

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SESİN KAPALI HACİMLERDE YANSIMA DAVRANIŞINI
BİÇİM BİLGİSİNE DÖNÜŞTÜRECEK BİR MODEL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Eda YUNUSOĞLU**

Anabilim Dalı : Bilişim

Programı : Mimari Tasarımda Bilişim

EKİM 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SESİN KAPALI HACİMLERDE YANSIMA DAVRANIŞINI
BİÇİM BİLGİSİNE DÖNÜŞTÜRECEK BİR MODEL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Eda YUNUSOĞLU
(523071007)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13 Eylül 2010
Tezin Savunulduğu Tarih : 13 Ekim 2010**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Arzu ERDEM (İTÜ)
Eş Danışman : Öğr. Gör. Dr. Hakan TONG (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Y. Doç. Dr. Yüksel DEMİR (İTÜ)
Y. Doç. Dr. Hülya ARI (İTÜ)
Doç. Dr. Birgül ÇOLAKOĞLU (YTÜ)**

EKİM 2010

Anneme ve babama,

ÖNSÖZ

Öncelikle, tez çalışmalarım boyunca bana ilham veren ve yol gösteren tez danışmanlarım ve değerli hocalarım Prof. Dr. Arzu Erdem'e ve Öğr. Gör. Dr. Hakan Tong'a,

Yardımlarını esirgemeyen Y. Doç. Dr. Nurgün Tamer Bayazıt'a

Yüksek lisans eğitimimiz süresince her konuda yanımda olan Mimarlıkta Bilişim Yüksek Lisans Program Koordinatörümüz Prof. Dr. Gülen Çağdaş'a

Hayatımdaki her adımda olduğu gibi tez çalışmamda da beni yalnız bırakmayan, tecrübeleri ve bilgisi ile ilerlememi sağlayan abim Emrah Yunusoğlu'na

Her zaman yanımda olan aileme, son olarak destek ve paylaşımlarından dolayı tüm arkadaşlarıma,

Teşekkürlerimi sunarım.

Ekim 2010

Eda Yunusoğlu
(Mimar)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
KISALTMALAR.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY.....	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı	1
1.2 Çalışmanın Kapsamı.....	5
2. BİLGİ TEKNOLOJİSİ ARAÇLARI İLE MEKAN TASARIMI	
YAKLAŞIMLARI.....	7
2.1 Bilginin Dönüşümü	7
2.2 Performansa Dayalı Mekan Tasarımı	10
2.3 Ses Bilgisine Dayalı Mekan Tasarımı	18
2.3.1 Matematiksel formülasyonlara dayalı tasarım yaklaşımı	18
2.3.2 Ses-mekan oluşumu.....	20
2.3.3 Mimari akustik	22
2.4 Kapalı Hacimlerde Ses	23
2.4.1 Sesin yansıma olayı ve hacmin formu arasındaki ilişki	27
2.4.2 Kapalı hacimlerde ses dağılım teorileri	29
3. MODEL	33
3.1 Modelin Amacı.....	33
3.2 Modelin Algoritması	38
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	53
KAYNAKLAR.....	57

KISALTMALAR

CAD	: Bilgisayar Destekli Tasarım
AIA	: Amerikan Mimarlar Enstitüsü
KCAP	: Kees Christiaanse Mimarlar & Plancılar
CAAD	: Bilgisayar Destekli Mimari Tasarım
MIDI	: Müziksel Enstrümanın Dijital Arayüzü
DSP	: Dijital Sinyal İşleme

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1 : Sonuç ürün örnekleri.	47
Çizelge 4.1 : Girdilere bağlı farklılıklar.	49

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Sketch-pad (Kaftanoğlu,1995).	2
Şekil 1.2 : Guggenheim Müzesi.	3
Şekil 2.1 : Mercedes Benz Müzesi cephe fotoğrafı (Url-3).	8
Şekil 2.2 : Mercedes Benz Müzesi plan şablonu (Url-3).	9
Şekil 2.3 : Mercedes Benz Müzesi plandan 3D'ye dönüşüm (Url-3).	9
Şekil 2.4 : Mercedes Benz Müzesi 3D model (Url-3).	9
Şekil 2.5 : London Millennium Tower'ın fotoğraf simülasyonu (Harputlugil, 2007).	11
Şekil 2.6 : 5D tasarım uzayı (Kolarevic, 2003).	13
Şekil 2.7 : City Hall'a ait güneşlenme diagramı (Whitehead, 2003).	13
Şekil 2.8 : City Hall termal analiz (Whitehead, 2003).	14
Şekil 2.9 : City Hall güneşlenme analizi (Whitehead, 2003).	14
Şekil 2.10 : City Hall'da orta boşluğu oluşturan formun akustik analizi.	15
Şekil 2.11 : Groningen Stadsbalkon (Url-5).	16
Şekil 2.12 : Groningen Stadsbalkon kolonların yerleşeceği alanlar (Url-5).	17
Şekil 2.13 : Groningen Stadsbalkon simülasyon görüntüsü (Url-5).	17
Şekil 2.14 : Metastasis müzikal kompozisyonu ses grafikleri (Url-6).	19
Şekil 2.15 : Philips Pavyonu hiperbolik parabolit çizimleri (Url-7).	20
Şekil 2.16 : Soundcube içinde ses hareketi (Url-8).	21
Şekil 2.17 : Le Cylindre Sonore (Url-8).	21
Şekil 2.18 : Su tankı deneyimi (Zlatar, 2003).	22
Şekil 2.19 : Oscar Niemeyer projesi (Zlatar, 2003).	23
Şekil 2.20 : Dalga boyu (Url-10).	24
Şekil 2.21 : Reverberasyon süresi (Demirkale, 2007).	25
Şekil 2.22 : Kapalı hacimde meydana gelen ses olayları (Doelle, 1965).	26
Şekil 2.23 : Direkt ses ve form arasındaki ilişki.	28
Şekil 2.24 : Dikdörtgen ve yelpaze formu hacimlerde erken yansıma analizleri (Kuttruff, 1991).	29
Şekil 2.25 : Odeon ışın tarama.	30
Şekil 3.1 : GoldWave'de 12345678901234567890... bilgisinin sese dönüşümü.	34
Şekil 3.2 : Akış diyagramı.	34
Şekil 3.3 : Max ekran görüntüsü.	35
Şekil 3.4 : Müziğin geometrisi.	37
Şekil 3.5 : Denklem grafiği.	38
Şekil 3.6 : Ana form.	39
Şekil 3.7 : Kullanıcı ve rastlantısal tanımlı formların arayüzleri.	40
Şekil 3.8 : Kaynak 0, 0, 1 noktasında.	40
Şekil 3.9 : 0 ve 1 alıcı noktaları için formülün hesaplanması.	41
Şekil 3.10 : Kullanıcı tanımlı alternatif ile 2D grafik.	42
Şekil 3.11 : Kullanıcı tanımlı alternatif ile 3D grafik.	43
Şekil 3.12 : Etki açısı 45 derecede çalışma alanı.	44
Şekil 3.13 : 45 derece etki açısı ile 2D grafik.	44

Şekil 3.14 : 45 derece etki açısı ile 3D grafik.....	45
Şekil 3.15 : Tanımlanan alan.	45
Şekil 3.16 : Rastlantısal tanımlı alternatif ile 2D grafik.....	46
Şekil 3.17 : Rastlantısal tanımlı alternatif ile 3D grafik.....	46
Şekil 3.18 : 200 m ² alan sınırı ile çakıştırılarak oluşturulan olası iç çeper.	50
Şekil 3.19 : 800 m ² alan sınırı ile çakıştırılarak oluşturulan olası dış çeper.....	51
Şekil 3.20 : İki duruma ait değişken iç çeper ve sabit dış çeper.....	51

SESİN KAPALI HACİMLERDE YANSIMA DAVRANIŞINI BİÇİM BİLGİSİNE DÖNÜŞTÜRECEK MODEL

ÖZET

Tezin çıkış noktası, erken tasarım aşamasında, akustik gibi mekana ait performans değerlerini, hacmin biçimini oluşturacak tasarım girdisi olarak kullanarak form üretimine destek verecek bir model oluşturmaktır. Akustik bilgi olarak, kapalı hacimlerde sesin yansımada davranış modeline yön vermektedir. Ses bilgisi, bilgi teknolojileri kullanılarak biçim bilgisine dönüştürülmektedir. Bu bağlamda geliştirilen model, özellikle yaratıcılığın yoğunlaştığı ön tasarım aşamasında, nicelik olarak belirli bir hacim içindeki sesin yansımada davranış bilgisini dönüştürerek, mekanın biçimini belirleyecek geometrik form bilgisi üretmektedir. Tez kapsamında oluşturulan model, tasarım eylemini destekleyecek bir tasarım aracı niteliğindedir.

Belirlenen amaca yönelik çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünde tasarım yaklaşımlarında meydana gelen gelişime, tasarım bilgisinin ortaya çıkışı ile günümüzde bilginin işlenişi ve dönüşümü bağlamında değinilmiştir. Çalışmanın amaç ve kapsamı bu bölümde tanımlanmıştır.

İkinci bölümde bilginin dönüşümüne dayalı mekan tasarımı yaklaşımlarına yer verilmektedir. Bilginin dönüşümü, performans bilgisine dayalı tasarım ve ses bilgisine dayalı tasarım yaklaşımlarına ait temel tanımlamalar yapılmıştır. Ses bilgisine dayalı tasarım yaklaşımı üç grupta ele alınmıştır; Matematiksel formülasyonlara dayalı, ses-mekan, mimari akustik. Buradaki amaç, modelin içinde yer aldığı ortama ilişkin çağdaş tanımları araştırmak ve modelin altyapısını oluşturmaktır. Bu yaklaşımlar günümüzden örneklerle desteklenmiştir.

Üçüncü bölüm modelin algoritmasının ve sınırlarının tanımlandığı bölümdür. Bu bölümde model tüm ayrıntılarıyla tanıtılmıştır. Son bölümde ise, modele ait değerlendirme yapılmış, uygulama alanları belirlenmiş ve geleceğe ilişkin öneriler getirilmiştir.

A MODEL TO GENERATE FORM BY REFLECTION PHENOMENON OF SOUND IN ENCLOSED SPACES

SUMMARY

The objective of the thesis is to develop a model, which is based on acoustical performance of a space as input data to generate form in an early design phase. The model primarily consider reflection phenomenon of sound in enclosed spaces. Through the implementation of the model, acoustical data is transformed into data of form. Thus, the model enables the generation of series of formal information.

The study is structured as four sections. In the introduction, development in design approaches is given within the limitations of information technologies in architecture. The aim and scope of the study take parts in the first section.

In the second section, information technologies in architecture is analyzed. Transformation of data, performance based design approaches and creation of space by sound take parts in this section. The scope in this section is to explain contemporary definitions and subjects, by which the model is inspired. Furthermore, all the design approaches are supported by examples.

The model takes a part in the third section and the algorithm of model is analyzed.

In conclusion, the model is evaluated. And also, future possibilities takes a part in the forth section.

1. GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Amacı

Mimarlık disiplininde tasarım, çok karmaşık ve çok değişkenli bir bilgi üretme eylemidir. Tasarım kelimesi, sürekli değişen ve gelişen, insan hayatındaki çağlara göre şekillenen bir kavram olmuştur. Bu gelişimin sonucu olarak tasarım tekniklerinde değişiklikler yaşanmıştır.

21. yüzyılda teknolojinin insan hayatına kazandırdığı en büyük icatlardan biri hiç şüphesiz bilgisayardır. Bilgisayar pek çok alanda olduğu gibi mimarlıkta da tasarım ve üretim tekniklerinde bir evrimin gerçekleşmesini sağlamıştır. İnsan bilgisayar iletişimi başlarda çok sınırlı da olsa, amaçlanan insanın sahip olduğu beş duyuyu da bu iletişimde, teknolojinin elverdiği ölçüde, etkileşimli olarak kullanmasıdır. 1970’ler bilgisayar destekli mimari tasarım için hazırlık evresidir. Dijital teknolojiler son otuz yılda ve özellikle 1990’lı yıllarda hızla gelişmiş ve mimarlık ile olan ilişkisi gitgide yoğunlaşmıştır. Bu gelişimi açıklarken David Kurmann ‘Zaman ve Mekanda Tasarım’ başlığı altında bilgisayar araçlarını dört nesil altında toplamıştır (2001). Birinci nesil bilgisayar destekli tasarım araçları I. E. Sutherland’ın Sketch-pad adlı projesi ile başlamaktadır. Bilgiyar destekli mimari tasarımın ilk örneği sayılan proje 1965 yılında gerçekleşmiştir. Sketch-pad ışıklı bir kalem yardımı ile bilgisayar ekranına istenilen çizginin çizilmesi ve istenildiği şekilde hareket ettirilmesi üzerine kuruludur (Kaftanoğlu, 1995). Böyle denemeler aslında tasarım aracı olmaktan öte kâğıt ve kalem ile gerçekleştirilen çizim yöntemlerinin dijital ortama taşınmasından ibarettir. Zihinde üretilen düşüncenin sanal ortama ilk aktarımı gerçekleşir.

1973’te Xerox PARC ilk “what-you-see-is-what-you-get” (ekrandaki görüntü ile tamamen aynı baskı) düzenleyici, farenin ilk ticari kullanımı, grafik kullanıcı arayüzü ve bit eşlemli görüntü de dahil yenilikler içeren dünyanın ilk kişisel bilgisayarı Alto’nun prototipini icat eder (Url-1). Xerox PARC’ın icadı insan bilgisayar iletişiminin, kişisel olarak herkes için mümkün olacağı bir çağın habercisidir.

Kurmann'ın ikinci nesil bilgisayar destekli tasarım araçları için yaptığı tanım, 1980'lere denk gelen bilgisayar ile kurulan etkileşim sonucu iki boyutlu plan ve kesit gibi çizimlerin üretildiği araçları kapsamaktadır. Üçüncü nesil ile ise, artık üçüncü boyut kavramı tam anlamıyla bilgisayar ortamına taşınır ve bilgisayar düşüncesinin yaratıldığı bir dijital ortam haline dönüşmektedir (Kurmann, 2001).



Şekil 1.1 : Sketch-pad (Kaftanoğlu,1995).

İkinci nesil bilgisayar destekli tasarım araçları ile verimlilik amaçlanmıştır. Yalnız bu aşama iki boyutlu sunumlarla sınırlı kalmıştır. Bu nesil araçlar ile üretim şekli dijital ortama taşınmış fakat üretim belirli standart elemanlara bağlı olarak yapılmaktadır. Bugün hala, ikinci nesil bilgisayar destekli tasarım araçları plan ve kesit üretiminde kullanılmaktadır. Üçüncü nesil araçlar ile tasarım süreci değişmese de tasarım dijital mekanda başlamakta ve ürün dijital mekanda yaratılmaktadır. Zor ve karmaşık hesaplar bilgisayar tarafından yapıldığından ürün zahmetsizce ve hızlı bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Teknolojinin gelişimi ve dijital mekanın sınırsızlığı ile başlarda yapılması imkansız ürünlerin yaratılması olanaklı hale gelmektedir. Frank O. Gehry'nin çalışmaları bu nesil tasarım araçlarının ürünüdür. Gehry, Bilbao'daki Guggenheim Müzesi'nde olduğu gibi, proje aşamasında kullandığı gelişmiş yazılım sistemleri (CATIA) sayesinde, çizmekte zorlandığı fikirleri sanal dünyadan uygulama haline geçirmiştir.



Şekil 1.2 : Guggenheim Müzesi.

21. yüzyıl başlarken, artık yüz yıl öncesinden öngörölmüş olanı gerçekleştirebilecek durumdayız; zaman ve mekanda tasarım. Mekansal modellerin temsilinin yanı sıra tasarlanan objelerin, etkileşime olanak sağlayacak şekilde üç boyutlu modellerle tanımlanması esastır. Temsil ve etkileşimin olanakları sayısızdır. Mimari modellerin içinde pasif dolaşımların gerçekleştirildiği simülasyonlar yerini uzayda model ile kurulan interaktif dönüşümlere bırakmaktadır. Zaman, bu etkileşimli dönüşümün gerçekleştiği süreçtir (Kurmann, 2001).

Dördüncü nesil bilgisayarlı tasarım araçları ile, kullanılan geometrilerin dijital parametrelerle topolojik ve organik olana yaklaşması sağlanmaktadır. Mimari biçim kütesine bilgi olarak yerleştirilen vektörel kuvvetlerle yönetilmektedir. Dinamik olarak tasarlanan bir biçim, sanal kuvvet ve hareketlerle şekillenebilir hale gelmektedir. Bu sanal hareketler, aynı biçim içinde devam eden farklı konumlara yerleşebilme yetisindedirler. Böylece mimari biçim durağan bir halden zaman içinde gelişen sürekli bir değişim ve dönüşüm içine girmektedir. Dijital mekan ve zaman, tasarım verisi olmaktadır.

Bilgisayar destekli tasarım ve üretimde, mimarın tasarım için bilgisayarı nasıl kullandığı önem arz etmektedir. Tasarım süreçlerini sayısal teknoloji üzerine kurgulayan mimarların, her tasarımda konunun gerektirdiği yaklaşıma uygun olarak kullandığı tasarım teknolojisi değişiklik göstermektedir. Bu farklı gelişen süreçlerde, geleneksel temsil tekniklerinin yardımcı araçlar olarak kullanımı devam etmekte, bunun yanı sıra bilgisayarın sayısal ve algoritmik yapısı tasarım stratejisinin oluşturulmasında, analiz aşamalarında, biçimsel araştırmalarda, performans testlerinde ve tasarım araştırma süreçlerinde yeni olanaklar sunmaktadır. Tuğlalar

piksel olunca mimarlık sanatı da enformasyona dayalı bir uğraşa dönüşür (Kurmann, 2001).

Bilgisayarın tasarımcının kavrayamadığı sorunları ele alma çabasıyla başlayan gelişim ile tasarımcının gözündeki bilgisayar aracı tanımlamasında değişiklikler meydana gelmiştir. Bilgisayarların artık tasarımcının düşündüklerinden öte düşünemediklerini üretebilmesi, bilgisayarların araç olmaktan öte birer tasarım ortamı olmalarına ve sonuç ürün olan tasarım ürünlerinde evrime neden olmuştur. Tasarım ürünlerinde yaşanan evrim çoğunlukla biçim üretme safhasındadır. Bilgisayarı tasarım ortamı olarak kullanan ve dolayısıyla özellikle bu evrimden etkilenen kitle biçim üretimi uygulamaları yapan mimarlardır.

Mimarlar çok farklı kaynaklardan esinlenirler. Oya Atalay Franck'in (2004) bu esinlemeyi yücelten sözleri şöyledir; Hiçlikten birşey doğamaz. Herşeyin bir kökeni vardır, bir geçmişi bir prototipi. Sanatta özgünlük ve otantiklik en önemli değerlerden olduğu için ve bir sanat dalının kendi alanından alınan referanslarda taklit şüphesi ile karşılaşıldığından mimarlıkta da farklı alanlardan ilham alınması değeri yükselten bir kriterdir.

Etkilenmeler çok çeşitli olabildiği gibi pek çok mimarın müziğe eğilimi vardır. Bunun nedeni, süreklilikleri açısından bakıldığında, müzik ve mimarlığın birbirinin zıttı olmasından kaynaklanıyor olabilir. Hiçbir sanat türü müzik gibi o ana bağlı ve geçici değildir. Müzik anın içinden o anda ortaya çıkar ve yokolur, ancak dinleyenin hafızasında yaşamaya devam eder. Müziğin bu denli hafif ve anlık bir yaşantı oluşu, onu mimarlar için çekici kılar. Mimar da duymanın mekanı yaşamının önemli bir parçası olduğunu bilir. Müzik bir anlamda mekanı dolduran, mekanın formunu ve atmosferini belirleyen görünmez bir mobilya gibidir (Franck, 2004).

Her türlü alanda bilginin işlenmesi yaygınlaştıkça, disiplinler arası iletişim de gelişmektedir. Çalışmanın amacı bilginin işlenmesi ve dönüşümünü olanaklı kılan araçları kullanarak, müzik ve mimarlık arakesitinde, tasarım eylemini destekleyen bir tasarım ortamı oluşturmaktır. Bu tasarım ortamının 2 elemanı vardır; ses ve mekan. Boşlukta var olması ve iletilmesi mümkün olmayan, müziğin hammaddesi ses, sınırlandırılmış ve en az bir malzemeye (hava) sahip uzayın içinde titreşimle hareket kazanmaktadır. Sınırlandırılmış boşluğu ifade eden mekan ise, mimarlığın asıl elemanıdır. Bu bakış açısından hareketle sesin belirli bir hacmin içindeki davranışı o

mekanın sınırlarını belirlemede parametre olarak belirlenmiştir. Bir mekanın sınırlarını tanımlamada ses tarafından kuşatılmışlık hissi, yankı gibi akustik tanımlamalar bir mekanı tecrübe ederken ilk algılanan özelliklerdir. Bu düşünce doğrultusunda mekanın sınırları bilgisine dair ilk algının oluşumunda etken olan sesin kapalı hacimlerde yansıma davranışı ses bilgisi olarak seçilmiştir. Çalışmanın amacı doğrultusunda sesin kapalı hacimlerde yansıma davranışı bilgisini biçim bilgisine dönüştürecek bir model geliştirilmiştir.

1.2 Çalışmanın Kapsamı

Çalışmanın kapsamının ana başlığı bilginin dönüşümüdür. Bu başlık bağlamında müzik ve mimarlık ilişkisi incelenmiştir. Müzik ve mimarlık arakesitinde performans bilgisine dayalı tasarım yaklaşımı ve ses bilgisine dayalı tasarım yaklaşımı ele alınmıştır. Performans bilgisine dayalı tasarım konusu akustik gibi performans verilerine dayalı mekan tasarımı kapsamında açıklanmıştır. Günümüzde, geliştirilmiş yazılımlar ile performans verilerinin ön tasarım aşamasına dahil edilmesi önemli tasarım tekniklerinden biri haline gelmiştir. Ses bilgisine dayalı tasarım yaklaşımı tez bağlamında üç grupta aktarılmıştır; Matematiksel formülasyonlara dayalı tasarım yaklaşımı, ses-mekan oluşumu, mimari akustik. Matematiksel formülasyonlara dayalı tasarım başlığı altında müzik ve mimarlığın sayısal bir tabanda buluşması irdelenmiştir. Ses-mekan kapsamında, ses ile mekansal algının oluşumu ve mekana ait sınırların ses/müzik ile his olarak çizilmesine dair olasılıklar örneklerle incelenmiştir. Mimari akustik başlığı altında ise bir mimari mekan içinde ses ögesinin, sesin mekan içindeki hareketinin mekanı tecrübe etmedeki önemine değinilmiştir. Sesin kapalı hacimlerde davranışını inceleyen oda akustiği konusu da tezin kapsamında ele alınmıştır. Oda akustiği başlı başına çok geniş kapsamlı bir bilim olduğundan, tez bağlamında oluşturulmuş modelin temellendirildiği başlıklar ile sınırlı tutulan bilgiler ilgili bölümde aktarılmıştır. Kapalı hacimlerde ses başlığı altında, model kapsamında ses bilgisi olarak seçilen sesin yansıma davranışı ile form arasındaki ilişki ve modelde kullanılan geometrik akustik teorisinin açıklandığı ses dağılım teorileri alt başlıklara ayrılarak açıklanmıştır. Tüm bu konular bilgi teknolojisi araçları ile mekan tasarımı yaklaşımlarını kapsamakta ve modelin geliştirilmesine ilham vermektedir. Üçüncü bölümde geliştirilen model ile ilgili açıklamalar yapılmıştır. Son bölümde ise sonuçlar ve öneriler yer almaktadır.

2. BİLGİ TEKNOLOJİSİ ARAÇLARI İLE MEKAN TASARIMI YAKLAŞIMLARI

2.1 Bilginin Dönüşümü

Bilişim, bilme ve iletişimin temeli olan bilginin, ussal ve düzenli bir biçimde işlenmesini konu olarak alan, bilginin dönüşümü için kullanılan yöntemleri ve bu dönüşümleri gerçekleştirmek için kullanılan mekanizmaları inceleyen bilim dalı olarak tanımlanmaktadır (Url-2). Bugün, 21. yüzyılın başlarında, mimarlığa eşlik eden bilgi teknolojileri ve oluşturduğu koşullar yeni bir dönemin başlangıcını hazırlamaktadır. Enformasyon çağı, dijital devrim, dijital dönem, dijital Rönesans, elektronik alan ve benzeri birçok tanımlama, aslında gerçekliğimizi, deneyimle yollarını yeniden yapılandırıdığımız bir süreci açıklar (Rushkoff, 2002). Yeni dönem gerçek olanın sanal olan ile, beden zihin ile, mekanik üretimin bilgi üretimi ile yer değiştirmesidir. Bilgi ve iletişim teknolojilerinde meydana gelen gelişmeler ile günümüzde, sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçiş yaşanmakta, bilişim teknolojileri, pek çok alanda olduğu gibi mimarlık alanında da üretim biçimlerinde değişikliklere neden olmaktadır.

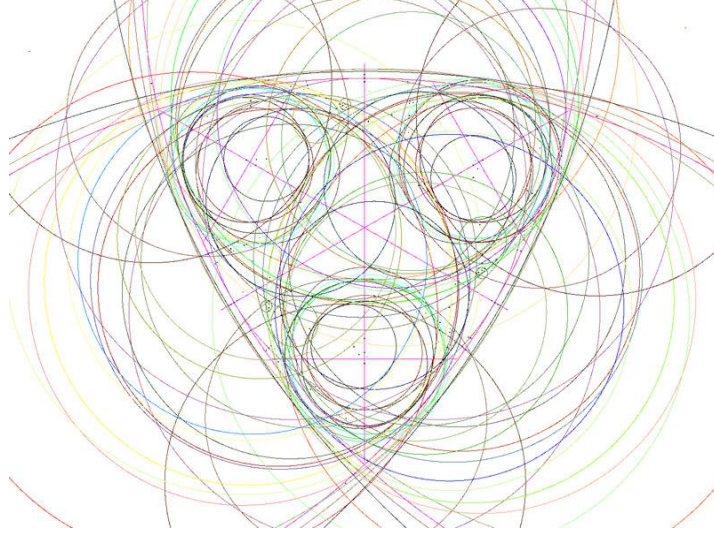
Bilgisayarın hayatımıza girmesi bir bakıma dijital nesnenin dijital mekana taşınmasıdır. Dijital bir alanda bir nesneyi görmek, çoğaltmak ve detaylandırmak gibi işlemler mümkün olmaktadır. Elektroniğin mekan olarak bu yeni kullanımı ile gerçeklik algımız dolayısıyla zihnimiz değişmiştir (Lauria, 1997). Günümüzde tasarımcılar, tasarımlarını bilgisayar ile geliştirmekte ve elektronik geometrik modellerle ifade etmektedir. Mitchell'ın tanımı ile elektronik mimari stüdyolarda uzaysal mekanlar bilgisayar ortamında tasarlanmaktadır (1990). Tasarım eylemi boyunca geometrik modele ait bilgi toplanır ve birikir. Bilgisayarlar hesaplama (computation) eyleminden fazlasını gerçekleştirmektedirler. Bilgiyi toplama, depolama, geri çağırma ve iletişim kurma gibi... Bilgisayarın bu hesap makinası konseptinden sıyrılması ile tasarımcılara yeni bir dünyanın kapısı aralanmıştır. Elektronik stüdyoda artık bilginin paylaşımı ve dönüşümü mümkün olmaktadır (Pollalis, 1995).



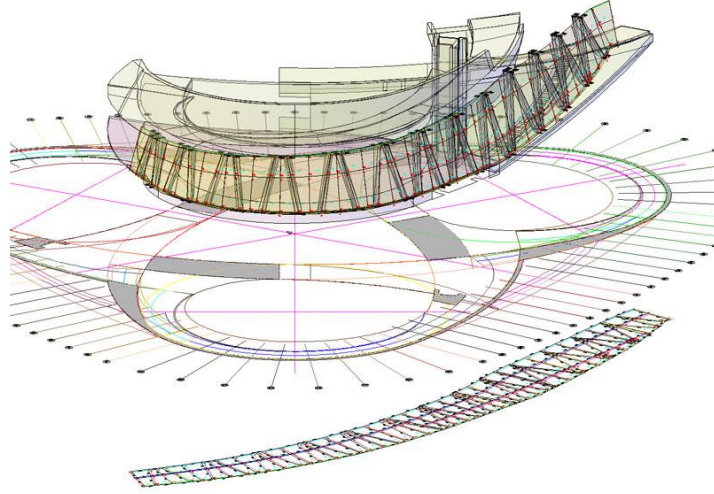
Şekil 2.1 : Mercedes Benz Müzesi cephe fotoğrafı (Url-3).

Tez kapsamında, UN Studio'nun Mercedes Benz Müzesi projesi, geometrik formun üretimi bağlamında incelenmiştir. Projenin mimarı Ben Van Berkel'in müze için oluşturduğu konsept Mercedes logosunu da andıran mobius şerididir. Bu konsept dahilinde plan üretimi tek bir ana geometri (trefoil) üzerinden gerçekleşmiştir. Bu, üç yapraklı yoncayı andıran, üç dairenin matematiksel kurgu ile kesişerek ortalarında üçgen bir boşluk oluşturduğu bir geometridir. Yarım daire şeklindeki katlar bu boşluk etrafında dönerek yükselmektedir. Takip edilen hat boyunca duvar, bir tavan, bir boşluğa dönüşmektedir. Çizgi, yüzey ve hacim arasındaki sınırların bulanıklaştığı bir form yaratılmaktadır. Bu formun meydana gelmesi için oluşturulan ana geometri üzerinden 35.000 plan üretimi gerçekleştirilmiştir (Url-4). Daire gibi basit bir geometrik şekilden matematiksel kurallara dayalı ve belirli bir kurgu içinde gerçekleşen bu dönüşüm, birkaç radikal mekansal çözümün biraraya gelmesi ile bütünüyle farklı bir morfolojik tipolojinin yaratılması ile sonuçlanmıştır.

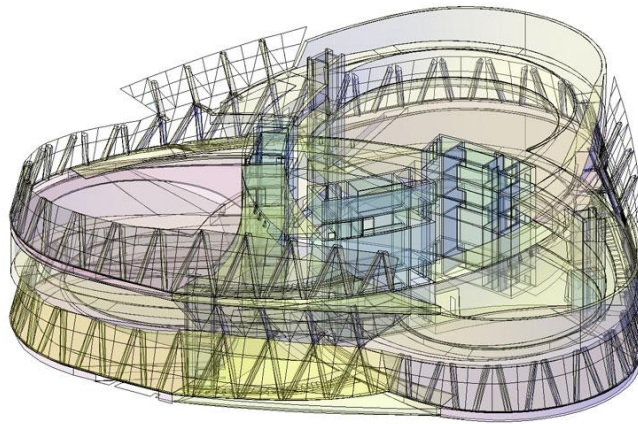
Sonuç, yeni teknolojilerin kullanımı ile bilginin geçirgenliği olanaklı hale gelmektedir. UN Studio tasarım sürecinde tekrar edilebilecek ve geliştirecek mobius şeridi ve trefoil gibi diyagramlar kullanır. Diyagramlar bilgi yüklüdür, mevcut duruma uyarlanır, geliştirilirler. Geometriden maddeleşmeye doğru evrimsel bir süreç gerçekleşmektedir.



Şekil 2.2 : Mercedes Benz Müzesi plan şablonu (Url-3).



Şekil 2.3 : Mercedes Benz Müzesi plandan 3D'ye dönüşüm (Url-3).



Şekil 2.4 : Mercedes Benz Müzesi 3D model (Url-3).

Tez kapsamında bilginin dönüşümü bağlamında performans bilgisine dayalı mekan tasarımı ve ses bilgisine dayalı mekan tasarımı incelenmiştir.

2.2 Performansa Dayalı Mekan Tasarımı

Performansa dayalı tasarım teknikleri, mimari tasarım sürecinde, performans analizlerine dayalı olarak geliştirilen tasarım yöntemlerini kapsamaktadır. Tasarımın erken aşamalarında üretilen temel biçimin geliştirilmesi, performansa dayalı parametrelere göre alternatif biçimlerin türetilmesi için bilgisayar teknolojilerinin kullanımıdır (Akipek, 2007). Analizlere dayalı hesaplamaların daha tasarımın erken aşamalarında biçimi yönlendirilmesine izin verilmektedir. Performans analizleri tasarım girdisi olmaktadır.

Bu çerçeve ile bakıldığında performans kavramının altında yatan kriterlerin de tanımlanmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. AIA (American Institute of Architects) bina performans kriterlerini şöyle açıklamaktadır: bir binaya ait fonksiyonel ve çevresel nitelikler ile zaman içerisinde bireysel etkinliğin sağlanması; ısısal, iklimsel veya akustik nitelikler gibi, binaların birbiri ile olan entegrasyonu ile organizasyonel etkinliğin sağlanması; esneklik, süreklilik gibi özellikler veya yapısal emniyet gibi, doğru kaynak kullanımı ve çevre ile kurulan entegrasyon ile zaman içinde sosyal etkinliğin sağlanması, malzeme kararları veya altyapı sistemleri gibi (Bullen, 2008).

Performansa dayalı tasarım yöntemleri optimizasyon ve simülasyondur. Optimizasyon belirlenen kurallar içinde kalarak en uygun yolun hesaplatıldığı bir problem çözme metodudur. Bir tasarımın optimizasyon safhası, tasarımcının en iyi alternatifi seçtiği safhadır. Optimizasyon yolu ile bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretimde en karmaşık problemlerin çözümü gerçekleştirilmektedir. Bu metotta önemli olan formülasyonun iyi kurulmasıdır. Formülasyonda iyi belirlenmesi gereken 4 eleman vardır; tasarım değişkenleri, amaçlanan fonksiyon, parametreler ve sabitler (Fasoulaki, 2008). Tasarım değişkenleri tasarımcının belirlediği tasarıma ait niceliklerdir. Örneğin, bir binaya ait yükseklik, en, boy gibi değerler tasarım değişkenleridir. Amaçlanan, tasarımcının değişkenleri optimize ya da maksimize ederek hedef olarak belirlediği değerlere yaklaşmasıdır. Karmaşık tasarım problemlerinin sonucunda ulaşılması gereken ve birbiriyle çakışan pek çok hedef vardır. Sabitler tasarım uzayının sınırlarını

oluştururlar. Parametreler ise önceden belirlenmiş koşullu sabitlerdir. İlk optimizasyon tekniğini uygulamalarından olan 'Bina Optimizasyon Programı'nı Skidmore, Owings and Merrill firması kullanmıştır. Yüksek ofis binalarında maliyet, arsa boyutları, bina yönetmeliği ve program gibi sınırlamalar belirleyerek plan konfigürasyonlarının, sirkülasyon alanlarının ve kat yüksekliklerinin hesaplanmasını gerçekleştirmiştir (Fasoulaki, 2008).

Bilgisayar olanaklarının artması ile simülasyon teknolojilerinin kullanımı yaygınlaşmıştır. Bilgisayar ortamında gerçekleştirilebilecek görsel simülasyon teknikleri; 2D çizim, 3D modelleme, fotoğraf simülasyonu (photo-realistic images), 3D animasyon ve sanal gerçek ortam (virtual reality) olarak sayılabilir. Bugün artık mimarlıkta, tasarım kararı destek sistemi olarak yalnızca görsel simülasyon tekniklerinden yararlanılmamakta, tasarımın ilk aşamalarından başlayarak çevresel etkenler, enerji hesaplamaları, farklı veri tabanlarına ve farklı disiplinlere ait daha fazla bilgi tasarım kararlarında etkin olmaktadır (Harputlugil, 2007).



Şekil 2.5 : London Millennium Tower'ın fotoğraf simülasyonu (Harputlugil, 2007).

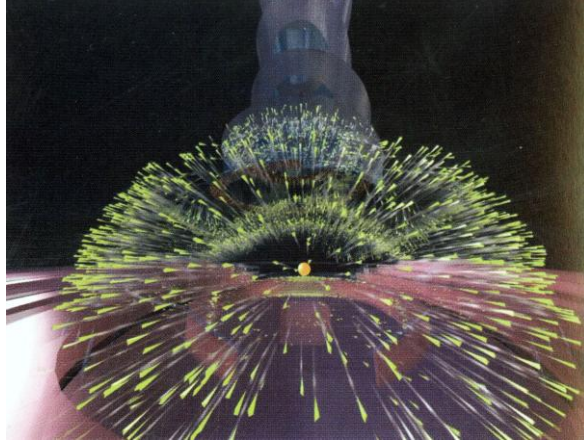
Performansa dayalı tasarım yaklaşımında, simülasyon programları ile çevresel faktörler sayısal bilgi olarak hesaplatılabilmektedir. Günümüzde pek çok alanda simülasyonlar yapılabilmektedir. Arup mühendislik firması temsilcisi Chris Luebke, Arup'un performansa dayalı tasarım yaklaşımını anlatmaktadır. Arup'ta rüzgar, su akışları simülasyonlarında kullanılan akışkan dinamiği analizleri, strüktürel analizler, akustik modelleme, insan-yaya akışları simülasyonları, altyapı simülasyonları, zemin etütleri gibi 150'den fazla analiz programı kullanılmaktadır.

Bu tür analizlerin tasarım geliştirme aşamasına entegre olmasının gerektiği, geleneksel tasarım sürecinde yapı ve afet yönetmeliklerine göre uygulanan kriterlerin genellemelere dayalı olduğu ve yetersiz kaldığı Arup tarafından çeşitli projelerde yapılan testlerle kanıtlanmıştır. Kod ve analizler arasındaki bağlantının geçerliliği kabul edilmiştir (Luebkeman, 2003).

Simülasyon programları öncelikle simülasyonu yapılacak mekanın ya da yapının modellenmesini gerektirir. Burada tasarıma ilişkin verilerin tanımlanması gereklidir. Simülasyon programlarını, daha özel bir amaca dönük, daha az veri gerektiren, tasarımın erken aşamalarında entegre olabilen tasarım araçları olan simülasyon programları ve daha ayrıntılı hesaplamalar gerçekleştirilen, saat bazında ve mekan bazında çalışabilen ayrıntılı simülasyon programları olarak gruplayabiliriz. Bu gruplamaya göre tasarıma ilişkin veriler de değişiklik göstermektedir. Tasarım araçları olarak sayılan simülasyon programlarında kütle formu, boyut, bileşen, malzeme gibi bilgilerin tanımlanması yeterli olmaktadır. İkinci önemli veri ise programın uzman olduğu çevresel faktörlerin tanımlanmasıdır. Gerekli verilerin girilmesiyle simülasyon çalıştırılır (Harputlugil, 2007).

Günümüzde simülasyon programları sayesinde performans parametreleri eşzamanlı olarak analiz edilebilmelerine karşın, program girdileri genişlediğinden ve tasarımın erken aşamalarında henüz elde edilmemiş veriler, girdi olarak belirtilirken varsayılmak zorunda kalındığından dolayı tasarımın erken aşamalarına entegre olabilmeleri zordur. Yine de performansa dayalı tasarım yaklaşımının gerekliliği kanıtlandıkça ve uygulanabilirliği arttıkça kullanım alanları genişlemekte ve gelecek vaat etmektedir.

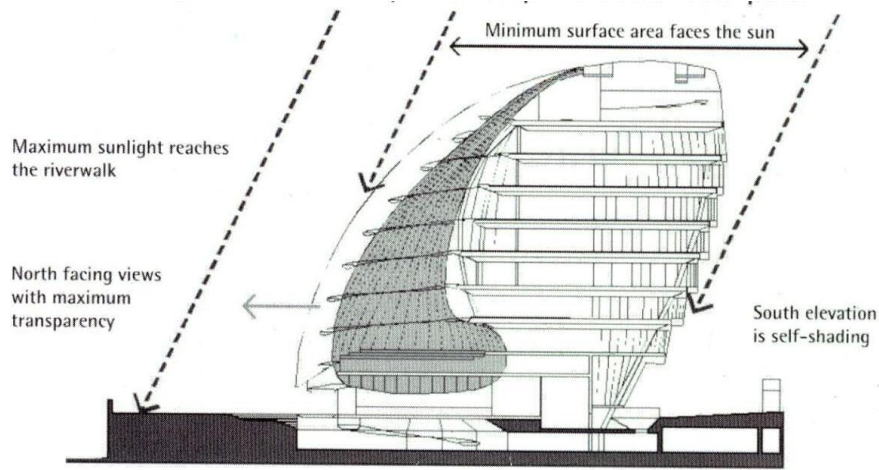
Branko Kolarevic gelecek tahminlerinde 5 boyutlu bir tasarım dünyası öngörmektedir. Nokta, yüzey, hacim, zaman ve performans beş boyutu oluşturmaktadır. Tamamıyla sayısal yüzeylerden oluşan bir tasarım uzayına ait odacıklardan, biri zahiri ve fiziksel olarak deneyimlerken, bir diğeri bu deneyimle yaratmaktadır (Kolaravic, 2003).



Şekil 2.6 : 5D tasarım uzayı (Kolarevic, 2003).

Performansa dayalı tasarım örneği olabilecek pek çok proje içinden tez kapsamında Foster and Partners'ın City Hall projesi ve kolektif bir proje olan Groningen Stadsbalkon projesi incelenmiştir.

City Hall projesinde ilk aşamada lens konsepti üzerinden rasyonel bir biçim üretilmiş, form yıl içindeki güneşlenme verilerine ve akustik performansa dayalı analizlere göre biçimlendirilmiştir. Belirlenen konsept çerçevesinde uygun bulunan formun katı modellenmesi yapılmıştır. Formun performansa dayalı biçimlenişi bu model üzerinden gerçekleştirilmiştir. İlk tasarım aşamasında büyük rol oynayan etmen, öğlen güneşinden geliyormuşçasına yönlendirilmiş akslara göre minimum yüzeyin güneşe maruz kalmasıdır.



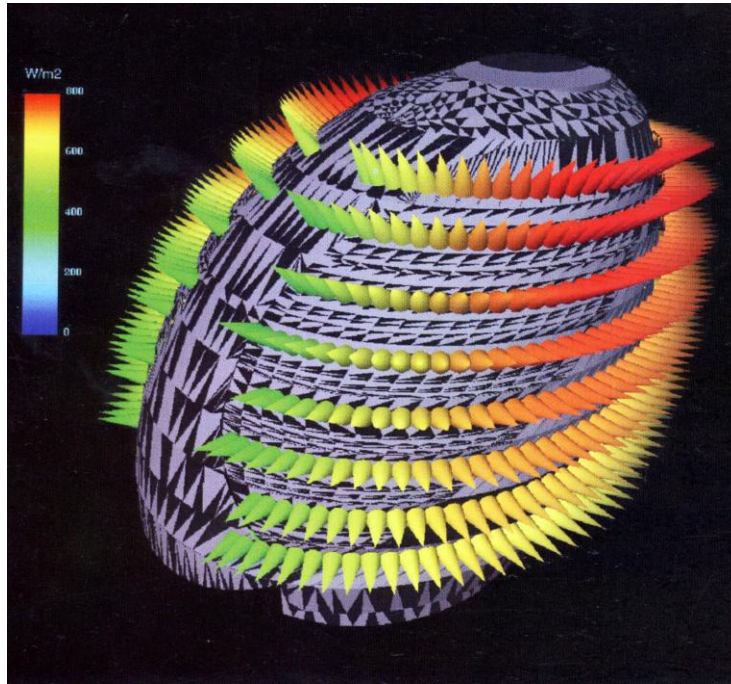
Şekil 2.7 : City Hall'a ait güneşlenme diagramı (Whitehead, 2003).

Doğu ve batı yönünde yüzeyler eğriseldir. Bunun avantajı güneşe maruz kalan yüzey alanlarının azalması ve güneş ışınlarının yüzeye geliş açısının küçülmesidir. Bu erken tasarım modeli, bir binanın katı modelinden çok bir tasarım objesinin katı

modeli görünümündedir. Aynı zamanda bu tasarım ürününün estetik yanları ve verimli enerji kullanımı özelliği çok güçlüdür. Yıllık güneşlenme verilerine göre yapılan analizler adım adım formun biçimlenişinde etkili olmuş ve son ürüne ulaşılmıştır (Whitehead, 2003).

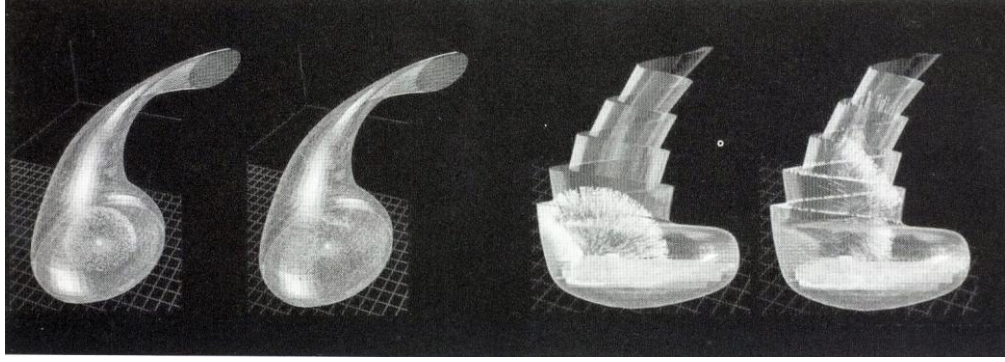


Şekil 2.8 : City Hall termal analiz (Whitehead, 2003).



Şekil 2.9 : City Hall güneşlenme analizi (Whitehead, 2003).

City Hall binasının en önemli elemanlarından biri ofis alanları ile halka açık alanları birbirinden ayıran ve avluyu çepeçevre saran cam duvardır. İlk tasarım evresinde dar boyunlu cam bir şişeyi andıran bu elemanın performans değerleri ve yapım şekli olarak güçlü rasyonel tanımlamalara ihtiyacı vardır. Form akustik olarak çok zayıftır. Dairesel olarak biçimlenen formun yüzeylerinden çok fazla yansıma gerçekleşir. Arup mühendisleri tarafından yapılan akustik analizler sonucu form, yukarıya doğru dönerek çıkan bir sarmal halini alır. Bu form ile yansıyan ses enerjisi her bir sarmalın tabanında oluşan yutucu yüzeylerce emilir (Whitehead, 2003).



Şekil 2.10 : City Hall’da orta boşluğu oluşturan formun akustik analizi.

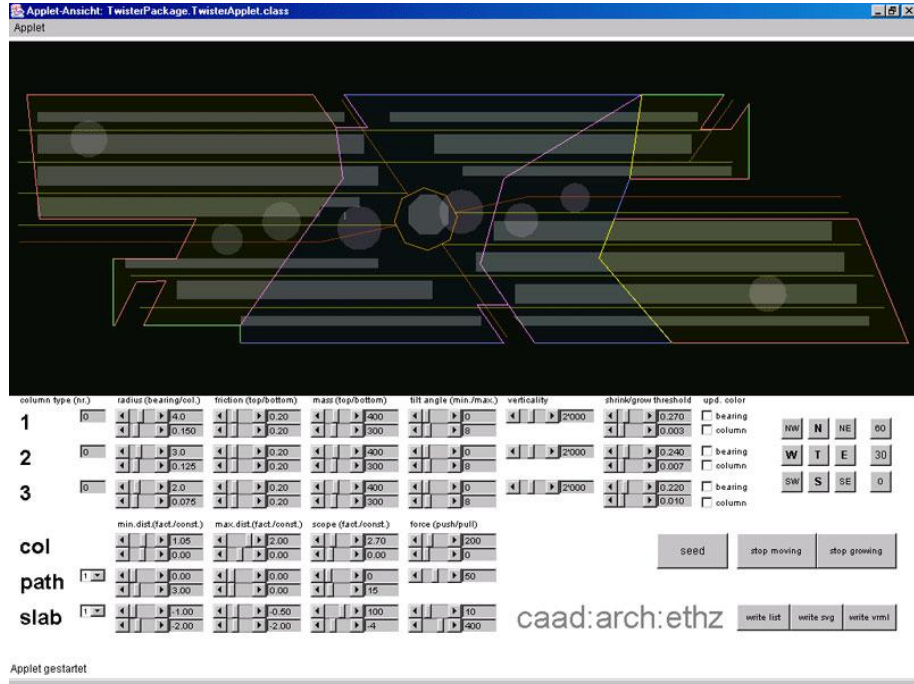
City Hall binasının mekansal, fonksiyonel, heykelsel ve yapısal, pek çok kriterde değerlendirilmesi yapılmıştır. Performansa dayalı analiz programları, form üretiminde geleneksel modelleme araçları ile birlikte çalışarak, yeni bir tasarım yaklaşımı oluşturmaktadırlar.

İkinci olarak, tasarım aşamasında karar sürecinin performansa dayalı olarak gelişmesinden dolayı Groningen Stadsbalkon projesi araştırılmıştır. Kees Christiaanse Architects & Planners’ın (KCAP) mimari grup, Ove Arup & Partners Amsterdam’ın mühendis grup olarak yer aldığı ve aynı zamanda ETH Zurich Üniversitesi Computer Aided Architectural Design (CAAD) kürsüsünün desteklediği kolektif bir proje gerçekleştirilmiştir. Projenin amacı KCAP için karmaşık tasarım problemini çözümleyecek bir tasarım aracı oluşturmaktır. Groningen şehir merkezi ile ana istasyonu bağlayacak yaya yolu tasarlanacak ve aynı zamanda altında yaklaşık 3000 bisiklet için park alanı oluşturulacaktır. Betonarme yaya yolu yüzden fazla kolon ile taşınacaktır. Bu kolonların boyutlarının ve konumlarının belirlenmesi rastlantısal olarak başlayacak fakat yapısal, estetiksel ve fonksiyonel ihtiyaçlara göre optimize edilerek sonuca varılacaktır (Scheurer, 2003).

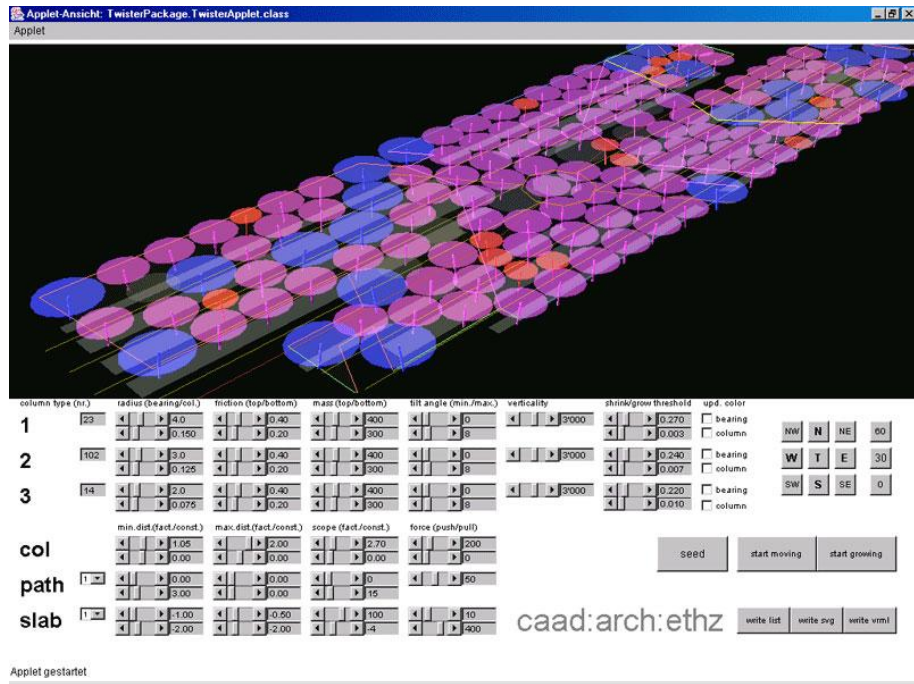


Şekil 2.11 : Groningen Stadsbalkon (Url-5).

Kolon ormanını tasarlamak için ilk adımda sınırlar belirlenmiştir. Betonarme örtünün karmaşık sınırları, iki ağacın yüzeye çıkması için ve doğal ışıklandırma için örtüde oluşturulan delikler, rampa ve merdivenler gibi fonksiyonel ve kavramsal kararlar kolonların yerleşmesinde sınırları oluşturmuştur. Kolonlar sınırları belirlenen alanlara yerleşirken bir sürü sistemi içinde yer alan bireyler olarak temsil edilmiştir. Her bir kolon çevresi ile ilgili kararları etkileyen ve komşuları ile etkileşime giren bireysel elemanlardır. Etkileşim, her bir kolonda, kolonun baş ve taban noktalarında, uzaklaşma ve yaklaşma hareketi ile gerçekleşmektedir. Bu hareket, fonksiyonel olarak kolonların taşıma gücünün el verdiği ölçüde, kavramsal olarak bir kolonun çevresindeki tüm kolonlar ile belirlenen sosyal mesafeyi koruyacağı şekilde uzaklaşıp yaklaşması şeklindedir. Bu hareket ile birbirinden uzaklaşan kolonlarda büyüme ve yaklaşanlarda ise küçülme ve küçülme giderek artarsa da yok olma meydana gelmektedir (Scheurer, 2003).



Şekil 2.12 : Groningen Stadsbalkon kolonların yerleşeceği alanlar (Url-5).



Şekil 2.13 : Groningen Stadsbalkon simülasyon görüntüsü (Url-5).

Sonuç olarak, Groningen Stadsbalkon projesinde KCAP mimarları birçok çeşitli parametrelerle başa çıkabilmişler ve çok kısa zamanda çok sayıda kolon yerleşim şeması üretebilmişlerdir. Bu üretken sistemin temel kavramı ise etkileşimdir. Bu araç tasarımcıyı, fonksiyonel ve estetiksel kararlar alırken özgürleştirirken, aynı anda strüktürel kurallara uyması konusunda zorlamaktadır.

2.3 Ses Bilgisine Dayalı Mekan Tasarımı

Müzik seslerin kulağa hoş gelecek şekilde belli kurallara dayalı olarak bir araya gelişinden oluşur. Mekan ise, mimarlık disiplininin konusunu oluşturmakta ve aynı zamanda bir mimari ürünün vazgeçilmez tek niteliği, bir mimari ürünü var eden tek koşuldur. Müzik ile mimarlık disiplinleri arasında her zaman estetiğe dayalı yöntemsel bir bağ vardır. Phytagoras demircilerin çekiçleri ile çıkardıkları ritmik sesi duyunca, seslerin nicelik yönünü kavrayarak, onların sayısal yapısı ve geometrisi üzerine bir düzen kurulabileceğini düşünür ve evreni seslerden kurulu ideal bir düzen olarak ifade eder (Şentürk, 2004). Ortaçağda müzisyenler, reverberant katedralleri monoton sesler çıkararak canlı müzik ile doldurmuşlardır. Kilise duvarları, o zamanki insanların kullanmayı öğrendikleri güçlü müzik aletleri olmuştur. Altın oran, Fibonacci dizisi gibi sayısal sistemlerin mimarlıkta ve müzikte pek çok uygulaması olmuş ve müzik ile mimarlık ilişkisi, sayısal sistemler kullanılarak ortak bir tabanda kurulmaya çalışılmıştır. Müzik ve mimarlık arakesitinde yer alan uygulamaların sayısını çoğaltmak mümkündür. Bütün bu örneklerle, tez bağlamında 3 başlık altında değinilecektir.

- Matematiksel formülasyonlara dayalı tasarım yaklaşımı
- Ses-mekan oluşumu
- Mimari akustik

2.3.1 Matematiksel formülasyonlara dayalı tasarım yaklaşımı

Müziğin ve mimarlığın matematik gibi bir tabanda buluşmasının nedeni bütün parametrelerin ölçülebilir olmasıdır. Matematik bir sayısal değer bilimidir ve hem müzik hem mimarlık matematiksel kavramlara sıkıca bağlı durumdadır. Bu bağlamda, Ianis Xenakis, Le Corbusier ile kurduğu işbirliğinde, onun kimi yapılarına – Philips Pavyonu gibi - ustaca matematiksel sistemler katmıştır (Sikiaridi, 2006).

Xenakis, mühendislik işleri üzerinden, bir tek çizginin uzaydaki hareketiyle oluşan yüzeyler, hiperbolik parabolitler ve konik formlarla çalışmaya alışkındır. Sürekli ve karmaşık yapısıyla hiperbolik paraboliti, sadece form bilgisi olarak kullanmakla sınırlı kalmamaş, müzikte, mimarlıkta ve görsel düzenlemelerde de aynı yapıyı uygulamıştır. Xenakis'e has bu özellik, bu formları farklı alanlarda kullanabilmesi ve

hiperbolik parabolit bilgisini mühendislikten müziğe, müzikten mimarlığa aktarmasıdır. Philips Pavyonu üzerinde çalışmasından çok önce Xenakis, hiperbolik parabolit yapıları kendi bestesi olan Metastasis'te her bir enstrümanın yükselen ve alçalan seslerini, kayarak değişen müzikal tonlarını belirleyen, kavisli ve tek çizgi hareketiyle oluşan düzlemler üreten düz çizgi grafikleri oluştururken kullanmıştır (Sikiaridi, 2006).

Xenakis (1992), *Formalized Music: Thoughts nad Mathematics in Composition (Formal Müzik: Kompozisyonda Düşünceler ve Matematik)* adlı kitabında Metastasis müzikal kompozisyonunun, Philips Pavyonu'na dönüşme sürecini şöyle anlatmaktadır:

“Glisandolar (kaydırma, birbiri ardına sesler elde etme) uzun ve verimli bir şekilde birbirinin içine geçerse, hızlı evrimi olan sesle ilgili mekanlar elde ederiz. Glisandoları düz çizgiler olarak çizerek kurallı yüzeyler elde etmek mümkündür. Bu deneyimi 1955'te Donaueschingen'de ilk sunumunu yaptığım Metastasis'te yaşadım. Birkaç yıl sonra birlikte çalıştığım Le Corbusier, Brüksel'deki Philips Pavyonu'nun mimarisi için benden bir tasarım önerisi sunmamı istediğinde, Metastasis'te yaşadığım deneyim bana ilham verdi.”

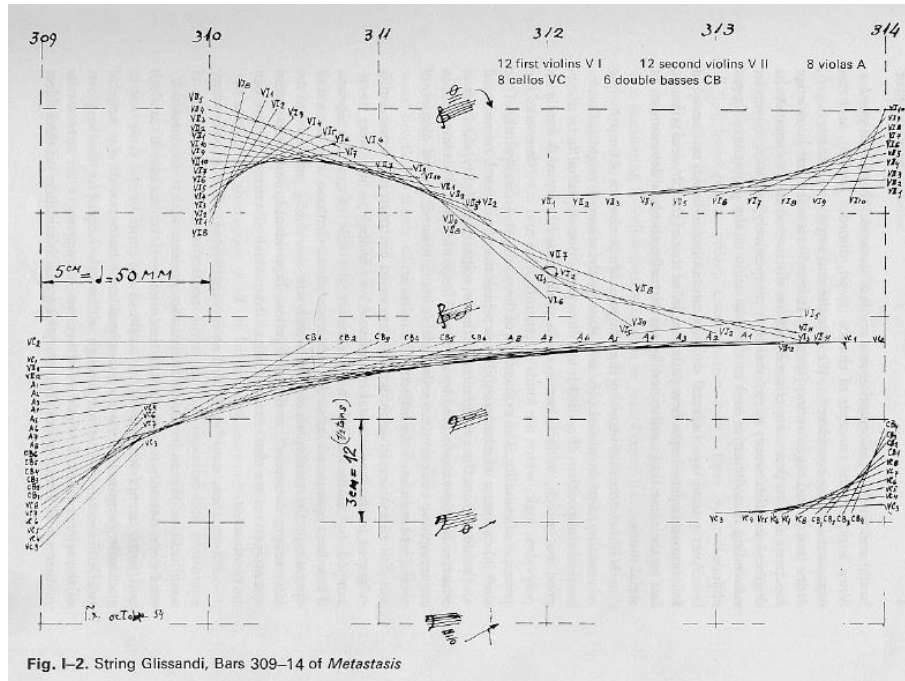
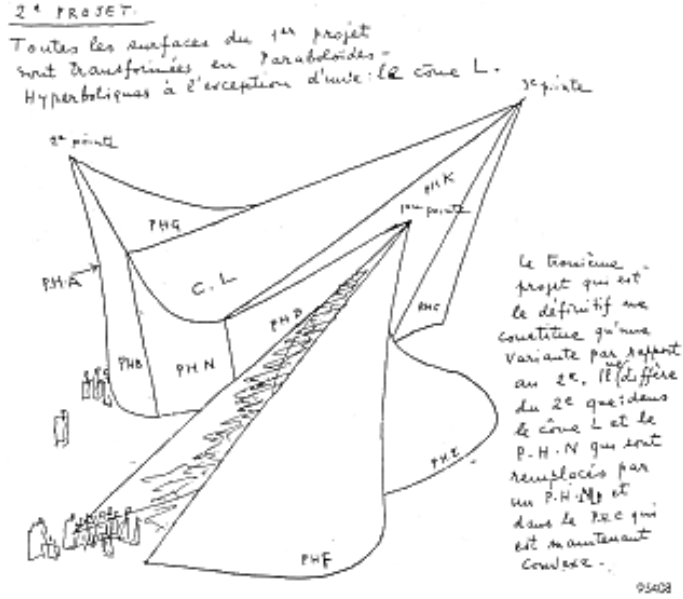


Fig. I-2. String Glissandi, Bars 309-14 of Metastasis

Şekil 2.14 : Metastasis müzikal kompozisyonu ses grafikleri (Url-6).

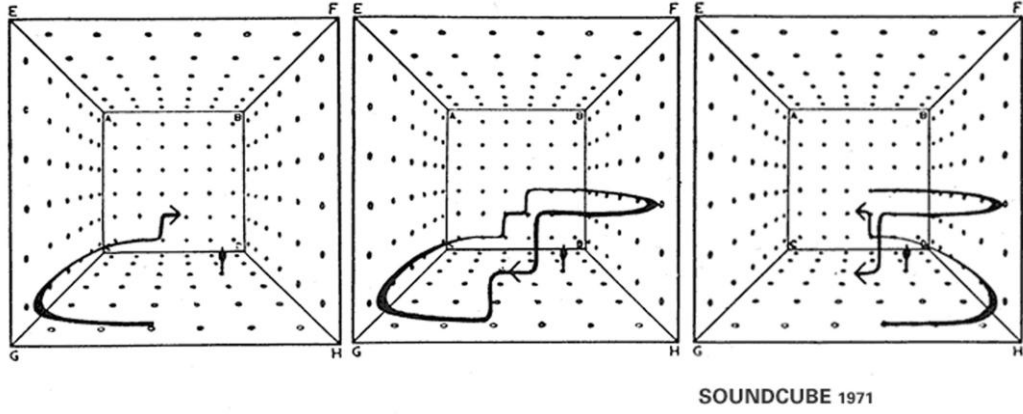


Şekil 2.15 : Philips Pavyonu hiperbolik parabolit çizimleri (Url-7).

2.3.2 Ses-mekan oluşumu

Ses-mekan sesin hareketi ile yaratılan akustik olan ya da olmayan mekandır. Mekânı bir boşluk olarak ele alırsak boşluğu tanımlayan yüzeyler ya da sınırlar ses-mekan kavramında ses ya da müziktir. Bu ses doğal kaynaklı olabilir, elektronik ses kaynakları ya da ortam sesi olabilir ya da o mekana ait, mekân için bestelenmiş müzikal kompozisyonlar sınırları oluşturabilirler. Bernhard Leitner'in çok sayıda çalışması ses-mekan örneğidir. Soundcube, Leitner'in en eski projelerinden biri olmasına rağmen çıkış noktası ve konsepti oluşturmadaki yalınlığı ile tez kapsamında ses-mekan kavramını aktarmada ele alınmıştır. Soundcube yani ses küp, ses ile mekân üretiminin gerçekleştiği bir enstrüman niteliğindedir. Kübü oluşturan 6 duvar gridal düzende hoparlörlerle donatılmıştır. Ses, bir hoparlörden diğerine, belirlenen yol boyunca ilerleyecek şekilde programlanmıştır. Dolaşan ses nötrdür. Bu şekilde sınırsız sayıda mekân ya da mekansal algı üretilmektedir. (Zlatar, 2003).

Leitner ses küp projesinden sonra birbirini izleyen ses kapı (sound gate), ses tüp (sound tube), ses çizgi heykelleri (sound line sculpture) gibi çalışmalarının her birinde sesi, bir tür inşai araç olarak kullanmıştır (Url-8). Kendisinin 1971 yılında geliştirdiği teoride kalan ses-mekan iskeleti, hem kendisine hem de diğer tasarımcılara ilham olmuş ve aynı kavram üzerinden pek çok ses-mekan projesi yaratılmıştır.



Şekil 2.16 : Soundcube içinde ses hareketi (Url-8).

Leitner 1987 yılında, Parc de la Villette’de inşa ettiği, ses-mekan tecrübelerini aktardığı çalışması Le Cylindre Sonore ile karşımıza çıkmaktadır. Bu sefer fiziki bir yapı içinde elektronik amplifikasyon ile park içindeki doğa seslerini yapının içine yönlendirir. İç içe geçmiş iki beton silindirin iç tarafında, kolon gibi dikey sıralanmış hoparlörler bulunmaktadır. Ormanın içine yerleştirilmiş mikrofonlarla sesler taşınır, vurgulanır. Gecikmiş reverberasyon süresi ile ses, malzeme olarak betonu yumuşatmaktadır (Url-8). Le Cylindre Sonore çalışması, fiziki bir yapı içine taşınan doğa sesleri ile çelişkili bir algı yaratmaktadır. Bu sefer mekanın sınırlarını oluşturan ses değil beton halkalardır. Fakat halkaların içinde, iç ve dış mekan sesleri, gerçek ve sanal ses mekanları oluşturarak, ayırt edilemez şekilde birbirine geçmiş durumdadır.



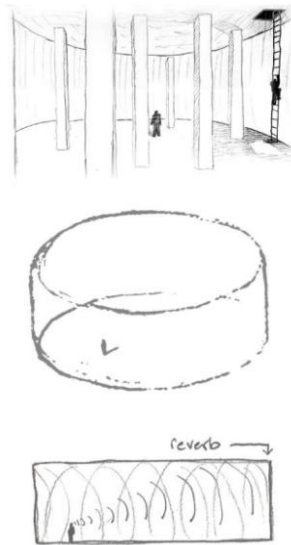
Şekil 2.17 : Le Cylindre Sonore (Url-8).

2.3.3 Mimari akustik

Akustik, ses, ultrason ve infrasound (katı, sıvı, gaz içindeki tüm mekanik dalgalar) ile çalışılan disiplinler arası bir bilim dalıdır. Mimari akustik ise binalarda gürültü kontrolünün sağlanmasını kapsamaktadır. Mimari akustikte ilk uygulamalar opera ve konser salonlarının tasarımıdır. Mimari akustiğin başlıca konusu oda akustığıdır. Oda akustığı sesin kapalı hacimlerde davranışını inceleyen bilim dalıdır (Url-9). Oda akustığı ile ilgili bilgiler bir sonraki bölümde aktarılmıştır.

Bir mekanın içindeki sesin davranışı – yansıma, kırılma, saçılma, yutulma – mekanın formu, hacmi, yüzey kaplamaları gibi özelliklerine bağlı olarak farklılaşmaktadır. Bu farklılaşmayı, mekanın fonksiyona göre iyileştirmek antik çağlardan beri kullanılmaktadır. Bir mekanın içindeki sesin hareketi, o mekana ait en önemli karakteristik özelliklerden biri olan akustik koşulların sağlanması açısından önemlidir.

Zlata, Aural Limbo projesini tasarlamadan önce bir gün terkedilmiş bir su tankı içinde yaşadığı deneyimi paylaşmaktadır. Birkaç arkadaşı ile içi boş, silindirik şeklinde, üç kat yüksekliğinde bir su tankı ile karşılaşır. İçine girerek, kendi seslerini ve oluşturabilecekleri tüm sesleri deneyimlerler. İçi boş ve büyük hacim yüksek yankı oluşturur. Zlata, sesin hava içinde ilerlerken nasıl çoğaldığını ve bu olayın gerçekleşmesinde mekanın özelliklerinin önemini kavrar. Kapalı hacim, sonik bir enstrüman gibi davranmaktadır (Zlata, 2003). İçi hava dolu her hangi şekle sahip her mekan ses titreşimlerine cevap vereceğinden sonik özelliklere sahiptir.



Şekil 2.18 : Su tankı deneyimi (Zlata, 2003).

Bu tarz bir deneyimin başka bir örneği mimar Oscar Niemeyer tarafından gerçekleştirilmiştir. Halka açık bir meydanda, insanları yağmurdan koruyan bir üst örtü tasarlayan Niemeyer, bu yapıyı aynı zamanda akustik olarak, altına sığınan insanların ayak seslerini yükseltecek biçimde tasarlamıştır. Bunu farkedene insanlar bu seslerle oynamaya başlamıştır (Zlatar, 2003). Yapı burada ses motifleri oluşturarak büyük ölçekte bir enstrüman gibi çalışmaktadır.



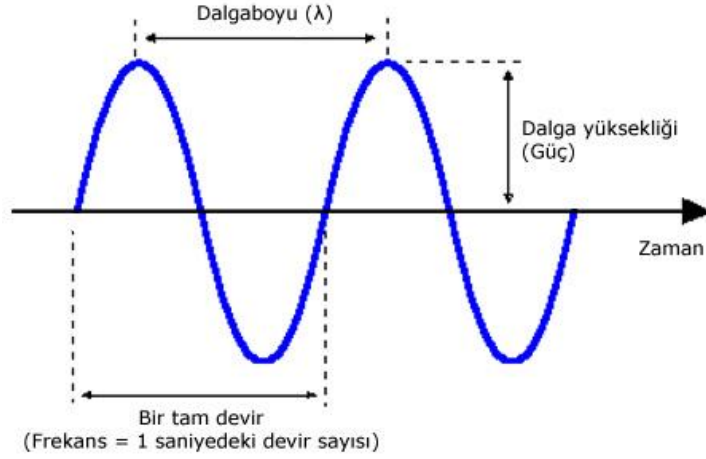
Şekil 2.19 : Oscar Niemeyer projesi (Zlatar, 2003).

2.4 Kapalı Hacimlerde Ses

Ses, objektif tanımı ile fiziksel bir olaydır. Hava gibi elastik bir ortamda meydana gelen parçacık hareketi ve titreşen cisimlerin oluşturduğu basınç değişimi olarak tanımlanmaktadır. Sesin sübjektif olarak tanımı ise bu olaya kulağın verdiği tepkidir. Sesin işitsel özellikleri ile ilgili olan bu tanım, akustik gibi sesin işitmeye dayalı hesaplarının yapıldığı bir alanda geçerli olmalıdır.

Ses havada dalgalar halinde yayılmaktadır. Titreşen bir cisimden yani bir ses kaynağından çıkan dalgalar, havada sıkışma ve gevşeme noktaları yaratarak ilerlemektedirler. Sıkışma ve gevşeme dalgaları hava partiküllerini titreştirir (Mehta, 1999). Bu titreşim kulak ve diğer alıcılar tarafından ses olarak algılanmaktadır.

Birim zamanda (1 saniyede) bir partikülün yer değiştirme sayısına, yani titreşim sayısına frekans denir (Demirkale, 2007). Birimi frekanstır (f). Bir ses dalgasının tam bir titreşim döngüsünü tamamlarken katettiği mesafe ise dalga boyudur. Birimi lamdadır (λ). Dalga boyu ile frekans arasında sabit bir bağıntı vardır (Doelle, 1965).

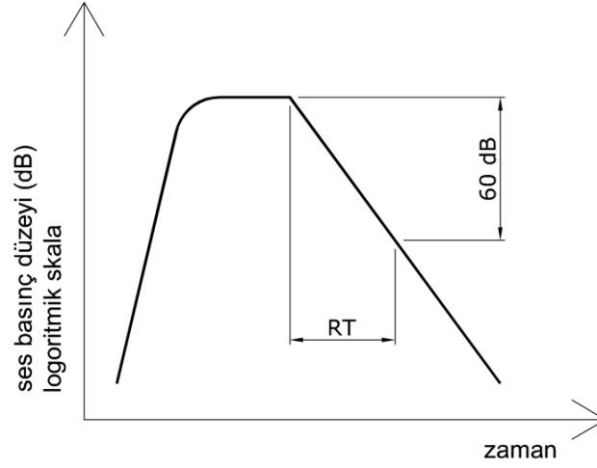


Şekil 2.20 : Dalga boyu (Url-10).

Ses, 20 °C oda sıcaklığında, 344 m/sn hız ile yayılmaktadır.

Objektif tanımı ile titreşen partiküllerin oluşturduğu basınç değişimi olarak tanımlanan sesin titreşim hareketinin, atmosferik basınçta oluşturduğu değişime ses basıncı denir. Farklı basınçlardaki sesler kulak tarafından yüksek ses veya düşük ses olarak algılanmaktadır. Birimi desibeldir (dB). Sesin hızı ve basıncı ile akustik değerleri hesaplamak için kullanılan reverberasyon süresi ve eko gibi tanımların yakından ilişkisi vardır.

Düzenli ses üretilen bir hacimde, ses basıncı giderek yükselir ve genellikle çoğu oda için 1 saniye sonunda sabit bir değere ulaşır. Ses kaynağı sustuktan sonra sesin duyulmayacak duruma gelene kadar geçen sürede ses basıncında fark edilebilir bir düşüş yaşanır. Bu olaya reverberasyon, geçen zaman aralığına ise reverberasyon süresi adı verilmektedir (Doelle,1965). Reverberasyon süresi aynı zamanda, ses kaynağı sustuktan sonra ses düzeyinin en yüksek değerinden 60 dB azalması için saniye cinsinden geçen süreye denir. Çok uzun reverberasyon süresi konuşmayı daha az anlaşılır, müziği ahenksiz kılar ve yüksek arka plan gürültü düzeylerini üretir. Kısa bir reverberasyon süresi arka plan gürültüsünü bastırır ama konuşmayı boğar, müzik sesini zayıf ve kesik kılar (Demirkale, 2007).



Şekil 2.21 : Reverberasyon süresi (Demirkale, 2007).

Bir hacme ait akustik değerlendirmeler yapılırken akustik kaliteyi etkileyen parametrelerden bir kaç tane kapsamında ele alınacaktır. Bu parametrelerin özellikle seçilme nedeni en önemliler olduklarından değil, sonuçta oluşacak modelin kapsamında olduklarıdır. Bunlar, samimilik (*intimacy*), canlılık (*liveness*), yankısızlık (*freedom from echo*), hacimce kuşatılmışlıktır (*listener envelopment*).

Aşağıda bu parametrelere ait kısa açıklamalar verilmektedir.

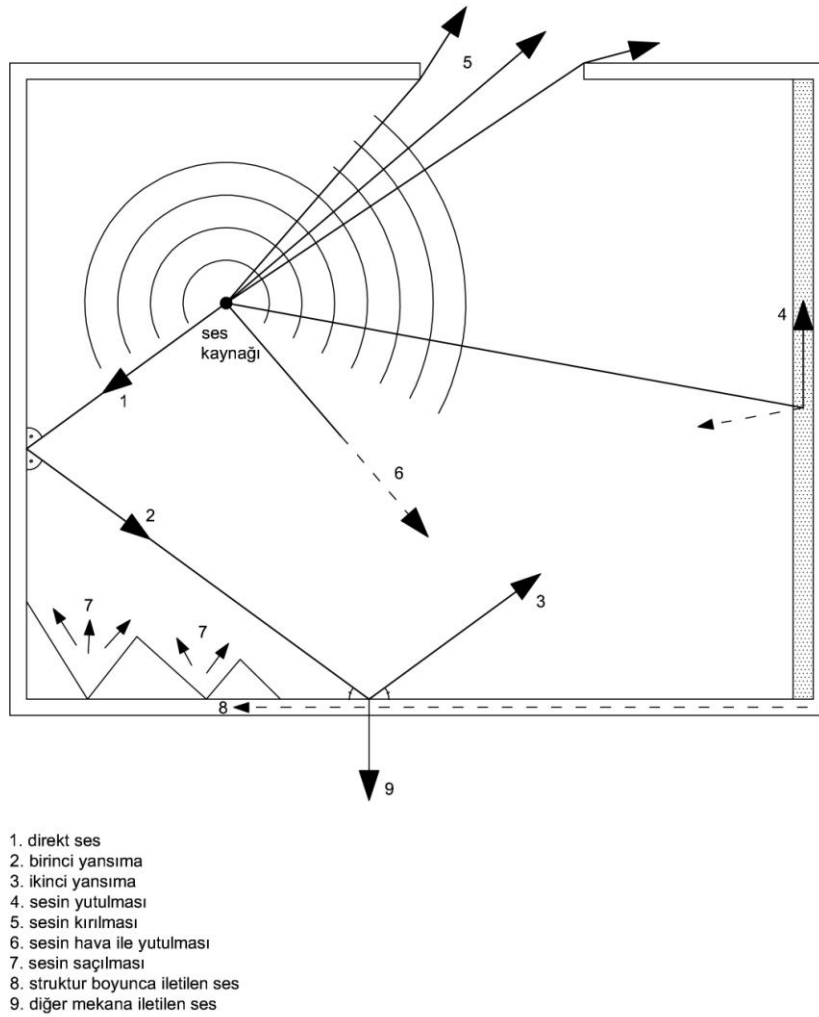
Samimilik (*Intimacy*): Küçük bir hacmin görsel olarak samimilik etkisi vardır. Samimilik veren büyük bir hacmin etkisi dinleyicilerin küçük bir hacimde oldukları hissi ile elde edilmektedir. Dinleyicinin hacmin büyüklüğünü algılaması, kaynaktan dinleyiciye gelen ses ile hacmin yüzeyinden ilk yansıyan sesin dinleyici noktasına ulaştığı aralık ile sağlanmaktadır (Beranek, 1962). Her müzik stili için hacim içi samimiliğin sağlanması ve dinleyicilerin kendilerini performansın bir parçası gibi hissetmesi gerekmektedir.

Canlılık (*Liveness*): Reverberant bir hacim canlı bir hacimdir. Çok az sesin yansıdığı bir hacim ise akustik açıdan ölü veya kuru olarak adlandırılır. Büyük, kübe yakın ve iç yüzeyleri yansıtıcı panellerle bezenmiş bir hacim canlıdır. Bir hacmin canlı olması ses dolgunluğu (*fullness of tone*) özelliğini de açığa çıkarmaktadır (Beranek, 1962).

Yankısızlık (*Freedom from echo*): Ses kaynağından ayrı olarak gelen, yüksek düzeyde oluşan yansımanın, dinleyiciyi rahatsız edecek şekilde tekrarlanması durumu ekodur. Genellikle çok yüksek tavanın, hacmin tek bir noktasına sesi odaklamasından ya da çok uzak arka duvarın, sesi uzak mesafeden yansıtmasından kaynaklanmaktadır (Beranek, 1962).

Alıcı noktasına ulaşan direkt ve yansımış ses ışınları arasındaki zaman farkına zaman gecikmesi denir. Yansımış ses ile direkt ışın arasındaki zaman gecikmesi 100 milisaniyeden, yol farkı 34 metreden fazla ise eko meydana gelmektedir (Demirkale, 2007). Buradan yola çıkarak, kaynaktan çıkan ilk yansımanın tekrar kaynağa dönmesi için yansıma yüzeyinin kaynaktan 17 m.den fazla uzaklıkta olması durumunda eko oluşmaktadır. Bu değer faydalı yansımaların alıcıya ulaşması için yapılan hesaplamalar için önem taşımaktadır.

Hacimce kuşatılmışlık (*listener envelopment*): Hacimce kuşatılmışlık dinleyici noktasına kuvvetli yansımalar ulaştığında dinleyicinin kendisini müzikle sarılmış ve performansın bir parçası olarak görmesi ile sağlanmaktadır. Gecikmiş seslerin, yüksekliğine ve geliş yönüne bağlı olarak, dinleyici üzerinde tüm yönlerden eşit geliyormuşçasına bir etki bırakması halinde hacimce kuşatılmışlık değeri yüksek olarak değerlendirilmektedir (Bayazıt, 1999).



Şekil 2.22 : Kapalı hacimde meydana gelen ses olayları (Doelle, 1965).

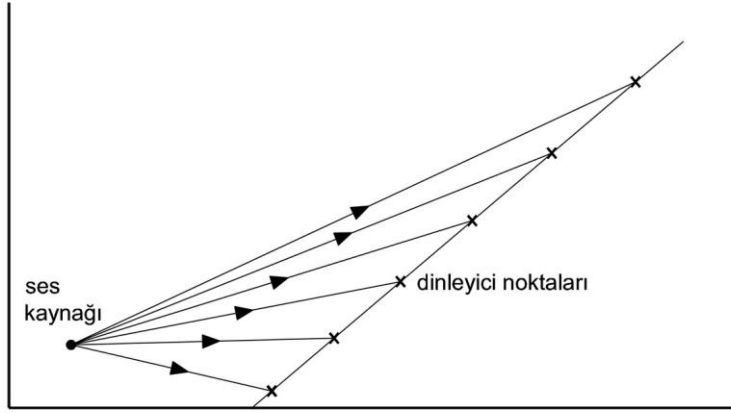
Kapalı hacimlerde meydana gelen ses olayları, sesin açık havadakinden oldukça farklıdır. Yukarıdaki grafikte kapalı bir hacimde meydana gelen ses olayları gösterilmektedir.

Kapalı hacimlerde, kaynağı çevreleyen duvar, tavan, döşeme ve hacmin içinde yer alan kolon veya çeşitli objelerin varlığı nedeniyle oluşan yansıma, kırılma, yutulma ve saçılma gibi çok daha karmaşık ses olayları meydana gelmektedir. Araştırmanın sonucunda oluşturulmuş modelin ilham kaynağı sesin kapalı hacimlerde yansıma davranışı olduğundan, yansıma olayı ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

2.4.1 Sesin yansıma olayı ve hacmin formu arasındaki ilişki

Hacmin içindeki hava, açık alandakinden farklı olarak, kaynak sustuktan sonra titreşmeye devam edeceğinden kapalı hacimlerde oluşan ses alanlarını ikiye ayırmak mümkündür; kaynaktan çıkan ses ışınlarının kaynağa yakın olan noktalara direkt ulaşabildiği direkt alan, hacmin içindeki çeşitli yüzeylerden yansımış ses ışınlarının oluşturduğu reverberant alan (Bayazıt, 1999). Sesin yansıma olayı sert, rijit, düz yüzeylere çarpan ses ışınlarının, yüzeye çarptıkları açıya eşit açı ile yansıması şeklindedir. Bu çarpma sırasında ses enerjinin bir kısmı yansırken, bir kısmı yutulur ya da iletilir (Demirkale, 2007). Yansıma olayının gerçekleşebilmesi için yüzey boyutlarının sesin dalga boyundan büyük olması gerekmektedir. Bir hacimde dinleyici noktasına ulaşan yansımalar iki gruba ayrılabilir. Direkt sestten sonraki ilk 50 ms'de alıcı noktasına ulaşan yansımalar ilk yansımalar ya da ses kaynağının hacminin ve boyutlarını büyütmesi ve kaynağın ses yüksekliğini artmış gibi algılatmasından dolayı faydalı yansımalar adı verilmektedir. Bu tür yansımalar sesin kalitesini arttırdığından hacmin akustik kalitesinin sağlanmasında büyük önem taşımaktadırlar. Direkt sestten 100 ms kadar sonra ulaşan yansımalar ise gecikmiş yansımalar denir ve çok önemli bir hacim akustiği verisi olan reverberasyon süresini belirlemektedirler (Bayazıt,1999). Kaynaktan çıkan ses dalgası düz bir hat boyunca, duvar ya da tavandan yansımaya uğramadan dinleyiciye ulaşıyorsa form olarak yarım daire şeklinde hacimler tercih edilmektedir. Amaç, direkt sesin dinleyici noktalarına kadar katedeceği mesafeyi optimum düzeyde tutmaktır. Yansıma olmadığında dinleyici alanı eğim ile yükseltilir ki tüm dinleyici noktalarına direkt ses ulaşsın. Eğim sayesinde aynı zamanda yan ve arka duvardan oluşan istenmeyen

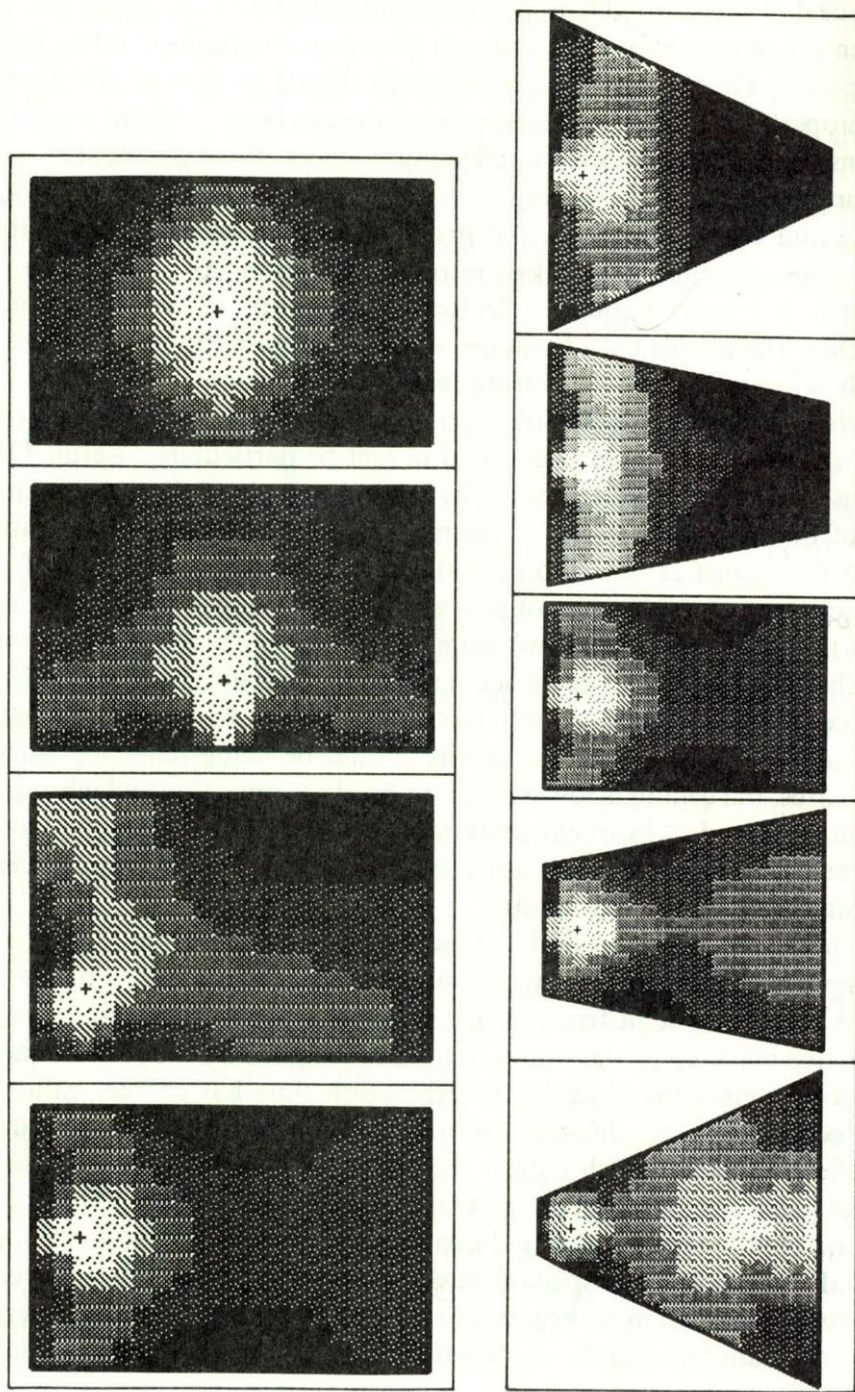
yansımalarla engel olunmaktadır. Bu tarz direkt sesin özellikleri kullanılarak oluşturulan hacim formlarına eski anfitiyatrolar örnektir (Kuttruff, 1991).



Şekil 2.23 : Direkt ses ve form arasındaki ilişki.

Hacim içinde meydana gelen erken ve gecikmiş yansımaların avantajlarından faydalanabilmek için hacmin duvar ve tavan boyutlarının oranları ile kaynak ve alıcı noktalarının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Dikdörtgen formları en güvenilir ve en çok tercih edilen formlardır. Yan duvarlardan yeterli yan yansımaların alındığı, uygun tavan yüksekliği ve yeterli saçıcı elemanlarla hacimce kuşatılmışlık hissinin sağlandığı hacimlerdir. Ancak en boy uzunluklarına dikkat edilmesi gerekmektedir. En ve boy uzunluğunun artması ile ilk yansımalar azalmaktadır.

Yelpaze formlarında ise kaynaktan alıcıya doğru daralan formlarda arka duvara yeterli yoğunlukta ilk yansımalar alınamamakta, kaynaktan alıcıya doğru genişliyorsa bu sefer ise çok uzun arka duvar yüzünden akustik açıdan eksiklikler yaşanmaktadır (Kuttruff, 1991). Aşağıdaki grafikte dikdörtgen, yelpaze ve ters yelpaze olmak üzere üç farklı formun iki boyutlu erken yansıma analizleri verilmiştir.



Şekil 2.24 : Dikdörtgen ve yelpaze formu hacimlerde erken yansıma analizleri (Kutruuff, 1991).

2.4.2 Kapalı hacimlerde ses dağılım teorileri

Salonların akustik açıdan incelenmesi dalga akustiği, istatistiksel akustik ve geometrik akustik teorileri yardımıyla yapılır.

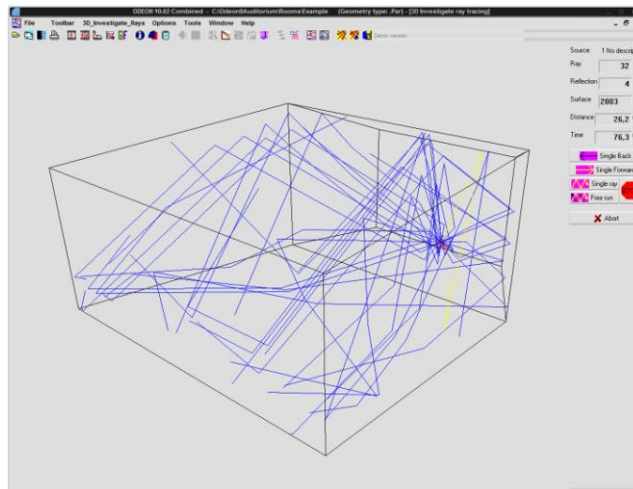
Dalga akustiği teorisi, bir ses kaynağı tarafından hacmin içindeki havanın uyarılarak titreşmesi prensibine dayanmaktadır. Ses ışınları ile değil ses dalgaları ile çalışılır.

Basit formlu küçük hacimlerde ve alçak frekanslarda dalga akustiği hesaplamaları yapılabilen diğer durumlarda hesaplamalar karmaşık hatta sonuçsuz olmaktadır. Bu yüzden hacim akustiği uygulamalarında kullanılması pratik olmayan ve tercih edilmeyen bir yöntemdir.

İstatiksel akustik teorisinde, hacim içinde oluşan ses alanının, hacmin içindeki yüzeylerden yansıyan ses ışınları ile oluştuğu kabul edilmektedir. Hacmin içersinde her yöne dağılan ses partiküllerinin yansıma yollarını takip etmenin imkansızlığı nedeniyle ses enerjisinin istatiksel olarak hesaplanması ve analizi bu teorinin temelini oluşturmaktadır.

Geometrik akustik teorisinde, bir yüzeyle karşılaşan ses ışınlarının geldiği açıya eşit açı ile yansımalarının birleşiminden ses alanının oluştuğu kabul edilmektedir. Karmaşık hesaplamalar yerine akustik problemleri ele almak için daha basit yöntemlere başvurulmaya karar verilmiş ve ilk prensip Fermat tarafından ortaya konmuştur. Fermat, kaynaktan çıkan bir ışının alıcıya en hızlı yol boyunca ulaştığını varsaymıştır. Ortam içindeki ses hızı sabit olduğundan, en hızlı yol en kısa yoldur. En kısa yol doğru ışın olduğuna göre yansıma, saçınım, kırılma gibi ses olayları da basit ama doğrusal gerçekleşecektir (Bayazıt).

Fermat'ın prensibini Snell geliştirmiştir. Snell kanununa göre yansıtıcı yüzeyin arkasında bir sanal kaynak oluşturularak ses ışınları bu sanal kaynaktan geliyormuş gibi düşünülür. Böylelikle yansıma açısı geliş açısına eşit olmaktadır (Özgür, 2003). Günümüzde kullanılan bilgisayarlı simülasyon yöntemlerinden ışın tarama yönteminin temelini oluşturmaktadır.



Şekil 2.25 : Odeon ışın tarama.

Tez bağlamında oluşturulacak modelde geometrik akustik teorisine göre hesaplamalar yapılacaktır. Yukarıdaki resimde Odeon programının ışın tarama (ray tracing) yönteminin ekran görüntüsü verilmiştir. Hacim içinde kaynaktan gelen ses ışınları alıcı noktasına direkt ses ve yansımış sesler olarak ulaşmaktadır. Bu sebeple, alıcı noktasına ulaşan ışın sayısını ve enerjisini etkileyen en önemli etkenler hacmin bileşenlerinin (tavan, duvarlar, kolonlar, vb.) formları ve malzeme özellikleridir. Bu yöntem ile yüzeyleri kaplayan malzemelerin yutuculuk katsayılarına göre yüzeye gelen ışınların ayrı ayrı değerlendirilmesi yapılabilmekte ve hacmin formuna bağlı oluşabilecek akustik problemleri belirlemek mümkün olmaktadır.

3. MODEL

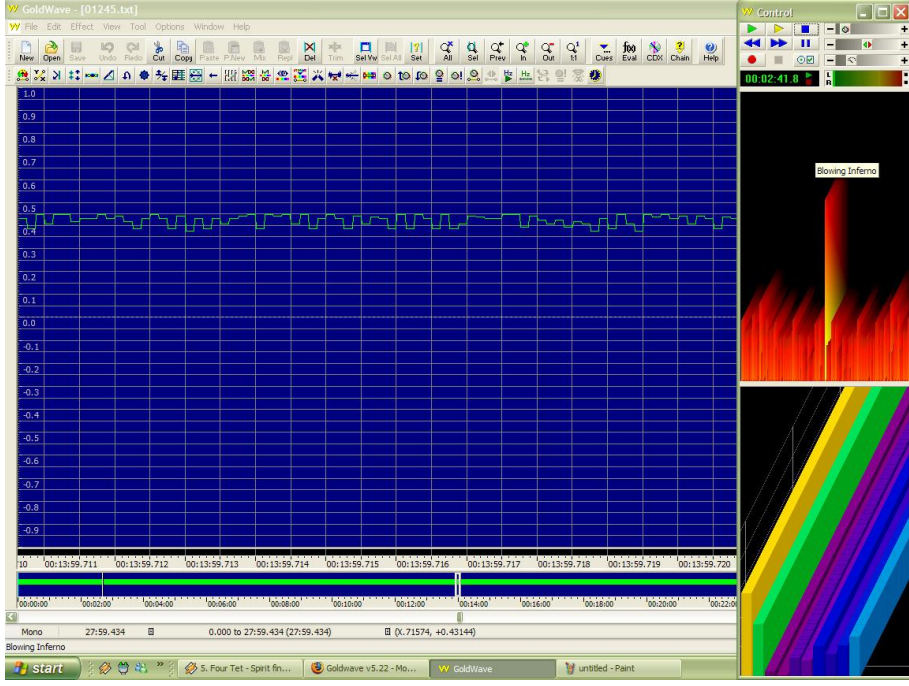
3.1 Modelin Amacı

Müzik ve mimarlık arakesitinde ilk deneme, 2007 – 2008 Bahar yarılında Prof. Dr. Gülen Çağdaş yürütücülüğünde Üretken Sistemler dersi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Ders kapsamında geliştirilen modelde amaç sesi geometriye çevirebilmektir. Bu amaç doğrultusunda, ses kaynağı olarak dijital veri içeren, bu sayede bilgisayarda kolaylıkla işlenebilen ve müdahale edilebilen MIDI (Musical Instrument Digital Interface) kullanılmaktadır.

MIDI, elektronik müzik aletleri ve bilgisayar arasında gerçek zamanlı veri alışverişini sağlayan, endüstri standardı haline gelmiş yaygın bir iletişim protokolüdür. Müzik üretimini ve besteleme sürecini kolaylaştırır ve hızlandırır. Notalar, vibration, volume gibi kontrol işaretleri, velocity ve tempo bilgileri gibi dijital veri içerirler. Seslerden oluşmazlar. Bilgisayarlardaki ses kartları ile bu veriler gerçek enstrüman sesine dönüştürülür. Bir MIDI'yi gerçek zamanlı olarak kontrol etmek, senkronize etmek ve elektronik müzik aletleri ya da bilgisayar ile yönetmek mümkündür ve kolaydır. Aynı zamanda MIDI protokolü elektronik cihazların (synthesizer, bilgisayar, ışıklandırma sistemleri, ses/görüntü kayıt cihazları...) başka MIDI cihazlarıyla eşzamanlı olarak çalışmasını sağlar.

Kısa soluklu literatür araştırmasının sonucunda keşfedilen GoldWave yazılımı bir müzik parçasının geometrik bilgiye dönüşümünde ilham olmuştur.

GoldWave, profesyonel bir dijital ses düzenleme yazılımıdır. Yazılımı kullanarak ses dosyalarını oynatabilir, yeniden oluşturabilir, düzenleyebilir, kaydedebilir, analiz edebilir, yeniden yapılandırabilir veya zenginleştirebilirsiniz. Desteklediği dosya uzantıları; wav, mp3, ogg, aiff, au, vox, mat, snd, voc, raw binom açılımı, txt ve daha fazlasıdır (Url-11). Bir metin belgesini ses belgesini dönüştürmek fikri tersini de yapabilmeyi olanaklı kılacağından müzik bilgisini sayılarla ifade edebilmek fikri geliştirilmiştir. Aşağıdaki resim, GoldWave programı kullanarak bir sayı dizisinin ses bilgisine dönüştürülmesinin ekran görüntüsüdür.



Şekil 3.1 : GoldWave’de 12345678901234567890... bilgisinin sese dönüşümü.

Bu bilgiler ışığında müziğin geometrisi modelinin akış diyagramı aşağıdaki gibi amaçlanmıştır.

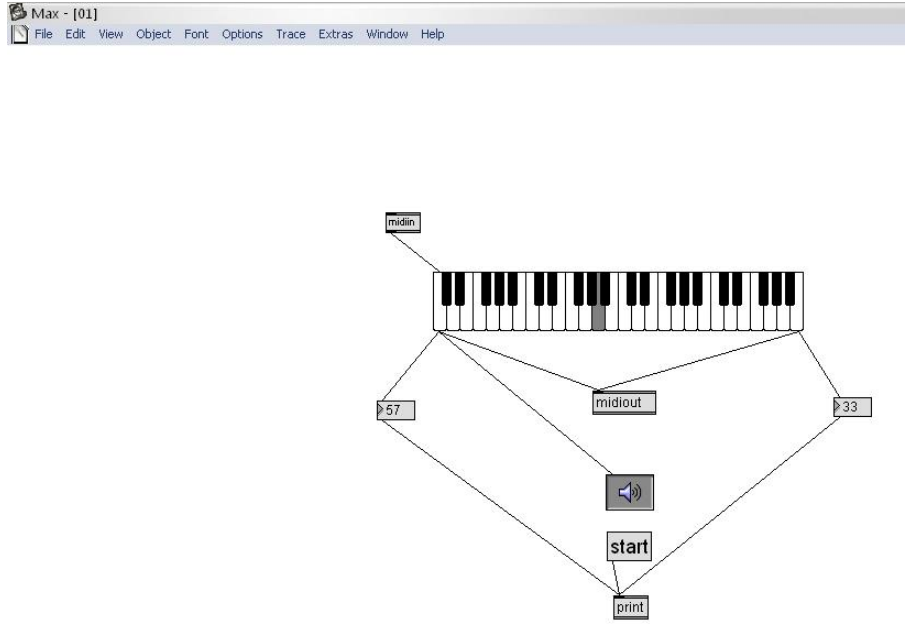


Şekil 3.2 : Akış diyagramı.

Bir ses dosyasını MIDI’ye çevirecek bir dönüştürücü yer alacaktır. Böylece istenilen müzik parçasının bilgisayar tarafından işlenişi gerçekleştirilecektir. Bu bilgi sayılarla ifade edilecek ve kurallar sistemine bağlanacaktır. Geometri üretimi ya da transformasyonu gerçekleştirilecektir.

MIDI’yi sayılarla ifade edebilmek için Max/Msp kullanılmıştır. Max/Msp, Cycling 74 firmasının pazarladığı, son derece gelişmiş dsp (digital signal processor) uygulamaları geliştirmenin mümkün olduğu programlama ortamıdır. Max/MSP yirmi yılı aşkın bir süredir sanatçılar, besteciler, öğrenciler ve öğretmenler tarafından bilgisayar yardımıyla kişisel düşünce ve hayallerini gerçekleştirebilmek amacıyla kullanılmaktadır. Max, müzik, ses ve medya için çevreyle etkileşimli programlamadır. Ses işlemede belirli bir işi, istediğiniz bir biçimde yapar (Url-12).

Max/Msp’de bir MIDI klavyesine iki adet *number box* bağlanmıştır. Birinde her notanın programda 36’dan 83’e kadar belirlenmiş olan ilgili sayısı okunur. Diğerinde tuşun ucuna ya da dibine basmakla değişen ve tonu belirleyen 1’ den 120’e kadar olan *velocity* (tuşe) değeri okunur. Böylece bir MIDI’den iki adet sayı değeri olarak çıktı elde edilmiş olunur. MIDI klavyesine bağlanan *object box* içine *midout* komutu yazılarak MIDI’nin duyulması sağlanır. Ayrıca *number box*’lara bağlanan *print object box*’ı ile programın içindeki her şeyin yazıya dökülmesi sağlanmıştır (Url-12).



Şekil 3.3 : Max ekran görüntüsü.

Elde edilen sayı dizilerinin geometriye çevrilmesi Processing’de gerçekleştirilmiştir. Processing öğrenciler, sanatçılar, tasarımcılar ve araştırmacılar tarafından öğrenme, prototiplendirme, ve üretim amacıyla kullanılan bir programdır. Bilgisayar programlamayı görsel içerikte ve yazılımı eskiz defteri içinde sunmayı öğreten profesyonel bir üretim aracıdır. Sanatçılar ve tasarımcılar tarafından, aynı alandaki patentli yazılım araçlarına alternatif olarak geliştirilmiştir. Program Ben Fry ve Casey Reas tarafından başlatılan açık bir projedir. Processing, Aesthetics and Computation Group tarafından keşfedilen fikirlerle MIT medya laboratuvarlarında geliştirilmiştir (Url-13).

İlk olarak MIDI’den elde edilen verinin geometriye çevrilmesinde öncelikle en basit yol denenmiştir ve iki boyutlu bir grafik oluşturulmaya çalışılmıştır. Amaç, geometri ya da grafik olsun MIDI’ye göre elde edilmek istenilen şekli karakterize

edebilmektir. MIDI'nin tiz ya da bas olmasına veya tuşenin az ya da fazla olmasına bağlı olarak şeklin değişiklik gösterebilmesi amaçlanmıştır. Tiz veya bas olma durumu sayısal nota değerleri (n) arasındaki fark hesaplanarak elde edilmiştir. Tuşenin az ya da fazla olma durumu ise direkt olarak velocity (v) değerinden okunmuştur. Böylelikle iki adet girdi elde edilmiştir. Grafik oluştururken nota değerleri arasındaki farkın toplam farka oranı ile bütünün 180 derece yani 1 PI radyan olarak düşünülmesi ile alfa açısı hesaplanmıştır. (Ayrıca 2 PI radyan yani 360 derece olarak bütün tasarlanabilirdi.) Bu çizginin bir noktadan çıkarkenki dönme açısıdır. Çizginin kaç birim gideceğini ise velocity değeri belirler. Yani;

$$(n_2 - n_1)/(83 - 36) = \alpha / \pi \quad (3.1)$$

n, nota sayısal değeri; α , dönme açısıdır.

İkinci olarak iki boyutlu bir geometri elde etmek amaçlanarak üçgenlerle çalışılmıştır. Burada üçgenler tabanlarının orta noktalarından merkeze oturtularak velocity (v) değerinin toplam velocitye (v_t) oranı kadar döndürme açısı ile yerleştirilmiştir. Üçgenlerin tepe noktası ise merkeze nota (n) değeri kadar uzaktadır. Üçgenlerin taban kenarı ise merkezden – belirlenen bir sayısal sabit kadar- 10'ar uzaktadır. Yani;

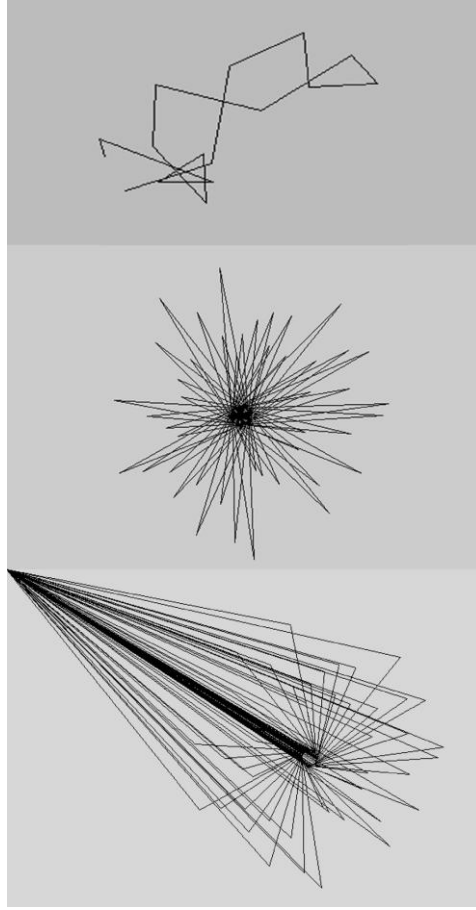
$$\alpha / 2\pi = v / v_t \quad (3.2)$$

$$x = \cos \alpha \times n \quad (3.3)$$

$$y = \sin \alpha \times n \quad (3.4)$$

x ve y tepe noktası koordinatları; v, velocity; n, nota sayısal değeridir.

Üçüncü denemede ise oluşturulan üçgenlerin tepe noktası farklılaştırılır fakat aynı kurallar dizisi uygulanır. Sonuç ürün olarak yaratılan geometriler aşağıdaki resimde görülmektedir.

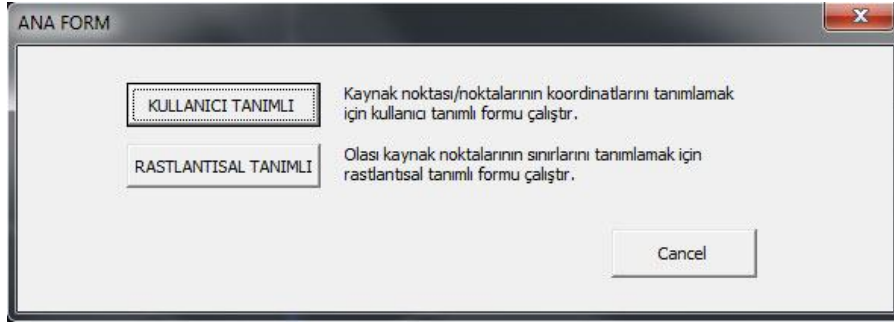


Şekil 3.4 : Müziğin geometrisi.

Sonuç olarak, kurgulanan model ile müzikten form üretimi gerçekleştirilmiş ve az sayıda girdinin kullanılmasına rağmen farklı müzik parçalarına göre karakterize olmuş formlar üretilmiştir.

Başlangıç düzeyinde oluşturulan erken çalışmanın sonuçları daha çok uzay boşluğunda asılı duran geometrilerden ibarettir. Oysa amaç, müziğin ham maddesi olan, boşlukta var olması ve iletilmesi mümkün olmayan, sınırlandırılmış ve hava gibi en az bir malzemeye sahip uzayın içinde titreşimle hareket kazanan ses bilgisini mekan bilgisine dönüştürmekse, sınırlandırılmış bir uzay içinde sesin davranışını incelemek daha doğru olacaktır. Bu çıkış noktasından hareketle, izleyici sayısı, mekanın olası izdüşümü gibi sayısal değerler ile tanımlanmış bir hacmin içindeki sesin yansıma davranışı o mekanın birden fazla durum için geçerli olan sınırlarını belirlemede kullanılmıştır. Sonuçta, ses bilgisini biçim bilgisine dönüştürecek bir model geliştirilmiş ve kaynak sayısı, yeri, reverberasyon süresi gibi değişkenlere bağlı olarak bir mekanın sabit dış çerperini ve değişken iç çerperini tanımlayan algoritma üretilmiştir.

Autocad üzerinden Visual Basic programlama dilinin özelleştirilmesi ile oluşturulmuş Visual Basic Application ortamında yazılım geliştirilmiştir. Makrolar olarak tanımlanan kodların çalıştırılması için .dwg uzantılı Autocad dosyası açıldıktan sonra menü içinden araçlar sekmesinden makro seçilir. Çalıştır tıklandığında ilk olarak kullanıcıyı ana form karşılar. Ana form iki opsiyonludur. Bu opsiyonlar kaynak tipine göre kullanıcıyı yönlendirir.



Şekil 3.6 : Ana form.

Kullanıcı tanımlı opsiyonda noktasal kaynak tanımlanır ve kaynak noktası/noktalarının koordinatları (x, y) kullanıcı tarafından girilir. Kaynak yüksekliği, koordinat sisteminde z eksenidir. Tüm bu değerlerin birimi metredir. Bir sonraki girdi olan reverberasyon süresi milisaniye cinsinden kullanıcı tarafından atanır. Bu değer mekanın kullanım şekline göre (konser, konferans vb.) belirlenen bir değişkendir. Son olarak, etki açısı, ses ışınlarının yayıldığı alanı tanımlayan girdi olarak kullanıcı tarafından belirlenir. Bu değişken ile kaynak tiplerinde çeşitlilik sağlanmaya çalışılmıştır.

Rastlantısal tanımlı opsiyonda kaynak alanı belirlenir. Bu alan, koordinat sisteminde x_1, y_1, x_2, y_2 noktalarının oluşturduğu dikdörtgen bir alandır. Program kaynak noktalarını, yine kullanıcının belirlediği kaynak sayısı kadar, kaynak alanı içinde, rastlantısal olarak atar. Diğer girdiler olan kaynak yüksekliği, reverberasyon süresi ve etki açısı ise aynıdır.

KULLANICI TANIMLI FORM

Kaynak Noktası (x,y):

Kaynak Yüksekliği (z):

Reverberasyon Süresi (ms):

Etki Açısı (derece):

RASTLANTISAL TANIMLI FORM

Kaynak Alanı (x1, y1):

(x2, y2):

Kaynak Yüksekliği (z):

Kaynak Sayısı:

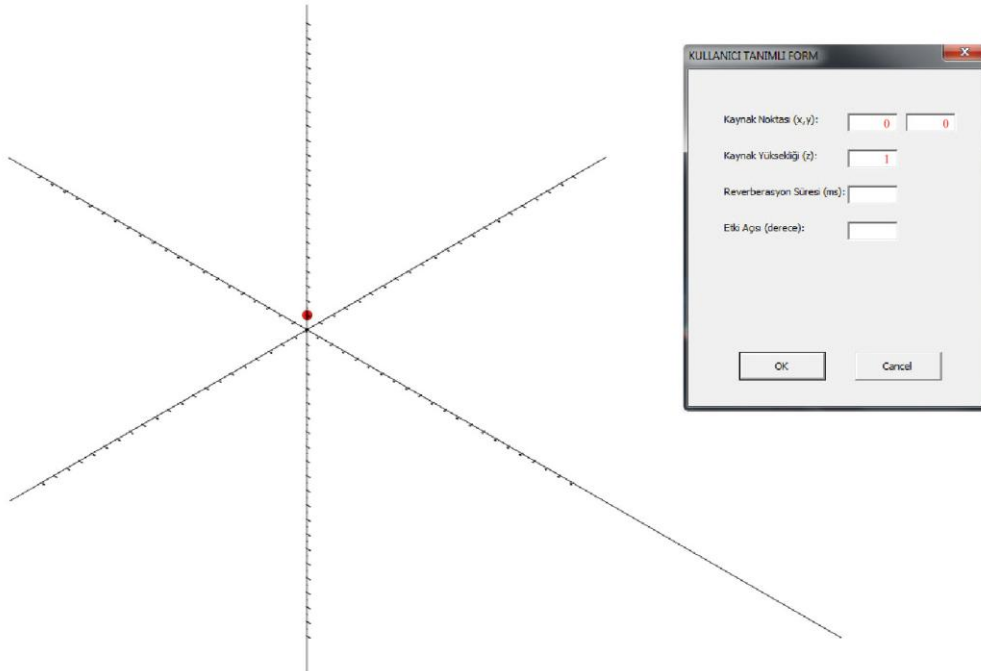
Reverberasyon Süresi (ms):

Etki Açısı (derece):

Şekil 3.7 : Kullanıcı ve rastlantısal tanımlı formların arayüzleri.

Modelin algoritmasını açıklamada, kullanıcı tanımlı opsiyon 0, 0, 1 (x, y, z) koordinatlarındaki kaynak noktası, 25 ms reverberasyon süresi ve 0° etki açısı girdileri ile çalıştırılmıştır.

Kaynak noktasının koordinatları 0, 0; kaynak yüksekliği ise 1 olarak girildiğinde kaynağın yeri resimdeki gibidir.



Şekil 3.8 : Kaynak 0, 0, 1 noktasında.

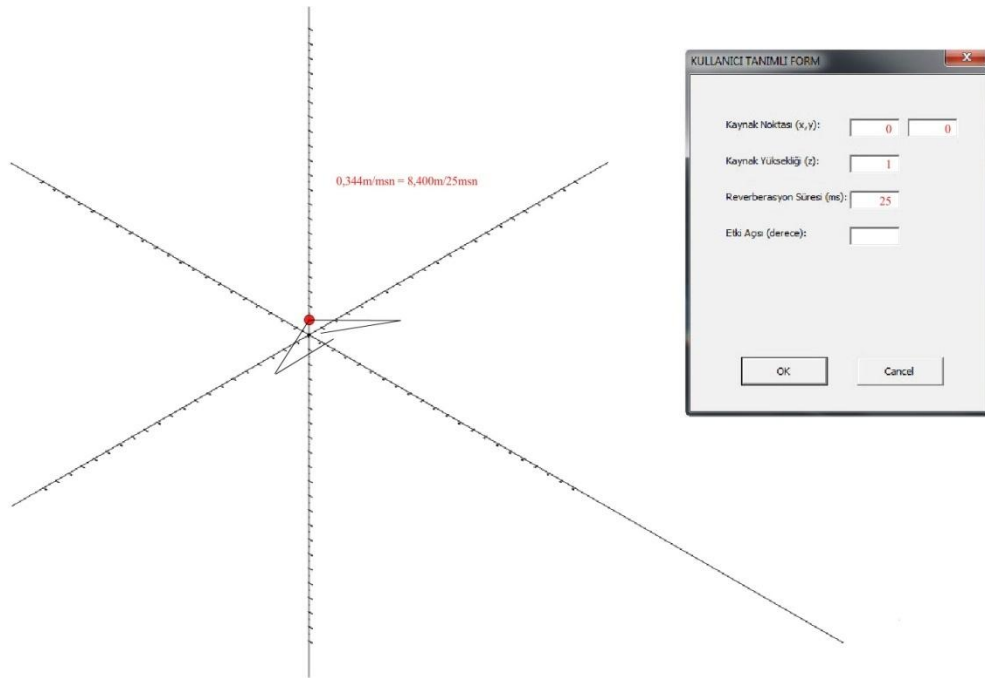
Reverberasyon süresinin 25 girilmesi ile sesin yansıma formülü kullanılarak ses ışınının kat ettiği yol uzunluğu hesaplanır.

$$(A_1 + B_1) - D_1 / 0.344 \leq 25 \quad (3.6)$$

ise;

$$(A_1 + B_1) - D_1 = 8,4 \quad (3.7)$$

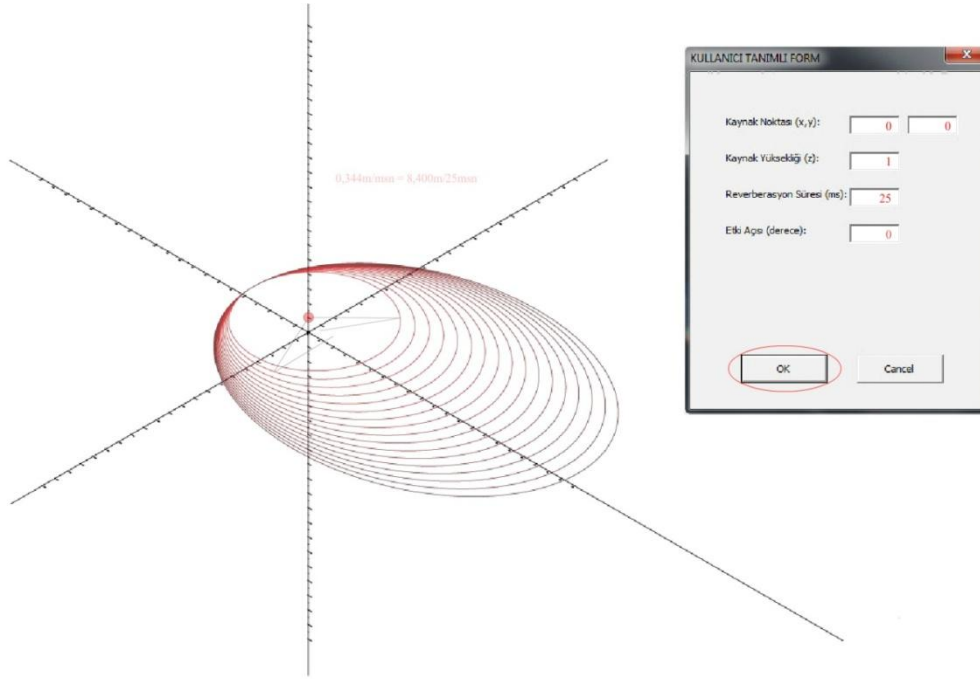
A+B yansıyan ışının katettiği mesafe iken, D yol uzunluğu kaynak noktası ile alıcı noktası arası direk uzaklıktır. Formül x eksenine doğrultusunda 1’den 17’ye kadar olan tüm olası alıcı noktaları için tekrarlanır. Bu, programda 17 nokta yani kaynak noktasına 17 m uzaklık ile sınırlandırılmıştır. Bu değer ‘kapalı hacimlerde ses’ başlıklı bölümde, yankısızlık tanımlamasında açıklandığı gibi yankı mesafesi bilgisine dayanarak belirlenmiştir.



Şekil 3.9 : 0 ve 1 alıcı noktaları için formülün hesaplanması.

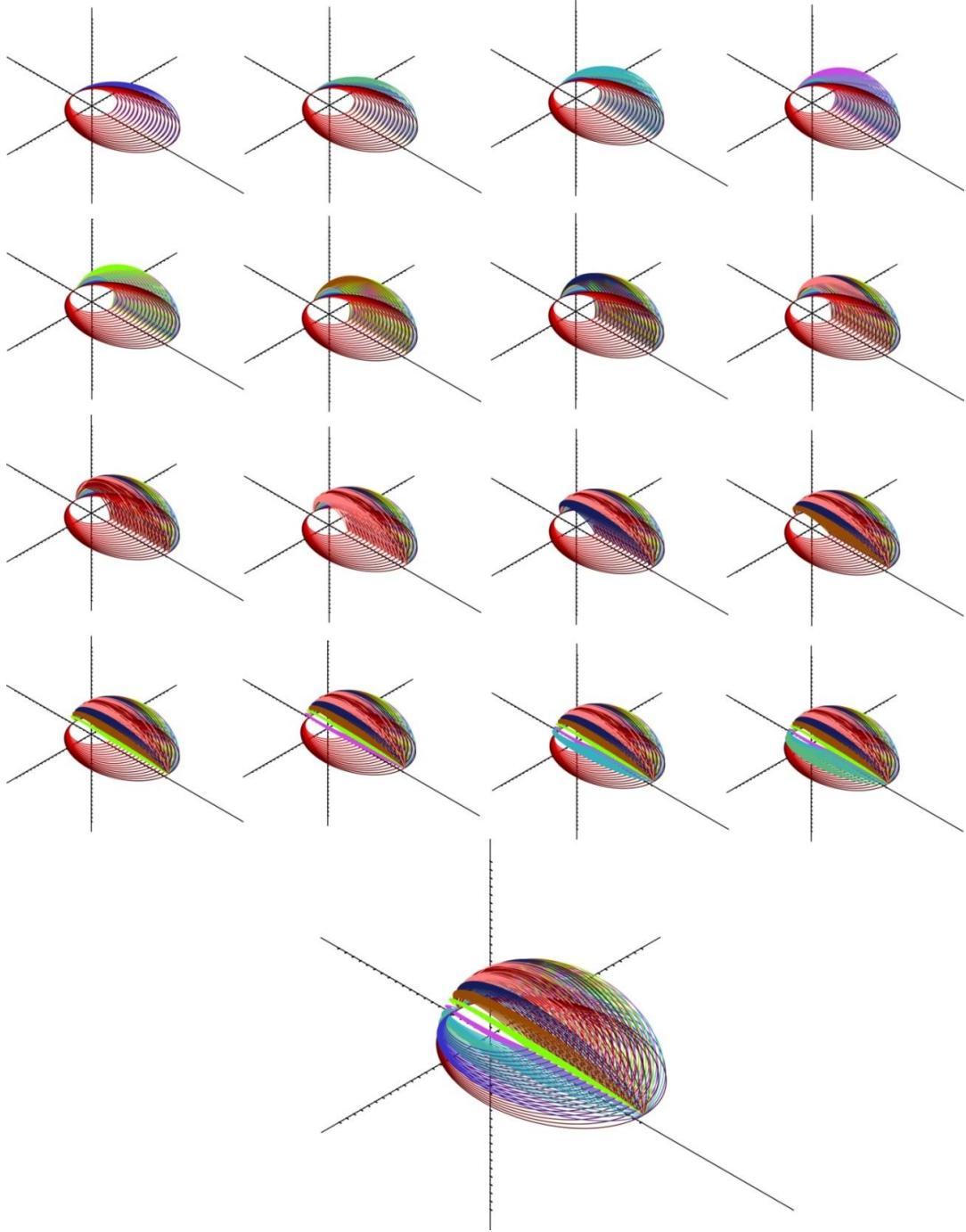
Resimde görüldüğü gibi 0, 0, 1 (x, y, z) kaynak noktasından çıkarak 1, 1, 1 (x, y, z) ve 2, 1, 1 (x, y, z) alıcı noktalarına ulaşan ses ışınları çizilmiştir. Işınlardan geri dönüş noktalarının oluşturduğu sınır, reverberasyon süresinin 25’e eşit olması için yansıma olayının gerçekleştiği alanın sınırlarıdır. Son değişken olan etki açısı 0° olarak girilir. 0° etki açısı, alıcı noktalarının x eksenine paralel tanımlanması demektir. Sonuç

olarak tüm bu girdiler ile x eksenı boyunca, 1'den 17'e kadar olan olası alıcı noktaları için reverberasyon süresi 25 olacak şekilde ses ışınlarını sınırlayan noktalar kümesinin oluşturduğu elipsler çizilir.



Şekil 3.10 : Kullanıcı tanımlı alternatif ile 2D grafik.

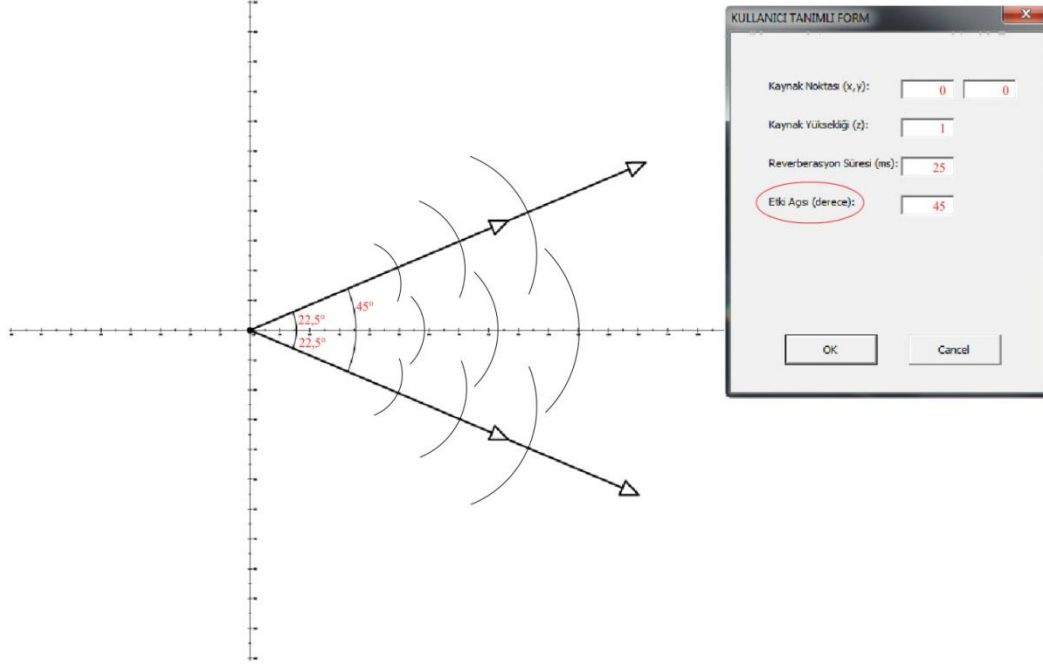
Grafiğin üçüncü boyuta geçişi, z düzleminde grafiğin 10'ar derecelik açılarla hesaplatılması ile gerçekleşir. Hesaplamaların azaltılması adına 10'ar derecelik aralıklar tanımlanmıştır.



Şekil 3.11 : Kullanıcı tanımlı alternatif ile 3D grafik.

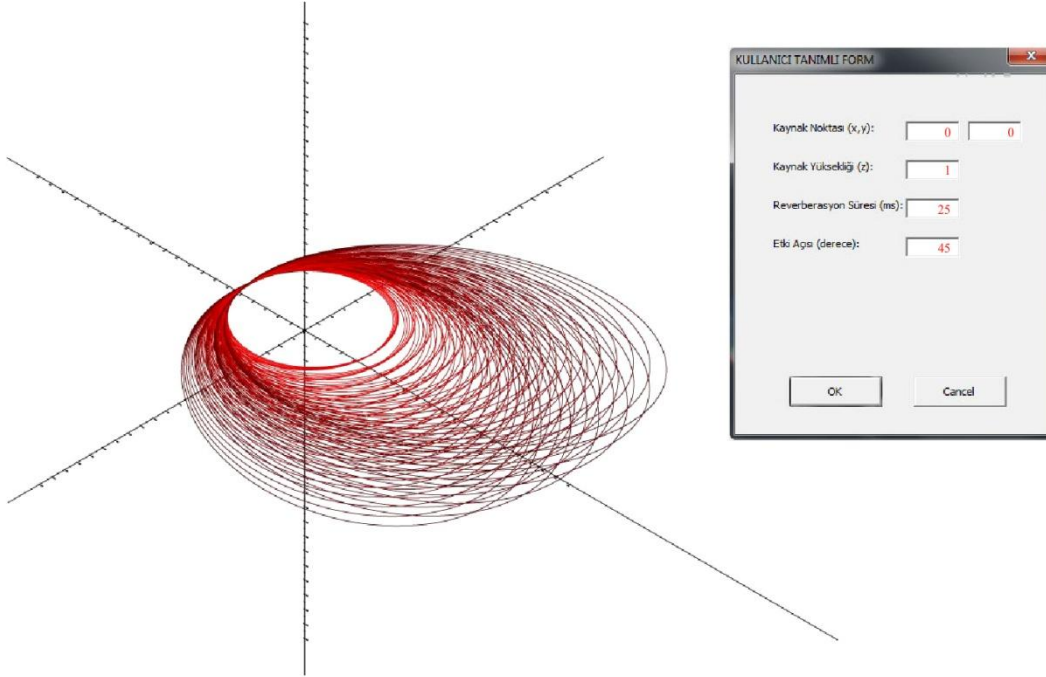
Reverberasyon süresi değeri ışınların katettiği yol uzunluğunu belirler. Yol uzunluğu ise elipslerin major ve minör eksenlerinin uzunluğu ile doğru orantılıdır. Yüksek reverberasyon süresi istenen durumlarda hacimsel olarak büyük sınırlamalar elde edileceği gibi, küçük reverberasyon süresi istenen durumlarda daha küçük hacimsel sınırlamalar oluşturulacaktır.

Etki açısı değişkeni 0 – 180 arası değer alabilir. Örneğin etki açısı 45° olduğunda, x eksenini y düzleminde $+22,5^\circ$ ve $-22,5^\circ$ dönerek hesaplama yapılır. Aşağıdaki resimde 45° etki açısında modelin çalışma alanı gösterilmiştir.

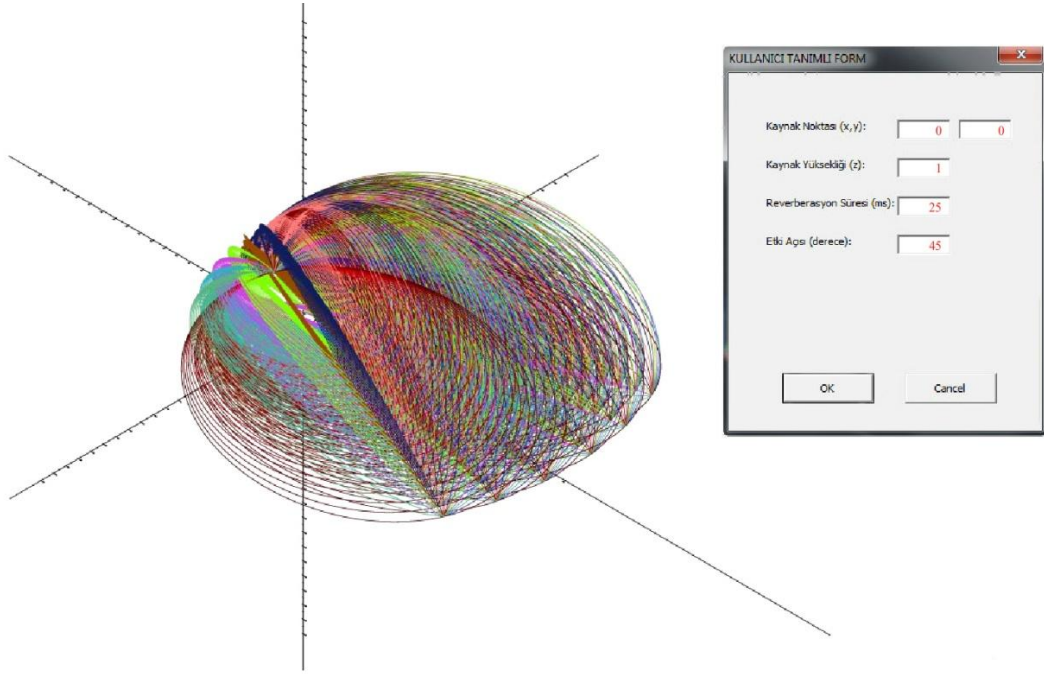


Şekil 3.12 : Etki açısı 45 derecede çalışma alanı.

Etki açısı 45° olarak girildiğinde oluşan grafik aşağıdaki gibidir.

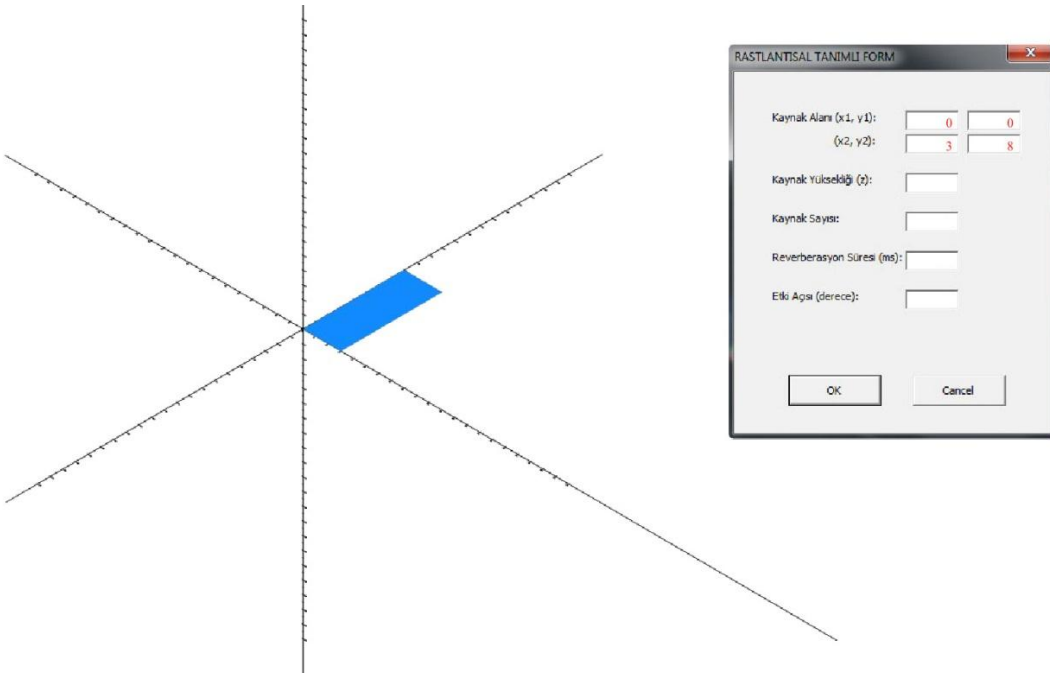


Şekil 3.13 : 45 derece etki açısı ile 2D grafik.



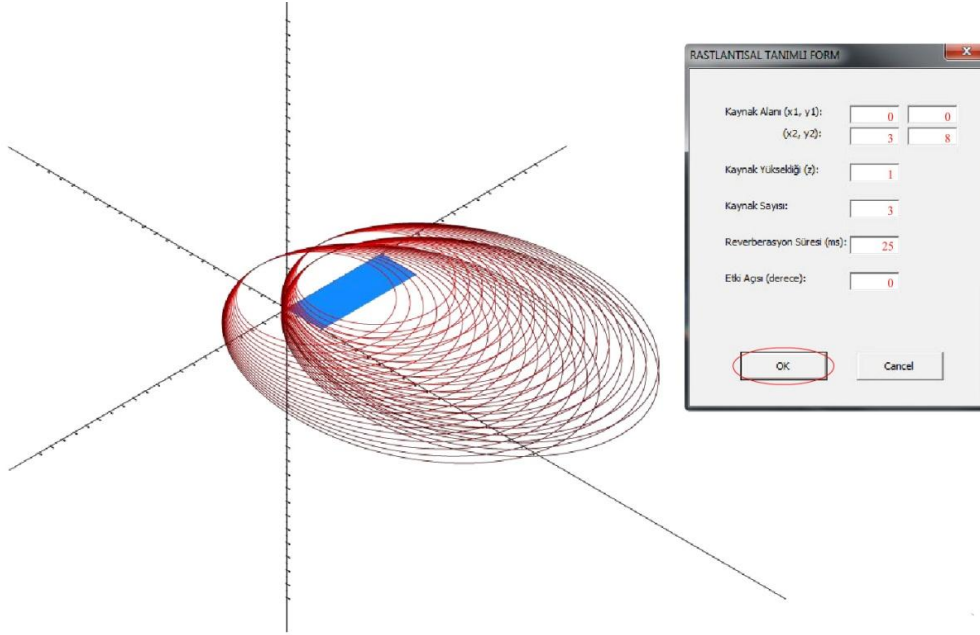
Şekil 3.14 : 45 derece etki açısı ile 3D grafik.

Kullanıcı tanımlı opsiyon dışında, alan tanımlı yapılarak kaynak noktalarının bir alan içine yayıldığı alternatif için, rastlantısal tanımlı opsiyon çalıştırılır. Çalışma prensibinin açıklanması için, rastlantısal tanımlı opsiyon, 0, 0, 3, 8 (x_1 , y_1 , x_2 , y_2) koordinatlarındaki kaynak alanı, 3 adet kaynak noktası için, 25 ms reverberasyon süresi ve 0° etki açısı ile çalıştırılmıştır.

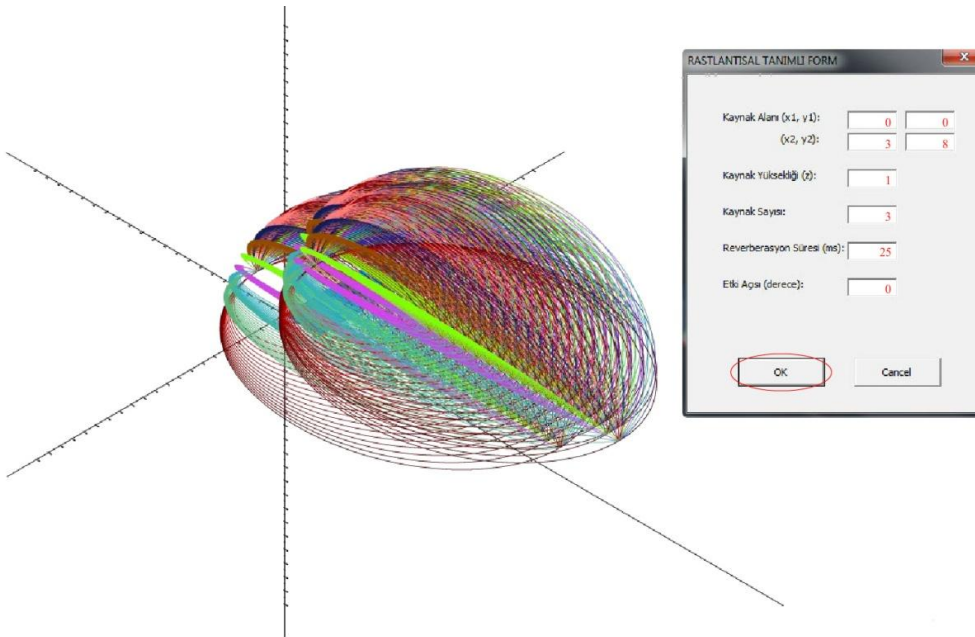


Şekil 3.15 : Tanımlanan alan.

Model tanımlanan kaynak alanı içinde rastlantısal olarak 3 adet kaynak noktası atar ve bu kaynak noktaları için bir önceki opsiyonda anlatıldığı gibi hesaplamaları yapar. Her denemede aynı alan içinde her defasında farklı noktalar atanacağından grafik farklı çizilir. Aşağıdaki örnek, tanımlı alan içinde 1, 1, 1 (x, y, z); 2, 5, 1 (x, y, z); 3, 4, 1 (x, y, z) koordinatlarındaki kaynak noktaları için 25 ms reverberasyon süresi ve 0° etki açısı ile çizilen grafik.



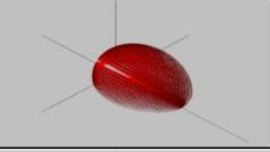
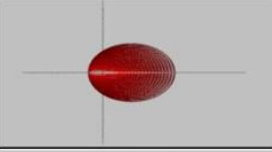
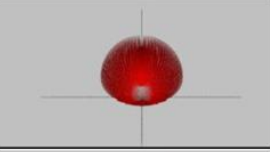
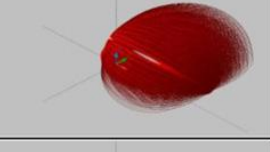
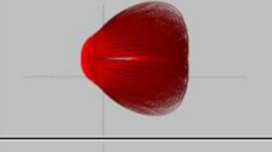
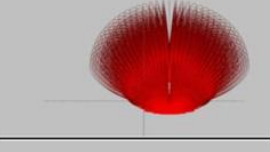
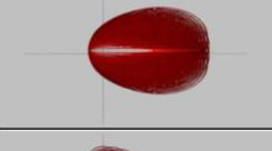
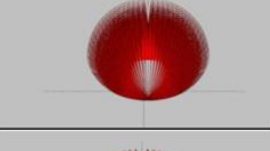
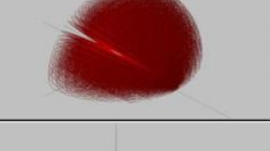
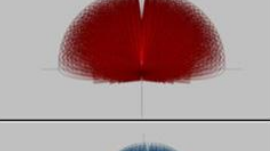
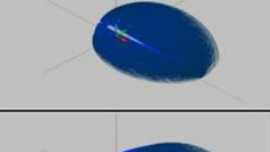
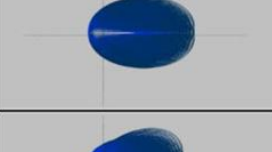
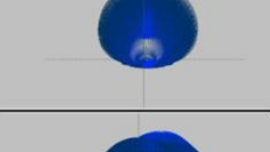
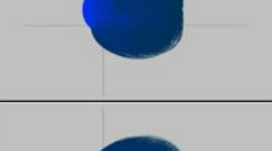
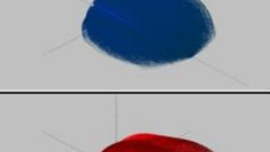
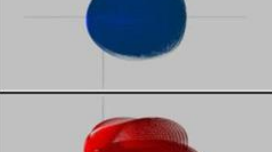
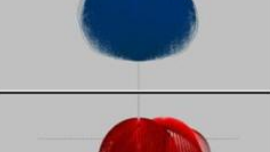
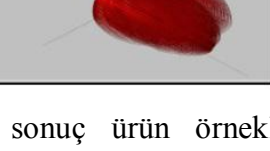
Şekil 3.16 : Rastlantısal tanımlı alternatif ile 2D grafik.



Şekil 3.17 : Rastlantısal tanımlı alternatif ile 3D grafik.

Farklı girdilerle çalıştırılan model tarafından üretilen grafiklerin izometrik, kuşbakışı ve önden görünümü aşağıdaki çizelgede görülmektedir.

Çizelge 3.1 : Sonuç ürün örnekleri.

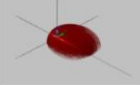
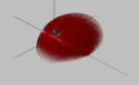
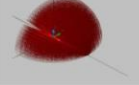
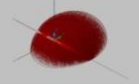
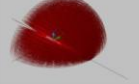
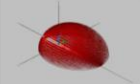
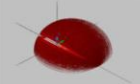
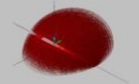
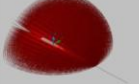
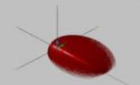
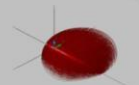
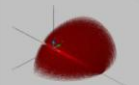
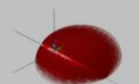
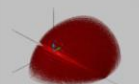
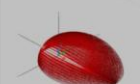
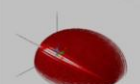
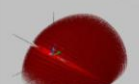
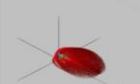
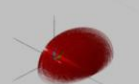
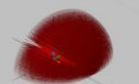
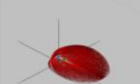
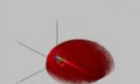
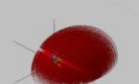
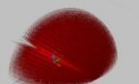
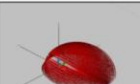
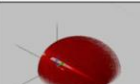
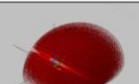
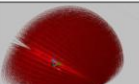
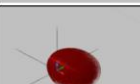
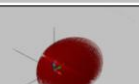
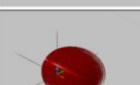
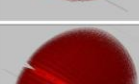
Girdiler	Sonuç Ürün		
	İzometrik	Kuşbakışı	Önden
Kaynak (0, 0, 1) RT: 25 ms. EA: 0°			
Kaynak (2, 6, 1) RT: 20 ms. EA: 60°			
Kaynak (5, 1, 0) RT: 25 ms. EA: 30°			
Kaynak (0, 0, 2) RT: 15 ms. EA: 180°			
Kaynak Alanı (0, 0, 3, 3) z: 1 m. Kaynak Sayısı: 2 RT: 25 ms. EA: 10°			
Kaynak Alanı (0, 0, 1, 5) z: 1 m. Kaynak Sayısı: 5 RT: 20 ms. EA: 30°			
Kaynak Alanı (-2, -2, 2, 2) z: 1 m. Kaynak Sayısı: 3 RT: 25 ms. EA: 45°			
Kaynak Sayısı: 3 I. Kaynak (0, 0, 1) RT: 25 ms. EA: 0° II. Kaynak (2, 6, 0) RT: 20 ms. EA: 0° III. Kaynak (5, 1, 2) RT: 15 ms. EA: 0°			

Form bilgisi içeren sonuç ürün örnekleri çoğaltılabilir. Kaynak tipinde ve konumlanmasında yaratılan çeşitlilik ile daha karmaşık diyagramlar elde edilmektedir. Örneğin yukarıdaki çizelgedeki son örnekte birbirinden farklı üç kaynak noktası tanımlanmıştır. Aynı zamanda her biri için farklı reverberasyon süresi seçilmiştir. En karmaşık grafiğin bu örnekte elde edildiği görülmektedir.

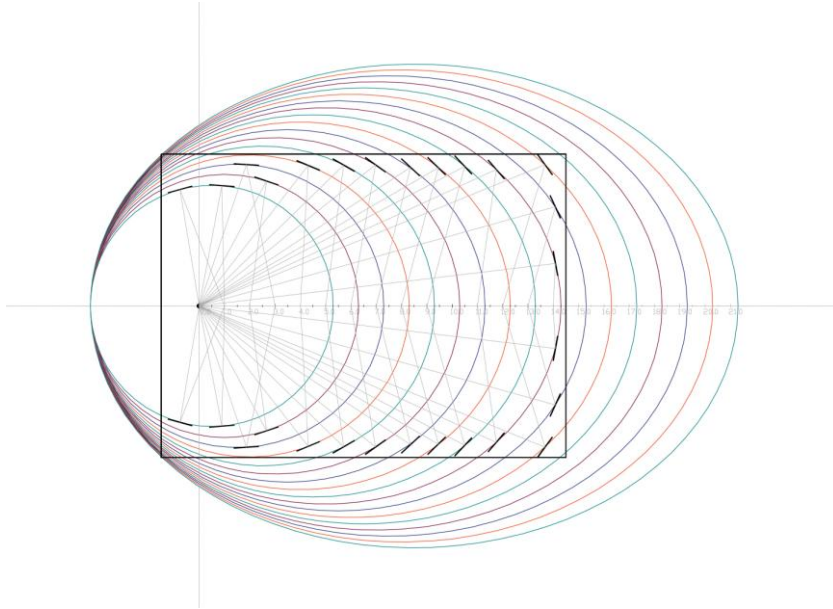
Girdilerin sonuç ürün üzerinde oluşturduğu farkların değerlendirilmesi adına model, bu sefer beş farklı kaynak noktası ile adım adım değişen girdilerle çalıştırılmıştır. Birinci örnek tüm koordinatların sıfır olduğu kaynak noktası 0, 0, 0 (x, y, z)'dir. Diğer örneklerde ise sırayla x, y ve son olarak z değerleri sıfırdan farklı bir sayısal değere sahip olmuştur. Son yani beşinci örnek, kaynak noktası koordinatları için sıfırdan farklı üç değer bir arada olduğu durumdur. Her örnek 15, 25 ve 40 ms reverberasyon süresi için teker teker 0°, 30°, 90° ve 180° etki açısı ile çalıştırılmıştır.

Çizelgede görüldüğü gibi, kaynak noktasının x koordinatının 0'dan 4'e gelmesi, grafiğin x ekseninde pozitif doğrultuda büyümesine neden olmaktadır. Aynı şekilde, kaynak noktasının y koordinat değerinin 3 olması, grafiğin y ekseninde doğrultusunda esnemesi ile sonuçlanmıştır. Ayrıca, kaynak noktasının yerinin değişmesinden dolayı grafiğin tümüyle x ve y eksenleri doğrultusunda ötelendiği gözlemlenmektedir. Bu esneme ve ötelenme durumu, üst üste, aynı noktadan çakıştırılan grafikler üzerinden kolayca okunur. Bu farklılık mekanın sınırlarını belirleyen etkenlerdendir. Dördüncü örnekte bu sefer kaynak noktasının z değeri 5 ve reverberasyon süresi 15 ms seçildiğinde grafiğin sanki yukarıya kaydırılmış gibi, diğer örneklerden farklı olarak, yarım elipslerin taban kısımlarında tamamlandığı görülmektedir. Bunun devamında daha büyük reverberasyon süreli alternatifler incelenirse, bu sefer elipslerin tamamının çizilemediği, görünmez bir düzlemle kesiliyormuş gibi olduğu fark edilir. Reverberasyon süresinin artışı elipslerin büyümesi demektir. Bunun nedeni daha önceki bölümde reverberasyon süresi formülünün hesaplanması kısmında ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Reverberasyon süresi ile ses ışınlarının katettiği yol uzunluğu doğru orantılıdır. Yalnız 15 ms ile çalıştırılan örnekte, ışınların katettiği yol uzunluğu 5 (z) sayısal değerinden küçük olduğu için, elipslerin tamamının çizilebildiği gözlemlenmektedir. Etki açısının büyümesi ise düşey düzlemde yeni açılar oluşması yani yeni elipslerin çizilmesi ile sonuçlanır. 0 derecede çizilen grafiğin 10 derece aralıklarla tekrarlanması durumudur. Bu da reverberasyon süresinde olduğu gibi grafiğin kapsadığı boşluğun büyümesi demektir. Bu büyümeler ancak hacim olarak sınırlı bir alanın grafikte çakıştırılması ile anlamlı hale gelmektedir. Ya da en büyük grafiğin mekanın çeperlerinden biri olacağı varsayılarak oluşacak hacmin sabit dış çeperinin belirlenmesinde yani mekanın toplam hacminin hesaplanmasında kullanılacak bir bilgidir. Grafiklerin form bilgisi olarak yorumlanışları başka bir örnekle açıklanmıştır.

Çizelge 4.1 : Girdilere bağlı farklılıklar.

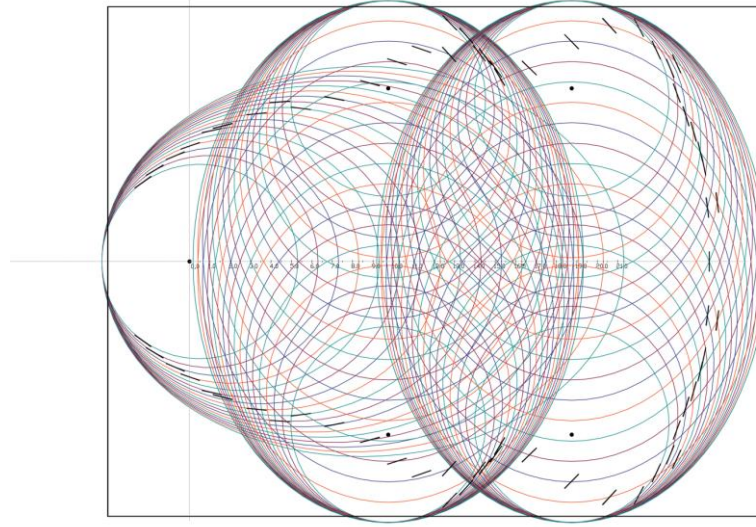
KAYNAK NOKTASI (x, y, z)	RT/EA	0°	30°	90°	180°
0, 0, 0	15 ms				
	25 ms				
	40 ms				
4, 0, 0	15 ms				
	25 ms				
	40 ms				
0, 3, 0	15 ms				
	25 ms				
	40 ms				
0, 0, 5	15 ms				
	25 ms				
	40 ms				
4, 3, 5	15 ms				
	25 ms				
	40 ms				

Model tarafından üretilen, sonuç ürün ile tabir edilen üç boyutlu grafikler, girdilere bağlı oluşan, bir hacime ait sınırları tanımlayabilecek biçim bilgisi içeren nokta bulutlarıdır. Elde edilen üç boyutlu geometrik bilgiler, nicelik olarak belirlenen bir hacim için olası çeper alternatifleri üretmede kullanılır. Örneğin bir mekan için iki durum söz konusu olsun. Birinci durumda noktasal tekil kaynak 0, 0 (x, y) koordinatlarında, 25 ms reverberasyon süresi ve 0° etki açısı ile 200 m² bir alan içinde yer alsın. İkinci durumda ise, 25 ms reverberasyon süresi ve 0° etki açısı ile bu sefer beş adet noktasal kaynak 800 m² alan içinde çalışsın. Belirlenen girdilerle üretilen iki boyutlu grafik ile 200 m²lik dikdörtgen sınır üst üste çakıştırılır. Söz konusu birinci durum için, sınırları belirlenmiş olan alan içinde, yansıma yüzeylerinin rastlantısal olarak yerleştirilmesi aşağıdaki resimde görülmektedir.



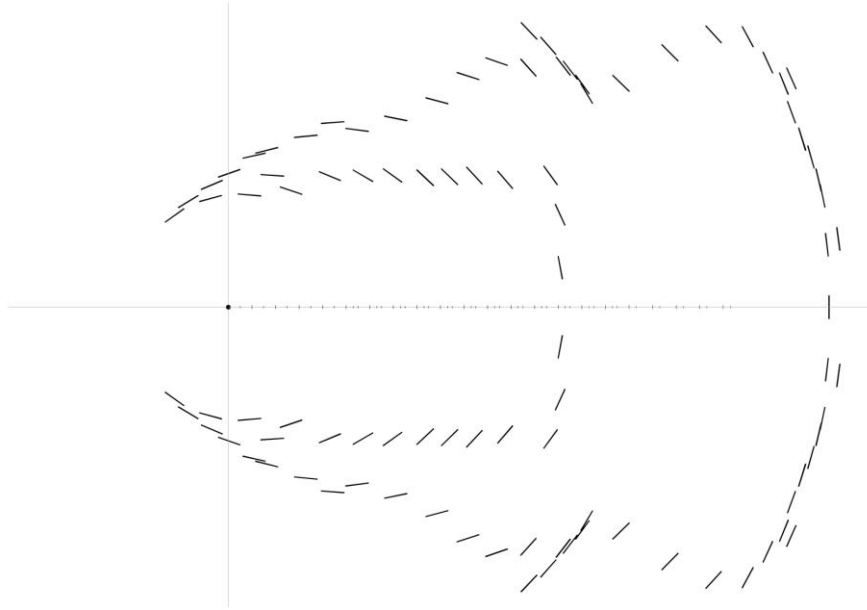
Şekil 3.18 : 200 m² alan sınırı ile çakıştırılarak oluşturulan olası iç çeper.

Bu sınırlar sadece dikdörtgen formda değil, farklı formlarda çizilerek yansıma yüzeylerinin yerleşme alternatifleri çoğaltılabilir. Bunlar belirlenmiş şartlardaki olası iç çeper alternatifleridir. İkinci durumda ise üretilen grafikler bu sefer 800 m²lik dikdörtgen sınır ile üst üste çakıştırılır. Yansıma yüzeylerinin rastlantısal olarak yerleştirilmiş hali aşağıdaki resimdedir.



Şekil 3.19 : 800 m² alan sınırı ile çakıştırılarak oluşturulan olası dış çeper.

O halde iki durumun (ve ya bir çok durumun) çakıştırılması ile farklı şartlara cevap verebilen değişken iç çeper (çeperler) ile tüm bu çeperleri sarmalayan sabit dış çeper belirli büyüklükteki mekana ait biçim bilgisi olarak üretilir.



Şekil 3.20 : İki duruma ait değişken iç çeper ve sabit dış çeper.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Hızla gelişen bilgi teknolojileri ile bilginin üretimi ve paylaşılması yoğunlaşmış, bilgisayar ile kurulan iletişimin yaygınlaşması, bu anlamda bilgi akışını hızlandırmıştır. Bilginin tasarım aşamasında tasarımı etkileyen parametre olarak kullanımı bilgisayar teknolojilerinin gelişimi ile önemini arttırmıştır. Günümüzde artık akustik gibi performans kriterlerinin ön tasarım aşamasına dahil olması simülasyon programları ile mümkün hale gelmiştir. Fakat bu tarz çalışmalarda, simülasyon programları için, yapıya ait mevcut bir bilgiye ihtiyaç duyulur. Bu nedenle öncelikle ön tasarım yapılmalı ve performans analizleri bunun üzerinden gerçekleştirilmelidir. Gerekli düzenlemeler, tasarım aşamasında, var olana yapılan müdahaleler şeklindedir. Çalışma, bu anlamda, hedeflenen performans kriterlerine dayalı form üretimini desteklemeye yöneliktir. Forma ait hiç bir düşünce olmaksızın ulaşılması amaçlanan performans kriterine dayalı biçim bilgisi üretir. Modelin kullandığı performans kriteri bilgisi reverberasyon süresidir. Reverberasyon süresinin biçime dönüştürülmesi aşaması sesin bir kez yansımaları ile sınırlandırılmıştır.

Üretilen biçim bilgisi ile tasarımın erken aşamalarında kullanılacak mekana ait izdüşümler yaratılmaktadır. Bu izdüşümlerin yorumlanması tasarımcıya bırakılmaktadır. Üçüncü bölümde verilen örnek de belirlenen koşullar dahilinde (200 m² ve 800 m² sınırlı alan için) üretilen form bilgisinin yorumlanışlarından biridir. Bu yönüyle model çeşitli alternatiflere imkan tanımakta ve tasarımcının ufkunu açmaktadır.

Modelin uygulama alanları oldukça çeşitlidir. Modelin ürettiği objeler gerçek dünyaya ait mimari tasarım kavramları geliştirmede, akustik gibi performans analizlerine dayalı ön tasarım aşamasını destekleyen diyagramlar üretmede kullanılabileceği gibi sanal mimarlık ürünleri olarak da nitelendirilebilirler. Bununla beraber izdüşümler ile oluşturulacak mekan alternatiflerinden her biri, ses tarafından kuşatılmışlık hissi yüksek olmak ve yankısızlık gibi akustik kriterlere sahip olabilmektedir. Grafik içindeki herhangi bir nokta üzerine yerleşen ses yansıtıcı

paneller, ileri aşamalarda malzeme ve yüzey özellikleri kararları ile birleşerek, her durumda mekana ait ilk yansımaların, hedeflenen süre içinde alıcıya ulaşmasına imkan sağlar niteliktedir. Ses tarafından kuşatılmışlık ve ilk yansıma noktaları ile belirlenen mekan sınırları gibi özellikler ile oluşan formlar kuvvetli birer ses-mekan örneği olarak da yorumlanabilirler.

Akustik simülasyon programları ile bir mekana ait akustik değerlendirmeler yapılırken mekanın formu, yüzey özellikleri veya malzeme gibi kararların verilmiş olması gerekmektedir. Oluşturulan model bu akışın tersi yönde işlemektedir. Olası sınırlar içinde belirlenen akustik girdiler ile faydalı yansımalar kullanılarak biçim bilgisine ulaşılmaktadır. Yani, önce akustik bilgi vardır, sonra bu bilgiyi doğrulayan biçim alternatifleri üretilir. Bu sebeple modelin farklı bir bakış açısı vardır. Bu yönüyle günümüzde kullanılan akustik simülasyon programlarının tersi yönünde çalışmaktadır.

Form bilgisine dönüşen akustik bilgi reverberasyon süresi hesabıdır. Akustik kriterleri mekanın formunu oluşturmada daha tasarımın ilk aşamalarında parametre olarak dahil etmek için diğer akustik hesaplamalar girdi olarak eklenebilir. İlk geliştirilebilecek akustik parametrelerin başında sesin yansıması gelmektedir. Modelde sesin çarptığı yüzeyden bir kez yansıdığı kabul edilmiştir. Halbuki ses çarptığı yüzeylerce sönmülmene dek, enerjisi sıfırlanana dek yansımaya devam eder. İkincil, üçüncül yansımalar, ses kaynağının enerjisi gibi değerler hesaba katılarak yansıma davranışı özellikleri geliştirilebilir. Bu sayede istenen akustik koşulların sağlandığı mekan alternatifleri üretilir.

Modele girdi olarak, bir mekana ait akustik kriterleri etkileyen diğer parametrelerin dahil edilmesi ile, üretilen biçimlerdeki mekanların akustik değerlendirmesi sonucunda daha az müdahaleye ihtiyaç duyulması öngörülmektedir. Bu bakımından sadece tasarımı destekleyen değil aynı zamanda akustik performans kriterlerini de destekleyen bir araç niteliğindedir.

Modele girdi olarak eklenecek bilginin çeşitlenmesi demek aynı zamanda üretilen sonuç ürünlerin arasındaki farkların artması demektir. Bu aşamada, sonuç ürün olarak meydana gelen grafikler, büyüme ve dönme gibi değişimlerin gözlemlendiği ve birbirinin alternatifleri şeklinde devam eden diyagramlar olarak tanımlanabilir.

Fakat bilginin çeşitliliğinin artması ile bambaşka biçimlerin üretileceği tahmin edilmektedir.

Oluşan geometrik form bilgisi üzerinden sayısal sınırlamalar ile otomatik olarak çeper alternatiflerini hesaplayan bir üretken sistem eklentisi modele dahil edilebilir. Yüzey özellikleri, malzeme kararları gibi değişkenlerin kullanıcı tarafından atanması ile sonuç ürünün gerçeğe yaklaşması sağlanabilir.

Model, Autocad üzerinden Visual Basic ortamında oluşturulduğundan gelecekte geliştirilmeye açıktır. Bununla birlikte Autocad üzerinden çalıştırıldığından ve günümüzde mimarlık ofislerinde ağırlıklı olarak tercih edilen program olduğundan modelin de kullanımı kolaylıkla yaygınlaşabilir.

Sonuç olarak, gelişime açık, sınırlı bilgi ile de olsa sesin yansıma davranışı bilgisini biçim bilgisine dönüştüren, tasarım aşamasında kullanıcıyı form üretiminde destekleyen, mimarlık disiplini müzik ile performansa dayalı tasarım tabanında buluşturan, yoruma açık ve bu sayede kullanıcının ufkunu genişleten bir tasarım aracı niteliğinde model geliştirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Akipek, F. ve İnceoğlu, N.**, 2007: Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim Teknolojilerinin Mimarlıkta Kullanımları, *Yıldız Teknik Üniversitesi E-Dergisi*, Cilt-2, Sayı-4, İstanbul.
- Bayazıt, N., T.**, 1999: Dikdörtgen Kesitli Konser Salonlarının Akustik Değerlendirmesi İçin Bir Tasarım Yöntemi, *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Beranek, L., L.**, 1962: *Music, Acoustics and Architecture*, John Willey and Sons Inc., London.
- Bullen, D.**, n.d.: *Building Performance: Past, Present and Future*. Retrieved April 4, 2008 from http://www.aia.org/nwsltr_aiaj.cfm?pagename=aiaj_a_20051020_past_present
- Demirkale, S. Y.**, 2007: *Çevre ve Yapı Akustiği*, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Doelle, L. L.**, 1965: *Acoustics In Architectural Design*, Division of Building Research, Ottawa.
- Fasoulaki, E.**, 2008: Integrated Design: A Generative Multi-Performative Design Approach, *Profesional Diploma in Architecture and Engineering*, University of Patras, Massachusetts.
- Franck O. A.**, 2004: Şarkı Söyleyen Çizgilerden Suskun Mekanlara, *Arredamento Mimarlık*, No:5, Boyut Yayıncılık, İstanbul, s: 79-84.
- Harputlugil, G. ve Harputlugil, T.**, 2007: Mimarlıkta Simülasyon, *Yapı Dergisi*, Sayı: 304, sf: 96-100.
- Kaftanoğlu, B.**, 1995: Retrieved December 12, 2008 from <http://www.turkcadcam.net/rapor/CADCAM-tarihcesi/index.html>
- Kolarevic, B.**, 2003: *Architecture In the Digital Age: Design and Manufacturing*, Spon Press, New York.
- Kurmann, D.**, 2001: Design in Space and Time, *Bits and Spaces*, p. 8-12 Eds. Engeli, M., Birkhauser Publishers for Architecture, Basel.
- Kuttruff, H.**, 1991: *Room Acoustics*, Elsevier Applied Science, London.
- Lauria, R.**, 1997: Virtual Reality, *M.Sc. Thesis*, Indiana University School of Library & Information Science, Indiana.
- Luebkanan, C.**, 2003: Performance-Based Design, *Architecture In the Digital Age: Design and Manufacturing*, p. 275-288 Eds. Kolarevic, B., Spon Press, New York.
- Mehta, M., Johnson, J. and Rocafort, J.**, 1999: *Architectural Acoustics: Principals and Design*, Prentice Hall Inc.

- Mitchell, W.J.**, 1990: *The Logic of Architecture; Design, Computation and Cognition*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Özgür, E.**, 2003: Design and Development Of an Architectural Acoustic Design Software, *M.Sc. Thesis*, Natural and Applied Sciences of Dokuz Eylül University, İzmir.
- Pollalis, S.N.**, 1995: Construction Technology In the Electronic Architectural Studio, *Visual Databases In Architecture*, p. 129-145 Eds. Koutamanis, A., Avebury, England.
- Rushkoff, D.**, 2002: Digital Renaissance, *Designing for a Digital World*, Ed. Neil Leach, Wiley Academy, Great Britain.
- Scheurer, F.**, 2003: The Groningen Twister: An Experiment In Applied Generative Design, Institute of Building Technology ETH Zurich, Switzerland.
- Sikiaridi, E.**, 2006: Iannis Xenakis'in Mimarlıkları, *Doxa*, Norgunk Yayıncılık, s. 78-81.
- Şentürk L.**, 2004: Kavram: Müzik ve Mimarlık, *Arredamento Mimarlık*, No:5, Boyut Yayıncılık, İstanbul, s: 72-78.
- Url-1** < http://www.xerox.com.tr/kilometre_taslari.aspx>, alındığı tarih 14.10.2010.
- Url-2** <<http://tdkterim.gov.tr/bts/?kategori=verilst&kelime=bili%FEim&ayn=tam>>, alındığı tarih 20.04.2010.
- Url-3** <<http://www.designtoproduction.ch/content/view/4/21/>>, alındığı tarih 27.04.2010.
- Url-4** <http://www.e-architect.co.uk/stuttgart/mercedes_benz_museum.htm>, alındığı tarih 27.04.2010.
- Url-5** <<http://www.designtoproduction.ch/content/view/7/27/>>, alındığı tarih 27.04.2010.
- Url-6** <<http://www.mediateletipos.net/archives/tag/resources/page/3>>, alındığı tarih 27.04.2010.
- Url-7** <<http://www.medienkunstnetz.de/works/poeme-electronique/images/5/>>, alındığı tarih 27.04.2010.
- Url-8** < http://www.bernhardleitner.at/en/71inv_2.html>, alındığı tarih 27.04.2010.
- Url-9** <<http://www.wikipedia.org/wiki/acoustics>>, alındığı tarih 28.04.2010.
- Url-10** <<http://tr.wikipedia.org/wiki/Dalgaboyu>>, alındığı tarih 06.02.2010.
- Url-11** <<http://goldwave.com>>, alındığı tarih 20.05.2008.
- Url-12** <<http://cycling74.com>>, alındığı tarih 20.05.2008.
- Url-13** <<http://processing.org>>, alındığı tarih 20.05.2008.
- Whitehead, H.**, 2003: Laws of Form, *Archihtecture In the Digital Age: Desing and Manufacturing*, p. 82-100 Eds. Kolarevic, B., Spon Press, New York.
- Xenakis, I.**, 1992: *Formalized Music: Thoughts and Mathematics in Composition*, Pendragon Press, New York.
- Zlatar, M.**, 2003: Aural Limbo: Space As a Sonic Interactive Interface, *M.Sc. Thesis*, Parsons School of Design, New York.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Eda Yunusoğlu

Doğum Yeri ve Tarihi: Bursa 27/07/1983

Lisans Üniversite: İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü

