

Yayın Geliş Tarihi: 2022-10-27

Yayın Onay Tarihi: 2023-02-14

DOI No: 10.35343/kosbed.1195169

Seyit Ahmet ÇAĞLAYAN*

Bahanur AYTAÇ**

Kocaeli Kongre Merkezi Akçakoca Oditoryumunun Akustik Ölçütleri Açısından Doğal Akustik Durumunun Değerlendirilmesi

Evaluation of Natural Acoustic Condition of Kocaeli Congress Center Akçakoca Auditorium in terms of Acoustic Comfort Criteria

Özet

Bu çalışmada Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Kültür Sanat ve Konservatuvar Şube Müdürlüğü bünyesinde bulunan Kocaeli Kongre Merkezi'nde pek çok işleve hitap eden Akçakoca Oditoryumunun, müzik amaçlı kullanımında doğal akustik durumunun ve buna bağlı akustik konforunun ortaya konması amaçlanmıştır. İlk olarak akustik konfor beklentisinin ne olduğu dinleyici, müzisyen ve orkestra şefinin perspektifinden açıklanmıştır. Sonrasında Akçakoca Oditoryumunun akustik durum analizi yapılmıştır. Oditoryum önce tasarım kriterlerine göre incelenmiş; sonra hem öznel hem nesnel bir ölçüt olarak kabul edilen reverberasyon süresi odağında, gelenekselci yaklaşımla ele alınmıştır. Reverberasyon süresi hesaplamasında hem malzeme - yutuculuk ilişkisini daha iyi işleyen bir yaklaşım olduğu düşünülerek hem de reverberasyon süresi denince en yaygın kullanılan formül olan Sabine formülünün kullanımına karar verilmiştir. Sonuçta, mekânın akustik konforunun tasarım ölçütleri ve reverberasyon süresi açısından yeterli olmadığı, elektronik yükselticiler aracılığıyla bu yetersizliğin optimum düzeye getirileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kocaeli Kongre Merkezi, Reverberasyon Süresi, Müzik, Oditoryum, Hacim Akustiği

JEL Kodları: Z00

Abstract

In this study, it is aimed to reveal the natural acoustic status and the acoustic comfort associated with the use of Akçakoca Auditorium, which addresses many functions in Kocaeli Congress Center, which is under the Kocaeli Metropolitan Municipality Culture, Art and Conservatory Branch Directorate. First of all, what is the acoustic comfort expectation is explained from the perspective of the listener, musician and conductor.

*Kocaeli Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, caglayan@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2532-213X

**Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İç Mimarlık Anasanat Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi, bahanurakblt@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3372-8482

Afterwards, acoustic situation analysis of Akçakoca Auditorium was made. The auditorium was first examined according to the design criteria; Then, it was handle with a conventional approach, focusing on the reflection time, which is accepted as both a subjective and objective criterion. In the calculation of the reverberation time, it was decided to use the Sabine formula, which is the most widely used formula, considering both the material-absorption relationship better and when it comes to reverberation time. As a result, it has been seen that the acoustic comfort of the space is not sufficient in terms of design criteria and reflection time, and this deficiency will be brought to the optimum level by means of electronic amplifiers.

Keywords: Kocaeli Congress Center, Reverberation Time, Music, Auditorium, Room Acoustics
JEL Codes: Z00

Giriş

Kongre merkezleri, başta kongre olmak üzere sempozyum, fuar, sergi, konser, müzikal ve tiyatro gibi sosyal ve kültürel etkinliklere ev sahipliği yapmak üzere tasarlanmışlardır. Kongre merkezleri içinde yer alan oditoryumlar ise konferans, konser ve tiyatro gibi farklı amaçlar için düzenlenmişlerdir. Bu gibi birbirinden farklı akustik gereksinimi olan etkinliklere tek bir mekânın ev sahipliği yapması, akustik koşulların düzenlenmesini gerektirmektedir. Bu çalışmada ise Kocaeli Kongre Merkezi Akçakoca Oditoryumunun doğal akustik açıdan durumu, tasarım ölçütleri ile öznel ve nesnel ölçütler odağında değerlendirilmiştir.

Tıpkı bu çalışmada olduğu gibi, konser amaçlı salonları ya da çok amaçlı salonları akustik konfor ölçütleri açısından değerlendiren pek çok çalışma literatürde vardır. Ancak bu çalışmayı ayrı kılan, Kocaeli ili İzmit ilçesinde yapılmış ilk alan incelemesi olmasıdır ve bu bağlamda alana katkı sunacaktır.

1. Akustik Konfor Ölçütleri

Hamburg’ ta, 2017 yılında açılışı yapılan ve tasarımıyla medyada yankı uyandıran bir konser salonunda dinleyicilerin “buradan hiçbir şey duyulmuyor” tepkisi günümüzde akustik konforun ne denli önemli olabileceğini ifade edebilir (Hamburg’un İncisi..., 2019: 10). Kapalı bir konser mekânında sesin her yere eşit bir şekilde ulaşmasının kendiliğinden olmasını bekleyemeyiz. Mimari akustik dalının ortaya çıkmasını da buna bağlayabiliriz.

Akustik konfor beklentisi, doğal olarak mekânın işlevine göre değişmelidir. Elektronik yükseltici olmadan tasarlanan bir konser mekânında, sadece dinleyicinin akustik konfor beklentisi olmaz. İracıların ve şeflerin de bu anlamda talepleri vardır. Orkestra şefinin perspektifinden baktığımız zaman, şefin orkestrayı doğru işitebilmesi ya da şefin müzikal performansında salon akustiği etkilerinin neler olduğunu bilmesi önemli olabilir. Örneğin, Viyana Filarmoni Orkestrası Şefi Herbert von Karajan’ın, farklı konser salonlarının akustikleri hakkında bilgi sahibi olduğu bilinmektedir. Karajan, 1943’de yeni yapılmış Berlin Staatsoper salonu için yazdığı eleştiride şöyle demiştir: “Gerçekleştirdiğim dört konserin ardından şu sonuca varmak zorunda kalıyorum ki bu kurulum içerisinde benden beklenen performansı gerçekleştirmem mümkün değildir.” (Öziş -Vergili, 2008: 35).

Bir başka örnek, Philadelphia Müzik Akademisi Şefi Leopold Stokowski ve ardılı Eugene Ormandy, Philadelphia Müzik Akademisi salonunun “kuru” yani salon reverberasyonunun sağladığı dolgunluk etkisinden yoksun bırakan bir akustiğe sahip olduğunu bilmesinden, orkestra müzisyenlerine salon reverberasyonunu etkisini taklit edebilmek için nota bitişlerini

uzatarak çalmalarını istemiştir (Beranek, 2004: 4). Dinleyici ise salonun teknik hesaplamalarıyla değil, kendilerine ulaşan sesin kalitesiyle yani akustik konforla ilgilenirler. Bunun için gerekli olan, çok yumuşak pianissimo nüansların anlaşılabilir, onaltılık, otuz ikilik gibi kısa ritimlerden oluşan pasajların tane tane duyulabilir olmasıdır. İcracı gözünden bakacak olursak, keman sanatçısı Isaac Stern, çalım tekniğiyle ilgili bakış açısını şöyle yansıtmıştır: “Reverberasyon kemancıya çok yardımcı olur. Bir notadan, başka notaya geçerken bir önceki nota devam eder ve bu sayede müzisyen her notanın güç ile sarmalandığını hisseder. Bu oluşumda kemancı, çalışının “cansız” ya da “çıplak” olduğunu hissetmez. Sesin salon içinde net bir biçimde duyulmasının yanında, doğru bir biçimde kaynaşması da gereklidir (Öziş ve Vergili, 2008: 36).

Akustik konfor ölçütlerine göre tasarlanan ilk konser salonu Boston Senfoni Salonu’dur. İlk kez burada kullanılmış olan akustik konfor ölçütü ise, salonun akustik danışmanı W. Clement Sabine tarafından ortaya atılan reverberasyon süresidir (Yaşaroğlu, 2006: 75). Reverberasyon süresi, mekânın fonksiyonuna göre doğal akustik değerlendirmesinde en önemli kriter olarak görülse de gelişen teknolojik olanakların artması ve akustik biliminin gelişmesiyle yeni ölçütler eklenmiştir (Özkartal, 2011: 18).

Resim 1: Akustik Konfor Kriterleri (Aydın, 2022: 18)



Resim 1’de belirtilen ölçütler pek çok işleve hitap eden “çok amaçlı salon” ya da “oditoryum” olarak tabir edilen mekânlarda, akustik konfor değerlendirmede parametre olarak kullanılmaktadır. Parametrelerin tanımları, bu çalışmaya dahil edilmemiştir; literatürde mimari akustik alanında yazılmış pek çok tezde ya da akademik yayında bu tanımlamalara ulaşılabilir.

2. Kocaeli Kongre Merkezi Akçakoca Oditoryumunun Akustik Durum Analizi

2.1. Kocaeli Kongre Merkezi

Kocaeli ili İzmit ilçesi Seka Park mevkiinde bulunan Kocaeli Kongre Merkezi esasen, üretimini durdurmuş olan Mannesmann Boru Fabrikasının kongre merkezine dönüşümü projesidir. Bu proje ile hem üretim şehri Kocaeli'nin sanayi mirasının değerlendirilmesi hem de eski yapının dokusu korunarak kamusal kültür alanına dönüştürülmesi esas alınmıştır.

Projesi Özer/Ürger Mimarlık tarafından çizilen ve yapımına 19 Kasım 2017'de başlanan kongre merkezi, toplam inşaat alanı 15700m² olup üç blok olarak tasarlanmıştır. Buna göre

- A Bloкта 1301 kişilik oditoryum,

-B Bloкта dört adet 120 kişilik çok amaçlı salon, üç adet 40 kişilik çok amaçlı salon, bir adet 60 kişilik çok amaçlı salon ile idari ofisler ve yeme-içme birimi,

- C Bloкта ise 2 adet 460 kişilik esnek kullanımlı salon, fuaye ve sergi salonlar, farklı ölçeklerde toplantı odaları, atölyeler ve idari ofisler ile yeme-içme birimleri yer almaktadır.

Kocaeli Kongre Merkezi Akçakoca oditoryumu konser, stand-up gösterileri, şuralar, seminerler gibi etkinliklerin yanı sıra tiyatro performanslarına ev sahipliği yapacak şekilde tasarlanmıştır. Sahne arkasında dekorların taşınması için yapılmış olan asansör, bir konser performansı sırasında hem görüntüyü bozmamak hem de akustik kusura yol açmamak için bir perde ile açılıp kapanabilmektedir. Salon tek balkonlu olarak tasarlanmıştır ve 11074,986m³ büyüklüğündedir. 1062'si parterde, 239'u balkonda olmak üzere 1301 kişilik koltuk sayısından hariç, engellilerin eğer engelli arabaları var ise arabalarıyla oturabilecekleri bir oturma alanı, sahne önünde ve orta sıranın sonunda ayrılmıştır. İki adet kulisi bulunan oditoryumun, olası bir elektrik kesintisi esnasında kesintiyi fark ettirmeyecek 5 adet jeneratörü bulunmaktadır. Kongre Merkezi engelli dostu olarak tasarlanmıştır. Oditoryuma giriş ve çıkış için engelli asansörü bulunmaktadır.

Kongre merkezinin deniz tarafında ise 1500 araçlık otopark bulunmaktadır. Ayrıca Kocaeli içinde çevresel ve sürdürülebilir bir ulaşım aracı kullanılmasını özendiren Kobis projesinin durağı da mevcuttur.

2.1.1. Akçakoca Oditoryumunun Tasarım Kriterleri Açısından Değerlendirilmesi

Salon hacmi, tasarım ölçütleri arasında salon akustiğine en önemli etkisi olan değişkenlerden biridir. Çünkü salon hacmi, reverberasyon süresi ile doğrudan ilişkilidir. Hacim içindeki yüzeylerin yansıtıcı ve yutucu özellikleri doğru kullanılırsa, uygun reverberasyon süresi seçilirse ve tüm bunların üzerine dinleyicilerin ses yutuculuğu da dikkate alındığında en uygun hacim hesaplanabilir. En uygun hacim, izleyiciler tarafından sağlanan, bunun dışında ekstra yutuculuk gerektirmeyen hacimdir. Reverberasyon süresi salon hacmi ile doğru, dinleyici sayısı ile ters ilişkidir. Hacimlerde toplam yutuculuk büyük oranda dinleyici sayısından etkilendiği için bu oran tasarımın ilk aşamalarında kullanılabilecek dikkate değer bir ölçüttür (Budak, 1994: 55).

Tablo 1: Farklı İşlevlere Ait Salonlar İçin Kişi Başına Düşen Hacim (V/N) Oranları (Kader, 2018: 20)

İşlev	Kişi Başına Düşen Hacim (m ³)
Konuşma	2,5-4
Tiyatro	4-6
Opera	6-8
Çok Amaçlı	6-8
Konser	8-10

Kocaeli Kongre Merkezi Akçakoca Oditoryumu hacim ve kişi sayısı üzerinden V/N oranı hesaplandığında,

$$V: 11074,986 \text{ m}^3$$

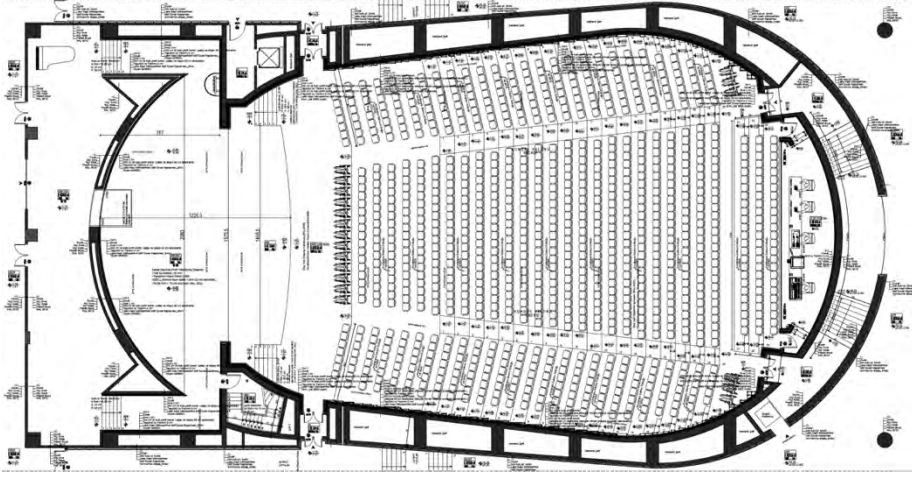
$$N: 1301 \text{ kişi}$$

$$11074,986/1301 = 8,5 \text{ m}^3 \text{ olarak bulunmaktadır.} \quad (1)$$

Tablo 1'e göre konser amaçlı mekânlar için kişi başında düşen optimum hacim 8-10 m³ aralığındadır. Akçakoca Oditoryumu için kişi başına düşen hacmin optimum değerlere uygun olduğu görülmektedir.

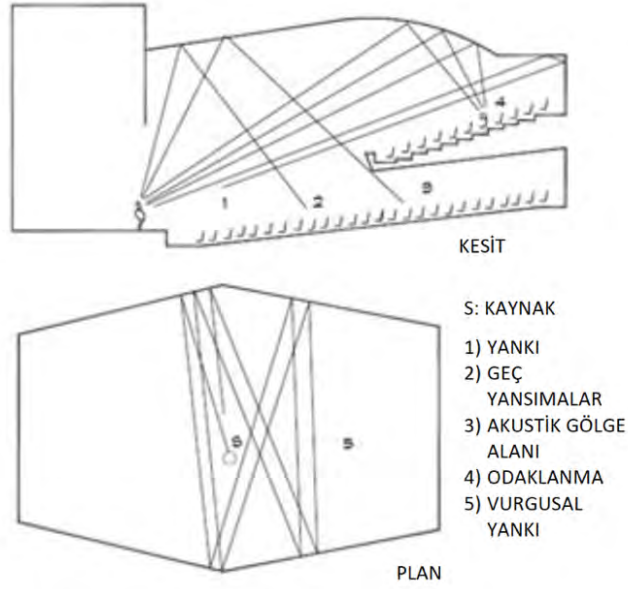
Konser salonları biçim açısından incelendiğinde, günümüzde kullanılan formların tarihsel süreçle yakından ilişkili olduğu görülmektedir. Örneğin, klasik Yunan tiyatrolarında kullanılan biçimin günümüzde yelpaze olarak adlandırılan forma evrildiği dikkati çekmektedir. Oditoryumların geometrik tasarımı literatür taramasından yapılan çıkarıma göre 7 başlıkta toplanmaktadır. Bunlar; dikdörtgen (ayakkabı kutusu), yelpaze (fan), at nalı, arena, altıgen (elmas) ve teraslı. Bunların dışında kalan geometrik yapılar ise "düzensiz" başlığı altında ele alınmaktadır. Kocaeli Kongre Merkezi Akçakoca Oditoryumu'nun, Resim 2'deki plan şemasına bakıldığında at nalı biçimli olduğu görülmektedir. Popülerliğini Barok dönem operalarına borçlu olan at nalı planlı salonlar, Batı Sanat Müziği performansları için pek tercih edilmemektedir. Opera için tercih edilmesinin sebebiyse kısa reverberasyon süresidir (Öziş ve Vergili, 2008: 39).

Resim 2: Kocaeli Kongre Merkezi Akçakoca Oditoryumu Plan Şeması (Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Yapı Kontrol Daire Başkanlığı)



Kubbemsi içbükey yüzeyler, akustik kusur olan ses odakları oluşturur. Salonda arka duvarda kesintisiz içbükey geometriden kaçınılmalıdır. Böylece ses odağının önüne geçilmiş olur. Oditoryumun arka duvarda hem içbükey geometriden kaçınılmuş hem de duvar oturma düzeninin plan kurgusuna paralel olacak şekilde konumlandırılmıştır. İç bükey formu, salonun teknik oda kısmında sürdürülmüştür. Seyirci arkası duvarında olabilecek odaklanma sorunu için bir diğer alınabilecek önlem ise duvarda yutucu malzeme tercih edilmesidir (Öziş ve Vergili, 2008: 39). Odaklanma, akustik kusurlardan bir tanesidir ve Resim 3'te çeşitli akustik kusurlar görülmektedir.

Resim 3: Akustik kusurlara örnekler (Ergin, 2014: 53)



Oditoryumda seyirci arkasında, yan duvarlarda olduğu gibi yansıtıcı malzeme kullanılmıştır. Yan duvarların yanal yansımaları sağlamada önemli rolü vardır. Ancak paralel tercih edilmesi, bir akustik kusur olan vurgusal yankıya sebep olabilir. Bu durumda yüzeylerin koşutluğunu bozmak, yüzeylerden birini yutuculuğu yüksek bir malzemeyle kaplamak, yüzeyi dışbükey yüzeylere bölmek gibi önlemlerle vurgusal yankı önlenebilir (Sirel, 1974: 77). Oditoryum, formu gereği iki karşı duvarı paralel değildir. Yan duvarlarda arkası 5 cm boşluklu ve akustik amaçlı 5 cm taşıyıcıdan oluşan yansıtıcı panel tercih edilmiştir.

Resim 4: Akçakoca Oditoryumu yan duvarı (Fotoğraf: Yazarlar arşivi, 25.02.2020)



Müzik amaçlı kullanılacak olan mekânda dinleyici, sesin her yönden geldiğini hissetmek, sarmalanmak ister. Bunu sağlayacak olan yanal yansımalar için yan duvarlarda tercih edilecek malzeme tüm frekanslarda yansıtıcı olmalıdır. Akçakoca Oditoryumunda da bu duruma uygun hareket edilmiştir (Ergin, 2014: 64).

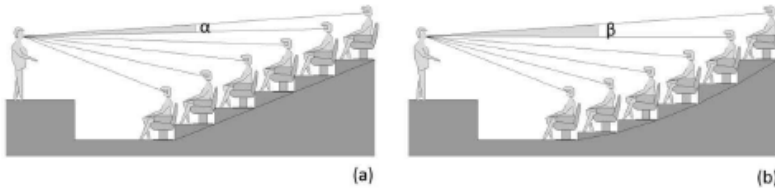
Yanal yansımalar tek başına yan duvarlar ile sağlanmaz. Yanal yansımalara destek olarak tavanlarda kullanılacak yansıtıcı, saçıcı ve kırıcı malzemelere de ihtiyaç vardır. Salonda üst yansıtıcıların dışbükey, doğrusal olması veya hareket edilebilen şekilde tasarlanması ve uygulanması doğru ölçütlerle belirlenmiş olduğunda olumlu sonuç vermekle beraber salonu görsel anlamda monotonluktan kurtarır. Bu yansıtıcı yüzeyler geniş ve yüksek salonlarda dolaylı ve dolaysız sesler arasındaki gecikme zaman farkını en aza indirmek işini üstlenirler. Oditoryumun tavanında Resim 5'te görüldüğü gibi 4 adet yansıtıcı, dairesel delikli akustik alçıpan panel tercih edilmiştir.

Resim 5: Kocaeli Kongre Merkezi Akçakoca Oditoryumu Genel Görünümü (Fotoğraf:Yazarlar arşivi, 25.02.2020)



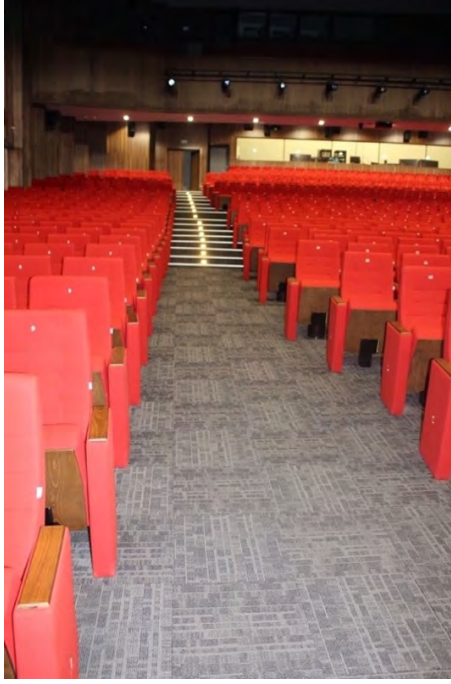
Seyirciler 12 m' den sonra sahnedeki kişinin mimiklerini, 20 m' den sonra jestlerini, 30 m' den sonra da beden hareketlerini net seçemez. Bu yüzden eğimlendirilmemiş salonlarda dinleyici sayısı sınırlı kalır (Kul, 2018: 35). Zemin hem seyircinin görüşü açısından hem de işitsel konfor düşünülerek eğimlendirilmiş olarak tasarlanmıştır. Artan bir şekilde eğimlendirildiği için de Resim 6' da görüleceği üzere dinleyici alanında arka sıralara doğru işitme açısı küçülmeyecektir. Bu da dolaysız sesin arka sıralara da konforlu şekilde ulaşmasını sağlayacaktır.

Resim 6: a) Sabit eğimli dinleyici alanı (b) Artan eğimli dinleyici alanı ($\alpha < \beta$) (Türk, 2011: 28)



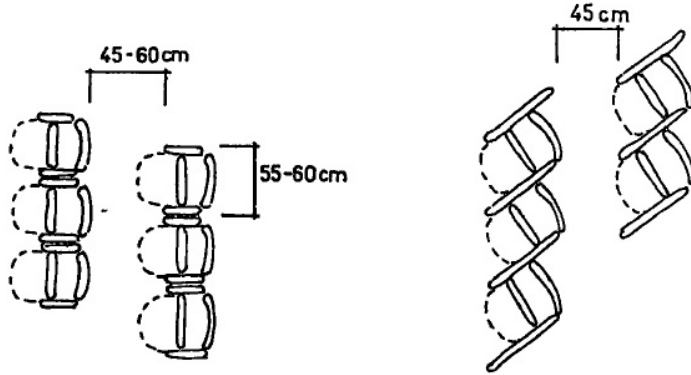
Oditoryumun zemin kaplamasında ve oditoryum sirkülasyon aksında Resim 7' de görüldüğü gibi yanmaz halı döşeme tercih edilmiştir. Koltuklarda, yanmaz kumaş kullanılmıştır.

Resim 7: Akçakoca Oditoryumu sirkülasyon aksı (Fotoğraf: Yazarlar arşivi, 25.02.2020)



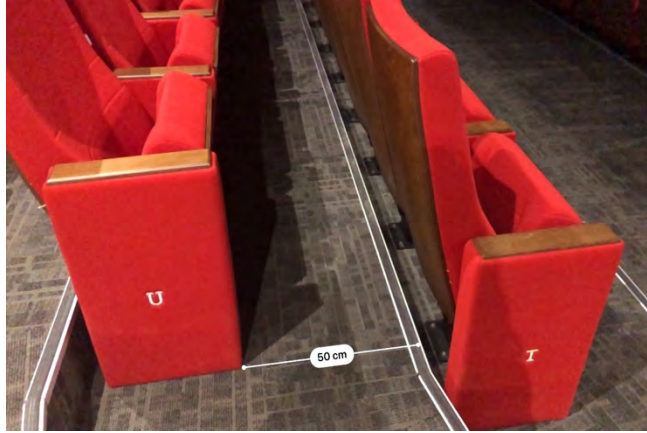
Bunlara ek olarak, ideal bir görüş alanı sağlamak ve dolaysız ses iletimi açısından olumlu olduğu için koltukların şaşırtmalı konumlandırılması uygun olacaktır. Localar hariç tüm koltukların oturulan kısmının kendi kendine katlanır olması ve Resim 8’de belirtilmiş olan ölçülere uygun olması gerekmektedir.

Resim 8: Koltuk standardı (Bayoğlu, 1998: 56)



Resim 9’da görülen Akçakoca Oditoryumu oturma alanında, koltuk standartlarına uygun tasarım yapılmıştır.

Resim 9: Akçakoca Oditoryumu koltuklar arası mesafesi (Fotoğraf: Yazarlar arşivi, 25.02.2020)



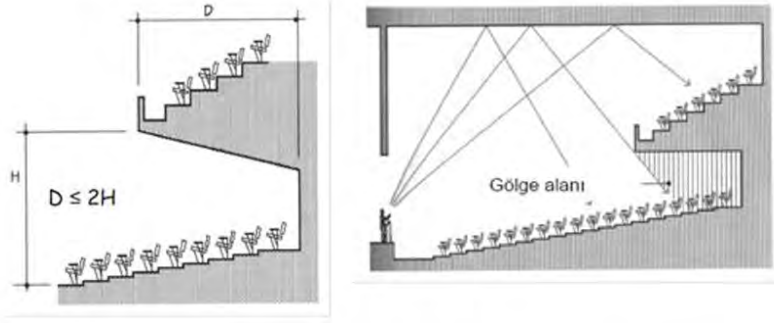
Sahne zemininin tasarımında ise bir hava boşluğunun üzerine uygun konstrüksiyonla yerleştirilmiş ahşap malzeme, müzisyenler için en uygun çözümü sağlamaktadır. Hava boşluğu sayesinde bas seslerin yutularak tiz seslerle dengesinin sağlanabilmesi ve sesin zemini titreştirmesi nedeniyle orkestradaki müzisyenler arasındaki iletişimin güçlenmesi bu çözümün olumlu yanlarını oluşturmaktadır. Eğer sahne zemin kaplamasını oluşturan ahşap yüzey çok ince olursa bas enerjisi emilir, çok kalın olursa da yüzeyi titreştirmez. Birçok salonda 13-52 mm arası kalınlıkta ahşap kullanıldığı bilinmektedir (Elbaş, 2016: 20). Akçakoca Oditoryumu sahne zemininde kullanılan malzeme ise masif ahşap kaplamadır. Sahne zemininde dikkat edilecek bu unsurlar performansının fazla efor sarf edip çabuk yorulmamasına yardımcı olacaktır.

Sahnenin, oturma alanından belli bir yükseklikte olması dinleyiciye dolaysız sesin daha kolay ulaşması açısından faydalı olacağı bilinmektedir. Müzik amaçlı kullanılacak salonlarda sahne yüksekliği için kabul gören ölçüt, zemin kat döşemesine göre en az 50 santimetre olmasıdır. 100 santimetreyi aşan yüksekliklerde orkestranın orta ve arka kısımları izleyiciler tarafından görülmeyebilir (Gürkan, 2013: 68). Akçakoca Oditoryumunun sahne yüksekliği ise 90 cm olarak ölçülmüştür ve bu yükseklik idealdir.

Kaynaktan mesafe arttıkça, ters kare yasası gereği dinleyiciye dolaysız ulaşan ses, uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak azalacaktır. Örneğin orkestradan 100 m uzaktaki bir dinleyici için dolaysız ses düzeyi, orkestraya 30 m uzakta olan dinleyicinin yarısı kadar olacaktır. Dolayısıyla dinleyicilere ulaşan dolaysız sesin yeterli olması için kaynakla dinleyici arasındaki uzaklık önemlidir. Yapılan çalışmalarda bu uzaklığın 40 m'yi aşmaması gerektiği belirtilmiştir (Türk, 2011: 28). Oditoryumda ise ses kaynağı ile en arkadaki seyirci arasındaki uzaklık 35 metredir.

Salon tasarımında dikkat edilmesi gereken diğer nokta da balkon kullanımudur. Eğer salonun izleyici kapasitesi arttırılmak istenirse, balkon kullanmak tercih edilebilir. Resim 10'da görüldüğü gibi balkon derinliğinin, balkon yüksekliğinin 2 katından fazla olmaması gerekmektedir. Derin balkonların balkon altındaki seyirci alanında, akustik kusur olan gölge oluşabilir (Everest ve Pohlmann, 2009: 389).

Resim 10: Balkon tasarımında dikkat edilmesi gereken kriterler (Ergin, 2014: 60)



Oturma alanından balkon yüksekliği 355 cm, balkon derinliği ise 760 cm olarak ölçülmüştür. Buna göre,

$$D = 760 \text{ cm}$$

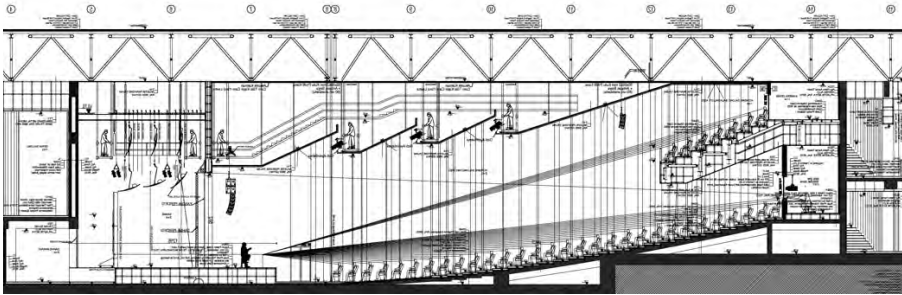
$$H = 355 \text{ cm}$$

$$D \leq 2H$$

(2)

760 cm \leq 710 cm kuralı sağlanmamıştır. Bu durumda balkon derinliği, yüksekliğin 2 katını aştığı için balkon altı seyirci alanında akustik gölge oluşacaktır.

Resim 11: Akçakoca Oditoryumu kesiti
(Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Yapı Kontrol Daire Başkanlığı)



Bununla birlikte balkon parapetinin, ses kalitesini etkileyebilecek yansımaları önlemek için tasarlanmış olmasına dikkat edilmelidir (Everest ve Pohlmann, 2009: 389). Balkon ön korkuluğu salon kurgusuna göre içbükey formda kullanılırsa odaklanmaya sebep olabilir. Dolayısıyla balkon ön korkuluğunun da emici bir malzeme ile kaplanması gerekir (Bayramoğlu, 2017: 52). Akçakoca Oditoryumu balkon parapeti ise Resim 12’de görüleceği gibi içbükey formdan kurtarılmıştır ancak yansıtıcılığı yüksek bir malzeme olan cam ile kaplanmıştır. Bu durumun balkon ilk sırasında oturan izleyicilerin görsel ve işitsel konforunu olumsuz etkileyeceği söylenebilir.

Resim 12: Akçakoca Oditoryumu balkon görünümü (Fotoğraf: Yazarlar arşivi, 25.02.2020)



2.1.2. Akçakoca Oditoryumunun Nesnel Değerlendirilmesi

Günümüzde reverberasyon süresi, kapalı mekânların genel akustik karakterinin tespitinde uygun bir nicelik olmakla beraber hacimde kullanılan materyallerin emicilik karakteristikleri ve salon geometrisinden kolaylıkla ortaya konabilecek bir değerdir (Vergili, 2008: 10).

Kapalı hacimlerde ses kaynağı kapatıldıktan sonra sesin yavaş yavaş ve azalarak sönmesine reverberasyon olayı denir. Reverberasyon, tanımlanıp ölçülen ilk hacim akustiği kavramıdır (Toktaş, 2011: 14). Akçakoca Oditoryumunun reverberasyon süresi hesaplamasında Sabine'in geliştirdiği formül kullanılmıştır:

$$RT_{\text{Sabine}} = 0,161 \cdot V / A \quad (3)$$

RT= Reverberasyon süresi, sesin 60 dB sönümlenmesi için geçen zaman (sn)

V= Odanın hacmi (m³)

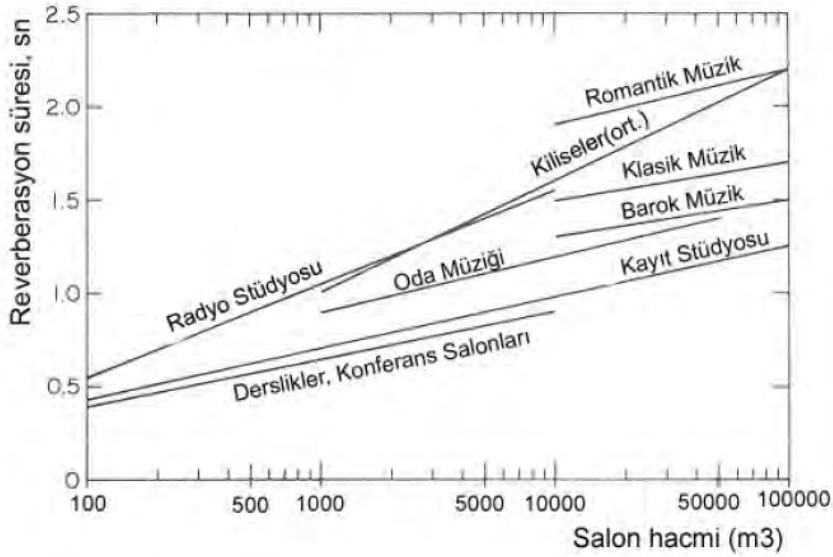
A= Odanın yutuculuğu (m² sabin)

0,161= Ampirik sabit (sn/m)

1890'larda Harvard Üniversitesi fizik profesörü olan Wallace Clement Sabine, reverberasyon süresi denklemini ilk ortaya atan kişidir. Sabine, reverberasyon süresinin salon hacmine ve yutuculuğa bağlı olduğunu gözlemlemiştir. Bir başka kullanılan Eyring-Norris formülü, Sabine formülünde değişiklik yapılarak, yutuculuğu daha fazla olan salonlarda kullanılmak üzere bir alternatif olarak türetilmiştir. (Everest ve Pohlmann, 2009: 157) Bu iki formüle göre kullanımı daha pratik olan ve grafik kullanmayı gerektirmeyen bir diğer formül ise Stephens&Bate formülüdür (Budak, 1994: 75).

Akçakoca Oditoryumunun hacmi, 11074,986 m³'tür. Oditoryumun müzik işlevinde ve doğal akustik kullanılması durumuna göre Grafik 1'den yararlanarak bu hacme sahip bir konser salonunda kabul edilebilir reverberasyon süresi ~1,55 sn olarak görülebilir.

Grafik 1: Optimum reverberasyon süresi grafiği (Vural, 2009: 18), reverberasyon hesaplamasında kullanılan mekânın toplam yutuculuğunu hesaplamak amaçlı malzemelerin yutuculukları ve hacimle bağlantılıdır. Toplam yutuculuk hesabında da her bir malzemenin 125- 2000 Hz aralığındaki ara frekans bantlarının yutuculuklarının ortalaması kullanılmaktadır. Dolayısıyla üretilen grafik 125- 2000 Hz aralığında oluşturulmuştur.



Çalışmada reverberasyon hesaplamasında Sabine formülü kullanılacak olup malzemelerin yutuculuk katsayıları Tablo 3'te görülen ortalama değerler üzerinden alınacaktır.

Tablo 2: Çeşitli malzemelerin farklı frekanslarda yutuculuk katsayıları (Yılmaz Demirkale, İYEM SES A Seminer Notları, 2007)

Malzemenin Adı	125 Hz	500 Hz	2000 Hz	Ortalama (NRC)
Mermer, seramik, pürüzsüz sıva	0,02	0,03	0,05	0,03
Pürüzlü Sıva	0,01	0,04	0,08	0,04
Linoleum	0,02	0,03	0,04	0,03
Yün Halı	0,04	0,10	0,36	0,17
Sentetik Halı	0,03	0,07	0,29	0,13

Parke	0,03	0,06	0,10	0,06
Akustik Panel (5 cm hava boşluklu 30 cm kalınlığında)	0,21	0,19	0,06	0,15
Akustik Panel (Hava boşluksuz)	0,42	0,22	0,06	0,23
MDF (13 mm)	0,11	0,22	0,30	0,21
MDF (5 cm hava boşluklu)	0,30	0,25	0,30	0,28
İnce Perde	0,08	0,17	0,40	0,22
Kalın Perde	0,25	0,50	0,60	0,45
İnsan	0,19	0,47	0,52	0,39
Sıvalı ve boyalı yüzeyler	0,02	0,02	0,04	0,03
Cam takılmış pencere	0,30	0,15	0,06	0,17
Dekorlu sahne	0,20	0,30	0,30	0,27
Sinema perdesi	0,30	0,40	0,40	0,37
Alçı paneller (boşluksuz)	0,50	0,45	0,55	0,50
Alçı paneller (boşluklu)	0,35	0,60	0,70	0,55
İnsan oturan yumuşak koltuk	0,25	0,40	0,45	0,37
Seyircisiz yumuşak koltuk	0,15	0,20	0,30	0,22
Deri kaplı koltuk	0,80	0,12	0,10	0,34
Kontraplak	0,20	0,30	0,40	0,30
Delikli akustik alçıpanel malzeme	0,60	0,70	0,80	0,70
Taşyünü delikli yutucu malzeme (5 cm boşluk-5 cm kalınlık)	0,90	0,94	0,98	0,94
Hava	0,60	0,40	0,40	0,47

Yapılacak hesaplama göre öncelikle her malzemenin kapladığı alanın hesaplanması gerekmektedir: Tavan için 4 adet dairesel delikli akustik alçıpanel malzeme tercih edilmiştir. Bu yansıtıcı tavan panellerinin toplam alanı 654,73 m²'dir. Kullanılacak olan delikli akustik alçıpanel malzemenin yutma katsayısı 0.70'tir.

Yan duvar panellerinin toplam alanı 551 m²'dir. Arkası 5 cm boşluklu, 5 cm taşyününden oluşan delikli yansıtıcı malzemenin yutma katsayısı 0.94'tür. Seyirci arkasında yer alan arka duvarın alanı 95,475 m²'dir. Yansıtıcı yan duvarlar ile aynı malzeme kullanıldığından yutuculuk katsayısı 0,94'tür.

Salonda yer alan koltuk sayısı toplam 1300 adettir. Her bir koltuğun kapladığı alan 1 m² olarak kabul edilir. Salonun tam dolu olduğu ana göre inceleme gerektiği için 1300 oturan insana göre kişi başı yutma katsayısı 0,37 olarak alınacaktır ve engelli koltukları hesaba katılmayacaktır.

Zeminde, oturma alanının dışındaki seyirci sirkülasyon aksının alanı 56 m²'dir. Burada kullanılan halının yutuculuk değeri 0,13'tür

Bu değerlere göre oditoryumun tam dolu olduğu durumunun reverberasyon süresinin hesaplanması, hava yutuculuğu önemsiz bir değişken olduğu için bir değer olarak almadan şu şekilde olacaktır:

$$A_{\text{Sabine}} = A_{\text{tavan}} + A_{\text{yan duvar}} + A_{\text{arka duvar}} + A_{\text{koltuk}} + A_{\text{sirkülasyon aksı}} \quad (3)$$

$$A = (0,7 \times 654,73) + (0,94 \times 551) + (0,94 \times 95,475) + (0,37 \times 1300) + (56 \times 0,13)$$

$$A = 1554,2775 \text{ Sabine}$$

$$A = 1554,277 \text{ Sabine}$$

$$RT = 0,161 \cdot \frac{11074,986}{1554,277} = 1,14 \text{ sn} \quad (4)$$

Hedeflenen reverberasyon süresi 1,55 saniye ya da %10'u kadar az olmasının da kabul edilebilir olduğunu düşünürsek 1,4 sn olmasıydı. Ancak hesaplama sonuçlarından ortaya çıkan reverberasyon süresinin bu hacimdeki bir salon için belirlenen ortalama süreden düşük olduğunu görmekteyiz. Bu da elektronik yükseltici olmaksızın gösterilen müzik performansı sırasında salonun ölü, cansız ya da kuru olarak tabir edilecek şekilde yanıt vereceği anlamına gelmektedir.

Sonuç ve Önermeler

Akçakoca Oditoryumu gibi pek çok amaca hizmet eden salonlarda genel itibarıyla elektro akustik düzenlemeler yapılarak konferans, sempozyum, tiyatro, konser vb. aktiviteler için kullanılabilirliği sağlanmaktadır. Bu aktiviteler içerisinde saf insan sesinin veya bir orkestranın seslendirmesinin doğal yayılımını sağlayacak düzenlemeler göz ardı edilmektedir. Oysa doğal ses, elektroakustik düzenlemeler içerisinde geçmeden duyulursa, dinleyicilerde gerçek algı ve hisler yaratacağı kesindir.

Yapılan hesaplamalar doğrultusunda Kocaeli Kongre Merkezi Akçakoca Oditoryumunda hedeflenen reverberasyon süresine ulaşamadığından dolayı, oditoryumun akustik konfor ölçütlerinden önemli bir tanesini sağlayamadığı ortaya çıkmaktadır. Yani bu salonda elektronik güçlendirici olmadan icra edecek bir müzik özellikle de Batı Sanat Müziği, dinleyiciye, müzisyenlere ve şefe beklediği müzik deneyimini yaşatamayacaktır.

Dinleyicilerin ve müzisyenlerin doğru bir müzik deneyimi yaşaması için matematiksel olarak çıkarılan sonuçlara uygun bir düzenleme ve tadilat çalışması kapsamında ciddi bir etüt çalışması gerekmektedir. Bu etüt çalışması sonucuna uygun bir şekilde, var olan yüzey malzemelerinin yutuculuk oranlarının azaltılıp yansıtıcı oranının artırılması, hedeflediğimiz reverberasyon süresine ulaşmada önem taşımaktadır. Buna ek olarak hem ideal görüş alanı sağlamak hem de hareket konforu sağlayacak yeni bir oturma düzeni kurgusu ile beraber koltuk sayısının azaltılması, salonu konforlu bir şekilde Batı Sanat Müziği dinlenebilir bir mekân haline getirecektir.

Araştırmanın Etik Yönü: Araştırmada etik bazlı herhangi bir izne ihtiyaç duyulmamaktadır.

Çıkar Çatışması: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkıları: Yazarlar bu çalışmada fikir, tasarım, denetleme, analiz ve yorum, literatür taraması, yazı yazan, eleştirel inceleme türlerinde katkıda bulduklarını belirtirler.

Kaynakça

- Andante Dergisi (2019). "Hamburg'un İncisi Elbphilharmonie' de Fiyasko". Sayı 148: 10
- Bayoğlu, Müjgan (1998). İç Mimaride Hacim Akustiğinin Tasarıma Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bayramoğlu, Gülşah Sibel (2017). Oditoryumların Akustik Açından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Arel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Beranek, Leo (2004). Concert Halls and Opera Houses: Music, Acoustics and Architecture. New York: Springer.
- Budak, Ayşegül (1994). Atatürk Kültür Merkezi Büyük Salonu'nun Akustik Performansının Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Elbaş, Özgür (2016). Konser Salonlarında Yer Alan Yapısal Eleman, Mobilya ve Donatıların Orkestra Sanatçılarının Performansı Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Ankara.
- Ergin, Dirun (2014). Gelişen Teknoloji Işığında Performans Mekanlarında İşitsel Konfor Gereksinimleri ve Akustik Tasarım Yaklaşımları. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Everest, F. Alton ve Ken C. Pohlmann (2009). Master Handbook of Acoustics. New York: McGraw Hill.
- Gürkan, Ergin (2013). At Nalı Plan Tipi Salonların Konser ve Opera İşlevinde Akustik Tasarım Açısından İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kader, Sümeyye (2018). İstanbul Devlet Tiyatroları Üsküdar Tekel Sahnesi'nin Akustik Açından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kul, Hilal (2018). Eskişehir'deki Salonların Akustik Envanter Çalışması ve A.Ü. AKM Opera ve Bale Salonu'nun Akustik Konfor Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Öziş, Feridun ve Suat Vergili (2008). "Dinleyici-Orkestra-Müzişyen Perspektifinde Konser Salonlarının Akustik Tasarım Parametreleri" Atatürk Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Dergisi, 13: 35-41
- Özkartal, Naciye Esra (2011). Konser Salonlarının Akustik Konfor Parametrelerinin Analizi ve Bir Örnek Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Öztañ, Erdiñç (2016). AASSM Küçük Salonu'nun Hacim Akustiğı Açısından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, İzmir.
- Sirel, Şazi (1974). Yapı Akustiğı I. İstanbul: İnkılap ve Aka Basımevi
- Şarkışla Aydın, Büşra (2022). Çok Amaçlı Salonların Akustik Açından İncelenmesi: Mersin'den 3 Örnek. Yüksek Lisans Tezi, Toros Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mersin.
- Toktaş, Sefa (2011). Çok Amaçlı Salonların Akustik Açından Değerlendirilmesi: F.Ü. Atatürk Kültür Merkezi Örneđi. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elâzığ.
- Türk, Ezgi (2011). İstanbul'daki Salonların Akustik Kalitesinin İncelenmesi ve Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Vergili, Suat (2008). Yansıım Süresi Farklılıklarının Değerlendirilmesi: fMRI Çalışması. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, İzmir.
- Vural, Anıl (2009). İstanbul'da Bulunan Dört Konser Salonunun Akustik Açından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yaşaroğlu, Kerime (2006). Açık hava Tiyatrolarının Akustik Açından Değerlendirilmesi: İstanbul Cemil Topuzlu Açık hava Tiyatrosu Örneđi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz Demirkale, Sevtap (2007). İYEM SES A Basılı Seminer Notları.