

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MİMARLIK ANABİLİM DALI

**KAPALI SPOR ETKİNLİK ALANLARININ ÇOK AMAÇLI KULLANIM İÇİN AKUSTİK AÇIDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ: TRABZON ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ayşegül KANDEMİR

**MART 2023
TRABZON**



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

**KAPALI SPOR ETKİNLİK ALANLARININ ÇOK AMAÇLI KULLANIM İÇİN AKUSTİK
AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: TRABZON ÖRNEĞİ**

Ayşegül KANDEMİR

ORCID : - - -

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"YÜKSEK MİMAR"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24 / 02 / 2023

Tezin Savunma Tarihi : 27 / 03 / 2023

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mustafa KAVRAZ
ORCID : - - -

Trabzon 2023

ÖNSÖZ

“Kapalı Spor Etkinlik Alanlarının Çok Amaçlı Kullanım İçin Akustik Açından Değerlendirilmesi: Trabzon Örneği” adlı bu çalışma, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında çalışmanın her aşamasında yer ve zaman fark etmeksizin desteğini, bilgisini ve tecrübesini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Mustafa KAVRAZ’a katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca beni sürekli motive eden sevgili arkadaşlarıma ve manevi desteğini sürekli hissettiğim annem Zehra KANDEMİR’e, babam Musa KANDEMİR’e ve kardeşim Kadir KANDEMİR’e teşekkür ederim.

Anneme ithafen...

Ayşegül KANDEMİR

Trabzon 2023

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Kapalı Spor Etkinlik Alanlarının Çok Amaçlı Kullanım İçin Akustik Açısından Değerlendirilmesi: Trabzon Örneği” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Mustafa KAVRAZ’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 27/03/2023

Ayşegül KANDEMİR

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VIII
ABSTRACT	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XX
SEMBOLLER DİZİNİ	XXII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	1
1.2. Literatür Çalışması	3
1.3. Akustiğin Tanımı ve Kapsamı.....	6
1.4. Sesin Fiziksel Özellikleri.....	7
1.5. Sesin Nesnel Parametreleri.....	14
1.6. Spor Mekanlarının Tarihsel Gelişim Süreci	20
1.7. Kapalı Spor Salonlarının Mimari Özellikleri	27
1.7.1. Seyirci Durumuna Göre Spor Tesisleri	32
1.7.2. Spor Salonlarında Kullanılan Yapı Malzemeleri.....	34
1.7.3. Spor Salonlarının Akustik Performansı	35
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	39
2.1. Çalışma Kapsamında İncelenen Spor Yapıları.....	40
2.2. Doluluk Oranlarına Göre Oluşturulan Senaryolar	45
2.3. Spor Salonlarına Ait Kabuller	49

2.4.	Programın Çalıştırılması Süreci	59
2.5.	Sesin Nesnel Parametrelerine Yönelik Kabul Edilen Optimum Değer Aralıkları	61
3.	BULGULAR VE TARTIŞMA.....	70
3.1.	Beşirli Merkez Tenis Kortu İçin Seyirci Alanının Boş Olduğu Durumda Elde Edilen Nesnel Parametre Değerleri	71
3.1.1.	T30 Değerlerinin Analizleri.....	71
3.1.2.	EDT Değerlerinin Analizleri	74
3.1.3.	STI Değerlerinin Analizleri	78
3.1.4.	D50 Değerlerinin Analizleri	80
3.1.5.	C80 Değerlerinin Analizleri	83
3.1.6.	LF80 Değerlerinin Analizleri	87
3.2.	Beşirli Merkez Tenis Kortu İçin Seyirci Alanının %50 Dolu Olduğu Durumda Elde Edilen Nesnel Parametre Değerleri.....	90
3.2.1.	T30 Değerlerinin Analizleri.....	90
3.2.2.	EDT Değerlerinin Analizleri	94
3.2.3.	STI Değerlerinin Analizleri	97
3.2.4.	D50 Değerlerinin Analizleri	100
3.2.5.	C80 Değerlerinin Analizleri	104
3.2.6.	LF80 Değerlerinin Analizleri	107
3.3.	Beşirli Merkez Tenis Kortu İçin Seyirci Alanının %100 Dolu Olduğu Durumda Elde Edilen Nesnel Parametre Değerleri.....	110
3.3.1.	T30 Değerlerinin Analizleri.....	110
3.3.2.	EDT Değerlerinin Analizleri	114
3.3.3.	STI Değerlerinin Analizleri	117
3.3.4.	D50 Değerlerinin Analizleri	120
3.3.5.	C80 Değerlerinin Analizleri	123
3.3.6.	LF80 Değerlerinin Analizleri	126

3.4.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu İçin Seyirci Alanının Boş Olduğu Durumda Elde Edilen Nesnel Parametre Değerleri.....	129
3.4.1.	T30 Değerlerinin Analizleri.....	129
3.4.2.	EDT Değerlerinin Analizleri	132
3.4.3.	STI Değerlerinin Analizleri	135
3.4.4.	D50 Değerlerinin Analizleri	138
3.4.5.	C80 Değerlerinin Analizleri	140
3.4.6.	LF80 Değerlerinin Analizleri	143
3.5.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu İçin Seyirci Alanının %50 Dolu Olduğu Durumda Elde Edilen Nesnel Parametre Değerleri.....	146
3.5.1.	T30 Değerlerinin Analizleri.....	147
3.5.2.	EDT Değerlerinin Analizleri	150
3.5.3.	STI Değerlerinin Analizleri	153
3.5.4.	D50 Değerlerinin Analizleri	156
3.5.5.	C80 Değerlerinin Analizleri	159
3.5.6.	LF80 Değerlerinin Analizleri	162
3.6.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu İçin Seyirci Alanının %100 Dolu Olduğu Durumda Elde Edilen Nesnel Parametre Değerleri.....	165
3.6.1.	T30 Değerlerinin Analizleri.....	166
3.6.2.	EDT Değerlerinin Analizleri	169
3.6.3.	STI Değerlerinin Analizleri	171
3.6.4.	D50 Değerlerinin Analizleri	174
3.6.5.	C80 Değerlerinin Analizleri	177
3.6.6.	LF80 Değerlerinin Analizleri	180
4.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	190
5.	KAYNAKLAR.....	197
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

KAPALI SPOR ETKİNLİK ALANLARININ ÇOK AMAÇLI KULLANIM İÇİN AKUSTİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: TRABZON ÖRNEĞİ

Ayşegül KANDEMİR

Karadeniz Teknik Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Mimarlık Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa KAVRAZ

2023, 196 Sayfa

Günümüzde sportif faaliyetlere yönelik tasarlanmış spor salonlarında farklı kullanım amaçları için akustik tasarımlar gerçekleştirilmemesine rağmen bu salonlar konferans ve konser gibi çeşitli etkinlikler için yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu tez çalışmada; Trabzon İli, Avrupa Gençlik Oyunları kapsamında sportif etkinlikler için inşa edilen Beşirli Merkez Tenis Kortu ve Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu binalarındaki ana etkinlik alanları bilgisayar simülasyon yöntemi ile farklı fonksiyonel kullanımlar için akustik açısından değerlendirilmiştir. Giriş bölümünde; çalışmanın amaç ve kapsamı belirtilerek literatür araştırması gerçekleştirilmiştir. Yapılan Çalışmalar bölümünde; öncelikle çalışma kapsamındaki ana spor etkinlik alanlarının mevcut durumları için farklı seyirci doluluk oranlarına göre 3D modelleri hazırlanmıştır. Daha sonra modeller sesin nesnel parametrelerinin değerlendirilmesi için simülasyon programına aktarılmıştır. Sesin nesnel parametre değerleri elde edildikten sonra spor etkinlik alanlarında spor, müzik ve konuşma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesine yönelik tasarlanan salonların tavan düzlemindeki mevcut taşıyıcı elemanların arasına yerleştirilen ses yutucu özellikteki mekanizmalar ile yeniden salona ait 3D modeller hazırlanmıştır. Hazırlanan 3D modeller ODEON V10 programına aktararak simülasyon işlemi tekrarlanmıştır. Bulgular ve Değerlendirmeler bölümünde; tüm simülasyonlar sonucunda kapalı spor etkinlik alanları için elde edilen sesin nesnel parametrelerine ilişkin değerler birbirleri ve kabul edilen optimum değer aralıkları ile karşılaştırılmış ve değerlendirilmiştir. Son bölümde; sonuçlar ve öneriler belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kapalı Spor Salonu, Akustik, ODEON, Sesin Nesnel Parametreleri

Master Thesis

ABSTRACT

ACOUSTIC EVALUATION OF INDOOR SPORTS HALLS FOR MULTI-PURPOSE
USE: THE CASE OF TRABZON

Ayşegül KANDEMİR

Karadeniz Technical University

Institute of Science Architectural Program Department of Architecture

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa KAVRAZ

2023, 196 pages

Today, sports halls designed for sports activities are also widely used for various events such as conferences and concerts, although their acoustic measurements are not taken into the consideration. Within the scope of this study, Beşirli Centre Tennis Court and Mehmet Akif Ersoy Indoor Swimming Pool, which were built within the scope of European Youth Games in Trabzon Province, were evaluated in terms of acoustics by computer simulation method. In the Introduction chapter, the purpose and scope of the study is stated and related literature studies are examined. In the chapter on background studies, 3D models of the current conditions of the sports halls within the scope of the study were prepared according to the different occupancy rates of the audience areas and the models were first transferred to the simulation program to evaluate the objective parameters of the sound. After obtaining the objective parameter values of the sound, 3D models were prepared again with sound-absorbing mechanisms placed between the existing bearing elements on the ceiling plane of the halls designed for sports, music, and speech activities. The simulation process was repeated by transferring the prepared 3D models to the ODEON V10 program and the objective parameter values of the resulting sound were compared with each other and with the optimum acoustic values in the literature. In the findings and evaluations chapter, the objective parameters of the sound obtained as a result of the simulations for all indoor sports halls were compared with the accepted optimum value ranges. In the last part; conclusions and recommendations are presented.

Key Words: Indoor Sports Halls, Acoustic, Objective Parameters of Sound, ODEON

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Dalga boyu	7
Şekil 2. Sesin periyodu	11
Şekil 3. Sesin genliği	11
Şekil 4. Ses dalgalarının yansıması	12
Şekil 5. Ses dalgalarının yüzey biçimine bağlı olarak yansıma durumları.....	13
Şekil 6. Farklı ses yutma özelliklerine sahip malzemeler.	13
Şekil 7. Ses dalgalarının kırılması	14
Şekil 8. Ses düzeyinin 60 dB azalması için geçen süreyi gösteren grafik (Barron, 2010).	15
Şekil 9. Farklı fonksiyon ve hacimlere sahip mekanlar için optimum RT değerleri (Othman ve Mohamed, 2011).....	16
Şekil 10. Basit ses düşüş grafikleri; (a) Tekil düşüş, (b) Hızlı ilk düşüşü takip eden yavaş düşüş, (c) Yavaş ilk düşüşü takip eden hızlı düşüş.....	17
Şekil 11. Beni Hasan Mezarlığı'nda yer alan, 200'ün üzerinde güreş tekniğinin resmedildiği M.Ö. 3000 tarihli duvar resmi (İmamoğlu,G.,Koca, F.,2018).....	21
Şekil 12. Sümerliler ve Asurlulara ait boks ve yay müsabakalarının tasvir edildiği kabartmalar (URL-5, URL-6).....	21
Şekil 13. Eski Yunan döneminden M.Ö. 1600 tarihli “Boks Yapan Gençler” freskosu (URL-7)	22
Şekil 14. Antik Yunan döneminde uygulanan gymnasion planı (Vitruvius, 2005).	23
Şekil 15. Roma İmparatorluk döneminde Olympia kentindeki hipodrom ve stadyum (Saltuk, 2001)	24
Şekil 16. Crystal Sarayı (URL-9), St. Pancras Tren İstasyonu (URL-10) ve Royal Albert Salonu (URL-11)	26
Şekil 17. Lütfü Kırdar Kongre ve Sergi Salonu (Kurt,2012).	27
Şekil 18. Birden fazla spor dalına hizmet eden spor salonu örneği (URL-13).....	29
Şekil 19. Spor salonu taşıyıcı kabuk örnekleri (Anda,1993).....	30

Şekil 20.	Spor salonu trübin örnekleri (Neufert,2008)	33
Şekil 21.	Seyircisiz spor salonu (URL-14).....	34
Şekil 22.	Spor salonu zemin konstrüksiyonları (Neufert,2008)	35
Şekil 23.	Spor salonlarında farklı yöntemlerle uygulanmış ses izolasyon örnekleri (URL-18).....	38
Şekil 24.	Beşirli Tenis Kompleksinin vaziyet planı (URL-21)	41
Şekil 25.	Beşirli Merkez Tenis Kortunun seyirci alanı ve sahne yerleşim planı.....	42
Şekil 26.	Beşirli Merkez Tenis Kortu binasının ana etkinlik mekanı ve binanın dıştan görünümü (URL-22).....	43
Şekil 27.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu binasının dış görünümü ve binanın ana etkinlik mekanı.....	44
Şekil 28	. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu binasının yüzme havuz birimi planı	45
Şekil 29.	Beşirli Merkez Tenis Kortu seyirci doluluk oranlarının 3 boyutlu modelleri..	46
Şekil 30.	Kapalı Yüzme Havuzu seyirci doluluk oranlarının 3 boyutlu modelleri	47
Şekil 31.	İncelenen salonların çatı düzlemine yerleştirilen prizmatik mekanizmaların aks düzeni.....	49
Şekil 32.	Prizmatik mekanizmaların kapak hareketleri	51
Şekil 33.	Mekanizmaların malzeme detayı.....	51
Şekil 34.	Tenis kortunun tavan yüzeyine yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kesit ve 3D modelleri	52
Şekil 35.	Yüzme havuzunun tavan yüzeyine yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kesit ve 3D modelleri	54
Şekil 36.	Beşirli Tenis Kortu salonunun seyirci alanının boş, yarı dolu ve dolu durumlarındaki grid alıcı yerleşim düzeni.....	58
Şekil 37.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun seyirci alanının boş, yarı dolu ve dolu durumlarındaki grid alıcı yerleşim düzeni	58
Şekil 38.	Salonlardaki ses kaynaklarının konumları	59
Şekil 39.	Simülasyon programın çalıştırılması süreci	60
Şekil 40.	Reverberasyon süresi- hacim için Knudsen ve Harris'in (Knudsen ve Harris,1988) önerdiği optimum çınlama süresi grafiğinden elde edilen T30 değerleri	64

Şekil 41.	Reverberasyon süresi- hacim için Knudsen ve Harris'in önerdiği optimum çınlama süresi grafiğinden elde edilen T30 değerleri (Knudsen ve Harris,1988)	67
Şekil 42.	Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen T30 grid dağılımı (500 Hz).....	72
Şekil 43.	Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen T30 değerleri.....	73
Şekil 44.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait T30 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	74
Şekil 45.	Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen EDT değerinin grid dağılımı (500 Hz).	75
Şekil 46.	Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen EDT değerleri.....	76
Şekil 47.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait EDT değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	77
Şekil 48.	Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen STI grid dağılımı.	78
Şekil 49.	Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen STI değerleri	79
Şekil 50.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait STI değerlerinin grid dağılımları.....	80
Şekil 51.	Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen D50 grid dağılımı (500 Hz).....	81
Şekil 52.	Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen D50 değerleri	82
Şekil 53.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait D50 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz).	83
Şekil 54.	Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen C80 değerleri grid dağılımı (500 Hz).	84
Şekil 55.	Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen C80 değerleri.....	85

Şekil 56.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait C80 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	86
Şekil 57.	Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen LF80 değerleri grid dağılımı (500 Hz).	87
Şekil 58.	Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen LF80 değerleri.....	88
Şekil 59.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait LF80 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	89
Şekil 60.	Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen T30 değerleri grid dağılımı.....	91
Şekil 61.	Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen T30 değerleri	92
Şekil 62.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait T30 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	93
Şekil 63.	Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen EDT değerleri grid dağılımı (500 Hz).	94
Şekil 64.	Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen EDT değerleri	96
Şekil 65.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait EDT değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	96
Şekil 66.	Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen STI grid dağılımı (500 Hz).....	98
Şekil 67.	Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen STI değerleri.....	99
Şekil 68.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait STI grid dağılımları.....	99
Şekil 69.	Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen D50 grid dağılımı (500 Hz).....	101
Şekil 70.	Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen D50 değerleri.....	102

Şekil 71.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait D50 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	103
Şekil 72.	Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen C80 grid dağılımı (500 Hz).....	104
Şekil 73.	Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen C80 değerleri	105
Şekil 74.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait C80 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	106
Şekil 75.	Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen LF80 grid dağılımı (500 Hz).....	107
Şekil 76.	Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen LF80 değerleri	108
Şekil 77.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait LF80 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	109
Şekil 78.	Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen T30 grid dağılımı (500 Hz).....	111
Şekil 79.	Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen T30 değerleri	112
Şekil 80.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait T30 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	113
Şekil 81.	Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen EDT değerinin grid dağılımı (500 Hz).	114
Şekil 82.	Beşirli Tenis Kortu Spor Salonu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen EDT değerleri.....	115
Şekil 83.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait EDT değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	116
Şekil 84.	Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen STI değerlerinin grid dağılımı (500 Hz).	117
Şekil 85.	Beşirli Tenis Kortu Spor Salonu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen STI değerleri	118

Şekil 86.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait STI değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	119
Şekil 87.	Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen D50 değerlerinin grid dağılımı (500 Hz).....	120
Şekil 88.	Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen D50 değerleri.....	121
Şekil 89.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait D50 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	122
Şekil 90.	Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen C80 değeri grid dağılımı (500 Hz).	123
Şekil 91.	Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen C80 değerleri	124
Şekil 92.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait C80 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	125
Şekil 93.	Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen LF80 değeri grid dağılımı (500 Hz).	126
Şekil 94.	Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen LF80 değerleri	127
Şekil 95.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait LF80 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	128
Şekil 96.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen T30 değerlerinin grid dağılımı (500 Hz).....	129
Şekil 97.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen T30 değerleri	131
Şekil 98.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait T30 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	131
Şekil 99.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen EDT değerlerinin grid dağılımı (500 Hz).	133
Şekil 100.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen EDT değerleri.....	134

Şekil 101.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait EDT değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	135
Şekil 102.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen STI değerlerinin grid dağılımı (500 Hz).	136
Şekil 103.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen STI değerleri	136
Şekil 104.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait STI değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	137
Şekil 105.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen D50 değerlerinin grid dağılımı (500 Hz).	138
Şekil 106.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen D50 değerleri.....	139
Şekil 107.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait D50 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	140
Şekil 108.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen C80 değerinin grid dağılımı (500 Hz).....	141
Şekil 109.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen C80 değerleri.....	142
Şekil 110.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait C80 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	143
Şekil 111.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen LF80 değerinin grid dağılımı (500 Hz).....	144
Şekil 112.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen LF80 değerleri.....	145
Şekil 113.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait LF80 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	146
Şekil 114.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen T30 değerlerinin grid dağılımı (500 Hz).....	147
Şekil 115.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanı %50 dolu olduğunda elde edilen T30 değerleri	149

Şekil 116.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait T30 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	150
Şekil 117.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen EDT değerlerinin grid dağılımı (500 Hz).	151
Şekil 118.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanı %50 dolu olduğu durumda elde edilen EDT değerleri.....	152
Şekil 119.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait EDT değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	153
Şekil 120.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen STI değerinin grid dağılımı (500 Hz).	154
Şekil 121.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanı %50 dolu olduğu durumda elde edilen STI değerleri	155
Şekil 122.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait STI değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	155
Şekil 123.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen D50 değerlerinin grid dağılımı (500 Hz).	157
Şekil 124.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanı %50 dolu olduğunda elde edilen D50 değerleri.....	158
Şekil 125.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait D50 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz).	159
Şekil 126.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen C80 değerinin grid dağılımı (500 Hz).....	160
Şekil 127.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen C80 değerleri.....	161
Şekil 128.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait C80 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz).	161
Şekil 129.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen LF80 değerinin grid dağılımı (500 Hz).....	163
Şekil 130.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen LF80 değerleri.....	164

Şekil 131.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait LF80 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	165
Şekil 132.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen T30 değerinin grid dağılımı (500 Hz).	166
Şekil 133.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen T30 değerleri	167
Şekil 134.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait T30 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	168
Şekil 135.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen EDT değerinin grid dağılımı (500 Hz).	169
Şekil 136.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen EDT değerleri.....	170
Şekil 137.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait EDT değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	171
Şekil 138.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen STI değerinin grid dağılımı (500 Hz).	172
Şekil 139.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen STI değerleri	173
Şekil 140	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait STI değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)	173
Şekil 141.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen D50 değerinin grid dağılımı (500 Hz).	175
Şekil 142.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen D50 değerleri	176
Şekil 143.	(1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait D50 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz).	177
Şekil 144.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen C80 değerlerinin grid dağılımı (500 Hz).	178
Şekil 145.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen C80 değerleri.....	179

- Şekil 146. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait C80 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz). 179
- Şekil 147. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen LF80 değerinin grid dağılımı (500 Hz)..... 181
- Şekil 148. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen LF80 değerleri..... 182
- Şekil 149. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait LF80 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz) 183



TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Oktav bant aralıkları.....	9
Tablo 2. STI parametresi için değer aralıkları.....	20
Tablo 3. Kapalı spor salonlarının spor dalına göre optimum oyun alanı ve yükseklik önerileri.	28
Tablo 4. Building Bulletin-93 standartına göre spor salonları için belirlenen optimum reverberasyon süreleri	36
Tablo 5. Binalarda akustik performans sınıfına bağlı olarak sağlanacak en yüksek reverberasyon süreleri (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2017).....	37
Tablo 6. Beşirli Merkez Tenis Kortuna ait alan ve hacim ölçüleri.....	42
Tablo 7. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzuna ait alan ve hacim ölçüleri	43
Tablo 8. Beşirli Tenis Kortu yüzey malzemelerine ait ses yutma katsayıları	56
Tablo 9. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu yüzey malzemelerine ait ses yutma katsayıları	56
Tablo 10. Akustik iyileştirme önerisi olarak tavan yüzeyine yerleştirilen prizmatik mekanizmaların yüzeylerine ait ses tutma katsayıları.....	57
Tablo 11. Spor salonlarının spor faaliyetleri için kullanımı durumunda değerlendirilen parametrelerin optimum değer aralıkları	61
Tablo 12. Müzik faaliyetleri için bazı bilim insanlarının önerdiği akustik nesnel parametreler.....	62
Tablo 13. Konuşma faaliyetleri için bazı bilim insanlarının önerdiği akustik nesnel parametreler.....	63
Tablo 14. Beşirli Merkez Tenis Kortunun müzik faaliyetleri için kullanımı durumunda değerlendirilen nesnel parametrelerin optimum değer aralıkları	65
Tablo 15. Mehmet Akif Ersoy yüzme havuzunun müzik faaliyetleri için kullanımı durumunda değerlendirilen nesnel parametrelerin optimum değer aralıkları	66
Tablo 16. Beşirli Merkez Tenis Kortunun konuşma faaliyetleri için kullanımı durumunda değerlendirilen parametrelerin optimum değer aralıkları	68

Tablo 17.	Mehmet Akif Ersoy yüzme havuzunun konuşma faaliyetleri için kullanımı durumunda değerlendirilen parametrelerin optimum değer aralıkları	69
Tablo 18.	Beşirli Merkez Tenis Kortu senaryo-işlev-parametre tablosu	184
Tablo 19.	Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu senaryo-işlev-parametre tablosu	187



SEMBOLLER DİZİNİ

A	: Alan (m^2)
BR	: Bas Oranı (Bass Ratio)
C80	: Netlik (Clarity)
D50	: Ayırt Edilebilirlik (Distinctness)
EDT	: Erken Düşme Süresi (Early Decay Time)
T	: Periyot (sn.)
T30	: Reverberasyon Süresi(sn.)
G	: Toplam Ses Düzeyi (Total Sound Level- Strength)
ITDG	: İlk Ulaşım Gecikmesi (Initial Time Delay Gap)
I	: Ses şiddeti /Yeğlilik (W/m^2)
LF80	: Erken Yanal Enerji Oranı (Lateral Energy Fraction)
P	: Ses Basıncı (N/m^2)
RASTI	: Hızlı Konuşma Ses İletim İndeksi (Rapid Speech Transmission Index)
RT	: Reverberasyon (Çınlama) Süresi (Reverberation Time)
SPL	: Toplam Ses Basıncı Düzeyi (Total Sound Pressure Level)
STI	: Ses İletim İndeksi (Speech Transmission Index)
TR	: Tiz Oranı (Treble Ratio)
TS	: Merkez Zamanı (Centre Time)
c	: Ses Hızı ($m/sn.$)
V	: Hacim (m^3)
W	: Ses Gücü (Watt)
λ	: Dalga Boyu (m)
f	: Frekans (Hz)
α	: Ses yutma katsayısı

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Günümüzde olimpiyat stadyumlarından kent ölçeğindeki spor salonlarına kadar sportif faaliyetler için tasarlanmış mekânlar, kongre, konferans ve konser gibi farklı etkinlikler için de yaygın şekilde kullanılmaktadır (Ulusoy, vd.,2013). Bu tür mekânlar, belirtilen etkinliklerin yapılmasına imkân sağlayan geniş hacim ve yüksek seyirci kapasitelerine sahiptirler. Spor ve çok amaçlı etkinlikler için kullanılan bu mekanların, genel olarak değerlendirildiğinde sesin anlaşılabilirliği açısından uygun olmadığı görülmektedir.

Spor salonlarının yapımında, sert ve pürüzsüz/düzgün yüzeyler oluşturan beton, çelik, cam vb. malzemeler kullanılmaktadır. Bu malzemeler, yapısal açıdan ihtiyaçları karşılasalar da düşük ses yutma özelliklerinden dolayı sesin anlaşılabilirliğini olumsuz etkilemektedir. Bu salonların geniş hacimli olmaları, yüzeylerinde düşük ses yutma özelliğine sahip malzemeler kullanılması ve az sayıda seyirci kapasiteli olmaları gibi nedenlerden dolayı oluşan yüksek çınlamalı ortam, bu mekânlardaki iletişimin zor ve yorucu olmasına yol açmaktadır (Yoo, H.C,2001). Bu elverişsiz akustik koşullar, faaliyetlerin sağlıklı koşullarda yerine getirilmesini ve salonların verimli bir şekilde kullanılmasını engellemektedir (Building Bulletin 93, 2004).

Mekânların akustik tasarımıadaki amaç işlevlere bağlı olarak işitsel konforu sağlamaktır. Bu bağlamda, mekanların fonksiyonlarına bağlı olarak tasarım aşamasında akustik düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Tasarımı tamamlanmış mekanlarda ya da uygulaması tamamlanmış mekanlarda bu durum ya hacimsel değişiklik ya da yüzeylerdeki malzeme değişikliği ile sağlanabilmektedir. Faaliyetlerini sürdüren ancak akustik koşulları uygun olmayan mekanların yüzeylerinde malzeme değişikliği yapılarak gerçekleştirilen iyileştirme çalışması en uygun yöntem olarak değerlendirilmektedir (Building Bulletin 93, 2004; Ellison, S., R, 2010). Building Bulletin 93 (2004)'e göre okul mekânlarındaki seyircisiz kapalı spor salonlarında, çınlama süresinin orta frekans aralığında 2 saniyenin altında olması gerekmektedir (Ellison, S., R, 2010).

Çalışmanın amacı; Trabzon kentinde bulunan Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu ve Beşirli Merkez Tenis Kortu yapılarının spor etkinlik mekanlarının mevcut ve tavan düzleminde gerçekleştirilen öneriler doğrultusunda akustik koşullarının değerlendirilmesidir. Değerlendirmelerin gerçekleştirildiği sesin nesnel parametrelerine ait niceliksel değerler Odeon Combined Versiyon 10.1 bilgisayar programı aracılığı ile elde edilmiştir.

Çalışma kapsamında mevcut durum için gerçekleştirilen analizler neticesinde öncelikle salonların akustik koşullarının iyileştirilmesine yönelik önerilerde bulunulmuş daha sonra bu öneriler de akustik açıdan değerlendirilmiştir. Yapılan önerilerde salonların mevcut fonksiyonları, buna bağlı olarak mekanların üç boyutlu görsel algıları ile çatı düzlemindeki mevcut taşıyıcı sistemler dikkate alınmıştır.

Spor salonlarının mevcut durumdaki çelik taşıyıcıları arasına kat yükseklikleri de dikkate alınarak seyircilerin görüş alanını olumsuz etkilemeyecek şekilde tavan yüzeylerine asılabilen iç yüzeyleri ses yutucu, dış yüzeyleri ses yansıtıcı özelliğe sahip malzemeler ile kaplı, kapaklı prizmatik mekanizmalar tasarlanmıştır. Mekanizma kapaklarının 90° açık olduğu, 45° açık olduğu, kapalı olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durumlar ile spor salonlarının seyirci alanlarının boş, yarı dolu ve dolu olduğu durumlar için senaryolar oluşturulmuştur. Oluşturulan senaryolar için benzetim programında ölçümler yapılarak her iki spor salonu için sesin nesnel parametreleri elde edilerek değerlendirilmiştir.

Prizmatik mekanizmaların kapakları açıldığında ses yutucu yüzey alanı artarken kapatıldığında ses yansıtıcı yüzey alanı artmaktadır. Kapak hareketlerine göre tasarlanan senaryoların 3D modelleri Sketchup 2022 programında oluşturularak Odeon Combined Versiyon 10.1 programına aktarılmış ve sesin nesnel parametre değerleri elde edilmiştir. Yapılan düzenlemelerin salonların akustik koşullarının iyileştirmesine yönelik katkısı literatürdeki optimum değerlerle karşılaştırılması yapılarak analiz edilmiştir.

Çalışma kapsamında spor salonlarının akustik açıdan kullanılan temel değerlendirme ölçütleri; Reverberasyon Süresi (T30), Erken Düşme Süresi (EDT), Ayırt edilebilirlik (D50), Netlik (C80), Konuşmanın Anlaşılabilirlik İndeksi (STI) ve Erken Yanal Ses Oranı (LF80) sesin nesnel parametreleridir.

1.2. Literatür Çalışması

Çalışma kapsamında farklı fonksiyonlar için kullanılan mekanlara ait akustik incelemeler içeren literatür çalışmaları incelenmiştir.

Ulusoy vd. (2013), “Çok Amaçlı Kullanımlar İçin Tip Spor Salonlarının Akustik Niteliklerinin İyileştirilmesi” isimli çalışmada; Milli Eğitim Bakanlığı tarafından düzenlenen tip spor salonlarının farklı fonksiyonlardaki etkinliklerde de kullanılması sebebiyle bu salonların akustik performansının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında Odeon Combined 8.5 simülasyon programıyla orta frekanslarda elde edilen sesin nesnel parametreleri incelenmiştir. Mevcut kullanım için simülasyondan elde edilen RT, EDT, STI, SPL, T30 ve C80 nesnel parametre değerlerine göre salonun; eğitim, spor ve çok amaçlı olarak kullanıldığı durumlarda akustik açıdan yetersiz olduğu saptanmıştır. Tavanda düşey ekran asma tavan ve seyirci tribünü ile spor sahası arasında kalan bölümlerde delikli ses yutucu levha kullanılması senaryoları ile salon için akustik iyileştirme önerileri hazırlanmıştır.

Balcı (2007), “Antalya Cam Piramiti’nin Hacim Akustiğinin Bilgisayar Simülasyon Yöntemiyle Değerlendirilmesi” isimli çalışmada; 7.000 m² cam giydirme cepheli çınlayan bir hacim akustiğine sahip Antalya Cam Piramidinin akustik performansının araştırılması amaçlanmıştır. Mekan, konuşma (kongre) ve müzik (konser) gibi çok amaçlı kullanıma uygun şekilde tasarlanmış olsa da, Odeon V 7.0 simülasyon programıyla elde edilen akustik parametre değerlerinden (EDT, T30, C80, D50, LF80, G ve STI) hacmin çok amaçlı kullanımları destekleyecek akustik yeterliliğe sahip olmadığı saptanarak iyileştirme önerileri geliştirilmiştir. Mevcut piramidal cam çatının altında salonun hacmini de optimize edecek şekilde şeffaf tavan kabuğu tasarlanmıştır. Tasarlanan şeffaf tavan kabuğu sahne üzerinde tamamen yansıtıcı, salonun orta kısmında yansıtıcı ve saçıcı konkav cam paneller şeklinde planlanmıştır. Aynı zamanda salonun seyirci alanına, sahne duvarlarına, yan duvarlara, arka yan duvara, arka duvar bölümlerine farklı akustik özelliklerde malzemeler kaplanarak iyileştirme önerileri hazırlanmıştır.

Aktı (2014), “Daire Planlı ve Kubbe Bitişli Çok Amaçlı Salonlarda Akustik Performansın Tasarım Değişkenleri Aracılığıyla Simülasyon Programında İrdelenmesi” başlıklı çalışmada; aynı salonun müzik ve konuşma faaliyetleri için kullanılması durumunda, her iki fonksiyon için optimum akustik koşulların sağlanabilmesi amacıyla 3 farklı salon plan tipi önerisi hazırlanmıştır. Hazırlanan öneri plan tipleri için salonda müzik ve konuşma

faaliyetleri gerçekleştirilmesi sırasında EDT, T30, C80, D50, Ts, LF80, G ve STI parametreleri Odeon 10.0 Combined simülasyon programı ile elde edilerek değerlendirilmiştir. Salonda belirlenen noktasal alıcılar ve salon genel ortalaması için elde edilen parametreler orta frekans bölgesi olarak belirlenen 1000 Hz’de incelenmiştir. Elde edilen değerler doğrultusunda salon tipleri birbirleriyle karşılaştırılarak tasarımları için önerilerde bulunulmuştur.

Kavraz (2014), “The Acoustic Characteristics of the Çarşı Mosque in Trabzon, Turkey” isimli çalışmada; Trabzon’daki Çarşı Camii’nin akustik özelliklerini bilgisayar simülasyon yöntemi (Odeon) ile incelemiştir. Caminin mevcut durumu, duvarlarının ahşap kaplı olduğu durumu ve farklı cami doluluk oranlarına göre tasarlanan senaryolar için nesnel parametre değerleri Odeon programıyla elde edilerek incelenmiştir. Caminin akustik performansı RT, D50, EDT, LF ve C80 nesnel parametrelerine göre değerlendirilmiştir (Kavraz, 2014).

Gül ve Çalışkan (2014), “Heydar Aliyev Merkezi Oditoryumu Akustik Tasarım Süreci” isimli çalışmada; bağlaşıklık alanlar konseptiyle tasarlanmış olan Heydar Aliyev Merkezi Oditoryumunun akustik performansı incelenmiştir. Bu konseptle salonda gerçekleştirilen etkinliklerle bağlantılı olarak hacim ve yüzeylerin ses yutuculuğu değiştirilebilmektedir. Bu bağlamda Odeon hacim akustiği programı kullanılarak yapılan ölçümlerle salonun farklı etkinlikler sırasındaki ortalama T30, EDT, SPL, C80, LF ve G nesnel parametreleri elde edilmiştir. Elde edilen sayısal veriler literatürdeki konferans, opera ve konser fonksiyonları için belirlenen optimum değerlerle karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak üç kullanım senaryosunda da akustik konfor koşullarının olası en iyi düzeylere çekilmesi mümkün olmuştur.

İlban (2015), “Bilgisayar Simülasyonu Yöntemi İle Camilerin Akustik Açısından Değerlendirilmesi Ve Düzenlenmesi: Trabzon Ve Rize Örneği” isimli çalışmada; Trabzon ve Rize İllerinde bulunan altı farklı caminin ibadet bölümlerinin akustik özellikleri incelenmiştir. Çalışmada camilerin mevcut durumu için doluluk oranlarına göre oluşturulan senaryoların simülasyonu ODEON programı ile yapılarak akustik nesnel parametre değerleri elde edilmiştir. Elde edilen değerler literatürdeki optimum değerlerle karşılaştırılmıştır. Optimum akustik koşulların sağlanmadığı durumlar tespit edilerek bu koşulların iyileştirmesi amacıyla iç mekan yüzey malzemelerinde düzenlemeler yapılması yönünde önerilerde bulunulmuştur. Çalışma kapsamında erken düşme süresi (EDT), sesin netliği (C80), reverberasyon süresi (RT), ayırt edilebilirlik (D50), ses iletim indeksi (STI) parametreleri incelenmiştir.

Demirel (2018), “Sivas Kültür Merkezi  ok Amaçlı Salonu Akustik Tasarımı” isimli çalışmada; aynı hacim içerisinde konferans, konser, opera/tiyatro gibi farklı özellikteki fonksiyonlara yönelik akustik koşulların sağlanması amacıyla düzenlenen akustik iyileştirme senaryolarının analiz ve değerlendirilmeleri yapılmıştır. Sivas Kültür Merkezi  ok Amaçlı Salonunun mevcut durumu için yapılan simülasyon sonucunda ihtiyaç duyulan optimum akustik koşulların sağlanmadığı tespit edilmiştir. Optimum akustik koşulların sağlanabilmesi amacıyla salonda; salon sınırları sabit tutularak duvar, döşeme ve asma tavan malzemelerini kapsayan akustik düzenlemeler yapılmıştır. Salonda yapılan konser, opera/tiyatro ve konferans etkinliklerine yönelik uygun akustik iyileştirmeler, sahnede; birleşen hacimler sistemi- akustik perde sistemi tasarımı aracılığı ile sağlanmaya çalışılmıştır. Çalışma kapsamında T30, EDT, STI, SPL, D50 parametreleri incelemiştir.

Vehvil inen vd. (2018), “The Acoustic Design Of A Multipurpose Hall” isimli çalışmada; Finlandiya Kangasala belediyesine ait sinema, tiyatro ve güçlendirilmiş müzik performanslarının düzenlendiği 285 kişilik çok amaçlı bir salonun akustik özellikleri incelenmiştir. Salonda farklı akustik koşullar gerektiren etkinlikler için hareket edebilen perde sistemi bulunmaktadır ve bu sayede mekan içindeki ses yutuculuk miktarı arttırılıp azaltılabilmektedir. Müzisyen ve seyirciler için noktasal alıcılar belirlenerek simülasyon yöntemi ve yerinde ölçümlerle nesnel parametreler (T30, EDT, C80, C50, STI) elde edilip birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Salonun akustik perdeli ve perdesiz durumlarda elde edilen nesnel parametre değerlerinin değişimi incelenmiştir.

 elik, (2019) “Yelpaze Tipi Bir Konferans Salonunun Akustik Tasarımı ve Akustik Performansının Değerlendirilmesi-  rnek Bir  alışma” isimli çalışmada; 265 kişilik seyirci alanına sahip ve 1038m³ hacminde yelpaze tipi bir konferans salonu tasarlanmıştır. Tasarlanan salonda belirlenen 12 adet noktasal alıcıya ait hacim akustiği parametreleri (T30, EDT, D50, STI) Odeon 11 simülasyon programında elde edilerek literatürdeki optimum değer aralıkları ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak yelpaze plan tipine sahip konferans salonunun, hacim akustiği parametreleri açısından çoğunlukla istenen değerleri sağladığı görülmüştür.

Tekin (2019), “Spor Salonlarının  ok Amaçlı Kullanımında Akustik Performansın Malzeme ve Tasarım Değişkenleri Aracılığıyla İncelenmesi” isimli çalışmada; literatürdeki spor salonu tasarımlarından yararlanarak 34.000 m³ hacme sahip, 3.468 kişi kapasiteli bir spor salonu tasarlanmıştır. Tasarlanan salonun klasik müzik ve güçlendirilmiş müzik etkinlikleri için ayrı ayrı tasarım senaryoları geliştirilerek modeller hazırlanmıştır. Müzik

çeşitlerine ve spor faaliyetlerine göre hazırlanan varyasyonların nesnel parametre değerleri Odeon programıyla elde edilerek birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalarda kriter olarak EDT, T30, LF80, C80, G, C50, Ts, BR ve STI nesnel parametreleri kullanılmıştır.

Aslan vd. (2020), “Çok Amaçlı Müzik Sınıflarının Akustik Performanslarının Hesaplamalı Yöntemlerle İncelenmesi” isimli çalışmada; üç farklı çok amaçlı müzik sınıfının akustik performansı bilgisayar simülasyon yöntemiyle analiz edilerek değerlendirilmiştir. Boş haldeki her üç müzik sınıfı için sahne alanlarının orta noktalarına ses kaynağı yerleştirilirken, sınıfların içine 7 adet noktasal alıcı konumlandırılmıştır. Odeon malzeme kütüphanesinden mekanların yüzey yutuculukları atanıp simülasyon programı çalıştırılarak RT, EDT, STI ve C80 parametre değerleri elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar literatürden edinilen optimum değer aralıkları ile karşılaştırılarak olumsuz durumları iyileştirmeye yönelik akustik düzenlemeler önerilmiştir.

Şimşek (2020), “Çok Amaçlı Salonlarda Değiştirilebilir Akustik Tasarım: Sinema Anadolu Çok Amaçlı Salonu Örneği” isimli çalışmada; konser, konferans, tiyatro ve sinema etkinliklerinin gerçekleştirilebildiği Anadolu Üniversitesi’nin 421 kişilik çok amaçlı salonu incelenmiştir. Salonun mevcut durumuna ait akustik nesnel parametrelerin Odeon simülasyon programı ile elde edilerek literatürdeki optimum değerlerle karşılaştırılmaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlardan optimum değer aralığının sağlanmadığı tespit edilen parametreler için iyileştirmelere yönelik öneriler geliştirilmiştir. Duvar ve tavan yüzeylerinde değişiklikler, değiştirilebilir hacim ve değiştirilebilir iç yüzey gereçleri ile hazırlanan bu öneriler hacimde farklı işlevlerdeki etkinliklere yönelik olarak geliştirilmiştir. Çalışma kapsamında T30, EDT, SPL, D50, C80, STI, LF80, TS (500-1000 Hz) parametreleri incelemiştir.

1.3. Akustiğin Tanımı ve Kapsamı

Akustik, ses dalgalarının oluşumunu, iletimini, etkilerini ve işitsel algısını inceleyen ve olası uygulama olanaklarını araştıran bilim dalıdır. Kısaca ses-bilim ve tekniği olarak tanımlanmaktadır. Akustik sözcüğü işitme anlamına gelen Latince ‘akoustiki’ deyiminden türetilmiştir.

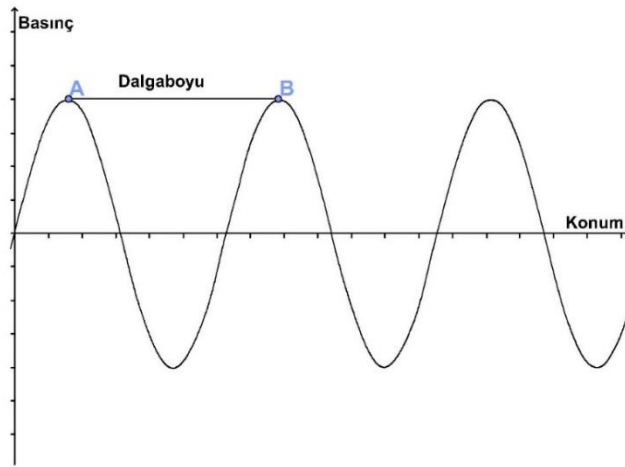
Çevre bilimlerinden biri olan akustik, tıp, biyoloji, fizyoloji, mühendislik, mimarlık, şehircilik gibi çeşitli bilimlerin ve disiplinlerin bütünleşmesiyle bilimler arası nitelik kazanmıştır.

Mimari akustik, yapı akustiği ile hacim akustiği olmak üzere iki bölümde ele alınmaktadır. Yapı akustiği, bir yapının içinde veya dışında oluşan seslerin binanın mekanlarına iletilme yollarını inceleyerek gürültünün oluşmasını önlemek için önlemler sağlayan bir akustik dalıdır. Yapı akustiği gürültü kontrolüne dayalıdır. Hacim akustiği ise işitsel etkinliğin ön planda olduğu kongre, konferans ve konser salonları ile işitsel etkinlik ve görsel etkinliğin bir arada bulunduğu tiyatro, opera, sinema salonları gibi mekanlardaki kaynağından çıkan seslerin, tüm dinleyicilere en iyi koşullarda ulaşmasını amaçlayan akustik dalıdır (URL-1, URL-2).

1.4. Sesin Fiziksel Özellikleri

Ses, nesnelerin titreşiminden oluşarak uygun bir ortamda (hava, su vb.) sıkışma ve genişleme şeklinde bir yerden başka bir yere hareket eden basınç dalgalarıdır. Dalgalar genel olarak elektromanyetik ve mekanik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Elektromanyetik dalgalar yayılmak için ortama ihtiyaç duymazken mekanik dalgaların yayılması için ortama ihtiyaç vardır. Ses dalgaları mekanik dalgalar olduğundan dolayı yayılmak için maddesel bir ortama ihtiyaç duymaktadırlar. (URL-3).

Dalga Boyu: Ses dalgasının iki basınç veya iki gevşeme bölgesi arasındaki dik uzaklık olarak tanımlanmaktadır. λ ile gösterilmekte olup birimi metredir (Abdülrahimov, 2005) (Şekil 1).



Şekil 1. Dalga boyu

Dalga boyu;

$$\lambda : c/f, m \quad (1)$$

formülü ile elde edilmektedir. Burada;

λ : dalga boyu (m)

c: sesin hızı (m/sn)

f: frekans (sn^{-1} veya Hz)

Frekans: Frekans 'f' ile belirtilmekte olup bir ortamda sesi oluşturan titreşimlerin bir saniye içindeki sayısı olarak ifade edilmektedir. Kulak tarafından sesin ayırt edilebilmesi için en önemli faktör olan frekansın birimi Hz (hertz)'dir. Frekansın değişimi, sesin incilmesi veya kalınlaşması şeklinde algılanmaktadır (Akyol,1986).

Akustikte:

16 Hz -100 Hz frekanslı sesler çok kalın,

100 Hz -400 Hz frekanslı sesler kalın,

400 Hz -1600 Hz frekanslı sesler orta kalın,

1600 Hz -3150 Hz frekanslı sesler ince,

3150 Hz -16000 Hz frekanslı sesler çok ince, olarak belirtilmektedir.

Oktav Bantlar: Hacim akustiği açısından kulağın hassas olduğu tüm frekanslara dikkat edilmesi gerekmektedir. İncelenmesi gereken frekans aralığı çok geniş olduğundan dolayı yapılan analizler çok uzun sürede tamamlanmaktadır. Bunu önlemek amacıyla, ses analizinde dikkate alınan frekans aralıkları, oktav bantları adı verilen kısımlara bölünmektedir (Tablo 1). Bir oktav bandında, bandın üst sınır değeri, alt sınır değerinin iki katıdır ve her bandın üst sınır değeri, bir sonraki bandın alt sınır değeridir (Taş, 2010). Oktav bant analizinin yeterli olmadığı durumlarda, daha dar frekans bantları kullanılması gerekmektedir. Uygulamada genellikle frekans bant aralıkları üçe bölünerek (1/3 oktav) veya ona bölünerek (1/10 oktav) analizler yapılmaktadır (Savran, 2009). Bu çalışma kapsamında 63 Hz - 125 Hz - 250 Hz - 500 Hz - 1000 Hz - 2000 Hz - 4000 Hz ve 8000 Hz oktav bantlarında değerlendirmeler yapılmıştır.

Tablo 1.Oktav bant aralıkları

Merkez Frekansı (f_0) (Hz)	Alt Sınır Frekansı (f_1) (Hz)	Üst Sınır Frekansı (f_2) (Hz)
31.5	22	44
63	44	88
125	88	177
250	177	355
500	355	710
1000	710	1420
2000	1420	2340
4000	2840	5680
8000	5680	11360
16000	11360	22720

Ses Basıncı: Sesi karakterize eden bir özelliktir. Ortamın bir noktasındaki ses basıncı o noktadaki ani basınç değerinin ortamın statik basınç değerinden farkı olarak tanımlanmaktadır ve $P(t)$ ile gösterilmektedir. Birimi N/m^2 'dir (Bilgiç, Sadıkhov, 1994).

Ses basıncı;

$$P: c^2 \times p, N/m^2 \quad (2)$$

formülü ile elde edilmektedir.

P : Ses basıncı, N/m^2

P : Ortamın yoğunluğu

c : Sesin hızı(m/sn) (Abdülrahimov,2005).

Ses Gücü: Bir ses kaynağından birim zamanda ortama yayılan toplam ses enerjisi olarak tanımlanmaktadır. “W” harfi ile gösterilmekte olup birimi Watt (W)’dır (Abdülrahimov, 2005).

Sesin Yeğİnliğı: Birim alan içinde belirli bir yönde hareket eden ses enerjisi sesin yeğİnliğı olarak tanımlanmaktadır. ‘I’ harfiyle gösterilmektedir. Birimi W/m^2 'dir (Özer, 1979). Sesin yeğİnliğı;

$$I: p^2 / \rho c, \text{ W/m}^2 \quad (3)$$

formülü ile elde edilmektedir.

I: Sesin Yeğirliğı, W/m²

p: Sesin basıncı

Sesin Hızı: Ses dalgasının ortamdaki yayılma hızı yayıldığı ortamdaki moleküllerin durumuna bağılıdır. Sesin hızı gaz ortamda moleküllerin seyrek olmasından dolayı az, sıvı ortamda nispeten yüksek, katı ortamda ise moleküller daha sık olduğundan dolayı yüksektir. 20°C oda sıcaklığında sesin yayılma hızı 340m/sn olup sıcaklık, basınç ve nem gibi etkenlere bağılı olarak değışmektedir. Sesin hızı;

$$c: \lambda f \quad (4)$$

formülü ile elde edilmektedir.

c: sesin hızı (m/sn)

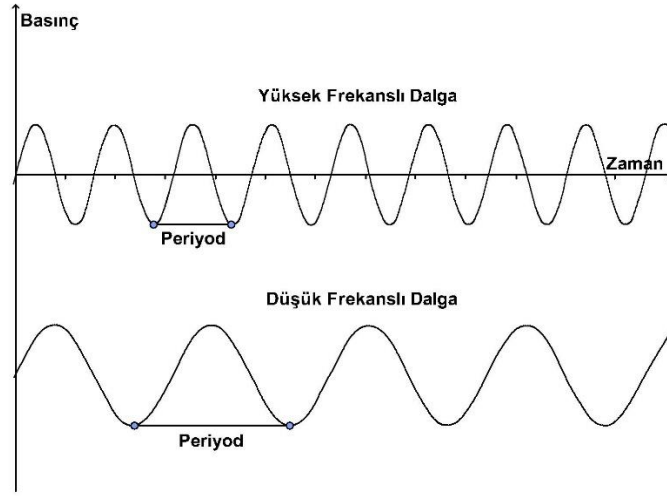
λ : dalga boyu (m)

f: frekans (sn⁻¹ veya Hz)

Periyot: Bir ortamda sesin yayılması esnasındaki ses dalgalarının iki sıkışma ve iki gevşeme bölgesi arasındaki geçen süre periyot olarak ifade edilmektedir (Demirkale, 2007) (Şekil 2). Sesin periyodu ve frekansı arasındaki ilişki:

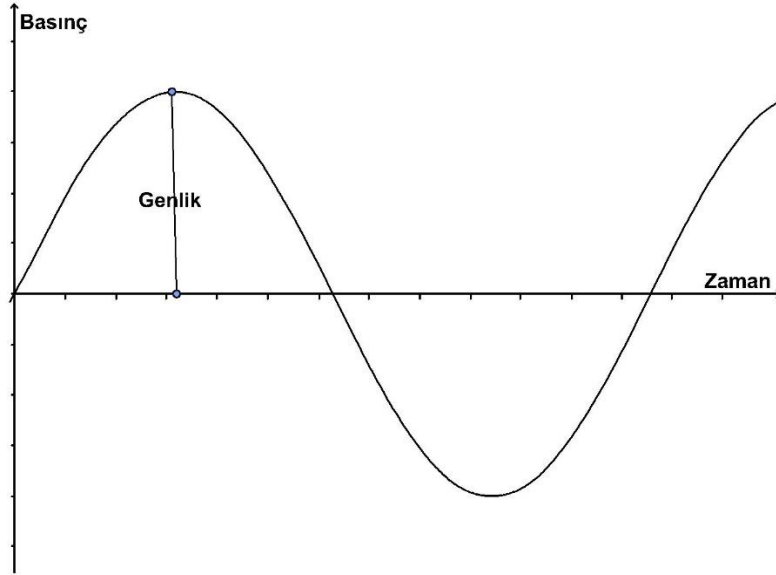
$$f: 1/T \quad (5)$$

formülü ile elde edilmektedir.



Şekil 2. Sesin periyodu

Genlik: Bir ses dalgasının dalga tepesi ile dalga çukuru arasındaki mesafenin yarısına genlik denir (Şekil 3). Ses dalgalarının genliği arttıkça sesin enerjisi ve şiddeti artarken, genliği azaldıkça ses enerjisi ve şiddeti azalmaktadır (URL-4).

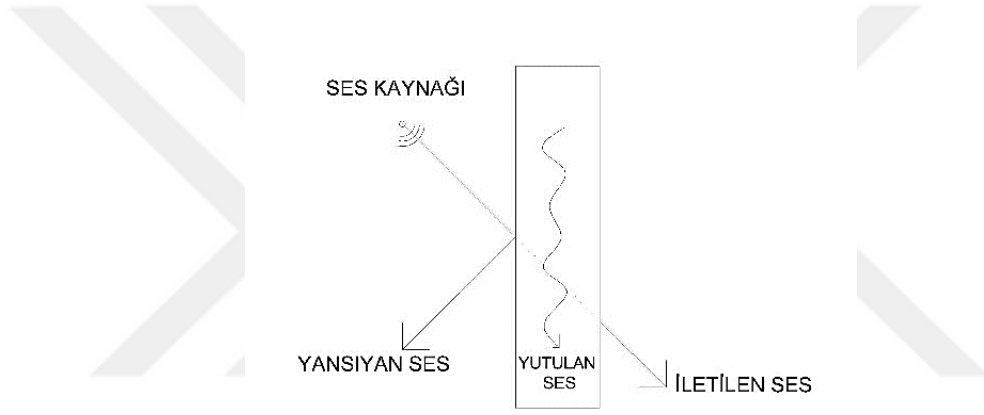


Şekil 3. Sesin genliği

Sesin Mekanlarda Davranışı: Ses, sınırsız bir ortam olan açık havada zeminden, bitkilerden ve diğer engellerden yansımalar ihmal edilirse, duran dalgalar olarak yayılmaktadır. Sınırlı ortamlar olan kapalı alanlarda ise ses enerjisi farklı yüzeylerden

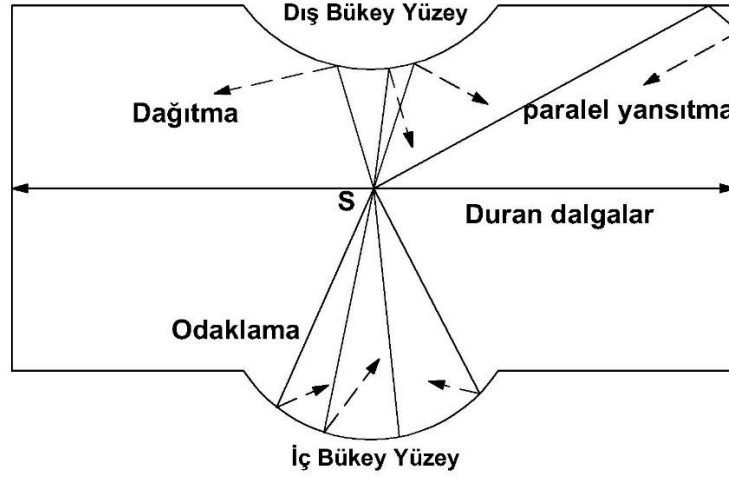
yansımalarla uğrayacağından yayılımı doğrultusuz ve karmaşık olmaktadır. Kapalı ortamlarda çok yönlü yansımalar nedeniyle oluşan dağınık ses dalgaları hacmi doldurarak hacimde belirli bir ses düzeyi meydana getirmektedir (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).

Sesin Yansıması: Ses dalgaları bir ortamda yayılırken karşısına bir yüzey çıktığında yüzeye çarpar. Çarpan ses dalgalarının bir kısmının enerjisi yüzeye geçerken, bir kısmı çarptığı yüzey tarafından yutulur, kalan kısım ise Snell optik yasasına göre yansır. Yüzeye çarpan ses dalgaları, yüzey normali ile eşit açı yapacak şekilde yansımaktadır (Şekil 4) (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994).



Şekil 4. Ses dalgalarının yansıması

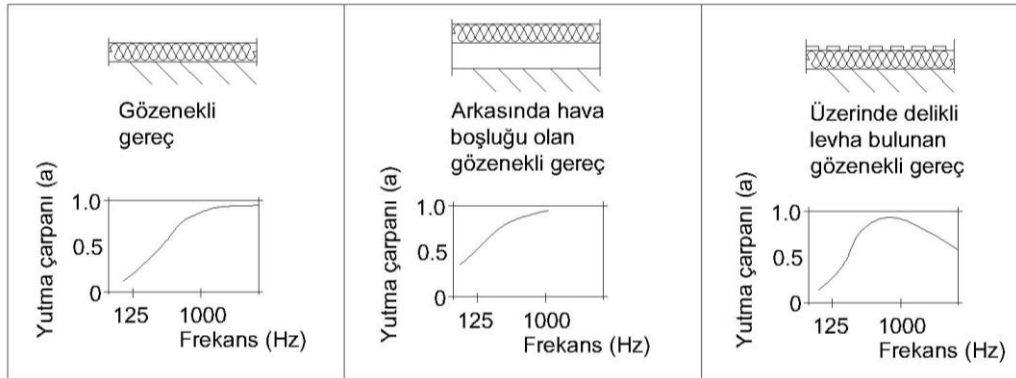
Dışbükey yüzeylerin ışık ışınlarına benzer şekilde sesi dağıtma, iç bükey yüzeylerin sesi odaklama ve dik köşelerin paralel yansıma özellikleri bulunmaktadır. Paralel yansıtıcı yüzeyler arasındaki uzaklık yarı dalga boyunun tam katı olduğunda duran dalga oluşumuna yol açılmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. Ses dalgalarının yüzey biçimine bağlı olarak yansıma durumları

Sesin Yutulması: Ses dalgaları bir yüzeyle karşılaştığında enerjisinin bir kısmını kaybeder. Buna sesin yutulması denir. Yüzeylerin ses yutma özelliği, yüzeylerin pürüzlülüğü, gözenekliliği, esnekliği gibi fiziksel niteliklerinin yanı sıra yüzeye çarpan ses dalgalarının frekansına bağlıdır (Şekil 6).

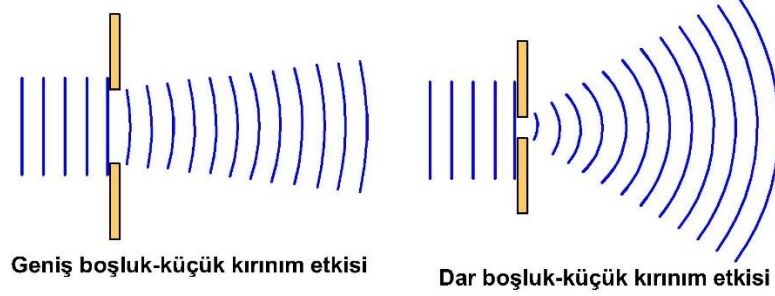
Yüzeylerin ses yutuculuk değeri α ile gösterilmekte olup bu değer 0 ile 1 arasında değişmektedir. Yüzeylerin ses yutuculuk değeri 0 ise ideal yansıtıcı; 1 ise ideal yutucudur (Bilgiç ve Sadıkhov, 1994)



Şekil 6. Farklı ses yutma özelliklerine sahip malzemeler.

Sesin Kırılması: Ses dalgalarının yayıldığı ortamda rastladığı aralık, kenar, köşe veya engellerin boyutlarının yüzeye ulaşan sesin dalga boyundan küçük olması durumlarında

gerçekleşmektedir. Kırılmanın şekli, engelin boyutları ile dalga boyuna bağlıdır. Küçük bir delikteki ses kırılması olayında delik, küresel yayılan ses dalgalarının merkezi olarak yeni bir ses kaynağı durumuna geçmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Ses dalgalarının kırılması

1.5. Sesin Nesnel Parametreleri

Akustik tasarımda mekanlarda gerçekleştirilen etkinliklere bağlı olarak ses kaynağından çıkan seslerin, mekandaki alıcılara en iyi şekilde ulaşması amaçlanmaktadır. Bu bağlamda sesin nesnel parametreleri akustik tasarımı doğrudan etkileyen hesaplanabilir sayısal değerlerdir. Bu parametreler:

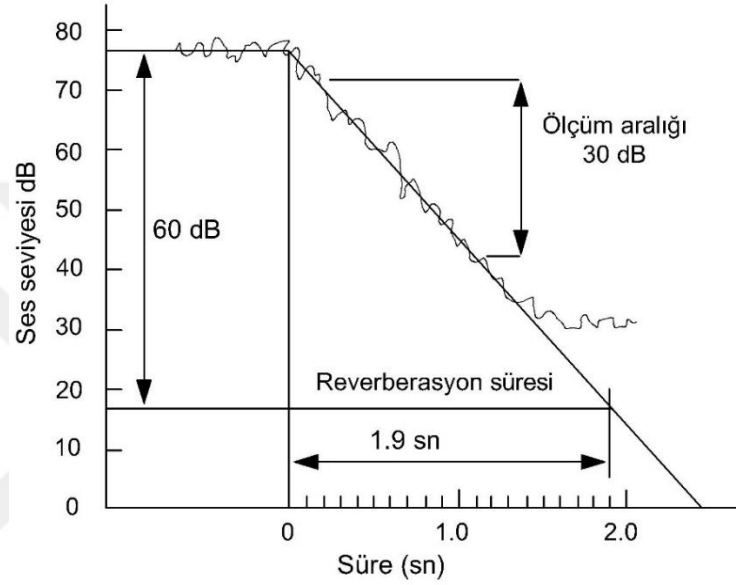
İlk ulaşım gecikmesi (ITDG) (initial time delay gap), ayırt edilebilirlik (D50) (distinctness), netlik (C80) (clarity), merkez zaman (T_s), reverberasyon süresi (RT) (T60, T30, T20) (reverberation time), erken düşme süresi (EDT) (early decay time), bas oranı (BR) (bass ratio), tiz oranı (TR) (treble ratio), ses basınç düzeyi (SPL) (sound pressure level), ses yüksekliği (G) (strenght), yanal enerji oranı (LFC80), ses iletim indeksi (STI) (speech transmission index) ve hızlı konuşma sesi iletim indeksi (RASTI) (rapid speech transmission index)'dir.

Bu çalışma kapsamında spor salonlarında spor faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi sırasında değerlendirilen parametre: RT, müzikal faaliyetlerin gerçekleştirilmesi sırasında değerlendirilen parametreler: RT, EDT, C80, LF80 konuşma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi sırasında değerlendirilen parametreler: RT, EDT, D50, STI, C80'dir.

Reverberasyon Süresi (RT): Kapalı bir ortamdaki ses kaynağı kapatıldığında, kaynağın oluşturduğu ses dalgaları bir süre daha mekânın yüzeylerine çarparak yansımaya uğramakta ve alıcıya bu şekilde ulaşmaktadır. Ses kaynağından alıcıya doğrudan ulaşan ses

dalgaları ve mekanın farklı yüzeylerinden yansıyarak ulaşan ses dalgaları arasındaki gecikme süresinden dolayı alıcı, sesi belirli aralıklarla birkaç kez işitsel olarak algılamaktadır. Bu durum çınlama etkisi oluşturmaktadır.

Wallace Clament Sabine tarafından 1898 yılında bulunan reverberasyon (çınlama) süresi; kapalı bir ortamda ses kaynağı kapatıldıktan sonra alıcının başlangıçta algıladığı ses düzeyinin 60 dB kadar azalması için geçen süre olarak tanımlanmaktadır (Sabine, 1964) (Şekil 8).



Şekil 8. Ses düzeyinin 60 dB azalması için geçen süreyi gösteren grafik (Barron, 2010).

Reverberasyon süresi mekanın hacmine ve iç mekandaki malzemelerin ses yutma katsayılarına bağlı olarak değişmektedir. Sabine bağıntısıyla hesaplanan reverberasyon süresi mekânın hacmi arttıkça artarken, ortamdaki yüzeylerin ses yutma katsayı değerleri arttıkça azalmaktadır.

$$RT = 0,16 V/A \quad (6)$$

RT: Reverberasyon süresi (sn), V: Odanın hacmi (m^3), A: Toplam ses yutuculuk (Sabin)'dir.

Toplam Ses Yutuculuk Değeri (A): Farklı özelliklerdeki yüzey malzemelerinin yüzey alanları ve o yüzeylere ait ses yutma katsayılarının çarpımları ile elde edilen değerlerin toplanması sonucu bulunmaktadır.

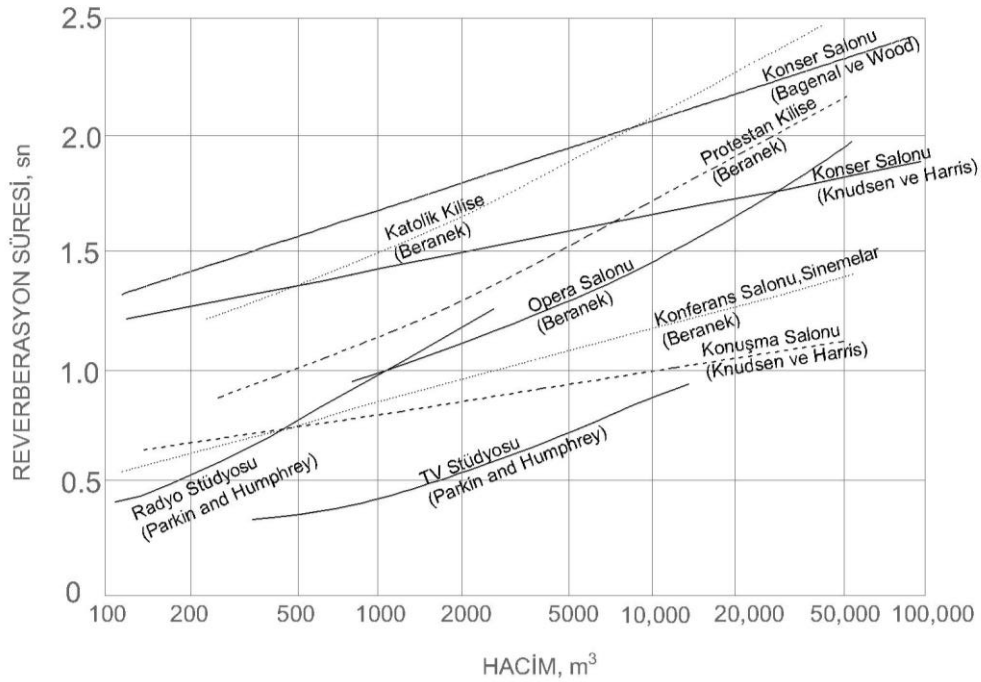
$$A = S_1 \cdot \alpha_1 + S_2 \cdot \alpha_2 + S_3 \cdot \alpha_3 + \dots + S_n \cdot \alpha_n, m^2 \quad (7)$$

A: Mekandaki toplam yüzey yutuculuk, Sabin

α : Malzemelerin ses yutma katsayı değerleri,

S: Mekandaki yüzeylerin alanı, m^2 (Long, 2006).

Mekânların hacmine ve fonksiyonuna bağlı olarak optimum reverberasyon süreleri değişmektedir. Konuşma faaliyetlerinin yapıldığı mekanlarda reverberasyon süresi düşük değerlerde istendiğinden dolayı mekanın yüzey elemanlarının ses yutucu özelliklere sahip olması gerekmektedir. Ancak, müzik faaliyetlerinin yapıldığı mekanlar için istenen reverberasyon süreleri genellikle daha uzun değerlere sahiptir. Bu nedenle ses yansıtıcı özellikli malzemeler tercih edilmektedir. Farklı fonksiyonel hacimler ve bu hacimlerin işlevlerine göre uygun çınlama süreleri aşağıdaki grafikte yer almaktadır (Şekil 9).



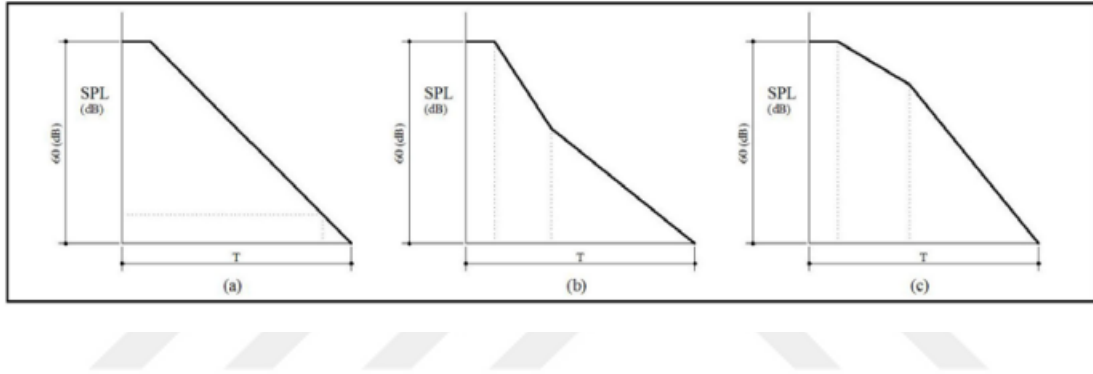
Şekil 9. Farklı fonksiyon ve hacimlere sahip mekanlar için optimum RT değerleri (Othman ve Mohamed, 2011)

Erken Düşme Süresi (EDT): Reverberasyon süresi ses düzeyinin 60 dB kadar azalması için gereken süre. Erken Düşme Süresi ise sönümlenme eğrisinin ilk kısmında

hesaplanan reverberasyon süresidir. Sesin canlılığının bir ölçüsü olan Erken Düşme Süresi; kapalı bir mekânda ses kaynağı kapatıldıktan sonraki ses düzeyinin 10 dB düşüşü için geçen sürenin 6 ile çarpımına eşittir (Gade, 2014). V.L. Jordan tarafından ortaya konan EDT değeri, aşağıdaki bağıntı ile elde edilmektedir.

$$EDT = 6 (RT-10), \text{ sn} \quad (8)$$

Ses basınç seviyesinin 60 dB sönümlenme süreci doğrusal ve düzgün olmadığı için deneysel araştırmalar ilk ses yansımalarının önemli olduğunu ortaya çıkarmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. Basit ses düşüş grafikleri; (a) Tekil düşüş, (b) Hızlı ilk düşüşü takip eden yavaş düşüş, (c) Yavaş ilk düşüşü takip eden hızlı düşüş.

EDT, ses dalgalarının mekânda bulunan yüzeylerden gerçekleşen ilk yansımalarla ilişkili olduğu için mekanın formu hakkında detaylar verirken, RT farklı yüzeylerden yansıyan farklı ses düzeylerine sahip çok sayıda yansımayı bir bütün olarak ele aldığından yansımaların detaylı analizi yapılamamaktadır (Mehta vd., 1999).

EDT'nin RT'den büyük değerde çıktığı durumlarda konuşmanın anlaşılabilirliği artarken RT'nin EDT'den büyük değerde çıktığı durumlarda ise müziğin canlılığı artmaktadır.

Belirginlik (D50): 1953 yılında Thiele tarafından ortaya konulan konuşmanın belirginliği parametresi, kapalı bir ortamda ses kaynağı kapatıldığında doğrudan ulaşan sestten sonraki ilk 50 ms'lik zaman diliminde alıcıya ulaşan ilk yansıyan ses dalgalarının enerjisinin toplam ses enerjisine oranı olarak tanımlanmaktadır (Mehta vd., 1999; Long, 2006).

Belirginlik değeri;

$$D50 = \text{Erken enerji} / \text{Toplam yansıyan enerji} \quad (9)$$

$$D50 = \text{Enerji}_{0-50} / \text{Enerji}_{0-\infty}, \%$$

veya

$$D50 = \frac{\int_0^{50} p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p^2(t) dt} \quad (10)$$

formülleriyle elde edilmektedir.

D50: Belirginlik (%), p: ses basınç düzeyi (dB)'dir.

Netlik (C80): Kapalı bir ortamda müziğin net ve açık bir şekilde alıcı tarafından algılanması, konuşmanın alıcı tarafından algılanmasından daha uzun sürmektedir. Reichardt's müziğin algılanabilmesi için geçen sürenin 80 ms olması gerektiğini belirterek Thiele'nin ortaya koyduğu konuşmanın belirginliği parametresi yerine müziğin netliği parametresini geliştirmiştir (Barron, M., 1993).

Netlik, kapalı bir ortamda ses kaynağının kapatılmasından sonraki 80 ms'lik süre içerisinde alıcıya ulaşan ilk yansıyan ses dalgalarının enerjisinin 80 ms'lik süre sonrası alıcıya ulaşan yansıyan ses dalgalarının enerjisine oranı olarak kabul edilmektedir.

Netlik değerinin birimi desibel olup aşağıdaki formüllerle ifade edilmektedir.

$$C80 = (\text{Enerji}_{0-80} / \text{Enerji}_{80-\infty}) \quad (11)$$

veya

$$C_{80} = 10 \log \left[\frac{\int_0^{80\text{ms}} p^2(t) dt}{\int_{80\text{ms}}^{\infty} p^2(t) dt} \right] \quad (12)$$

C80 (dB): Netlik, p: Ses basınç düzeyi (dB)'dir.

Seslilik / Toplam Ses Düzeyi – Strength / Total Sound Level (G): Seslilik kapalı bir mekânda bulunan ses kaynağının oluşturduğu ses basınç düzeyinin, aynı kaynağın

yansımsız bir mekânda kaynaktan 10 m mesafede oluşturduğu ses basınç düzeyine oranı olarak tanımlanmaktadır (Barron, 1993). Birimi desibel olup aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır:

$$G = 10 \log \left[\frac{\int_0^{\infty} p^2(t) dt}{\int_{80ms}^{\infty} p_A^2(t) dt} \right] dB \quad (13)$$

G: Seslilik (dB), p: Ses basınç düzeyi (dB)'dir.

Erken Yanal Ses Oranı (LF80): 1981 yılında Barron ve Marshall tarafından ortaya konulan Erken Yanal Enerji Oranı yanal ses yansımalarının dinleyicide bıraktığı çevrelenmişlik etkisini sayısal olarak açıklayan parametredir. Bu değer, ses kaynağı kapatıldıktan sonra dolaysız ulaşan sesi takiben ilk 80ms içerisinde hacmin yan yüzeylerinden yansıyarak alıcıya ulaşan ses basınç düzeyinin, ilk 80 ms içerisindeki alıcıya her yönden yansıyarak ulaşan toplam ses enerjisine oranıdır (Beranek, L. 2004).

Bu niceliğin ölçümsel değeri bir kaynağa doğru yönlendirilmiş 8 adet mikrofon ile aynı konumdaki çok yönlü (omni) bir mikrofona ulaşan seslerin enerjileri arasındaki oran ile elde edilmekte olup aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır (Bradley, J.S. 1986).

$$LF_{80} = \frac{\int_{0.05}^{0.08} p^2(t) \cos^2 \theta dt}{\int_0^{0.08} p^2(t) dt}, dB \quad (14)$$

LF80: Direkt (dolaysız) sesten sonra 80ms içinde ulaşan ses basınç düzeyi [dB]

$\cos \theta$:[-] gelen sesin yönü ile dinleyicilerin kulak aksı arasındaki açıyı belirten terim, 8 mikrofonlu kurulum için $\cos^2 \theta$ olarak kullanılmaktadır.

Ses İletim Endeksi (STI): Ses İletim İndeksi (STI), dürtü yanıtı yoluyla konuşma anlaşılabilirliğini tahmin etmek için kullanılmaktadır. Konuşma anlaşılabilirliği, belirli bir ortamda konuşulan bilgilerin ne kadar anlaşılabilirliğini ölçmektedir.

1973 yılında Houtgast ve Steeneken isimli iki Hollandalı bilim insanı tarafından insan sesinin birçok özelliğini taklit eden Modülasyon Transfer Fonksiyonu-Modulation Transfer

Function (MTF) isimli ölçüm metodundan geliştirilmiştir (Long, 2006). Tablo 2’de mekan için elde edilen STI parametresine ait değer aralıkları yer almaktadır (Houtgast vd., 1980).

Tablo 2. STI parametresi için değer aralıkları

STI Değeri	Öznel Değerlendirme
0,75 – 1.00	Mükemmel
0,60 – 0,75	İyi
0,45 – 0,60	Orta
0,30 – 0,45	Zayıf
0,00 – 0,30	Kötü

1.6. Spor Mekanlarının Tarihsel Gelişim Süreci

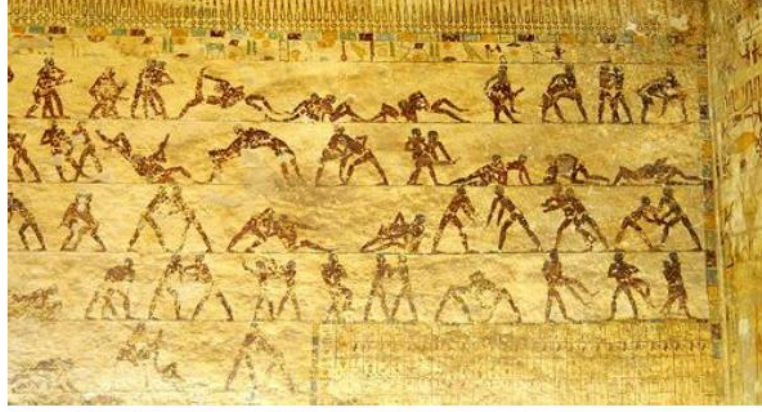
Spor, bedensel ve zihinsel zindeliğin sürdürülmesi ve geliştirilmesine yönelik ritüel, eğlence ve kutlama gibi amaçlarla gerçekleştirilen, bireysel olarak veya grup halinde yapılabilen bir aktivitedir. Oyun ve hareket isteği doğadaki pek çok canlıda içgüdüsel olarak bulunmakta olup, insanların bu hareketleri belirli kurallar ve disiplinler çerçevesinde gerçekleştirmesi zaman içerisinde spor olgusunu ortaya çıkarmıştır.

İlk olarak hangi bölgede ne zaman ortaya çıktığı hakkında kesin bir bilgi olmamasına rağmen spor etkinliklerinin, ilk insanların doğa ile mücadelelerinde hayatta kalabilmek için gerçekleştirdikleri avlanma, avdan kaçış ve iz sürme gibi eylemlere ve yöntemlere dayandığı bilinmektedir.

M.Ö. 3000’li yıllardan günümüze ulaşmış Mısır tapınaklarındaki fresklerden Antik Mısır’da sporun önemli bir olgu olduğu anlaşılmaktadır. Firavun’un üstlendiği “Tanrı’nın elçiliği” görevinin yeryüzünde sebep olduğu kaos ile ortaya çıkan düşmanlar karşısında zihinsel gücün beraberinde fiziksel güç üstünlüğü için de ihtiyaç oluşmuştur. Bu sebeple, fiziksel aktiviteler, kralların yaşam ve eğitim biçimlerini şekillendiren önemli unsurlardan olmuştur (Voigt, 1988).

Nil vadisinde yer alan *Beni Hasan* antik mezarlığında keşfedilen duvar ve lahit resimleri, ilgili dönemde günümüz sporlarına benzer fiziksel aktivitelerin söz konusu olduğunu ve bu aktivitelerin sonraki dönemlere aktarıldığını ortaya koymaktadır (Decker,

1992). Bunlar arasında yarışma amaçlı sopa dövüşü, boks, güreş, koşu sporları ile rekreasyonel yüzme, avcılık ve atlı araba yarışları yer almaktadır (Decker, 1992) (Şekil 11).



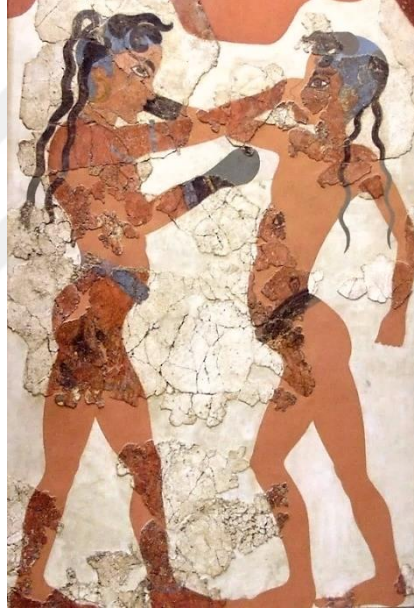
Şekil 11. Beni Hasan Mezarlığı'nda yer alan, 200'ün üzerinde güreş tekniğinin resmedildiği M.Ö. 3000 tarihli duvar resmi (İmamoglu, G., Koca, F., 2018)

Öte yandan, M.Ö. 3000'lerin başında ok ve yay konusunda oldukça yetenekli olan Mezopotamya uygarlıklarından biri olan Sümerler'de güreş, koşu yarışları, kemer güreşi ve boks gibi fiziksel aktivitelerin oldukça yaygın olduğu bilinmektedir (İşcan 1988, Rollinger, 1994) (Şekil 12). Mezopotamya'ya yerleşen diğer kavimlerden Akadlar ve Asurlular arasında ok ve koşu müsabakalarının yapıldığına, yine Asurluların yüzücülükle ilgilenmiş olduklarına ilişkin bilgilere kaynaklardan ulaşılmaktadır (İşcan, 1988).



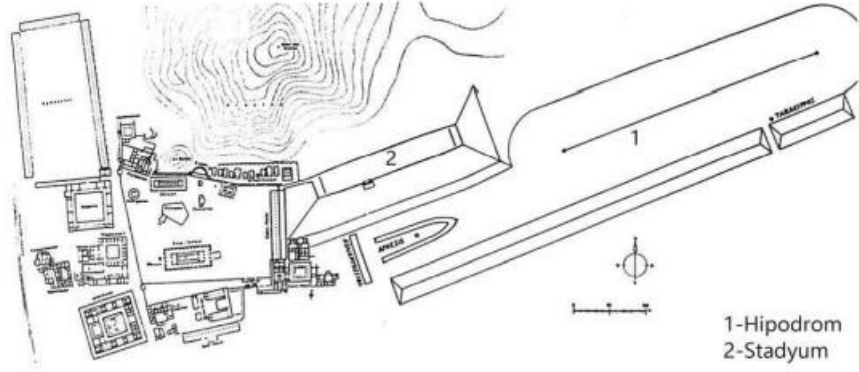
Şekil 12. Sümerliler ve Asurlulara ait boks ve yay müsabakalarının tasvir edildiği kabartmalar (URL-5, URL-6).

Antik Yunan dönemindeki olimpiyatların modern anlamda sporun gelişimini şekillendirmiş olduğu ve bilhassa tarihsel boyutu ile modern olimpiyatların temelini oluşturduğu düşünülmektedir (Şekil 13). Yunan spor terminolojisinde kullanılan athleter (rakip), athlos (yarış, yarışma) ve athlios (acı çeken zahmet çeken) terimleri rekabet, yarışma ve bir amaç uğruna çabalamak anlamlarına gelmektedir. Bu sebeple sporun Antik Yunan’da eğlencenin ve oyunun ötesinde bedensel olduğu ölçüde ruhsal bir eğitime de karşılık geldiği rahatlıkla söylenebilir. Bunların yanı sıra, düzenli olarak tertiplenen dini nitelikli atletik yarışmaların olduğu ve bunların kutsal şenlikler halinde gerçekleştiği, bu şenliklere katılmak için sporcuların ve seyircilerin uzun seyahatleri göze alabildiği bilinmektedir (Tomay & Değirmencioğlu, 2017).



Şekil 13. Eski Yunan döneminden M.Ö. 1600 tarihli “Boks Yapan Gençler” freskosu (URL-7)

Söz konusu dönemde spor etkinlikleri agora adı verilen kent meydanlarında yapılmıştır. Zaman içerisinde spor faaliyetlerinin çeşitliliğindeki artış farklı malzemelere ihtiyaç doğurmuştur. Öte yandan faaliyetlere duyulan ilginin artması yeni mekanlar için arayışları beraberinde getirmiş ve bunun bir sonucu olarak gymnasion ve palaistra gibi yapılar inşa edilmeye başlamıştır (Wycherley, 2011) (Şekil 14).



Şekil 15. Roma İmparatorluk döneminde Olympia kentindeki hipodrom ve stadyum (Saltuk, 2001)

Orta Çağ döneminde icat edildiği ve oynandığı bilinen oyunların en önemlilerinden biri günümüzdeki futbolunun başlangıcı olarak kabul edilebilir. Bugünkü futbol müsabakalarına kıyasla daha basit oldukları ve çok az kuralla oynandıkları bilinmektedir. Avrupa'nın kilise egemenliği altında olduğu ve beden terimlerinin şeytan işi olarak kabul edildiği Orta Çağ, skolastik eğitimin hâkimiyetinde bir dönem olmuştur. Şövalyelerin Tanrı tarafından Hristiyanlığın savunulması için gönderildiğine inanılan bu dönemde, beden terimlerinin yalnızca şövalye kurumlarında kullanılmış olduğu görülmektedir. Şövalyeliğin yedi becerisi olan binicilik, yüzme, okçuluk, eskrim, avcılık, satranç ve güzel şiir yazmak ise yoğun bir beden eğitimi ve egzersiz gerektirmiştir (URL-8, Alpman, 1972; Aytaç, 1992).

Orta Çağ'ın sonlarında doğan Rönesans ile birlikte, yükselen burjuva sınıfında eğitim ve beden faaliyetlerinde artış görülmüştür. Rönesans'ın ayrılmaz bir parçası olarak tanımlanan hümanist akım, insanlık tarihine geçecek çok önemli düşünürler yetiştirmiştir. Bu düşünürlerin hemen hepsi, eğitimde en az ruh ve zihin kadar beden de geliştirilmesinin önemine vurgu yaparak antik Yunan'da hâkim olan ideal insan anlayışına ulaşabilmek adına beden eğitimi geliştirmeye yönelik adımlar atmışlardır (Akkurt ve Şinoforoğlu, 2020).

İngiliz Devrimi ile başlayarak Fransız Devrimi ile zirveye ulaşan, felsefi temelleri ise Almanya'da atılmış olan Aydınlanma Dönemi ile birlikte, düşünürler ve eğitimciler için rahat ve hoşgörülü tartışma ortamları doğmuştur. Bunun beraberinde, sağlam bir ruhun sağlam bir vücutta olacağı düşüncesi ortaya çıkmış bedenin yardımı olmaksızın zihnin hiçbir şey başaramayacağına yönelik anlayış yaygınlaşmıştır.

Tüm bu süreçlerde jimnastiğin önemi anlaşılmış ve genel eğitim faaliyetleri kapsamında beden eğitime de yer verilmesi için çaba gösterilmiştir. Bu bilinç beden eğitiminin eğitim sisteminde önemli bir yer edinmesini, edinilen bilgi ve deneyimlerin onu takip eden

eğitimcilere yol göstermesini sağlarken bu mirastan doğan bilinçle beden eğitimi ve sporun gelişimi, 19. Yüzyıl Avrupa'sında jimnastik akımlarının doğuşuna zemin hazırlamıştır.

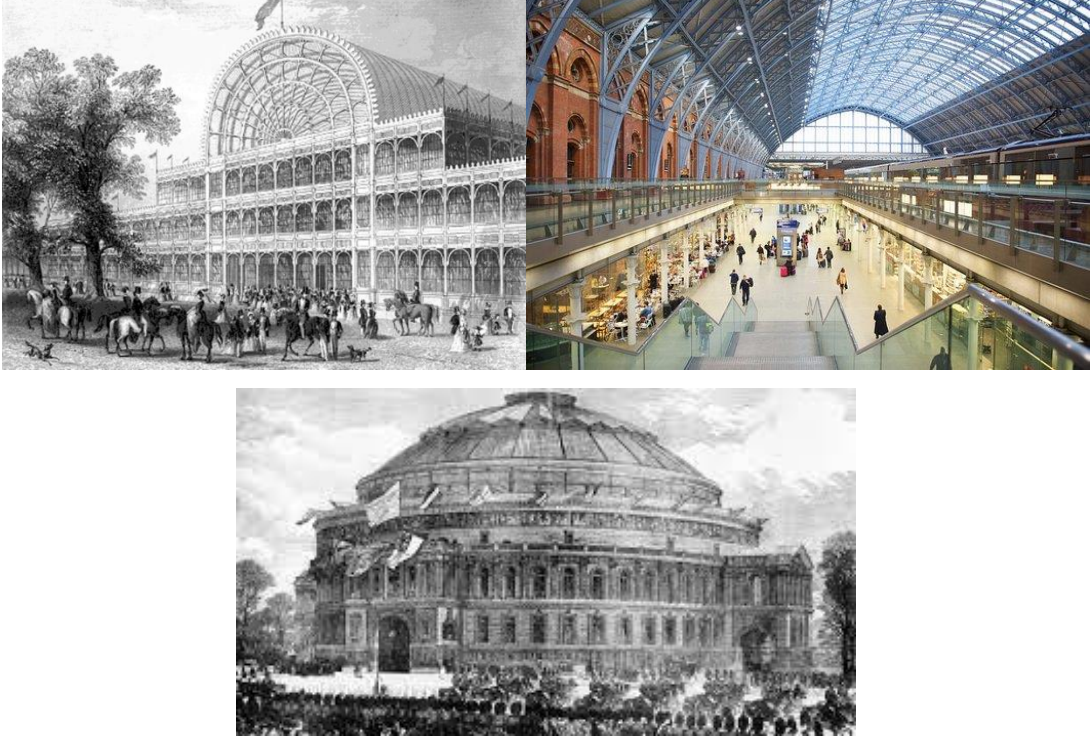
Böylece Friedrich Ludwing Jahn öncülüğünde Almanya'da ortaya çıkan Alman jimnastiği, Pehr Henrik Ling yönetiminde İsveç'te ortaya çıkan İsveç jimnastiği ve bu ikisinden bağımsız bir yol seçen British Sport bugünkü beden eğitimi ve spor anlayışının temelini oluşturmuştur (Akkurt ve Şinoforoğlu,2020).

Spor olgusunun ortaya çıktığı ilk dönemlerde belirli spor mekanları bulunmamakla birlikte, insanların avlarını avladığı ya da düşmanlarıyla mücadele ettiği yerler doğal spor alanlarını oluşturmuştur. Ancak zamanla bu doğal alanlar yerini özel alan ve özel mekanlara bırakmaya başlamıştır. Doğum ve ölüm günlerinde yapılan spor etkinlikleri için spor sahaları ve tesisler, düğün ve bayramlarda düzenlenen etkinlik ve yarışmalar için ise özel mekanlar düzenlenmiştir. Teknolojinin sağladığı kolaylıklar ile daha modern ve daha kaliteli tesisler inşa edilmiştir. Günümüzde spor tesislerinin ticari bir gelir kaynağı olabileceğinin farkına varılmasıyla birlikte bireylerin spor meslekleri seçmeleri ve bunun sonucu olarak spor sahalarının ve tesislerinin artması durumu ortaya çıkmıştır. Sporcu-seyirci-antrenör etkileşiminin sağlandığı sosyal bir alan olan spor tesisleri, aynı zamanda öğretmen ve antrenörlerin öğrenci ve sporcularını yetiştirebildiği birer eğitim alanı olarak görülmektedir (Acar, 1994).

Tarihsel süreçte devamlı olarak yeni spor türleri ortaya çıkmıştır ve bu spor türlerinin ihtiyaçları doğrultusunda farklı özelliklerde tesisler inşa edilmiştir. Stadyum, hipodrom, arena ve termal tesislerin kullanıldığı antik dönemlerden günümüz yaygın spor aktivitelerinin yapılmakta olduğu spor tesislerine uzanan gelişim süreci, ilgili spor dalının türüyle ilişkilendirilmiştir. Spor yapıları temelde köklü bir geleneğe dayanıyor olup antik çağlardaki mekânsal çözümlemelerin modern dönem spor yapılarının esin kaynağı olduğu söylenebilir. Her dönemde, kendi gereksinimleri doğrultusunda bu yapılar için yeni çözümler üretilmiş ve çeşitlilik sağlanmıştır (Arıkan,2009).

19. Yüzyıl ortalarına kadar geniş spor alanları için gereken taşıyıcı mesafelerin sağlanması mümkün olmamıştır. Brunel ve Telford gibi İngiliz mühendisler çeliğin kullanımına öncülük etmiş ve bu şekilde inşa edilen iki bina tüm dünyada gelecek çalışmalar için zemin hazırlamıştır. Bunlardan ilki 1851'deki 'Büyük Sergi' için inşa edilmiş olan 564-137 metre ölçülerinde demirden ve camdan yapılan Crystal Sarayı, ikincisi ise 1868 yılında Londra'da tasarlanan ve 73 metre aralıklı dev bir kemere sahip 'St. Pancras Tren İstasyonu'dur. 1871 tarihinde açılan Royal Albert Hall ise, çeşitli konserlerin ve sanat

organizasyonlarının yanı sıra tenis, basketbol, badminton, boks ve dans gibi sportif etkinlikler için de popüler bir mekan olmuştur (Arıkan, 2009) (Şekil 16).



Şekil 16. Crystal Sarayı (URL-9), St. Pancras Tren İstasyonu (URL-10) ve Royal Albert Salonu (URL-11)

Kapalı spor salonlarının ilk örnekleri 20. yüzyıl başlarında, açık alanlarda inşa edilen spor sahalarının iklim koşullarına karşı tedbir amaçlı olarak örtü ile kapatılması sonucu ortaya çıkmıştır. Böylelikle yarı kapalı alanlarda spor yapılmasını sağlayan bu ilk eğilimler, spor etkinliklerinin zaman içerisinde tamamen kapalı iç mekanlarda gerçekleştirilmesi için zemin hazırlamıştır. İlk örneklerde, daha ziyade okul yapılarının yanında yer alan açık spor alanlarının üzerlerinin hafif yapı elemanları kullanılarak kapatılmış olduğu görülmektedir. Söz konusu mekanlarda iç konforun sağlanmasından daha çok, açık alanda gerçekleştirilen etkinlikler esnasında sporcuların dış fiziki etkilere karşı korunması önemsenmiştir (Kurt,2012). 1970’li yıllarda ise kapalı spor salonlarının spor komplekslerinin bir elemanı olarak tasarlanmaya başlanmış olduğu görülmektedir.

Türkiye’de mevcut kapalı spor salonlarının hemen hemen tamamı 1950’lerden sonra inşa edilmiştir. Yapımı 1949 yılında tamamlanan, eski adı Spor ve Sevgi Sarayı şimdiki adı ise Lütfü Kırdar Kongre ve Sergi Sarayı olan yapı, İstanbul’daki ilk kapalı spor salonu olma

özelliği taşımaktadır. 1992 yılından sonra spor müsabakalarına kapatılarak kongre ve sergi etkinlikleri için dönüştürülmüştür (Şekil 17) (Kurt,2012).



Şekil 17. Lütü Kırdar Kongre ve Sergi Salonu (Kurt,2012).

1.7. Kapalı Spor Salonlarının Mimari Özellikleri

Beden eğitimi ve sporun temel araçlarından biri olan spor salonları, nesillerin sağlıklı yetiştirilmesine imkan sağlamaktadır. Bu salonlar, her yaştaki bireyi seyirci durumundan kurtararak aktif spor yapmalarına olanak vererek amatör sporcuların uluslararası seviyede başarılı olmaları için kurulmuşlardır. Bu amaçla kurulan tesislerin iklim şartları, ülke nüfus yoğunluğu ve ulaşım koşulları gibi belli parametreler dikkate alınmakla birlikte spor yapacak bireylere uygun, ergonomik, hijyenik, mimari estetiğe önem verilerek inşa edilmesi gerekmektedir (DPT, 1994).

Spor hızla büyüyen ve değişen bir olgu olduğundan dolayı, spor tesisi tasarımcıları kullanımda esnekliği ve gelecekteki mekan genişletilebilirlik potansiyelini göz önünde bulundurarak tasarımlarını gerçekleştirmelidir. Farklı spor dallarının kombinasyonlarını içerebilen bir kapalı alan olarak tanımlanan spor salonlarının büyüklükleri, istek (spor ve ağırlanacak kullanıcılar için) ve bütçeye uygun olarak tasarlanmaktadır (Culley ve Pascoe,2009).

Bir spor salonu kapalı saha oyunları için beceri geliştirme, bireysel aktiviteleri sağlama ve açık hava sporları için bazı beceri ve teknikleri geliştirme fırsatları sağlamaktadır. Bu

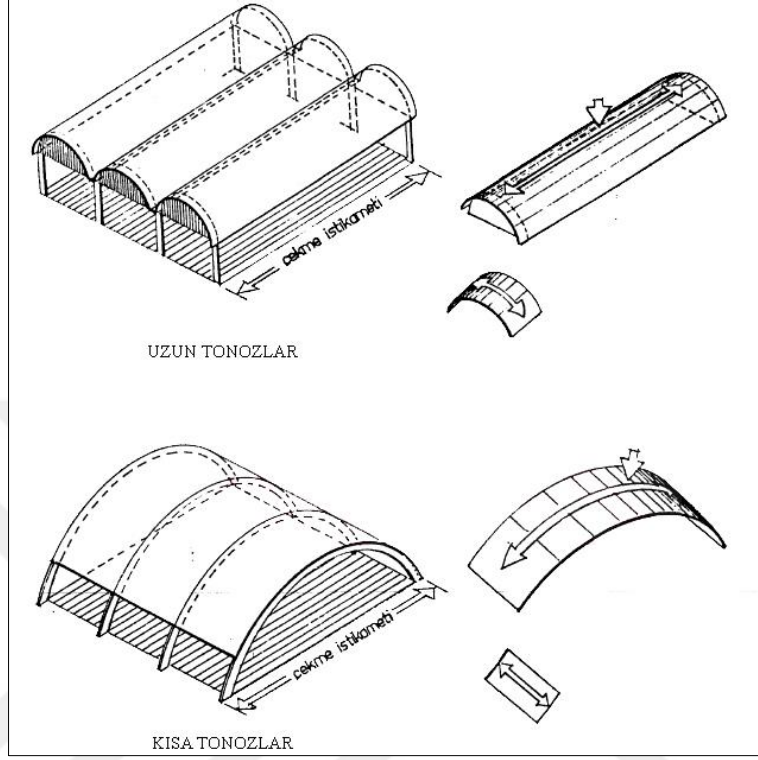
mekanlarda yapılabilecek spor aktiviteleri arasında badminton, basketbol, voleybol, netbol, salon hokeyi, hentbol ve masa tenisinin yanında atletizm, futbol, golf, kriket ve geniş bir alan gerektiren jimnastik etkinlikleri gibi çok farklı spor dalları sayılabilmektedir (URL-12).

Kapalı spor salonlarının spor dalına göre optimum ölçülerde tasarlanabilecek öneriler Tablo 3'te belirtilmektedir. Belirtilen tavan yükseklikleri net yükseklikler olup spor salonunda gerçekleştirilecek spor faaliyetlerinin (badminton, tenis ve jimnastik gibi) gereksinimlerine göre belirlenmektedir (Culley ve Pascoe, 2009).

Tablo 3. Kapalı spor salonlarının spor dalına göre optimum oyun alanı ve yükseklik önerileri.

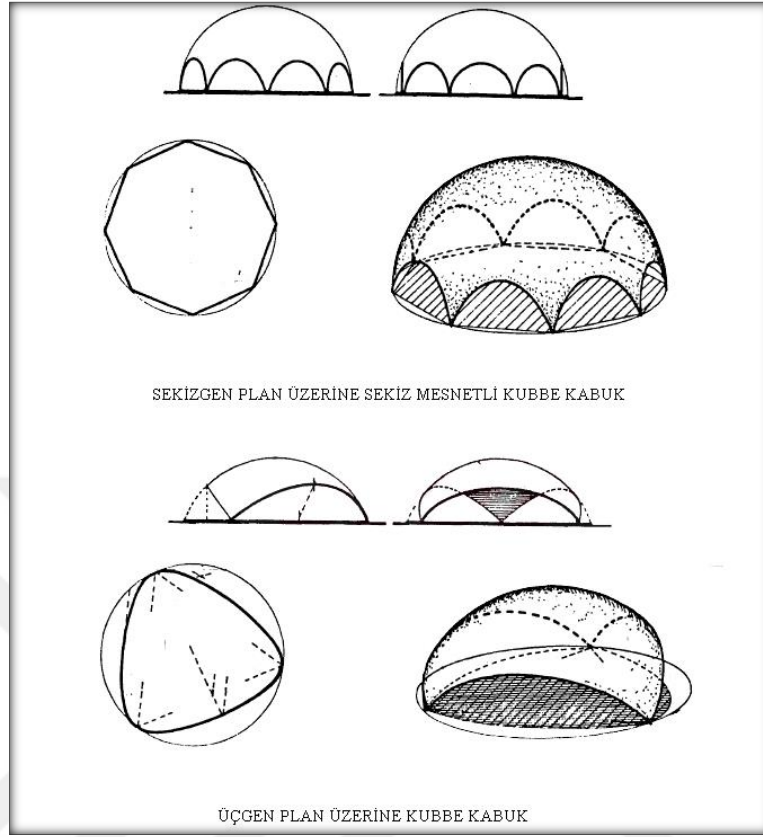
Kapalı Alan Sporları	Oyun Alanı (m)	Maksimum Yükseklik (m)
Okçuluk (6 Okçu)	22 × 7.5	4.6
Atletizm (200m Parkur)	87.65 × 43.18	—
Badminton	13.4 × 6.1	8.4
Beyzbol	8.2 × 8.2 (11.6 Across)	—
Basketbol	26 × 14	—
Motokros Bisiklet (Pist Uzunluğu)	300'den 400e Kadar	—
Bovling: 10-Pin	22.9 × 1 (Şerit)	—
Boks	6.1 × 6.1	—
Kriket (6'ya 6)	29.12–33.12 × 7.32–8	5
Bisiklet (Pist Uzunluğu)	133 To 500	—
Futbol (Maç) Beşe Beş	25–50 × 16.5–35	—
Futsal	25–31 × 15–16	—
Jimnastik	32–36 × 22.5–26	7.6
Hentbol	40 × 20	9
Uzun Atlama (Pit)	3 × 4.3	—
Buz Hokeyi-Buz Pateni	61 × 26	—
Judo	16 × 16	7.5
Karate	8 × 8	7.5
Havuz	2.7 × 1.4	—
Masa Tenisi	7–14 × 5–7	4
Tenis	23.8 × 8.2	10.67

diğer hafif yapı elemanları ile çözülebilmektedir. Dikdörtgen veya kare planlı bir spor salonları, farklı spor etkinliklerine hizmet edebilmesi için verimli olabilmektedir (Şekil 19).

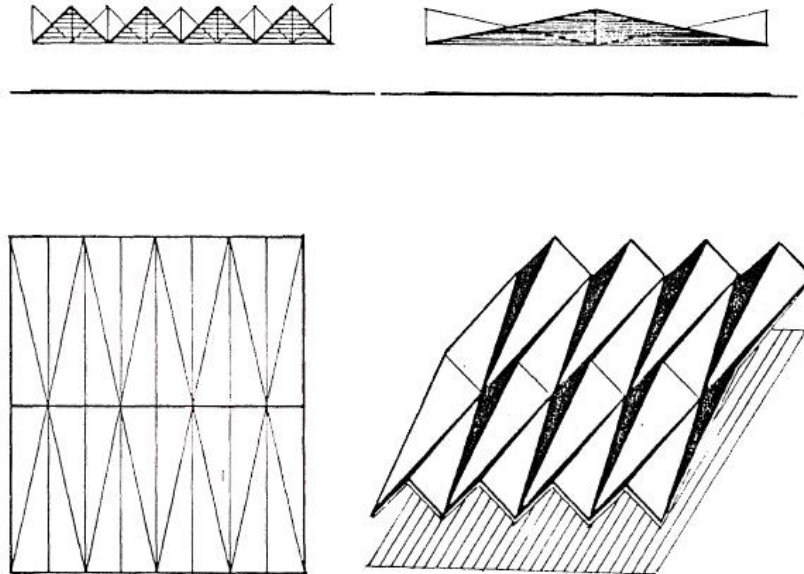


Şekil 19. Spor salonu taşıyıcı kabuk örnekleri (Anda,1993)

Şekil 19'un devamı



KATLANMIŞ PLAKALAR

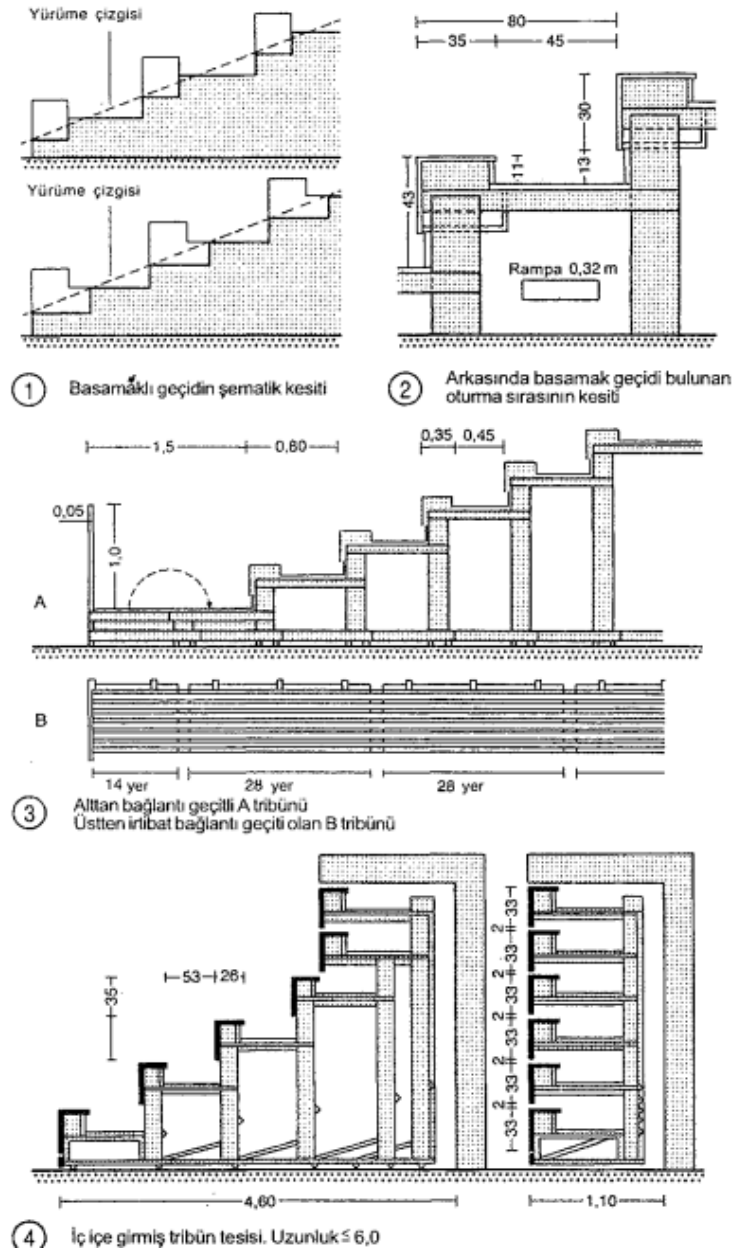


Modüler plan çözümleri son yıllarda oldukça yaygın olarak tasarlanmakta olup bu çözümlere ait yapı elemanları fabrikalarda üretilip şantiyelere getirilerek cıvatalama veya kaynaklama yöntemiyle hızlı bir şekilde birbirine monte edilebilmektedir. Bu tür çözümler yapım sırasında gerekli esnekliği sağlamasının yanında aynı zamanda mekansal genişletilebilirliğe de yardımcı olmaktadır.

1.7.1. Seyirci Durumuna Göre Spor Tesisleri

Seyirci durumuna göre spor tesisleri, seyircili spor tesisleri ve seyircisiz spor tesisleri olmak üzere ikiye ayrılır (Acar, 1994).

Seyircili Spor Tesisleri: Sportif faaliyetlerin yapıldığı, sporcunun mesleğini icra ettiği, seyircinin aktiviteyi direk olarak izlediği tesislerdir. Tesislerin içinde mutlaka seyirlik alan bulunmaktadır (Acar, 1994). Seyirci alanları sabit ve mobil trübin olarak tasarlanabilmektedir. 10 basamaklı seyirci oturma alanları için önerilen basamak yüksekliği 0,28-0,32cm aralığında doğrusal olarak artış önerilirken 10 basamak üzerindeki seyirci oturma alanları parabolik olarak artış göstermelidir. Oturma yerlerinin sıra mesafesi 80-85 cm arasında değişebilmektedir. Ayakta yer mesafesi ise 40-45 cm arasında değişmektedir (Şekil 20) (Neufert,2008).



Şekil 20. Spor salonu tribün örnekleri (Neufert,2008)

Seyircisiz Spor Tesisleri: Beden eğitimi antrenmanlarının ve spor aktivitelerinin yapıldığı içinde seyirci alanın yok denilecek kadar az olduğu tesislerdir (Acar, 1994) (Şekil 21).

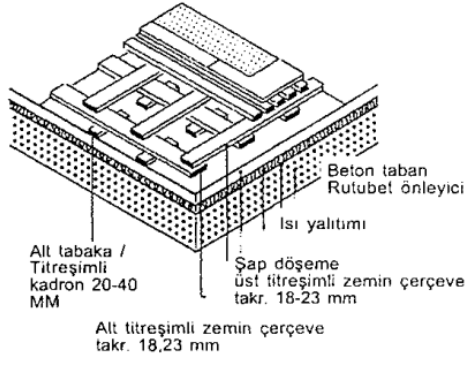


Şekil 21. Seyircisiz spor salonu (URL-14)

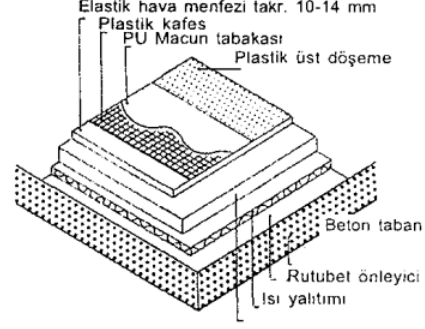
1.7.2. Spor Salonlarında Kullanılan Yapı Malzemeleri

Spor zemin sistemlerinin performansı, spor aktivitelerinin kalitesini ve sporcuların sağlığını doğrudan etkilemektedir. Sporcu sağlığı açısından ayak ve bacak yüklerinin en önemli belirleyicisi ayakkabı ve zemin etkileşimidir. Bu etkileşim kaslarda, tendonlarda, bağlarda, kemiklerde ve kıkırdakta yaralanmalara neden olabilmektedir. Spor salonunun zemininin esneme ve sürtünme özellikleri de sakatlıkların önlenmesi açısından oldukça önemlidir.

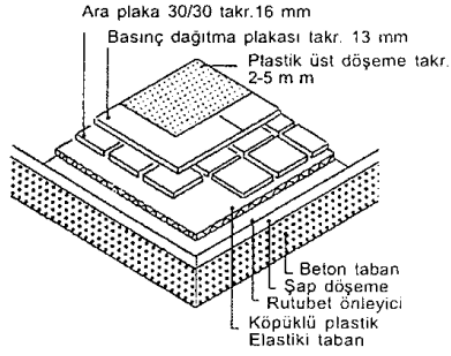
Spor sahalarının zeminleri için ahşap, çim halı, akrilik, PVC, kauçuk, poliüretan, tartan, vb. malzemeler kullanılabilir. Kullanılacak malzemeyi belirleyen ilk kriter sahada hangi spor dallarının yapıldığı, ikinci kriter ise spor sahasının konumudur (dış mekan veya iç mekan) (URL-15) (Şekil 22).



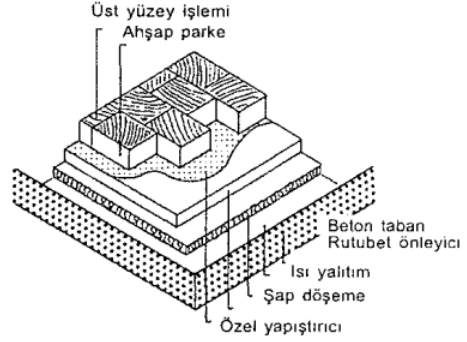
7 Titreşimli zemin konstrüksiyonu



9 Noktasal elastik zemin konstrüksiyonu



8 Sistem elastiki zemin konstrüksiyonu



10 Ahşap parke yapı konstrüksiyonu - üst yüzey işlemi preslenmeli

Şekil 22. Spor salonu zemin konstrüksiyonları (Neufert,2008)

Kapalı spor salonları iç mekanları yüzeylerinin aynı hizada olmasına dikkat edilirken çıkıntı ve keskin köşeler tercih edilmemektedir. Kullanılan malzemelerin bina kullanıcıları veya spor ekipmanlarının sebep olabileceği darbelere karşı dayanıklı olmasına dikkat edilmektedir. Duvar kaplamaları zeminden en az 3 m yüksekliğe kadar kolay temizlenebilir olmalıdır. Ayrıca aşınmaya dayanıklı duvar matları kullanılmaktadır (Culley ve Pascoe, 2009).

1.7.3. Spor Salonlarının Akustik Performansı

Kapalı spor salonlarının büyük hacimli olmaları, yüzeylerde kullanılan malzemelerin düşük ses yutma özelliğine sahip malzemeler olması ve genellikle az sayıda seyirci alanına sahip olmaları gibi nedenlerden dolayı oluşan yüksek çınlamalı ortam, bu mekânlarda spor faaliyetleri sırasında ses iletişiminin zor ve yorucu olmasına yol açmaktadır.

İngiltere Eğitim Bakanlığı tarafından okullardaki öğrenme ve öğretme fonksiyonlarının etkili şekilde sağlanabilmesi için akustik koşulların optimum seviyeye getirilmesi amacıyla Building Bulletin (2015) standardı hazırlanmıştır. Standartın 1.6. Bölümünde spor salonları için optimum reverberasyon süreleri belirtilmiştir. Bu standarta göre orta frekanslarda: taban alanı 280m²'den küçük salonlar için reverberasyon süresinin 1,5 sn, taban alanı 530m²'den büyük spor salonları için ise 2 sn olması gerektiği belirtilmektedir (Building Bulletin-93) (Tablo 4).

Tablo 4. Building Bulletin-93 standartına göre spor salonları için belirlenen optimum reverberasyon süreleri

Taban alanı	Maksimum RT_{mf} (sn)
$\leq 280 \text{ m}^2$	1.5
280-530 m ²	2.0- [(530-Taban Alanı) /500]
$\geq 530 \text{ m}^2$	2.0

T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın 2017 yılında yayınlamış olduğu Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik kapsamında yapıların akustik performans sınıfına bağlı olarak sağlaması gereken en yüksek reverberasyon süreleri Tablo 5'te belirtilmiştir.

Tablo 5. Binalarda akustik performans sınıfına bağlı olarak sağlanacak en yüksek reverberasyon süreleri (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2017)

BİNA İŞLEVİ	MEKAN	AKUSTİK PERFORMANS SINIFI		
		C-D ²		
Konut Binaları	Sirkülasyon alanları ³	1.2		
	Yatak Odaları	0.5		
	Yaşam Alanları, Mutfak	0.8		
Eğitim Tesisleri	Derslikler, Özel derslik ⁴ , İdari odalar, Okuma odaları	0.8		
	Spor Salonu	1.8		
	Sirkülasyon alanları ³	1.2		
	Kreşler	Oyun,yemek alanları	0.8	
		Yatak odaları	0.5	
Büro ve İdari Binalar	Açık Planlı Alanlar	1.0		
	Sirkülasyon alanları ³	1.2		
	Mahkeme salonları	1.2		
	Toplantı -Yönetici Odaları, Dinlenme alanları	0.8		
	Telekonferans Odaları	0.4		
Yurt Binaları	Sirkülasyon alanları ³ , Yemekhane	1.2		
	Etüt Odası	0.8		
	Yatakhane	0.5		
Kültürel Tesisler	Tiyatro-Konferans Salonları, Sinema Salonları, Konser Salonları, Müzik-TV Stüdyoları	_ ⁵		
	Müzeler	1.2		
	Kütüphaneler	0.8		
	Sirkülasyon alanları ³	1.2		
Ticari Tesisler	Postane, Genel Bankacılık	1.2		
	Alışveriş Merkezi- Marketler	2.0		
	Bekleme alanları	1.0		
	Sirkülasyon alanları ³	1.2		
Terminaller	Mağaza-Dükkan	1.0		
	Personel Ofis- Dinlenme Odaları	0.8		
Eğlence /Spor Tesisleri	Lokantalar, Yemek Alanları, Eğlence yerleri ⁵	1.0		
	Spor Tesisleri	_ ⁵		
Sanayi Tesisleri	Personel Ofis- Dinlenme Odaları	0.8		
	Sirkülasyon alanları ³	1.2		
	Genel alanlar	_ ⁵		

¹ Verilen sınır değer 250, 500, 1000, 2000 Hz frekanslarındaki değerlerin aritmetik ortalamasıdır

² Burada belirtilen sınır değerler C ve D sınıfları için geçerlidir.

Spor salonlarında oluşan içerideki seslerin dışarı çıkması, dışarıdaki seslerin içeri girmesi, spor branş salonları arası seslerin birbirine karışması ve salon içerisindeki sesin yankı yapması sorunları ses yalıtımları ile çözebilmektedir. Spor salonu izolasyon malzemeleri olarak duvarlara uygulanabilecek akustik halılar, akustik ses yalıtım süngerleri, akustik ahşap malzemeler, akustik sıvalar, tavanlara uygulanabilecek “baffle” ses yutucu paneller, tavan bulutları, akustik keçe panel, renkli kumaş, tavan kaplama, akustik panolar, renkli desenli keçeler ile ortamdaki sesin insan sağlığını rahatsız edici boyutlara ulaşmasını engelleyerek, kullanıcılara gürültüden uzak sağlıklı ve huzurlu bir spor yapma imkanı sağlanabilmektedir (URL-16,URL-17) (Şekil 23).



Şekil 23.Spor salonlarında farklı yöntemlerle uygulanmış ses izolasyon örnekleri (URL-18)

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışma kapsamında; Trabzon'un Ortahisar İlçesi'ne bağlı Beşirli ve Bostancı Mahallelerinde bulunan, farklı branşlarda spor müsabakalarının yapıldığı ve çok amaçlı faaliyetlerin gerçekleştirilebildiği Beşirli Merkez Tenis Kortu ile Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun ana etkinlik alanları akustik açıdan incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

İncelenen her iki spor salonunda hem spor faaliyetleri hem de konuşma veya müzik içerikli farklı etkinlikler düzenlenmektedir. Beşirli Merkez Tenis Kortunda tenis sahasına sökülüp kurulabilen 8 m x 15 m boyutlarındaki sahne alanından müzik ve konuşma içerikli etkinlikler düzenlenmekteyken spor faaliyetleri sırasında ise müzik dinletileri ve konuşmalar yapılmaktadır. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunda ise yüzme faaliyetleri gerçekleştirilirken müzik dinletileri ve konuşmalar yapılmaktadır. Bu kapsamda öncelikli olarak salonların mevcut akustik özelliklerinin belirlenmesi ve ardından bu akustik özelliklerin kabul edilen optimum düzeylere bağlı olarak iyileştirilmesi amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda gerçekleştirilen adımlar;

- Literatür taraması yapılarak çalışma yönteminin belirlenmesi,
- Salonlara ait uygulama projelerinin elde edilmesi (Ortahisar Belediyesi) ve salonların 3D modellerinin hazırlanması,
- Uygulama projeleri birebir ve yerinde incelenerek proje dışı uygulamaların söz konusu olup olmadığı saptandıktan sonra, yüzeylerde kullanılan malzemelerin tespit edilmesi,
- Projelerin mevcut versiyonları aracılığı ile Skechup Pro 2022'de 3D modelleri hazırlanarak, tasarlanan senaryolar doğrultusunda gerekli düzenlemelerin yapılması,
- Hazırlanan 3D modellerin, simülasyonun yapılacağı Odeon Combined Versiyon 10.1 programına aktarılması,

- Programa ait kılavuz çerçevesinde programda kabuller ve gerekli ayarlar yapılarak simülasyon programının çalıştırılması,
- Simülasyon sonucunda, sesin nesnel parametrelerinin düzenlenen senaryoların her biri için ayrı ayrı elde edilmesi,
- Elde edilen sesin nesnel parametrelerinin, spor ve çok amaçlı etkinlikler esnasında kabul edilen optimum değerlerle karşılaştırılarak analizlerinin gerçekleştirilmesi.

Gerçekleştirilen analizler sonucunda; salonların akustik koşullarının iyileştirilmesine yönelik önerilerde bulunulmuş ve bu öneriler akustik açıdan değerlendirilmiştir. Yapılan önerilerde; salonların mevcut fonksiyonları, buna bağlı olarak mekanların üç boyutlu görsel algıları ile çatı düzlemindeki mevcut taşıyıcı sistemler dikkate alınmıştır.

Spor salonlarının güncel durumdaki mevcut çelik taşıyıcıları arasına, tavan yüzeylerine asılı olarak yerleştirilmek üzere; iç yüzeyleri ses yutucu, dış yüzeyleri ses yansıtıcı özelliğe sahip malzemelerle kaplı, açılır kapanır özellikteki prizmatik mekanizmalar tasarlanmıştır. Bu prizmatik mekanizmalar, salonların kat yükseklikleri de dikkate alınarak seyircilerin görüş alanına olumsuz etki etmeyecek şekilde konumlandırılmıştır.

Prizmatik mekanizmaların kapakları açıldığında ses yutucu yüzey alanı, kapaklar kapatıldığında ise ses yansıtıcı yüzey alanı artmaktadır. Mekanizmaların kapak hareketlerine ve salonların doluluk-boşluk oranlarına göre tasarlanan senaryoların 3D modelleri oluşturularak Odeon Combined Version 10.1 programına aktarılmıştır. Simülasyon programı çalıştırılarak sesin nesnel parametre değerleri elde edilmiştir.

Yapılan düzenlemelerin salonların akustik koşullarını iyileştirici katkıları, literatürdeki optimum değerlerle karşılaştırılarak analiz edilmiştir.

2.1. Çalışma Kapsamında İncelenen Spor Yapıları

Yurt içinde ve yurt dışında çeşitli branşlarda başarılı sporcular yetiştirmiş olan Trabzon şehri, önemli teknik insanların Türkiye ve Dünya spor tarihine girmesinde rol oynamış bir spor kentidir.

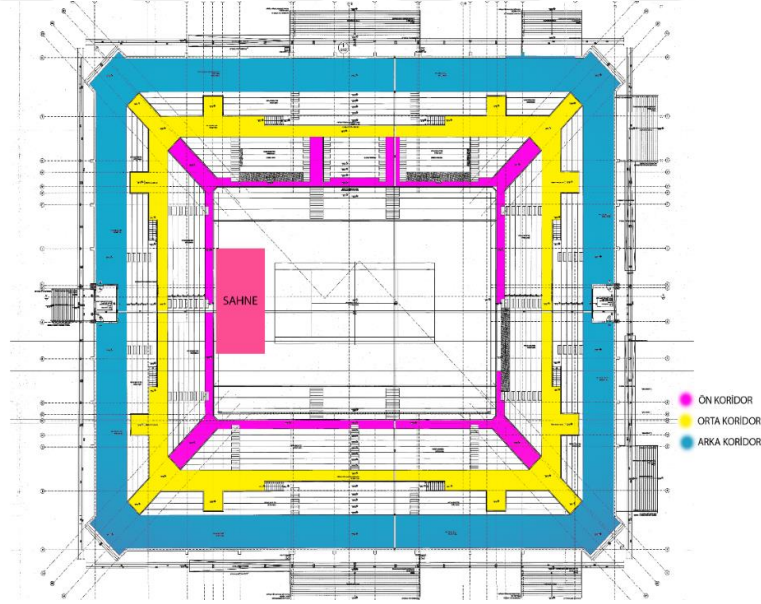
Trabzon'un 2011 yılı yaz dönemi Avrupa Gençlik Yaz Oyunları'nın ev sahibi olması, şehirde spor alanındaki başlıca gelişmelerden biri olmuştur. Bu etkinlik vesilesiyle, şehirde farklı spor branşı müsabakalarının gerçekleştirilebilmesi için elverişli spor kompleksleri inşa

42x27 metre ölçülerinde, 7 bin 760 metrekare kapalı alana ve 3500 kişi kapasiteye sahip çok amaçlı spor salonu uluslararası ve yerel müsabakaların düzenlenmesi amacıyla tasarlanmıştır. Salon hentbol, voleybol, tenis müsabakalarının yapılması için elverişlidir (URL-22). Tenis kortuna ait alan ve hacim ölçüleri Tablo 6’da belirtilmiştir.

Tablo 6. Beşirli Merkez Tenis Kortuna ait alan ve hacim ölçüleri

Beşirli Merkez Tenis Kortu			
Toplam hacim:	55.000m ³	Saha alanı:	831,50 m ²
Sahne alanı:	120 m ²	Kişi başına düşen hacim:	15,7 m ³
Seyirci alanı:	1.990 m ²	Duvar yüzeyleri alanı:	2433,00 m ²

Salonun çelik çatı konstrüksiyonu betonarme kolonlar üzerine oturtulmuştur. Oyun alanı ve seyirci alanı PVC esaslı epoksi malzeme ile kaplanmıştır. Çalışma kapsamında mevcut salonda çok amaçlı etkinliklerin gerçekleştirilebilmesi için, salona 8x15m boyutlarında ve 30 cm yüksekliğinde, kurulup-sökülebilen ahşap sahne ilave edilmiştir (Şekil 25). Salondaki seyirci alanları ön, orta ve arka koridorlar ile birbirinden ayrılmaktadır. Seyirciler için giriş-çıkışlar farklı kotlardan sağlanmaktadır (Şekil 25).



Şekil 25. Beşirli Merkez Tenis Kortunun seyirci alanı ve sahne yerleşim planı

Seyirci alanının arka koridorunda boydan boya bant pencereler yer almaktadır. Seyirci koltukları plastik ve kumaş olmak üzere iki çeşit malzemeden yapılmıştır. Duvar yüzeyleri sıva üzeri boya ile kaplanmış olan salonun seyirci alanları paslanmaz çelikten korkuluklarla

bölünmüştür. Seyirciler ve sporcular için giriş-çıkışlar alüminyum malzemeden üretilmiş kapılarla sağlanmaktadır. Salonun çatısı sac malzeme ile kaplanmıştır (Şekil 26).



Etkinlik mekanı



Dıştan görünüm

Şekil 26. Beşirli Merkez Tenis Kortu binasının ana etkinlik mekanı ve binanın dıştan görünümü (URL-22).

Mehmet Akif Ersoy Yüzme Havuzu: 2011 yılında Trabzon’da düzenlenen EYOF Olimpiyatları’na uygun şekilde, çatısı açılır-kapanır biçimde tasarlanmıştır. Binanın kapalı yüzme havuzunun güçlendirme ve tadilat çalışmalarına ise 2008 yılında başlanmış ve çalışmalar 2010 yılında tamamlanmıştır.

AZAKSU Mimarlık tarafından tasarlanmış olan kapalı yüzme havuzu, Türkiye’nin ilk büyük, üstü açılır-kapanır olimpik yüzme havuzu olmuştur (URL-23). Mevcut havuz yapısının yanına konumlandırılan yeni 10 kulvarlı ve değişken derinlikteki tam olimpik havuz, 1400 seyirci kapasiteli ve 14.960m² alana sahip olarak hayata geçirilmiştir (URL-24, URL-25, URL-26).

25x50 m boyutlarındaki olimpik yüzme havuzunun, derinliği 2,20 m ile, 5,5 m arasında değişmektedir (URL-23). Yüzme havuzuna ait alan ve hacim ölçüleri Tablo 7’de belirtilmiştir.

Tablo 7. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzuna ait alan ve hacim ölçüleri

Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu			
Toplam hacim:	39.183,00m ³	Platform alanı:	21,80 m ²
Havuz alanı:	1.250 m ²	Kişi başına düşen hacim:	28 m ³
Seyirci alanı:	678 m ²	Duvar yüzeyleri alanı:	1.673,00 m ²

Mehmet Akif Ersoy Kapalı Havuz binasında; ofisler, soyunma odaları, duşlar ve tuvaletlerden oluşan “servis bölümü” ile olimpik yüzme havuzu ve seyirci tribününden oluşan “yüzme havuzu bölümü” yer almaktadır. Servis bölümünün taşıyıcı sistemi betonarmedir. 65,30 m uzunluğunda ve 35 m genişliğindeki yüzme havuzunun taşıyıcı sistemi ise betonarme ve çelik kafes karma şekilde tasarlanmıştır. Yüzme havuzunun üst kotundan çatı düzlemine net yükseklik 21.80 m’dir. Çatısı, galvanizli trapez ile kaplı binanın kuzey cephesi spider cephe sistemi ile inşa edilmiştir. Duvarlarında; gaz beton üzerine sırasıyla: çimentolu kaba sıva, alçı sıva, saten alçı kaplama ve su bazlı saten boya katman uygulaması gerçekleştirilen binanın, betonarme döşemesi ise seramik malzemeyle kaplanmıştır (Şekil-27).



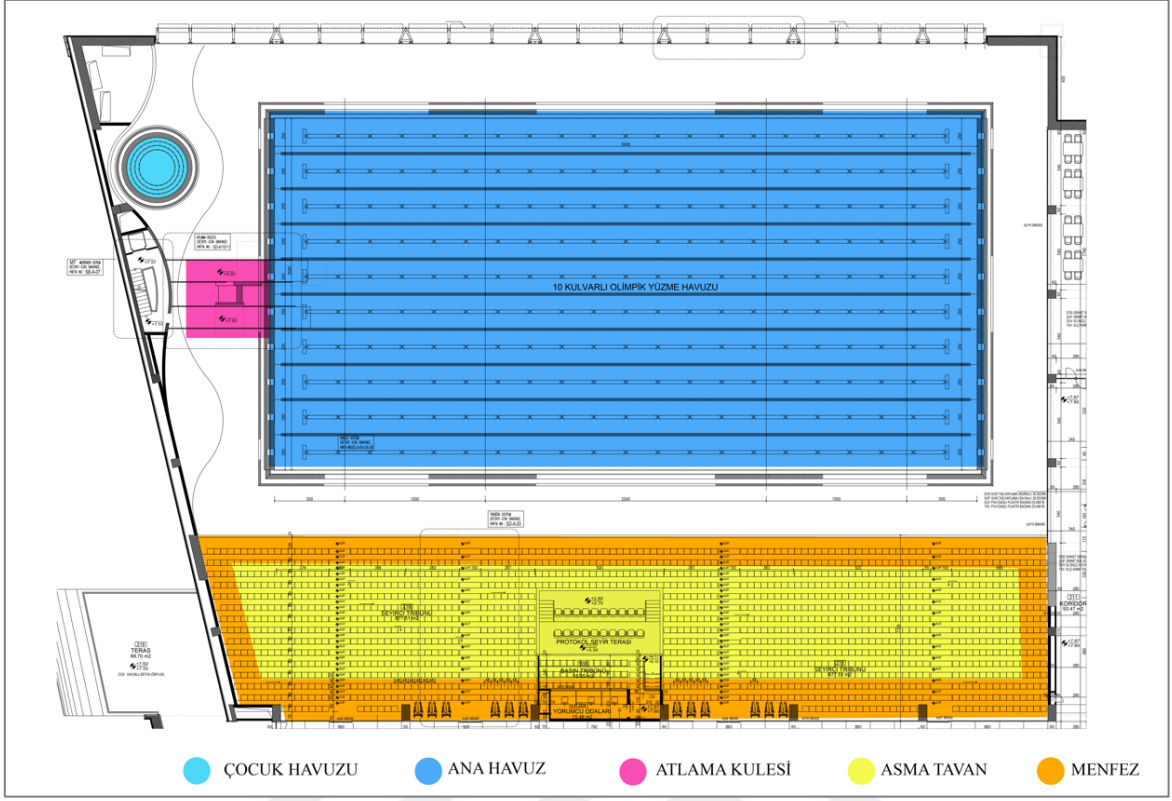
Dıştan görünüm (URL-24)



Ana etkinlik mekanı (URL-26)

Şekil 27. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu binasının dış görünümü ve binanın ana etkinlik mekanı

Kapalı yüzme havuzu içerisinde bir adet çelik konstrüksiyonlu atlama kulesi yer almakta olup, alanda ana yüzme havuzuna ek olarak çocuk havuzu da bulunmaktadır (Şekil 28). Seyirci tribününün üzerinde alüminyum asma tavan, asma tavanın altında ise havalandırma menfezleri yer almaktadır.



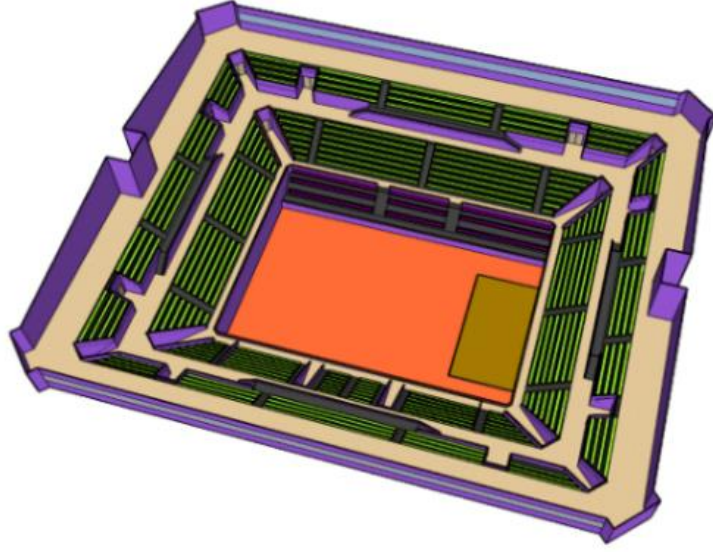
Şekil 28. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu binasının yüzme havuz birimi planı

2.2. Doluluk Oranlarına Göre Oluşturulan Senaryolar

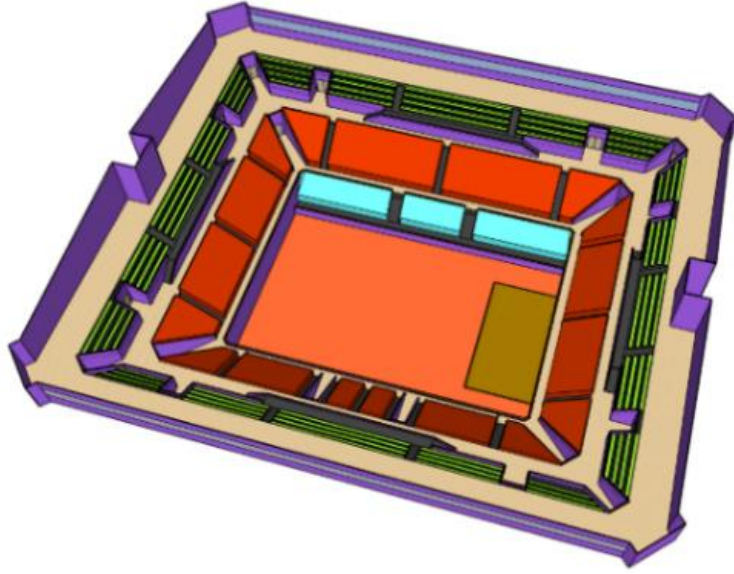
Spor salonlarının yapımında kullanılan çelik, beton, cam gibi malzemeler yapısal ihtiyaçları karşılıyor olsa da düşük ses yutma özelliklerinden ötürü sesin anlaşılabilirliğini olumsuz etkilemektedir. Salonların içerisinde seyircileri kapladığı hacim ile mekanın toplam hacmini azaltmakta toplam ses yutuculuğu arttırmaktadır. Bu durum iç mekandaki çınlama süresini azaltıcı etkiye sahip olmaktadır.

Doluluk oranlarına bağlı olarak, her iki spor salonu için üç farklı senaryo kurgulanmıştır. Salonların doluluk oranlarına göre oluşturulan bu senaryolar; seyirci oturma alanlarının boş olduğu, seyirci oturma alanlarının %50 dolu olduğu ve seyirci oturma alanlarının %100 dolu olduğu durumlardır.

Beşirli Merkez Tenis Kortu için doluluk senaryolarının 3D modellemeleri Şekil 29'da yer almaktadır. Salonun %50 dolu olduğu durum için seyirci alanlarını ayıran orta koridor referans alınmıştır. Oyun sahası ve orta koridor arasındaki seyirci alanları dolu kabul edilirken, orta koridor ve arka koridor arasındaki seyirci alanları boş kabul edilmiştir.



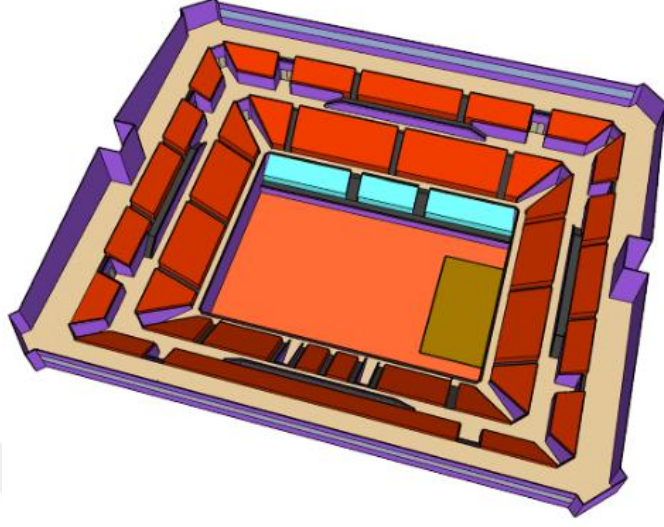
Tenis Kortu Seyirci Alanı Boş Durumda



Tenis Kortu Seyirci Alanı %50 Dolu Durumda

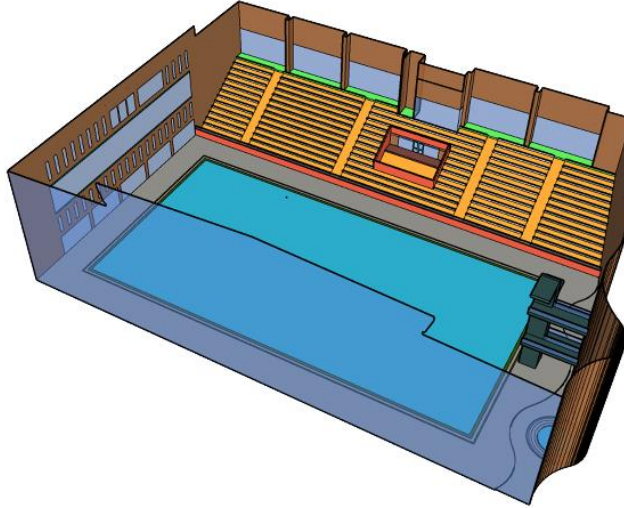
Şekil 29. Beşirli Merkez Tenis Kortu seyirci doluluk oranlarının 3 boyutlu modelleri

Şekil 29'un devamı



Tennis Kortu Seyirci Alanı %100 Dolu Durumda

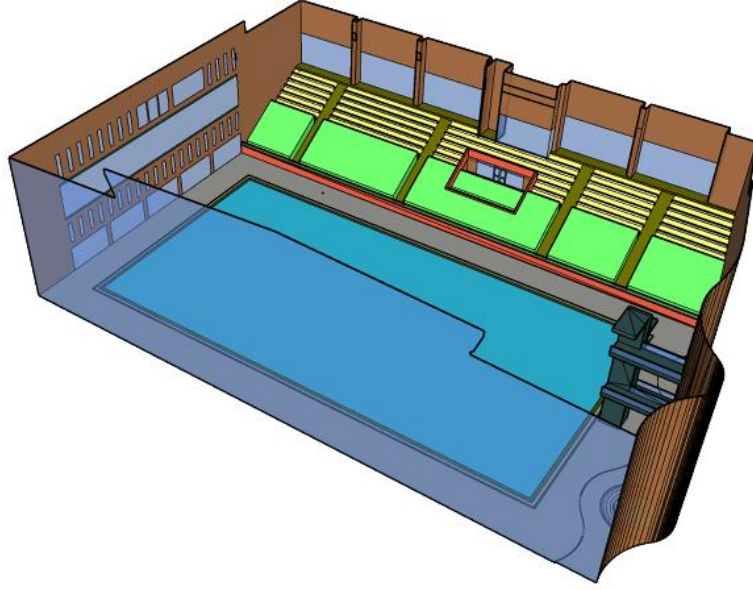
Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için doluluk senaryolarının 3D modellemeleri Şekil 30'da yer almaktadır. Kapalı yüzme havuzunun %50 dolu olduğu durum için seyirci alanı ortadan ikiye bölünerek sahaya yakın bölüm dolu, arka bölüm ise boş olarak kabul edilmiştir.



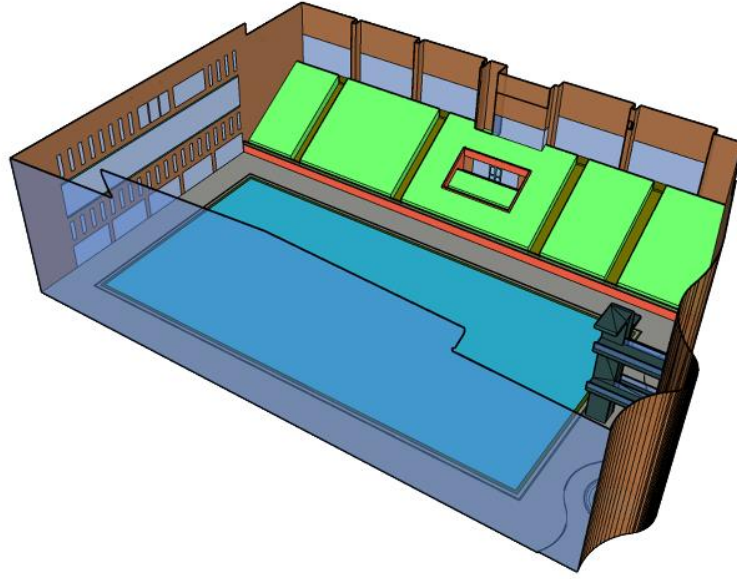
Yüzme havuzu seyirci alanı boş durumda

Şekil 30. Kapalı Yüzme Havuzu seyirci doluluk oranlarının 3 boyutlu modelleri

Şekil 30'un devamı



Yüzme havuzu seyirci alanı %50 dolu durumda



Yüzme havuzu seyirci alanı %100 dolu durumda

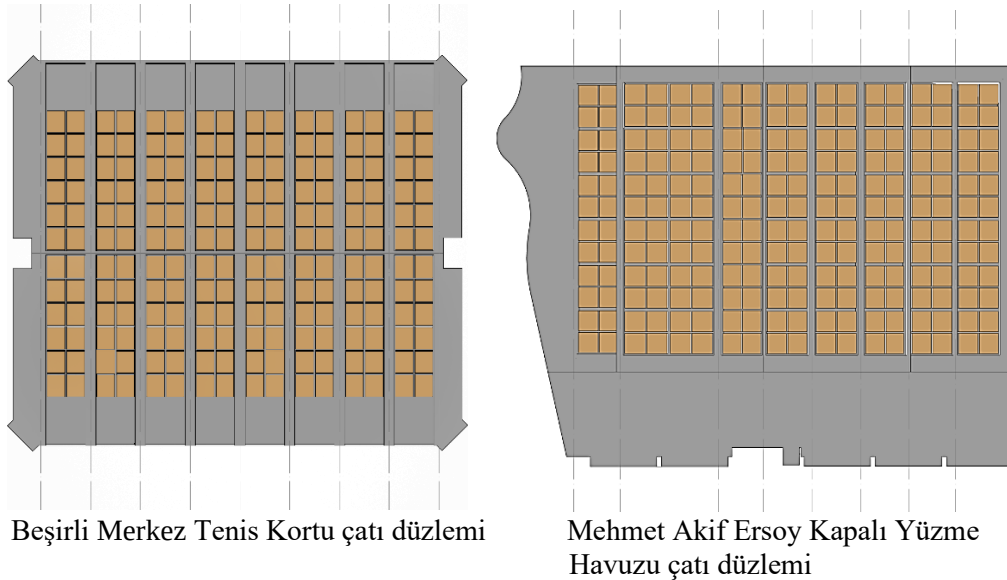
2.3. Spor Salonlarına Ait Kabuller

Bu başlık altında spor salonlarına ait tavan yüzeylerindeki uygulamalara ilişkin kabuller, mekanizmalara ait kabuller, yüzey malzemelerine ilişkin kabuller ile ses kaynağı ve alıcılara ilişkin kabuller belirtilmektedir.

Tavan Yüzeyindeki Uygulamalara İlişkin Kabuller: Yüksek yankılanma süresinin optimize edilmesi amacıyla, spor salonlarının tavan yüzeylerinde mevcut taşıyıcı çelik sistem arasına, tavan yüzeyine monte edilebilen iç yüzeyleri ses yutucu, dış yüzeyleri ses yansıtıcı özellikte malzeme ile kaplı, kapakları açılıp kapanabilen prizmatik mekanizmalar yerleştirilmiştir.

Tavan yüzeyine yerleştirilen prizmatik mekanizmaların boyutları belirlenirken, mekânın büyüklüğü ile orantılı olmasına dikkat edilmiştir. Mekanizmaların yerleştirilmesinde, cephede yer alan pencerelerin konumları dikkate alınarak salonların mevcut mimari durumlarının korunması amaçlanmıştır.

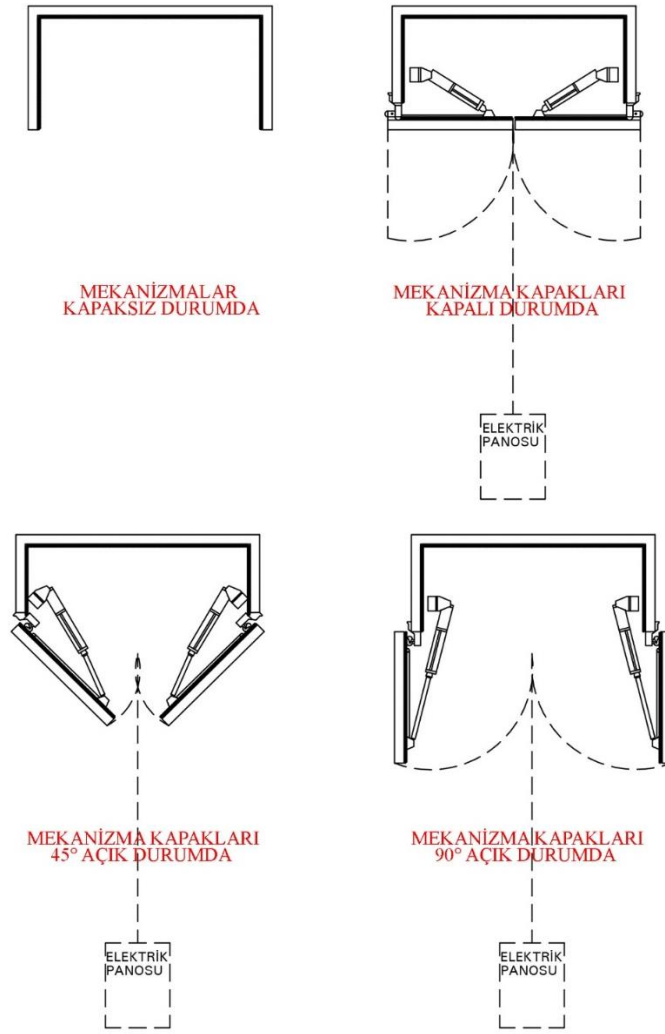
Prizmatik mekanizmalar, salonların kat yükseklikleri de göz önünde bulundurularak seyircinin görüş alanını olumsuz etkilemeyecek şekilde konumlandırılmıştır. Önerilen prizmatik mekanizmalar spor salonlarının uzun cephelerine dik yönde olacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 31).



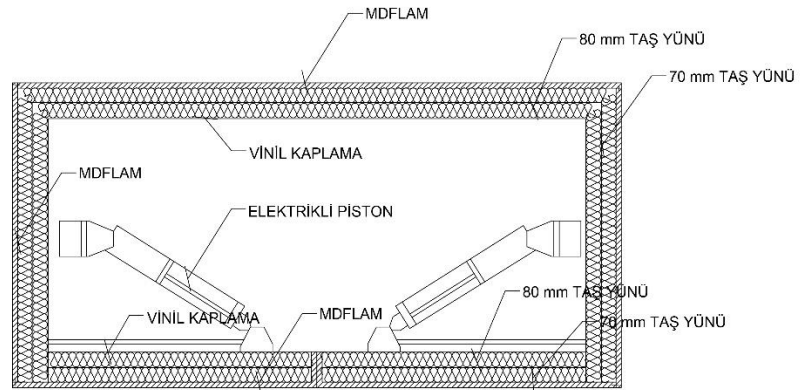
Şekil 31. İncelenen salonların çatı düzlemine yerleştirilen prizmatik mekanizmaların aks düzeni

Mekanizma kapaklarının 90 derecelik hareket kabiliyeti sayesinde, ses yutuculuğu artırmak amacıyla kapağın kesit alanı tamamen açılabilir. Prizmatik mekanizmalar kapakların hareketini sağlayan elektrik motorlarına bağlı pistonlar sayesinde otomatik olarak açılıp kapanabilmektedirler. Uzaktan kontrol edilebilen mekanizma kapakları, salonlarda gerçekleştirilen etkinliklerin gerektirdiği akustik özelliklere bağlı olarak ses yutuculuk miktarının ayarlamasını mümkün kılmaktadır. Kapaklar tamamen açıldığında ses yutucu yüzey alanı arttığından reverberasyon süresi düşmekte, kapaklar kapatıldığında ise ses yansıtıcı yüzey alanı arttığından reverberasyon süresi artmaktadır (Şekil 32).

Mekanizmaların dış yüzeyleri 30 mm kalınlıkta mdf kaplama yapılmıştır ve mdf kaplamalar birbirine vidalar ile monte edilmiştir. Dış yüzeyleri oluşturulan mekanizmaların iç yüzeyleri ses yutucu malzeme olan çift kat taş yünü ile kaplanmıştır. Kullanılan taş yünü levhaların her biri 70 mm ve 80 mm kalınlıktadır. Taş yünü levhaların yüzleri toz ve kirden korunması amacıyla vinil ile kaplanmıştır (Şekil 33).

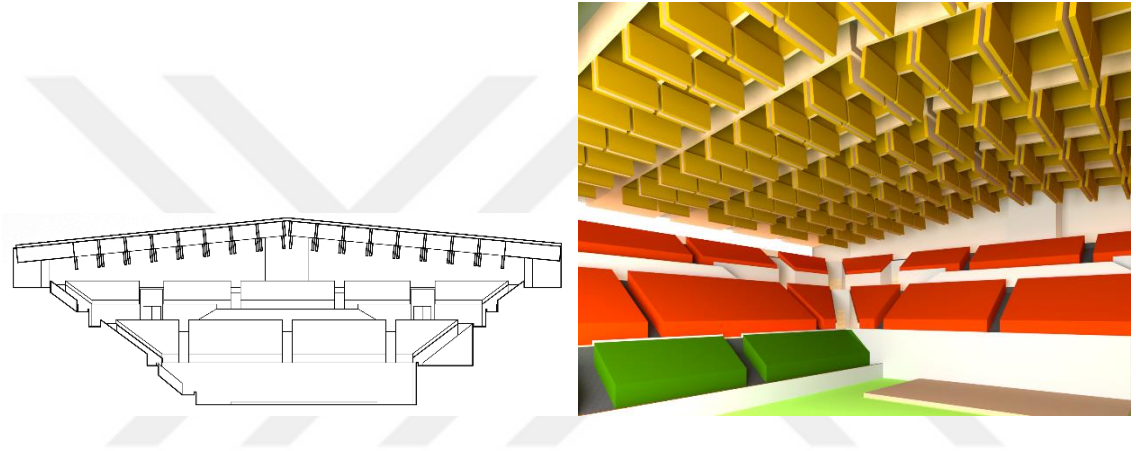


Şekil 32. Prizmatik mekanizmaların kapak hareketleri

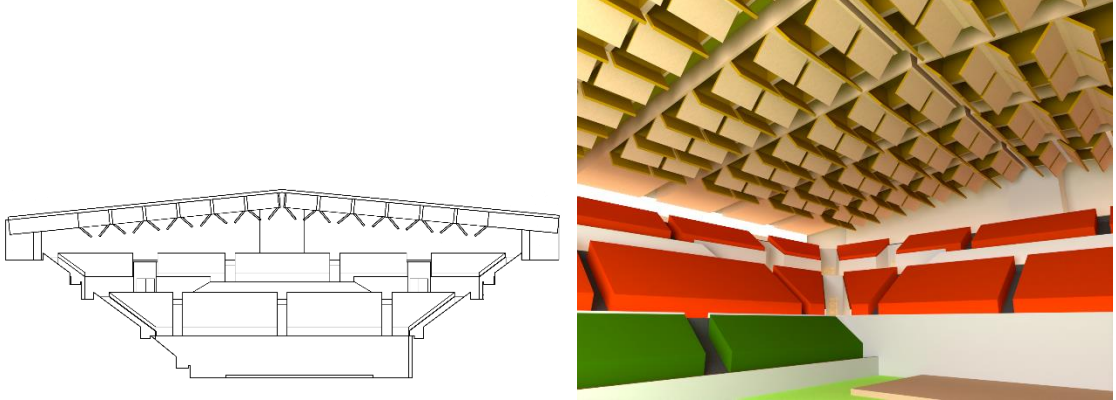


Şekil 33. Mekanizmaların malzeme detayı

Tenis Kortunda Çatı Yüzeyine Monte Edilen Mekanizmalara İlişkin Kabuller: Sesin işitsel algısı bakımından değerlendirilen tenis kortu 3.682 m² alana sahip olup, kat yüksekliği 4 m'den 18,90 m'ye kadar değişmektedir. Tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcılar arasına yerleştirilen 2,6x2,6x1,5 boyutlarındaki prizmatik mekanizmalar arasındaki mesafe 0,2 m'dir. Şekil 34'te, tenis kortunun tavan yüzeyine yerleştirilen prizmatik mekanizma kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların tamamen kapalı olduğu ve kapaksız olduğu senaryoların kesit ve 3D modellerine yer verilmiştir (Şekil 34).



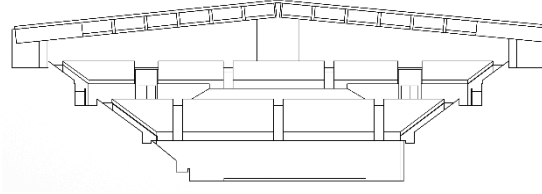
Kapakların 90° açık olduğu durumun kesit ve 3d modeli



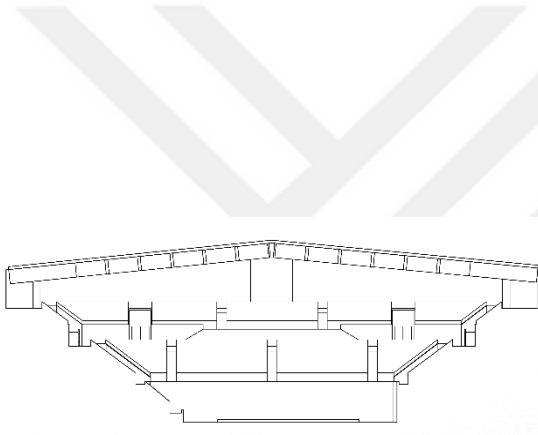
Kapakların 45° açık olduğu durumun kesit ve 3D modeli

Şekil 34. Tenis kortunun tavan yüzeyine yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kesit ve 3D modelleri

Şekil 34'ün devamı

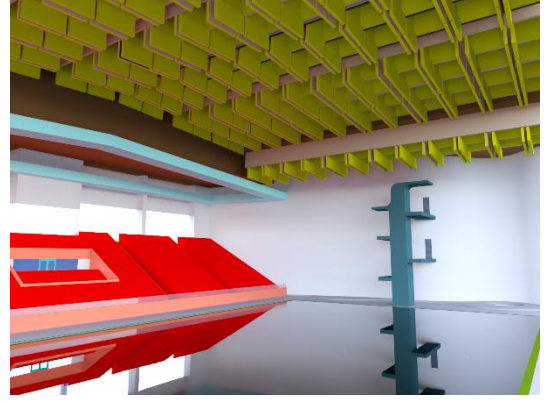
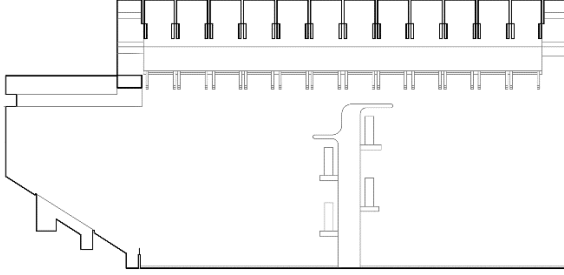


Kapakların kapalı olduğu durumun kesit ve 3D modeli

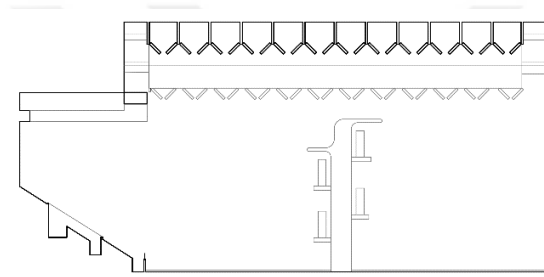


Kapaksız olduğu durumun kesit ve 3D modeli

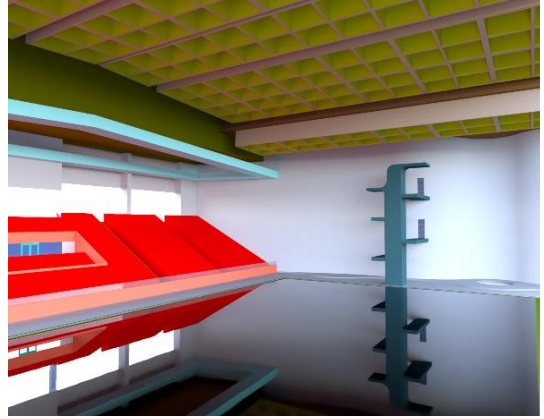
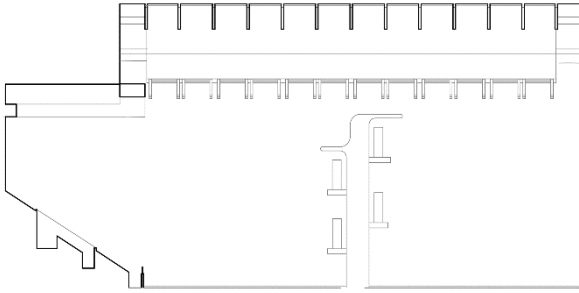
Yüzme Havuzunda Çatı Yüzeyine Monte Edilen Mekanizmalara İlişkin Kabuller: Sesin işitsel algısı bakımından değerlendirilen yüzme havuzu 2.985 m² alana sahip olup, kat yüksekliği 8,60 m'den 21,80 m'ye kadar değişmektedir. Tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcılar arasına yerleştirilen 2,45x2,45x1,95 boyutlarındaki prizmatik mekanizmalar arasındaki mesafe 0,2 m'dir. Şekil 35'te yüzme havuzunun tavan yüzeyine yerleştirilen prizmatik mekanizma kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapalı olduğu ve kapaksız olduğu senaryoların kesit ve 3D modellerine yer verilmiştir (Şekil 35).



Kapakların 90° açık olduğu durumun kesit ve 3D modeli



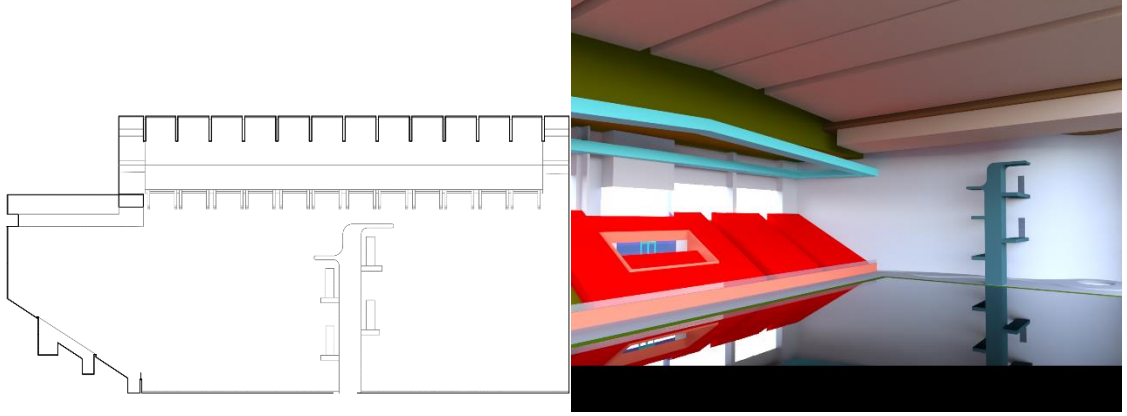
Kapakların 45° açık olduğu durumun kesit ve 3D modeli



Kapakların kapalı olduğu durumun kesit ve 3D modeli

Şekil 35. Yüzme havuzunun tavan yüzeyine yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kesit ve 3D modelleri

Şekil 35'in devamı



Kapaksız olduğu durumun kesit ve 3D modeli

Yüzey Malzemelerine İlişkin Kabuller: Mekanlardaki reverberasyon süreleri hacmin geometrisine ve geometriyi oluşturan yüzeylerin toplam ses yutuculuğuna bağlı olarak değişmektedir. Toplam ses yutuculuk değeri yüzeylerin alanları ve ses yutma katsayıları ile doğru orantılıdır.

Simülasyon programının (Odeon Combined Version 10.1) malzeme kütüphanesinden, spor yapılarındaki mevcut durum ve akustik öneriler doğrultusunda düzenlenen yeni 3D modellere en uygun malzemeler seçilerek malzeme atamaları gerçekleştirilmiştir (Christensen, 2009). Odeon malzeme kütüphanesinde bulunmayan malzemeler, bilimsel literatür araştırması yapılarak malzeme listesine eklenmiştir. Yüzeylerde kullanılan malzemelerin 63-8000 Hz oktav bant aralığındaki her bir oktav bant için ses yutma katsayıları veri olarak programa dahil edilmiştir.

Beşirli Tenis Kortu yüzeyleri, yüzeyleri oluşturan malzemeler ve bu malzemelere ait oktav bantlardaki ses yutma katsayıları Tablo 8'de yer almaktadır. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu yüzeyleri, yüzeyleri oluşturan malzemeler ve bu malzemelere ait oktav bantlardaki ses yutma katsayılarına ise Tablo 9 'da yer almaktadır.

Salonlardaki yüksek reverberasyon süresinin optimize edilmesi amacıyla tavan yüzeyine yerleştirilen prizmatik mekanizmaların yüzeylerine ait ses yutma katsayıları Tablo 10'da yer almaktadır.

Tablo 8. Beşirli Tenis Kortu yüzey malzemelerine ait ses yutma katsayıları

Yüzey	Malzeme	Malzeme Kodu (Odeon)	Ses Yutma Katsayıları							
			63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Duvarlar	Sıva+Boya	4002	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Pencere	Çift Cam	10004	0,15	0,15	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
Kapı	Demir Kapı	(Sü,2005)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,04	0,02	0,02
Parapet	Mermer Parapet	2001	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Seyirci Alanı	Epoksi Zemin Kaplaması	6000	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05
Sahne	Ahşap Sahne	3004	0,15	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06	0,07	0,07
Çatı	Çelik Çatı	(Sü,2005)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,04	0,02	0,02
Seyirci Sandalye	Plastik Oturak	(URL-27)	0,10	0,06	0,10	0,10	0,20	0,30	0,20	0,20
Vip Sandalye	Kumaş Koltuk	11006	0,44	0,44	0,6	0,77	0,89	0,82	0,70	0,70
Seyirci-1	Plastik koltuk+ Seyirci	11009	0,51	0,51	0,64	0,75	0,80	0,82	0,83	0,83
Seyirci-2	Kumaş Koltuk +Seyirci	11007	0,72	0,72	0,80	0,86	0,89	0,9	0,9	0,9
Saha	Epoksi Zemin Kaplaması	6000	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05

Tablo 9. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu yüzey malzemelerine ait ses yutma katsayıları

Yüzey	Malzeme	Malzeme Kodu (Odeon)	Ses Yutma Katsayıları							
			63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Duvarlar	Sıva+Boya	4002	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Pencere	Çift Cam	10004	0,15	0,15	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
Kapı	Demir Kapı	(Sü,2005)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,04	0,02	0,02
Parapet	Mermer Parapet	2001	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Seyirci Alanı	Epoksi Zemin Kaplaması	6000	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05
Çatı	Çelik Çatı	(Sü,2005)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,04	0,02	0,02
Seyirci Sandalye	Plastik Oturak	(URL-27)	0,1	0,06	0,10	0,10	0,20	0,30	0,20	0,20
Seyirci-1	Plastik koltuk+ Seyirci	11009	0,51	0,51	0,64	0,75	0,8	0,82	0,83	0,83
Menfez	Alüminyum	(Sü,2005)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,04	0,02	0,02

Tablo 9'un devamı

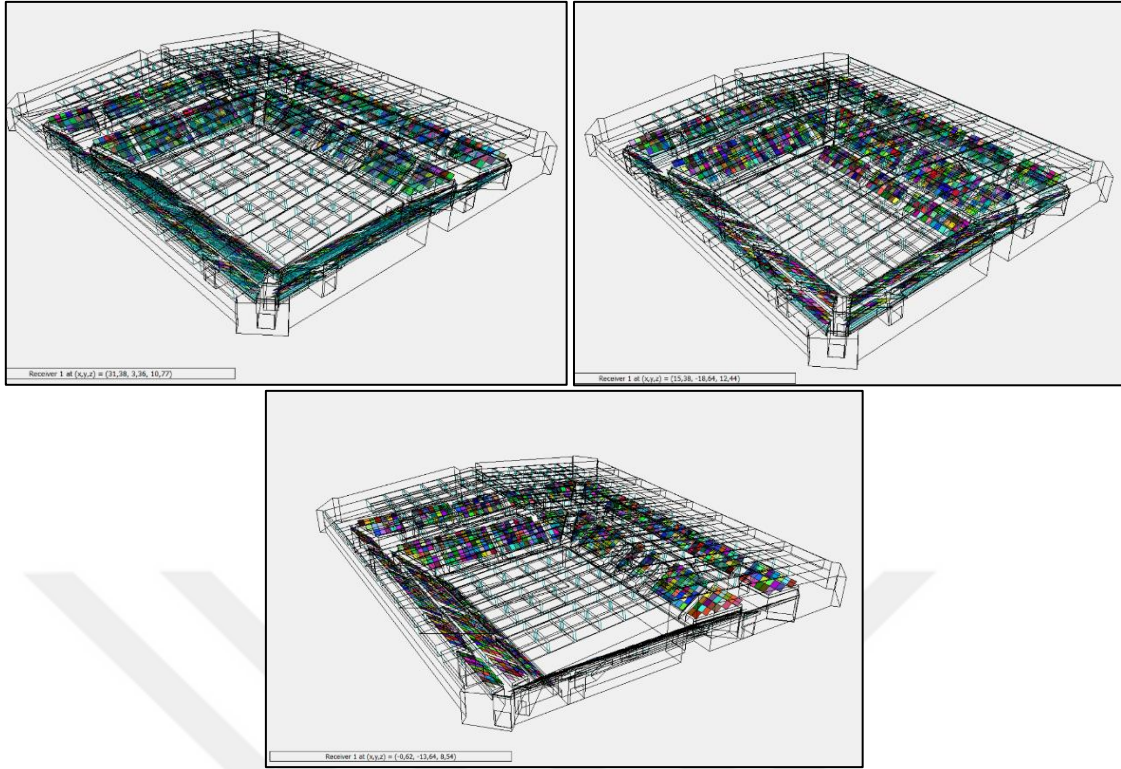
Havuz	Su	9000	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Asma Tavan	Alüminyum	(Sü,2005)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,04	0,02	0,02
Asma Tavan	Alüminyum	(Sü,2005)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,04	0,02	0,02
Saha	Seramik Kaplama	2001	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02

Tablo 10. Akustik iyileştirme önerisi olarak tavan yüzeyine yerleştirilen prizmatik mekanizmaların yüzeylerine ait ses tutma katsayıları

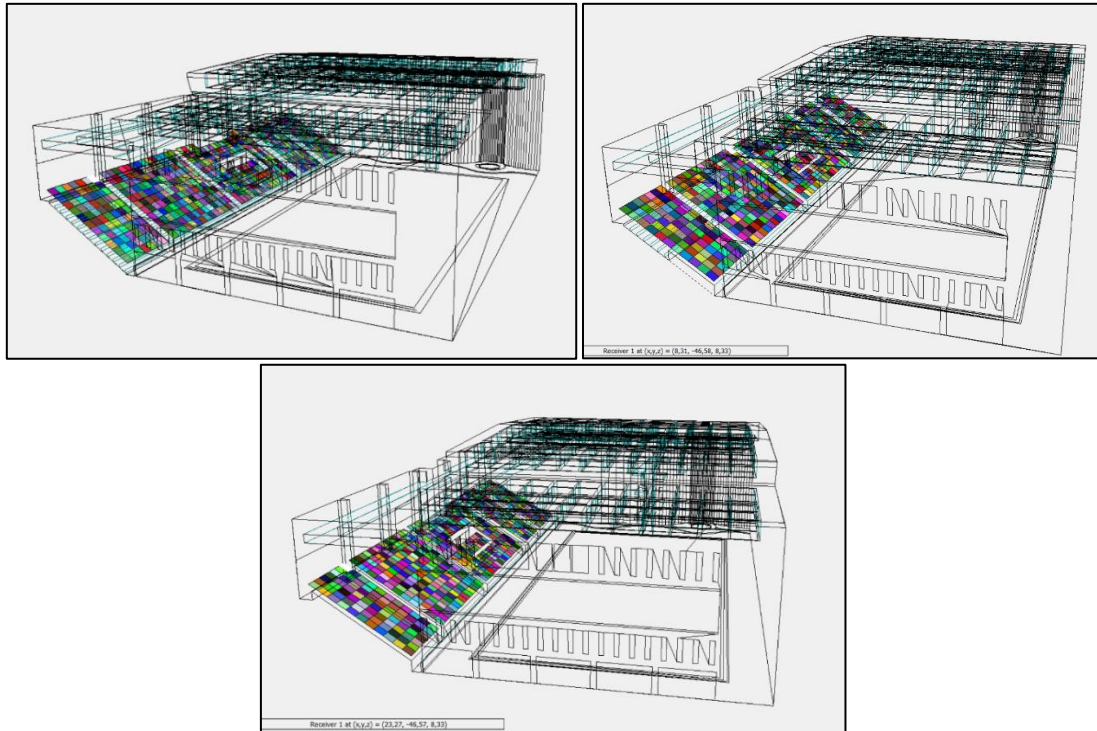
Yüzey	Malzeme	Malzeme Kodu (Odeon)	Ses Yutma Katsayıları							
			63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Ses Yutucu	Taş yünü+ Vinil	(URL-28)	0,57	0,57	0,79	0,77	0,9	0,71	0,47	0,47
Ses yansıtıcı	Mdf	3063	0,42	0,42	0,21	0,10	0,08	0,06	0,06	0,06

Ses Kaynağı ve Alıcılara İlişkin Kabuller: Çalışma kapsamında, alıcıların konumunun belirlenmesi aşamasında üç senaryo dikkate alınmıştır.

- Birinci senaryoda spor salonlarının seyirci alanlarının doluluk oranının %100 olduğu durumda, seyircilerin bulunduğu zeminden 1,60 m yükseklikte ve 1mx1m boyutlarında grid yüzeyleri tanımlanarak alıcı konumları belirlenmiştir (Şekil 36, Şekil 37).
- İkinci senaryoda spor salonlarının seyirci alanlarının doluluk oranının %50 olduğu durumda seyircilerin bulunduğu zeminden 1,60 m yükseklikte ve 1mx1m boyutlarında grid yüzeyleri tanımlanarak alıcı konumları belirlenmiştir (Şekil 36, Şekil 37).
- Üçüncü senaryoda spor salonlarının seyirci alanlarının boş olduğu seyircilerin bulunduğu zeminden 1,20 m yükseklikte ve 1mx1m boyutlarında grid yüzeyleri tanımlanarak alıcı konumları belirlenmiştir (Şekil 36, Şekil 37).



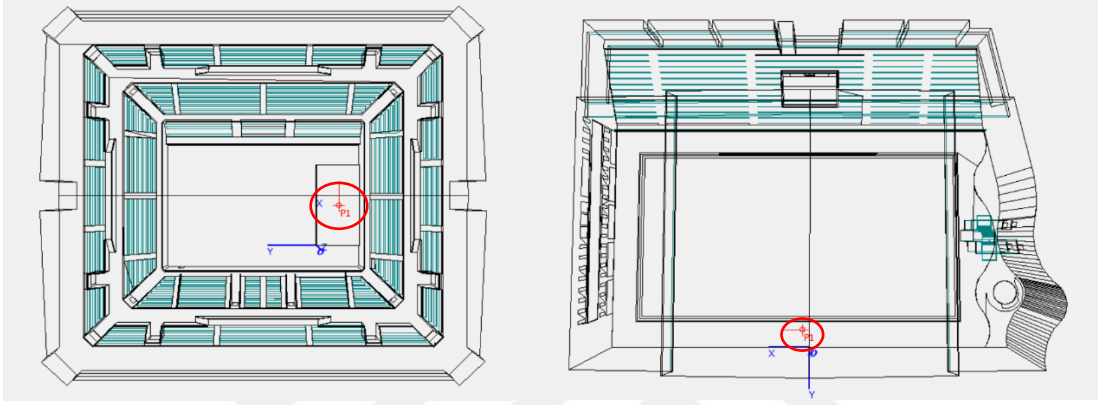
Şekil 36. Beşirli Tenis Kortu salonunun seyirci alanının boş, yarı dolu ve dolu durumlarındaki grid alıcı yerleşim düzeni



Şekil 37. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun seyirci alanının boş, yarı dolu ve dolu durumlarındaki grid alıcı yerleşim düzeni

Salonlardaki ses kaynağı konumları; ses kaynağı sesin her yöne eşit olarak dağılmasını sağlayan noktasal (omnidirectional) olarak seçilmiştir. Her iki salonda da ses kaynakları bulundukları zemin düzleminin 150 cm üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 38).

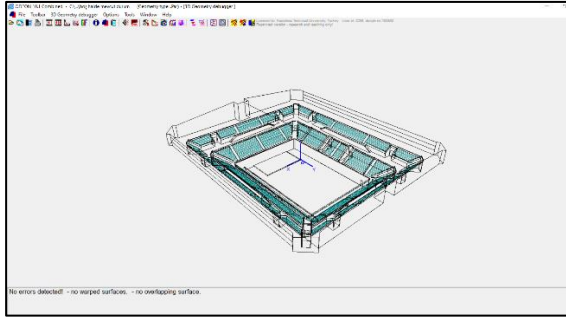
Beşirli Tenis Kortu için kurulan sahne alanının orta noktasında, Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun spider cam cephe sisteminin önünde konumlandırılmıştır (Şekil 38).



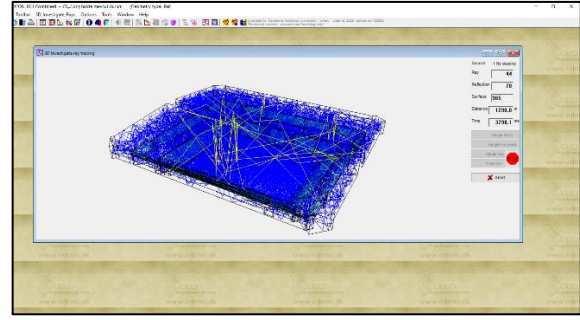
Şekil 38. Salonlardaki ses kaynaklarının konumları

2.4. Programın Çalıştırılması Süreci

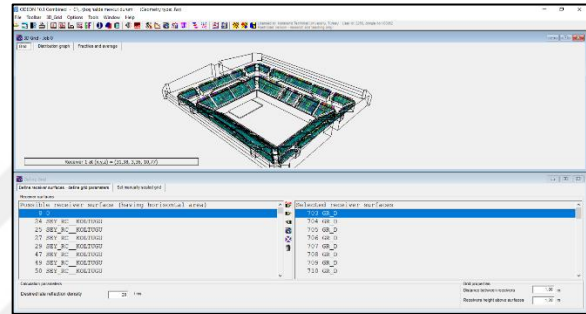
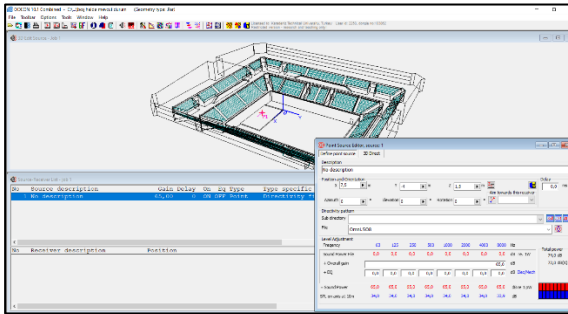
Çalışma kapsamında incelenen spor salonlarının mevcut durumları, akustik iyileştirme amacıyla tavan yüzeyine yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapak hareketleri ve seyirci alanlarının doluluk-boşluk oranları doğrultusunda elde edilen senaryoların 3D modelleri Sketchup Pro 2022 programında hazırlanmıştır. Hazırlanan modeller. dxf.dosya formatı ile kaydedilerek Odeon V10 programına import edilmiştir. “3D Geometry Debugger” komutu ile programa aktarılan modellerin yüzey sorunlarının olup olmadığı tespit edilmiştir. Mekana noktasal kaynak atanarak benzetim sırasında ses dalgalarının sızmasına yol açabilecek boşlukların kontrolü “3D Investigate Rays” komutuyla sağlanmıştır. Uygunlukları tespit edilen modellerin ses kaynak noktaları, yüzey malzemeleri ve salonların seyirci yerleşim bölgelerinde grid alanları tanımlanmıştır. Simülasyon çalıştırılmadan önce Global Estimate komutu ile yaklaşık reverberasyon süreleri hesaplanarak hazırlanan tüm modeller için room setup sekmesindeki değerler girilmiştir. Tüm bu işlemlerin ardından benzetim programı çalıştırılmıştır. Odeon V10 programından alınan Beşirli Merkez Tenis Kortu modellerine ilişkin görseller Şekil 39’da yer almaktadır.



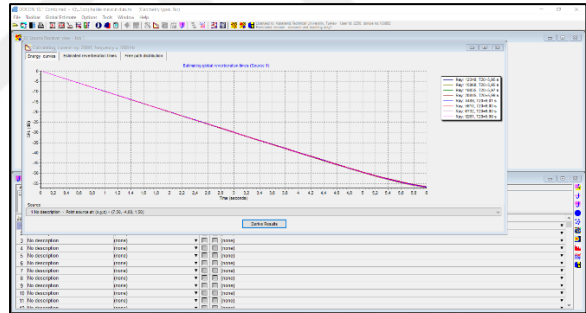
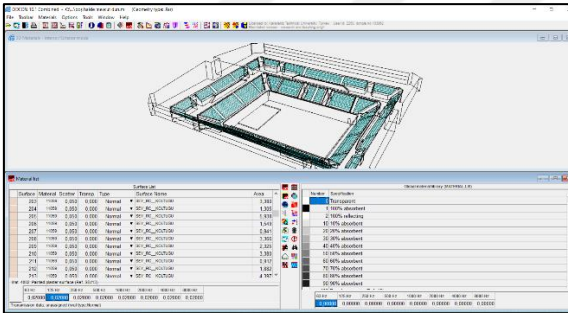
3D Geometry Debugger



3D Investigate Rays incelemesi

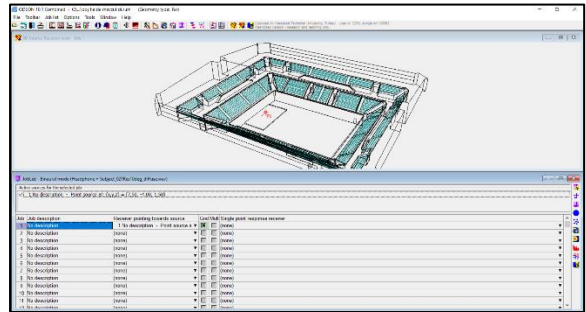
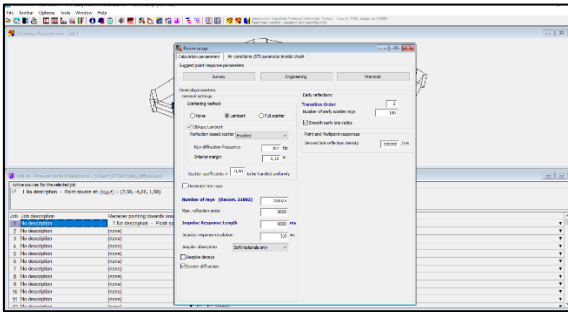


Kaynakların ve alıcıların tanımlanması



Yüzey malzemelerinin atanması

Global Estimate komutu ile yaklaşık yansıma sürelerinin hesaplanması



Room setup sekmesi

Sonuçların alınması

Şekil 39. Simülasyon programının çalıştırılması süreci

2.5. Sesin Nesnel Parametrelerine Yönelik Kabul Edilen Optimum Değer Aralıkları

İncelenen spor salonlarına ait modellerin, ODEON V10 programında akustik simülasyonlarının gerçekleştirilmesi sonucu sesin nesnel parametrelerine ait değerler elde edilmiştir. Bu nesnel parametrelerden Reverberasyon Süresi (T30), Erken Düşme Süresi (EDT), Ayırt Edilebilirlik (D50), Netlik (C80), Erken Yanal Ses Oranı (LF80) ve Ses İletim İndeksi (STI) parametrelerine ait sayısal değerler bu çalışma kapsamında değerlendirilmiştir.

Salonlarda:

- Spor faaliyetleri sırasında değerlendirilen parametreler: T30
- Müzikal faaliyetler sırasında değerlendirilen parametreler: T30, EDT, C80, LF80
- Konuşma faaliyetleri sırasında değerlendirilen parametreler: T30, EDT, D50, STI, C80 olarak belirlenmiştir.

Spor salonlarının spor faaliyetleri için kullanılması durumunda:

Reverberasyon Süresine (T30) ait optimum değer aralığı için BB93 standartında spor salonları için önerilen optimum çınlama süreleri esas alınmıştır. Yönetmeliğe göre 530m²'den büyük spor salonlarının 500Hz,1000Hz ve 2000Hz oktav bantlarında elde edilen T30 değerlerinin ortalaması 2 sn olmalıdır. Standart'a göre elde edilen T30 değerinin %10 aşağı ve üzeri değer aralığı optimum aralık olarak esas alınmıştır (Abdulrahimov,2005) (Tablo 11).

Tablo 11. Spor salonlarının spor faaliyetleri için kullanımı durumunda değerlendirilen parametrelerin optimum değer aralıkları

Senaryolar	T30
Mevcut Durum	$1,8 \leq T30 \leq 2,2$
Mekanizma Kapakları 45° Açık	$1,8 \leq T30 \leq 2,2$
Mekanizma Kapakları 90° Açık	$1,8 \leq T30 \leq 2,2$
Mekanizma Kapakları Kapalı	$1,8 \leq T30 \leq 2,2$
Mekanizmalar Kapaksız	$1,8 \leq T30 \leq 2,2$

Müzik faaliyetleri için bazı bilim insanlarının akustik nesnel parametreler için önerdiği sayısal değerler Tablo 12'de gösterilmektedir. Bu çalışmada * ile işaretli değerler referans

alınmıştır. T30 değeri Şekil 9’da belirtilen hacim- fonksiyon eğrisinden elde edilmiştir (Knudsen ve Harris,1988).

Tablo 12. Müzik faaliyetleri için bazı bilim insanlarının önerdiği akustik nesnel parametreler

	ISO/CD 3382	Odeon (2009)	Mehta vd. (1999)	Long (2006)	Barron (1993)	Easera (Klasik Müzik) (2012)
T30	-	1,7-2,3 sn	Kilise Müziği 2- 2,5 sn Orkestra Müziği İçin Konser Salonu 1,8- 2,2 sn Hafif Müzik İçin Konser Salonu 1,4- 1,8 sn Opera Tiyatroları 1- 1,5 sn Konferans salonları 0,4 -1 sn	Konser Salonu 2,5- 3,5 sn Romantik Senfoni 1,7- 2,5 sn Mozart Opera 1,2- 1,5 sn Hafif Opera 1- 1,2 sn Sınıf, Konferans 1sn'nin Altı	Org Müziği ≥ 2.5 sn Romantik Klasik Müzik 1.8–2.2 sn Erken Dönem Klasik Müziği 1.6–1.8 sn Opera 1.3–1.8 sn Oda Müziği 1.4–1.7 sn Sinema Salonu 0.7–1.0 sn	1,8-2,2 sn
EDT	1,00-3,00 sn	1,7-2,3 sn	T30 dan %10 daha fazla*	Çınlama süresinden 0,3s fazla	1.8-2.2s	-
C80	-5 ve +5 dB aralığı	-1 ve +3 dB aralığı	-4 ve +1 dB	0 ve -4 dB aralığı	-2 ve +2 dB aralığı	≥ -3 dB
LF80	0,05- 0,35 dB	≥ 0.25 dB *	-	0,1- 0,35 dB (IACC bağlı)	0,1 –0,35 dB	0,05 –0,35 dB
	Knudsen ve Harris,1988	Gade (Klasik Müzik) (1989)	Holden (Klasik Müzik) (2016)	Springer (2007)	Beranek(1988)	Maekawa (1994)
T30	Şekil 9*	-	$\geq 1,7$ sn	Oda Müziği 1,5 sn Senfoni 2-2,4 sn Ritmik Müzik 0,8- 1,5 sn Opera 1,4-1,8 sn	-	-
EDT	-	2,2 sn	-	-	-	1.46- 1.66 sn
C80	-	-1dB ve +3dB aralığı	-2dB ve 0dB aralığı	--	-4 dB ve +4 dB aralığı*	-
LF80	-	0,25 –0,35 dB	-	-	-	-

Konuşma faaliyetleri için bazı bilim insanlarının akustik nesnel parametreler için önerdiği sayısal değerler Tablo 13’te gösterilmektedir. Bu çalışmada * ile işaretli değerler

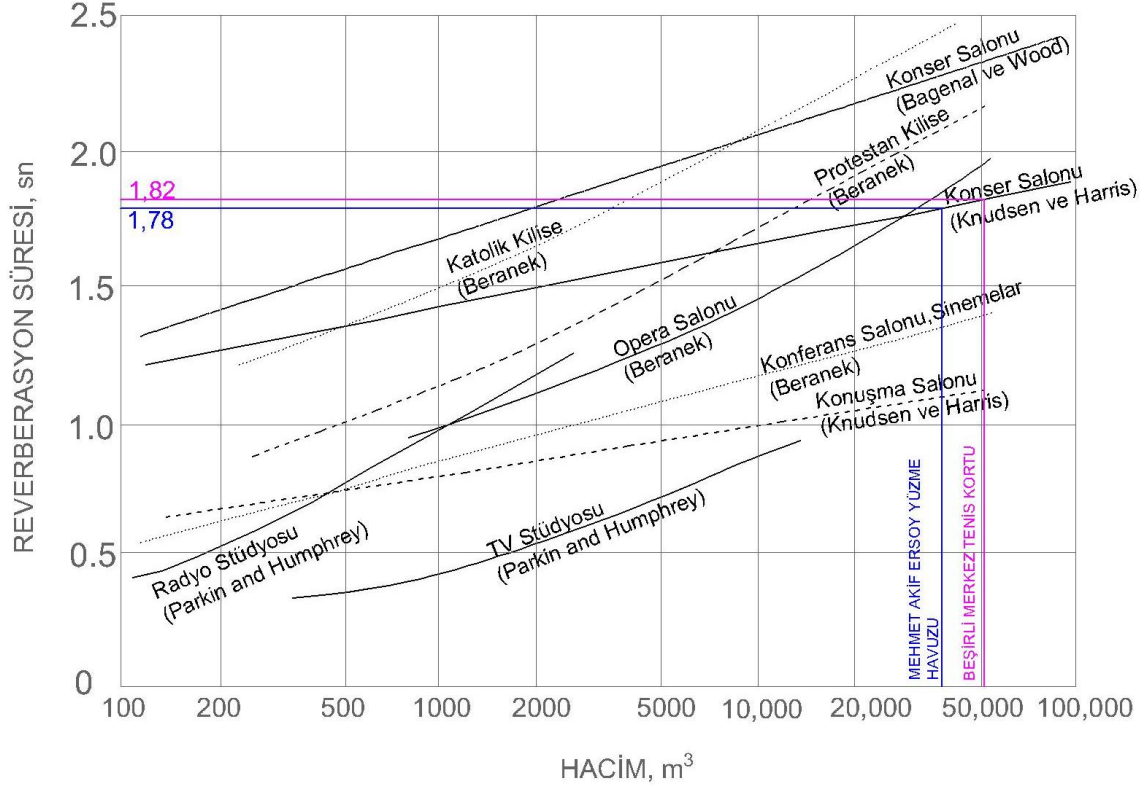
referans alınmıştır. T30 değeri Şekil 9’da belirtilen hacim- fonksiyon eğrisinden elde edilmiştir (Knudsen ve Harris,1988)

Tablo 13. Konuşma faaliyetleri için bazı bilim insanlarının önerdiği akustik nesnel parametreler

T30	0.70 sn- 1.00 sn Bistafa ve Granado (2002) Bistafa ve Granado (2005)	0.70 sn- 1.00 sn Barron (1993)	0.88 sn- 1.18 sn (Maekawa (1994)	Şekil 9* Knudsen ve Harris (1988)
EDT	≤ 1.00 sn Bistafa ve Granado (2002) Bistafa ve Granado (2005)	$EDT \leq T_{mid}$ Mehta v.d.(1999) *	-	-
D50	0.30 - 0.70 dB (TS EN ISO 3382) *	≥ 0.50 dB Kuttruff (1991)	≥ 0.50 dB Thiele (1956)	-
STI	0.00 - 0.30 Kötü 0.30 - 0.45 Zayıf 0.45 - 0.60 Orta 0.60 - 0.75 İyi 0.75 - 1.00 Çok iyi (Houtgast vd., 1980) *	-	-	-
C80	-2dB ve +2dB aralığı (Gül vd.,2014)*			

Spor salonlarının müzik faaliyetleri için kullanılması durumunda:

- Reverberasyon Süresine (T30) ait optimum değer aralığı her iki spor salonu için Knudsen ve Harris’in (Knudsen ve Harris,1988) 500Hz oktav bandında reverberasyon süresi- hacim için önerdiği optimum çınlama süresi grafiği (Şekil 9) referans alınmıştır. Grafiğe göre elde edilen T30 değerinin %10 aşağı ve üzeri değer aralığı esas alınmıştır. (Abdulahimov,2005) (Şekil 40).



Şekil 40. Reverberasyon süresi- hacim için Knudsen ve Harris'in (Knudsen ve Harris,1988) önerdiği optimum çınlama süresi grafiğinden elde edilen T30 değerleri

Şekil 40'ta Knudsen ve Harris (1988)'in konser salonu için önerdiği grafik eğrisi referans alınarak Beşirli Tenis Kortu ve Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunda müzik etkinlikleri düzenlenmesi durumunda etkinlik alanlarının hacmine göre gereken optimum reverberasyon süreleri elde edilmiştir. Elde edilen optimum reverberasyon sürelerinin %10 aşağı ve üzeri değer aralığı optimum değer aralığı olarak belirlenmiştir.

- Erken düşme süresi (EDT) parametresinin optimum değerinin belirlenmesinde Mehta ve arkadaşlarının (Mehta vd., 1999) önerdiği T30-EDT arasındaki ilişki referans alınmıştır. Buna göre 500Hz oktav bant frekansında elde edilen ortalama EDT değerleri 500Hz'de elde edilen ortalama T30'dan %10 daha fazla olmalıdır. Elde edilen EDT değerinin %10 aşağı ve üzeri değer aralığı esas alınmıştır.
- Netlik (C80) parametresinin optimum değerinin belirlenmesinde Beranek'in (Beranek,1988) önerdiği değer aralığı referans alınmıştır. Buna göre,500Hz ve 1000Hz oktav bant frekanslarında elde edilen ortalama C80 değeri -4 dB- +4 dB aralığında olmalıdır.

- Erken Yanal Ses Oranı (LF80) parametresinin optimum değerinin belirlenmesinde Odeon'un (Christensen, C.L., 2009) önerdiği değer aralığı referans alınmıştır. Buna göre, 500Hz ve 1000Hz oktav bantlarında elde edilen ortalama LF80 değeri $\geq 0,25$ aralığında olmalıdır.

Tablo 14 ve Tablo 15'te Beşirli Merkez Tenis Kortu ve Mehmet Akif Ersoy yüzme havuzunun müzik faaliyetleri için kullanımı durumunda değerlendirilen nesnel parametrelerin optimum değer aralıkları belirtilmektedir.

Tablo 14. Beşirli Merkez Tenis Kortunun müzik faaliyetleri için kullanımı durumunda değerlendirilen nesnel parametrelerin optimum değer aralıkları

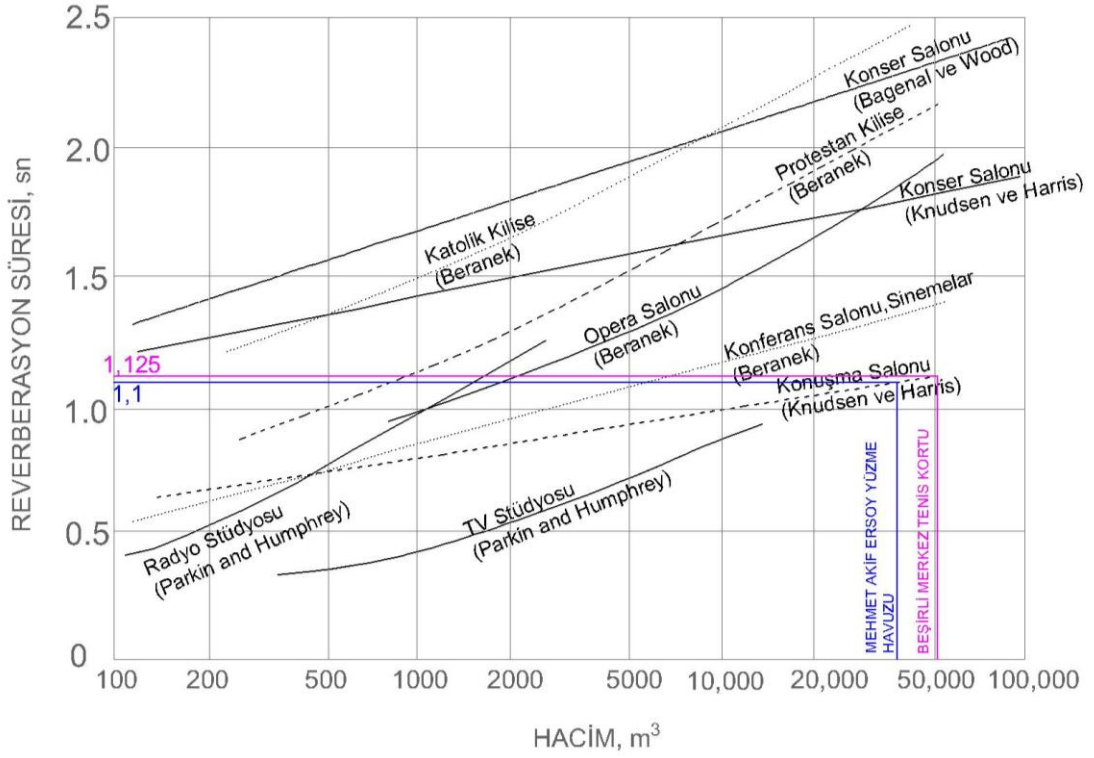
Senaryolar	T30 (Knudsen ve Harris,1988) (Şekil 9)	EDT (Mehta vd.,1999)	C80 (Beranek,1988)	LF80 (Odeon, 2009)
Mevcut Durum	$1,63 \leq T30 \leq 2$ T30 _(ort) : 1,82	$1,8 \leq EDT \leq 2,2$ EDT _(ort) : 2	$-4dB \leq C80 \leq 4dB$	LF80 $\geq 0,25$
Mekanizma Kapakları 45° Açık	$1,63 \leq T30 \leq 2$ T30 _(ort) : 1,82	$1,8 \leq EDT \leq 2,2$ EDT _(ort) : 2	$-4dB \leq C80 \leq 4dB$	LF80 $\geq 0,25$
Mekanizma Kapakları 90° Açık	$1,63 \leq T30 \leq 2$ T30 _(ort) : 1,82	$1,8 \leq EDT \leq 2,2$ EDT _(ort) : 2	$-4dB \leq C80 \leq 4dB$	LF80 $\geq 0,25$
Mekanizma Kapakları Kapalı	$1,63 \leq T30 \leq 2$ T30 _(ort) : 1,82	$1,8 \leq EDT \leq 2,2$ EDT _(ort) : 2	$-4dB \leq C80 \leq 4dB$	LF80 $\geq 0,25$
Mekanizmalar Kapaksız	$1,63 \leq T30 \leq 2$ T30 _(ort) : 1,82	$1,8 \leq EDT \leq 2,2$ EDT _(ort) : 2	$-4dB \leq C80 \leq 4dB$	LF80 $\geq 0,25$

Tablo 15. Mehmet Akif Ersoy yüzme havuzunun müzik faaliyetleri için kullanımı durumunda değerlendirilen nesnel parametrelerin optimum değer aralıkları

Senaryolar	T30 (Knudsen ve Harris,1988) (Şekil 9)	EDT (Mehta vd.,1999)	C80 (Beranek,1988)	LF80 (Odeon, 2009)
Mevcut Durum	$1,60 \leq T30 \leq 1,95$ T30 _(ort) : 1,78	$1,75 \leq EDT \leq 2,14$ EDT _(ort) : 1,95	$-4dB \leq C80 \leq 4dB$	$LF80 \geq 0,25$
Mekanizma Kapakları 45° Açık	$1,60 \leq T30 \leq 1,95$ T30 _(ort) : 1,78	$1,75 \leq EDT \leq 2,14$ EDT _(ort) : 1,95	$-4dB \leq C80 \leq 4dB$	$LF80 \geq 0,25$
Mekanizma Kapakları 90° Açık	$1,60 \leq T30 \leq 1,95$ T30 _(ort) : 1,78	$1,75 \leq EDT \leq 2,14$ EDT _(ort) : 1,95	$-4dB \leq C80 \leq 4dB$	$LF80 \geq 0,25$
Mekanizma Kapakları Kapalı	$1,60 \leq T30 \leq 1,95$ T30 _(ort) : 1,78	$1,75 \leq EDT \leq 2,14$ EDT _(ort) : 1,95	$-4dB \leq C80 \leq 4dB$	$LF80 \geq 0,25$
Mekanizmalar Kapaksız	$1,60 \leq T30 \leq 1,95$ T30 _(ort) : 1,78	$1,75 \leq EDT \leq 2,14$ EDT _(ort) : 1,95	$-4dB \leq C80 \leq 4dB$	$LF80 \geq 0,25$

Spor salonlarının konuşma faaliyetleri için kullanılması durumunda:

- Reverberasyon Süresine (T30) ait optimum değer aralığı her iki spor salonu için Knudsen ve Harris (Knudsen ve Harris,1988) (Şekil 9)'in 500Hz oktav bandında reverberasyon süresi- hacim için önerdiği optimum çınlama süresi grafiği referans alınmıştır. Grafiğe göre elde edilen T30 değerinin %10 aşağı ve üzeri değer aralığı esas alınmıştır. (Aldulrahimov,2005) (Şekil 41).



Şekil 41. Reverberasyon süresi- hacim için Knudsen ve Harris'in önerdiği optimum çınlama süresi grafiğinden elde edilen T30 değerleri (Knudsen ve Harris,1988)

Şekil 41'de Knudsen ve Harris (1988)'in konuşma salonu için önerdiği grafik eğrisi referans alınarak Beşirli Tenis Kortu ve Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunda konuşma etkinlikleri düzenlenmesi durumunda etkinlik alanlarının hacmine göre gereken optimum reverberasyon süreleri elde edilmiştir. Elde edilen optimum reverberasyon sürelerinin %10 aşağı ve üzeri değer aralığı optimum değer aralığı olarak belirlenmiştir.

- Erken düşme süresi (EDT) parametresinin optimum değerinin belirlenmesinde Mehta ve arkadaşlarının (Mehta vd., 1999) önerdiği T30-EDT arasındaki ilişki referans alınmıştır. Buna göre 500Hz oktav bandında elde edilen ortalama EDT değerleri, 500Hz'de elde edilen ortalama T30'dan küçük olmalıdır.
- Belirginlik (D50) parametresinin optimum değer aralığı için ISO/CD 3382 yönetmeliğinin önerdiği değer aralığı esas alınmıştır. Buna göre, 500Hz ve 1000Hz oktav bantlarında elde edilen ortalama D50 değeri $0,3 \leq x \leq 0,7$ aralığında olmalıdır.
- STI parametresinin optimum değerinin belirlenmesinde Houtgast vd. (1980)'nin önerdiği değerler referans alınmıştır.

- C80 parametresinin optimum değer aralığı için Gül vd. (2014)'nin önerdiği değer aralığı esas alınmıştır. Buna göre, 500Hz ve 1000Hz oktav bant frekanslarında elde edilen ortalama C80 değeri -2 dB- +2 dB aralığında olmalıdır.

Tablo 16 ve Tablo 17'de Beşirli Merkez Tenis Kortu ve Mehmet Akif Ersoy yüzme havuzunun müzik faaliyetleri için kullanımı durumunda değerlendirilen nesnel parametrelerin optimum değer aralıkları belirtilmektedir.

Tablo 16. Beşirli Merkez Tenis Kortunun konuşma faaliyetleri için kullanımı durumunda değerlendirilen parametrelerin optimum değer aralıkları

Senaryolar	T30 (Knudsen ve Harris,1988) (Şekil 9)	EDT (Mehta vd., 1999)	D50 (ISO/CD 3382)	STI (Houtgast vd., 1980)	C80 (Gül vd, 2014)
Mevcut Durum	$1 \leq T30 \leq 1,2$ T30 _(ort) : 1,12	EDT $\leq 1,12$	$0,3 \leq D50 \leq 0,7$	0,00 – 0,30 'kötü', 0,30 – 0,45 'zayıf', 0,45 – 0,60 'orta', 0,60 – 0,75 'iyi' 0,75-1,00 'mükemmel'	$-2 \leq C80 \leq +2$
Mekanizma Kapakları 45° Açık	$1 \leq T30 \leq 1,2$ T30 _(ort) : 1,12	EDT $\leq 1,12$	$0,3 \leq D50 \leq 0,7$	0,00 – 0,30 'kötü', 0,30 – 0,45 'zayıf', 0,45 – 0,60 'orta', 0,60 – 0,75 'iyi' 0,75-1,00 'mükemmel'	$-2 \leq C80 \leq +2$
Mekanizma Kapakları 90° Açık	$1 \leq T30 \leq 1,2$ T30 _(ort) : 1,12	EDT $\leq 1,12$	$0,3 \leq D50 \leq 0,7$	0,00 – 0,30 'kötü', 0,30 – 0,45 'zayıf', 0,45 – 0,60 'orta', 0,60 – 0,75 'iyi' 0,75-1,00 'mükemmel'	$-2 \leq C80 \leq +2$
Mekanizma Kapakları Kapalı	$1 \leq T30 \leq 1,2$ T30 _(ort) : 1,12	EDT $\leq 1,12$	$0,3 \leq D50 \leq 0,7$	0,00 – 0,30 'kötü', 0,30 – 0,45 'zayıf', 0,45 – 0,60 'orta', 0,60 – 0,75 'iyi' 0,75-1,00 'mükemmel'	$-2 \leq C80 \leq +2$
Mekanizmalar Kapaksız	$1 \leq T30 \leq 1,2$ T30 _(ort) : 1,12	EDT $\leq 1,12$	$0,3 \leq D50 \leq 0,7$	0,00 – 0,30 'kötü', 0,30 – 0,45 'zayıf', 0,45 – 0,60 'orta', 0,60 – 0,75 'iyi' 0,75-1,00 'mükemmel'	$-2 \leq C80 \leq +2$

Tablo 17. Mehmet Akif Ersoy yüzme havuzunun konuşma faaliyetleri için kullanımı durumunda değerlendirilen parametrelerin optimum değer aralıkları

Senaryolar	T30 (Knudsen ve Harris,1988) (Şekil 9)	EDT (Mehta vd., 1999)	D50 (ISO/CD 3382)	STI (Houtgast vd., 1980)	C80 (Gül vd., 2014)
Mevcut Durum	$0,99 \leq T30 \leq 1,21$ $T30_{(ort)}: 1,1$	$EDT \leq 1,1$	$0,3 \leq D50 \leq 0,7$	0,00 – 0,30 'kötü', 0,30 – 0,45 'zayıf', 0,45 – 0,60 'orta', 0,60 – 0,75 'iyi' 0,75-1,00 'mükemmel'	$-2 \leq C80 \leq +2$
Mekanizma Kapakları 45° Açık	$0,99 \leq T30 \leq 1,21$ $T30_{(ort)}: 1,1$	$EDT \leq 1,1$	$0,3 \leq D50 \leq 0,7$	0,00 – 0,30 'kötü', 0,30 – 0,45 'zayıf', 0,45 – 0,60 'orta', 0,60 – 0,75 'iyi' 0,75-1,00 'mükemmel'	$-2 \leq C80 \leq +2$
Mekanizma Kapakları 90° Açık	$0,99 \leq T30 \leq 1,21$ $T30_{(ort)}: 1,1$	$EDT \leq 1,1$	$0,3 \leq D50 \leq 0,7$	0,00 – 0,30 'kötü', 0,30 – 0,45 'zayıf', 0,45 – 0,60 'orta', 0,60 – 0,75 'iyi' 0,75-1,00 'mükemmel'	$-2 \leq C80 \leq +2$
Mekanizma Kapakları Kapalı	$0,99 \leq T30 \leq 1,21$ $T30_{(ort)}: 1,1$	$EDT \leq 1,1$	$0,3 \leq D50 \leq 0,7$	0,00 – 0,30 'kötü', 0,30 – 0,45 'zayıf', 0,45 – 0,60 'orta', 0,60 – 0,75 'iyi' 0,75-1,00 'mükemmel'	$-2 \leq C80 \leq +2$
Mekanizmalar Kapaksız	$0,99 \leq T30 \leq 1,21$ $T30_{(ort)}: 1,1$	$EDT \leq 1,1$	$0,3 \leq D50 \leq 0,7$	0,00 – 0,30 'kötü', 0,30 – 0,45 'zayıf', 0,45 – 0,60 'orta', 0,60 – 0,75 'iyi' 0,75-1,00 'mükemmel'	$-2 \leq C80 \leq +2$

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, Yapılan Çalışmalar bölümünde ODEON V10 simülasyon programı kullanılarak elde edilen T30 (Reverberasyon Süresi), EDT (Erken Düşme Süresi), D50 (Ayırt Edilebilirlik), C80 (Netlik), LF80 (Erken Yanal Ses Oranı) ve STI (Ses İletim İndeksi) parametrelerine ait sonuçlar değerlendirilmiştir. İncelenen spor yapılarının mevcut durumları ile önerilen akustik iyileştirmelere yönelik düzenlemeler için elde edilen sesin nesnel parametrelerine ait sonuçlar birbirleriyle ve optimum değerlerle karşılaştırılmıştır.

Spor faaliyetleri sırasında değerlendirilen sesin nesnel parametreleri:

- T30

Müzikal faaliyetler sırasında değerlendirilen sesin nesnel parametreleri:

- T30, EDT, C80, LF80

Konuşma faaliyetleri sırasında değerlendirilen sesin nesnel parametreleri:

- T30, EDT, D50, STI, C80 olarak belirlenmiştir.

Salonların mevcut durumu ve akustik iyileştirmelere yönelik düzenlemeler her bir senaryo için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu senaryolar:

- Mevcut durum ve seyirci alanı boş durumu
- Mevcut durum ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durumu
- Mevcut durum ve seyirci alanı %100 dolu durumu
- Mekanizma kapakları 45° açık ve seyirci alanı boş durumu
- Mekanizma kapakları 45° açık ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durumu
- Mekanizma kapakları 45° açık ve seyirci alanı %100 dolu durumu
- Mekanizma kapakları 90° açık ve seyirci alanı boş durumu
- Mekanizma kapakları 90° açık ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durumu
- Mekanizma kapakları 90° açık ve seyirci alanı %100 dolu durumu

- Mekanizma kapakları kapalı ve seyirci alanı boş durumu
- Mekanizma kapakları kapalı ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durumu
- Mekanizma kapakları kapalı ve seyirci alanı %100 dolu durumu
- Mekanizmaların kapaksız ve seyirci alanı boş durumu
- Mekanizmaların kapaksız ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durumu
- Mekanizmaların kapaksız ve seyirci alanının %100 dolu olduğu durumudur.

3.1. Beşirli Merkez Tenis Kortu İçin Seyirci Alanının Boş Olduğu Durumda Elde Edilen Nesnel Parametre Değerleri

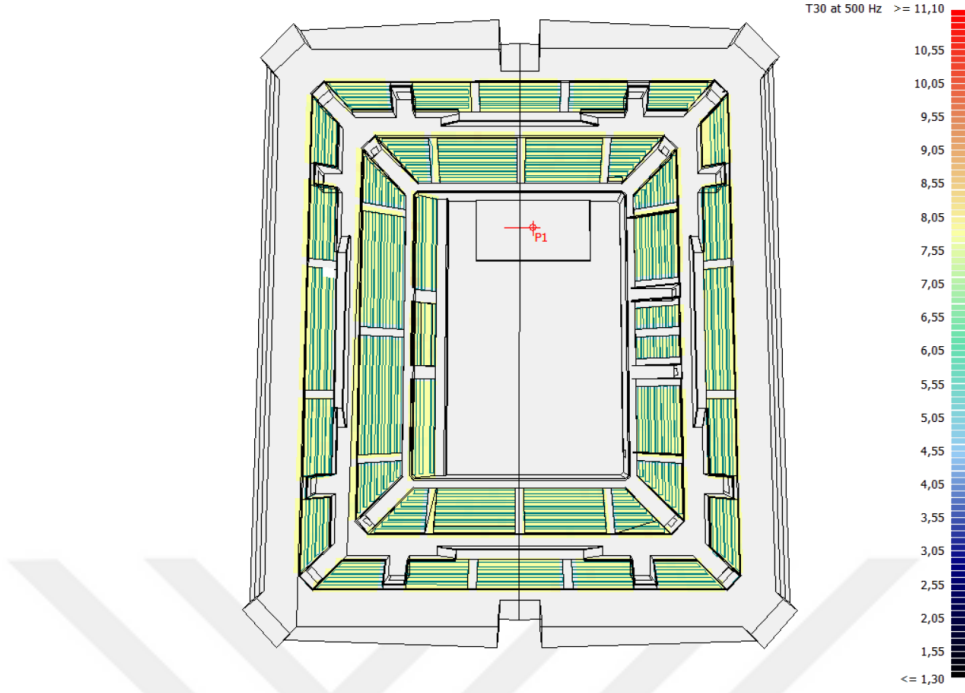
Bu başlık altında Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen T30, EDT, STI, D50, C80 ve LF80 sesin nesnel parametre değerleri detaylı olarak incelenmiştir.

3.1.1. T30 Değerlerinin Analizleri

Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen ortalama T30 değerleri Şekil 43'te yer almaktadır. Spor salonunun:

- Spor faaliyetleri için orta frekanslarda kabul edilen optimum T30 değer aralığı:
 $1,8 \leq T30 \leq 2,2$ sn (BB93, 2015)
- Müzikal faaliyetler için orta frekanslarda kabul edilen optimum T30 değer aralığı:
 $1,63 \leq T30 \leq 2$ sn (Knudsen ve Harris, 1988) (Şekil 9) ve
- Konuşma faaliyetleri için orta frekanslarda kabul edilen optimum T30 değeri aralığı:
 $1 \leq T30 \leq 1,2$ sn (Knudsen ve Harris, 1988) (Şekil 9) olarak belirlenmiştir.

Salonun mevcut durumu için seyirci alanı boş durumdaki T30 değeri için simülasyon programında elde edilen grid dağılımı Şekil 42'de yer almaktadır.



Şekil 42. Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen T30 grid dağılımı (500 Hz).

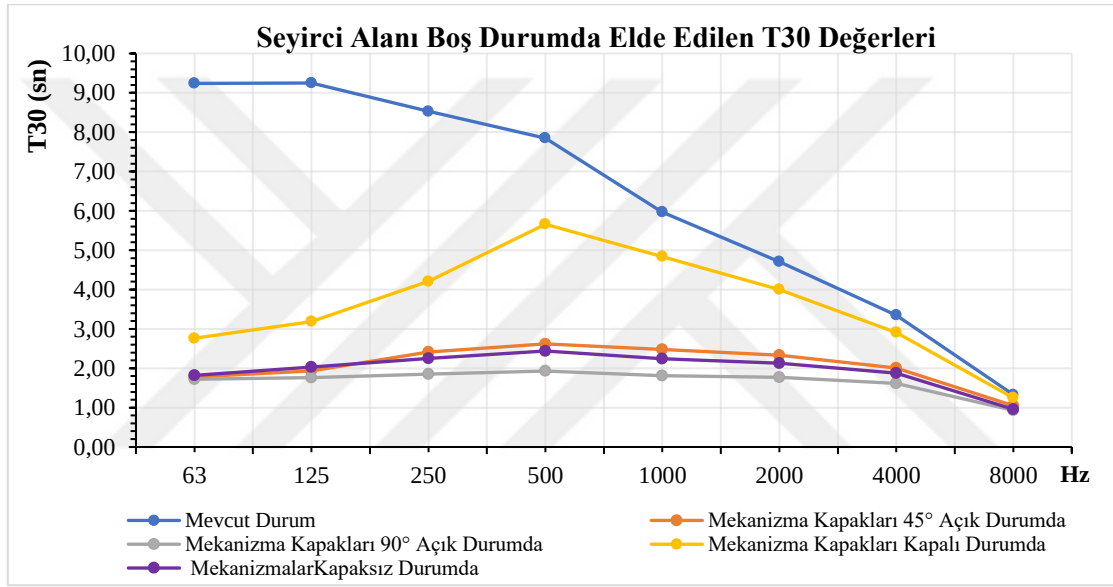
Seyirci alanı boş olduğunda salonun mevcut durumu için T30 değerleri, aşağı frekanslarda 125 Hz'e kadar artarken, 125 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla birlikte azalmaktadır. Mevcut durum için ortalama T30 değeri spor faaliyetleri için belirlenen orta frekans bölgesinde 6,17 sn olarak elde edilirken, konuşma ve müzik faaliyetleri için belirlenen orta frekans bölgesinde 7,85 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 43). Bu değerler spor, müzik ve konuşma faaliyetleri için kabul edilen optimum düzey aralıklarının oldukça üzerindedir.

Spor salonunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama T30 değerleri aşağı frekanslardan orta frekanslara doğru artış gösterirken, orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır.

Spor faaliyetleri için orta frekanslarda elde edilen ortalama T30 değerleri, prizmatik mekanizma kapakları 90° açık olduğu durumda 1,76 sn, 45° açık olduğu durumda 2,47 sn, kapalı olduğu durumda ise 4,83 sn'dir. Prizmatik mekanizmalar kapaksız olduğu durumda ise orta frekanslarda T30 değeri ise 2,27 sn'dir (Şekil 43).

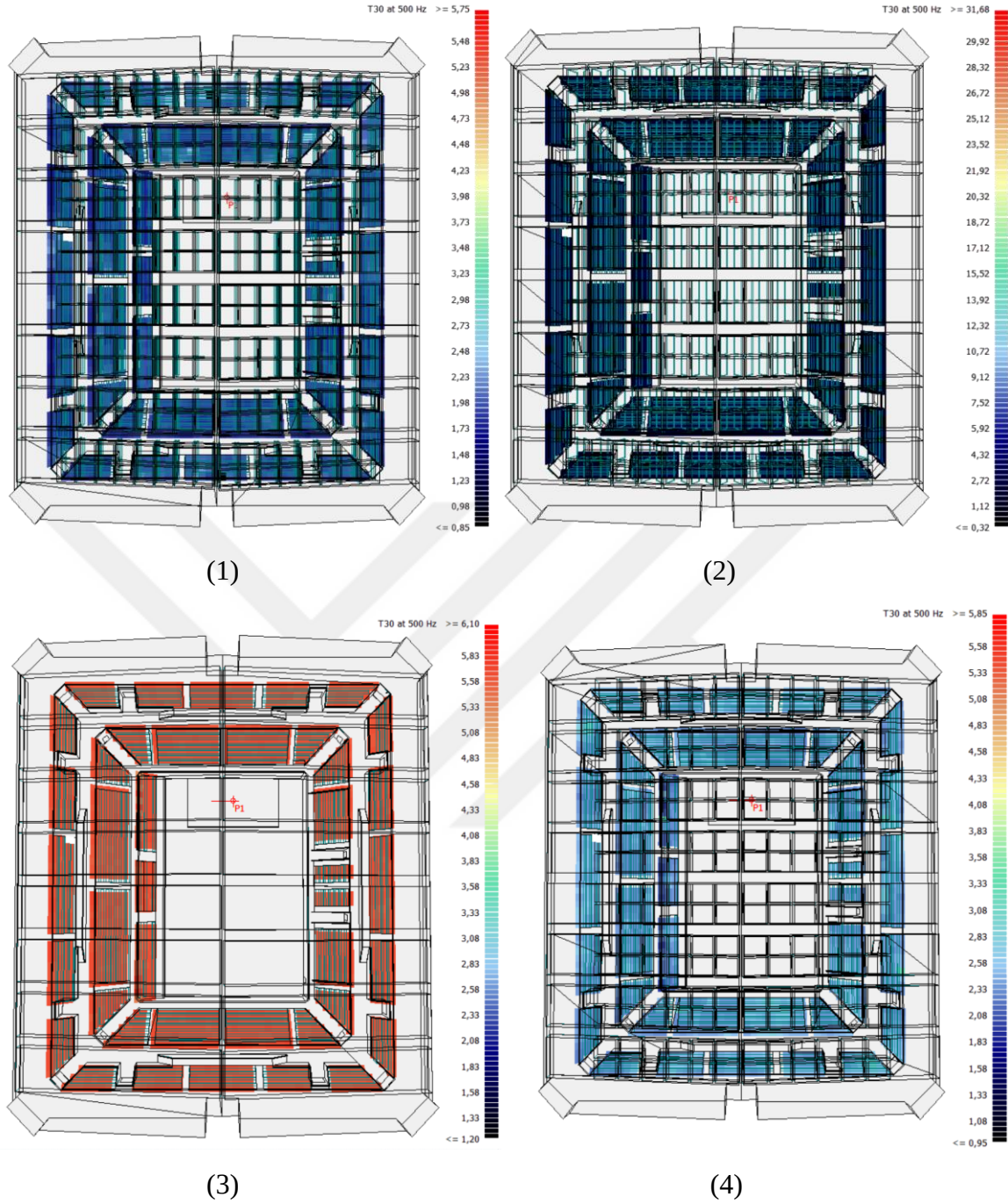
Konuşma ve müzik faaliyetleri için orta frekanslarda elde edilen ortalama T30 değerleri, prizmatik mekanizma kapakları 90° açık olduğu durumda 1,93 sn, 45° açık olduğu durumda 2,62 sn, kapalı olduğu durumda ise 5,66 sn'dir. Prizmatik mekanizmalar kapaksız olduğunda orta frekanslarda elde edilen T30 değeri ise 2,44 sn'dir (Şekil 43).

Salonda müzik faaliyetleri sırasında prizmatik mekanizma kapaklarının 90° açık olduğu durum için elde edilen ortalama T30 değeri, kabul edilen optimum değerler aralığında yer alırken; konuşma ve spor faaliyetleri için bütün senaryolardan elde edilen sayısal veriler optimum değer aralığının dışında kalmıştır.



Şekil 43. Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen T30 değerleri

Spor salonunda mevcut durum ile tavan yüzeyine prizmatik mekanizmaların yerleştirildiği durumların T30 değerleri karşılaştırıldığında, yeni sitemdeki malzemelerin mevcut duruma göre özellikle aşağı ve orta frekanslarda ses yutma katsayılarındaki artışına bağlı olarak azalma meydana geldiği görülmektedir. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların 500Hz'deki ortalama T30 değerine ait grid dağılımları Şekil 44'te yer almaktadır.



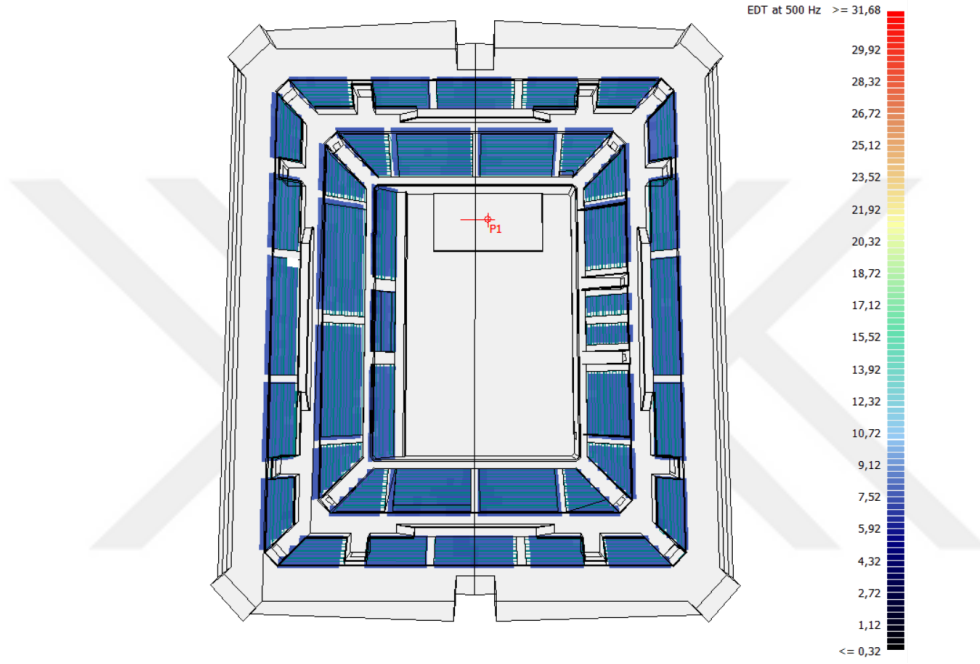
Şekil 44. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait T30 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

3.1.2. EDT Değerlerinin Analizleri

Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen ortalama EDT değerleri Şekil 46'da yer almaktadır. Spor salonunun:

- Müzikal faaliyetler için kabul edilen optimum EDT değeri 500Hz’de T30 değerinden %10 daha fazla: $1,8 \leq EDT \leq 2,2$
- Konuşma faaliyetleri için kabul edilen optimum EDT değeri 500Hz’de T30 değerinden küçük olmalıdır. (Mehta vd., 1999): $EDT \leq 1,12$

Salonun mevcut durumu için seyirci alanı boş durumdaki EDT değerine grid dağılımı Şekil 45’te yer almaktadır. (Şekil 45).



Şekil 45. Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen EDT değerinin grid dağılımı (500 Hz).

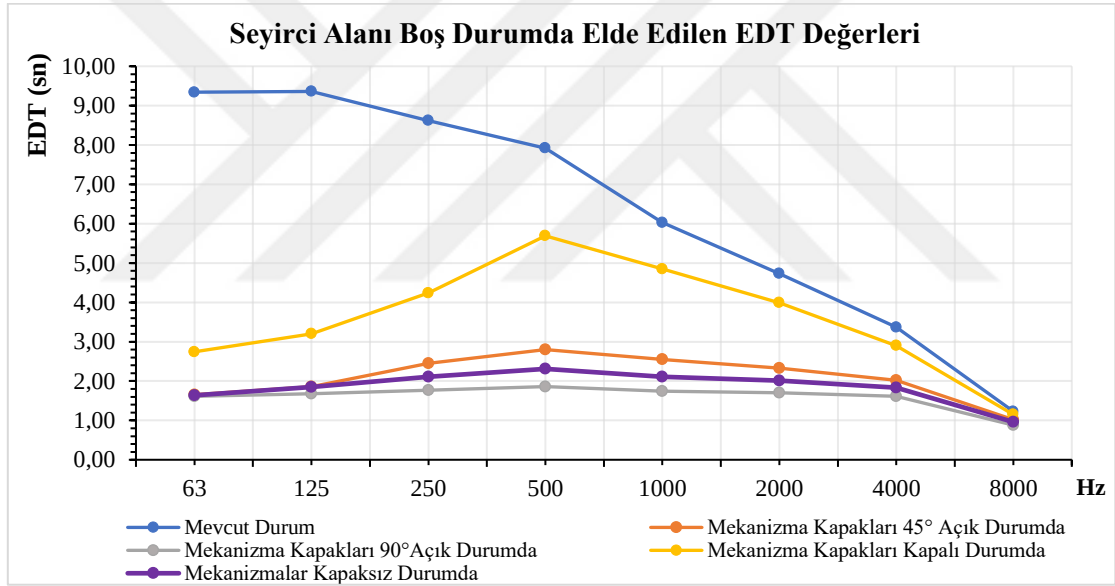
Seyirci alanı boş olduğunda salonun mevcut durumu için EDT değerlerinin aşağı frekanslarda 125 Hz'e kadar arttığı, 125 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla azaldığı görülmektedir. Mevcut durum için ortalama EDT değeri konuşma ve müzik faaliyetleri için belirlenen orta frekans bölgesinde 7,92 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 46). Bu değerler, müzik ve konuşma faaliyetleri için kabul edilen optimum düzey aralıklarının oldukça üzerindedir.

Spor salonunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama EDT değerleri, aşağı frekanslardan orta frekanslara doğru artarken orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır.

Müzik ve konuşma faaliyetleri için orta frekanslarda elde edilen ortalama EDT değerleri, prizmatik mekanizma kapakları 90° açık olduğu durumda 1,86 sn, 45° açık olduğu durumda 2,8 sn, kapalı olduğu durumda ise 5,69 sn'dir. Prizmatik mekanizmalar kapaksız olduğu durumda ise orta frekanslarda EDT değeri ise 2,31 sn'dir (Şekil 46).

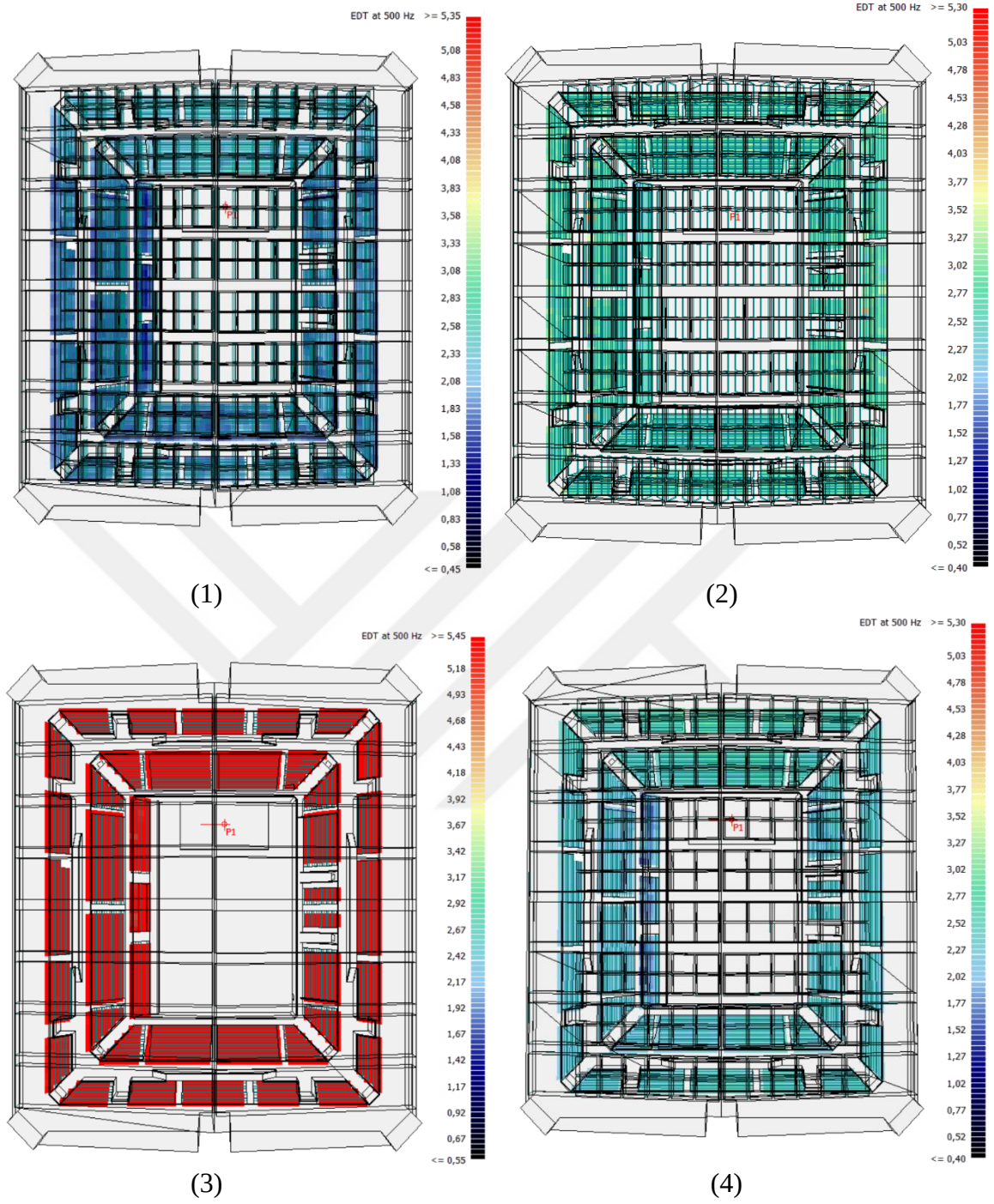
Salonda müzik faaliyetleri sırasında prizmatik mekanizma kapaklarının 90° açık olduğu durum için elde edilen ortalama EDT değeri, kabul edilen optimum değerler aralığında yer alırken; Mekanizma kapaklarının 45° açık olduğu, kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama EDT değerleri kabul edilen optimum değer aralığının üstünde yer almaktadır.

Konuşma faaliyetleri için ise bütün senaryolardan elde edilen sayısal veriler optimum değer aralığının oldukça üzerinde kalmaktadır.



Şekil 46. Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen EDT değerleri

Spor salonunda mevcut durum ile tavan yüzeyine prizmatik mekanizmaların yerleştirildiği durumların EDT değerleri karşılaştırıldığında, mevcut duruma göre özellikle aşağı ve orta frekanslarda azalma meydana geldiği görülmektedir. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların 500Hz'deki ortalama EDT değerlerine ait grid dağılımları Şekil 47'de yer almaktadır (Şekil 47).



Şekil 47. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait EDT değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

3.1.3. STI Değerlerinin Analizleri

Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen STI değerlerinin kümülatif dağılımının eşik değerleri (X50), Şekil 49’de yer almaktadır. Spor salonu için konuşma faaliyetleri sırasında kabul edilen STI değer aralıkları:

0,00 – 0,30 arasında 'kötü',

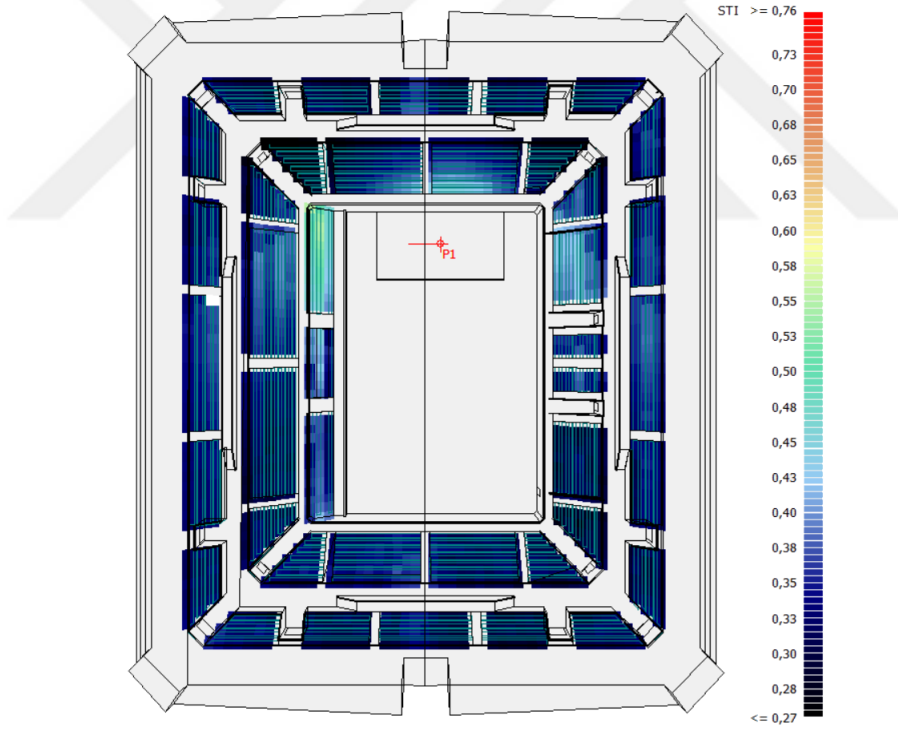
0,30 – 0,45 aralığında 'zayıf',

0,45 – 0,60 aralığında 'orta',

0,60 – 0,75 aralığında 'iyi' ve

0,75 – 1.00 aralığında 'mükemmel' olarak değerlendirilmiştir (Houtgast vd.,1980).

Salonun mevcut durumu için seyirci alanının boş olduğu durumdaki STI değerleri grid dağılımı Şekil 48’de yer almaktadır.

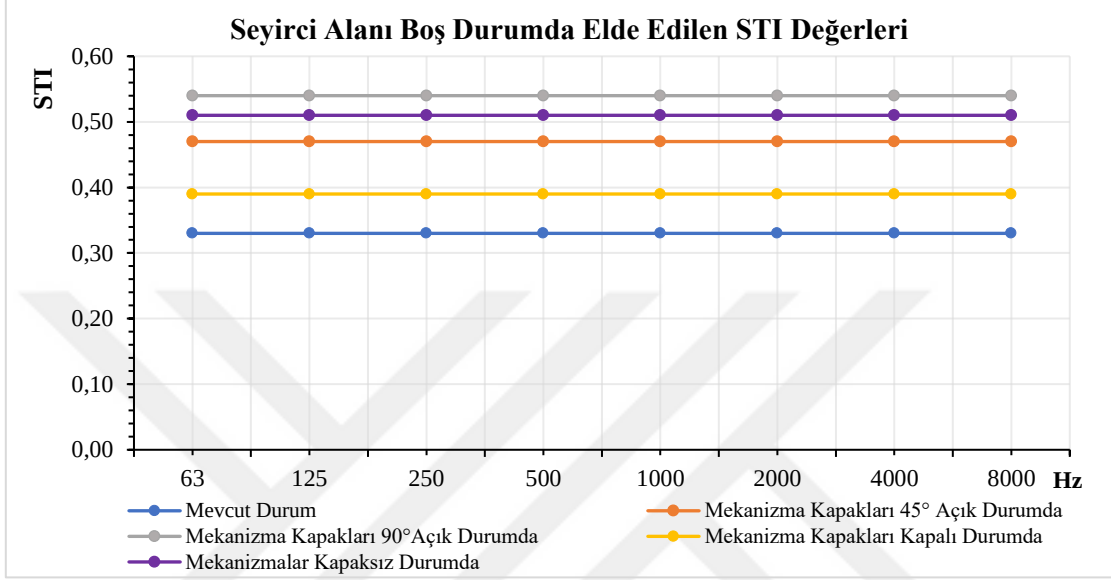


Şekil 48. Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen STI grid dağılımı.

Seyirci alanı boş olduğunda salonun mevcut durumu için elde edilen STI değeri 0,33 olup; belirlenen aralıklarda bu değer ‘zayıf’ düzeydedir.

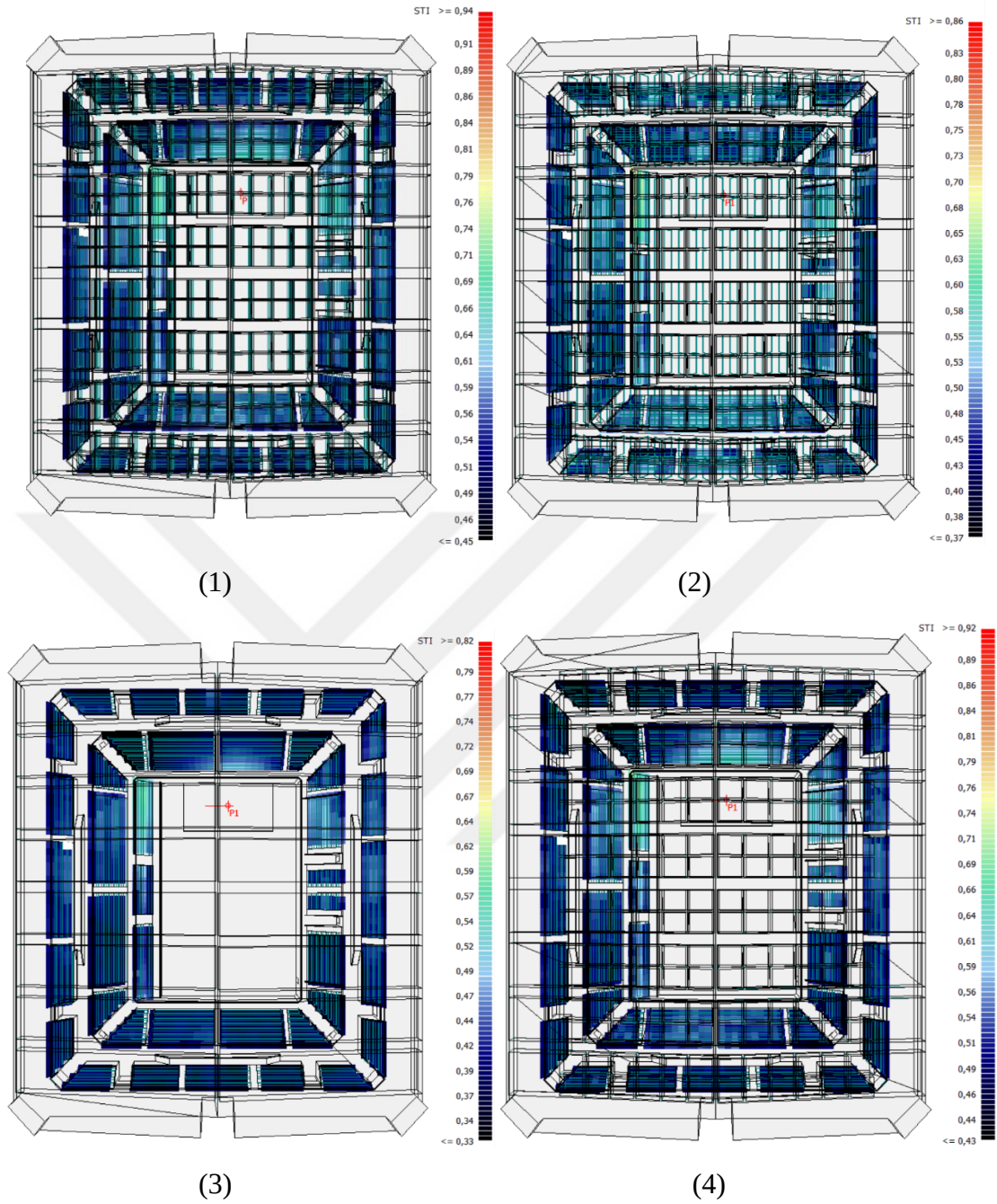
Spor salonunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° açık olduğu durumda ortalama STI değeri 0,54 iken bu

değer kapaklar 45° açık olduğu durumda 0,47 ve kapaklar kapalı olduğu durumda ise 0,39 olarak elde edilmiştir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda elde edilen STI değeri ise 0,51’dir (Şekil 49).



Şekil 49. Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen STI değerleri

STI değeri mekanizma kapaklarının 90° açık olduğu, 45° açık olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda ‘orta’ düzeyde iken; mekanizma kapaklarının kapalı olduğu durumda ‘zayıf’ düzeyde elde edilmiştir. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların ortalama STI değerlerine ait grid dağılımları Şekil 5’te yer almaktadır (Şekil 50).

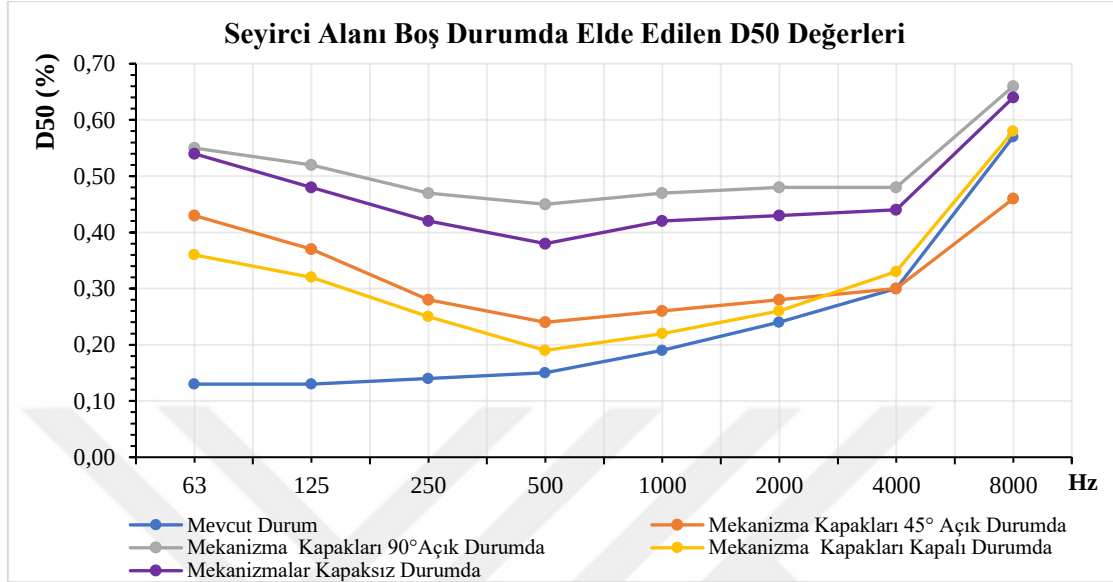


Şekil 50. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait STI değerlerinin grid dağılımları

3.1.4. D50 Değerlerinin Analizleri

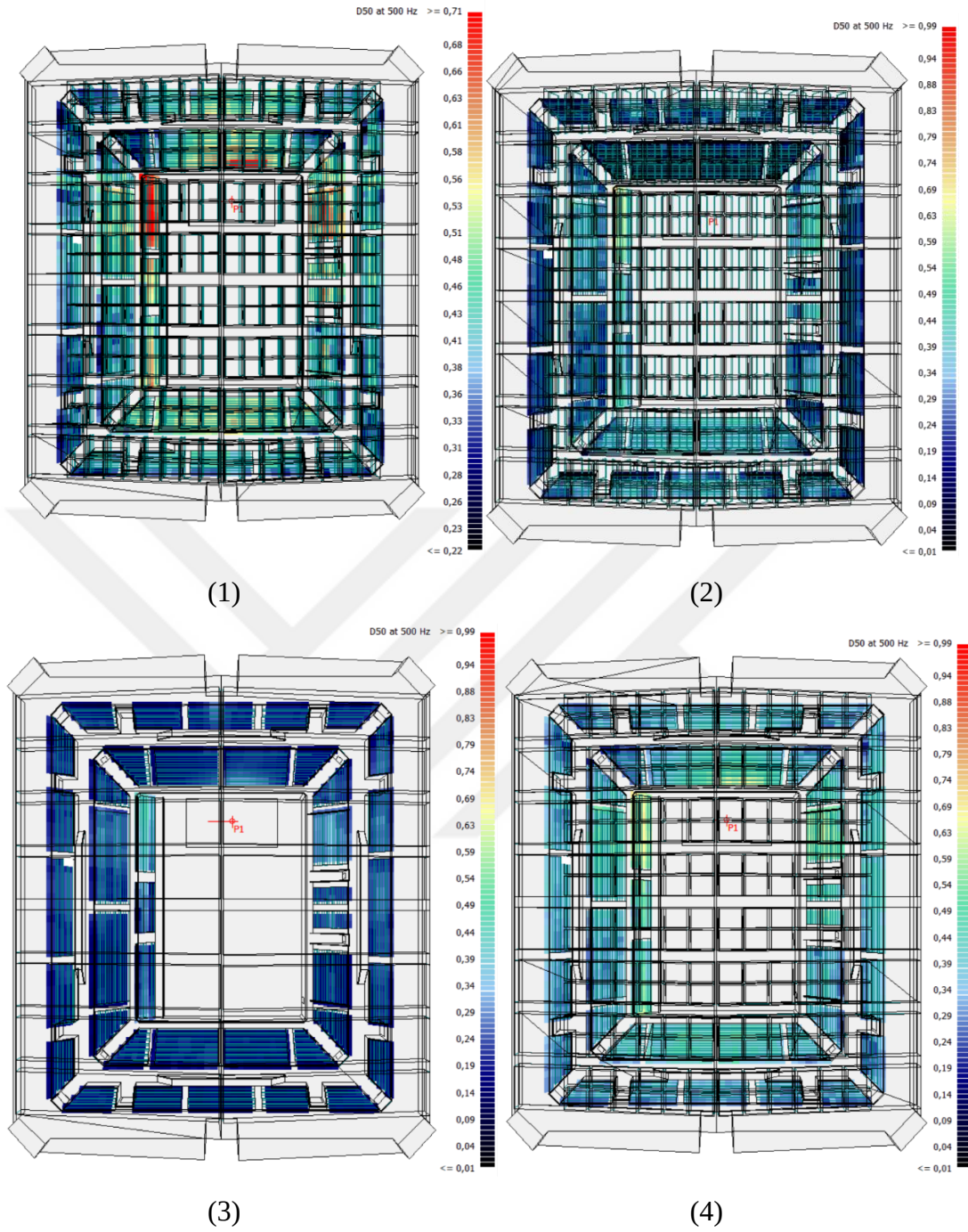
Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen ortalama D50 değerleri, Şekil 52’de yer almaktadır. Spor salonu için konuşma faaliyetleri

durumda 0,20 olarak elde edilmiştir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda ise 0,4 olarak elde edilmiştir (Şekil 52).



Şekil 52. Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen D50 değerleri

Salonda konuşma faaliyetleri sırasında prizmatik mekanizma kapaklarının 90° açık olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durumlar için elde edilen ortalama D50 değerleri, kabul edilen optimum değer aralığında yer almaktadır. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların 500 Hz 'deki ortalama D50 değerlerine ait grid dağılımları Şekil 53'te yer almaktadır (Şekil 53).



Şekil 53. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait D50 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz).

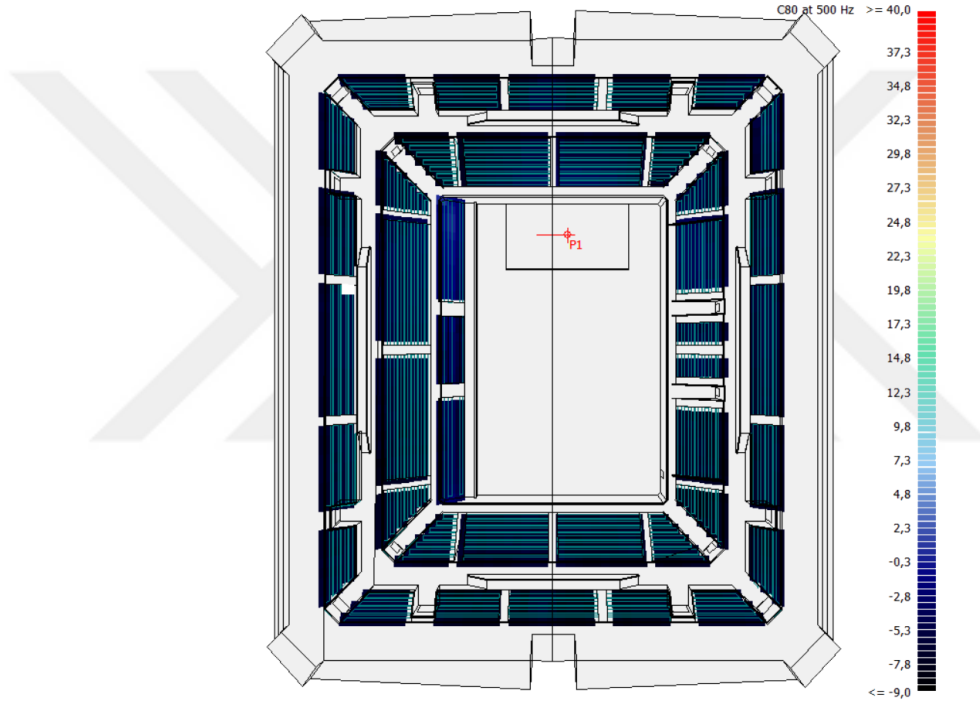
3.1.5. C80 Değerlerinin Analizleri

Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen ortalama C80 değerleri Şekil 55'te yer almaktadır.

- Spor salonu için müzikal faaliyetleri sırasında orta frekanslarda optimum C80 değeri: $-4\text{dB} \leq x \leq 4\text{dB}$ aralığında kabul edilmiştir (Beranek,1988).
- Spor salonu için konuşma faaliyetleri sırasında ise orta frekanslarda optimum C80 değeri $-2\text{dB} \leq x \leq 2\text{dB}$ aralığında kabul edilmiştir (Gül vd.,2014).

Optimum olarak belirlenen değer aralığının- yönünde azalması durumunda seslerin boğuklaştığı, 0'dan yüksek ise sesin kurulaştığı hissedilmektedir.

Salonun mevcut durumu için seyirci alanının boş olduğu durumdaki C80 değerleri grid dağılımı Şekil 54'te yer almaktadır.



Şekil 54. Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen C80 değerleri grid dağılımı (500 Hz).

Seyirci alanı boş olduğunda müzik ve konuşma faaliyetleri sırasında elde edilen ortalama C80 değeri aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru artmaktadır. Ortalama C80 değeri mevcut durum için orta frekans bölgesinde -5,41 olarak elde edilmiştir (Şekil 55). Bu değer, konuşma ve müzik etkinlikleri için kabul edilen optimum düzeyin altındadır.

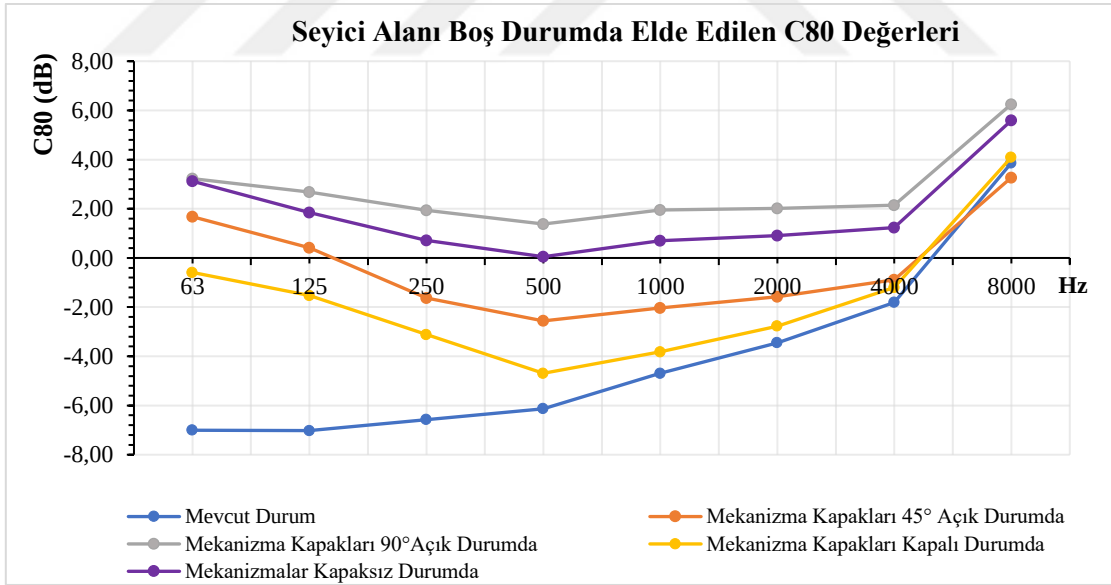
Spor salonunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama C80 değerlerinin aşağı

frekanslardan 500 Hz'e doğru azalırken, 500 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla arttığı görülmektedir.

Orta frekanslarda ortalama C80 değerleri prizmatik mekanizmaların kapakları 90° açık olduğu durumda 1,66, 45° açık olduğu durumda -2,29 ve kapalı olduğu durumda -4,25 olarak elde edilmiştir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda ise orta frekanslarda C80 değeri ise 0,37 olarak elde edilmiştir (Şekil 55).

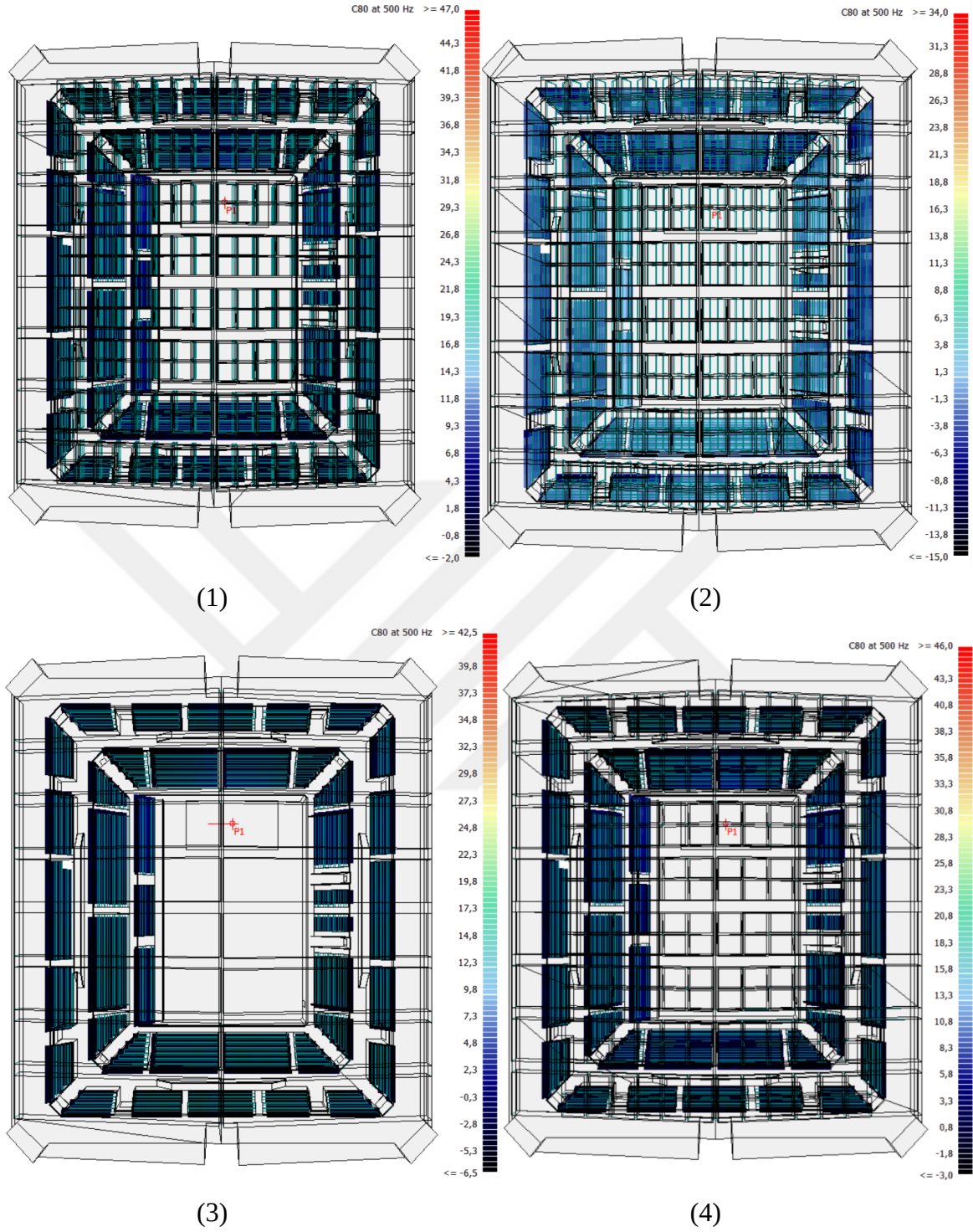
- Salonda müzikal faaliyetler sırasında prizmatik mekanizmalarının kapaklarının 90° açık olduğu, 45° açık olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durumlar için elde edilen ortalama C80 değerleri, kabul edilen optimum değer aralığında yer almaktadır.
- Salonda konuşma faaliyetleri sırasında prizmatik mekanizmalarının kapaklarının 90° açık olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durumlar için elde edilen ortalama C80 değerleri, kabul edilen optimum değer aralığında yer almaktadır.

Elde edilen sonuçlardan da anlaşıldığı üzere orta ve alçak frekanslardaki yüksek T30 değerleri çınlayan bir ortamın varlığını belirttikleri için C80 değerlerinde bu frekanslarda düşüş görülmektedir.



Şekil 55. Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen C80 değerleri

Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların 500 Hz'deki ortalama C80 değerlerine ait grid dağılımları Şekil 56'da yer almaktadır.



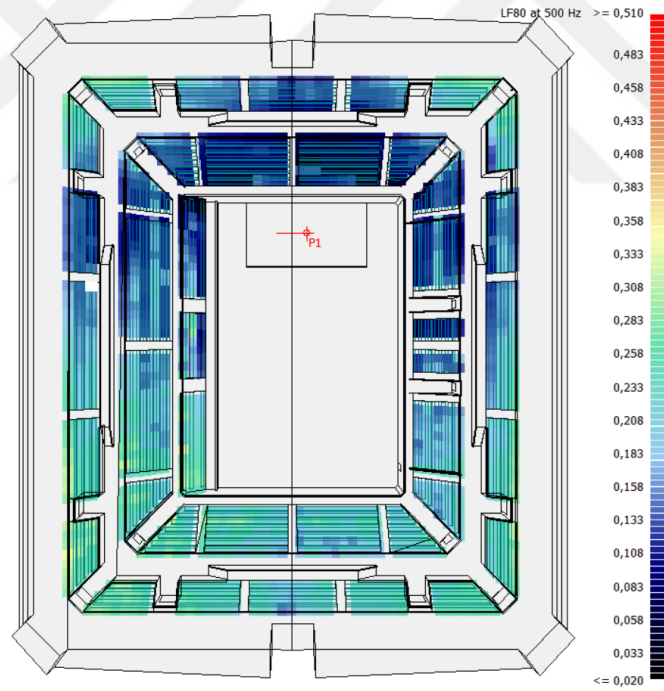
Şekil 56. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait C80 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

3.1.6. LF80 Değerlerinin Analizleri

Hacmin yan yüzeylerinden yansıyarak ulaşan enerjinin toplam ses enerjisine oranı olan bu parametre hacmin büyüklüğü ve yan duvarların uzaklığı ile yakından ilgilidir. Yan duvar uzaklığı arttıkça LF80 değerleri azalmaktadır.

Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanı boş olduğunda elde edilen ortalama LF80 değerleri, Şekil 58’de yer almaktadır. Spor salonu için müzikal faaliyetleri sırasında orta frekanslarda ortalama optimum LF80 değeri, $LF80 \geq 0,25$ aralığında kabul edilmiştir (Odeon, 2009).

Salonun mevcut durumu için seyirci alanı boş olduğu durumdaki LF80 değerleri grid dağılımı Şekil 57’de yer almaktadır.



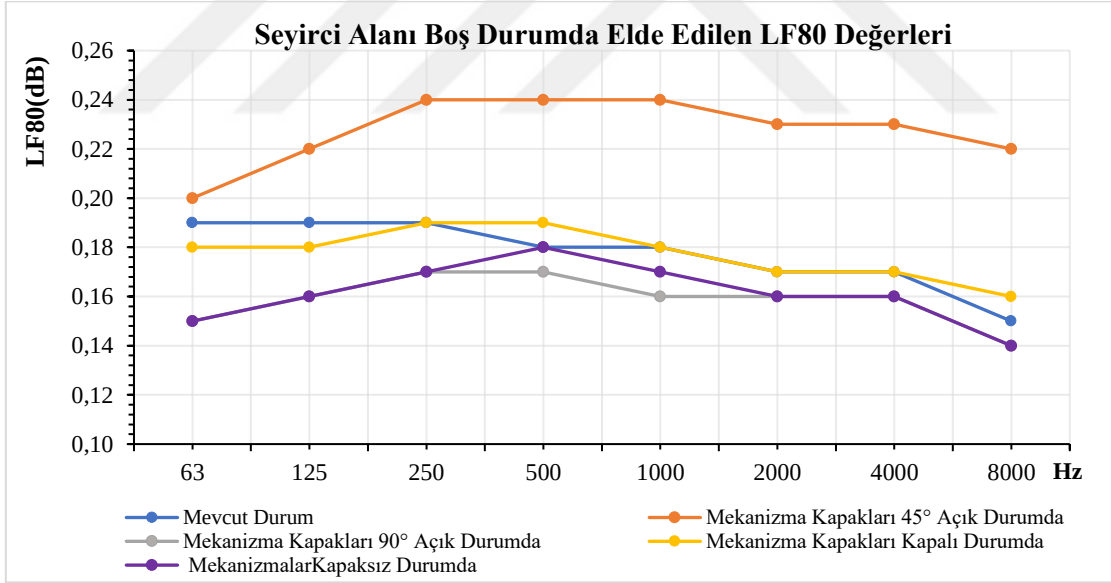
Şekil 57. Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen LF80 değerleri grid dağılımı (500 Hz).

Seyirci alanı boş olduğunda müzikal faaliyetleri sırasında elde edilen ortalama LF80 değeri aşağı frekanslardan 250 Hz’e kadar sabit kalmakta, 250 Hz’in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla azalmaktadır. Ortalama LF80 değeri mevcut durum için orta frekans

bölgesinde 0,18 olarak elde edilmiştir (Şekil -58). Bu değer, kabul edilen optimum düzeyin altındadır.

Spor salonunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama LF80 değerleri aşağı frekanslardan 500 Hz'e doğru artarken, 500 Hz'in üzerindeki frekanslara doğru azalmaktadır. Prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° açık olduğu durumda ise aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar artmakta, 250Hz-500Hz aralığında sabit kalmakta, 500Hz-1000Hz aralığında azalmakta, 1000 Hz-4000 Hz aralığında sabit kalmakta, 4000Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla azalmaktadır.

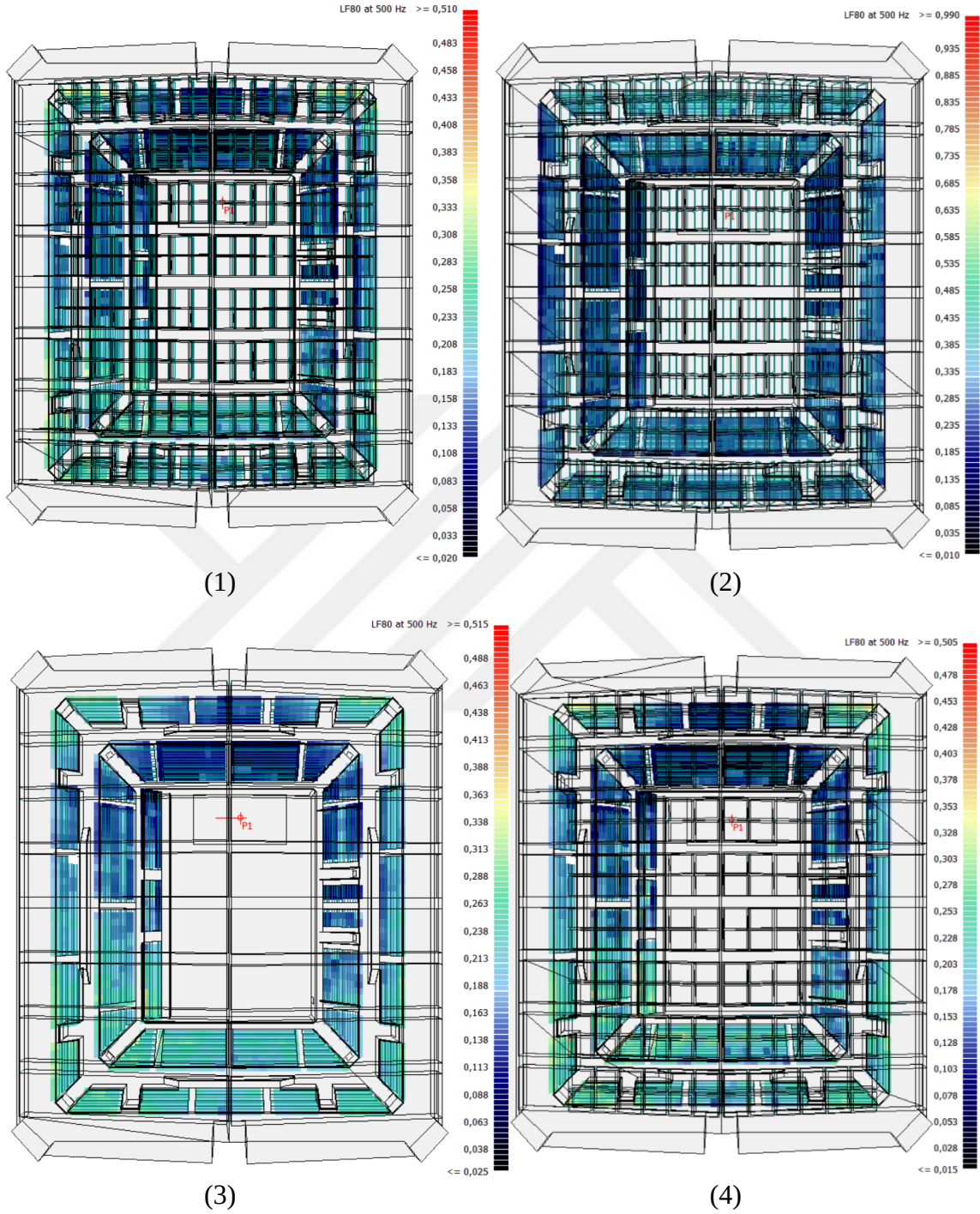
Orta frekanslarda ortalama LF80 değerleri prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° açık olduğu durumda 0,16, 45° açık olduğu durumda 0,24 ve kapalı olduğu durumda 0,17 olarak elde edilmiştir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda ise 0,18 olarak elde edilmiştir (Şekil 58).



Şekil 58. Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen LF80 değerleri

Salonda müzik faaliyetleri sırasında prizmatik mekanizma kapaklarının 90° açık olduğu, kapakların 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama LF80 değerleri kabul edilen optimum değer aralığının altında yer almaktadır. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan

senaryoların ortalama LF80 değerlerine ait grid dağılımları Şekil 59’da yer almaktadır (Şekil 59).



Şekil 59. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait LF80 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

3.2. Beşirli Merkez Tenis Kortu İçin Seyirci Alanının %50 Dolu Olduğu Durumda Elde Edilen Nesnel Parametre Değerleri

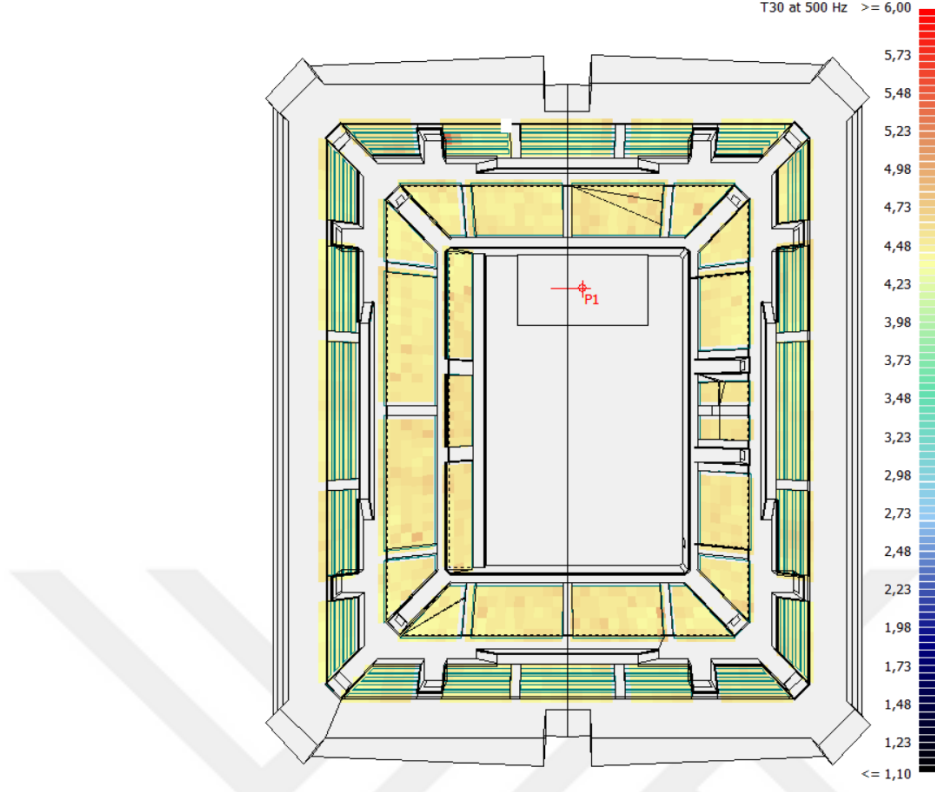
Bu başlık altında Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen T30, EDT, STI, D50, C80 ve LF80 sesin nesnel parametre değerleri detaylı olarak incelenmiştir.

3.2.1. T30 Değerlerinin Analizleri

Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen ortalama T30 değerleri, Şekil 61’de yer almaktadır. Spor salonunun:

- Spor faaliyetleri için orta frekanslarda kabul edilen optimum T30 değer aralığı: $1,8 \leq T30 \leq 2,2$ sn (BB93, 2015)
- Müzikal faaliyetler için orta frekanslarda kabul edilen optimum T30 değer aralığı: $1,63 \leq T30 \leq 2$ sn (Knudsen ve Harris, 1988) (Şekil 9) ve
- Konuşma faaliyetleri için orta frekanslarda kabul edilen optimum T30 değeri aralığı: $1 \leq T30 \leq 1,2$ sn (Knudsen ve Harris, 1988) (Şekil 9) olarak belirlenmiştir.

Salonun mevcut durumu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumdaki T30 değerleri grid dağılımı Şekil 60’ta yer almaktadır.



Şekil 60. Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen T30 değerleri grid dağılımı.

Seyirci alanının %50 dolu olduğunda salonun mevcut durumu için T30 değerleri, aşağı frekanslarda 125 Hz'e kadar artarken, 125 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla birlikte azalmaktadır.

Mevcut durum için ortalama T30 değeri spor faaliyetleri için belirlenen orta frekans bölgesinde 3,95 sn olarak elde edilirken, konuşma ve müzik faaliyetleri için belirlenen orta frekans bölgesinde 4,52 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 61). Bu değerler spor, müzik ve konuşma faaliyetleri için kabul edilen optimum düzey aralıklarının oldukça üzerindedir.

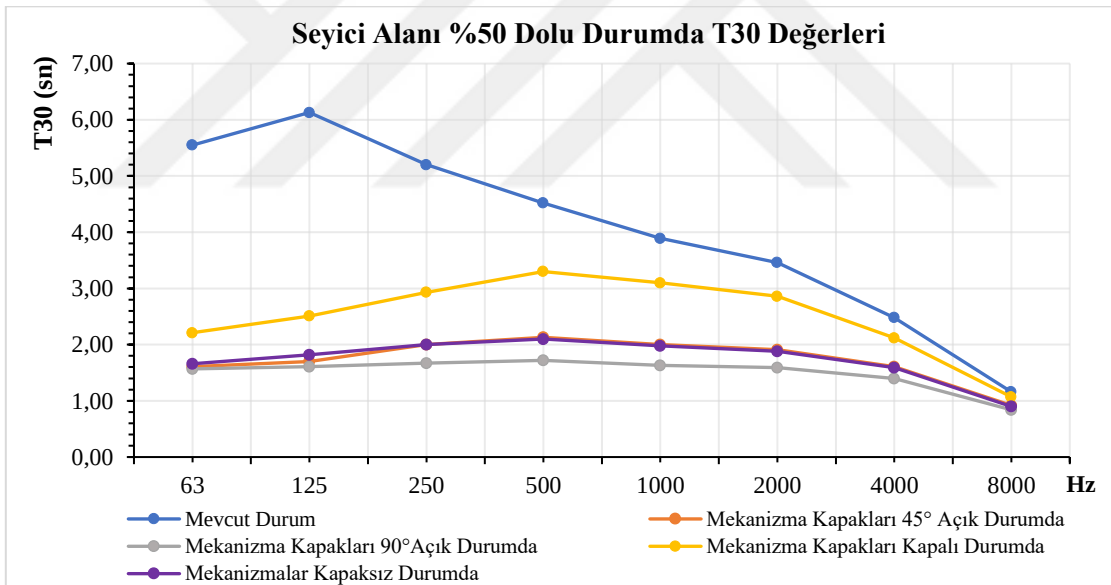
Spor salonunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama T30 değerleri aşağı frekanslardan orta frekanslara doğru artış gösterirken, orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır.

Spor faaliyetleri için orta frekanslarda elde edilen ortalama T30 değerleri, prizmatik mekanizma kapaklarının 90° açık olduğu durumda 1,64 sn, 45° açık olduğu durumda 2,01

sn, kapalı olduğu durumda ise 3,08 sn'dir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda ise orta frekanslarda T30 değeri ise 1,98 sn'dir.

Konuşma ve müzik faaliyetleri için orta frekanslarda elde edilen ortalama T30 değerleri, prizmatik mekanizma kapaklarının 90° açık olduğu durumda 1,72 sn, 45° açık olduğu durumda 2,13 sn, kapalı olduğu durumda ise 3,3 sn'dir. Prizmatik mekanizmalar kapaksız olduğunda orta frekanslarda elde edilen T30 değeri ise 2,1 sn'dir (Şekil 61).

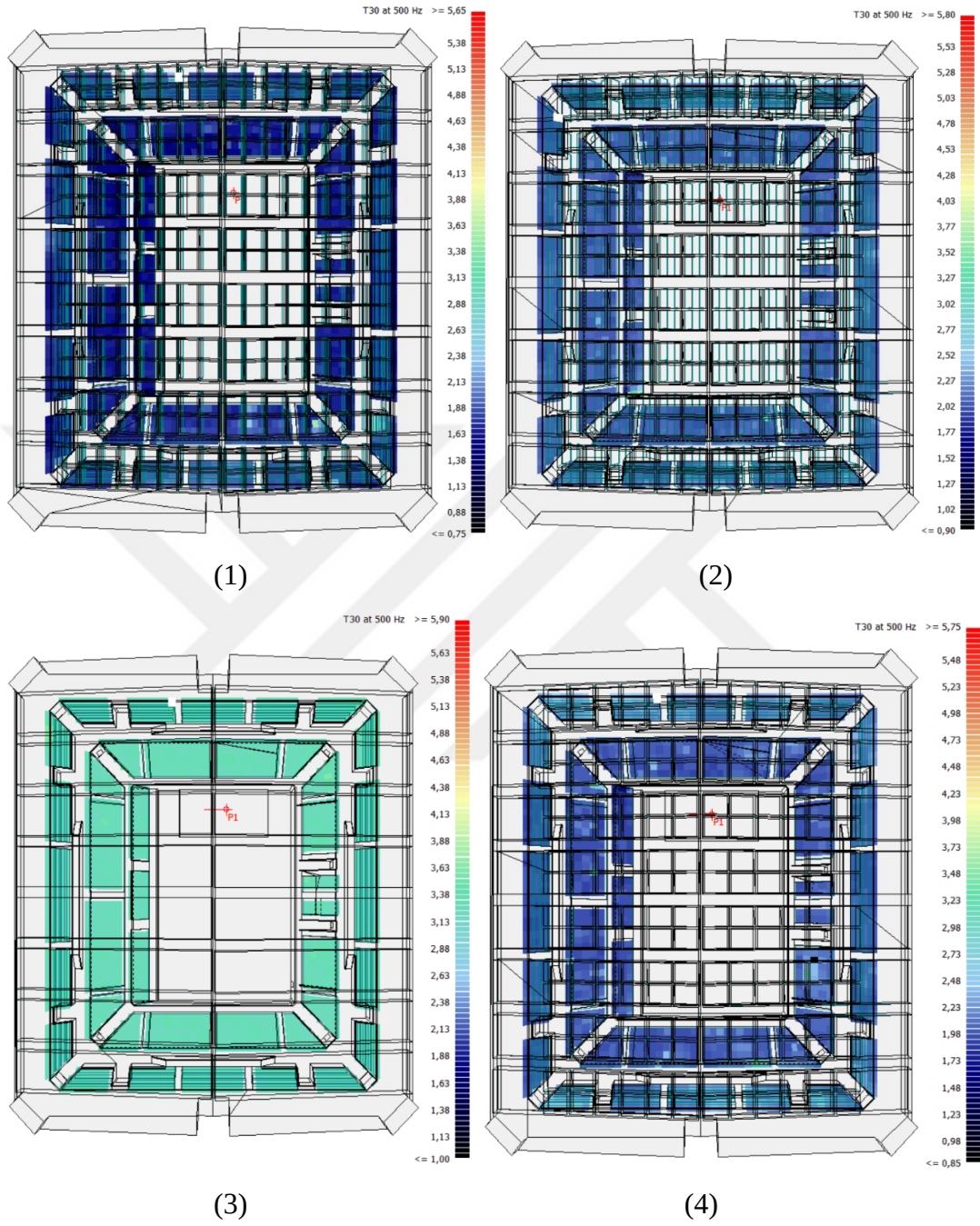
- Salonda spor faaliyetleri sırasında prizmatik mekanizma kapaklarının 45° açık olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durum için elde edilen ortalama T30 değerleri kabul edilen optimum değerler aralığında yer almaktadır.
- Salonda müzik faaliyetleri sırasında prizmatik mekanizma kapaklarının 90° açık olduğu durum için elde edilen ortalama T30 değeri optimum değerler aralığında yer alırken; konuşma faaliyetleri için bütün senaryolardan elde edilen sayısal veriler optimum değer aralığının oldukça üzerinde kalmaktadır.



Şekil 61. Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen T30 değerleri

Spor salonunda mevcut durum ile tavan yüzeyine prizmatik mekanizmaların yerleştirildiği durumların T30 değerleri karşılaştırıldığında, yeni sitemdeki malzemelerin mevcut duruma göre özellikle aşağı ve orta frekanslarda ses yutma katsayılarındaki artışına bağlı olarak azalma meydana geldiği görülmektedir. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan

senaryoların 500 Hz 'deki ortalama T30 değerlerine ait grid dağılımları Şekil 62'de yer almaktadır.



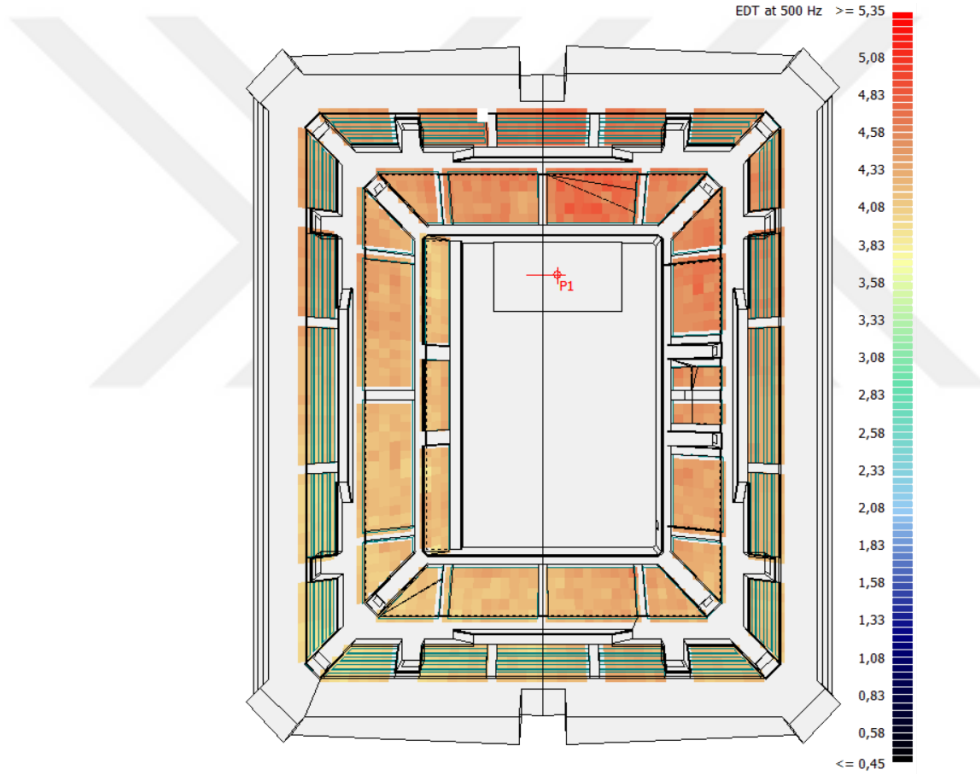
Şekil 62. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait T30 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

3.2.2. EDT Değerlerinin Analizleri

Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen ortalama EDT değerleri Şekil 64'te yer almaktadır. Spor salonunun:

- Müzikal faaliyetler için kabul edilen optimum EDT değeri T30 değerinden %10 daha fazla: $1,8 \leq EDT \leq 2,2$
- Konuşma faaliyetleri için kabul edilen optimum EDT değeri T30 değerinden küçük olmalıdır. (Mehta vd., 1999): $EDT \leq 1,12$

Salonun mevcut durumu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumdaki EDT değerleri grid dağılımı Şekil 63'te yer almaktadır.



Şekil 63. Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen EDT değerleri grid dağılımı (500 Hz).

Seyirci alanının %50 dolu olduğunda salonun mevcut durumu için EDT değerlerinin aşağı frekanslarda 125 Hz'e kadar artarken, 125 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla azaldığı görülmektedir.

Mevcut durum için ortalama EDT değeri; konuşma ve müzik faaliyetleri için belirlenen orta frekans bölgesinde 4,35 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 64). Bu değer müzik ve konuşma faaliyetleri için kabul edilen optimum düzey aralıklarının oldukça üzerindedir.

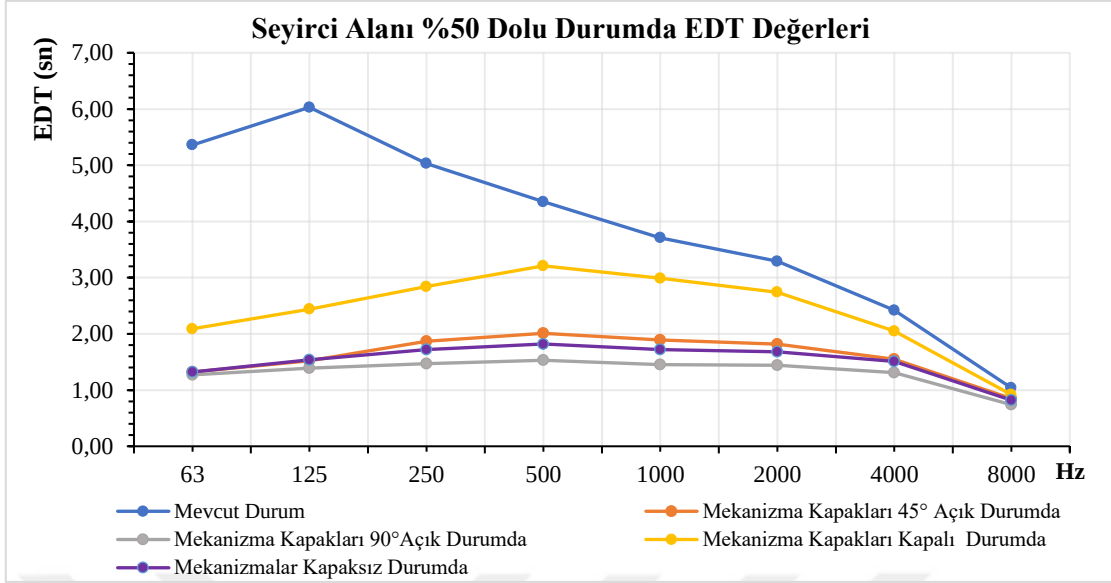
Spor salonunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama EDT değerleri, aşağı frekanslardan orta frekanslara doğru artarken orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır.

Müzik ve konuşma faaliyetleri için orta frekanslarda elde edilen ortalama EDT değerleri, prizmatik mekanizma kapaklarının 90° açık olduğu durumda 1,53 sn, 45° açık olduğu durumda 2,01 sn, kapalı olduğu durumda ise 3,21 sn'dir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda ise orta frekanslarda EDT değeri ise 1,82 sn'dir (Şekil 64).

Salonda:

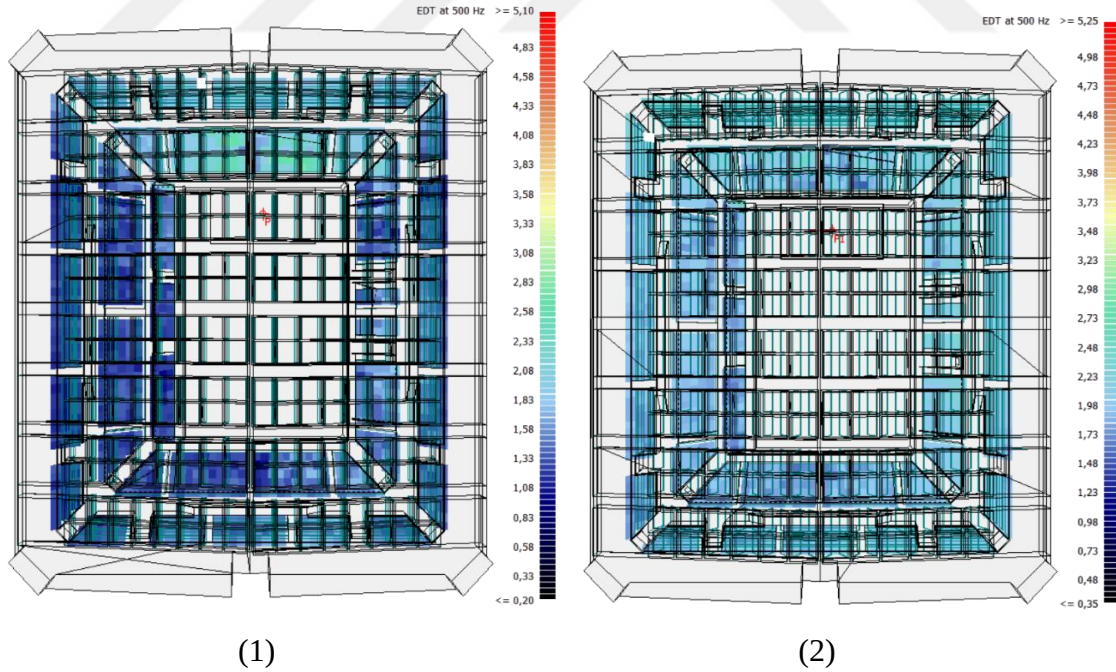
- Müzik faaliyetleri sırasında prizmatik mekanizma kapaklarının 45° açık olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama EDT değerleri, kabul edilen optimum değer aralığında yer almaktadır.
- Konuşma faaliyetleri sırasında tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama EDT değerleri kabul edilen optimum değer aralığının oldukça üzerinde yer almaktadır.

Spor salonunda mevcut durum ile tavan yüzeyine prizmatik mekanizmaların yerleştirildiği durumların EDT değerleri karşılaştırıldığında, mevcut duruma göre özellikle aşağı ve orta frekanslarda azalma meydana geldiği görülmektedir.



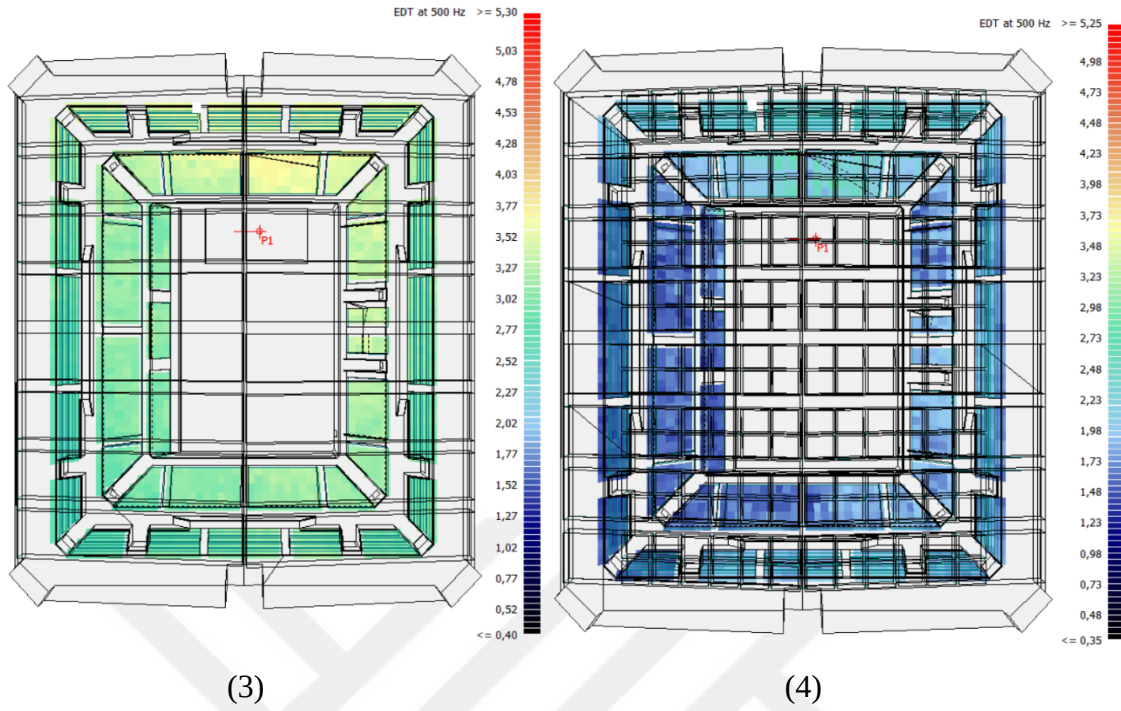
Şekil 64. Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen EDT değerleri

Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların 500 Hz'deki ortalama EDT değerlerine ait grid dağılımları Şekil 65'te yer almaktadır (Şekil 65).



Şekil 65. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait EDT değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

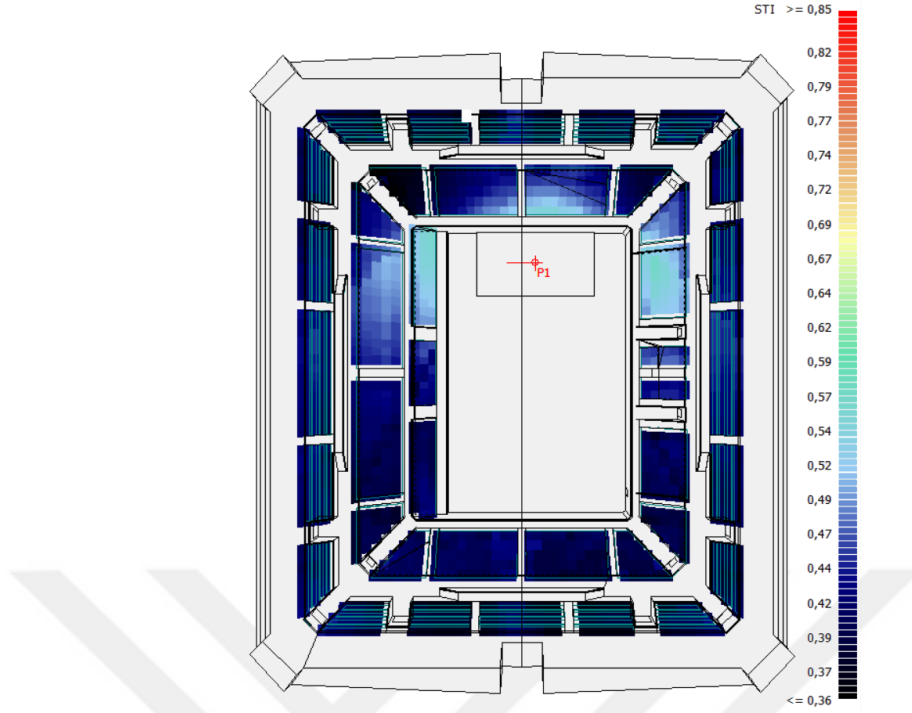
Şekil 65'in devamı



3.2.3. STI Değerlerinin Analizleri

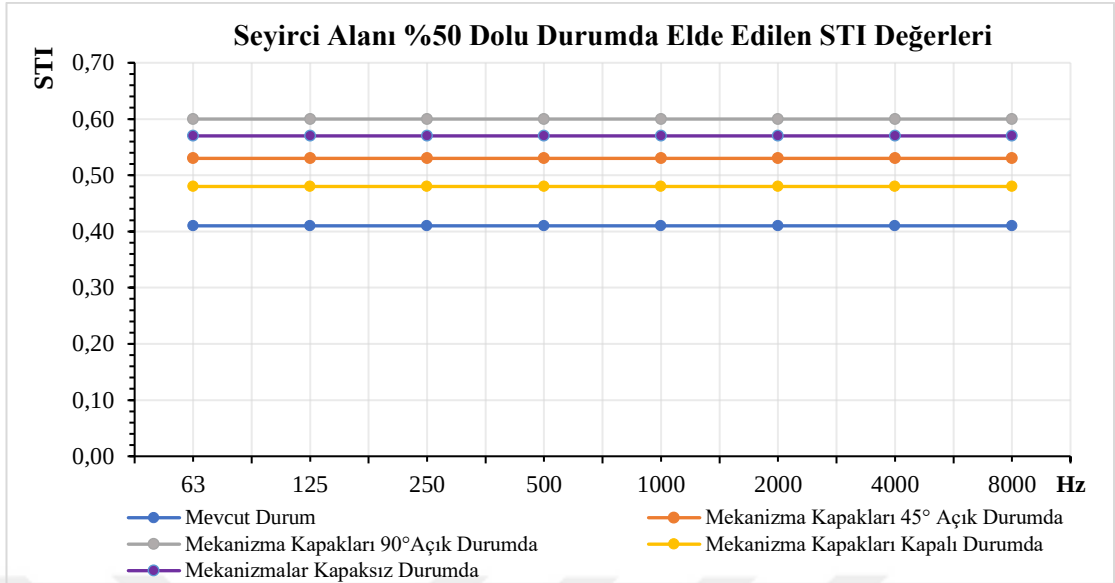
Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen STI değerlerinin kümülatif dağılımının eşik değerleri (X50) Şekil 67'de yer almaktadır. Spor salonu için konuşma faaliyetleri sırasında kabul edilen STI değer aralıkları Tablo 2'de yer almaktadır.

Seyirci alanı %50 dolu olduğunda salonun mevcut durumu için elde edilen STI değeri 0,41 olup belirlenen aralıklarda bu değer 'zayıf' düzeydedir. Salonun mevcut durumu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumdaki STI değeri grid dağılımı Şekil 66'da yer almaktadır.



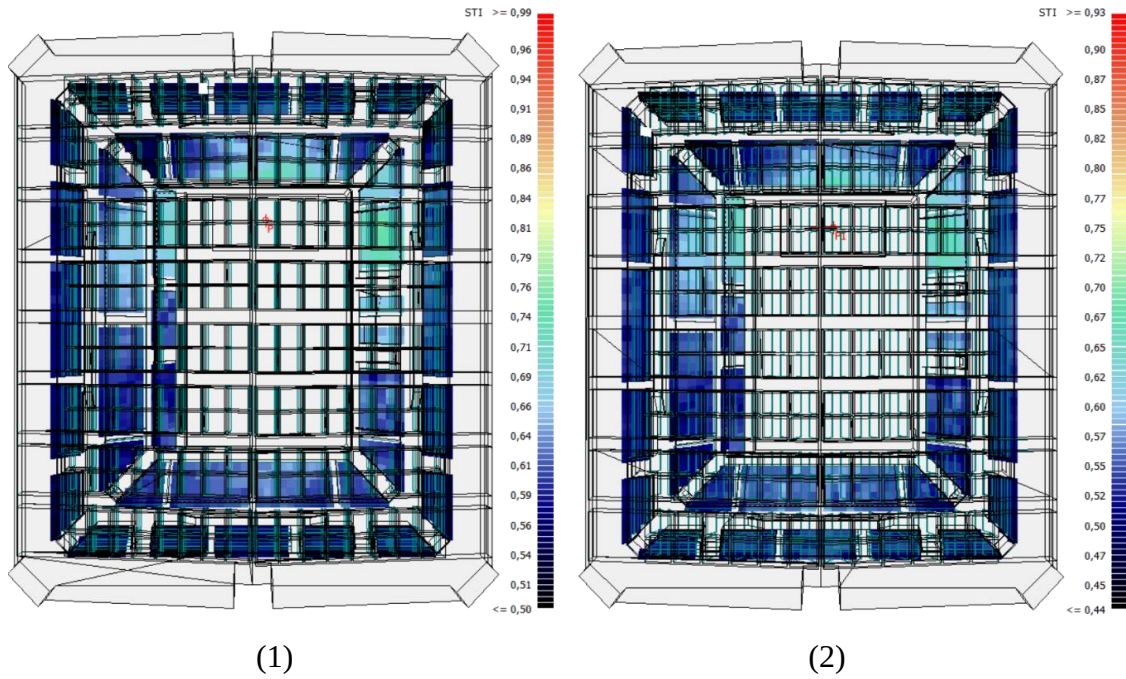
Şekil 66. Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen STI grid dağılımı (500 Hz).

Spor salonunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapakları 90° açık olduğu durumda ortalama STI değeri 0,6 iken; bu değer kapaklar 45° açık olduğu durumda 0,53 ve kapaklar kapalı olduğu durumda ise 0,48 olarak elde edilmiştir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda elde edilen STI değeri ise 0,57'dir (Şekil 67).



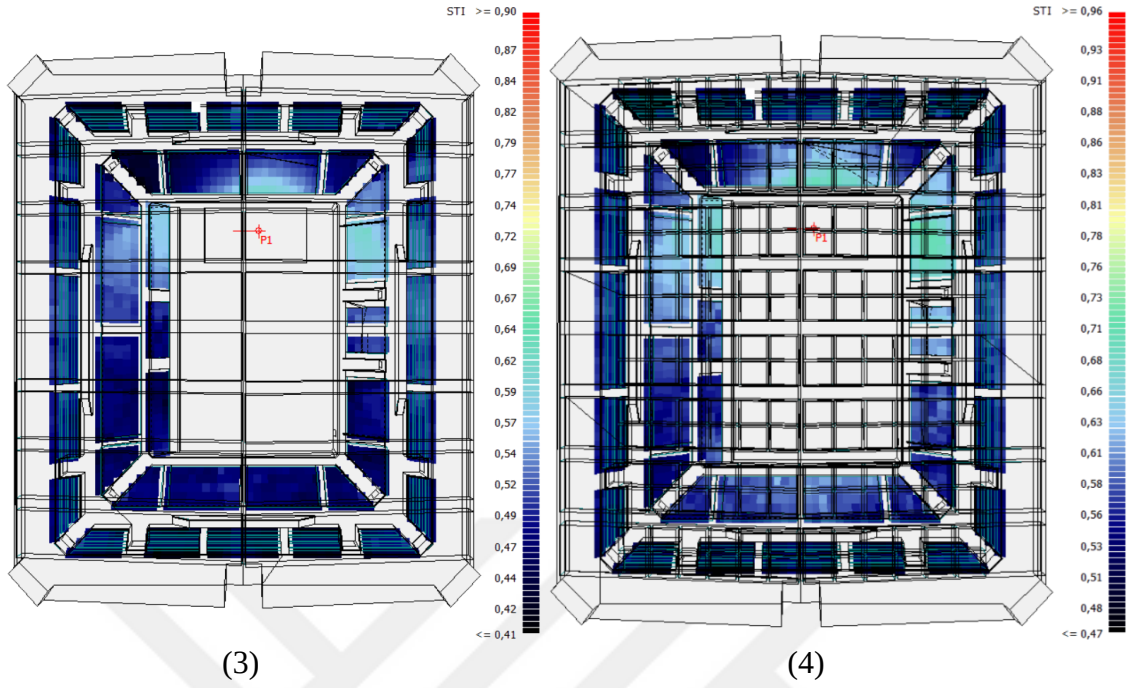
Şekil 67. Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen STI değerleri

STI değeri mekanizma kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda ‘orta’ düzeyde tespit edilmiştir. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların ortalama STI değerlerine ait grid dağılımları Şekil 68’de yer almaktadır.



Şekil 68. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait STI grid dağılımları

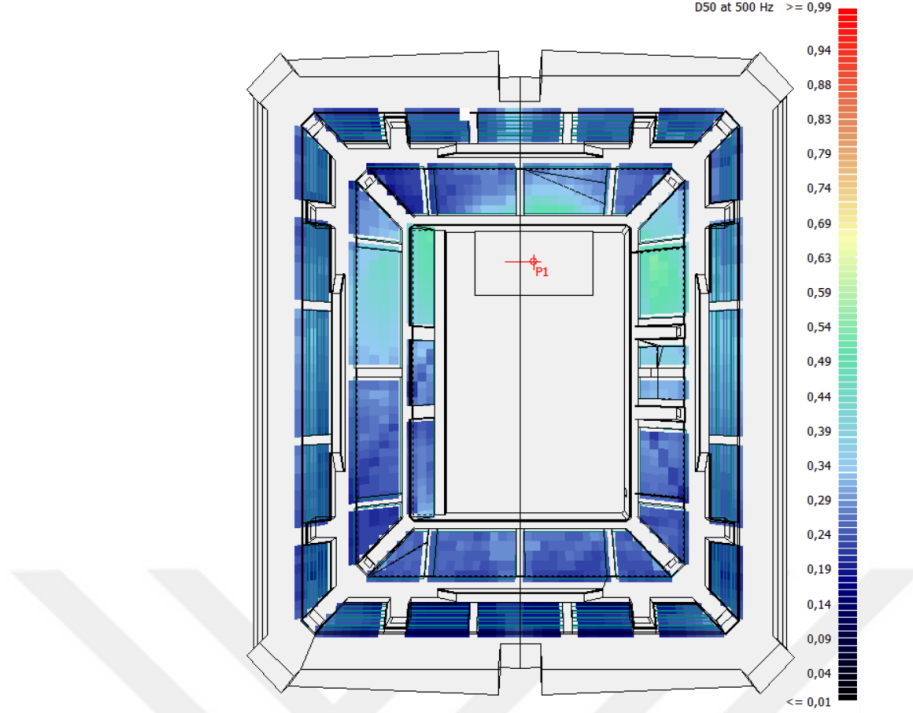
Şekil 68'in devamı



3.2.4. D50 Değerlerinin Analizleri

Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen ortalama D50 değerleri, Şekil 70'te yer almaktadır. Spor salonu için konuşma faaliyetleri sırasında orta frekanslarda kabul edilen optimum D50 değeri $0,3 \leq x \leq 0,7$ olarak belirlenmiştir (ISO/CD 3382).

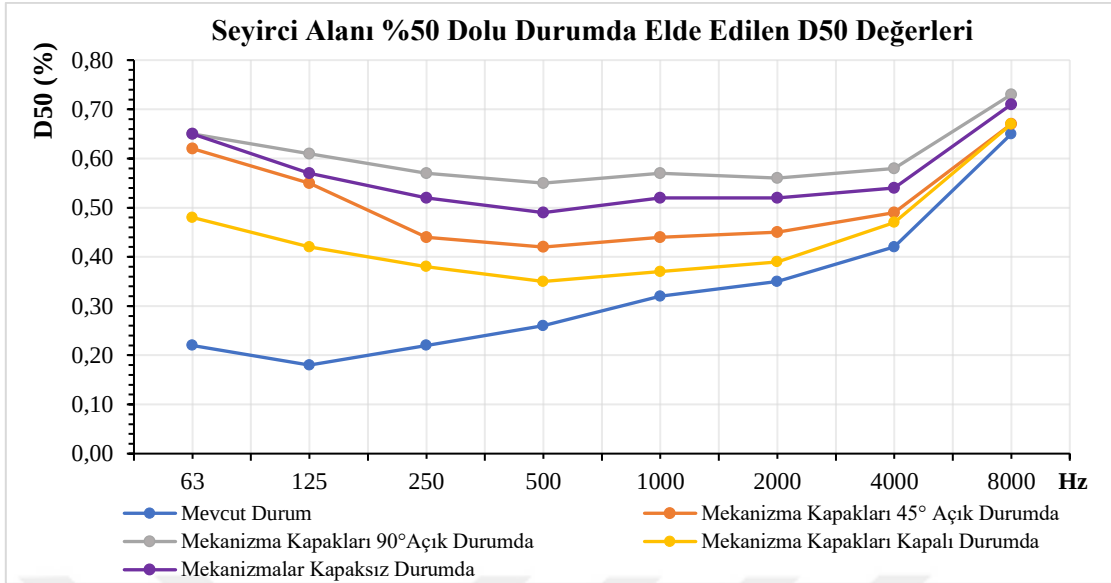
Salonun mevcut durumu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumdaki D50 değeri grid dağılımı Şekil 69'da yer almaktadır.



Şekil 69. Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen D50 grid dağılımı (500 Hz).

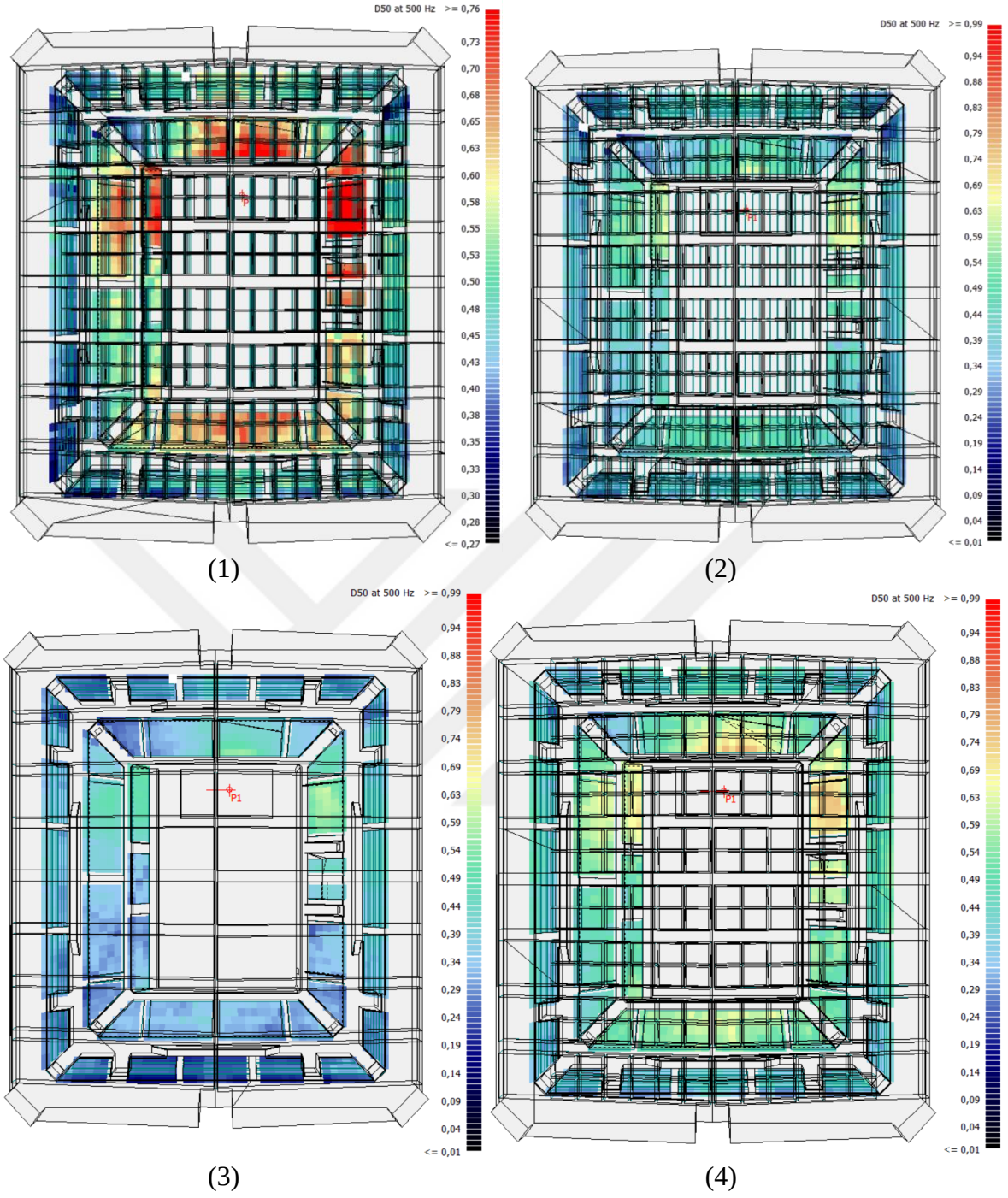
Seyirci alanı %50 dolu olduğunda tenis kortunun mevcut durumu için elde edilen D50 değerlerinin aşağı frekanslarda 125 Hz'e kadar azaldığı, 125 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla arttığı görülmektedir. Ortalama D50 değeri mevcut durum için orta frekans bölgesinde 0,29 olarak elde edilmiştir (Şekil 70). Bu değer, kabul edilen optimum düzeyin altındadır.

Spor salonunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama D50 değerleri aşağı frekanslardan 500 Hz'e doğru azalırken, 500 Hz'in üzerindeki frekanslara doğru artış göstermektedir. Orta frekanslarda ortalama D50 değerleri prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° açık olduğu durumda 0,56, 45° açık olduğu durumda 0,43 ve kapalı olduğu durumda 0,36 olarak elde edilmiştir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda ise D50 değeri orta frekanslarda 0,50 olarak elde edilmiştir (Şekil 70).



Şekil 70. Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen D50 değerleri

Spor salonunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama D50 değerleri, kabul edilen optimum değer aralığında yer almaktadır. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların ortalama D50 değerlerine ait grid dağılımları Şekil 71’de yer almaktadır (Şekil 71).



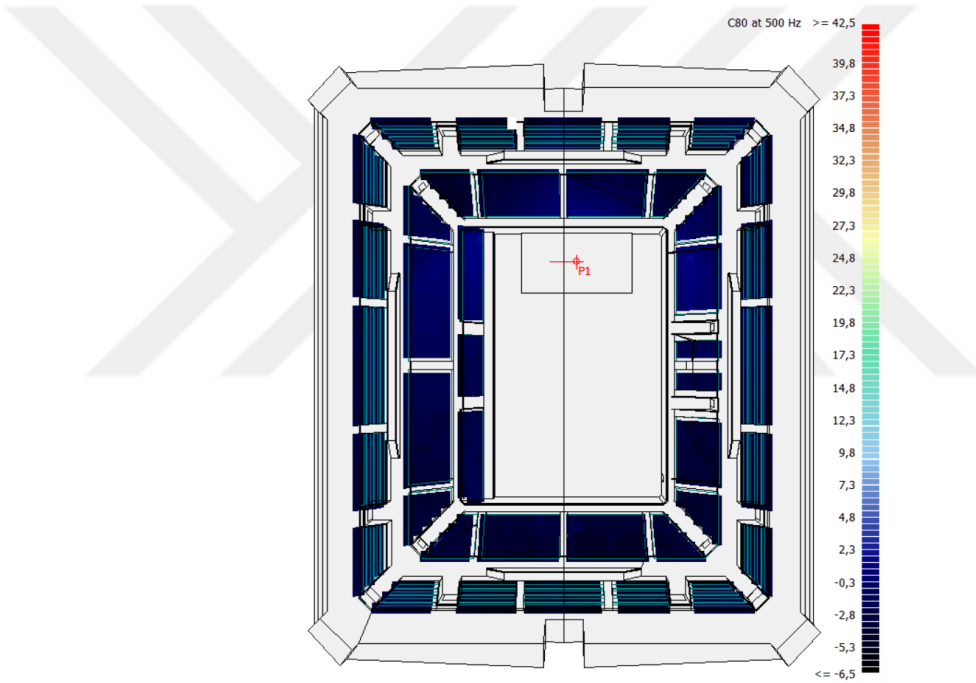
Şekil 71. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait D50 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

3.2.5. C80 Değerlerinin Analizleri

Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen ortalama C80 değerleri Şekil 73'te yer almaktadır.

- Spor salonu için müzikal faaliyetleri sırasında orta frekanslarda optimum C80 değeri: $-4\text{dB} \leq x \leq 4\text{dB}$ aralığında kabul edilmiştir (Beranek,1988).
- Spor salonu için konuşma faaliyetleri sırasında ise orta frekanslarda optimum C80 değeri $-2\text{dB} \leq x \leq 2\text{dB}$ aralığında kabul edilmiştir (Gül vd.,2014).

Salonun mevcut durumu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumdaki C80 değerleri grid dağılımı Şekil 72'de yer almaktadır.



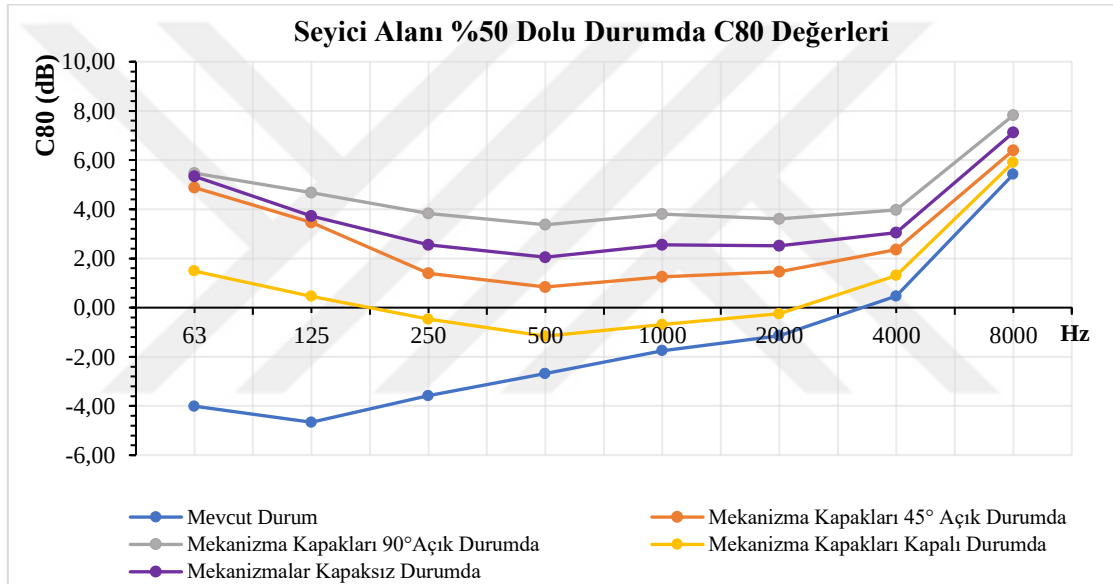
Şekil 72. Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen C80 grid dağılımı (500 Hz).

Seyirci alanı %50 dolu olduğunda müzik ve konuşma faaliyetleri sırasında elde edilen ortalama C80 değerinin aşağı frekanslarda 125 Hz'e kadar azaldığı, 125 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla arttığı görülmektedir.

Ortalama C80 değeri mevcut durum için orta frekans bölgesinde -2,21 olarak elde edilmiştir (Şekil 73). Bu değer, müzik etkinlikleri için kabul edilen optimum düzey aralığındayken konuşma etkinlikleri için kabul edilen optimum düzey aralığının altındadır.

Spor salonunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama C80 değerleri aşağı frekanslardan 500 Hz'e doğru azalırken, 500 Hz'in üzerindeki frekanslara doğru artış göstermektedir.

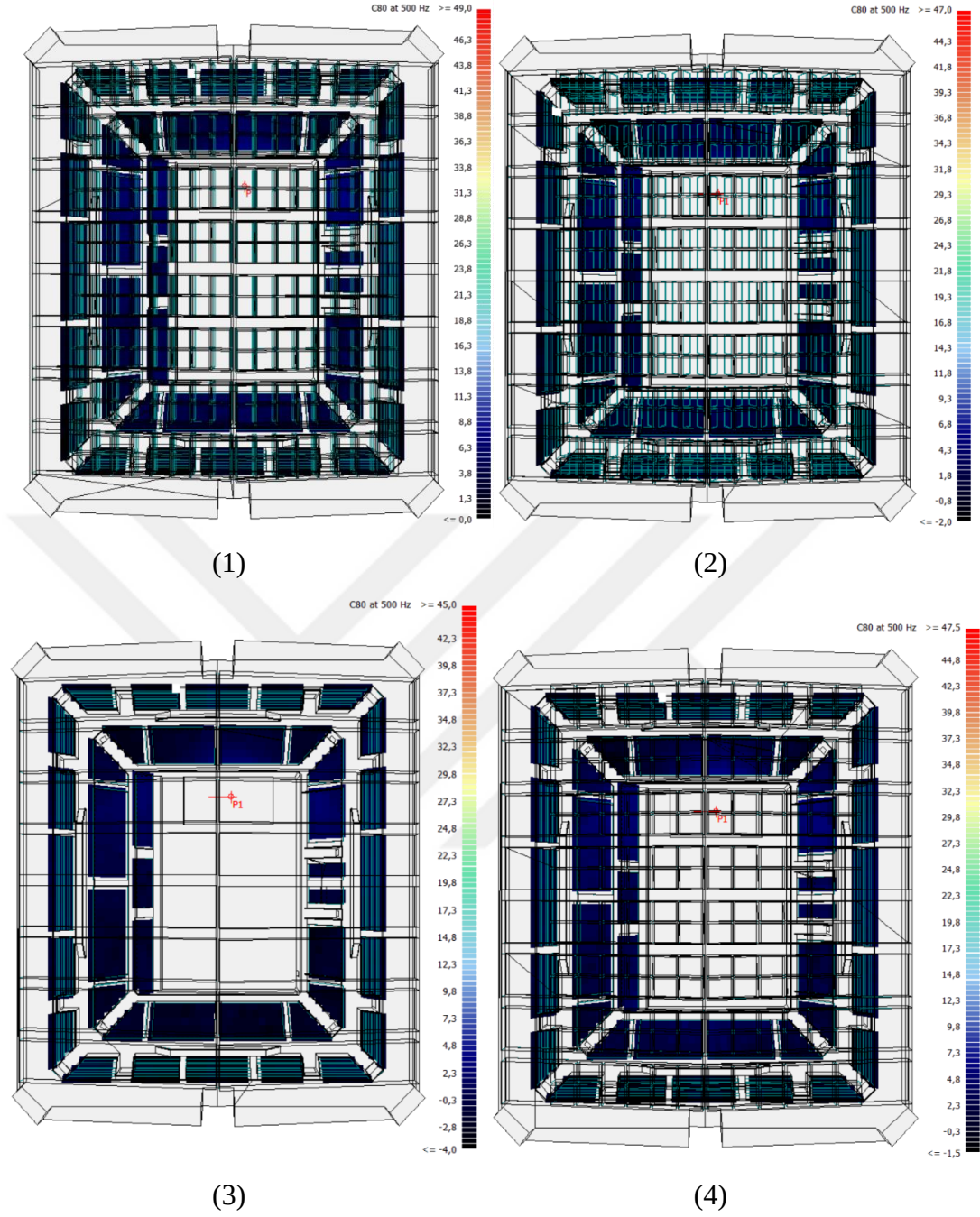
Orta frekanslarda ortalama C80 değerleri prizmatik mekanizmaların kapakları 90° açık olduğu durumda 3,58, 45° açık olduğu durumda 1,04 ve kapalı olduğu durumda -0,92 olarak elde edilmiştir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda orta frekanslarda ise C80 değeri 2,3 olarak elde edilmiştir (Şekil 73).



Şekil 73. Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen C80 değerleri

- Salonda müzikal faaliyetler sırasında prizmatik mekanizmalarının kapaklarının 45° açık olduğu, 90° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durumlar için elde edilen ortalama C80 değeri, kabul edilen optimum değer aralığında yer almaktadır.
- Salonda konuşma faaliyetleri sırasında prizmatik mekanizmalarının kapaklarının 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu durumlar için elde edilen ortalama C80 değeri, kabul edilen optimum değer aralığında yer almaktadır.

Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların ortalama C80 değerlerine ait grid dağılımları Şekil 74'te yer almaktadır.

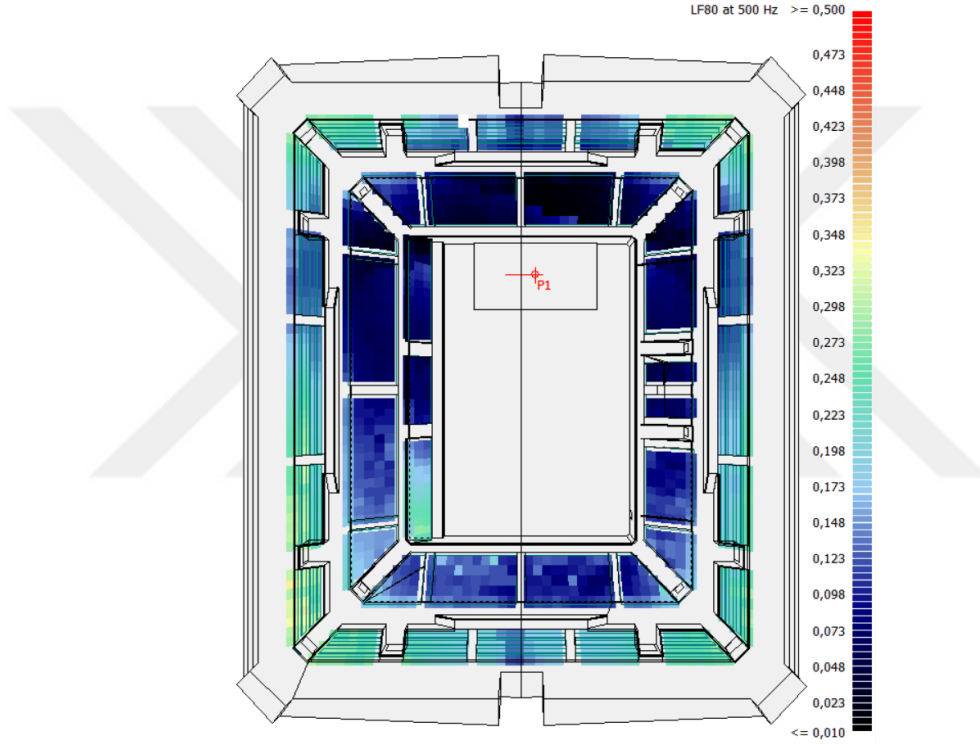


Şekil 74. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait C80 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

3.2.6. LF80 Değerlerinin Analizleri

Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanı %50 dolu olduğunda elde edilen ortalama LF80 değerleri Şekil 76’da yer almaktadır. Spor salonu için müzikal faaliyetleri sırasında orta frekanslarda ortalama optimum LF80 değeri, $LF80 \geq 0,25$ aralığında kabul edilmiştir. (Odeon, 2009)

Salonun mevcut durumu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumdaki LF80 değerleri grid dağılımı Şekil 75’te yer almaktadır.



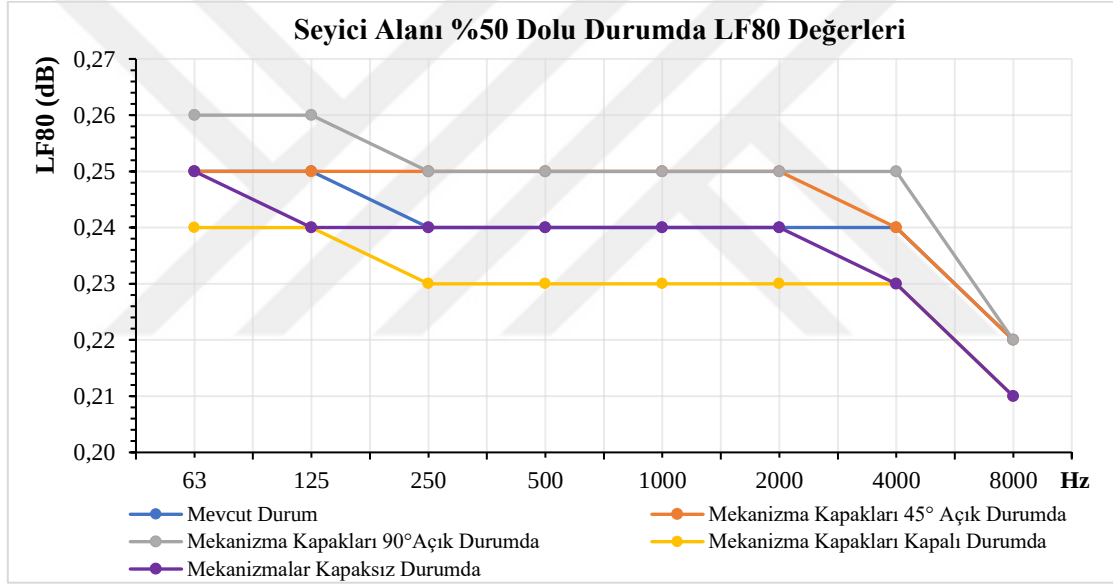
Şekil 75. Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen LF80 grid dağılımı (500 Hz).

Seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda müzikal faaliyetleri sırasında orta frekanslarda elde edilen ortalama LF80 değeri aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Ortalama LF80 değeri mevcut durum için orta frekans bölgesinde 0,24 olarak elde edilmiştir (Şekil 76). Bu değer, kabul edilen optimum düzeyin altındadır.

Spor salonunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° açık olduğu ve kapakların kapalı olduğu durumlarda elde edilen ortalama LF80 değerleri, aşağı frekanslarda 125 Hz'e kadar sabit kalırken, 125 Hz-250 Hz aralığında azalmakta, 250Hz-4000Hz aralığında sabit kalmakta ve 4000Hz'in

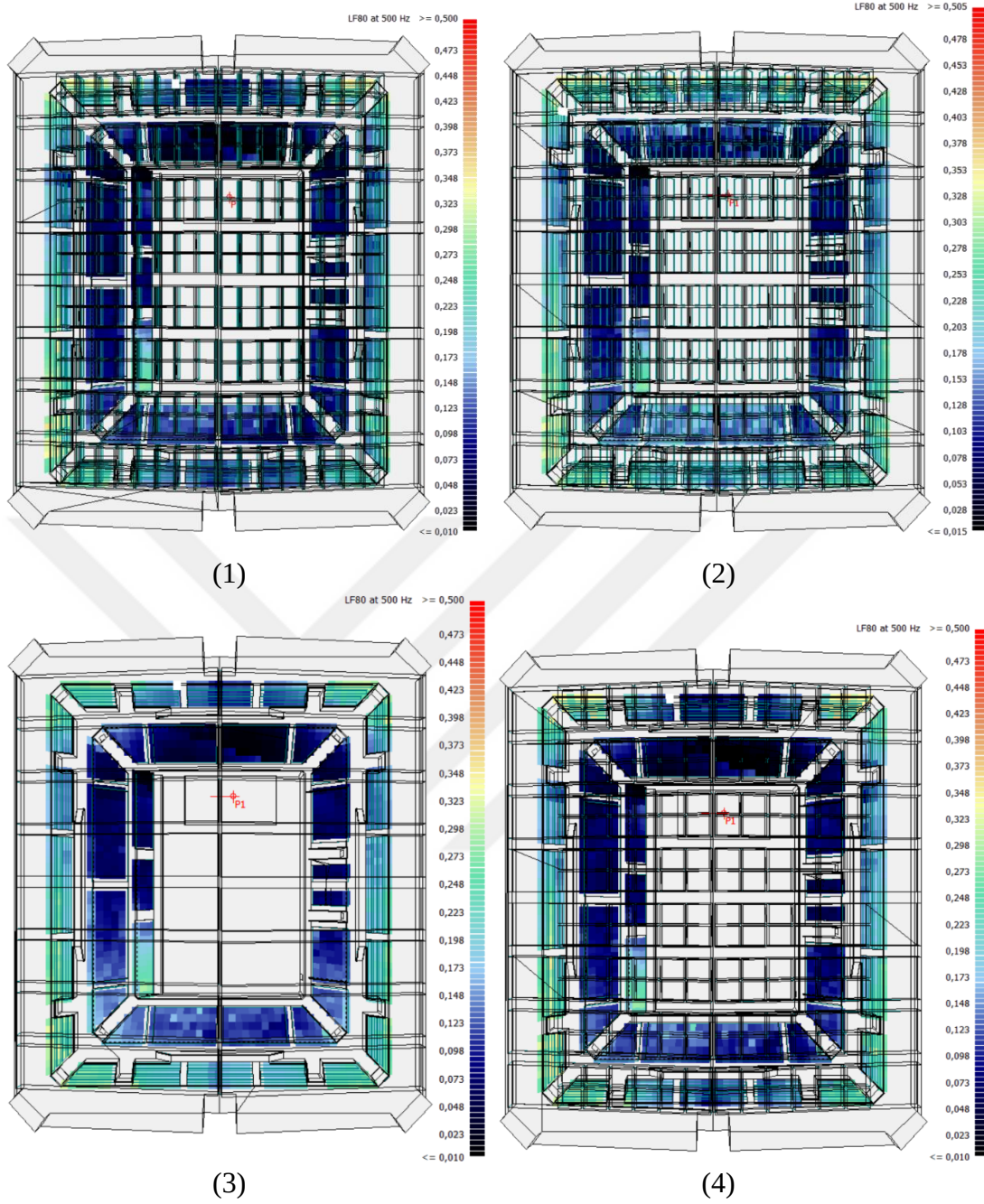
üzerindeki frekanslara doğru azalma eğilimindedir. Prizmatik mekanizmaların kapaklarının 45° açık olduğu durumda elde edilen ortalama LF80 değerleri aşağı frekanslardan 2000Hz'e kadar sabit kalmakta, 2000 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla azalmaktadır. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda elde edilen ortalama LF80 değerleri ise aşağı frekanslarda 125Hz'e kadar azalmakta, 125 Hz-2000 Hz aralığında sabit kalmakta ve 2000 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla azalma eğilimindedir.

Orta frekanslarda ortalama LF80 değerleri prizmatik mekanizmaların kapakları 90° açık olduğu durumda 0,25, 45° açık olduğu durumda 0,25 ve kapalı olduğu durumda 0,23 olarak elde edilmiştir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda ise orta frekanslarda LF80 değeri ise 0,24 olarak elde edilmiştir (Şekil 76).



Şekil 76. Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen LF80 değerleri

Salonda müzikal faaliyetler sırasında prizmatik mekanizmalarının kapaklarının 45° açık olduğu ve 90° açık olduğu durumlar için elde edilen ortalama LF80 değeri, kabul edilen optimum değer aralığında yer almaktadır. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların ortalama LF80 değerlerine ait grid dağılımları Şekil 77'de yer almaktadır (Şekil 77).



Şekil 77. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait LF80 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

3.3. Beşirli Merkez Tenis Kortu İçin Seyirci Alanının %100 Dolu Olduğu Durumda Elde Edilen Nesnel Parametre Değerleri

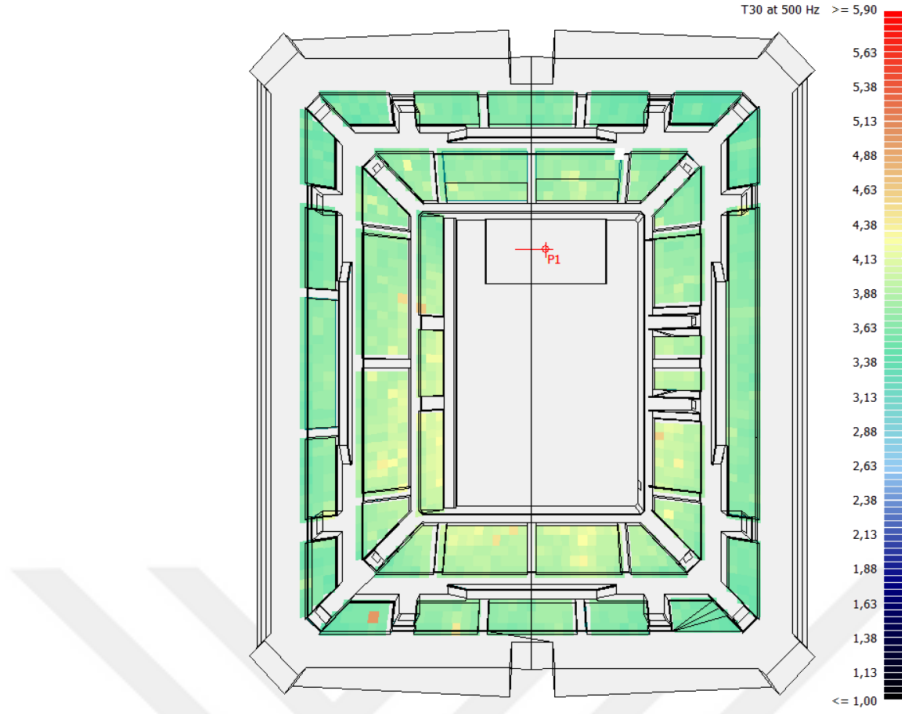
Bu başlık altında Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen T30, EDT, STI, D50, C80 ve LF80 sesin nesnel parametre değerleri detaylı olarak incelenmiştir.

3.3.1. T30 Değerlerinin Analizleri

Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen ortalama T30 değerleri, Şekil 79'da yer almaktadır. Spor salonunun:

- Spor faaliyetleri için orta frekanslarda kabul edilen optimum T30 değer aralığı: $1,8 \leq T30 \leq 2,2$ sn (BB93, 2015)
- Müzikal faaliyetler için orta frekanslarda kabul edilen optimum T30 değer aralığı: $1,63 \leq T30 \leq 2$ sn (Knudsen ve Harris, 1988) (Şekil 9) ve
- Konuşma faaliyetleri için orta frekanslarda kabul edilen optimum T30 değeri aralığı: $1 \leq T30 \leq 1,2$ sn (Knudsen ve Harris, 1988) (Şekil 9) olarak belirlenmiştir.

Salonun mevcut durumu için seyirci alanı %100 dolu durumdaki T30 değeri grid dağılımı Şekil 78'de yer almaktadır.



Şekil 78. Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen T30 grid dağılımı (500 Hz).

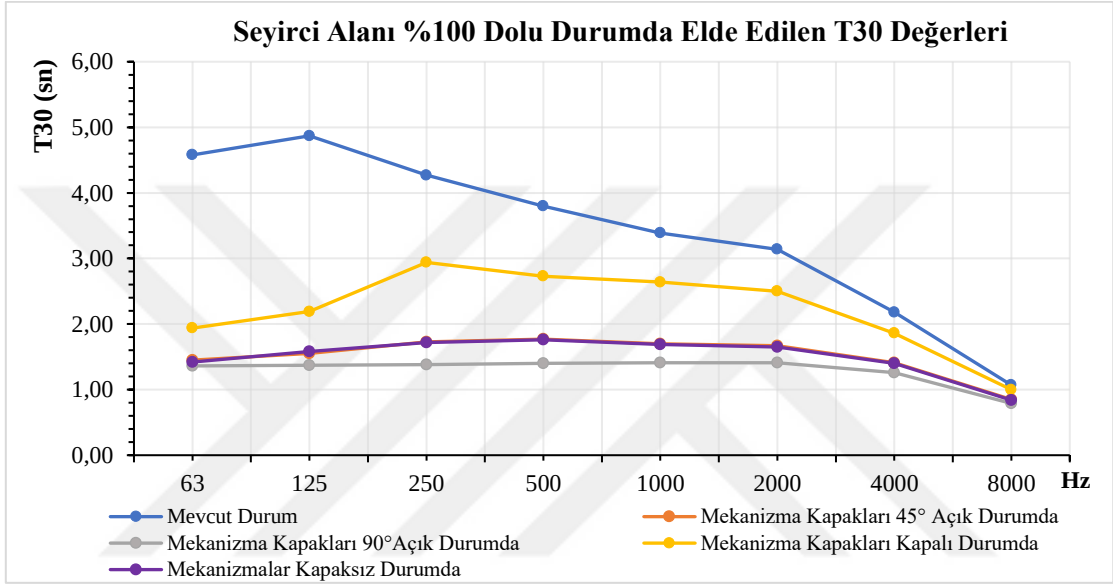
Seyirci alanının %100 dolu olduğunda salonun mevcut durumu için T30 değerleri, aşağı frekanslarda 125 Hz'e kadar artarken, 125 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla birlikte azalmaktadır. Mevcut durum için ortalama T30 değeri spor faaliyetleri için belirlenen orta frekans bölgesinde 3,44 sn olarak elde edilirken, konuşma ve müzik faaliyetleri için belirlenen orta frekans bölgesinde 3,59 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 79). Bu değerler spor, müzik ve konuşma faaliyetleri için kabul edilen optimum düzey aralıklarının oldukça üzerindedir.

Spor salonunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama T30 değerleri aşağı frekanslardan 500 Hz'e doğru artış gösterirken, 500 Hz'in üzerindeki frekanslara doğru azalmaktadır. Prizmatik mekanizmaların kapaklarının kapalı olduğu durumda elde edilen ortalama T30 değerleri ise aşağı frekanslardan 250 Hz'e doğru artış gösterirken, 250 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla azalmaktadır.

Spor faaliyetleri için orta frekanslarda elde edilen ortalama T30 değerleri, prizmatik mekanizma kapakları 90° açık olduğu durumda 1,40 sn, 45° açık olduğu durumda 1,71 sn,

kapalı olduğu durumda ise 2,62 sn'dir. Prizmatik mekanizmalar kapaksız olduğu durumda ise orta frekanslarda T30 değeri ise 1,7 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 79).

Konuşma ve müzik faaliyetleri için orta frekanslarda elde edilen ortalama T30 değerleri, prizmatik mekanizma kapaklarının 90° açık olduğu durumda 1,40 sn, 45° açık olduğu durumda 1,77 sn, kapalı olduğu durumda ise 2,73 sn'dir. Prizmatik mekanizmalar kapaksız olduğunda orta frekanslarda elde edilen T30 değeri ise 1,76 sn'dir.



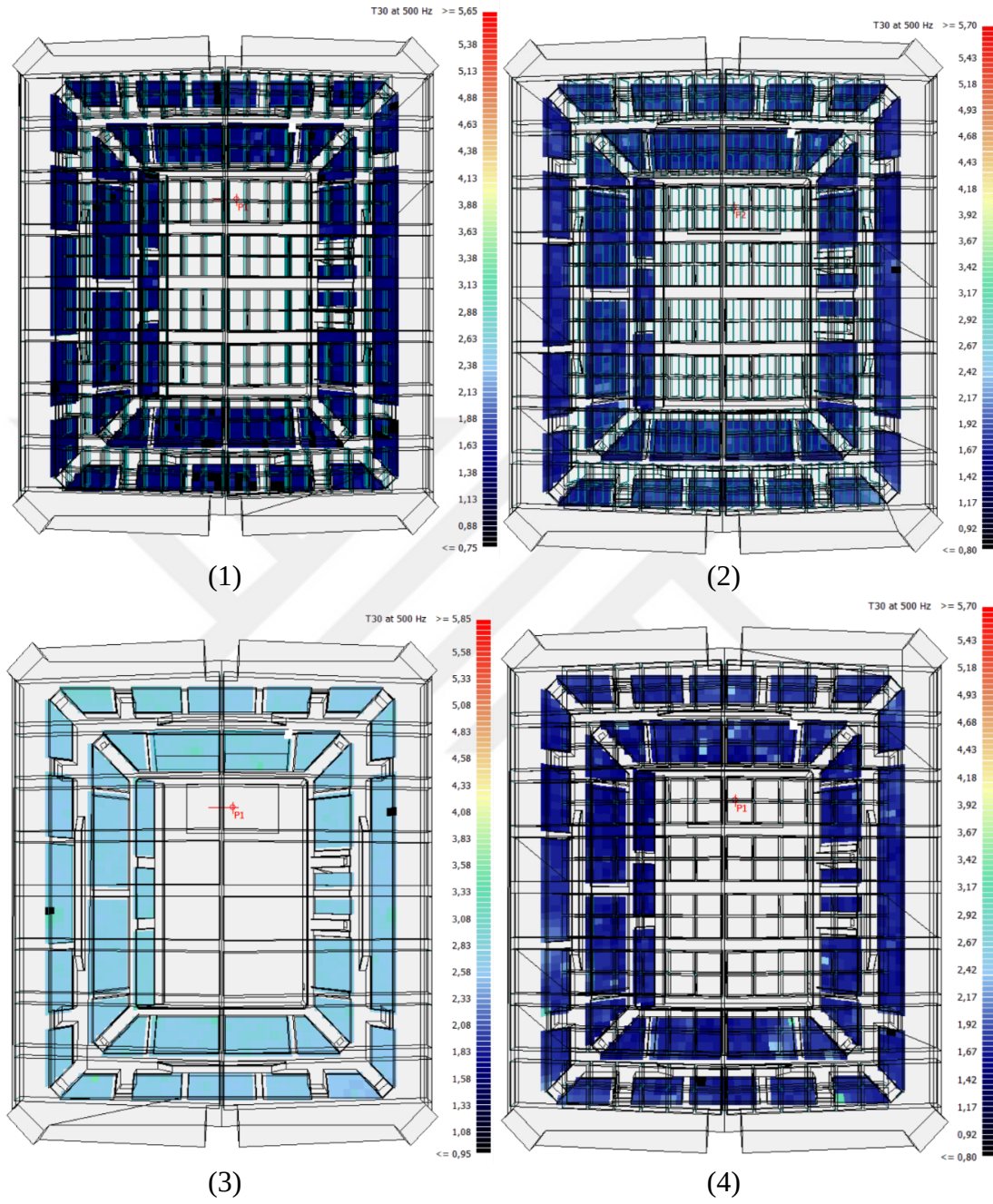
Şekil 79. Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen T30 değerleri

Salonda:

- Spor faaliyetleri sırasında bütün senaryolardan elde edilen sayısal veriler optimum değer aralığının dışında kalmaktadır.
- Müzik faaliyetleri sırasında prizmatik mekanizma kapaklarının 45° açık olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama T30 değerleri, kabul edilen optimum değer aralığında yer almaktadır.
- Konuşma faaliyetleri sırasında bütün senaryolardan elde edilen T30 değerleri optimum değer aralığının oldukça üzerinde kalmaktadır.

Spor salonunda mevcut durum ile tavan yüzeyine prizmatik mekanizmaların yerleştirildiği durumların T30 değerleri karşılaştırıldığında, yeni sitemdeki malzemelerin mevcut duruma göre özellikle aşağı ve orta frekanslarda ses yutma katsayılarındaki artışına bağlı olarak

azalma meydana geldiği görülmektedir. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların ortalama T30 değerlerine ait grid dağılımları Şekil 80’de yer almaktadır.



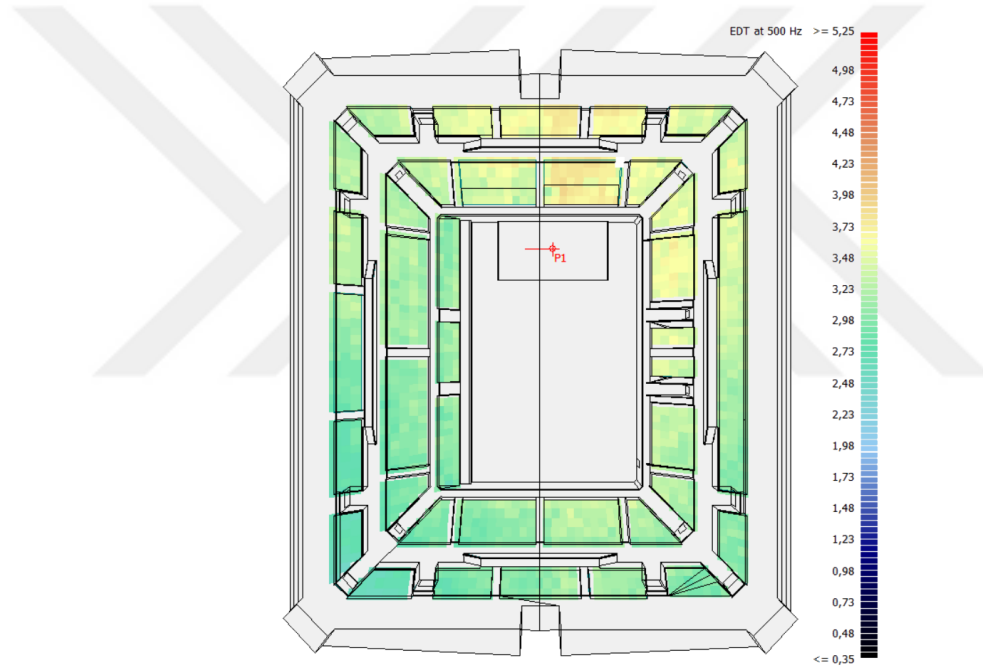
Şekil 80. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait T30 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

3.3.2. EDT Değerlerinin Analizleri

Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen ortalama EDT değerleri Şekil 82’de yer almaktadır. Spor salonunun:

- Müzikal faaliyetler için kabul edilen optimum EDT değeri T30 değerinden %10 daha fazla: $1,8 \leq EDT \leq 2,2$
- Konuşma faaliyetleri için kabul edilen optimum EDT değeri T30 değerinden küçük olmalıdır. (Mehta vd., 1999): $EDT \leq 1,12$

Salonun mevcut durumu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumdaki EDT değerleri grid dağılımı Şekil 81’de yer almaktadır.



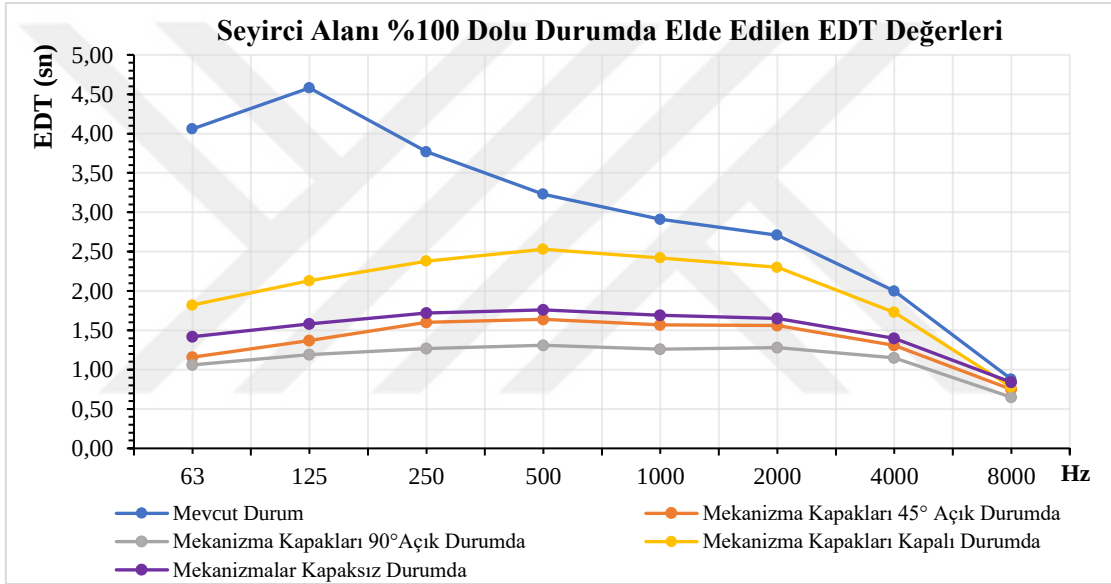
Şekil 81. Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen EDT değerinin grid dağılımı (500 Hz).

Seyirci alanının %100 dolu olduğunda salonun mevcut durumu için EDT değerinin aşağı frekanslarda 125 Hz'e kadar artarken 125 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla azaldığı görülmektedir.

Mevcut durum için ortalama EDT değeri konuşma ve müzik faaliyetleri için belirlenen orta frekans bölgesinde 3,23 sn olarak elde edilmiştir. Bu değerler müzik ve konuşma faaliyetleri için kabul edilen optimum düzey aralıklarının oldukça üzerindedir.

Spor salonunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama EDT değerleri, aşağı frekanslardan orta frekanslara doğru artarken orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır.

Müzik ve konuşma faaliyetleri için orta frekanslarda elde edilen ortalama EDT değerleri, prizmatik mekanizma kapakları 90° açık olduğu durumda 1,31 sn, 45° açık olduğu durumda 1,64 sn, kapalı olduğu durumda ise 2,53 sn'dir. Prizmatik mekanizmalar kapaksız olduğu durumda ise orta frekanslarda EDT değeri ise 1,76 sn'dir (Şekil 82).



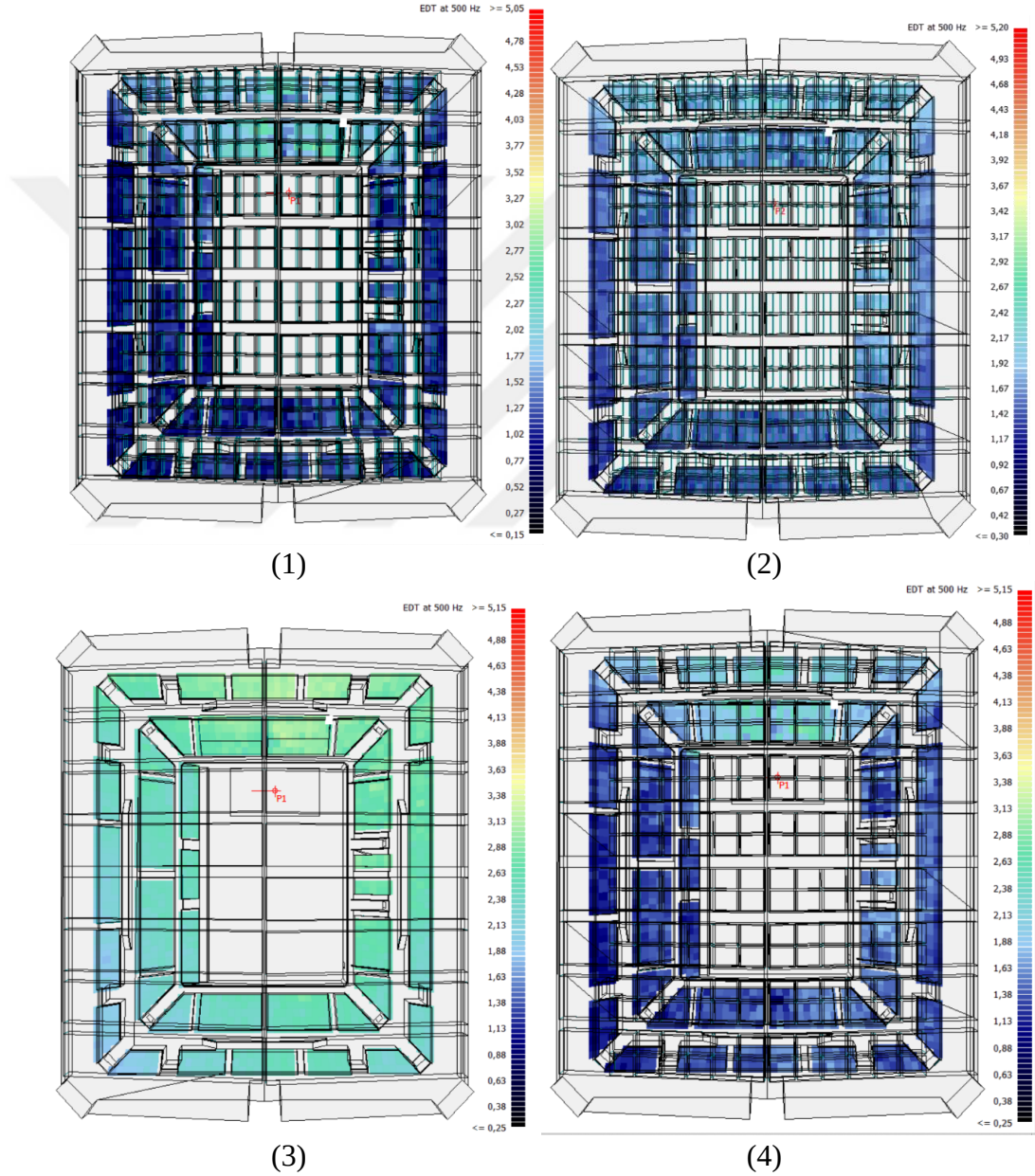
Şekil 82. Beşirli Tenis Kortu Spor Salonu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen EDT değerleri

Salonda:

- Müzik faaliyetleri sırasında prizmatik mekanizma kapaklarının 45° açık olduğu, 90° açık olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama EDT değerleri, kabul edilen optimum değer aralığının altında yer alırken mekanizma kapaklarının kapalı olduğu durumda EDT değeri kabul edilen optimum değer aralığının üzerinde yer almaktadır.
- Konuşma faaliyetleri sırasında tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda

elde edilen ortalama EDT değerleri kabul edilen optimum değer aralığının olduğu üzerinde yer almaktadır.

Spor salonunda mevcut durum ile tavan yüzeyine prizmatik mekanizmaların yerleştirildiği durumların EDT değerleri karşılaştırıldığında, mevcut duruma göre özellikle aşağı ve orta frekanslarda azalma meydana geldiği görölmektedir. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların ortalama EDT değerlerine ait grid dağılımları şekil 83'te yer almaktadır.



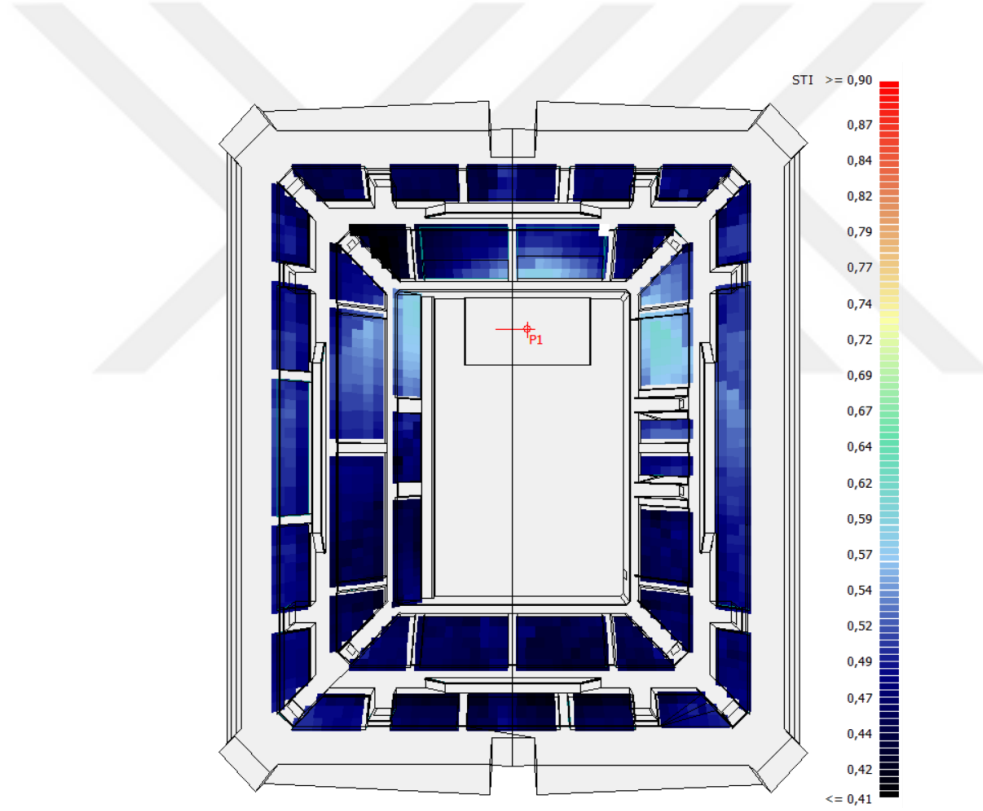
şekil 83. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait EDT değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

3.3.3. STI Değerlerinin Analizleri

Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen STI değerlerinin kümülatif dağılımının eşik değerleri (X50) Şekil 85'te yer almaktadır. Spor salonu için konuşma faaliyetleri sırasında kabul edilen STI değer aralıkları Tablo 2'de yer almaktadır.

Seyirci alanının %100 dolu olduğunda salonun mevcut durumu için elde edilen STI değeri 0,47 olup; belirlenen aralıklarda bu değer 'orta' düzeydedir.

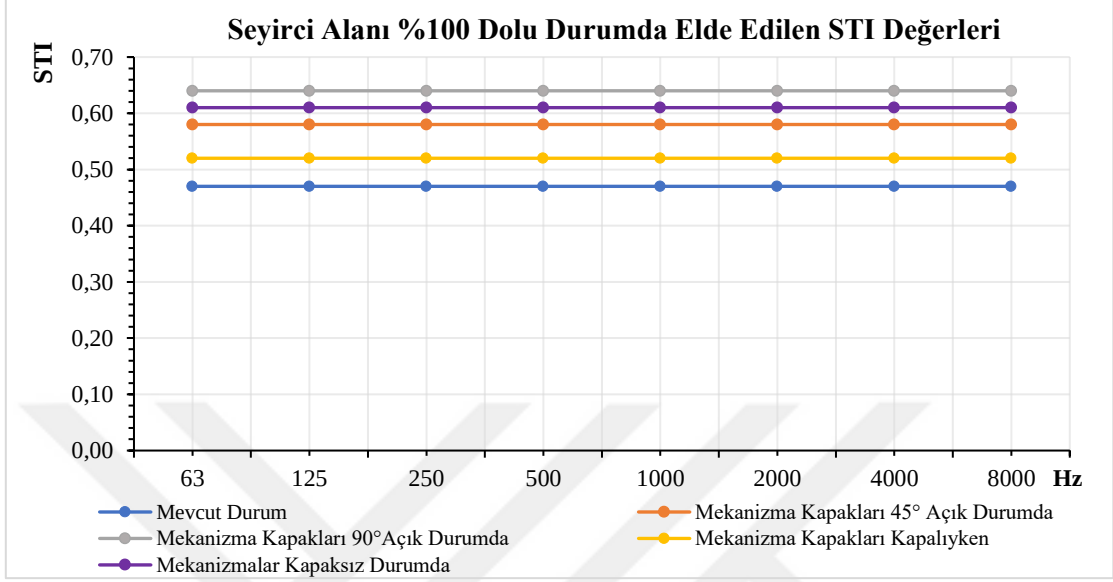
Salonun mevcut durumu için seyirci alanı %100 dolu olduğu durumdaki STI değerleri grid dağılımı Şekil 84'te yer almaktadır.



Şekil 84. Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen STI değerlerinin grid dağılımı (500 Hz).

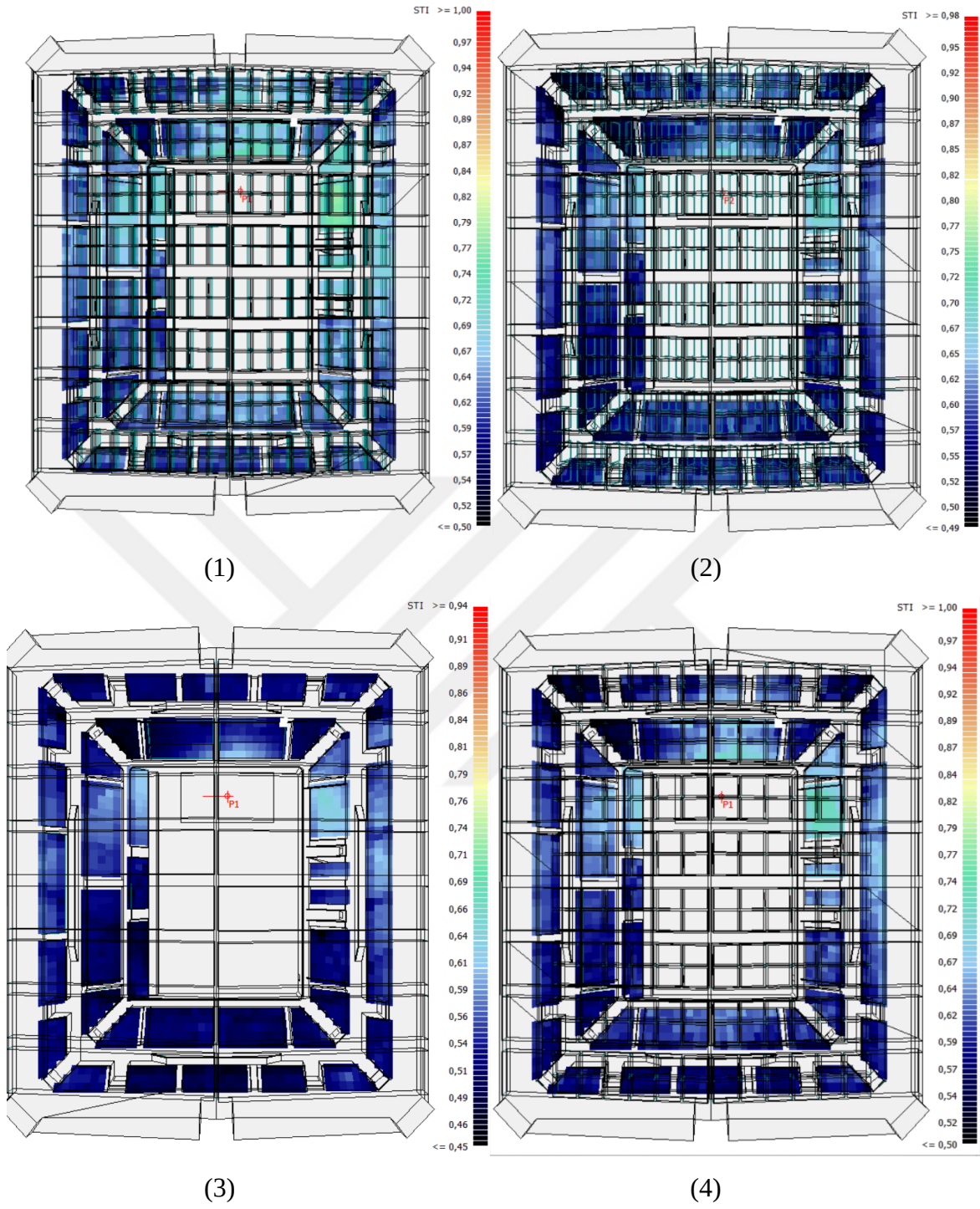
Spor salonunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapakları 90° açık olduğu durumda ortalama STI değeri 0,64 iken; bu değer kapaklar 45° açık olduğu durumda 0,58 ve kapaklar kapalı olduğu durumda ise 0,52 olarak

elde edilmiştir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda elde edilen STI değeri ise 0,61’dir (Şekil 85).



Şekil 85. Beşirli Tenis Kortu Spor Salonu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen STI değerleri

STI değeri mekanizma kapaklarının 45° açık olduğu ve kapakların kapalı olduğu durumlarda ‘orta’ düzeydeyken; prizmatik mekanizmaların 90° açık olduğu ve kapaksız olduğu durumlarda bu değer ‘iyi’ düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların ortalama STI değerlerine ait grid dağılımları Şekil 86’da yer almaktadır.

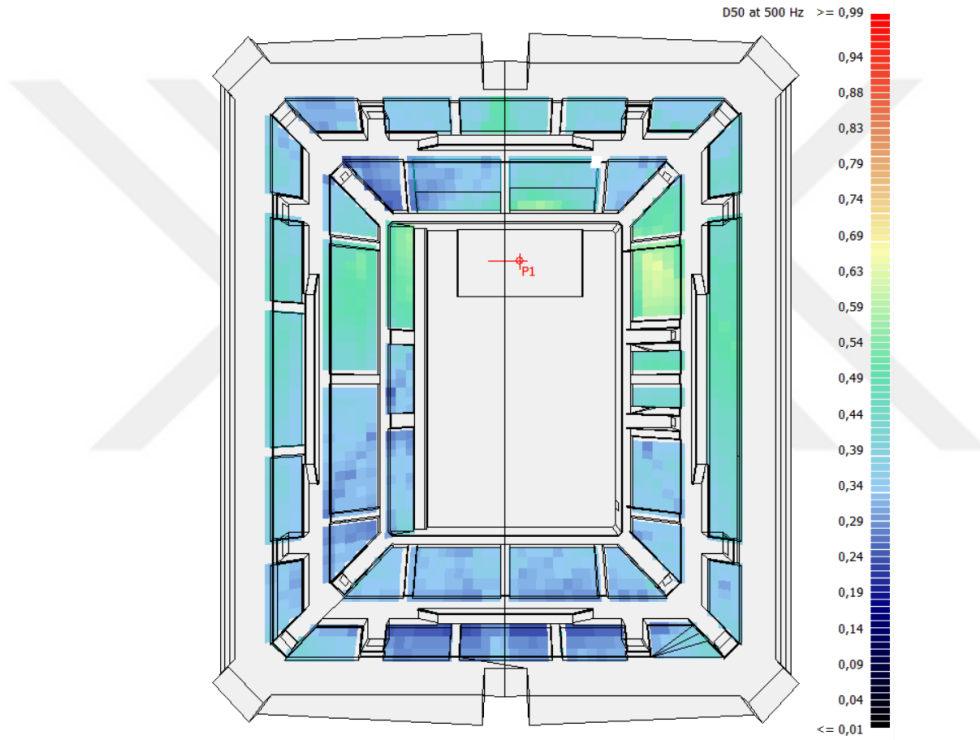


Şekil 86. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait STI değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

3.3.4. D50 Değerlerinin Analizleri

Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen ortalama D50 değerleri Şekil 88’de yer almaktadır. Spor salonu için konuşma faaliyetleri sırasında orta frekanslarda kabul edilen optimum D50 değeri $0,3 \leq x \leq 0,7$ olarak belirlenmiştir (ISO/CD 3382).

Salonun mevcut durumu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumdaki D50 değeri grid dağılımı Şekil 87’de yer almaktadır.



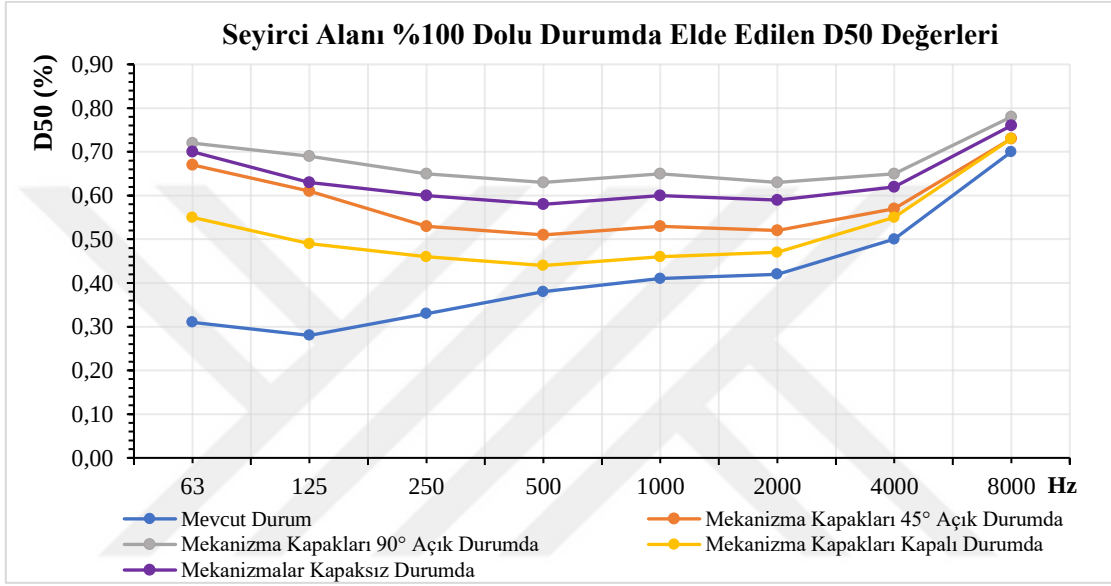
Şekil 87. Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen D50 değerlerinin grid dağılımı (500 Hz).

Seyirci alanının %100 dolu olduğunda tenis kortunun mevcut durumu için elde edilen D50 değerinin aşağı frekanslarda 125 Hz'e kadar azalırken 125 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla arttığı görülmektedir. Ortalama D50 değeri mevcut durum için orta frekans bölgesinde 0,39 olarak elde edilmiştir (Şekil 88). Bu değer, kabul edilen optimum düzey aralığındadır.

Spor salonunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama D50 değerleri aşağı

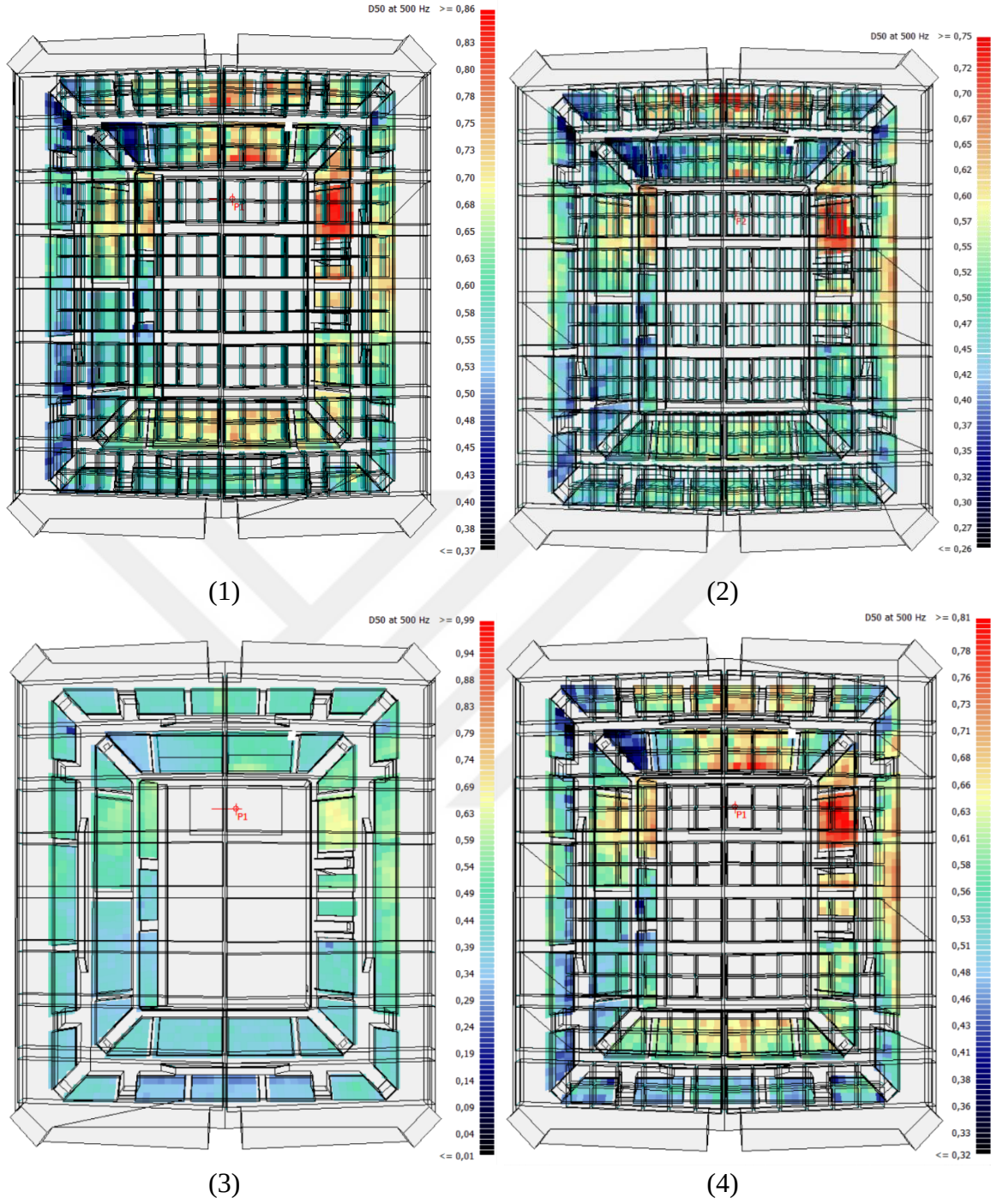
frekanslardan 500Hz'e kadar azalmakta, 500Hz-1000Hz aralığında artmakta, 1000-2000Hz aralığında azalmakta ve 2000 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla artmaktadır.

Orta frekanslarda ortalama D50 değerleri prizmatik mekanizmaların kapakları 90° açık olduğu durumda 0,64, 45° açık olduğu durumda 0,52 ve kapalı olduğu durumda 0,45 olarak elde edilmiştir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda ise orta frekanslarda D50 değeri 0,59 olarak elde edilmiştir (Şekil 88).



Şekil 88. Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen D50 değerleri

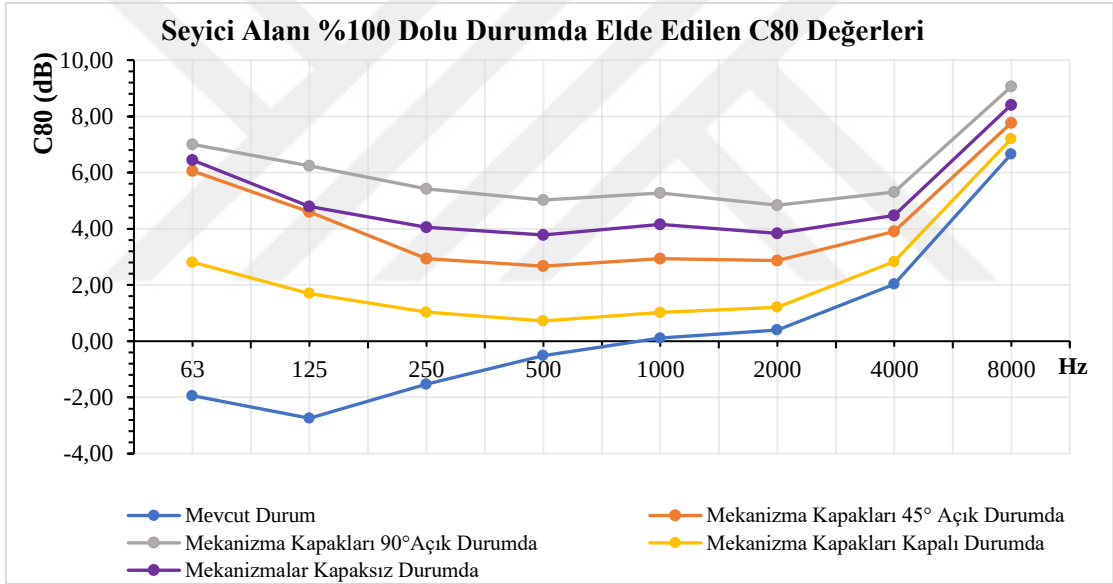
Spor salonunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama D50 değerleri, kabul edilen optimum değer aralığında yer almaktadır. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların ortalama D50 değerlerine ait grid dağılımları Şekil 89'da yer almaktadır.



Şekil 89. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait D50 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

Spor salonunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama C80 değerleri aşağı frekanslardan 500 Hz'e doğru azalırken, 500 Hz-1000Hz aralığında artmakta, 1000Hz-2000Hz aralığında azalmakta ve 2000 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla artmaktadır. Kapakların kapalı olduğu durumda ise elde edilen ortalama C80 değerleri aşağı frekanslardan 500 Hz'e doğru azalırken, 500Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla artış göstermektedir.

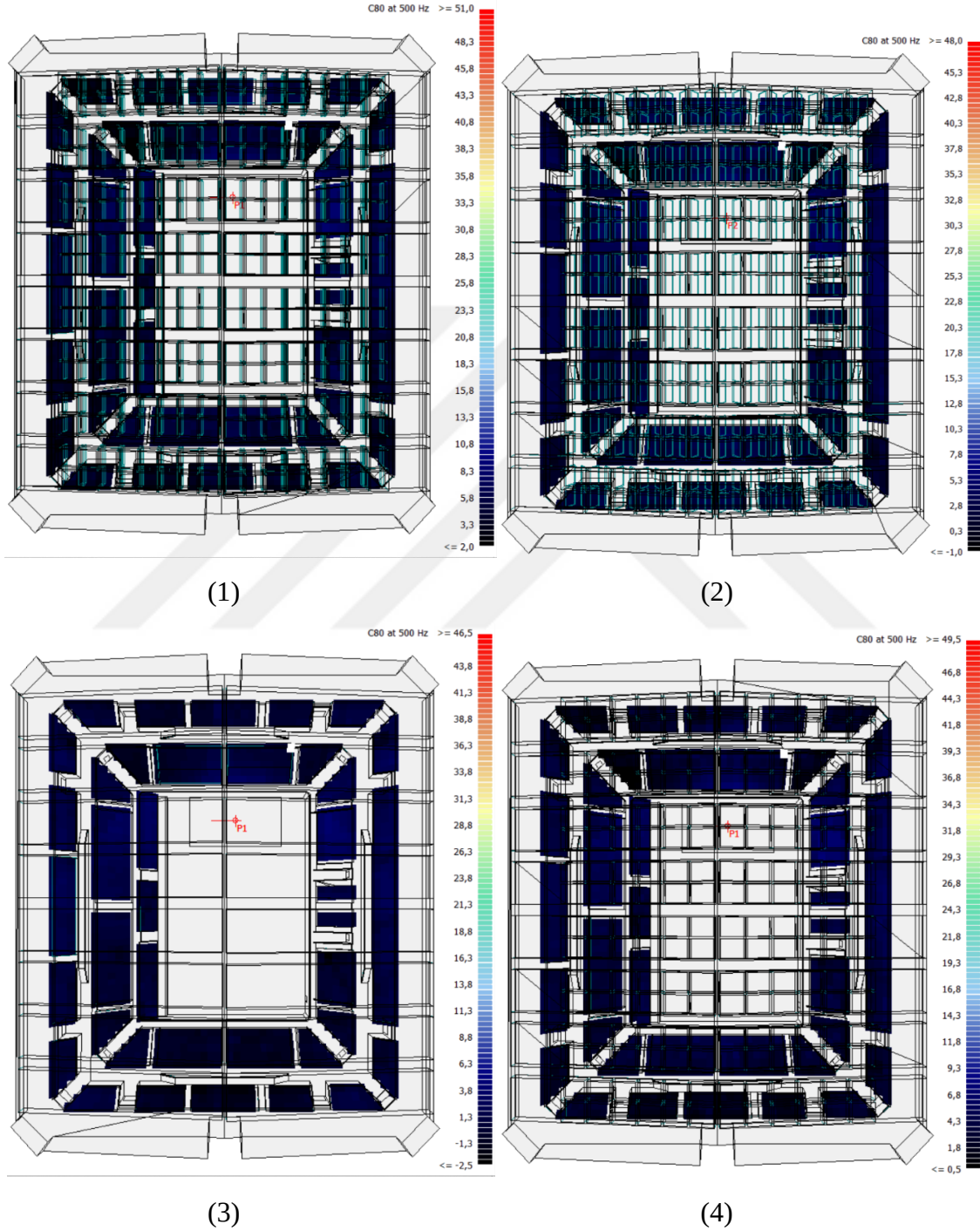
Orta frekanslarda ortalama C80 değerleri prizmatik mekanizmaların kapakları 90° açık olduğu durumda 5,14, 45° açık olduğu durumda 2,80 ve kapalı olduğu durumda 0,87 olarak elde edilmiştir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda ise orta frekanslarda C80 değeri 3,97 olarak elde edilmiştir (Şekil 91).



Şekil 91. Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen C80 değerleri

- Salonda müzikal faaliyetler sırasında prizmatik mekanizmaların kapaklarının 45° açık olduğu, kapalı olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durumlar için elde edilen ortalama C80 değeri, kabul edilen optimum değer aralığında yer almaktadır.
- Salonda konuşma faaliyetleri sırasında prizmatik mekanizmaların kapaklarının kapalı olduğu durum için elde edilen ortalama C80 değeri, kabul edilen optimum değer aralığında yer almaktadır.

Elde edilen sonuçlardan da anlaşıldığı üzere orta ve alçak frekanslardaki yüksek T30 değerleri çınlayan bir ortamın varlığını belirttikleri için C80 değerlerinde bu frekanslarda düşüş görülmektedir. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların 500 Hz'deki ortalama C80 değerlerine ait grid dağılımları Şekil 92'de yer almaktadır.

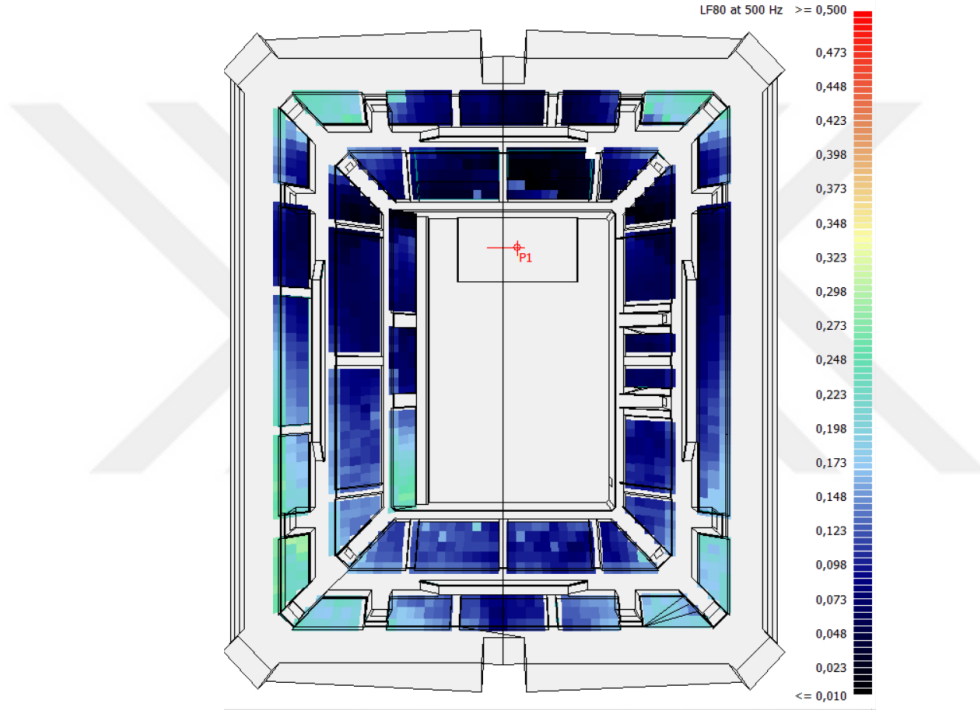


Şekil 92. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait C80 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

3.3.6 LF80 Değerlerinin Analizleri

Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen ortalama LF80 değerleri, Şekil 94'te yer almaktadır. Spor salonu için müzikal faaliyetleri sırasında orta frekanslarda optimum LF80 değeri $LF80 \geq 0,25$ aralığında kabul edilmiştir (Odeon, 2009).

Salonun mevcut durumu için seyirci alanı %100 dolu olduğu durumdaki LF80 değeri grid dağılımı Şekil 93'te yer almaktadır.



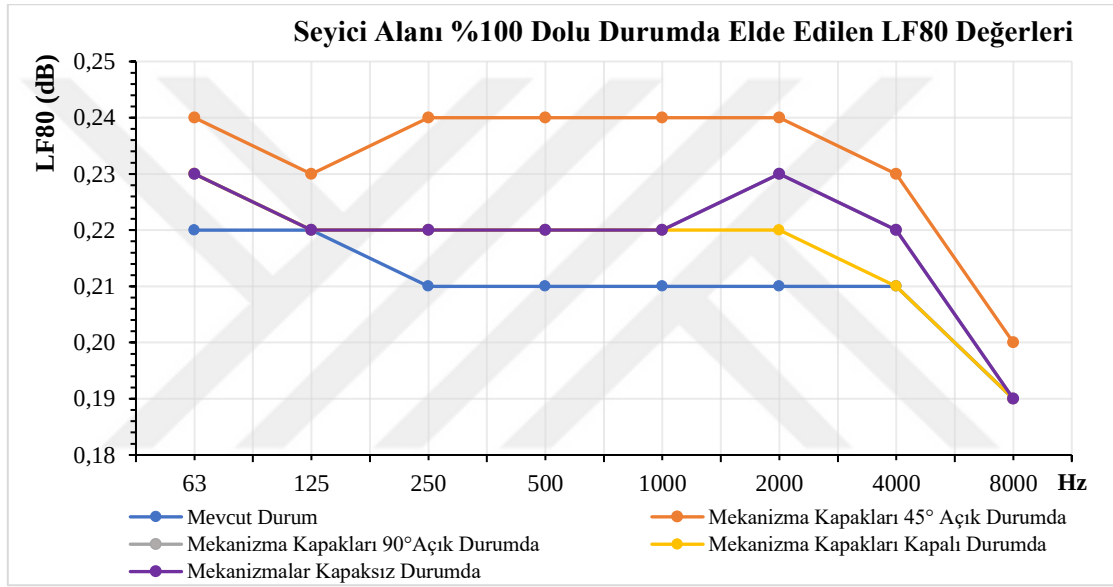
Şekil 93. Beşirli Merkez Tenis Kortunun mevcut durumu için elde edilen LF80 değeri grid dağılımı (500 Hz).

Seyirci alanı %100 dolu olduğunda müzikal faaliyetler sırasında elde edilen ortalama LF80 değeri aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Ortalama LF80 değeri mevcut durum için orta frekans bölgesinde 0,21 olarak elde edilmiştir (Şekil 94). Bu değer, kabul edilen optimum düzeyin altındadır.

Spor salonunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° açık olduğu, kapalı olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama LF80 değerleri genel olarak aşağı frekanslarda 125 Hz'e kadar azalmakta, 125 Hz- 1000Hz aralığında sabit kalmakta ve 1000 Hz'in üzerindeki

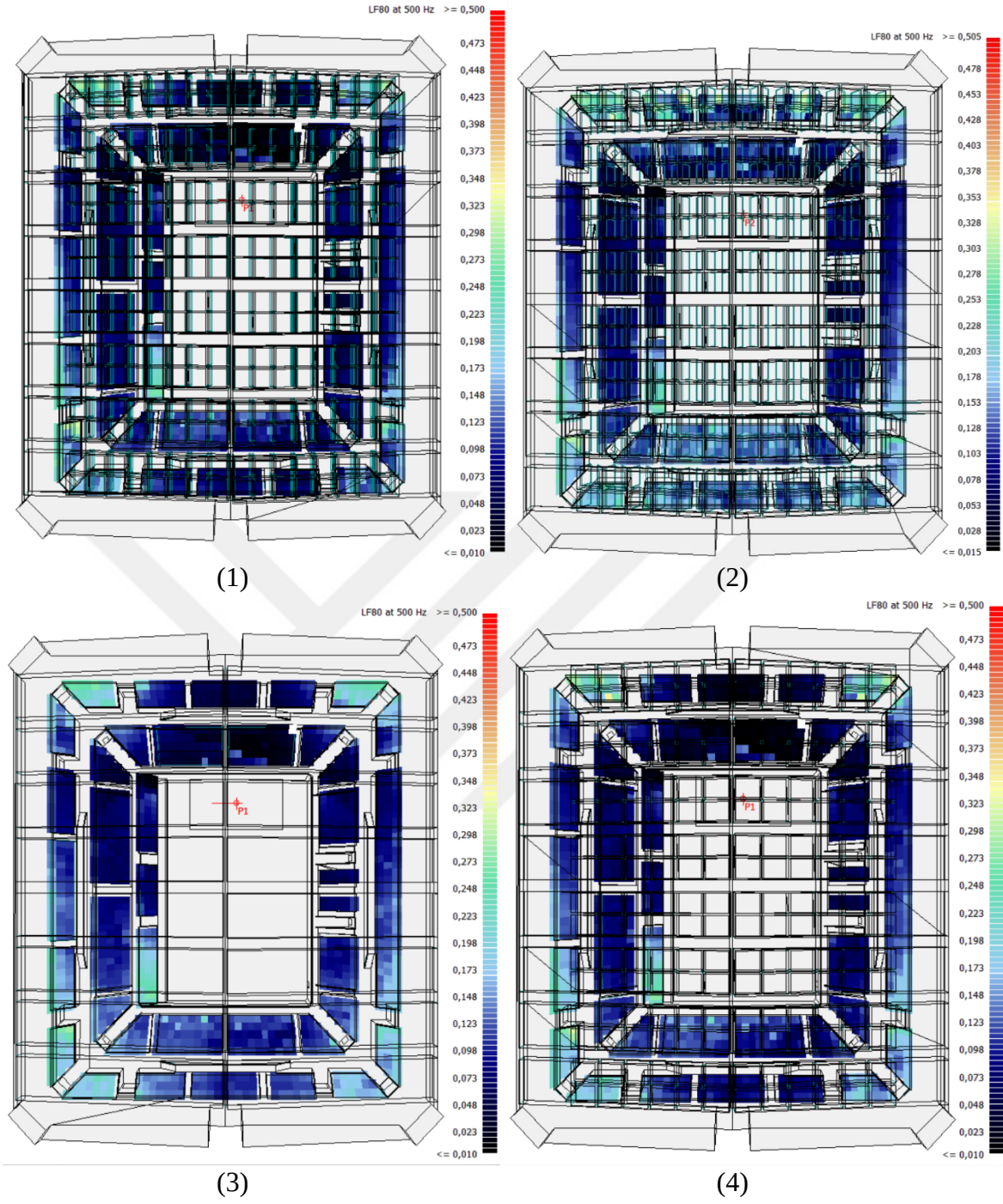
frekanslarda frekans artışıyla azalmaktadır. Prizmatik mekanizmaların kapaklarının 45° açık olduğu durumda ise elde edilen ortalama LF80 değerleri aşağı frekanslarda 125 Hz'e kadar azalmakta, 125Hz-250Hz aralığında artmakta, 250 Hz-2000 Hz aralığında sabit kalmakta ve 2000 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla azalma eğilimindedir.

Orta frekanslarda ortalama LF80 değerleri prizmatik mekanizmaların kapakları 90° açık olduğu durumda 0,22, 45° açık olduğu durumda 0,24 ve kapalı olduğu durumda 0,22 olarak elde edilmiştir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda ise orta frekanslarda LF80 değeri ise 0,22 olarak elde edilmiştir. (Şekil 94).



Şekil 94. Beşirli Merkez Tenis Kortu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen LF80 değerleri

Spor salonunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama LF80 değerleri, kabul edilen optimum değer aralığının altında yer almaktadır. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların 500Hz'deki ortalama LF80 değerlerine ait grid dağılımları Şekil 95'te yer almaktadır (Şekil 95).



Şekil 95. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait LF80 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

3.4. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu İçin Seyirci Alanının Boş Olduğu Durumda Elde Edilen Nesnel Parametre Değerleri

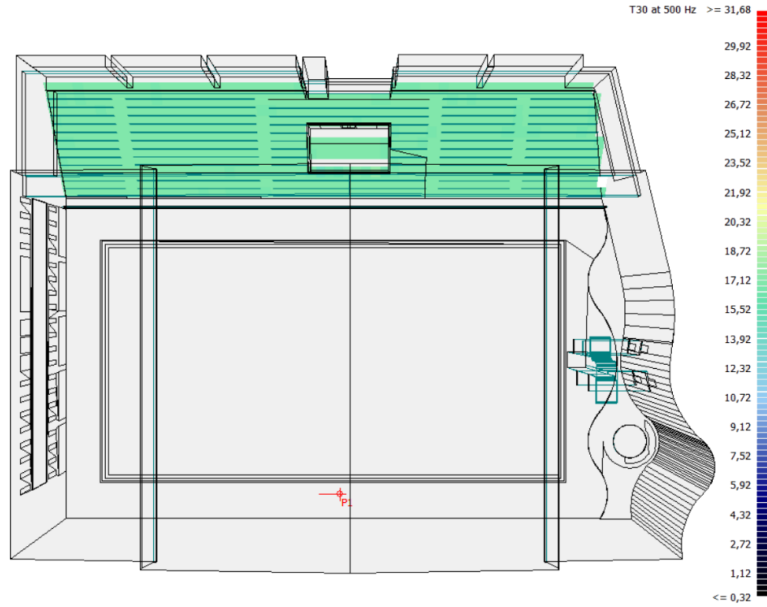
Bu başlık altında Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen T30, EDT, STI, D50, C80 ve LF80 sesin nesnel parametre değerleri detaylı olarak incelenmiştir.

3.4.1. T30 Değerlerinin Analizleri

Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen ortalama T30 değerleri, Şekil 97’de yer almaktadır. Yüzme havuzunun:

- Spor faaliyetleri için orta frekanslarda kabul edilen optimum T30 değer aralığı: $1,8 \leq T30 \leq 2,2$ sn (BB93, 2015)
- Müzikal faaliyetler için orta frekanslarda kabul edilen optimum T30 değer aralığı: $1,60 \leq T30 \leq 1,95$ sn (Knudsen ve Harris, 1988) (Şekil 9) ve
- Konuşma faaliyetleri için orta frekanslarda kabul edilen optimum T30 değeri aralığı: $0,99 \leq T30 \leq 1,21$ sn (Knudsen ve Harris, 1988) (Şekil 9) olarak belirlenmiştir.

Yüzme havuzunun mevcut durumu için seyirci alanı boş olduğu durumdaki T30 grid dağılımı Şekil 96’da yer almaktadır.



Şekil 96. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen T30 değerlerinin grid dağılımı (500 Hz).

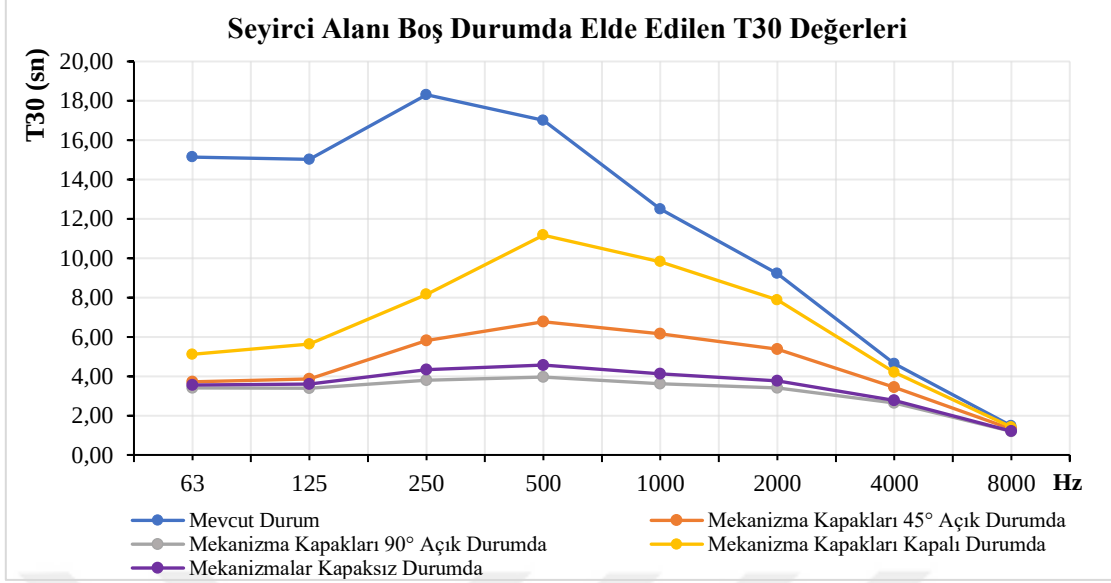
Seyirci alanı boş olduğunda havuzun mevcut durumu için T30 değeri, aşağı frekanslarda 125 Hz'e kadar azalırken, 125 Hz -250 Hz aralığında artmakta, 250 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla birlikte azalmaktadır. Mevcut durum için ortalama T30 değeri spor faaliyetleri için belirlenen orta frekans bölgesinde 12,91 sn olarak elde edilirken, konuşma ve müzik faaliyetleri için belirlenen orta frekans bölgesinde 17,01 olarak elde edilmiştir (Şekil 97). Bu değerler spor, müzik ve konuşma faaliyetleri için kabul edilen optimum düzey aralıklarının oldukça üzerindedir.

Yüzme havuzunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama T30 değerleri aşağı frekanslardan orta frekanslara doğru artış gösterirken, orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır.

Spor faaliyetleri için orta frekanslarda elde edilen ortalama T30 değerleri, prizmatik mekanizma kapakları 90° açık olduğu durumda 3,66 sn, 45° açık olduğu durumda 6,1 sn, kapalı olduğu durumda ise 9,62 sn'dir. Prizmatik mekanizmalar kapaksız olduğunda orta frekanslarda elde edilen T30 değeri ise 4,15 sn'dir (Şekil 97).

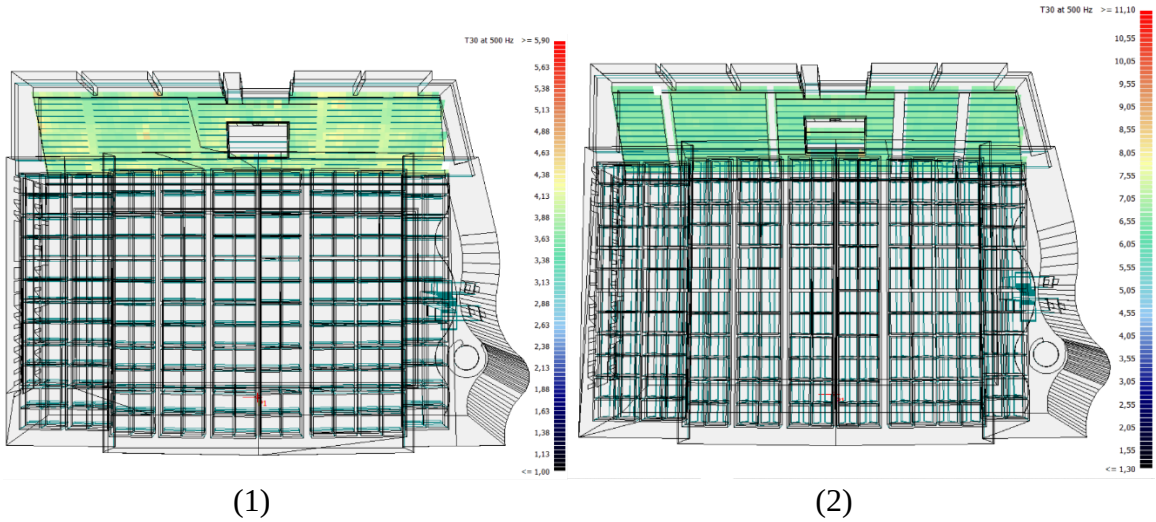
Konuşma ve müzik faaliyetleri için orta frekanslarda elde edilen ortalama T30 değerleri, prizmatik mekanizma kapakları 90° açık olduğu durumda 3,96 sn, 45° açık olduğu durumda 6,77 sn, kapalı olduğu durumda ise 11,17 sn'dir. Prizmatik mekanizmalar kapaksız olduğunda orta frekanslarda elde edilen T30 değeri ise 4,57 sn'dir (Şekil 97).

Tavan yüzeyine yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama T30 değerleri, spor, müzik ve konuşma faaliyetleri için kabul edilen optimum değer aralığının üzerindedir.



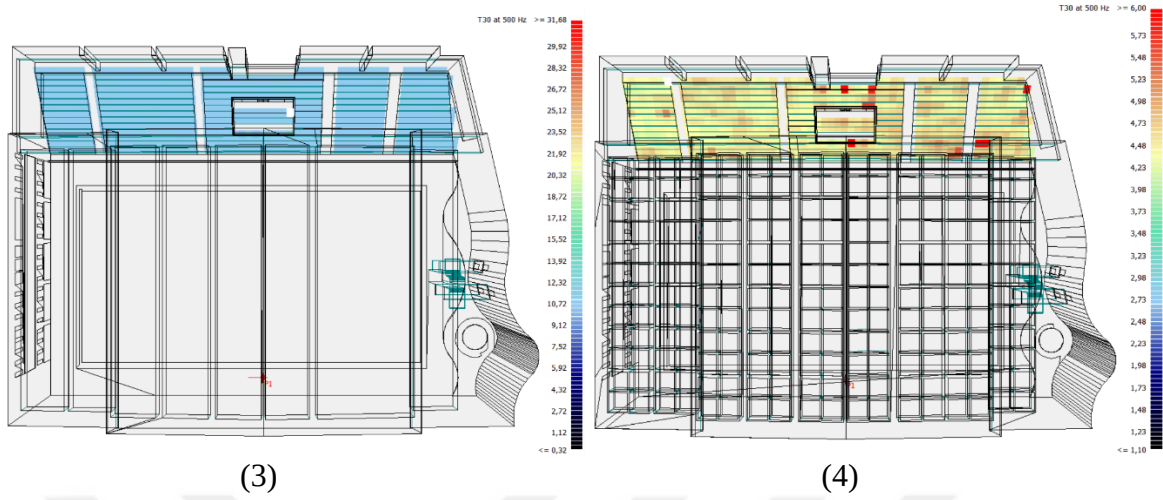
Şekil 97. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen T30 değerleri

Yüzme havuzunun mevcut durum ile tavan yüzeyine prizmatik mekanizmaların yerleştirildiği durumların T30 değerleri karşılaştırıldığında, yeni sitemdeki malzemelerin mevcut duruma göre özellikle aşağı ve orta frekanslarda ses yutma katsayılarındaki artışına bağlı olarak azalma meydana geldiği görülmektedir. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların 500 Hz'deki ortalama reverberasyon sürelerine ait grid dağılımları Şekil 98'de yer almaktadır (Şekil 98).



Şekil 98. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait T30 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

Şekil 98'in devamı

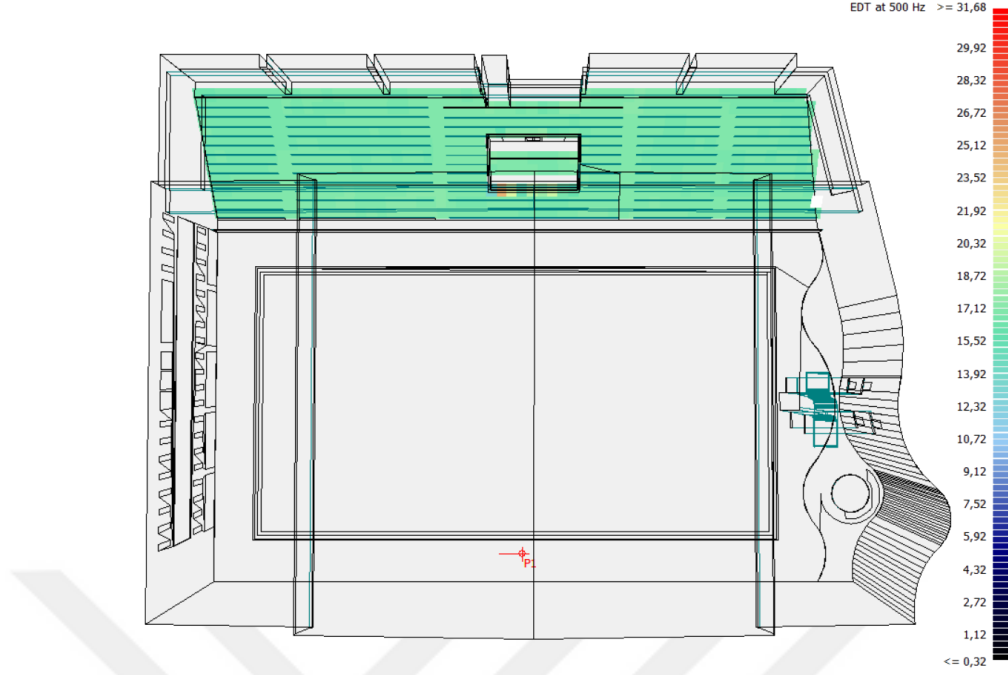


3.4.2. EDT Değerlerinin Analizleri

Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen ortalama EDT değerleri, Şekil 100'de yer almaktadır. Yüzme havuzunun:

- Müzikal faaliyetler için kabul edilen optimum EDT değeri 500Hz'de T30 değerinden %10 daha fazla: $1,75 \leq EDT \leq 2,14$
- Konuşma faaliyetleri için kabul edilen optimum EDT değeri 500Hz'de T30 değerinden küçük olmalıdır. (Mehta vd., 1999): $EDT \leq 1,1$

Yüzme havuzunun mevcut durumu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen EDT değerlerinin grid dağılımı Şekil 99'da yer almaktadır.

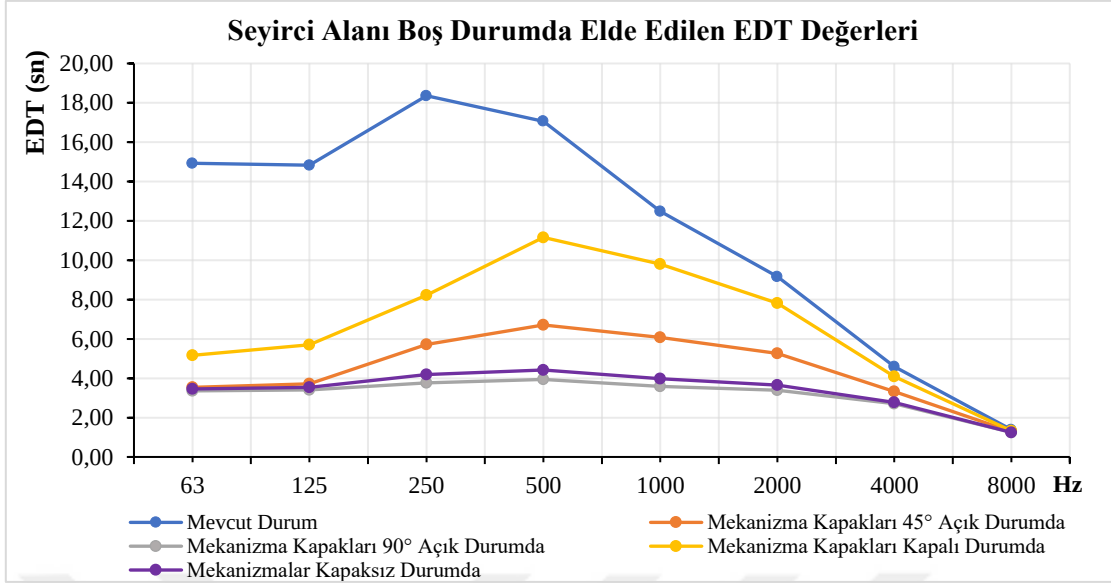


Şekil 99. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen EDT değerlerinin grid dağılımı (500 Hz).

Seyirci alanı boş olduğunda havuzun mevcut durumu için EDT değerlerinin aşağı frekanslarda 125 Hz'e kadar azaldığı, 125Hz-250 Hz aralığında arttığı ve 250 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla azaldığı görülmektedir. Mevcut durum için ortalama EDT değeri konuşma ve müzik faaliyetleri için belirlenen orta frekans bölgesinde 17,06 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 100). Bu değer, müzik ve konuşma faaliyetleri için kabul edilen optimum düzey aralıklarının oldukça üzerindedir.

Yüzme havuzunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama EDT değerleri, aşağı frekanslardan orta frekanslara doğru artarken orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır.

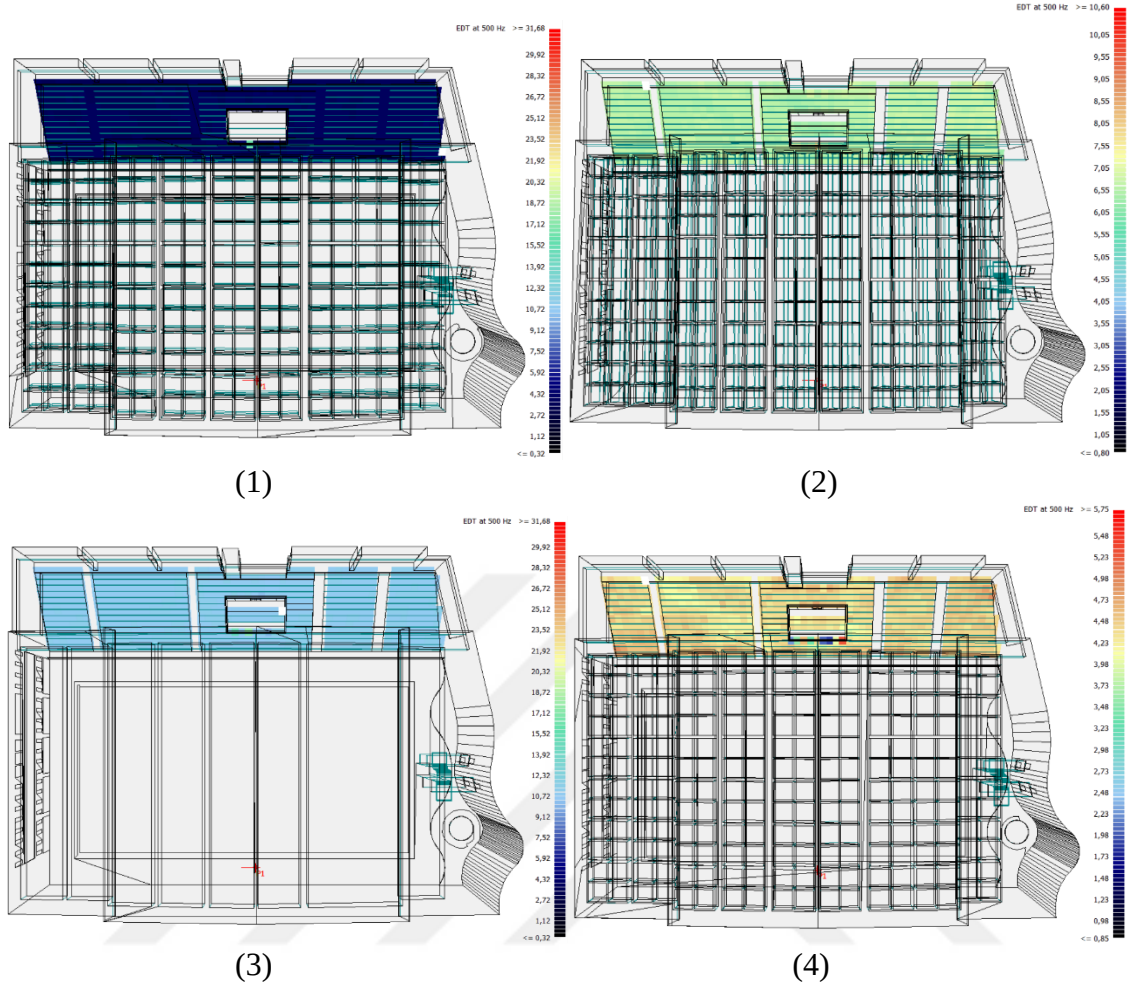
Müzik ve konuşma faaliyetleri için orta frekanslarda elde edilen ortalama EDT değerleri, prizmatik mekanizma kapaklarının 90° açık olduğu durumda 3,94 sn, 45° açık olduğu durumda 6,71 sn ve kapalı olduğu durumda ise 11,16 sn'dir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda ise orta frekanslarda elde edilen EDT değeri ise 4,42 sn'dir (Şekil 100).



Şekil 100. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen EDT değerleri

Kapalı yüzme havuzunda müzik ve konuşma faaliyetleri sırasında prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama EDT değerleri, kabul edilen optimum değer aralığının üzerindedir.

Havuzun mevcut durumu ile tavan yüzeyine prizmatik mekanizmaların yerleştirildiği durumların EDT değerleri karşılaştırıldığında, mevcut duruma göre özellikle aşağı ve orta frekanslarda azalma meydana geldiği görülmektedir. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların 500Hz'deki ortalama EDT değerlerine ait grid dağılımları Şekil 101'de yer almaktadır.

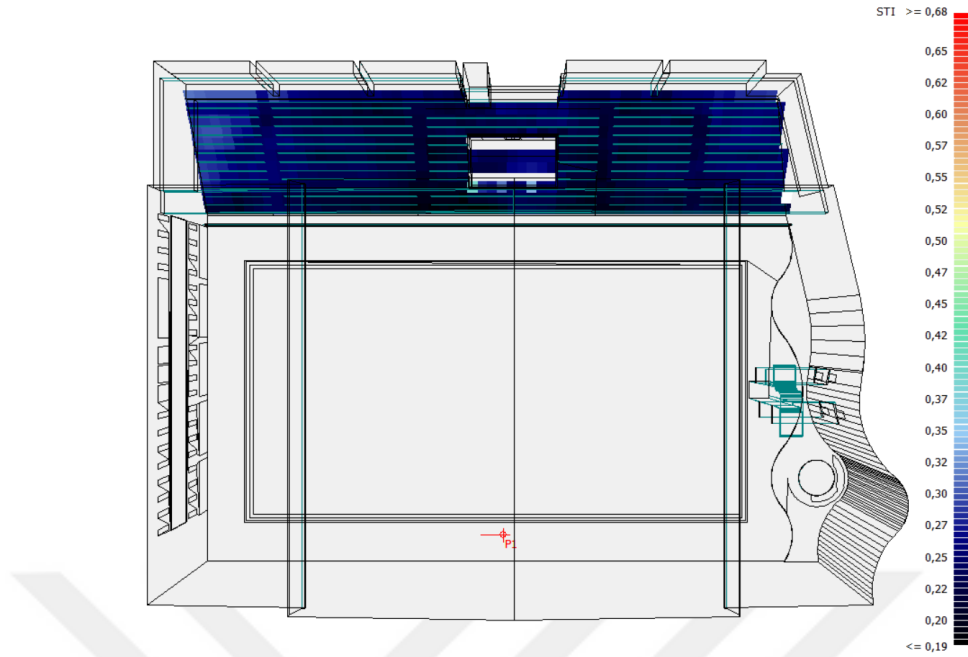


Şekil 101. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait EDT değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

3.4.3. STI Değerlerinin Analizleri

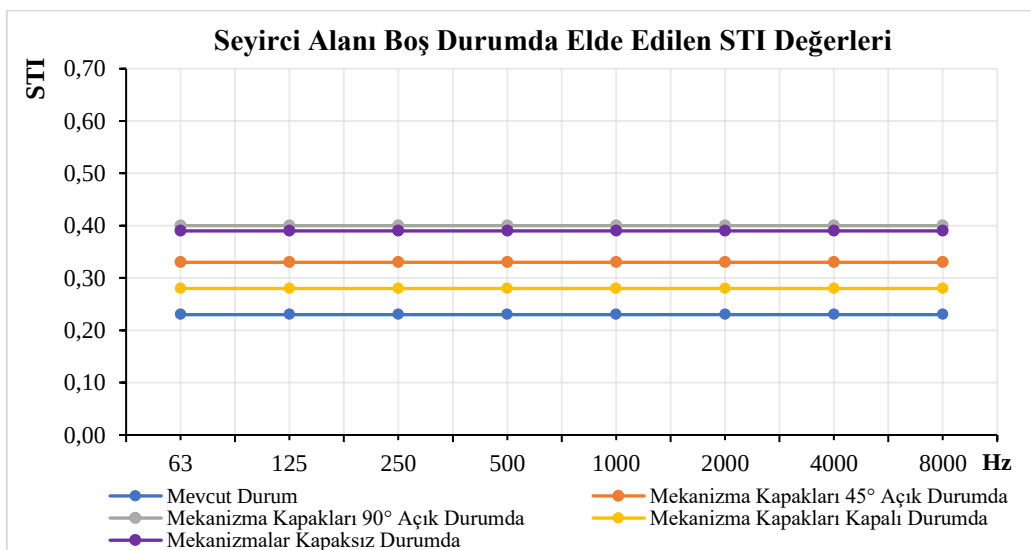
Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen STI değerlerinin kümülatif dağılımının eşik değerleri (X50), Şekil 103'te yer almaktadır. Yüzme havuzu için konuşma faaliyetleri sırasında kabul edilen STI değer aralıkları Tablo 2'de yer almaktadır.

Seyirci alanı boş olduğunda havuzun mevcut durumu için elde edilen STI değeri 0,05 olup; belirlenen aralıklarda bu değer 'kötü' düzeydedir. Yüzme havuzunun mevcut durumu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen STI değerlerinin grid dağılımı Şekil 102'de yer almaktadır.



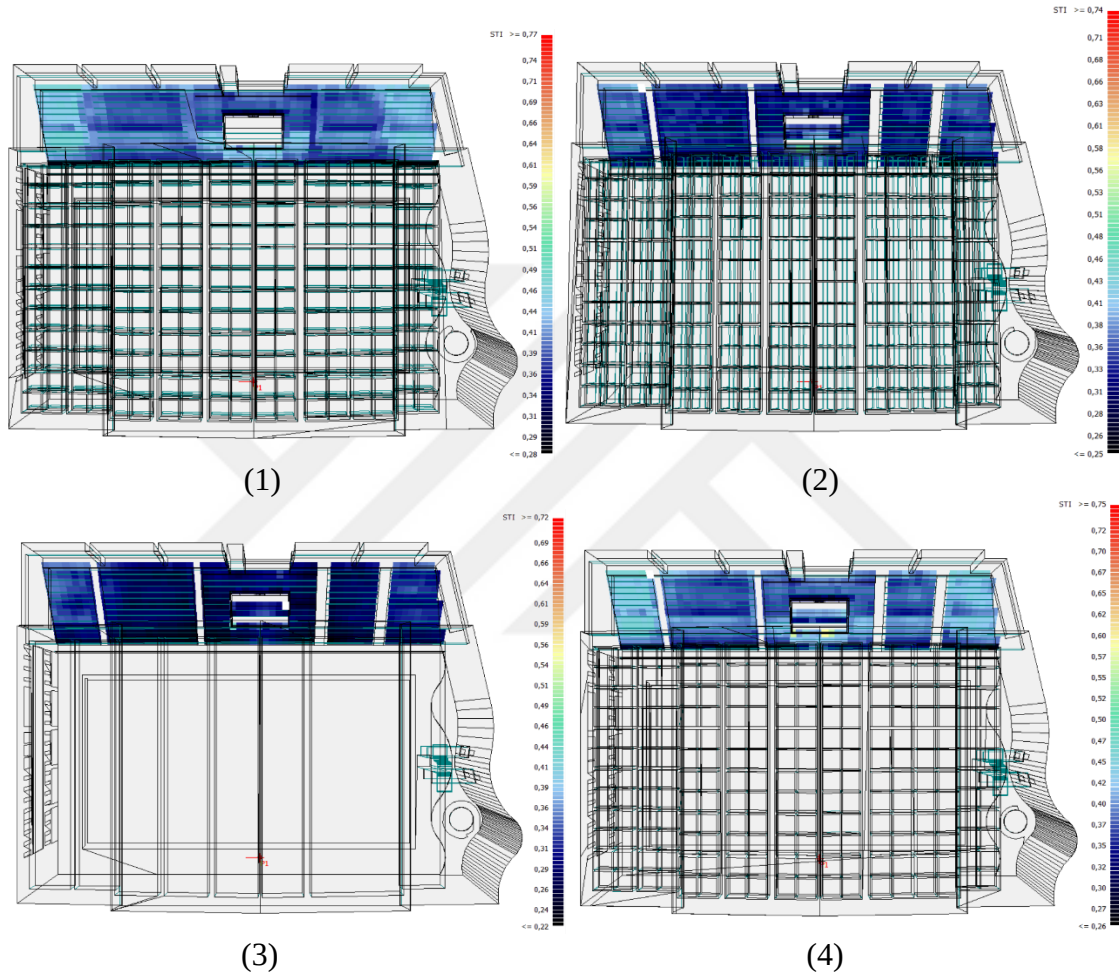
Şekil 102. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen STI değerlerinin grid dağılımı (500 Hz).

Yüzme havuzunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° açık olduğu durumda ortalama STI değeri 0,40 iken; bu değer kapaklar 45° açık olduğu durumda 0,33 ve kapakların kapalı olduğu durumda ise 0,28 olarak elde edilmiştir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda elde edilen STI değeri ise 0,39'dur (Şekil 103).



Şekil 103. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen STI değerleri

STI değeri mekanizma kapaklarının 90° açık olduğu, 45° açık olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda ‘zayıf’ düzeyde iken; mekanizma kapaklarının kapalı olduğu durumda bu değerin ‘kötü’ düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların ortalama STI değerlerine ait grid dağılımları Şekil 104’te yer almaktadır.

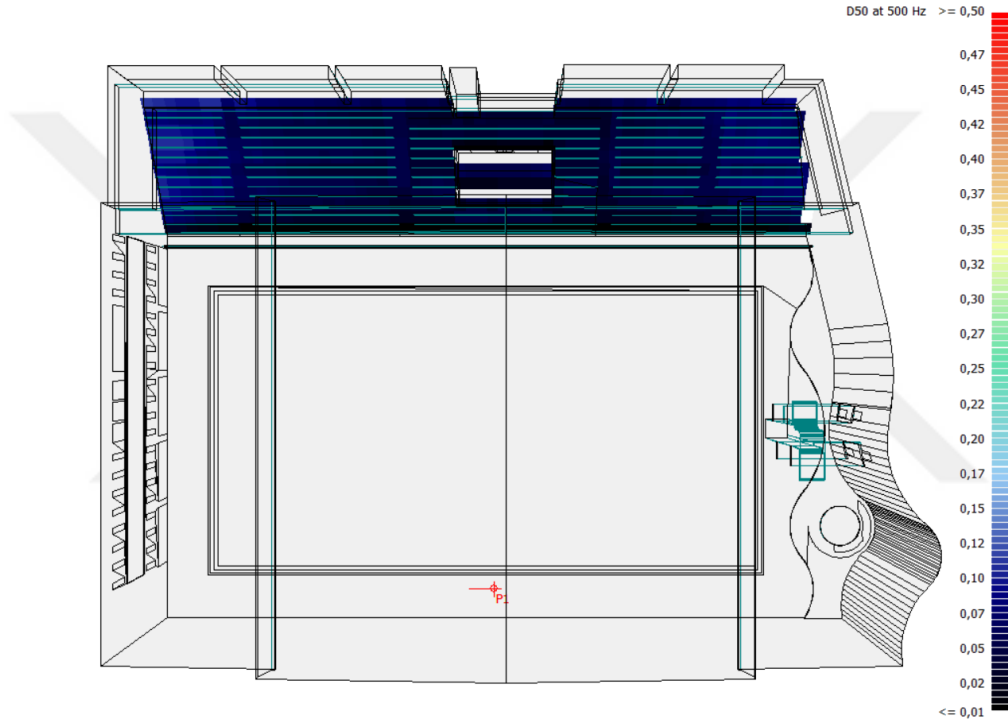


Şekil 104. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait STI değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

3.4.4. D50 Değerlerinin Analizleri

Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen ortalama D50 değerleri Şekil 106’da yer almaktadır. Yüzme havuzu için konuşma faaliyetleri sırasında orta frekanslarda kabul edilen optimum D50 değeri $0,3 \leq x \leq 0,7$ olarak belirlenmiştir (ISO/CD 3382).

Yüzme havuzunun mevcut durumu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen D50 değerlerinin grid dağılımı Şekil 105’te yer almaktadır.

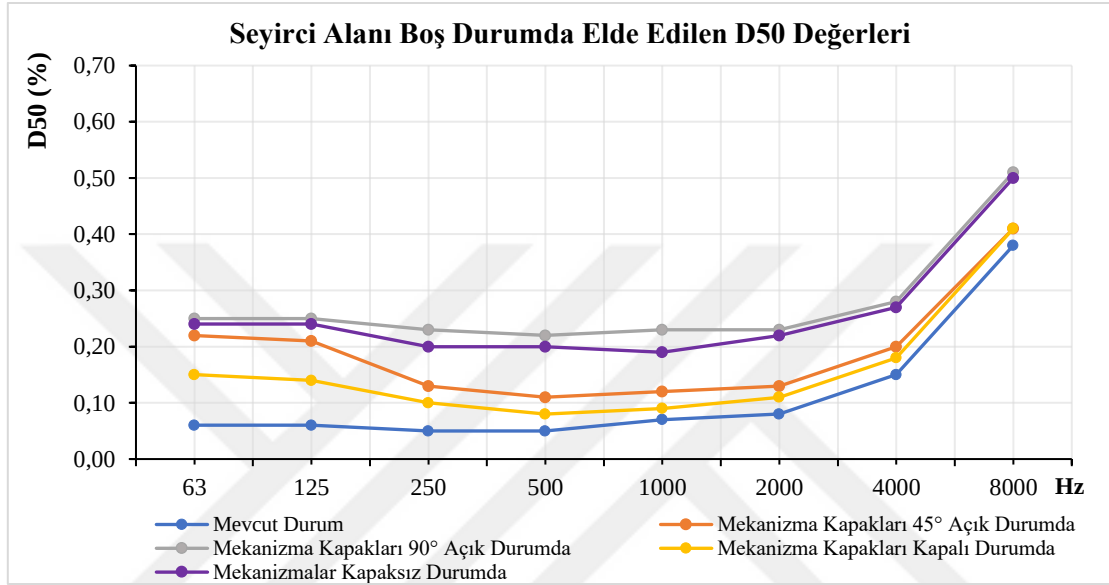


Şekil 105. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen D50 değerlerinin grid dağılımı (500 Hz).

Seyirci alanı boş olduğunda havuzun mevcut durumu için elde edilen D50 değerleri aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru frekans artışıyla artış göstermektedir. Ortalama D50 değeri mevcut durum için orta frekans bölgesinde 0,06 olarak elde edilmiştir (Şekil 106). Bu değer, kabul edilen optimum düzeyin altındadır. D50 parametresi için elde edilen sonuçlar doğrultusunda hacmin genelinde yansıyan ses enerjisinin baskın olduğu ve konuşmanın anlaşılabilirliği için olumsuz bir hacim akustiğinin bulunduğu anlaşılmaktadır.

Yüzme havuzunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama D50 değerleri

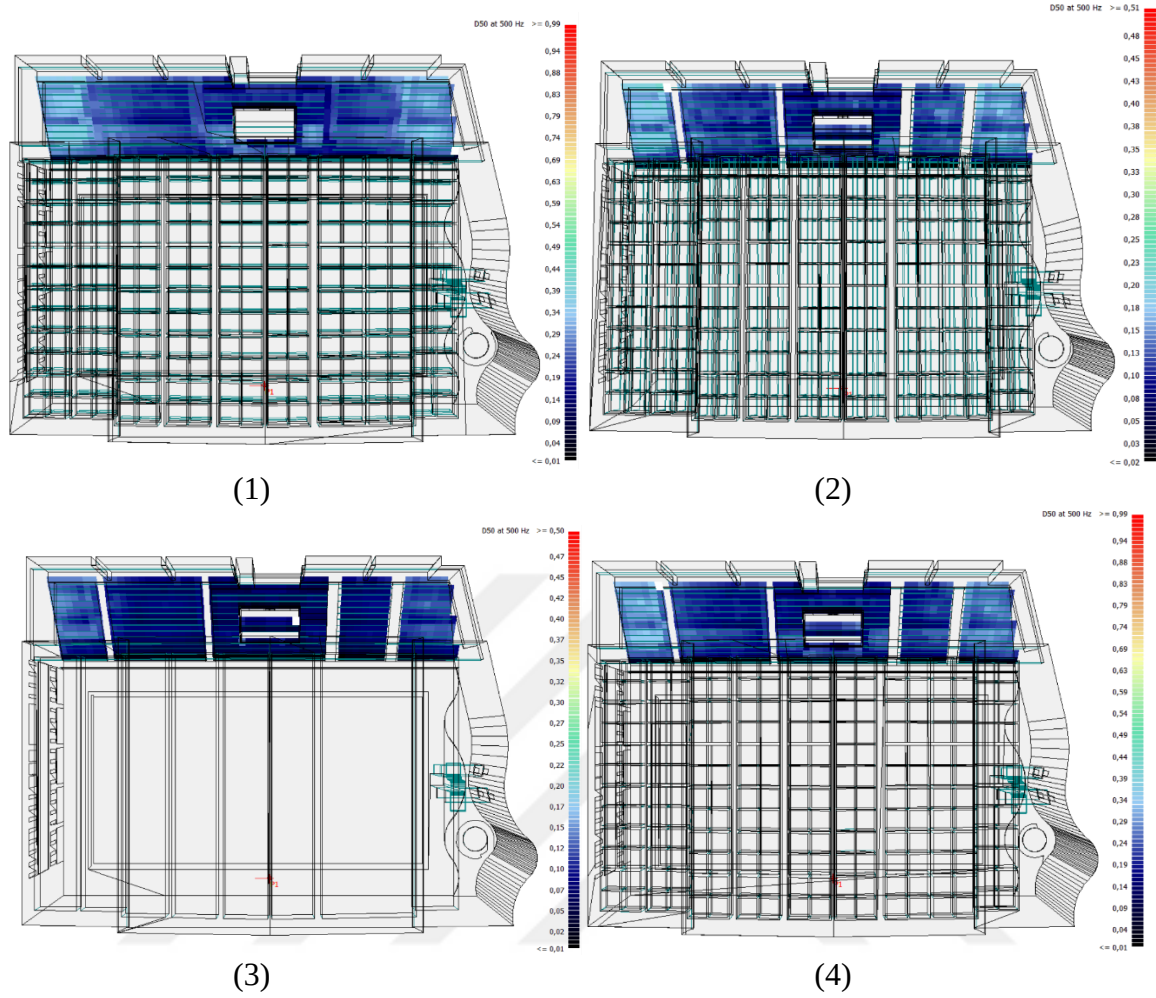
genel olarak aşağı frekanslardan 500 Hz'e doğru azalırken, 500 Hz'in üzerindeki frekanslara doğru frekans artışıyla artış göstermektedir. Orta frekanslarda ortalama D50 değerleri prizmatik mekanizmaların kapakları 90° açık olduğu durumda 0,22, 45° açık olduğu durumda 0,11 ve kapalı olduğu durumda 0,08 olarak elde edilmiştir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda ise orta frekanslarda D50 değeri ise 0,19 olarak elde edilmiştir (Şekil 106).



Şekil 106. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen D50 değerleri

Yüzme havuzunda konuşma faaliyetleri sırasında prizmatik mekanizma kapaklarının 90° açık olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durumlar için elde edilen ortalama D50 değerleri, kabul edilen optimum değer aralığının altında kalmış olsa da değerlerin mevcut duruma kıyasla daha iyi durumda olduğu tespit edilmiştir.

Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların 500 Hz 'deki ortalama D50 değerlerine ait grid dağılımları Şekil 107'de yer almaktadır (Şekil 107).



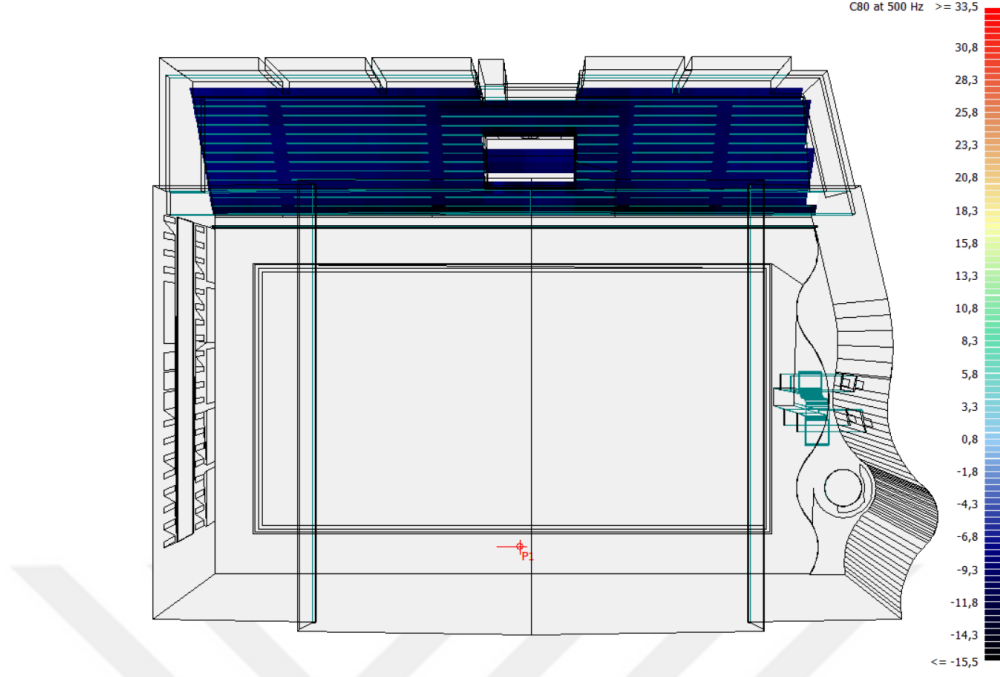
Şekil 107. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait D50 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

3.4.5. C80 Değerlerinin Analizleri

Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen ortalama C80 değerleri, Şekil 109’da yer almaktadır.

- Yüzme havuzu için müzikal faaliyetleri sırasında orta frekanslarda optimum C80 değeri: $-4\text{dB} \leq x \leq 4\text{dB}$ aralığında kabul edilmiştir (Beranek,1988).
- Yüzme havuzu için konuşma faaliyetleri sırasında ise orta frekanslarda optimum C80 değeri $-2\text{dB} \leq x \leq 2\text{dB}$ aralığında kabul edilmiştir (Gül vd.,2014).

Yüzme havuzunun mevcut durumu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen C80 değerlerinin grid dağılımı Şekil 108’de yer almaktadır.



Şekil 108. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen C80 değerinin grid dağılımı (500 Hz).

Seyirci alanı boş olduğunda müzik ve konuşma faaliyetleri sırasında elde edilen ortalama C80 değeri aşağı frekanslarda 125 Hz'e kadar artmakta, 125Hz -250Hz aralığında azalmakta, 250 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla artmaktadır. Ortalama C80 değeri mevcut durum için orta frekans bölgesinde -10,28 olarak elde edilmiştir (Şekil 109). Bu değer, müzik ve konuşma etkinlikleri için kabul edilen optimum düzeyin altındadır.

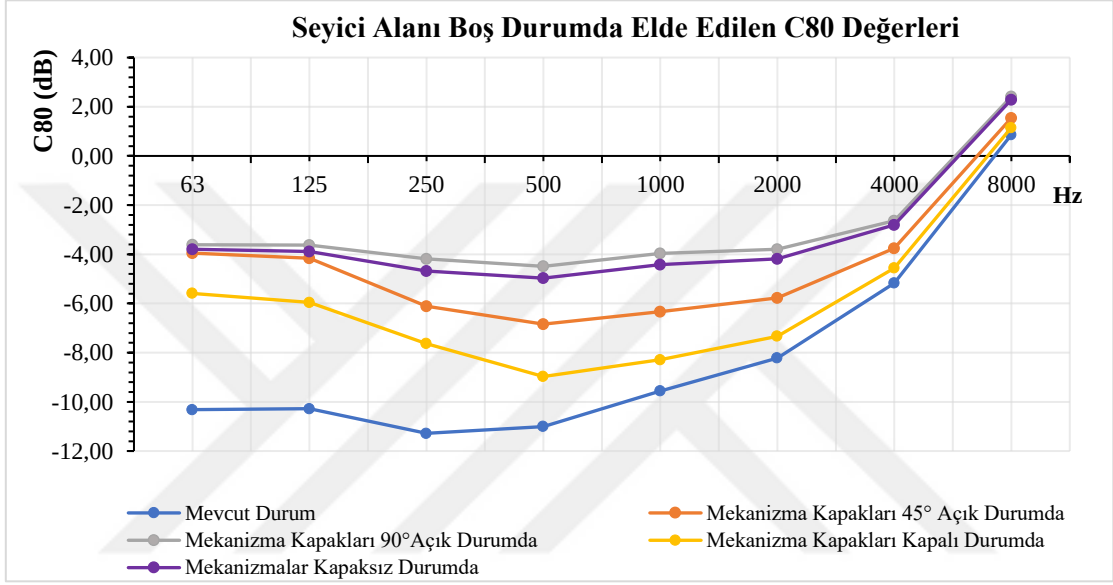
Yüzme havuzunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama C80 değerleri aşağı frekanslardan 500 Hz'e doğru azalırken, 500 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla arttığı görülmektedir.

Orta frekanslarda ortalama C80 değerleri prizmatik mekanizmaların kapakları 90° açık olduğu durumda -4,23, 45° açık olduğu durumda -6,58 ve kapalı olduğu durumda -8,63 olarak elde edilmiştir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda ise orta frekanslarda C80 değeri ise -4,69'dur (Şekil 109).

- Yüzme havuzunda müzikal faaliyetler sırasında prizmatik mekanizmalarının kapaklarının 90° açık olduğu, 45° açık olduğu, kapalı olduğu ve mekanizmaların

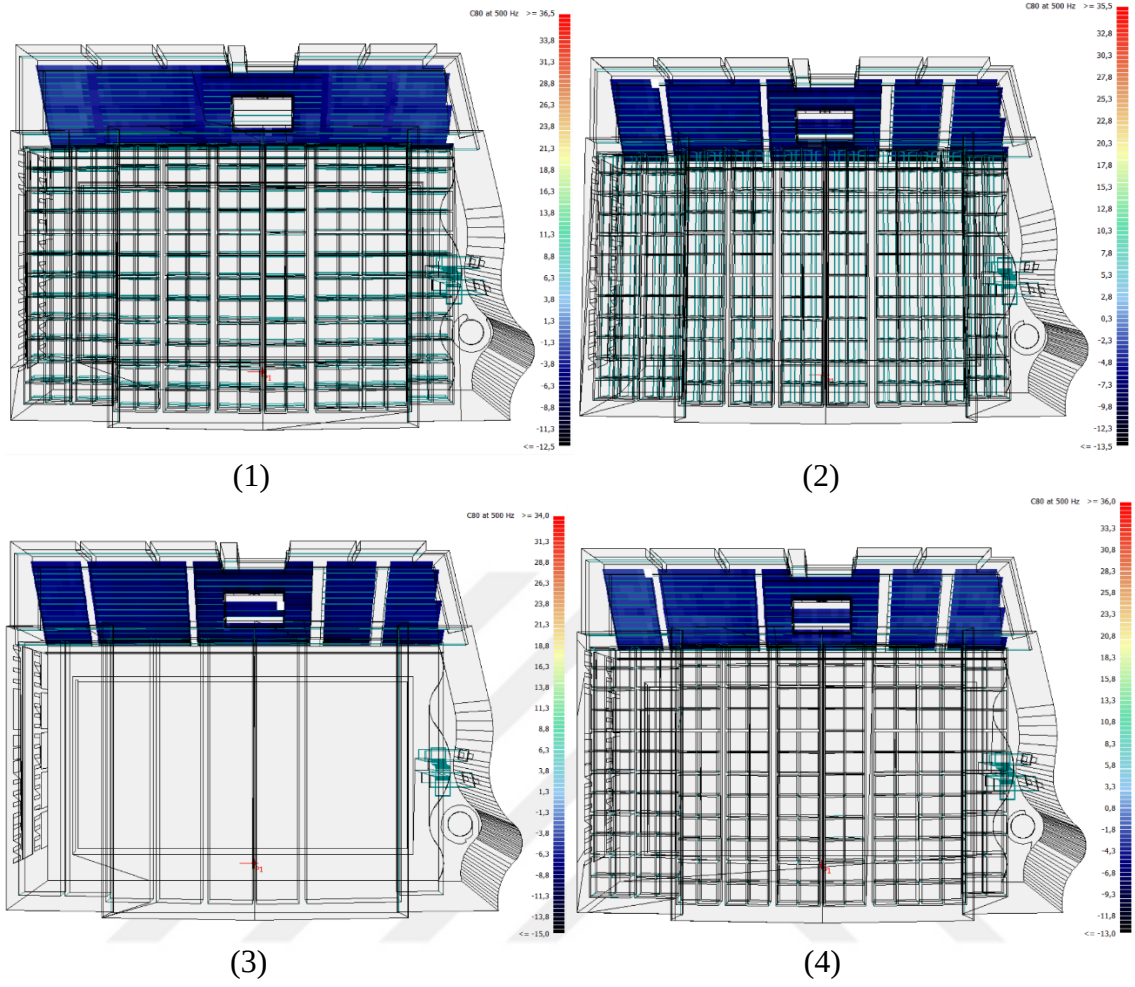
kapaksız olduğu durumlar için elde edilen ortalama C80 değeri, kabul edilen optimum değer aralığının altında yer almaktadır.

- Yüzme havuzunda konuşma faaliyetleri sırasında prizmatik mekanizmalarının kapaklarının 90° açık olduğu, 45° açık olduğu, kapalı olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durumlar için elde edilen ortalama C80 değeri, kabul edilen optimum değer aralığının altında yer almaktadır.



Şekil 109. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen C80 değerleri

Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların 500 Hz 'deki ortalama C80 değerlerine ait grid dağılımları Şekil 110'da yer almaktadır.

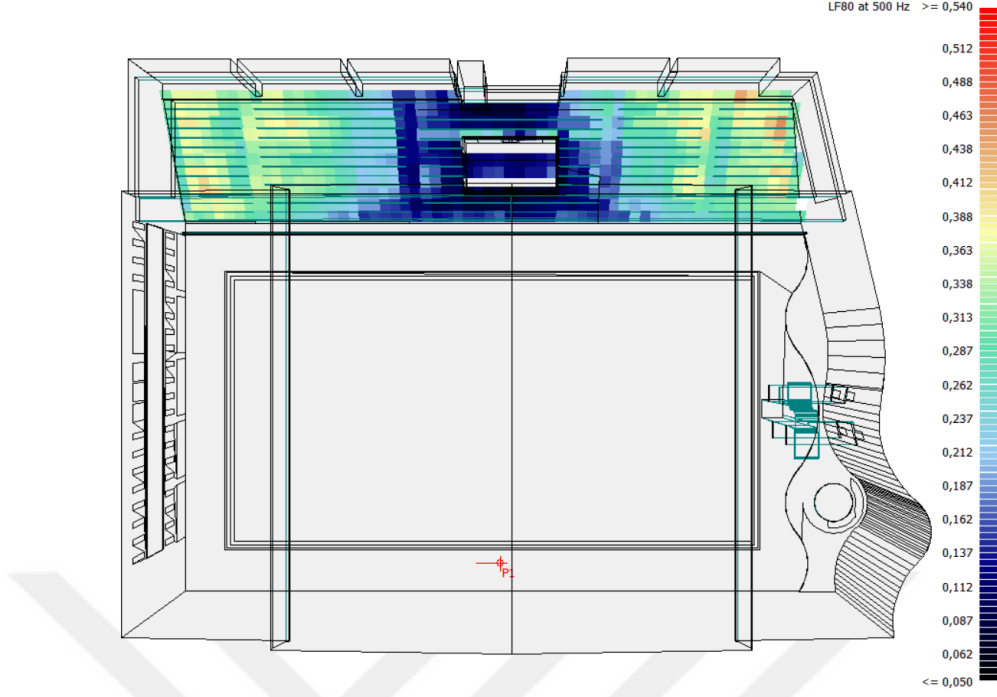


Şekil 110. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait C80 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

3.4.6. LF80 Değerlerinin Analizleri

Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen ortalama LF80 değerleri, Şekil 112’de yer almaktadır. Yüzme havuzu için müzikal faaliyetleri sırasında orta frekanslarda ortalama optimum LF80 değeri, $LF80 \geq 0,25$ aralığında kabul edilmiştir (Odeon, 2009).

Yüzme havuzunun mevcut durumu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen LF80 değerlerinin grid dağılımı Şekil 111’de yer almaktadır.

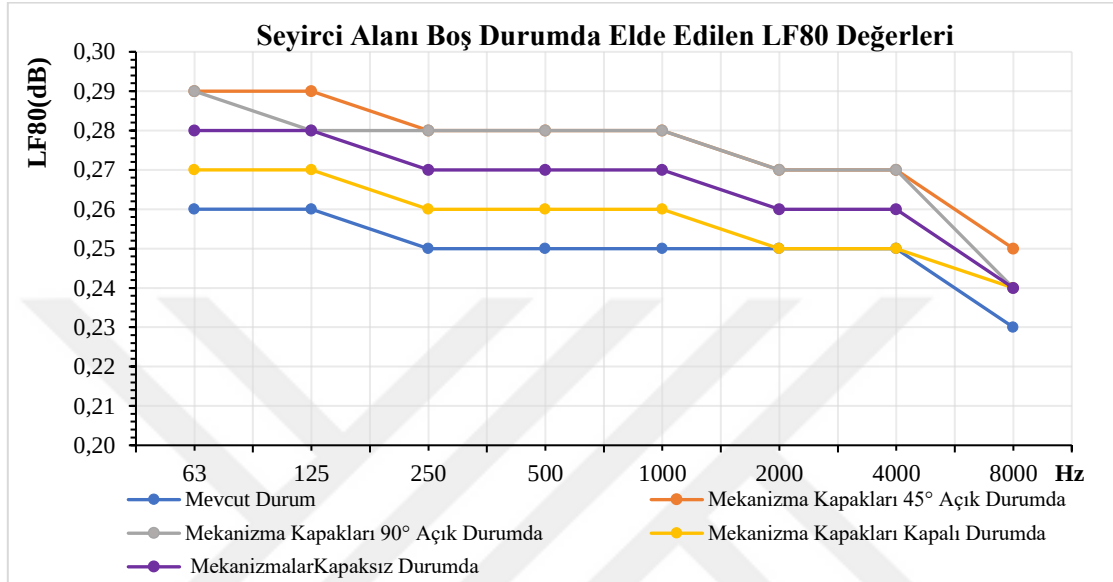


Şekil 111. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen LF80 değerinin grid dağılımı (500 Hz).

Seyirci alanı boş olduğunda müzikal faaliyetleri sırasında orta frekanslarda elde edilen ortalama LF80 değeri aşağı frekanslarda 125 Hz'e kadar sabit kalmakta, 125 Hz-250 Hz aralığında azalmakta, 250Hz-4000Hz aralığında sabit kalmakta, 4000 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla azalmaktadır. Ortalama LF80 değeri mevcut durum için orta frekans bölgesinde 0,25 olarak elde edilmiştir (Şekil 112). Bu değer, kabul edilen optimum düzey aralığındadır.

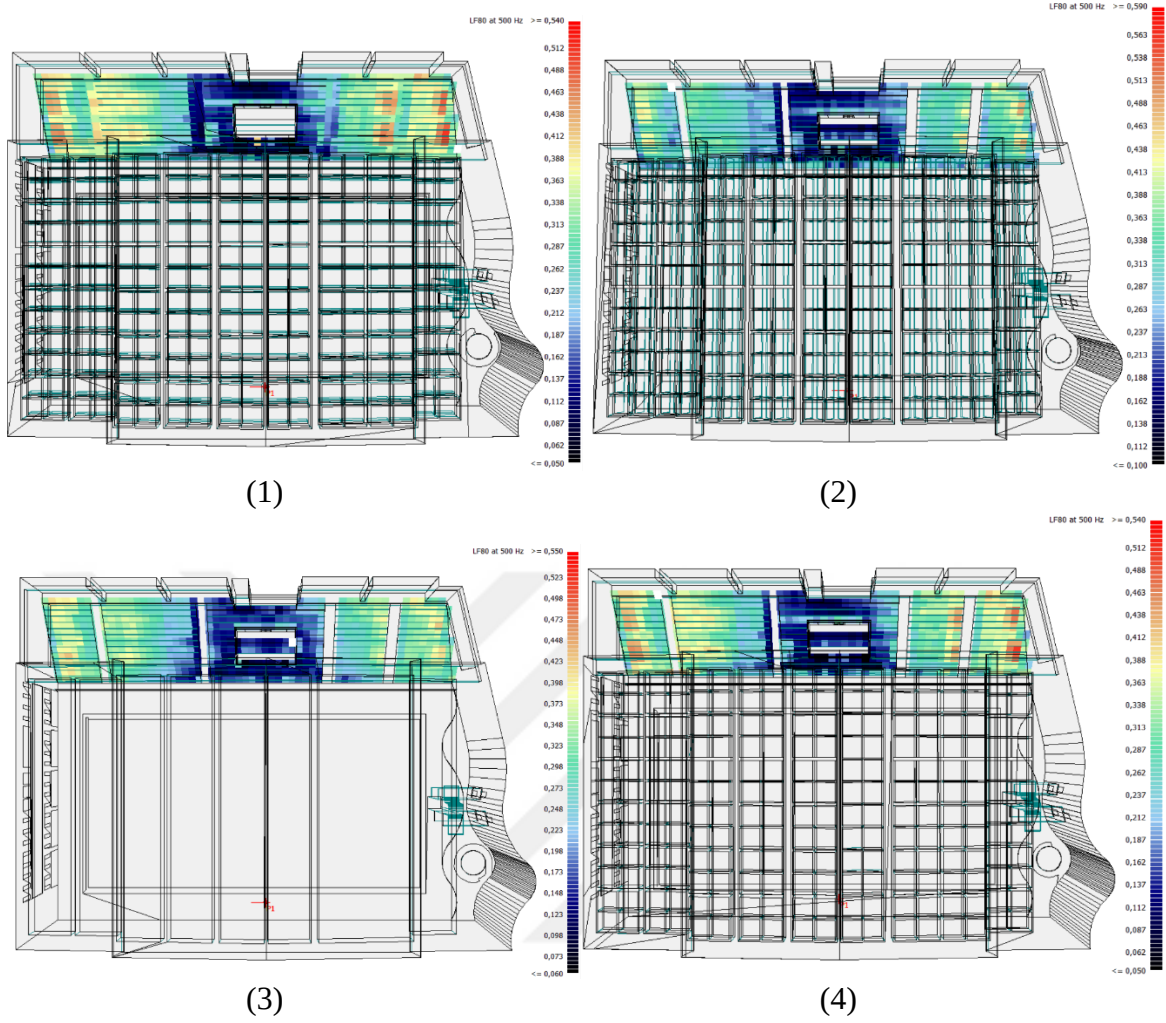
Yüzme havuzunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama LF80 değerleri aşağı frekanslarda 125Hz'e kadar sabit kalmakta, 125Hz-250Hz aralığında azalmakta, 250 Hz-1000 Hz aralığında sabit kalmakta, 1000Hz-2000 Hz aralığında azalmakta, 2000 Hz-4000 Hz aralığında sabit kalmakta ve 4000 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla azalmaktadır. Prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° açık olduğu durumda ise elde edilen ortalama LF80 değerleri aşağı frekanslarda 125Hz'e kadar azalmakta, 125 Hz-1000 Hz aralığında sabit kalmakta, 1000 Hz-2000 Hz aralığında azalmakta, 2000 Hz- 4000Hz aralığında sabit kalmakta ve 4000 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla azalmaktadır.

Orta frekanslarda ortalama LF80 değerleri prizmatik mekanizmaların kapakları 90° açık olduğu durumda 0,28, 45° açık olduğu durumda 0,28 ve kapalı olduğu durumda 0,26 olarak elde edilmiştir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda ise orta frekanslarda LF80 değeri ise 0,27'dir (Şekil 112).



Şekil 112. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen LF80 değerleri

Kapalı yüzme havuzunda müzik faaliyetleri sırasında prizmatik mekanizma kapaklarının 90° açık olduğu, 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama LF80 değerleri kabul edilen optimum değer aralığında yer almaktadır. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların ortalama LF80 değerlerine ait grid dağılımları Şekil 113'te yer almaktadır.



Şekil 113. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait LF80 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

3.5. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu İçin Seyirci Alanının %50 Dolu Olduğu Durumda Elde Edilen Nesnel Parametre Değerleri

Bu başlık altında Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen T30, EDT, STI, D50, C80 ve LF80 sesin nesnel parametre değerleri detaylı olarak incelenmiştir.

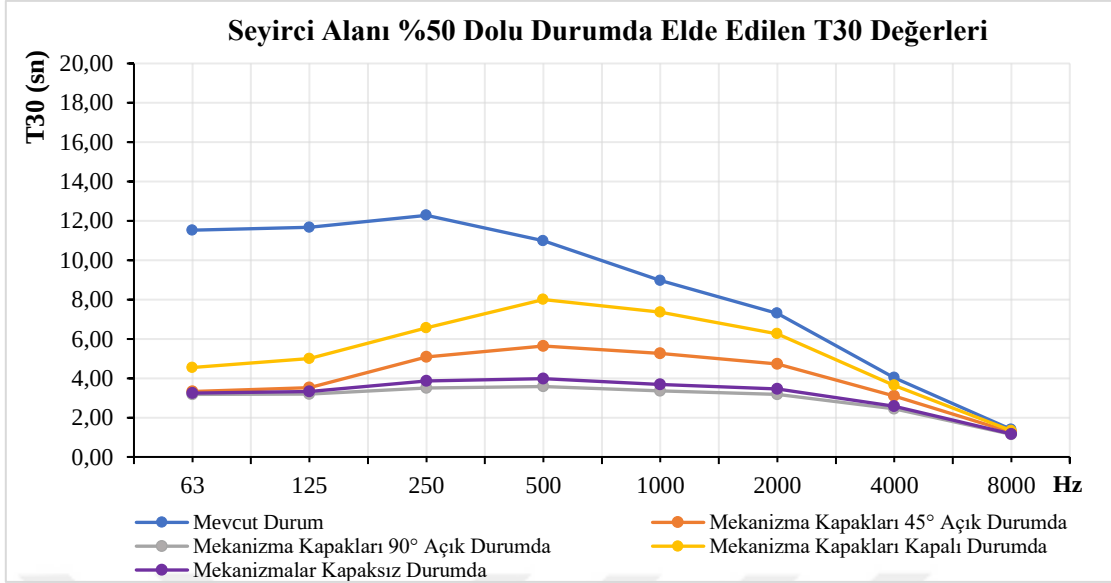
belirlenen orta frekans bölgesinde 9,08 sn olarak elde edilirken, konuşma ve müzik faaliyetleri için belirlenen orta frekans bölgesinde 10,99sn olarak elde edilmiştir (Şekil 115). Bu değerler spor, müzik ve konuşma faaliyetleri için kabul edilen optimum düzey aralıklarının oldukça üzerindedir.

Yüzme havuzunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama T30 değerleri aşağı frekanslardan orta frekanslara doğru artış gösterirken, orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır.

Spor faaliyetleri için orta frekanslarda elde edilen ortalama T30 değerleri, prizmatik mekanizma kapakları 90° açık olduğu durumda 3,37 sn, 45° açık olduğu durumda 5,20 sn, kapalı olduğu durumda ise 7,20 sn'dir. Prizmatik mekanizmalar kapaksız olduğunda orta frekanslarda elde edilen T30 değeri ise 3,71 sn'dir (Şekil 115).

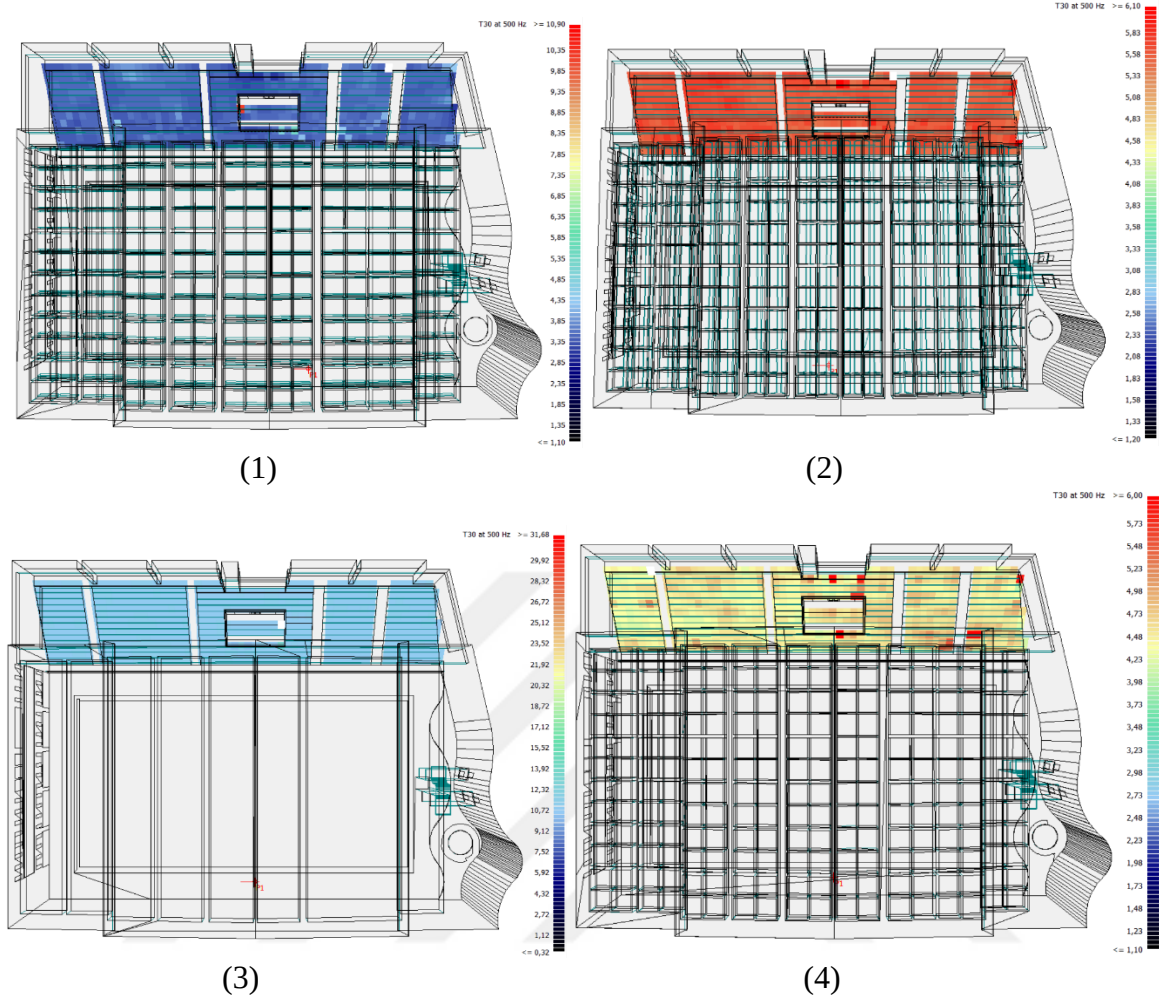
Konuşma ve müzik faaliyetleri için orta frekanslarda elde edilen ortalama T30 değerleri, prizmatik mekanizma kapakları 90° açık olduğu durumda 3,58 sn, 45° açık olduğu durumda 5,64 sn, kapalı olduğu durumda ise 8 sn'dir. Prizmatik mekanizmalar kapaksız olduğunda orta frekanslarda elde edilen T30 değeri ise 3,98 sn'dir (Şekil 115).

Tavan yüzeyine yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama T30 değerleri, spor, müzik ve konuşma faaliyetleri için kabul edilen optimum değer aralığının üzerindedir.



Şekil 115. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanı %50 dolu olduğunda elde edilen T30 değerleri

Yüzme havuzunun mevcut durum ile tavan yüzeyine prizmatik mekanizmaların yerleştirildiği durumların T30 değerleri karşılaştırıldığında, yeni sitemdeki malzemelerin mevcut duruma göre özellikle aşağı ve orta frekanslarda ses yutma katsayılarındaki artışına bağlı olarak azalma meydana geldiği görülmektedir. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların 500Hz'deki ortalama reverberasyon sürelerine ait grid dağılımları Şekil 116'da yer almaktadır.



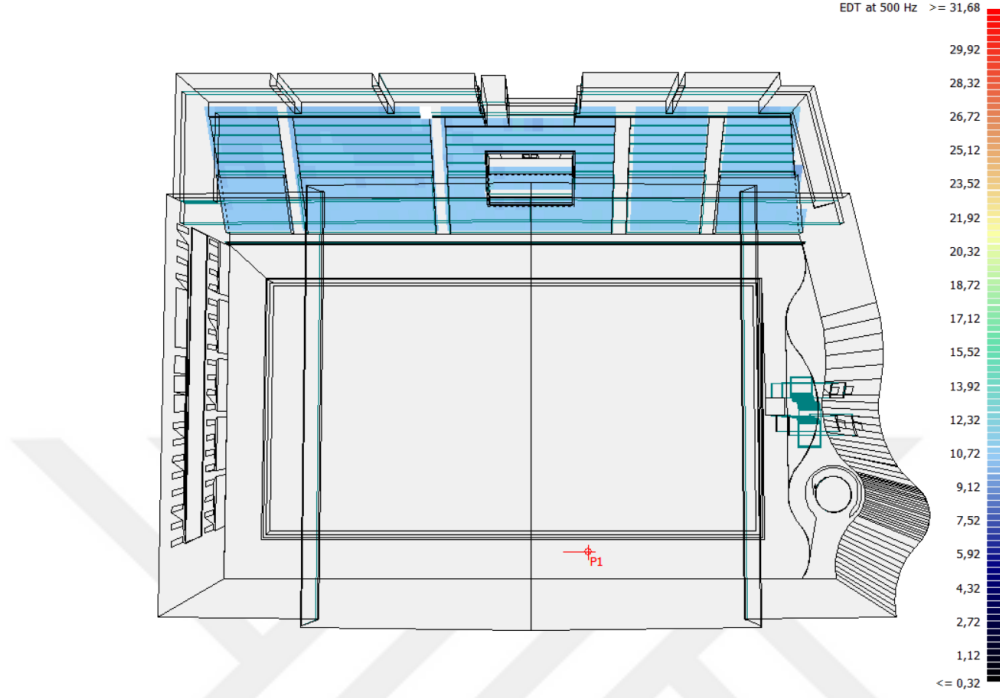
Şekil 116. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait T30 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

3.5.2. EDT Değerlerinin Analizleri

Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen ortalama EDT değerleri Şekil 118’de yer almaktadır. Yüzme havuzunun:

- Müzikal faaliyetler için kabul edilen optimum EDT değeri 500Hz’de T30 değerinden %10 daha fazla: $1,75 \leq EDT \leq 2,14$
- Konuşma faaliyetleri için kabul edilen optimum EDT değeri 500Hz’de T30 değerinden küçük olmalıdır. (Mehta vd., 1999): $EDT \leq 1,1$

Yüzme havuzunun mevcut durumu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen EDT değerlerinin grid dağılımı Şekil 117’de yer almaktadır.



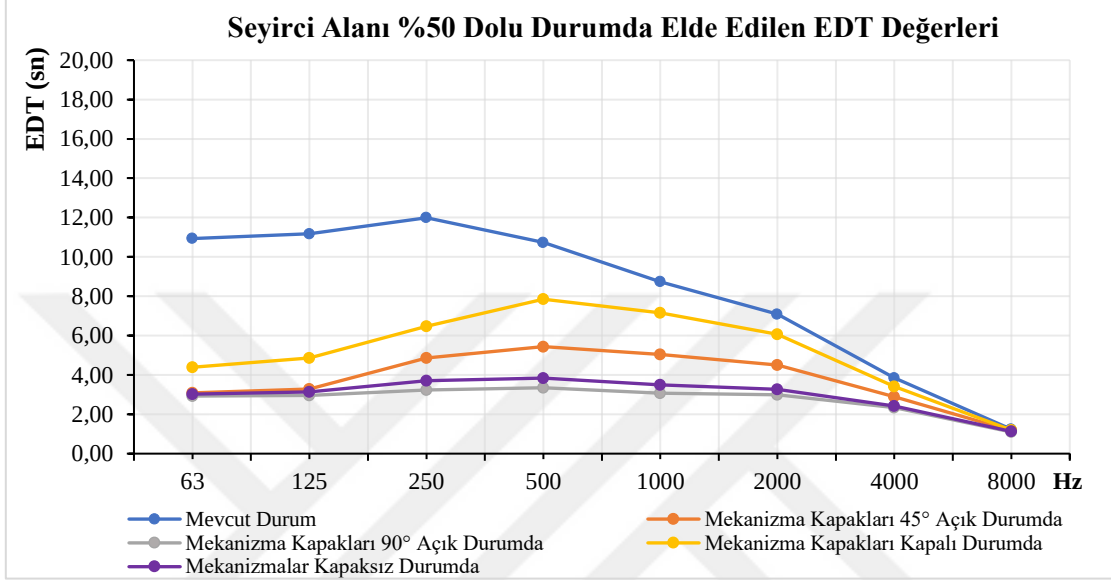
Şekil 117. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen EDT değerlerinin grid dağılımı (500 Hz).

Seyirci alanı %50 dolu olduğunda havuzun mevcut durumu için elde edilen EDT değerlerinin aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar arttığı, 250 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla azaldığı görülmektedir. Mevcut durum için ortalama EDT değeri konuşma ve müzik faaliyetleri için belirlenen orta frekans bölgesinde 10,73 sn olarak elde edilmiştir. Bu değer, müzik ve konuşma faaliyetleri için kabul edilen optimum düzey aralıklarının oldukça üzerindedir.

Yüzme havuzunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama EDT değerleri, aşağı frekanslardan orta frekanslara doğru artarken orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır.

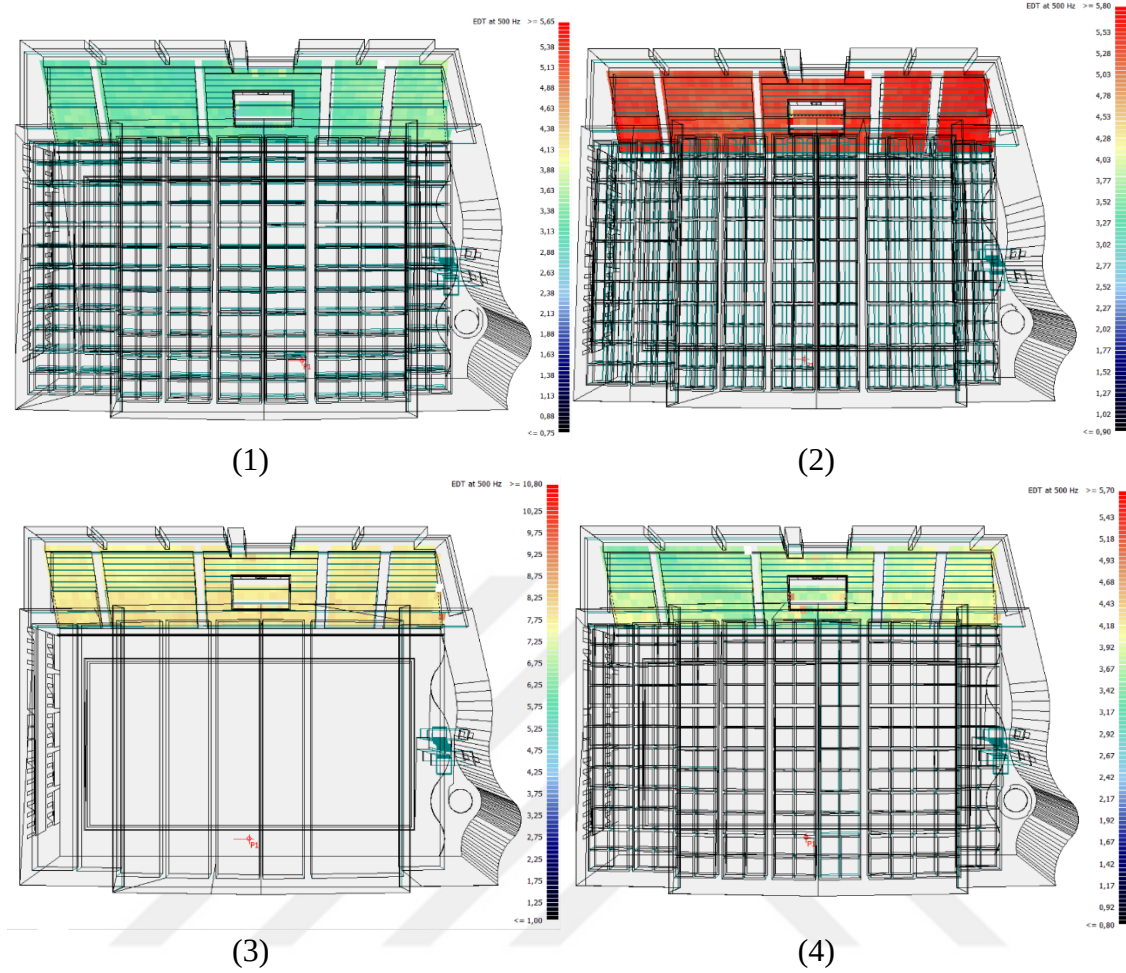
Müzik ve konuşma faaliyetleri için orta frekanslarda elde edilen ortalama EDT değerleri, prizmatik mekanizma kapakları 90° açık olduğu durumda 3,35 sn, 45° açık olduğu durumda 5,44 sn ve kapalı olduğu durumda ise 7,85 sn'dir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda ise orta frekanslarda EDT değeri ise 3,84 sn'dir (Şekil 118).

Kapalı yüzme havuzunda müzik ve konuşma faaliyetleri sırasında prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama EDT değerleri, kabul edilen optimum değer aralığının üzerindedir.



Şekil 118. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanı %50 dolu olduğu durumda elde edilen EDT değerleri

Havuzun mevcut durum ile tavan yüzeyine prizmatik mekanizmaların yerleştirildiği durumların EDT değerleri karşılaştırıldığında, mevcut duruma göre özellikle aşağı ve orta frekanslarda azalma meydana geldiği görülmektedir. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların 500Hz'deki ortalama EDT değerlerine ait grid dağılımları Şekil 119'da yer almaktadır.

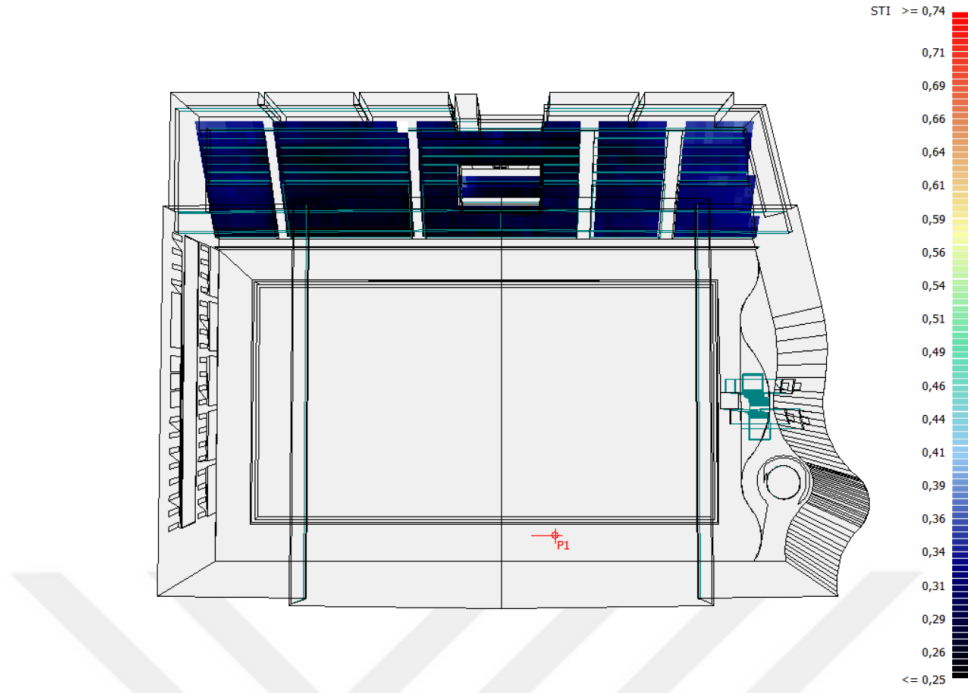


Şekil 119. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait EDT değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

3.5.3. STI Değerlerinin Analizleri

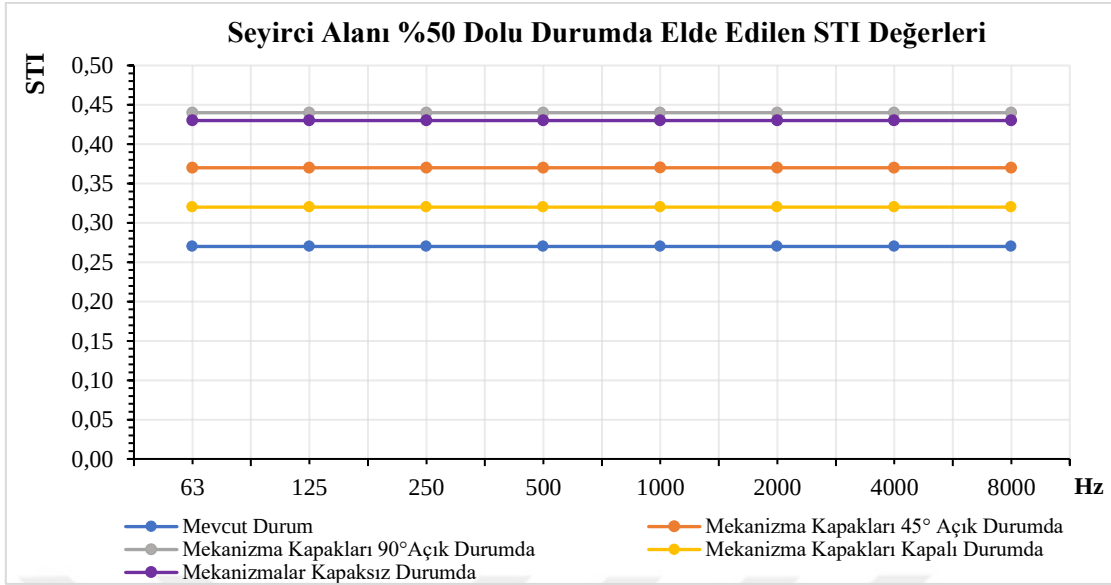
Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen STI değerlerinin kümülatif dağılımının eşik değerleri (X50), Şekil 121’de yer almaktadır. Yüzme havuzu için konuşma faaliyetleri sırasında kabul edilen STI değer aralıkları Tablo 2’de belirtilmektedir.

Seyirci alanı %50 dolu olduğunda havuzun mevcut durumu için elde edilen STI değeri 0,27 olup; belirlenen aralıklarda bu değer ‘kötü’ düzeydedir. Yüzme havuzunun mevcut durumu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen STI değerlerinin grid dağılımı Şekil 120’de yer almaktadır.



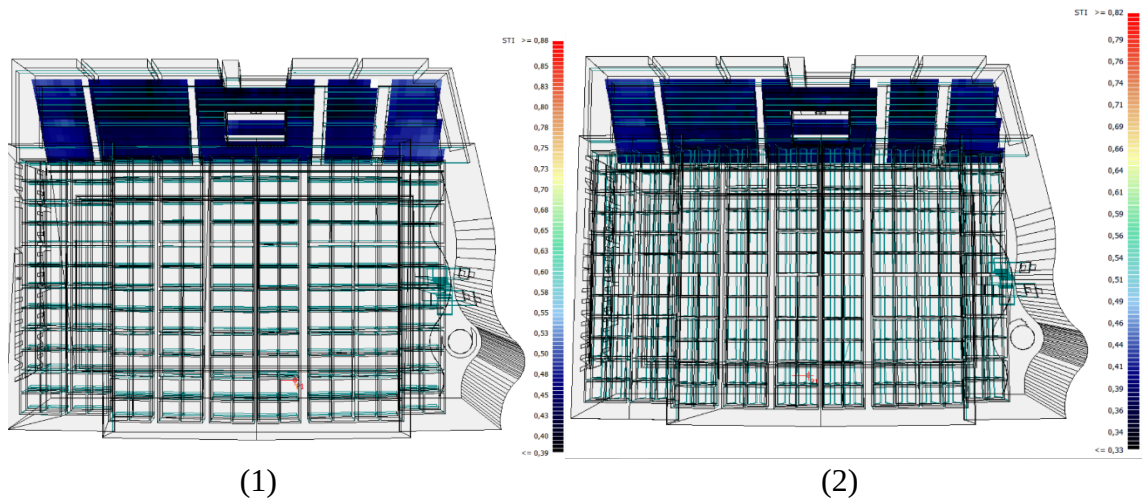
Şekil 120. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen STI değerinin grid dağılımı (500 Hz).

Yüzme havuzunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapakları 90° açık olduğu durumda ortalama STI değeri 0,44 iken; bu değer kapaklar 45° açık olduğu durumda 0,37 ve kapaklar kapalı olduğu durumda ise 0,32 olarak elde edilmiştir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda elde edilen STI değeri ise 0,43'tür (Şekil 121).



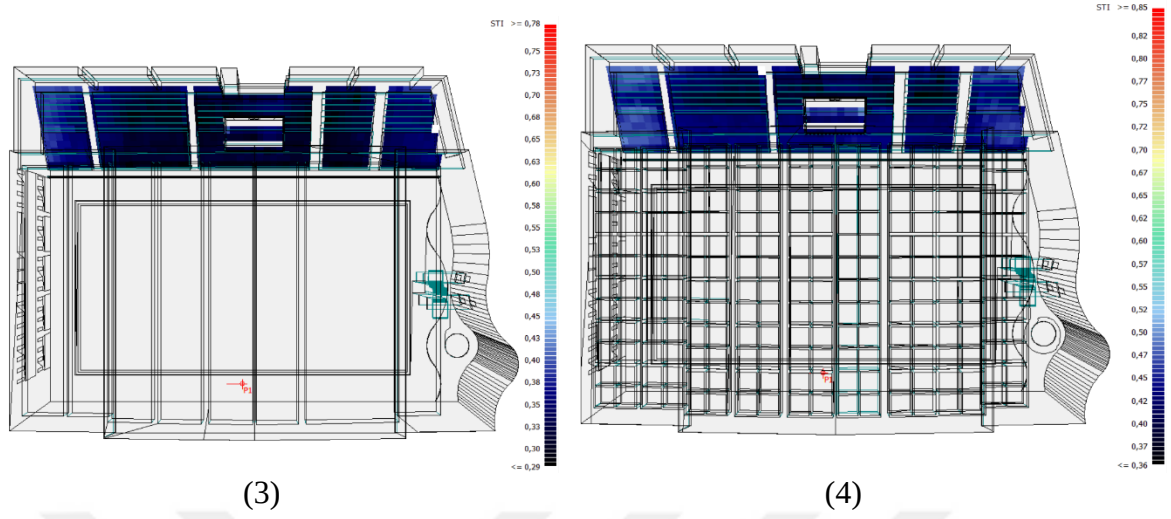
Şekil 121. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanı %50 dolu olduğu durumda elde edilen STI değerleri

STI değeri mekanizma kapaklarının 90° açık olduğu, 45° açık olduğu, kapalı olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda ‘zayıf’ düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların ortalama STI değerlerine ait grid dağılımları Şekil 122’de yer almaktadır.



Şekil 122. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait STI değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

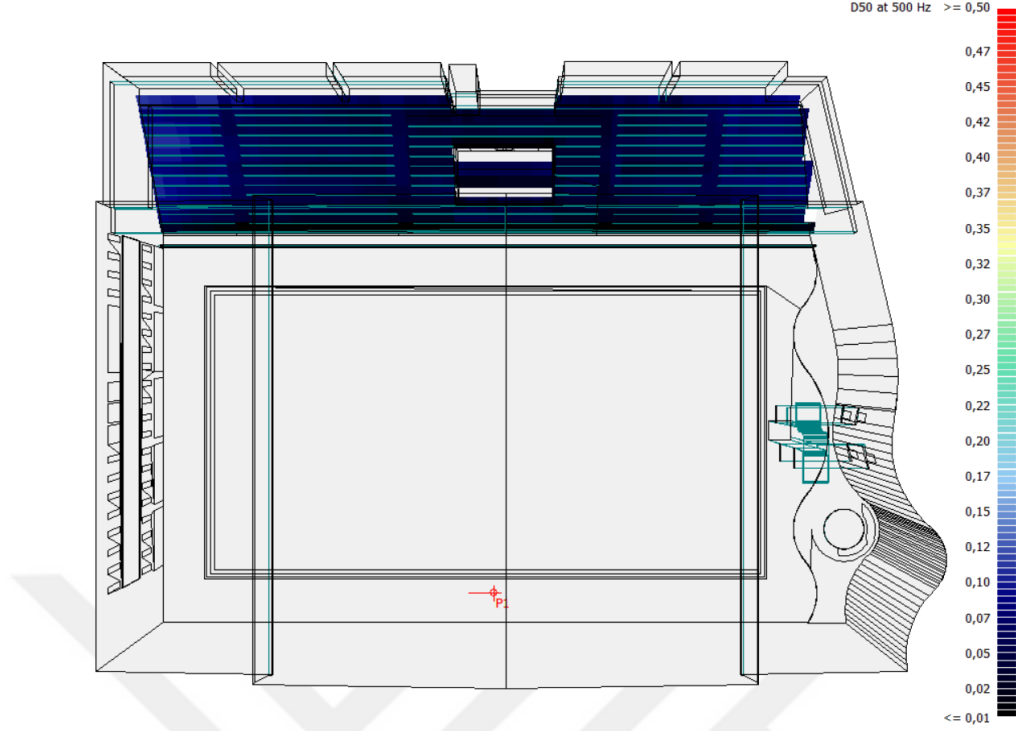
Şekil 122'nin devamı



3.5.4. D50 Değerlerinin Analizleri

Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen ortalama D50 değerleri, Şekil 124'te yer almaktadır. Yüzme havuzu için konuşma faaliyetleri sırasında orta frekanslarda optimum D50 değeri $0,3 \leq x \leq 0,7$ olarak belirlenmiştir (ISO/CD 3382).

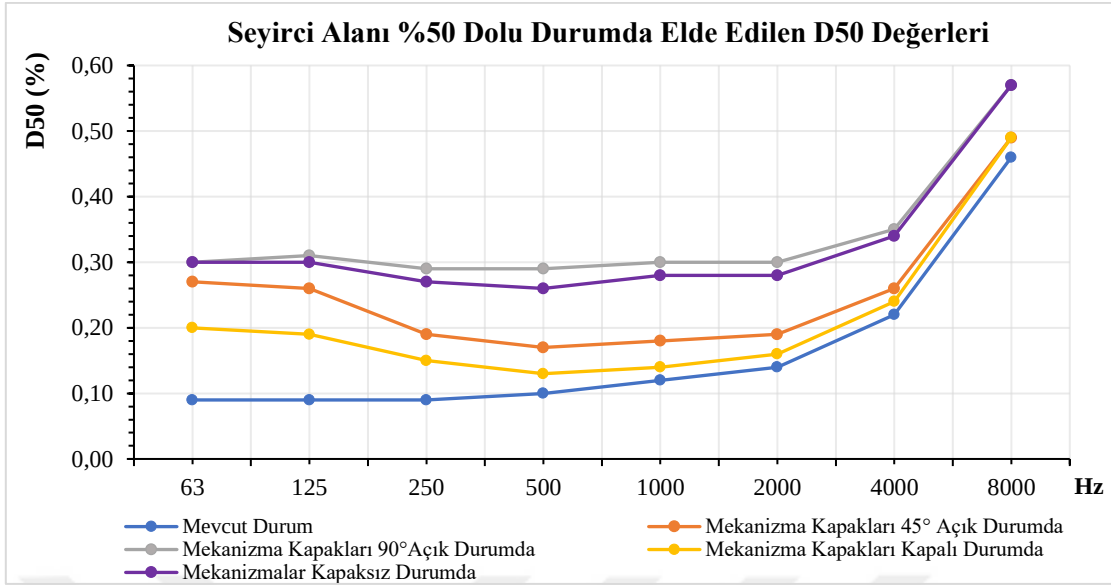
Yüzme havuzunun mevcut durumu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen D50 değerlerinin grid dağılımı Şekil 123'te yer almaktadır.



Şekil 123. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen D50 değerlerinin grid dağılımı (500 Hz).

Seyirci alanı %50 dolu olduğunda havuzun mevcut durumu için elde edilen D50 değerleri aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru frekans artışıyla artış göstermektedir. Ortalama D50 değeri mevcut durum için orta frekans bölgesinde 0,11 olarak elde edilmiştir. Bu değer, kabul edilen optimum düzeyin altındadır. D50 parametresi için elde edilen sonuçlar doğrultusunda hacmin genelinde yansıyan ses enerjisinin baskın olduğu ve konuşmanın anlaşılabilirliği için olumsuz bir hacim akustiğinin bulunduğu anlaşılmaktadır.

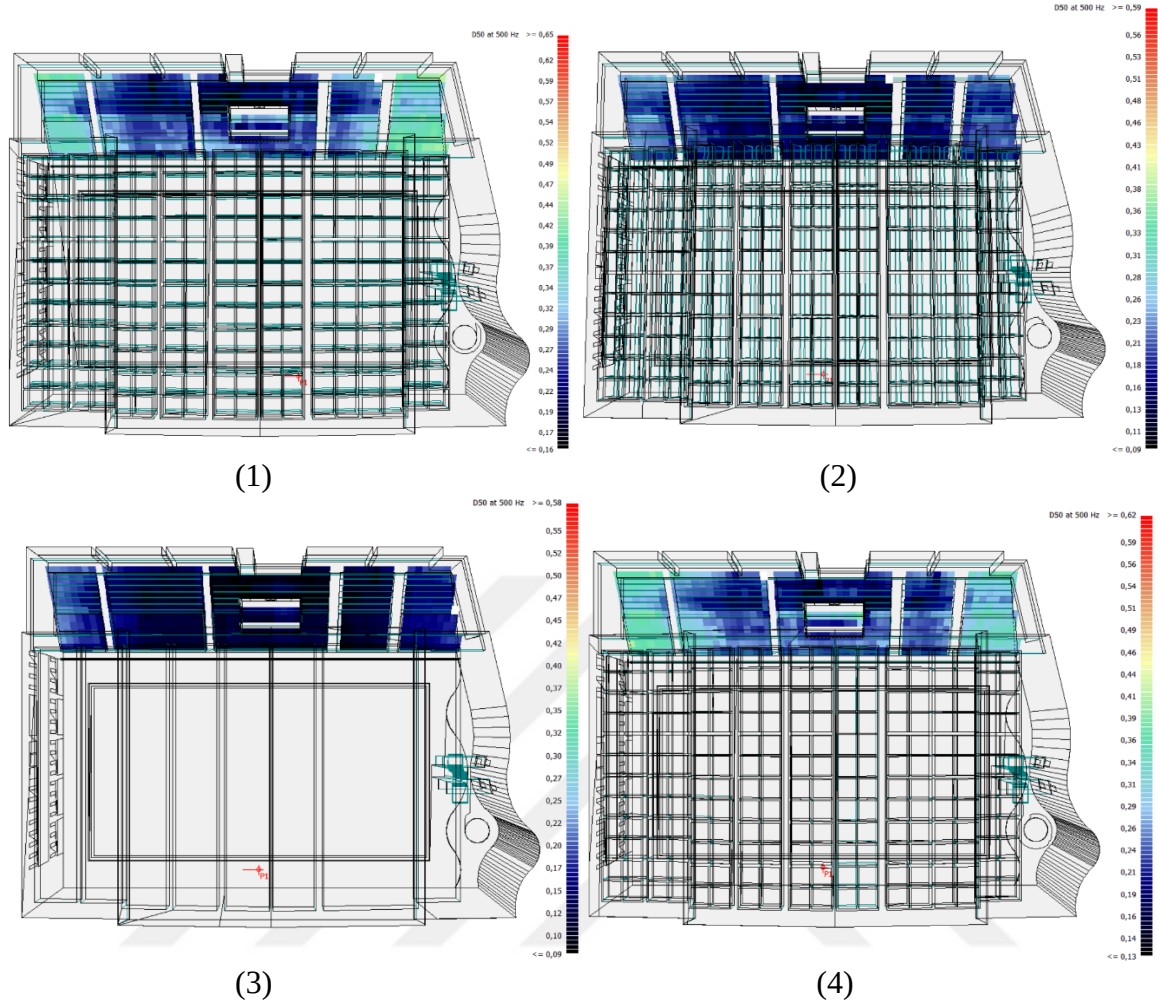
Yüzme havuzunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama D50 değerleri genel olarak aşağı frekanslardan 500 Hz'e doğru azalırken, 500 Hz'in üzerindeki frekanslara doğru frekans artışıyla artış göstermektedir. Orta frekanslarda ortalama D50 değerleri prizmatik mekanizmaların kapakları 90° açık olduğu durumda 0,29, 45° açık olduğu durumda 0,17 ve kapalı olduğu durumda 0,13 olarak elde edilmiştir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda ise orta frekanslarda D50 değeri 0,27 olarak elde edilmiştir (Şekil 124).



Şekil 124. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanı %50 dolu olduğunda elde edilen D50 değerleri

Yüzme havuzunda konuşma faaliyetleri sırasında prizmatik mekanizma kapaklarının 90° açık olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durumlar için elde edilen ortalama D50 değerleri, kabul edilen optimum değer aralığının altında kalmış olsa da değerlerin mevcut duruma kıyasla daha iyi durumda olduğu tespit edilmiştir.

Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların 500 Hz'deki ortalama D50 değerlerine ait grid dağılımları Şekil 125'te yer almaktadır.



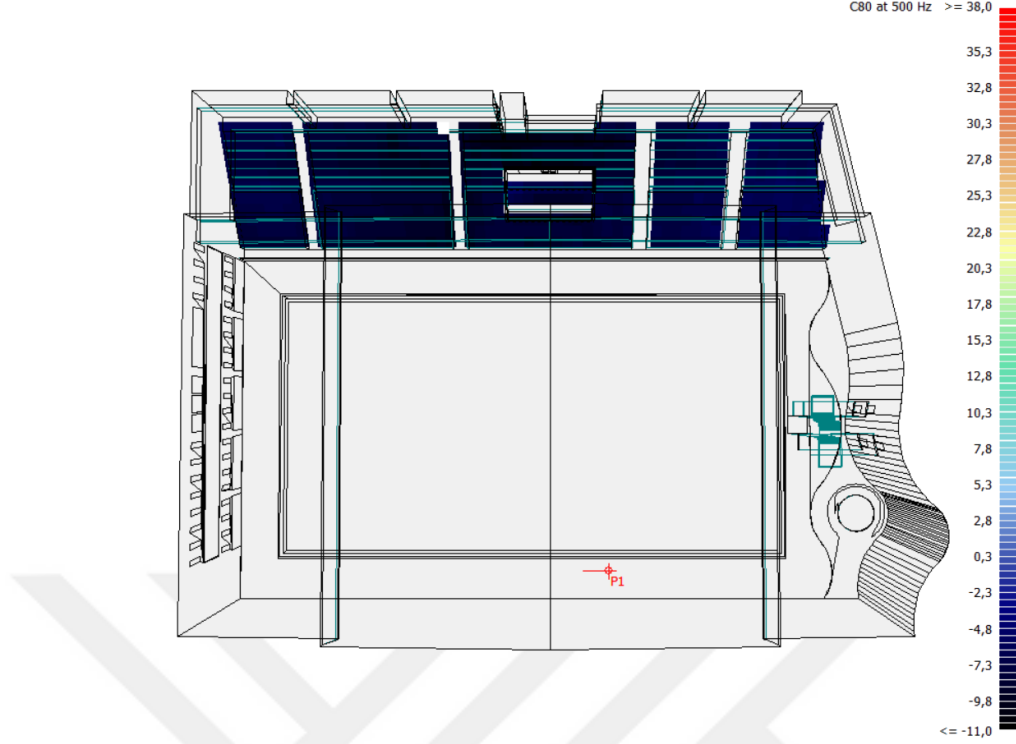
Şekil 125. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait D50 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz).

3.5.5. C80 Değerlerinin Analizleri

Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen ortalama C80 değerleri, Şekil 127’de yer almaktadır.

- Yüzme havuzu için müzikal faaliyetleri sırasında orta frekanslarda optimum C80 değeri: $-4\text{dB} \leq x \leq 4\text{dB}$ aralığında kabul edilmiştir (Beranek,1988).
- Yüzme havuzu için konuşma faaliyetleri sırasında ise orta frekanslarda optimum C80 değeri $-2\text{dB} \leq x \leq 2\text{dB}$ aralığında kabul edilmiştir (Gül vd.,2014).

Yüzme havuzunun mevcut durumu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen C80 değerlerinin grid dağılımı Şekil 126’da yer almaktadır.



Şekil 126. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen C80 değerinin grid dağılımı (500 Hz).

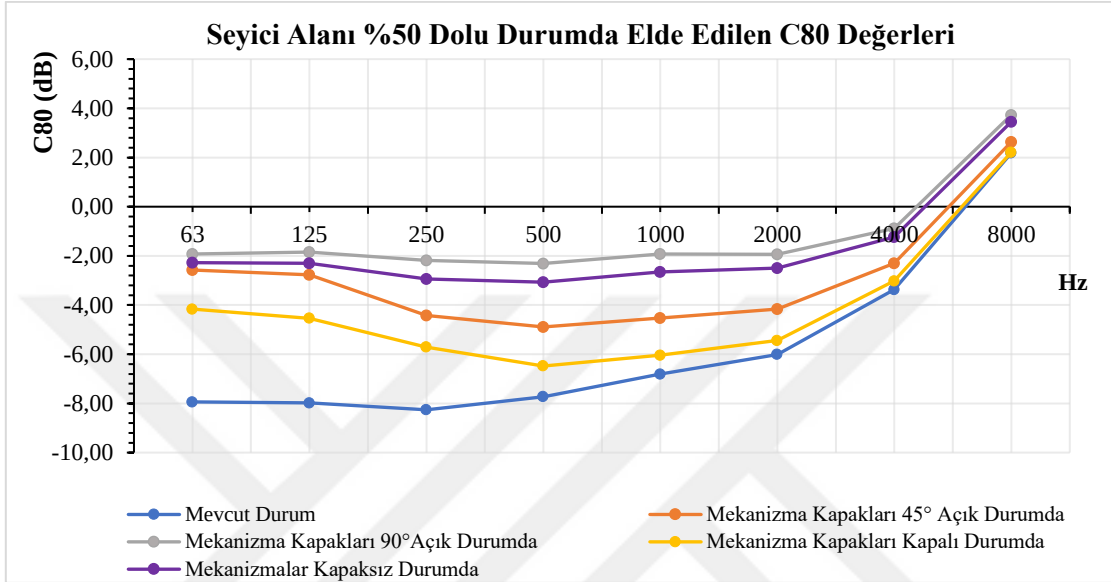
Seyirci alanı %50 dolu olduğunda havuzun müzik ve konuşma faaliyetleri sırasında mevcut durumu için elde edilen C80 değerleri aşağı frekanslardan 250 Hz'e doğru azalmakta, 250 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla artmaktadır. Ortalama C80 değeri mevcut durum için orta frekans bölgesinde -7,27 olarak elde edilmiştir (Şekil 127). Bu değer, müzik ve konuşma etkinlikleri için kabul edilen optimum düzeyin altındadır.

Yüzme havuzunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama C80 değerleri genel olarak aşağı frekanslardan 500 Hz'e doğru azalırken, 500 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla artmaktadır.

Orta frekanslarda ortalama C80 değerleri prizmatik mekanizmaların kapakları 90° açık olduğu durumda -2,11, 45° açık olduğu durumda -4,71 ve kapalı olduğu durumda -6,26 olarak elde edilmiştir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda ise orta frekanslarda C80 değeri ise -2,86'dır (Şekil 127).

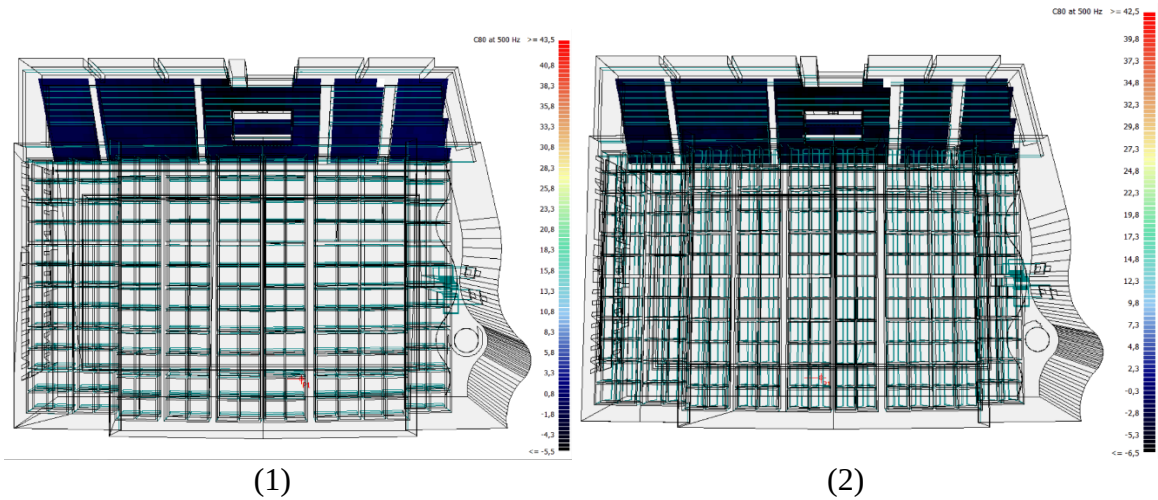
- Yüzme havuzunda müzikal faaliyetler sırasında prizmatik mekanizmalarının kapaklarının 90° açık olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durumlar için elde edilen ortalama C80 değeri, kabul edilen optimum değer aralığında yer almaktadır.

- Yüzme havuzunda konuşma faaliyetler sırasında prizmatik mekanizmalarının kapaklarının 90° açık olduğu, 45° açık olduğu, kapalı olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durumlar için elde edilen ortalama C80 değeri, kabul edilen optimum değer aralığında altında yer almaktadır.



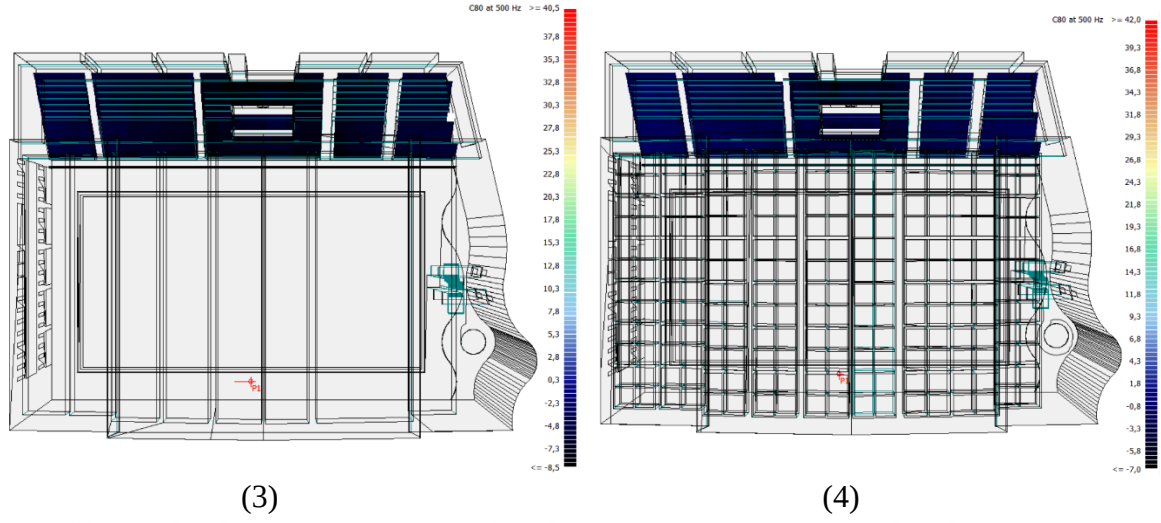
Şekil 127. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen C80 değerleri

Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların 500 Hz 'deki ortalama C80 değerlerine ait grid dağılımları Şekil 128'de yer almaktadır.



Şekil 128. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait C80 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz).

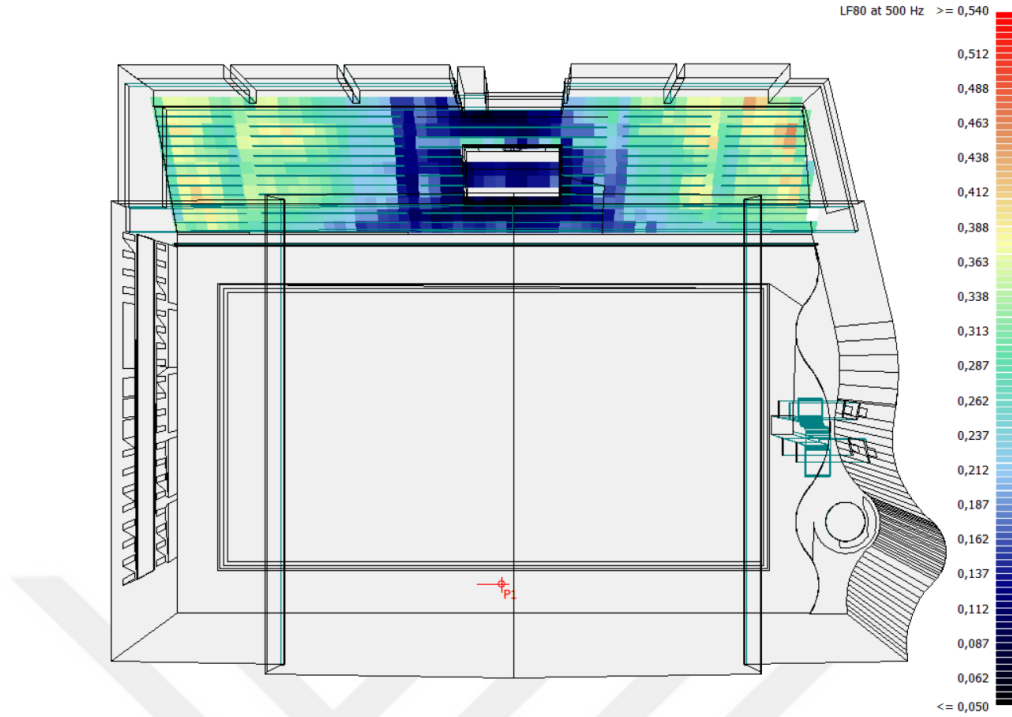
Şekil 128'in devamı



3.5.6. LF80 Değerlerinin Analizleri

Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen ortalama LF80 değerleri, Şekil 130'da yer almaktadır. Yüzme havuzu için müzikal faaliyetler sırasında orta frekanslarda ortalama optimum LF80 değeri, $LF80 \geq 0,25$ aralığında kabul edilmiştir. (Odeon, 2009)

Yüzme havuzunun mevcut durumu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen LF80 değerlerinin grid dağılımı Şekil 129'da yer almaktadır.



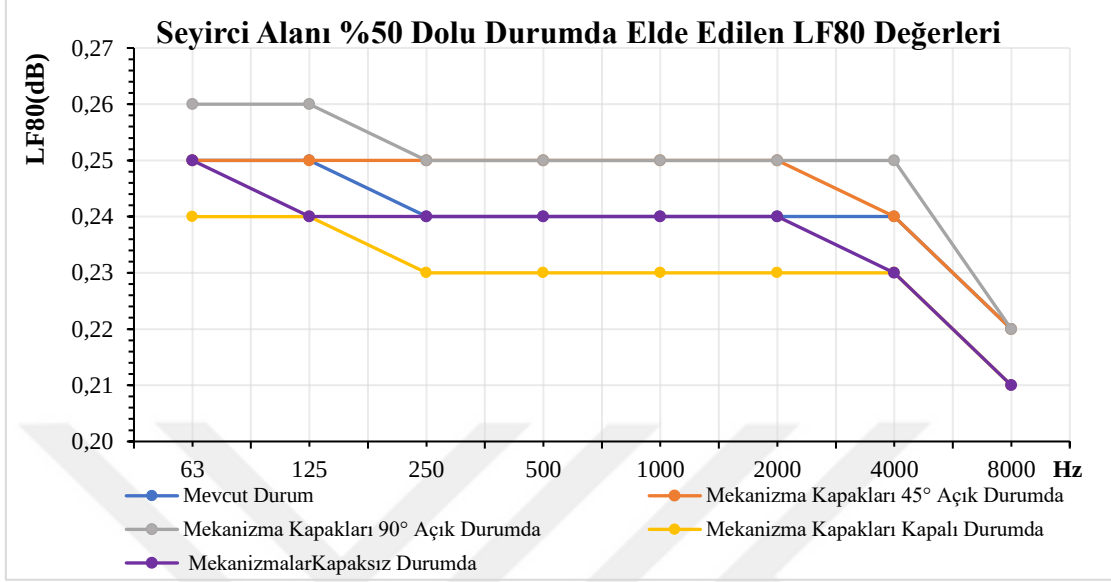
Şekil 129. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen LF80 değerinin grid dağılımı (500 Hz).

Seyirci alanı %50 dolu olduğunda müzikal faaliyetler sırasında orta frekanslarda elde edilen ortalama LF80 değeri aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Ortalama LF80 değeri mevcut durum için orta frekans bölgesinde 0,24 olarak elde edilmiştir (Şekil 130). Bu değer, kabul edilen optimum düzey aralığının altındadır.

Yüzme havuzunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu durumlarda elde edilen ortalama LF80 değerleri aşağı frekanslarda 125 Hz'e kadar sabit kalmakta, 125 Hz- 250Hz aralığında azalmakta, 250Hz-4000Hz aralığında sabit kalmakta, 4000Hz-8000 Hz aralığında ise azalmaktadır. Prizmatik mekanizmaların kapaklarının 45° açık olduğu durumda elde edilen ortalama LF80 değerleri aşağı frekanslardan 2000Hz'e kadar sabit kalırken 2000 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla azalmaktadır. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda ise elde edilen ortalama LF80 değerleri aşağı frekanslarda 125 Hz'e kadar azalmakta, 125 Hz-2000 Hz aralığında sabit kalmakta ve 2000 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla azalmaktadır.

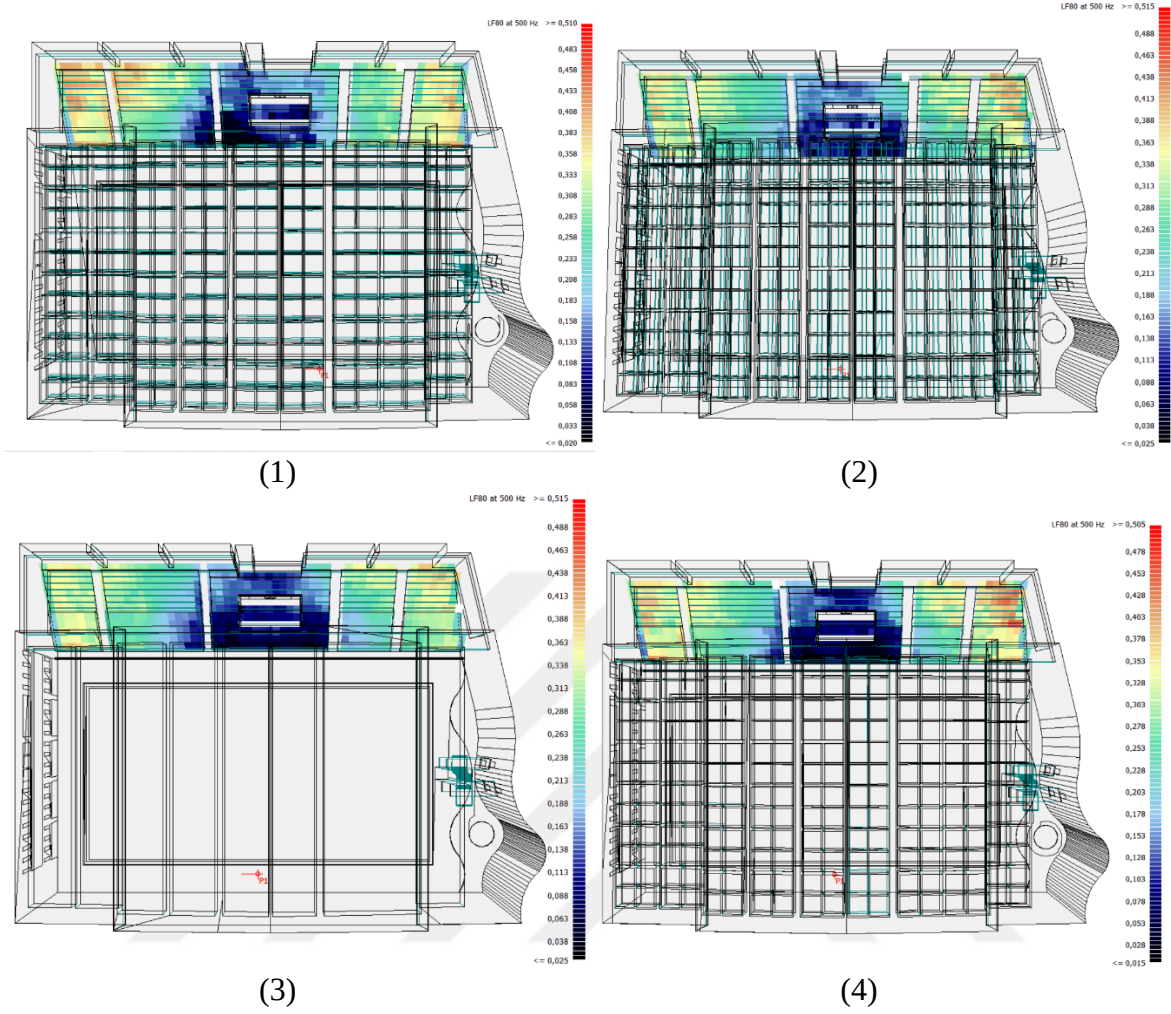
Orta frekanslarda ortalama LF80 değerleri prizmatik mekanizmaların kapakları 90° açık olduğu durumda 0,25, 45° açık olduğu durumda 0,25 ve kapalı olduğu durumda 0,23

olarak elde edilmiştir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda ise orta frekanslarda LF80 değeri ise 0,24'tür (Şekil 130).



Şekil 130. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %50 dolu olduğu durumda elde edilen LF80 değerleri

Kapalı yüzme havuzunda müzik faaliyetleri sırasında prizmatik mekanizma kapaklarının 90° açık olduğu ve 45° açık olduğu durumlarda elde edilen ortalama LF80 değerleri kabul edilen optimum değer aralığında yer almaktadır. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların ortalama LF80 değerlerine ait grid dağılımları Şekil 131'de yer almaktadır.



Şekil 131. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait LF80 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

3.6. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu İçin Seyirci Alanının %100 Dolu Olduğu Durumda Elde Edilen Nesnel Parametre Değerleri

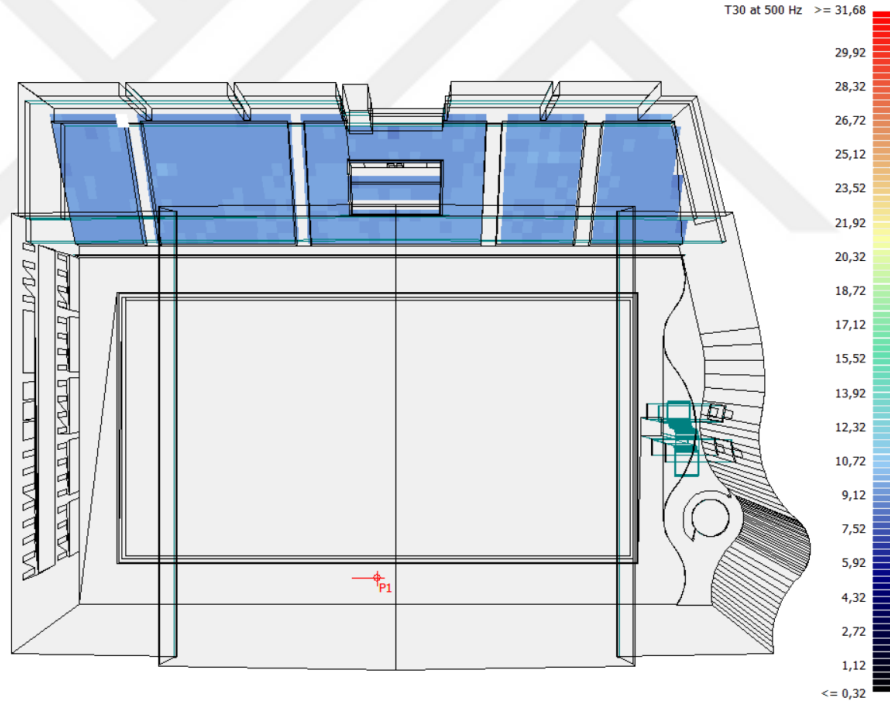
Bu başlık altında Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %100 olduğu durumda elde edilen T30, EDT, STI, D50, C80 ve LF80 sesin nesnel parametre değerleri detaylı olarak incelenmiştir.

3.6.1. T30 Değerlerinin Analizleri

Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen ortalama T30 değerleri, Şekil 133'te yer almaktadır. Yüzme havuzunun:

- Spor faaliyetleri için orta frekanslarda kabul edilen optimum T30 değer aralığı: $1,8 \leq T30 \leq 2,2$ sn (BB93, 2015)
- Müzikal faaliyetler için orta frekanslarda kabul edilen optimum T30 değer aralığı: $1,60 \leq T30 \leq 1,95$ sn (Knudsen ve Harris, 1988) (Şekil 9) ve
- Konuşma faaliyetleri için orta frekanslarda kabul edilen optimum T30 değeri aralığı: $0,99 \leq T30 \leq 1,21$ sn (Knudsen ve Harris, 1988) (Şekil 9) olarak belirlenmiştir.

Yüzme havuzunun mevcut durumu için seyirci alanı %100 dolu durumdaki T30 grid dağılımı Şekil 132'de yer almaktadır



Şekil 132. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen T30 değerinin grid dağılımı (500 Hz).

Seyirci alanının %100 dolu olduğunda havuzun mevcut durumu için T30 değeri, aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır. Mevcut durum için ortalama T30 değeri spor faaliyetleri için belirlenen orta frekans bölgesinde 8,05 sn olarak elde edilirken, konuşma ve müzik faaliyetleri için belirlenen orta frekans bölgesinde 9,54 sn olarak elde

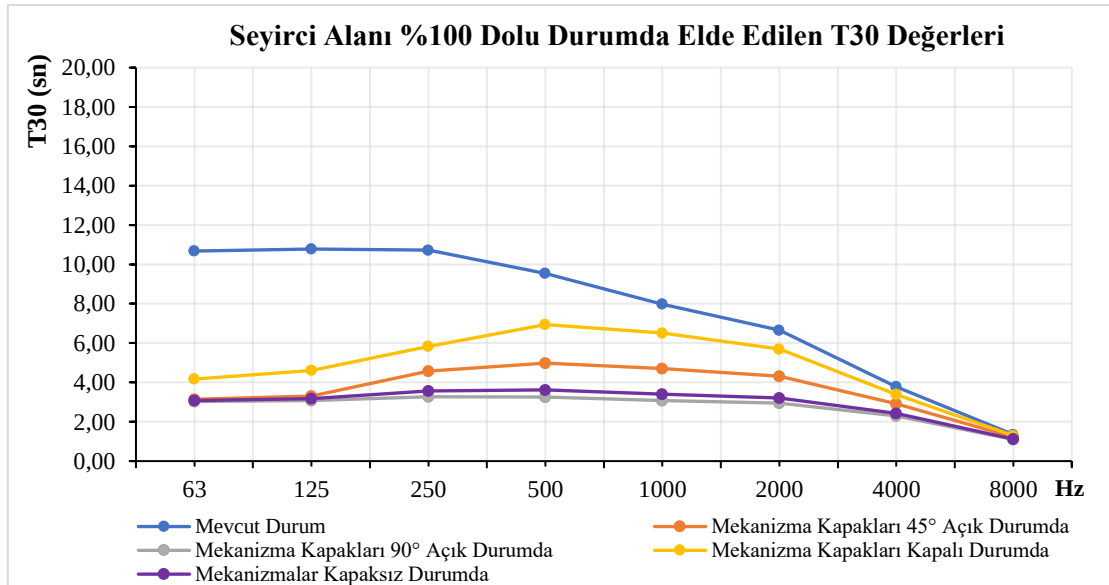
edilmiştir (Şekil 133). Bu değerler spor, müzik ve konuşma faaliyetleri için kabul edilen optimum düzey aralıklarının oldukça üzerindedir.

Yüzme havuzunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama T30 değerleri aşağı frekanslardan orta frekanslara doğru artış gösterirken, orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır.

Spor faaliyetleri için orta frekanslarda elde edilen ortalama T30 değerleri, prizmatik mekanizma kapakları 90° açık olduğu durumda 3,09 sn, 45° açık olduğu durumda 4,66 sn, kapalı olduğu durumda ise 6,38 sn'dir. Prizmatik mekanizmalar kapaksız olduğu durumda ise orta frekanslarda T30 değeri ise 3,41 sn'dir (Şekil 133).

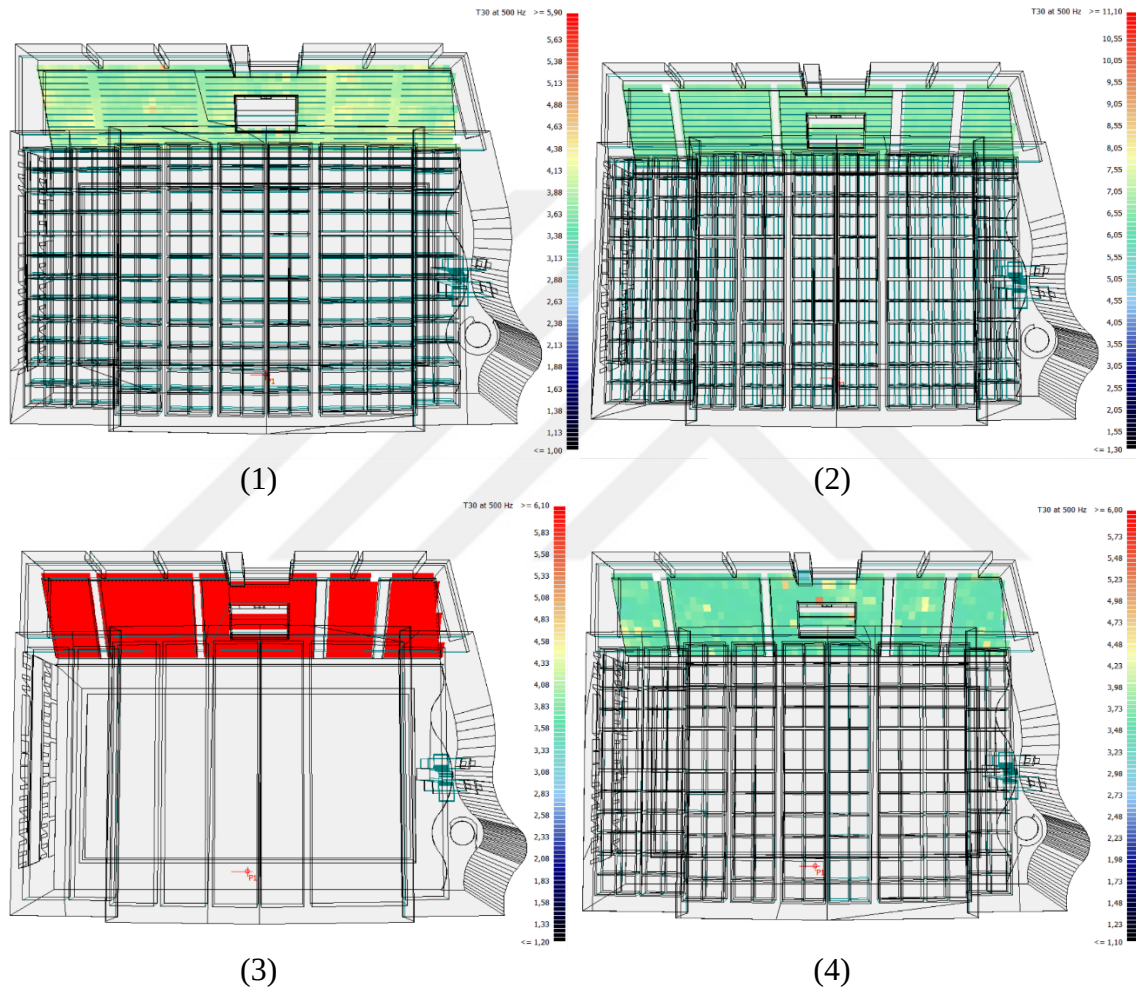
Konuşma ve müzik faaliyetleri için orta frekanslarda elde edilen ortalama T30 değerleri, prizmatik mekanizma kapakları 90° açık olduğu durumda 3,26 sn, 45° açık olduğu durumda 4,98 sn, kapalı olduğu durumda 6,94 sn'dir. Prizmatik mekanizmalar kapaksız olduğunda orta frekanslarda elde edilen T30 değeri ise 3,62 sn'dir (Şekil 133).

Tavan yüzeyine yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama T30 değerleri, spor, müzik ve konuşma faaliyetleri için kabul edilen optimum değer aralığının üzerindedir.



Şekil 133. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen T30 değerleri

Yüzme havuzunun mevcut durum ile tavan yüzeyine prizmatik mekanizmaların yerleştirildiği durumların T30 değerleri karşılaştırıldığında, yeni sitemdeki malzemelerin mevcut duruma göre özellikle aşağı ve orta frekanslarda ses yutma katsayılarındaki artışına bağlı olarak azalma meydana geldiği görülmektedir. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların 500 Hz'deki ortalama reverberasyon sürelerine ait grid dağılımları Şekil 134'te yer almaktadır.



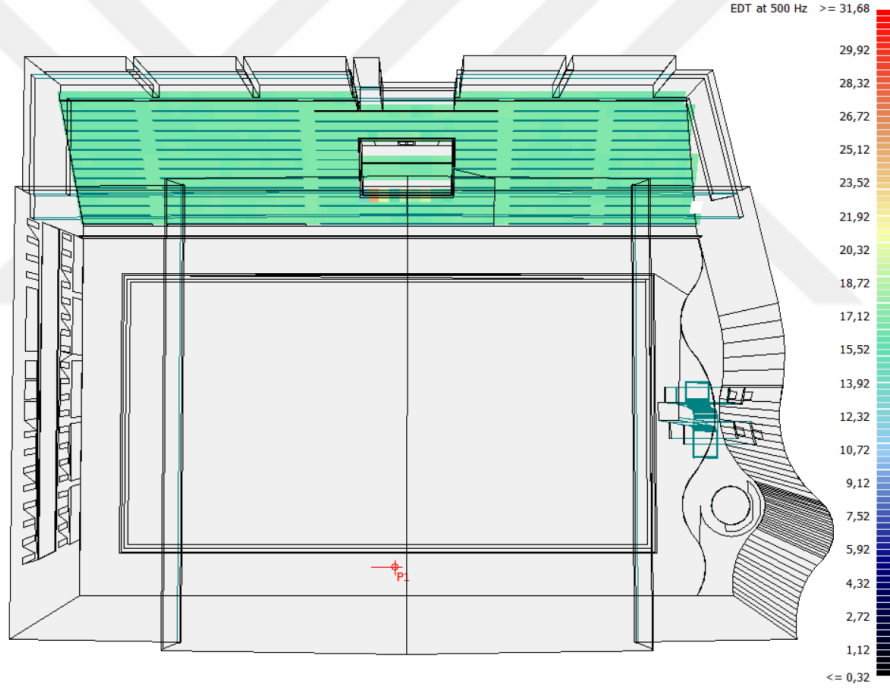
Şekil 134. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait T30 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

3.6.2. EDT Değerlerinin Analizleri

Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen ortalama EDT değerleri, Şekil 136'da yer almaktadır. Yüzme havuzunun:

- Müzikal faaliyetler için kabul edilen optimum EDT değeri 500Hz'de T30 değerinden %10 daha fazla: $1,75 \leq EDT \leq 2,14$
- Konuşma faaliyetleri için kabul edilen optimum EDT değeri 500Hz'de T30 değerinden küçük olmalıdır. (Mehta vd., 1999): $EDT \leq 1,1$

Yüzme havuzunun mevcut durumu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen EDT değerlerinin grid dağılımı Şekil 135'te yer almaktadır.



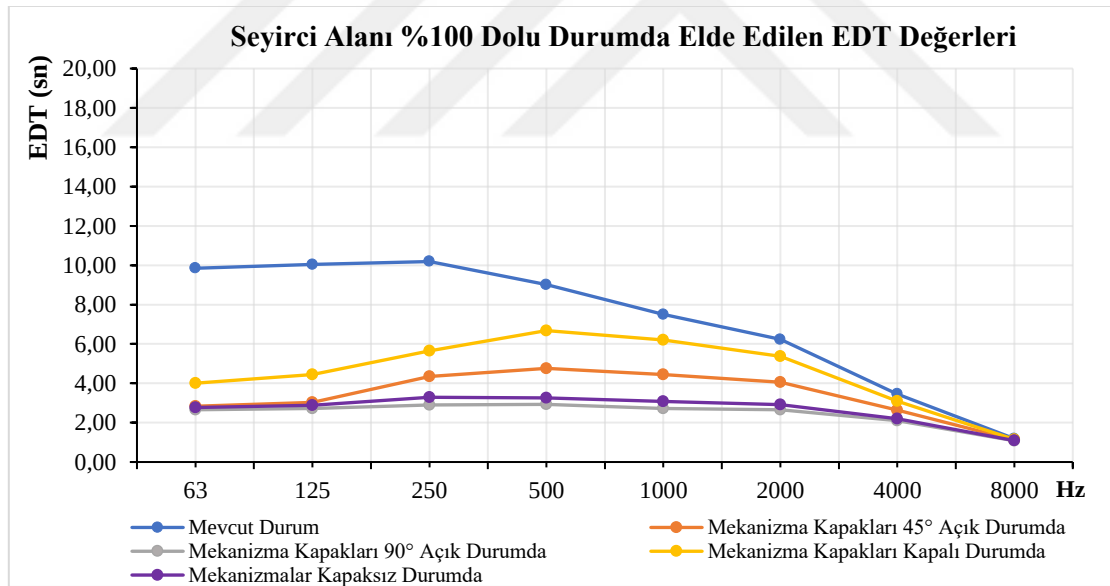
Şekil 135. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen EDT değerinin grid dağılımı (500 Hz).

Seyirci alanının %100 dolu olduğunda havuzun mevcut durumu için elde edilen EDT değerlerinin aşağı frekanslardan 250 Hz'e kadar arttığı, 250 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla azaldığı görülmektedir. Mevcut durum için ortalama EDT değeri konuşma ve müzik faaliyetleri için belirlenen orta frekans bölgesinde 9,01 sn olarak elde edilmiştir (Şekil 136). Bu değer, müzik ve konuşma faaliyetleri için kabul edilen optimum düzey aralıklarının oldukça üzerindedir.

Yüzme havuzunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama EDT değerleri, aşağı frekanslardan orta frekanslara doğru artarken orta frekanslardan yukarı frekanslara doğru azalmaktadır.

Müzik ve konuşma faaliyetleri için orta frekanslarda elde edilen ortalama EDT değerleri, prizmatik mekanizma kapakları 90° açık olduğu durumda 2,93 sn, 45° açık olduğu durumda 4,76 sn ve kapalı olduğu durumda ise 6,68 sn'dir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda ise orta frekanslarda elde edilen EDT değeri ise 3,25 sn'dir (Şekil 136).

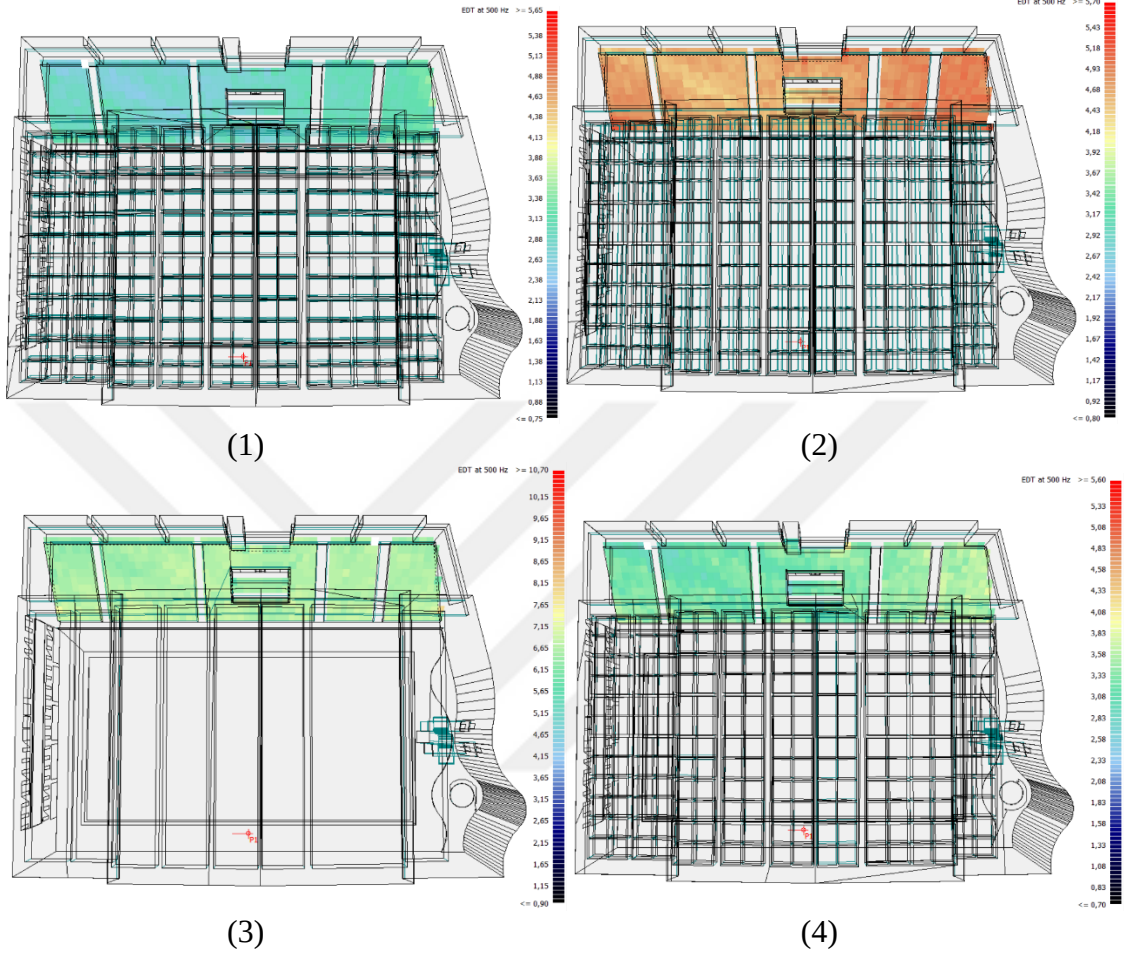
Kapalı yüzme havuzunda müzik ve konuşma faaliyetleri sırasında prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama EDT değerleri, kabul edilen optimum değer aralığının üzerindedir.



Şekil 136. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen EDT değerleri

Havuzun mevcut durum ile tavan yüzeyine prizmatik mekanizmaların yerleştirildiği durumların EDT değerleri karşılaştırıldığında, mevcut duruma göre özellikle aşağı ve orta frekanslarda azalma meydana geldiği görülmektedir. Mekanizmanın kapak hareketlerine

göre oluşturulan senaryoların 500Hz'deki ortalama EDT değerlerine ait grid dağılımları Şekil 137'de yer almaktadır.



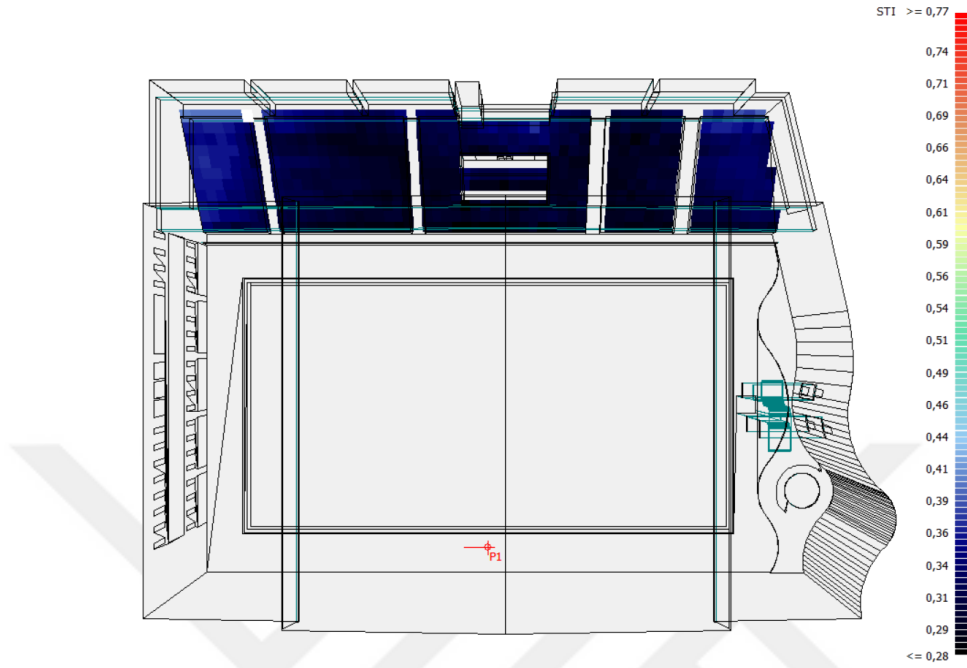
Şekil 137. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait EDT değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

3.6.3. STI Değerlerinin Analizleri

Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen STI değerlerinin kümülatif dağılımının eşik değerleri (X50), Şekil 139'da yer almaktadır. Yüzme havuzu için konuşma faaliyetleri sırasında kabul edilen STI değer aralıkları Tablo 2'de belirtilmektedir.

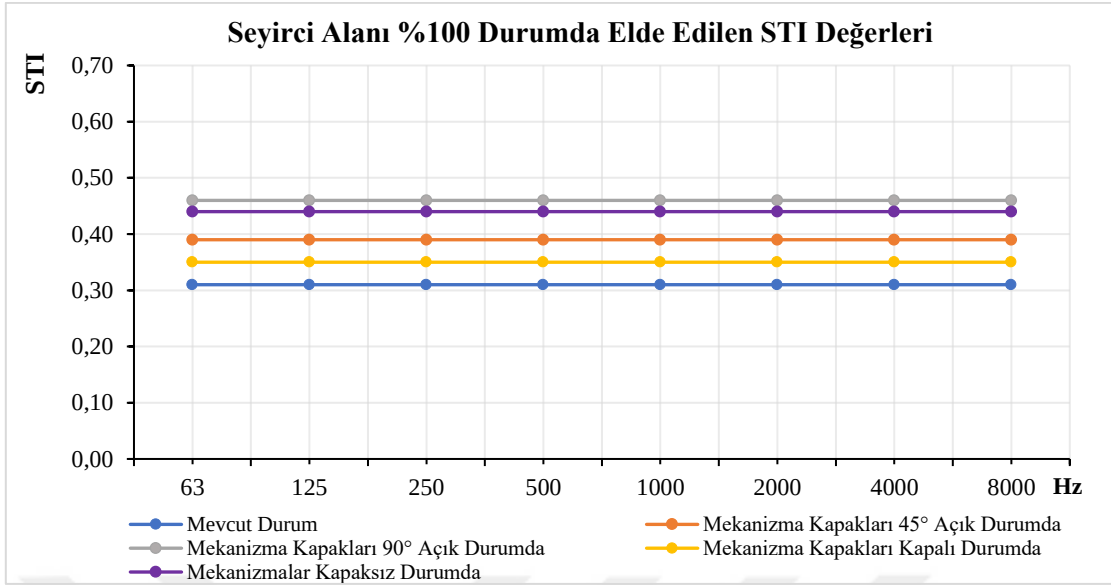
Seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda havuzun mevcut durumu için elde edilen STI değeri 0,31 olup; belirlenen aralıklarda bu değer 'zayıf' düzeydedir.

Yüzme havuzunun mevcut durumu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen STI değerlerinin grid dağılımı Şekil 138’de yer almaktadır.



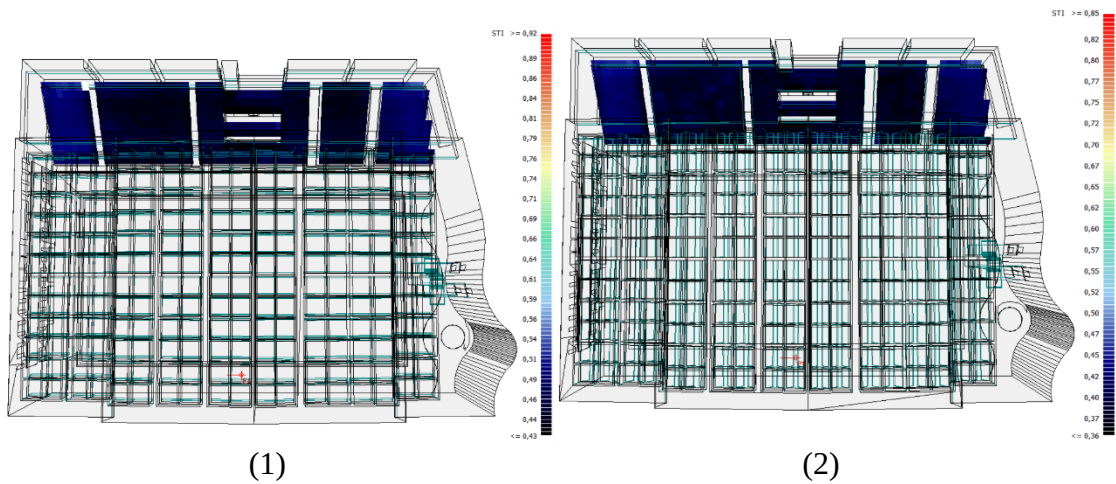
Şekil 138. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen STI değerinin grid dağılımı (500 Hz).

Yüzme havuzunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapakları 90° açık olduğu durumda ortalama STI değeri 0,46, kapaklar 45° açık olduğu durumda 0,39 ve kapaklar kapalı olduğu durumda ise 0,35 olarak elde edilmiştir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda ise STI değeri 0,44 olarak elde edilmiştir (Şekil 139).



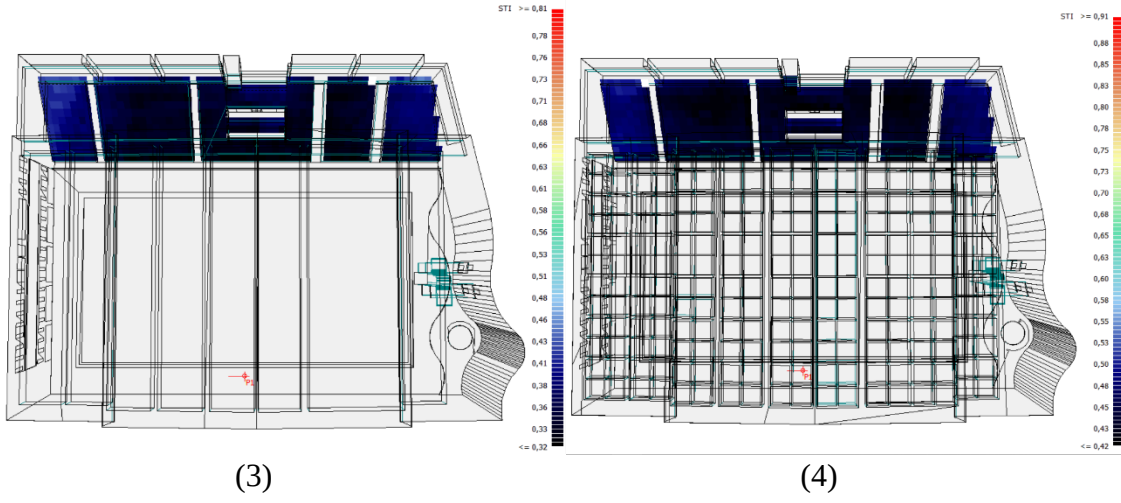
Şekil 139. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen STI değerleri

STI değeri, mekanizma kapaklarının 45° açık olduğu, kapalı olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda ‘zayıf’ düzeydeyken, mekanizma kapaklarının 90° açık olduğu durumda ‘orta’ düzeyde olduğu tespit edilmiştir: Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların ortalama STI değerlerine ait grid dağılımları Şekil 140’ta yer almaktadır.



Şekil 140. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait STI değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

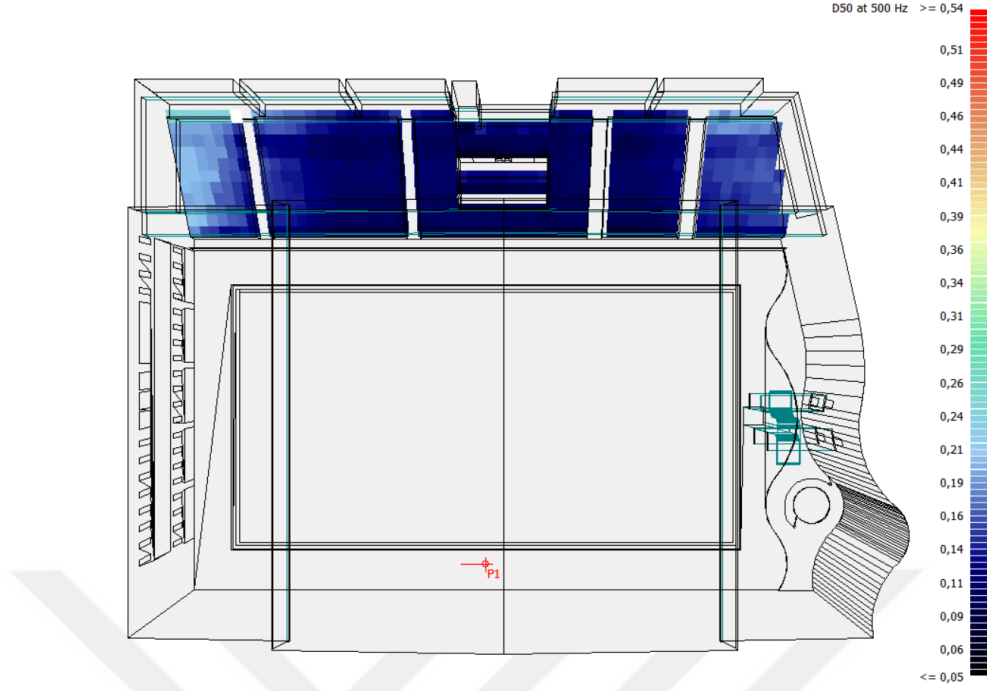
Şekil 140'ın devamı



3.6.4. D50 Değerlerinin Analizleri

Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen ortalama D50 değerleri, Şekil 142'de yer almaktadır. Yüzme havuzu için konuşma faaliyetleri sırasında orta frekanslarda kabul edilen optimum D50 değeri $0,3 \leq x \leq 0,7$ olarak belirlenmiştir (ISO/CD 3382).

Yüzme havuzunun mevcut durumu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen D50 değerlerinin grid dağılımı Şekil 141'de yer almaktadır.



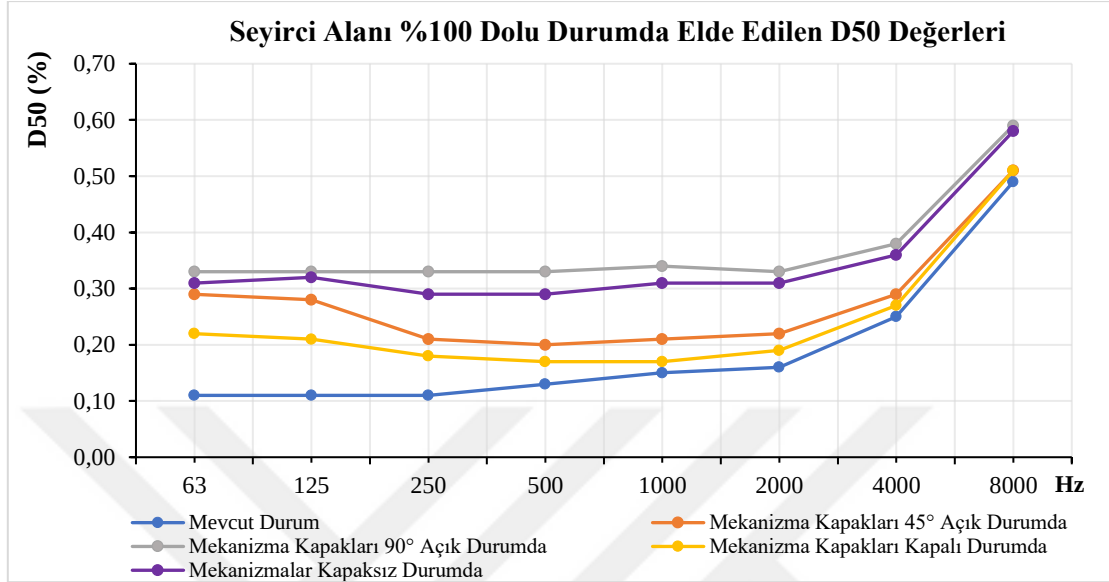
Şekil 141. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen D50 değerinin grid dağılımı (500 Hz).

Seyirci alanının %100 dolu olduğunda havuzun mevcut durumu için elde edilen D50 değerleri aşağı frekanslardan yukarı frekanslara doğru frekans artışıyla artış göstermektedir. Ortalama D50 değeri mevcut durum için orta frekans bölgesinde 0,14 olarak elde edilmiştir (Şekil 142). Bu değer, kabul edilen optimum düzeyin altındadır. D50 parametresi için elde edilen sonuçlar doğrultusunda hacmin genelinde yansıyan ses enerjisinin baskın olduğu ve konuşmanın anlaşılabilirliği için olumsuz bir hacim akustiğinin bulunduğu anlaşılmaktadır.

Yüzme havuzunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama D50 değerleri genel olarak aşağı frekanslardan 500 Hz'e doğru azalırken, 500 Hz'in üzerindeki frekanslara doğru frekans artışıyla artış göstermektedir. Prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° açık olduğu durumda elde edilen ortalama D50 değerleri aşağı frekanslardan 500 Hz'e kadar sabit kalırken, 500 Hz- 1000Hz aralığında artmakta, 1000Hz- 2000Hz aralığında azalmakta ve 2000 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla artmaktadır.

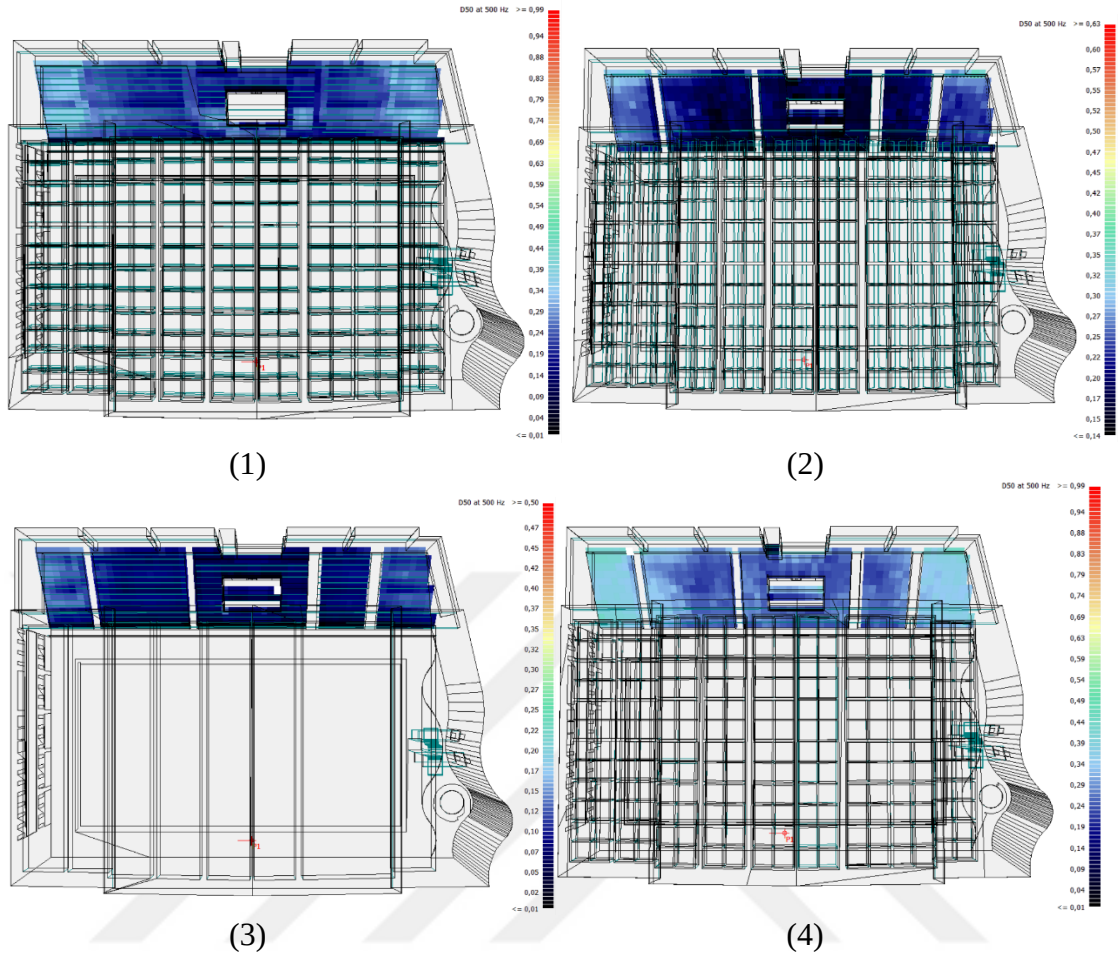
Orta frekanslarda ortalama D50 değerleri prizmatik mekanizmaların kapakları 90° açık olduğu durumda 0,33, 45° açık olduğu durumda 0,20 ve kapalı olduğu durumda 0,17 olarak

elde edilmiştir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda ise orta frekanslarda D50 değeri ise 0,30 olarak elde edilmiştir (Şekil 142).



Şekil 142. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen D50 değerleri

Yüzme havuzunda konuşma faaliyetleri sırasında prizmatik mekanizma kapaklarının 90° açık olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durumlar için elde edilen ortalama D50 değerleri, kabul edilen optimum değer aralığında yer almaktadır. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların 500 Hz 'deki ortalama D50 değerlerine ait grid dağılımları Şekil 143'te yer almaktadır.



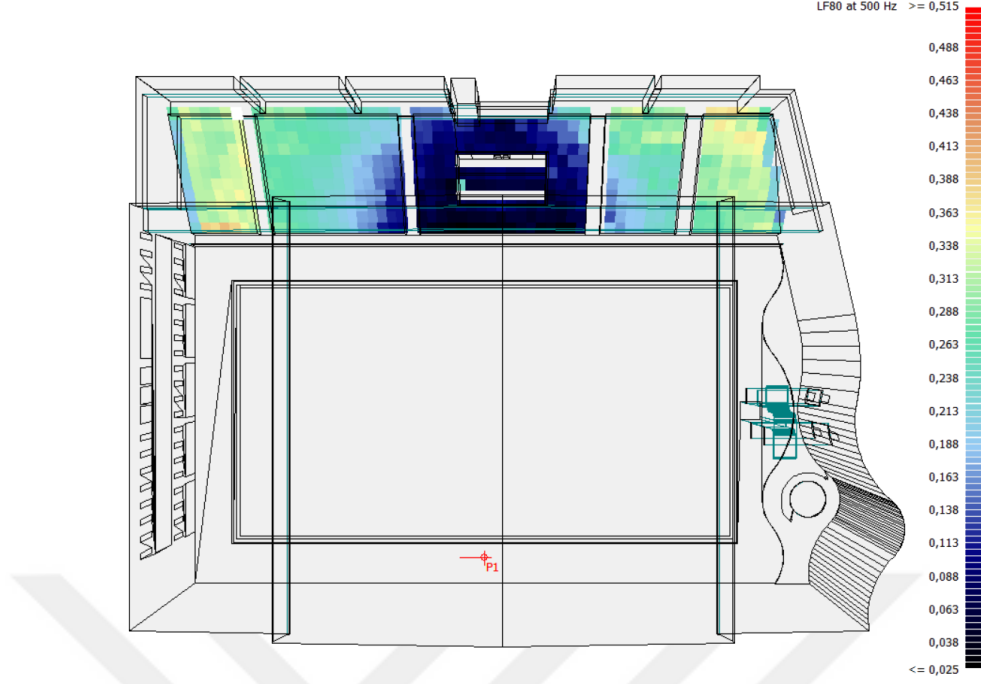
Şekil 143. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait D50 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz).

3.6.5. C80 Değerlerinin Analizleri

Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen ortalama C80 değerleri, Şekil 145'te yer almaktadır.

- Yüzme havuzu için müzikal faaliyetleri sırasında orta frekanslarda optimum C80 değeri: $-4\text{dB} \leq x \leq 4\text{dB}$ aralığında kabul edilmiştir (Beranek,1988).
- Yüzme havuzu için konuşma faaliyetleri sırasında ise orta frekanslarda optimum C80 değeri $-2\text{dB} \leq x \leq 2\text{dB}$ aralığında kabul edilmiştir (Gül vd.,2014).

Yüzme havuzunun mevcut durumu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen C80 değerlerinin grid dağılımı Şekil 144'te yer almaktadır.



Şekil 144. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen C80 değerlerinin grid dağılımı (500 Hz).

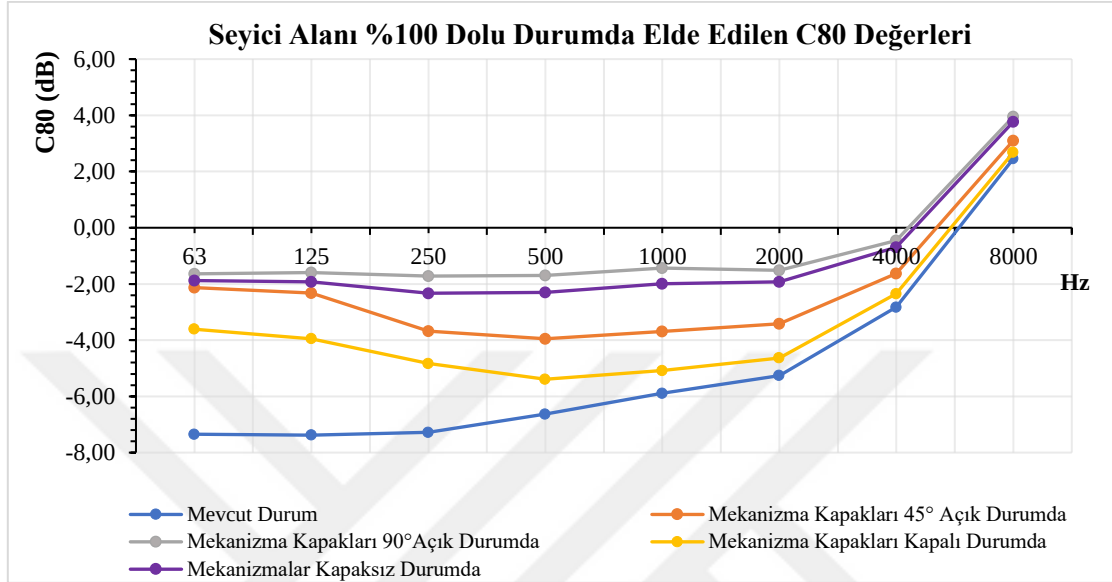
Seyirci alanını %100 dolu olduğunda havuzun müzik ve konuşma faaliyetleri sırasında mevcut durumu için elde edilen C80 değerleri aşağı frekanslarda 125 Hz'e kadar azalmakta, 125 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla arttığı görülmektedir. Ortalama C80 değeri mevcut durum için orta frekans bölgesinde -6,26 olarak elde edilmiştir (Şekil 145). Bu değer, müzik ve konuşma etkinlikleri için kabul edilen optimum düzeyin altındadır.

Yüzme havuzunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° ve 45° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama C80 değerleri aşağı frekanslardan 500 Hz'e doğru azalırken, 500 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla arttığı görülmektedir.

Orta frekanslarda ortalama C80 değerleri prizmatik mekanizmaların kapakları 90° açık olduğu durumda -1,57, 45° açık olduğu durumda -3,82 ve kapalı olduğu durumda -5,23 olarak elde edilmiştir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda ise orta frekanslarda C80 değeri ise -2,14'tür (Şekil 145).

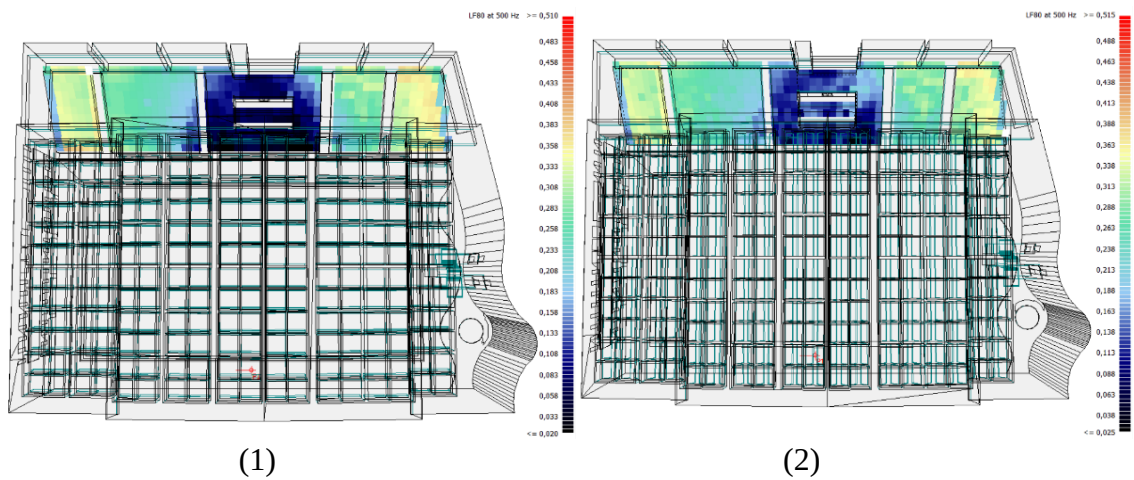
- Yüzme havuzunda müzikal faaliyetler sırasında prizmatik mekanizmalarının kapaklarının 90° açık olduğu, 45° açık olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durumlar için elde edilen ortalama C80 değerleri, kabul edilen optimum değer aralığında yer almaktadır.

- Yüzme havuzunda konuşma faaliyetleri sırasında prizmatik mekanizmalarının kapaklarının 90° açık olduğu durum için elde edilen ortalama C80 değerleri, kabul edilen optimum değer aralığında yer almaktadır.



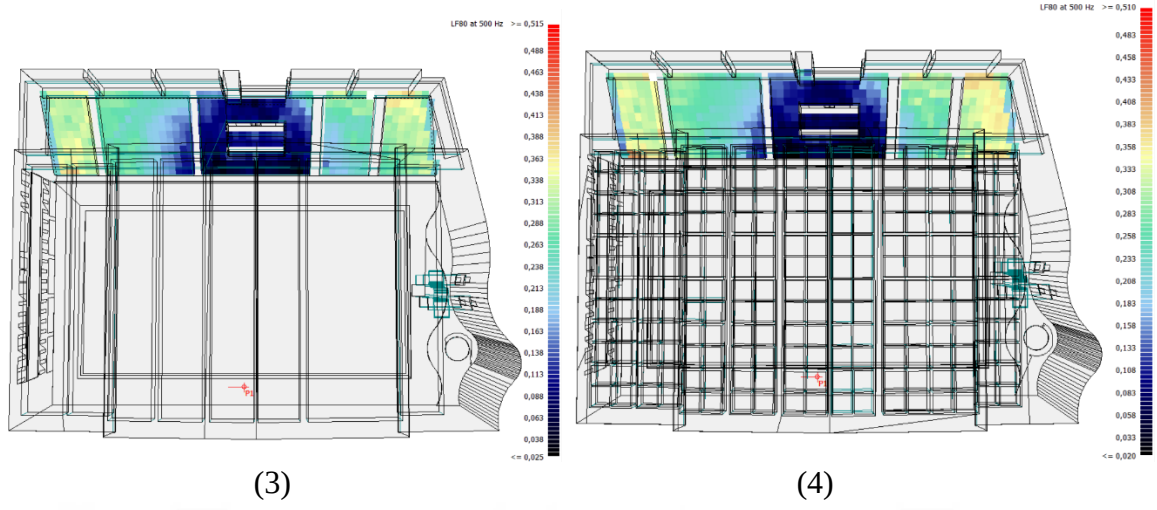
Şekil 145. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen C80 değerleri

Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların 500 Hz 'deki ortalama C80 değerlerine ait grid dağılımları Şekil 146'da yer almaktadır.



Şekil 146. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait C80 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz).

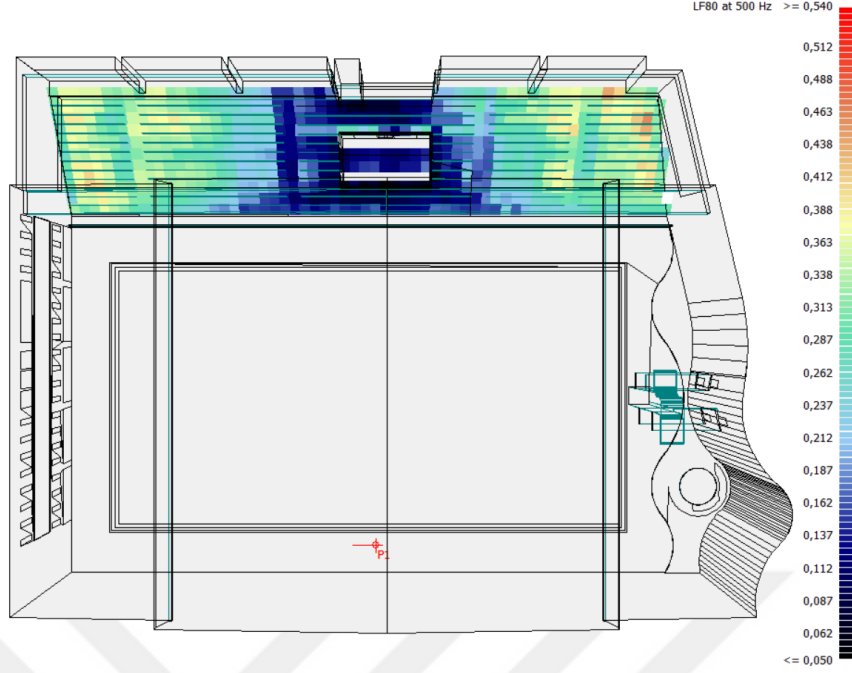
Şekil 146'nın devamı



3.6.6. LF80 Değerlerinin Analizleri

Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen ortalama LF80 değerleri Şekil 148'de yer almaktadır. Yüzme havuzu için müzikal faaliyetleri sırasında orta frekanslarda ortalama optimum LF80 değeri $LF80 \geq 0,25$ aralığında kabul edilmiştir. (Odeon, 2009)

Yüzme havuzunun mevcut durumu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen LF80 değerlerinin grid dağılımı Şekil 147'de yer almaktadır.

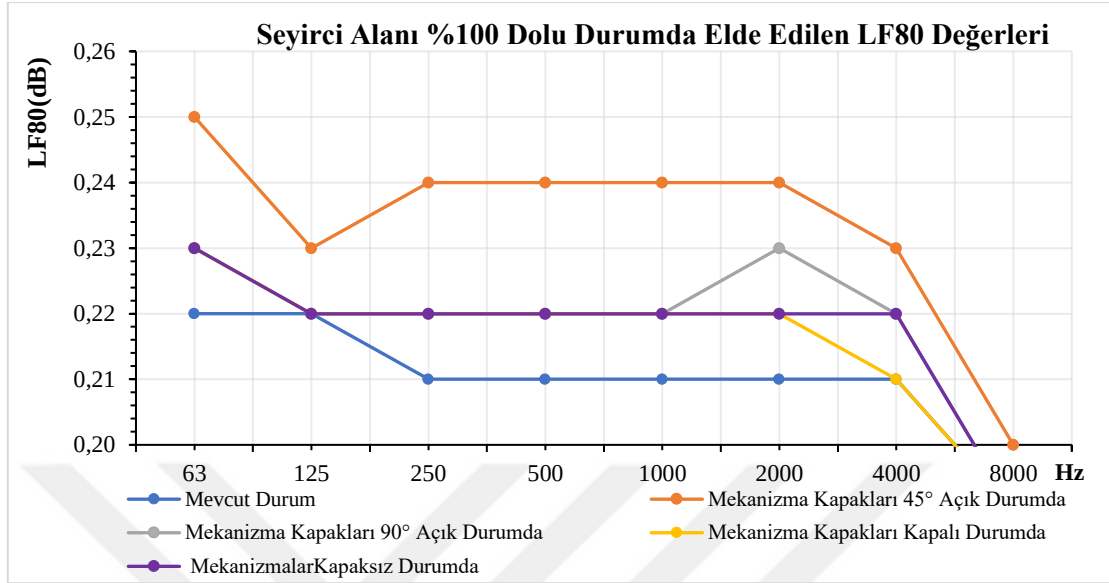


Şekil 147. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzunun mevcut durumu için elde edilen LF80 değerinin grid dağılımı (500 Hz).

Seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda müzikal faaliyetleri sırasında orta frekanslarda elde edilen ortalama LF80 değeri aşağı frekanslarda 125 Hz'e kadar sabit kalmakta, 125 Hz- 250 Hz aralığında azalmakta, 250 Hz- 4000 Hz aralığında sabit kalmakta ve 4000Hz'in üzeri frekanslarda frekans artışıyla azalmaktadır. Ortalama LF80 değeri mevcut durum için orta frekans bölgesinde 0,21 olarak elde edilmiştir (Şekil 148). Bu değer, kabul edilen optimum düzey aralığının altındadır.

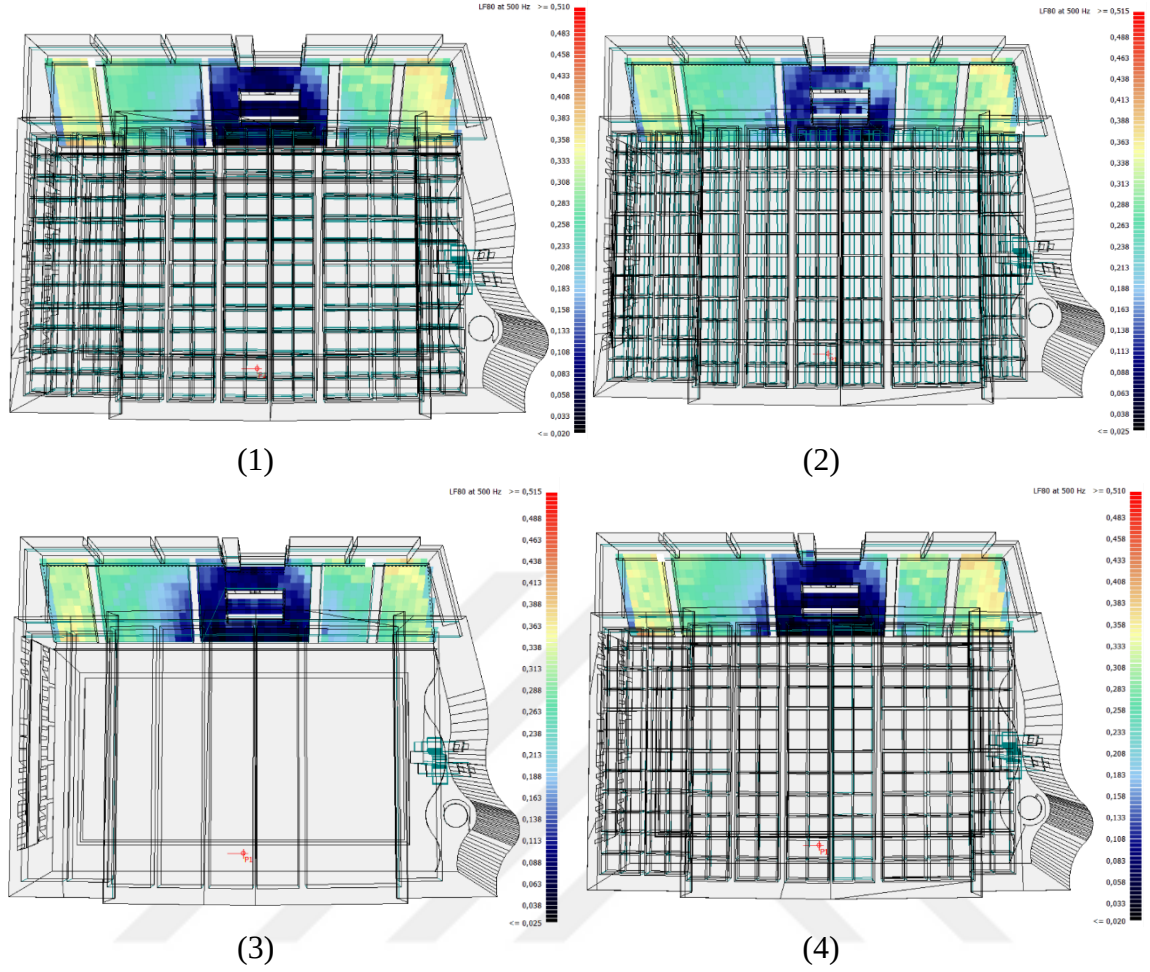
Yüzme havuzunun tavan yüzeyindeki çelik taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen prizmatik mekanizmaların kapaklarının 90° açık olduğu, kapakların kapalı olduğu ve prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama LF80 değerleri genel olarak aşağı frekanslarda 125 Hz'e kadar azalmakta, 125 Hz-2000 Hz aralığında sabit kalmakta, 125 Hz-250Hz aralığında artmakta, 250Hz- 2000Hz aralığında sabit kalmakta ve 2000 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla azalmaktadır. Prizmatik mekanizmaların kapaklarının 45° açık olduğu durumda ise elde edilen ortalama LF80 değerleri ise aşağı frekanslarda 125 Hz'e kadar azalmakta, 125Hz-250Hz aralığında artmakta, 250Hz- 2000Hz aralığında sabit kalmakta ve 2000 Hz'in üzerindeki frekanslarda frekans artışıyla azalmaktadır. Orta frekanslarda ortalama LF80 değerleri prizmatik mekanizmaların kapakları 90° açık olduğu durumda 0,22, 45° açık olduğu durumda 0,24 ve

kapalı olduğu durumda 0,22 olarak elde edilmiştir. Prizmatik mekanizmaların kapaksız olduğu durumda ise orta frekanslarda LF80 değeri ise 0,22'tür (Şekil 148).



Şekil 148. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen LF80 değerleri

Kapalı yüzme havuzunda müzik faaliyetleri sırasında prizmatik mekanizma kapaklarının 90° açık olduğu, 45° açık olduğu, kapalı olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durumlarda elde edilen ortalama LF80 değerleri kabul edilen optimum değer aralığının altında yer almaktadır. Mekanizmanın kapak hareketlerine göre oluşturulan senaryoların ortalama LF80 değerlerine ait grid dağılımları Şekil 149'da yer almaktadır.



Şekil 149. (1) 90° açık olduğu, (2) 45° açık olduğu, (3) Kapakların kapalı ve (4) Mekanizmaların kapaksız olduğu senaryolara ait LF80 değerlerinin grid dağılımları (500 Hz)

Tablo 18 ve Tablo 19’da Beşirli Merkez Tenis Kortu ile Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu spor etkinlik mekanlarının müzik, konuşma ve spor etkinlikleri sırasında mevcut ve tasarlanan senaryolara göre literatürde belirlenen optimum değerleri sağlayıp sağlamadığı belirtilmiştir. Mevcut durum ve hazırlanan senaryoların optimum değer aralığını sağlaması durumunda ‘+’ ile işaretlenmiştir.

Tablo 18. Beşirli Merkez Tenis Kortu senaryo-işlev-parametre tablosu

Parametre	Senaryo					Müzik İşlevi	Konuşma İşlevi	Spor İşlevi
T30	Mevcut durum ve seyirci alanı boş					-	-	-
	Mevcut durum ve seyirci alanı %50 dolu					-	-	-
	Mevcut durum ve seyirci alanı %100 dolu					-	-	-
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı boş					-	-	-
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı %50 dolu					-	-	+
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı %100 dolu					+	-	-
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı boş					+	-	-
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı %50 dolu					+	-	-
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı %100 dolu					-	-	-
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı boş					-	-	-
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı %50 dolu					-	-	-
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı %100 dolu					-	-	-
	Mekanizma kapaksız ve seyirci alanı boş					-	-	-
	Mekanizmalar kapaksız ve seyirci alanı %50 dolu					-	-	+
	Mekanizmalar kapaksız ve seyirci alanı %100 dolu					+	-	-
Spor faaliyetleri için belirlenen T30 değer aralık dağılımları:								
0,4-0,8	0,8-1,2	1,2-1,8	1,8-2,2	2,2-2,6	2,6-3	3-3,4	3,4-3,8	3,8-...
Müzikal faaliyetler için belirlenen T30 değer aralık dağılımları:								
0,52-0,89	0,89-1,26	1,26-1,63	1,63-2	2-2,37	2,37-2,75	2,75-3,12	3,12-3,49	3,49-...
Konuşma faaliyetleri için belirlenen T30 değer aralık dağılımları:								
0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1	1-1,2	1,2-1,4	1,4-1,6	1,6-1,8	1,8-2	2-...
Parametre	Senaryo					Müzik İşlevi	Konuşma İşlevi	
EDT	Mevcut durum ve seyirci alanı boş					-	-	
	Mevcut durum ve seyirci alanı %50 dolu					-	-	
	Mevcut durum ve seyirci alanı %100 dolu					-	-	
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı boş					-	-	
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı %50 dolu					+	-	
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı %100 dolu					-	-	
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı boş					+	-	
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı %50 dolu					-	-	
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı %100 dolu					-	-	
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı boş					-	-	
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı %50 dolu					-	-	
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı %100 dolu					-	-	
	Mekanizma kapaksız ve seyirci alanı boş					-	-	
	Mekanizmalar kapaksız ve seyirci alanı %50 dolu					+	-	
	Mekanizmalar kapaksız ve seyirci alanı %100 dolu					-	-	

Müzikal faaliyetler için belirlenen EDT değer aralık dağılımları:								
0,4-0,8	0,8-1,2	1,2-1,8	1,8-2,2	2,2-2,6	2,6-3	3-3,4	3,4-3,8	3,8-...
Konuşma faaliyetleri için belirlenen EDT değer aralık dağılımları:								
...-1,12		1,12-2,24		2,24-3,36		3,36-4,48		4,48-5,6
...	5,6-...							
Parametre	Senaryo						Konuşma İşlevi	
D50	Mevcut durum ve seyirci alanı boş						-	
	Mevcut durum ve seyirci alanı %50 dolu						-	
	Mevcut durum ve seyirci alanı %100 dolu						+	
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı boş						-	
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı %50 dolu						+	
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı %100 dolu						+	
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı boş						+	
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı %50 dolu						+	
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı %100 dolu						+	
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı boş						-	
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı %50 dolu						+	
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı %100 dolu						+	
	Mekanizma kapaksız ve seyirci alanı boş						+	
	Mekanizmalar kapaksız ve seyirci alanı %50 dolu						+	
	Mekanizmalar kapaksız ve seyirci alanı %100 dolu						+	
Konuşma faaliyetleri için belirlenen D50 değer aralık dağılımları:								
...-0,3		0,3-0,7				0,7-...		
Parametre	Senaryo						Konuşma İşlevi	
STI	Mevcut durum ve seyirci alanı boş						Z	
	Mevcut durum ve seyirci alanı %50 dolu						Z	
	Mevcut durum ve seyirci alanı %100 dolu						O	
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı boş						O	
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı %50 dolu						O	
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı %100 dolu						O	
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı boş						O	
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı %50 dolu						O	
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı %100 dolu						İ	
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı boş						Z	
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı %50 dolu						O	
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı %100 dolu						O	
	Mekanizma kapaksız ve seyirci alanı boş						O	
	Mekanizmalar kapaksız ve seyirci alanı %50 dolu						O	
	Mekanizmalar kapaksız ve seyirci alanı %100 dolu						İ	
Konuşma faaliyetleri için belirlenen STI değer aralık dağılımları:								

Tablo 18'in devamı

Kötü		Zayıf	Orta	İyi	Mükemmel
Parametre	Senaryo			Müzik İşlevi	Konuşma İşlevi
C80	Mevcut durum ve seyirci alanı boş			-	-
	Mevcut durum ve seyirci alanı %50 dolu			+	-
	Mevcut durum ve seyirci alanı %100 dolu			+	+
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı boş			+	-
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı %50 dolu			+	+
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı %100 dolu			+	-
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı boş			+	+
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı %50 dolu			+	-
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı %100 dolu			-	-
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı boş			-	-
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı %50 dolu			+	+
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı %100 dolu			+	+
	Mekanizma kapaksız ve seyirci alanı boş			+	+
	Mekanizmalar kapaksız ve seyirci alanı %50 dolu			+	-
	Mekanizmalar kapaksız ve seyirci alanı %100 dolu			+	-
Müzik faaliyetleri için belirlenen C80 değer aralık dağılımları:					
...-(-4)		-4-(+4)		+4-...	
Konuşma faaliyetleri için belirlenen C80 değer aralık dağılımları:					
...-(-2)		-2-(+2)		+2-...	
Parametre	Senaryo			Müzik İşlevi	
LF80	Mevcut durum ve seyirci alanı boş			-	
	Mevcut durum ve seyirci alanı %50 dolu			-	
	Mevcut durum ve seyirci alanı %100 dolu			-	
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı boş			-	
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı %50 dolu			+	
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı %100 dolu			-	
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı boş			-	
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı %50 dolu			+	
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı %100 dolu			-	
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı boş			-	
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı %50 dolu			-	
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı %100 dolu			-	
	Mekanizma kapaksız ve seyirci alanı boş			-	
	Mekanizmalar kapaksız ve seyirci alanı %50 dolu			-	
	Mekanizmalar kapaksız ve seyirci alanı %100 dolu			-	
Müzik faaliyetleri için belirlenen LF80 değer aralık dağılımları:					
...-0,10		0,1-0,15	0,15-0,2	0,2-0,25	0,25-...

Tablo 19. Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu senaryo-işlev-parametre tablosu

Parametre		Senaryo				Müzik İşlevi	Konuşma İşlevi	Spor İşlevi
T30	Mevcut durum ve seyirci alanı boş					-	-	-
	Mevcut durum ve seyirci alanı %50 dolu					-	-	-
	Mevcut durum ve seyirci alanı %100 dolu					-	-	-
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı boş					-	-	-
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı %50 dolu					-	-	-
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı %100 dolu					-	-	-
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı boş					-	-	-
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı %50 dolu					-	-	-
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı %100 dolu					-	-	-
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı boş					-	-	-
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı %50 dolu					-	-	-
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı %100 dolu					-	-	-
	Mekanizma kapaksız ve seyirci alanı boş					-	-	-
	Mekanizmalar kapaksız ve seyirci alanı %50 dolu					-	-	-
	Mekanizmalar kapaksız ve seyirci alanı %100 dolu					-	-	-
	Spor faaliyetleri için belirlenen T30 değer aralık dağılımları:							
0,4-0,8	0,8-1,2	1,2-1,8	1,8-2,2	2,2-2,6	2,6-3	3-3,4	3,4-3,8	3,8-...
Müzikal faaliyetler için belirlenen T30 değer aralık dağılımları:								
0,55-0,9	0,9-1,25	1,25-1,6	1,6-1,95	1,95-2,3	2,3-2,65	2,65-3	3-3,35	3,35-...
Konuşma faaliyetleri için belirlenen T30 değer aralık dağılımları:								
0,33-0,55	0,55-0,77	0,77-0,99	0,99-1,21	1,21-1,43	1,43-1,65	1,65-1,87	1,87-2,09	2,09-...
Parametre		Senaryo				Müzik İşlevi	Konuşma İşlevi	
EDT	Mevcut durum ve seyirci alanı boş					-	-	
	Mevcut durum ve seyirci alanı %50 dolu					-	-	
	Mevcut durum ve seyirci alanı %100 dolu					-	-	
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı boş					-	-	
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı %50 dolu					-	-	
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı %100 dolu					-	-	
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı boş					-	-	
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı %50 dolu					-	-	
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı %100 dolu					-	-	
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı boş					-	-	
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı %50 dolu					-	-	
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı %100 dolu					-	-	
	Mekanizma kapaksız ve seyirci alanı boş					-	-	
	Mekanizmalar kapaksız ve seyirci alanı %50 dolu					-	-	

Tablo 19'un devamı

	Mekanizmalar kapaksız ve seyirci alanı %100 dolu				-	-			
Müzikal faaliyetler için belirlenen EDT değer aralık dağılımları:									
0,58	0,97-1,36	1,36-1,75	1,75-2,14	2,14-2,53	2,53-2,92	2,92-3,31	3,31-3,7	3,7-...	
Konuşma faaliyetleri için belirlenen EDT değer aralık dağılımları:									
...-1,1		1,1-2,2		2,2-3,3		3,3-4,4		4,4-5,5	5,5-...
Parametre	Senaryo						Konuşma İşlevi		
D50	Mevcut durum ve seyirci alanı boş						-		
	Mevcut durum ve seyirci alanı %50 dolu						-		
	Mevcut durum ve seyirci alanı %100 dolu						-		
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı boş						-		
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı %50 dolu						-		
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı %100 dolu						-		
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı boş						-		
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı %50 dolu						-		
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı %100 dolu						+		
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı boş						-		
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı %50 dolu						-		
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı %100 dolu						-		
	Mekanizma kapaksız ve seyirci alanı boş						-		
	Mekanizmalar kapaksız ve seyirci alanı %50 dolu						-		
	Mekanizmalar kapaksız ve seyirci alanı %100 dolu						+		
Konuşma faaliyetleri için belirlenen D50 değer aralık dağılımları:									
...-0,3		0,3-0,7			0,7-...				
Parametre	Senaryo						Konuşma İşlevi		
STI	Mevcut durum ve seyirci alanı boş						K		
	Mevcut durum ve seyirci alanı %50 dolu						K		
	Mevcut durum ve seyirci alanı %100 dolu						Z		
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı boş						Z		
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı %50 dolu						Z		
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı %100 dolu						Z		
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı boş						Z		
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı %50 dolu						Z		
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı %100 dolu						O		
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı boş						K		
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı %50 dolu						Z		
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı %100 dolu						Z		
	Mekanizma kapaksız ve seyirci alanı boş						Z		
	Mekanizmalar kapaksız ve seyirci alanı %50 dolu						Z		
	Mekanizmalar kapaksız ve seyirci alanı %100 dolu						Z		

Tablo 19'un devamı

Konuşma faaliyetleri için belirlenen STI değer aralık dağılımları:					
Kötü		Zayıf	Orta	İyi	Mükemmel
Parametre	Senaryo		Müzik İşlevi	Konuşma İşlevi	
C80	Mevcut durum ve seyirci alanı boş		-	-	
	Mevcut durum ve seyirci alanı %50 dolu		-	-	
	Mevcut durum ve seyirci alanı %100 dolu		-	-	
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı boş		-	-	
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı %50 dolu		-	-	
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı %100 dolu		+	-	
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı boş		-	-	
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı %50 dolu		+	-	
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı %100 dolu		+	+	
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı boş		-	-	
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı %50 dolu		-	-	
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı %100 dolu		-	-	
	Mekanizma kapaksız ve seyirci alanı boş		-	-	
	Mekanizmalar kapaksız ve seyirci alanı %50 dolu		+	-	
	Mekanizmalar kapaksız ve seyirci alanı %100 dolu		+	-	
Müzik faaliyetleri için belirlenen C80 değer aralık dağılımları:					
...-(-4)		...-(+4)		...-(+12)	
Konuşma faaliyetleri için belirlenen C80 değer aralık dağılımları:					
...-(-2)		...-(+2)		...-(+6)	
Parametre	Senaryo		Müzik İşlevi		
LF80	Mevcut durum ve seyirci alanı boş		+		
	Mevcut durum ve seyirci alanı %50 dolu		-		
	Mevcut durum ve seyirci alanı %100 dolu		-		
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı boş		+		
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı %50 dolu		+		
	Kapaklar 45° açık ve seyirci alanı %100 dolu		-		
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı boş		+		
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı %50 dolu		+		
	Kapaklar 90° açık ve seyirci alanı %100 dolu		-		
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı boş		+		
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı %50 dolu		-		
	Kapaklar kapalı ve seyirci alanı %100 dolu		-		
	Mekanizma kapaksız ve seyirci alanı boş		+		
	Mekanizmalar kapaksız ve seyirci alanı %50 dolu		-		
	Mekanizmalar kapaksız ve seyirci alanı %100 dolu		-		
Müzik faaliyetleri için belirlenen LF80 değer aralık dağılımları:					
...-0.10		0.1-0.15	0.15-0.2	0.2-0.25	0.25-...

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında, Avrupa Gençlik Oyunları için Trabzon'da inşa edilen Beşirli Merkez Tenis Kortu ve Mehmet Akif Ersoy Kapalı Yüzme Havuzu kapalı spor etkinlik alanlarının spor, müzik ve konuşma faaliyetleri sırasında akustik açıdan bilgisayar simülasyonu yöntemiyle değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Öncelikle kapalı spor etkinlik alanlarının mevcut durumları için sesin nesnel parametre değerlerinin grid ortalamaları elde edilmiştir. Elde edilen değerler spor, müzik ve konuşma etkinlikleri için literatürde kabul edilen optimum değer aralıklarıyla karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda kapalı spor etkinlik seyirci alanlarının boş olduğu, %50 dolu olduğu ve %100 dolu olduğu durumlardaki mevcut akustik performansları incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucu her iki spor etkinlik alanının optimum akustik konfor koşullara göre yetersiz olduğu belirlenmiştir. Daha sonra seyircilerin görüş alanını etkilemeyecek şekilde açılır kapanır özellikteki kapaklı mekanizmalar tasarlanarak akustik çözüm önerileri hazırlanmıştır. Bu mekanizmaların iç yüzeyleri ses yutucu malzeme olan taş yünü üzeri vinil ile kaplıyken dış yüzeyleri mdf ile kaplanmıştır. Kapak hareketlerine göre tasarlanan senaryolar; mekanizma kapaklarının 45° açık olduğu, 90° açık olduğu, kapalı olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durumlar olarak belirlenmiştir.

Beşirli Merkez Tenis Kortu ve Mehmet Akif Ersoy Yüzme Havuzu etkinlik alanlarının mevcut durumları için orta frekanslarda elde edilen T30 değerleri kabul edilen optimum değerden yüksek çıkmıştır. Bu durum etkinlik alanları içerisindeki sesin uzun yankılanmasına dolayısıyla da konuşmanın anlaşılabilirliğinin azalmasına neden olmaktadır.

Beşirli Merkez Tenis Kortu etkinlik alanının mevcut durumu için genel T30 ortalaması incelendiğinde, elde edilen değerler seyirci alanının boş olduğu, %50 dolu olduğu ve %100 dolu olduğu durumlarda müzik, konuşma ve spor faaliyetleri için belirlenen optimum değer aralıklarının oldukça üzerinde kalmıştır. Tenis kortunun tavan yüzeyine yerleştirilen mekanizmaların kapak hareketleri ve seyirci doluluk oranlarına göre tasarlanan senaryolara göre salonda spor faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi durumunda optimum T30 değer aralığında bulunan senaryolar:

- Mekanizma kapaklarının 45° açık ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durum ile
- Mekanizmaların kapaksız ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durumdur

Müzik faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi durumunda optimum T30 değer aralığında bulunan senaryolar:

- Mekanizma kapaklarının 90° açık ve seyirci alanının boş olduğu durum,
- Mekanizma kapaklarının 90° açık ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durum,
- Mekanizma kapaklarının 45° açık ve seyirci alanının %100 dolu durum olduğu ile
- Mekanizmaların kapaksız ve seyirci alanının %100 dolu olduğu durumdur.

Tasarlanan tüm senaryolardan elde edilen T30 değerleri konuşma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi durumunda belirlenen optimum değer aralığının oldukça üzerinde kalmıştır.

Beşirli Merkez Tenis Kortu etkinlik alanının mevcut durumu için genel EDT ortalaması incelendiğinde, elde edilen değerler seyirci alanının boş olduğu, %50 dolu olduğu ve %100 dolu olduğu durumlarda müzik, konuşma ve spor faaliyetleri için belirlenen optimum değer aralıklarının oldukça üzerinde kalmıştır. Tenis kortunun tavan yüzeyine yerleştirilen mekanizmaların kapak hareketleri ve seyirci doluluk oranlarına göre tasarlanan senaryolara göre salonda müzik faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi durumunda optimum EDT değer aralığında bulunan senaryolar:

- Mekanizma kapaklarının 90° açık ve seyirci alanının boş olduğu durum,
- Mekanizma kapaklarının 45° açık ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durum,
- Mekanizmaların kapaksız ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durum,

Tasarlanan tüm senaryolardan elde edilen EDT değerleri konuşma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi durumunda belirlenen optimum değer aralığının oldukça üzerinde kalmıştır.

Beşirli Merkez Tenis Kortu etkinlik alanının mevcut durumu için genel D50 ortalaması incelendiğinde, elde edilen değerler seyirci alanının boş olduğu, %50 dolu olduğu durumlarda konuşma faaliyetleri sırasında belirlenen optimum değer aralığının altında kalmıştır. Salonun mevcut durumu için seyirci alanı %100 dolu olduğunda elde edilen değerler ise konuşma faaliyetleri için belirlenen optimum değer aralığındadır. Tenis kortunun tavan yüzeyine yerleştirilen mekanizmaların kapak hareketleri ve seyirci doluluk oranları için tasarlanan senaryolara göre salonda müzik faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi durumunda optimum D50 değer aralığında bulunan senaryolar:

- Mekanizma kapaklarının 90° açık ve seyirci alanının boş olduğu durum,
- Mekanizmaların kapaksız ve seyirci alanının boş olduğu durum,
- Mekanizma kapakları 45° açık ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durum,
- Mekanizma kapaklarının 90° açık ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durum,
- Mekanizmaların kapaksız ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durum,
- Mekanizma kapaklarının kapalı ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durum,
- Mekanizma kapaklarının 45° açık ve seyirci alanının %100 dolu olduğu durum,
- Mekanizma kapaklarının 90° açık ve seyirci alanının %100 dolu olduğu durum,
- Mekanizmaların kapaksız ve seyirci alanının %100 dolu olduğu durum ile
- Mekanizma kapaklarının kapalı ve seyirci alanının %100 dolu olduğu durumdur.

Beşirli Merkez Tenis Kortu etkinlik alanının mevcut durumu için genel STI ortalaması incelendiğinde, elde edilen değerler seyirci alanlarının %50 dolu olduğu ve boş olduğu durumlar için ‘zayıf’ düzeydedir. Seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen ortalama STI ise ‘orta’ düzeydedir. Tenis kortunun tavan yüzeyine yerleştirilen mekanizmaların kapak hareketleri ve seyirci doluluk oranlarına göre tasarlanan senaryolara göre salonda konuşma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi durumunda optimum STI değer aralığında bulunan senaryolar:

- Mekanizma kapaklarının 45° açık ve seyirci alanının boş olduğu durum: orta,
- Mekanizma kapaklarının 90° açık ve seyirci alanının boş olduğu durum: orta,
- Mekanizma kapaklarının 90° açık ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durum: orta,
- Mekanizma kapaklarının 45° açık ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durum: orta,
- Mekanizmaların kapaksız ve seyirci alanının %50 dolu olduğu: orta,
- Mekanizma kapaklarının kapalı ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durum: orta,
- Mekanizma kapaklarının 90° açık ve seyirci alanının %100 dolu olduğu durum: iyi,
- Mekanizma kapaklarının 45° açık ve seyirci alanının %100 dolu durum: orta,
- Mekanizmaların kapaksız ve seyirci alanının boş olduğu durum: orta,
- Mekanizmaların kapaksız ve seyirci alanının %100 dolu olduğu durum: iyi,
- Mekanizma kapaklarının kapalı ve seyirci alanının %100 dolu olduğu durum: orta düzeydedir.

Beşirli Merkez Tenis Kortu etkinlik alanının mevcut durumu için genel C80 ortalaması incelendiğinde:

- Konuşma faaliyetleri için seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda elde edilen sayısal veriler belirlenen optimum değer aralığındayken, seyirci alanının boş olduğu ve %50 dolu olduğu durumlarda belirlenen sayısal veriler optimum değer aralığının üstündedir.
- Salonun müzik faaliyetleri için kullanılması halinde ise seyirci alanının %50 dolu olduğu ve %100 dolu olduğu durumlarda elde edilen sayısal veriler belirlenen optimum değer aralığındayken, seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen değer belirlenen optimum değer aralığının altında kalmaktadır.

Tenis kortunun tavan yüzeyine yerleştirilen mekanizmaların kapak hareketleri ve seyirci doluluk oranlarına göre tasarlanan senaryolara göre salonda konuşma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi durumunda optimum C80 değer aralığında bulunan senaryolar:

- Mekanizma kapaklarının 90° açık ve seyirci alanının boş olduğu durum,
- Mekanizmaların kapaksız ve seyirci alanının boş olduğu durum,
- Mekanizma kapaklarının 45° açık ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durum,
- Mekanizma kapaklarının kapalı ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durum ile
- Mekanizma kapaklarının kapalı ve seyirci alanının %100 dolu olduğu durumdur.

Müzik faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi durumunda optimum C80 değer aralığında bulunan senaryolar:

- Mekanizma kapaklarının 45° açık ve seyirci alanının boş olduğu durum,
- Mekanizma kapaklarının 90° açık ve seyirci alanının boş olduğu durum,
- Mekanizmaların kapaksız ve seyirci alanının boş olduğu durum,
- Mekanizma kapaklarının 90° açık ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durum,
- Mekanizma kapaklarının 45° açık ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durum,
- Mekanizmaların kapaksız ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durum,
- Mekanizma kapaklarının kapalı ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durum,
- Mekanizma kapaklarının 45° açık ve seyirci alanının %100 dolu olduğu durum,
- Mekanizmaların kapaksız ve seyirci alanının %100 dolu durum ile
- Mekanizma kapaklarının kapalı ve seyirci alanının %100 dolu durumdur.

Beşirli Merkez Tenis Kortu etkinlik alanının mevcut durumu için genel LF80 ortalaması incelendiğinde, Seyirci alanının boş olduğu, %50 dolu olduğu ve %100 dolu olduğu durumlarda elde edilen veriler müzik faaliyetleri sırasında belirlenen optimum değer aralığının altında kalmıştır. Tenis kortunun tavan yüzeyine yerleştirilen mekanizmaların kapak hareketleri ve seyirci doluluk oranlarına göre tasarlanan senaryolara göre salonda

müzik faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi durumunda optimum LF80 değer aralığında bulunan senaryolar:

- Mekanizma kapaklarının 45° açık ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durum ile
- Mekanizma kapaklarının 90° açık ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durumdur.

Mehmet Akif Ersoy Yüzme Havuzu etkinlik alanının mevcut durumu için genel T30 ortalaması incelendiğinde, elde edilen değerler seyirci alanının boş olduğu, %50 dolu olduğu ve %100 dolu olduğu durumlarda müzik, konuşma ve spor faaliyetleri sırasında belirlenen optimum değer aralığının oldukça üzerinde kalmıştır. Yüzme havuzunun tavan yüzeyine yerleştirilen mekanizmaların kapak hareketleri ve seyirci doluluk oranlarına göre tasarlanan senaryolara göre elde edilen değerler salonda spor, müzik ve konuşma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi durumunda kabul edilen optimum T30 değer aralığının üzerinde yer almıştır.

Mehmet Akif Ersoy Yüzme Havuzu etkinlik alanının mevcut durumu için genel EDT ortalaması incelendiğinde, elde edilen değerler seyirci alanının boş olduğu, %50 dolu olduğu ve %100 dolu olduğu durumlarda müzik, konuşma ve spor faaliyetleri sırasında belirlenen optimum değer aralığının oldukça üzerinde kalmıştır. Yüzme havuzunun tavan yüzeyine yerleştirilen mekanizmaların kapak hareketleri ve seyirci doluluk oranlarına göre tasarlanan senaryolara göre elde edilen değerler salonda spor, müzik ve konuşma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi durumunda kabul edilen optimum EDT değer aralığının üzerinde yer almıştır.

Mehmet Akif Ersoy Yüzme Havuzu etkinlik alanının mevcut durumu için genel D50 ortalaması incelendiğinde, elde edilen değerler seyirci alanının boş olduğu, %50 dolu ve %100 dolu olduğu durumlarda konuşma faaliyetleri sırasında belirlenen optimum değer aralığının altında kalmıştır. Yüzme havuzunun tavan yüzeyine yerleştirilen mekanizmaların kapak hareketleri ve seyirci doluluk oranlarına göre tasarlanan senaryolara göre salonda müzik faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi durumunda optimum D50 değer aralığında bulunan senaryolar:

- Mekanizma kapaklarının 90° açık ve seyirci alanının %100 dolu olduğu durum ile
- Mekanizmaların kapaksız ve seyirci alanının %100 dolu olduğu durumdur.

Mehmet Akif Ersoy Yüzme Havuzu etkinlik alanının mevcut durumu için genel STI ortalaması incelendiğinde, elde edilen değerler seyirci alanının boş olduğu ve %50 dolu olduğu durumlarda ‘kötü’ düzeydedir. Seyirci alanının %100 dolu olduğu durumda ise ortalama STI ‘zayıf’ düzeydedir. Yüzme havuzunun tavan yüzeyine yerleştirilen

mekanizmaların kapak hareketleri ve seyirci doluluk oranlarına göre tasarlanan senaryolara göre salonda konuşma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi durumunda optimum STI değer aralığında bulunan senaryo:

- Mekanizma kapaklarının 90° açık ve seyirci alanının %100 dolu olduğu durum: orta düzeydedir.

Mehmet Akif Ersoy Yüzme Havuzu etkinlik alanının mevcut durumu için genel C80 ortalaması incelendiğinde, elde edilen değerler seyirci alanının boş olduğu, %50 dolu olduğu ve %100 dolu olduğu durumlarda müzik ve konuşma faaliyetleri sırasında belirlenen optimum değer aralığının oldukça üzerinde kalmıştır. Yüzme havuzunun tavan yüzeyine yerleştirilen mekanizmaların kapak hareketleri ve seyirci doluluk oranlarına göre tasarlanan senaryolara göre salonda konuşma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi durumunda optimum C80 değer aralığında bulunan senaryo:

- Mekanizma kapaklarının 90° açık ve seyirci alanının %100 dolu olduğu durumdur.

Müzik faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi durumunda optimum C80 değer aralığında bulunan senaryolar:

- Mekanizma kapaklarının 90° açık ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durum,
- Mekanizmaların kapaksız ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durum,
- Mekanizma kapaklarının 90° açık ve seyirci alanının %100 dolu olduğu durum
- Mekanizma kapaklarının 45° açık ve seyirci alanının %100 dolu olduğu durum ile
- Mekanizmaların kapaksız ve seyirci alanının %100 dolu durumdur.

Mehmet Akif Ersoy Yüzme Havuzu etkinlik alanının mevcut durumu için LF80 ortalaması incelendiğinde, seyirci alanının boş olduğu durumda elde edilen değer optimum değer aralığındayken, seyirci alanının %50 dolu olduğu ve %100 dolu olduğu durumlarda belirlenen optimum değer aralığının altında kalmıştır. Yüzme havuzunda tavan yüzeyine yerleştirilen mekanizmaların kapak hareketleri ve seyirci doluluk oranlarına göre tasarlanan senaryolara göre salonda müzik faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi durumunda optimum LF80 değer aralığında bulunan senaryolar:

- Mekanizma kapaklarının 45° açık ve seyirci alanının boş olduğu durum,
- Mekanizma kapaklarının 90° açık ve seyirci alanının boş olduğu durum,
- Mekanizmaların kapaksız ve seyirci alanının boş olduğu durum,
- Mekanizma kapaklarının kapalı ve seyirci alanının boş olduğu durum,
- Mekanizma kapaklarının 45° açık ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durum,

- Mekanizma kapaklarının 90° açık ve seyirci alanının %50 dolu olduğu durumdur.

T30 ve EDT değerlerinin spor, müzik ve konuşma etkinlikleri için kabul edilen optimum değer aralığından oldukça yüksek olması, D50 ve STI parametrelerinin düşük değerlerde olmasına, dolayısıyla kapalı spor etkinlik alanlarında sesin anlaşılabilirliğinin yetersiz olmasına neden olmuştur. Her iki spor etkinlik alanı için hazırlanmış olan tavan yüzeylerinde taşıyıcı sistem arasına yerleştirilen mekanizmalar ile hazırlanan senaryolarla T30 ve EDT değerlerinde düşüş sağlanırken D50 ve STI değerlerinde ise artış sağlanmıştır. Tavan yüzeyindeki mekanizma kapaklarının 90° açık olduğu durumda etkinlik alanlarındaki toplam ses yutucu malzeme alanı, mekanizma kapaklarının 45° açık olduğu, kapalı olduğu ve mekanizmaların kapaksız olduğu durumlara göre daha fazladır. Dolayısıyla da özellikle mekanizma kapaklarının 90° açık olduğu durumların kullanılması durumunda, etkinlik alanlarındaki sesin anlaşılabilirliğinde iyileşmenin daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Mevcut durum için orta ve alçak frekanslardaki yüksek T30 değerlerinde çatı yüzeyine yerleştirilen mekanizmalarla mevcut duruma göre düşüşler sağlanmış, dolayısıyla C80 değerlerinde de artış elde edilmiştir.

Yapılan düzenlemeler ve değişken akustik uygulamaları sonucunda, spor salonunun çok amaçlı olarak konserlerde de kullanılabileceği görülmüştür. Yutuculukta sağlanan değişkenlik sayesinde etkinlik alanlarında spor ve müzik etkinlikleri için optimum değerler sağlanabilirken her iki spor salonundaki etkinlik alanlarının konuşma faaliyetleri için kullanılması durumunda T30 ve EDT değerlerinde mevcut duruma göre azalmalar olmasına rağmen optimum değer aralığı sağlanamamıştır.

Günümüzde pek çok spor salonu özel bir akustik tasarıma sahip olmamasına rağmen spor, müzik ve konuşma gibi çok amaçlı etkinlikler için yaygın olarak kullanılmaktadır. Çalışma kapsamında şehirlerde bulunan mevcut spor salonlarının müzik ve konuşma gibi farklı işlevlerde kullanılmasına paralel olarak akustik düzenlemeler tasarlanmıştır. Tasarlanan bu düzenlemelerin mevcut salonlarda bir uygulama önerisi olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

5. KAYNAKLAR

- Abdülrahimov, R., 2005. Salonların Akustiği ve Tasarımı, Trabzon, 202 s.
- Acar, Z., A., 1994. Bursa Yöresinde Halkın Spora Eğilimi ve Yeni Spor Tesis Politikasının Yönü Üzerindeki Etkileri, Doktora Tezi, B.U.Ü., Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Bursa.
- Ahnert, W., Schmidt, S. (T.Y.), Easera Manual Appendix, Electronic And Acoustic System Evaluation And Response Analysis.
- Akkurt.M., ve Şinoforoğlu,T., 2020. Rönesans'tan Aydınlanma'ya Bedenin Eğitimi, Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 18,3,14-30
- Aktı, 2014. Daire Planlı ve Kubbe Bitişli Çok Amaçlı Salonlarda Akustik Performansın Tasarım Değişkenleri Aracılığıyla Simülasyon Programında İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Akyol, E., 1986. Eğitsel İletişim Ortamlarında Ses Boyutu ve Akustiğin İşlevi, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Alpman, C., 1972. Eğitimin Bütünlüğü İçinde Beden Eğitimi ve Sporun Çağlar Boyunca Gelişimi, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 240s.
- Anda,L.,E. ,1993. Kapalı Spor Salonlarının Çatı Örtü Sistemlerinin Türkiye Koşullarına Göre Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Arıkan, M. T., 2009. Spor Salonlarının Çok Amaçlı Kullanımının İGSM'ye Bağlı Salonlar Örneğinde İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aslan vd., 2020. Çok Amaçlı Müzik Sınıflarının Akustik Performanslarının Hesaplamalı Yöntemlerle İncelenmesi, III. Uluslararası Mühendislik Fen Bilimleri ve Mimarlık Sempozyumu, Nisan, Kocaeli, 44-53.
- Aytaç, K., 1992. Avrupa Eğitim Tarihi, Marmara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Vakfı Yayınları, İstanbul, 312s.
- Balcı, H., 2007. Antalya Cam Piramiti'nin Hacim Akustiğinin Bilgisayar Simülasyon Yöntemiyle Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Barron, M., 1993. Auditorium Acoustics And Architectural Design, E & Fn Spon, Londra.
- Barron, M., 2010. Auditorium Acoustics and Architectural Design, Second Edition, Spon Press, London and New York, USA, 489 s.

- BB93, 2015. Acoustic Desing Of Schools Performance Standarts, Government Publications, UK.
- Beranek, L., 2004. Concert Halls And Opera Houses: Music, Acoustics And Architecture, Second Edition, Springer- Verlag, New York, Inc., New York/USA
- Beranek, 1988. L.L., Acoustical Measurements Revised Ed., Acoustical Society Of America, USA, 841 s.
- Bilgiç, E., 1994. Sadıkhov, E., Gürültü ve Titreşim, Ulusal Metroloji Enstitüsü, Kocaeli.
- Bradley, J.S. 1986. Predictors Of Speech İntelligibility İn Rooms, Journal Of The Acoustical Society Of America, 80, 3, 837-845.
- Bistafa, S.R. ve Granado, M.V., 2002. Objective Measurements Of Speech İntelligibility İn Proscenium Type Of Theatres, XX Encontro Da Sociedade Brasileira De Acustica Sobrac, October, Rio De Janeiro, 1-6.
- Bistafa, S.R. ve Granado, M.V., 2005. A Survey Of The Acoustic Quality For Speech in Auditoriums, Electronic Journal Technical Acoustics, 15, 1-16.
- Christensen, C.L., 2009. Odeon Room Acoustics Program Version 10.1 Industrial, Auditorium And Combined Editions, Odeon A/S, Denmark.
- Culley, P. ve Pascoe, J., 2009. Sports Facilities And Technologies, 1st Edition, Routledge 288s.
- Çelik, K., 2019. Yelpaze Tipi Bir Konferans Salonunun Akustik Tasarımı ve Akustik Performansının Değerlendirilmesi- Örnek Bir Çalışma, International Multilingual Journal of Science and Technology, 4,7, 619-624
- Decker, W., 1992. Sports And Games Of Ancient Egypt, Çeviri: A. Guttmann, Yale University Press, New Haven, 240 s.
- Demirkale, S.Y., 2007. Çevre ve Yapı Akustiği Mimar ve Mühendisler İçin El Kitabı, Birsan Yayınevi, İstanbul, 511s.
- Demirel, F. vd., 2018. Sivas Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonu Akustik Tasarımı, Politeknik Dergisi, 21,3, 535-542
- D.P.T., 1979. IV. Beden Eğitimi ve Spor Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Yayın No: 1688, Başbakanlık Basımevi, Ankara, 290s.
- Ellison, S. ve R. Schwenke, 2010. The Case For Widely Variable Acoustics, Proceedings Of The International Symposium On Room Acoustics, August, Melbourne, 29-31.
- Gade, A. C., 2014. Acoustics in Halls For Speech And Music, T. D. Rossing (Ed.), Springer Handbooks: Part C-9., Springer Handbook Of Acoustics.
- Gade, A. C., 1989. Investigations Of Musicians' Room-Acoustic Conditions in Concert Halls, S. Hirzel Verlag, 69,5, Stuttgart, 193-203.

- Gül,Z.S., Çalışkan, M. ve Tavukçuoğlu A., ,2014. Geçmişten Günümüze Süleymaniye Camii Akustiği, Megaron, 9,3, 201-216.
- Gül, Z.S., Çalışkan, M. 2014. Heydar Aliyev Merkezi Oditoryumu Akustik Tasarım Süreci, Yapı, 144-150.
- Holden, M., 2016. Acoustics Of Multi-Use Performing Arts Centers, 1st edition, Crc Press, 380s.
- Houtgast, T., Steeneken, H.J.M. ve Plomp, R.,1980. Predicting Speech İntelligibility in Rooms From The Modulation Transfer Function. I. General Room Acoustics, Acta Acustica, 46, 60-72.
- ISO, 2009. Acoustics – Measurement Of Rooms Acoustic Parameters – Part 1: Performance Spaces, BS EN ISO-3382-1.
- İlban, B., 2015. Trabzon ve Rize’de Yer Alan Tarihi ve Modern Cami Örneklerinin Bilgisayar Simülasyon Yöntemi ile Akustik Açından Değerlendirilmesi ve Düzenlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- İmamoğlu,G. ve Koca F., 2018. Eski Çağ Mısırda Boks, Güreş ve Eskrim İle İlgili Figürler Üzerine Yorumlar, Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi / The Journal Of International Social Research, 11,59, 2018.
- İşcan, F., 1988. Türklerde Spor, MEB Basımevi, Ankara.
- Kavraz, M., 2014. The Acoustic Characteristics Of The Çarşı Mosque in Trabzon, Turkey, Indoor And Built Environment, 25,1,1-9.
- Knudsen, V., O. ve Harris, C., M.,1988. Acoustical Designing in Architecture, Acoustical New York: John Wiley and Sons Inc, 408s.
- Kurt, S., 2012. Spor Salonu Tasarımı: Prof. Dr. Ahmet Taner Kışlalı Kapalı Spor Salonu, Lulu.com, ABD, 84s.
- Kuttruff, H., 1991.Room Acoustics 3rd Ed., Elsevier Applied Science, Londra
- Long, M., 2006. Architectural Acoustics, Elsevier Academic Press, USA, 872 s.
- Maekawa, Z. ve Lord, P., 1994. Environmental And Architectural Acoustics 1st Ed., E&Fn Spon, Londra, 1-33, 63-113, 245-273
- Mehta, M. vd., 1999. Architectural Acoustics: Principles And Design, Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 446 s.
- Neufert, E., 2008, Yapı Tasarım, Beta Yayınevi, İstanbul, 618 s.
- Othman, A.R. ve Mohamed, M.R., 2011. Influence of Proportion Towards Speech İntelligibility in Mosque’s Praying Hall, Asia Pacific International Conference On Environment-Behaviour Studies, Gazimağusa, Kuzey Kıbrıs.

- Özer, M., 1979.Yapı Akustiğifind ve Ses Yalıtımı, Apraz Matbaacılık, İstanbul
- Rollinger, R., 1994. Aspekte Des Sports Im Alten Sumer. Sportliche Betatigung Und Herrschaftsidiologie Im Wechselspiel, Nikephoros, 4, 7-64.
- Rossing, D. T., 2007. Springer Handbook Of Acoustics, Springer Science & Business Media, 1182 s.
- Sabine W., C., 1964. Collected Papers On Acoustics, Reprinted By Dover Publications Inc, New York, 279 s.
- Saltuk, S., 2001. Antik Çağda Hipodromlar Circuslar, Ege Yayınları, İstanbul, 251 s.
- Sü, Zühre ve Çalışkan, M. ,2007 Acoustical Design And Noise Control In Metro Stations: Case Studies Of The Ankara Metro System, Building Acoustics,14,3,231-249.
- Şimşek O., 2021. Çok Amaçlı Salonlarda Değiştirilebilir Akustik Tasarım: Sinema Anadolu Çok Amaçlı Salonu Örneği, Academic Platform Journal Of Engineering And Science, 9-2, 360-370.
- Taş, F.,2010. Ticari Bir Taşıtta İç Akustik Araştırması ve İyileştirme Yöntemleri, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- T.C. Resmi Gazete, Binaların Gürültüye Karşı Korunması Yönetmelik, 30082, 31 Mayıs 2017, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ek-6'da belirtildiği gibi.
- Tekin, O., 2019. Spor Salonlarının Çok Amaçlı Kullanımında Akustik Performansın Malzeme ve Tasarım Değişkenleri Aracılığıyla İncelenmesi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Thiele, R., 1956. Die Richtungsuerteilung Und Zeitfolge Der Schallrückwürfe In Raumen (Directional Distrubution And Time Sequence Of Sound Reflections In Rooms), *Acoustica*, 1,31.
- Tomay, B., ve Değirmencioğlu, 2017. H., Antik Çağda Anadolu'da Spor Turizmi, Süleyman Demirel Üniversitesi Yalvaç Akademi Dergisi ,2 ,2, 9-21.
- Ulusoy vd., 2013. M. Tip Proje Spor Salonlarındaki Akustik Özelliklerin Çok Amaçlı Kullanımlar İçin İyileştirilmesi, Takder 10. Ulusal Akustik Kongresi, İstanbul, 1-10
- Vehviläinen, S. vd., 2018. The Acoustic Design Of A Multipurpose Hall, Proceedings of the Institute of Acoustics, 40,3, 522-532
- Vitruvius, 2005. Mimarlık Üzerine On Kitap, Dr. Suna Güven, Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları, İstanbul, 241s.
- Voigt, D., 1988. Spor Sosyolojisi, Yrd. Doç. Dr. A. Atalay, Alkım Yayınları, İstanbul
- Wycherley, R. E., 2011. Antik Çağda Kentler Nasıl Kuruldu? Nur Nirven ve Nezih Başgelen, Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul, 232 s.

Yoo, H.C., 2001. The Room Acoustics Of Gymnasium Building, 5th Korea-Russia International Symposium On Science And Technology, June-July Tomsk.

URL-1, [https://cesmimarlik.com/akustik-nedir/#:~:text=Yap%C4%B1%20Akusti%C4%9Fi%20\(G%C3%BCr%C3%BClt%C3%BC%20Denetimi\)%20ve,olmak%20%C3%BCzere%20iki%20b%C3%B6l%C3%BCmden%20olu%C5%9Fmaktad%C4%B1r.&text=Yap%C4%B1%20i%C3%A7erisinde%20ya%20da%20yap%C4%B1,gereken%20%C3%B6nlemler i%20sunan%20akustik%20dal%C4%B1d%C4%B1r](https://cesmimarlik.com/akustik-nedir/#:~:text=Yap%C4%B1%20Akusti%C4%9Fi%20(G%C3%BCr%C3%BClt%C3%BC%20Denetimi)%20ve,olmak%20%C3%BCzere%20iki%20b%C3%B6l%C3%BCmden%20olu%C5%9Fmaktad%C4%B1r.&text=Yap%C4%B1%20i%C3%A7erisinde%20ya%20da%20yap%C4%B1,gereken%20%C3%B6nlemler i%20sunan%20akustik%20dal%C4%B1d%C4%B1r) 24.01.2022

URL-2, <https://www.teknikakustik.net/akustik-tasarim-hacim-akustigi.html> 24.01.2022

URL-3, https://www.fencebilim.com/fen/konular/ses_dalgaları.pdf 25.01.2023

URL-4, <http://uzmzysmn.blogspot.com/2012/04/frekans-ve-genlik-nedir.html> 25.01.2023

URL-5, https://www.arkeolojisanat.com/shop/blog/roma-imparatorlugunda-boks-sporu-nasil-yapilirdi_3_1182084.html 27.01.2023

URL-6, <https://factsanddetails.com/world/cat56/sub363/item1516.html> 27.01.2023

URL-7, <https://arkeofili.com/roma-imparatorlugunda-boks-sporu-nasil-yapilirdi/> 27.01.2023

URL-8, https://tr.wikipedia.org/wiki/Orta_%C3%87a%C4%9F_futbolu 28.01.2023

URL-9, https://www.arkitektuel.com/kristal-saray/crystal_palace/ 02.02.2023

URL-10, <https://www.railway-technology.com/features/pictures-best-worst-major-rail-hubs/> 02.02.2023

URL-11, <https://www1.wdr.de/stichtag/royal-albert-hall-eroeffnet-100.html> 02.02.2023

URL-12, <https://sportscotland.org.uk/documents/resources/secondaryschooldesignnote02sportshall.pdf> 11.10.2022

URL-13, <https://www.playfinder.com/blog/sports-hall-court-markings> 01.10.2022

URL-14, <https://www.tvs-sportssurfaces.com/soundproofing-a-sports-hall/> 07.10.2022

URL-15, <http://zelainsaat.com.tr/urun-detay-Spor-Zemin-Sistemleri> 03.10.2022

URL-16, <https://www.adetasyapi.com/spor-salonu-ses-yalitimi> 05.10.2022

URL-17, <https://www.keceakustik.com/proje/spor-salonlari-akustik-uygulamalar> 07.10.2022

URL-18, <https://www.acustico.com/en/soundproofing-acoustic-comfort-collective-sport-facilities.html> 07.10.2022

URL-19, <https://trabzon.ktb.gov.tr/TR-57710/spor.html> 29.01.2023

URL-20, <https://www.dailymotion.com/video/x6h64m1> 25.10.2022

URL-21, <https://web.archive.org/web/20120602214100/http://www.trabzon2011.org/detay/2972/Besirli-Tennis-Courts.html> 25.10.2022

URL-22, <https://www.aa.com.tr/tr/spor/trabzona-yeni-spor-salonu-kazandirildi/1105120> 25.10.2022

URL-23, https://www.arteshavuzculuk.com/galeri/havuz/olimpik/trabzon_olimpik_yuzme_ve_atlama_havuzu.aspx 19.09.2022

URL-24, <https://www.trabzon.net.tr/trabzon/mehmet-akif-ersoy-kapali-yuzme-havuzu.html> 10.09.2022

URL-25, <https://www.arkitera.com/proje/mehmet-akif-ersoy-yuzme-havuzu/> 17.09.2022

URL-26, <https://www.arkiv.com.tr/proje/mehmet-akif-ersoy-yuzme-havuzu/3240> 17.09.2022

URL-27, https://cds.cern.ch/record/1251519/files/978-3-540-48830-9_BookBackMatter.pdf 11.06.2022

URL-28, <http://www.gordon-inc.com/acoustics/ceilings/baffles/> 11.06.2022

ÖZGEÇMİŞ

İlk ve ortaöğrenimini Akçaabat Merkez İlkokulu'nda, Lise eğitimini ise Akçaabat Anadolu Öğretmen Lisesi'nde tamamladı. 2014 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mimarlık bölümünü kazandı. 2018 yılında mezun olup aynı yılda Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2020 yılında özel bir firmada meslek hayatına girmiştir ve halen devam etmektedir. Bekâr olup iyi derecede İngilizce bilmektedir.

