61	53.78	54.70	0.92	1.68
11	CARGO CONTROL RO.	16.53	48.92	62.69	62.87	66.90	4.03	6.03
12	CHIEF ENG. BEDR.	16.53	40.42	54.14	54.32	58.60	4.28	7.30
13	CHIEF ENG. DAYR.	16.53	40.52	52.91	53.16	54.10	0.94	1.74
14	CREW DIN. ROOM	35.81	51.80	63.48	63.77	62.80	0.97	1.55
15	DECK OFFICE	36.82	52.61	66.62	66.80	68.50	1.70	2.49
17	ECR&ENGINE OFF.	60.20	53.39	65.25	66.64	71.60	4.96	6.92
18	ENGINE ROOM1	107.29	73.38	78.93	107.30	110.00	2.70	2.46
19	ENGINEROOM _1	115.54	72.06	83.70	115.54	114.00	1.54	1.35
20	GALLEY	46.83	54.23	69.57	69.72	74.90	5.18	6.92
21	MEETING ROOM	16.53	40.17	53.40	53.60	53.10	0.50	0.94
22	OFF.DIN.ROOM	16.53	52.30	63.41	63.73	59.00	4.73	8.02
23	KÖPRÜÜSTÜ	24.61	35.48	55.51	55.56	63.90	8.34	13.05

Analiz durumunda, gürültünün hesaplandığı mahaller boş kabul edilmiştir. Mahallerin eşyalarla dolu olduğu ve eşyaların bir miktar gürültüyü sönümliyeyeceği düşünülürse aradaki fark değerlerinin makul olduğu anlaşılabacaktır.



Şekil 7.1 Analiz-Ölçüm karşılaştırma grafiği

Sonuç olarak İstatiksel Enerji Analiz yöntemi kullanılarak yapılan gürültü hesaplamaları inşa sonrası karşımıza çıkabilecek sorunları önceden tespit etmemizi sağlayacaktır. Bu yöntem sadece sorunları tespit etmekle kalmıyacak, uygulama aşamasındaki pratikliği sayesinde doğru optimizasyonları yapabilme imkanı verecektir. Optimizasyon sayesinde, gemilerin performansı doğrudan artacak, daha az ağırlık veya doğru malzeme gibi parametreler en iyi şekilde seçilecektir.

KAYNAKLAR

- Asmussen I., Menzel W. ve Mumm H., (2001), GL – Technology Ship Vibration Germanischer Lloyd Press & Public Relations, Hamburg
- Ashrae,(2000), Ashrae handbook,Atlanta
- Asne, (2006),”Elements of a Successful Ship Noise Control Project”, Marine Environmental Engineering Technology Symposium, Washington DC
- Billerica, (2003),Noise Control Engineering, “Noise&Vibration Design Guidance Propeller Tip Clearance”, Cleveland
- Billerica, (2003),Noise Control Engineering, “Noise&Vibration Design Guidance Flexible Connections”, Cleveland
- Çilingiroğlu K., (2005), “Hvac sisteminde kullanılan fanların gürültü bölgeleri ve fan seçiminde gözönüne alınacak hususlar”, Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, İstanbul
- Çağlayan H.İ.,(2010), Gemi Akustiği Notları, İstanbul
- Diyaroğlu Ç., (2009), “Gemilerde Ana Makina Kaynaklı Titreşim ve Gürültünün Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Fischer R, (2004),Noise Control Engineering, “Controlling machinery induced underwater noise”, NCE/NOAA Symposium, New York
- Fischer R., Boroditsky L., (2000), SNAME,"The Future of Shipboard Noise Predictions," International Cooperation on Marine Engineering systems, New York
- Fischer M., (2006), “The Statistical Energy Analysis”, Jass Symposium, St. Petersburg
- Kern F., Burroughs C., (1997), “An introduction to Statistical Energy Analysis”, Journal of the Acoustical Society of America
- IMO, (2005), “Noise Levels –Code on Noise Levels on Board Ships”, Resolution A.468
- Rovira i A.,Gabriel, Creus P., Sener J.ve Sistemas y. I., (2000), “An application of the statistical energy analysis to the internal noise prediction in trains”, Barcelona
- Sarradj E., (2005), “Energy-based vibroacoustics, Sea and beyond”, Germany
- Türk Loydu, (2006), “Gürültü, Titreşim ve Şok ile İlgili Hususlar-Bölüm 16”, Cilt E, Kısım 102
- Taşel R. G.,(2005),Alarko-Carrier, “ Pompalarda Gürültü “, İstanbul
- Yankaskas K., (2003), “Shipboard Noise Prediction Program-JERİCHO”, Inst. Of Noise Control Engineers (INCE), Cleveland

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 23.09.1985

Doğum Yeri Fethiye

Lise 1999-2003 Ankara Atatürk Lisesi

Lisans 2003-2008 Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fak. Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2009- Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Çalıştığı Kurumlar

2007-2009 Dearsan Gemi İnşaat Sanayii A.Ş.

2009- RMK Marine Gemi Yapım Sanayii ve Deniz Taşımacılığı İşletmesi A.Ş.