

KONSER SALONLARININ ELEKTROAKUSTİK PERFORMANSLARININ FARKLI HOPARLÖR YERLEŞİM MODELLERİ PERSPEKTİFİNDE İNCELENMESİ

Öğr.Gör.Dr. Feridun ÖZİŞ* - Uzman Erdal KARA**

ÖZET

Günümüzde konuşma ve müzik dinleme alanlarında akustik parametreler, sinyalin dinleyiciye nasıl ulaştığının temel göstergeleridir. Bu akustik koşullara ek olarak kullanılan seslendirme sistemleri sayesinde sinyal daha yüksek seviyelerde dinleyiciye ulaşabilir. Ancak bu noktada salonun akustik performansı ile ses sisteminin elektronik performansının birbiriyle olan ilişkisi önem kazanmaktadır. Hoparlörlerin yayılım ve yerleşim açılarından kaynaklanan sorunlar, akustik anlamda iyi olarak değerlendirilen salonlarda sesin kötü duyulmasını sağlayabilir. Hoparlör yerleşim modelleri, bir salonda konuşma ve müzik sinyalinin dinleyiciye ulaşma kalitesindeki temel unsurlardan biridir. Elbette salonda dolaşan sinyale o mekanın akustığının nasıl tepki verdiği yine önemli bir parametre olarak karşımıza çıkacaktır.

Bu makale, temel bir konser salonu modeli üzerinde, farklı hoparlör yerleşimlerini üç boyutlu olarak modelleyerek, bu mekanların elektroakustik performanslarını ve akustik parametre dağılımlarının mekan içindeki değişimlerini değerlendirecektir. Bu değerlendirmeler konuşma ve müzik için kalite kriterleri çerçevesinde gerçekleştirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Konser Salonu, Elektroakustik, Seslendirme Sistemi

ABSTRACT

Today, acoustic parameters are the main indicators of how the signal reached the audience in speech and music listening environments. In addition to these acoustic conditions, acoustic systems are used to deliver the signal to the audience at higher levels. The relationship between the acoustic performance of the concert hall and the electronic performance of the sound system is very important at this point. Speaker distribution and placement angles may impair the sound quality in a concert hall recognized for its acoustic quality. The acoustic response of the environment to the signal traveling in the concert hall is yet another important parameter.

This article intends to assess the electro-acoustic performance and changes in acoustic parameter distribution in a concert hall by 3D modeling of speaker

* Dokuz Eylül Üniversitesi Müzik Bilimleri Bölümü Müzik Teknolojisi Ana Bilim Dalı

** Ege Üniversitesi İletişim Fakültesi Radyo Televizyon Sinema Bölümü

distribution in the concert hall environment. The assessment will be conducted within the perspective quality criteria for speech and music.

Key Words: *Concert Hall, Electroacoustics, Sound Systems*

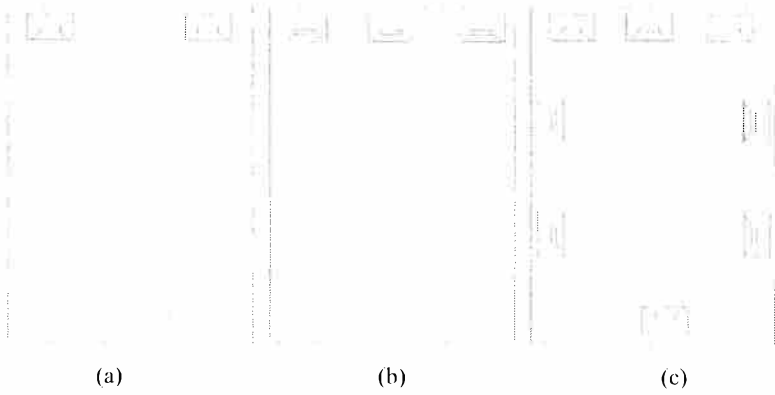
1. Giriş

Mimarlar ve iç mekan tasarımcılarının tasarım aşamasında unutulmuş gibi gözüktükleri temel nokta, bir mekânın büyüklüğü ne olursa olsun bir salondaki temel amacın, sesi insanlara ulaştırmak olduğudur.[Borwick, 1994:352] Bu noktada akustik ve mekânın iç tasarım estetiğinin yanında, ses sisteminin performansı temel belirleyicilerden biridir. Kapalı bir alana kurulan ses destek sisteminin kalitesini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır.[Stark, Scot Hunter,1996:207] Konser salonlarının kalite açısından değerlendirilmesinde üç temel parametreden söz edilebilir. Bunlar mekânın akustik tasarımı, ekipman kalitesi, hoparlör kalitesi ve yerleşimidir. Elbette bu seçimlerde konuşma ve müzik sinyalleri ayrı ayrı değerlendirilebildiği gibi yüksek kaliteli sistemler için bir arada da değerlendirilebilir. Tahmin edileceği gibi müzik sinyali daha kaliteli bir sistem talebi için daha önceliklidir[Stark, Scot Hunter,1996:207]. Ancak günümüz salon tasarımlarında çok amaçlılık ön planda olduğundan bu tip mekânlarda konuşma ve müziğin bir arada değerlendirilmesi zorunluluğu ortaya çıkmıştır.

Salonlarda sesi dinleyiciye kaliteli ve yeterli seviyede ulaştırma isteği ses sistemindeki ekipman kalitesi dışında, mekân akustiği ve hoparlör yerleşim modelleri perspektifinde incelenmelidir. Bu çalışma temel olarak, standart bir akustik tasarım gerçekleştirilen bir salona farklı hoparlör yerleşim modellerini uygulayarak, dinleyici noktasındaki kalite unsurlarının nasıl değiştiğini ortaya çıkarmaya çalışacaktır.

2. Hoparlör Yerleşim Modelleri

Konser salonlarına kurulan elektronik ses sistemlerinde hoparlör yerleşimleri, üç farklı şekilde gerçekleştirilebilir. Bunlardan birincisi, hoparlörleri sahnenin her iki tarafına belirli bir yüksekliğe full-range(her frekansa cevap verebilen) hoparlörlerin yerleştirilmesidir. Bu yerleşimde sub-bas hoparlörler genellikle sahnenin sağ ve sol bölümüne zemine konmakla birlikte yeni hoparlör tasarımlarıyla birlikte sahnenin sağ ve soluna full range hoparlörlerin üstüne yerleştirilebilir. Bir diğer yerleşim ise sahnenin sağ-üst, merkez ve sol-üst bölümüne hoparlör yerleştirilmesidir(3D yerleşim). Bu noktada önemli olan durum sağ ve sol-üst bölüme yerleştirilecek bas hoparlör yayılım karakteristiğinin doğru seçilmesidir. Yayılım karakteristiği zayıf olan hoparlörler bu bölüme yerleştirildiklerinde gerekli performansı gösteremezler. Üçüncü ve son yerleşim modeli ise hoparlörlerin mekân içinde belirli aralıklarla ve yüksekliklerde seyirciyi kapsayacak şekilde salona dağıtılmasıdır. Bu yerleşim modelinde hoparlörler seyirciye daha yakın olduğundan hoparlör güçleri ve SPL değerleri daha düşük seçilebilir.



Şekil 1. Üç farklı hoparlör yerleşimi a-Stereo hoparlör yerleşimi. b-Üç hoparlörlü yerleşim c- Çevreleme sistemi

Bu üç yerleşim modelinde de dikkat edilmesi gereken ilk nokta, hoparlör yayılım açılarının tüm dinleyici kitlesini kapsayacak şekilde yerleştirilme zorunluluğudur.

3. EASE (Enhanced Acoustic Simulator For Engineers)

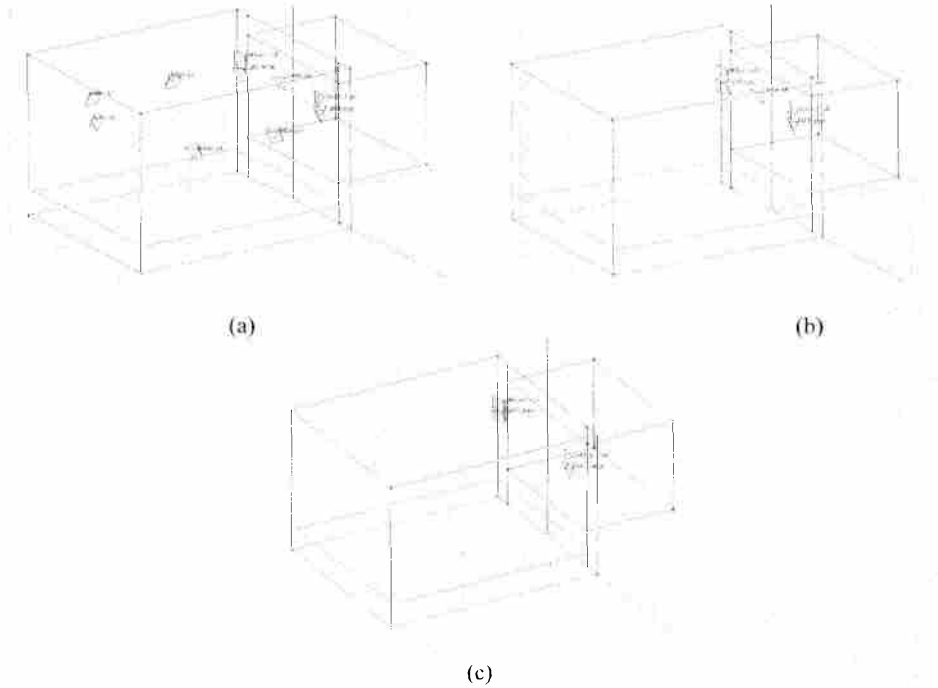
Akustik Simülasyon Yazılımı

Mekan ve ses sistemi tasarımında akustik simülasyon yazılımı kullanımı son yıllarda önemli bir artış göstermiştir. Farklı modelleme yöntemine sahip birçok akustik simülasyon yazılımı piyasada kullanıcıya sunulmuştur. [Naylor, 1993; Dalenbäck, Svensson, Kleiner, 1992; Takala, Hänninen, Välimäki, Savioja, Huopaniemi, Huotilainen, Karjalainen, 1996] Bu programlar, tasarım aşamasındaki bir salona istenilen akustik düzenlemeyi bilgisayar ortamında gerçekleştirerek doğru tasarımın nasıl olacağını hesaplanmasında kullanıcıya yardımcı olur.

Mekanın akustik tasarımının yanı sıra o mekana yerleştirilecek ses sistemi de dinleyiciye ulaşan sese önemli bir unsurdur. Bu noktada akustik simülasyon yazılımlarının bir bölümünde hoparlör simülasyonları da bulunmaktadır. Hoparlör simülasyon yazılımları akustik tasarımı gerçekleştirilmiş bir salonun farklı hoparlör modeli ve yerleşimlerine bağlı olarak ses kalitesindeki değişimleri görmemizi sağlar. Bu sayede bir mekana yerleştirilecek hoparlörler, yüksek verimi alacak biçimde önceden belirlenebilir. EASE programı mekanların akustik tasarımının gerçekleştirildiği ve daha sonra mekana hoparlör yerleştirilerek mekandaki akustik parametrelerin hoparlörden yayılan sese göre hesaplandığı bir programdır.

4. Deneý

Yukarıda açıklanan düzenlemeler perspektifinde gerçekleştirilecek deney için önce kapalı bir alan seçilerek bu mekanda farklı hoparlör yerleşimleri modellenerek elde edilen sonuçlar değerlendirilecektir. Mekan olara kapalı bir konser salonu seçilmiştir ve bu mekana standart bir akustik düzenleme uygulanmıştır. Bu düzenlemenin ardından mekana farklı hoparlör yerleşimleri uygulanarak mekanın ses siteminin akustik performansı nasıl değiştirdiği ortaya konmuştur. Hoparlör modellerinin tümünde Renkus-Heinz markası tercih edilmiş, stereo yaklaşımda dört adet TRX 151T(1W1m 99 dB SPL), 3D yerleşimde üç adet PNX 121(1W1m 98 dB SPL) çevresel yerleşimde sekiz adet PNX 81(1W1m 94dB SPL) seçilmiştir. Burada dikkat edilen nokta hoparlör toplam güç değerlerinin mümkün olduğunca birbirine yakın tercih edilmiş olmasıdır. Ayrıca her mekan için seçilen hoparlörlerin yayılım karakteristiği açısından birbirlerine benzemesine dikkat edilmiştir. Örnek olarak seçilen mekan ve hoparlör yerleşimleri Şekil 1’de belirtilmiştir.



Şekil 2. Standart bir konser salonu üzerinde hoparlör yerleşimleri.

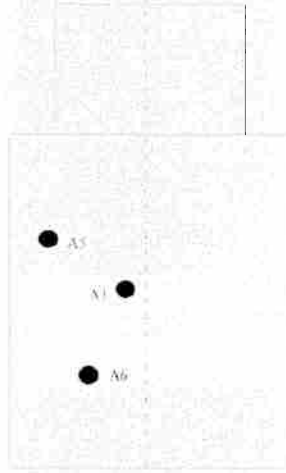
Salona yapılan akustik düzenleme ve kullanılan malzemeler aşağıda belirtilmiştir.

1-FOOD FLOOR(Ahşap Kaplama): Zeminde koltuk dışında kalan tüm yüzeylerde, sahne zemininde, sahne portal yan ve üstünde, salon içi 2 metre yüksekliğinde yan ve arka duvarlarda kullanılmıştır.

2-PLAST LTHS (Alçıpan yüzey): Salon içi, yan duvarlarda (Ahşaptan tavana kadar olan kısım) sahne açılı panelde, kullanılmıştır.

3-SEMPATAP 5 mm (Akustik Sünger): Sahnenin sağ ve sol yan duvarlarında, sahnenin arka duvarında, salonun arka duvarında kullanılmıştır. (Ahşap üstünden tavana kadar olan bölümde)

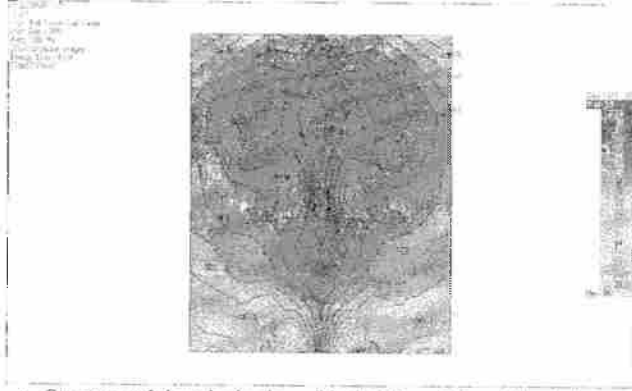
Salonda üç farklı alıcı noktası seçilmiş ve değerlendirmeler bu alıcı noktaları için gerçekleştirilmiştir. Seçilen alıcı noktaları Şekil 3'de belirtilmiştir.



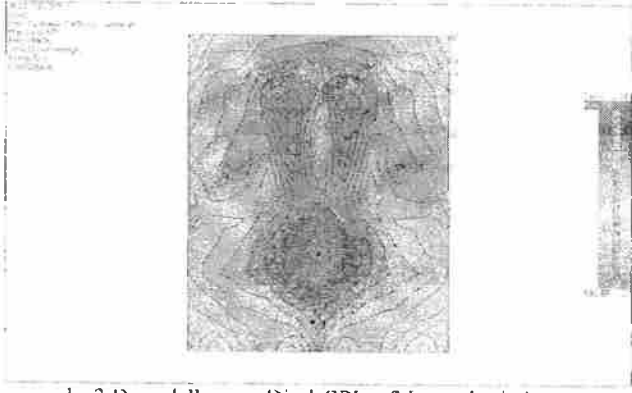
Şekil 3. Konser salonuna yerleştirilen alıcı noktaları

5. Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi

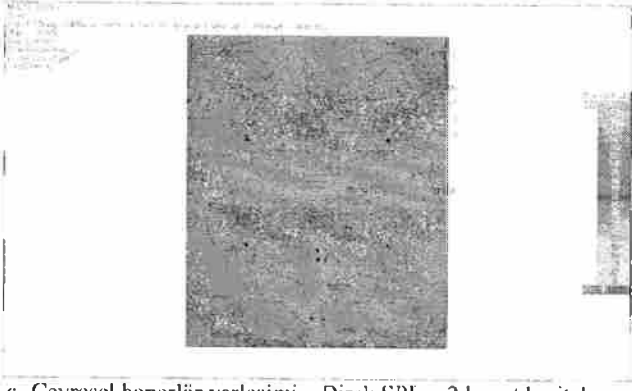
Veriler üç temel parametre çerçevesinde değerlendirilecektir. Bu parametreler salon içindeki ses yüksekliği(dB SPL) dağılımları, salon yansım süresi(RT) dağılımları ve son olarak konuşma anlaşılabilirliği(STI) parametreleri olarak belirlenmiştir.



a- Stereo model yerleşimde – Direk SPL - 2 boyut haritalama



b- 3 D modellente – Direk SPL - 2 boyut haritalama



c- Çevresel hoparlör yerleşimi – Direk SPL - 2 boyut haritalama

Şekil 4 (a,b,c). Direk ses seviyesi dağılımları



a-Stereo model yerleşimde - Total SPL - 2 boyut haritalama



b-3 D modelleme - Total SPL - 2 boyut haritalama



c-Çevresel hoparlör yerleşimi - Total SPL - 2 boyut haritalama

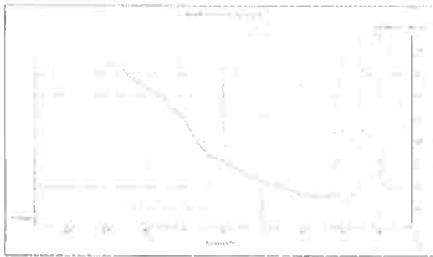
Şekil 5(a,b,c). Toplam ses seviyesi dağılımları

Grafikler incelendiğinde direk SPL açısından en homojen dağılımın çevresel yerleşim olduğu saptanmıştır. Ancak stereo etki değerlendirildiğinde, ilk yerleşimin en iyi etkiyi verdiği, 3D yerleşimde de belirli oranda stereo etki olduğu gözlemlenmiştir. Çevresel yerleşimde direk ses alanı mono olarak daha yüksek seviyede ortaya çıkmaktadır. Ses seviyesi yüksek olmasına rağmen mono bir etki konuşma sinyali için kabul edilebilir. Ancak müzik sinyali için tercih edilebilir bir durum değildir. Ayrıca çevresel yerleşimde sahne ile sesin direk geldiği yön arasındaki farklılık dinleyicide rahatsızlık yaratabilir. Çevresel yerleşimde direk ses alanının birbirine yakın noktadaki ani değişimleri, farklı dinleyici noktalarında sesin farklı seviyelerde duyulmasına yol açacaktır.

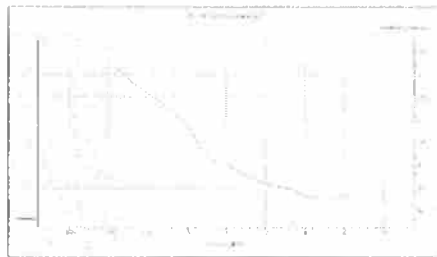
Salondaki yansımalarından sonra ortaya çıkan toplam güç açısından değerlendirildiğinde en yüksek seviye yine çevresel yerleşimde elde edilmiştir. Ancak her üç yerleşim modelinde de salon içinde konuşma ve müzik için yeterli ses seviyesinin olduğundan söz edilebilir.

SPL değerleri, 1KHz'lik frekansta ölçüldüğü için elde edilen veriler, salonun bu değerdeki frekans karakteristiğidir. Bu noktada frekans karakteristiği açısından özellikle direk SPL değerlerindeki dağılım açısından salonun orta ve köşe bölgelerinde ciddi değişimlerin olduğu gözlemlenmiştir. Bu değişimlerin yakın dinleyici noktaları arasında stereo ve 3 D yerleşimde bir sorun yaratmazken, çevresel yerleşimin belirli bölgelerinde sorun olarak karşımıza çıkmaktadır.

Toplam SPL değerleri açısından ise ses seviyesi en yüksek olan yerleşim çevresel yerleşimdir. Ancak tüm hoparlör yerleşimleri için ses gücü dağılımlarının yaklaşık olarak aynı seviyede ve sorunsuz olduğu gözlemlenmiştir.



a-Stereo modelleme -
A1 alıcı noktası -RT değerleri



a1-3D modelleme -
A1 alıcı noktası - RT grafiği



a2-Çevresel hoparlör yerleşimi – A1 alıcı noktası – RT grafiği



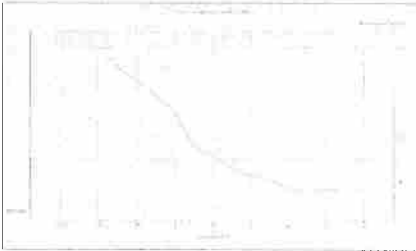
b1-Stereo modelleme --
A5 alıcı noktası – RT grafiği



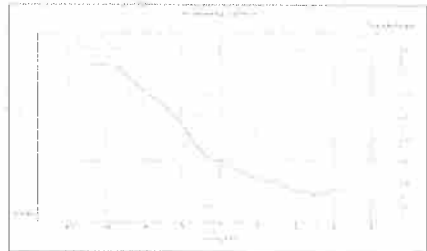
b2-3D modelleme –
A5 alıcı noktası – RT grafiği



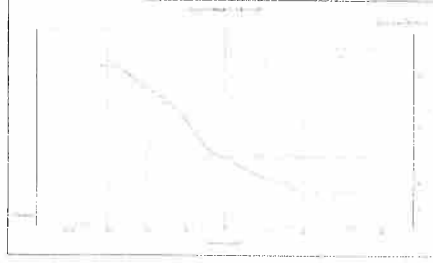
b3-Çevresel hoparlör yerleşimi – A5 alıcı noktası – RT grafiği



c1-Stereo modelleme --
A6 alıcı noktası – RT grafiği



c2- 3D modelleme –
A6 alıcı noktası – RT grafiği



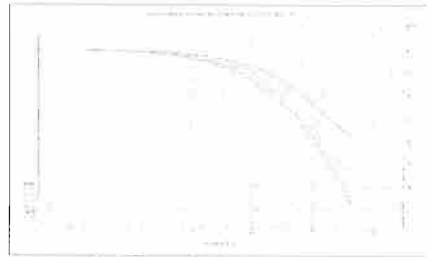
c3-Çevresel hoparlör yerleşimi – A6 alıcı noktası – RT grafiği

Şekil 6 (a, a1,a2,b,b1,b2,c,c1,c2). Farklı alıcı noktalarının yansımam süresi değeri

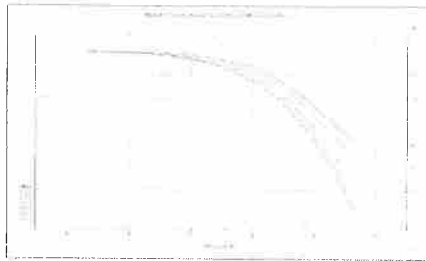
Yansımam süresi değeri analizini 500Hz için gerçekleştirilecektir. Elde edilen yansımam süresi seviyeleri açısından değerlendirildiğinde A1 ve A5 alıcı noktaları için tüm hoparlör yerleşimlerinde yaklaşık olarak 2sn seviyesinde değeri elde edilmiştir. Bu sonuç hoparlör yerleşim farklarının bu dinleyici noktasındaki yansımam süresinde fazla etkili olmadığını göstermektedir. A6 noktası için ise stereo hoparlör yerleşimi sonucu, diğer alıcı noktaları için aynı değeri alırken, 3D yerleşim için bu değeri 1.8, çevresel yerleşimde ise bu değeri 1.7'ye düşmektedir. Bu noktada stereo ve 3D yerleşimin yansımam süresi dağılımı açısından daha homojen yayıldığından söz etmek mümkündür.



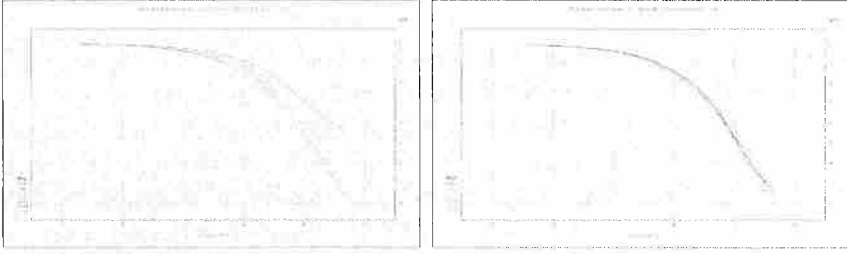
a- Stereo modelleme –
A1 alıcı noktası – STI değeri



a1- 3D modelleme –
A1 alıcı noktası – STI grafiği



a2-3D modelleme – A1 alıcı noktası – STI grafiği



b- Stereo modelleme –
A5 alıcı noktası – STI grafiği

b1- 3D modelleme –
A5 alıcı noktası – STI grafiği

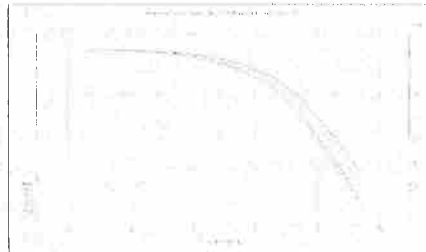


b2- Çevresel hoparlör yerleşimi – A5 alıcı noktası – STI grafiği



c- Stereo modelleme –
A6 alıcı noktası – STI grafiği

c1- 3D modelleme –
A6 alıcı noktası – STI grafiği



c2- Çevresel hoparlör yerleşimi – A6 alıcı noktası – STI grafiği

Şekil 7 (a, a1,a2,b,b1,b2,c,c1,c2). Farklı hoparlör yerleşimlerinde konuşma anlaşılrlığı(STI) değerleri.

Konuşma anlaşılabilirliğinin hesaplanmasında iki doğru yöntem ALC ve RASTI değerleridir[Davis ve Davis,1997:244]. Yapılan kategorizasyonla konuşma anlaşılabilirliği, “kötü“, “zayıf“, “orta“,“iyi“ ve “harika“ olarak sınıflandırılmıştır. Alıcı noktaları için yapılan analizlerde ALC değerleri kullanılmıştır. Yapılan analizlerde konuşma anlaşılabilirliği A1 alıcı noktası için stereo model için 1.7, 3D model için 1.9 ve çevresel yerleşim için 2.0 olarak elde edilmiştir. Bu değerler yukarıda belirtilen sınıflandırmalar içinde “iyi” olarak nitelenen gruba dahil edilmektedir. Elbette üç hoparlör yerleşimi içinde stereo model sayısal anlamda daha iyi olarak değerlendirilebilir. A5 alıcı noktası için değerler 2.1, 2.4, 2.2 olarak elde edilmiştir. Bu veriler yine iyi kategorisine girmekte ancak en iyi değer 3D yerleşimde ortaya çıkmıştır. A6 alıcı noktası için ise 1.6, 1.6 ve 2.0’dır. Bu değerler yine iyi kategorisinde değerlendirilirken bir sonraki kategori olan ”çok iyi” seviyesine en yakın değerlerdir.

Veriler hoparlör yerleşimleri açısından incelendiğinde hoparlörlerin stereo yerleşiminin konuşma anlaşılabilirliği değerlerinin genel olarak diğer hoparlör yerleşim modellerine üstünlük sağladığı açıktır.

6. Sonuç ve Değerlendirmeler

Bir konser salonunda kaynaktan çıkan sesin dinleyiciye ulaşmasında iki temel unsur bulunmaktadır. Bunlar salonun akustik performansı ve ses destek sisteminin akustik tasarımla olan ilişkisidir. Bu iki unsur sayesinde kaynaktan çıkan ses dinleyiciye ulaşmaktadır. Günümüz konser salonu tasarımlarında ise pek çok farklı akustik ve ses sistemi düzenlemeleri gerçekleştirilmektedir. Bilinmesi gereken temel nokta bu iki tasarımın birlikte değerlendirilmesi gerekliliğidir. Akustik tasarımı çok iyi olan bir salonda ses destek sisteminin kötü olması, salon performansını(akustik konserler dışında) direk olarak etkileyecektir.

Temel olarak bu makalede elde edilmeye çalışılan sabit bir konser salonu formuna farklı hoparlör yerleşim modelleri uygulanarak ses sistemi performansının dinleyici noktalarındaki akustik performansı nasıl etkilediğinin ortaya konulmasıdır.

Elde edilen veriler üç temel dinleme parametresi perspektifinde değerlendirilerek sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

1-Salonda oluşan güç dağılımı açısından değerlendirildiğinde hoparlörlerden direk olarak dinleyiciye ulaşan seste(direk SPL) en iyi dağılımın stereo modelde olduğu söylenebilir. Çevresel yerleşim modelinde yayılım daha düzenli gibi görünc de yakın dinleyici alanları arasında farklar olması açısından bu yerleşim çok verimli olmamaktadır. Ancak salonda yansımalarla birlikte oluşan toplam güç açısından çevresel yerleşimin diğer iki yerleşim

modeline yakın bir dağılım gösterdiği gözlemlenmektedir. Çevresel yerleşimde dinleyici noktalarındaki güç diğer yerleşim modellerine göre daha yüksektir.

2- Yansıma süresi açısından değerlendirildiğinde, salonun tüm noktalarının yaklaşık olarak birbirine yakın yansıma süresine sahip olduğundan söz edilebilir. Grafikler incelendiğinde yansıma süresinin 500 Hz’de 1.8-2.1 aralığında olduğu görülmektedir. Bu değerler bize bu salonun Alton Everest’in değerlerine göre özellikle klasik dönem eserlerinin seslendirildiği bir salon olduğunu gösterir[Everest, 1994:125]. Bas frekanslardaki yansıma süresi artışı kabul edilebilir oranlardadır.

3- Konuşma anlaşılabilirliği açısından üç hoparlör yerleşim modelinin de uluslararası standartlarda “iyi” kategorisine girdiği gözlemlenmiştir. Günümüz konser salonu tasarımında çok amaçlı salon formatı ön plana çıktığından salona yapılan akustik düzenleme ve ses sistemi yerleşiminin müzik için iyi sonuçlar verdiği konuşma için ise yeterli olduğu söylenebilir. Konuşma anlaşılabilirliği değerlerinin daha iyi seviyeye çıkması için ise salonunun yansıma süresi miktarının azaltılması gereklidir. Bunun için salonun emicilik katsayısı yüksek materyallerle kaplanması ya da emici miktarının artırılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Borwick, J., (1994) *Loudspeaker and Headphone Handbook*, Focal Press, Second edition, UK

Davis, D., Davis, C.,(1997) *Sound System Engineering*, Focal Press, Second Edition

Dalenback, I., Svensson, P., Kleiner, M., (1993) *Auralization-An overview*, Journal of Audio Engineering Society Vol:41 No: 11.

Everest, A., (1994), *Master Handbook of Acoustics*, Third Edition, McGraw-Hill, USA

Naylor G. M., (1993) *Another Hybrid Room Acoustical Model*, Applied Acoustics Volume 38 Issues 2(4) .

Takala t., Hänninen, R., Välimäki V. Savioja., L. Huopaniemi, J., Huotilainen, T., Karjalainen, M., (1996) *An Integrated System for Virtual Reality*, 100th Audio Engineering Society Convention.

Stark, S. H., (1996) *Live Sound Reinforcement Mixbooks*, USA

