

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**CAZİN PİYANO ÜZERİNDEN MATEMATİKSEL ANALİZ İLE FRAKTAL
GEOMETRİ İLE İLİŞKİSİNİN ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Selen BEYTEKİN

Mimarlık Anabilim Dalı

Mimari Tasarım Programı

MAYIS 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**CAZİN PİYANO ÜZERİNDEN MATEMATİKSEL ANALİZ İLE FRAKTAL
GEOMETRİ İLE İLİŞKİSİNİN ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Selen BEYTEKİN
(502081034)**

Mimarlık Anabilim Dalı

Mimari Tasarım Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Sinan Mert ŞENER

MAYIS 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502081034 numaralı Yüksek Lisans / Doktora Öğrencisi **Selen Beytekin**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**CAZİN PİYANO ÜZERİNDEN MATEMATİKSEL ANALİZ İLE FRAKTAL GEOMETRİ İLE İLİŞKİSİNİN ANALİZİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Sinan Mert ŞENER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Yüksel DEMİR**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Tan Kamil GÜRER
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **5 Mayıs 2015**
Savunma Tarihi : **26 Mayıs 2015**

Annem Sedef Sergici'ye,

ÖNSÖZ

İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Bölümü, Mimari Tasarım yüksek lisans programı çerçevesinde hazırlanan bu yüksek lisans tezinde müzik ile mimarlığın ilişkisi kurabilmek amacıyla caz akorları matematiksel olarak analiz edilip, fraktal geometrisi üzerinden görsel modeller oluşturulmuştur. Modelleme yapılırken Mathlab programı kullanılmıştır.

Fraktal model algoritması üzerinde yardımları için Özgür Avşar’a ve tez konumu büyük bir sevgiyle devam ettiğim caz ve aynı şekilde temel alanım olan mimarlık üzerine, mühendisliğin de verdiği analitik yaklaşım ile yapmamı destekleyen, her zaman sevgiyle ve saygıyla hatırlayacağım tez danışmanım Prof. Dr. Sinan Mert Şener’e en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Mayıs 2015

Selen Beytekin
(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
TABLO LİSTESİ	xvii
ÖZET.....	xix
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
1.1 Alan ve Tanım	2
1.2 Amaç	4
1.3 Kapsam	5
1.4 Yöntem	6
1.5 Beklenen Sonuç.....	7
2. MİMARLIĞIN FARKLI DİSİPLİNLER İLE İLİŞKİSİ	9
2.1 Mimarlık ve Geometri	10
2.2 Mimarlık ve Müzik.....	24
2.3 Bölüm Sonucu	28
3. MÜZİK	29
3.1 Müziğin Tanımı ve Gelişimi	29
3.2 Klasik Müzik Teorisi	36
3.2.1 Nota ve gam	36
3.2.2 Ölçü ve ritim	39
3.2.3 Armoni ve akor	44
3.3 Caz	47
3.3.1 Cazın kısa tarihi	47
3.3.2 Caz armonik aralıkları	53
3.3.3 Modal caz	58
3.3.4 C majör gam üzerinden modal akorlar	64
3.3.5 C minör gam üzerinden modal akorlar	69
3.4 Piyano	75
3.5 Müzikte Algı ve Kavrayış	81
3.6 Bölüm Sonucu	88
4. FRAKTAL GEOMETRİ	89
4.1 Fraktal Tanım ve Açıklama	89
4.1.1 Fraktal algoritma ve geri bildirim mekanizması	91
4.1.2 Video geri bildirim mekanizması	93
4.1.3 Çoklu indirgemeli kopyalama makinesi (MRCM)	95
4.1.4 Kaos oyunu	96
4.2 Klasik Fraktal Modeller	98
4.2.1 Cantor Set	99

4.2.2 Sierpinski Üçgeni	102
4.2.3 Koch Eğrisi	105
4.2.4 Peano Eğrisi	108
4.2.5 Hilbert Uzayı	109
4.3 Fraktal Modellerin Doğada Var Olan Formları	110
4.4 Bölüm Sonucu	114
5. UYGULAMA: MODAL CAZ ARMONİSİNE UYGUN FRAKTAL MODEL GELİŞTİRİLMESİ	115
5.1 Tanım ve Açıklama	115
5.2 Yöntem	115
5.3 Modelleme	116
5.3.1 Modal caz akorlarının gruplanması	117
5.3.2 Piyano üzerinden modal caz akorlarının frekans ataması	119
5.3.3 Uygulanacak fraktal modeller	122
5.4 Uygulama	128
5.4.1 CΔ akoru	128
5.4.2 CΔ akoru	131
5.4.3 Dmin7 akoru	134
5.4.4 Esusb9 akoru	137
5.4.5 EbΔ#5 akoru	140
5.4.6 FΔ#4 akoru	143
5.4.7 F7#11 akoru	146
5.4.8 G7 akoru	149
5.4.9 Gsus akoru	152
5.4.10 Amin7b6 akoru	155
5.4.11 B∞ akoru	158
5.4.12 B7alt akoru	161
5.5 Bölüm Sonucu	164
6. UYGULAMA ÇIKTILARI	165
6.1 Akorlar ve Duygusal İzlenimleri	167
6.2 Anket Değerlendirmesi	168
6.3 Majör ve Minör Akor Fraktal Ağaç Model Genel Analizi	180
6.4 Özel Karşılaştırma	183
6.4.1 CΔ - CΔ akorları	183
6.4.2 FΔ#4 – F7#11 akorları	184
6.4.3 G7 – Gsus akorları	185
6.4.4 B∞ - B7alt akorları	186
6.4.5 Sus akorları	187
6.5 Bölüm Sonucu	188
7. SONUÇ VE GELECEK ÇALIŞMALAR	189
7.1 Elde Edilen Bulgular	189
7.2 Tez Kapsamının Geliştirilmesine Yönelik Öngörü ve Hipotezler	190
7.3 Yarar ve Sonuç	192
KAYNAKLAR	193
EKLER	199
ÖZGEÇMİŞ	249

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Geometrik oranlar.	13
Şekil 2.2: Fibonacci serisi.	14
Şekil 2.3: Fibonacci serisinde bulunan sayıların oranı.	14
Şekil 2.4: Fibonacci serisinin matematiksel tanımı.	14
Şekil 2.5: Fibonacci serisinin oranlarının sonsuz toplamı ile phi sayısı.	14
Şekil 2.6: Altın oran dikdörtgeni.	15
Şekil 2.7: Altın oran form.	15
Şekil 2.8: Doğada altın oran form 1.	15
Şekil 2.9: Doğada altın oran form 2.	15
Şekil 2.10: Doğada altın oran form 3.	15
Şekil 2.11: Heinrich Agrippa pentagramı.	16
Şekil 2.12: The Sacrament of the Last Supper Salvador Dali.	17
Şekil 2.13: Amiens Katedrali.	18
Şekil 2.14: Reims Katedrali.	19
Şekil 2.15: Palladio'nun 11 villası.	19
Şekil 2.16: Le Havre genel görünüş.	20
Şekil 2.17: Le Havre St. Joseph Kilisesi.	21
Şekil 2.18: Metro Central Heights ızgara plan.	22
Şekil 2.19: Zaha Hadid'in tasarladığı Abu Dhabi Kültür Merkezi.	23
Şekil 2.20: Buckminster Fuller'in Montreal Expo 1967 yapısı.	23
Şekil 2.21: Pythagoras'ın evren ve müzik tanımlamaları.	25
Şekil 2.22: Musurgia Universalis 1.	25
Şekil 2.23: Musurgia Universalis 2.	26
Şekil 2.24: Musurgia Universalis 3.	26
Şekil 3.1: Porte ve Sol anahtarı.	37
Şekil 3.2: Sol anahtarı üzerinde Do (C) majör gam.	37
Şekil 3.3: Sol anahtarı üzerinde Do (C) majör gam, harf gösterimi ile.	37
Şekil 3.4: Piyano üzerinde nota yerleşimi.	38
Şekil 3.5: Do majör gamında aralık tanımı.	38
Şekil 3.6: Notaların ritmik değerleri.	39
Şekil 3.7: Notaların ritmik değerlerinin eşitliği.	39
Şekil 3.8: Dört dörtlük ölçü.	40
Şekil 3.9: Dokuz sekizlik ölçü.	40
Şekil 3.10: Do majör gamı.	42
Şekil 3.11: Majör gamlar ve ilgili minör gamları.	43
Şekil 3.12: Do majör gam üzerinden do majör akoru.	44
Şekil 3.13: Do majör gam üzerinden ikinci mod re minör akoru.	45
Şekil 3.14: Do majör gam üzerinden üçüncü mod mi minör akoru.	45
Şekil 3.15: Do majör gamı üzerinde tanımlı akorlar.	45

Şekil 3.16: Doğal minör gam akorları.	46
Şekil 3.17: Armonik minör gam akorları.	46
Şekil 3.18: Melodik minör gam akorları.	47
Şekil 3.19: Sol anahtarı üzerinde notaların alfabetik gösterimi.	54
Şekil 3.20: Piyano üzerinde notaların alfabetik ve sembolik gösterimi.	54
Şekil 3.21: Bazı caz akorlarının sembolik gösterimi.	54
Şekil 3.22: C notası üzerinden aralık tanımları.	55
Şekil 3.23: C tanımlı temel aralıklar.	56
Şekil 3.24: Üçlü akorları oluşturan ikili aralıklar.	57
Şekil 3.25: Do majör ve do minör akorlarının birinci ve ikinci çevrimleri.	58
Şekil 3.26: Modal caz gam dizileri.	59
Şekil 3.27: Do majör Ionian modu gam dizilimi.	60
Şekil 3.28: Cmaj7 akoru aralıklar.	60
Şekil 3.29: Do majör Dorian modu gam dizilimi.	61
Şekil 3.30: Dmin7 akoru aralıklar.	61
Şekil 3.31: Do majör Phrygian modu gam dizilimi.	61
Şekil 3.32: Do majör Lydian modu gam dizilimi.	62
Şekil 3.33: Do majör Mixolydian modu gam dizilimi.	62
Şekil 3.34: Do majör Aeolian modu gam dizilimi.	63
Şekil 3.35: Do majör Locrian modu gam dizilimi.	64
Şekil 3.36: C majör gam üzerinden modal akor gamları.	65
Şekil 3.37: Esusb9 akoru Phrygian modu gam dizilimi.	67
Şekil 3.38: Emin7/ Mi minör yedili akoru.	67
Şekil 3.39: Esusb9 akoru.	67
Şekil 3.40: C majör gamı Locrian modu dizilimi.	69
Şekil 3.41: B diminished akoru.	69
Şekil 3.42: Majör gam dörtlü aralık dizilimi.	70
Şekil 3.43: Melodik Minör gam dörtlü aralık dizilimi.	70
Şekil 3.44: C majör-minör akorunun gam dizilimi.	71
Şekil 3.45: C majör ve C majör-minör akorunda müzikal cümle.	71
Şekil 3.46: Eb Lydian melodik minör gam dizilimi.	72
Şekil 3.47: F Lydian gam dizilimi.	72
Şekil 3.48: A half-diminished gam dizilimi.	73
Şekil 3.49: B altered akorunun gam dizilimi.	74
Şekil 3.50: B Mixolydian ve B altered akorlarının gam dizilimleri.	74
Şekil 3.51: Akustik duvar piyanosu.	76
Şekil 3.52: Akustik kuyruklu piyano.	76
Şekil 3.53: Piyanonun tuşları.	76
Şekil 3.54: Duvar piyanosu iç aksamı.	77
Şekil 3.55: Kuyruklu piyano iç aksamı.	77
Şekil 3.56: Piyano üzerinde notalar ve arızaları.	78
Şekil 3.57: Piyano üzerinde bütün notaların gösterimi.	78
Şekil 3.58: Piyano üzerinde frekans aralıkları.	79
Şekil 3.59: Beynin algılama birimleri.	82
Şekil 3.60: Beynin ana bölümleri.	83
Şekil 3.61: Krumhansl & Kessler C majör ve minör algılanma grafiği.	87
Şekil 4.1 :Fern Dalı.	90
Şekil 4.2: California Oak ağacı.	91
Şekil 4.3: Geri bildirim mekanizması.	92
Şekil 4.4: Video geri bildirim şeması.	93

Şekil 4.5: Uzak mesafe video geri bildirim görüntüsü.	93
Şekil 4.6: Yakın mesafe video geri bildirim görüntüsü.	94
Şekil 4.7: Video geri bildirim görüntüleri.	94
Şekil 4.8: Çoklu indirgemeli kopyalama makinesi.	95
Şekil 4.9: MRCM çıktıları.	96
Şekil 4.10: Kaos oyunu.	98
Şekil 4.11: Kaos oyununun tekrarlanması üzerine oluşan form.	98
Şekil 4.12: Cantor setin ilk adımın uzunluk denklemi.	99
Şekil 4.13: Cantor setin ikinci adımında çıkarılan parça toplam uzunluğu.	100
Şekil 4.14: Cantor setin toplam uzunluğu.	100
Şekil 4.15: Cantor setinin gösterimi.	100
Şekil 4.16: Cantor setinin model ağacı.	101
Şekil 4.17: Cantor ağaç sistemi.	101
Şekil 4.18: Sierpinski üçgeni modeli.	102
Şekil 4.19: Escher'in Sierpinski üçgeni desenleri.	103
Şekil 4.20: Pascal üçgeni.	103
Şekil 4.21: Pascal üçgeninde 2 ile tam bölünebilen sayıların gösterimi.	104
Şekil 4.22: Pascal üçgeninde 3 ile tm bölünebilen sayıların gösterimi.	104
Şekil 4.23: Pascal üçgeninde 5 ile tam bölünebilen sayıların gösterimi.	104
Şekil 4.24: Pascal üçgeninde 9 ile tam bölünebilen sayıların gösterimi.	104
Şekil 4.25: Pascal üçgeninde 2 ile tam bölünebilirlik.	105
Şekil 4.26: Koch eğrisi algoritması.	106
Şekil 4.27: Koch eğrisi algoritması değiştirilerek oluşturulan formlar.	106
Şekil 4.28: Doğada bulunan kar tanesi formları.	107
Şekil 4.29: Farklı Koch eğrisi algoritması.	107
Şekil 4.30: Koch eğrisi algoritma örnekleri.	108
Şekil 4.31: Peano eğrisi algoritması.	109
Şekil 4.32: Hilbert uzayı algoritması.	109
Şekil 4.33: Mandelbrot fraktalı.	111
Şekil 4.34: Kara parçası görünümü.	112
Şekil 4.35: Ada haznesi.	112
Şekil 4.36: Mandelbrot detayı.	112
Şekil 4.37: Fraktal algoritmasıyla üretilen ağaç modelleri.	113
Şekil 4.38: Fraktal algoritması ile üretilen ağaç modeli.	114
Şekil 5.1: Piyano üzerinden notaların frekans değerleri.	119
Şekil 5.2: Fraktal model ana şema.	123
Şekil 5.3: $C\Delta$ akoru fraktal ağaç modeli adımları.	129
Şekil 5.4: $C\Delta$ akoru fraktal ağaç modeli.	130
Şekil 5.5: $C\Delta$ akoru fraktal ağaç modeli adımları.	132
Şekil 5.6: $C\Delta$ akoru fraktal ağaç modeli.	133
Şekil 5.7: $D_{min}7$ akoru fraktal ağaç modeli adımları.	135
Şekil 5.8: $D_{min}7$ akoru fraktal ağaç modeli.	136
Şekil 5.9: $Esusb9$ akoru fraktal ağaç modeli adımları.	138
Şekil 5.10: $Esusb9$ akoru fraktal ağaç modeli.	139
Şekil 5.11: $Eb\Delta\#5$ akoru fraktal ağaç modeli adımları.	141
Şekil 5.12: $Eb\Delta\#5$ akoru fraktal ağaç modeli.	142
Şekil 5.13: $F\Delta\#4$ akoru fraktal ağaç modeli adımları.	144
Şekil 5.14: $F\Delta\#4$ akoru fraktal ağaç modeli.	145
Şekil 5.15: $F7\#11$ akoru fraktal ağaç modeli adımları.	147
Şekil 5.16: $F7\#11$ akoru fraktal ağaç modeli.	148

Şekil 5.17: G7 akoru fraktal ağaç modeli adımları.	150
Şekil 5.18: G7 akoru fraktal ağaç modeli.	151
Şekil 5.19: Gsus akoru fraktal ağaç modeli adımları.	153
Şekil 5.20: Gsus akoru fraktal ağaç modeli.	154
Şekil 5.21: Amin7b6 akoru fraktal ağaç modeli adımları.	156
Şekil 5.22: Amin7b6 akoru fraktal ağaç modeli.	157
Şekil 5.23: B ∞ akoru fraktal ağaç modeli adımları.	159
Şekil 5.24: B ∞ akoru fraktal ağaç modeli.	160
Şekil 5.25: B7alt akoru fraktal ağaç modeli adımları.	162
Şekil 5.26: B7alt akoru fraktal ağaç modeli.	163
Şekil 6.1: C Δ akoru fraktal ağaç modeli.	171
Şekil 6.2: C Δ akoru fraktal ağaç modeli.	171
Şekil 6.3: Dmin7 akoru fraktal ağaç modeli.	172
Şekil 6.4: Esusb9 akoru fraktal ağaç modeli.	173
Şekil 6.5: Eb Δ #5 akoru fraktal ağaç modeli.	173
Şekil 6.6: F Δ #4 akoru fraktal ağaç modeli.	174
Şekil 6.7: F7#11 akoru fraktal ağaç modeli.	175
Şekil 6.8: G7 akoru fraktal ağaç modeli.	175
Şekil 6.9: Gsus akoru fraktal ağaç modeli.	176
Şekil 6.10: Amin7b6 akoru fraktal ağaç modeli.	177
Şekil 6.11: B ∞ akoru fraktal ağaç modeli.	177
Şekil 6.12: B7alt akoru fraktal ağaç modeli.	178
Şekil 6.13: Majör akor fraktal ağaç modelleri karşılaştırması.	181
Şekil 6.14: Minör akor fraktal ağaç modelleri karşılaştırması.	182
Şekil 6.15: C Δ - C Δ karşılaştırma.	183
Şekil 6.16: F Δ #4 – F7#11 karşılaştırma.	184
Şekil 6.17: G7 – Gsus karşılaştırma.	185
Şekil 6.18: B ∞ - B7alt karşılaştırma.	186
Şekil 6.19: Esusb9 – Gsus karşılaştırma.	187
Şekil 6.20: Ters Esusb9 – Gsus karşılaştırma.	187
Şekil A.1: Genel Yaş dağılımı grafiği.	201
Şekil A.2: Genel Cinsiyet dağılımı grafiği.	201
Şekil A.3: Genel Müzik ile İlişki dağılımı grafiği.	202
Şekil A.4: C Δ akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği.	202
Şekil A.5: C Δ akoru Yaş Dağılımına Göre Pozitif-Negatif Seçim dağılımı grafiği.	203
Şekil A.6: C Δ akoru Pozitif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği.	203
Şekil A.7: C Δ akoru Negatif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği.	204
Şekil A.8: C Δ akoru Pozitif Seçim-Müzik ile İlişki dağılımı grafiği.	204
Şekil A.9: C Δ akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği.	205
Şekil A.10: C Δ akoru Yaş Dağılımına Göre Pozitif-Negatif Seçim dağılımı grafiği.	205
Şekil A.11: C Δ akoru Pozitif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği.	206
Şekil A.12: C Δ akoru Negatif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği.	206
Şekil A.13: C Δ akoru Pozitif Seçim-Müzik ile İlişki dağılımı grafiği.	207
Şekil A.14: Dmin7 akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği.	207
Şekil A.15: Dmin7 akoru Yaş Dağılımına Göre Pozitif-Negatif Seçim dağılımı grafiği.	208
Şekil A.16: Dmin7 akoru Pozitif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği.	208
Şekil A.17: Dmin7 akoru Negatif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği.	209

Şekil A.18: Dmin7 akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği.	209
Şekil A.19: Esusb9 akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği.	210
Şekil A.20: Esusb9 akoru Yaş Dağılımına Göre Pozitif-Negatif Seçim dağılımı grafiği.	210
Şekil A.21: Esusb9 akoru Pozitif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği.	211
Şekil A.22: Esusb9 akoru Negatif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği.	211
Şekil A.23: Esusb9 akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği.	212
Şekil A.24: EbΔ#5 akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği.	212
Şekil A.25: EbΔ#5 akoru Yaş Dağılımına Göre Pozitif-Negatif Seçim dağılımı grafiği.	213
Şekil A.26: EbΔ#5 akoru Pozitif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği.	213
Şekil A.27: EbΔ#5 akoru Negatif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği.	214
Şekil A.28: EbΔ#5 akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği.	214
Şekil A.29: FΔ#4 akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği.	215
Şekil A.30: FΔ#4 akoru Yaş Dağılımına Göre Pozitif-Negatif Seçim dağılımı grafiği.	215
Şekil A.31: FΔ#4 akoru Pozitif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği.	216
Şekil A.32: FΔ#4 akoru Negatif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği.	216
Şekil A.33: FΔ#4 akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği.	217
Şekil A.34: F7#11 akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği.	217
Şekil A.35: F7#11 akoru Yaş Dağılımına Göre Pozitif-Negatif Seçim dağılımı grafiği.	218
Şekil A.36: F7#11 akoru Pozitif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği.	218
Şekil A.37: F7#11 akoru Negatif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği.	219
Şekil A.38: F7#11 akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği.	219
Şekil A.39: G7 akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği.	220
Şekil A.40: G7 akoru Yaş Dağılımına Göre Pozitif-Negatif Seçim dağılımı grafiği.	220
Şekil A.41: G7 akoru Pozitif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği.	221
Şekil A.42: G7 akoru Negatif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği.	221
Şekil A.43: G7 akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği.	222
Şekil A.44: Gsus akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği.	222
Şekil A.45: Gsus akoru Yaş Dağılımına Göre Pozitif-Negatif Seçim dağılımı grafiği.	223
Şekil A.46: Gsus akoru Pozitif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği.	223
Şekil A.47: Gsus akoru Negatif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği.	224
Şekil A.48: Gsus akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği.	224
Şekil A.49: Amin7b6 akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği.	225
Şekil A.50: Amin7b6 akoru Yaş Dağılımına Göre Pozitif-Negatif Seçim dağılımı grafiği.	225
Şekil A.51: Amin7b6 akoru Pozitif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği.	226
Şekil A.52: Amin7b6 akoru Negatif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği.	226
Şekil A.53: Amin7b6 akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği.	227
Şekil A.54: B∞ akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği.	227
Şekil A.55: B∞ akoru Yaş Dağılımına Göre Pozitif-Negatif Seçim dağılımı grafiği.	228
Şekil A.56: B∞ akoru Pozitif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği.	228
Şekil A.57: B∞ akoru Negatif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği.	229
Şekil A.58: B∞ akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği.	229
Şekil A.59: B7alt akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği.	230

Şekil A.60: B7alt akoru Yaş Dağılımına Göre Pozitif-Negatif Seçim dağılımı grafiği.	230
Şekil A.61: B7alt akoru Pozitif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği.	231
Şekil A.62: B7alt akoru Negatif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği.	231
Şekil A.63: B7alt akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği.	232
Şekil A.64: CΔ akoru fraktal ağaç modeli kavram dağılımı grafiği.	232
Şekil A.65: CΔ akoru fraktal ağaç modeli kavram dağılımı grafiği.	233
Şekil A.66: Dmin7 akoru fraktal ağaç modeli kavram dağılımı grafiği.	233
Şekil A.67: Esusb9 akoru fraktal ağaç modeli kavram dağılımı grafiği.	234
Şekil A.68: EbΔ#5 akoru fraktal ağaç modeli kavram dağılımı grafiği.	234
Şekil A.69: FΔ#4 akoru fraktal ağaç modeli kavram dağılımı grafiği.	235
Şekil A.70: F7#11 akoru fraktal ağaç modeli kavram dağılımı grafiği.	235
Şekil A.71: G7 akoru fraktal ağaç modeli kavram dağılımı grafiği.	236
Şekil A.72: Gsus akoru fraktal ağaç modeli kavram dağılımı grafiği.	236
Şekil A.73: Amin7b6 akoru fraktal ağaç modeli kavram dağılımı grafiği.	237
Şekil A.74: B∞ akoru fraktal ağaç modeli kavram dağılımı grafiği.	237
Şekil A.75: B7alt akoru fraktal ağaç modeli kavram dağılımı grafiği.	238
Şekil B.1: Anket 1. Sayfa.	239
Şekil B.2: Anket 2. Sayfa.	240
Şekil C.1: Model 1.	243
Şekil C.2: Model 2.	243
Şekil C.3: Model 3.	244
Şekil C.4: Model 4.	244
Şekil C.5: Model 5.	245
Şekil C.6: Model 6.	245
Şekil C.7: Model 7..	246
Şekil C.8: Model 8.	246
Şekil C.9: Model 9.	247
Şekil C.10: Model 10.	247

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 5.1: Notaların frekans değerleri ve C3'e oranları.	121
Çizelge 5.2: Modal caz akorları frekans oranları.	121
Çizelge 5.3: Nota yön tayini.	124
Çizelge 5.4: Nota değer atamaları.	124
Çizelge 5.5: y değerleri.	125
Çizelge 5.6: γ değerleri.	125
Çizelge 5.7: d değerleri.	126
Çizelge 5.8: k değerleri.	126
Çizelge 5.9: y*k değerleri.	126
Çizelge 5.10: r & γ' değerleri 1.	127
Çizelge 5.11: r & γ' değerleri 2.	127
Çizelge 5.12: CΔ akoru çizim değerleri.	128
Çizelge 5.13: CΔ akoru ölçek değerleri.	128
Çizelge 5.14: CΔ akoru çizim değerleri.	131
Çizelge 5.15: CΔ akoru ölçek değerleri.	131
Çizelge 5.16: Dmin7 akoru çizim değerleri.	134
Çizelge 5.17: Dmin7 akoru ölçek değerleri.	134
Çizelge 5.18: Esusb9 akoru çizim değerleri.	137
Çizelge 5.19: Esusb9 akoru ölçek değerleri.	137
Çizelge 5.20: EbΔ#5 akoru çizim değerleri.	140
Çizelge 5.21: EbΔ#5 akoru ölçek değerleri.	140
Çizelge 5.22: FΔ#4 akoru çizim değerleri.	143
Çizelge 5.23: FΔ#4 akoru ölçek değerleri.	143
Çizelge 5.24: F7#11 akoru çizim değerleri.	146
Çizelge 5.25: F7#11 akoru ölçek değerleri.	146
Çizelge 5.26: G7 akoru çizim değerleri.	149
Çizelge 5.27: G7 akoru ölçek değerleri.	149
Çizelge 5.28: Gsus akoru çizim değerleri.	152
Çizelge 5.29: Gsus akoru ölçek değerleri.	152
Çizelge 5.30: Amin7b6 akoru çizim değerleri.	155
Çizelge 5.31: Amin7b6 akoru ölçek değerleri.	155
Çizelge 5.32: B♭ akoru çizim değerleri.	158
Çizelge 5.33: B♭ akoru ölçek değerleri.	158
Çizelge 5.34: B7alt akoru çizim değerleri.	161
Çizelge 5.35: B7alt akoru ölçek değerleri.	161
Çizelge 6.1: C Majör Gam üzerinden majör/minör akor oluşumu.	165
Çizelge 6.2: C Melodik Minör Gam üzerinden majör/minör akor oluşumu.	166
Çizelge 6.3: Anket 1. soru analizi.	169
Çizelge 6.4: Anket 1. soru yüzde analizleri.	170
Çizelge 6.5: Anket 2. soru değerlendirme analizi.	179

Çizelge C.1: y değerleri.	241
Çizelge C.2: y değerleri.	241
Çizelge C.3: x değerleri.	241
Çizelge C.4: k değerleri.	241
Çizelge C.5: x' değerleri.	241

CAZIN PİYANO ÜZERİNDEN MATEMATİKSEL ANALİZ İLE FRAKTAL GEOMETRİ İLE İLİŞKİSİNİN ANALİZİ

ÖZET

Fraktal Geometri doğada var olan, kendini her ölçekte tekrar eden matematiksel algoritmaları tanımlamaktadır. Bu algoritmalar günümüzde karmaşık ve kaotik formları analiz etmeyi sağlamaktadır. Mimari ile direk olarak bağlantılı olan Fraktal Geometri'nin algoritmik oranları estetik harmonik oranları yakalamaktadır. Bu sayede tasarım unsuru olarak kullanılmakta, estetik oranları analiz edilebilmektedir.

Günümüzde müzik ile mimarlığı bağlayan çalışmaların sayısı son derece azdır. Dolaylı olarak müziğin içerisinde yatan harmonik oranları bulmak mimari ile bağlantısının temellerini atmaktadır. En büyük mimarlık örneği olan doğada basit yapılardan çok karmaşık geometrilerin bulunması müzikte bunun eşdeğeri olan cazı göstermektedir. Caz, müziğin en karmaşık sistemidir. Armoni olarak klasik müzikten çok daha ileridedir. Cazin yapısının temelleri incelendiğinde matematiksel olarak belirli oranlara ulaşılmaktadır. Elde edilen matematiksel oranlar fraktal geometrisi yöntemi kullanılarak fraktal modellere çevrilmiştir. Bu şekilde mimari ve caz arasında bir bağlantı kurulabilmesi hedeflenmiştir.

Çalışmanın birinci bölümünde konunun mimari tasarım kapsamındaki yeri açıklanmıştır. Tezin amacı, kapsamı, araştırma boyunca izlenecek yöntemler açıklanmıştır, hangi aşamada nasıl gerçekleştirileceği konusu ele alınmıştır.

Tezin ikinci bölümü kuramsal çalışmayı içermektedir. Tez kapsamında modelleme yapılacak iki ana alan olan Fraktal Geometri ve Cazin çalışmanın ilerleyen bölümlerinde bağlantısının kurulabilmesi için Geometri ve Müzik'in Mimarlık ile ilişkileri işlenmiştir. Düşünsel olarak kavramların oturabilmesi, araştırmanın ilerleyen aşamalarında yaratıcılığını pozitif etkileyeceği düşünülmektedir.

Üçüncü bölüm kapsamında cazı ve teorik oluşumunu açıklamak amacıyla müziğin temelleri ele alınmıştır. Müzik tanımı ve gelişimi ile birlikte klasik müzik teme teorisi açıklanmıştır. Bu bilgiler bazı oluşturacak şekilde cazın kısa tarihi işlenerek caz armonisine geçiş yapılmıştır. Araştırmanın modelleme bölümünde kullanılacak olan temel modal caz armonik akorları bu bölümde oluşturulmuştur. Armonik akorları ilerleyen uygulama bölümünde matematiksel olarak sınıflandırabilmek amacıyla piyano üzerinden yapılacak frekans tanımlarının anlatılması için piyano ve temel yapısı ele alınmıştır. Müziğin ve cazın algısal altyapısı ele alınarak armonik yapının duygusal izlenimleri için altyapı oluşturulmuştur.

Dördüncü bölüm, fraktal geometri temellerini kapsamaktadır. Fraktal geometri algoritmasının basit oluşturulma mantığı işlenerek temel fraktal modeller tanıtılmıştır. Temel mantık olan geri bildirim mekanizması caz armonilerinin fraktal

geometriye dönüştürülmesinde kullanılan yöntemdir. Klasik fraktal modeller ele alınmış ve doğada bulunan formların nasıl üretilebileceği gösterilmiştir.

Beşinci bölüm, bundan önceki bölümlerde elde edilen bulguların kullanıldığı bölümdür. Dördüncü bölümde elde edilen modal caz armonik akorlarından fraktal model geliştirilebilmesi için yöntem belirtilmiştir. Modelle için modal caz akorları temel başlıklarda gruplanmış, gruplanan akorların nota analizleri yapılmış, yapılan nota analizleri üzerinden frekans atamaları yapılmış ve frekansların oranları hesaplanmıştır. Frekans harmonik oranlarına göre geometrik fraktal algoritmaları tanımlanmıştır. Tanımlanan algoritmalar belirlenen temel caz akorlarına uygulanarak Matlab programı ile modelleme yapılmıştır.

Altıncı bölüm, modellemesi yapılan caz armonik akorlarının karşılaştırıldığı bölümdür. Biçimsel ve armonik olarak karşılaştırma yapılmış, modellerin karakteristik özellikleri tespit edilmiş, aralarında biçimsel, armonik ve algısal bağlar kurulmuştur.

Sonuç bölümünde ise tüm aşamalar sonucunda elde edilen caz ile mimarinin arakesiti olan modellerin arasındaki temel bağlantılar, araştırmanın geliştirilebileceği altyapılar üzerinde durulmuştur. Tezde önerilen mimari ve caz bağlantısının sağlayacağı katkılar ve uygulama alanları tartışılmıştır.

Tez, mimarinin önemli bir unsuru olan geometrinin caz ile bağlantısı üzerinedir. Tez kapsamında bağlantı modal caz akorları üzerinden fraktal ağaç modelleri oluşturularak kurulmuştur. Araştırmanın temel adımı olan caz akorlarının geometriye dönüştürülmesi mantığı ile araştırma geliştirildiğinde ileri matematik ve müzik bilgisi kullanılarak üç boyutlu alan tanımlamalarına gidilebileceği, caz ile mimari tasarım yapılabileceği öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mimari tasarım, müzik, geometri, caz, fraktal geometri, armoni, algoritma, üretken yaklaşım, Matlab, modelleme

MATHEMATICAL ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN JAZZ AND FRACTAL GEOMETRY OVER THE PIANO

SUMMARY

Fractal Geometry defines the algorithm of the natural phenomenon that exhibits a repeating pattern which displays at every scale. Fractal algorithm helps analyzing the complex and chaotic forms. The algorithmic ratios of fractal geometry that are defined in Architecture is related to harmonic ratios in aesthetics. For that reason it is also used to analyze harmonic ratios of aesthetic design.

The connection between Architecture and Music is remarkably weak. Analyzing the harmonic ratios in music, implicitly establishes the foundations of the relationship between Architecture. The complex forms of nature stands for the complex form of music, jazz. Jazz is considered as the most sophisticated form of music and it's way beyond the classical music theory. Analyzing the form of jazz gives some harmonic ratios. Using fractal geometry algorithm the jazz harmonic ratios are converted to visual forms to identify the relationship between architecture and music.

First chapter of the study includes the aim of the thesis and its scope. The aim of the thesis considers finding a connection between the fractal geometry and modal jazz chords. It may not be seen as directly connected to architecture at the first sight but it is related to one of its disciplines, geometry. Geometry is one of the most important issues in architectural design. Whether a building is aesthetic or not, it is directly related to some geometric ratios that is hidden in the form. The same ratios also exist in music which makes it understandable, loveable therefore aesthetic for the listeners.

Both auditorial and visual disciplines, music and geometry have some harmonic ratios hidden that creates the most aesthetic form out of them. First of all, to create a connection between to different perceptions one instrument is chosen, piano. The reason of the choice is that piano has the whole harmonic scale that can be used to create chords. The frequencies in the third and fourth scale of the piano is used in modelling.

Secondly, the Koch Curve fractal algorithm is used as the logic in modelling jazz chords. Only tonality is considered while modeling. The reason for that is the rhythm creates more complicated musical forms that needs to be analyzed with advanced mathematics. Over the tonality, the modal jazz chords are converted to tree fractal models. Twelve tree models are shown to 119 people with a sample survey. The purpose of the survey is finding the emotional impression of the models without listening to their chords.

After that, the emotional meanings of the the jazz chords and the results of the survey are compared to find a connection between auditorial and visual perception.

Lastly, modal jazz chords and their fractal modals are matched up over their emotional impressions. It shows that both visual and auditorial perception has a hidden connection. The aim of the thesis is to find a connection exists and to use that connection to create architectural design over rhythmic and tonal, orchestral, more complicated jazz music.

Second chapter includes the theoretical and practical fields. The relationship between architecture & geometry and architecture & music is explained. Understanding the basic foundation of the concept of the study affects the creativity in a positive way.

Aesthetic in architecture is directly related to some harmonic ratios in geometry. The most common form of aesthetic is named as the golden ratio. Golden ratio is a hidden ratio that exists in every part of the nature. It is also defined by the Fibonacci series. Finding the golden ratio in architectural design gives an aesthetic value. In music the making of the instruments, toning, playing and composing have some ratios that makes it more aesthetic. In both disciplines geometry and music, the first intension is to find aesthetics whether it is visual or auditorial.

In chapter three, the basic music studies are discussed. The definition and the history of music are explained. Basics of music are given to explain the jazz music. Basic classical music theory is the fundemantal of creating the modal jazz chords. In this study only C scale is used to create jazz modes. To create variety of modal chords, C major and C melodic minor scales are used. Over the major and melodic minor scales, it has ben generated twelve different modal jazz chords. The modal jazz chords which are the inputs of the fractal modeling are defined in this chapter.

In jazz theory there are seven different modes ine every tone. The first mode is Ionian, second mode is Dorian, third mode is Phrygian, fourth mode is Lydian, fifth mode is Mixolydian, sixth mode is Aeolian and seventh mode is Locrian. Twelve different jazz chords are generated over seven jazz modes. To categorize the modal jazz chords, the basics of piano are explained and the frequencies of the notes are given in the third and fourth octave in piano. As the last part of chapther three, the music perception is discussed. The importance of the auditorial and the visual perception is that they are the key part that connects the different disclplines by their emotional impressions.

Chapter four includes the basic fractal geometry. Feedback mechanism, algorithm of the basic fractal models is explained. The logic of the fractal geometry relies on the feedback mechanism. Feedback mechanism uses the output as an input in every step of the process. That is the most important part of fractal that generates itself in every scale. Video feedback is the visual form of the feedback algorithm and help us to see the visual results while creating fractals. Chaos game is explained to define the complex form of a simple rule. After explaining the logic of fractal generation the basic fractal models are explained, Cantor Set, Sierpinski Triangle, Koch Curve, Peano Curve, Hilbert Space. Nature form of fractal geometry is the inspiration of the creation for the fractal models. The complexity of the nature could be explained by fractal geometry and its definitions.

In chapter five, the practical method is defined to transform the modal jazz chords (that is created in chapter three) to fractal models. The modal jazz chords are defined

note by note and their frequencies and their ratios are calculated. Ten four note chord and two five note chord is created.

The fractal algorithm is generated by the frequency ratios of the modal jazz chords. For these modal jazz chords, the frequency ratios are calculated. These ratios is used to create a fractal tree. Two octave frequency value is appointed as the stem of the tree. And the notes in the chord are appointed as the branches of a tree. The algorithm is generated for five steps in each fractal model for chords. The steps and the main model is generated. The fractal models are created using Mathlab.

Chapter six includes the survey results, the characteristic and similarities of the generated fractal models and the spesific comparison of jazz the harmonies. The the survey the models are shown to random people mixed as gender and age. The emotional impressions of the models are asked. The results are compared to the studies that had made about the emotional meanings of the jazz harmony. In addition to this, the fractals are compared inside. The same note chords and the same kind notes ara specifically compared. The characteristics of major scale and melodic minor scale are analyzed.

Chapter seven includes the relationship between all the harmonic fractal models is analyzed. The results obtained points out that a certain relationship between music and architecture exists. The study approach could be improved by analyzing rhythmic patterns, compositions of jazz.

The thesis includes a multidisciplinary study to create a connection between jazz and geometry. Music, Geometry, Mathmatics and Psychology are the main subjects of the study. With classical music theory jazz model chords are created, with mathmatics the jazz chords are analyzed, with geometry the modal jazz chords are converted to tree fractal models and with psychology the relation between jazz and fractal geometry is analyzed. The relationship between jazz and geometry shows that there is a certain emotional structure underneath the both of the disciplines. This relationship could be evolved to the relationship between more complex music, jazz compositions and more complex geometry, nature. Nature is the biggest inspiration of architecture.

Architectural design is affected from natural forms. Understanding the harmony in both visual and auditorial forms in nature gives us a chance to reverse the connection and create it from music, especially jazz which is the exact equivalent of complexity in music. Using different models than Koch Curve, also using complex numbers and Julia Set, Mandelbrot Fractal in modelling would create architectural forms out of music. The prevision of this thesis is, improvement of the jazz chords and fractal models that are used, could provide a design system which relies on music. Jazz can create hospitals, concert halls, highways etc. The relationship between music and geometry could create a new field of multidisciplinary design system.

Keywords: Architectural design, music, geometry, jazz, fractal geometry, harmony, algorithm, generative approach, Mathlab, modeling

1. GİRİŞ

Sanat kendini farklı formlarda ortaya çıkarmaktadır. Bu formlar insan algısı ile oluşup, düşünsel süreç içerisinde şekillenerek yorumlanmaktadır. Sanat olarak tanımlanabilecek nitelikteki yaratımlar belirli harmoniler içerisinde oluşturulmaktadır. Çoğu zaman nedeni tam olarak açıklanamasa da ortak beğeni toplayan yaratımların hissedilen, analiz edildiğinde ortaya çıkan matematiksel bağlantılarının olduğu görülmektedir. Aynı disiplin içerisindeki yaratım süreçleri ve ürünlerinin incelenmesi empirik sonuçlara ulaşılmasını kolaylaştırmaktadır. Fakat farklı disiplinleri karşılaştırabilmenin tek tarafsız yolu matematiksel analizdir.

Görsel algının ön planda olduğu Mimarlık disiplini estetik oranlara dayanmaktadır. Formlar oluşturulurken yararlılık, kullanım, fayda vb. parametreler ile oluşturulan ürünün görsel formu içerisinde birçok matematiksel oran bulunmaktadır. Bir diğer algı biçimi olan işitsel algının rol oynadığı müzik disiplininde yaratılan kompozisyonlar da aynı şekilde matematiksel bir oran ile oluşturulmaktadır. Psikolojide fizyolojik olarak görsel ve işitsel algının beynin farklı bölümlerinde oluşumu incelendiğinde, bilimsel araştırmalar görsel ve işitsel algı arasında ile henüz çözülememiş bir bağlantı olduğu kabul edilmektedir. Bu bağlantının kurulabilmesi iç içgüdüsel yaklaşımın matematiksel analiz ile incelenmesi gerekmektedir.

Mimari yapılarda dönemsel, bölgesel ya da farklı etkiler ile ortaklık gösteren form benzerlikleri bulunmaktadır. Çok çeşitli formlar hem görsel hem de felsefi olarak zenginlik içerisinde. Bu zenginliğe eşdeğer zenginlikle işitsel bir disiplin olan Caz bulunmaktadır. Tıpkı mimaride olduğu gibi müzikteki oranlar da kendi içerisinde kullanım olarak birbirinin tekrarlamaktadır. Caz müziği karmaşık yapıda bulunan birçok oran barındırmaktadır. Caz harmonileri matematiksel olarak analiz edildiğinde ortaya belirli formüller çıkmaktadır. Bu formüller Fraktal Geometrisi teknikleri kullanılarak görselleştirildiğinde (fraktal modeller oluşturulduğunda) caz armonilerinin mimaride felsefi ortaklık taşıyan formlar ile benzer karakteristik

özellikler taşıdıkları ortaya çıkmaktadır. Bu ortaklık sanat dallarıyla uğraşan insanlarda daha güçlü duygusal izlenimler yaratmaktadır.

Fraktal geometri doğada bulunan karmaşık formların biçimlerini matematiksel olarak açıklayabilmektedir. Kendini tekrarlayan, her ölçekte aynı karakteristik özelliklere sahip olan, kendine türeyen mekanizmalardır. Fraktal mantığı ile doğada bulunan kaotik yapılara düzen ve matematik kavrayış getirilebilmektedir. Analiz yöntemin farklı formlar üzerinde de uygulanabileceğini göstermektedir.

Belirli bir duygusal açılıma sahip olan bir caz akorunun karşılığı olan görsel formlar vardır. Hangi matematiksel formülle geometrik bir yapı oluşturulursa oluşturulsun bu formlardaki karakteristik özellikler değişmemektedir. Araştırmanın temeli ritim, melodi, kompozisyonlar olmaksızın sadece temel modal caz akorlarının incelenmesi ile iki boyutlu fraktal görsellerinin ortaya çıkarılmasına dayanmaktadır. Araştırma ilerledikçe işitsel parametrelerin komplikasyonu ile oluşturulan görseller karmaşık fraktal sistemlerde de incelenebilecektir.

1.1 Alan ve Tanım

Mimarlık çağlar boyunca içerisinde bulunduğu dönemin karakteristiklerini taşıyan çevre koşulları, doğa, sanat gibi faktörlerden etkilenmiştir. Tek bir disiplin ile sınırlanamayan mimarlığın genel olarak görsel etkileşimleri üzerine çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Görsel etkileşim mimari tasarım sürecinde ilham alınan görsel öğeleri, akımları içermektedir. Bu öğeler formlar şeklinde gruplanmakta ve geometrik olarak analiz edilmektedir. Geometrik analizler sonucunda belirli oranlar elde edilerek ise estetik tasarımlar oluşturulmaktadır.

Estetik kavramı tasarımda önemli rol oynamaktadır. İnsan kavrayışında en aktif iki algı sistemi görsel ve işitsel algıdır. Görsel estetik sanatın farklı dallarında ve mimaride haz yaratmak amacıyla belirli oranlar çerçevesinde oluşturulmaktadır. Aynı şekilde işitsel estetik ise kulağa güzel gelen melodiler kısacası müzik olarak tanımlanmaktadır. İşitsel tasarımda estetik yaratılırken de bazı kurallar ve oranlar kullanılmaktadır.

Görsellik ve işitselliğin ortak noktası ikisinde de haz veren estetik oranların bulunmasıdır. Fakat bu oranlar kendi disiplinleri içerisinde farklı terminoloji ve

yöntemler ile hesaplanmaktadır. Mimari tasarımda en basit formlar Euclid Geometrisine dayanmakta iken Müzikte en basit formlar klasik müzik teorisi açıklanabilmektedir. Temelde görsel bir disiplin olan mimarlık kullanılan geometrik formlara indirgendiğinde ve aynı şekilde işitsel bir disiplin olan müzik klasik teorileri ışığında incelendiğinde ortak yöntem ile kesişim noktası yaratılabilmektedir.

Geometrinin temel taşları olan Euclid Geometri son yüzyılda geliştirilerek bilimin ilerlemesi ile Fraktal Geometri oluşturulmuştur. Fraktal geometri doğada bulunan karmaşık formların altında yatan düzeni ve kuralları ortaya çıkarmaktadır. Düzeni ortaya koyarken ise belirli bir yöntem izlemektedir. Aynı şekilde temeli klasik müziğe dayanan karmaşık yapıdaki caz müziği de karmaşık düzenlemeleri içermektedir. Fraktal geometri algoritması ile karmaşık olan caz müziği analiz edildiği zaman müzikte armonilere denk gelen görsel formlar oluşturulabilmektedir.

Psikolojide görsel ve işitsel algı arasında bir bağlantı olduğu kabul görmesine karşın henüz bunu kanıtlayan çalışmalar yapılmamıştır. Fakat farklı caz armonilerinin verdiği karmaşık duygusal alt yapı ile aynı armonik akorlar üzerinden farklı formüllerle ile oluşturulan fraktal geometri formları arasında benzer karakteristik özellikler görülmektedir. Direkt olarak tanımlanamayan görsel-işitsel formların algıları arasındaki ilişki bu şekilde daha somut olarak anlaşılabilir.

Caz müziği klasik müziğe oranla daha karmaşık olduğundan çok daha zengin formlar ve nüanslar içermektedir. Bu nedenle klasik müzik değil caz müziğinde kullanılan akorların analizi fraktal geometride çeşitliliğe neden olmaktadır. Zengin müzik analizi beraberinde zengin form çıktılarını elde etmektedir.

Yaratım süreç ve teknikleri birbirinden çok farklı olan temel iki algı sistemi üzerine kurulu farklı disiplinler Mimarlık ve Müzik arasında matematik analizi ile karmaşık sistemde Fraktal Geometri tekniği kullanılarak ilişki kurulabilecektir.

1.2 Amaç

Mimarlık birçok farklı disiplinden etkilenmektedir. Etki alanında bulunan görsel disiplinlerin direkt olarak tasarım sürecindeki bağlantıları analiz edilebilmektedir. Form değişimi ve etkileşimi göz ile görülebilir, kanıtlanabilir niteliktedir. Mimarlığın

etkileşimde bulunduğu başka bir disiplin olan Müzik ile arasındaki bağlantı somut olarak ifade edilememektedir. Algı farklılığı kıyas ve analizi engellemektedir.

Mimarlık ile Müzik arasında ortak bir dil bulabilmek amacıyla matematik kullanılmaktadır. Matematik mimari formların altında yatan geometrik oranları verdiği gibi müzikte harmonik oranlara da ulaşılmasını sağlar. Doğayı anlama çabası bilimsel yaklaşımı doğurmuş, formların oluşumu ile ilgili kanıtlanabilen bir sistem kurulmasına sebep olmuştur. Kavrayışta en temel sistem Euclid Geometrisi olarak bilinmektedir. Basit geometrik şekillerden çizgi, daire, dikdörtgen vb. oluşan Euclid Geometrisi soyut anlamda doğadaki karmaşık formları tanımlayamamaktadır. 20. yüzyılın son çeyreğinde ortaya çıkmış olan fraktal geometri karmaşık sistemleri ve kaotik yapıları matematiksel olarak tanımlayabilme yetisiyle doğaya analiz edebilmektedir.

İnsanoğlunun duyma ve duyduğu sesi taklit edebilme yeteneği ile kulağa melodik, güzel gelen işitsel dizilimlerden elde edilen müzik belli temel kavramlara dayanmaktadır. Bu temel kavramlar ise ilk aşamada klasik müzik teorisi ve terminolojisi ile açıklanabilmektedir. Fakat insan kulağının algılayabileceği şekilde oluşturulan daha karmaşık melodi ve armonilerin oluşturduğu müzik türü olan caz karmaşık yapıya sahiptir ve analiz edilebilmesi kolay değildir. Aynı görsel olarak doğadaki karmaşık formlar gibi caz da işitsel algının estetik olan müzik formudur.

Tezin amacı Fraktal Geometri algoritması mantığını modern caz teorisine uygulayarak ritim olgusunu karıştırmadan başlangıçta sadece melodik akorlar yani armoniler üzerinden analiz yapmak, caz akorlarının görsel modellerini oluşturmaktır. Oluşturulan modeller arasında tasarım süreçleri, psikolojik algılanma süreçleri arasında bağlantı kurabilmektir.

Matematiksel analiz ile görsel formlara dönüştürülen temel modal caz akorları estetik kavramında önemli olan unsurları barındırmaktadır. Örneğin Barok Mimari özelliği olan yükseklik algısı, süreklilik aynı şekilde Barok müzikte de ritmik ve melodik unsurlarda bulunmaktadır. Bunun gibi görsel işitsel yaratımlar arasındaki bağlantı ancak bir ögenin matematik üzerinden diğerine dönüştürülerek karşılaştırması ile elde edilebilmektedir. Elde edilen basit karmaşık temel bulguları geometrik formlar geliştikçe karşılığı olan işitsel formu da etkileyecektir. Psikolojik olarak beynin

görsel ve işitsel algılayışı arasındaki bağlantı kanıtlanamamış olsa da yapılan çalışmalarda form dönüşümleri ile elde edilen temel benzerlikler ortaya konulacaktır.

Mimarlığın direk olarak ilgili olduğu geometri ile bağlantısı caz akorları üzerinden kurulacaktır. Oluşturulan temel caz fraktallarının modelleme unsurları, yöntemleri daha karmaşık alan oluşumlarının yaratılabilmesi için temel oluşturmaktadır.

Araştırma ilerletildiği takdirde caz akorları ile fraktal geometri arasında direk olarak kurulan bağlantı, akorların geliştirilmesi, farklı enstrümanlar üzerinden tek ya da beraber analiz yapılması, ritim katılması ile ileri matematik kullanarak mimari yapıları tanımlayabilecek, müzik kalıplarına göre mimari yapılar üretebilecek yeterliliğe ulaşacaktır. Yapılan tez çalışması bu öngörünün sadece temel yöntemi olup, yöntemin karmaşık yapılarda işlenmesi ile mimari tasarımda cazın kullanılabilmesine olanak verebilecektir.

1.3 Kapsam

Çalışma kapsamında, karmaşık işitsel yapıya sahip olan modal caz akorlarının matematiksel analizi ile fraktal modellere dönüştürülmesi için yaklaşım geliştirilmiştir. Fraktal geometri algortimik prensiplerini kapsayan bu yaklaşım, modal caz akorları arasında bulunan temel akorların üzerinden geliştirilmiştir.

Araştırmada psikolojik algı sürecini görsel ve işitsel algıya yoğunlaşarak göz önünde bulundurulmuştur. Algı oluşumu ile algının geliştirilmesi, algının hitap ettiği disiplinler üzerinde incelenmiştir. Bu disiplinler Mimari ve Müzik olup, ikisinin de tasarım ürünlerinin karmaşık yapılarının altındaki matematik bağlantısı incelenmiştir. Bu şekilde Psikoloji disiplinin de eklendiği Mimarlık ve Müzik bağlantısı araştırmasının temel taşı olan Matematik disiplini de yer almaktadır. Dolaylı olarak birbiri ile bağlantılı olan farklı disiplinlerin bir araya getirildiği araştırma kapsamında disiplinler ile ilgili temel bilgiler verilmiştir. Psikoloji ile ilgili insan algısı, müzik ile ilgili tarih, klasik müzik teorisi, caz gelişimi ve teorisi, modelleme yapabilmek için matematik ile ilgili fraktal algoritma mantığı ve temek fraktal modeller, son olarak da müziğin modellemede matematiksel gruplanabilmesi için notalara frekans atamaları yapabilmek amacıyla piyano ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

Yapılan araştırma sonucunda bütün bilgiler kullanıldığında temel fraktal modeller ve algoritmaları örnek alınarak, modal caz akorlarını oluşturan notaların frekans değerleri üzerinden yapılan gruplamalarla temel akorların fraktal modellemesi yapılmıştır. Modelleme yapılırken esas alınan teknikler her aşamada belirtilmektedir. Benzer akorlarda yakalanan benzer formlar ya da farklı akorların benzer algoritmalar ile oluşturulan fraktal modelleri arasındaki benzer karakteristik özellikler incelenmiştir. Müzik analizinde ritim, zaman unsurları değerlendirilmemiştir. Sadece tonalite yani seslerin bir arada yarattığı harmoni üzerinden çalışma yapılmıştır. Bunun nedeni ritim faktörünün kompozisyonu karmaşıklığını içermesi ve araştırmanın başlangıç aşamasına göre daha ileri düzey matematik gerektirmesidir. Bu nedenler önce temel taşlar olan tonalite incelenecek, araştırmanın ilerleyen basamaklarında kompozisyon, ritim, orkestrasyon gibi daha kaotik düzenler içeren müzikal birliktelikler incelenebilecektir.

Çalışmanın amacı duygusal olarak hissedilebilen fakat nedenselliği üzerinde bilimsel çalışmalar ile henüz kanıtlanamamış olan ortaklıkların matematiksel bağlantısının kurulmasıdır. Bu bağlantının geliştirilmesi Mimarlık disiplininde var olan tasarım unsurları ile Müzik disiplininde var olan tasarım unsurlarının temellerinin dayandığı ortak bir zemin oluşturabilmektir.

1.4 Yöntem

Geometri ve Caz arasındaki bağlantıyı kurabilmek amacıyla öncelikle disiplinler arası ilişki, sonrasında teorik bilgi verilmiştir. Bilgiler doğrultusunda yapılan matematik analiz caz müziği üzerinde uygulanarak akorlar fraktal geometrisi ile görselleştirilmiş, aralarındaki ilişkiler analiz edilmiştir.

- Görsel bir Disiplin olan mimarlığın geometri ile ilişkisi, oranların oluşumu ve kullanılması incelenmiştir.
- Mimarlığın farklı algı biçimi olan işitsel algı temelli Müzik disiplini ile olan ilişkisi incelenmiştir.
- Müziğin oluşumu göz önünde bulunarak temel klasik müzik tarihi ve teorisi bilgisi verilmiştir.
- Klasik müziğin oluşumundan sonra gelişen caz müziğinin tarihi, gelişimi anlatılmıştır.

- Teorik olarak caz müziğinde temel modal armonik akorların oluşturulma yöntemi analiz edilmiştir.
- Armonik akorların somut olarak tanımlanabilmesi için piyano özellikleri tanımlanmıştır.
- Piyano üzerinden frekans analizi ile belirlenen temel modal caz akorlarının frekans tanımlamaları yapılmıştır.
- Müziğin bilimsel olarak psikolojik algı ve tasarım süreci incelenmiştir.
- Fraktal Geometri algoritma elde edilmesi ile tarihsel ve bilimsel gelişim süreci anlatılmıştır.
- Klasik Fraktal modeller kullanılarak, modellerin algoritmik kuralları gruplanmış, analiz edilmiştir.
- Klasik Fraktal modellerin algoritmik yapıları örnek alınarak modal caz akorlarına uygulanabilecek Matlab fraktal model algoritmaları geliştirilmiştir.
- Geliştirilen fraktal model algoritmaları caz akorlarının piyano üzerinden elde edilen frekans analizi sonucu elde edilen frekans grupları oranları kullanılarak uygulanmıştır.
- Farklı algoritmalar üzerinden üretilen modal caz akorlarının görsel modelleri biçimsel ve melodik olarak karakterize edilmiş, karşılaştırılmıştır.
- Fraktal form ile modal caz akorları arasında görsel bir bağlantı kurularak farklı disiplinlerin ilişkileri analiz edilmiştir.

1.5 Beklenen Sonuç

Araştırma Mimari ve Müzik arasında tasarım sürecinde ortaklık olduğunu savunan düşünce üzerinde kuruludur. Var olduğu savunulan ortak bağlantısı bilimsel olarak matematiksel analiz ile incelenmiştir. Müzikte modal caz akorlarının frekansları ile gruplanarak matematiksel olarak fraktal algoritmasına aktarılması ile oluşturulan modeller bu bağlantıyı kurmaya, karşılaştırma yapmaya olanak vermektedir. Caz ile Fraktal modellerin oluşturulmasının ilk aşaması olan modal caz akorlarının düzenlenmesi araştırmanın ritim, kompozisyon, orkestrasyon içeren modellerinin yapılabileceği daha karmaşık altyapıların matematiksel analizi ile görsel ürünlerinin oluşturulup yeni ilişkiler kurulabileceği bir altyapı hazırlamaktadır. Araştırma geliştirildiğinde karmaşık müzik sistemlerinin analizi ise görsel karşılığı olan

karmaşık mimari tasarımların analizi eşleştirilerek mimari tasarımın katmanı olarak süreci etkileyeceği, yönlendireceği öngörülmektedir.

2. MİMARLIĞIN FARKLI DİSİPLİNLER İLE İLİŞKİSİ

Algı süreci asırlar boyunca kavramların oluşmasındaki en önemli etken olmuştur.

Doğa, içerisinde yaşamını sürdüren bütün canlıların sistematik bir şekilde yaşaması sonucunda döngüsünü her daim devam ettiren devasa bir mekanizmadır.

Araştırmalar iletişim farkından dolayı her ne kadar somut ve kesin olmasa da insanların dışında doğada yaşayan canlıların kavramsal altyapılar geliştirmediklerini savunulmaktadır. Bu savunmanın dayanağı ise dönüşümdür. Canlıların etkileşim halinde bulunduğu çevrenin yüzyıllar sonra da benzer formlara sahip olarak kalabiliyor olması düzenin devam ettiğine işaretken, canlı varlıkların yorumlama özelliklerinin değişmediğini göstermektedir. Fakat insanın fiziksel ve zihinsel gelişim sürecinde içerisinde yaşadığı ortamı sürekli olarak yorumladığı ve farklı şekillerde dönüştürdüğü görülmektedir. Bu dönüşümün kaynağı ise insan beyninin algılayış farklılıkları ile doğadan ham olarak aldığı uyaranları beyinlerinde belirli kavramlar oluşturmak için kullanmalarıdır. Kavramsal altyapı algılar üzerinden yaratımı sağlamaktadır.

Algı süreci ile yaratım en önemli iki duyu olan görsel ve işitsel duyular üzerinde yoğunlaşmıştır. Duygusal dışavurumun en önemli örneklerinden biri olan müzik, kavramsal altyapıdan en çok etkilenen ve en çok ürün veren oluşumdur. Bunun nedeni gerek bütün canlılar gerek ise insanlar için olsun iletişimin önemli derecede aktarılmasını sağlayan seslerdir. İnsan oğlu ilk zamanlarında vücut dili ve çıkardığı basit seslerle iletişim kuruyor iken, sonraları ses kullanabilme hakimiyetini arttırarak anlaşabilecekleri dilleri oluşturmuştur. Dil oluşumu fazla fiziksel enerji harcamadan yani vücut dilini daha az kullanarak sesin üzerinden iletişimi güçlendirmiştir. Bu nedenle görsel algının daha dikkat çekici varsayılmasına rağmen aslında kavramsal altyapının oluşumu, paylaşımı, aktarımı ile iletişim kurmayı sağlayan en önemli faktör dil olmuştur.

Dilin kullanımı anlam yüklenmesi ile güç bulurken uyarılan kulağı haz veren sesleri de ekleyerek dili desteklemek insan duygusal zekasını etkileyen sözlü müziği ya da

insan sesi ile icra edilen müziği oluşturmaktadır. Müzik ile insan var olduğu ortamdaki duygusal izlenimlerini tanımlayabilmekte, bütün insanların farklı koşullarda hissedebildikleri ortam duyguların bağlantısı ile izlenimlerini aktarabilmekte, kısaca içerisinde bulundukları çevreyi müzikal olarak yorumlayabilmektedirler.

Müzikal yorumlama yeteneği işitsel bir dönüşümdür. Aynı şekilde insan içerisinde yaşadığı ortamı görsel bir şekilde de yorumlamaktadır. Görsel yorumlama en ilkel şekilde kendine haz veren ya da varlığını tehdit etmeyen ortamda bulunma dürtüsünden gelmektedir. Hayatta kalma tehlikesi ortadan kalktıkça haz duygusu ön plana çıkmış, renkler, formlar, dokular ve onların birlikteliğinden doğan yaratımlar ortaya çıkmaya başlamıştır. Mimari fiziki yapıları tasarlama sanatı ve bilimidir. Besin kaynağı insanın kavramsal altyapısıdır. Birçok farklı disiplinden etkilenmektedir. Mimarlık görsel formları estetik açıdan yaratıcılık ile müzik işitsel formları estetik açıdan yaratıcılık ile oluşturmaktadır. İkisinin ortak yanı estetik arayışıdır. Biçim ve algı farklılığı Mimarlık ve Müzik arasında var olan bağlantının ilk bakışta anlaşılıp analiz edilebilmesi için olanak vermemektedir. Fakat her sanat dalındaki gibi bu iki daldaki bağlantı da yüzyıllar boyunca insanoğlunun gelişiminde paralel olarak kendini göstermektedir.

2.1 Mimarlık ve Geometri

Görsel Algı

İnsan duyuları arasında en çok kullanılan, aktif olan duyu görme duyusudur. Evrim süreci içerisinde hayatta kalma çabası büyük oranla görme duyusuna bağlı olan insan beyninin büyük bir kısmının diğer duylara oranla görme işlevi üzerine geliştiği görülmektedir.

Görme işlemi psikiyatristlere göre iki farklı şekilde açıklanmaktadır. İlk bakış açısı Gibson'ın tanımı ile Bottom-Up Processing'dir. Bottom-Up Processing tümevarım yöntemi olarak tanımlanabilir. Kavrayış uyarının algı yoluyla beyinde işlenmesi ile başlar. Görme işlemi gözde retinadan kortekse iletilir. Bir bütünün tamamını kavrayabilmek için her seferinde bütünün parçaları için aynı görme işlemi devam ederek puzzle parçaları gibi resmin tamamı oluşturulur (Gibson, 1972). İkinci bakış açısı ile Gregory'nin tanımı ile Top-Down Processing'dir. Top-Down Processing

tümdengelim yöntemi olarak tanımlanabilir. Bir dokunun bütününe algılamayı açıklamaktadır (Gregory, 1974). Karmaşık bir el yazısını okuyup anlamaya çalışırken kelimelerin teker teker okunması değil, cümlelerin tamamının okunması ile anlaşılabilirliği daha kolaydır. Bunun sebebi yazının tamamının insan beyninde bir anlam yaratması ve o anlam üzerinden beynin işlem yapmasının kolaylaşmasıdır (McLeod, 2007).

İnsan beyninde oluşan anlam ise geçmiş faktörlere dayanmaktadır. Deneyimin dolaylı ya da direkt olarak var olması algıda seçiciliği etkilemektedir. Dolaylı deneyim insanın temel içgüdüleri ve genetik aktarımı sayesinde oluşan deneyimdir. Direkt deneyimler ise insan hayatında yaşanan, bilinçli ya da bilinçdışı uyarılarla hatırlanan deneyimlerdir. İnsan beyni otomatik olarak işleyen görme sürecinde seçicidir. Gregory insan beynin gün içerisinde göz ile görünen fakat beyin ile algılanmayan görsel bilginin %90 oranında olduğunu belirtmektedir (Gregory, 1974).

Algıda seçicilik insan hayatında temel kavramlara dayanmaktadır. En basit şekilde doğada yaşayan insanın hayatta kalabilmesi için güvenli bir ortam gerekmektedir. Güven için insanın fiziksel bütünlüğünü tehdit etmeyecek fiziksel çevre içerisinde yaşaması önemlidir. Cansız materyallerin bulunduğu ortam içerisinde tehdit yaratabilecek, insanın algılarını kısıtlayan oluşumlar bulunmamalıdır (Gibson, 1966).

İnsanoğlunun evrimsel süreç içerisinde en çok kullandığı ve en gelişmiş algısının görsel algısı olduğu göz önünde bulundurulursa kendi türünden olmayan canlıları görmesi ve içerisinde yaşadığı ortamı dış tehdit olmadan kullanışlı hale getirebilmesi gereklilik ilkesine dayanmaktadır. Fakat gereklilikten doğan görsel düzenin yıllar boyunca incelendiğinde belirli matematiksel oranlara sahip olduğu görülmektedir. Bu oranlar insanoğlunun yaşadığı ilk çağlarda hayatta kalabilme dürtüsünden etkilenmiş, yıllar boyunca hem genetik hem de deneyimsel unsurlar ile aktarılmıştır. İnsanoğlu hayatı tehlikede olmadığı sürece ilk zamanlarından aktarılmış olan belirli görsel oranlar içeren fiziksel ortam içerisinde yaşamını sürdürmeye çalışmaktadır.

Estetik

Güven duygusunun verdiği haz ile aynı özelliklere sahip olan başka bir kavram tanımlanabilmektedir. Estetik olgu... Estetik, insana haz veren, güzel, uyumlu olarak tanımlanabilen fiziksel görünümdür. Güzellik ve uyumun temeli ise tekrar

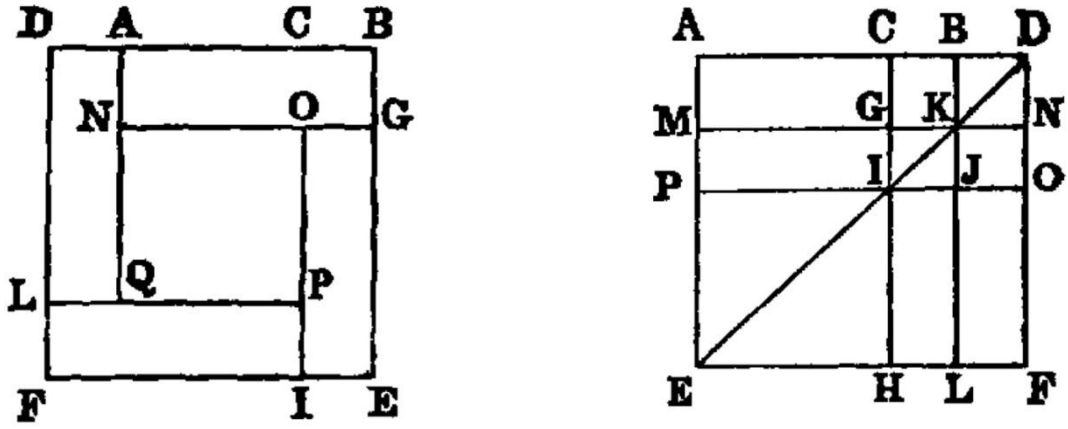
belirtilmek gerekirse yaşamı devam ettirebilecek fiziksel çevreyi oluşturan unsurlardan oluşmaktadır. Fakat yakın tarihte yaşam tehditi unsuru azaldıkça insan temelini bu duygudan alan estetik kavramını geliştirmeye başlamıştır. İçgüdüsel olarak var olan estetik duygu yönelimi ile oluşturulan kullanım yapıları, sanatsal öğeler vb. birçok yaratım yıllar boyunca incelendiğinde ortak bir özellik taşıdığı keşfedilmiştir. Bu özellik matematiksel bir orandır. Görsel olarak estetik olan her oluşumun altında altın oran olarak tanımlanan matematiksel bir oran bulunmaktadır. Altın oran fiziksel formların birbirleri ile uyumu arasında maksimum haz yaratan ilişkiyi göstermektedir.

Geometri

Şekil, biçim, büyüklük gibi kavramların matematiksel olarak incelendiği alan Geometri olarak adlandırılır. Geometri sözcüğü Eski Yunan kültüründen geo (dünya) ve metron (ölçüm) kelimelerinin oluştuğu Geometron sözcüğünden türemiştir. Uzayda var olan bütün materyallerin uzunluk, alan, hacim olarak incelemekte ve matematiksel tanım, oranlar elde edilmektedir (Coxeter, 1961).

Geometrik tanımlamalar M.Ö. 650 yılında Yunan Filozof Thales tarafından yapılan çalışmalara dayanmaktadır. Mitolojinin aksine doğayı olağanüstü hikayeler ile değil doğada var olan formlar ile tanımlamaya başlamıştır. Mitoloji her ne kadar mistik hikayeler topluluğu gibi görünsede doğayı anlayabilmek için bilimsel çalışmalarda en önemli atılım rolünü oynamıştır (Tarski, 1951).

Thales geometriyi piramitlerin yüksekliğini ölçmek, denizdeki gemilerin karadan uzaklığını tahmin etmek için kullanmaya başlamıştır. Thales'in çalışmaları geometriye geçiş açısından önemli rol oynuyor olsa da günümüz klasik geometri temelleri İskenderiye Okulu'ndan ünlü matematikçi Euclid tarafından M.Ö. 350 yılında atılmıştır. Euclid teoremleri doğada bulunan karmaşık formları temel geometrik şekillerle açıklamaktadır (Fitzpatrick, 2008).



Şekil 2.1: Geometrik Oranlar

Şekil 2.1de John Caser'ın Euclid Geometrisi üzerine yapılmış temel geometrik şekillerin birbirleri ile benzer oranlarının hesaplandığı oluşumlar gösterilmektedir. Aynı kare içerisinde karenin oranlarından faydalanarak simetri ve ölçek farklılıkları ile hesaplanın temel oranlar farklı modeller için de uygulanabilmektedir (Caser, 2007).

Altın Oran

Mimari tasarım doğadan esinlenerek oluşturulan basit ya da karmaşık yapıları içermektedir. Fakat her yapının altında belirli geometrik oranlar bulunmaktadır. İnsanın görsel algısına hitap eden ve en çok görsel haz uyandıran oran Altın Oran olarak tanımlanmaktadır. İlk olarak M.Ö. 470 yılında Parthenon tarafından çalışmalarına başlanmış daha sonra M.Ö. 410 yılında Plato, M.Ö. 350 yılında Euclid, 1190 yılında Fibonnaci, 1165 yılında Pacioli, 1590 yılında Kepler, 1800 başlarında Ohm, 20 yüzyılda ise Barrve Penrose gibi bilim adamları tarafından üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Fakat matematiksel seri olarak ilk kez Fibonacci tarafından tanımlanmış, serinin adı ise Fibonacci serisi olarak tarihe geçmiştir (Tattersail, 2005).

Fibonacci dizisi her sayının kendinden önceki sayı ile toplanması sonucu oluşan bir sayı dizisidir. Bu şekilde devam eden sayıların birbirine oranı altın oranı vermektedir. Seriyi oluşturan bir sayı kendinden önceki sayıya bölündüğünde altın oran sayısı olarak bilinen, ϕ sayısını vermektedir.

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377...

Şekil 2.2: Fibonacci Serisi

1/1, 2/1, 3/2, 5/3, 8/5, 13/8, 21/13, 34/21, 55/34, 89/55, 144/89, 233/144, 377/233...

Şekil 2.3: Fibonacci serisinde bulunan sayıların oranı

Fibonacci serisinin matematiksel açılımı aşağıdaki gibidir. n sayı tanımlanan serinin başlangıç değerleri 0 ve 1 olarak alınmaktadır. Bu durumda serinin ilk sayıları 0 ve 1 toplanarak serinin 2. elemanı olan $F(1) + F(0) = 1 + 0 = 1 = F(n) = F(2)$ yi elde edecektir.

$$f(n) = \begin{cases} 0 & \text{if } n = 0 \\ 1 & \text{if } n = 1 \\ F(n-1) + F(n-2) & \text{if } n > 1 \end{cases}$$

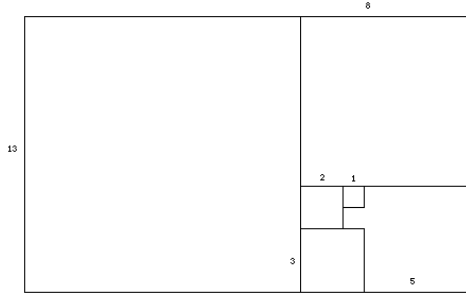
Şekil 2.4: Fibonacci serisinin matematiksel tanımı

Altın Oran $F(n) / F(n-1)$ oranından meydana gelmektedir. Bu oran matematiksel olarak ifade edilirse aşağıdaki formül ortaya çıkmaktadır.

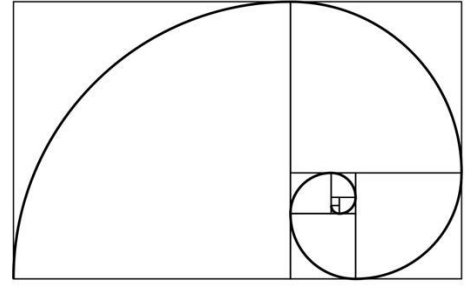
$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{F_{n+1}}{F_n} = \Phi$$
$$F_n = \frac{\Phi^n - \left(\frac{-1}{\Phi}\right)^n}{\sqrt{5}}$$

Şekil 2.5: Fibonacci serisinin oranlarının sonsuz toplamı ile elde edilen Φ phi sayısı

Altın oran bir dikdörtgenin kenarları üzerinde uyarlandığında aşağıdaki geometrik form ortaya çıkmaktadır. Bu geometrik formda her karenin iç köşesi bir çemberin merkezi olarak düşünülüp karenin içerisine karenin bir kenarı yarıçapında çeyrek çember çizildiğinde ve çember sürekli olarak değişen kare boyutlarında aynı formül ile devam ettirildiğinde ortaya doğada çok tanınık olan bir form çıkmaktadır.



Şekil 2.6: Altın Oran Dikdörtgeni



Şekil 2.7: Altın Oran Form

Şekil 2.7’de görüldüğü üzere estetik olarak göze en güzel gelen, en çok haz veren oranın eğrisel ifadesi doğada salyangoz ve diğer kabuklu canlılarda görülen formu vermektedir. Aynı form yine doğada bulunan bitki örtüsünde, yaprak yapıları oluşumlarına görünmektedir (Peitgen ve diğer., 1992).



Şekil 2.8



Şekil 2.9

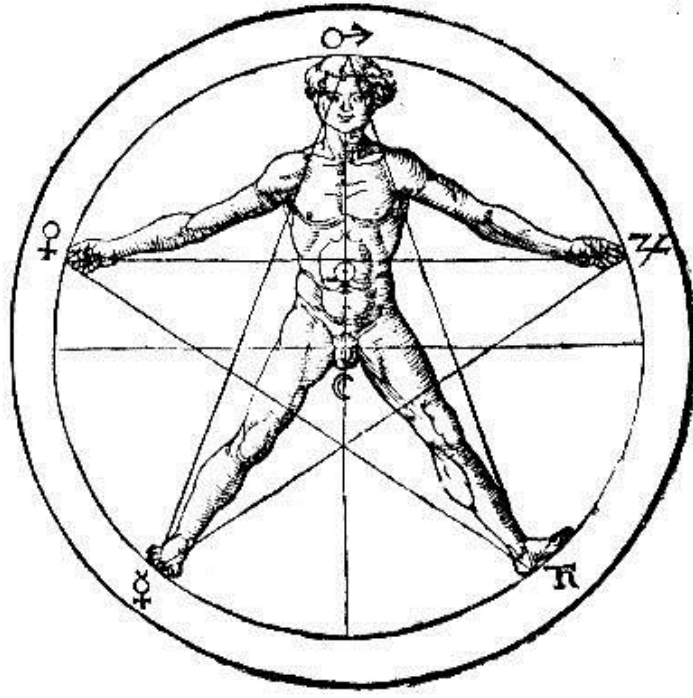


Şekil 2.10

Doğada altın oran form 1 Doğada altın oran form 2 Doğada altın oran form 3

16. Yüzyılda Filozof Heinrich Agrippa bir daire içerisinde pentagram üzerine yerleştirilmiş bir insan modeli çizmiştir. Bu model insan vücudunda bulunan oranların en estetik olan hali altın oran durumundaki bağlantıyı göstermektedir (Sadowski, 1996).

Pentagram oranların haricinde iki çember arasında ve çemberin merkezinde bulunan astronomide kullanılan sembolleri de içermektedir. Bu semboller felsefi olarak oranların yorumlanmasında yardımcı olmaktadır (Sadowski, 1996).



Şeki 2.11: Heinrich Agrippa Pentagramı

Leonardo da Vinci insan vücudu üzerine yaptığı bilimsel ve sanatsal çalışmalarda altın oranı kullanmıştır. Özellikle insan anatomisi üzerine proporsiyon çalışmalarında bölünmüş oranlar görülmektedir. Tarihte birçok ressam altın oranı bilinçli ya da bilinçsiz olarak çalışmalarında kullanmıştır. Bunlardan biri de Salvador Dali'nin 'The Sacrament of the Last Supper' isimli başyapıtıdır. Tablo sembolik öğeler içermektedir. Şekil 2.12'de İsa ve 12 havarisi resim edilmiştir. Pentagon şeklinde arkada görülen pencereler altında altın renki dikdörtgen ile çevrili transparan dodecahedron yapı bulunmaktadır. Perspektif üzerinde uygulanan altın oran resmin baş ögesi olan İsa'yı öne plana çıkardığı gibi aynı zamanda da domine etmektedir (Gombrich, 1995).

Altın Oran olarak tanımlanan orantı doğadaki formlarda kendiliğinden bulunmakta ve bu formlar üzerinden analizi ile sanatta, matematikte, mimaride uygulanabilmektedir. Geometrik sentez karmaşık bir yapı olarak görülse de görsel algıda tümevarım yöntemiyle incelendiğinde kendi içerisinde birçok oran taşıyan küçük öğelerin birleşiminden oluştuğu görülmektedir.



Şekil 2.12: Tuval üzeri yağlıboya, The Sacrament of the Last Supper, Salvador Dali

Sanat dünyasında hiçbir benzeri olmayan bir nesnelliğe sahip olmasına karşın, yaratıcı matematiğin güdüsü ve standardı bilimden çok sanatınkilere benzer. Matematiksel teoremlerin sınıflandırılmasında estetik yargı hem mantıktan hem de uygulanabilirlikten üstün tutulur. Matematiksel öğelerin değerlendirilmesinde, kesin doğru olmasından ya da yararlı olmasından çok güzellik ve zarafet etken olur.

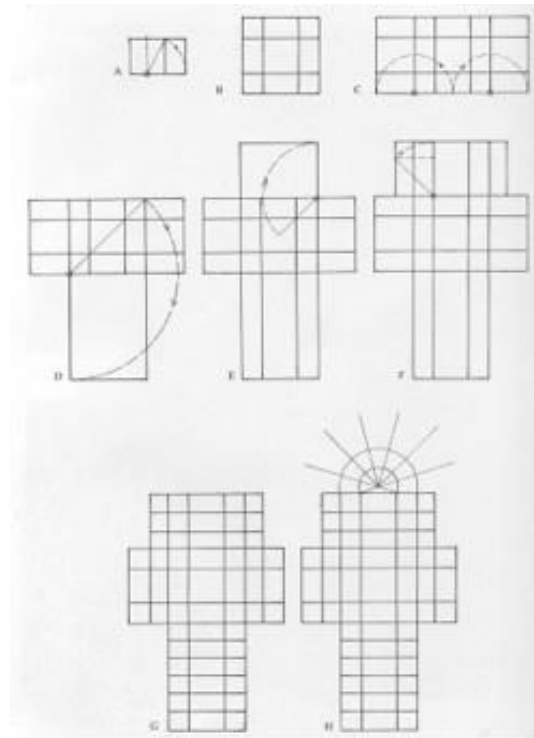
Mimarlık ve geometri bağlantısı matematiksel analiz ile elde edilmekte ve eski dönemlere dayanmaktadır. Bunun sebebi yalnızca mimarlığın matematikten önemli derecede faydalanması değil, ikisinin de bir düzen ve estetik arayışında olmasıdır. Matematik doğada, mimarlık ise yapılarda bu düzene ve estetiğe ulaşmayı amaçlar. Matematik, estetik sonuçları büyük derecede etkileyen en önemli tasarım faktörlerinden biridir.

Mimaride yaşamın her döneminde tasarım için oran hesapları son derece önemli olmuştur. Mimarlık, belirli formlar yaratmak veya yaratılan formları sınırlamak için oransal sistemleri ve geometriyi tarih boyunca sıklıkla kullanmıştır. Yapıların içinde oransal armonileri yaratmak görsel estetik hazzı doyuran en önemli etkidir.

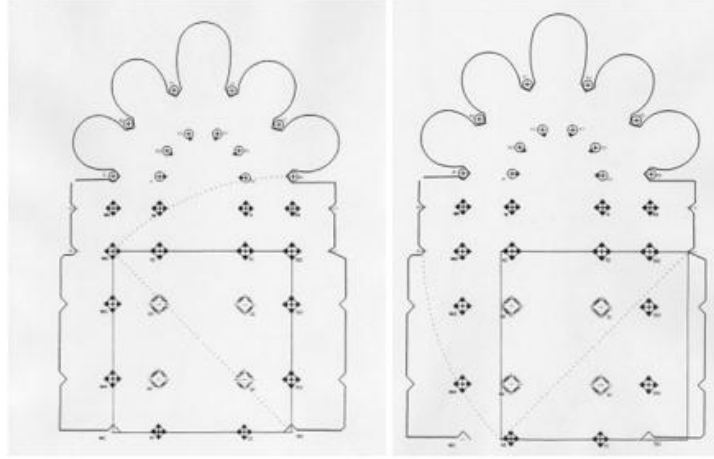
Klasik düzenlerde tüm elemanlar (sütun başlığının genişliği ve yüksekliğine kadar) oransal kurallar içinde belirlenmektedir. Atina'daki Akropolis'teki Parthenon'un görsel illüzyonları geometriyi iyi bilmeyenler yapamazdır. Stilobatta yapılmış olan

hafif kıvrım, naos duvarlarındaki inceltme ve sütunların yükseldikçe incelmesi, tapınağın olduğundan daha simetrik gözükmesi için yapılmış geometrik hilelerdir.

Ortaçağın sonunda Mathes Roriczer ve Hanns Schmütermayer'in yazdığı kitapçıkta (Buchlein von der Fialen Gerechtigkeit, 1486 ve Geometria Deutsch, 1498) oranların belirlediği kuralların ortaçağ taş ustaların kullandığı standart metotlardan biri olduğu anlaşılır (Kidson, 1990). Birçok kilisenin planları incelendiğinde de Altın oran ve $\sqrt{2}$ dikdörtgenlerinin çok basit hesaplarla kullanılarak mekân düzenlemelerinin oluştuğunu görülmektedir (Wu, 1996).

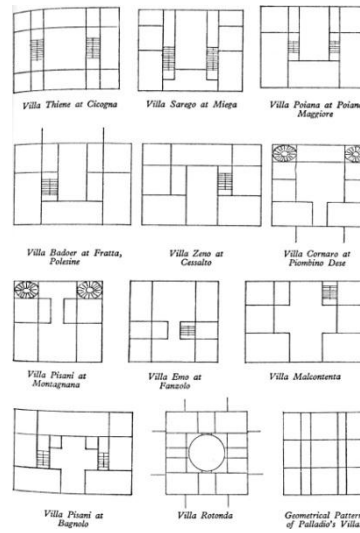


Şekil 2.13: Amiens Katedrali, Planın altın oran dikdörtgenleri ile oluşturulması



Şekil 2.14: Reims Katedrali, Tasarımda kök 2 dikdörtgeni

Rönesans'ta, klasik mimarının en önde gelen özelliklerinden birinin oransal değerler taşıması olduğu düşünülmektedir ve Palladio'nun villalarında da görüldüğü gibi, oranlar ve geometri tasarımda açıkça fark edilmektedir (Şekil 2.15). Rönesans'ta geometrik simetri ön plandadır. Palladio ve Alberti klasik mimari üzerine kurulu oransal sistemler çıkarıp yapılarında bunları uygulamışlardır. Alberti' Pisagor'un oktav bölünmesine dayanan bir sistem ortaya çıkarmıştır (Wittkover, 1971).



Şekil 2.15: Palladio'nun 11 villasının şematize planı

Farklı mimarlık akımlarında altın oran haricinde belirli oranlar kullanılmaktadır. İslam mimarlığında da $1: \sqrt{2}$ oranı sıklıkla kullanılmakta, kare planın yüksekliği diyagonali ile hesaplanmakta, diğer öğeler de plandaki çeşitli diyagonaller kullanılarak belirlenmektedir. Mısırlılar ve Hintliler de tasarımda geometriyi öne planda tutmaktadırlar. Hintlilerin Vaastu Shastra'sı, antik Hint şehir planlama ve mimarlık kuralları olarak örnek teşkil etmekte, mandalaları kullanılmakta, yapı ve yapıların alt öğelerinin boyutlarını çıkarmak için çok ileri derecede matematiksel hesaplar yapılmaktadır (Chakrabarti, 1998).

Şehir planlarında kullanılan kartezyen planlar (grid plan), mimarlık ve geometri arasındaki yakın ilişkiyi ortaya koymaktadır. Bu planlar, antikiteden günümüze kadar halen kullanımda olan bir şekildir. Modern şehir planlamasında bu grid plan çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Fransız mimar Auguste Perret'nin İkinci Dünya Savaşında bombalanan Le Havre şehrinin tekrardan planlaması projesinde, şehir merkezindeki yapılar modüler bir sisteme göre tasarlanmış ve yerleştirilmiştir (Şekil 2.16).



Şekil 2.16: Le Havre genel görünüş

Bir modülün uzunluğunu betondan bir kirişin sağlam kalabileceği en büyük uzunluk olarak hesaplanmıştır. Perret'nin tasarladığı St Josephs' kilisesi de geometrik öğelerden oluşmaktadır (Şekil 2.17).



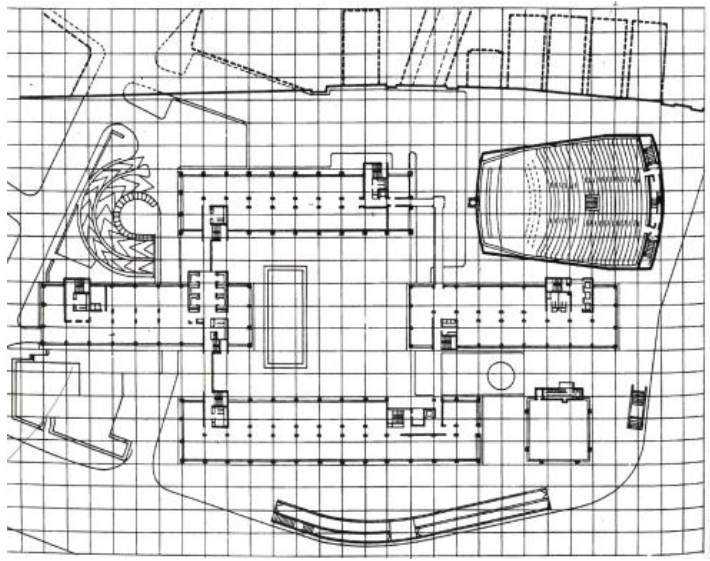
Şekil 2.17: La Havre'da Perret'nin tasarladığı St. Joseph Kilisesi

Macar Mimar Ernő Goldfinger'in tasarımı olan Londra'nın güneydoğusundaki Elephant and Castle bölgesindeki toplu konut bloğu olan Metro Central Heights (1960-1966) yapısının mimari mirasa yaptığı gönderme kullanılan malzeme ve formlar açısından değerlendirilmemektedir. Ernő Goldfinger'in tasarımda kullandığı mimari mirasa göndermeler, yalnızca plan üzerinde fark edilmektedir. Bunun sebebi de Ortaçağ ve Rönesans'ta kullanılmış oranlar ve geometriden yararlanarak planları çizmesidir. Goldfinger, Vitruvius, Viollet-le-Duc, Villard de Honnecourt, Palladio veya Perret gibi oranları ve geometriyi kullanan mimarlık tarihinin önemli kişileri takip etmekte, uygulamaktadır.

Blokların mimarisine bakıldığında, hepsi rasyonel mimari akımın ürünleri olarak görülmektedir. Ancak Goldfinger'a göre rasyonel mimari kendini geometri ve oranların kontrolünde ifade etmektedir. Goldfinger mimarlık tarihi ile ilgili hatırı sayılır bilgiye sahip olan ve planlarında geometrik düzen ve oranlar (kareden oluşmuş dikdörtgenler $(1: \sqrt{2})$ $2:3$, karenin kendisi ve Altın Oran) kullanan öncü bir mimardır (Elwall, 1996).

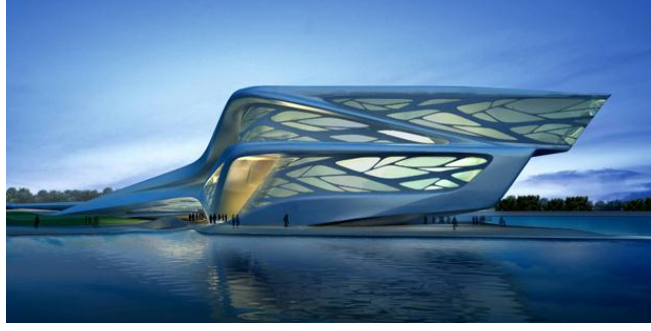
Ana yerleşimin tamamı Altın Oran'a uygun tasarlanmıştır. Altın Oran'ın kullanımı tüm tasarımda istikrarlı bir şekilde kullanılmıştır ve bu oranın tekrarı yapıdaki mimari uyumun kökünde yatmaktadır. Bu detaylar çizimlerde çok daha rahat görülebilmektedir.

Tüm yapı hem yatay hem de düşey olarak bir ızgara sistemine göre çizilmiştir. Yalnız blokların kendilerini değil, aralarındaki boşlukları da aynı ızgara sistemine göre ayarlayan Goldfinger, Auguste Perret'nin Fransa'daki Le Havre'ı tekrar düzenlemesine atıfta bulunan bir sistemi takip etmiştir (Şekil 2.18) (Hiscock, 1973).



Şekil 2.18: Metro Central Heights'da orijinal planın üzerine konulmuş ızgara plan (Hiscock, 1973)

Yeni biçimler, yeni anlamlar, her zaman yeni oranları getirmektedir. Yirminci yüzyıl başında Modern Mimarının ortaya çıkışı ile düz çizgilerden oluşan Öklid veya Kartezyen geometrisi yoğun olarak kullanılmaya başlanmıştır. Buna karşılık dekonstrüktivist hareket ise Öklid geometrisini kullanmamakta, daha karmaşık geometrik formları kullanarak tasarım oluşturmaktadır. Klasik geometri kullanılmadan yapılan yapılar karmaşık geometri ile yüzeylerin yarattığı kaotik yapılar oluşturmaktadır. Peter Eisenman, Zaha Hadid ve Frank Gehry gibi mimarlar 20. yüzyılda karmaşık hatta fraktal geometri kullanarak yaptıkları tasarımlar ile öne çıkmaktadır (Şekil 2.19).



Şekil 2.19: Zaha Hadid'in tasarladığı Abu Dhabi Kültür Merkezi



Şekil 2.20: Buckminster Fuller'in Montreal Expo 1967 yapısı

Buckminster Fuller'ın Montreal Expo 1967 için yaptığı ve ileriki senelerde tekrarladığı küresel yapı, kartezyen olmayan geometrik sistemlere gönderme yapmaktadır (Şekil 2.20). Ayrıca, Mimaride fraktal kullanımı son yüzyılda bilimin ilerlemesi sayesinde görülmektedir. Bilgisayar yardımı ile fraktal geometrisinin gerektirdiğı karmaşık hesaplar kolayca yapılmakta ve bu geometrik prensipler mimari form ve mimari yüzeylerin tasarımına uygulanabilmektedir.

Mimarlık ve Geometri ilişkisi insanoğlunun ilk çağlardan gelen hayatta kalma içgüdüsü ile ortaya çıkmış görsel algıda seçiciliğinin daha sonraları refaha kavuşup tehdit altında olmadığı ortamda görsel haz yaratmak amacıyla ilk zamanlar içgüdüsel, sonraları ise matematiksel analiz ile oluşturulan bilimsel kanıtı, estetik oran olarak temelinde ilerlemektedir. Doğada varolan ve altın oran olarak tanımlanmış matematiksel oran sanattan mimarlığa kadar birçok görsel alanda tasarıma kullanılmaktadır. Altın oran haricinde tasarımsal unsurlar, kültürler ve farklı

formlar içeren yapılarda ise yapının harmonisine uygun farklı oranlar tarihte kullanılmıştır. Son yüzyılda bilim ve teknolojinin gelişmesi ile görsel tasarımda kullanılan oranlar temek Euclid geometrisinden karmaşık geometriye dönmüştür. Karmaşık sistemlerin geometrisi kaotik olarak tanımlanmakta ve esin kaynağını yine doğadaki formlardan alarak fraktal geometrisi ile analiz edilip uygulanabilmektedir. Mimari ve Geometri insanlık tarihi boyunca evrim geçirerek daha karmaşık formlara ulaşsa da temelinde daima aynı kalan, doğada var olan estetik oranlardan ilham almıştır.

2.2 Mimarlık ve Müzik

Sanatın gelişimi içerisinde bütün yaratım süreçlerinin ortak noktası, kavramsal altyapının bireyin zihninde oluşturduğu duygusal altyapı olarak görülmektedir. Bütün sanat dalları ürününün malzemesini duygusal altyapıdan almaktadır. Bu malzemenin işlenmesi sanat dalının tekniğine bağlı olsa da farklı algı biçimlerinde en önemli bağlantıdır.

Henri Matisse'in 1993 yılında öne sürdüğü bir düşünceye göre bireyin duygusal yaşı, beğenisi yaşadığı çağa göre şekillenmekte ve o anki şartlarıyla ilgili olmamaktadır (ekonomik farklılık fakir ve zengin arasındaki zevk farkı yaratmamakta, zevk çağdaş olarak tanımlanmaktadır). Bireyler doğuştan içerisinde bulundukları çağın estetiğine yönelirler ve bu yaşanan deneyimlerden daha etkilidir. Bu fikre göre sanat ve bilim aynı temellere dayandığında, aynı zamanlarda gelişmişlik seviyesinde bulunmaktadırlar (Russel, 1992).

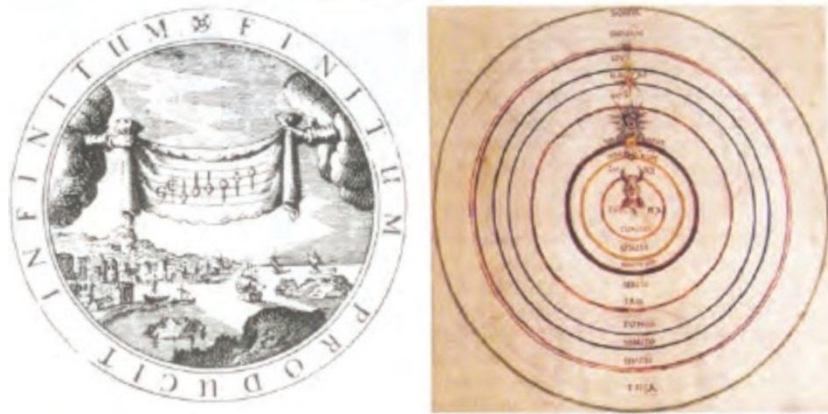
Fakat bireyin içgüdüsel estetik arayışının dışında oluşturduğu duygusal ve kavramsal altyapıyı deneyimden ayırmak puzzle in içerisinde bir parçasını çıkartıp ona ait olmadığını söylemeye benzer. Deneyim insanın içerisinde bulunduğu çağ, ortam, şartlardan etkilenerek oluşmaktadır. Çağ deneyimi oluşturan faktör iken deneyimi çağdan farklılaştırmak ve uyumsuzlaştırmak mümkün değildir.

Çağ ve deneyimin aslında bir bütün olduğu düşünüldüğünde farklı sanat dallarının bireylerin etkilendiği deneyimsel çağ kavramları ile ortaklık göstererek büyüdüğü aşıkardır. Bu durumda mimarlık ve müzik de sanatın gelişim sürecinde paralel olarak ilerlemişlerdir. Paralel ilerleme sonucundaki ortaklık henüz bilimsel olarak

kanıtlamamaktadır. Özellikle Batı kültüründe matematiksel, bilimsel benzerlikleri ile estetik benzerlikler arasında kesin bağlantı kurulamamaktadır (Cole, 1987).

Müzik ile mimarlık arasındaki ilişki net bir şekilde Antik Yunan'da görülmektedir. Kircher'in 1650 tarihli Musurgia Universalis adlı yapıtındaki bir resim, Pythagoras'ın cosmos teorisine ışık tutmakla kalmayıp onu ayrıntılı bir şekilde betimlemektedir. Küresel müzik aktarımına göre Pythagoras demircilerin ellerindeki çekiçlerle örse vurarak ürettikleri ritmik sesler ve bu vuruşların kantitatif yönlerini kavranışı ile onların sayısal yapısı ve geometrisi üzerine bir düzen kurulabileceğini varsaymaktadır. Hem microcosmos hem de macrocosmos aynı armoni teorisine dahil edilebilecektir (Bartell, 1997).

Evrenin seslerden kurulan ideal bir düzen olduğunu kabul edilmektedir. Müzikal aralıklar, evren modelinin dolaysız bir yansımasıdır. Her bir nota aralığı dünyanın merkezde yer aldığı evren modelinde gezegenlerin arasındaki mutlak yörüngesel mesafenin de oranlı karşılığıdır. Gamin her notasına bir gezegen denk gelmektedir. Kavramsal olarak Pythagoras'ın sesleri duyduğu yer insanın kulağıdır, içeride işçiler çalışmaktadır; diğer bir deyişle doğa microcosmos'un içerisinde kendini göstermektedir. Bu durum bedenin mükemmel oranlara göre düzenlendiğinin kanıtı sayılmaktadır. Gezegenlerin uyumundan kaynaklanan göksel ses uyumu, bedende yeniden üretilmektedir. Böylece gezegenlerle beden arasında hiçbir mesafe kalmamakta, göksel uyum boşluksuz bir biçimde tüm düşüncüyü kapsamakta ve yutmaktadır. Bu betimleme gezegenleri dokuz ayrı melek korusu olarak göstermektedir (Joost-Gaugier, 2006).

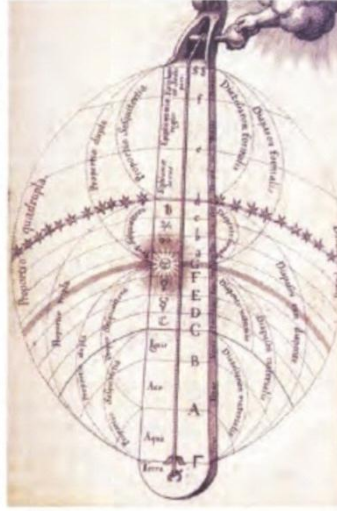


Şekil 2.21: Pythagoras'ın evren ve müzik tanımlamaları



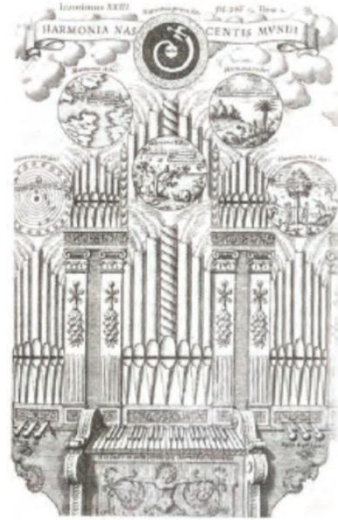
Şekil 2.22

Musurgia Universalis 1



Şekil 2.23

Musurgia Universalis 2



Şekil 2.24

Musurgia Universalis 3

Şekil 2.22 ve Şekil 2.24 Kircher'in 1650 tarihli Musurgia Universalis isimli eserlerinden olup Şekil 2.23 Pythagoras'ın evren ile müzik ilişkisini açıklayacak şekilde gökyüzü ile müziğin bağlantısının gösterildiği bir başka yapıttır (Joost-Gaugier, 2006).

Pythagoras'ın matematiksel kategorizasyonu harmonik oranlar teorisine dayanmaktadır. Matematiksel benzerlik hakkında yapılan araştırmalara göre müzikteki kompozisyon sistemi, kontrapuant, ritim, perde aralığı gibi yöntemler mimarlıkta da kullanılabilen kavramlar haline gelmiştir (De Cesare, 1987). Ancak müzik bilişsel yaratımının semantik olarak mimarlığa geçirilmesi, matematiksel benzerlikler kadar kolay olmamıştır. Semantik benzerlik Aristo'nun "sensus communis" olarak adlandırdığı sanatlar arasında tanrısal bir ilişki ile, biraz da abartılarak açıklanmaya çalışılmıştır (Avineri, 1968). Bu olgu sonraki yıllarda araştırılacak olan algıların çalışma mekanizmalarına ve psikolojik bir olgu olan "synesthetic" kavramının ortaya çıkmasına sebep olmuştur (Cole, 1987). Bu kavramın dışında müzikal uyumun sayıya bağlı olması gibi, evrenin uyumunun da sayı üzerine dayandığı kabul edilmektedir. Bu ise yaratım sürecinin kavranabilen ortaklığıdır (Copleston, 1980). Bu fikrin dayanağı Romalı Marcus Vitruvius'tur. Müzisyenin de mimarın da hem kanonik hem de matematiksel bilgiye sahip olması gerektiğini düşünmektedir (Rowland, 1969). Müzisyen müzik aletinin akordunu iyi yapmalıdır ki kulaklar tellerin geriliminde hakları olan zevki alabilmelidir (McEwen, 2003).

Vitrivius bir müzik aletinin akort edilmesi ile bir yapının mimar tarafından tasarlanması arasında doğrudan bir benzerlik kurmaktadır. Müzikalite aslında belirli matematik oranların üzerine kurulu bir işitsel kavrayış olarak kabul edildiğinde oranların doğru uygulanması işitsel haz yaratırken mimarlık da da görsel oranların doğru uygulanarak tasarım yapılması aynı şekilde görsel haz yaratmaktadır. Leon Battista ve Andea Palladio müziğin mimarlığa etkisinin hissedilebilir ve hesaplanabilir olduğuna inanmaktadırlar. Sesleri oluşturan kurallar aynı zamanda gözlere de şölen olmaktadır (Rykwert, 1991). Bu görüş Pythagoras'ın müzikal armoni kuramına dayanmaktadır.

Matematik müzikte armonik oranları tespit edebilecek bir bilim dalı olduğundan matematik ile aynı formülizasyonu görsel yaratımlarda da yakalamak mümkündür. Mimari tasarımda, tasarıma özel oranlar aynı şekilde müzik dizilerinde de bulunabilmektedir. nemli olan müzik ve mimarlık arasında doğru matematik kullanarak dönüşüm sağlayabilmektir. Dönüşüm algısal olarak tanımlandığında ürünün görsel ya da işitsel dönüşümü olarak ifade edilebilmektedir. Bağlantıların biçim ve algısal benzerlik ve karakteristik özellikle ancak aynı forma çevrildiğinde görülebilmektedir

2.3 Bölüm Sonucu

Bu bölümde Mimarlığın görsel ve işitsel alanlar ile ilgili ilişkisi anlatılmıştır. Görsel estetik yakalamak amacıyla oluşturulan formların matematiksel oranları mimarlıkta geometrinin ön plana çıkmasını sağlamaktadır. Aynı şekilde işitsel estetik yakalamak için kullanılan matematiksel oranlar ile görsel oranlar arasında ilişkiler bulunmaktadır. Ortak amaç olan estetik haz sağlamak, mimarlığı, geometriyi ve müziği matematik üzerinden ilişkilendirmektedir. Bu ilişki algılar arasındaki bağlantıya ışık tutmakta, yapılabilcek çalışmalarının temelini atmaktadır.

3. MÜZİK

Bir nesne hareket ettiğinde havadaki ya da bulunduğu ortamda kendi saran moleküllerin yer değiştirmesine sebep olur. Moleküllerin yer değiştirmesi dalgalanma yani titreşim yaratır. Hava moleküllerindeki dalgalanma hareketi ses dalgalarının kaynağıdır. Ses dalgaları frekans değerleri ile ölçülebilmektedir ve birimi Hertz (Hz)'dir. Frekans hareketin birim zaman içerisinde (1 sn) kaç kez tekrarlandığının ölçümüdür. İnsan kulağının kavrayabileceği frekans aralığı 20-20.000 Hz arasında değişmektedir. Tanımlanan frekans aralığının dışındaki dalgalanma ses olarak duyulmaz, dalga boyu ile var olur. Kavranabilen seslerin aralıkları arasında bazı harmonik oranlar vardır. Tek başına bir dalgalanma belirli bir kompozisyon içerisinde tekrarlandığında bir uyum yaratır. Bu uyum ise müzik olarak tanımlanmaktadır (Lotto & Holt, 2010).

Müziğin sözlük ve ansiklopedi genel tanımı "Enstrüman ve ya insan sesi vokal tonları ile iletişimin sürekli bir kompozisyon şeklinde sanatsal formu" olarak anlatılmaktadır. Ek olarak "dinlendiğinde haz veren herhangi bir armonik sesler topluluğu" ve "insan sesiyle ve ya müzik estrumanı ile üretilen ses" olarak da tanımlanmaktadır.

3.1 Müziğin Tanımı ve Gelişimi

Müzik en basit melodiden en karmaşık parçalara kadar çok çeşitli türleri kapsamaktadır. Biçimi ne olursa olsun, her türlü müzik kendine özgü, değişik bir etki yaratmaktadır. Müziğin resim ve heykel sanatları gibi görsel sanatlar ile ortak yönleri vardır. Ressam yapıtını yaratırken boya, fırça ve tuval; heykeltci taş, çekiç ya da alçı kullanırken, besteci de sesleri ve sesleri simgeleyen nota sistemini kullanmaktadır. Yaratılan ürün müzik yapıtı, kompozisyon ya da beste olarak adlandırılmaktadır. Müzik temelde seslerden oluştuğu için din, dil ve kültür farklılıklarından bağımsız

olarak herkes tarafından kavranabilmekte, duyumsanabilmektedir. Bu bakımdan sanatlar içinde en evrensel olanı olarak nitelendirilmektedir (Sloboda, 2010).

Müzik ve Ses

Ses, uygulanan belirli bir basınçla havanın titreşmesi sonucu oluşmaktadır. Belirli bir zaman aralığı içindeki ses dalgaları frekans olarak tanımlanmaktadır. Titreşimler hızlandıkça, kulağa ulaşan dalga sayısı da artmakta; bir başka deyişle sesin frekansı yükselmektedir. İnsan kulağı frekansı "sesin yüksekliği" ya da "sesin alçaklığı" olarak algılamaktadır. Buna ses perdesi ismi verilmektedir. Frekans yükseldikçe ses perdesi de yükselmektedir. Besteciler müzik bestelerken belirli bir perdenin seslerini kullanmaktadırlar. Her müzik aletinin ses perdesi değişiktir. Flüt ya da keman gibi bazı müzik aletleri yüksek perdeden, kontrbas ya da tuba gibi müzik aletleri ise alçak perdeden ses çıkarmaktadır (Thompson, 2014).

Birbirinden kopuk ve düzensiz frekanslardan oluşan seslerin belirli bir perdesi yoktur. Eğer sesi oluşturan frekanslar düzenli ve birbiriyle uyumluysa, oluşan sesin belirli bir perdesi var demektir, frekanslardan biri genellikle ötekilerden daha güçlüdür ve tek başına ses perdesini belirler. İşte bu frekans "nota" adını verilen sesleri oluşturmaktadır.

Kemanla çalınan bir nota, obua ya da klarnetle çalındığında kulağa değişik gelmektedir. Bunun nedeni kısmi sesleri oluşturan öteki frekansların her müzik aletinde değişik olmasıdır. Bu frekanslara doğal armonikler adı verilmektedir. Her müzik aletinin kendi doğal armonikleri ve buna bağlı olarak kendine özgü bir ses rengi, tınısı vardır. Ressamların renkleri ve gölgeleri değişik biçimlerde kullanmaları gibi besteciler de müzik aletlerinin kendine özgü ses renginden yararlanarak özel etkiler elde etmektedirler (Thompson, 2014).

Bir resim ya da bir heykele ne zaman istenirse bakılabilmekte, karşısında dilediğince süre durulabilmekte, incelenebilmektedir. Oysa bir müzik parçası bir kez dinlenmekle son bulmaktadır. Bu nedenle müzik parçalarının kalıcı olmasını sağlamak için özel işaret ve simgelerden oluşan bir sistem geliştirilmiştir. Besteci yapıtını simgeleri kullanarak kâğıda geçirmektedir. Bu yazım sistemine "notasyon" ya da "nota yazısı" adı verilmektedir. Seslerin yüksekliklerini, sürelerini ve öteki özelliklerini gösteren grafik simgelere nota, notaların üzerine yazıldığı birbirine

paralel, beş yatay çizgiden oluşan nota satırlarına porte denmektedir. Notalar tam anlamlarına sese dönüştürüldükleri anda kavuşmaktadırlar.

Müziğin başlangıcı

Müzik en eski sanat dallarından biridir. Tarih öncesi devirlerde kuşların ötüşünden, suların şırıltısından, yağmurun sesinden, rüzgârın ve kıyıya vuran dalgaların uğultusundan esinlenen ilk insanlar, içi boş bir kütüğe deri geçirip vurarak, hayvan bağırsaklarından yapılan ipleri çekerek, boynuz, kemik ya da odundan boruları üfleyerek doğadaki sesleri taklit etmeye başlamışlardır. Başlangıçta işaret vermek amacıyla kullandıkları bu sesleri sonraları hoşlarına gidecek biçimde düzenleyerek kendi ilkel müziklerini yaratmışlardır. Eski zamanlardan beri müziğin, dinsel törenlerde önemli bir yeri olmuştur. Günümüze ulaşabilen en eski müzik yazmaları Hindistan'da 3.000 yıl öncesinden kalma Veda ilahileridir (Mann & Newsom, 2000).

Müzikle ilgili ilk kuramları geliştiren Eski Yunanlılardır. Müzik ve dansın insanların yaşamında önemli bir yer tuttuğu Eski Yunan'da, şairler lir eşliğinde destanlar söylenmektedir. Müzik sözcüğü Eski Yunan'da sanatın esin tanrıçaları olduğuna inanılan **Muse'ların** adından türetilmiştir. Bununla birlikte o dönemde **mousike** sözcüğü, **Muse'ların** koruması altındaki her sanat ya da bilim dalı için kullanılan genel bir terim olarak tanımlanmaktadır (Mann & Newsom, 2000).

M.Ö. 6. yüzyılda akustiğin temelini kuran Pisagor (Pythagoras) müziği matematiksel yoldan çözümleyerek, bir sesin yüksekliği ile telin uzunluğu arasındaki ilişkiyi saptamış, belirli uzunluktaki bir telde çalınan notanın frekansının, iki kat uzunluktaki bir telde çalınan notanın frekansının tam iki katı olduğunu bulmuştur (Lang, 1997).

Çinliler Eski Yunanlılar gibi müziğin sevinç ve keder gibi duygular uyandırmadaki gücünün bilincindedirler. Müziğin tanrısal bir gücün yankısı olduğuna inanmışlardır. Bu inanç daha sonraları da devam ederek ve hristiyanlığın ilk yıllarından başlayarak, müzik etkili bir dinsel anlatım aracı olmuştur. Müzik her zaman sözün melodik taşıyıcısı olarak kullanılmıştır. Melodi dinsel metnin aydınlatılmasına yardımcı olmuştur. Martin Luther de içinde olmak üzere önde gelen Hristiyan din adamları müziğin yalın ve dindarlığı güçlendirici olmasından yanadırlar (Mann & Newsom, 2000).

Müziğin kuramsal gelişimi tarih boyunca çeşitli evrelerden geçmiştir. Ortaçağda dinsel müzik bugün tonalite adı verilen majör ve minör ses dizileri dışında kalan ses dizilerine yani morlara göre yazılmaktadır. Tonalite ve oktav (birinci sestten sekizinci sese kadar olan aralık) 17. yüzyılda geliştirilmiştir.

Armoni

Armoninin doğuşu 9. yüzyılın sonlarına doğru Hristiyanlık'ta dinsel sözleri içeren tek sesli müzikleri ile (*sequentia*) yaygınlık kazanmıştır. Aynı dönemde iki ya da daha çok sesin bir arada duyulduğu günümüzde organımı olarak anılan armoninin ilk örnekleri ortaya çıkmıştır. Koroların ve koral müziğin kiliselere girmesi ortaçağda gerçekleşmiştir.

11. yüzyılda notalar dört paralel çizgi üzerine yazılmaya başlanmıştır. Bugünkü nota yazımı o dönemde geliştirilen *neuma* yazımından türetilmiştir. Günümüzde kullanılan notasyon *birlik*, *ikilik*, *dörtlük*, *sekizlik*, *on altılık*, *otuz ikilik* ve *altmış dörtlük* notalardan oluşmaktadır.

12. ve 13. yüzyıllarda motet adı verilen ayin müziği, din dışı müzikten etkilenerak yaygınlık kazanmıştır. Fransa'da bu müzik *troubadour* ve *truver* denen saraylı saz şairleri ve gezgin halk ozanları tarafından geliştirilmiştir. Almanya'da sevdâ şarkıları söyleyen Minnesinger'ler ortaya çıkmıştır. *Madrigaller* ve 13. yüzyılda başlayan çalgılı müzik Avrupa'da yaygınlaşmıştır (Lang, 1997).

Rönesans müziği

15.-17. yüzyıl başları arasındaki dönem, uzmanlarca müziğin Rönesans'ı olarak nitelendirilmektedir. Sanat ve edebiyatla ilgili olarak kullanılan bu terim, o dönemde müzik alanında gerçekleştirilen bir dizi hızlı gelişmeye işaret edilmektedir. Bu dönemde *kontrpuan* tekniği yoluyla, birden çok sesin eşzamanlı olarak duyulmasına olanak veren yapıtlar bestelenmiştir. Bunlar çoksesli müziğin ilk örnekleri olarak görülmektedir. Aynı dönemde ortaya çıkan öteki müzik biçimlen Fransa'da halk şiirlerinin bestelenmesiyle oluşan *şansonlar* ve *rondolardır* (Salazar, 1946).

15. yüzyılda Avrupa'nın en önemli müzik merkezi, Fransa'nın doğusundaki Burgonya Sarayı olarak görülmektedir. Buraya dönemin birçok ünlü bestecisi

öğretmenlik yapmak ve çalışmak için gelmektedir. 16. yüzyılda İtalyan Giovanni Pierluigi da Palestrina, Flaman Orlando di Lasso ve Adriaan Willaert, İngiliz Thomas Tallis ve William Byrd gibi sanatçılar besteledikleri **missa**, **motet** ve **kantatlarla** koral müzikte önemli gelişmelere öncülük etmişlerdir. Rönesans döneminde yalnızca çalgı için bestelenmiş; **org**, **klavsen**, **klavikord**, **epinet** ve **virginal** gibi aletlerle çalman müzik önemli ölçüde gelişmiştir (Salazar, 1946).

Barok Müzikten Klasik Müziğe

Müzikte 17. yüzyıl ile 18. yüzyılın ilk yarısı arasındaki dönem barok dönem olarak bilinmektedir. Dinsel ve din dışı müziğin kesin olarak birbirinden ayrıldığı bu dönemdeki en önemli gelişmelerden biri de çalgı eşliğinde söylenen din dışı **solo** şarkılardır. Bu şarkılar sonradan gelişecek olan operanın ilk örnekleri sayılmaktadır. Aynı dönemde büyük besteci Johann Sebastian Bach, kısa bir temanın belirli aralıklarla yinelenmesinden oluşan **fügü** yetkinleştirmiştir. Barok dönem bugün bildiğimiz anlamda orkestraların ilk örneklerinin kurulduğu, çalgıların bugünkü biçimini almaya başladığı bir dönem olarak kabul edilmektedir.

Barok döneminin en büyük bestecileri İtalyan Claudio Monteverdi, Alman Heinrich Schütz, Johann Sebastian Bach, Georg Fried-rich Händel ve İngiliz Henry Purcell'dir. O dönemde Fransa'nın yetiştirdiği büyük besteciler Jean Baptiste Lully, François Couperin ve Jean-Philippe Rameau'dur. Lully, Fransız orkestra müziğinin ve opera geleneğinin kurucusu, Couperin **klavsen** müziğini yetkinleştiren besteci, Rameau ise yetkin bir besteci olmanın yanı sıra, armoni biliminin kurucusu olarak tanınmaktadır. 1740'larda Almanya'da Mannheim Sarayı'nda, Johann Wenzel Anton Stamitz'in kurduğu **orkestra**, **konçerto** ve **senfoni** gibi birçok yeni müzik biçimlerinin gelişmesinde önemli rol oynamıştır (Mann & Newsom, 2000).

Klasik Müzik

18. yüzyılın sonlarına doğru, müzikte klasik dönem başlamıştır. Günümüzde klasik müzik terimi **pop**, **folk** ve **caz** müziğinden oldukça farklı bir müzik türü için kullanılmaktadır. Müzik uzmanları için gerçek klasik müzik, yaklaşık 1760'tan 1830'a kadar Avusturya'nın başkenti Viyana'da gelişmiş olan müziktir. Bu dönem Franz Joseph Haydn, Wolfgang Amadeus Mozart ve Ludwig van Beethoven gibi

büyük bestecilerin *konçerto, senfoni, sonat, yaylı çalgılar* ve *oda müziğini* en yetkin düzeye ulaştırdığı dönemdir (Lang, 1997).

Müzikte duyguların yanı sıra düşünceye de yer veren ilk besteci, çalışmalarıyla kendisinden sonra gelen birçok sanatçıyı derinden etkileyen Beethoven'dır. Aynı dönemin öteki önemli bestecileri Fransız Hector Berlioz ile Macar Franz Liszt, Avusturyalı Franz Schubert, Polonyalı Frederic François Chopin ve Alman Robert Schumann'dır (Lang, 1997).

Romantikler

19. yüzyılın sonlarında yeni arayışlara sahne olan müzik dünyasında tartışma konusu olan değişik görüşler besteciler arasında ayrılmalara yol açmıştır. Beethoven müziğe düşünce yüklü yeni bir içerik kazandırmıştır. Onu izleyen ve müziği seçkin sınıfların bir eğlence aracı olmaktan çıkararak, kesintisiz ve alışılmışın dışında bir armoni anlayışıyla yaratmaktan yana bazı sanatçılar, Alman besteci Richard Wagner'in önderliğinde müzikte Alman Romantizm'i olarak bilinen yeni bir akım başlatmışlardır. Müziğin sınırlarını zorlamamasını savunan ve romantiklerin getirdiği yeniliklere karşı çıkan besteciler ise Johannes Brahms'ın çevresinde toplanmıştır (Norton, 1970).

Bu iki düşünce akımı 20. yüzyıla kadar birçok besteciye etkilemiştir. Avusturyalı besteci Gustav Mahler ile Alman besteci Richard Strauss, Wagner'i izlediler ve orkestra için uzun *senfonik yapıtlar* bestelemişlerdir. Öte yandan Fransa'da Wagner geleneğinin yaygın olduğu bir dönemde Fransız besteci Charles Camille Saint-Saens klasik modellere bağlı kalarak titiz, zarif ve duygulu müzik parçaları yazmıştır. Aynı dönemde Mihail İvanoviç Glinka Rusya'da ulusal müzik hareketini başlatmıştır. Peter İliç Çaykovski romantik bir besteci olarak tanınmaktadır. Dönemin öteki ünlü Rus bestecileri Aleksandr Borodin, Modest Mussorgski ve Nikolay Rimski-Korsakof, yapıtlarında özellikle halk öykülerini konu almış ve Rus halk şarkılarından esinlenmiştir.

19. yüzyılda operada önemli gelişmeler gözlenmiştir. Operanın bu dönemdeki başlıca bestecileri İtalyan Gioacchino Rossini ve Giuseppe Verdi romantik bestecileridir. Fakat dönemin en önemli opera bestecisi, alışılmış kalıpların dışına çıkarak güçlü orkestralara ve güçlü şarkıcılara yer veren, yapıtlarında edebi ve felsefi düşünceleri

konu alan, müziği öteki sanatlarla işbirliği içinde algılayan ve operaya "müzikli dram" adını veren Richard Wagner\M. 20. Yüzyıl olarak kabul edilmektedir (Norton, 1970).

20. Yüzyıl

20. yüzyıl müzikte yeni arayışlar dönemi olmuştur. Fransa'da Claude Debussy ve Maurice Ravel piyano ve orkestra için yazdıkları yapıtlarda alışılmışın dışında bir armoni ve tonalite kullanarak resimde boya ile gerçekleştirilen etkiyi müzikte yaratmakla **İzlenimcilik Akımı'nın** başlıca temsilcileri olmuşlardır. Fransız Erik Satie ve Francis Poulenc, 18. yüzyıl müziğinde olduğu gibi küçük orkestralar kullanarak yalın, ama çarpıcı melodiler ve uyumsuz (disonant) akorlarla öncü (avant-garde) müzik akımını başlatmıştır. Öncü müziğin ABD'deki başlıca temsilcileri Horatio Parker ve Charles Edvard Ives'dir (Salazar, 1946).

1. Dünya Savaşı'ndan kısa bir süre sonra gelişen radyo yayınları müziksever dinleyicilerin sayısını önemli ölçüde arttırmıştır. Pop müzik, varyete, müzikal komedi ve caz müziği geniş halk kitleleri arasında yaygınlık kazanmıştır. Bu müzik türleri George Gershwin, Jerome Kern ve Cole Porter gibi bestecilerle en yüksek düzeyine ulaşmıştır. 1970'lerde ve 1980lerde önde gelen öteki besteciler Leonard Bernstein, Andrew Lloyd Webber, Aaroo Copland'dır.

20. yüzyılda klasik müzikteki en önemli gelişme, Avusturyalı besteci Arnold Schönberg' in bütün armoni ve melodi kurallarını altüst ederek, **atonalite** denen anahtarsız sistemi geliştirmesiyle gerçekleşmiştir. Öğrencileri Alban Berg ve Anton von Webern onu izleyerek operalar, senfoniler, oda müzikleri ve şarkılar yazmışlardır. Schönberg'in günümüzde bile bazı kulaklara yabancı gelen bu sistemi dizisel sistem ve 12 ton (ya da 12 nota) sistemi olarak bilinmektedir (Salazar, 1946).

20. yüzyıldaki büyük bestecilerin çoğu hiçbir akıma bağlanmadan özgün müzik yazan bestecilerdir. Bu bestecilerin önde gelenleri Rus İgor Stravinski, Sergey Prokofyev ve Di-mitri Şostakoviç, Alman Paul Hindemith, Kurt Weill ve Karlheinz Stockhausen, İtalyan Luigi Dallapiccola ve Luciano Berio, Fransız Olivier Messiaen, İngiliz Benjamin Britten ve Michael Tippett'tir. Stockhausen ve Fransız Edgard Varese 1950'lerde ve 1960'larda ortaya çıkan elektronik müziğin öncüleridir. 1970'lerde ve 1980'lerde basit armoni ve melodi kalıplarıyla tek bir motifin üst üste

yinelenmesine dayanan minimalist müzik akımı gelişmiştir. Bu akımın önde gelen adları arasında ABDli Steve Reich ve Philip Glass sayılabilir. 20. yüzyılın bir başka ünlü bestecisi de ABDli John Cage'dir. Belirsizlik ilkesine dayanarak rastlantısal müzik türünü geliştiren öncü besteci Cage'e göre, sessizlik bile tek basma müzik olabilmektedir (Mann & Newsom, 2000)

3.2 Klasik Müzik Teorisi

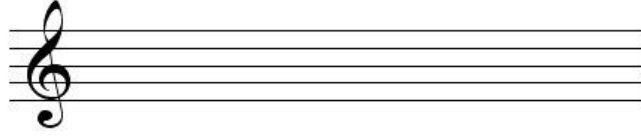
Dilin yazılı olarak ifade edilebilmesi için cümlelere, cümlelerin oluşturulabilmesi için kelimelere, kelimelerin oluşturulabilmesi için alfabeye, alfabenin oluşturulabilmesi için ise harflere ihtiyaç vardır. Dil bütünü en küçük parçasına ayırdığımızda ortaya harfler çıkmaktadır. Aynı şekilde müziğin bütünü en küçük parçasına değin ayırırsak nota elde edilmektedir.

3.2.1 Nota ve gam

Nota, seslerin yüksekliklerini (incelik/kalınlık) ve sürelerini göstermeye yarayan işaretlerdir. Solfej, notaların adlarıyla, sesleriyle ve süreleriyle okunmasıdır. Bona, notaların sadece adları ve süreleriyle okunmasıdır. Ses ve dolayısıyla melodi yoktur.

Müziği tek başına notalar oluşturmamaktadır. Müzik, notaların zamansal organizasyonu ile anlam kazanmaktadır. **Ritim**, en geniş anlamında, müziğin zaman içinde akışı olarak tanımlanmaktadır. **Solfej** çalışmaları notaların seslerinin öğrenilmesini, **Bona** çalışmaları notaların ritmik değerlerinin öğrenilmesini sağlamaktadır. Birçok müzikal gelenekte birden fazla değişik sesi aynı anda duyulmaktadır. Özellikle klasik batı müziğinde en az üç farklı sestem oluşan akorların oluşumu ve bu akorların yürüyüşleri (progression) armoniyi oluşturmaktadır (Steinbrecher, 1936).

Müziğin yazıya dökülmesi için kullanılan ilk araç **Porte'dir**. Beş paralel çizgi ve dört aralıktan oluşmaktadır. Notalar portedeki çizgilerin hem üstüne hem de aralarına yazılabilmektedir. **Anahtar** portenin temel elemanıdır. Portenin başına yerleştirilir. Notaların adlandırılmasını sağlar. Sol Anahtarı, portenin alttan ikinci çizgisinden başlayarak çizilir. Sol anahtarı insan sesiyle yaklaşık frekanslarda ses veren enstrümanlar için kullanılmaktadır (Steinbrecher, 1936).



Şekil 3.1: Porte ve Sol Anahtarı

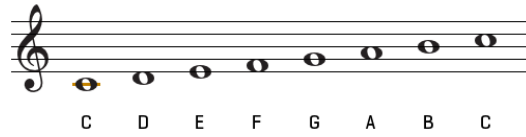
Sol anahtarının haricinde Fa anahtarı ve Do anahtarı sıkça kullanılmaktadır. Anahtarlar notaların frekanslarına göre aralılar alır. Notalar anahtarlar üzerine yerleştirildiğinde portenin aynı çizgisi üzerinde bulunan notalar farklı anahtarlarda farklı anlama gelmektedir.

Aynı ismi taşıyan iki ses arasındaki sekiz notalık aralığa oktav (sekizli) denir. Klasik batı müziğinde 7 adet temel nota bulunmaktadır. Do, re, mi, fa, sol, la, si olarak yazılan notalar farklı olarak sırayla C, D, E, F, G, A, B olarak da ifade edilebilmektedir (Cesi, 1974).

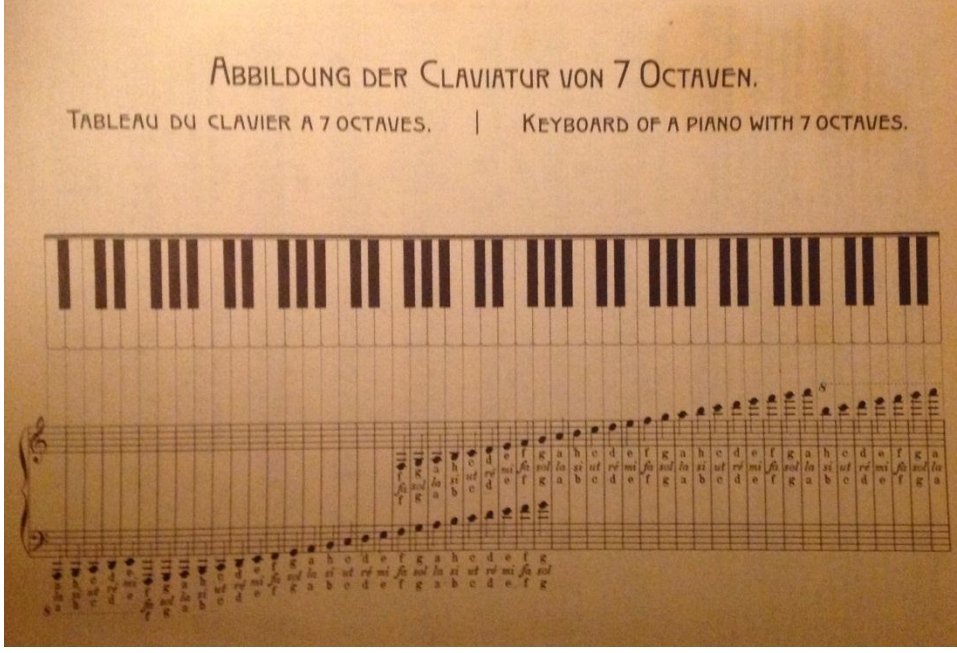


Şekil 3.2: Sol anahtarı üzerinde do (C) majör gam

Klasik müzikte olduğu gibi cazda da notalar alfabetik sistemde gösterilebilmektedir. Alfabe La notası üzerinden A harfi ile başlayıp Sol notasında G harfi ile sonlanır. Bu durumda do majör gam içerisinde Do notası C olarak adlandırılmaktadır.

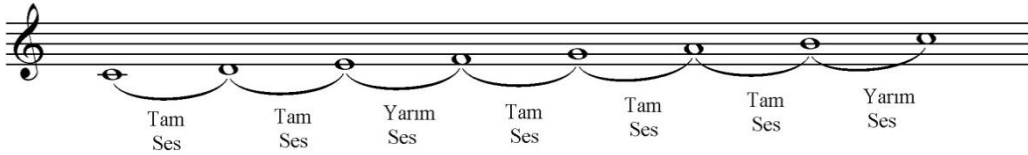


Şekil 3.3: Sol anahtarı üzerinde do (C) majör gam, harf gösterimi ile



Şekil 3.4: Piyano üzerinde nota yerleşimi

İki nota arasındaki mesafeye "aralık" denmektedir. Klasik batı müziğindeki eşit temperaman sistemde, bir tam ses (örneğin, Do-Re) iki eşit parçaya ayrılır. Elde edilen her bir parçaya bir yarım aralık adı verilmektedir. Aşağıdaki örnekte Do majör gamında Mi-Fa ve Si-Do notaları arasında yarım aralık vardır. Diğer notaların arası ise tam aralıktır (Gotthard, 1969).



Şekil 3.5: Do majör gamında aralık tanımı

Şekil 3.4'te Piyano öğreniminde bir klasik olan J. P. Gotthard'ın Piano Solo isimli kitabında piyanonun oktavları üzerindeki ses ve nota dağılımı anahtarlar üzerinde gösterilmektedir (Gotthard, 1969).

3.2.2 Ölçü ve ritim

Müziği eşit zaman aralıklarına bölen düzenli ve tekrar eden birimlerdir. Vuruşlar bazı müziklerde (rock müziği, marşlar vs.) çok güçlüdür ve rahatlıkla hissedilmektedir. Bazı müziklerde ise (çağdaş klasik batı müziği) belirsizdir.

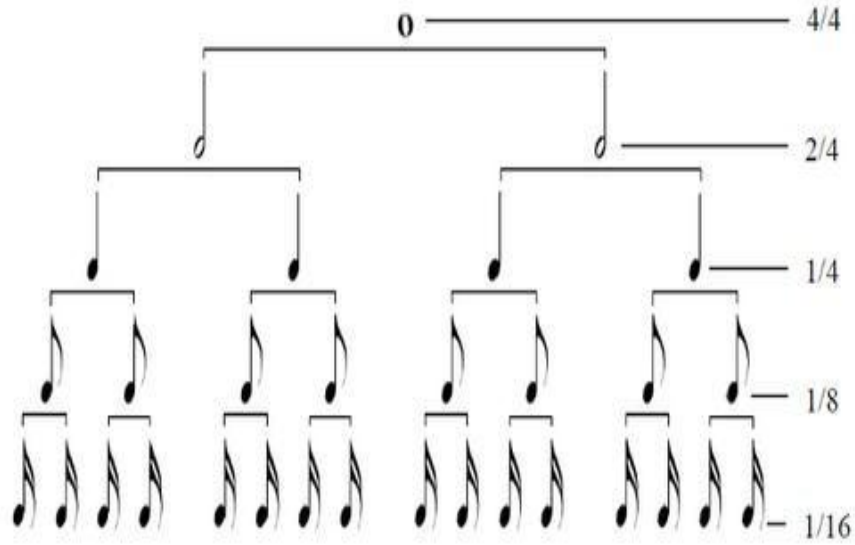
Notaların değerlerini vuruş ile anlaşılmaktadır. Ölçü ritmik düzen içerisinde her bölüm kendini tekrarlayan ve vuruşlardan oluşan boşluktur. Ölçü içerisine notalar yerleştirilmektedir. Ölçülerin bir araya gelmesi ile müzikte kompozisyon oluşmaktadır.

Birlik nota 4 vuruşluk, İkilik nota 2 vuruşluk, Dörtlük nota 1 vuruşluk, Sekizlik nota 1/2 vuruşluk, Onaltılık nota 1/4 vuruşluk, Otuz ikilik nota 1/8 vuruşluk, Altmışdörtlük nota 1/16 vuruşluk nota anlamına gelmektedir (Pedron, 1975).



Şekil 3.6: Notaların ritmik değerleri

Nota Değer Tablosu



Şekil 3.7: Notaların ritmik değerlerinin eşitliği

Ölçü

14. yüzyıldan itibaren bir eserin notasyonunun başına, o eserin ölçü organizasyonunu belirtmek için bazı sembol ya da sayılar konmuştur. Günümüzde bu ölçü işaretleri, genellikle üst üste yazılan iki sayıdan oluşmaktadır ve portede tonal donanım işaretinden sonra konulmaktadır. Üstteki sayı bir ölçüde kaç adet vuruşun olduğunu, alttaki sayı ise vuruşlardaki nota değerlerini gösterir (Danhauser, 1990).

Örnek 1: Dört dörtlük ölçü işareti. Bir ölçüde dört adet dörtlük nota değerinde nota ya da sus olduğunu gösterir.



Şekil 3.8: Dört dörtlük ölçü

Örnek 2: Dokuz sekizlik ölçü işareti. Bir ölçüde dokuz adet sekizlik nota değerinde nota ya da sus olduğunu gösterir.



Şekil 3.9: Dokuz sekizlik ölçü

Ölçüler türlerine göre üç farklı yapıdadır.

- 1. Basit Ölçüler:** Vuruş değerleri iki eşit süre değerine bölünebilen ölçü sayılarıdır.
- 2. Bileşik Ölçüler:** Vuruş değerleri üç eşit süre değerine bölünebilen ölçü sayılarıdır.
- 3. Aksak Ölçüler:** Aksak ölçüler çoğunlukla Ortadoğu, Balkan ve Akdeniz ülkelerine özgü usullerdir. Basit ve bileşik ölçü birim değerlerinin varyasyonlarından ve kendi arasındaki farklı ölçü kurulumlarından oluşur. 5/8, 5/4, 7/16, 7/8, 7/4, 9/8 en temel olanlarındandır (Gauldin, 1997).

Arıza

Notaları tanımlayan ses nüanslarıdır.

Bemol: (b) işareti ile belirtilir. Yanında bulunduğu notayı yarım ses kalınlaştırır.

Notanın sol tarafına yerleştirilir.

Çift Bemol: (bb) işareti ile belirtilir. Yanında bulunduğu notayı tam ses kalınlaştırır.

Notanın sol tarafına yerleştirilir.

Diyez: (#) işareti ile belirtilir. Yanında bulunduğu notayı yarım ses tizleştirir.

Notanın sol tarafına yerleştirilir.

Çift Diyez: (##) işareti ile belirtilir. Yanında bulunduğu notayı tam ses tizleştirir.

Notanın sol tarafına yerleştirilir.

Natürel: () Bemol veya diyez almış bir notanın, doğal haline döneceğini belirten işarettir (Steinbrecher, 1936).

Aralık

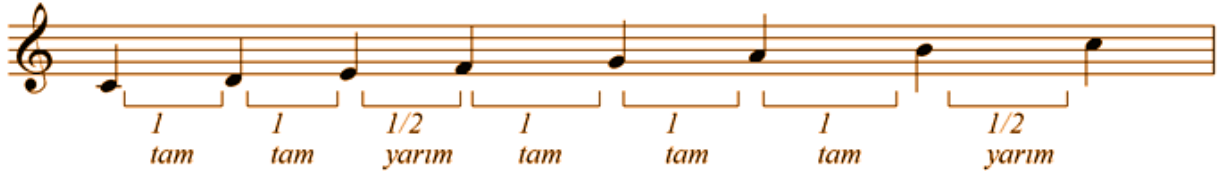
İki nota arasındaki mesafeye "aralık" denir. Arka arkaya duyulan iki ses arasındaki mesafe, "melodik aralık" olarak, aynı anda duyulan iki ses arasındaki mesafe ise "armonik aralık" olarak tanımlanır. Klasik Batı Müziği eşit temperaman sistemden oluşmaktadır. Bir tam ses (örneğin, Do-Re) iki eşit parçaya ayrılır. Elde edilen her bir parçaya bir yarım aralık adı verilmektedir (Steinbrecher, 1936).

Gam

Bir sestten başlayıp, o sesin oktavında sona eren ses dizisidir. Kalın sestten başlayıp incelen gama "çıkıcı gam", ince sestten başlayıp kalın seslere doğru inen gama "inici gam" denir. Gam kelimesi 'dizi' kelimesiyle eş anlamlı kullanılabilir. Batı Müziği'nde kullanılan temel gamlar Majör ve Minör gamlar olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu gamlara Ortaçağ Kilise modları ismi de verilmektedir. Klasik Batı Müziği'nde 1600'lerden 1900'lere kadar majör ve minör gamlar sıkça kullanılmıştır ve günümüzde de hala kullanılmaya devam etmektedir. Bir gam 7 farklı notadan oluşmaktadır.

Majör gam

Notalar arasında tam / tam / yarım / tam / tam / tam / yarım aralık dizilimi olan gamlara majör gam denmektedir.



Şekil 3.10: Do Majör Gamı

Minör gam

Majör gamın 3. ve 7. derecesinin eksiltilmesi ile meydana gelmektedir.

Her gamın bir harmonik minörü bulunmaktadır. Örneğin Do (C) Majör gamının harmonik minör gamı La (A) minör gamıdır. Harmonik minör gamlar tanımlandığı majör gamın 6. derecesinde bulunan notanın minör gamı olarak belirlenmektedir.

Her majör gamın kendi harmonik gamı bulunmaktadır. Örneğin;

C majör – A minör

D majör – B minör

E majör – C# minör

F majör – D minör

G majör – E minör

A majör – F# minör

B majör – G minör

Gamlar arasındaki harmonik minör bağlantısı armonik akor oluşturmada önemli rol almaktadır. Her gamın akoru ilgili akorlar ile birleştirilerek müzik oluşturmaktadır.

Bu nedenle harmonik akor gibi o gam içerisinde tanımlı olan ilgili akorlar caz armonisinin temelini oluşturan modal yapıyı oluşturmaktadır (Gotthard, 1969).



Şekil 3.11: Majör gamlar ve ilgili minör gamları

Şekil 3.11’de sol anahtarı üzerinde üzerinde bütün majör gamlar ve ilgili minör gamlar gösterilmiştir (Gotthard, 1969).

Majör Gamlar neşeli, dinamik, eğlenceli, mutlu duygusal izlenim karakteristiğine sahiptir. Minör Gamlar ise tam tersi üzgün, negatif, depresif, mutsuz duygusal izlenim karakteristiklerine sahiptir. Müzik kompozisyonları oluşturulurken majör ve minör gamlar bir arada kullanılmaktadır. Aynı anahtar içerisinde kullanılan gamlar

ana gamın ilgili akorları olarak tanımlanır. Bu nedenle geçişlerde çatışık işitsel izlenim yaratmazlar.

3.2.3 Armoni ve akor

Gamları incelerken her gamın belirli seslerden oluştuğunu gördük. Bir eseri çalarken eserin üzerine kurulduğu gam (eserin tonu), incelenmesi gereken önemli bir öğedir. Çünkü çok sesli şarkılarda, eserin gamı üzerinden hareket edilir ve o gamın belirlediği bölümlerde, gam seslerinden eserin akorları bulunmaktadır. Akor bir gam dizisinde içerisinde birkaç notanın beraber çalınması ile oluşmaktadır. Gam dizisini belirleyen kök notanın üzerine notalar eklenmektedir.

Majör ve minör gamların akorları, birçok müzik okulunda Romen rakamları ile gösterilir. Akorun kök sesi gamın hangi derecesi ise o sayı ile gösterilir. Ayrıca majör ve arttırılmış akorlar büyük Latin harfleriyle ve büyük Romen rakamlarıyla, minör ve eksiltilmiş akorlar küçük Latin harfleriyle ve küçük Romen rakamlarıyla yazılır. Majör ve minör gamların alabilecekleri akorları ele alınırken Do majör ve Do minör gamlarını temel alınıp diğer gamlara genelleme yapılarak incelenmektedir (Kostka, 2004).

Majör gam akorları

Her derecenin akorunu bulurken o dereceyi kök ses (birinci ses) kabul edip, gamda o sestən başlayarak birinci, üçüncü ve beşinci seslerle bir üçleme oluşturup o derecenin akoru bulunur. Bulunan üçlü aralık ilişkilerine bakılarak da akorun tanımı belirlenmektedir.



Şekil 3.12: Do Majör gam üzerinden Do Majör akoru



Şekil 3.13: Do Majör gam üzerinden ikinci mod Re Minör Akoru



Şekil 3.14: Do Majör gam üzerinden üçüncü mod Mi Minör Akoru

Üçleme akorlar kök nota üzerinden yazıldığında gam içerisinde 1., 3. ve 5. notaların üstüste yazılması ile meydana gelmektedirler.



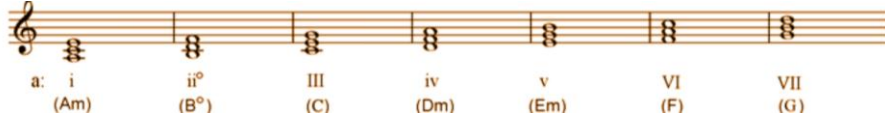
Şekil 3.15: Do Majör gamı üzerinde tanımlı akorlar

Minör gam akor

Minör gamların üç çeşit olmasından dolayı oluşturdukları akorlar birbirinden farklıdır. Minör gamların akorlarını bulurken de majör gamda uygulanan yöntemler geçerli olmaktadır.

• Doğal Minör Gam Akorları

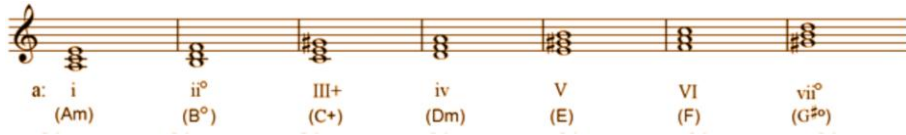
Do Majör gam üzerinden örnek verilirse Do Majör gamının ilgili minörü olan La Minör gamı üzerinden inceleme yapılabilir. Majör gamlarda uygulanan yöntem ile La minör gamının birinci derecesinin akoru La, Do ve Mi seslerinden oluşan La minör akordur. İkinci derecesinin akoru ise Si, Re, Fa seslerinden oluşan Si eksiltilmiş akordur. Bu yolla devam edersek, La doğal minör gamının sesleri üzerinden elde edilen tüm akorların Romen rakamlarıyla gösterilmiş şeklinin aşağıdaki gibi olduğu görülmektedir.



Şekil 3.16: Doğal Minör Gam Akorları

- Armonik Minör Gam Akorları

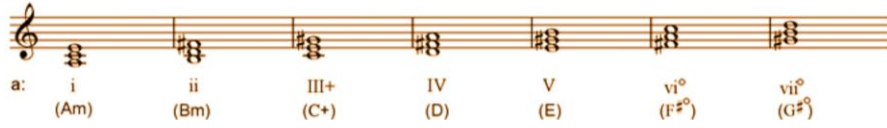
Armonik minör gamı, doğal minör gamının 7. derecesinin yarım ses tizleştirilmesiyle oluştuğu için, bu sesi alan akorlar doğal minördeki akorlardan farklılık göstermektedir.. Armonik minör gamının birinci derecesinin akoru La, Do ve Mi seslerinden oluşan La minör akoru; ikinci derecesinin akorunun Si, Re, Fa seslerinden oluşan Si eksiltilmiş akoru; üçüncü derecesinin akoru ise, Do, Mi, Sol diyez seslerinden oluşan Do arttırılmış akorudur. Bu yolla devam edilirse, La armonik minör gamının sesleri üzerinden elde edilebilen tüm akorların Romen rakamlarıyla gösterilmiş şeklinin aşağıdaki gibi olduğu görülmektedir:



Şekil 3.17: Armonik Minör Gam Akorları

- Melodik Minör Gam Akorları

Armonik minör gamı, doğal minör gamının 7. derecesinin yarım ses tizleştirilmesiyle oluştuğu için, bu sesi alan akorlar doğal minördeki akorlardan farklılık göstermektedir. Armonik minör gamının birinci derecesinin akoru La, Do ve Mi seslerinden oluşan La minör akoru; ikinci derecesinin akorunun Si, Re, Fa seslerinden oluşan Si eksiltilmiş akoru; üçüncü derecesinin akoru ise, Do, Mi, Sol diyez seslerinden oluşan Do arttırılmış akorudur. Bu yolla devam edilirse, La armonik minör gamının sesleri üzerinden elde edilen tüm akorların Romen rakamlarıyla gösterilmiş şeklinin aşağıdaki gibi olduğunu görülmektedir:



Şekil 3.18: Melodik Minör Gam Akorları

Klasik Batı Müziği Teorik olarak Müzikte bütün türlerin temelini oluşturmaktadır. Bu bölümde verilen temel teori bilgileri sadece başlangıç aşaması olup, tez kapsamında fraktal modelleri oluşturacak modal caz akorlarının analiz edilebilmesi bakımından yeterlidir. Çalışmanın ilerleyen safhalarında teorik bilgi arttıkça paralelinde analiz edilen akorların karmaşıklığı ve dolayısıyla oluşturulacak fraktal görselin karmaşıklığı artacaktır (Kostka, 2004).

3.3 Caz

3.3.1 Cazın kısa tarihi

Caz'ın New Orleans'ta doğduğu herkes tarafından bilinen bir kabuldür. Doğru olan olan New Orleans'ın cazın doğuşundaki en önemli kent olduğudur. Yanlış olan ise cazın tek başına bir kentte doğduğunu düşünmektir. Bir kıtanın, bir yüzyılın, bir uygarlığın müziği olarak caz zamanında patenti tek bir kente ait olamayacak kadar hareketli bir müziktir. New Orleans'dan bağımsız olarak Memphis'te, Kansas City'de, Dallas, St. Louis ve Kuzey Amerika'nın güneyinde bulunan diğer şehirlerde benzer üsluplar ortaya çıkmıştır. Bir stili karakterize eden en önemli durum, farklı yerlerdeki farklı insanların, birbirinden bağımsız olarak aynı ya da benzer sanatsal sonuçlara varmasıdır.

New Orleans stili cazda ilk stil olarak nitelendirilmektedir fakat o doğmadan önce Missouri'de ragtime stili var olmuştur. Ragtime ismi ragged time'dan gelmektedir ve anlamı parçalara ayrılmış zaman demektir. Ragtime, rag olarak da nitelendirilmektedir. Rag, ağırlıklı olarak besteye dayanmaktadır ve öncelikle piyano ile icra edilmektedir. Bir bütün olarak intro, verse, chorus, bridge ve final bölümleri belli olduğundan caz tarzlarında doğaçlamadan en yoksun tarzdır. Caz geliştikçe ragtime besteler de caz temalarında yorumlanmaya başlanıp doğaçlama için kullanılmıştır.

Dünyanın hafızasında sadece klasik ragtime, yani piyano ragtime'ı kalmıştır. Klasik ragtime 19. yüzyılın piyano müziği tarzında bestelenmiş gibidir. Bazen klasik menüetlerin trio formunda yazılmış yorumlarına benzerken, bazen de art arda gelen birkaç form biriminden oluşur; Johan Strauss'un valsleri gibi... Ragtime formları Afrika kökenlidir ve Afro-Amerikan müziğin evrimindeki karmaşıklığı gösterir. Piyano açısından ragtime farklı müzik türlerinden; Chopin, Liszt, marş, polka'ya etkilenmiştir. Ragtime farklı müzik türlerine ritmik bir yorum katarak siyahilerin dinamik icra tarzıyla yoğurmuştur. Aynı dönemde Avrupa'da icra edilen müziğin tersine ragtime'da ritim melodiye baskındır.

Ragtime 19. yüzyıl sonlarında ortaya çıktığı varsayımına rağmen kayıt teknolojisinin o dönemde var olmadığı düşünüldüğünde temellerinin çok daha eski yıllara dayanabileceği varsayımları yapılabilir. Ragtime'dan sonra gelen ve caz denildiğinde ilk akla gelen müzik tarzı New Orleans stilidir. 1900 lerin başlarında New Orleans farklı halkların ve ırkların bir arada bulunduğu, sürekli kaos yaşanan bir yerdir. Kent ve Louisiana Eyaleti, ABD tarafından satın alınmadan önce İspanyol ve Fransız hakimiyeti altındadır. Fransızlar ve İspanyollar, sonra İngilizler ve İtalyanlar, hatta Alman ve Slavların yanı sıra bölgede Afrika'dan getirilen sayısız siyahi kölenin torunları yaşamaktadır. Siyah, beyaz ırkçı ayrımından farklı olarak siyahilerin kendi içerisinde yaşadığı ayrımlar İngiltere ve İspanya'dan gelen beyazlar arasında yaşanan farklılıklardan daha az değildir. Zorunlu olarak bölgeye gelen göçmenler geleneksel müziklerinin canlı tutmaya çalışmaktadır. Bu nedenle sokakta belirli bir müzik tarzı bulunmamaktadır. İngiliz halk şarkıları söylenmekte, İspanyol dansları sergilenmekte, Fransız halk müziği ve bale müziği / klasik müzik çalınmakta, askeri bandoların marş müzikleri ile yürünmekte, bandoda Prusya tarzı müzik örnek alınmakta, kiliselerde Pürten ve Katoliklerin, Baptist ve Metodistlerin ilahi ve koralleri yükselmektedir. Bütün bu müziklere siyahilerin haykırış tarzında müzik, ritim ve dansları karışmıştır. Hatta 1880'lerin ortalarına kadar siyahiler New Orleans'ta Congo Meydanı'nda eski Afrika gelenekleri ışığında Voodoo törenlerini yaşatabilmek için düzenli olarak toplanmaktadır. 20. yüzyılda yeni Tanrı İsa için söyledikleri şarkılar Afrika'da iyi ve kötü ruhlar için söylediklerinden farklı değildir (Morgenstern & Nevill, 1992).

Mississippi Delta'sı New Orleans'ta cazın haykırıştan doğduğu bölgedir. Köle düzeninde hayatları pahasına çalışan binlerce siyahinin her gün yaptığı rutin pamuk toplama işlerini müzik sayesinde ritmik, meditatif ve seramonik hale getirdikleri bir gerçektir. Beyaz tenli insanlardan farklı fiziksel özelliklere sahip olan siyahilerin ses telleri de yapısal olarak farklılık göstermektedir. Bu nedenle insan sesi ile icra edilen parçalarda siyahilerin karakteristik yanık, sert, vibratolu seslerinin olduğu da görülmektedir. Tarlada çalışırken söylenilen worksongs, ayinlerden söylenen sprituals, eski ilkel Afrika melodileri ile blues şarkıları cazın temellerini oluşturan diğer etkenlerdir.

1900'lerin başında New Orleans'ta iki farklı siyah halk grubu bulunmaktadır. Bunlar Kreol ve Amerikalı siyahlardır. Kreoller eski Fransız sömürgecilik döneminde gelmektedir ve Fransız kültürünü içselleştirmişlerdir. Kreol siyahiler genellikle iş sahibi, hali vakti yerinde tüccarlardır. Amerikalı siyahiler ise Afrikalı, anglosakson kökenlidirler. Yoksul, işsiz ya da köle, mülksüz halt olarak tanımlanmaktadır. Müzikte Kreol siyahiler daha eğitilidir, nota bilgileri vardır. Amerikalı siyahiler ise daha çok içlerinden geldiği gibi çalmaktadırlar. Bu iki grubun bir araya gelerek karma bir şekilde müzikte birbirlerini zenginleştirmesi gerçeği caza katkıda bulunmuştur. Kültür etkileşimleri cazın oluşumundaki gelenekleri etkilemiştir. New Orleans'ta her sene gerçekleşen meşhur Mardi Gras karnavalı ve cenazelerden sonra yapılan müzikli kutlamalar aslında Fransız gelenekleridir (Morgenstern & Nevill, 1992).

Teknik olarak New Orleans stili incelendiğinde ritim vurguları daha sonra şekillenecek olan cazdan farklı olarak 4 vurusluk bir ölçüde marş gibi 1. ve 3. vuruşlardadır. İlk kez bu stilde hot çalış tarzı görülmektedir. Nefesli sazların bulunduğu orkestralarda enstumanlar en tiz ve parlak tonları ile çalınır. Sound, phrasing, vibrato özgünleşir.

New Orleans stili içerisinde gelişen bir başka caz türü ise Dixieland'dir. 1910larda Louis Armstrong'un da güçlendirdiği müzik türü solo trompet arkasında ritim grubu ve nefeslilerin oluşturduğu polifonik bir caz türüdür. İsim bir söylentiye göre Louisiana'da 10 dolarlık banknotların üzerinde ingilizcenin de yanında dix (on) açıklaması vardır. Ülkeyi bu banknotla dolaşan müzisyenlerin böyle bir terim yaydığı varsayılmaktadır. Bir başka varsayım ise Güney ve Kuzey eyaletlerini birbirinden

ayırır, Mason-Dixon çizgisini belirleyen Dixon'dan ismini aldığıdır (Morgenstern & Nevill, 1992).

Ragtime ve New Orleans stilinden sonraki 10 yıl cazın gelişiminde önemli rol oynamaktadır. 1920lerde Birinci Dünya Savaşı New Orleans'daki caz müzisyenlerinin bir kısmının Chicago'ya göç etmesine sebep olmuştur. New Orleans savaş limanı olarak kullanılırken müzik ve eğlencenin merkezi olan Storyville birliklerin disiplini açısından sakıncalı bulunup kapatılmıştır. Bunun üzerine işsiz kalan birçok müzisyen çaldığı müzik tarzını Chicago'ya taşımıştır. Gramofon'un icadı ile çalınabilecek müziklerin kaydı da bu yıllarda başlamıştır. Daha önce kayıt edilmemiş New Orleans stili caz bu şekilde Chicago'da kayıt edilmeye başlanmıştır. Chicago'da siyahilerin yaşadığı Southside bölgesinde aynen New Orleans'ın Storyville'i gibi bir müzik bölgesi doğmuştur. Fakat çevrede bulunan genç beyaz liseliler, amatör müzisyenler New Orleans stilini taklit etmeye çalışırken yeni bir stil ortaya çıkmıştır. Bu stile birey hakimdir. Solo gitgide önem kazanmaya ve daha çok rol almaya başlar. Chicago stilinde yapılmış pek çok kayıt sololar geçidinden, ya da caz terminolojisinde ifade edilirse chorus'lardan başka hareket içermemektedir (Morgenstern & Nevill, 1992).

Cazın eski stilleri two beat jazz adı altında sınıflandırılmaktadır. Beat sözcüğü vuruş, ritmik ağırlık noktası anlamına gelmektedir. Two beat jazz'in ölçüsü iki vuruştan, iki ritmik ağırlık noktasından meydana gelmektedir. 1928-29 yıllarında Harlem ve özellikle Kansas City'de yeni bir çalış tarzı ortaya çıkmıştır. Bu tarzın Chicago ve New Orleans stili ile birleşmesi ile (Bu buluşma caz tarihinin Chicago'dan New York'a uzanan ikinci büyük göçüne denk düşmektedir) Swing doğmuştur. Swing two beat jazz değil four beat jazz olarak çalınmaktadır. Ölçü 4 vuruştan oluşmaktadır ve vurgular 1900 lerin başındaki gibi marş ritminde 1. ve 3. vuruşlarda değil 2. ve 4. vuruşlarda yapılmaktadır.

Swing sözcüğü caz müziği açısından anahtar bir sözcüktür. Ritmik bir şekilde cazdaki köşeleri yontan, daha yuvarlak geçiş olmasına rağmen yürümeyi engellemeyen bir çalış şeklidir, akıştır. Bu öge cazın bütün stillerinde, evrelerinde ve çalış tarzlarında mevcuttur, olmasa cazın varolmayacağı söylenebilir.

1930lu yılların swing stilini büyük orkestraların Big Band'lerin doğuşu karakterize eder. Big Band nefesli sazların ön planda olduğu, swing çalan orkestralardır. Caz her zaman aynı anda hem kolektifin, hem de bireyin müziği olmuştur. Aynı anda başka müzik türlerinden daha çok her ikisi de olabilmesi onun özüne dair çok şey anlatmaktadır. Bu nedenle 20lerde beyaz müzisyenlerin siyahi tarzın ruhunu yakalayamasa da New Orleans yorumu ile cazda soloyu ön plana çıkarırken tarza kattıkları klasik müzik tekniği ile orkestral olarak kolektif cazı güçlendirmeleri Big Band döneminin parlamasına neden olmuştur. Bireysel ve kolektif müzik doğru teknikle çalınırken dönem içerisinde ünlü caz müzisyenlerinin ve kendi stillerinin oluşmasına sebebiyet vermiş, cazda teknik ve armoninin öneminin anlaşılabilmesinde küçük adımlar atmıştır.

1940'ların başında Harlem'de bulunan Minton's Playhouse adlı lokalde dönüşüm yaşayan bir müzik türü icra edilmeye başlandı. Dizzy Gillespie'nin açıklamasında göre dönemde aralık sıçramaları çok meşhurdu, caz terminolojisinde ise bu tanım bemol beşli akoru yansıtmaktadır. Minton's da bir araya gelen müzisyenler arasında Bebop'ın dahilerinde olarak görülen Charlie Parker bulunmaktadır. Big Band müziklerinden sonra Bebop seyirciye son hızla koşan sinirli müzikal cümlelerin oluşturduğu melodik fragmanlar gibi gelmektedir. Bebop müzisyenlerinin tanımı ile ise kendiliğinden anlaşılması mümkün olan her öge kenara atılmaktadır. Cümlelerin çoğu daha büyük müzikal açılımlara giden şifreler olmuştur. Doğaçlamalar her parçanın inti ve finalinde unison sunulan tema ile çerçevelenmektedir. Genellikle iki nefesli, trompet ve saksofon ile beraber çalınmaktadır (Morgenstern & Nevill, 1992).

Cazda unison tınılarda parçaya başlamak büyük bir kararlılıkla geriye dönüş, cazın ilk formlarına yönelme olarak görülmekte ve revival olarak adlandırılarak bir New Orleans Rönesansının başlangıcına sebep olmaktadır.

1940lı yılların sonlarına doğru Bebop stilinin asabi huzursuzluğunun ve taşkınlığının yerini olgunluk, huzur ve uyum almaktadır. Bu tavır ilk kez kendini Miles Davis ile göstermiştir. Cool üfleme tarzıyla müzikte koşma, tansiyon, anksiyeteden çok melodileri öne çıkarmıştır. Bu stil Cool, Hard Bop olarak adlandırılmaktadır. Stil cazın soğuk, entelektüel, karanlık yüzünü ortaya çıkardı. Bu yüz daha çok sezgisel çalışarak tanımlandığında cazın temeli olan doğaçlama, yani ruh halindeki değişimin dışarı müzikal yansımasını göstermektedir. Cool şekilde çalınan Caz 50li

yılların ortalarında müzisyenlerin armoni bilgileri ve enstrüman tekniğiyle birleşerek Hard Bop denen tarzın oluşumunda etkili olmuştur. Art Blakey, John Coltrane, Lee Morgan, Donald Bird gibi müzisyenler cazın dinamiğini tekrar kazandırdı. Horace Silver ise cazın bu dönemde blues ile tekrar ilişkilendirilmesini sağlayarak yeni bir icra tarzını kabul ettirdi, Funk. Funk, aynı ritimde çalınan, bas ve davulun ön planda olduğu, içinde hem blues hem de vokalde kilise müziği olarak adlandırılan Gospel müzik etkilerini barındırmaktadır. Aynı dönemde tekniğin ikinci plana atıldığı ve söyleyiş tarzının, hissiyatın ön plana çıktığı, kökenlerinin Gospel'a dayandığı soul müzik tarzı da kendini göstermeye başlamıştır.

1960lı yıllarda Serbest caz olarak tanımlanan tür oluşmuştur. Önceleri atonal olarak görülen armonik dizilimler kullanılmaya başlanmış, ölçü, düzenli vuruş ve simetrisinin oradan kalktığı yeni bir deneyimsel müzik tarzı ortaya çıkmıştır. Bu müzik tarzı Afrika kökenlerinden çok bütün Dünya Müziği ezgilerini içerisine almaya başlamıştır. Deneyimsel müziğin de köklerini saldırdığı dönemde gürültüye varana dek denemeler yapılmıştır. Çılgın, gerilimli, sert, birbiriyle uyum içerisinde melodik formlardan çok gerginlik yaratan kaotik yapılar ortaya çıkmıştır. Müzik içerisinde bulunduğu ortamdan her türlü duyguyu sünger gibi içersine çekmektedir. Teknolojinin gelişmesi, dünya üzerindeki kültürler arası bağlantının kurulmasında rol oynarken doğal yaşamı etkilemeye başlamakta, savaşlar, çatışmalar gerginlik yaratmaktadır. Hissiyatı en iyi şekilde anlam verilemeden açıklayan caz her dönem olduğu gibi 60larda da davranış modellerinin müzikal tercümesi halindedir (Morgenstern & Nevill, 1992).

Avrupa, Klasik Batı müziği atonal dizilimlere sıcak bakmamaktadır. Teorik olarak caz kendini deneyimsel çalış tarzı ile dışarıda bırakıyor gibi görünmesine rağmen klasik tekniği irdeleyerek caz teorisinin oluşumunun tohumlarını bu dönemde atmıştır.

1970lerden sonra caz tek bir şekilde tanımlanamamaktadır. Fusion, elektronik, deneyimsel vs bir çok tarz bir araya gelmekte, doğal enstrümanlardan sonra elektronik sound kullanılmaya başlanmaktadır. Caz tek bir akım olmaktan çıkmış, dünyada var olan bütün enstrümanlar, felsefeler, çalış tarzları, müzisyenlerden etkilenecek bir harmoni yaratmaya başlamıştır. Bu yıllarda cazın en önemli felsefesi yerine oturmaktadır. Özgürlük (Morgenstern & Nevill, 1992). Doğaçlama yeterli

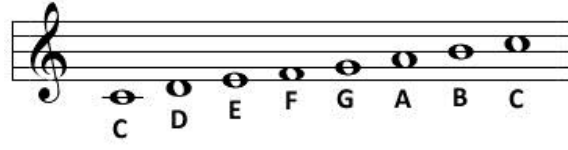
müzik bilgisi ve tekniği ile yapılabilecek bir esnek davranıştır ve beraberinde özgürlüğü getirmektedir. Fakat özgürlük hayatın her durumunda olduğu gibi hak edilmelidir. Müzikal hak etmek, bütün esnekliğe sahip olacak teknik donanım ile birliktedir. Müzikal olarak kaliteli olarak tanımlanabilen, uyum içerisinde müzikal ürünleri beraberinde getirmektedir. Müziğin dili ise bu şekilde keskinleşmektedir. Cazda karmaşık görünen her dizilim aslında ağır yazılmış bir edebi roman gibidir. Okuyabilmek için teknik olarak yeterli bilgiye, anlayıp sindirebilmek için açıklığa, düşünce özgürlüğüne sahip olmak gereklidir. 70li ve 80li yıllarda mainstream olarak geçen tarz hem tonal hem de atonal formlarda doğaçlamayı özgür kılan bir tarzdır. Sonrasında ise tek bir tarz ile tanımlanamayan, nadiren Neobop olarak tanımlanan müzik evrimleşmiştir (Morgenstern & Nevill, 1992).

Caz 1800lerin sonundan günümüze birçok felsefik, sosyal, fiziksel, jeolojik vs durumdan etkilenerek asıl özelliğini kaybetmeden, tam tersine her akımda daha da güçlenerek ulaşmıştır. Asıl özelliği doğaçlama yani özgürlük olan caz günümüzde klasik teoriden temel alan caz teorisi ile daha kesin sınırlar içerisinde öğretilmekte ve icra edilmektedir.

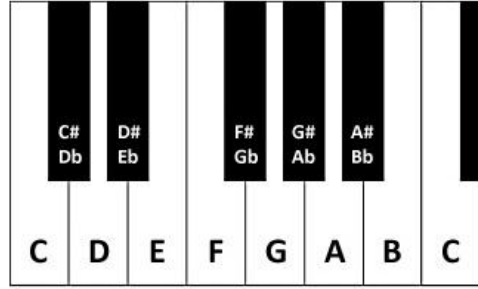
3.3.2 Caz armonik aralıkları

Mükemmel solo 1% sihir, %99 açıklanabilir, analiz ve kategorize edilebilir, uygulanabilir bilgi içermektedir. Tek başına katı kurallara bağlı tek bir caz teorisi bulunmamaktadır. Teori oluşturduğu caz müziği etrafında entelektüel esneklikte hareket edebilen bir altyapı yaratmaktadır.

Teori içerisindeki temel kurallar caz tarihinde Charlie Parker, John Coltrane gibi başarılı olmuş müzisyenlerin nasıl bir müzikal yol izlediklerinin kavranabilmesi açısından önemlidir. Charlie Parker Caz Teorisi hakkında 'teoriyi iyi öğren ama sonra tamamını unut' demiştir. Teorinin de ilerisinde yeterli teknik kavrandıktan sonraki doğaçlama özgürlüğü karmaşık gibi görünen matematik düzen içermektedir (Levine, 1995).



Şekil 3.19: Sol anahtarı üzerinde notaların alfabetik gösterimi



Şekil 3.20: Piyano üzerinde notaların alfabetik ve sembolik gösterimi

Notalar harf sisteminde gösterilmekte, akorların sembolik gösterimleri çizelgededir.

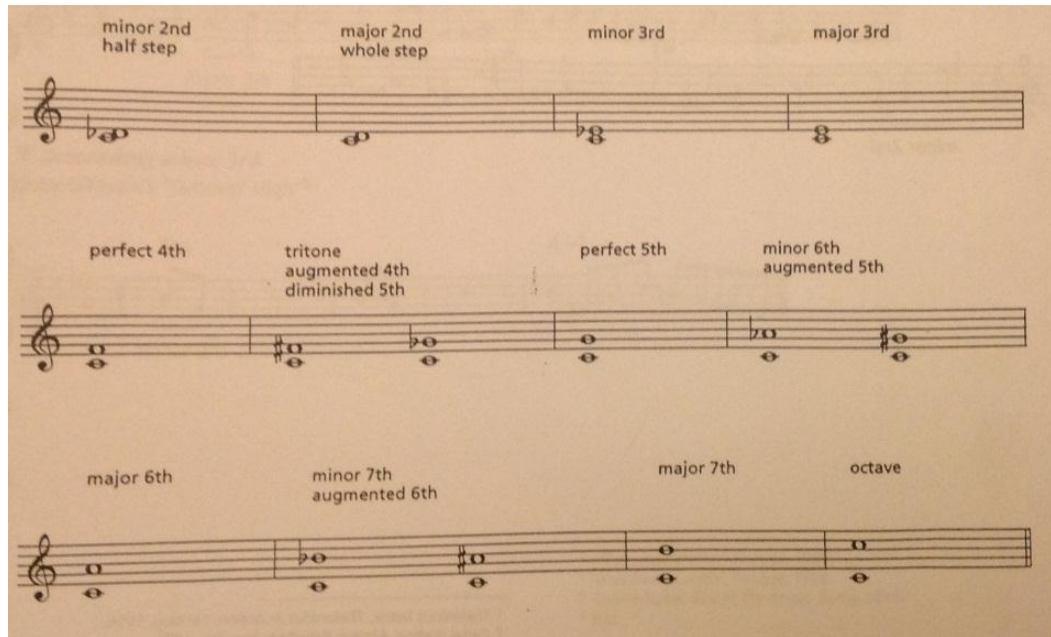
Symbol	Means	Example
(none)	maj	C → Cmaj
ma	maj	Cma7 → Cmaj7
M	maj	CM7 → Cmaj7
Δ	maj	CΔ7 → Cmaj7
-	m	C- → Cm
mi	m	Cmi → Cm
aug	+	Caug → C+
+	#5	C7+ → C7#5
◦	dim	C◦ → Cdim
⊗	m7b5	C⊗ → Cm7b5
sus	sus4	Csus → Csus4
$\frac{9}{6}$	6add9	C $\frac{9}{6}$ → C6add9
+	#	C7+9 → C7#9
-	b	C7-9 → C7b9

Şekil 3.21: Bazı caz akorlarının sembolik gösterimi

Şekil 3.21’de **maj** yazılı akor C üzerinden gösterildiğinde do major akoru anlamına gelmektedir. Cmaj7 akoru ise do major akoruna do major gamı içerisindeki 7. sesin eklenmesinden oluşmaktadır. **m** yazılı akor C üzerinden gösterildiğinde do minör akoru anlamına gelmektedir. Cm7 akoru ise do minör akoruna do minör gamı içerisindeki 7. sesin eklenmesinden oluşmaktadır. **aug** yazılı akor augmented kelimesinin kısaltması olup C üzerinden gösterildiğinde gam içerisinde 5. sesin yarım ses tizleştirilmesi yani diyez olarak çalınması ile elde edilmektedir. +5 terminolojik gösterimi **augmented** gösterimine eşdeğerdir. o yazılı akor C üzerinden gösterildiğinde **diminished** do akoru anlamına gelmektedir. Tanımından aldığı isim ile aynı akor **dim** olarak da gösterilmektedir. Üzeri çizgili olarak ise **half-diminished** olarak ifade edilmektedir. Akorlarda (+) kullanılması, kendinden bir önceki notayı yarım ses tizleştirdiği, (-) kullanılması ise kendinden bir önceki notayı yarım ses pesleştirdiği anlamına gelmektedir (Levine, 1995).

Aralık

Bir nesnenin en küçük parçacığı atom olarak tanımlandığı gibi melodi ve armoninin en küçük parçaları aralıklardır. İki nota arasındaki boşluk olarak ifade edilmektedir. Aşağıdaki şekilde sol anahtarı üzerinde C gamı aralıkları tanımlanmaktadır.



Şekil 3.22: C notası üzerinden aralık tanımları

C-Db: Do ile yarım adımda Re bemol ikilisi minör ikili

C-D: Do ile tam adımda Re ikilisi majör ikili

C-Eb: Do ile Mi bemol ikilisi minör üçlü

C-E: Do ile Mi ikilisi majör üçlü

C-F: Do ile F mükemmel dörtlü

C-F#: Do ile Fa diyez ikilisi augmented dörtlü

C-Gb: eşdeğeri DO ile Sol bemol ikilisi diminished dörtlü

C-G: Do ile Sol ikilisi mükemmel beşli

C-G#: Do ile Sol diyez ikilisi augmented beşli

C-Ab: eşdeğeri Do ile La bemol ikilisi minör altılı

C-A: Do ile La ikilisi majör altılı

C - A#: Do ile La diyez ikilisi augmented yedili

C-Bb: Do ile Si bemol ikilisi minör 7li

C-B: eşdeğeri, Do ile Si ikilisi majör yedili

C-C: oktav



Şekil 3.23: C tanımlı temel aralıklar

Caz akorları temelinde aralık kavramları caz tarihinde caz standartları olarak tanımlanan bestelerin yorumlarında açıklanabilmektedir. Artan ve azalan aralıklar olarak cümle başlangıçları ya da içerisinde analiz edilebilmektedirler (Levine, 1995).

Üçlü akorlar

İki adet ikilemenin aynı ton içerisinde beraber kullanılmasıyla oluşturulmaktadır.

Caz akorlarında, armonik yapılanma temelidir. 4 farklı kombinasyon ile 4 farklı üçleme oluşturulmaktadır.

Majör Üçleme

Altta majör üçlü aralığı olan ikili, üzerinde ise minör üçlü aralığı olan ikili

Minör Üçleme

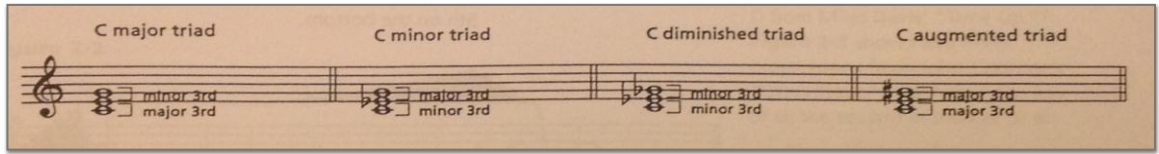
Altta minör üçlü aralığı olan ikili, üzerinde ise majör üçlü aralığı olan ikili

Diminished Üçleme

Altta minör üçlü aralığı olan ikili, üzerinde ise minör üçlü aralığı olan ikili

Augmented Üçleme

Altta majör üçlü aralığı olan ikili, üzerinde ise majör üçlü aralığı olan ikili



Şekil 3.24: Üçlü akorları oluşturan ikili aralıklar

maj; maj + min

min: min + maj

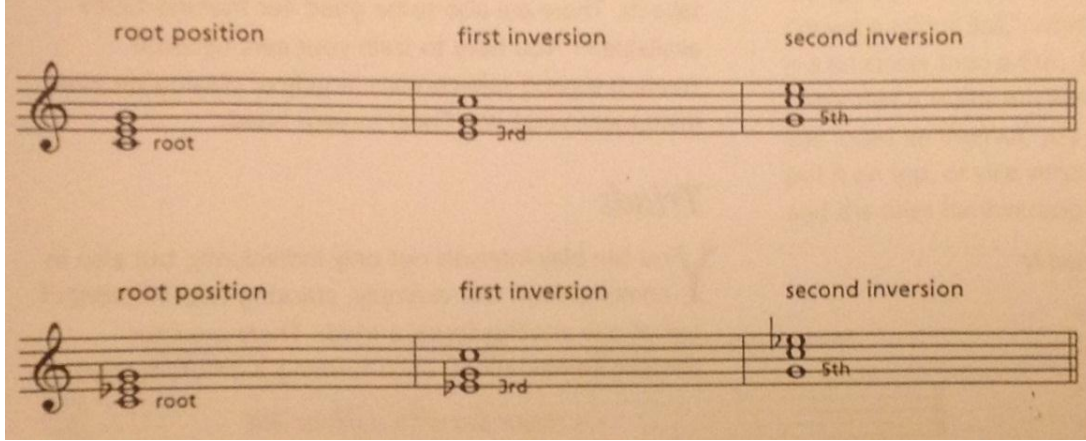
dim: min + min

aug: maj + maj

Her üçleme akor piyanoda çalındığında insan üzerinde farklı duygusal izlenim yaratmaktadır. **Majör** üçleme mutlu, güçlü, heyecanlı duygusal izlenim yaratırken, **minör** üçleme üzücü, kırılğan, trajik duygusal izlenim yaratmaktadır. **Diminished** üçleme genellikle tansiyon yaratan ya da ajitasyon içeren duygular taşıırken, **augmented** üçleme akış içeren, açık kapı bırakan, daha gizemli fakat pozitif olumlama ile heyecan içeren duygular taşımaktadır (Levine, 1989).

Cazın en önemli vurgularından biri **voicing** denen kavramdır. **Voicing** temel caz akorlarının özellikle piyanoda sağ ve sol el beraber çift el çalınırken aynı akor içerisinde notalar ve aralıklar değiştirilerek yaratılan farklı ses imajlarıdır. Aynı malzemeler kullanılarak yapılan farklı doku ve tatta yemeğin pişirilmesi örneği ile benzeşmektedir. **Voicing** cazda ileri teknik ile anlaşılabilir ve yaratılabilir. Bu tekniğe giriş için ise akor çevirimlerini anlamak gerekmektedir (Terefenko, 2014).

Herhangi bir üçlemeyi tanımlayan gamın notası ile başlayan üçleme akoruna kök pozisyon, ana pozisyon denmektedir. Üçlemenin ikinci notasının akorda en altta bulunduğu pozisyon 1. çevirme olarak adlandırılır. Üçlemenin üçüncü notasının akorda en altta bulunduğu pozisyon 2. çevirme olarak adlandırılır. Çevirmeler içerisinde ikili nota aralıkları değişmekte ve dolayısıyla akor dizisi aynı olmasına rağmen duygusal olarak farklı algılanmaktadır (Terefenko, 2014).



Şekil 3.25: Do majör ve do minör akorunun birinci ve ikinci çevirmeleri

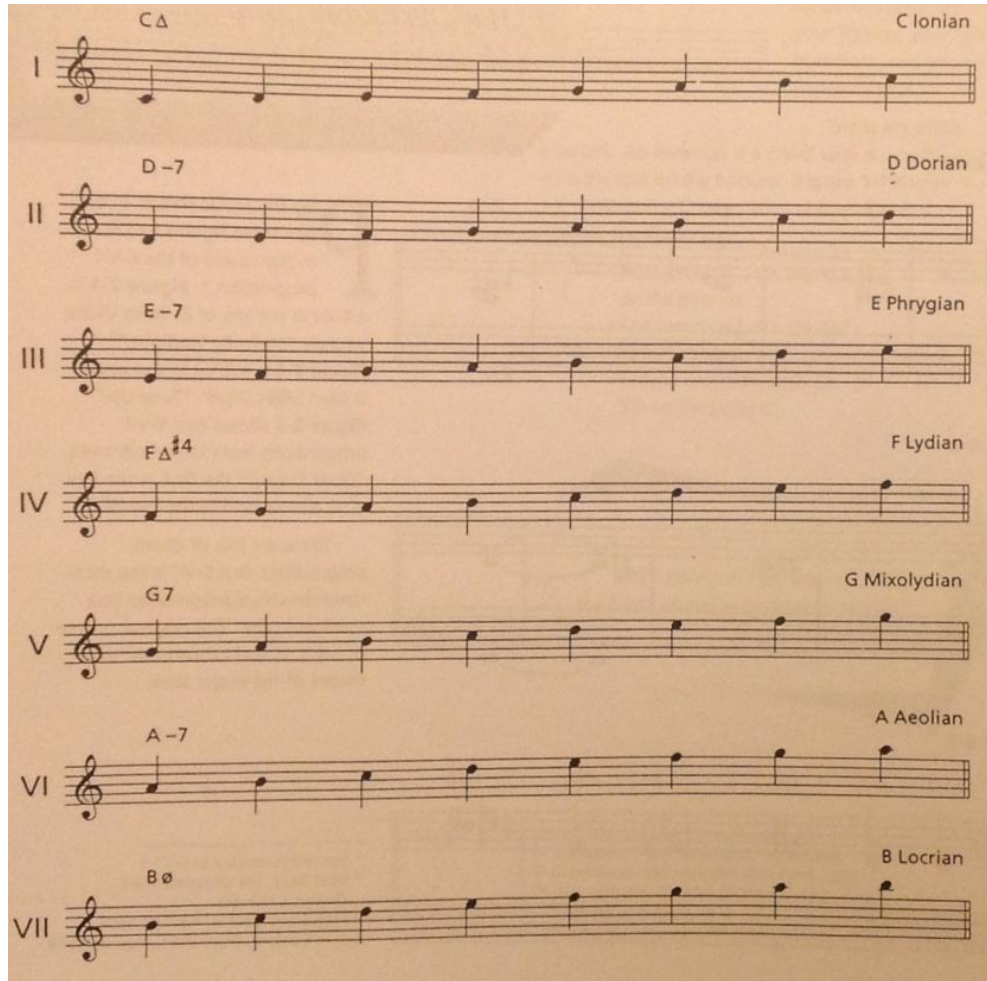
Çalışmanın ilerleyen safhalarında çevirmelerden başlayarak aynı baza sahip akorların farklı basılış tarzı ile oluşturulan **voicing** arasındaki görsel farklılık fraktal geometrisine dönüştürülerek karakterize edilebilecektir.

3.3.3 Modal caz

Caz armonisinde her formun kendi içerisinde belirli akor dizilimleri vardır. Bu dizilimler temel notanın üzerinde gam içeriğinde bulunan farklı akor dizilimleridir. Gam içerisinde 7 farklı temel nota bulunmaktadır. Her notanın bulunduğu gam dizilimine bağlı kalmak şartı ile kendi içerisinde oluşturduğu ikincil bir gam dizilimi bulunmaktadır. İkincil gam dizilimi üzerinden ikili aralıklar oluşturularak yaratılan akorların ismi ve formülü her notanın gam dizilimi için sabit kalmaktadır (Levine, 1995).

Gam içerisinde dereceler ile dizilimde toplamda 7 adet mod bulunmaktadır;

- I. Ionian
- II. Dorian
- III. Phrygian
- IV. Lydian
- V. Mixolydian
- VI. Aeolian
- VII. Locrian



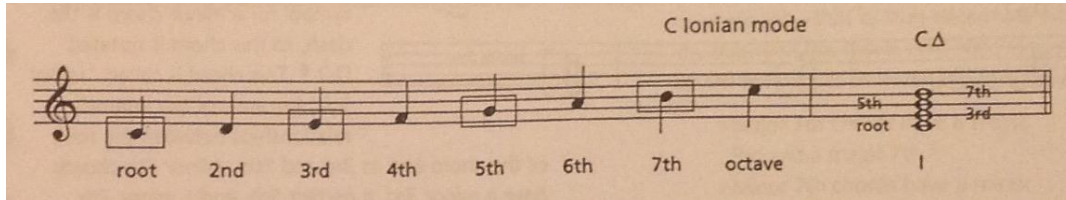
Şekil 3. 26 Modal caz gam dizileri

Bu çalışmada mod dizileri sadece C minör ve C majör gamları üzerinden incelenerek akor dizilimleri elde edilecektir. Elde edilen akor dizilimleri içerisinde bulunduğu gamların dereceleri ve piyano frekansları ile eşleştirilerek fraktal geometrisi elde

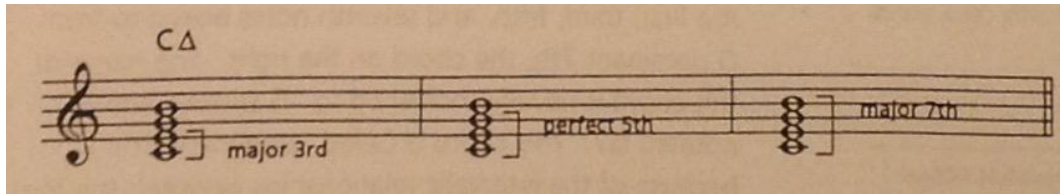
etme yöntemleri ile görselleştirilecektir. Her modun minör ve majör olmak üzere temel caz akorlarının açılımı yapılacaktır (Levine, 1995).

I. Ionian

C majör gamı üzerinde doğal gam olarak tanımlanmaktadır, başlangıç notası C'dir. Ionian modundan elde edilen akor dizilimi majör yedili **maj7** akordur. C majör gamının ionian modundan elde edilen temel caz akoru **Cmaj7**, do majör yedili akordur. Akor gamın 1., 3., 5. ve 7. notalarının bir araya getirilmesinden elde edilmektedir. Kök notası C'dir. Notalar arası aralık 1-3 majör üçlü aralığı, 1-5 mükemmel beşli aralığı ve 1-7 majör yedili aralığı olarak tanımlanmaktadır (Levine, 1995).



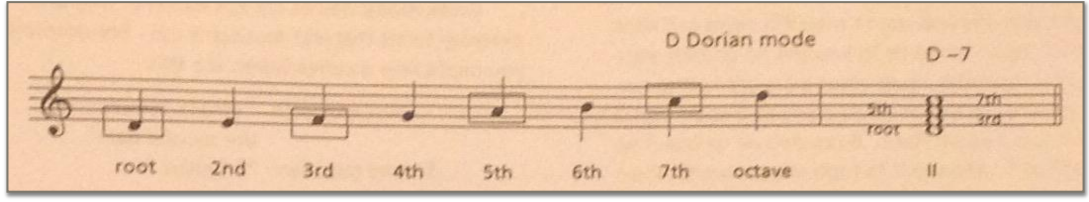
Şekil 3.27: Do majör Ionian modu gam dizilimi



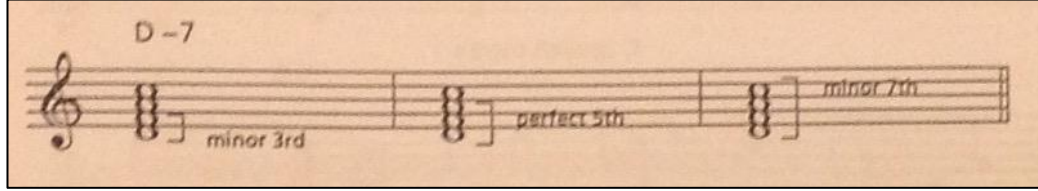
Şekil 3.28: Cmaj7 akoru aralıklar

II. Dorian

C majör gamının ikinci modu Dorian Mod olarak adlandırılmaktadır. Dorian modundan elde edilen akor dizisi minör yedili **min7** akordur. C majör gamının Dorian modundan elde edilen temel caz akoru **Dmin7**, re minör yedili akordur. Akor gamın 1., 3., 5. ve 7. notalarının bir araya getirilmesinden elde edilmektedir. Kök notası D'dir. Notalar arası aralık 1-3 minör üçlü aralığı, 1-5 mükemmel beşli aralığı ve 1-7 minör yedili aralığı olarak tanımlanmaktadır (Levine, 1995).



Şekil 3.29 Do majör Dorian modu gam dizilimi

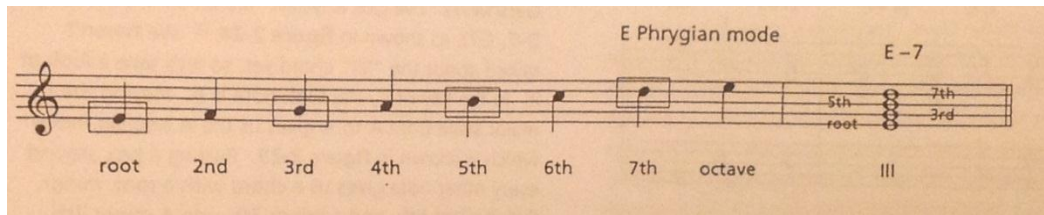


Şekil 3.30 Dmin7 akoru aralıklar

III. Phrygian

C majör gamının üçüncü modu Phrygian Mod olarak adlandırılmaktadır. Phrygian modundan elde edilen akor dizisi minör yedili **min7** akordur. C majör gamının Phrygian modundan elde edilen temel caz akoru **Emin7**, mi minör yedili akordur.

Akor gamın 1., 3., 5. ve 7. notalarının bir araya getirilmesinden elde edilmektedir. Kök notası E'dir. Notalar arası aralık 1-3 minör üçlü aralığı, 1-5 mükemmel beşli aralığı ve 1-7 minör yedili aralığı olarak tanımlanmaktadır (Levine, 1995).



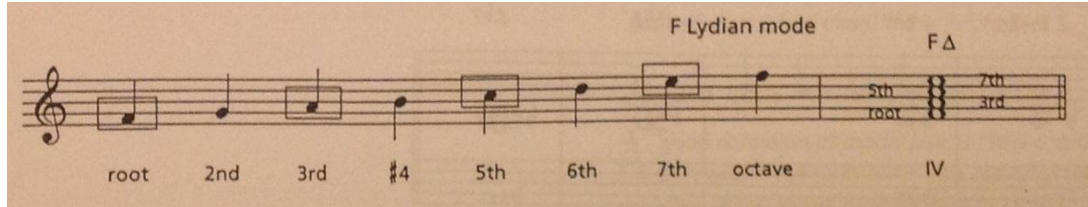
Şekil 3.31: Do majör Phrygian modu gam dizilimi

IV. Lydian

C majör gamının dördüncü modu Lydian Mod olarak adlandırılmaktadır. Lydian modundan elde edilen akor dizisi majör yedili **maj7** akordur. C majör gamının Lydian modundan elde edilen temel caz akoru **Fmaj7**, fa majör yedili akordur. Akor gamın 1., 3., 5. ve 7. notalarının bir araya getirilmesinden elde edilmektedir.

Kök notası F'dir. Notalar arası aralık 1-3 majör üçlü aralığı, 1-5 mükemmel beşli aralığı ve 1-7 majör yedili aralığı olarak tanımlanmaktadır (Levine, 1995).

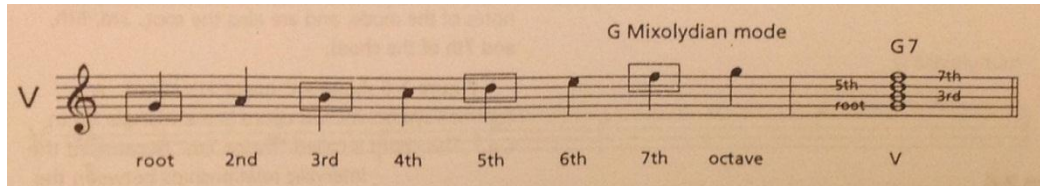
Lydian modunda elde edilen Fmaj7 akorunun doğal gamı olan F majör gamının dördüncü notası Bb'dür. Fakat C gamının Lydian modunda, C doğam gamında Bb değil B bulunmaktadır. Bu nedenle dördüncü nota olan B notası F doğal gamı içerisinde diyez işareti ile arttırılmış olarak gösterilmektedir. Kısaca C majör gamı içerisinde naturel olan B notası, F majör gamı içerisinde çalınırsa armonide bozukluk ortaya çıkacaktır. Bu çakışma önlenmesi açısından gam üzerinde B notasına dikkat çekilmektedir.



Şekil 3.32: Do majör Lydian modu gam dizilimi

V. Mixolydian

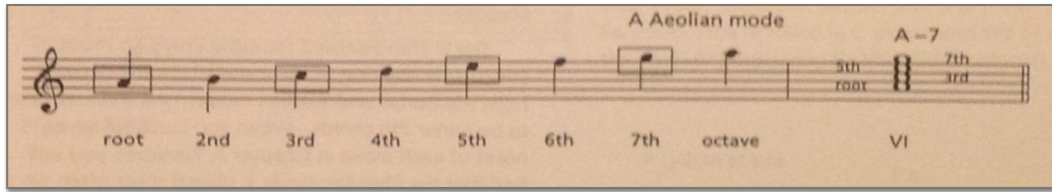
C majör gamının beşinci modu Mixolydian Mod olarak adlandırılmaktadır. Mixolydian modundan elde edilen akor dizisi dominant yedili 7 akordur. C majör gamının Mixolydian modundan elde edilen temel caz akoru **G7**, sol majör dominant yedili akordur. Akor gamın 1., 3., 5. ve 7. notalarının bir araya getirilmesinden elde edilmektedir. Kök notası G'dir. Notalar arası aralık 1-3 majör üçlü aralığı, 1-5 mükemmel beşli aralığı ve 1-7 minör yedili aralığı olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 3.33: Do majör Mixolydian modu gam dizilimi

VI. Aeolian

C majör gamının altıncı modu Aeolian Mod olarak adlandırılmaktadır. Aeolian modundan elde edilen akor dizisi minör yedili **min7** akordur. C majör gamının Aeolian modundan elde edilen temel caz akoru **Amin7**, la minör yedili akordur. Akor gamın 1., 3., 5. ve 7. notalarının bir araya getirilmesinden elde edilmektedir. Kök notası A'dır. Notalar arası aralık 1-3 minör üçlü aralığı, 1-5 mükemmel beşli aralığı ve 1-7 minör yedili aralığı olarak tanımlanmaktadır (Levine, 1995).

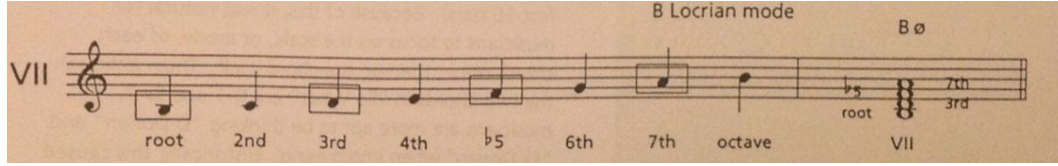


Şekil 3.34: Do majör Aeolian modu gam dizilimi

VII. Locrian

C majör gamının yedinci modu Locrian Mod olarak adlandırılmaktadır. Locrian modundan elde edilen akor dizisi half-diminished **ø** akordur. C majör gamının Locrian modundan elde edilen temel caz akoru **B ø**, si half-diminished akordur. Akor gamın 1., 3., 5. ve 7. notalarının bir araya getirilmesinden elde edilmektedir. Kök notası B'dir. Notalar arası aralık 1-3 minör üçlü aralığı, 1-5 diminished beşli aralığı ve 1-7 minör yedili aralığı olarak tanımlanmaktadır (Levine, 1995).

Half-diminished akoru diminished akorundan ayıran özellik 7. notasının yarım ses tiz olmasıdır. Diminished akorda 1-7 aralığı diminished 7li aralık ile half-diminished akorda 1-7 aralığı minör yedili olarak tanımlanmaktadır. Akor C majör gamının yedinci derecesi olan B üzerinden değerlendirilmektedir. B majör ya da minör gam diziliminde 5. ses F#, fa diyezdir. Fakat C majör 7. modunda diyez naturel olarak görünmektedir. Bu durum B Locrian mod üzerinde 5. sesin bemol olarak Fb gösterilmesi ile klasik teorideki gam B gam kalıbına uydurulmuştur (Levine, 1995).



Şekil 3.35: Do majör Locrian modu gam dizilimi

Modal Caz

Modal caz az sayıda akorun uzun sürede yayılarak çalınması olarak tanımlanmaktadır. Bir ölçü içerisinde birkaç akor değişimi değil tek akorun birkaç ölçü boyunca devam etmesi ile oluşturulan armonik altyapıdır. Modal **tune** cazda doğaçlama için alan yaratmaktadır. Alan içerisinde gezinebilmek tonların gamlarına hakim olmak ile mümkündür (Terefenko, 2014).

3.3.4 C Majör Gam Üzerinden Modal Akorlar

Gamların caz modları aynı zamanda caz inşaatı başladığında temel taşlar olan gam içerisindeki notalardan oluşmaktadır. C majör armonisi içerisinde incelendiğinde alt modların hepsinin kendi içerisinde oluşturduğu gamlar ile armonik çatışmalar yaşanmaktadır. Bu çatışmayı, farklılıkları teorik olarak betimleyebilmek amacıyla caz icra edilirken modlar içerisinde teoride görünmesine rağmen çalınmaması gereken notalar bulunmaktadır. Bu notalar mod notasyonu içerisinde belirtilerek modlar üzerinde oluşan caz akorlarının daha spesifik şekilde tanımlanmasına sebep olmaktadır.

İlk bölümde C majör üzerinden modlar tanımlanırken 7 adet mod tanımlanmıştır. Majör gamda bu modların gam dizilimi incelendiğinde ilk oluşturulan akorların küçük değişimler geçirerek daha spesifik yazıldığı görülmektedir. Armoni oluşturulurken Ionian ve Locrian modlarında akorda değişiklik olmazken gam üzerinde sakınılması gereken notalar bulunmakta, Phrygian, Lydian, Mixolydian ve Aeolian modlarında ise caz akorlarına spesifik değişimler elde edilmektedir (Terefenko, 2014).

Klasik müzikten farklı olarak cazda tanımlanan akorlar caz armonisini meydana getirmektedir. Armoni oluşumu hangi nota üzerinden hangi modda yapılırsa yapılsın belirli formüller sonucunda elde edilen armonilerin karakteristikleri her zaman aynıdır, değişmemektedir (Levine, 1989).

The image displays eight musical staves, each representing a different mode derived from the C major scale. Each staff is labeled with a Roman numeral, a chord symbol, and a mode name. The scales are as follows:

- I** C Δ Ionian: Scale starting on C, with a "4th" interval marked and a "avoid" note indicated.
- II** D -7 Dorian: Scale starting on D.
- III** E sus $b9$ Phrygian: Scale starting on E.
- IV** F Δ $\sharp 4$ Lydian: Scale starting on F, with a $\sharp 4$ interval marked.
- V** G7 Mixolydian: Scale starting on G, with a "11th" interval marked and a "avoid" note indicated.
- VI** A - $b6$ Aeolian: Scale starting on A.
- VII** B $\emptyset$ Locrian: Scale starting on B, with a $b9$ interval marked and a "avoid" note indicated.
- V** G sus Mixolydian: Scale starting on G, with a "11th" interval marked and a "no avoid note" indicated.

Şekil 3.36: C majör gam üzerinden modal akor gamları

C majör gam üzerinden armonik yapılanma

Majör gam üzerinden yapılanma klasik modların oluşturduğu akorlardan farklı akorlar yaratmamaktadır, sadece nüans eklemektedir. Klasik modlardan farklı olmayan akorlar Ionian, Dorian, Lydian ve Locrian akorlarıdır. Fakat bu akorlar haricinde gam dizilimlerinde nüanslar bulunmaktadır. Geri kalan diğer modlar klasik caz akorlarını oluşturmaktadır (Levine, 1989).

C majör gam / Ionian

C majör gam içerisinde Ionian ilk moddur. Modun oluşturduğu akor Cmaj7 akorudur. Cmaj7 akoru içerisinde doğaçlama yapılırken doğal gamda bulunan F notası oluşan Cmaj7 akoru içerisinde çatışık duyulmaktadır. Bu nedenle majör gam üzerinde modun yarattığı akorda değişiklik olmazken, sakınılması gereken nota F olarak belirtilmektedir.

C majör gam / Dorian

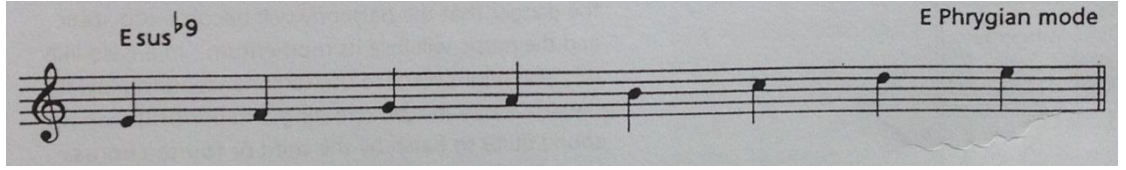
C majör gam içerisinde Dorian ikinci moddur. Modun oluşturduğu akor Dmin7 akorudur. Majör gam üzerinde modun yarattığı akorda değişiklik olmazken, sakınılması gereken nota da bulunmamaktadır.

C majör gam / Phrygian

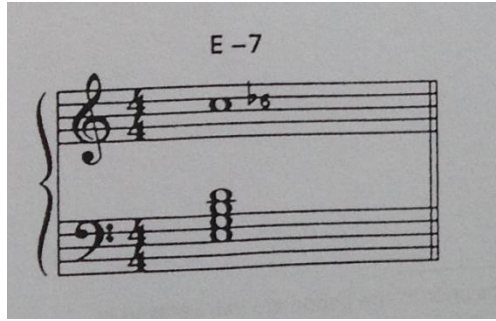
C majör gam içerisinde Phrygian üçüncü moddur. Modun oluşturduğu akor **Emin7** akorudur. Fakat akor majör gam üzerinden tanımlandığında yine **Emin7** akoru üzerine çalınan başka bir akor meydana gelmektedir. Bu akor **Esusb9** olarak adlandırılmaktadır.

Esusb9: **sus** suspended kısaltmasıdır, mod içerisinde b9, 4., 5. ve 7. notaların bir araya gelmesinden oluşmaktadır. **b9** (bemol dokuz) notasyonu E notası ile başlayan Phrygian modunun gamında 9. ses (mod7 sistem içerisinde 2. sese denk gelmektedir) bemol olarak ifade edilmektedir. E gamı içerisinde 9.=2. nota F# notasıdır. Fakat C gamı içerisinde F naturel nota bulunduğundan Phrygian modda tanımlanan E akoru içerisinde bulunmaz, çatışıktır. Bu durum ise E gamı üzerinden b9lu olarak ifade edilmektedir. Bu nedenle majör gam üzerinde modun yarattığı akor Emin7

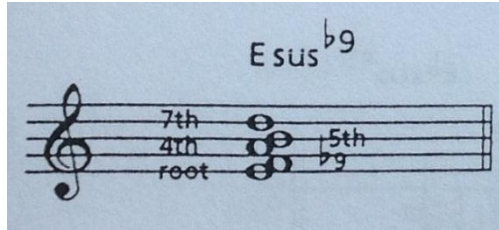
akorundan Esusb9 akoruna dönüşmekte, Phrygian mod gamı üzerinde sakınılması gereken nota bulunmamaktadır.



Şekil 3.37: Esusb9 akoru Phrygian modu gam dizilimi



Şekil 3.38: Emin7/ Mi minör yedili akoru



Şekil 3.39: Esusb9 akoru

C majör gam / Lydian

C majör gam içerisinde Lydian dördüncü moddur. Modun oluşturduğu akor **Fmaj#4** akorudur. **Fmaj#4** akoru içerisinde doğaçlama yapılırken C majör gamında bulunan B notası oluşan akor içerisinde çatışık duyulmaktadır. F majör gamında 4. nota Bb notasıdır. C Lydian modda bu nota naturel yazılmaktadır. Bu nedenle C Lydian modda oluşan F majör gam üzerinden tanımlanan **Fmaj#4** akorunda 4. nota F gamı içerisinde uyumlu olabilmesi için #4 notasyonu ile gösterilmektedir.

C majör gam / Mixolydian

C majör gam içerisinde Mixolydian beşinci moddur. Modun oluşturduğu akor **G7** akordur. **G7** akoru içerisinde 11. (mod7 düzeninde 4. nota denk gelmektedir) nota olan C notası armoni da baskın notadır. Akor içerisinde kullanıldığında armoni değişmektedir. Bu nedenle doğal mod içerisinde C notası sakınılarak oluşturulan armonik dizinin akoru **G7** iken, C notası sakınılmadan oluşturulan armonik dizinin akoru **Gsus** olmaktadır. **Gsus** akoru bas/kök nota G alınırken üzerine 4. ve 5. sesinin eklenmesi ile elde edilmektedir. Majör gam üzerinde modun yarattığı akorda 4. nota olan C notasından kaçınılması sonucunda **G7**, C notasının kullanılması sonucunda ise **Gsus** akoru elde edilmektedir (Levine, 1989).

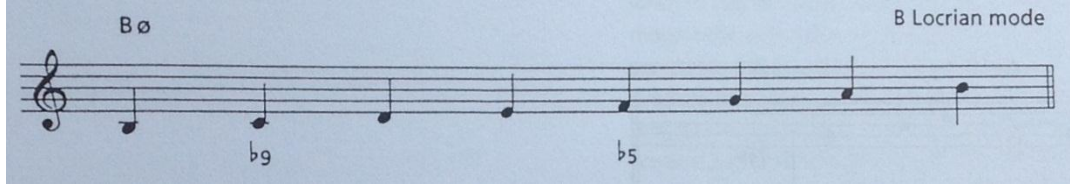
C majör gam / Aeolian

C majör gam içerisinde Aeolian altıncı moddur. Bu modun oluşturduğu gam dizilimi majör gamın naturel minörü olarak adlandırılmaktadır. C majör gamın naturel minörü olan gam A minör gamıdır. Modun oluşturduğu akor **Amin** akordur. Bir sonraki bölümde minör gamlar üzerinden inceleme yapıldığında görüleceği gibi A minör gamında 6. derece yani F sesi yarım ses tiz yani F# olarak yer almaktadır. Fakat C majör gam içerisinde F naturel notası bulunmaktadır. A gamı içerisinde bulunmayan F notası A minör gam dizilimi notasyonunda Fb olarak yazılmaktadır. Bu nedenle C majör üzerinden tanımlı olan Aeolian modunun akoru **Amin** olarak değil **Aminb6** olarak gösterilmektedir (Levine, 1989).

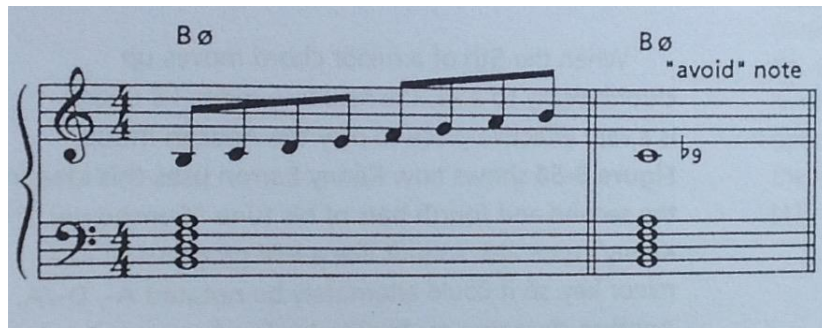
C majör gam / Locrian

C majör gam içerisinde Locrian yedinci moddur. Modun oluşturduğu akor **Bø** akordur. **Bø** akoru içerisinde doğaçlama yapılırken doğal gamda bulunan C notası oluşan **Bø** akoru içerisinde çatışık duyulmaktadır. B majör/minör gamı içerisinde 9. nota (mod7 sisteminde 2. notaya denk gelmektedir) C# notasıdır. Fakat C gamı içerisinde bu ses yer almamaktadır. **Bø** akoru C majör gam üzerinden tanımlandığı için B majör/minör gam üzerinden notasyonda ikinci sese denk gelen C sesi **b9** olarak gösterilmekte ve gam içerisinde doğaçlama yapılırken sakınılmaktadır. Bu nedenle majör gam üzerinde modun yarattığı akorda değişiklik olmazken,

sakınılması gereken nota B majör/minör gamında **b9** olarak ifade edilen C notası olarak belirtilmektedir (Levine, 1989).



Şekil 3.40: C majör gamı Locrian modu dizilimi



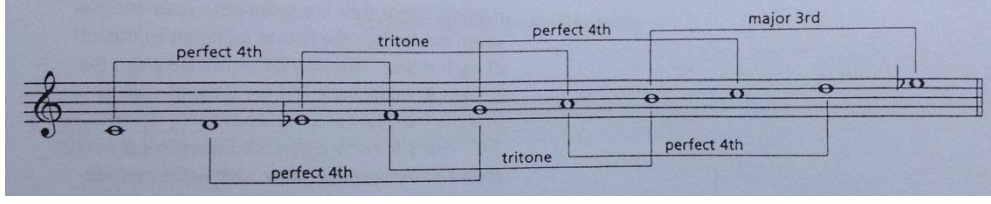
Şekil 3.41: B diminished akoru

3.3.5 C melodik minör gam üzerinden modal akorlar

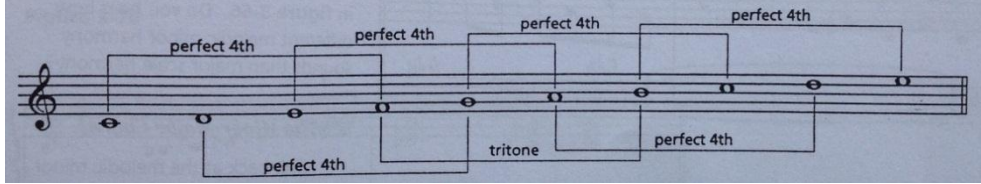
Minör gam üzerinden yapılanma klasik modların oluşturduğu akorların bir kısmından hem farklı akorlar yaratmakta hem de var olan akorlara nüans eklemektedir. Melodik minör gamı majör gamdan ayıran 3. derecesinin düşürülmesi yani gamda 3. notanın bemol olması anlamına gelmektedir. Majör ve minör gam dizilimleri diatonik dörtlüler olarak incelendiğinde belirli kurallar elde edilmektedir.

Diatonik sesler hangi gam içerisinde olursa olsun minör ya da majör, aralıkları değişmemektedir, anahtar nota içerisinde değerlendirilmese de etkilenmeyen seslerdir.

Diatonik dörtlü bir gamda her nota ile gam üzerinden notadan sonra 4. notanın yaptığı aralık olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 3.42: Majör gam dörtlü aralık dizilimi

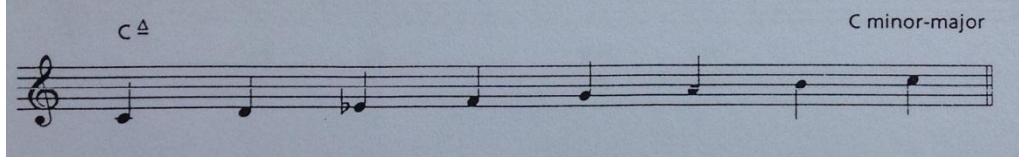


Şekil 3.43: Melodik Minör gam dörtlü aralık dizilimi

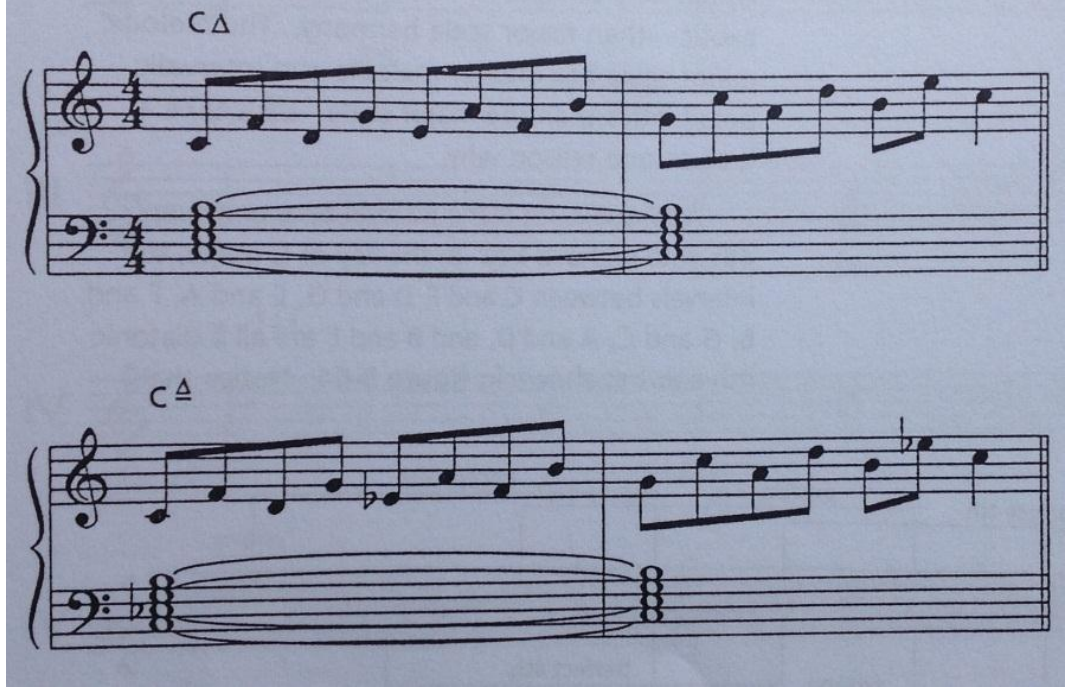
Şekil 3.42’de C majör gam üzerinde diatonik dörtlüler gösterilmiştir. Majör gam iki tip diatonik dörtlü içermektedir; Mükemmel dörtlü (perfect four) ve Tritone (Augmented Dörtlü). Şekil 3.43’te melodik minör gam üzerinde diatonik dörtlüler gösterilmiştir. Melodik minör gam iç tip diatonik dörtlü içermektedir; Mükemmel dörtlü (perfect four), Tritone (Augmented Dörtlü) ve Majör Üçlü (Levine, 1989).

Minör-majör akor

Melodik minör gamın 1. ve 5. modlarında (Majör gam üzerinden Ionian ve Mixolydian modlar) tanımlanmaktadır. Birinci modda tanımlanan akor Cmajör-minör olarak gösterilmektedir. Minör akoru majör akordan ayıran özellik 3. ve 7. derecelerinin düşürülmesidir. C majör gamı üzerinden örnek verilirse C majör gamın 3. derecesi olan E notasının ve 7. derecesi olan B notasının yarım ses düşürülmesi, pesleşmesi kısaca bemol olarak yazılmasıdır. Fakat C melodik minör gamın birinci modunda 3. derece olan E düşürülüp Eb olarak varolurken, 7. derece olan B düşürülmemiştir. Bu durum C melodik minör gamının 1. modunun hem majör hem de minör karakteristik taşıdığını göstermektedir (Levine, 1989).



Şekil 3.44: C majör-minör akorunun gam dizilimi



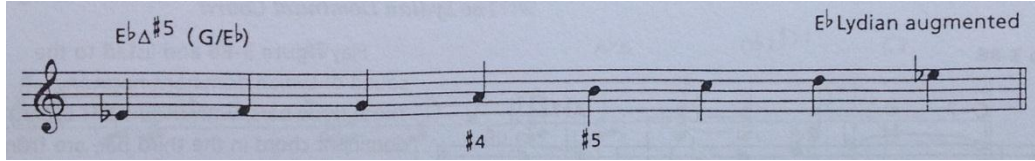
Şekil 3.45: C majör ve C majör-minör akorunda müzikal cümle

Şekil 3.44 C melodik minör gamında birinci modu göstermektedir. Şekil3.45 Cmaj akoru içerisinde dizili bir müzikal cümleyi ve Cmaj-min akoru içerisinde dizili bir müzikal cümleyi göstermektedir. İki dizilim arasında aynı notalar çalındığında farklılık majör-minör gamın 3. derecesinin düşürülmesi, bemol olarak yazılmasıdır.

Melodik minör gamda ikinci modun değişimi majör gamda üçüncü mod olan Phrygian moddaki değişimle eşdeğerdir. Mod tanımlarında Phrygian modu C majör üzerinden **Emin7** iken, majör gamda Phrygian modu C majör üzerinden yine **Emin7** üzerinden tanımlı olan **Esusb9** dönüşümü ile yazılmaktadır. Aynı durum C majör üzerinden tanımlanan ikinci, Dorian modda **Dmin7** iken gam melodik minöre dönüştüğünde akor da yine **Dmin7** üzerinden tanımlı olan **Dsusb9** akoruna dönüşmektedir.

Lydian Augmented akoru

Melodik minör gamda üçüncü mod üzerinden oluşturulan akor majör gamda dördüncü mod olan Lydian modu üzerinden tanımlanmaktadır. Augmented arttırılmış akor anlamına gelmekte, majör gam üzerinde bulunan 3. ve 4. notalar arasında yarım ses bulunduğundan majör gamın arttırılan üçüncü derecesi Lydian mod tanımına girerken melodik minör gamda 3. derecedeki nota üzerinden tanımlanmaktadır.

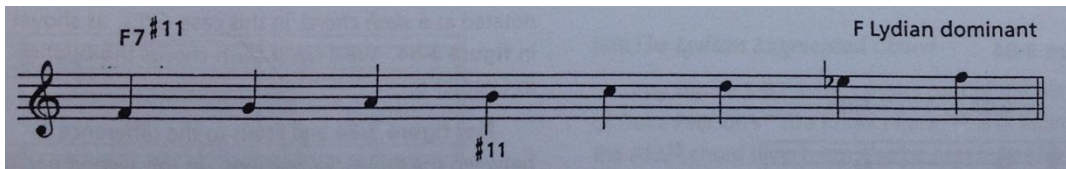


Şekil 3.46: Eb Lydian melodik minör gam dizilimi

Şekil 3.46’da yazılı olan **Ebmaj#5** akoru aynı zamanda **G/Eb** olarak yazılmaktadır. / işaretinden önce yazılı olan akorun açılımı, sonra yazılı olan ise akorun kökü, bas notasıdır. Bu tanım Eb kök, bas notası üzerinde G majör akoru çalındığında **Ebmaj#5** akoru ile eşdeğer olduğu anlamına gelmektedir (Levine, 1989).

Lydian Dominant akoru

Majör gam üzerinde tanımlı dördüncü mod sadece modun tanımlı olduğu melodik minör gamın 3. derecesi değişikliği ile tanımlanmaktadır. Majör gamın dördüncü modu olan Lydian modu, minör melodik gama uygulanırsa gamın 3 derecesi (Lydian modun 7. derecesine denk gelmektedir) düşürülmekte, bemol olarak yazılmaktadır.



Şekil 3.47: F Lydian gam dizilimi

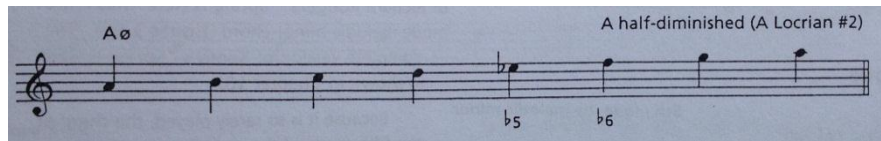
Şekil 3.47’de görülen C melodik minör gam dizilimi üzerinde Lydian Dominant akoru elde edilmekte, **F7#11** olarak gösterilmektedir. Gamın dördüncü derecesinde bulunan B notasının altında **#11** (mod7 sisteminde 11. derecede yazılan nota 4.

derecede yazılan notaya denktir) yazmasının sebebi, C melodik minör gamı üzerinden tanımlanan **F7#11** akorunun doğal majör gam diziliminde Bb notasının bulunmasıdır. Kullanımda F majör gamı içerisinde notasyon hatası oluşmaması için **#11** belirtilmektedir.

Half-diminished veya Locrian #2 akoru

Melodik minör gamda altıncı modda tanımlıdır. Majör gam üzerinden tanımlandığında Aeolian modunda ilgili melodik minörü elde edilmekte iken minör gam üzerinden tanımlandığında majör gamın yedinci modu olan Locrian modunda tanımlı olan half-diminished akoru elde edilmektedir. C melodik minör gam dizisinde bulunan Eb notası, C melodik minör gam altıncı modunda iken gamın 5. derecesinde bulunan notaya denk gelmektedir. C majör altıncı modu olan Aeolian modunda **Amin7** akoru tanımlıdır. C melodik minör altıncı modunda **Amin7** akoru **Aø** akoruna dönüşmektedir.

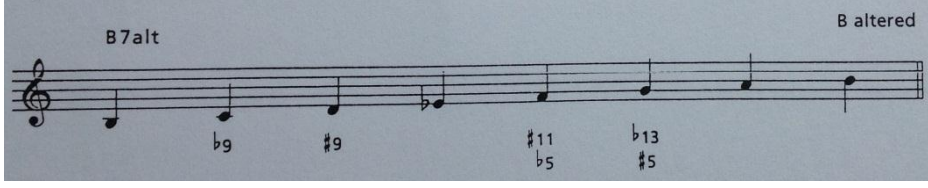
Majör gamda bulunan beşinci derecedeki E, melodik minör gamda Eb notasına dönüşmektedir. Fakat A doğal gamında naturel E bulunmaktadır. Bu nedenle gam gösteriminde notasyon hatası olmaması için Eb notasının altına A doğal gamında **b5** olarak yazılmaktadır. Aynı şekilde A doğal gamının 6. derecesinde F# notası bulunmaktadır. Fakat C gamında F notası bulunmaktadır. Bu nedenle C melodik minör gamı üzerinde tanımlı akorda bulunan F notası, A gamında **b6** olarak gösterilmektedir (Levine, 1989).



Şekil 3.48: A half-diminished gam dizilimi

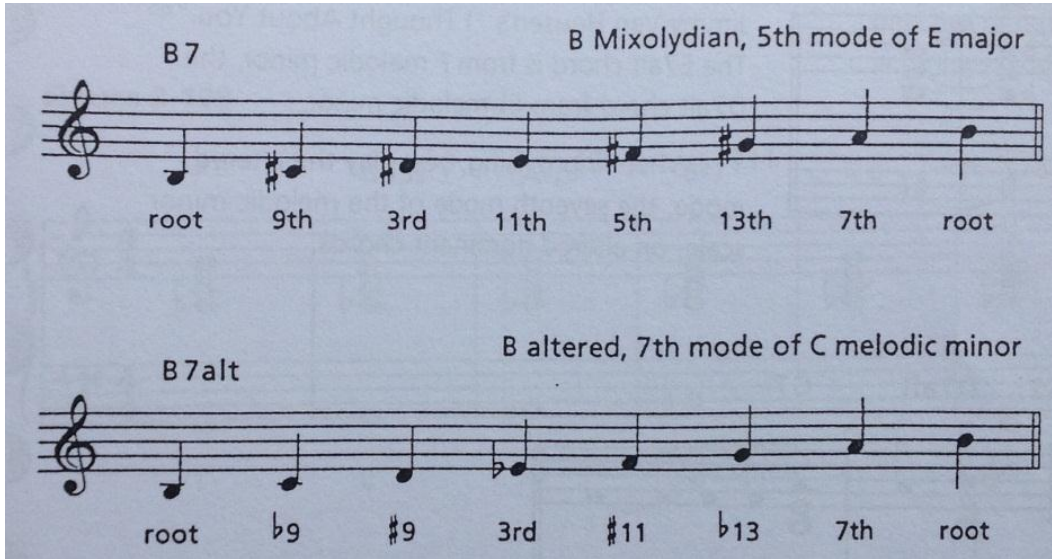
Altered Dominant akor

Melodik minör gam diziliminde yedinci mod içerisinde oluşmaktadır. Gamın yedinci derecesinde bulunan nota B notasıdır. C melodik minör gamında bulunan Eb notası, gamın yedinci modu olan B ile başlayan gam diziliminde gösterildiğinde B gamının 4. notasına denk gelmektedir. B majör/minör gamda doğal olarak bulunan Eb notası Altered Dominant Akor oluşumunda etkili değildir (Levine, 1989).



Şekil 3.49: B altered akorunun gam dizilimi

Altered Dominant B akorun oluşumunu göstermek için aşağıda Dominant B akoru gam dizilimi ile karşılaştırması gösterilmektedir. B7 akorunun gam diziliminde 1. ve 7. derecede bulunan notalar hariç diğer bütün derecelerde bulunan notalar yarım ses düşürülmüştür. Şekil 3.50 mixolydian ve B altered akorlarının gam dizilimleri C melodik minör gamının 7. modu üzerinden elde edilen gam **B7alt** olarak tanımlanmaktadır (Levine, 1989).



Şekil 3.50: B mixolydian ve B altered akorlarının gam dizilimleri

İleri caz teorisinde gamlar üzerinden modlar ile oluşturulan temel akor dizilerinin enstrüman ile ritim, kompozisyon çerçevesinde çalınarak oluşturulabilecek armonik karmaşık yapılar yer almaktadır. Ritim ve kompozisyon girmeden akor açılımlarının geliştirilmesi ise voicing konusu kapsamına girmektedir. Voicing kavramı akor çevrimleri ile aynı akor üzerinden farklı duyum yaratabilme becerisidir ve cazda kompozisyon oluşturmada önceki karmaşık altyapının temel taşıdır. Karmaşık görünümün voicinglerin görselleştirilmesi sonucu algıda fark yaratan işitsel nüans karşılıkları görsel nüans farklılıkları ile ispatlanabilecektir (Levine, 1989).

Bu bölümde caz akorlarının nasıl oluşturulduğu, gam dizilimleri üzerinden incelenmiştir. Klasik müzik teorisi temelli majör ve minör gamlar kullanılarak C notası üzerinden oluşturulmuş örnek gamlar ile modlar tanımlanmış, tanımlanmış olan modların karakteristik akorları ortaya konmuştur. Tez çalışmasında fraktal yöntem ile görselleştirilecek başlıca akorlar modlar ile oluşturulan akorlardır. Ritim, kurgu, kompozisyon, voicing gibi karmaşık düzenlere girilmeden önce temel halleri ile akorlar içerisinde bulunan notalar piyano üzerinden frekansları tanımlanarak gruplanacaktır. Frekans tanımları üzerinden geliştirilecek fraktal modeller ile görselleştirildikten sonra karakteristik özellikleri ele alınacaktır.

3.4 Piyano

Piyano ya da nadir olarak kullanılan italyanca ismiyle **pianoforte** tuşlu bir çalgıdır. Piyanoda ses, teller vasıtasıyla elde edilir. Piyanonun tuşlarına basıldığında içindeki tahta çekiç tellere vurarak sesin meydana gelmesine sebep olur. Tahta çekicinin tellere vurmasından dolayı piyano vurmali müzik aleti olarak adlandırılır. Piyano klasik ve caz müzikte yaygın olarak kullanılır. Solo performanslar, ansambl, oda müziği, eşlik, bestecilik ve prova için oldukça uygun bir enstrümandır. Piyano taşınabilir bir enstrüman olmamasına ve genelde pahalı olmasına rağmen çok yönlülüğü ve aynı anda birçok yerde bulunma özelliği ile dünyanın en yaygın olarak kullanılan enstrümanlarından biridir (Ehrlich, 1990).

Akustik piyano elektronik sisteme bağlanmadan ses veren enstrümandır. İki tip akustik piyano bulunmaktadır, duvar tipi ve kuyruklu piyano. Duvar tipi piyanonun metal telleri dikey olarak kasaya yerleştirilmekte, kuyruklu piyanonun telleri ise piyanonun yatay kuyruk bölümünün içerisinde uzanmaktadır. Kuyruklu piyanoda tel uzunluğu daha fazla olduğunda tını ve ses daha kaliteli duyulmaktadır (Ehrlich, 1990).



Şekil 3.51: Akustik duvar piyanosu



Şekil 3.52: Akustik kuyruklu piyano

Herhangi bir akustik piyano genellikle ses tahtasını ve metal telleri çevreleyen aynı zamanda koruyan ahşap kasadan oluşmakla birlikte 88 tuşa (52 beyaz, 36 siyah) sahiptir. Piyano, tuşlarına basıldığında içerisindeki teller aracılığıyla ses çıkarır çekildiğinde ise teller damper (titreşim azaltan parça) yoluyla susturulur. Fakat pedallar yardımıyla tuşlardan kaldırılmasına rağmen sesin uzatılması mümkündür (Giordano & Nicholas, 2010).



Şekil 3.53: Piyanonun tuşları

Piyanoda herhangi bir tuşa basıldığında keçe ile kaplanmış çekiç o tuşa ait tellere vurur ardından geri gelir ve çekiç eski konumuna gelmesine rağmen teller titreşmeye devam eder bu titreşim bridge (köprü) yoluyla ses tahtasına iletilir ve ses tahtası sesi yükselttikten sonra havaya yayar. Parmak tuştan çekildiğinde damper (titreşim azaltan parça) tellerin titreşmesini durdurur ve sesi keser (Ehrlich, 1990).



Şekil 3.54: Duvar piyanosu iç aksamı



Şekil 3.55: Kuyruklu piyano iç aksamı

Piyano tarihçesi

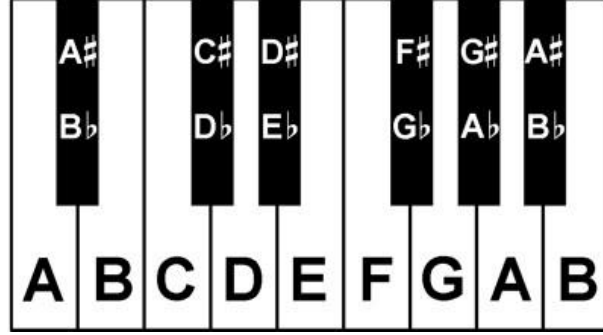
İlk piyano 1700'lü yıllarda İtalya Floransa'da Bartolommeo Cristofori tarafından yapılmıştır. Cristofori'nin en büyük başarısı, piyanonun temel mekanik sorunu olan, çekicinin tellere vurması anında sesin çekicinin etkisi ile sönümlenmemesi ve çekicinin çok çabuk bir şekilde tellerden ayrılarak notanın yeniden çalınabilmesi sorununa bir çözüm üretmesi olmuştur (Parakilas, 1999).

Fransız Marius'un bu çalgıya katkısı, tokmaklı klavseni bulmak olmuştur. Saksonyalı Silbermann ise, Schröter' in çekiç sistemini geliştirerek ve Bach'ın da değerli öğütlerinden yararlanarak, klavyenin tüm ses genişliğinde eşit bir ötüm elde etmeyi başarmıştır. Augsburg' da org yapımcısı Johann Andreas Stein (1728-1792) Alman veya Viyana usulü denen mekanizmalı piyanolar meydana getirmiştir. 1789'da Stein, ayrıntıları belirtmek için kullanılmakta olan dizliklerin yerine pedal koymuştur. Andreas ve torunu Johann Baptist Streicher (1796-1871), piyanonun yapısını (Beethoven'ın arzusu üzerine) daha sağlamlaştırarak ve ikinci bir otum kapağı ekleyerek daha dolgun bir ses sağlamıştır (Lelie, Christo, 1995). Piyano sanayinin gerçek kurucusu Alman Zumpe' dir, "kılavuzlu" denen mekanik piyanoyu gerçekleştirmiştir. İlk düz/duvar piyanosunu, 1789'da İrlandalı William Southwell yapmıştır. Sebastian Erard 1822'de piyano yapım tekniğini geniş ölçüde etkileyen bir yenilik getirmiştir (ikili itme dilleri). Henri Pape, çapraz tel ve keçeli çekici bulmuştur. James Thom, ekleme demir çatıyı kurmuştur (Scheitman, 2008).

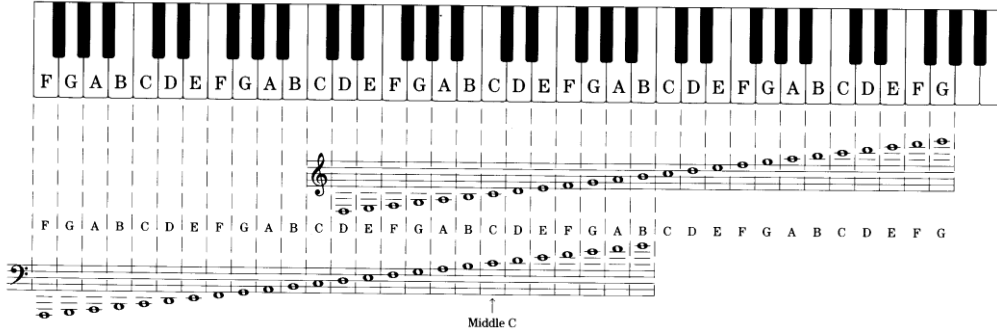
Piyano büyük bestecilerin en yakını olmuştur, dolayısıyla bu çalgı için verilen bestelerin sayısı ciltler tutmaktadır. "Piyanistler, diğer çalgıları çalanlara nazaran, çıkaracakları sesleri piyano üzerinde hazır bulurlar" gerekçesiyle, küçük yaştan (altı-

on) başlayarak, öğrenebilecek çalgılardan birisidir. Hatta günümüzde çok daha küçük yaşlara yönelik piyano eğitimi verilebilmektedir.

Piyano üzerinde sesler aşağıda gösterildiği gibi gruplanmaktadır. Beyaz tuşlar 7 adet nota ile eşleşmekte, siyah tuşlar ise tarif edildiği notaya göre arıza almaktadır.



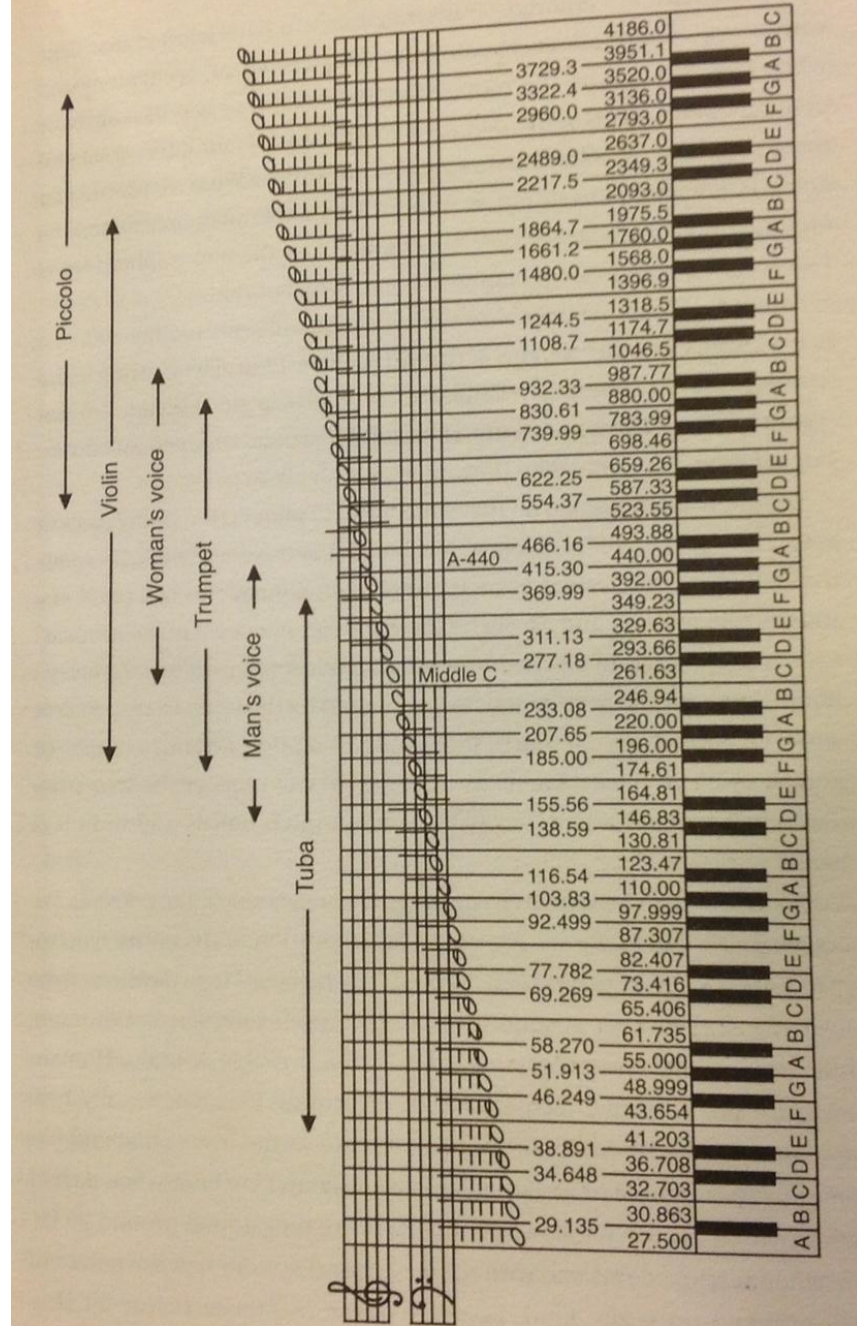
Şekil 3.56: Piyano üzerinde notalar ve arızaları



Şekil 3.57: Piyano üzerinde bütün notaların gösterimi

Şekil 3.57’de piyano üzerinde bulunan 88 tuş üzerinde nota yerleşimi ve notaların anahtar üzerinde yerleri gösterilmektedir. 2. Bölümde Müzik tanımı yapılırken seslerden, ses tanımı yapılırken ise notalardan bahsedilmiştir. Bir nesne hareket ettiğinde havadaki ya da bulunduğu ortamda kendi saran moleküllerin yer değiştirmesine sebep olmaktadır. Moleküllerin yer değiştirmesi dalgalanma yani titreşim yaratır. Hava moleküllerindeki dalgalanma hareketi ses dalgalarının kaynağıdır. Ses dalgaları frekans değerleri ile ölçülebilmektedir ve birimi Hertz (Hz)’dir. Frekans hareketin birim zaman içerisinde (1 sn) kaç kez tekrarlandığının ölçümüdür. İnsan kulağının kavrayabileceği frekans aralığı 20-20.000 Hz arasında değişmektedir (Lotto & Holt, 2010).

Piyano üzerinde tanımlı notaların da belirli frekans değeri bulunmaktadır. Bu değerler her model piyano için sabittir ve piyanonun akordunda (ton düzeltmesi) kullanılan değerlerdir.



Şekil 3.58: Piyano üzerinde frekans aralıkları

Şekil 3.58 piyano üzerinde tanımlı bütün notaların sabit frekans değerlerini vermektedir (Levitin, 2006). Frekans değerlerinin kendi içerisinde sabit oranları bulunmaktadır ve aşağıda belirtildiği gibidir;

Tonik: 1/1

Majör İkili: 9/8

Majör Üçlü: 5/4

Mükemmel Dörtlü: 4/3

Mükemmel Beşli: 3/2

Majör Altılı: 5/3

Majör Yedili: 15/8

Oktav: 2/1

Örneğin piyano üzerinde bulunan ilk sol notasının frekans değeri küsürat olmadan ele alındığında G notası üzerinden sağlama değerleri elde edilmektedir;

G: 49.00 Hz

Tonik: $1/1 * 49.00 = 49.00$ Hz

Majör İkili: $9/8 * 49.00 = 55.12$ Hz

Majör Üçlü: $5/4 * 49.00 = 62.25$ Hz

Mükemmel Dörtlü: $4/3 * 49.00 = 65.33$ Hz

Mükemmel Beşli: $3/2 * 49.00 = 73.50$ Hz

Majör Altılı: $5/3 * 49.00 = 81.67$ Hz

Majör Yedili: $15/8 * 49.00 = 91.88$ Hz

Oktav: $2/1 * 49.00 = 98.00$ Hz

Piyano üzerindeki bütün sesler ton içerisindeki oranla belirlenmekte olup yaklaşık olarak yukarıda belirtildiği gibi hesaplanmaktadır. Temel olarak alınan notanın frekansı üzerinden oranlar ile bütün piyanonun frekans ayarlaması dolayısıyla akordu yapılmaktadır (Hopkin, 1996).

Tez kapsamında piyano ve üzerinden frekans hesabı oluşturulan modal caz akolarının nota değerlerinin frekanslarını tanımlanarak, akor içerisinde oluşan frekans oranları fraktal algoritmasına kullanılacak ve fraktal modeller geliştirilecektir.

3.5 Müzikte Algı ve Kavrayış

İnsan, içerisinde bulunduğu ortamda duyu organlarına uyarıcılardan gelen verileri kendi sistemleri çerçevesinde örgütleyerek verilere anlam yüklemektedir. Duyu organları ile ham bir şekilde depolanan verilerin, sonrasında insan zihninde anlam yüklenme süreci algı olarak adlandırılmaktadır (Hergenhahn, 1988). Algı ile ilgili ilk araştırmalar Gestalt psikologları tarafından yapılmıştır. Gestalt psikologlarına göre, uyarılar ayrı ayrı değil, anlamlı bir bütün olarak görülmekte ve bütün onu meydana getiren parçaların toplamından daha çok anlam ifade etmektedir. (Hergenhahn, 2013).

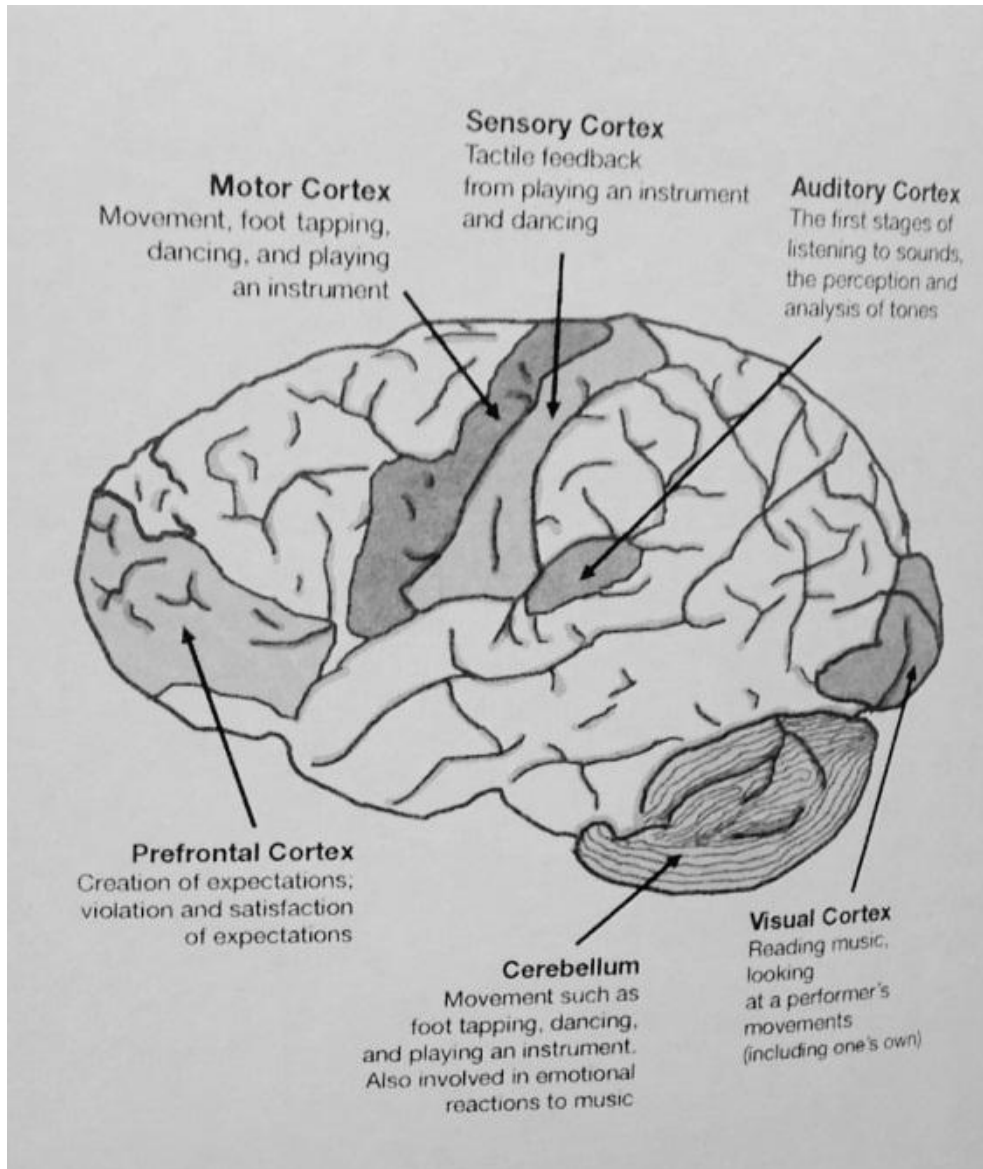
Bireyin ruh hali ve akli durumu, dünyayı nasıl algıladığını etkileyen önemli faktörlerden biridir. Görsel algı oluşumu üzerinde Gibson bütünün algılanma sürecinin detayın algılanmasından daha önemli olduğunu belirtmektedir. Çünkü bütünün insan beyninde yarattığı anlam detayların kavranabilmesini kolaylaştırmaktadır (Gibson, 1966). Sosyal yapı içinde yaratılmış seçenekler ve olasılıklar çerçevesinde, algısal farklılıklar kişinin psikolojik durumuna göre oluşturmakta, psikolojik durum algıyı etkilemektedir.

Algı organizmanın o andaki yaşantısı sırasında edinilen duyuşal bilginin beyin tarafından örgütlenip yorumlanması anlamına gelmektedir (Morgan,1993). Öğrenirken ve düşünürken kullanılan duyuşal bilgi, duyum ve algı olmak üzere iki ayrı başlıkta incelenmektedir. Duyum, bir ışığın parlaklığı, bir ses tonunun perdesi, kahvenin sıcaklığı veya iğne battığında duyulan acı gibi ilkel yaşantıları içermektedir. Duyumlar yaşantıların hammaddeleridir; ancak yaşantı bir dizi duyumdan ibaret değildir. Günlük yaşamda duyumlar sürekli olarak bir yorumlama işlemine tabi tutulmaktadır. Tonlar dizisi melodi olarak, soğuk ıslak bir duyum yağmur olarak yorumlanmaktadır. Duyumları yorumlama, onları anlamlı hale getirme süreci algı olarak tanımlanmaktadır.(Morgan, 1993).

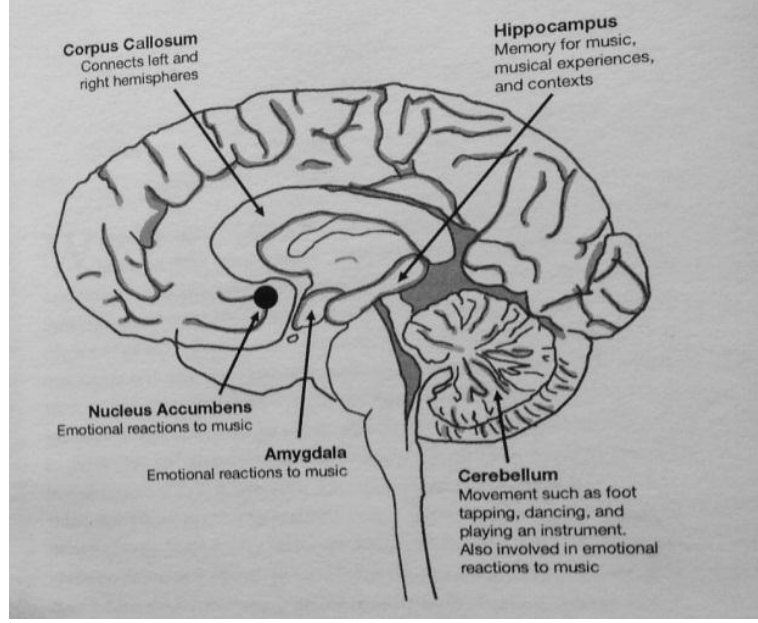
Müzik algısı

Birey olarak insan, içinde bulunduğu çevrede bir titreşimler ortamında yaşar. Bu ortamın en önemli öğelerinden biri ses titreşimleridir. Kulağa gelen titreşimler, yani işitsel uyarılar, herhangi bir nesnenin (sistemin) titreşmesinden doğarlar. Kulağa

gelen ses titreşimleri, kulaktan girip belli sinir yollarından geçerek beyne ulaşır ve böylece işitme süreci tamamlanmış olur. Bu süreç, psikolojik oluşumların en yalın öğeleri olan algılamanın fizyolojik yanıdır. Bu fizyolojik sürecin sonunda onunla birlikte algılama da meydana gelir. Algılama süreci beyinde gerçekleşir. Algılamada beyne ulaşan uyarımlar kümeler halinde örgütlenir ve aynı zamanda bir anlam kazanır. rgtlemeyi gerektirmeyen yalın bir uyarım bile beyinde yorumlanır (Levitin, 2006).



şekil 3.59: Beynin algılama birimleri



Şekil 3.60: Beynin ana bölümleri

Beyinde müzik algısı oluşurken kullanılan bölümler ve özellikleri aşağıda anlatılmaktadır.

Corpus Callosum: Beynin Sağ ve Sol yarımküresini birbirine bağlayan bölüm.

Hippocampus: Müzik içerikleri ve deneyiminin depolandığı, hafızada tutulduğu bölüm

Nucieus Accumbens: Müziğe verilen duygusal tepkinin kontrol edildiği bölüm.

Amygdala: Nucieus Accumbens gibi müziğe verilen duygusal tepkinin kontrol edildiği bölüm.

Cerebellum: Vücudu kullanarak ritim tutma, enstruman çalma yetisini kontrol eden bölüm.

Auditory Cortex: Seslerin algılandığı, tonların analiz edildiği ilk algı aşamasının gerçekleştiği bölüm.

Prefontal Cortex: Yaratıcılık ve beklenti oluşturan, tatmin duygusunu kontrol eden bölüm.

Motor Cortex: Dans etmek, ritim tutmak gibi hareketleri kontrol eden bölüm.

Sensory Cortex: Enstruman çalınırken veya dans ederken oluşturulan geri bildirimi kontrol eden bölüm.

Visual Cortex: Görsel olarak müziğin algılanabildiği (nota okumak, enstrüman çalarken başka bir müzisyeni seyretmek ya da kendi çalışını irdelemek) (Thompson, 2014).

Herhangi bir ses beyinde Auditory Cortex'i harekete geçirmektedir. Algılanan ses beynin Amygdala ve Nucleus Accumbens kısmında anlam kazanırken, Prefrontal Cortex'i harekete geçirmektedir. Geçmiş deneyimlerin etkili olduğu anlam kazanma işleminden sonra bilgi Hippocampus bölümünde işlenerek gerekli hafızaya kaydedilir. Enstrüman çalımı, dans gibi müzikte fiziksel aktivite gereken hareketler Motor Cortex, Cerebellum, Sensory Cortex ve Visual Cortex tarafından kontrol edilmektedir.

Sesin algılanmasında rol oynayan faktörler çeşitlidir. Sesin yüksekliği, tınısı, volümü, devam ettiği süre işitme sürecinde algıda ön plana çıkmaktadır. Yükseklik tizlik - peslik olarak tanımlanmaktadır. Tiz sesler frekansı yüksek olan, halk dilinde ince olarak tanımlanan seslerdir. Pes sesler ise frekansı düşük olan, halk dilinde kalın olarak tanımlanan seslerdir. Tiz sesler algıda her zaman ön plana çıkmakta, ilk olarak fark edilmektedir. Sesin volümü arttıkça ses kavrayışında ortam içerisinde dikkat dağıtan bütün diğer dış seslere baskınlık sağlayacağından algılanabilmesi daha kolay olmaktadır. Sürekli olarak aynı sesi ya da melodiyi çalmak hafızada yer edinebilmesini kolaylaştırmaktadır (Thompson, 2014).

Ses tınısı ise psikiyatride çok önemli rol oynamaktadır. İnsan kulağıyla algılanan sesler iki grupta tanımlanacak olursa haz veren ve rahatsızlık veren sesler olarak tanımlanabilir. Haz veren sesler insanoğlunun varlığından bugüne hayatta kalabilmek için bulunduğu güvenli ortama ait karakteristikteki sesler olup, rahatsızlık veren sesler tehditkar sesler olarak nitelenmektedir. Duygusal ayırım genetik olarak aktarılmış olsa da hayatta kalmanın dışında insanın bireysel deneyimlerinden de kaynaklanabilmektedir. (Sloboda, 2005). Örneğin yüksek ateş ile hastalık geçiren bir çocuğun fiziksel rahatsızlığı sırasında annesinin söylediği bir melodi seneler sonra annesi haricinde başka bir ortamda duyulduğunda artık çocuk olmayan bir yetişkin üzerinde aynı haz duygusunu bırakmaktadır (Brill, 1913). Bu durum müzik algısında seçicilikte fiziksel ses karakteristiklerinin dışında kişinin deneyimlerinin, anılarının dolayısıyla duygusal altyapısının da önemli rol oynadığını göstermektedir (Sloboda & Juslin, 2010).

Beyin algıladığı sesleri frekans olarak işlemekte, beyne gelen frekanslara anlam vermektedir. Ses frekanslarının yorumu geçmiş deneyimlere veya yeni deneyimlere dayanabilmektedir. 12 ton sisteminde, bir büyük ikili arasındaki küçük komalar yerine 5 komalık aralık kullanılmaktadır. Bunun tersine Basit ses sisteminin kullanıldığı yerlerde sesler en küçük birimleriyle beraber seslendirilmektedir. Pentatonik sistemde ise 12 ton sisteminde kullanılan aralıklardan sadece 5'i kullanılmaktadır. “Kulağın fizyolojik yapısından ileri gelen duyma sınırları içinde hangi perdelerin sisteme dahil edileceği, hangi perdelerin gam dışı kalacağı değişik kültürlerde değişik şekillerde gelişmiştir. Herhangi bir sistemde büyümenin etkisi insanların algılamadaki duyarlılıklarını ve anımsamalarını önemli bir şekilde etkiler. En azından beklentinin ve oluşan şemaların genelde algılamaya ve anımsamaya olan etkisi, müzik kültürünün birikiminden gelen beklentilerin ve oluşan şemaların müzik algılama ve anımsamasındaki rolüne de yansımaktadır (Kessler ve diğer., 1984).

Sesler tek başına farklı şekilde algılanabildiği gibi farklı ses ve tınılardan oluşan seslerin ritmik ve melodik bir kompozisyon içerisinde işlenmiş hali olan müzik algısı daha karmaşık yapıya sahiptir. Müziğin iki ana başlıkta incelenmektedir. Tonalite ve Ritim. Tonalite müziğin melodik, armonik yapısını belirler, nota dizilimleri, akorların oluşturduğu seslerin üzerine yoğunlaşmaktadır. Ritim ise vuruşlar, süreklilik ve hareketlilik. Ritim melodi ve akorların sürelerini belirler, vurgularını güçlendirir ya da zayıflatır, müziğin akışını sağlar. Tonalite ve ritimin algı şekilleri beyinde fiziksel olarak farklı olduğu gibi kavranışı da farklıdır (Fiske, 1993).

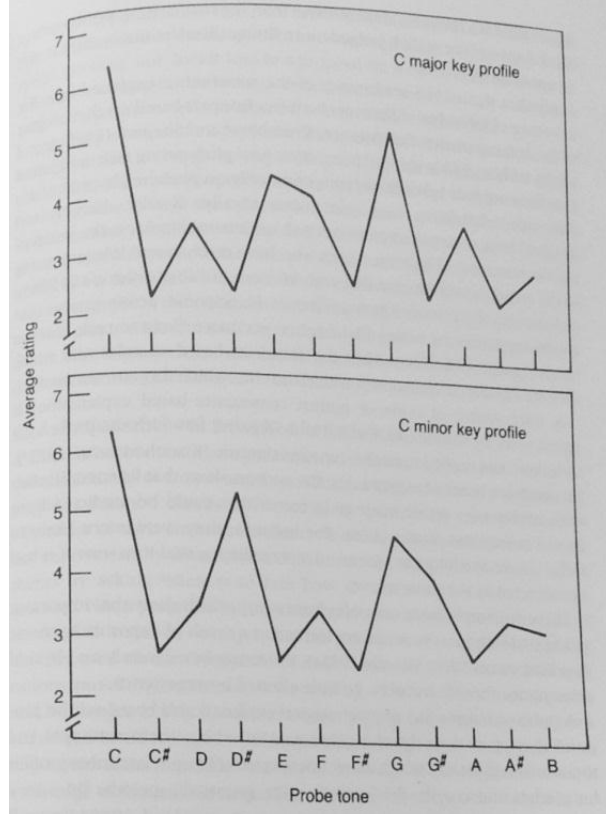
İnsan beyninin müziği algılama şekli eşsizdir. Müzikal kalıpların tanımlanması tonal ve ritmik ilişkileri ile sınırlıdır. Müzik algısının gelişimi zaman ve emek harcamayı gerektirmektedir. Tonal ve Ritmik kalıpların 3 çeşidi bulunmaktadır. Bunlar ilk kez algılanan var olan kalıba benzer olan ve hiçbir kalıp ile benzerliği olmayanlardır (Fiske, 1993).

İlk kez algılama sürecinde müzikal yetkinlik önemli rol oynamaktadır. Yetkinlik doğuştan gelen yeteneğe ya da eğitime bağlıdır. Doğuştan gelen müziğe kabiliyet tonalitenin de ritimlerin de kolay kavranıp taklit edilebilmesini sağlar. Yetenek hatırı sayılır derecede olmasa bile eğitim ile belirli düzeyde müzik algısı geliştirilebilir. Varolan müzikal kalıplarla benzerlik gösteren kalıpların algılanmasında deneyimler ve alışkanlıklar ortaya çıkar. İlk kez kavranan bir işitsel ögenin beyinde algı

sürecinde yarattığı etki ikinci keze göre daha fazladır. Benzer kalıpların ortaya çıkması beyinde analizi ve dolayısıyla aktivasyonu azaltır. Çünkü benzer olan müzik kalıbı önce beyinde bilgi olarak işlenmiştir. Hiçbir benzeri olmayan kalıplar ise ilk duyulan müzikal kalıplar gibi algı sürecinde işlemi arttırmaktadır (Deliege & Wiggings, 2006).

Yaratıcılık müzisyenlerde algısal sürecin içselleştirilmesi ile ortaya çıkan ürün olup, müziğin duygusal ve formal altyapısını oluşturarak dinleyicinin algısında yer edinebilmektedir. Belirli müzik kalıplarının farklı insanlar tarafından önceden duyulup duyulmamasına rağmen algısında ortak noktalar bulunmaktadır. Dolaylı olan bu bağlantı müzisyenin yaratıcı sürecinde algısını nasıl yönlendirdiği ile bağlantılıdır. Estetik olan müzikal kalıplar insanoğlunun ortak algısında yer almaktadır (Deliege & Wiggings, 2006).

Tonalite ve Ritim karmaşılaştıkça algı süreci uzamakta ve zorlaşmaktadır. Örneğin caz armonisi birçok karmaşık akor düzeni ve çakışan klasik teori ile uyumsuz ses toplulukları yaratmaktadır. Krumhansl ve Kessler'in yaptığı çalışmaya göre caz armonisinin temelleri olan klasik armoni, majör ve minör tonların algılanma öncelikleri değişmektedir (Krumhansl, 1990). Do (C) majör ve Do (C) minör gam içerisinde basılan üçleme akorlarda insan kulağının daha rahat algılayabildiği notalar gösterilmektedir. Majör gam içerisinde algıda ön plana çıkan notalar gamın 3. ve 5. dereceleri olduğu gibi aynı şekilde minör gam içerisinde de 3. ve 5. tonlardır. Gamın majör ya da minör değişimini sağlayan nota 3. derece olduğundan geçiş farklılığında önemli derecede duyulan notadır. Bir farklı durum ise gamın üçlemesini tamamlayan fakat karakterini belirlemeyen nota, 5. dereceden bulunan notadır. C majör için 5. derece G notasıdır. G notası gam içerisinde majör ve minör iki gam ile de uyumludur ve armoniyi tamamlayıcıdır. Mükemmel beşli olarak duyulan C-G ikilemesi kulağın en rahat algıladığı armonidir (Sloboda, 2005).



Şekil 3.61: Krumhansl & Kessler C majör ve minör akorlarının algılanma grafiği
(Exploring The Musical Mind John Sloboda s.123)

Armoninin temelinde bulunan majör ve minör akorların algısı beyinde ortaklık gösteren önceliklere sahiptir. Belirli sesler ortalama insan kulağı tarafından daha kolay duyulmakta ve algılanabilmektedir. Caz ise majör ve minör temelli akorların çok daha karmaşık hala gelmesi ile oluşur. Akorların eğitimsiz, ortalama insan kulağı ile kolayca ayrıştırılamadığı gibi akorlar üzerine kurulan melodilerin kavranılabilmesi de güçtür. Cazda devam eden modal akorların üzerine kurulan melodiye solo adı verilmektedir. Solo tanımı karmaşık caz akorlarının üzerinde doğaçlama yapmayı gerektirir. Doğaçlama yeteneği gerekli bilgi ve tekniğe sahip olduğunda beyinde alışkanlık olarak görülebilecek düzeyde teknik uğraşa enerji harcamayarak, solo çalmaya bütün beyindeki enerji ile yönelimi sağlar. Sürekli çalışma ile bilgilerin beyinde kategorize edilmesi caz müziğinde doğaçlamayı kolaylaştırmaktadır (Krumhansl, 1990).

Doğaçlama bireyin oyun alanı olan müzikal yapının ruhsal içeriğinden ve bireyin bu içeriği kendi deneyimleri ile nasıl yorumladığından ortaya çıkmaktadır. Müzisyen bir müziği ruhsallaştırır, içselleştirir ve müzik olarak değil duygu çevrimi olarak algılar. Duyguyu ise tekrar yorumlayarak ortaya tekrar müzik çıkarır. Bu dönüşüm formlar arasındaki bağlantıyı göstermektedir.

Doğuştan görme engeli olan bir bireyin görsel bir sunum olan gördüğü rüyayı hatırlaması aslında zihninde algısal deneyim edinmemiş olmasına rağmen imaj oluşturabildiğinin göstergesidir. Bu bilişsel görsel yetenek duygulardan etkilenmektedir. Görme engelli bir bireyin duygularını oluşturan en önemli faktör ise işitme algısıdır. Bu durumda işitme algısı ile görsellik arasında insan beyni üzerinden de bağlantı kurulabilmektedir (Koelch, 2012).

Bilim insanları, özellikle psikiyatri bilimi henüz görsel ve işitsel algı arasındaki bağlantıyı tamamen açıklayamamışlardır. Bağlantının izdüşümü silik olarak görünse de fizyolojik olarak da duygusal olarak da bu bağlantının olduğu kabul edilmektedir. Müzik algısı görsel ürüne, görsel algı ise müzikal ürüne dönüşebildiğinde bu bağlantının incelenebilmesi için bir altyapı oluşabilmektedir.

3.6 Bölüm Sonucu

Müzik insanın varoluşu ile doğan, gerek iletişim kurmak gerek ise haz veren melodiler yaratmak amacıyla kendini göstermiştir. Yüzyıllar boyunca farklı kültürler, farklı akımlar etkisinde kalmış ve bu birikimini klasik müzik teorisinde dönüştürmüştür. Caz 19. yüzyılın sonlarında ortaya çıkmış ve klasik müzik teorisini temellerine dayanan daha karmaşık ve zor bir müzik altyapısı kurmuştur. Algı süreci ve uygulama süreci diğer müzik türlerine göre çok daha karmaşıktır. Cazın belirli formlara indirgenebilmesi için matematik temeli kullanılmıştır. Bu şekilde kulağa gelen karışık melodilerin altında modal caz olarak adlandırılan akor dizileri bulunmaktadır. Müzik bölümünde modal caz akorlarından türetilmesi planlanan fraktal modellerin verileri oluşturulmaktadır. Caz teorisine ise fraktal modellerde kullanılacak olan temel modal caz akorları belirlenmiştir. Piyano üzerinden verilen frekans bilgileri ile fraktal algoritmasında kullanılmak üzerine notalara frekans atamaları yapılabilecektir. Böylece matematiksel olarak ifade edilebilecek olan modal caz akorları yeni fraktal model oluşumunda kullanılacaktır.

4. FRAKTAL GEOMETRİ

4.1 Fraktal Tanım ve Açıklama

Fraktal belirli bir matematiksel formül içerisinde kendini tekrarlayan form olarak tanımlanmaktadır. Matematiksel açılımın geometrik biçimi her ölçekte incelendiğinde aynı form elde edilmektedir. Terim olarak ik kez 1982 yılında Benoit Mandelbrot tarafından kullanılmış olmasına rağmen Fraktal Geometri ile ilgili yapılmış çalışmalar çok daha eskiye dayanmaktadır. Latince düzensiz parçalardan bir bütün yaratmak anlamına gelen frangere kökünden türeyen fractus fiili Fraktal isminin felsefik oluşumunu göstermektedir.

Fraktal Geometri 20. Yüzyilin son çeyreğinde klasik öğretisi olan Euclid Geometrisine tamamen zıt bir yorum getirmiştir. Geleneksel olarak adlandırılan Euclid Geometrisi lineer matematiğe dayanır, belirli ölçekte uygulanabilir. Fakat Fraktal geometrisi doğada varolan karmaşık formların altında yatan nonlineer formülleri ile biçime matematiksel bir açıklama getirebilmektedir. Euclid Geometri iki ve üç boyutta çizgi, küre gibi basit ve temel formları tanımlamak ile sınırlı kalıyor iken Fraktal Geometri yine temeli Euclid e dayansa da daha karmaşık doğada bulunan formları tanımlayan etkili bir yöntem ortaya koymuştur (Oestreicher, 2007).

Mitchell J. Feigenbaum Fraktal geometriyi lineerlik kavramı ile açıklamaktadır. Lineerlik, bir sistem içerisinde bulunan parçanın bir sonraki hareketinin ne olacağını gösteren matematiksel kural bütünlüğüdür. Parçanın bir sonraki hareketi sadece kurala bağlı olup anlık hareketinden etkilenmemektedir. Lineer sistemler sadece temel olan Euclid Geometrisi ile tanımlanabilmektedir. Geometrinin basitliği problem tanımının kolay görsel formlar ile anlaşılmasını sağlar. Fakat doğada bulunan karmaşık formlar ancak lineer olmayan matematik çözümleriyle tanımlanabilir (Peitgen ve diğer., 1992).

"Son yıllarda fizikçi, biyolog, astonot ve ekonomistler doğada buyun karmaşık yapıyı anlayabilmek için yeni bir yöntem yarattılar. Yeni yöntemden doğan bilim, Kaos olarak adlandırıldı. Rastgele hareket eden, düzensiz, tahmin yürütülemeyen Kaotik yapının ardında yatan dokuyu ve düzeni irdeleyebilmek adına yeni bir yöntem onerdi." (Gleick, 1988).

Kaos lineer ortamlarda tanımlanamayan bir fenomen olarak görülmektedir. Bilim adamlarının araştırmaları sonucunda Gauss Teoremi, Riemann'ın keyfi vektörel alanları, Einstein'ın Görecelik Teorisi, Yerçekimi Teorisi gibi alışlagelmemiş teoremlerin açıklanabilmesi kaotik hareketlerin matematiksel olarak tanımlanabilmesi ile mümkün olmuştur (Falconer, 2013).

Bilim adamları gerekli olduğu için doğa üzerine çalışma yapmamaktadır, varolmanın verdiği haz duygusu ile yapmaktadır, çünkü güzel ve estetikdir. Eğer doğa yeterince güzel ve estetik olmasaydı keşfetmeye değmeyecekti. Eğer keşfetmeye değmeseydi, yaşama değmeyecekti (Henri Poincaré). Doğayı anlama çabamız, içinde varolan estetik ve güzelliklerden haz alabilmek içindir. Düzensiz, rastgele gibi görünen formlar altında saklı lineer olmayan matematiksel düzen bulunmaktadır (Barnsley, 1993).



Şekil 4.1: Fern Dalı

Fraktalları ilk bakışta bir resim, form ya da statik oluşum olarak algılarız. Fakat fraktalların gelişiminde rol oynayan dinamik bir düzen vardır. Doğal oluşumların geçirdiği evrim dinamik düzen hakkında ipucu vermektedir. Örneğin California Oak Ağacı ve Fern Dalı yapıları karmaşık dokuya sahip olmalarına rağmen kaotik bir düzen içerisinde fraktal yöntemiyle anlaşılabilir.



Şekil 4.2: California Oak ağacı

4.1.1 Fraktal algoritma ve geri bildirim mekanizması prensibi

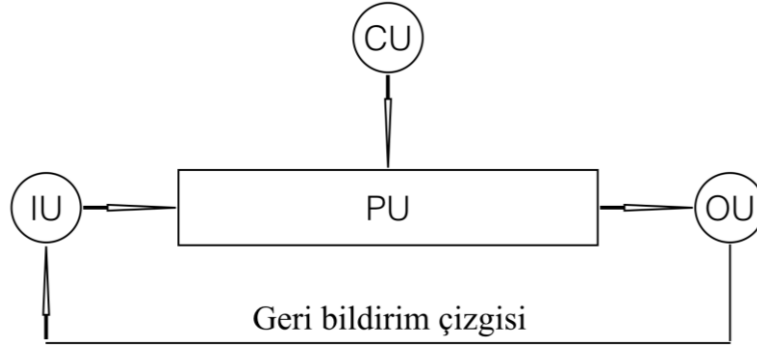
Fraktal Geometrisi kendini tekrarlayan yapılar üzerine oluşmaktadır. Geri bildirim belirli bir formül ya da kuralın bir veri üzerine uygulanmasından oluşan bir mekanizmadır. Önemli noktası ise formül uygulandıktan sonra form değiştiren çıktının her seferinde yeni veri olarak kabul edilerek işlemin devam etmesidir. Geri bildirim ilk olarak 300 yıl önce Sör Isaac Newton ve Gottfried W. Leibniz Dinamik Kuramlarını açıklarken kullanılmıştır. Günümüzde ise doğal fenomenlerin modellenmesinde kullanılan bir yöntem haline gelmiştir (Peitgen ve diğer., 1992).

Geri Bildirim Makinası

Fizikçiler sonsuz tümevarımcı *natura non facit saltus* felsefesi eğilimindedirler. Doğanın radikal değişimler yapmadığı varsayılarak bilimde ilerlemektedirler. Öte yandan biyologlar doğadaki değişimi zaman esnekliğinde incelemektedirler. Varsayım her ne olursa olsun bir parçacığın bir sonraki hareketini tahmin edebilmeye yarayan förmüller bulunmaktadır. Geri bildirim makinası olarak adlandırılan sistem

matematiksel olarak değişim formüllerini basite indirmek için ilk adımdır.

Makinanın dört fakli ana birimi vardır. Kontrol birimi, Giriş birimi, İşlem birimi ve Çıkış birimi.



Şekil 4.3: Geri bildirim mekanizması

CU (Control Unit): Kontrol Birimi

IU (Input Unit): Giriş Birimi

PU (Proccesing Unit): İşlem Birimi

OU (Output Unit): Çıkış Birimi

Hazırlık Döngüsü

1. Adım: Veri Giriş Birimi'ne (IU) yüklenir.
2. Adım: Formül Kontrol Birimi'ne (CU) yüklenir.
3. Adım: Kontrol Birimi'nin (CU) içeriği İşlem Birimi'ne (PU) aktarılır.

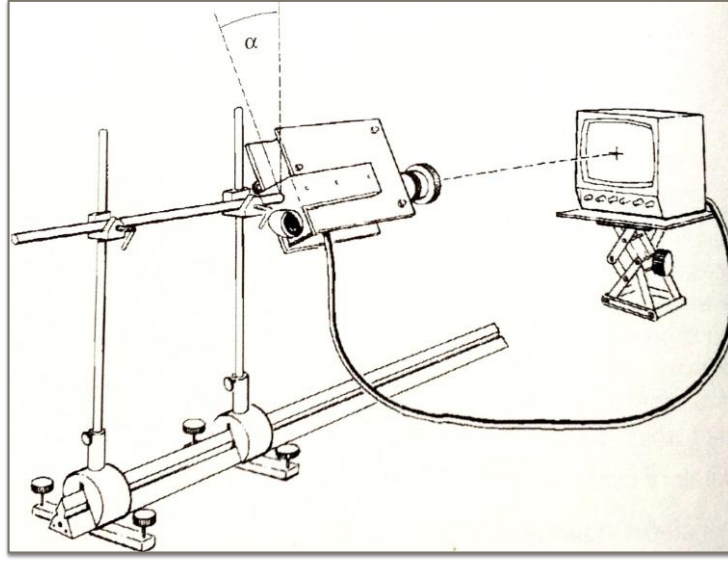
İşlem Döngüsü

1. Adım: Giriş Birimi'ne (IU) yüklenmiş olan veri İşlem Birimi'ne (PU) aktarılır.
2. Adım: Yüklenmiş olan veri İşlem Birimi'nde (PU) Kontrol Birimi'nden (CU) aldığı formül ile işleme girer.
3. Adım: İşlenmiş olan veri Çıkış Birimi'ne (OU) aktarılır.
4. Adım: Formül içeriğinde değişmiş olan çıktı tekrar Giriş Birimi'ne (IU) yeni veri olarak işlenmek üzerine aktarılır.

İterasyon istenilen sayıda tekrarlanabilmektedir. Her geri bildirimden aynı dokuda veri elde edilecektir. Elde edilen veri dinamik bir şekilde görselleştirilebilmesi için temel prensipler altında video geribildirim sistemi kurulmuştur (Peitgen ve diğer., 1992).

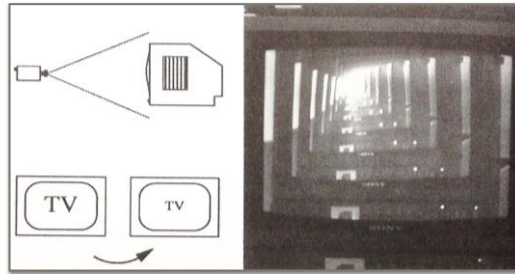
4.1.2 Video geri bildirim mekanizması

Video Geri Bildirimi temel prensipler altında televizyondan görüntü olarak aldığı veriyi tekrar aynı televizyon ekranına yansıtmaktadır. İterasyonda kamera sabit olduğundan her yeni aldığı görüntü bir önce yansıttığı ekranın görüntüsü olacaktır. Kamera ve ekran arasındaki mesafeye bağlı olarak ekran içinde ekran görüntüleri oluşmaktadır. Geri bildirim mekanizmasının video kayıt ile televizyon üzerinde oluşturduğu imajlar fraktal geometri mantığının temellerini açıklamaktadır (Peitgen ve diğer., 1992).



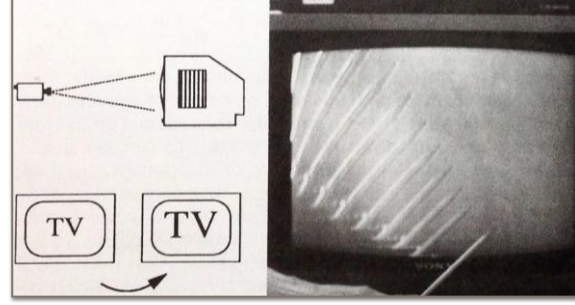
Şekil 4.4: Video geri bildirim şeması

Kamera ile televizyon birbirine uzak mesafede yerleştirildiğinde oluşan efekt - ekran içerisinde ekran - görseli olmaktadır (Şekil 4.5).



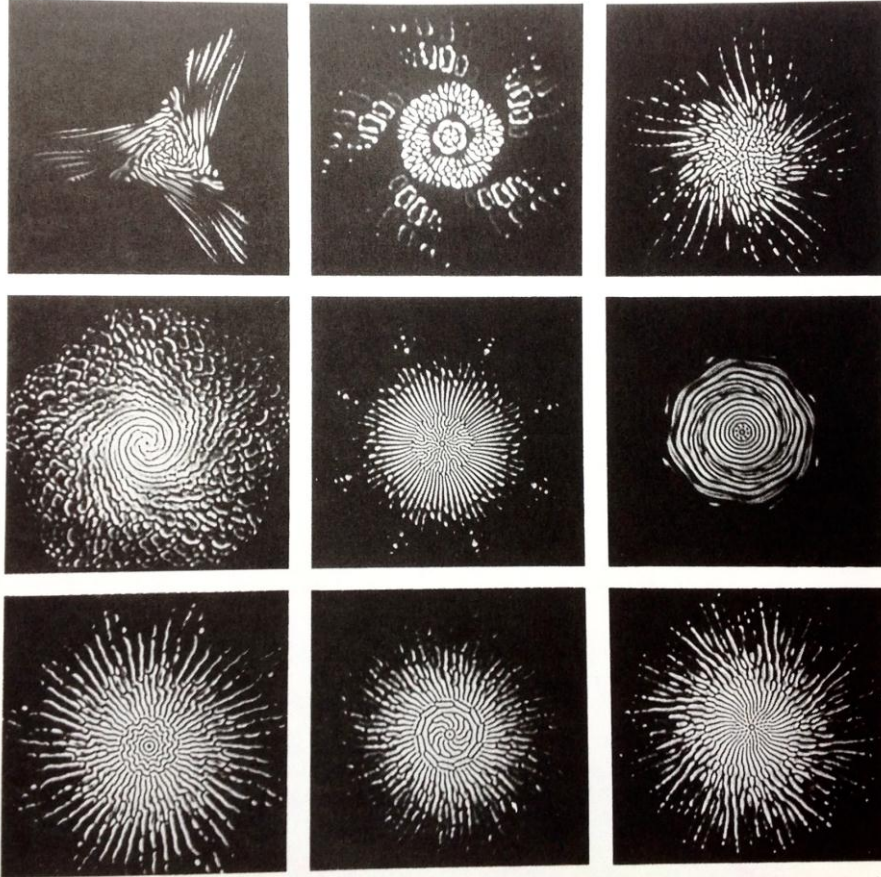
Şekil 4.5: Uzak mesafe video geri bildirim görüntüsü

Kamera ile ekran yakın mesafede yerleştirildiğinde kaydedilen kalemin görüntüsü ile oluşan efekt - tekrarlayarak büyüyen kalem görseli olmaktadır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6: Yakın mesafe video geri bildirim görüntüsü

Aşağıda bazı gerçek video geri bildirim görsellerin bulunmaktadır. Bu görseller kameranın farklı açılarda yerleştirilmesiyle elde edilmiştir (Şekil 4.7).

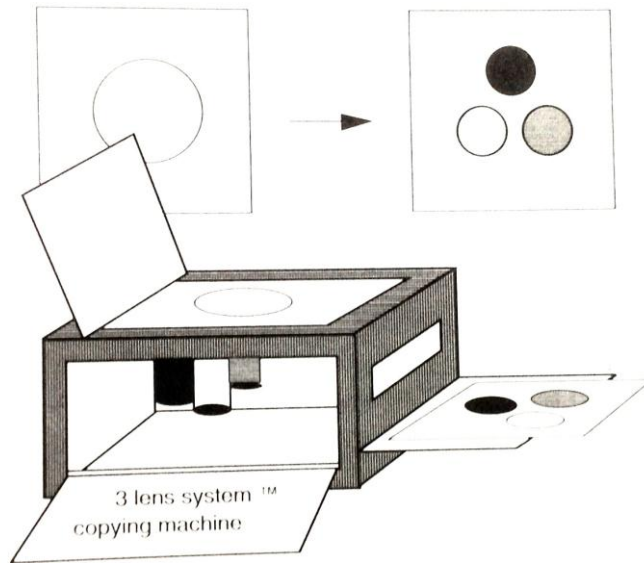


Şekil 4.7: Video geri bildirim görüntüleri

4.1.3 Çoklu indirgemeli kopyalama makinesi (MRCM)

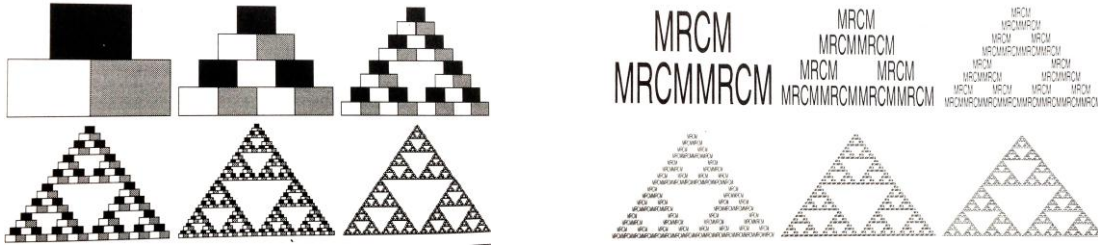
MRCM adını basit bir algoritma ile çoğaltım yapabilen fotokopi makinasından almıştır. Algoritma iki ve ya daha fazla lineer dönüşümle tanımlanmış oluşuma dayanmaktadır. MRCM ile tanımlanmış dönüşüm tek lens ile tek bir çıktı elde eden fotokopi makinesinden farklı olarak birkaç lens ile oluşturulabilmektedir (Flake, 1998).

MRCM üç mercekli sistem ile tanımlanmıştır. Fotokopi makinesini geri bildirim mekanizması ile çalışmaktadır. Bu mekanizmada giriş verisinin formu makinede işlendikten sonra çıkış verisi olarak aynı form değil, üç mercekli sistem üzerinde 30% oranında küçültülerek bir eşkenar üçgenin üç köşesine kopyalanmış yeni bir form olarak oluşmaktadır. Bu iterasyon her işlemde gerçekleştiğinde yani limiti* alındığında verinin formu ne olursa olsun aynı şekile ulaşılmaktadır (Peitgen ve diğer., 1992).



Şekil 4.8: Çoklu indirgemeli kopyalama makinesi (MRCM)

Üç mercekli fotokopi makinesi ile oluşturulan form fraktal geometride önemli rol oynayan Sierpinski Üçgeni'nin formunu oluşturmaktadır.



Şekil 4.9: MRCM çıktıları

Şekil 4.9’da görüldüğü üzere MRCM'ye giren verinin ilk formu iterasyon sonsuz tekrarlandığı zaman sonucu etkilememektedir. Elde edilen Sierpinski formu başlangıçtan bağımsız olan ve her seferinde aynı çıkan üçgen formudur. Veriden bağımsız olan bu davranış modeli paradigması Stabilitate olarak tanımlanmaktadır. Her imajın altında durağan bir davranış modeli bulunmaktadır. MRCM bu davranış modelinin tümevarım yöntemiyle oluşturabildiği gibi tümünden gelim yöntemiyle de varolan imajların oluşumlarına açıklama getirebilecek nitelik kazandırmıştır (Feldman, 2012).

4.1.4 Kaos Oyunu

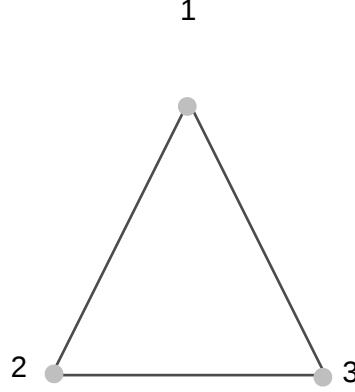
Kaos teorisini ilk kez Massachussetts Institute Of Technology (MIT)'den Edward Lorenz keşfetmiştir. 1961 yılında meteoroloji tahmini yaparken kullandığı verilerin basamak sayısını yanlış yazmasına rağmen aynı sonuçlara ulaşması, yaptığı hata sonucunda 1963 yılında Kaos teorisini geliştirmesine sebep olmuştur (Oestreicher, 2007).

Kaos teorisinin ortaya atılması ile determinist yaklaşım ile rastlantısallık çelişki içerisinde birbirini bütünlemeye başlamıştır. Fraktal geometrisinin temelleri olan Kaos teorisi Michael Barnsley tarafından matematiksel bir oyun olan Kaos Oyunu ile görselleştirilerek açıklanmıştır. Kaos oyunu belirli bir matematik kuralı içerisinde sonsuz tekrarlanan döngü sonucunda öngörülemeyen bir fraktal yapıyı ortaya çıkarmaktadır (Peitgen ve diğer., 1992).

Peitgen, Jürgens & Saupe, Chaos & Fractals; New Frontiers of Science kitabında Kaos Oyunu kuralları ile oluşumunu açıklamışlardır (s. 35)

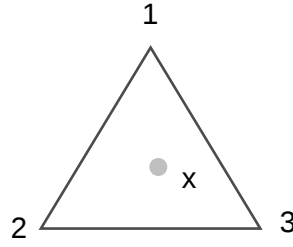
Kurallar;

1. Boş bir kağıdın üzerinde bir eşkenar üçgenin köşelerine denk gelecek şekilde birbirine eşit uzaklıkta üç nokta işaretlenir.



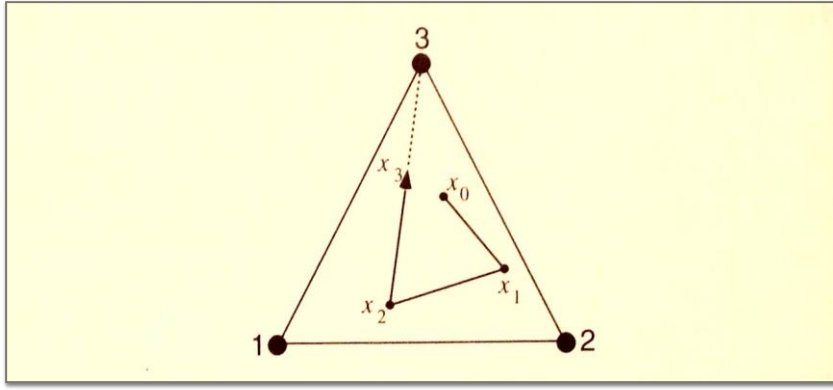
2. Altı farklı yüzü olan bir zar alındıktan sonra 6 numaralı yüz 1 ile, 5 numaralı yüz 2 ile, 4 numaralı yüz 3 ile eşleştirilir.

3. Oyuna üç köşenin içerisinde kalan alanda rastgele bir nokta seçerek başlanır. Bu noktaya oyun başlangıç noktası ismi verilir.



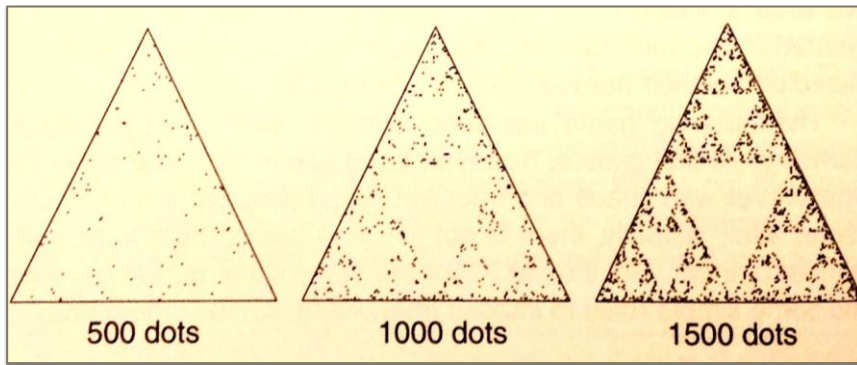
4. Zar atılır, örneğin gelen sayı 2 ise x ile 2 noktası arasında ikisine de eşit uzaklıkta yeni bir nokta işaretlenir. İşaretlenen nokta yeni oyun başlangıç noktası olarak kabul edilir. Tekrar zar atılır, örneğin gelen sayı 6 ise yeni oyun başlangıç noktası olan x ile 6 için tanımlanmış olan 1 noktası arasında iki noktaya eşit uzaklıkta yeni bir x noktası işaretlenir. İşaretlenen nokta tekrar yeni oyun başlangıç noktası olarak kabul edilir.

5. Sonsuz kez zar atılıp noktalar aynı sırada işaretlenir.



Şekil 4.10: Kaos oyunu

Adımlar sonsuz kez tekrarlandığında başlangıç noktası ne olursa olsun her seferinde aynı şekil elde edilmektedir.



Şekil 4.11: Kaos oyununun tekrarlanması üzerine oluşan form

Kaos oyunu sonucunda elde edilen imaj tesadüf olarak görülse de aslında değildir. MRCM ile elde edilmiş herhangi bir imaj da Kaos Oyunu ile aynı formu vermektedir. Bu formlar temel fraktal formların oluşum mantığı ile aynı altyapıya sahiptirler (Peitgen ve diğer., 1992).

4.2 Klasik Fraktal Modeller

Fraktal geometrinin öncüsü olarak bilinen Benoit Mandelbrot'un haricinde birçok fraktal kurgu kaynağını matematikçilerden almıştır. Fraktal modellerin aralarında Klasik olarak adlandırılan kurgular;

- Georg Cantor tarafından bulunan Cantor Set (1872)

- David Hilbert tarafından bulunan Hilbert Kağıdı (1896)
- Guiseppo Peano tarafından bulunan Peano Eğrisi (1890)
- Helge von Koch tarafından bulunan Koch Kar Tanesi (1904)
- Waclaw Sierpinski tarafından bulunan Sierpinski Üçgeni ve Halısı (1916)
- Gaston Julia tarafından bulunan Julia Seti (1893-1978)
- Felix Hausdorff tarafından bulunan Hausdorff Boyut Teorisi'dir (1868-1942).

Bütün teori ve modeller üretgen mantığa dayanmaktadır. Başlangıç biçimleri sabit atanmış üretici kurallarla sayısız kez işlenir. Bu işlem sonucunda oluşan formlar Matematikçilerin isimlerini verdiği eşsiz fraktalları oluşturmaktadır (Falconer, 1985).

4.2.1 Cantor Set

Halle Üniversitesi'nden Matematikçi George Cantor tarafından 1871 yılında bulunmuş, 1883 yılında yayımlanmıştır. Cantor Seti görsel olarak zayıf olmasına karşın fraktal modeller arasında dinamik kaostan anlaşılabilirliği açısından en önemli rol oynayan modeldir. Set $[0,1]$ reel aralığında sonsuz nokta ile tanımlıdır.

Cantor Set'in oluşumu:

Klasik Döngü

1. $[0,1]$ aralığında bir doğru parçası çizilir.
2. Doğru parçası üç eşit parçaya ayrılır.
3. Ortadaki doğru parçası çıkarılır.

Doğru parçasının işlem sonundaki uzunluğu,

$$[0, 1] - I_1 = \left[0, \frac{1}{3}\right] \cup \left[\frac{2}{3}, 1\right]$$

Şekil 4.12: Cantor setin ilk adımının uzunluk denklemi

Denklem Şekil 4.12'de tanımlanmıştır. Döngünün ilk seferinde oluşan, ilk doğru parçasının $1/3$ uzunluğunda olan 2 yeni doğru parçası tekrar döngüye sokulur. Her bir parça kendi içerisinde üç eşit parçaya bölünüp ortadaki parça çıkartılır. Bu şekilde

sonsuz devam eden işlemler sonucunda elde edilen doğru parçasının uzunluğu her döngü sonucunda aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$I_2 = \left(\frac{1}{3^2}, \frac{2}{3^2}\right) \cup \left(\frac{7}{3^2}, \frac{8}{3^2}\right)$$

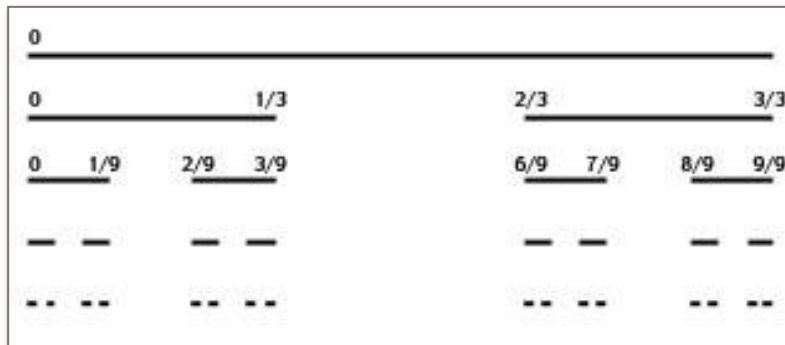
$$[0, 1] - (I_1 \cup I_2) = \left[0, \frac{1}{3^2}\right] \cup \left[\frac{2}{3^2}, \frac{3}{3^2}\right] \cup \left[\frac{6}{3^2}, \frac{7}{3^2}\right] \cup \left[\frac{8}{3^2}, 1\right]$$

Şekil 4.13: Cantor Set ikinci adımından sonra çıkarılan doğru parçalarının uzunluğu

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{2^n}{3^{n+1}} = \frac{1}{3} + \frac{2}{9} + \frac{4}{27} + \dots = \frac{1}{3} \left(\frac{1}{1 - \frac{2}{3}} \right) = 1$$

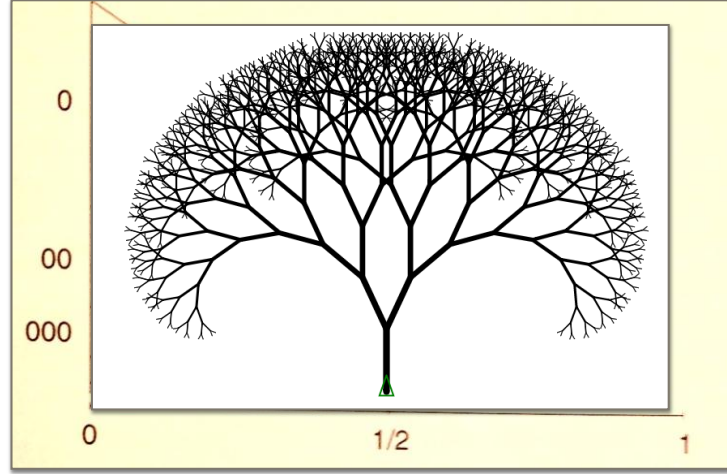
Şekil 4.14: Cantor Set'in toplam uzunluğu

Döngüler sonsuz kez tekrarlandığında ise $[0,1]$ reel aralığında tanımlı olan Cantor Set'in toplam boyunun 1 olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuç Cantor Seti'nin uzunluğunun aynı zamanda hem ölçülebilir hem de ölçülemez olduğunu göstermektedir. Kaos Teorisi ve Fraktal Model oluşumu temellerindeki öngürülemezlik üzerine yaratılabilen imajlar arkasındaki matematiksel modellerin var olduğunun göstergesidir (Falconer, 2013).



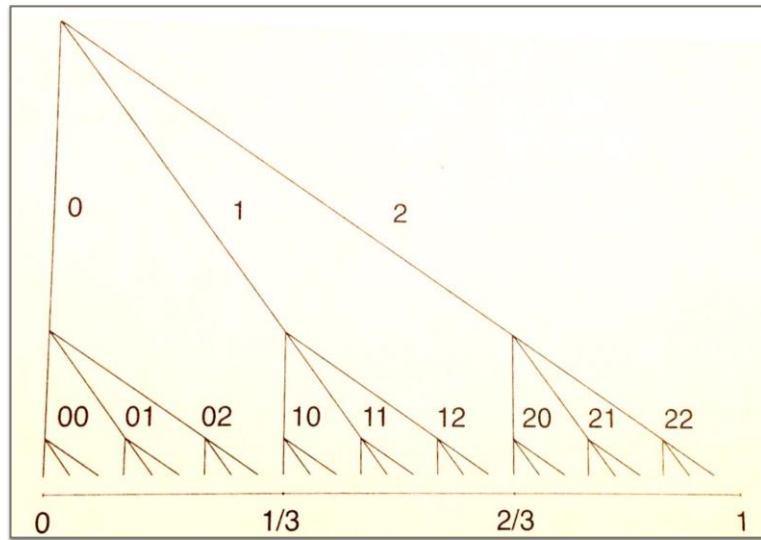
Şekil 4.15: Cantor Seti'nin gösterimi

Basit matematik modeller arasında ağaç modeli bulunmaktadır. Bu model 2li sistemlerde bilgisayar algoritmasında kullanılmaktadır. Algoritmik olarak komutun doğru adrese ulaşabilmesi için görsel bir ağaç modeli oluşturulmuştur. İkili sistemde oluşturulan matematiksel ağaç fraktal olarak da görselleştirilmiştir.



Şekil 4.16: Cantor setinin model ağacı

Cantor Seti 3lü Matematik sisteminde ağaç karakteristiği ile tanımlandığı zaman farklı özellik göstermektedir. Algoritma Cantor açılımı ile üç kollu ağaç formunu almaktadır. Üç eşit parçaya bölünen kollar navigasyon ile yönelimi görsel olarak ifade etmektedir.



Şekil 4.17: Cantor ağaç sistemi

Ağaç sistemiyle ifade edebilmenin özelliği döngü basamaklarını tanımlayabilmektir. Örneğin (0212112) 6 basamaklı bir döngünün kolunu ifade etmektedir. Bu adres ise ondalık sayı ile ifade edildiğinde 6 basamaklı döngü sonucunda elde edilmiş uzunluk değerini vermektedir. Sonuç olarak Cantor Set'i Kaos Teorisinin içerisinde bulunduğu rastlantısallık ve kesinlik varsayımlarını bir arada içerisinde bulunduran, Fraktal Model üretim tekniğini en basit şekilde anlatan temel Fraktal Model'dir (Peitgen ve diğer., 1992).

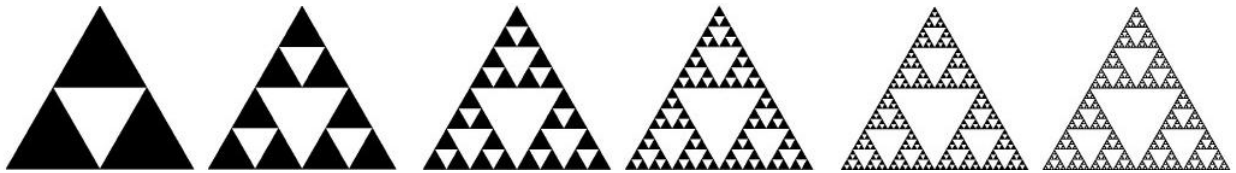
4.2.2 Serpinski Üçgeni

Polonyalı Matematikçi Waclaw Sierpinski tarafından 1916 yılında tanıtılmıştır. Lvov* (Nazi) ve Warsaw üniversitelerinde Profesörlük yapan Sierpinski çalışmalarından dolayı Ay'ın üzerinde bulunan kraterlere ismini vermiştir. Sierpinski Üçgeni adından da anlaşıldığı üzere üçgenler üzerine kurulan bir algoritma ile oluşturulmaktadır.

Kural

1. İçi dolu bir üçgen oluşturulur.
2. Üçgenin kenarlarının orta noktaları işaretlenir.
3. Orta noktalar birleştirilerek ortada ters bir üçgen oluşturulur.
4. Oluşturulan ters üçgen büyük üçgenin içerisinde çıkarılır.

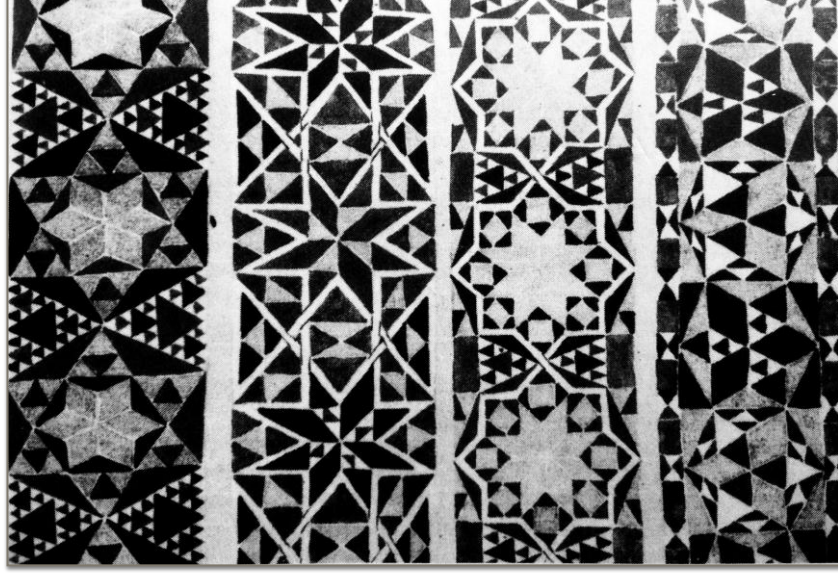
Döngü her seferinde içi dolu olan üçgenlere teker teker uygulanmaktadır. Uygulama sayısı arttıkça oluşan şekil aşağıdaki gibi olacaktır (Peitgen, Jürgens, SAUPE, 1992).



Şekil 4.18: Sierpinski üçgeni modeli

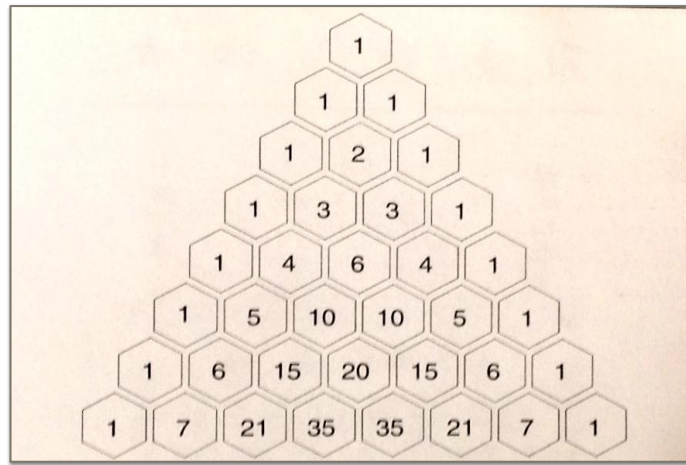
Sierpinski üçgeni deseni matematiksel bir açılım olmasına karşın görsel sanat dallarında ilham kaynağı olmuştur. 12. yüzyılda M.C. Escher'in desen çalışmalarında Sierpinski modelleri sıkça görülmektedir. Ressam Nicola Di Bartolomeo 1923

yılında Ravello Katedradrali'ndeki Escher dokuları kağıt üzeri mürekkep tekniği ile oluşturulmuştur (Peitgen ve diğer., 1992).



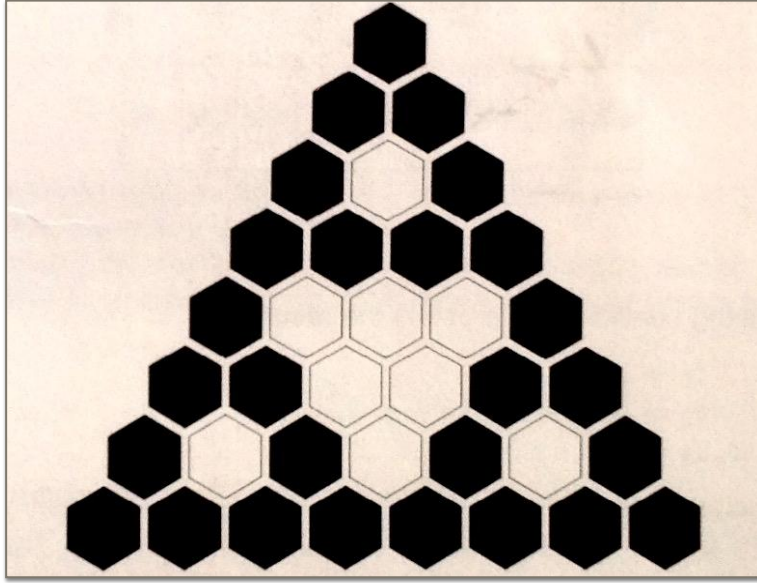
Şekil 4.19: Escher'in Sierpinski üçgeni desenleri

Hindistan, İran, Çin, Almanya gibi ülkelerde yüzyıllar önce yapılmış benzer çalışmalar olmasına rağmen Pascal üçgeni ilk kez Fransız Metamatikçi Blaise Pascal tarafından bulunmuştur. Pascal Üçgeni aynı zamanda Binom açılımı katsayılarını içermektedir. Üçgen en üstteki satırdan başlayarak yanyana bulunan katsayıların toplamının bir alt satıra yazılması ile elde edilmektedir (Peitgen ve diğer., 1992)..



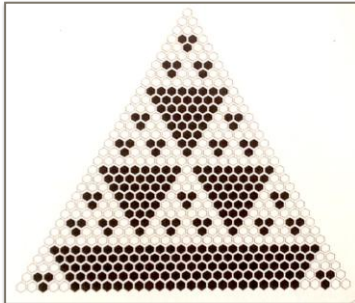
Şekil 4.20: Pascal üçgeni

Binom katsayıları üzerine yapılan çalışmalar Hindistan'da 2. yy Pinyala, 5. yy Varâhamihro, 9.yy Halayudha, İran'da 10. yy Al Karji, 10. yy Örem Khayyam, Çin'de 11. yy Jia Xiam, 13. yy Yang Hui, Avrupa'da 14. yy Petrus Apiaanus, 16. yy Michael Stifel, 16. Nicolò Aontana Tartaglia devam ederken son olarak 1665 yılında Matematikçi Blaise Pascal'ın soyadını almıştır. Pascal Üçgeni'nde yazılı olan bütün çift sayılar işaretlendiği zaman ortaya Sierpinski Üçgeni dokusu çıkmaktadır.

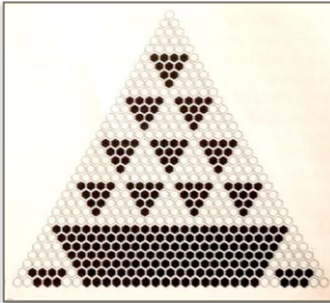


Şekil 4.21: Pascal üçgeninde 2 ile tam bölünebilen sayıların gösterimi

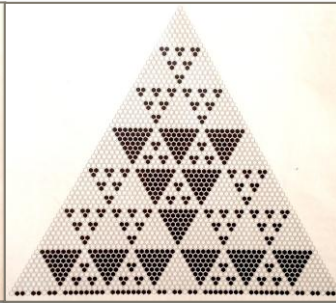
Pascal üçgeninin kalansız bölünebilirlik üzerinden farklı tek basamaklı sayılar ile boyanması üzerine temeli Sierpinski Deseni'ne dayanan farklı desenler ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.22
3 ile bölünme



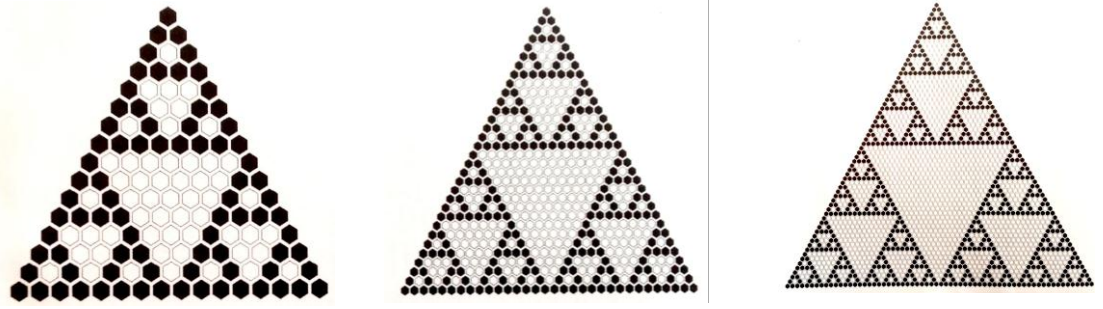
Şekil 4.23
5 ile bölünme



Şekil 4.24
9 ile bölünme

Sol sayfada görünen desenlerden Şekil 4.22- 3 ile tam bölünebilme, Şekil 4.23- 5 ile tam bölünebilme, Şekil 4.24- 9 ile tam bölünebilme özelliği olan Binom katsayıları boyanmış Sierpinski desenleridir (Peitgen ve diğer., 1992).

Pascal üçgeninde 2 ile tam bölünebilirlik üzerinden 16, 32 ve 64 satırda üretilen Sierpinski desenleri aşağıdaki gibidir.



Şekil 4.25: Pascal üçgeninde 2 ile tam bölünebilirlik

4.2.3 Koch Eğrisi

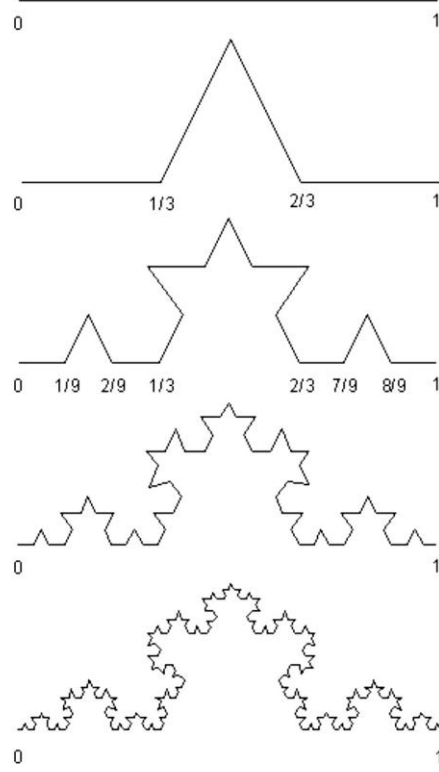
Matematikçi Helge von Koch sonsuz matrislere tanım getiren ve onların uzunluklarını hesaplamaya yarayan Koch modelini bulmuştur. Koch eğrisinden oluşan çeşitli kapalı modellere Koch Kar Tanesi ismi verilmiştir. İterasyon bir doğru parçasının üzerinde kırılmalar yaratarak oluşmaktadır.

Uygulama

1. Uzunluğu tanımlanmış bir doğru parçası alınır.
2. Doğru parçası üç eşit parçaya bölünür.
3. Doğrunun ortasına taban kenarı eşleşecek şekilde bir eşkenar üçgen oluşturulur (Eşkenar üçgenin kenar uzunluğu bütün doğru parçasının $1/3$ 'ü kadardır).
4. Oluşturulan eşkenar üçgenin taban kenarı kaldırılır.

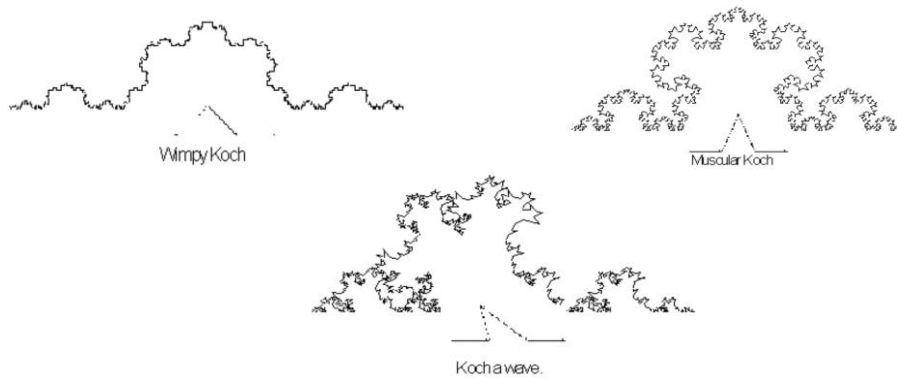
Uygulamada belirtilen adımlar her seferinde oluşan form içerisindeki doğru parçalarına eksiksiz olarak uygulanır. Uygulama sonsuz sayıda tekrarlandığında ise oluşan doğru parçalarının boylanlarının toplamı yani limiti sonsuzdur. Koch iterasyonu ile tek doğrultuda olmayan ve rastgele dizilimli görünen doğru parçalarından oluşan formun uzunluğu hesaplanabilmektedir (Mandelbrot, 2004).

Farklı ölçeklerde imaj incelendiğinde biçimin değişmediği görülmektedir. Bu denli karmaşık görünen bir yapının lineer bir çözümü elde edilmelidir (Falconer, 2003).



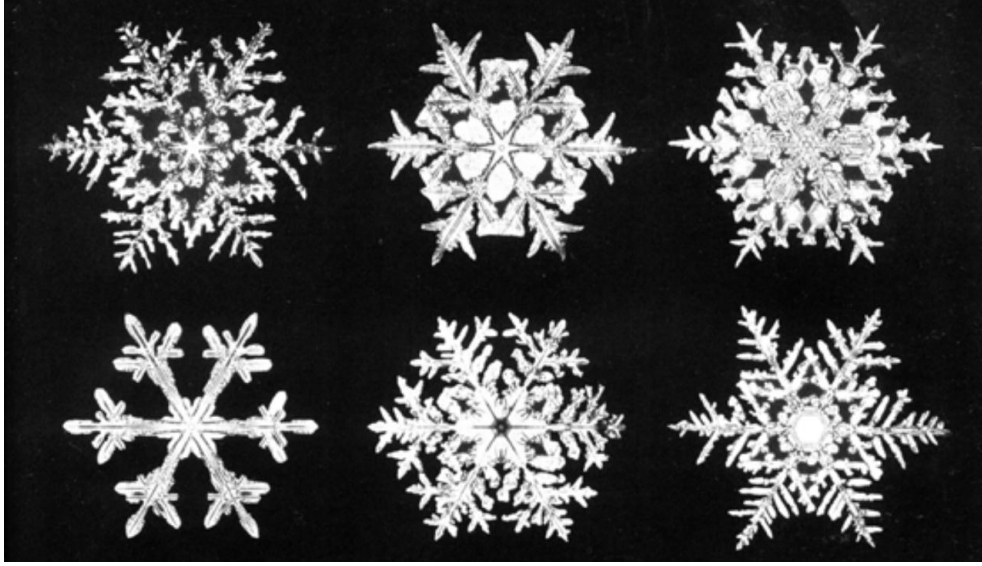
Şekil 4.26: Koch eğrisi algoritması

Koch eğrisinden doğru parçalarının uzunluğu ve açısı değiştirilerek farklı formlar oluşturulabilir.



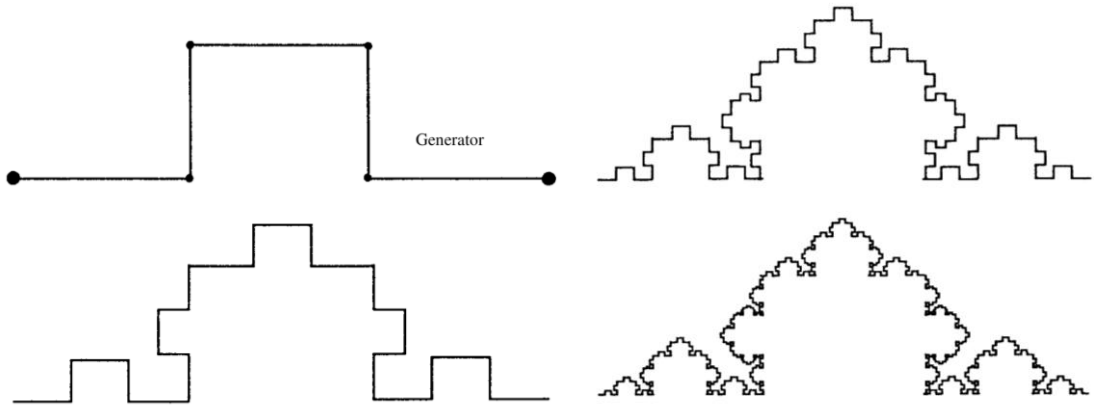
Şekil 4.27: Koch eğrisi algoritması değiştirilerek oluşturulan fraktal formlar

Doğada Koch Eğri'si formu kar tanelerinde görülmektedir. Kapalı bir sistemde üretilen Koch Eğri'si Koch Kar Tanesi olarak adlandırılmaktadır. Aşağıda doğada bulunan bazı kar tanesi formları gösterilmiştir.

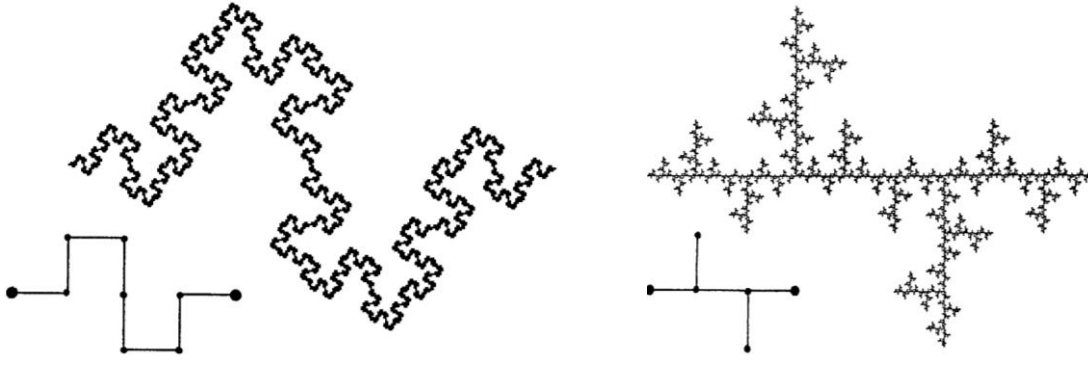


Şekil 4.28: Doğada bulunan kar tanesi formları

Koch Eğrisinden Oluşturulabilecek Örnek Varyasyonlar;



Şekil 4.29: Farklı Koch eğrisi algoritması



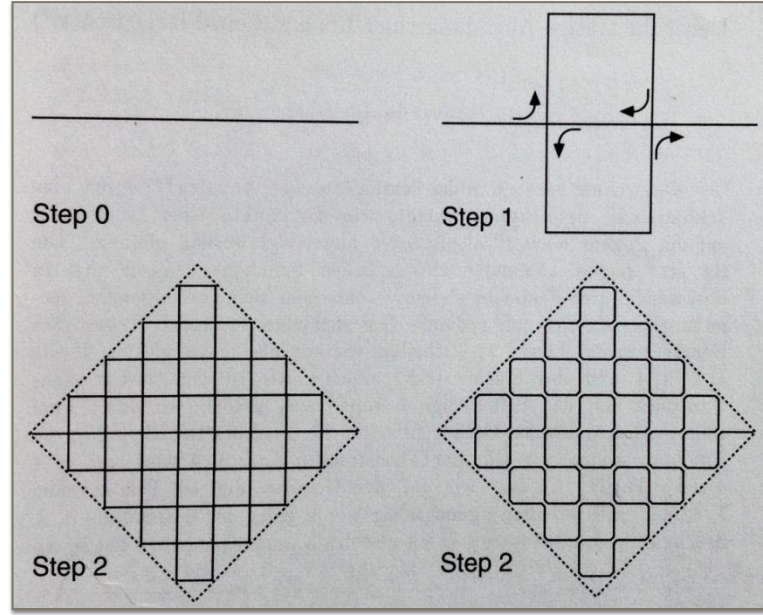
Şekil 4.30: Koch eğrisi algoritma örnekleri

Koch eğrisi görsel olarak karmaşık biçime sahip bir doğrunun boyunun hesabını öngörürken Hilbert uzayı ise sonsuz sayıdaki vektörlerden oluşan kapalı bir alanın hesaplanmasını öngörebilmiştir (Peitgen ve diğer., 1992).

4.2.4 Peano Eğrisi

Bernard Bolzano (1781–1848) geometride, kavramsal tanım ve aksiyomların net olarak verilmesinin önemini vurgulamış ve eğri, yüzey, *solid* kavramlarının tam tanımlarını aramıştır. Bolzano, matematiğin işe yararlılığının daha çok bir zihin antrenmanı olmasından geldiğini ve uygulamadan çok teorik yönünün önemli olduğunu vurgulamış ve geometrinin temel kavramlarının fizik dünyadan değil akıl ve mantıktan hareketle ele alınması gerektiğini savunmuştur.

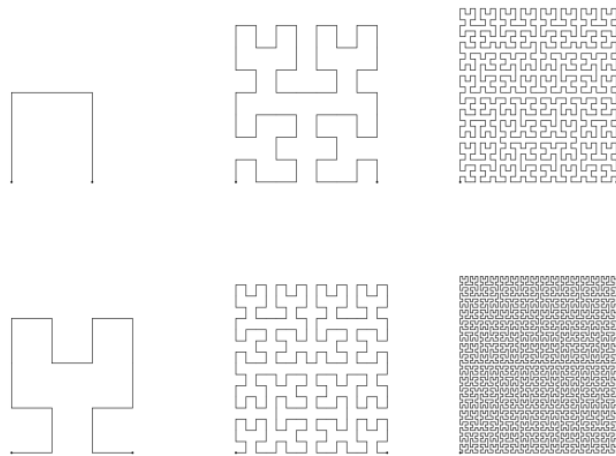
Fizik dünyanın alan teorileri ile tanımlama yöntemleri arasında eğrisel yöntemlere sempatik bakılmamıştır. 1890’da Giuseppe Peano (1858–1932), bir kare bölgenin tüm noktalarından oluşan bir *space filling* eğri oluşturarak, matematikçilerin bir eğri hakkındaki sezgisel düşüncelerini alt üst etmiştir (Crilly, 1999). Peano eğrisi, Koch eğrisi yöntemiyle türeyen bir başka bir alan modelidir. İterasyon tek bir doğru parçası ile başlar. Şekil 4.26 ‘da görüldüğü üzere model alan oluşturulur (Peitgen ve diğer., 1992).



Şekil 4.31: Peano eğrisi algoritması

4.2.4 Hibert Uzayı

Matematiksel konsepti David Hilbert (1862–1943) tarafından oluşturulan model Euclid uzayı hareketlerinin vektör uzayı içerisinde genelleştirilmesinden oluşmuştur. Matematik, fizik, mühendislikte kullanımına ek olarak Kuantum Fiziği'nde önemli rol almaktadır. Bir Hilbert uzayı ölçülebilir uzunluk ve açı sağlayan bir iç çarpım yapısına sahip soyut bir vektör alanıdır (Bourbaki, 1998). David Hilbert bir karenin tüm noktalarından oluşan başka bir Peano eğrisi, limiti olduğu eğri dizisinin ilk üç terimi ile açıklamıştır (Crilly, 1999).



Şekil 4. 32: Hilbert uzayı algoritması

Fraktal Geometri oluşumu geri bildirim yönteminin matematiksel kurallar içerisinde kullanılarak farklı imajlar yaratılması ile meydana gelmektedir. Cantor Set, Sierpinski Üçgeni, Koch Eğrisi, Peano Eğrisi ve Hilbert Uzayı kendi matematik çözümlerinin geri bildirim makinesi yönteminin işlem biriminde kullanılarak benzersiz formlar oluşturmaktadır. Oluşan formların sonsuz tanımları yani limitleri ile uzunluk, alan hesaplamaları yapılabilmektedir (Peitgen ve diğer., 1992). Bu bölümde sadece düzlem içerisinde oluşan formlar tanıtılmıştır. İleri matematik kullanılarak lineer olmayan ve karmaşık sistemde hesaplanan bir çok 3 boyutlu fraktal formları bulunmaktadır. Temel fraktal formları Caz müziğinin temelini oluşturan caz hramonik akorlarının tanımlanarak görselleştirilmesinde kullanılacaktır. Müzik karmaşık karaktere yöneldikçe açılımları da karmaşık veya lineer olmayan sistemlerin fraktal modelleri ile tanımlanabilecektir.

4.3 Fraktal Modellerin Doğada Var Olan Formları

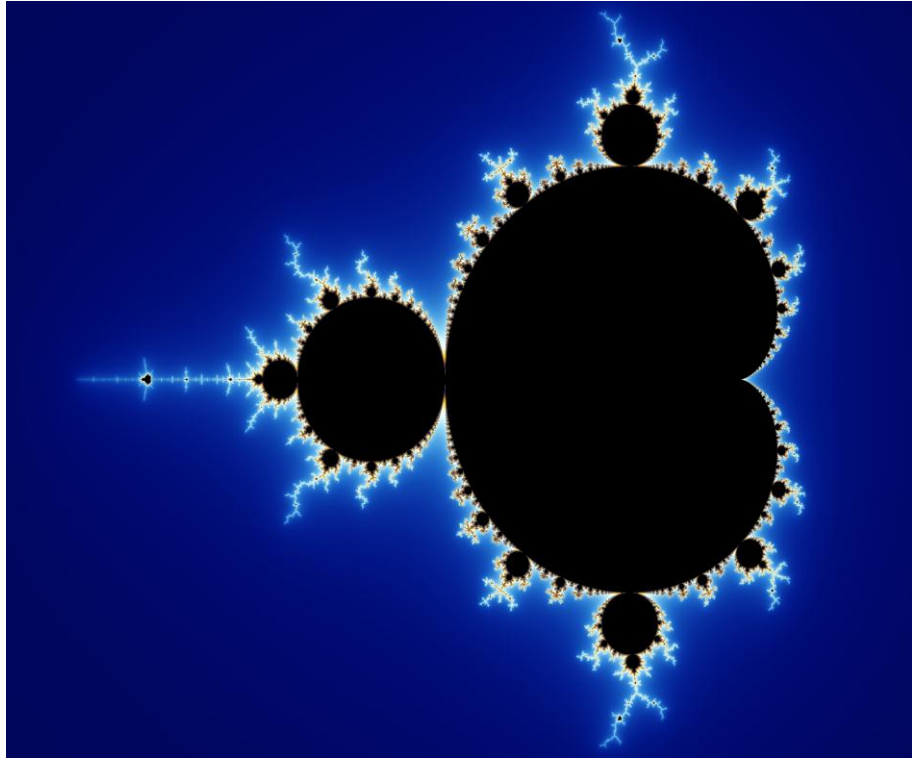
Tanrı doğanın güçlerine gizlice sanatsallık yükleyerek Kaosun yarattığı estetik ile mükemmel evrensel sistemi yarattı (Kant, 1755). Varoluş kendi içerisinde hem yoksunluk hem de bütünlük taşımaktadır. Fiziksel hayatın sona ermesi sürekliliği ve mükemmeliği bozarken, hayatın kendi içerisinde dengesi son derece karmaşık yapıdan doğan, sonsuz parametrenin etkisi altında kalan fakat bir şekilde kendi içerisinde uyum ile mükemmellik yakalayan bir yapıdır. Birçok felsefede görülen ve Uzakdoğu Felsefe'lerinin temeli olan bir mantık bulunmaktadır. Zıtlıktan bütünlük doğar. Zıt veya karşıt olarak adlandırılan yapıların çok sayıda ölçülemeyen, hesaplanamayan içerikleri Kaotik yapıları doğurmaktadır (Briggs, 1992).

Kaotik yapılar görsel olarak basit geometrik şekillerle tanımlanamazlar. Basit geometrik şekiller her ne kadar temel olarak adlandırılrsa da doğa formlarını açıklamakta yeterli olmamıştır. Bu nedenle anlam verilememiş ve henüz karşılığı bulunamamış olarak görülen doğanın güçleri Kant tarafından mistik akıntı ile Kaos'a bağlanmıştır. Sezgisel olan bu yönelim Matematikçilerin çalışmaları ile düzensiz gibi görünen yapıların altında saklı kuralları açığa çıkarmaya başlamıştır. Doğa başlı başında sonsuz bilgi kaynağıdır. Canlı ve ya cansız olan bütün varlıkların hareket metodolojilerinin bilgi olarak saklandığı bir platform düşünüldüğünde tek bir bilginin dünya üzerinde var olan bütün deniz, okyanusların kumlarının toplamında tek bir kum tanesi bile edemeyeceği görülür. Fakat eğer her varlığının varoluşunun bir

döngüsü varsa ve bu döngü belirli kurallar ile açıklanabiliyorsa dünya üzerindeki yük bir sihir gibi kalkmış olur. Metodlar ise yıllar boyunca aktararak formların kalıcı olmasını sağlar (Ford, 1989).

Bulutlar küre, dağlar koni, sahil çizgileri daire gibi basit geometriler olmadığı gibi ağaç kabukları pürüzsüz değildir ve ışık doğrusal bir çizgide yayılmamaktadır (Mandelbrot, 1982). Matematikçi Benoit Mandelbrot Fraktal çalışmalarını doğa ile bütünleştirmiştir. Doğada varolan formları inceleyerek onlara uygun fraktal modeller eşleştirmesi aynı zamanda yeni formlar üretebilmesini sağlamıştır. Karmaşıklık doğal kuralların dizilimi ile yaratılabilir (Mandelbrot, 2012).

Mandelbrot temel Fractal fikrini ortaya koyarak ve bilimsel olarak tanımlayarak farklı ölçeklerde zor kavranılan geometrik şekillerin basit bir şekilde anlaşılabilirliği üzerine çok iyi bir iş çıkarmıştır. Ne kadar yakın ölçekten bakılsa da hiçbir zaman formun karmaşıklığını kaybetmezler. Kayalardan oluşan bir sahil şeridine yeryüzünden bakılması ile uzaydan bakılması arasında dokusunu kaybetmemesi gibi (Mandelbrot, 2004).



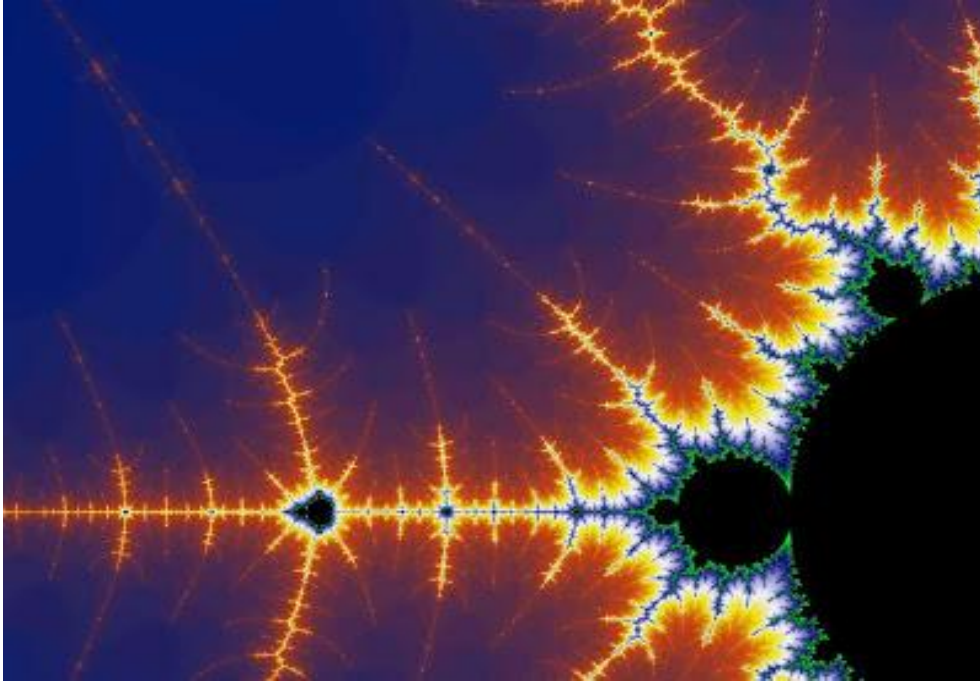
Şekil 4.33: Mandelbrot fraktalı



Şekil 4.34: Kara parçası görünümü



Şekil 4.35: Ada haznesi



Şekil 4.36: Mandelbrot detayı

Doğada sahil şeritleri, dağların oluşumu, jeodezik yapılanma, topografik oluşumlar, bulutlar, dalgalar, bitki örtüleri vs. bütün karmaşık görünümlü eşsiz oluşumların birer eşsiz matematik modeli bulunmaktadır (Smith, 1968).

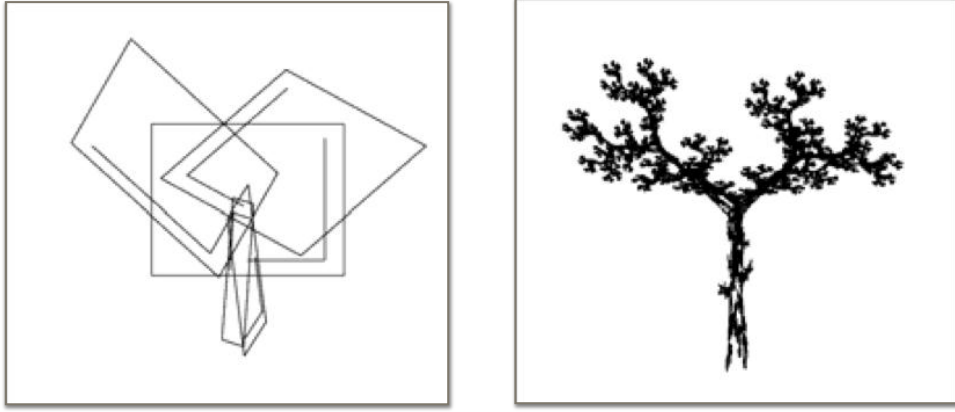
Ağaçlar hem gövde yapısı bakımından hem de dal, yaprak yapısı bakımından karmaşık görünümündedir. Fakat her ağacı tanımlayabilecek fraktal modeller oluşturulabilmektedir (Harris, 2012).



Şekil 4.37: Fraktal algoritmasıyla üretilen ağaç modelleri
(Peitgen & Reicher, 1986)

Geri Bildirim Mekanizması temellerine dayanan Fraktal Geometri modelleme yöntemleri ile birbirinden farklı sayısız form oluşturulabilmektedir. Bu formların çoğu doğadan esinlenerek oluşturulmaktadır. Estetiğin en büyük kaynağı ve yaratıcısı olan doğa...

Doğada ağaçlar, bambu gibi tek dal bitkiler, uzun saplı çiçek formları gibi dikey doğrultudaki formların karakteristik özellikleri Gotik Mimaride Katedral tasarımına ilham olmuştur. Bu formlar modern yüksek yapılarda, gökdelenlerin mimarisinde de görülmektedir (Harris, 2012).



Şekil 4.38: Fraktal algoritması ile üretilen ağaç modeli

4.4 Bölüm Sonucu

Fraktal Geometri son yüzyılda aktif olan bir alandır ve doğada bulunan bütün farklı algı formlarının analizinde kullanılabilmektedir. Bu bölümde fraktal model oluşumunda temel kavramlar özetlenmiştir. Geri bildirim mekanizması mantığı ile oluşturulan bütün fraktalların esansları formüllerinde saklıdır. Bu nedenle tezin araştırma konusu olan cazın fraktal geometrisine dönüştürülmesi, analiz edilen caz akorlarına uygun algoritmik model yaratılarak elde edilecektir.

5. UYGULAMA: MODAL CAZ ARMONİSİNE UYGUN FRAKTAL MODEL GELİŞTİRİLMESİ

5.1 Tanım ve Açıklama

Araştırmada caz akorlarını ve fraktal modelleri tanımlayabilmek amacıyla temel kuramlar üzerinde yoğunlaşmıştır. Amaç müzikte teorik olarak modal caz akorlarını olarak tanımlanan akorların oluşumunu kavrayabilmektir. Teorik bilgi ışığında temel akorlar elde edilmektedir. Bu akorlar elde edilmiş yöntemlerine göre gruplanmaktadır. Gruplanan akorlar frekans atamaları ile matematiksel biçimde kullanılacak forma getirilmektedir.

Fraktal geometrisi algoritması caz akorlarının dönüşümü için temel algoritmadır. Geri bildirim mekanizması gibi aynı temel fraktal modellerde olduğu gibi formüller üretilecektir. Üretilen formüllerin çıkış noktası ise bulunan modal caz akorlarının frekans atamaları ve harmonik oranlarıdır. Akorlara özel üretilen algoritmalar uygulanarak işitsel bir form olan caz görsel bir form olan fraktal geometrisine dönüştürülecektir.

Dönüşüm sonucunda var olan benzerlikler, farklılıklar, kısaca karakter özellikleri hem biçim hem de akorlar açısından karşılaştırılacaktır. Uygulama temel formları analiz edebilmek amacıyla sadece tonalite üzerinden yapılmaktadır. Ritim, kompozisyon vb. kavramlara değinilmemektedir.

5.2 Yöntem

Uygulama bölümünde model oluşturulurken izlenecek yöntemler aşağıda tanımlanmaktadır;

- Modellemede kullanılacak veri, modal caz akorları için C/ Do majör ve minör gamları belirlenecektir.
- C/ Do majör ve minör gamların, temel majör modal akorları ve melodik minör modal akorları seçilecektir.

- Seçilen akorların piyano üzerinde insan kulağının duyabileceği frekansta yerleşimi yapılacaktır.
- Piyanoda yerleşim oktavı seçildikten sonra C/ Do majör gam üzerinden tanımlı temel modal caz akorlarının 1., 3., 5. Ve 7. Derecelerinin frekans atamaları yapılacaktır.
- Piyanoda yerleşim oktavı seçildikten sonra C/ Do melodik minör gam üzerinden tanımlı temel modal caz akorlarının 1., 3., 5. Ve 7. Derecelerinin frekans atamaları yapılacaktır.
- Temel fraktal geometri algoritması ile Koch eğrisi, Sierpinski üçgeni, Peano eğrisi ve Hilbert uzayı algoritmalarına benzer algoritmalar akorlara özel geliştirilecektir.
- Algoritması tanımlanan fraktal modeller C/ Do majör ve melodik minör modal caz akorları üzerinde uygulanacaktır.
- Oluşan modellerin öncelikle model-biçim karşılaştırması, sonra biçim-akor karşılaştırması yapılacaktır.
- Yapılan karşılaştırmalar sonucunda benzer karakteristik özellikler tespit edilecektir.

5.3 Modelleme

Fraktal geometri algoritması kullanılarak yapılan modellemelerde algoritmanın ilk iki adımında oluşan form sonraki adımlarda da biçimsel olarak korunmaktadır. Biçimin karakteristiğini belirleyen algoritmanın ilk iki adımında uygulanmasıdır. Sonra biçim kendini ölçek değişiminde tekrarlar hale gelmektedir. Bu nedenle oluşturulan algoritmanın temelinde uygulanacak veri ile uyumu çok önemlidir. Geri bildirim mekanizmasında işleme girecek veri esnekliği formun değişimini ve karakteristik özelliklerini güçlendirmektedir. Modal caz akorlarının melodik farklılığı aynı şekilde fraktal geometriye dönüştürüldüğünde de kendini göstermektedir. İşitsel özellikleri biçimsel dönüşüm sonucunda görsel özelliklere yansımaktadır.

5.3.1 Modal caz akorlarının gruplanması

Caz akorları gruplaması sadece C/ Do gamı üzerinden yapılmaktadır. C majör gamı modal akorları ve C minör gamı modal akorları seçilecektir.

Ionian

C/ Do majör gamon 1. derecesi olan Ionian modun majör gam için oluşturduğu akor Cmaj akorudur (CΔ ya da Cmaj7 olarak da gösterilmektedir). Melodik minör gamı için oluşturduğu akor ise CΔ (C majör-minör) akorudur.

CΔ akoru: C, E, G, B notalarından oluşmaktadır.

CΔ akoru: C, Eb, G, B notalarından oluşmaktadır.

Dorian

C/ Do majör gamon 2. derecesi olan Dorian modun majör ve melodik minör gam için oluşturduğu akor Dmin7 akorudur (Re minör akoru D-7 olarak da gösterilmektedir).

Dmin7 akoru: D, F, A, C notalarından oluşmaktadır.

Phrygian

C/ Do majör gamon 3. derecesi olan Phrygian modun majör gam için oluşturduğu akor Esusb9 akorudur. Minör gam için ise EbΔ#5 akorudur.

Esusb9 akoru: E, F, A, B, D notalarından oluşmaktadır.

EbΔ#5 akoru: Eb, G, B, D notalarından oluşmaktadır.

Lydian

C/ Do majör gamon 4. derecesi olan Lydian modun majör gam için oluşturduğu akor Fmaj#4 akorudur (FΔ#4 olarak da gösterilmektedir). Melodik minör gamı için oluşturduğu akor ise F7#11 (Fa dominant yedili #11) akorudur.

FΔ#4 akoru: F, A, B, E notalarından oluşmaktadır.

F7#11 akoru: F, A, B, Eb notalarından oluşmaktadır.

MixoLydian

C/ Do majör gamon 5. derecesi olan Mixolydian modun majör gam için oluşturduğu akor G7 akordur (Sol majör dominant yedili). Melodik minör gamı için oluşturduğu akor ise Gsus (Sol majör suspended) akordur.

G7 akoru: G, B, D, F notalarından oluşmaktadır.

Gsus akoru: G, A, C, D, F notalarından oluşmaktadır.

Aeolian

C/ Do majör gamon 6. derecesi olan Aeolian modun majör gam için oluşturduğu akor Amin7b6 akordur (La minör yedili akor A-7b6 olarak da gösterilmektedir). Melodik minör gamı için oluşturduğu akor ise A $\flat$ (La diminished) akordur.

Amin7b6 akoru: A, C, E, G notalarından oluşmaktadır.

A $\flat$ akoru: A, C, Eb, G notalarından oluşmaktadır.

Locrian

C/ Do majör gamon 7. derecesi olan Locrian modun majör gam için oluşturduğu akor B $\flat$ akordur (Si diminished). Melodik minör gamı için oluşturduğu akor ise B7alt (Si majör altered) akordur.

B $\flat$ akoru: B, D, F, A notalarından oluşmaktadır.

B7alt akoru: B, Eb, F, A notalarından oluşmaktadır.

C/ Do gamı üzerinde majör ve melodik minör modlarından yukarıdaki belirli akorlar oluşturulmaktadır. Bu akorlar bir araya getirildiğinde fraktal modelleme için kullanılacak akorların listesi oluşmaktadır.

Oluşturulan bütün modal caz akorlarının karakteri birbirinden farklıdır. Sadece majör ve melodik minör gamların içerisinde aynı karakteristiğe sahip iki akor çıkmıştır. Bunlar C melodik minör gamın 6. modu olan Aeolian modun akoru A $\flat$ ve C majör gamın 7. modu olan Locrian modun akoru B $\flat$ (diminished) akorlarıdır. Aynı tip akorları modellemede kullanmamak amacıyla bunlardan biri, sadece B $\flat$ akoru modellemede kullanılacaktır.

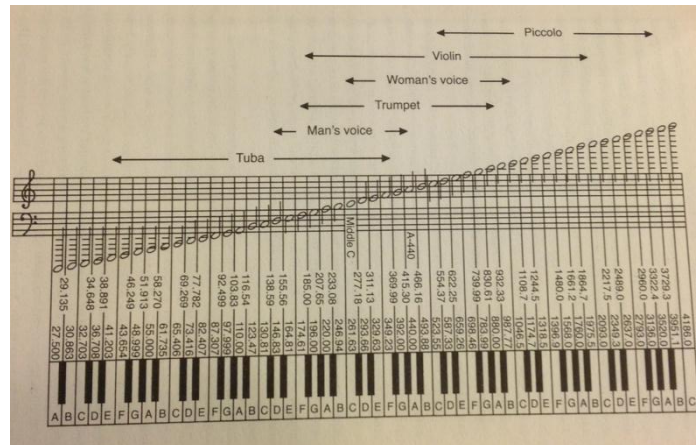
Modellemede kullanılacak modal caz akorları;

- i. CΔ akoru: C, E, G, B
- ii. CΔ akoru: C, Eb, G, B
- iii. Dmin7 akoru: D, F, A, C
- iv. Esusb9 akoru: E, F, A, B, D
- v. EbΔ#5 akoru: Eb, G, B, D
- vi. FΔ#4 akoru: F, A, B, E
- vii. F7#11 akoru: F, A, B, Eb
- viii. G7 akoru: G, B, D, F
- ix. Gsus akoru: G, A, C, D, F
- x. Amin7b6 akoru: A, C, E, G
- xi. Bø akoru: B, D, F, A
- xii. B7alt akoru: B, Eb, F, A

Modal caz akorlarından belirlenen toplam 12 adet C gamının majör ve melodik minör akor dizileri fraktal geometri modellemesinde kullanılacaktır (Levine, 1995).

5.3.2 Piyano üzerinden modal caz akorlarının frekans ataması

Piyano üzerinde tonal sistemdeki 12 nota kendini tekrarlamaktadır. Bu notalar her oktavda aynı sırada yerleşmektedir. İnsan kulağının en rahat algıladığı ve insan sesinin tanımlı olduğu aralık C3-G5 aralığıdır. Bu nedenle oluşturulan modal caz akorlarının piyano üzerinde başlangıç noktası C3 olacaktır. Akor kurulumları tizleşerek eklenmektedir (Levitin, 2006).



Şekil. 5.1: Piyano üzerinden notaların frekans değerleri

Bu durumda akorlarının notalarının oktav tanımlaması aşağıda gösterilmiştir.

- i. C Δ akoru: C3, E3, G3, B3
- ii. C $\underline{\Delta}$ akoru: C3, Eb3, G3, B3
- iii. Dmin7 akoru: D3, F3, A3, C4
- iv. Esusb9 akoru: E3, F3, A3, B3, D4
- v. Eb Δ #5 akoru: Eb3, G3, B3, D4
- vi. F Δ #4 akoru: F3, A3, B3, E4
- vii. F7#11 akoru: F3, A3, B3, Eb4
- viii. G7 akoru: G3, B3, D4, F4
- ix. Gsus akoru: G3, A3, C4, D4, F4
- x. Amin7b6 akoru: A3, C4, E4, G4
- xi. B ∞ akoru: B3, D4, F4, A4
- xii. B7alt akoru: B3, Eb4, F4, A4

Oktav tanımlamaları yapılmış notaların frekans değerleri aşağıda gösterilmiştir (Levitin, 2006).

C3: 130.81 Hz.
D3: 146.83 Hz.
Eb3: 155.56 Hz.
E3: 164.81 Hz.
F3: 174.61 Hz.
G3: 196.00 Hz.
A3: 220.00 Hz.
B3: 246.94 Hz.
C4: 261.63 Hz.
D4: 293.66 Hz.
Eb4: 311.13 Hz.
E4: 329.63 Hz.
F4: 349.23 Hz.
G4: 392.00 Hz.
A4: 440.00 Hz.

Çizelge 5.1: Notaların frekans değerleri ve C3'e oranları

No	Nota	Frekans (Hz)	fNota / fC3	Değer .000	Değer .00
1	C3	130.81	130.81/ 130.81	1.000	1.00
2	D3	146.83	146.83/ 130.81	1.145	1.15
3	E $\flat$ 3	155.56	155.56/ 130.81	1.189	1.19
4	E3	164.81	164.81/ 130.81	1.260	1.26
5	F3	174.61	174.61/ 130.81	1.335	1.34
6	G3	196.00	196.00/ 130.81	1.498	1.50
7	A3	220.00	220.00/ 130.81	1.682	1.68
8	B3	246.94	246.94/ 130.81	1.888	1.89
9	C4	261.63	261.63/ 130.81	2.000	2.00
10	D4	293.66	293.66/ 130.81	2.245	2.25
11	E $\flat$ 4	311.13	311.13/ 130.81	2.379	2.38
12	E4	329.63	329.63/ 130.81	2.520	2.52
13	F4	349.23	349.23/ 130.81	2.670	2.67
14	G4	392.00	392.00/ 130.81	2.997	3.00
15	A4	440.00	440.00/ 130.81	3.364	3.36

Çizelge 5.2: Modal caz akorları frekans oranları

No	Akor	Notalar	Frekans Oranları
i	C Δ	C3/ E3/ G3/ B3	1.00/ 1.26/ 1.50/ 1.89
ii	C $\underline{\Delta}$	C3/ E $\flat$ 3/ G3/ B3	1.00/ 1.19/ 1.50/ 1.89
iii	Dmin7	D3/ F3/ A3/ C4	1.15/ 1.34/ 1.68/ 2.00
iv	Esus $\flat$ 9	E3/ F3/ A3/ B3/ D4	1.26/ 1.34/ 1.68/ 1.89/ 2.25
v	E $\flat$ Δ #5	E $\flat$ 3/ G3/ B3/ D4	1.19/ 1.50/ 1.89/ 2.25
vi	F Δ #4	F3/ A3/ B3/ E4	1.34/ 1.68/ 1.89/ 2.52
vii	F7#11	F3/ A3/ B3/ E $\flat$ 4	1.34/ 1.68/ 1.89/ 2.38
viii	G7	G3/ B3/ D4/ F4	1.50/ 1.89/ 2.25/ 2.67
ix	Gsus	G3/ A3/ C4/ D4/ F4	1.50/ 1.68/ 2.00/ 2.25/ 2.67
x	Amin7 $\flat$ 6	A3/ C4/ E4/ G4	1.68/ 2.00/ 2.52/ 3.00
xi	B ∞	B3/ D4/ F4/ A4	1.89/ 2.25/ 2.67/ 3.36
xii	B7alt	B3/ E $\flat$ 4/ F4/ A4	1.89/ 2.38/ 2.67/ 3.36

Modal caz akorlarının piyano üzerinde insan kulağına en haz veren aralıktaki frekans değerleri belirlenmiştir. C gamı üzerinden oluşturulan modal caz akorları için piyano üzerinde C3 notasının frekansını alarak, modal caz akorlarını oluşturan notaların frekansına oranlama yapılmıştır. Oranlama yapılmasının sebebi fraktal modelleme yönteminde akorların içerisindeki harmonik frekans oranlarının kullanılarak çizgisel ya da düzlemsel boyutta modelleme geliştirilmesidir.

5.3.3 Uygulanacak fraktal modeller

Piyano üzerinden tanımlanan frekans değerleri oluşturulacak fraktal modelin mantığını oluşturmaktadır. Özel olarak caz modal akorları için geliştirilen fraktal modelin mantığı Koch Eğrisi algoritmasına dayanmaktadır. Koch Eğrisi oluşturulurken geri bildirim prensibi belirli bir doğru parçası üzerine uygulanan formülün ya da yöntemin oluşan yeni formda bulunan doğru parçalarına uygulanmasından oluşmaktadır. Aynı şekilde bir fraktal model üretildiğinde frekans değerleri, piyano üzerinden tam ve yarım ses aralıklarının yönlendirdiği açı yerleşimi ile bir ağaç algoritması üretilmiştir.

Ağaç algoritması üretilirken piyanonun 3. ve 4. oktavında bulunan notalar kullanılmıştır. Bu notalar C majör ve C melodik minör gamı için kullanıldığında 3. oktav gamı içerisindeki notalar ile başlayan akorlar elde edilmiştir. Akorların sınırı 3. oktav Do C3 ve 5. oktav Do C5 olarak belirlendiğinde iki Do notasının frekansının oranları $C5/C3=4.00$ olmaktadır. Bu katsayı göz önünde bulundurularak ağaç algoritması başlangıcında ağacın gövdesi karakterinde $L=4$ birimlik bir dikey doğru parçası çizilmiştir.

Doğru parçası piyanonun üzerinde 3. Oktavdan 5. oktava kadar uzanan bir yolu temsil etmektedir. Modal caz akorlarını oluşturan her bir nota ilk frekans olarak kabul edilen 3. oktav Do C3 notasına oranlandığında oluşan katsayılar ise bu doğru parçası üzerinde notaların yerleşimini temsil etmektedir.

C majör ve melodik minör modları ile oluşan temel caz akorlarının notaları her bir akor için aynı ağaç gövdesinde canlandırılmıştır. Notaların frekansına göre belirlenen yerleri x-y koordinat sisteminde $x=0$ kabul edilerek y ekseninde yerleştirilmiş ve y harfi ile gösterilmektedir.. Notaların freans oranları ile yerleştiği noktalardan

Ağaç kollarının ağaç gövdesi ile yaptığı açının yönü ise iki oktav içerisinde tam ve yarım ses aralıklarına göre tanımlanmıştır.



İnsan kulağının en rahat algıladığı ve melodik tanımladığı, piyanonun 3. Ve 4. oktavında bulunan C majör ve C melodik minör içerisinde yer alan notaların ses aralıkları klasik müzik teorisi göz önünde bulundurularak gruplandırılmıştır. C-D, D-E, F-G, G-A, A-B notaları arası tam ses aralık, E-F, B-C notaları arası yarım ses aralığa sahiptir. Bu nedenle iki oktav içerisinde dağılmış olan notalar arasında tam ses aralık olduğunda yön değişimi yapılmıştır. Yarım ses aralığı olan notalar aynı yön sembolü ile gösterilmiştir. C3 notası ↓ olarak belirlendiğinde eklenerek yön

tayini yapılmıştır. Oluşturulan fraktal ağaç modeli görselinin karakteristik özelliğini güçlendirmek bakımından natürel ile arasında büyük bir frekans farklı olmayan Eb notası için ise yön tayini yapılmamıştır. ↓ yön tayini yapılan notalara pozitif (+) değer, ↑ yön tayini yapılan notalara negatif (-) değer, yön tayini yapılmamış notalara ise 0 değeri atanmıştır.

Çizelge 5.3: Nota yön tayini

C3	D3	E $\flat$ 3	E3	F3	G3	A3	B	C4	D4	E $\flat$ 4	E4	F4	G4	A4
↓	↑	/	↓	↓	↑	↓	↑	↑	↓	/	↑	↑	↓	↑
+	-	0	+	+	-	+	-	-	+	0	-	-	+	-

Çizelge 5.4: Nota değer atamaları

↓ (+)	C3, E3, F3, A3, D4, G4
↑ (-)	D3, G3, B3, C4, E4, F4, A4
0	E $\flat$ 3, E $\flat$ 4

Nota yön tayini ile değer atamaları ağacın dallarının gövdenin hangi tarafında konumlanacağını belirlemektedir Pozitif değer atan kollar y eksenini kabul edilen gövdenin pozitif x eksenini tarafında, negatif değer atan kollar ise negatif x eksenini tarafında konulandırılmıştır. 0 katsayısı verilen kollar çizilmemiştir. Her y değeri için γ açısı akor içerisinde bulunan her notanın akorun en düşük frekanslı notasına oranının sabit ilk açı kabul edilen 30° açıyla çarpımından elde edilmiştir.

Belirlenen γ , γ ve yön tayinleri ile çizilen ilk uygulamada çizilen ağaç modeli her uygulamada gövde haricindeki farklı eğim ve ölçeklerdeki kollar üzerinde tekrarlanmıştır. Her bir model için ölçek r olarak belirlenmiştir. Açı yerleştirilmesi için yapılan döndürme ise γ' olarak ifade edilmiştir.

Fraktal formülü tanımlanan 12 modal caz akoru için 5 adım uygulanmış, sonucunda 12 farklı fraktal model formu elde edilmiştir.

Çizelge 5.5 : y değerleri

#	y _i	y _{ii}	y _{iii}	y _{iv}	y _v	y _{vi}	y _{vii}	y _{viii}	y _{ix}	y _x	y _{xi}	y _{xii}
	CA	C _A	Dmin7	Esusb 9	EbΔ#5	FΔ#4	F7#11	G7	Gsus	Amin7b 5	B _♭	B7alt
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1,00	1,00	1,15	1,26	1,19	1,34	1,34	1,50	1,50	1,68	1,89	1,89
2	1,26	1,19	1,34	1,34	1,50	1,68	1,68	1,89	1,68	2,00	2,25	2,38
3	1,50	1,50	1,68	1,68	1,89	1,89	1,89	2,25	2,00	2,52	2,67	2,67
4	1,89	1,89	2,00	1,89	2,25	2,52	2,38	2,67	2,25	3,00	3,36	3,36
5	4,00	4,00	4,00	2,25	4,00	4,00	4,00	4,00	2,67	4,00	4,00	4,00
6				4,00					4,00			

Çizelge 5.6: y değerleri

#	y _i	y _{ii}	y _{iii}	y _{iv}	y _v	y _{vi}	y _{vii}	y _{viii}	y _{ix}	y _x	y _{xi}	y _{xii}
	CA	C _A	Dmin7	Esusb 9	EbΔ#5	FΔ#4	F7#11	G7	Gsus	Amin7b 5	B _♭	B7alt
1	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
2	37,80	35,70	34,96	31,90	37,82	37,61	37,61	37,80	33,60	35,71	35,71	37,78
3	45,00	45,00	43,83	40,00	47,65	42,31	42,31	45,00	40,00	45,00	42,38	42,38
4	56,70	56,70	52,17	45,00	56,72	56,42	53,28	53,40	45,00	53,57	53,33	53,33
5				53,57					53,40			

Çizelge 5.7: d değerleri

#	di	dii	diii	div	dv	dvi	dvii	dviii	dx	dx	dxii
	CA	CΔ	Dmin7	Esusb 9	EbΔ#5	FΔ#4	F7#11	G7	Gsus	Amin7b 5	B7alt
1	1,00	1,00	1,15	1,26	1,19	1,34	1,34	1,50	1,50	1,68	1,89
2	1,26	1,19	1,34	1,34	1,50	1,68	1,68	1,89	1,68	2,00	2,38
3	1,50	1,50	1,68	1,68	1,89	1,89	1,89	2,25	2,00	2,52	2,67
4	1,89	1,89	2,00	1,89	2,25	2,52	2,38	2,67	2,25	3,00	3,36
5				2,25					2,67		

Çizelge 5.8: k değerleri

#	ki	kii	kiii	kiv	kv	kvi	kvii	kviii	kix	kx	kxi	kxii
	CA	CΔ	Dmin7	Esusb 9	EbΔ#5	FΔ#4	F7#11	G7	Gsus	Amin7b 5	B7alt	B7alt
1	1,00	1,00	-1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	1,00	-1,00	-1,00
2	1,00	0,00	1,00	1,00	-1,00	1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	0,00
3	-1,00	-1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
4	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	-1,00	0,00	-1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00
5				1,00					-1,00			

Çizelge 5.9: y*k değerleri

#	yi*ki	yii*kii	yiii*kiii	yiv*kiv	yv*kv	yvi*kvi	yvii*kvii	yviii*kviii	yix*kix	yx*kx	yxi*kxi	yxii*kxii
	CA	CΔ	Dmin7	Esusb 9	EbΔ#5	FΔ#4	F7#11	G7	Gsus	Amin7b 5	B7alt	B7alt
1	30,00	30,00	-30,00	30,00	0,00	30,00	30,00	-30,00	-30,00	30,00	-30,00	-30,00
2	37,80	0,00	34,96	31,90	-37,82	37,61	37,61	-37,80	33,60	-35,71	35,71	0,00
3	-45,00	-45,00	43,83	40,00	-47,65	-42,31	-42,31	45,00	-40,00	-45,00	-42,38	-42,38
4	-56,70	-56,70	-52,17	-45,00	56,72	-56,42	0,00	-53,40	45,00	53,57	-53,33	-53,33
5				53,57					-53,40			

Çizelge 5.10: r & y' değerleri 1

#	r <i>i</i>	y' <i>i</i>	r <i>ii</i>	y' <i>ii</i>	r <i>iii</i>	y' <i>iii</i>	r <i>iv</i>	y' <i>iv</i>	r <i>v</i>	y' <i>v</i>	r <i>vi</i>	y' <i>vi</i>
	CA		CA		Dmin7		Esusb9		EbΔ#5		FΔ#4	
1	0,25	330,00	0,25	330,00	0,29	30,00	0,32	330,00	0,00	0,00	0,34	330,00
2	0,32	322,20	0,00	0,00	0,34	325,04	0,34	328,10	0,38	37,82	0,42	322,39
3	0,38	45,00	0,38	45,00	0,42	316,17	0,42	320,00	0,47	47,65	0,47	42,31
4	0,47	56,70	0,47	56,70	0,50	52,17	0,47	45,00	0,56	303,28	0,63	56,42
5							0,56	306,43				

Çizelge 5.11: r & y' değerleri 2

#	r <i>vii</i>	y' <i>vii</i>	r <i>viii</i>	y' <i>viii</i>	r <i>ix</i>	y' <i>ix</i>	r <i>x</i>	y' <i>x</i>	r <i>xi</i>	y' <i>xi</i>	r <i>xii</i>	y' <i>xii</i>
	F7#11		G7		Gsus		Amin7b5		B ₉		B7alt	
1	0,34	330,00	0,38	30,00	0,38	30,00	0,42	330,00	0,47	30,00	0,47	30,00
2	0,42	322,39	0,47	37,80	0,42	326,40	0,50	35,71	0,56	324,29	0,00	0,00
3	0,47	42,31	0,56	315,00	0,50	40,00	0,63	45,00	0,67	42,38	0,67	42,38
4	0,00	0,00	0,67	53,40	0,56	315,00	0,75	306,53	0,84	55,33	0,84	53,33
5					0,67	53,40						

5.4 Uygulama

Uygulama bölümünde elde edilmiş olan çizelgeler içerisindeki veriler kullanılarak 12 adet C majör ve melodik minör gamları üzerinden elde edilmiş temel modal caz akoru modelleneyecektir.

5.4.1 CΔ akoru

C majör gamın Ionian modu, CΔ akoru piyano üzerinde C3-E3-G3-B3 notalarından oluşmaktadır.

Notaların frekans değerleri ve oranları;

C3: 130.81 Hz/ 1.00

E3: 164.81 Hz/ 1.26

G3: 196.00 Hz/ 1.50

B3: 246.94 Hz/ 1.89 olarak tanımlanmıştır.

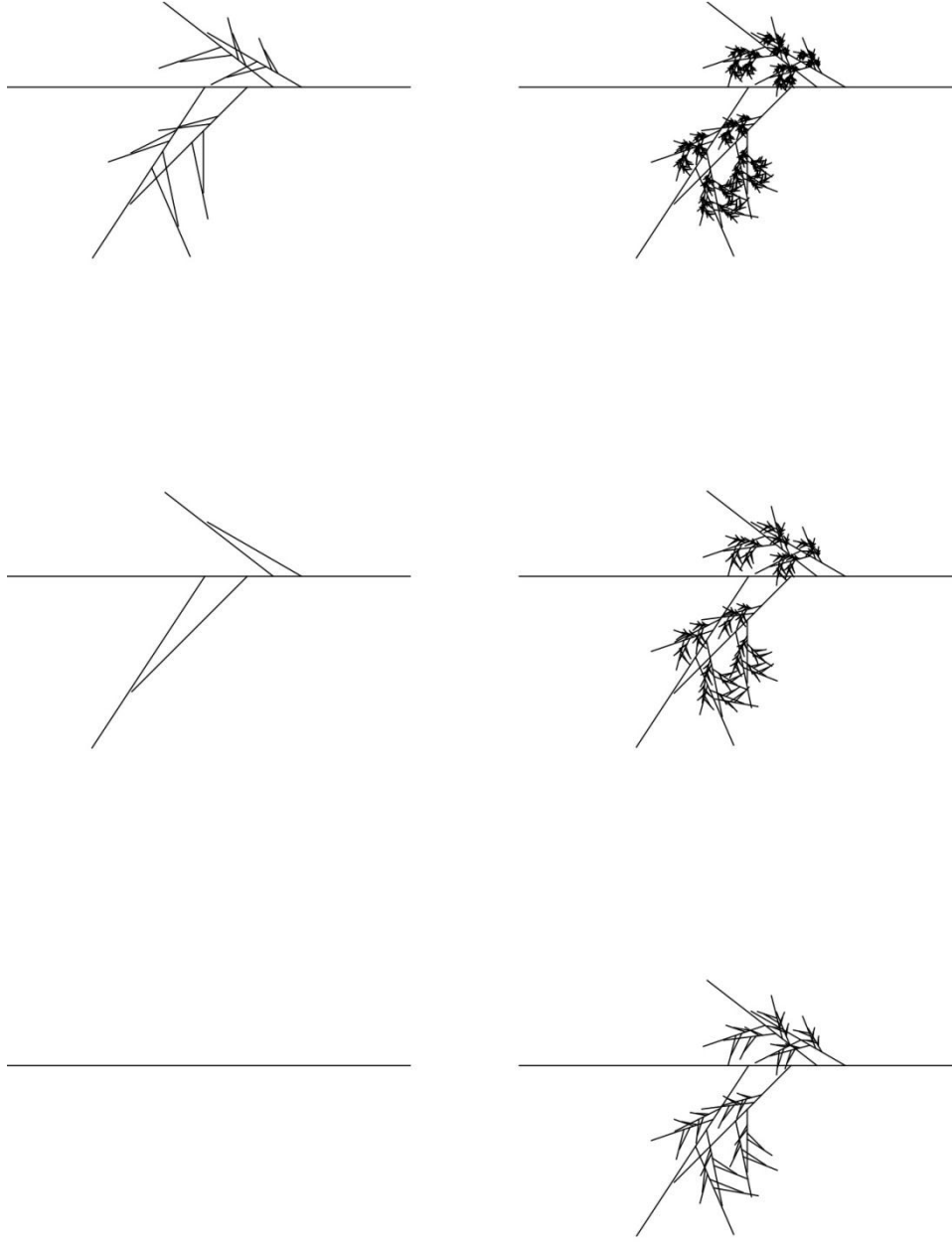
Çizelge 5.12: CΔ akoru çizim değerleri

#	y_i	y_i	d_i	k_i	$y_i * k_i$
1	1,00	30,00	1,00	1,00	30,00
2	1,26	37,80	1,26	1,00	37,80
3	1,50	45,00	1,50	-1,00	-45,00
4	1,89	56,70	1,89	-1,00	-56,70

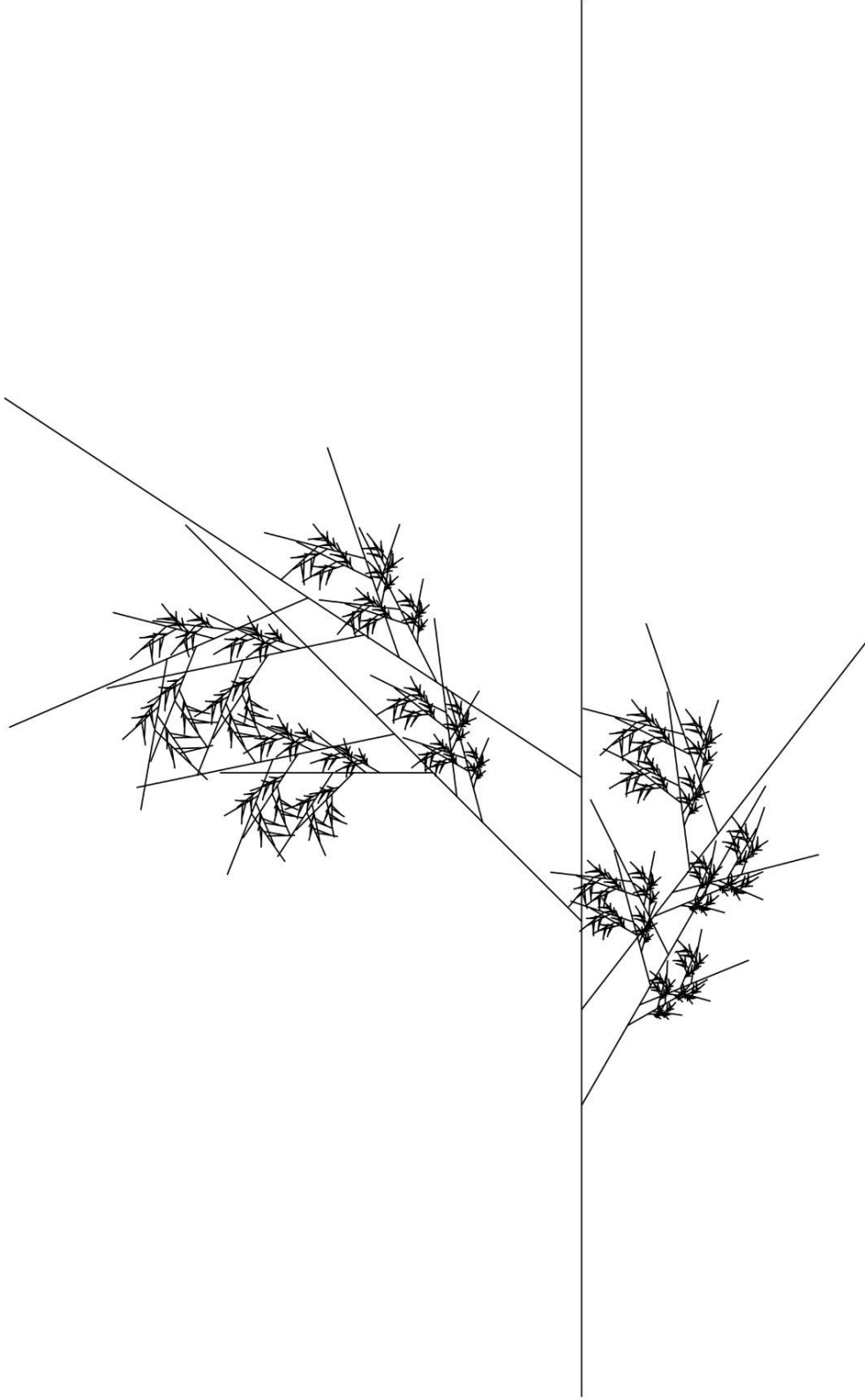
Belirlenen frekans oranlarına göre y_i değerleri ve y_i değerleri belirlenerek ve k_i katsayısı ile çarpılarak doğru parçasının üzerine çizilmiştir. Fraktal algoritması her adımda sahip olduğu her kol için r_i katsayısı ile küçültülerek ve y_i açısı ile döndürülerek toplam 5 adımda ağaç üzerinde tekrar üretilmiştir.

Çizelge 5.13: CΔ akoru ölçek değerleri

#	r_i	y'_i
	CΔ	
1	0,25	330,00
2	0,32	322,20
3	0,38	45,00
4	0,47	56,70



Şekil 5.3: CΔ akoru fraktal ağaç modeli adımları



Şekil 5.4: CA akoru fraktal ağaç modeli

5.4.2 C Δ akoru

C melodik minör gamın Ionian modu, C Δ akoru piyano üzerinde C3-Eb3-G3-B3 notalarından oluşmaktadır.

Notaların frekans değerleri ve oranları;

C3: 130.81 Hz

Eb3: 155.56 Hz

G3: 196.00 Hz

B3: 246.94 Hz

C3: 1.00

Eb3: 1.19

G3: 1.50

B3: 1.89 olarak belirlenmiştir.

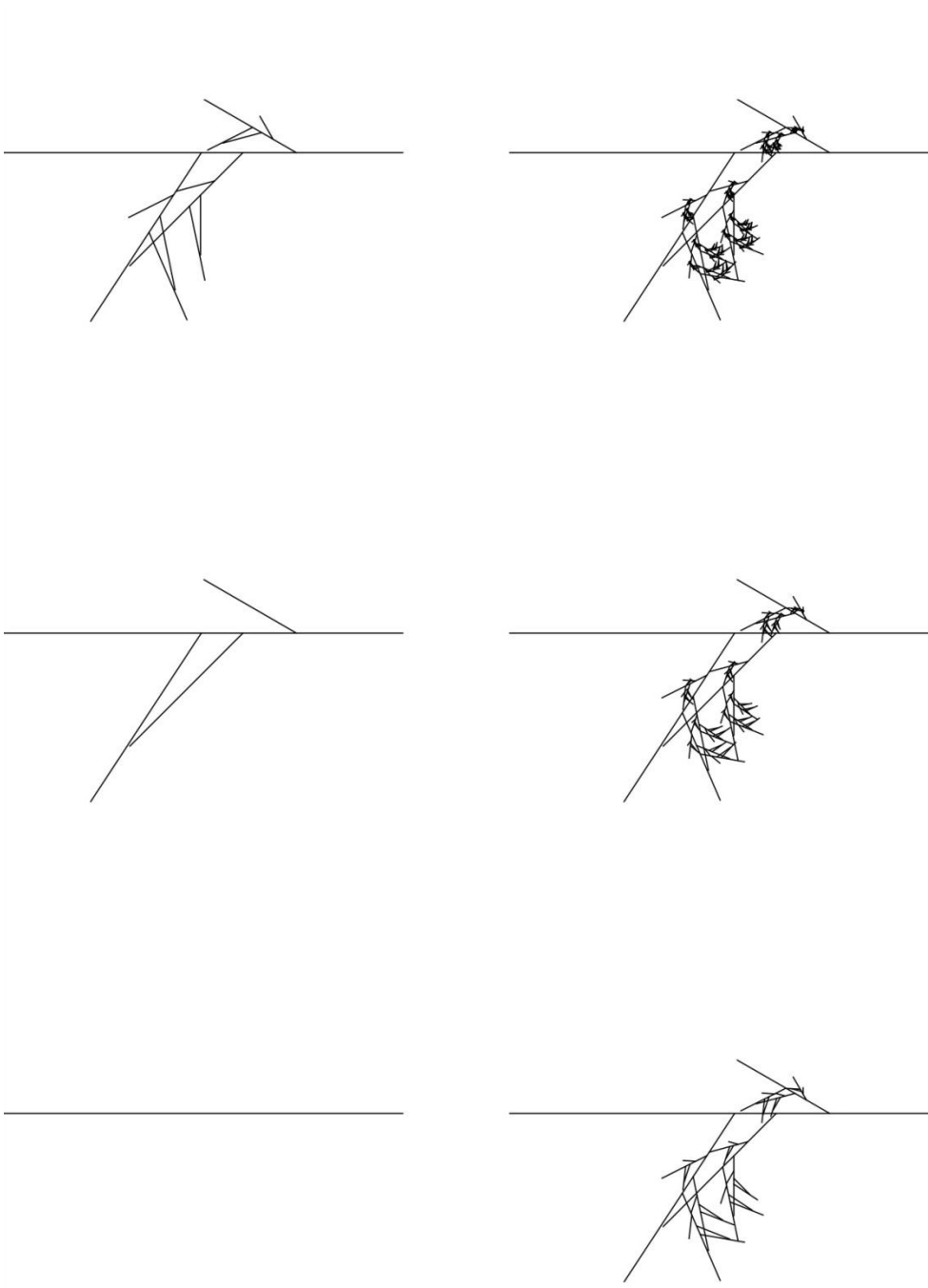
Çizelge 5.14: C Δ akoru çizim değerleri

#	y _{ii}	y _{ii}	d _{ii}	k _{ii}	y _{ii} *k _{ii}
1	1,00	30,00	1,00	1,00	30,00
2	1,19	35,70	1,19	0,00	0,00
3	1,50	45,00	1,50	-1,00	-45,00
4	1,89	56,70	1,89	-1,00	-56,70

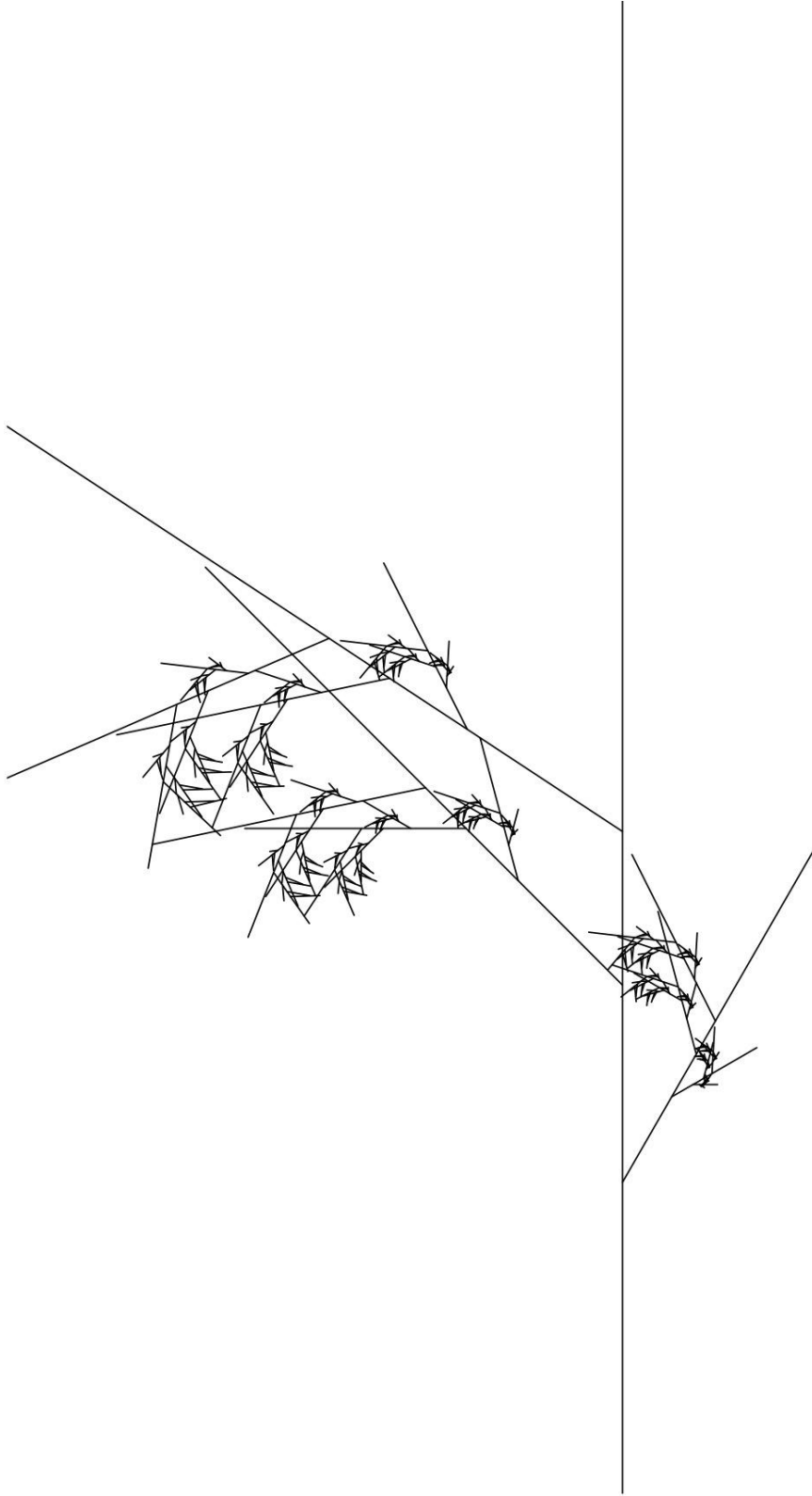
Belirlenen frekans oranlarına göre y_{ii} değerleri ve y_{ii} değerleri belirlenerek ve k_{ii} katsayısı ile çarpılarak doğru parçasının üzerine çizilmiştir. Bemol (b) olarak değişen E notasının frekans değerindeki değişikliğin görsel üzerinde etkisinin görülebilmesi açısından k'ya verilmiş olan 0 değeri doğrultusunda ağaç üzerinde kolu çizilmemiştir. Fraktal algoritması her adımda sahip olduğu her kol için r_{ii} katsayısı ile küçültülerek ve y_{ii} açısı ile döndürülerek toplam 5 adımda ağaç üzerinde tekrar üretilmiştir.

Çizelge 5.15: C Δ akoru ölçek değerleri

#	r _{ii}	y _{ii}
	C Δ	
1	0,25	330,00
2	0,00	0,00
3	0,38	45,00
4	0,47	56,70



Şekil 5.5: $C\Delta$ akoru fraktal ağaç modeli adımları



Şekil 5.6: $C\Delta$ akoru fraktal ağaç modeli

5.4.3 Dmin7 akoru

C majör gamın Dorian modu, Dmin7 akoru piyano üzerinde D3-F3-A3-C4 notalarından oluşmaktadır.

Notaların frekans değerleri;

D3: 146.83 Hz

F3: 174.61 Hz

A3: 220.00 Hz

C4: 261.63 Hz olarak tanımlanmıştır.

Notaların frekans oranları;

D3: 1.15

F3: 1.34

A3: 1.68

C4: 2.00 olarak belirlenmiştir.

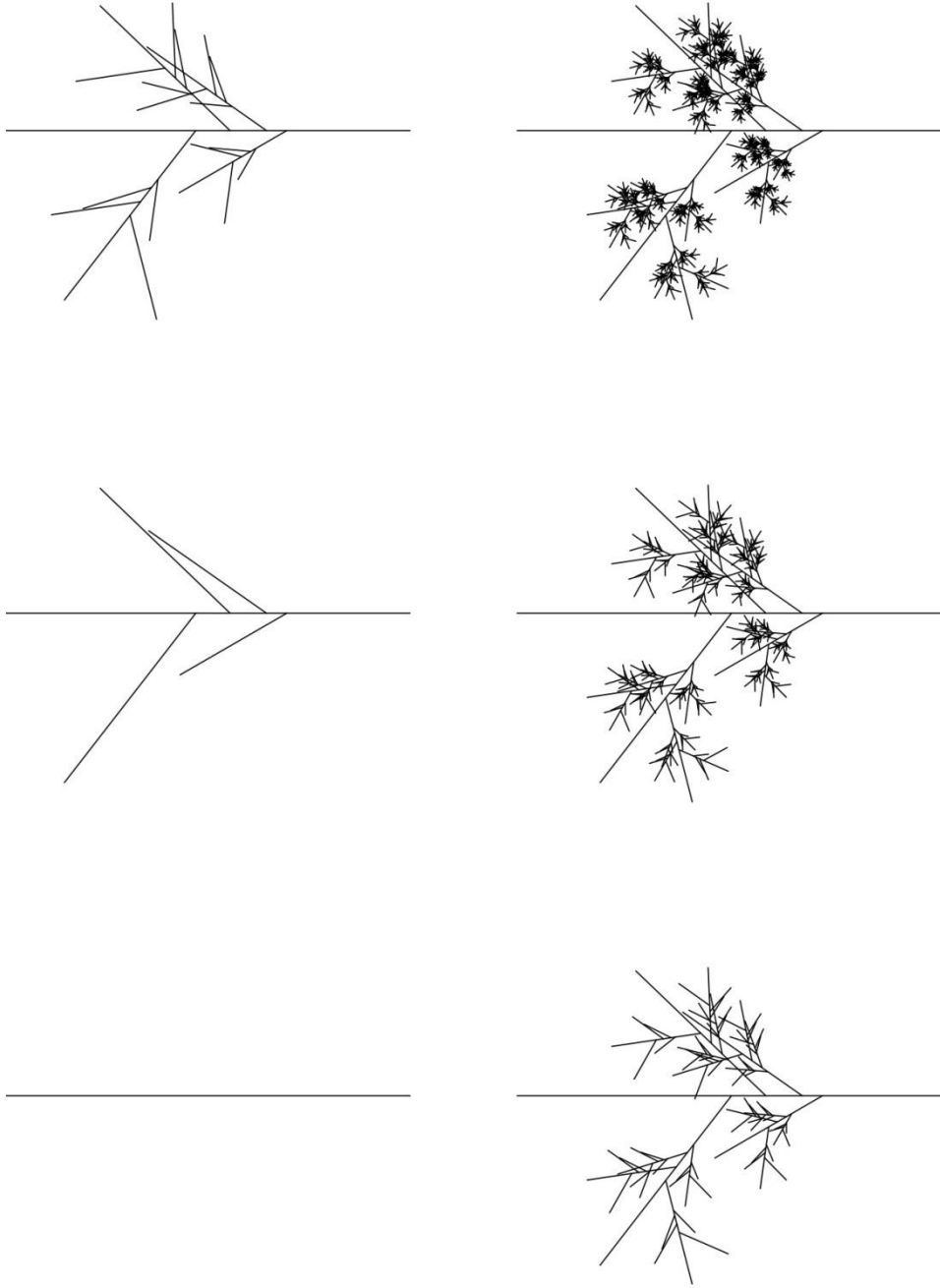
Çizelge 5.16: Dmin7 akoru çizim değerleri

#	y_{iii}	y'_{iii}	d_{iii}	k_{iii}	$y_{iii} * k_{iii}$
1	1,15	30,00	1,15	-1,00	-30,00
2	1,34	34,96	1,34	1,00	34,96
3	1,68	43,83	1,68	1,00	43,83
4	2,00	52,17	2,00	-1,00	-52,17

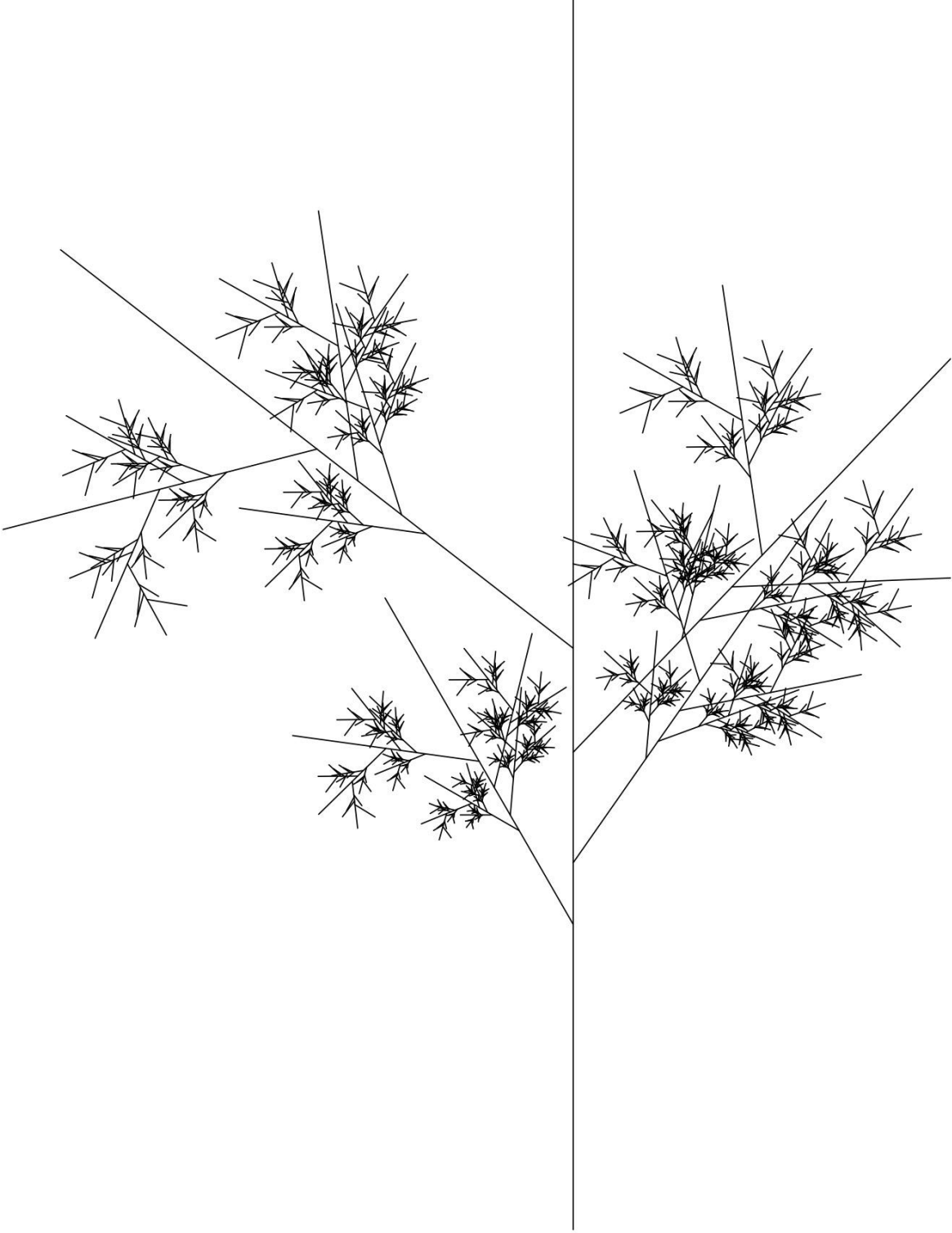
Belirlenen frekans oranlarına göre y_{iii} değerleri ve y'_{iii} değerleri belirlenerek ve k_{iii} katsayısı ile çarpılarak doğru parçasının üzerine çizilmiştir. Fraktal algoritması her adımda sahip olduğu her kol için r_{iii} katsayısı ile küçültülerek ve y'_{iii} açısı ile döndürülerek toplam 5 adımda ağaç üzerinde tekrar üretilmiştir.

Çizelge 5.17: Dmin7 akoru ölçek değerleri

#	r_{iii}	y'_{iii}
	Dmin7	
1	0,29	30,00
2	0,34	325,04
3	0,42	316,17
4	0,50	52,17



Şekil 5.7: Dmin7 akoru fraktal ağaç modeli adımları



Şekil 5.8: Dmin7 akoru fraktal ağaç modeli

5.4.4 Esusb9 akoru

C majör gamın Phrygian modu, Esusb9 akoru piyano üzerinde E3-F3-A3-B3-D4 notalarından oluşmaktadır.

Notaların frekans değerleri ve oranları;

E3: 164.81 Hz

F3: 174.61 Hz

A3: 220.00 Hz

B3: 246.94 Hz

D4: 293.66 Hz

E3: 1.26

F3: 1.34

A3: 1.68

B3: 1.89

D4: 2.25 olarak belirlenmiştir.

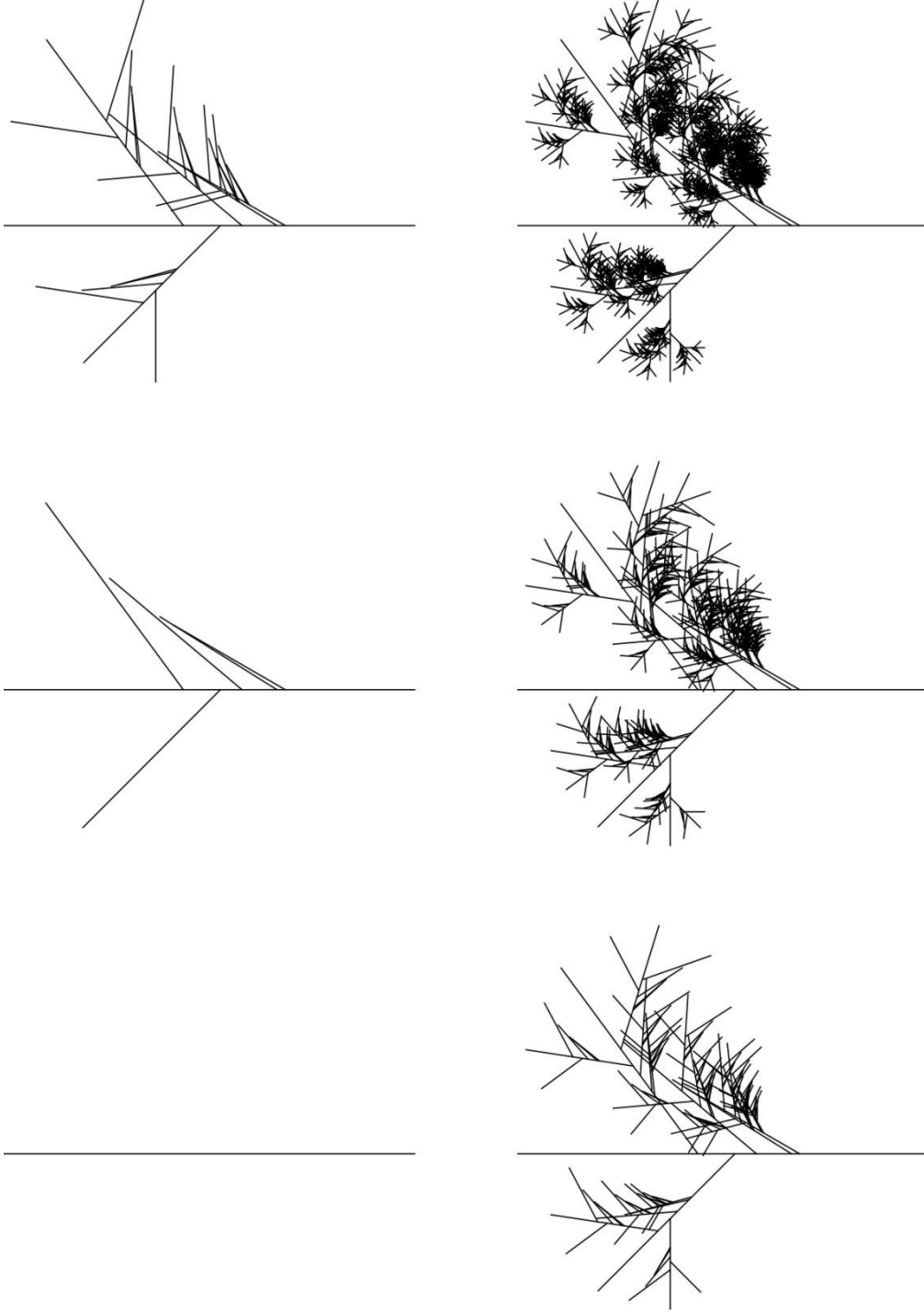
Çizelge 5.18: Esusb9 akoru çizim değerleri

#	yiv	yiv	div	kiv	yiv*kiv
1	1,26	30,00	1,26	1,00	30,00
2	1,34	31,90	1,34	1,00	31,90
3	1,68	40,00	1,68	1,00	40,00
4	1,89	45,00	1,89	-1,00	-45,00
5	2,25	53,57	2,25	1,00	53,57

Belirlenen frekans oranlarına göre yiv değerleri ve yiv değerleri belirlenerek ve kiv katsayısı ile çarpılarak doğru parçasının üzerine çizilmiştir. Fraktal algoritması her adımda sahip olduğu her kol için riv katsayısı ile küçültülerek ve y'iv açısı ile döndürülerek toplam 5 adımda ağaç üzerinde tekrar üretilmiştir.

Çizelge 5.19: Esusb9 akoru ölçek değerleri

#	riv	y'iv
	Esusb9	
1	0,32	330,00
2	0,34	328,10
3	0,42	320,00
4	0,47	45,00
5	0,56	306,43



Şekil 5.9: Esusb9 akoru fraktal ağaç modeli adımları



Şekil 5.10: Esusb9 akoru fraktal ağaç modeli

5.4.5 EbΔ#5 akoru

C melodik minör gamın Lydian (Augmented) modu, EbΔ#5 akoru piyano üzerinde D3-F3-A3-C4 notalarından oluşmaktadır.

Notaların frekans değerleri ve oranları;

Eb3: 155.56 Hz

G3: 196.00 Hz

B3: 246.94 Hz

D4: 293.66 Hz olarak tanımlanmıştır.

Eb3: 1.19

G3: 1.50

B3: 1.89

D4: 2.25 olarak belirlenmiştir.

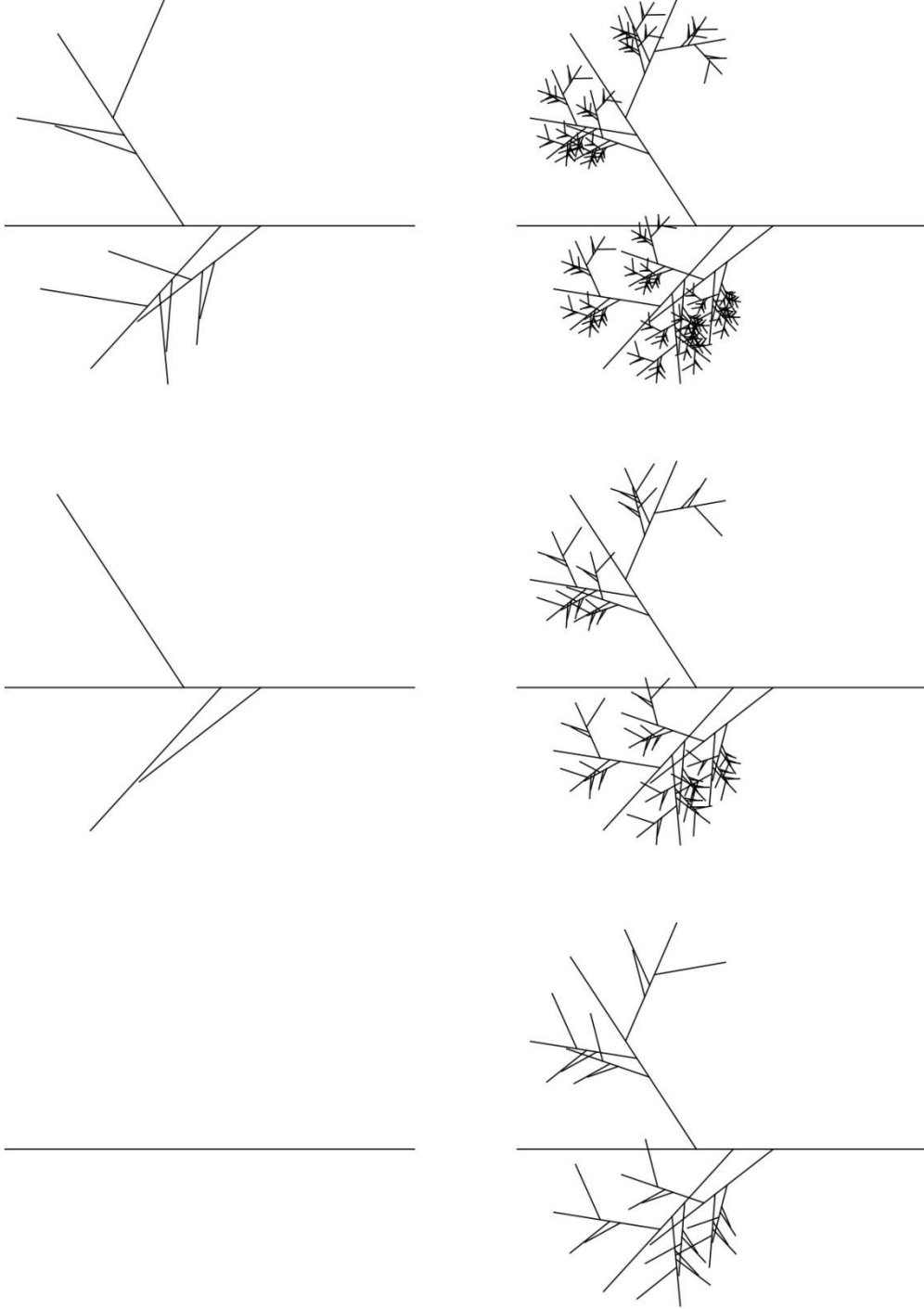
Çizelge 5.20: EbΔ#5 akoru çizim değerleri

#	y _v	y _v	d _v	k _v	y _v *k _v
1	1,19	30,00	1,19	0,00	0,00
2	1,50	37,82	1,50	-1,00	-37,82
3	1,89	47,65	1,89	-1,00	-47,65
4	2,25	56,72	2,25	1,00	56,72

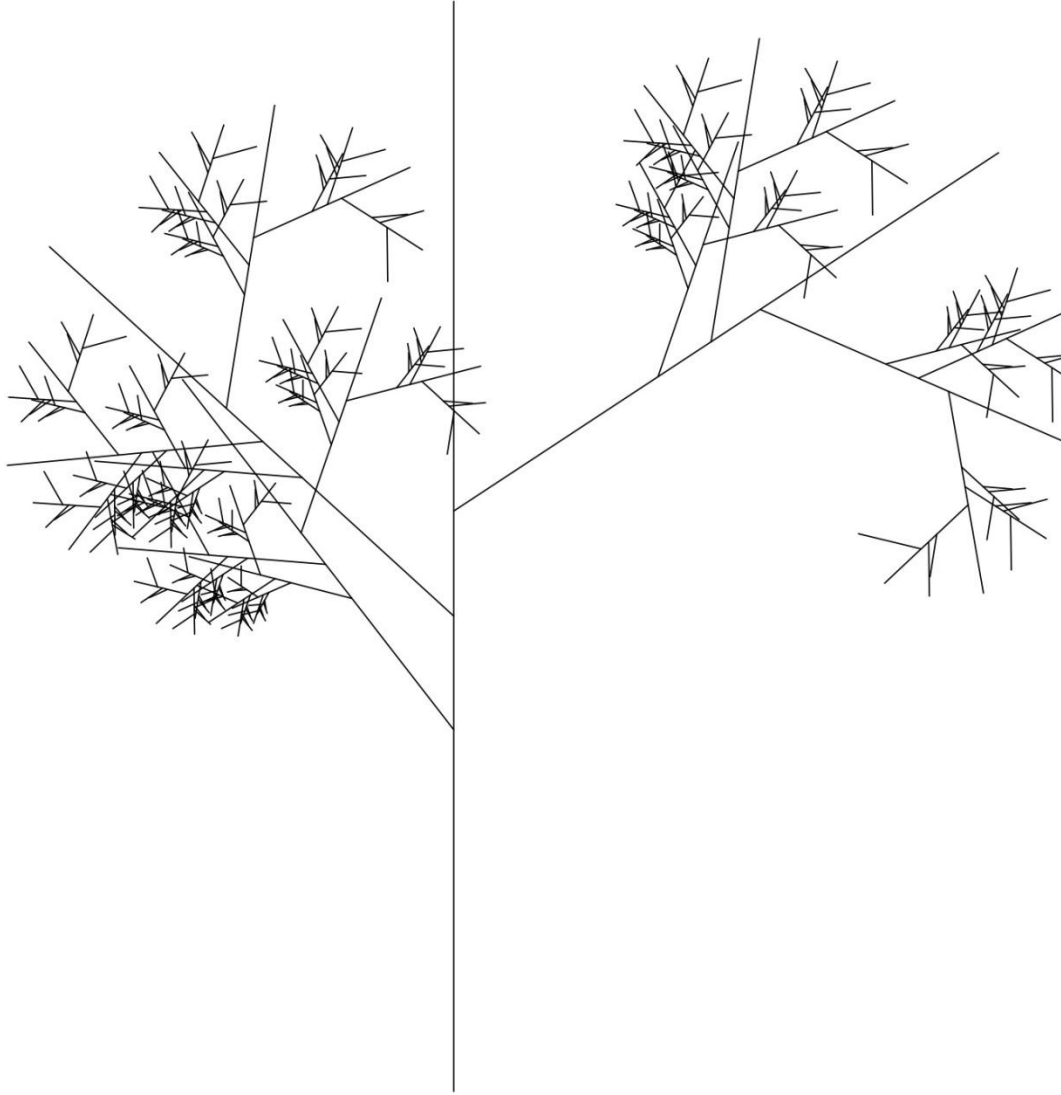
Belirlenen frekans oranlarına göre y_v değerleri ve y_v değerleri belirlenerek ve k_v katsayısı ile çarpılarak doğru parçasının üzerine çizilmiştir. Bemol (b) olarak değişen E notasının frekans değerindeki değişikliğin görsel üzerinde etkisinin görülebilmesi açısından k'ya verilmiş olan 0 değeri doğrultusunda ağaç üzerinde kolu çizilmemiştir. Fraktal algoritması her adımda sahip olduğu her kol için r_v katsayısı ile küçültülerek ve y'_v açısı ile döndürülerek toplam 5 adımda ağaç üzerinde tekrar üretilmiştir.

Çizelge 5.21: EbΔ#5 akoru ölçek değerleri

	r _v	y' _v
#	EbΔ#5	
1	0,00	0,00
2	0,38	37,82
3	0,47	47,65
4	0,56	303,28



Şekil 5.11: $Eb\Delta\#5$ akoru fraktal ağaç modeli adımları



Şekil 5.12: $Eb\Delta\#5$ akoru fraktal ağaç modeli

5.4.6 FΔ#4 akoru

C majör gamın Lydian modu, FΔ#4 akoru piyano üzerinde F3-A3-B3-E4 notalarından oluşmaktadır.

Notaların frekans değerleri;

F3: 174.61 Hz

A3: 220.00 Hz

B3: 246.94 Hz

E4: 329.63 Hz olarak tanımlanmıştır.

Notaların frekans oranları;

F3: 1.34

A3: 1.68

B3: 1.89

E4: 2.52 olarak belirlenmiştir.

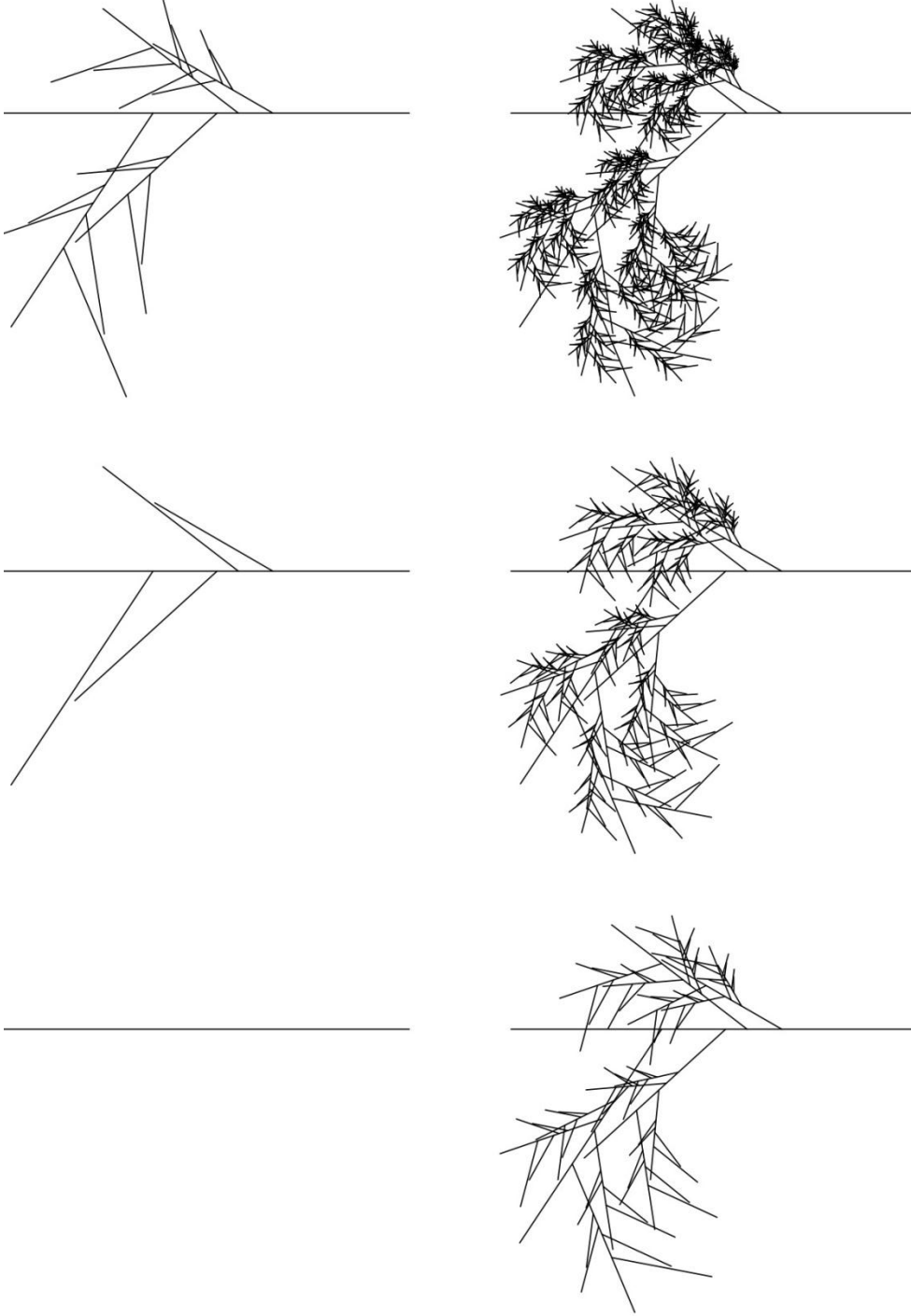
Çizelge 5.22: FΔ#4 akoru çizim değerleri

#	y_{vi}	γ_{vi}	d_{vi}	k_{vi}	$\gamma_{vi} * k_{vi}$
1	1,34	30,00	1,34	1,00	30,00
2	1,68	37,61	1,68	1,00	37,61
3	1,89	42,31	1,89	-1,00	-42,31
4	2,52	56,42	2,52	-1,00	-56,42

Belirlenen frekans oranlarına göre y_{vi} değerleri ve γ_{vi} değerleri belirlenerek ve k_{vi} katsayısı ile çarpılarak doğru parçasının üzerine çizilmiştir. Fraktal algoritması her adımda sahip olduğu her kol için r_{vi} katsayısı ile küçültülerek ve γ'_{vi} açısı ile döndürülerek toplam 5 adımda ağaç üzerinde tekrar üretilmiştir.

Çizelge 5.23: FΔ#4 akoru ölçek değerleri

#	r_{vi}	γ'_{vi}
	FΔ#4	
1	0,34	330,00
2	0,42	322,39
3	0,47	42,31
4	0,63	56,42



Şekil 5.13: $F_{\Delta\#4}$ akoru fraktal ağaç modeli adımları



Şekil 5.14: $F\Delta\#4$ akoru fraktal ağaç modeli

5.4.7 F7#11 akoru

C melodik minör gamın Lydian (Dominant) modu, F7#11 akoru piyano üzerinde F3-A3-B3-Eb4 notalarından oluşmaktadır.

Notaların frekans değerleri ve oranları;

F3: 174.61 Hz

A3: 220.00 Hz

B3: 311.13 Hz

Eb4: 329.63 Hz

F3: 1.34

A3: 1.68

B3: 1.89

Eb4: 2.38 olarak belirlenmiştir.

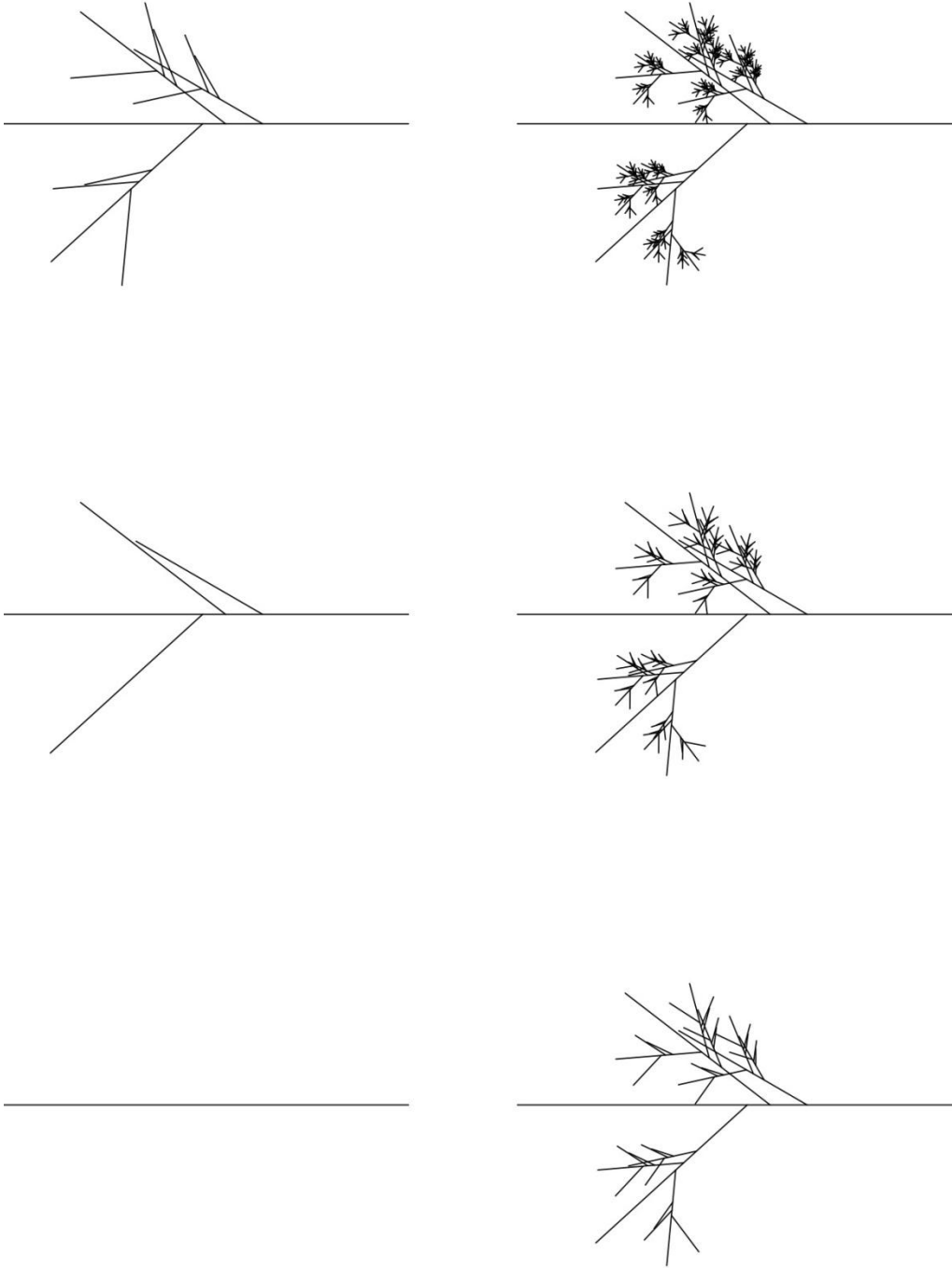
Çizelge 5.24: F7#11 akoru çizim değerleri

#	y_{vii}	y'_{vii}	d_{vii}	k_{vii}	$y_{vii} * k_{vii}$
1	1,34	30,00	1,34	1,00	30,00
2	1,68	37,61	1,68	1,00	37,61
3	1,89	42,31	1,89	-1,00	-42,31
4	2,38	53,28	2,38	0,00	0,00

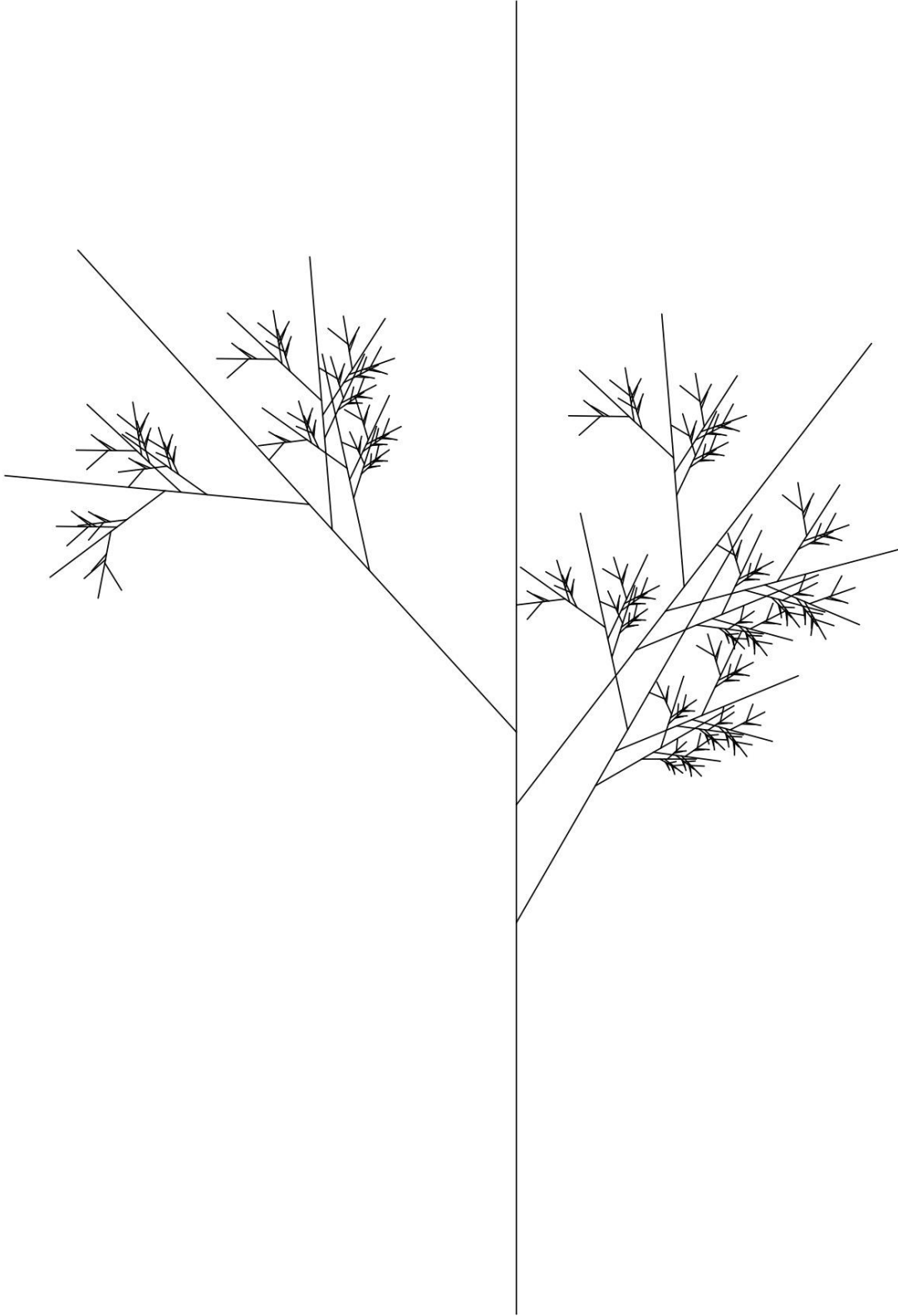
Belirlenen frekans oranlarına göre y_{vii} değerleri ve y'_{vii} değerleri belirlenerek ve k_{vii} katsayısı ile çarpılarak doğru parçasının üzerine çizilmiştir. Bemol (b) olarak değişen E notasının frekans değerindeki değişikliğin görsel üzerinde etkisinin görülebilmesi açısından k'ya verilmiş olan 0 değeri doğrultusunda ağaç üzerinde kolu çizilmemiştir. Fraktal algoritması her adımda sahip olduğu her kol için r_{vii} katsayısı ile küçültülerek ve y'_{vii} açısı ile döndürülerek toplam 5 adımda ağaç üzerinde tekrar üretilmiştir.

Çizelge 5.25: F7#11 akoru ölçek değerleri

#	r_{vii}	y'_{vii}
	F7#11	
1	0,34	330,00
2	0,42	322,39
3	0,47	42,31
4	0,00	0,00



Tablo 5.15: F7#11 akoru fraktal ağaç modeli adımları



Şekil 5.16: F7#11 akoru fraktal ağaç modeli

5.4.8 G7 akoru

C majör gamın Mixolydian modu, G7 akoru piyano üzerinde G3-B3-D4-F4 notalarından oluşmaktadır.

Notaların frekans değerleri;

G3: 196.00 Hz

B3: 246.94 Hz

D4: 293.66 Hz

F4: 349.23 Hz olarak tanımlanmıştır.

Notaların frekans oranları;

G3: 1.50

B3: 1.89

D4: 2.25

F4: 2.67 olarak belirlenmiştir.

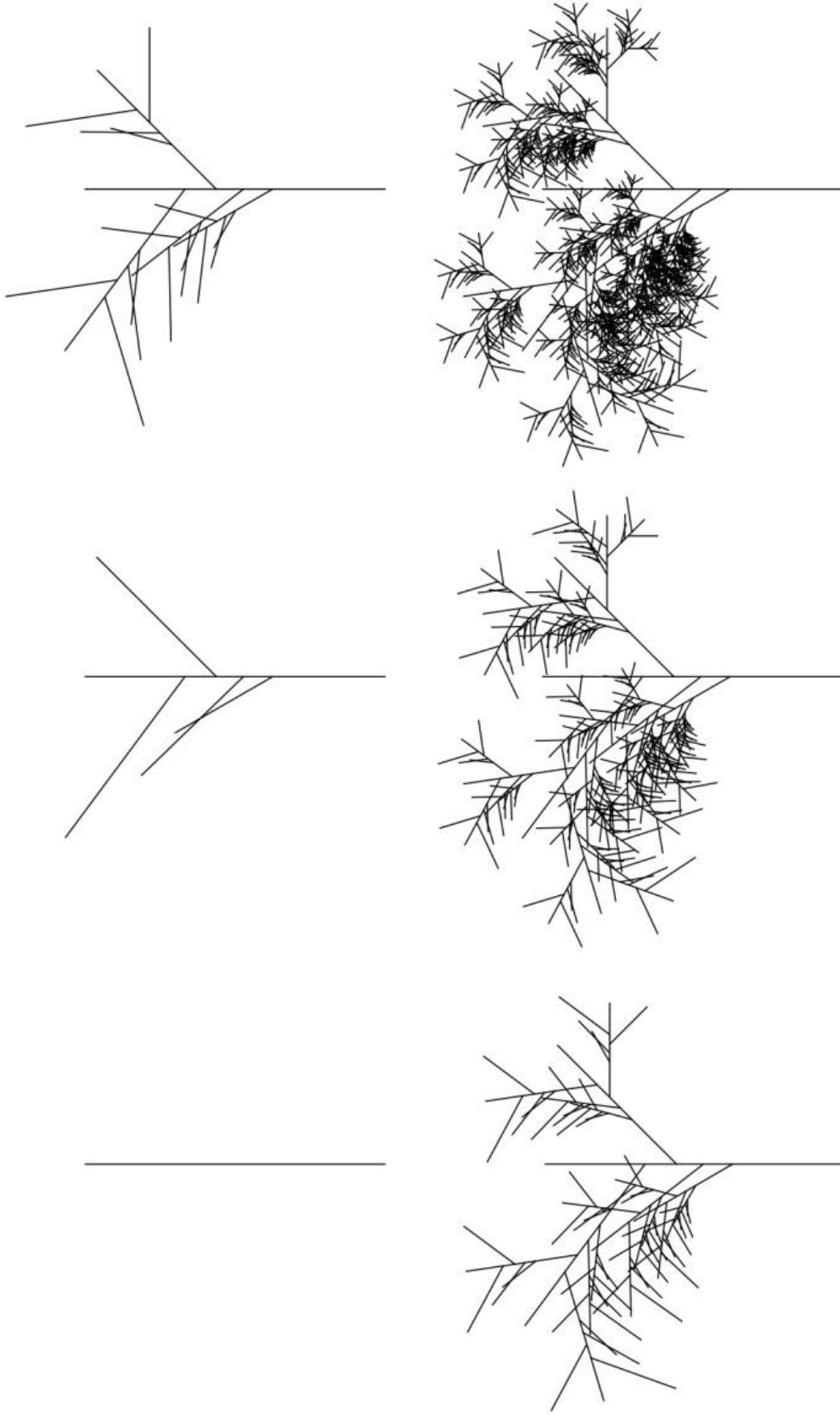
Çizelge 5.26: G7 akoru çizim değerleri

#	y^{viii}	y^{viii}	d^{viii}	k^{viii}	$y^{viii} * k^{viii}$
1	1,50	30,00	1,50	-1,00	-30,00
2	1,89	37,80	1,89	-1,00	-37,80
3	2,25	45,00	2,25	1,00	45,00
4	2,67	53,40	2,67	-1,00	-53,40

Belirlenen frekans oranlarına göre y^{viii} değerleri ve y^{viii} değerleri belirlenerek ve k^{viii} katsayısı ile çarpılarak doğru parçasının üzerine çizilmiştir. Fraktal algoritması her adımda sahip olduğu her kol için r^{viii} katsayısı ile küçültülerek ve y^{viii} açısı ile döndürülerek toplam 5 adımda ağaç üzerinde tekrar üretilmiştir.

Çizelge 5.27: G7 akoru ölçek değerleri

#	r^{viii}	y^{viii}
	G7	
1	0,38	30,00
2	0,47	37,80
3	0,56	315,00
4	0,67	53,40



Şekil 5.17: G7 akoru fraktal ağaç modeli adımları



Şekil 5.18: G7 akoru fraktal ağaç modeli

5.4.9 Gsus akoru

C majör gamın Mixolydian modu, Gsus akoru piyano üzerinde E3-F3-A3-B3-D4 notalarından oluşmaktadır (Akor içerisinde B notası sakınılmamaktadır).

Notaların frekans değerleri ve oranları;

G3: 196.00 Hz

A3: 220.00 Hz

C4: 261.63 Hz

D4: 293.66 Hz

F4: 349.23 Hz

G3: 1.50

A3: 1.68

C4: 2.00

D4: 2.25

F4: 2.67 olarak belirlenmiştir.

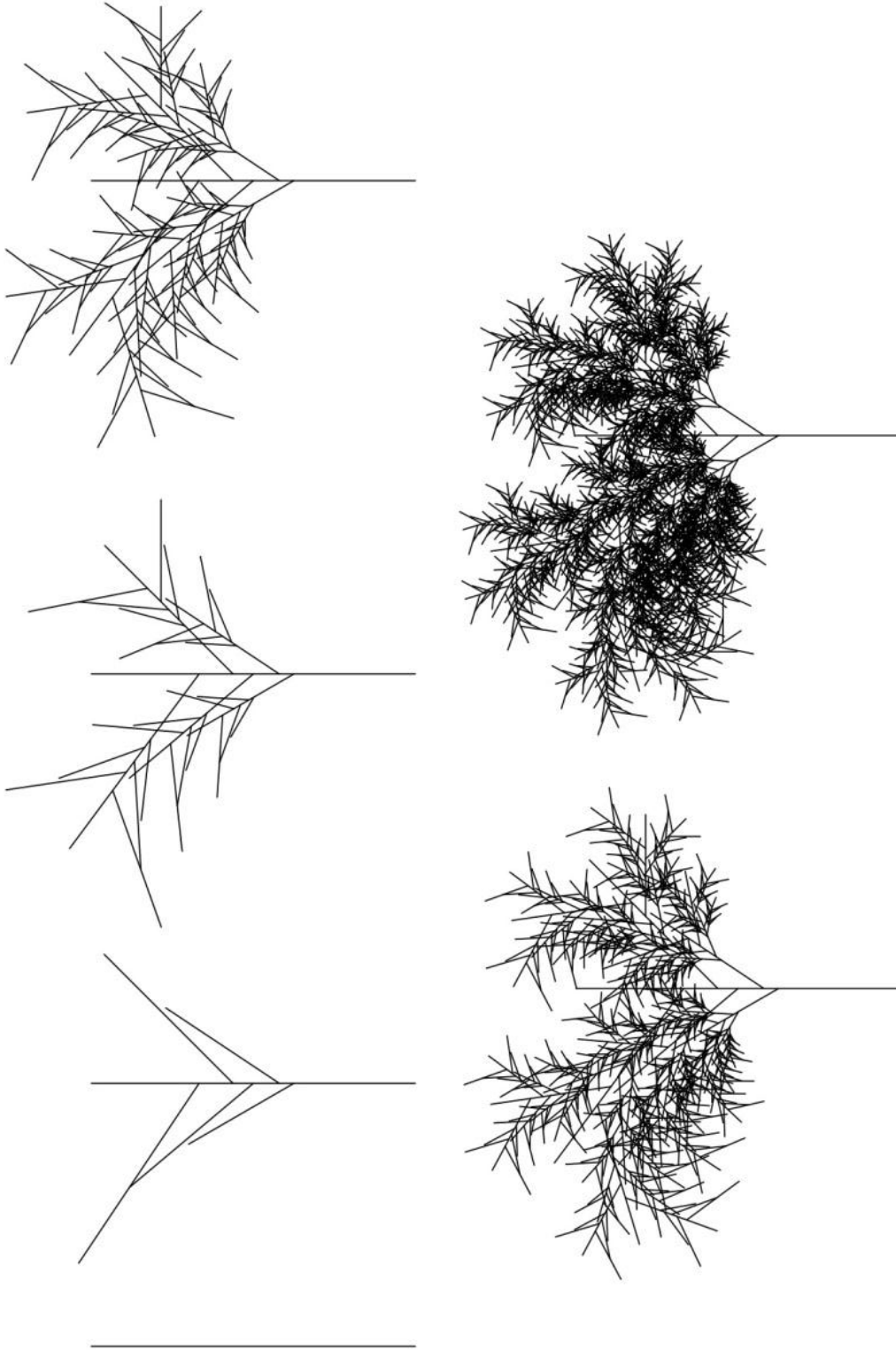
Çizelge 5.28: Gsus akoru çizim değerleri

#	y_{ix}	$\bar{y}_{ix}$	d_{ix}	k_{ix}	$y_{ix} * k_{ix}$
1	1,50	30,00	1,50	-1,00	-30,00
2	1,68	33,60	1,68	1,00	33,60
3	2,00	40,00	2,00	-1,00	-40,00
4	2,25	45,00	2,25	1,00	45,00
5	2,67	53,40	2,67	-1,00	-53,40

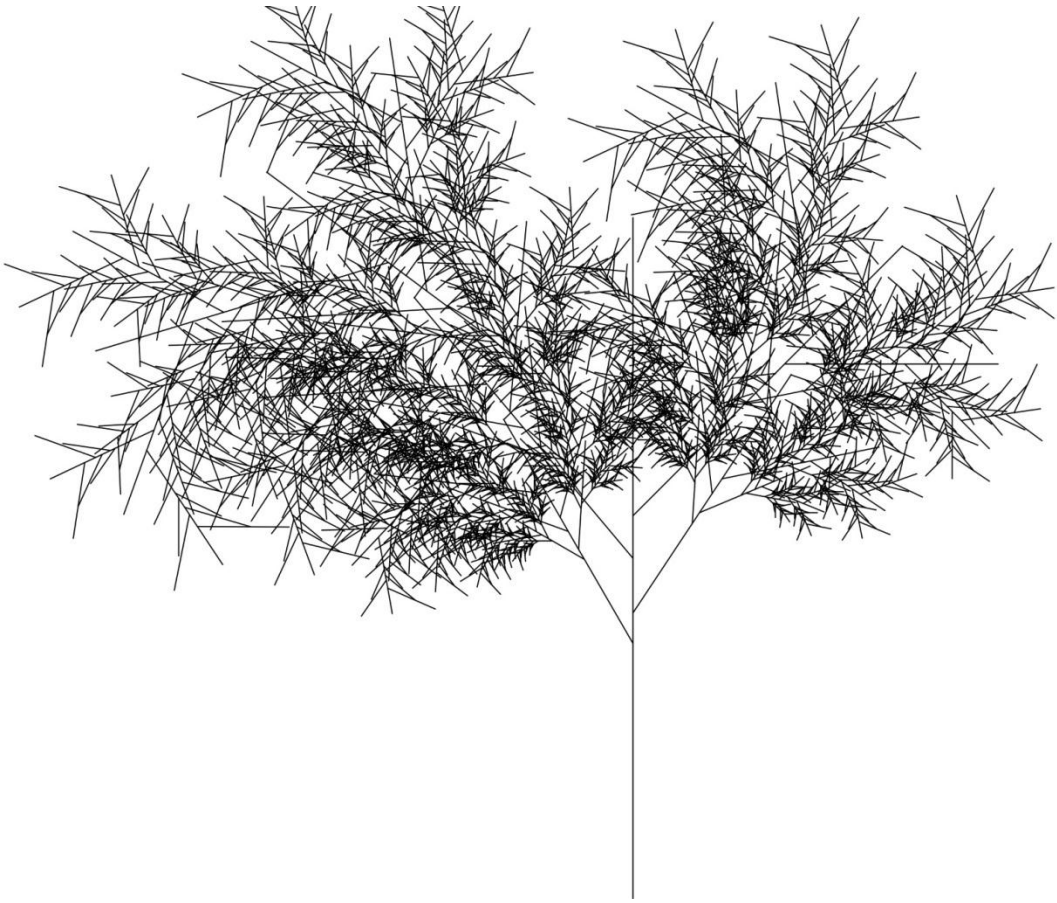
Belirlenen frekans oranlarına göre y_{ix} değerleri ve $\bar{y}_{ix}$ değerleri belirlenerek ve k_{ix} katsayısı ile çarpılarak doğru parçasının üzerine çizilmiştir. Fraktal algoritması her adımda sahip olduğu her kol için r_{ix} katsayısı ile küçültülerek ve y'_{ix} açısı ile döndürülerek toplam 5 adımda ağaç üzerinde tekrar üretilmiştir.

Çizelge 5.29: Gsus akoru ölçek değerleri

#	r_{ix}	y'_{ix}
	Gsus	
1	0,38	30,00
2	0,42	326,40
3	0,50	40,00
4	0,56	315,00
5	0,67	53,40



Şekil 5.19: Gsuz akoru fraktal ağaç modeli adımları



Şekil 5.20: *Gsus* akoru fraktal ağaç modeli

5.4.10 Amin7b6 akoru

C majör gamın Aeolian modu, Amin7b6 akoru piyano üzerinde A3-C4-E4-G4 notalarından oluşmaktadır.

Notaların frekans değerleri;

A3: 220.00 Hz

C4: 261.63 Hz

E4: 329.63 Hz

G4: 392.00 Hz olarak tanımlanmıştır.

Notaların frekans oranları;

A3: 1.68

C4: 2.00

E4: 2.52

G4: 3.00 olarak belirlenmiştir.

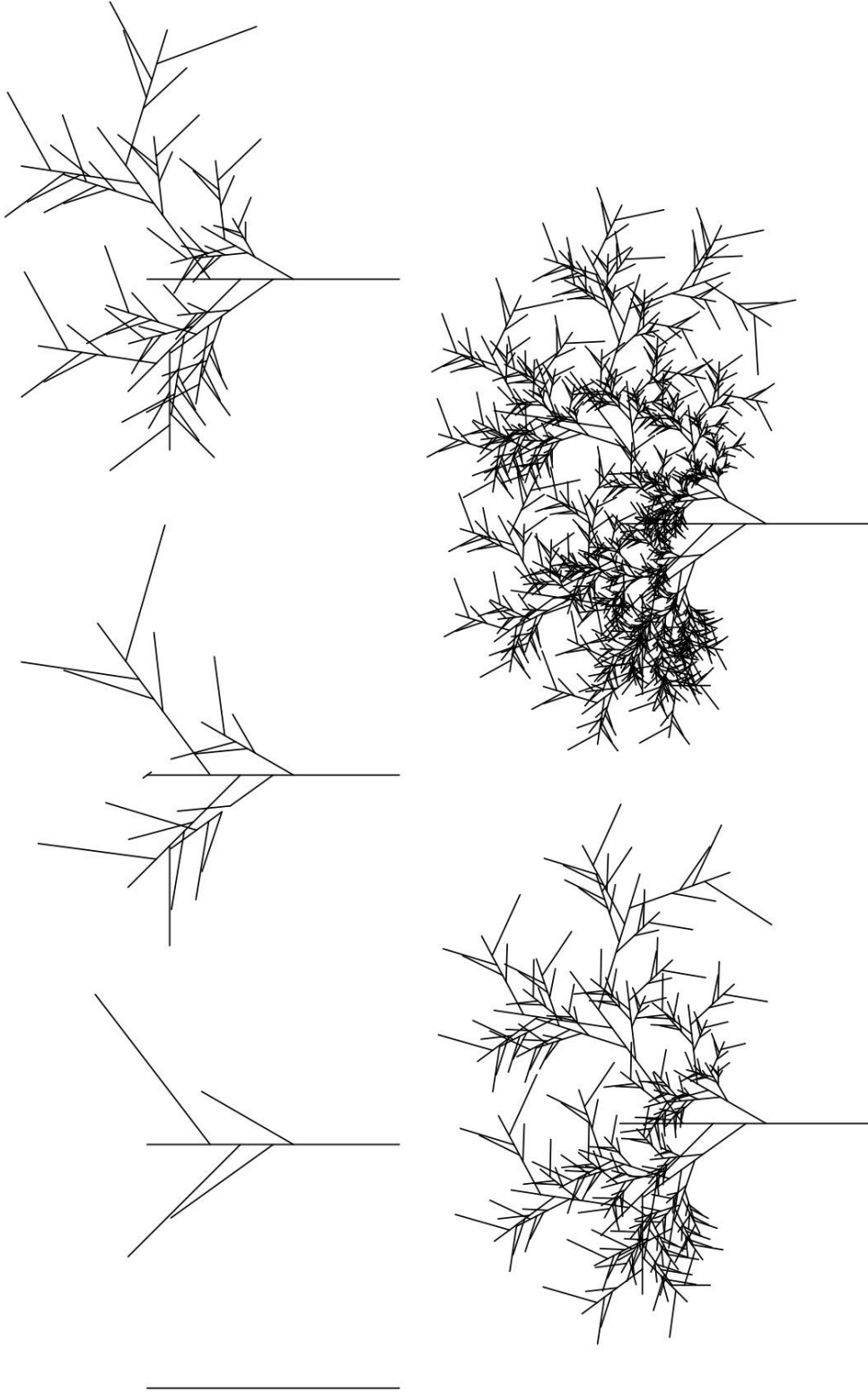
Çizelge 5.30: Amin7b6 akoru çizim değerleri

#	y_x	y_x	d_x	k_x	$y_x * k_x$
1	1,68	30,00	1,68	1,00	30,00
2	2,00	35,70	2,00	-1,00	-35,70
3	2,52	45,00	2,52	-1,00	-45,00
4	3,00	53,57	3,00	1,00	53,57

Belirlenen frekans oranlarına göre y_x değerleri ve y_x değerleri belirlenerek ve k_x katsayısı ile çarpılarak doğru parçasının üzerine çizilmiştir. Fraktal algoritması her adımda sahip olduğu her kol için r_x katsayısı ile küçültülerek ve y'_x açısı ile döndürülerek toplam 5 adımda ağaç üzerinde tekrar üretilmiştir.

Çizelge 5.31: Amin7b6 akoru ölçek değerleri

#	r_x	y'_x
	Amin7b6	
1	0,42	330,00
2	0,50	35,71
3	0,63	45,00
4	0,75	306,53



Şekil 5.21: Amin7b6 akoru fraktal ağaç modeli adımları



Şekil 5.22: Amin7b6 akoru fraktal ağaç modeli

5.4.11 B ∞ akoru

C majör gamın Locrian modu, B ∞ akoru piyano üzerinde B3-D4-F4-A4 notalarından oluşmaktadır.

Notaların frekans değerleri;

B3: 246.94 Hz

D4: 293.66 Hz

F4: 349.23 Hz

A4: 440.00 Hz olarak tanımlanmıştır.

Notaların frekans oranları;

B3: 1.89

D4: 2.25

F4: 2.67

A4: 3.36 olarak belirlenmiştir.

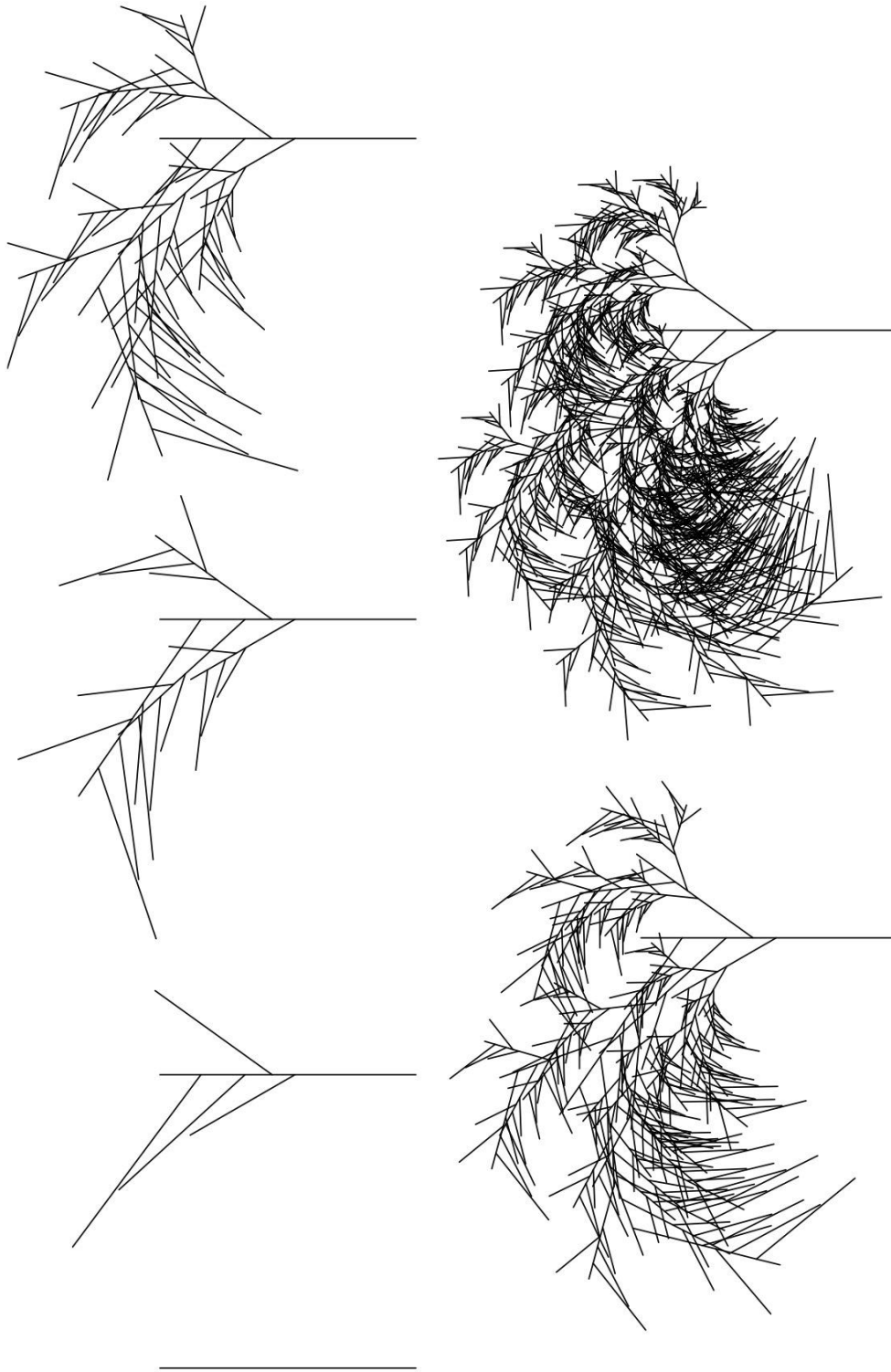
Çizelge 5.32: B ∞ akoru çizim değerleri

#	y_{xi}	$\bar{y}_{xi}$	d_{xi}	k_{xi}	$\bar{y}_{xi} * k_{xi}$
1	1,89	30,00	1,89	-1,00	-30,00
2	2,25	35,71	2,25	1,00	35,71
3	2,67	42,38	2,67	-1,00	-42,38
4	3,36	53,33	3,36	-1,00	-53,33

Belirlenen frekans oranlarına göre y_{xi} değerleri ve $\bar{y}_{xi}$ değerleri belirlenerek ve k_{xi} katsayısı ile çarpılarak doğru parçasının üzerine çizilmiştir. Fraktal algoritması her adımda sahip olduğu her kol için r_{xi} katsayısı ile küçültülerek ve $\bar{y}'_{xi}$ açısı ile döndürülerek toplam 5 adımda ağaç üzerinde tekrar üretilmiştir.

Çizelge 5.33: B ∞ akoru ölçek değerleri

#	r_{xi}	$\bar{y}'_{xi}$
	B ∞	
1	0,47	30,00
2	0,56	324,29
3	0,67	42,38
4	0,84	55,33



Şekil 5.23: Bø akoru fraktal ağaç modeli adımları



Şekil 5.24: B  akoru fraktal ağaç modeli

5.4.12 B7alt akoru

C melodik minör gamın Locrian modu, B7alt akoru piyano üzerinde B3-Eb4-F4-A4 notalarından oluşmaktadır.

Notaların frekans değerleri ve oranları;

B3: 246.94 Hz

Eb4: 311.13 Hz

F4: 349.23 Hz

A4: 440.00 Hz

B3: 1.89

Eb4: 2.38

F4: 2.67

A4: 3.36 olarak belirlenmiştir.

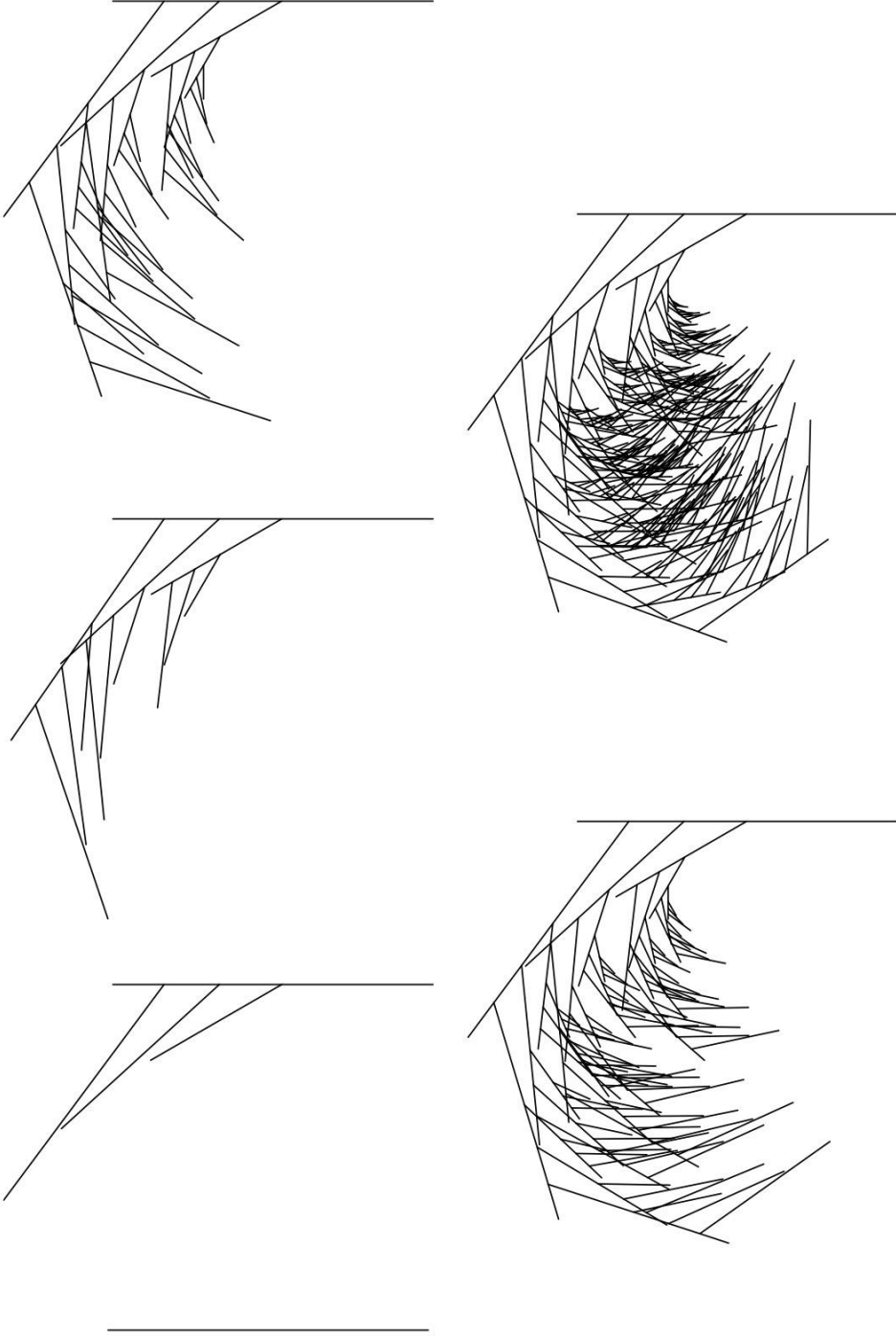
Çizelge 5.34: B7alt akoru çizim değerleri

#	y_{xii}	γ_{xii}	d_{xii}	k_{xii}	$\gamma_{xii} * k_{xii}$
1	1,89	30,00	1,89	-1,00	-30,00
2	2,38	37,78	2,38	0,00	0,00
3	2,67	42,38	2,67	-1,00	-42,38
4	3,36	53,33	3,36	-1,00	-53,33

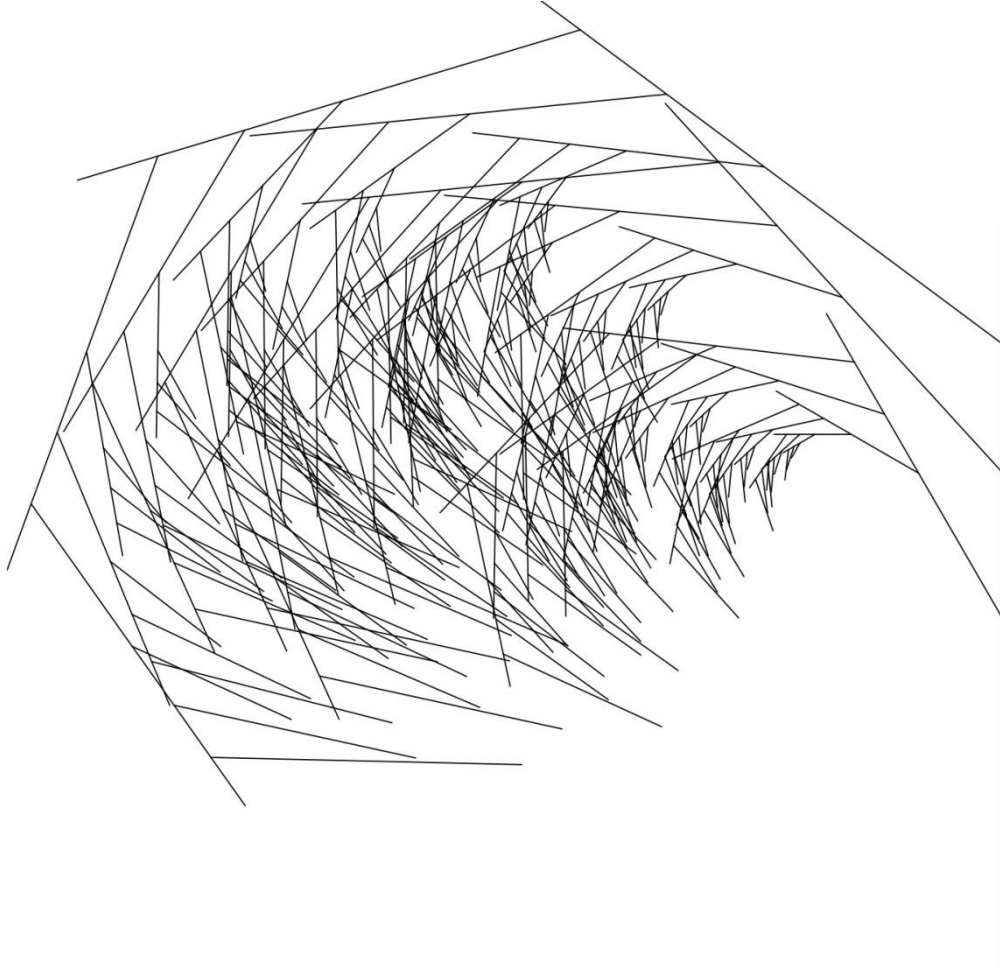
Belirlenen frekans oranlarına göre y_{xii} değerleri ve γ_{xii} değerleri belirlenerek ve k_{xii} katsayısı ile çarpılarak doğru parçasının üzerine çizilmiştir. Bemol (b) olarak değişen E notasının frekans değerindeki değişikliğin görsel üzerinde etkisinin görülebilmesi açısından k'ya verilmiş olan 0 değeri doğrultusunda ağaç üzerinde kolu çizilmemiştir. Fraktal algoritması her adımda sahip olduğu her kol için r_{xii} katsayısı ile küçültülerek ve γ'_{xii} açısı ile döndürülerek toplam 5 adımda ağaç üzerinde tekrar üretilmiştir.

Çizelge 5.35: B7alt akoru ölçek değerleri

#	r_{xii}	γ'_{xii}
	B7alt	
1	0,47	30,00
2	0,00	0,00
3	0,67	42,38
4	0,84	53,33



Şekil 5.25: B7alt akoru fraktal ağaç modeli adımları



Şekil 5.26: B7alt akoru fraktal ağaç modeli

5.5 Bölüm Sonucu

C majör ve melodik minör gam üzerinden elde edilen temel modal caz akorları bu bölümde frekanslarına ayrılarak gruplanmış, oranlanmış, oranlar ile elde edilen açılar ve geometrik boyutlar belirlenerek akorlara özel algoritma ile 12 ayrı mod için 12 ayrı ağaç fraktal modeli oluşturulmuştur.

6. UYGULAMA ÇIKTILARI

Tezin amacı kapsamında yapılmış olan modal caz akorlarının fraktal geometrisi yöntemi ile ağaç modeline dönüştürülmesi çalışması bu bölümde analiz edilmektedir. Analizin amacı akorlara denk gelen fraktal ağaç modelleri arasında bağlantı kurmaktır. Benzerlik ya da karşıtlık araştırılarak akor görsellerinin karakteristik özellikleri belirlenmektedir.

Duygusal izlenimleri farklı açılımlara sahip olan modal caz akorlarının fraktal ağaç formlarının da aynı izlenimlere katkıda bulunma durumları araştırılmaktadır. Algoritma üretilirken kullanılan akorlar sadece Do majör ve Do melodik minör gamları üzerinden hesaplanmıştır. Do majör ve melodik minör gamlarından yine majör ve minör temelli modal caz akorları türemiştir.

Çizelge 6.1: C Majör Gam üzerinden majör/minör akor oluşumu

MOD	C Majör Gam	Majör/Minör Akor
Ionian	CΔ	Majör akor
Dorian	Dmin7	Minör akor
Phrygian	Esus ^b 9	Majör akor
Lydian	FΔ#4	Majör akor
Mixolydian	G7	Majör akor
Mixolydian	Gsus	Majör akor
Aeolian	Amin7 ^b 6	Minör akor
Locrian	Bø	Minör akor

Majör gam modları üzerinden hem majör hem de minör akorlar türemiştir. Majör gamdan sadece majör gam türemek zorunda değildir, ilgili modları ilgili minör gamlarını da içerisinde bulundurmaktadır.

Çizelge 6.2: C Melodik Minör Gam üzerinden majör/minör akor oluşumu

MOD	C Melodik Minör Gam	Majör/Minör Akor
Ionian	C Δ	Minör akor
Dorian	-	-
Phrygian	-	-
Lydian	E $b\Delta$ #5 (augmented)	Majör akor
Lydian	F7#11 (dominant)	Majör akor
Mixolydian	-	-
Aeolian	-	-
Locrian	B7alt	Majör akor

Minör gam modları üzerinden majör ve minör gamlar türemiştir. Minör gam sadece minör akor türetmemekte, içerisinde modların ilgili majör akorlarını da bulundurmaktadır.

C majör ve C melodik minör gamların modları üzerinden 8 adet majör, 4 adet minör gam olmak üzere toplamda 12 adet akor türetilmiştir. Bu akorların oluşturduğu fraktal ağaç modeli geometrileri öncelikle majör ve minör karakteristikleri üzerinden analiz edilecektir.

Akorlar

- i. C Δ : Do majör yedili akor
- ii. C Δ : Do majör-minör yedili akor
- iii. Dmin7: Re minör yedili akor
- iv. Esusb9: Mi suspended bemol dokuz akor
- v. E $b\Delta$ #5: Mi bemol majör yedili diyez (artı) beş akor
- vi. F Δ #4: Fa majör yedili diyez (artı) dört akor
- vii. F7#11: Fa dominant yedili diyez (artı) onbir akor
- viii. G7: Sol dominant yedili akor
- ix. Gsus: Sol suspended akor
- x. A $\text{min}7b6$: La minör yedili bemol altı akor
- xi. B $\circ$: Si half-diminished akor ve ya Si minör yedili bemol beş akor
- xii. B7alt: Si altered akor ve ya Si dominant yedili bemol beş akor

6.1 Akorlar ve Duygusal İzlenimleri

Müzik ve duygular arasındaki bağlantı insanın etkileşim içerisinde bulunduğu tonalitenin frekans analizlerinden kaynaklanmaktadır. Ritim, tonalite ile uyumlu bir şekilde müziğe dahil edildiğinde oluşan duygusal izlenim güçlenmektedir.

Strebetendenz-Theorie olarak bilinen Müzikal Denklik Teorisi ilk kez müziğin yarattığı psikolojik paradigma üzerine yapılan çalışmadır. Harmoni analiz edildiğinde akor içerisindeki notaların frekans aralıklarının sabit değerlei belirli ortak duygusal izlenimler yaratmaktadır (Willimek, 2013). Musikpsychologie olarak bilinen Ernst Kurth'un çalışmaları müzikte harmoni ve insan algısı üzerinedir. Çalışma içerisinde vardığı en önemli yargı, duyulan frekansların algılanması ve müzik olarak yorumlanmasından önce fiziksel olarak insana geçerek içsel bir çevirim altında doğa içerisinde var olan farklı duygusal izlenimler yaratmalarıdır (Kurth, 1930).

Kurth hipotezinde müzikte algısal kavrayışı potansiyel enerji aktarımı ile materyalist bir şekilde açıklamıştır. Müzikte titreşimlerden kaynaklanan, fiziksel bir kavram olan potansiyel enerjinin insan algısında saf duygu olarak belirlendiğidir. Fakat fizik yasalarıyla tam olarak açıklanamayan, eksik olan hipotezi Kurth'un öğrencisi olan Bernd Willimek yeni bir yorum getirerek düzeltmiştir. İnsanların isteği ve müzik yeteneği doğrultusunda müzikal algı eğilimi ve isteğinin tanımlanması ile armonik algı gerçekleşmektedir. Duyma yetisine sahip herhangi bir insanın kulağı temel armonileri algılamada ve duygusal izlenimler oluşturmakta yeterli olmaktadır (Willimek, 2013).

Yapılan müzikal testler sonucunda müzikte armonik algıda duygusal ortaklıklar görülmüştür. Bu algı ortaklığı ile genel olarak akorlara açıklama getirildiğinde akorların belirli duygulara sebep verdiği, neden olduğu, duyguları hissettirdiği sonucuna varılmıştır.

Major tonik: ağırbaşlı, kararlı, güvenilir

Minör tonik: sessiz çalındığında hüznün, yüksek sesli çalındığında kızgınlık

Natural minör: cesaret verici, macera hissi, tansiyon, tehlike, ciddiyet, önem, meydan okuma

Dominant: hareket, istek, doyum, serbest kalma

Yedili akor: karşı durma, protesto, savunma, kırılma, zayıflık

Majör: hafif hissiyat, neşe, sarhoşluk hissi, doyum, zafer, rahatlama

Majör yedili: burukluk, son bakış, iç çekiş, hafif hüznü özlem, hayal

Majör artı altılı: konfor, yakınlık, rahatlık, sıcak kalplilik, beraberlik, sevgi, arkadaşlık

Minör artı altılı: yalnızlık, ayrılık, terk edilmişlik, kalp kırıklığı

Neapolitan altılı: ortadan kaybolma, ölüm, terk edilmişlik, acı, can çekişme, veda etme

Diminished 7li: korku, ümitsizlik, cesaretin kırılması, panik, melankoli, moral bozukluğu

Augmented: hayret, şaşkınlık, sürpriz, büyü, dönüşüm

Bütün seslerin bir arada olduğu akor: rüya izlenimi, ağırlığı olmayan, su altında kalmış izlenimi, uzay izlenimi

Minor altılı: tehdit, tehlike, korku, anksiyete duygusu (Willimek, 2013).

Yapılan işitsel araştırmalar sonucunda akorların, armonilerin insan üzerinde yarattığı duygular başlıca açıklanmıştır. Kurth'un fiziksel olarak tanımının doğruluğu kanıtlanamamış olsa da müzik eğitimi olan ya da olmayan, müzik kabiliyeti olan ya da olmayan insanlar arasında yapılan araştırmalar sonucunda müziğin her insanda zihinsel olarak müzik algısından önce duygusal olarak algılandığını göstermektedir.

6.2 Anket Değerlendirmesi

İşitsel algıda ilk izlenim insan zihninde duygulara dönüşmektedir. Aynı şekilde görsel algı da insan beyninde benzer iletim süreçleri içerisinde duygusal izlenimler yaratmaktadır. Yapılan caz armonik model çevrimindeki fraktal ağaçlar da müzikte olduğu gibi belirli duygular vermektedir. Ağaçların hangi duyguları ön plana çıkardığı tespit edilmesi için 119 kişiye anket yöntemi araştırma yapılmıştır. Yapılan araştırmada 12 adet fraktal ağaç modeli için toplam iki sorudan oluşmaktadır. Her fraktal için hazırlanmış olan sorular;

1. Kağıt üzerinde gördüğünüz ağaç size hangi duyguyu daha çok hissettirmektedir?
 - a. Pozitif
 - b. Negatif

2. Kağıt üzerinde gördüğünüz ağaç için en kuvvetli hissi veren iki duyguyu seçiniz.

o.Mutluluk	j.Cesaret	a.Korku	f.Tehdit
p.Hüzün	k.Tansiyon	b.Hayret	g.İstek
q.Heyecan	l.Burukluk	c.Sevgi	h.Acı
r.Güven	m.Rahatlık	d.Yalnızlık	i.Hafiflik
	n.Hareket	e.Dönüşüm	

Çizelge 6.3: Anket 1. soru analizi

Model	Akor	Tanım	Pozitif (kişi)	Negatif (kişi)
1	CΔ	Do majör yedili akor	68	51
2	CΔ:	Do majör-minör yedili akor	26	93
3	Dmin7	Re minör yedili akor	45	74
4	Esusb9	Mi suspended bemol dokuz akor	76	43
5	EbΔ#5	Mi bemol majör yedili diyez (artı) beş akor	41	78
6	FΔ#4	Fa majör yedili diyez (artı) dört akor	79	40
7	F7#11	Fa dominant yedili diyez (artı) onbir akor	53	66
8	G7	Sol dominant yedili akor	69	50
9	Gsus	Sol suspended akor	92	27
10	Amin7b6	La minör yedili bemol altı akor	61	58
11	Bø	Si half-diminished akor	34	85
12	B7alt	Si altered akor	11	108

Çizelge 6.3'te sorulmuş olan şeklin pozitif mi negatif mi izlenim verdiği doğrultusunda 119 kişi üzerinden elde edilen cevaplar model numaraları ile akorların yanında açıklanmıştır. Majör ve Minör akorların fraktal ağaç modellerinin işitsel algı sonucunda oluşan duygusal izlenime karşılık bir görsel algı denkleğinin var olup olmadığı bağlantısına ulaşabilmek amacıyla ilk soru düzenlenmiştir. Negatif his veren modeller minör akorlar ile, pozitif his veren modeller majör akorlar ile

eşleşmektedir. Majör ve minör akorların fraktal ağaç modelleri alınan cevaplarla yüzde olarak Çizelge 6.4’te karşılaştırılmıştır.

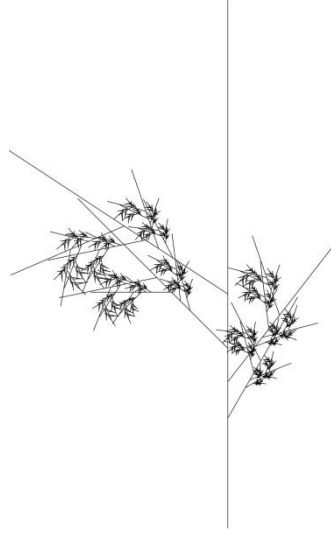
Çizelge 6.4: Anket 1. soru yüzde analizleri

Model	Akor	Tür	Pozitif %	Negatif %
1	CΔ	Majör	<u>57</u>	43
2	CΔ	Minör	22	<u>78</u>
3	Dmin7	Minör	38	<u>62</u>
4	Esusb9	Majör	<u>64</u>	36
5	EbΔ#5	Majör	35	<u>65</u>
6	FΔ#4	Majör	<u>66</u>	34
7	F7#11	Majör	45	<u>55</u>
8	G7	Majör	<u>58</u>	42
9	Gsus	Majör	<u>77</u>	23
10	Amin7b6	Minör	<u>51</u>	49
11	Bø	Minör	29	<u>71</u>
12	B7alt	Majör	11	<u>89</u>

Çizelge 6.4’te majör ve minör akorlara karşılık gelen fraktal ağaç modellerinin yüzde analizleri gösterilmektedir. Toplamda 8 Majör, 4 Minör akorun analiz edilmiştir.

Artmış yani diyez akorların görselleri armonik yapıları gibi yanıltıcıdır. Gam içerisinde çarpık duyulan sesleri (#) nedeniyle EbΔ#5 ve F7#11 akorları çok büyük fark olmamakla birlikte majör olmalarına rağmen görsellerde negatif yani minör yapıda algılanmıştır. Aynı şekilde Amin7b6 akoru çok küçük bir farkla minör olmasına rağmen pozitif yani majör algılanmıştır. B7alt akorunun modeli de akor majör temelli olmasına rağmen negatif algılanmıştır.

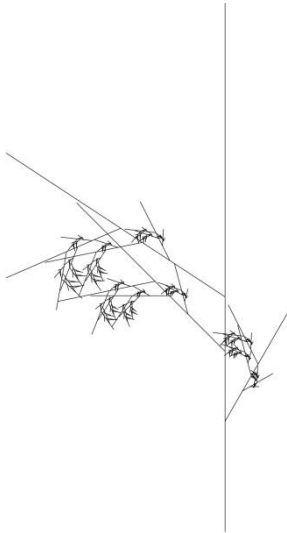
Model1: CΔ akoru, C majör gamın Ionian mod akorudur. Majör yapıdaki akorun anket sonucunda algılanması 57% oranında doğru gerçekleşmiştir.



Şekil 6.1: CΔ akoru fraktal ağaç modeli

Ağaç üzerinde açmış olan sarmal çiçekler izlenimini veren görsel hayat, canlılık, süreklilik gibi kavramlar çağrıştırarak pozitif bir olgu yaratmaktadır. Aynı şekilde CΔ akorunun işitsel açılımı da rahatlama, hafiflik, mutluluk dolayısıyla pozitif kavram oluşumlarıdır. Bu durumda görsel ve işitsel algı birbiri ile bağdaşmaktadır.

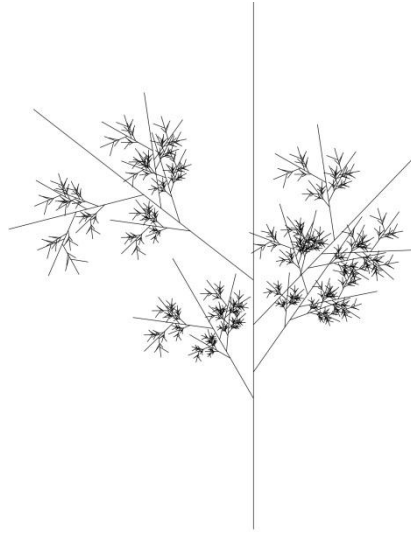
Model2: C $\underline{\Delta}$ akoru, C melodik minör gamın Ionian mod akorudur. Minör yapıdaki akorun anket sonucunda algılanması 78% oranında doğru gerçekleşmiştir.



Şekil 6.2: C $\underline{\Delta}$ akoru fraktal ağaç modeli

Ağaç üzerinde solmuş, ölmeye yas tutmuş çiçekler izlenimini veren görsel sona erme, solma, yitme gibi kavramlar çağrıştıırarak negatif bir olgu yaratmaktadır. Aynı şekilde CΔ akorunun işitsel açılımı da terk edilmişlik, yitirme, baş eğme, dolayısıyla negatif kavram oluşumlarıdır. Bu durumda görsel ve işitsel algı birbiri ile bağdaşmaktadır.

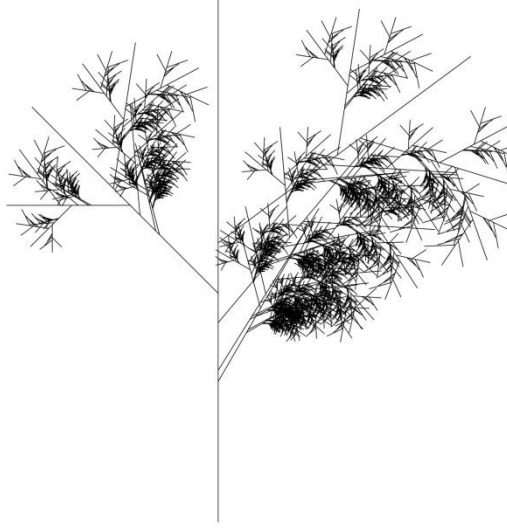
Model3: Dmin7 akoru, C melodik minör gamın Dorian mod akorudur. Minör yapıdaki akorun anket sonucunda algılanması 62% oranında doğru gerçekleşmiştir.



Şekil 6.3: Dmin7 akoru fraktal ağaç modeli

Seyrek yaprak yapısıyla sağlıksız bir ağaç izlenimini veren görsel sona erme, solma, büzölme, küçölme gibi kavramlar çağrıştıırarak negatif bir olgu yaratmaktadır. Aynı şekilde Dmin7 akorunun işitsel açılımı terk edilmişlik, yitirme, solma, ölme, burukluk gibi negatif kavram oluşumlarıdır. Bu durumda görsel ve işitsel algı birbiri ile bağdaşmaktadır.

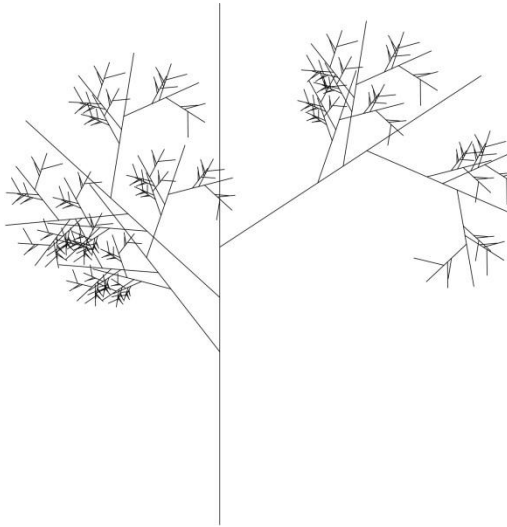
Model4: Esusb9 akoru, C majör gamın Phrygian mod akorudur. Majör yapıdaki akorun anket sonucunda algılanması 64% oranında doğru gerçekleşmiştir.



Şekil 6.4: Esusb9 akoru fraktal ağaç modeli

Yoğun ve dolgun yaprak yapısıyla verimli koşullarda büyüyen, sağlıklı bir ağaç izlenimini veren görsel yaşam, büyüme, gelişme gibi kavramlar çağrıştırarak pozitif bir olgu yaratmaktadır. Aynı şekilde Esusb9_akorunun işitsel açılımı dönüşüm, büyüme, hareket gibi pozitif kavram oluşumlarıdır. Bu durumda görsel ve işitsel algı birbiri ile bağdaşmaktadır.

Model5: Eb Δ #5 akoru, C melodik minör gamın Phrygian mod akorudur. Majör yapıdaki akorun anket sonucunda algılanması 35% oranında ters gerçekleşmiştir.



Şekil 6.5: Eb Δ #5 akoru fraktal ağaç modeli

Ağaç ince, cılız yaprak modeli ile sarma, çevreleme gibi kavramlardan yoksun görünmektedir. Aynı zamanda da dalların uzunluğu ve yüzeye yayılımı da geniştir. Uzun dallar ve gövde çevresine yayılım sağlıklı yapıyı, büyümeyi temsil ederken ince ve cılız yapraklar, dolgun olmayan görünüm ağacın negatif etki yaratmasına sebep olmaktadır. Öyle ki akor aslında bir melodik minör gamdan türemekte fakat majör akor olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durumda melodik minör gamın akorun temelini oluşturduğu için daha baskın görüldüğü söylenebilir. Bu nedenle majör gam olmasına rağmen pozitif değil negatif izlenim bırakmıştır. Bu durumda akorun temeli ile görsel ve işitsel algı bağdaşmaktadır.

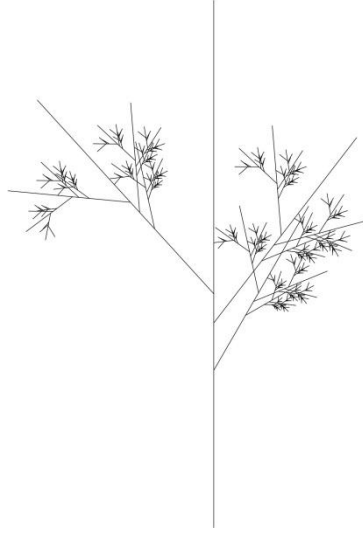
Model6: F Δ #4 akoru, C majör gamın Lydian mod akorudur. Majör yapıdaki akorun anket sonucunda algılanması 66% oranında doğru gerçekleşmiştir.



Şekil 6.6: F Δ #4 akoru fraktal ağaç modeli

Belirli bir açı ile yönelen, uzun ve yoğun yaprak yapısıyla hızlı büyüyen, sağlıklı bir ağaç izlenimini veren görsel çevreleme, koruma, büyüme, yaşam, hakim olma gibi kavramlar çağrıştırarak pozitif bir olgu yaratmaktadır. Aynı şekilde F Δ #4 _akorunun işitsel açılımı rahatlık, güven, hafiflik, doyum, yakınlık gibi pozitif kavram oluşumlarıdır. Bu durumda görsel ve işitsel algı birbiri ile bağdaşmaktadır.

Model7: F7#11 akoru, C melodik minör gamın Lydian mod akorudur. Minör yapıdaki akorun anket sonucunda algılanması 55% oranında ters gerçekleşmiştir.



Şekil 6.7: F7#11 akoru fraktal ağaç modeli

Çok seyrek, küçük yaprak ve dal görünümü ile sağlıklı, büyümemiş ya da verimsiz koşullardaki bir ağaç izlenimini veren görsel yavaş hareket, azalma gibi kavramlar çağrıştırarak negatif bir olgu yaratmaktadır. F7#11 akoru kendi yapısı içerisinde majör bir gam olmasına rağmen melodik minör gamın oluşumu olduğundan negatif pozitif kavramsal algıya sebebiyet vermektedir. Bu durumda görsel ve işitsel algı sadece temel gam dizilimi açısından birbirini ile bağdaşmaktadır.

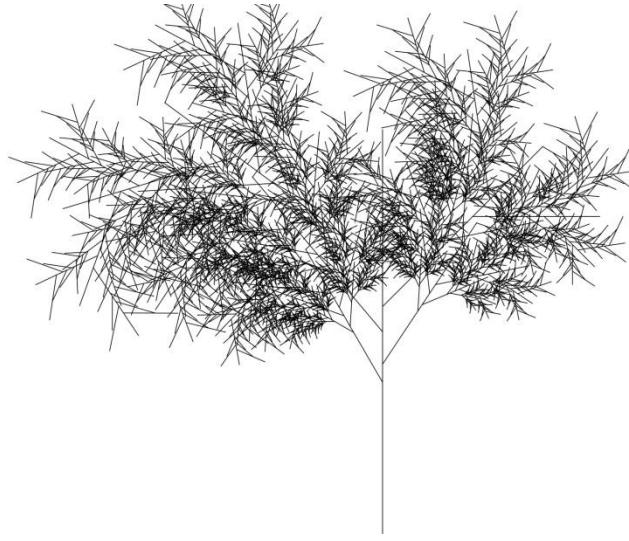
Model8: G7 akoru, C majör gamın Mixolydian mod akorudur. Majör yapıdaki akorun anket sonucunda algılanması 58% oranında ters gerçekleşmiştir.



Şekil 6.8: G7 akoru fraktal ağaç modeli

Ağaç üzerinde farklı noktalarda yoğunlaşmış dal ve yaprak izlenimi ağacın sarmalayan, farklı sürelerde değişik büyüme ve dönüşüme sahip olan yapı ile hareketli ve öngörülemez gibi kavramlar çağrıştırarak pozitif bir olgu yaratmaktadır. Aynı şekilde G7 akorunun işitsel açılımı da hareket, dönüşüm, başına buyruklu, başkaldırma, bireysellik gibi pozitif kavram oluşumlarıdır. Bu durumda görsel ve işitsel algı birbiri ile bağdaşmaktadır.

Model9: Gsus akoru, C melodik minör gamın Mixolydian mod akorudur. Minör yapıdaki akorun anket sonucunda algılanması 77% oranında doğru gerçekleşmiştir.



Şekil 6.9: Gsus akoru fraktal ağaç modeli

Gsus fraktal ağaç modeli melodik minör gamdan türemiş olmasına rağmen üretilen modeller arasında en dolgun, en canlı görünen modeldir. Anket sırasında genel olarak yoğunluk, doluluk yaşamı çağrıştırdığı pozitif bir olgu yaratmaktadır. Gsus akoru bulunduğu frekans aralığının da etkisiyle kulağı en çok dolduran akordur. İşitsel açılımı da mutluluk, dolgunluk, doluluk, büyüme, yayılma gibi pozitif kavram oluşumlarıdır. Bu durumda görsel ve işitsel algı birbiri ile bağdaşmaktadır.

Model10: Amin7b6 akoru, C majör gamın Aeolian mod akorudur. Majör yapıdan oluşan minör akorun anket sonucunda algılanması 51% oranında ters gerçekleşmiştir. Bu oran neredeyse yarı yarıyadır, majör minör algısı model üzerinde eşit kabul edilebilir.



Şekil 6.10: Amin7b6 akoru fraktal ağaç modeli

Tam olarak seyrek ya da dolgun yaprak ve dal yapısına sahip ağaç izlenimini vermeyen model yayıklık, dağılma izlenimi vermektedir. Bu izlenim ele geçirme, baskınlık olarak yorumlanacağı gibi rahatlık, gevşeme olarak da yorumlanabilmektedir. C majör gamın ilgili minör gamı olarak adlandırılan Amin7b6 akoru minör yapıdadır fakat majör gamdan türemiştir. Aynı zamanda frekans aralığı tizleştiği için yayılımı ve armonik aralıklar arasında yakınlığı ile kulakta dolgunluk hissi yaratmaktadır. Amin7b6 akorunun işitsel tanımı hüznün, yitirme, gitme gibi anlamlardır. İşitsel akor açılımı ile negatif olgu yaratırken aynı zamanda majör gam diziliminden oluşması ile pozitif bir olgu yaratmaktadır. Neredeyse yarı yarıya pozitif ve negatif algılanması bu şekilde açıklanabilir.

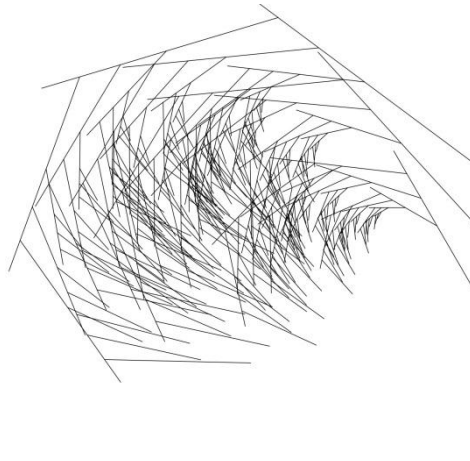
Model11: B $\flat$ akoru, C majör gamın Locrian mod akorudur. Majör yapıdan oluşan minör akorun anket sonucunda algılanması 71% oranında doğru gerçekleşmiştir.



Şekil 6.11: B $\flat$ akoru fraktal ağaç modeli

Sık, yoğun, uzun dal ve yaprak görünümü ile dominant, kararlı, baskın bir ağaç gibi görünmektedir. Fakat baskınlık negatif bir çağrışım yapmaktadır. Sivri uzun dalların tek tarafa yönelimi ve içe doğru kapanması ele geçirilme hissi ile rahatsızlık, güçsüzlük hissi yaratmaktadır. İşitsel algıda akorun açılımı korku, panik, cesaret kırılması, eziklik, ümitsizlik kavramlarını oluşturmaktadır. Bu durumda işitsel ve görsel algı birbiri ile bağdaşmaktadır. Model11, modeller arasında en rahat algılanabilen model olmuştur.

Model12: B7alt akoru, C melodik minör gamın Locrian mod akorudur. Minör yapıdan oluşan majör akorun anket sonucunda algılanması 89% oranında ters gerçekleşmiştir. Majör karakteristiğe sahip olan akor modeller arasında en büyük çoğunlukla ters algılanmış, negatif dolayısıyla minör yapı etkisi yaratmıştır.



Şekil 6.12: B7alt akoru fraktal ağaç modeli

Tamamen tek tarafa yönelmiş, kapalı, hapis ve baskınlık hissi veren ağaç modeli dallarının uzun ve sivri olması nedeniyle de güvensizlik hissi vermektedir. Majör akor olan B7alt akorunun işitsel açılımı diken üzerinde durma, tehdit, savunma halidir. Negatif kavramların etken değil edilgen olduğu görülmektedir. Saldırganlıktan çok rahatsızlık verme, gerginlik, rahatsızlık hissi vermektedir. Bu nedenle majör gamdan türemesine rağmen içerisinde barındır huzursuzluk hissiyatı fraktal ağaç modeline yansımış, görsel olarak negatif yansıması yaratmıştır.

Modellerin anket değerlendirmesinin 2. Sorusunda elde en çok işaretlenen duygusal izlenimler aşağıda çizelgede verilmektedir.

Çizelge 6.5: Anket 2. soru değerlendirme analizi

Model	Akor	Tür	1. Tercih	2. Tercih
1	CΔ	Majör	Mutluluk	Hafiflik
2	CΔ	Minör	Burukluk	Yalnızlık
3	Dmin7	Minör	Hareket	Hafiflik
4	Esusb9	Majör	Heyecan	Korku
5	EbΔ#5	Majör	Hüzün	Hafiflik
6	FΔ#4	Majör	Dönüşüm	Güven
7	F7#11	Majör	İstek	Hüzün
8	G7	Majör	Mutluluk	Sevgi
9	Gsus	Majör	Cesaret	Mutluluk
10	Amin7b6	Minör	Yalnızlık	Dönüşüm
11	B♭	Minör	Korku	Yalnızlık
12	B7alt	Majör	Acı	Tehdit

Anketin 2. Sorusu sonucunda yapılan değerlendirmede en çok tercih edilen iki kavramlar yazılmıştır. Bu kavramlar ve hissiyatları Willimek'in armoni duygu açılımları ile bağdaşmaktadır. Majör akorlar daha çok olumlu, pozitif kavramları çağrıştırırken minör akorlar olumsuz, negatif kavramları çağrıştırmaktadır. Özel olarak türediği akor yapısı ile sonuç akoru arasında majör-minör farkı olan akorların kavramsal tercihleri de olumlu-olumsuz olarak karışık ifade edilmiştir.

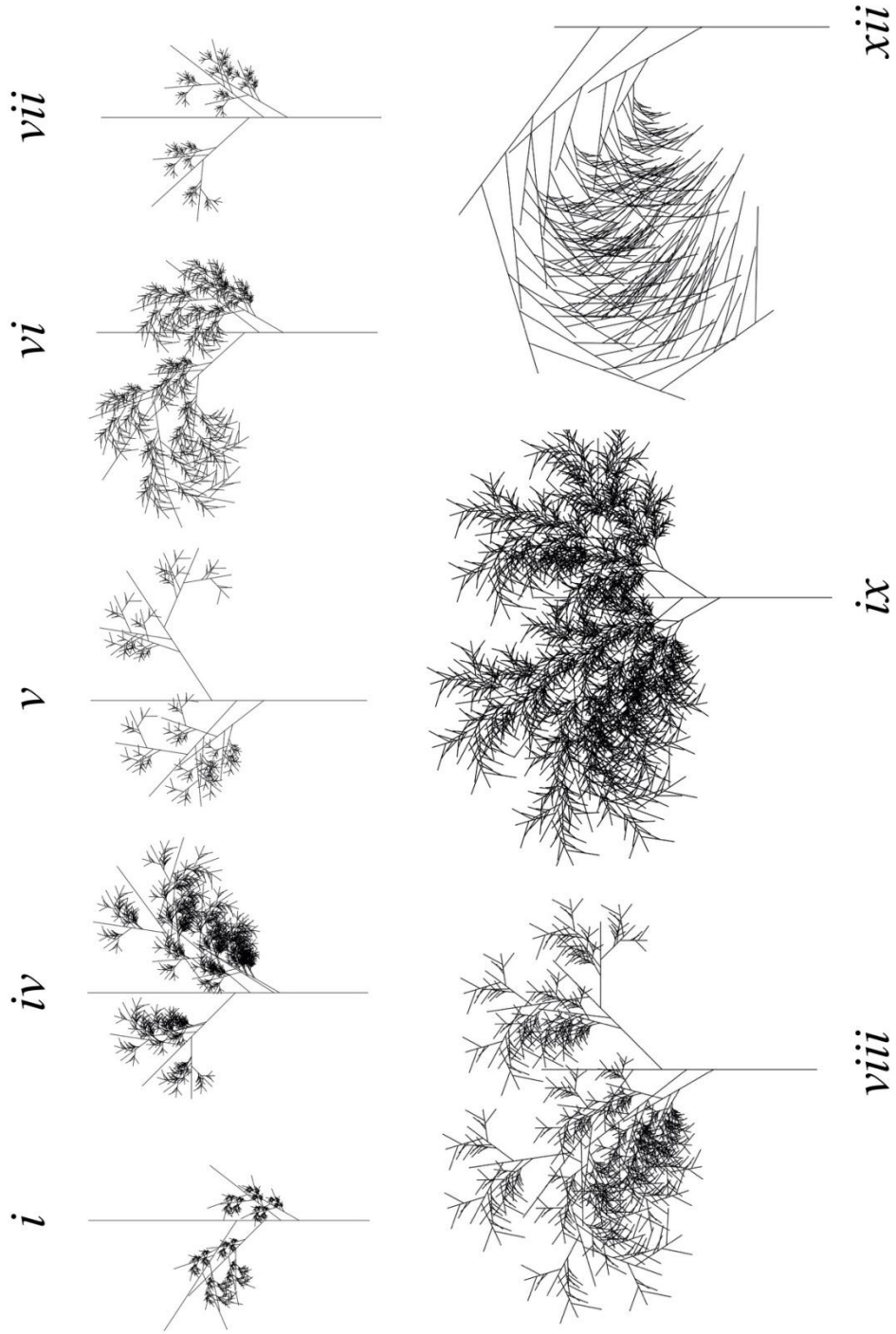
Diminished akor karakteristik özelliği en baskın akor olarak korku ve yalnızlık duygularının seçilmesine sebep olmuştur. Aynı şekilde Willimek'in diminished akor ile ilgili duygusal açılımı ile birebir örtüşmektedir. Dominant akorlar saf rahatlık ve mutluluktan çok pozitif hareket içermektedir. Majör akorlar ise rahatlık, mutluluk kavramları ile örtüşmektedir. Minör yedili akorlar majör gamdan turedikleri için hem pozitif hem de negatif kavramları hareket içeren şekilde barındırmaktadır. Altered akorunda ise majör yapısına rağmen çoğunlukla acı ve tehdit gibi tamamen negatif kavramlar tercih edilmiştir.

6.3 Majör ve Minör Akor Fraktal Ağaç Modeli Genel Analizi

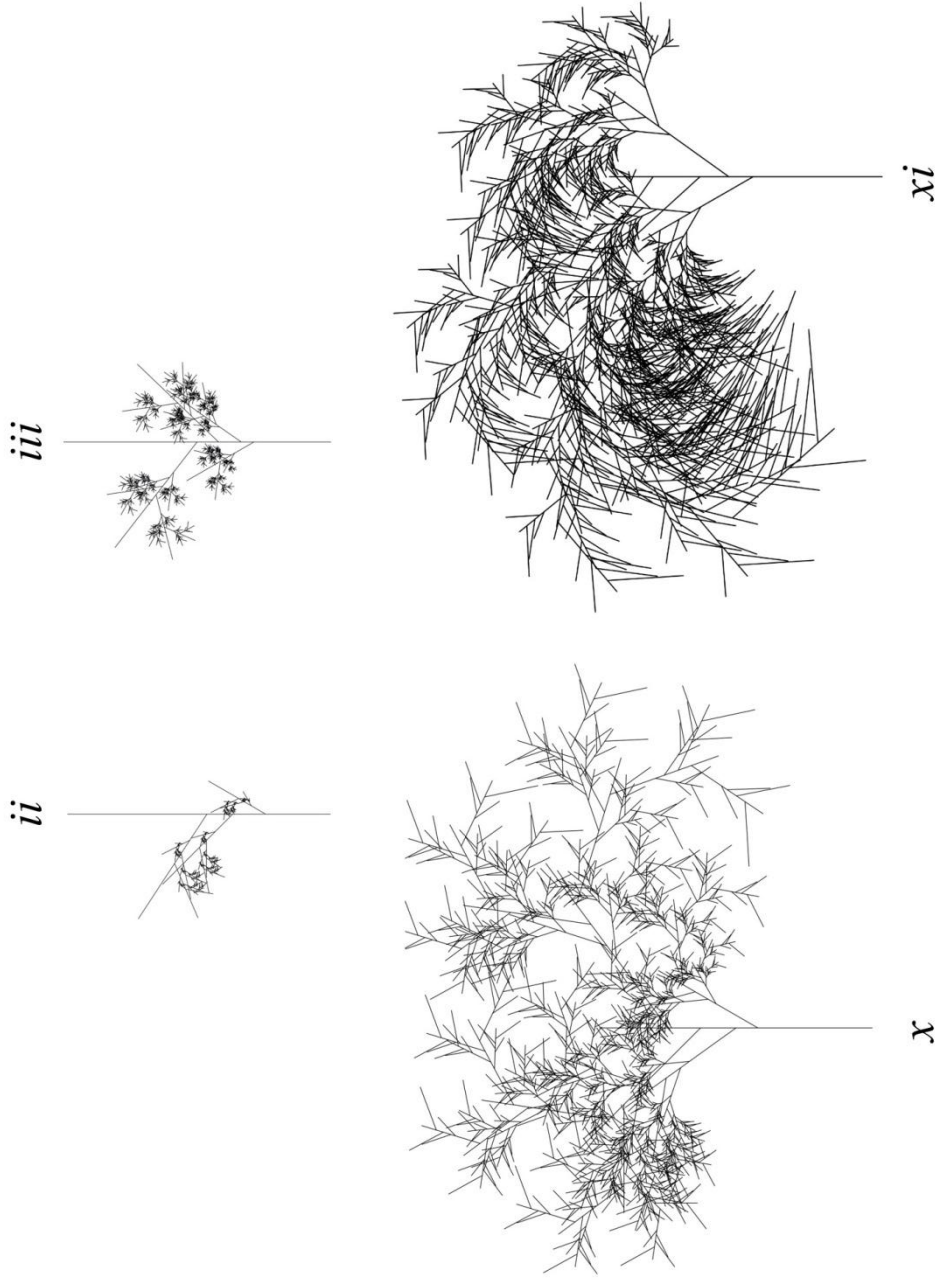
C majör ve C melodik minör gamlarının modları üzerinden oluşturulan akorlar ile toplamda 8 adet majör, 4 adet minör fraktal ağaç modeli üretilmiştir. Temel akorların farklı karakteristikleri göz önüne alınmadan biçim olarak majör ve minör formlar bir araya getirilmiştir. Majör ve minör fraktal ağaç modellerinin biçimsel olarak benzerlikleri saptanmış, biçimsel benzerliklerin algı analizi yapılmıştır. Algısal analiz görsel algı ve kavrayışta alan kavramları ile açıklanmıştır. Kavramsal altyapı insan zihninde oluşan temel etik kavramlar ve duygular ışığında oluşturulmuştur. Bu kavramların işitsel dışavurumu ile görsel dışavurumu arasında bağlantı, benzerlik analizi yapılmıştır.

C gamı modları üzerinden tanımlı majör akorların ortak noktası fraktal ağaç modellerinde yoğun ve yaygın olmalarıdır. Yaprak ve dallar ana gövde üzerinde bir yönelim ile yönelim doğrultusunda yoğunluk yaratırlar. Piyano üzerinde sesler tizleştikçe (inceldikçe) ağaç görseli gövdesi aynı kalarak büyümektedir. Büyümeyi sağlayan dallardır. Dalların ve dolayısıyla gövde ile yaptıkları açının seslerin tizliğine bağlı olarak büyümesi, formun görsel olarak daha anlaşılabilir olmasını sağlamaktadır. Akorlar ile bağlantı kurulduğunda tiz seslerin pes seslere göre duyulma oranı daha yüksektir. İnsan kulağının algılayabildiği frekanslar arasında frekans değeri yükseldikçe sesin algılanması ve melodik detayların kavranması kolaylaşır. Ağaç algoritması ile üretilen fraktal modellerdeki görsel belirginlik algı kolaylığını desteklemektedir.

Minör akorların ortak noktası tek tarafa yönelimin olması, canlı ve büyüme kavramını taşınamamasıdır. Majör akorlara göre daha soluk yapıda, daha seyrek dal ve yaprak formuna sahip, tek tarafa yönelim ve kapanma ile rahatsızlık duygusu hissettirmektedir. Aynı şekilde minör akorlarda da sesler tizleştikçe duyum artacağından akorların belirginliği dolayısıyla da görsellerin etkisi artmaktadır. Boyut olarak dalların büyümesi fraktal ağaç modelinin formunun daha rahat anlaşılabilmesini dolayısıyla yapılan duygusal izlenim kavram seçimlerinin yoğunluğunun artmasıyla da açıklanabilmektedir.



Şekil 6.13: Majör akor fraktal ağaç modelleri karşılaştırması



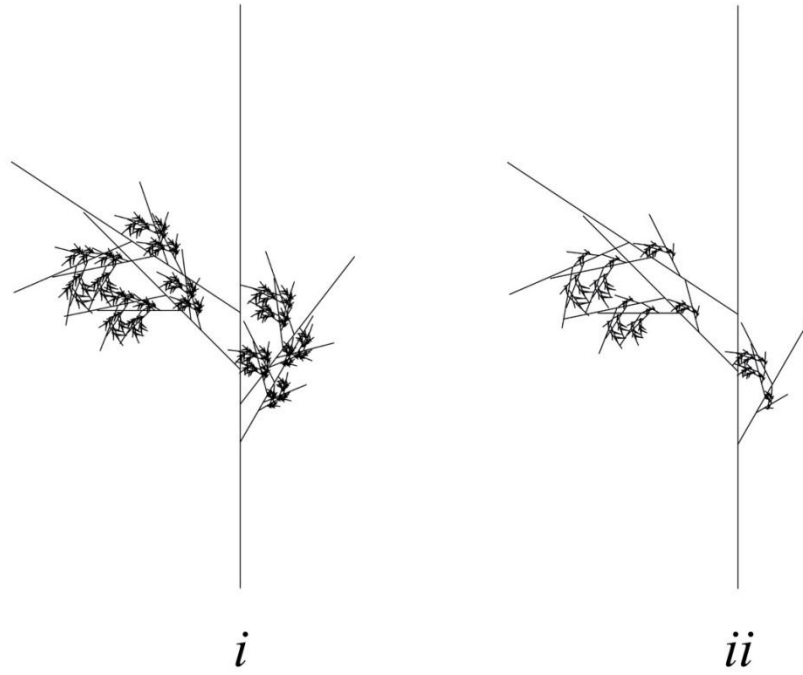
Şekil 6.14: Minör akor fraktal ağaç modelleri karşılaştırması

6.4 Özel Karşılaştırma

C gamı üzerinden tanımlanan modal caz akorlarının majör ve melodik minör gam üzerinden aynı modda tanımlı olan akorları karşılaştırılmaktadır.

6.4.1 $C\Delta$ - $C\Delta$ Akorları

C majör gamın Ionian mod akoru *i* $C\Delta$ (do majör yedili akoru) ve melodik minör gamın Ionian mod akoru *ii* $C\Delta$ (do majör-minör akoru) karşılaştırılmıştır.

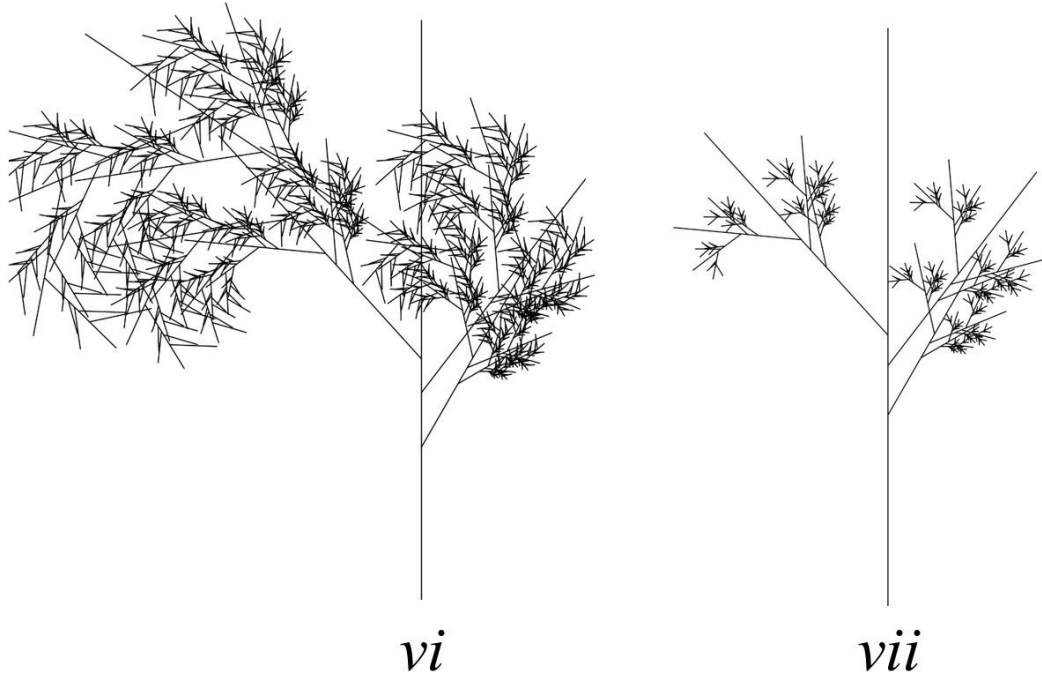


Şekil 6.15: $C\Delta$ - $C\Delta$ karşılaştırma

$C\Delta$ majör yapıda, $C\Delta$ minör yapıda bir akordur. $C\Delta$ akoru $C\Delta$ akorunun eksiltilmiş akoru olarak da tanımlanabilir. $C\Delta$ akorunda bulunan E (mi natürel) notası $C\Delta$ akorunda Eb (bemol) olarak var olmaktadır. İki akorun arasında sadece yarım ses düşme farkı vardır. Bu fark Şekil 6.15 te karşılaştırıldığında *i*($C\Delta$) çiçek açmış bir ağaç izlenimi verirken E natürel in Eb olması ile meydana gelen *ii*($C\Delta$) aynı dalın solmuş, olgün hali gibi görünmektedir. Akorda tonalitedeki pozitiften negatife yani majörden minöre olan değişim görselde de aynı etkiyi vermektedir. Canlı bir ağacın kuruması, olgünleşmesi, solması izlenimini yaratmaktadır.

6.4.2 FΔ#4 – F7#11 Akorları

C majör gamın Lydian mod akoru *vi* FΔ#4 (fa majör art dört/ diyez dört akoru) ve melodik minör gamın Lydian moda koru *vii* F7#11 (fa dominant yedili artı onbir/diyez onbir akoru) karşılaştırılmıştır. (Modüler aritmetik kuralları içerisinde #4 ve #11 gamda aynı notalara denk gelmektedir. Bazı notasyonlarda akor içerisinde bulunan notalarla çatışık ses yaratmaması açısından #4, #11 olarak da yazılabilmektedir).



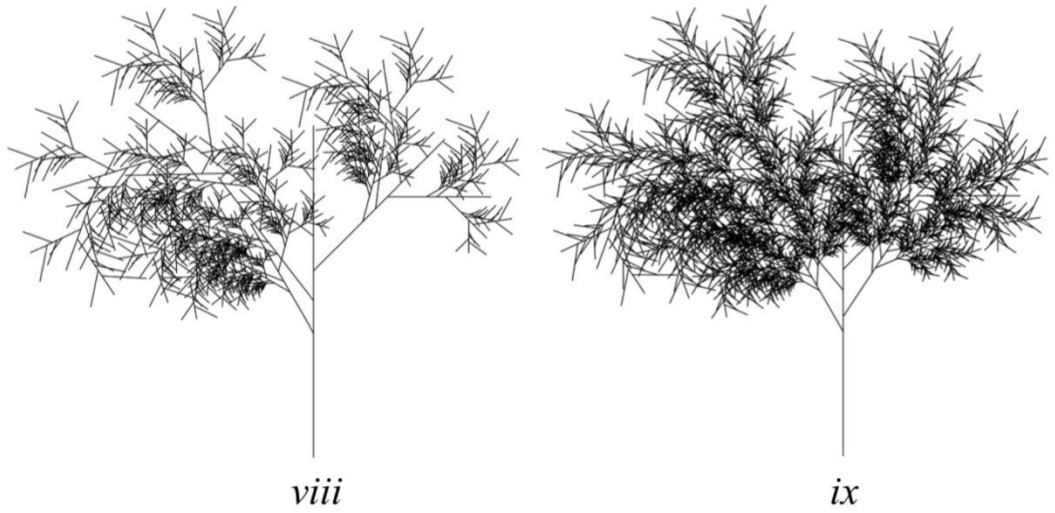
Şekil 6.16: FΔ#4 – F7#11 karşılaştırma

FΔ#4 ve F7#11 majör yapıda akorlardır. İki majör yapıda akor olmalarına karşın majör ve melodik gamların Lydian moda korlarıdır. F7#11, FΔ#4 akoruna göre seyrek, küçük yaprak ve dal görünümü ile sağlıklı, büyümemiş ya da verimsiz koşullardaki bir ağaç izlenimini veren görsel yavaş hareket, azalma gibi kavramlar çağrıştırarak negatif bir olgu yaratmaktadır. FΔ#4 akoru ise belirli bir açı ile yönelen, uzun ve yoğun yaprak yapısıyla hızlı büyüyen, sağlıklı bir ağaç izlenimini veren görsel çevreleme, koruma, büyüme, yaşam, hakim olma gibi kavramlar çağrıştırarak pozitif bir olgu yaratmaktadır. İki akor karşılaştırıldığında melodik minör gamın

Lydian mod akoru F7#11'in majör gam akoru FΔ#4 akoruna oranla negatif olduğu görülmektedir.

6.4.3 G7 – Gsus akorları

C majör gamın Mixolydian modu akoru *viii* G7(sol dominant yedili akoru) ile melodik gamın Mixolydian modu akoru *ix* Gsus (sol suspended akoru) karşılaştırılmıştır. İki akor farklı gam yapılarından türemiş olmasına rağmen majör yapıdadır.



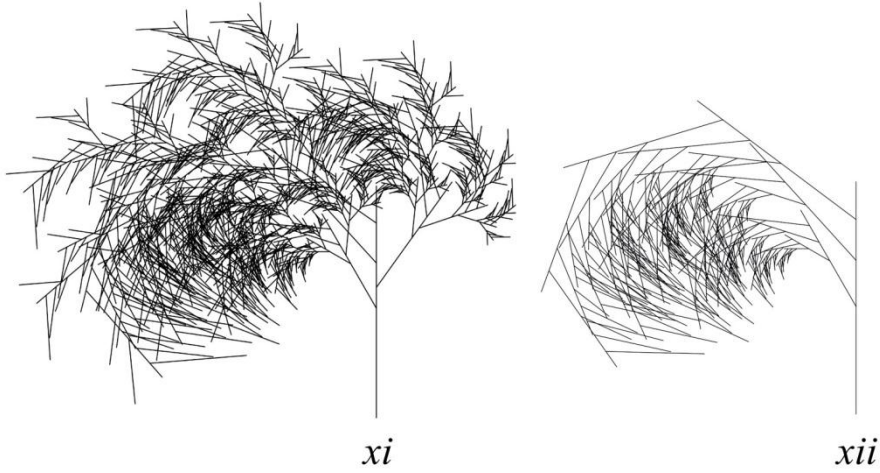
Şekil 6.17: G7 – Gsus karşılaştırma

G7 ve Gsus akorları benzer karakteristik özelliklere sahiptir. Gsus akorunun içerisinde daha çok sayıda notanın bulunması akoru işitsel olarak zenginleştirmektedir. İşitsel zenginlik fraktal ağaç modeline de yansımıştır. Gsus akorunun yoğun ve iç içe dal ve yaprak yapısı ağaçta zenginlik yaratmaktadır.

İki akor da majör diğeri melodik minör gamın Mixolydian modundan türemiş olmalarına rağmen majör karakterine sahiptir. Yönelim, kavrama, dolgunluk ve doluluk büyümeyi, yaşamı dolayısıyla pozitif olguları çağrıştırmaktadır. Verimli topraklarda yetişen ağaçların canlılığı gibi akorların işitildiğinde duygusal izlenimleri de aynı şekilde kavrayıcı, heyecanlı, ileriye dönük, olumlu olmaktadır.

6.4.4 B ∞ - B7alt akorları

C majör gamın Locrian mod akoru *xi* B ∞ (si half-diminished ya da si minör bemol bes akor) ile melodik minör gamın Locrian mod akoru *xii* B7alt (si yedili altered akor) karşılaştırılmıştır. B ∞ akoru majör gamdan türemiş minör yapıda bir akor, B7alt akoru melodik minör gamdan türemiş majör yapıda bir akordur. Ters akorlar olarak adlandırılabilirler.

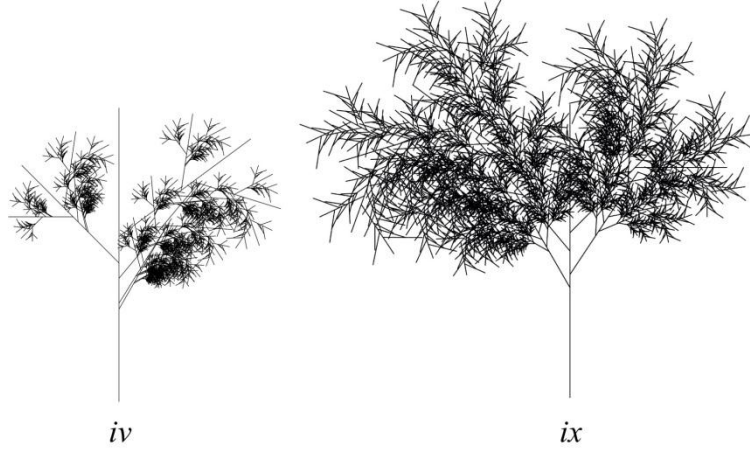


Şekil 6.18: B ∞ - B7alt karşılaştırma

Sık, yoğun, uzun dal ve yaprak görünümü ile dominant, kararlı, baskın bir ağaç gibi görünen B ∞ akoru B7alt akoruna göre daha az baskındır. Tek tarafa yönelim olmasına rağmen dallarda yayılma olması akorun anlamını yumuşatmaktadır. B7alt akorunda sivri yönelme akorun olumsuz algılanmasına yol açmaktadır. Oysa B ∞ akoru minör yapıda olup B7alt akoru tam tersine majör yapıdadır. B7alt akorunun melodik minör gamdan türemiş olması akora özünde melodik minör yerleşimi altyapısı vermektedir. Üzerinde yakın frekanslar ile paralel nota dağılımının gelmesi B ∞ akorunun fraktal ağaç modeline göre daha baskın, dominant, rahatsızlık veren, olumsuz duygusal izlenimi yaratmaktadır. Negatif çağrışım her iki akorun da benzer yapılarına etkide bulunmuştur.

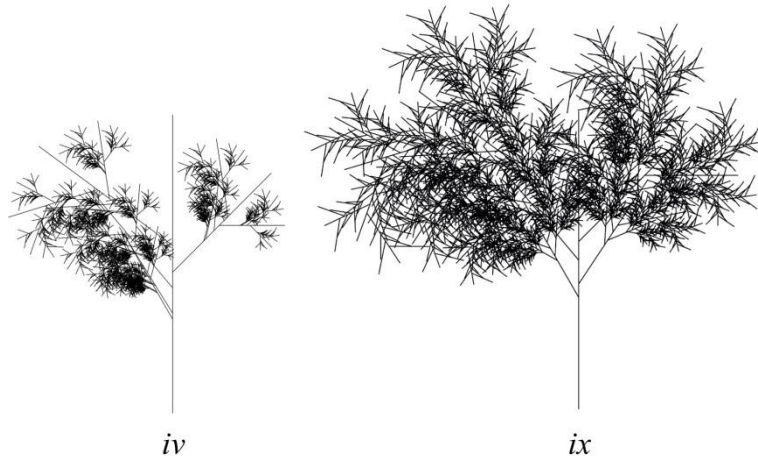
6.4.5 Sus Akorları

Sus akorları C gamı üzerinde iki farklı modda türemiştir. *iv* Esusb9 (mi suspended bemol dokuz akoru) C majör gamı Phrygian modundan, *ix* Gsus (sol suspended akoru) C majör gamı Mixolydian modundan türemiştir. İki akorun da yapısı ve türeyişi majördür.



Şekil 6.19: Esusb9 – Gsus karşılaştırma

Akorlar arasında daha tiz frekansta notalardan oluşan Gsus akoru daha uzun ve gür dal yapısına sahiptir. İki akorda da farklı yönlere yönelim görülmektedir. Algoritma oluşturulurken yapılan yön tayininde E ve G yönleri terstir. Bu nedenle akorlardan biri ayna etkisi gibi ters çevirilerek karşılaştırıldığında biçim benzerliği daha rahat görülebilmektedir.



Şekil 6.20: Ters Esusb9 – Gsus karşılaştırma

Esusb9 akoru fraktal ağaç modelinin y eksenı simetrisi alındığında Gsus akoru ile aynı yönelime sahip olmuştur. Bu sayede sus akorlarının genel karakteri tek tarafa yönelim olarak kabul edilebilir. Frekans arttıkça fraktal dalları büyümekte bu nedenler de dağılma ile beraber yoğunluk artmaktadır. Sus akorları benzer biçimsel karakteristik özelliklere sahiptir.

6.5 Bölüm Sonucu

Uygulama çıktıları bölümünde elde edilen fraktal ağaç modelleri müzikte armoninin algılanması göz önünde bulundurularak psikoloji ara kesitinde değerlendirilmiş, duygusal izlenim sonucunda görsel ve işitsel algıda ortaklık ve benzerlikler tespit edilmiştir.

7. SONUÇ VE GELECEK ÇALIŞMALAR

7.1 Elde Edilen Bulgular

Araştırma kapsamında temel müzik teorisi esas alınarak oluşturulan do gamı modal caz akorlarından fraktal ağaç modelleri üretilmiştir. Müzik teorisine giriş niteliğinde klasik müzik notasyonu, caz akorlarının oluşumunda kullanılan temel kuralları oluşturmaktadır. Bu kurallar doğrultusunda seçilmiş olan tek gam, do gamı üzerinden majör ve melodik minör caz modal akorları oluşturulmuştur. Oluşturulan akorlar akor cinsine göre gruplanmış ve başlıca 12 temel modal caz akoru elde edilmiştir. Elde edilen caz akorları frekans gruplaması yapılarak harmonik oranlara ulaşılmış, bu oranlar doğrultusunda Koch eğrisi algoritması göz önünde bulundurularak fraktal ağaç modelleri üretilmiştir.

Üretilen ağaç modellerinin duygusal izlenimi işitsel ve görsel algı arasında bap kurabilmek amacıyla kullanılmıştır. Duygusal izlenim müzik olarak nitelendirilen armonik yapılarda zihinde kavramsal oluşumdan önce var olmaktadır. İşitsel algı katıksız bir şekilde direk duygulara hitap edebilmektedir. Aynı şekilde görsel algı duygusal izlenimler yaratmaktadır. Ortak izlenim varlığı kesin olarak kanıtlanamayan farklı algı türlerinin altında matematiksel bir oran ile bağlantı olduğuna ışık tutmaktadır.

Yapılan araştırma sonucunda elde edilen majör ve minör yapıdaki akorların ağaç modellerinin duygusal izlenimi karşılaştırılmıştır. Minör yapıdaki akorların fraktal ağaç modelleri olumsuz duygusal izlenim yaratırken majör yapıdaki akorların fraktal ağaç modelleri olumsuz duygusal izlenim bırakmaktadır. Daha spesifik açıklandığında akorların direk olarak verdiği mutluluk, hüzn, korku, hareket gibi duygular görsel modellere de yansımakta, eğitilmiş ya da eğitilmemiş kulak ile farkedilen armoniler aynı şekilde gözle de model üzerinden algılanabilmektedir.

Majör yedili ve Dominant yedili akorların ağaçları arasında majörde büyüme, rahatlama, gelişme, uzanma izlenimi varken, dominant akorda hareket, dönüşüm izlenimi yaratmaktadır. Minör yedili akorlar yakın frekans dizilimleri ile kulakta dolgunluk yaratmakta fakat kuruma, solma, son bulma izlenimi vermektedir. Kulakta yarattığı dolgunluk ise ağacın dal yerleşimindeki yaygınlığa yansımaktadır. Diminished akor korku, gerilim hissi verirken aynı şekilde ağaç modeli baskın çıkma, hareketsizlik, teslim olma izlenimi vermektedir. Altered akor ise majör yapıda olmasına rağmen minör gam oluşumundan etkilenecek yaygın fakat olumsuz bir görsele sahiptir.

Ağaç analizlerinde kullanılan yöntemler ile elde edilen bulgular sadece tonaliteyi içerisinde kalıp ritmik değerler içermemektedir. Sadece tek akorun algısında tonalite insan zihninde belirli imajlar oluşturmaktadır. Bu imajlar duygu olarak dönüştüğünde diğer algı sistemlerinden edinilen duygular ile kıyaslanabilmekte, analiz edilebilmektedir.

Çalışmanın aracı fraktal geometri olup, matematiksel süreklilik ile ortaya çıkan karmaşık yapıların açıklanabilmesini sağlamaktadır. Doğada görülen bir çok ağaç modelinin bir formülü olduğu ilk bakışta akla gelmemektedir. Gerçek ağaçların benzersiz yapıları da akor birleşimleri hatta belki ritmik oluşumlar ile açıklanabilir. Mimarlıkta görsel formların yaratım sürecinde baskın olan içsel duygusal yönlendirme elde edilen ürüne yansımaktadır. Ürün ikincil bir dönüşüm olarak duygusal izlenimi temsil etmektedir. Matematiksel oranlar ile tanımlanabilen duygusal izlenimler ise farklı algı türlerini birbirine bağlamakta, örneğin Mimarlığın en büyük ilhamı olan doğa ile müzik arasında bağlantı kurmaktadır. Müziğin karmaşık formu olan caz, mimarlıkta da girift yaratımları temsil etmektedir. Her biri mimari form olarak kabul edilebilecek doğada var olan ağaç yapıları içerisinde karmaşık bir düzen içermekte ve bu şekilde Koch eğrisi yöntemi ile işitsel denkleştirmesi yapılabilmektedir.

7.2 Tez Kapsamının Geliştirilmesine Yönelik Öngörü ve Hipotezler

Görsel bir disiplin olan Mimarlık ile işitsel bir disiplin olan Müziğin karmaşıklık dereceleri göz önünde bulundurularak fraktal geometri yöntemi ile matematiksel analiz edilmesi ve ilişkisinin kurulmasının yaratım sürecinde birçok alanda faydalı olacağı öngörülmektedir. Mimari tasarımda, tasarıma özel farklı parametrelerin bir araya gelmesindeki uyumun içsel bir dönüşümdür. Bu dönüşüm görselliğin içsel yorumudur. Fakat işitsel öğelerin içselleştirilmesi insan psikolojisinde daha yaygındır. Örneğin basit müziğin verdiği duygular birçok insan tarafından rahat algılanabiliyorken görsel algıdaki detayların algı sürecinde bütünü dağıtması ile duygusal izlenim katmanlı olarak oluşmaktadır. Bu nedenle daha sofistike olan müzik türü cazın duygusal izlenimi ile yaratılan görsel formlar yaratıcılık sürecinde bir ortaklık olduğunu göstermektedir.

Görsel ve işitsel ortaklık parametreler arttıkça karmaşık hale gelmektedir. Sadece tonalite üzerinden yapılmış olan çalışmaya voicing, akor bağlantıları ve ritmik değerler eklendiğinde aynı modelde çok daha karmaşık ağaç, sarmal yapılar meydana geleceği öngörülmektedir. Doğadaki formları ilham alan Mimarlıkta tasarım unsurları bu şekilde matematiksel analiz ile gruplanabilecek yeterliliğe getirilebilecektir. Sadece ağaç modellerine yönelik olan bu çalışma dünyada var olan ağaç familyaları ile karşılaştırılarak ağaçların büyüdüğü çevre ve iklim koşulları ve müzik arasında bağlantı kurulabilecektir. Örneğin kurak iklimlerde yetişen ağaç türlerinin yapıları ile minör gamlar arasında, tropikal iklimlerde yetişen ağaç türlerinin yapıları ile majör gamlar arasında bağlantı kurulabileceği öngörülmektedir.

Yaratılan bir görsel form ile mimari tasarımda verilmek istenen duygu akorlar bağlamında belirli formüllerle verilebilecektir. Ya da aynı şekilde insanda psikolojik yönelme müzik ile formlara yöneltilebilecektir. Sadece eğrisel bir yöntem ile oluşturulan fraktal modeller düzlemsel ve ya üç boyutta oluşturulduğunda bilinçdışı ile bilinç arasındaki geçişe anlam kazandırabilecektir. Bu dönüşüm için ileri derecede müzik bilgisine ve aynı zamanda karmaşık sayıların doğasına hakim olabilecek yeterlilikte matematik bilgisine sahip olmak gerekmektedir.

Eğrisel Koch yöntemi örnek alınarak yapılan araştırma sonucunda elde edilen ağaç modeller tonalite giriftliği ve ritim ile karmaşık yapıya gelecektir. Tonalite ve ritmin sadece piyano üzerinden değil farklı enstrümanlar üzerinden tek tek ya da orkestral olarak incelendiğinde ise doğayı, ekosistemin parçalarını oluşturabileceği öngörülmektedir.

7.3 Yarar ve Sonuç

Araştırmanın sonucunda temel caz akorları işitsel bir öğeden fraktal geometri yöntemi ile görsel öğelere dönüştürülmüştür. Bu dönüşüm arasında harmonik oranın görsel ve işitsel algı arasında nasıl bir bağlantı kurduğu araştırılmıştır. Kurulan bağlantı mimari tasarımda müzik temelli tasarımlar yapılabilmesini öngörmektedir. Cazın fraktal ağac modelleri yaratılarak mimarinin önemli bir parçası olan geometri üzerinden mimari tasarım ile ilişkinin temelleri atılmıştır. Araştırmanın geliştirilmesi takdirinde tonalite geliştirilerek farklı enstrümanlar katılıp, orkestrasyon oluşturularak ritim unsuru da eklendiğinde analiz için ileri matematik gerekecektir. Yeterli bilgi ve teknik ile geliştirilmesi öngörülen en önemli bağlantı ileride caz ile mimari yapıların üretilebilmesidir.

KAYNAKLAR

- Avineri, S.** (1968). *The Social and Political Thought of Karl Marx*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Barnsley, M. F.** (1993). *Fractals Everywhere*, Academic Press Limited, London.
- Bartel, D.** (1997). *Musica Poetica: Musical-Rhetorical Figures in German Baroque Music*, University of Nebraska Press, Lincoln and London.
- Bourbaki, N.** (1998). *Elements of History of Mathematics*, Springer-Verlag, Berlin.
- Briggs, J.** (1992). *Fractals: The Pattern of Chaos; A New Aesthetic of Art*, Simon & Schuster, New York.
- Brill, A. A.** (1913). *Freud, The Interpretation of Dreams*, The Macmillan Company, New York.
- Caser, J.** (2007). *Elements of Euclid with Copious Annotations and Numerous Exercises*, Longmans, Green, & Co, London.
- Cesi, B.** (1974). *Metodo Per Lo Studio Del Pianoforte*, G. Ricordi, Milano.
- Chakrabarti, V.** (1998). *Indian Architectural Theory and Practice: Contemporary Uses of Vastu Vidya*, Psychology Press, London.
- Cole, Y.** (1987). *Frozen Music: The Origin and Development of the Synthetic Concept in Art*, Rizzoli, New York.
- Copleston, F.** (1980). *Philosophies and Cultures*, Oxford University Press, New York.
- Coxeter, H.S.M.** (1961). *Introduction to Geometry*, John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Crilly T.** (1999). *The Emergence of Topological Dimension Theory*, Elsevier, Amsterdam.
- Danhauser, J. & Lavignac & Lemoine.** (1990). *Solfège Des Solfèges Editions*, Henry Lemoine, Pigalle, Paris.
- De Cesare, J.** (1987). *The Theory of Visual Space in Music*, Rizzoli, New York.

- Dèliege, I. & Wiggig.** (2006). *Musical Creativity: Multidisciplinary Research in Theory and Practice*, Psychology Press, New York.
- Ehrlich, C.** (1990). *The Piano: A History*, Oxford University Press, New York.
- Elwall, R.** (1996). *Ernő Goldfinger*, John Wiley & Sons, New Jersey.
- Falconer, K.** (2013). *Fractals: A Very Short Introduction*, Oxford University Press, New York.
- Falconer, K.** (2003). *Fractal Geometry, Mathematical Foundations and Applications*, John Wiley & Sons, New Jersey.
- Falconer, K.** (1985). *The Geometry of Fractal Sets*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Feldman, D. P.** (2012). *Chaos and Fractals: An Elementary Introduction*, Oxford University Press, New York.
- Fiske, E. H.** (1993). *Music Cognition and Aesthetic Attitudes*, Edwin Mellen Press, New York.
- Fitzpatrick, R.** (2008). *Euclid's Elements of Geometry*, University of Texas, Texas.
- Flake, G. W.** (1998). *The Computational Beauty of Nature; Computer Explorations of Fractals, Chaos, Complex Systems, and Adaptation*, MIT Press, Massachusetts.
- Ford, J.** (1989). *What is Chaos, That We Should Be Mindful of It?*, Georgia Institute of Technology, Atlanta.
- Gauldin, R.** (1997). *Harmonic Practice in Tonal Music*, Norton & Company, New York.
- Gibson, J. J.** (1966). *The Senses Considered as Perceptual Systems*, Houghton Mifflin, Boston.
- Gibson, J. J.** (1972). *A Theory of Direct Visual Perception*. In J. Royce, W. Rozenboom (Eds.), *The Psychology of Knowing*. Gordon & Breach, New York.
- Giordano, S. & Nicholas.** (2010). *Physics of the Piano*, Oxford University Press, New York.
- Gleick, J.** (1988). *Chaos; Making a New Science*, Penguin Books, London.
- Gombrich, E. H.** (1995). *The Story of Art*, Phaidon Press Limited, London.
- Gotthard, U. P.** (1969). *Beyer, Vorschule Im Klavierspiel, Wiener Urtext*, Wien.

- Gregory, R.** (1974). *Concepts and Mechanisms of Perception*, Duckworth, London.
- Harris, J.** (2012). *Fractal Architecture: Organic Design Philosophy in Theory on Practice*, UNM Press, New Mexico.
- Hergenhahn, B. R. & Henley.** (1988). *An Introduction to History of Psychology*, Basic Books, New York.
- Hergenhahn, B. R. & Olson.** (2013). *An Introduction to Theory of Learning*, Academic Press, San Diego, CA.
- Hiscock, E.** (1973). *Sou'West in Wanderer IV*, Oxford University Press, New York.
- Hopkin, B.** (1996). *Musical Instrument Design: Practical Information for Instrument Making*, Sea Sharp Press, Arizona.
- Joost-Gaugier, C. L.** (2006). *Measuring Heaven: Pythagoras and His Influence on Thought and Art in Antiquity and the Middle Ages*, Cornell University Press, New York.
- Kessler, E. J. & Hansen & Shepard.** (1984). *Cognitive Foundations of Musical Pitch*, Cornell University, New York.
- Kidson, P.** (1990). *Medieval Architecture and Its Intellectual Content*, Hambledon Press, London.
- Koelch, S.** (2012). *Brain and Music*, John Wiley & Sons, New Jersey.
- Kostka, S. & Payne.** (2004). *Tonal Harmony with an Introduction to Twentieth Century Music*, McGraw-Hill, New York.
- Krumhansl, C. L.** (1990). *Cognitive Foundations of Musical Pitch*, Oxford University Press, New York.
- Kurth, E.** (1930). *Musikpsychologie*, ND Hildestein, Olms.
- Lang, P. H.** (1997). *Music in Western Civilization*, W. W. Norton & Company, New York.
- Levine, M.** (1989). *Jazz Piano Book*, Sher Music Co, California.
- Levine, M.** (1995). *Jazz Theory*, Sher Music Co, California.
- Levitin, D.** (2006). *This Is Your Brain On Music*, Atlantic Books, London.
- Lotto, A. & Holt.** (2010). *Psychology of Auditory Perception*, Springer-Verlag, New York.
- Mandelbrot, B.** (2004). *Fractals and Chaos, The Mandelbrot Set and Beyond*, Springer-Verlag, New York.

- Mandelbrot, B.** (1982). *The Fractal Geometry Of Nature*, W. H. Freeman and Company, New York.
- Mandelbrot, B.** (2012). *The Fractalist, Memoir of a Scientific Maverick*, Vintage Books, New York.
- Mann, A. & Newsom.** (2000). *Music History from Primary Sources*, Library of Congress, Washington.
- McEwen, I. K.** (2003). *Vitruvius: Writing the Body of Architecture*, MA: MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- McLeod, S. A.** (2007). *Visual Perception Theory*,
 adres:<http://www.simplypsychology.org/perception-theories.html>.
- Morgan, G.** (1993). *Imaginization: New Mindsets for Seeing, Organizing and Managing*, Sage Publications, San Francisco.
- Morgenstern, D. & Nevill.** (1992). *The Jazz Book From Ragtime to Fusion and Beyond*, Chicago Review Press, Chicago.
- Norton, M. D. H.** (1970). *Friedrich Blume, Classic and Romantic Music: A Comprehensive Survey*, W. W. Norton & Company, New York.
- Oestreicher, C.** (2007). *A History of Chaos Theory*. Geneva,
 adres:<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3202497/pdf/DialoguesClinNeurosci-9-279.pdf>.
- Parakilas, J.** (1999). *Piano Roles: Three Hundred Years of Life with the Piano*, Yale University Press, Connecticut.
- Pedron, C.** (1975). *Bona Metodo Completo Per La Divisione*, Ricordi, Milano.
- Peitgen, H. & Richter.** (1986). *The Beauty of Fractals*, Springer-Verlag, Berlin
- Peitgen, H. & Jürgens & Saupe.** (1992). *Chaos and Fractals, New Frontiers of Science*, Springer-Verlag, New York.
- Rowland, T.N.** (1999). *Ten Books on Architecture*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Russell, J.** (1992). *The Meanings of Modern Art*, Thames & Hudson.
- Rykwert J. & Leach & Tavernor.** (1991). *Leon Battista Alberti, On the Art of Building in Ten Books*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Sadowski, P.** (1996). *The Knight on His Quest: Symbolic Patterns of Transition in Sir Gwain and the Green Knight*, University of Delaware Press, Newark.

- Salazar, A. & Pope.** (1946). *Music in Our Time*, W. W. Norton & Company, New York.
- Scheitman, R.** (2008). *Music Fundamentals*, The Piano Encyclopedia.
- Sloboda, J. A.** (2005). *Exploring The Musical Mind; Cognition, Emotion, Ability, Function*, Oxford University Press, New York.
- Sloboda, J. A. & Juslin** (2010). *Handbook of Music and Emotion, Theory, Research, Applications*, Oxford University Press, New York.
- Smith, J. M.** (1968). *Mathematical Ideas in Biology*, Cambridge University Press, New York.
- Steinbrecher, A.** (1936). *An Alphabet in Music*, Alfred A. Kalmus LTD, London.
- Tarski, A.** (1951). *A Decision Method for Elementary Algebra and Geometry*, Univ. of California Press, Los Angeles.
- Tattersail, J. J.** (2005). *Elementary Number Theory in Nine Chapters* (2nd ed.), Cambridge University Press, Cambridge.
- Terefenko, D.** (2014). *Jazz Theory: From Basic to Advanced Study*, Routledge, New York.
- Thompson, W. F.** (2014). *Music Thought and Feeling, Understanding the Psychology of Music*, Oxford University Press, New York.
- Willimek, D. & B. edt. Russel, L.** (2013). *Music and Emotions: Research on the Theory of Musical Equilibration (die Strebetendenz-Theorie)*, adres:<http://www.willimekmusic.de/music-and-emotions.pdf>.
- Wittkover, R.** (1971). *Architectural Principles in the Age of Humanism*, W. W. Norton & Company, New York.
- Wu, N. Y. S.** (1996). *Uncovering the Hidden Codes: The Geometry of the East End of Reims Cathedral*, Columbia University, Columbia.

EKLER

EK A: Anket Genel Değerlendirme

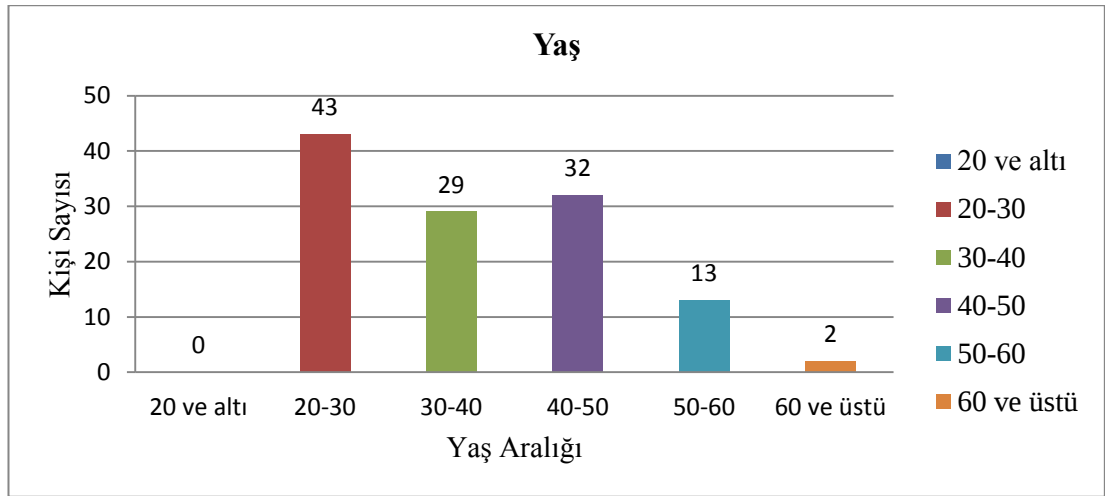
EK B: Anket Formu

EK C: Mathlab Fraktal Model

EK A

Anket kitlesi yaş dağılımı grafiği

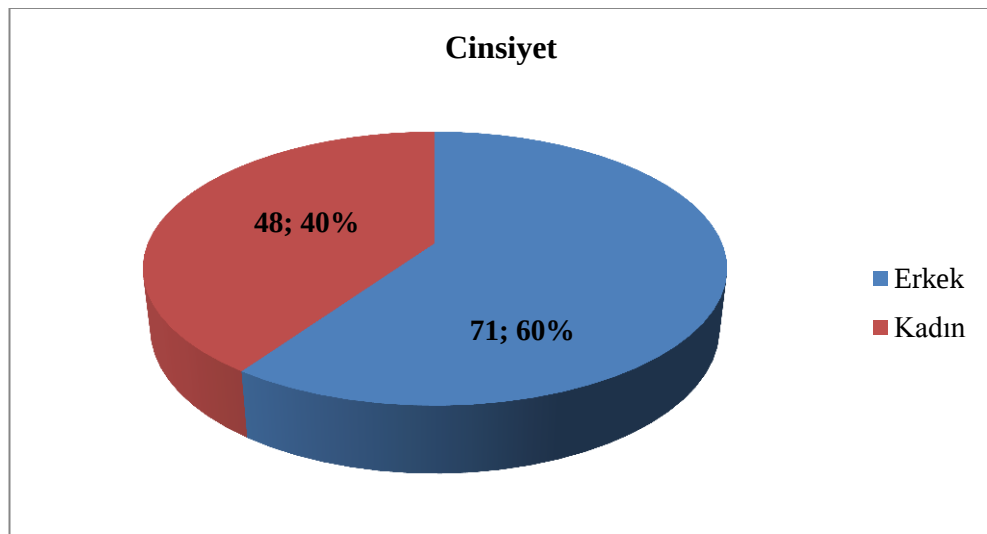
Genel değerlendirmede anket yapılan 119 kişinin yaş dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.1: Genel Yaş dağılımı grafiği

Anket kitlesi cinsiyet dağılımı grafiği

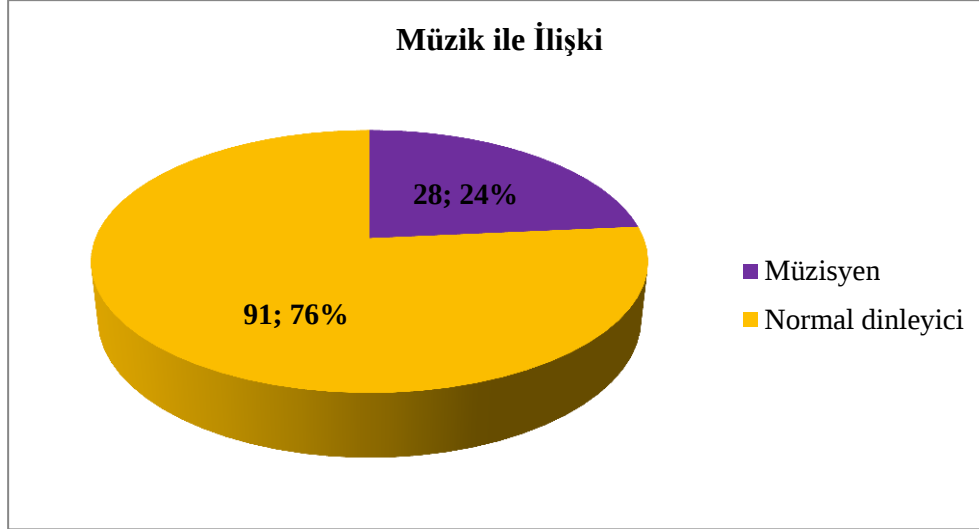
Genel değerlendirmede anket yapılan 119 kişinin yaş dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.2: Genel Cinsiyet dağılımı grafiği

Anket kitlesi müzik ile ilişki grafiği

Genel Değerlendirmede anket yapılan 119 kişi arasından müzisyen olan ve olmayan, normal dinleyici kitlesi dağılımı belirtilmiştir.



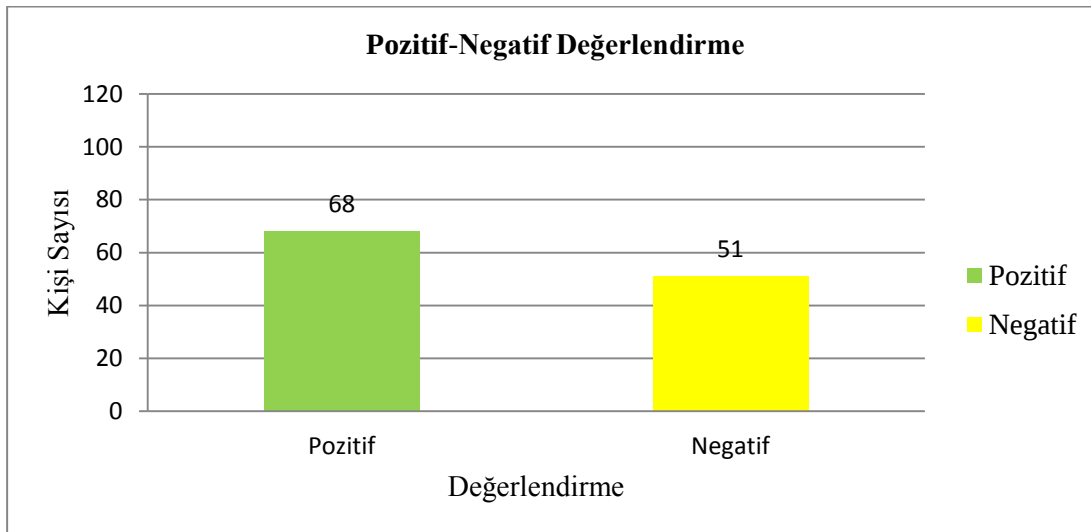
Şekil A.3: Genel Müzik ile İlişki dağılımı grafiği

Soru 1/ Değerlendirme

i. CA Akor

CA akoru pozitif-negatif değerlendirme grafiği

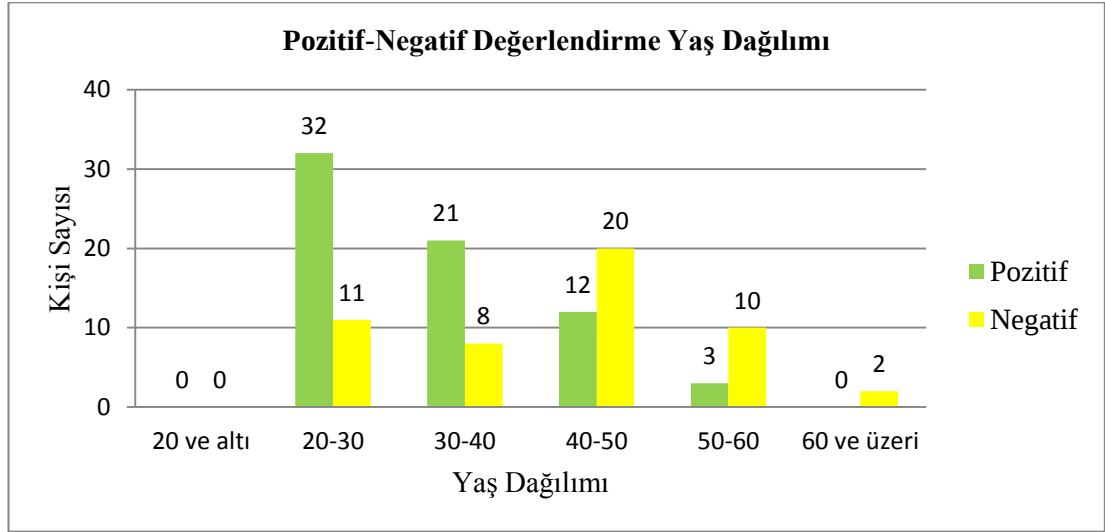
CA akoru için pozitif-negatif değerlendirme dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.4: CA akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği

CA akoru pozitif-negatif değerlendirme yaş dağılımı grafiği

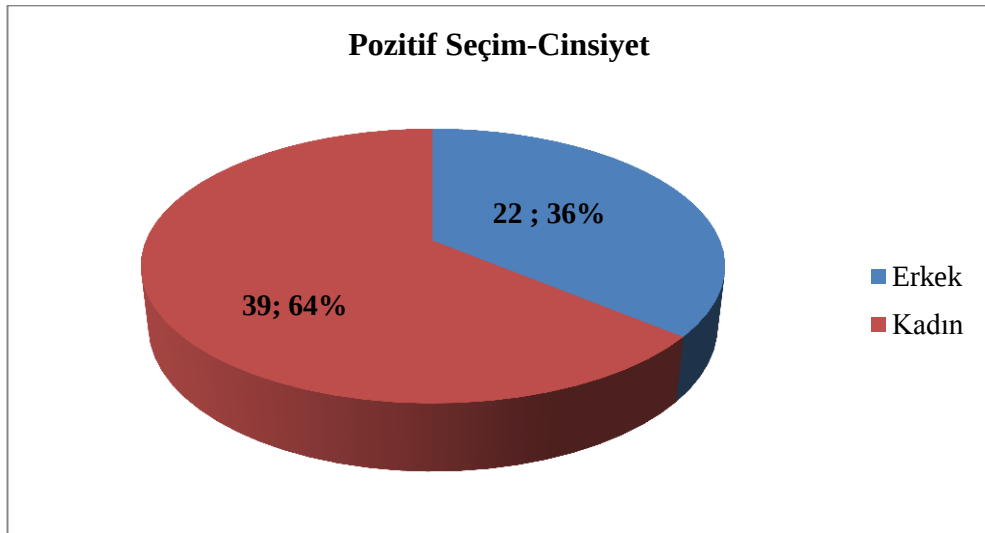
CA akoru için yapılan Pozitif-Negatif seçimlerin yaş dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.5: CA akoru Yaş Dağılımına Göre Pozitif-Negatif Seçim dağılımı grafiği

CA akoru pozitif seçim-cinsiyet dağılımı grafiği

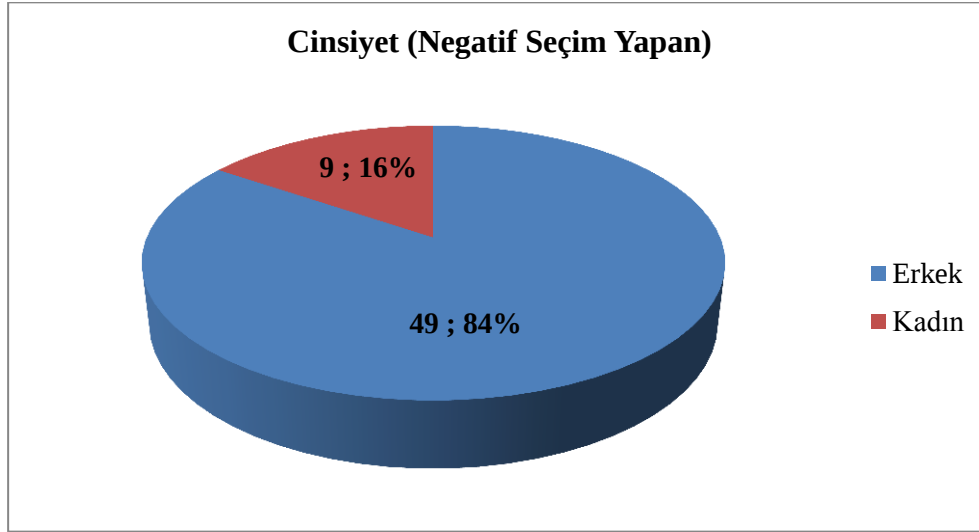
CA akoru için yapılan Pozitif seçimlerin cinsiyet dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.6: CA akoru Pozitif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği

CΔ akoru negatif seçim-cinsiyet dağılımı grafiği

CΔ akoru için yapılan Negatif seçimlerin cinsiyet dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.7: CΔ akoru Negatif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği

CΔ akoru pozitif seçim-müzik ile ilişki dağılımı grafiği

CΔ akoru için yapılan Pozitif seçimlerin müzik ile ilişki dağılımı belirtilmiştir.

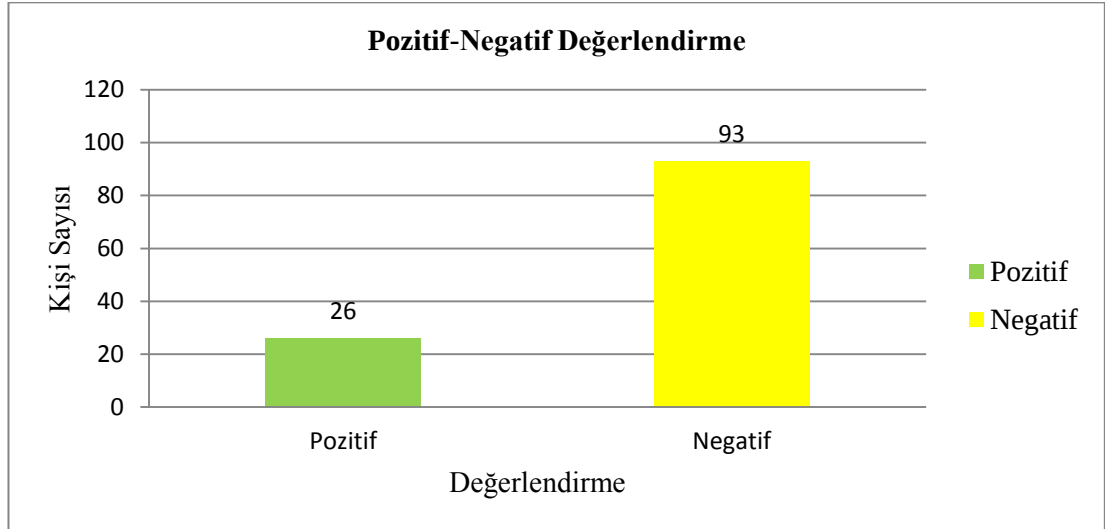


Şekil A.8: CΔ akoru Pozitif Seçim-Müzik ile İlişki dağılımı grafiği

ii. C_Δ Akor

C_Δ akoru pozitif-negatif değerlendirme grafiği

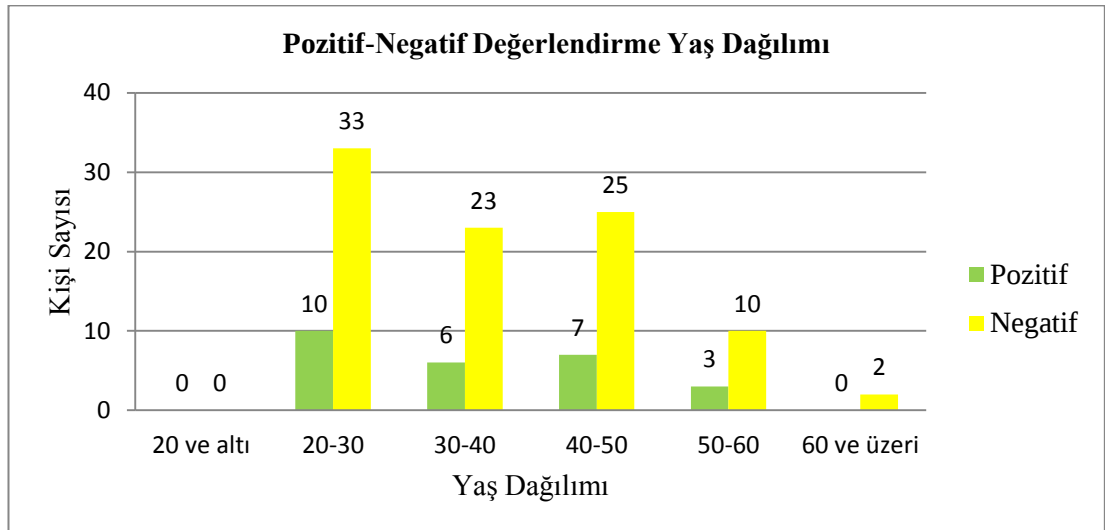
C_Δ akoru için pozitif-negatif değerlendirme dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.9: C_Δ akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği

C_Δ akoru pozitif-negatif değerlendirme yaş dağılımı grafiği

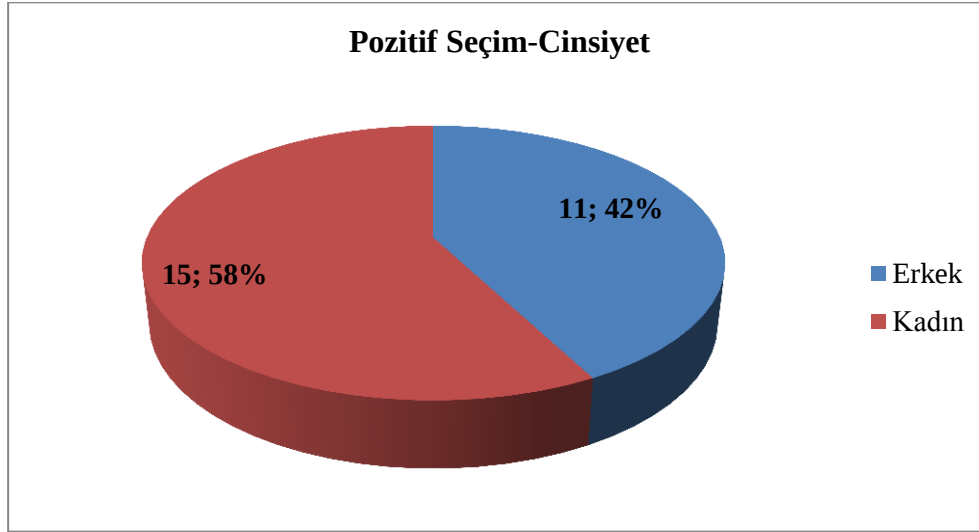
C_Δ akoru için yapılan Pozitif-Negatif seçimlerin yaş dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.10: C_Δ akoru Yaş Dağılımına Göre Pozitif-Negatif Seçim dağılımı grafiği

C_Δ akoru pozitif seçim-cinsiyet dağılımı grafiği

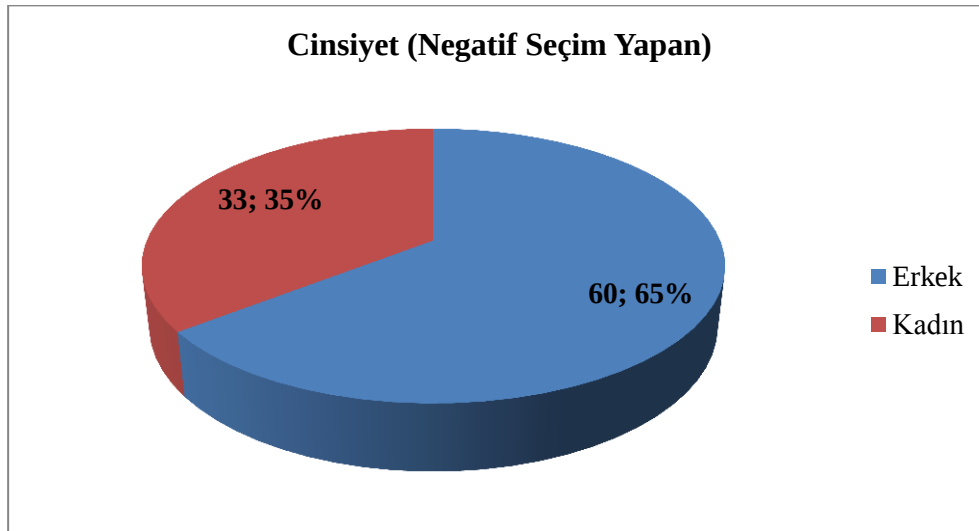
C_Δ akoru için yapılan Pozitif seçimlerin cinsiyet dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.11: C_Δ akoru Pozitif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği

C_Δ akoru negatif seçim-cinsiyet dağılımı grafiği

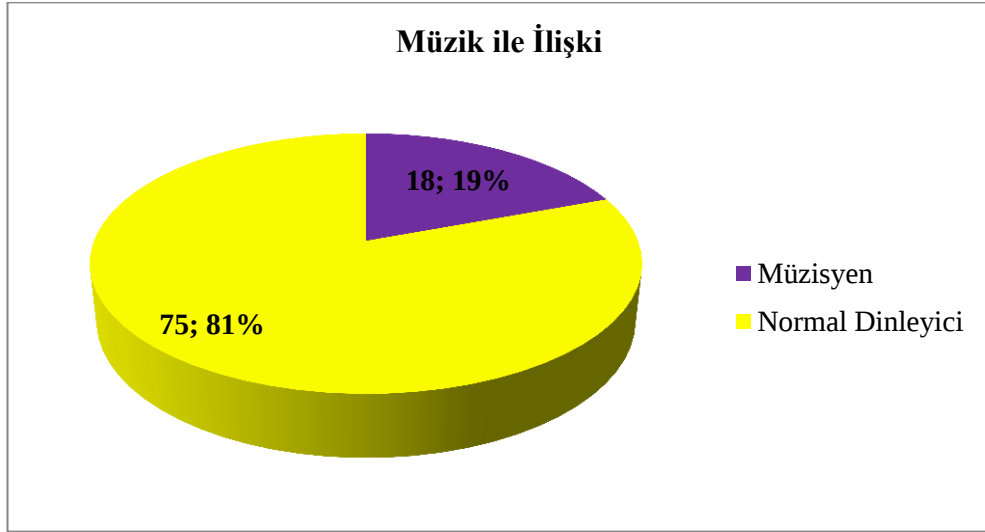
C_Δ akoru için yapılan Negatif seçimlerin cinsiyet dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.12: C_Δ akoru Negatif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği

C_Δ akoru negatif seçim-müzik ile ilişki dağılımı grafiği

C_Δ akoru için yapılan Negatif seçimlerin müzik ile ilişki dağılımı belirtilmiştir.

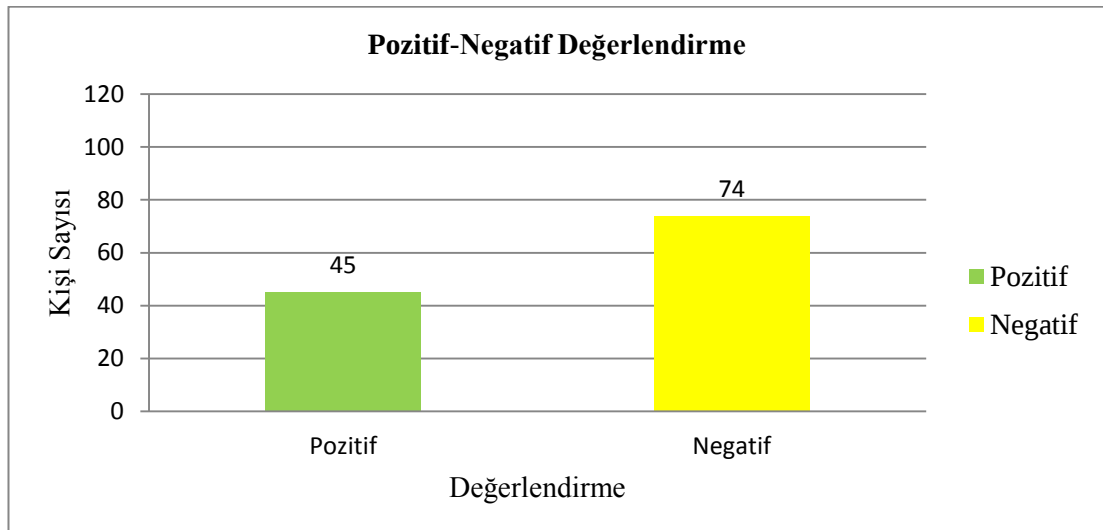


Şekil A.13: C_Δ akoru Negatif Seçim-Müzik ile İlişki dağılımı grafiği

iii. Dmin7 Akor

Dmin7 akoru pozitif-negatif değerlendirme grafiği

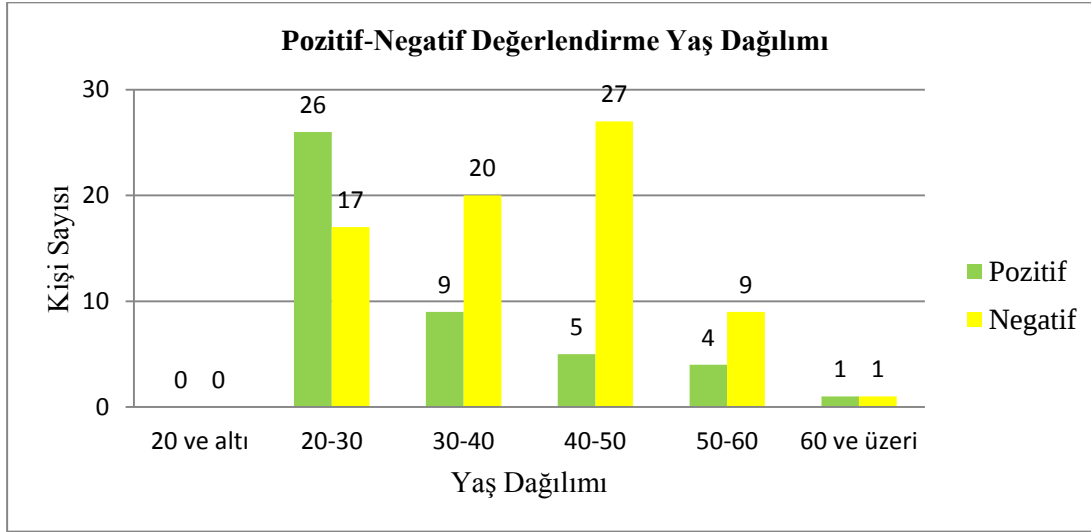
Dmin7 akoru için pozitif-negatif değerlendirme dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.14: Dmin7 akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği

Dmin7 akoru pozitif-negatif değerlendirme yaş dağılımı grafiği

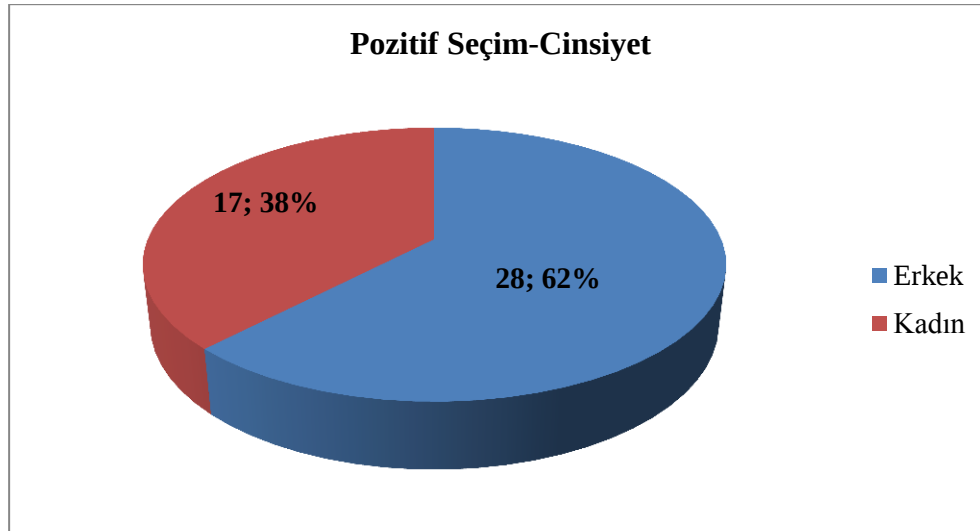
Dmin7 akoru için yapılan Pozitif-Negatif seçimlerin yaş dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.15: Dmin7 akoru Yaş Dağılımına Göre Pozitif-Negatif Seçim dağılımı grafiği

Dmin7 akoru pozitif seçim-cinsiyet dağılımı grafiği

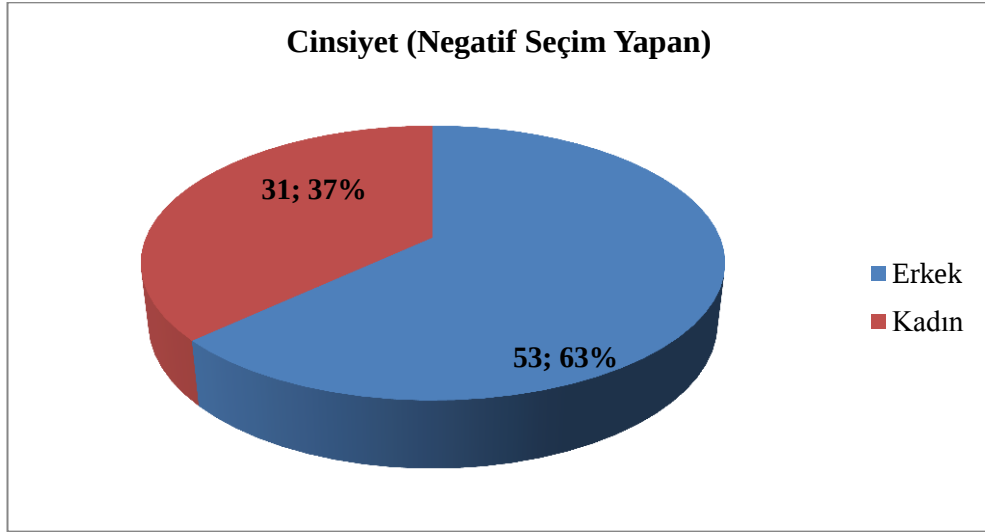
Dmin7 akoru için yapılan Pozitif seçimlerin cinsiyet dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.16: Dmin7 akoru Pozitif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği

Dmin7 akoru negatif seçim-cinsiyet dağılımı grafiği

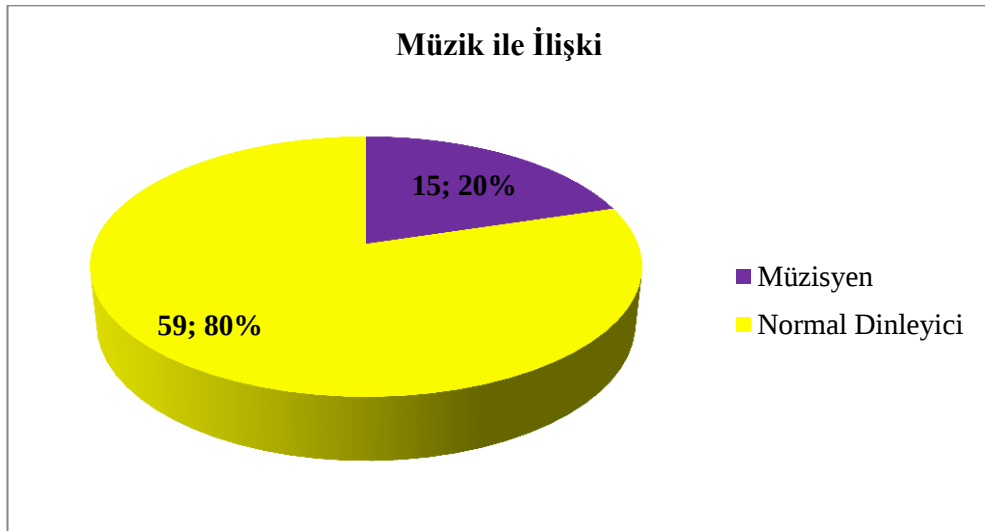
Dmin7 akoru için yapılan Negatif seçimlerin cinsiyet dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.17: Dmin7 akoru Negatif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği

Dmin7 akoru negatif seçim-müzik ile ilişki dağılımı grafiği

Dmin7 akoru için yapılan Negatif seçimlerin müzik ile ilişki dağılımı belirtilmiştir.

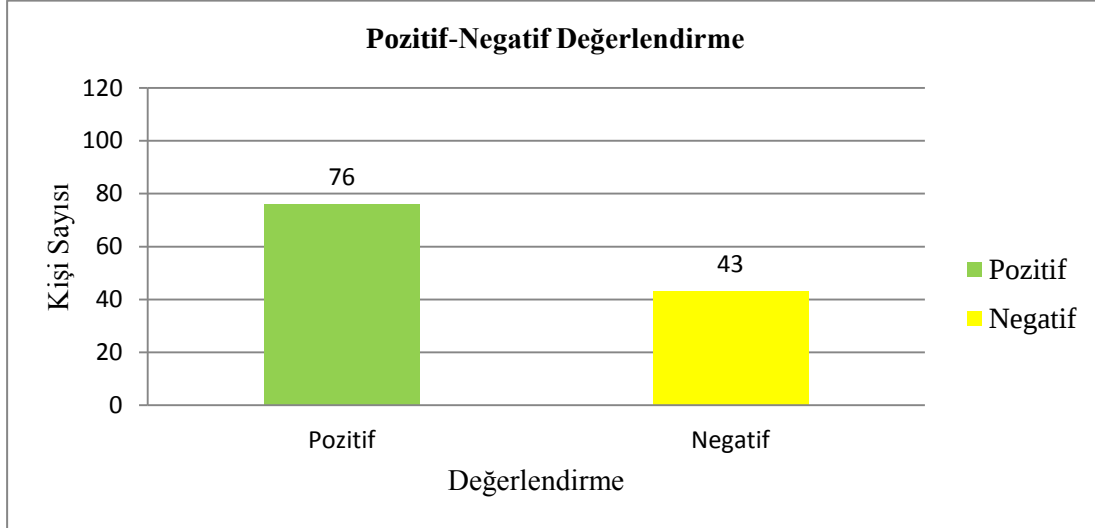


Şekil A.18: Dmin7 akoru Negatif Seçim-Müzik ile İlişki dağılımı grafiği

iv. Esusb9 Akor

Esusb9 akoru pozitif-negatif değerlendirme grafiği

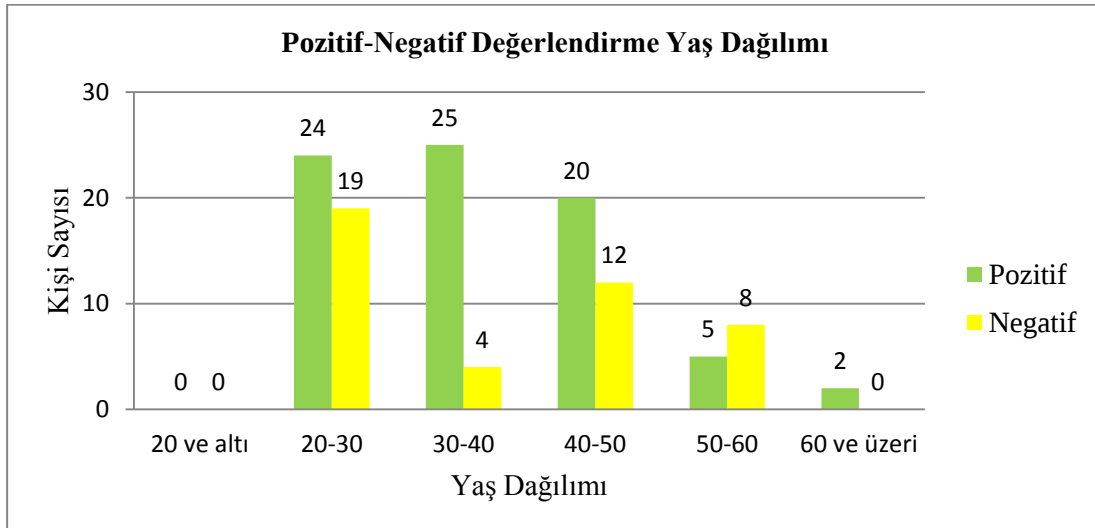
Esusb9 akoru için pozitif-negatif değerlendirme dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.19: Esusb9 akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği

Esusb9 akoru pozitif-negatif değerlendirme yaş dağılımı grafiği

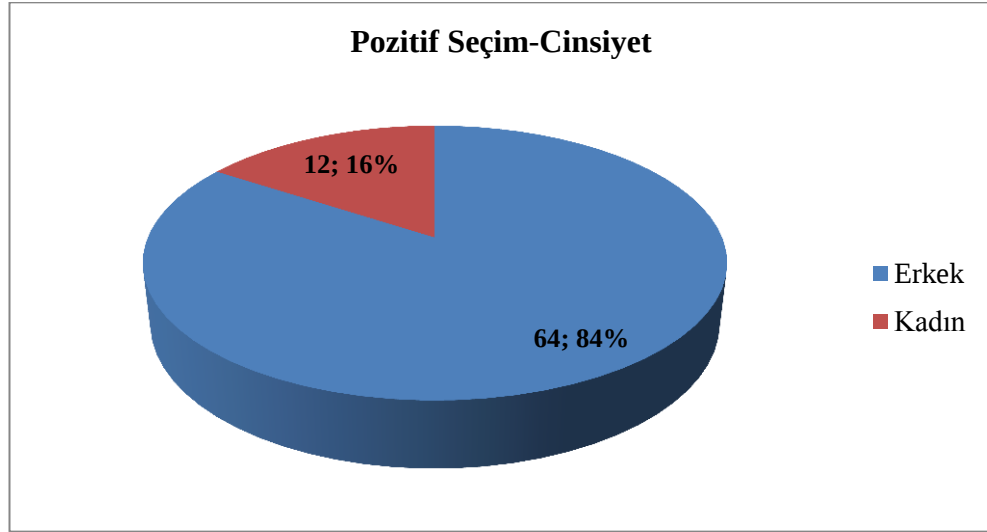
Esusb9 akoru için yapılan Pozitif-Negatif seçimlerin yaş dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.20: Esusb9 akoru Yaş Dağılımına Göre Pozitif-Negatif Seçim dağılımı grafiği

Esusb9 akoru pozitif seçim-cinsiyet dağılımı grafiği

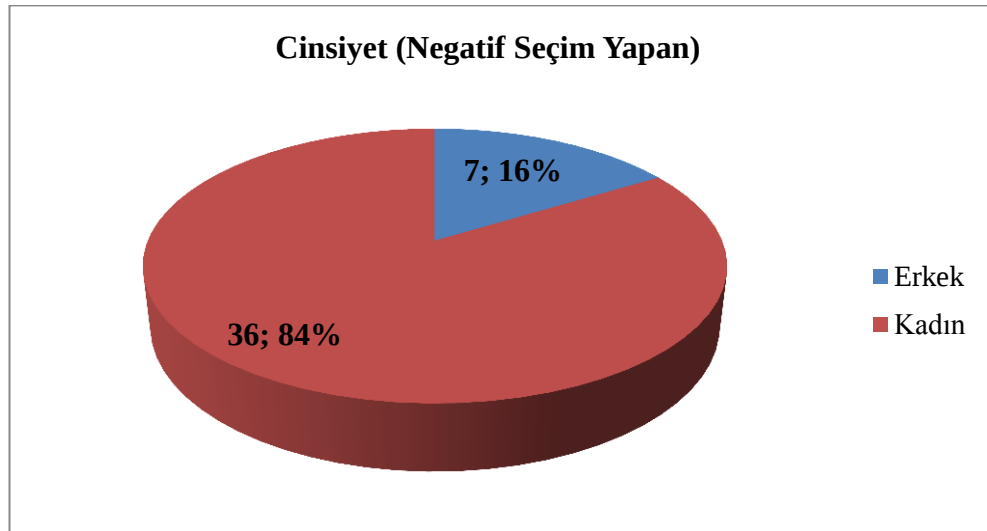
Esusb9 akoru için yapılan Pozitif seçimlerin cinsiyet dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.21: Esusb9 akoru Pozitif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği

Esusb9 akoru negatif seçim-cinsiyet dağılımı grafiği

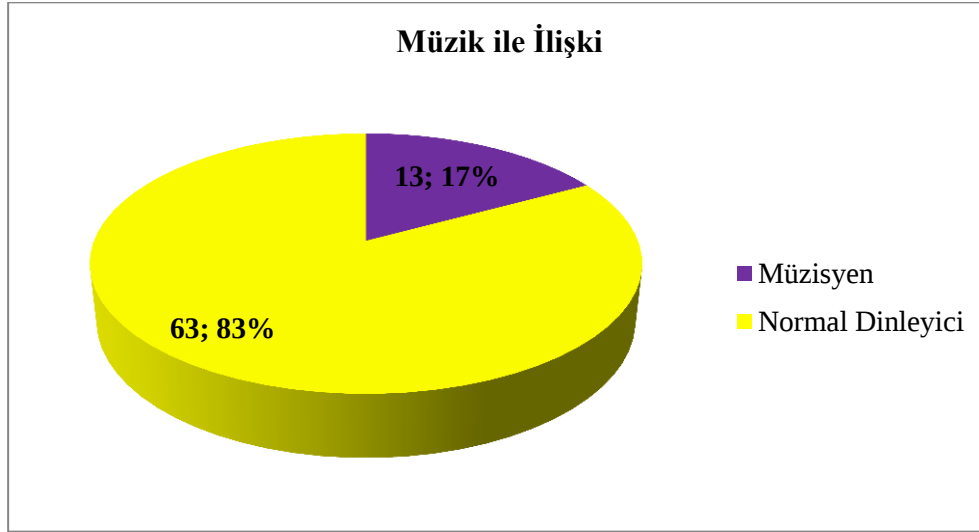
Esusb9 akoru için yapılan Negatif seçimlerin cinsiyet dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.22: Esusb9 akoru Negatif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği

Esusb9 akoru pozitif seçim-müzik ile ilişki dağılımı grafiği

Esusb9 akoru için yapılan Pozitif seçimlerin müzik ile ilişki dağılımı belirtilmiştir.

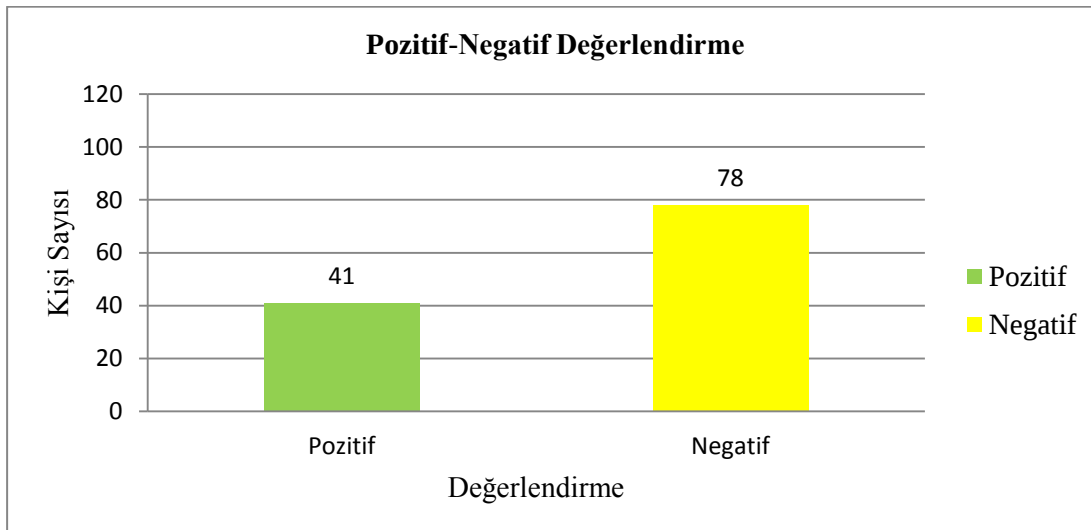


Şekil A.23: Esusb9 akoru Pozitif Seçim-Müzik ile İlişki dağılımı grafiği

v. EbΔ#5 Akor

EbΔ#5 akoru pozitif-negatif değerlendirme grafiği

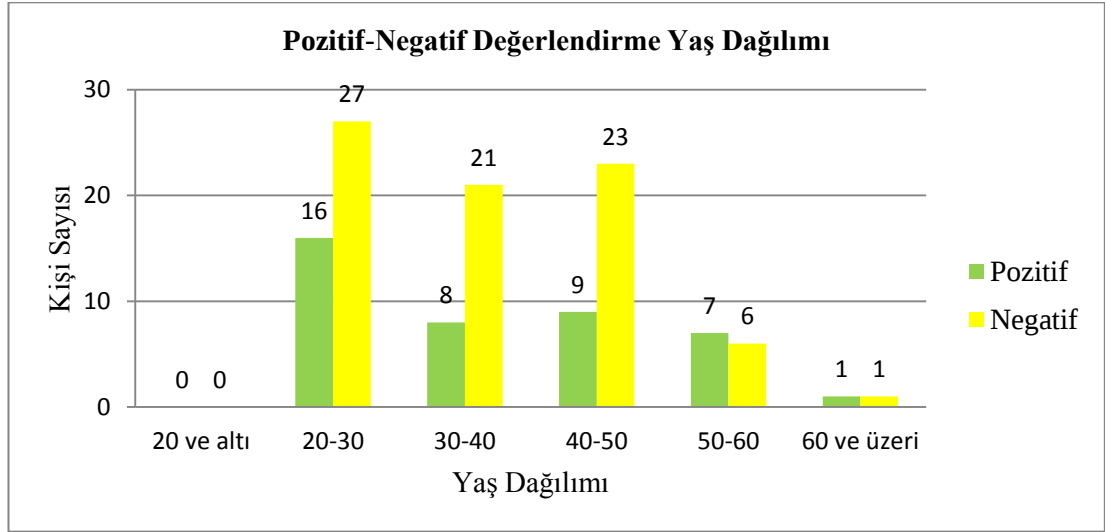
EbΔ#5 akoru için pozitif-negatif değerlendirme dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.24: EbΔ#5 akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği

EbΔ#5 akoru pozitif-negatif değerlendirme yaş dağılımı grafiği

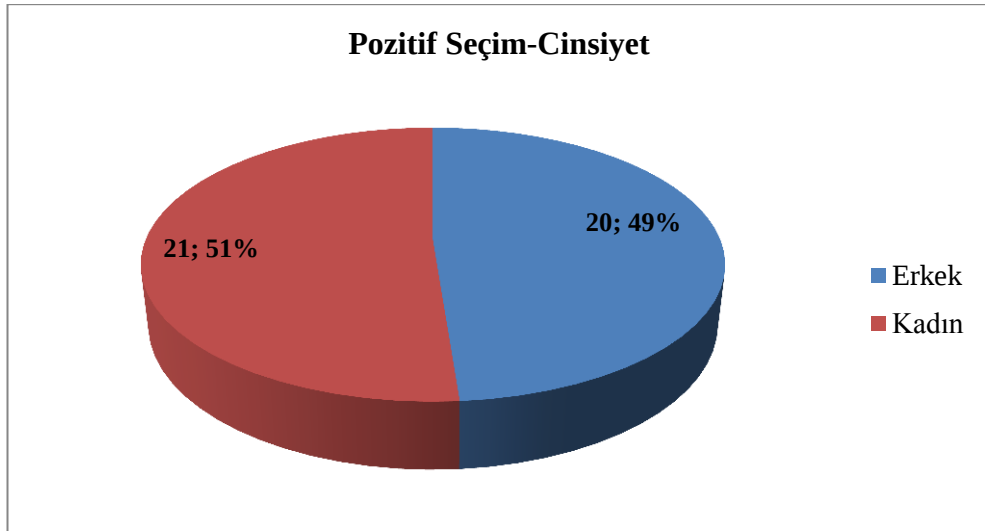
EbΔ#5 akoru için yapılan Pozitif-Negatif seçimlerin yaş dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.25: EbΔ#5 akoru Yaş Dağılımına Göre Pozitif-Negatif Seçim dağılımı grafiği

EbΔ#5 akoru pozitif seçim-cinsiyet dağılımı grafiği

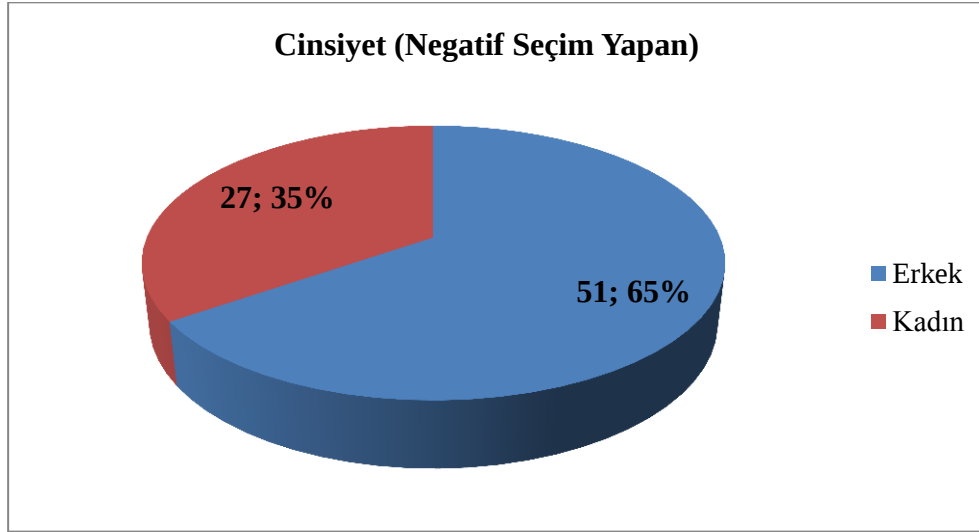
EbΔ#5 akoru için yapılan Pozitif seçimlerin cinsiyet dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.26: EbΔ#5 akoru Pozitif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği

EbΔ#5 akoru negatif seçim-cinsiyet dağılımı grafiği

EbΔ#5 akoru için yapılan Negatif seçimlerin cinsiyet dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.27: EbΔ#5 akoru Negatif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği

EbΔ#5 akoru negatif seçim-müzik ile ilişki dağılımı grafiği

EbΔ#5 akoru için yapılan Negatif seçimlerin müzik ile ilişki dağılımı belirtilmiştir.

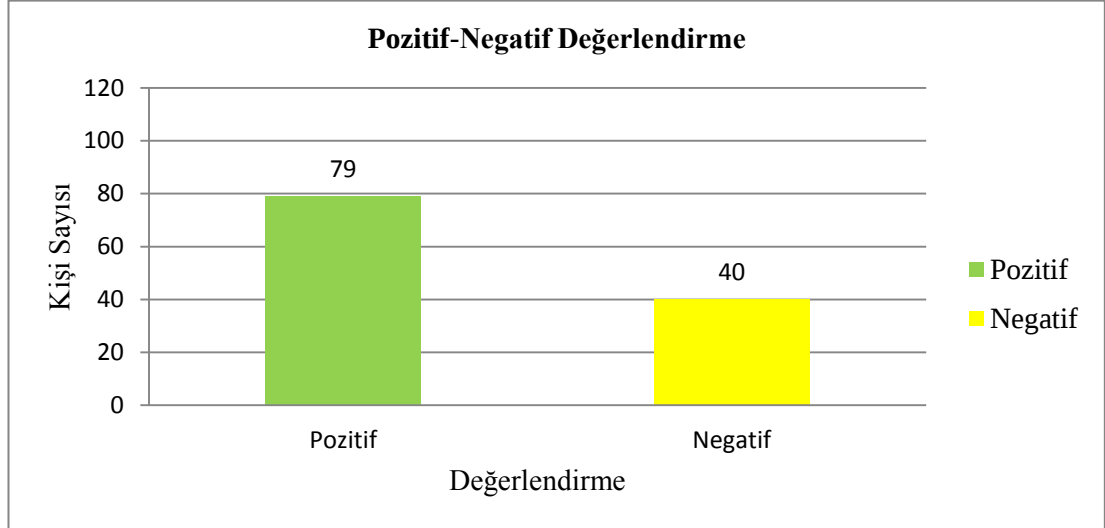


Şekil A.28: EbΔ#5 akoru Negatif Seçim-Müzik ile İlişki dağılımı grafiği

vi. F Δ #4 Akor

F Δ #4 akoru pozitif-negatif değerlendirme grafiği

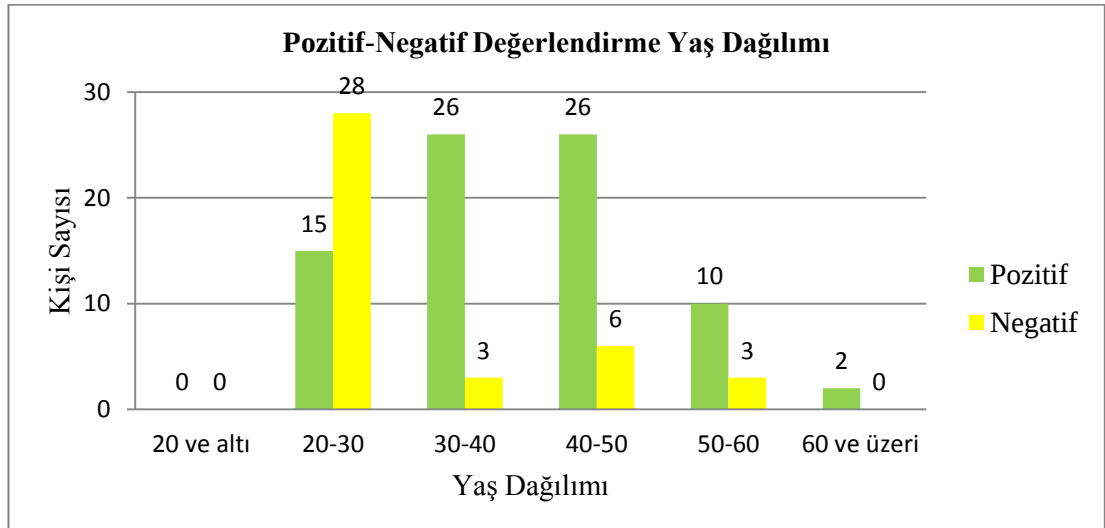
F Δ #4 akoru için pozitif-negatif değerlendirme dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.29: F Δ #4 akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği

F Δ #4 akoru pozitif-negatif değerlendirme yaş dağılımı grafiği

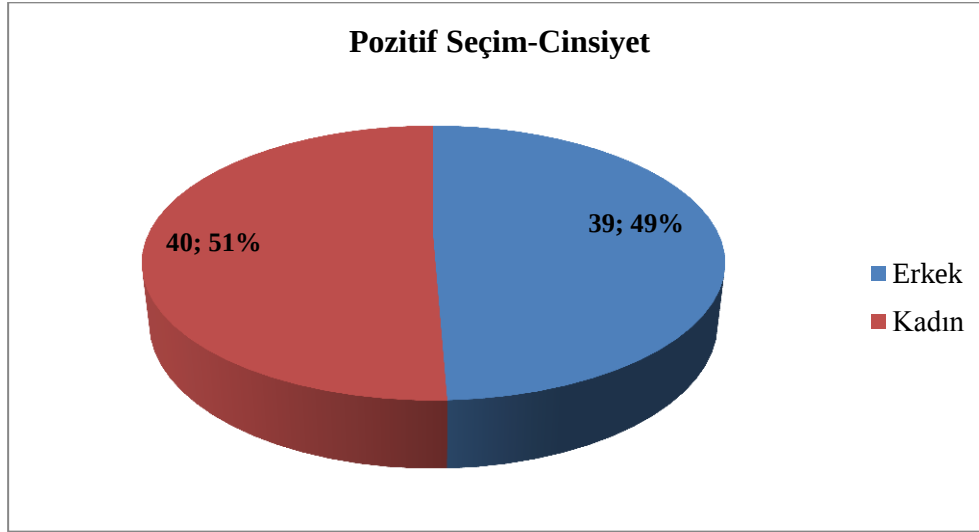
F Δ #4 akoru için yapılan Pozitif-Negatif seçimlerin yaş dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.30: F Δ #4 akoru Yaş Dağılımına Göre Pozitif-Negatif Seçim dağılımı grafiği

FΔ#4 akoru pozitif seçim-cinsiyet dağılımı grafiği

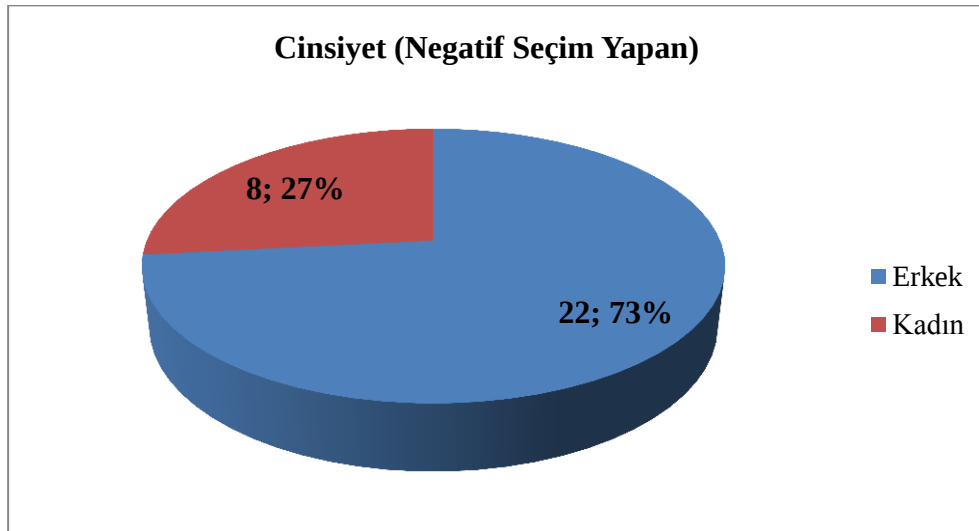
FΔ#4 akoru için yapılan Pozitif seçimlerin cinsiyet dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.31: FΔ#4 akoru Pozitif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği

FΔ#4 akoru negatif seçim-cinsiyet dağılımı grafiği

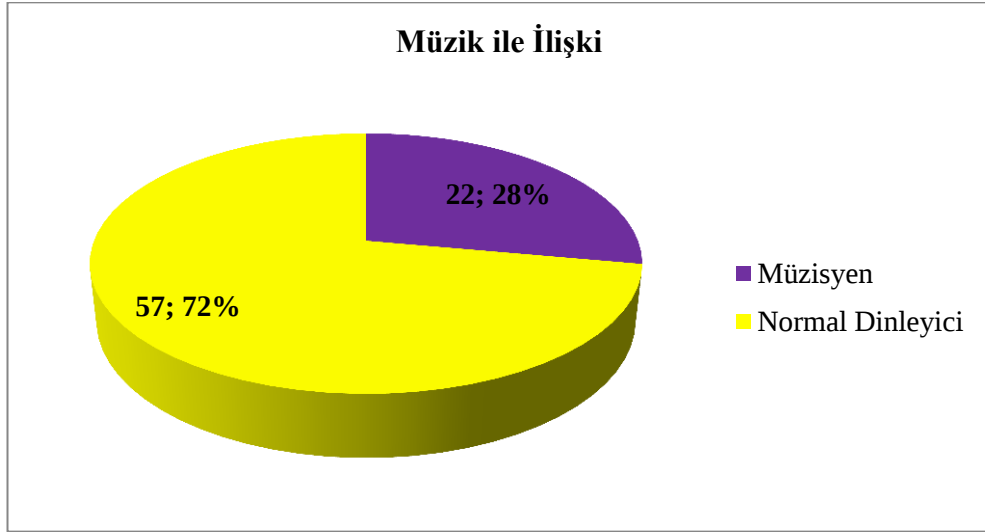
FΔ#4 akoru için yapılan Negatif seçimlerin cinsiyet dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.32: FΔ#4 akoru Negatif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği

FΔ#4 akoru pozitif seçim-müzik ile ilişki dağılımı grafiği

FΔ#4 akoru için yapılan Pozitif seçimlerin müzik ile ilişki dağılımı belirtilmiştir.

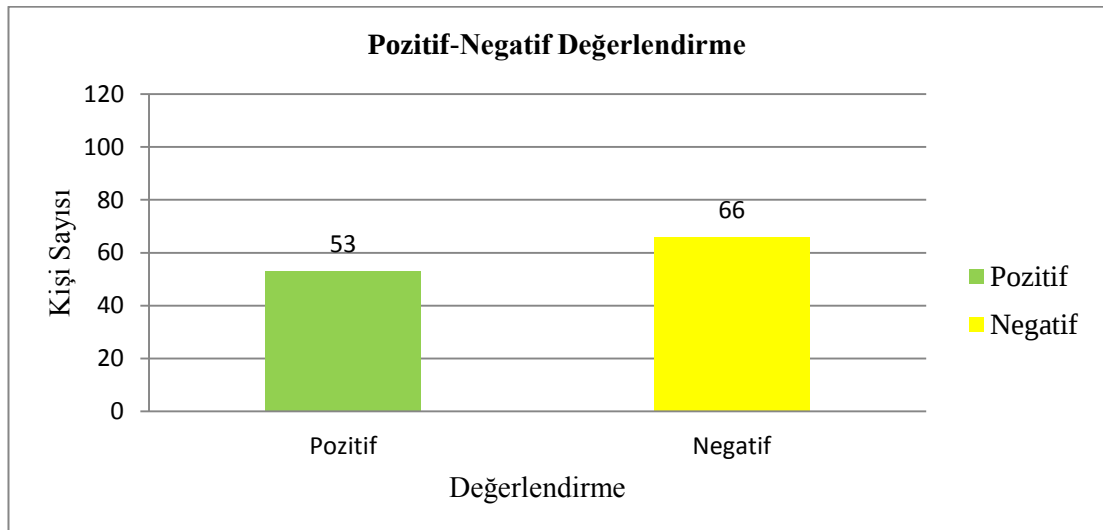


Şekil A.33: FΔ#4 akoru Pozitif Seçim-Müzik ile İlişki dağılımı grafiği

vii. F7#11 Akor

F7#11 akoru pozitif-negatif değerlendirme grafiği

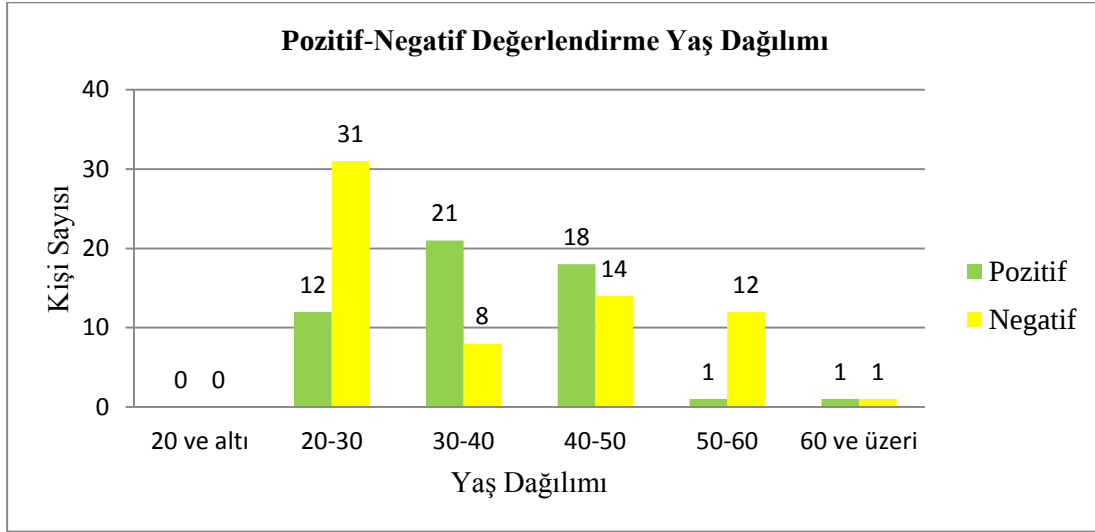
F7#11 akoru için pozitif-negatif değerlendirme dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.34: F7#11 akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği

F7#11 akoru pozitif-negatif değerlendirme yaş dağılımı grafiği

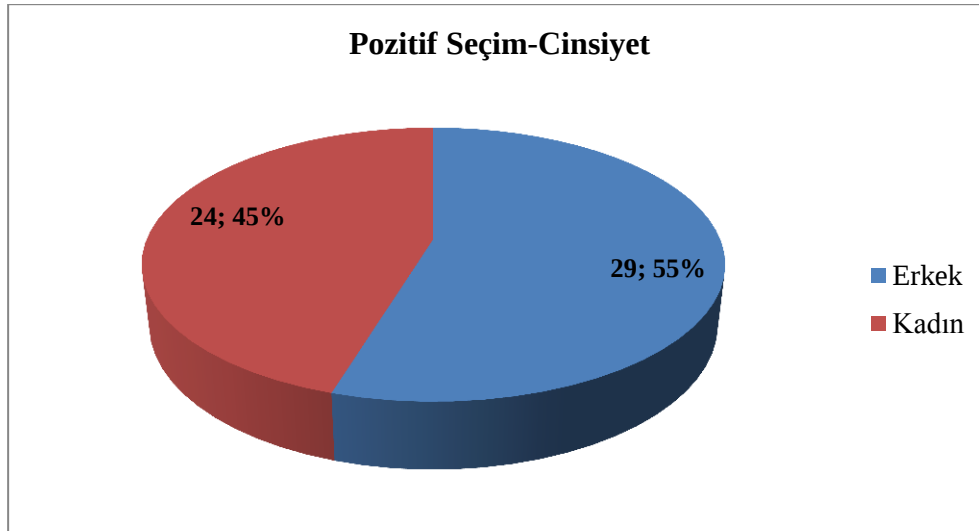
F7#11 akoru için yapılan Pozitif-Negatif seçimlerin yaş dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.35: F7#11 akoru Yaş Dağılımına Göre Pozitif-Negatif Seçim dağılımı grafiği

F7#11 akoru pozitif seçim-cinsiyet dağılımı grafiği

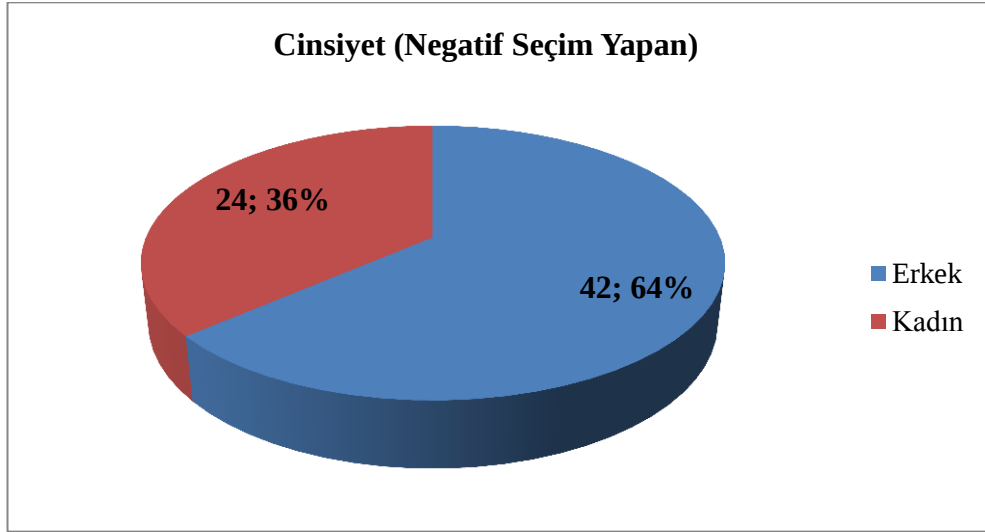
F7#11 akoru için yapılan Pozitif seçimlerin cinsiyet dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.36: F7#11 akoru Pozitif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği

F7#11 negatif seçim-cinsiyet dağılımı grafiği

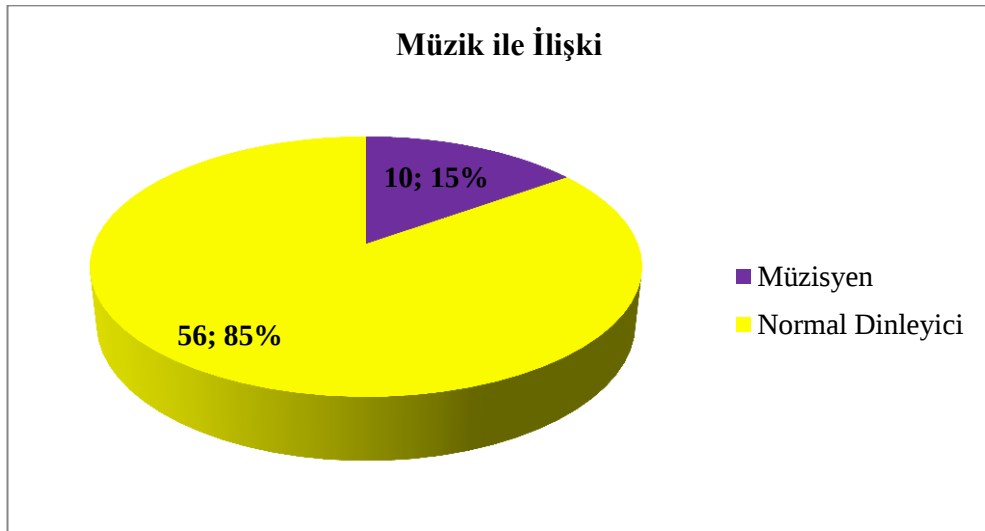
F7#11 akoru için yapılan Negatif seçimlerin cinsiyet dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.37: F7#11 akoru Negatif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği

F7#11 negatif seçim-müzik ile ilişki dağılımı grafiği

F7#11 akoru için yapılan Negatif seçimlerin müzik ile ilişki dağılımı belirtilmiştir.

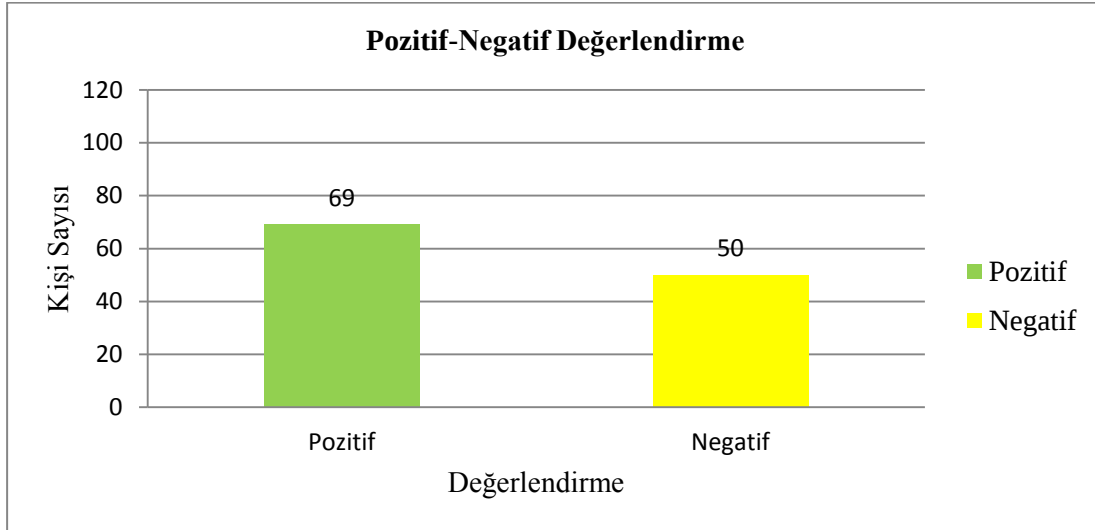


Şekil A.38: F7#11 akoru Negatif Seçim-Müzik ile İlişki dağılımı grafiği

viii. G7 Akor

G7 akoru pozitif-negatif değerlendirme grafiği

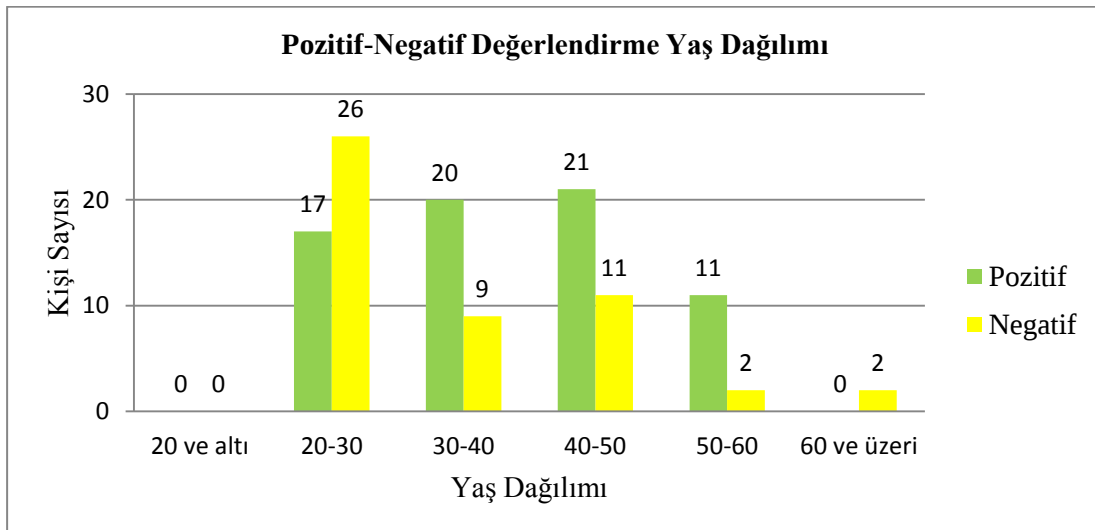
G7 akoru için pozitif-negatif değerlendirme dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.39: G7 akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği

G7 akoru pozitif-negatif değerlendirme yaş dağılımı grafiği

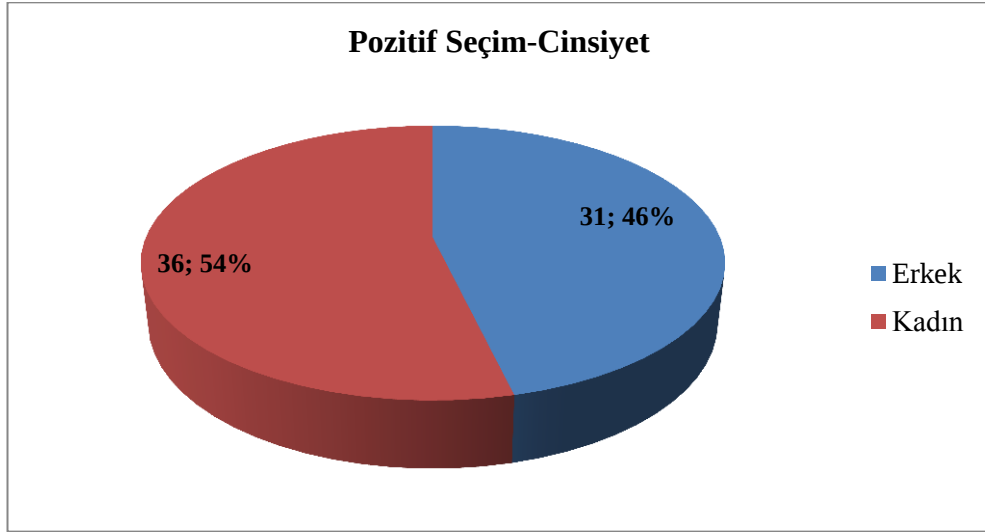
G7 akoru için yapılan Pozitif-Negatif seçimlerin yaş dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.40: G7 akoru Yaş Dağılımına Göre Pozitif-Negatif Seçim dağılımı grafiği

G7 akoru pozitif seçim-cinsiyet dağılımı grafiği

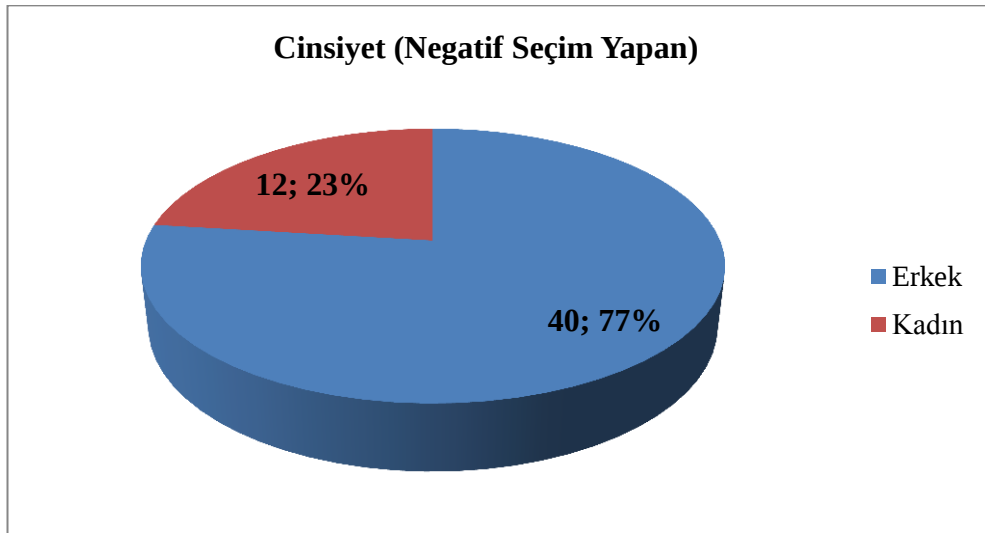
G7 akoru için yapılan Pozitif seçimlerin cinsiyet dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.41: G7 akoru Pozitif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği

G7 negatif seçim-cinsiyet dağılımı grafiği

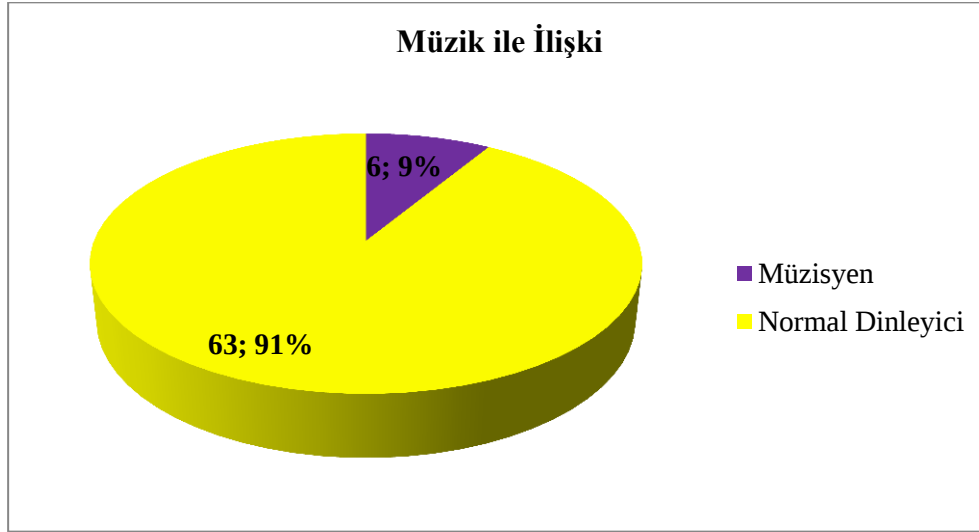
G7 akoru için yapılan Negatif seçimlerin cinsiyet dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.42: G7 akoru Negatif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği

G7 akoru pozitif seçim-müzik ile ilişki dağılımı grafiği

G7 akoru için yapılan Pozitif seçimlerin müzik ile ilişki dağılımı belirtilmiştir.

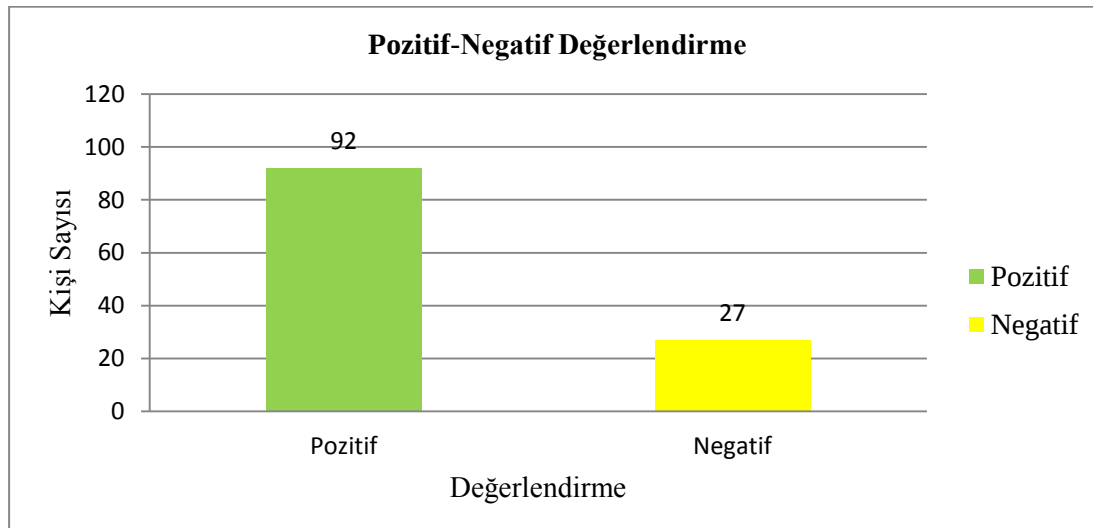


Şekil A.43: G7 akoru Pozitif Seçim-Müzik ile İlişki dağılımı grafiği

ix. Gsus Akor

Gsus akoru pozitif-negatif değerlendirme grafiği

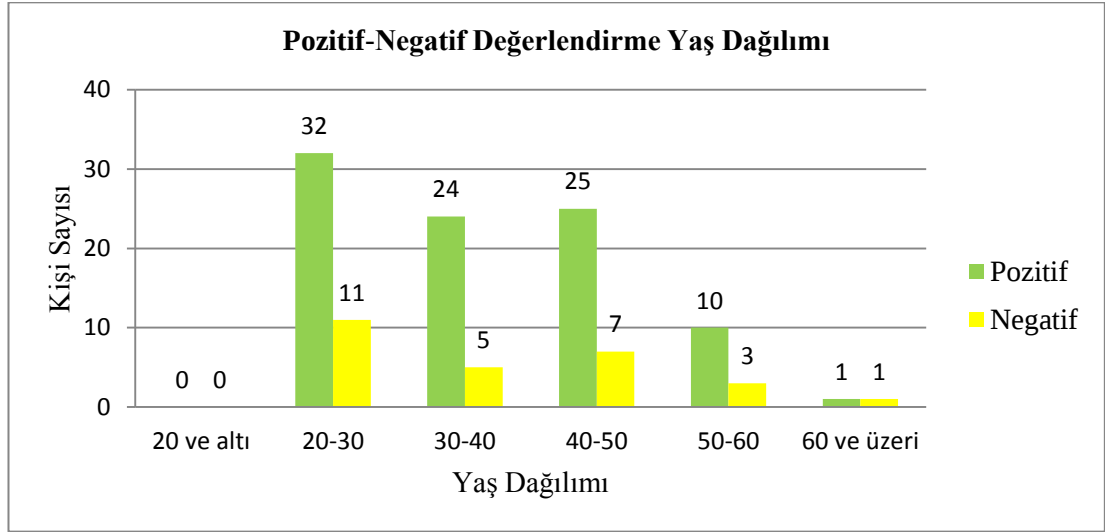
Gsus akoru için pozitif-negatif değerlendirme dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.44: Gsus akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği

Gsus akoru pozitif-negatif değerlendirme yaş dağılımı grafiği

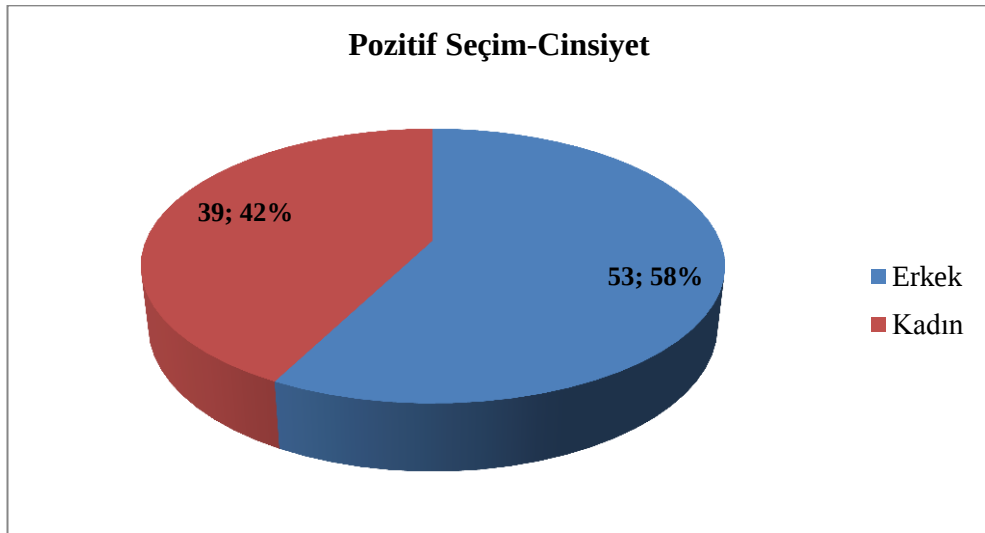
Gsus akoru için yapılan Pozitif-Negatif seçimlerin yaş dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.45: Gsus akoru Yaş Dağılımına Göre Pozitif-Negatif Seçim dağılımı grafiği

Gsus akoru pozitif seçim-cinsiyet dağılımı grafiği

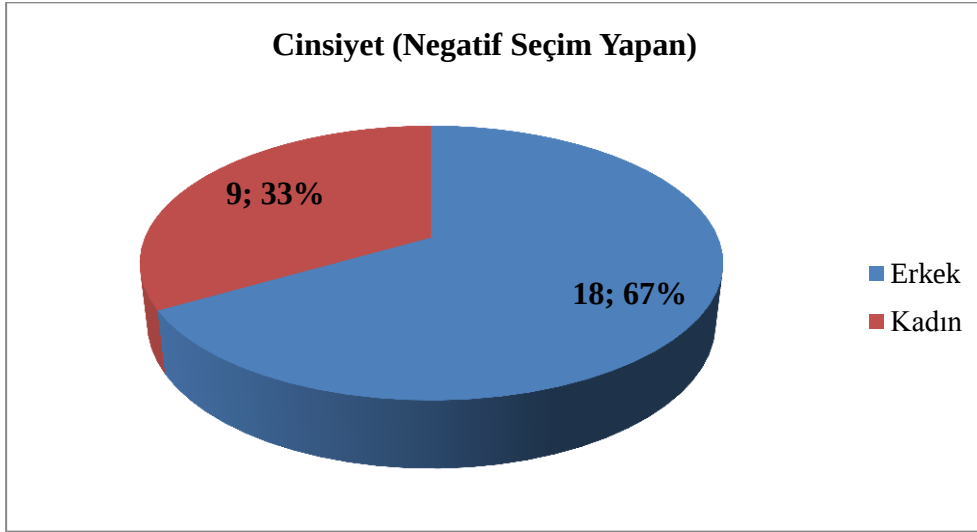
Gsus akoru için yapılan Pozitif seçimlerin cinsiyet dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.46: Gsus akoru Pozitif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği

Gsus akoru negatif seçim-cinsiyet dağılımı grafiği

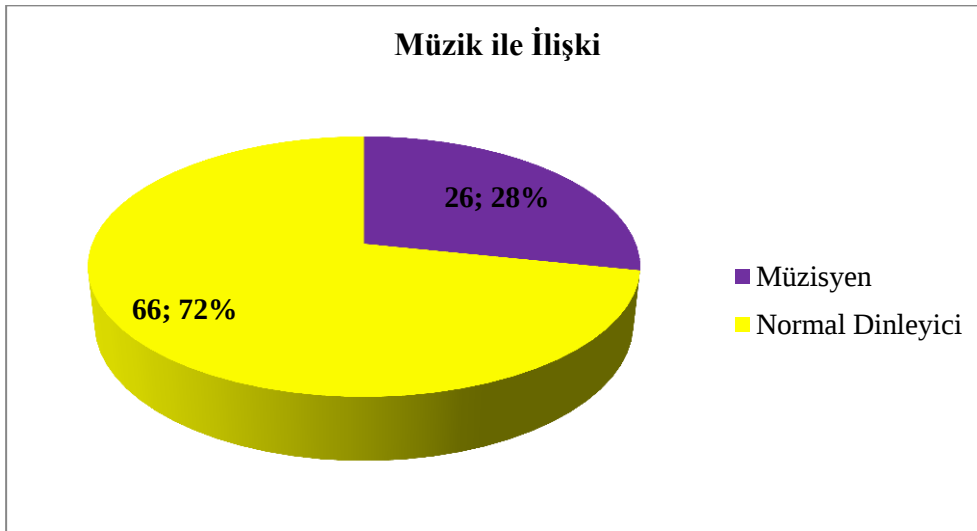
Gsus akoru için yapılan Negatif seçimlerin cinsiyet dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.47: Gsus akoru Negatif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği

Gsus pozitif seçim-müzik ile ilişki dağılımı grafiği

Gsus akoru için yapılan Pozitif seçimlerin müzik ile ilişki dağılımı belirtilmiştir.

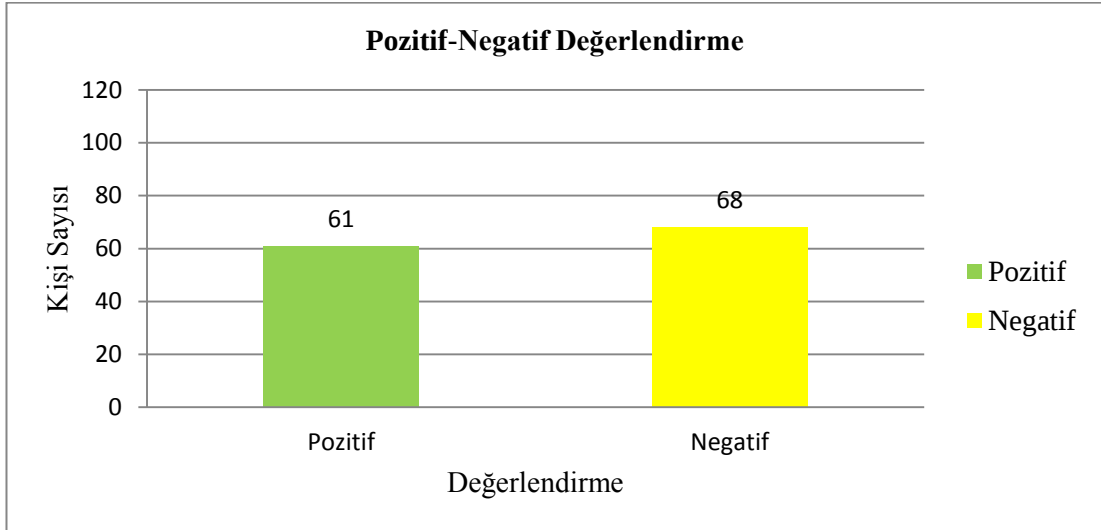


Şekil A.48: Gsus akoru Pozitif Seçim-Müzik ile İlişki dağılımı grafiği

x. Amin7b6 Akor

Amin7b6 akoru pozitif-negatif değerlendirme grafiği

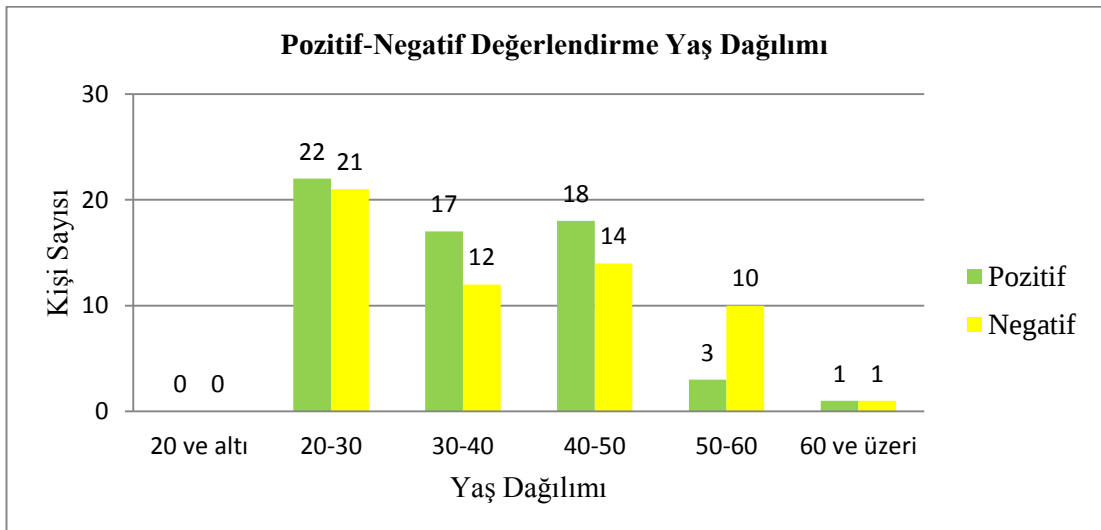
Amin7b6 akoru için pozitif-negatif değerlendirme dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.49: Amin7b6 akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği

Amin7b6 akoru pozitif-negatif değerlendirme yaş dağılımı grafiği

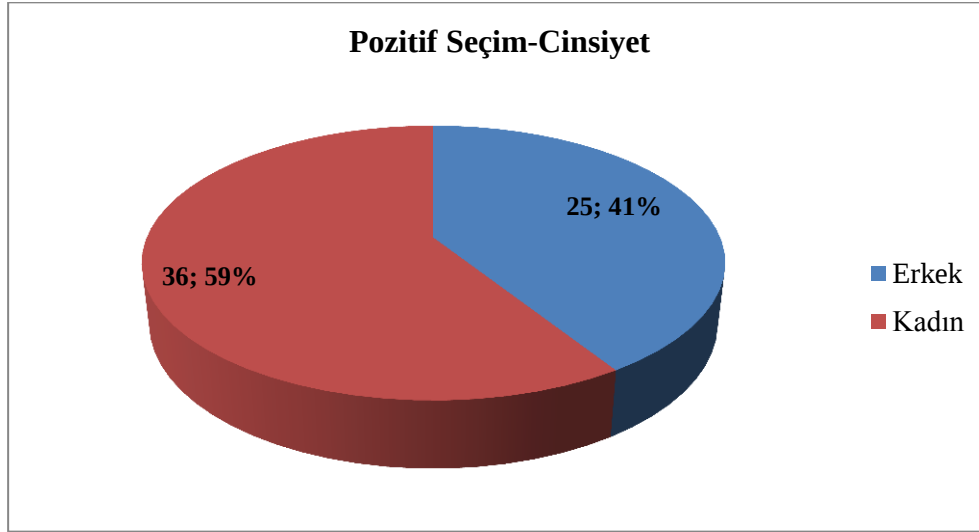
Amin7b6 akoru için yapılan Pozitif-Negatif seçimlerin yaş dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.50: Amin7b6 akoru Yaş Dağılımına Göre Pozitif-Negatif Seçim dağılımı grafiği

Amin7b6 akoru pozitif seçim-cinsiyet dağılımı grafiği

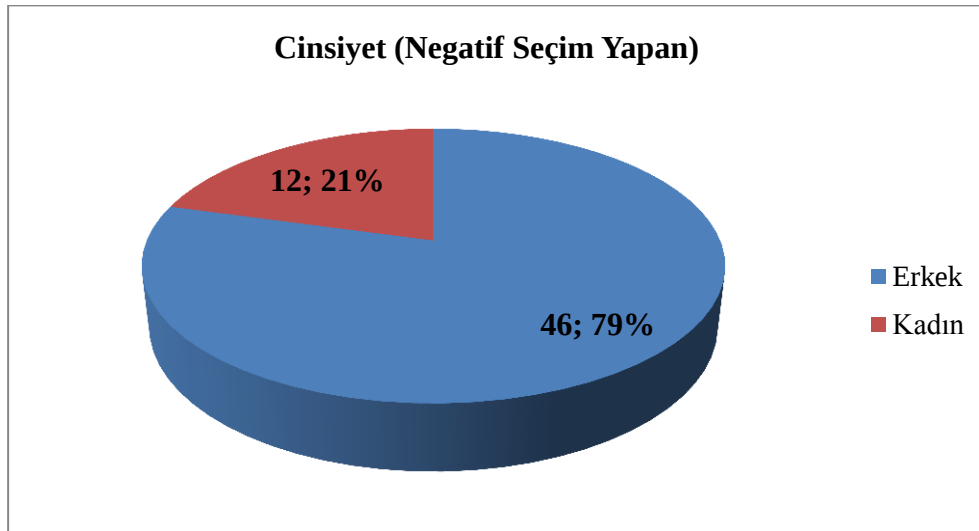
Amin7b6 akoru için yapılan Pozitif seçimlerin cinsiyet dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.51: Amin7b6 akoru Pozitif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği

Amin7b6 negatif seçim-cinsiyet dağılımı grafiği

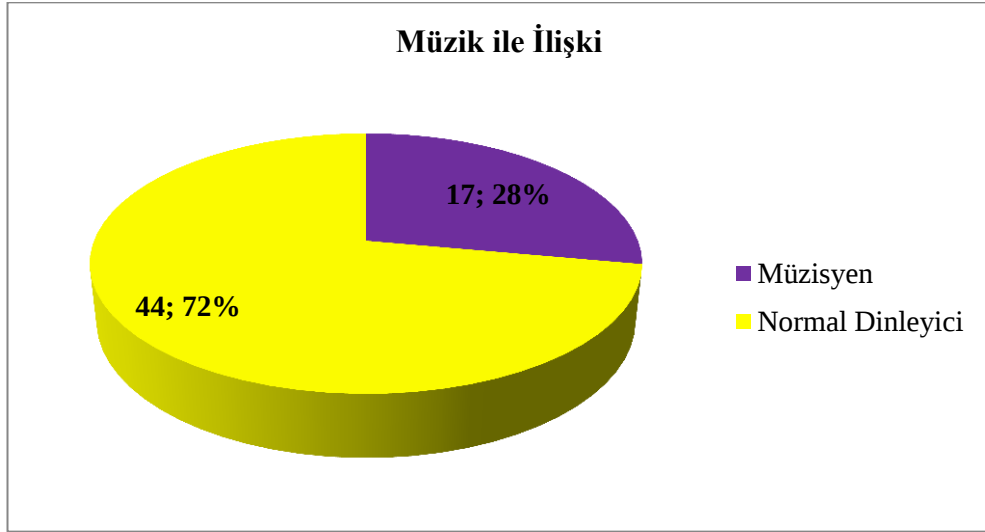
Amin7b6 akoru için yapılan Negatif seçimlerin cinsiyet dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.52: Amin7b6 akoru Negatif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği

Amin7b6 pozitif seçim-müzik ile ilişki dağılımı grafiği

Amin7b6 akoru için yapılan Pozitif seçimlerin müzik ile ilişki dağılımı belirtilmiştir.

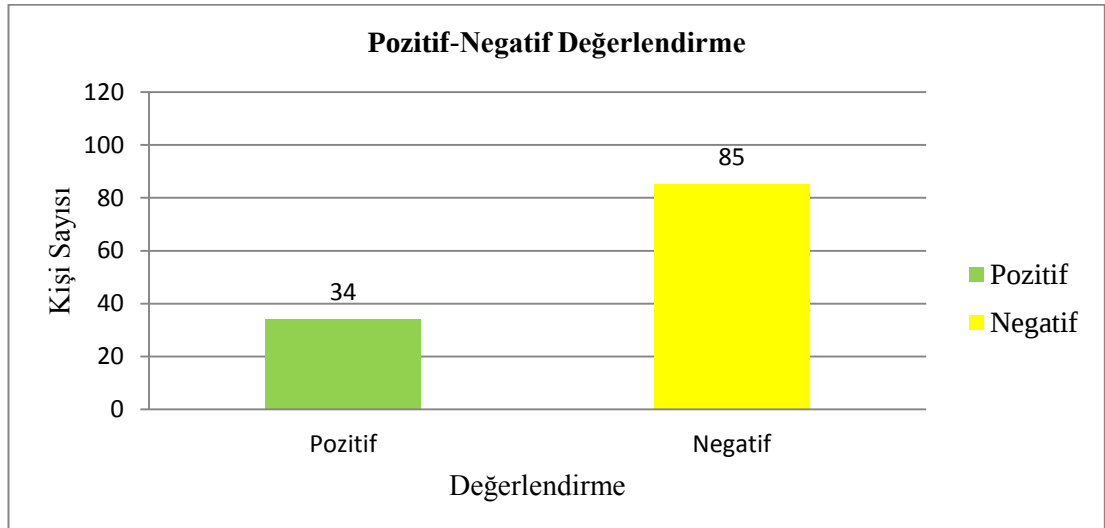


Şekil A.53: Amin7b6 akoru Pozitif Seçim-Müzik ile İlişki dağılımı grafiği

xi. Bø Akor

Bø akoru pozitif-negatif değerlendirme grafiği

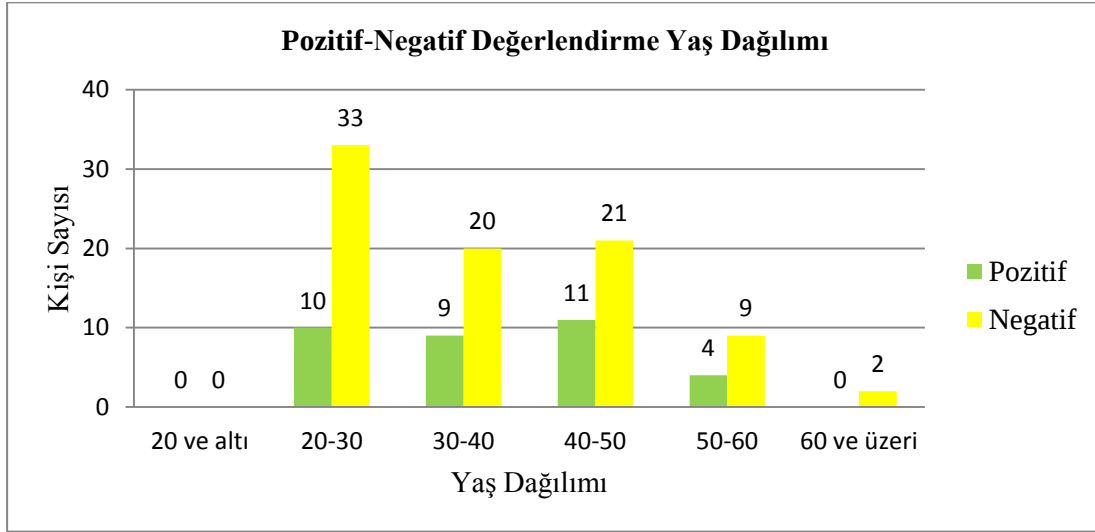
Bø akoru için pozitif-negatif değerlendirme dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.54: Bø akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği

Bø akoru pozitif-negatif değerlendirme yaş dağılımı grafiği

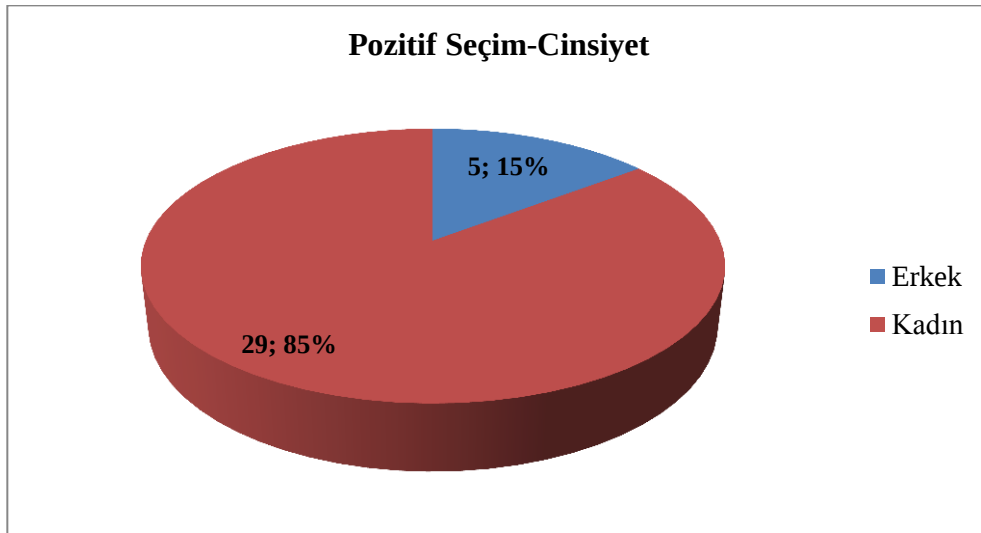
Bø akoru için yapılan Pozitif-Negatif seçimlerin yaş dağılımı belirtilmiştir.



şekil A.55: Bø akoru Yaş Dağılımına Gøre Pozitif-Negatif Seçim dağılımı grafiği

Bø akoru pozitif seçim-cinsiyet dağılımı grafiği

Bø akoru için yapılan Pozitif seçimlerin cinsiyet dağılımı belirtilmiştir.

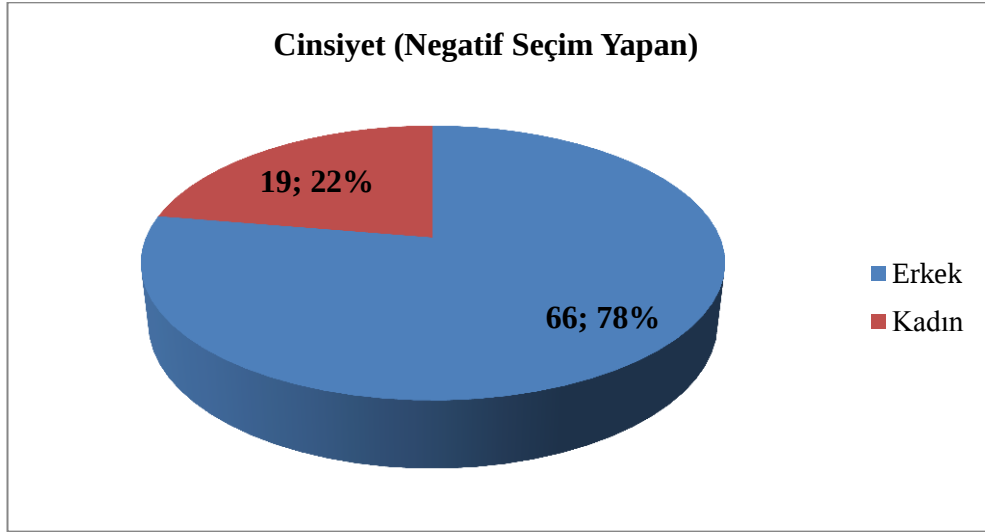


şekil A.56: Bø akoru Pozitif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği

şekil

B₂ negatif seçim-cinsiyet dağılımı grafiği

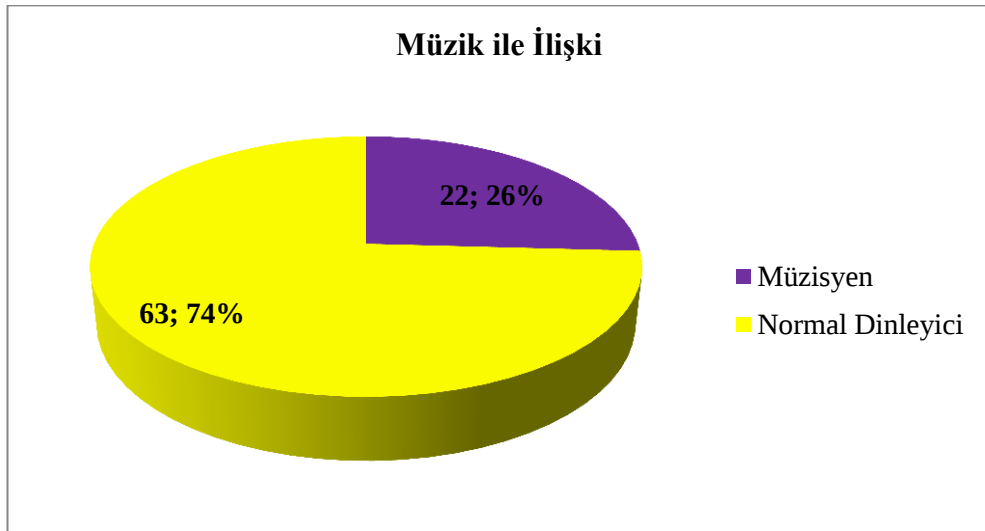
B₂ akoru için yapılan Negatif seçimlerin cinsiyet dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.57: B₂ akoru Negatif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği

B₂ negatif seçim-müzik ile ilişki dağılımı grafiği

B₂ akoru için yapılan Negatif seçimlerin müzik ile ilişki dağılımı belirtilmiştir.

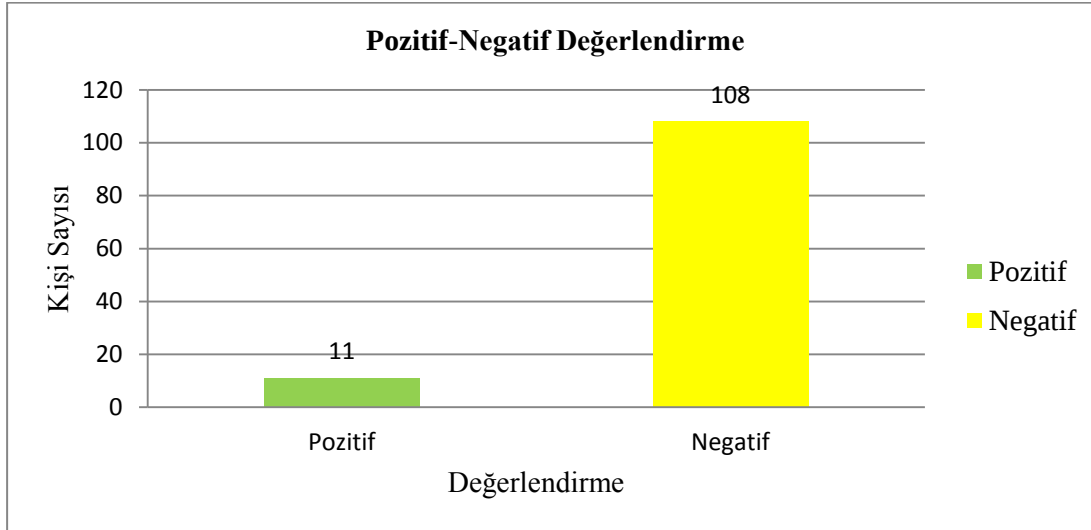


Şekil A.58: B₂ akoru Negatif Seçim-Müzik ile İlişki dağılımı grafiği

xii. B7alt Akor

B7alt akoru pozitif-negatif değerlendirme grafiği

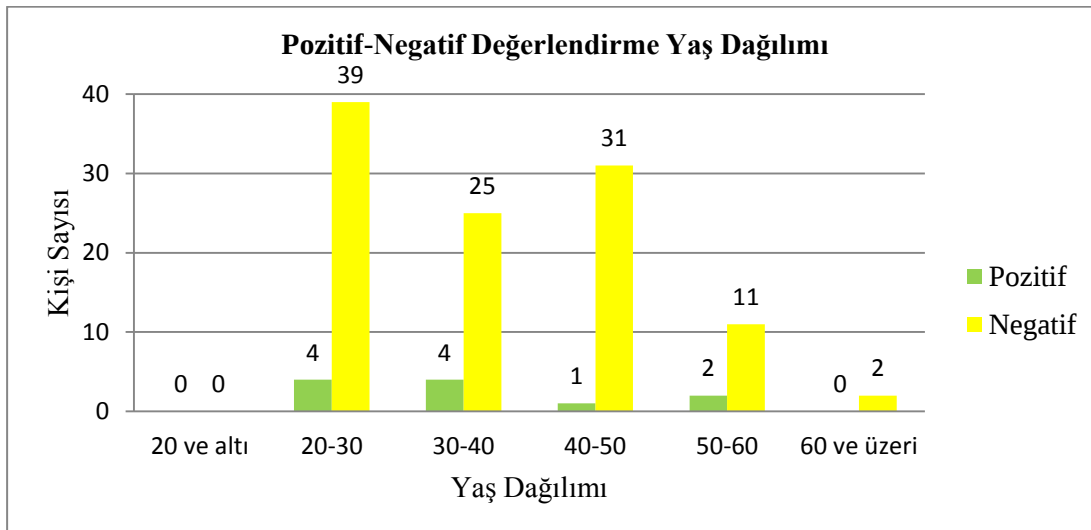
B7alt akoru için pozitif-negatif değerlendirme dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.59: B7alt akoru Pozitif-Negatif Değerlendirme dağılımı grafiği

B7alt akoru pozitif-negatif değerlendirme yaş dağılımı grafiği

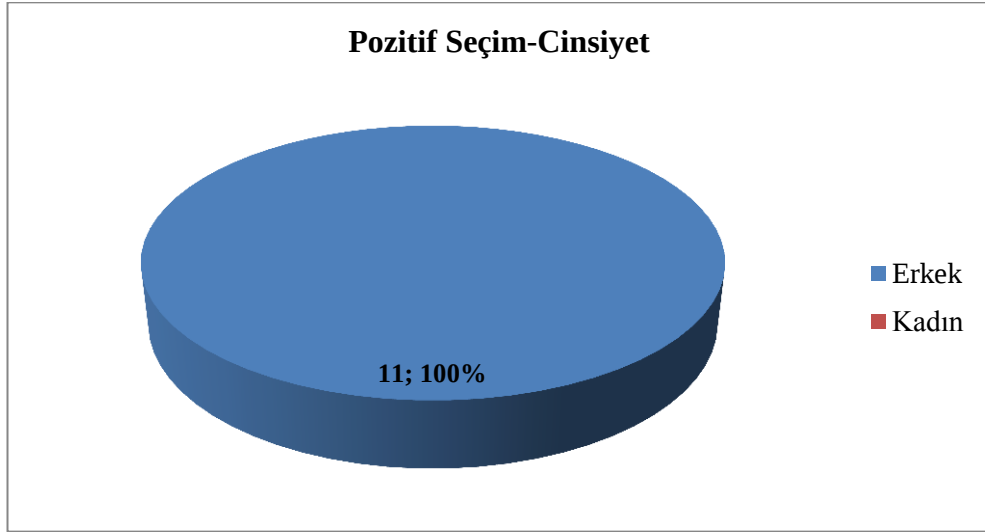
B7alt akoru için yapılan Pozitif-Negatif seçimlerin yaş dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.60: B7alt akoru Yaş Dağılımına Göre Pozitif-Negatif Seçim dağılımı grafiği

B7alt akoru pozitif seçim-cinsiyet dağılımı grafiği

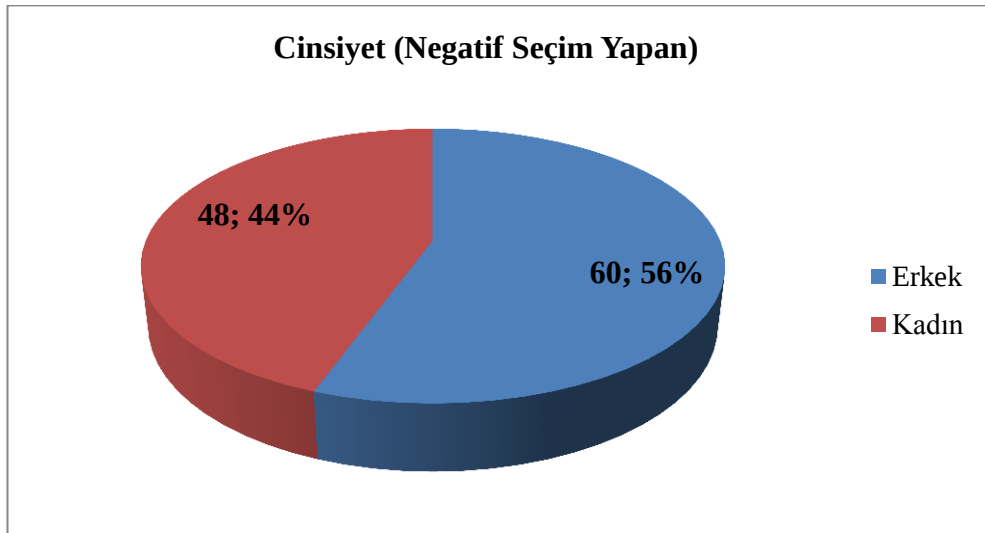
B7alt akoru için yapılan Pozitif seçimlerin cinsiyet dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.61: B7alt akoru Pozitif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği

B7alt negatif seçim-cinsiyet dağılımı grafiği

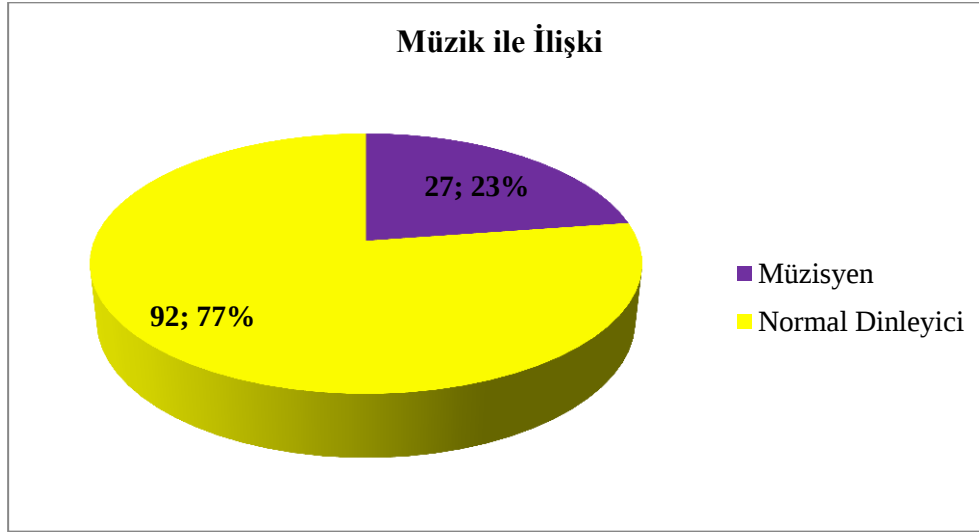
B7alt akoru için yapılan Negatif seçimlerin cinsiyet dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.62: B7alt akoru Negatif Seçim-Cinsiyet dağılımı grafiği

B7alt negatif seçim-müzik ile ilişki dağılımı grafiği

B7alt akoru için yapılan Negatif seçimlerin müzik ile ilişki dağılımı belirtilmiştir.

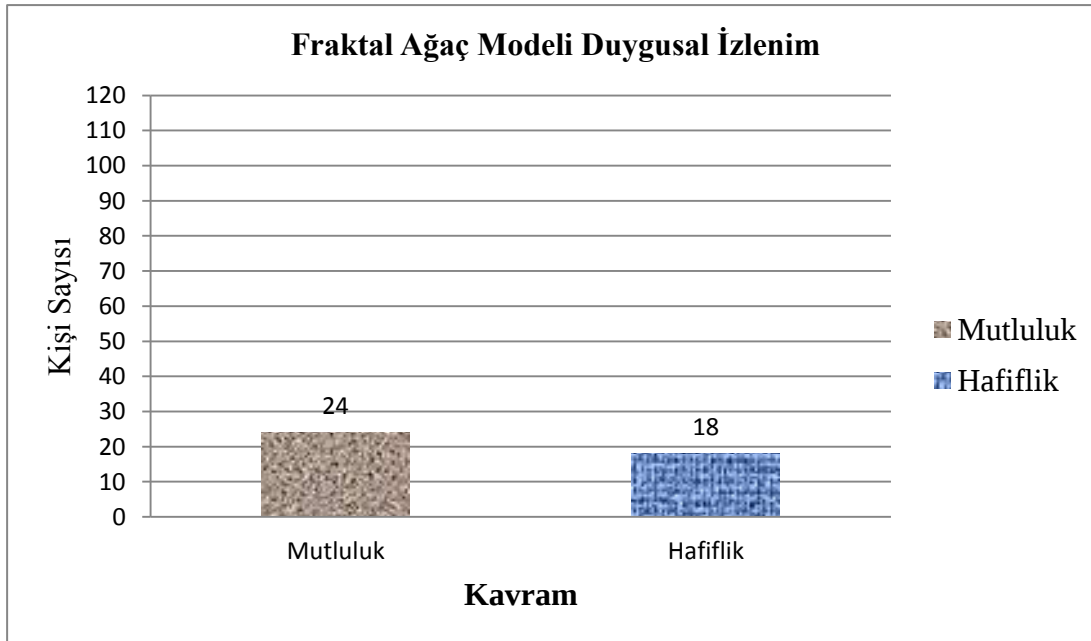


Şekil A.63: B7alt akoru Negatif Seçim-Müzik ile İlişki dağılımı grafiği

Soru 2/ Değerlendirme

i. CΔ Akor

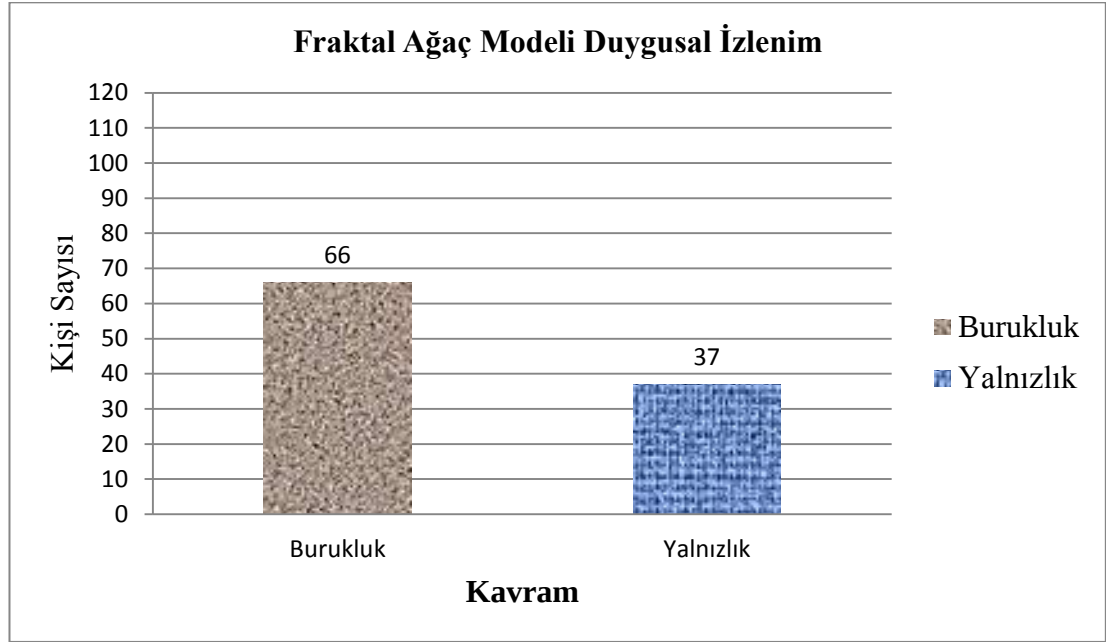
CΔ akoru fraktal ağaç modeli için en çok seçilmiş iki kavram dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.64: CΔ akoru fraktal ağaç modeli kavram dağılımı grafiği

ii. C_Δ Akor

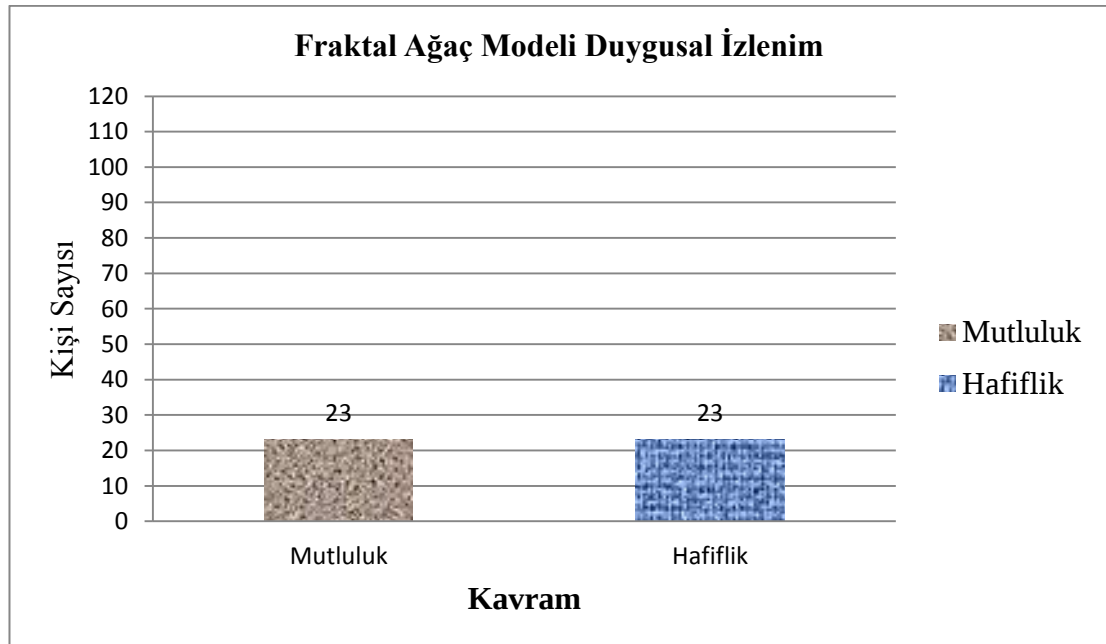
C_Δ akoru fraktal ağaç modeli için en çok seçilmiş iki kavram dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.65: C_Δ akoru fraktal ağaç modeli kavram dağılımı grafiği

iii. Dmin7 Akor

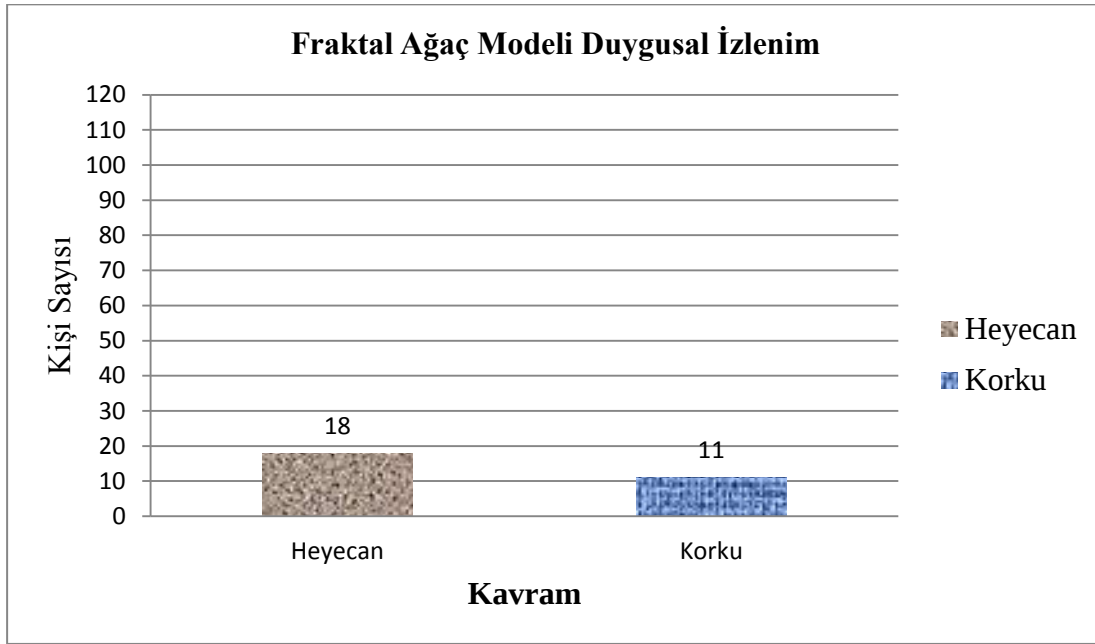
Dmin7 akoru fraktal ağaç modeli için en çok seçilmiş iki kavram dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.66: Dmin7 akoru fraktal ağaç modeli kavram dağılımı grafiği

iv. Esusb9 Akor

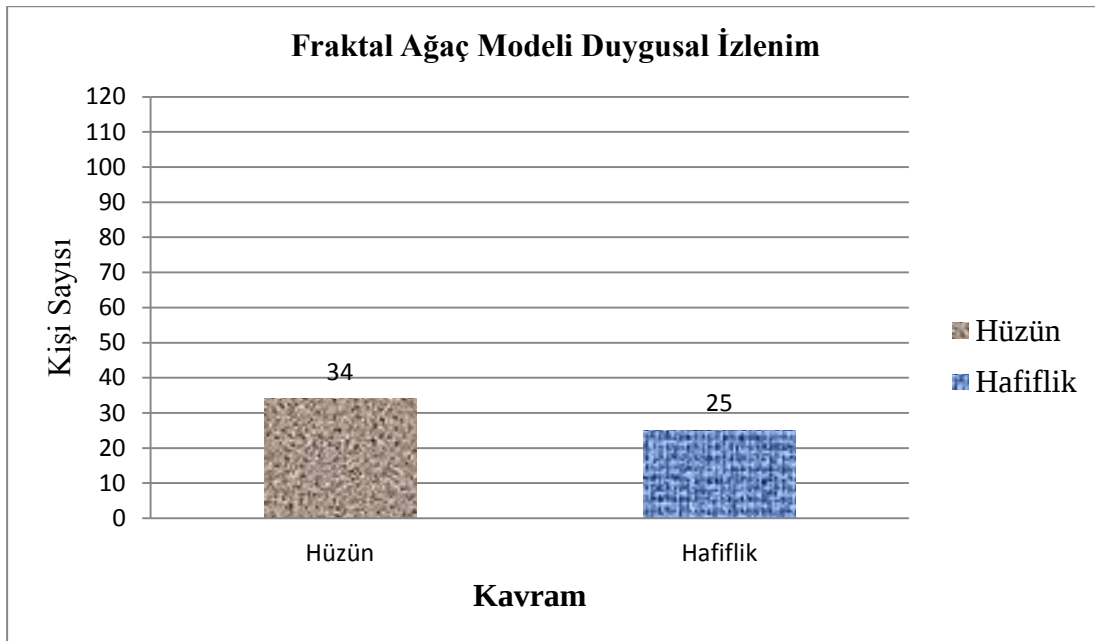
Esusb9 akoru ağaç modeli için en çok seçilmiş iki kavram dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.67: Esusb9 akoru fraktal ağaç modeli kavram dağılımı grafiği

v. EbΔ#5 Akor

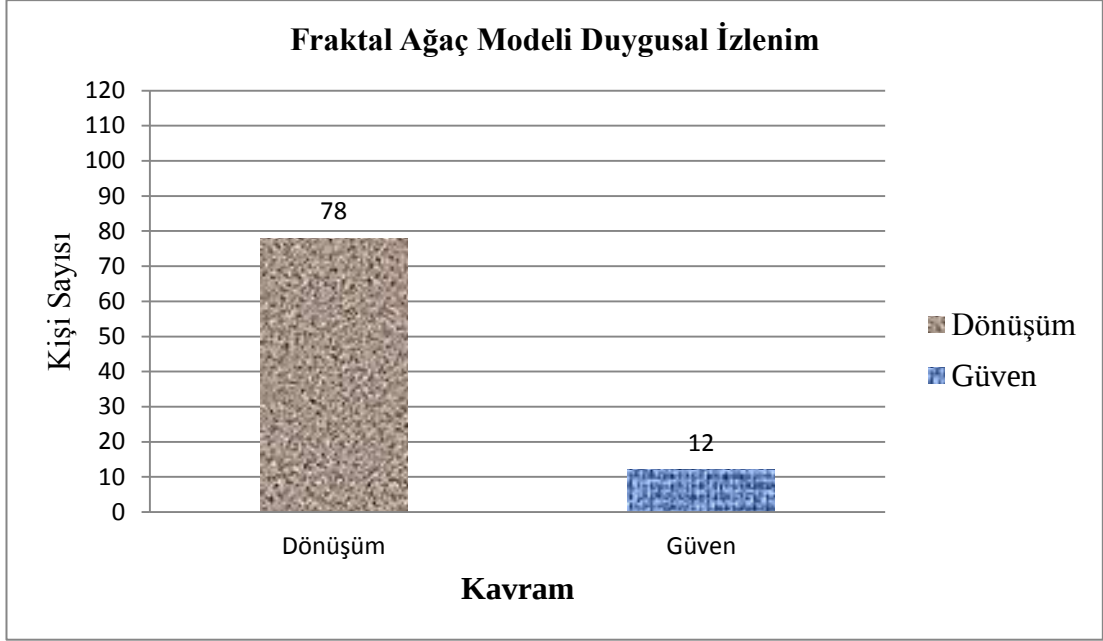
EbΔ#5 akoru fraktal ağaç modeli için en çok seçilmiş iki kavram dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.68: EbΔ#5 akoru fraktal ağaç modeli kavram dağılımı grafiği

vi. F Δ #4 Akor

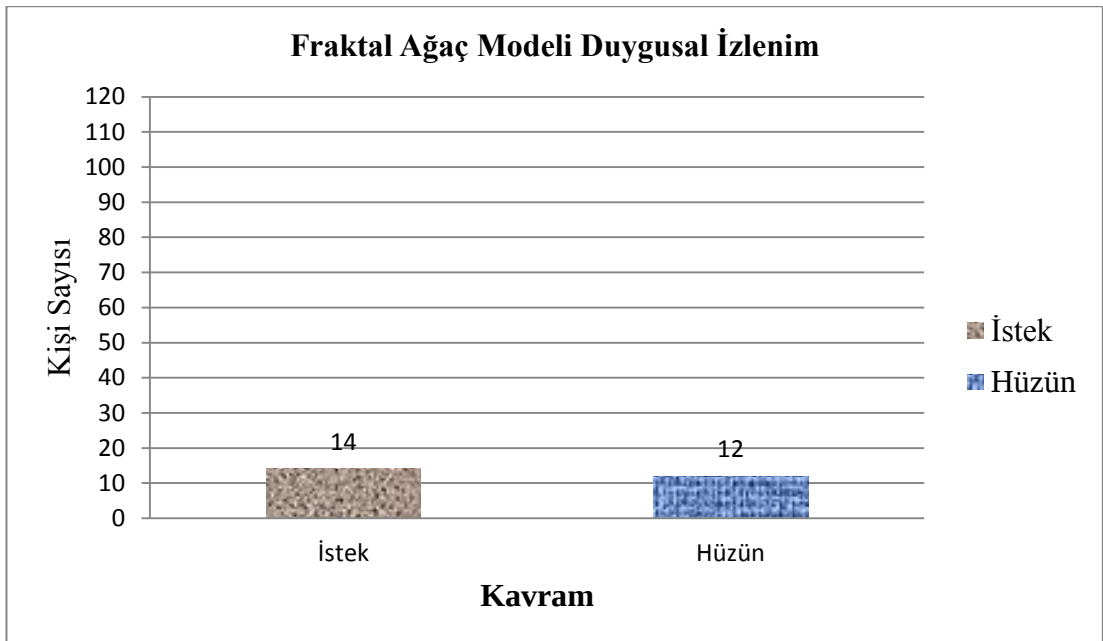
F Δ #4 akoru fraktal ağaç modeli için en çok seçilmiş iki kavram dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.69: F Δ #4 akoru fraktal ağaç modeli kavram dağılımı grafiği

vii. F7#11 Akor

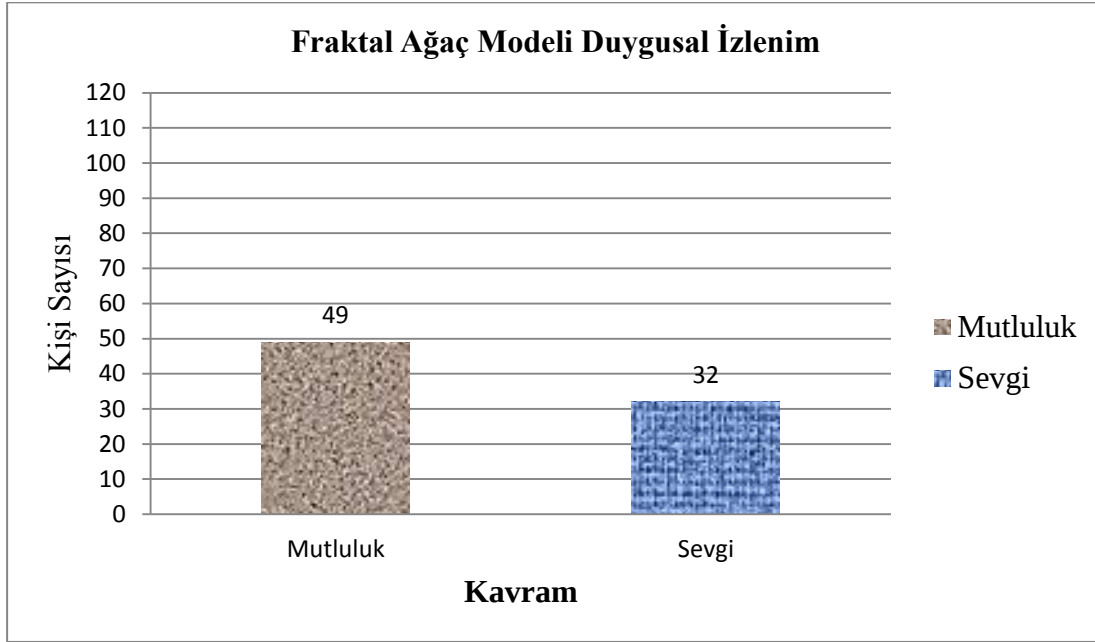
F7#11 akoru ağaç modeli için en çok seçilmiş iki kavram dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.70: F7#11 akoru fraktal ağaç modeli kavram dağılımı grafiği

viii. G7 Akor

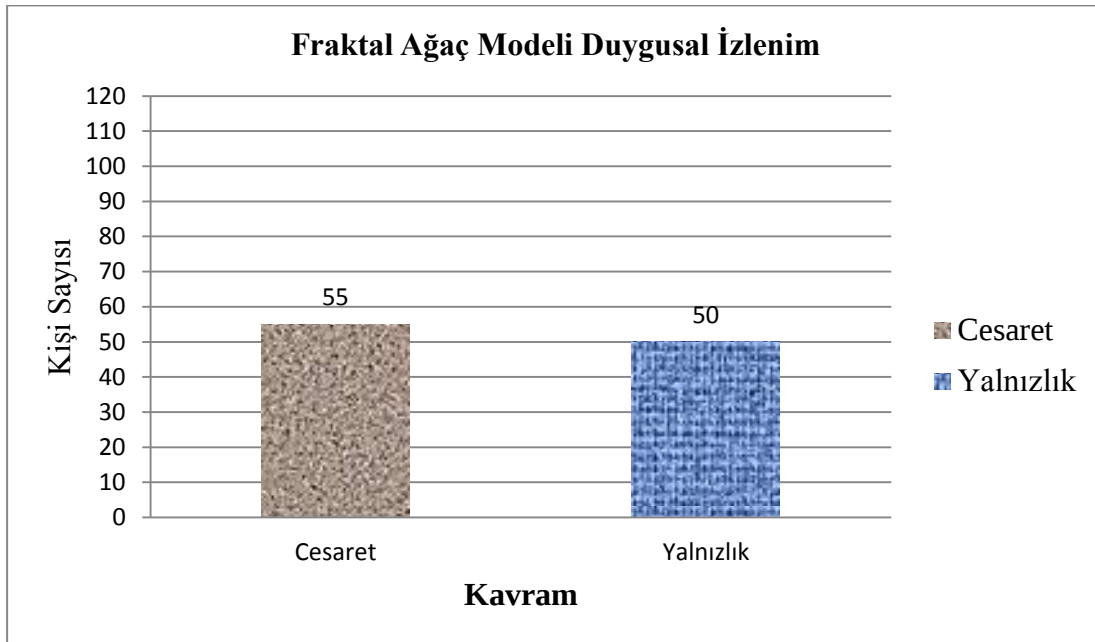
G7 akoru fraktal ağaç modeli için en çok seçilmiş iki kavram dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.71: G7 akoru fraktal ağaç modeli kavram dağılımı grafiği

ix. Gsus Akor

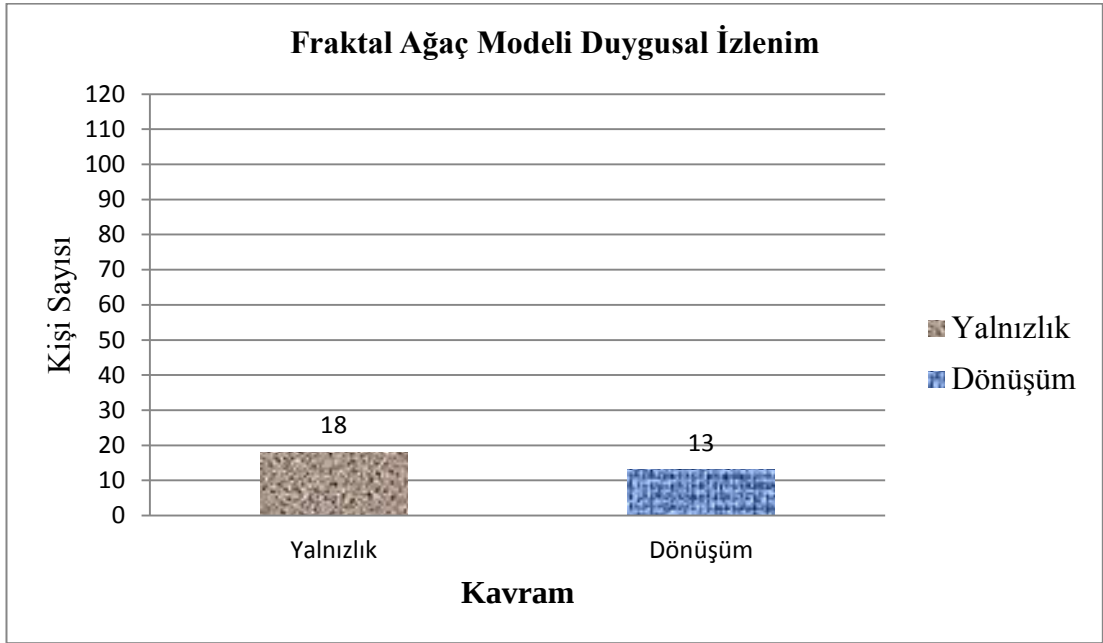
Gsus akoru ağaç modeli için en çok seçilmiş iki kavram dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.72: Gsus akoru fraktal ağaç modeli kavram dağılımı grafiği

x. Amin7b6 Akor

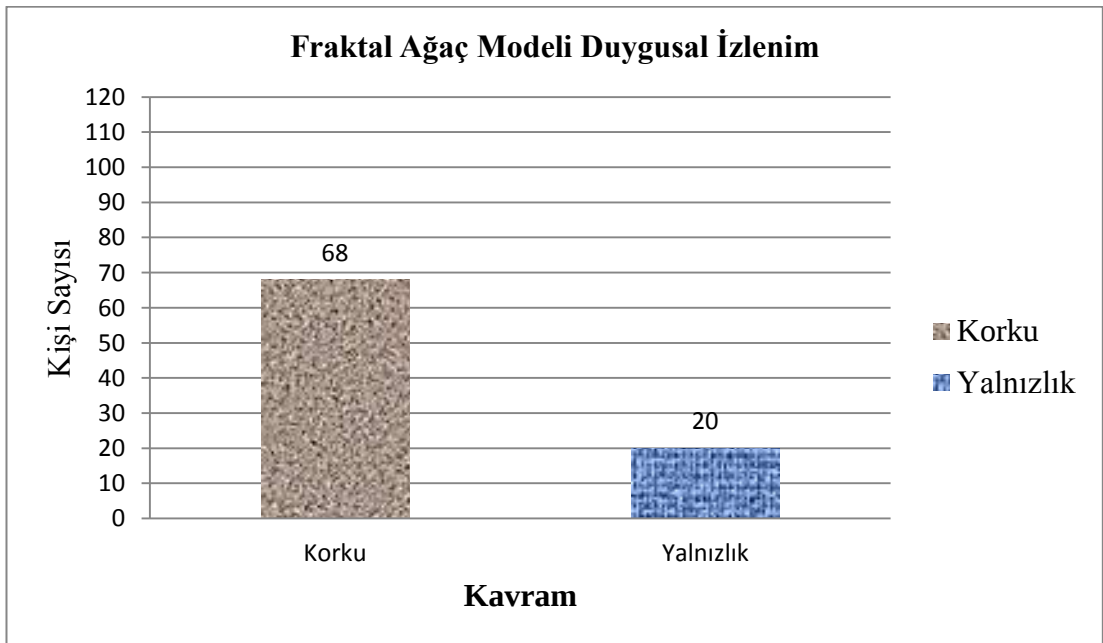
Amin7b6 akoru ağaç modeli için en çok seçilmiş iki kavram dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.73: Amin7b6 akoru fraktal ağaç modeli kavram dağılımı grafiği

xi. Bø Akor

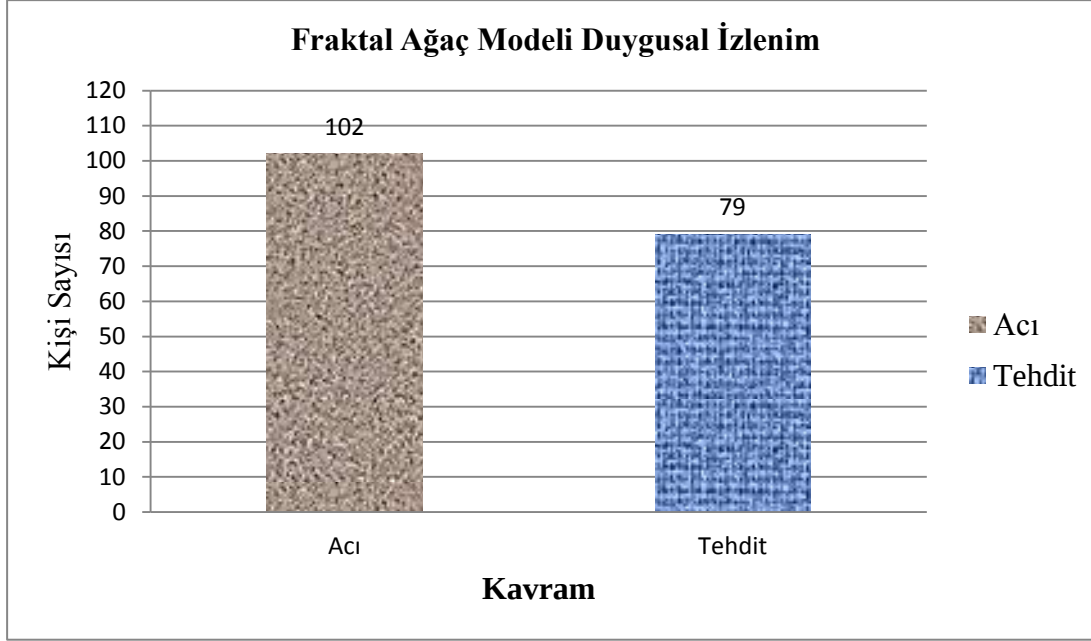
Bø akoru fraktal ağaç modeli için en çok seçilmiş iki kavram dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.74: Bø akoru fraktal ağaç modeli kavram dağılımı grafiği

xii. B7alt Akor

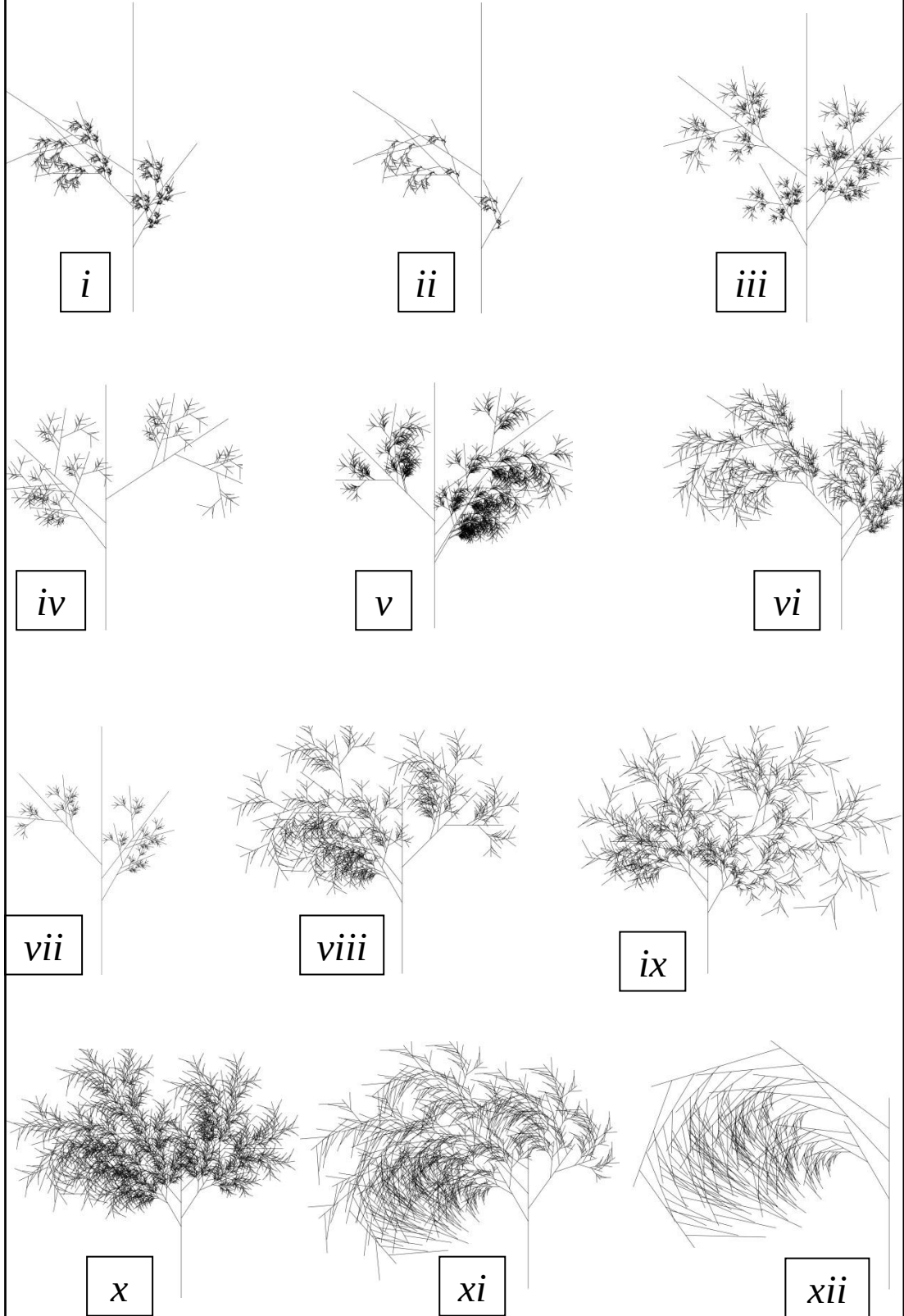
B7alt akoru fraktal ağaç modeli için en çok seçilmiş iki kavram dağılımı belirtilmiştir.



Şekil A.75: B7alt akoru fraktal ağaç modeli kavram dağılımı grafiği

EK B

1. Kağıt üzerinde gördüğünüz ağaç size hangi duyguyu daha çok hissettirmektedir?



Şekil B.1: Anket 1. Sayfa

2. Kağıt üzerinde gördüğünüz ağaçlar için en kuvvetli hissi veren iki duyguyu seçiniz.

a. Mutluluk	g. Burukluk	m. Yalnızlık
b. Hüzün	h. Rahatlık	n. Dönüşüm
c. Heyecan	i. Hareket	o. Tehdit
d. Güven	j. Korku	p. İstek
e. Cesaret	k. Hayret	r. Acı
f. Tansiyon	l. Sevgi	s. Hafiflik

	1. Tercih	2. Tercih
Resim (i)		
Resim (ii)		
Resim (iii)		
Resim (iv)		
Resim (v)		
Resim (vi)		
Resim (vii)		
Resim (viii)		
Resim (ix)		
Resim (x)		
Resim (xi)		
Resim (xii)		

Şekil B.2: Anket 2. Sayfa

EK C

Çizelge C.1: y değerleri

	y_i	y_{ii}	y_{iii}	y_{iv}	y_v	y_{vi}	y_{vii}	y_{viii}	y_{ix}	y_x	y_{xi}	y_{xii}
	$C\Delta$	$C\Delta$	Dmin7	Esusb 9	EbΔ#5	FΔ#4	F7#11	G7	Gsus	Amin7b 5	B♭	B7alt
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,00	1,00	1,15	1,26	1,19	1,34	1,34	1,50	1,50	1,68	1,89	1,89
3	1,26	1,19	1,34	1,34	1,50	1,68	1,68	1,89	1,68	2,00	2,25	2,38
4	1,50	1,50	1,68	1,68	1,89	1,89	1,89	2,25	2,00	2,52	2,67	2,67
5	1,89	1,89	2,00	1,89	2,25	2,52	2,38	2,67	2,25	3,00	3,36	3,36
6	4,00	4,00	4,00	2,25	4,00	4,00	4,00	4,00	2,67	4,00	4,00	4,00
7				4,00					4,00			

Çizelge C.2: y değerleri

	y_i	y_{ii}	y_{iii}	y_{iv}	y_v	y_{vi}	y_{vii}	y_{viii}	y_{ix}	y_x	y_{xi}	y_{xii}
	$C\Delta$	$C\Delta$	Dmin7	Esusb 9	EbΔ#5	FΔ#4	F7#11	G7	Gsus	Amin7b 5	B♭	B7alt
1	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
2	37,80	35,70	34,96	31,90	37,82	37,61	37,61	37,80	33,60	35,71	35,71	37,78
3	57,69	78,95	83,68	157,50	67,74	48,53	48,53	57,69	83,33	78,75	65,00	47,76
4	78,75	67,74	58,24	48,53	57,69	120,00	100,00	65,00	53,44	57,69	79,29	101,38
5				81,43					80,40			

Çizelge C.3: x değerleri

	x_i	x_{ii}	x_{iii}	x_{iv}	x_v	x_{vi}	x_{vii}	x_{viii}	x_{ix}	x_x	x_{xi}	x_{xii}
	$C\Delta$	$C\Delta$	Dmin7	Esusb 9	EbΔ#5	FΔ#4	F7#11	G7	Gsus	Amin7b 5	B♭	B7alt
1	0,58	0,58	0,66	0,73	0,69	0,77	0,77	0,87	0,87	0,97	1,09	1,09
2	0,98	0,86	0,94	0,83	1,16	1,29	1,29	1,47	1,12	1,44	1,62	1,84
3	2,37	7,68	15,18	-0,70	4,62	2,14	2,14	3,56	17,11	12,67	5,73	2,94
4	9,50	4,62	3,23	2,14	3,56	-4,36	-13,50	5,73	3,03	4,74	17,76	-16,69
5				14,93					15,79			

Çizelge C.4: k değerleri

	k_i	k_{ii}	k_{iii}	k_{iv}	k_v	k_{vi}	k_{vii}	k_{viii}	k_{ix}	k_x	k_{xi}	k_{xii}
	$C\Delta$	$C\Delta$	Dmin7	Esusb 9	EbΔ#5	FΔ#4	F7#11	G7	Gsus	Amin7b 5	B♭	B7alt
1	1,00	1,00	-1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	1,00	-1,00	-1,00
2	1,00	0,00	1,00	1,00	-1,00	1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	0,00
3	-1,00	-1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
4	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	-1,00	0,00	-1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00
5				1,00					-1,00			

Çizelge C.5: x' değerleri

	x_i	x_{ii}	x_{iii}	x_{iv}	x_v	x_{vi}	x_{vii}	x_{viii}	x_{ix}	x_x	x_{xi}	x_{xii}
	$C\Delta$	$C\Delta$	Dmin7	Esusb 9	EbΔ#5	FΔ#4	F7#11	G7	Gsus	Amin7b 5	B♭	B7alt
1	0,58	0,58	-0,66	0,73	0,00	0,77	0,77	-0,87	-0,87	0,97	-1,09	-1,09
2	0,98	0,00	0,94	0,83	-1,16	1,29	1,29	-1,47	1,12	-1,44	1,62	0,00
3	-2,37	-7,68	15,18	-0,70	-4,62	-2,14	-2,14	3,56	-17,11	-12,67	-5,73	-2,94
4	-9,50	-4,62	-3,23	-2,14	3,56	4,36	0,00	-5,73	3,03	4,74	-17,76	16,69
5				14,93					-15,79			

Dört notadan oluşan akorların matlab algoritması

```
for i1=1:1
    figure;
    plot([0 0],[0 4], 'k');
    set(gca,'DataAspectRatio',[1, 1,1]);
    hold all
    yn=y(:,i1);
    kn=k(:,i1);
    alfan=[alfa1 ((yn(3)-yn(1))/(yn(2)-yn(1)))*alfa1 ((yn(4)-yn(2))/(yn(3)-yn(2)))*alfa1 ((yn(5)-
    yn(3))/(yn(4)-yn(3)))*alfa1]';
    for i2=1:4
        xn(i2,:)=tan(alfan(i2))*yn(i2+1);
    end

    xn=[xn.*kn];
    x0=[0;0;0;0];

    for i3=1:4
        plot([x0(i3) xn(i3)] , [yn(i3) yn(i3+1)], 'k' )
        hold all
    end
end
end
```

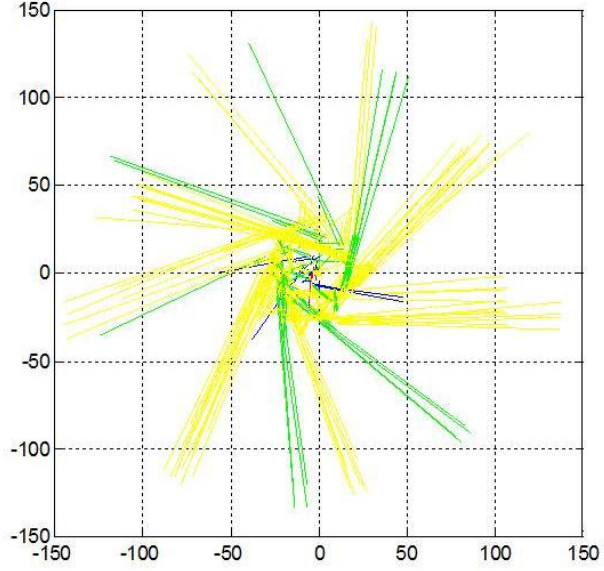
Beş notadan oluşan akorların matlab algoritması

```
for i1=1:2
    figure;
    plot([0 0],[0 4], 'k');
    set(gca,'DataAspectRatio',[1, 1, 1]);
    hold all
    yn=y(:,i1);
    kn=k(:,i1);
    alfan=[alfa1 ((yn(3)-yn(1))/(yn(2)-yn(1)))*alfa1 ((yn(4)-yn(2))/(yn(3)-yn(2)))*alfa1 ((yn(5)-
    yn(3))/(yn(4)-yn(3)))*alfa1 ((yn(6)-yn(4))/(yn(5)-yn(4)))*alfa1]';
    for i2=1:5
        xn(i2,:)=tan(alfan(i2))*yn(i2+1);
    end

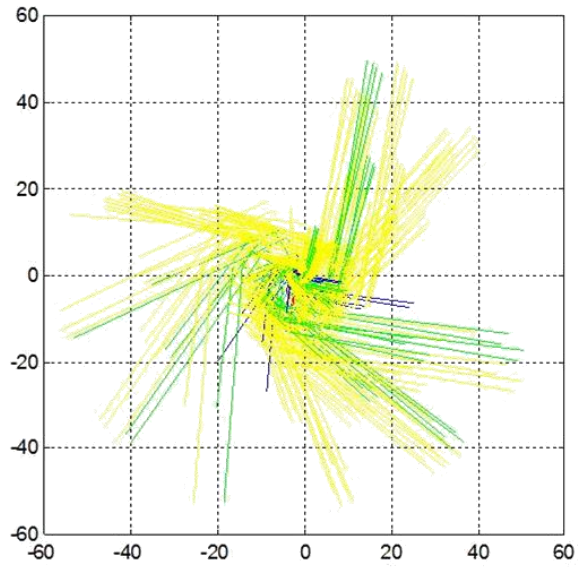
    xn=[xn.*kn];
    x0=[0;0;0;0;0];

    for i3=1:5
        plot([x0(i3) xn(i3)] , [yn(i3) yn(i3+1)], 'k' )
        hold all
    end
end
end
```

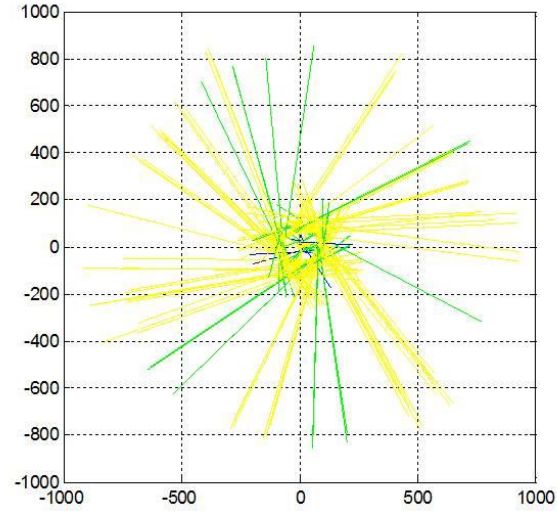
Fraktal Modeller



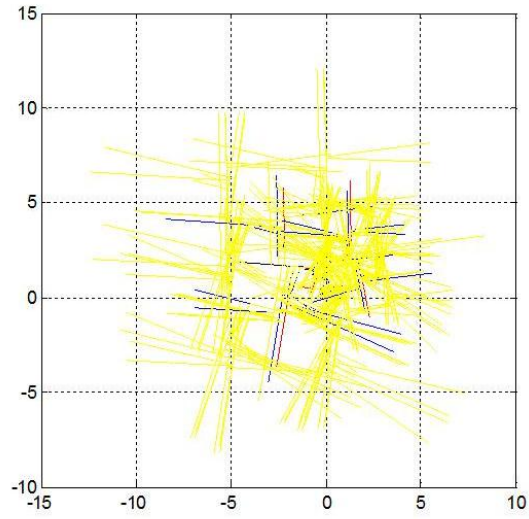
Şekil C.1: Model 1



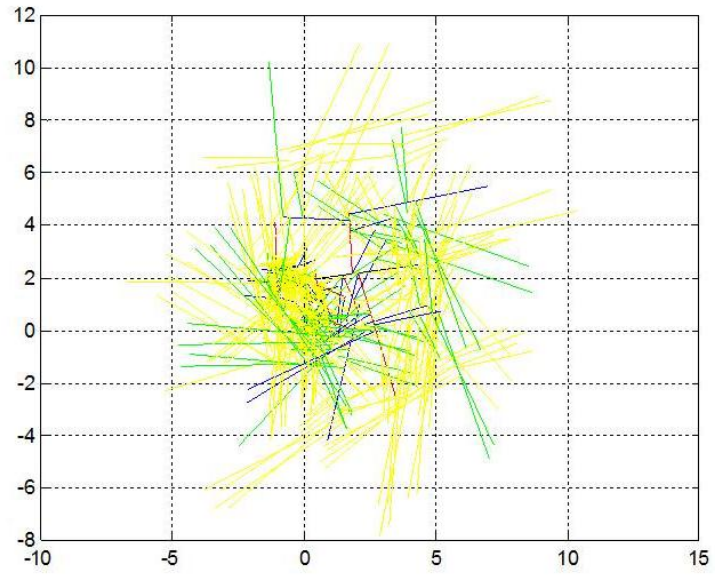
Şekil C.2: Model 2



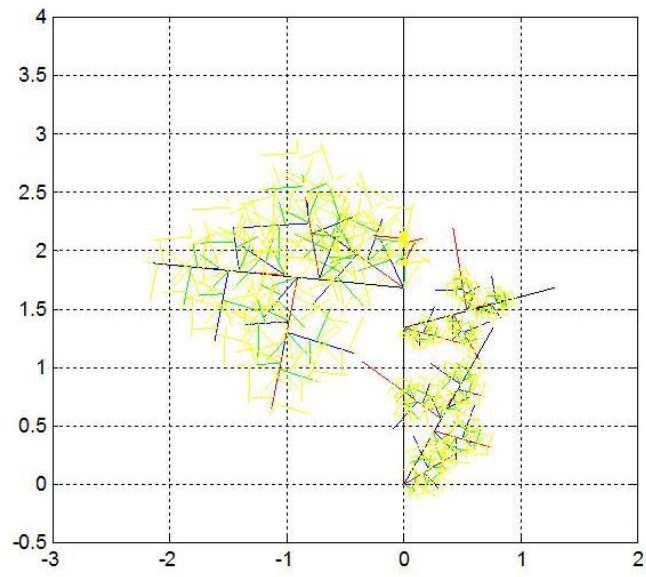
Şekil C.3: Model 3



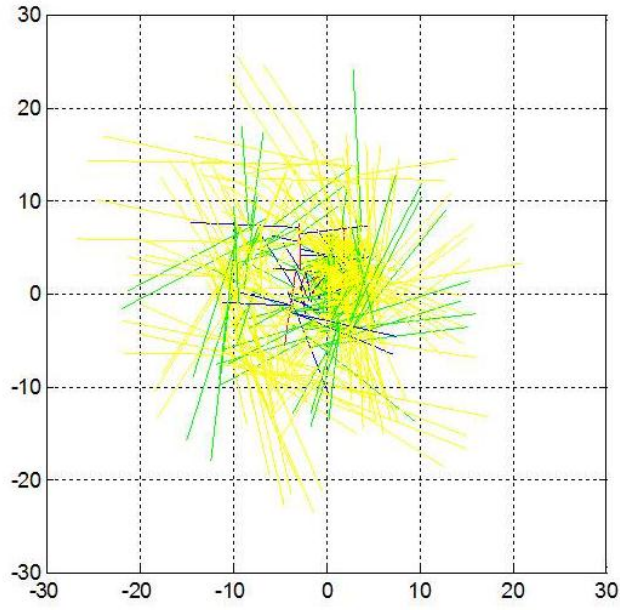
Şekil C.4: Model 4



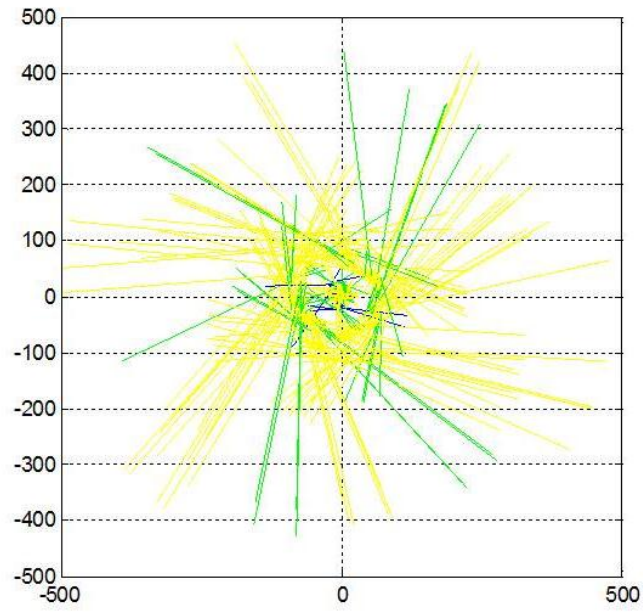
Şekil C.5: Model 5



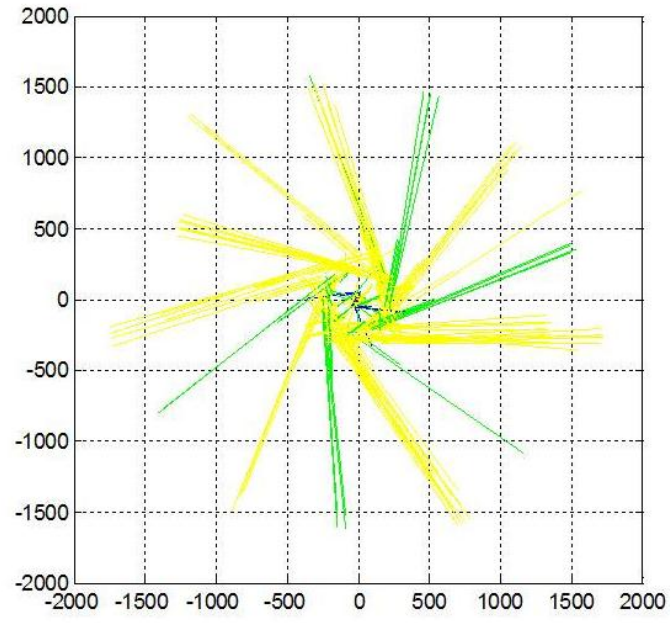
Şekil C.6: Model 6



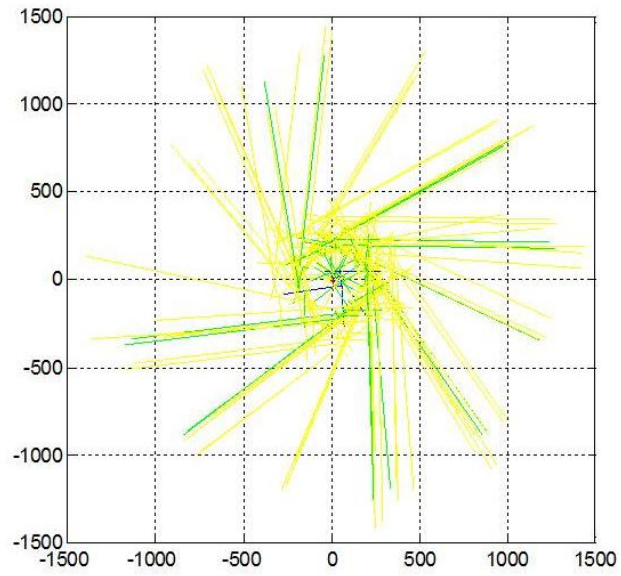
Şekil C.7: Model 7



Şekil C.8: Model 8



Şekil C.9: Model 9



Şekil C.10: Model 10

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad : Selen BEYTEKİN
Doğum Yeri ve Tarihi : İstanbul 15.06.1987
E-Posta : beytekinselen@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2008, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği

