

Akustik Yoluyla Algı Kapılarını Açmak: La Monte Young'ın Sinüs Dalga Enstalasyonları

Opening the Doors of Perception Through Acoustics: La Monte Young's Sine Wave Installations

Uğur Cihat SAKARYA¹ 

¹Trabzon Üniversitesi, Devlet Konservatuarı,
Müzikoloji Bölümü, Trabzon, Türkiye

Sorumlu yazar /

Corresponding author : Uğur Cihat SAKARYA

E-posta / E-mail : cihatsakarya@trabzon.edu.tr

ÖZ

Bu araştırma, minimalist besteci La Monte Young'ın 1967-91 yılları arasında bestelediği sinüs dalga enstalasyonlarında akustik fenomenler aracılığıyla yaratılan algı boyutunun incelenmesini konu edinir. Bu fenomenlerden akustik vuruşlar, kombinasyon tonları ve duran dalgaların cihazlar tarafından üretilmeyen vuruşlar ve sesler yarattığı görülmüştür. Araştırmanın amacı Young'ın bu akustik fenomenlerle yarattığı algısal boyutun özelliklerini ve bunların dinleme deneyimindeki etkilerini tespit etmektir. Bestecinin tüm enstalasyonları incelenmiş, akustik fenomenler hesaplanmış ve deneyimdeki rolleri tartışılmıştır. Bulgular, yazarın Young'ın stüdyosu Dream House'da yaptığı alan çalışmasıyla desteklenmiştir. Sonuç olarak armoniklerin, çok sık ve farklı değerlerde akustik vuruşa ve sonsuz ses olasılığına imkân veren kombinasyon tonlarına kaynak olacak şekilde tasarlandığı görülmüştür. Duran dalgalar ise uzamda birbirinden farklı sonik alanlar yaratmıştır. Duran dalgalar, katılımcıyı, belli frekansların veya kombinasyonların daha yoğun şekilde duyulduğu birbirinden farklı alanları keşfetmeye çağırılmaktadır. Farklı duran dalga bölgelerine girdikçe, bireyin kendine sunulan ses olasılıklarını aştığı, varlığı ve hareketiyle eserle bütünleştiği, böylelikle deneyimin yapılandırılmasında aktif bir konuma yükseldiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: La Monte Young, kombinasyon tonları, duran dalgalar

ABSTRACT

This research is about examination of perceptual dimension created by acoustic phenomena in sine wave installations composed by minimalist composer La Monte Young between 1967-91. It has been observed that these phenomena create beats and sounds that are not produced by devices, such as acoustic beats, combination tones and standing waves. Aim of the research is to determine characteristics of the perceptual dimension created by Young with these acoustic phenomena and their effects on the listening experience. All installations were examined, acoustic phenomena were calculated and their roles in experience were discussed. The findings were supported by author's fieldwork in Young's Dream House. As a result, it has been seen that harmonics are designed to be source of acoustic beats of very frequent and different values and combination tones that allow for infinite sound possibilities. Standing waves, on the other hand, create different sonic fields in space. Standing waves invite the participant to explore different areas where certain frequencies or combinations are heard more intensely. As the participant entered different standing wave areas, integrated with the work with his/her presence and movement, thus rising to an active position in structuring of the experience.

Keywords: La Monte Young, combination tones, standing waves

Başvuru/Submitted	: 22.10.2024
Revizyon Talebi/ Revision Requested	: 16.12.2024
Son Revizyon/ Last Revision Received	: 18.12.2024
Kabul/Accepted	: 18.12.2024
Online Yayın / Published Online	: 23.12.2024



This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0)

EXTENDED ABSTRACT

This research is structured on the following primary problem: How can the characteristics of the perceptual dimension created by acoustic phenomena in La Monte Young's sine wave installations be explained? The hypothetical answers are as follows: Young focused on the acoustic beats, combination tones and the standing waves. The sine waves, unlike the other composite waveforms, have a single frequency component, so when they are heard loudly and continuously, they allow for more distinct acoustic beats and combination tones to emerge. At the same time, they create standing wave patterns in an enclosed space. A participant can feel different standing wave patterns as him/her explore the interior. In this way the participant discovers the connections that emerge beyond those in the foreground in the listening experience. The aim of this research is to determine the characteristics of the perceptual dimension created by Young with acoustic phenomena in his sine wave installations and their effects on the listening experience. Qualitative research was conducted, and after a literature review, quantitative data on the acoustic phenomena in the installations were obtained with simple mathematical operations. The notes taken during a fieldwork at the Dream House, in 2022 were also used to study acoustic phenomena and their role in the experience of the participant.

As a result, first, it was understood that the composer reduced his tools to only sine waves. It was seen that the three basic requirements for creating acoustic phenomena in installations were high sound level, continuity and sine waves. Both the reduction of the number of sounds and their reduction to their purest structural components are the results of the desire to prioritize acoustic phenomena in composition. This research has thus drawn attention to a new source of the minimalist reduction. Young's reduction of sounds to the sine waves, to allow a dimension of perception to be experienced through acoustic phenomena, is suggested as a new source of the minimalist reduction. Thus, a new research and discussion plane for minimalism in music opens. The fact that the acoustic phenomena cannot be easily distinguished at first sight, but are discovered through focus or bodily movements, as in the standing wave experience, is the way to open the doors of perception. This approach has dissolved the distinction between the work and the listener, taking the individual out of a passive position and rising him/her to an active participant role in structuring the experience. In the experience of the participant, rhythms, new sounds and melodies are waiting to be discovered. While acoustic beats create beats and rhythm in this dimension of perception, combination tones provide infinite sound possibilities. In particular, the fact that the prime number harmonics that emerge as combination tones are not included among the waves of installations has shown that the experience of the participant is richer and more diverse than the waves obtained by the sound devices. During the experience, when the participant moves into this dimension of perception, can hear beats, rhythmic patterns and new sounds. At the same time, the participant can create their own music as he/she enters standing wave fields or repeats certain movements. Thus, this dimension of perception encouraged by the installations completely changes the traditional listening style and the role of the listener.

This research proposes the analysis of the acoustic phenomena as a new context for the study of minimalist music analysis. It is believed that this article will be inspiring for future research both by suggesting a desire to transcend the limits of perception through acoustic phenomena as a source of minimalist reduction and by drawing attention to the new analytical context.

Giriş

“Eğer algı kapıları açılıyorsa, her şey insana olduğu gibi görünürdü. Sonsuz. . .”

On dokuzuncu yüzyıl şairi William Blake'in ünlü sözü bir yüzyıl sonrasında sanatlarda büyük bir esin kaynağı sayılmıştır. Bu sözden esinlenen İngiliz yazar Aldous Huxley (1894-1963) görünen gerçekliğin ötesindeki dünyaların varlığına inanarak *Algı Kapıları*'nda bunun yollarını aramıştır. Ünlü müzik grubu *The Doors* ise benzer eğilimlerin, 1960'lar karşı kültürünün ifade biçimi olan, rock müzikteki temsilcisi olmuş ve ismini doğrudan bu kitaptan almıştır. Kuşak farklarına rağmen değişmiş bilinç durumlarına ve farklı algı boyutlarına duyulan ilgi hepsinde ortak olmuştur. 1960'larda ABD ve İngiltere'nin karşı kültür takipçisi gençleri arasında olağan bilinç ve algıyı aşmak için çok çeşitli spiritüel pratikler, Uzak Doğu ve Hint öğretileri ve uyuşturucu deneyimleri yaygınlaşmıştır. Bunların hepsinde amaç algının sınırlarını aşmak ve alternatif gerçeklikler keşfetmektir.

Bu eğilimler 60'ların avangart sanatında da karşılığını bulmuştur. Geleneksel sanat-hayat, yaratıcı-izleyici, eser-izleyici ayrımlarını bulanıklaştıran multimedya, *happening* (oluş) ve enstalasyon (kurulum) gibi yeni türlerde bireyin bizzat eserin parçası olarak deneyimi yapılandığı, konum ve hareketiyle deneyimin seyrini değiştirebildiği böylelikle pasif konumdan aktif katılımcı rolüne yükseldiği alternatif deneyimler teşvik edilmiştir. Böylelikle sanat eserini izleme-dinleme deneyimleri de değişmiş, performans ve izleme-dinleme uzamları ve eylemleri birbirine karışmıştır. Bu türlerde bireyin bulunduğu zamana ve uzama olan oryantasyonuna müdahale edilerek, düşünsel ve algısal bakımdan farklı bir deneyim yaşaması amaçlanmaktadır. Birden çok duyuyu uyaran sanat eserleriyle de çok duyulu bir deneyim

yaşaması istenmektedir. Müzikte minimalizmin öncüsü La Monte Young da 1960'lara doğru çok duyulu sanat eserlerine yönelmiştir. Bu dönemde sinüs dalgalarıyla dolu bir odada çeşitli görsel bileşenlerin de desteklediği enstalasyonlar kurmak temel ilgi odağı haline gelmiş, besteci algının sınırlarını keşfe çıkmıştır.

Araştırmanın Amacı, Yöntemi ve Önemi

Bu araştırma aşağıda soru biçiminde ifade edilmiş olan birincil problem ve ilgili alt problemler üzerinde kurgulanmıştır:

La Monte Young'ın sinüs dalga enstalasyonlarında akustik fenomenler aracılığıyla yaratılan algısal boyutun özellikleri nasıl açıklanabilir?

- Sinüs dalgaları ve akustik fenomenler arasındaki ilişki nasıl açıklanabilir?
- Young'un sinüs dalga enstalasyonlarında odaklandığı akustik fenomenler nelerdir?
- Akustik fenomenlerin enstalasyonlardaki önemi nedir?
- Akustik fenomenler dinleme deneyiminde nasıl etkiler bırakır?

Araştırmanın bu sorulara karşı verdiği varsayımsal cevaplar şunlardır:

- Young, akustik vuruşlara, kombinasyon tonlarına ve duran dalgalara odaklanmıştır.
- Sinüs dalgaları, diğer kompozit dalga formlarına karşıt şekilde, tek bir frekans bileşenine sahip olduğu için yüksek sesle ve devamlı olarak duyurulduklarında daha belirgin akustik vuruşların ve kombinasyon tonlarının doğmasını sağlar. Aynı zamanda kapalı bir mekânda kendiliğinden oluşan duran dalga kalıpları yaratır. Bir katılımcı iç mekânı gezdikçe farklı duran dalga kalıplarını hissedebilir.
- Kombinasyon tonları ve akustik vuruşların belirginleşmesini sağlamak için müziksel malzemeyi miktar ve yapı bakımından indirgemek, basitleştirmek ve sesleri yükseltmek, bu eserlerde doğrudan işitme algısına müdahale yapıldığını gösterir.
- Akustik vuruşlar, ön plandaki dalgaların durağanlığını aşip dinleyicinin algısına yerleşir. Kombinasyon tonları aracılığıyla, gerçekte üretilmeyen, sonsuz ses olasılığı dinleyici tarafından keşfedilmek üzere deneyime eklenir.
- Birey, duran dalgaları bizzat konumu ve hareketiyle keşfeder. Böylece pasif dinleyici konumundan çıkarak deneyimin yapılandırılmasında aktif katılımcı rolüne yükselir.

Bu araştırmanın amacı, Young'ın sinüs dalga enstalasyonlarında akustik fenomenlerle yarattığı algısal boyutun özelliklerini ve bunların dinleme deneyimindeki etkilerini tespit etmektir. Bu doğrultuda nitel bir araştırma yapılmış, literatür taramasının ardından basit matematiksel işlemlerle enstalasyonlardaki akustik fenomenlere dair nicel veriler elde edilmiştir. Numune kaydı olan enstalasyonların kayıtları dinlenerek çıkarımlar yapılmıştır. Kaydı olmayanlar ise literatürün sağladığı bilgiler doğrultusunda ve sahip oldukları dalgaların potansiyel akustik fenomen olasılıkları ışığında incelenmiştir. Akustik fenomenler ve bunların deneyimdeki rolleri hakkında 2022 yılında bestecinin stüdyosu *Dream House*'da gerçekleştirilen bir haftalık alan deneyiminde alınan notlardan da faydalanılmıştır. Buradaki deneyimin, ortamın doğası gereği pasif bir izleyici-dinleyiciden ziyade aktif bir katılımcı olmayı gerektirmesi nedeniyle pasif bir gözlem yöntemi uygulamaktan ziyade, ortamdaki konum ve hareketle ifadesini bulan, aktif bir katılımcı olarak çalışılmıştır.

Young'ın müziğindeki akustik fenomenlere değinen yazarlar arasında Bloomey (2008), sinüs dalgaları ve akustik fenomenlerin önemine dikkat çekmiş, kurallı doğaçlama eserlerden enstalasyonlara kadar bir çalışma yapmıştır. Ancak yazar akustik vuruş ve kombinasyon tonu olasılıklarını ayrıntılı şekilde hesaplamadan ve canlı deneyime ağırlık vermeden çalışmıştır. Gann ise (1993) bestecinin kurallı doğaçlamalarından itibaren özel olarak doğal akort (*just intonation*) kullanımına odaklanmıştır. Tüm enstalasyonların armonik değerlerini vermiş ve potansiyel akustik fenomenleri açıklamıştır. Ancak deneyim boyutuyla ilgili çıkarımlar yapmamıştır. Duckworth (1995), bestecinin akustik fenomenlerle ilgili görüşlerini aktarmış ancak çıkarımlara yönelmemiştir. Terry Riley ise *Dream House* deneyiminde karşılaşılan "gizil akustik" fenomenler olarak duran dalgaları -isim kullanmaksızın işaret etmiş- ve katılımcının konum ve hareketine bağlı olarak sesleri değiştirebileceğini belirtmiştir. (Bloomey, 2008, s. 190; Gann, 1993, s. 26; Duckworth, 1995, s. 256; Riley, 1993, s. 105). Bunlar dışında, literatürdeki yetkin akademik kaynaklarda bestecinin eserlerindeki akustik fenomenlerin işlenmediği görülmüştür.¹

¹ Bu kaynaklar arasında Fink'in *Repeating Ourselves: American Minimalist Music as a Cultural Practice* (2005), Gann'ın *American Music in the 20th Century* (1997), Otto Karolyi'nin *Modern American Music* (1996), Mertens'in *American Minimalist Music* (1983) Keith Potter'ın *Four Musical Minimalists* (2000), Potter ve Gann'ın *Ashgate Research Companion to Minimalist Music* (2013) Schwartz'ın *Minimalists* (1996), Strickland'ın *Minimalism: The Origins* (1993), Suzuki'nin *Minimal Music* (1991) ve Taruskin'in *Music in the Late Twentieth Century* (2006) adlı çalışmaları yer alır.

Araştırmanın La Monte Young'ın sinüs dalga enstalasyonlarını temel alarak, akustik fenomenlerin deneyimdeki rollerini nicel veriler ve canlı deneyim odaklı çıkarımlarla tespit etmesiyle, bestecinin stili ve genel olarak 2. Dünya Savaşı sonrası avangart müzik ve minimalizm üzerine akademik literatüre katkı yapacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda bu araştırma, müzikte minimalizmin en önemli ilkelerinden biri olan, *ifade araçlarını indirgemenin* ardında akustik fenomenlerin keşfini bir kaynak olarak öne sürerek, müzikte minimalizmin kaynakları hakkında yeni bir tartışma başlatması ve bu kaynakların teorik ve deneysel boyutta detaylı incelemesini yapması bakımından önemlidir. *Dream House*'daki alan deneyimi, algı kapılarını açan araçlar olarak, akustik fenomenlerin tespitini ve deneyim üzerindeki rolünü bizzat gözlemeyi sağlamış, araştırmayı güncel ve spesifik referanslarla desteklemiştir.

Araştırma kapsamında 1967-91 arasında yapılmış olan dokuz enstalasyonun akustik fenomenlerle ilgili özellikleri, bunlara dair hesaplamalar ve bunların deneyim üzerindeki etkileri çalışılmıştır. Bu enstalasyonlar şöyle sıralanır:

- *Drift Study, 1967*
- *Drift Study, 1969*
- *Drift Study, 1973*
- *Betty Freeman Commision: A Music and Light Box, 1967*
- *Claes and Petty Oldenburg Commision, 1967*
- *Robert Scull Commision, 1967*
- *The Big Dream Symmetry: Romantic Symmetry, 1969*
- *The Big Dream Symmetry: The Prime Time Twins, 1990*
- *The Big Dream Symmetry: The Base Symmetry, 1991.*

Araştırmanın ikinci bölümü akustik fenomenlerin tarihsel ve teorik özelliklerini içermektedir. Üçüncü bölüm ise sinüs dalga enstalasyonları üzerinde analitik çalışmaları içerir.

Akustik Fenomenler ve Dinleme Deneyimi

Akustik, müzisyenler arasında genellikle bir odanın sesle ilgili potansiyelini işaret eden bir kavram olarak kullanılsa da müziğin bir parçası, müzikolojinin önemli bir branşıdır. Aynı zamanda tam bir disiplinler arası çalışma alanıdır. Akustik kısaca ses bilimi olarak ifade edilse de sesin katı, sıvı ve gazlar üzerindeki etkisini de dikkate alan çalışmaları kapsadığından fizikle iç içedir. Kavramsal çerçevesi ve deneysel çalışmaları yazılı ifadeler ve yorumlardan ziyade matematiksel hesaplamalar ve grafiklere dayalıdır. Müziksel akustik ise akustiğin, müziksel tonlar, ses dalgaları, oda akustikleri, armonikler, perdeler, aralıklar, akort sistemleri, tını, çalgısal ve vokal ses ve gürültü gibi çok sayıda farklı konuyu kapsayan bir branşıdır (Rogers, 2004, s. 25-28). Müziksel akustikte duyulan seslerin ötesinde doğal olarak, kendiliğinden meydana gelen bazı ses olayları akustik biliminin en parlak çağı olan on dokuzuncu yüzyıldan çok önceleri keşfedilmiştir. Ancak bunların anlaşılabilmesi ve detaylı şekilde incelenebilmesi için Hermann von Helmholtz'un (1821-1894) çalışmalarını beklemek gerekmiştir. Müziksel akustikte sinüs dalgası, bir tek frekans bileşenine sahip olan bir ses dalgasıdır. On dokuzuncu yüzyıl boyunca John Tyndall, John William Strutt ve Helmholtz'un çalışmalarında merkez konulardan biri olan sinüs dalgaları müziksel sesin de temel bileşenidir. Bir müziksel ses, sinüs dalgasından farklı olarak, birden fazla bileşenden (sinüs dalgası) oluşan kompozit bir ses demetidir. Helmholtz, karmaşık bir görüntü sunan müziksel sesleri analiz edebilmek için sesi en saf akustik birimi olan sinüs dalgasına indirgemeyi öngörmüş, böylece elde edilen temel frekansın basit matematiksel oranlara dayalı katlarına karşılık gelen armonikleri sıralamıştır.

Günümüzdeki çok gerisindeki bir teknolojiyle çalışan Helmholtz, diyafron çatallarıyla deneylerini sürdürürken, ön plandaki tonların ötesinde, kendiliğinden doğan daha farklı tonlar olduğunu fark etmiştir. Helmholtz, ilk kez on sekizinci yüzyılda Alman orgcu Georg Andreas Sorge tarafından keşfedilen ve daha sonra İtalyan kemancı Giuseppe Tartini'ye atfedilerek "Tartini tonları" olarak bilinen, bu akustik fenomenle birlikte akustik fenomenleri araştırmaya başlamıştır. Helmholtz'a göre farklı frekanstaki iki sinüs dalgası yüksek sesle uzatıldığında *kombinasyon tonları* ortaya çıkar. Burada seslerin devamlı olması ve yüksek sesle duyurulması birer ön koşuldur. Helmholtz'a göre kombinasyon tonları iki çeşittir. İlki yukarıdaki on sekizinci yüzyıl sanatçılarına atfedilen fakat Helmholtz tarafından bilimsel bir terim olan "fark tonu" terimiyle adlandırılan türdür. Buna göre iki farklı sinüs dalgasının frekans değerleri arasındaki fark üçüncü bir ton yaratır. Örneğin 440 Hz'lik birinci sinüs dalgasıyla 110 Hz'lik ikinci sinüs dalgası aynı anda duyulduğu zaman $440-110=330$ Hz'lik bir fark tonu kendiliğinden ortaya çıkar ve işitme deneyimine eklenir. Armonik serisi açısından düşünüldüğünde 4. armonik olan 440 Hz. ile 1. armonik olan 110 Hz'in farkı $4-1=3$ 'ten 3. armoniğe eşittir. İkinci tür kombinasyon tonu ise Helmholtz'un keşfettiği "toplam tonlarıdır." Frekansları farklı iki sinüs dalgası aynı anda duyurulduğunda frekans toplamına eşit olan üçüncü bir ton ortaya çıkar ve deneyime eklenir. Önceki örnekteki dalgaların frekansları toplandığında, $440+110=550$ Hz'lik 5. armonik ortaya çıkar (Helmholtz, 1885, s. 151-159).

Helmholtz'un üzerinde çalıştığı bir diğer akustik fenomen ise akustik vuruşlardır (*acoustical beats*). Frekansları farklı iki sinüs dalgasının fazları birbirine eşit olmadığından frekans farkına eşit birimde akustik vuruşlar ortaya çıkar. Örneğin 110 Hz. ve 114 Hz'lik iki dalga aynı anda duyulduğunda saniye başına 4 birimlik vuruş oluşur (Helmholtz, 1885, s. 160-165).

Akustik biliminde güncel çalışmalar ise akustik fenomenlerin açıklanmasında işitme sürecine ve bu süreçte görevli olan bileşenlerin işlevlerine yönelik gelişkin deneysel bulgulara dayanır. Akustik vuruşlar ve kombinasyon tonları için iki anahtar kavrama odaklanmak gerekir: Baziler zar (*basilar membrane*) ve kritik bant (*critical band*). Baziler zar iç kulak kokleasında yer alan ve sese tepki olarak titreşen tüy hücrelerini uyaran bir zarıdır (Howard ve Angus, 2006, s. 74; Everest, 2001, s. 590). Kritik bant ise baziler zar üzerinde sesin bıraktığı etkiyle ilgilidir. Buna göre, işitme sürecinin başında sesin her bir bileşeni baziler zarın belirli bir yerde yer değiştirmesine (*displacement*) neden olur. Her bir bileşenden kaynaklanan yer değiştirme, tepe noktasının her iki tarafında bir dereceye kadar yakın olur. Birbirine yakın genliğe (*amplitude*) sahip ve frekansları da birbirine yakın olan iki bileşenin işitme esnasında ayırt edilip edilemeyeceği, her iki bileşenden kaynaklanan baziler zar yer değiştirmelerinin ne ölçüde ayrık olup olmadığına bağlıdır. A1 ve A2 genlikleri ile F1 ve F2 frekanslarına sahip iki sinüs dalgasının aynı anda duyulduğu varsayıldığında, eğer F1 sabitse ve F2, F1'e eşit olduğu durumdan uzaklaşarak yukarı ya da aşağı doğru değişiyorsa akustik vuruşlar ortaya çıkar (Howard ve Angus, 2006, s. 74). Dolayısıyla akustik vuruşlar, aralarında frekans farkı olan seslerin üst üste gelmesiyle ortaya çıkan periyodik dalgalanmalardır (Everest, 2001, s. 590).

Burada açıklanması gereken nokta, akustik vuruşlar için frekanslar arasındaki farkın ne kadar olması gerektiğidir. Rossing ve arkadaşlarına göre, fark 10 Hz'ten az olduğu zaman akustik vuruşlar net duyulur. Frekans farkı 15 Hz'i aştıkça vuruş hissi kaybolmaya, iki tonun pürüzlü şekilde duyulan birlikteliği algılanmaya başlar. Fark daha da büyüdüğünde iki ayrı tonun belirgin şekilde duyulması mümkün olur. Çünkü baziler zar üzerindeki ilgili rezonans bölgeleri iki ayrı perde sinyali verecek kadar ayrılmıştır (Rossing, Moore ve Wheeler, 2014, s. 154). Akustik vuruşlarda iki dalganın genlikleri (A1 ve A2), frekansları gibi birbirleriyle doğrudan ilişkilidir. Genlik, A1+A2 ve A1-A2 arasında, eğer A2, A1'den büyükse A1+A2 ve A2-A1 arasında değişir. Eğer iki dalganın genliği eşitse (A1=A2), vuruşların genliği 2xA1 ile 0 arasında değişir (Howard ve Angus, 2006, s. 74).

İki saf sinüs dalgasının frekansları arasındaki fark küçükse ve baziler zar üzerindeki genlik zarflarında örtüşme söz konusuysa aynı kritik bant içinde buldukları söylenir. Akustik vuruşlar söz konusu olduğunda, dinleyicinin algısında iki dalganın pürüzlü birlikteliğinden pürüzsüz ve iki ayrı ton duyumuna doğru değiştiği noktada, saf tonlar arasındaki frekans farkına kritik bant genişliği denir (*critical bandwidth*). Kısaca saf tonlar baziler zara ulaştığında bunlara ayrılmış olan zar bölgeleri yanıt vererek o bölgedeki sınırları harekete geçirir. Ancak zar üzerindeki birden fazla nokta tepki verir. Bu nedenle işitme sürecinde -cihazlar tarafından üretilmeyen- bir vuruş ortaya çıkar (Howard ve Angus, 2006, s. 76; Rossing ve ark., 2000, s. 88-89).

Howard ve Angus'a göre iki saf sinüs dalgası daima iki ayrı ses olarak algılanmayabilir. Kritik bant genişliğinde iki sinüs dalgasının frekans farkları büyük olduğunda, bunlar ayrı tonlar olarak algılanır. Ters durumda ise frekans farkına bağlı olarak, pürüzlü şekilde birlikte duyulan iki ses veya vuruş olarak algılanırlar. İki saf sinüs dalgası birlikte duyurulduğunda, bunlardan herhangi birinin frekansından daha düşük frekansa sahip olan diğer tonlar da duyulabilir. Bu tonlar işitme sürecini başlatan uyarıcı sinyalde yer almaz. Bunlara kombinasyon tonu denir. Birinci tür kombinasyon tonu olan fark tonu için yaklaşık olarak 12,5 Hz. belirleyicidir. Bu değer altında, kritik bant genişliği nedeniyle, akustik vuruşlar daha belirgindir. Üzerine çıkıldıkça ise fark tonları belirgin hale gelir (Howard ve Angus, 2006, s. 241). Fark tonlarından biri olan ve kayıp temel (*missing fundamental*) ismiyle bilinen bir kombinasyon tonu da armonik serideki dereceler arasında 1 birimlik fark olması durumunda duyulur. Örneğin 600, 800, 1000 ve 1200 Hz'lik 4 sinüs dalgasının, 200 Hz'lik temel sesin (1. armonik) sırasıyla 3., 4., 5. ve 6. armonikleri olduğu varsayılırsa bunlar arasındaki 1 birimlik fark (1. armonik, 200 Hz.) cihazların ürettiği uyarıcı sinyalde yer almayan kayıp temeli de deneyime dahil ederek bireyin algısına yerleştirir (Everest, 2001, s. 70; Rossing ve ark., s. 130).

Young'ın müziğinde yer tutan bir diğer akustik fenomen ise diğerlerine kıyasla ses kaynağının bulunduğu odayla ve odanın şartlarıyla daha çok ilişkili olan *duran dalgalar* (*standing waves*). Besteciye göre: "Sabit frekanslı bir sinüs dalgası odada geri yansıdığı anda orijinal dalgayla üst üste gelerek duran dalga yaratır. Bunlar dinleyicinin pozisyonunu ve hareketini eserin bir parçası yapar. Çoklu ve eş zamanlı dalga formları odayı doldurur ve katılımcıları, bu gizli dalgaları keşfetmeye ve haritasını çıkarmaya teşvik eder (Young, 1969, s. 210-211)."

Duran dalgaların oluşması için birbirine paralel, sert malzemedan yapılmış ve düz olan duvarlar arasında sesin yansımaları gerekir. Örneğin bir odanın sağ duvarına çarpan dalga geri yansıyarak sol duvara çarpar ve buradan tekrar sağ duvara yansır. Böylelikle bir dalga sağa diğeri sola doğru hareket eder. İki hareketli dalga, bir duran dalga oluşturmak üzere bütünleşir. İkisinin birleşimiyle doğan duran dalga statiktir (Everest, 2001, s. 240; Rossing ve ark., 2014, s. 45-46; Howard ve Angus, 2006, s. 303). Açıklanan üç akustik fenomenden kombinasyon tonları ve akustik vuruşlar

doğal olarak kendiliğinden doğup deneyime eklenir. Duran dalgalar da kendiliğinden oluşur. Fakat deneyimlenebilmesi için, enstalasyonlarda olduğu gibi, iç mekânın titizlikle hazırlanması gerekir. Duran dalgaların keşfedilmesi için de dinleyicinin bu mekâna girmesi gerekir. Dinleme deneyiminde, Young'ın enstalasyonlarında olduğu gibi, sabit frekanslı ve yüksek sesle duyurulan sinüs dalgaları, durağanlıklarına rağmen çeşitli tartımlarda akustik vuruşlar yarattığından dinleyici durağanlık-vuruş ikilemi yaşamakta ancak vuruşlara ilişkin açık referanslar bulunmadığından algıladıklarıyla ilgili soru işaretleriyle karşılaşmaktadır. Çünkü içerde yalnızca uzayan sinüs dalgaları vardır. Ancak duyulanların belli katmanlarına gömülü olan vuruşlar da sabit ve devamlıdır. Bu deneyim akustik vuruşların, nesnel (cihazlar tarafından üretilen dalgalar) ile algısal arasındaki ayrımın bulanıklaştırılması ve böylece algı kapılarının açılmasıyla bağlantısını işaret eder. Kombinasyon tonları ise aynı amaca farklı bir yoldan ulaşır. Yüksek sesle duyurulan sinüs dalgaları arasında kendiliğinden doğan toplam ve fark tonları yeni sesler olarak deneyime eklenir. Görünen durağanlığın ardındaki bu kaynaklar da dinleyicinin algısına yerleşir. Böylece ortaya yeni sorular çıkar: Duyulanlar gerçekten cihazlar tarafından yaratılanlar mıdır? Yoksa var olmayan sesler mi duyuluyordu? Bu ikilem bilindik algı kalıplarına hitap eden sanat eserlerinin çok uzağında dinleyiciyi kendi içine yöneltir. Böylelikle algının sınırları zorlanarak dinleme deneyimi yepyeni bir algı boyutuna açılır. Duran dalgalar ise dinleyicinin deneyiminde daha derin bir iz bırakabilir. Çünkü dinleyici farklı duran dalga bölgelerine girerek, bizzat bedensel varlığı ve hareketiyle yepyeni sonik alanlar keşfedebilir. Böylece ses enstalasyonu içinde bulunduğu konum ve hareketiyle öznel deneyimini aktif şekilde yapılandırabilir.

La Monte Young'ın Stilinde Akustik Fenomenler

Müzik tarihinde Young'ın müzikte minimalizmin öncülerinden biri olarak anıldığı bilinir. 1960'ların Amerikan avangardında dikkat çekici akımlardan biri olan minimalizm aynı kuşaktan dört besteciyle özdeşleşmiştir. Terry Riley, Steve Reich ve Philip Glass, müziksel ifade araçlarını yalnızca birkaç tane basit motife indirgeyerek önceki yüzyılların geleneksel müziğine ve çağdaş müzik akımlarının karmaşık, soyut müzik dillerine karşı son derece radikal bir deyiş yakalamıştır. Basit müziksel motiflerin sürekli tekrar edilmesi geleneksel işlevsel armoninin ve formal şablonların aşılmasını sağlamış aynı zamanda dinleyicinin işitme algısı ve zaman duygusu üzerinde ciddi bir araştırma başlatmıştır. Tekrarlı minimalizm böylelikle modern müziğin karmaşık dünyasında, dayandığı sadelik ve yeniliğiyle karşıt bir duruş sergilemiştir. Ancak Young, diğerlerinden farklı olarak malzemelerini birkaç tane uzayan sese (dron) indirgemıştır. Bu bakımdan müzikte minimalizm hakkında çıkarımlar yaparken tekrarlı minimalizm ile dron minimalizmini ayırt etmek gerekir.

Diğerleriyle kıyaslandığında Young'ın durağan uzun sesleri hareketsizlik ve sadelikleriyle daha radikal bir minimalist dili örnekler. Çünkü tekrarlı minimalizmde nabız (vuruş) hissedilmekte, kimi zaman tonal-modal merkezler ayırt edilebilmektedir. Hepsinden önce tekrarlı minimalizmde -birçok kimse için müziğin varlığıyla ilgili en büyük belirteç olan- ezgiler yaratılmaktadır. Ancak Young'ın dron minimalizmde nabız ve ezgi yer almaz. 1958 tarihli *Trio for Strings* bu anlayışın ilk örneğidir. Bu eser müzik tarihinde bir ilktir. Yalnızca uzayan seslerden oluşur. Yaklaşık bir saat boyunca dinleyiciyi yalnızca belli dron kombinasyonlarıyla baş başa bırakan bu eserde hiçbir ezgi yoktur. Daha radikal bir dron eseri ise bestecinin iki yıl sonra bestelediği *Compositions 1960 No:7*'dir. Bu eser yalnızca bir tam beşli aralığında oluşur. Müzisyen(ler)den belirlenmemiş uzun bir süre boyunca bu aralığı uzatması istenir. Bestecinin *The Theatre of Eternal Music* adlı grubuyla yaptığı *The Four Dreams of China* ve *The Tortoise: His Dreams and Journeys* gibi eserlerinin kayıtları da incelendiğinde yalnızca dronların kullanıldığı görülür. Besteci en başından itibaren özgün bir minimalist deyişle diğerlerinden ayrılmıştır. Ancak bir besteci neden modern müziğin 12 ton, Serializm, serbest 12 ton, elektronik müzik, somut müzik ve tümel Serializm gibi seçeneklerini de benimsemeyip tüm ifade araçlarını yalnızca dronlara indirger? Bunun nedeni dronların görünen sadeliğinin ötesindeki dünyaları keşfetme isteği olmalıdır.

Keşif ve Kaynaklar

Young'ın ilk eserlerinden de anlaşılacağı üzere, temel ilgi odağı sesin kendisidir. Besteci "sesin içine girme" olarak ifade ettiği süreç boyunca sesin tüm bileşenlerini tespit etmeyi amaçlamıştır. "Bu, iki yolla yapılabilir: Bir kişi bir sese yüksek ölçüde konsantre olup kendini tamamen bu sese verdiği zaman sesin içindeki olayları deneyimleyebilir. Ondaki ayrı olsa bile sesin bir bileşeni olduğunu hisseder. İkinci yöntem ise sesin çok yoğun olduğu bir odada yürümektir. Bir kişi benim eserlerimin duyulduğu bir odada yürüdüğü zaman bunu deneyimleyebilir (Young, 1960, s. 60)."

Bestecinin sesin içine girme için önerdiği ikinci yol duran dalgaları işaret eder. Besteciye göre sinüs dalgaları diğer tüm ses dalgası formlarına kıyasla tek bir frekans bileşenine sahip olduğundan akustik fenomenleri yaratmada daha yetkindir. Duran dalgalar bunların en ilginç olanıdır: "Bir sinüs dalgasının yalnızca tek bir frekans bileşeni olduğundan yüksek-düşük basınç bölgelerinde sesin duyulabilir şekilde değiştiği alanlar oluşur. Bu fenomen nadiren anlaşılabilir.

Fakat dinleyicinin odadaki konumunu ve hareketini eseri bütünleyen bir parça haline getirir (Young, 1969, s. 8-9).” Buna ek olarak akustik vuruşlar ve kombinasyon tonları da bestecinin “sesin içine girerek” keşfettiği akustik fenomenlerdir.

Sesin içine girmek için sinüs dalgaları, yüksek ses seviyesi ve devamlılık üç temel gerekliliktir. Besteciye göre: “Sesleri yükselttiğiniz zaman akustik vuruşlar da yükselir. Bu bir şeyi mikroskopla incelemek gibidir. Tampere sistemdeki sesleri yükselttikçe akordun içindeki tutarsızlıkları görebilirsiniz. Doğal akortta ise sesleri yükselttiğinizde daha kararlı ve iyi bir akorda ulaşırsınız. Sesleri yükselttikçe kombinasyon tonlarına da ulaşabilirsiniz. Biz grup olarak kombinasyon tonlarını üretmeye çok ilgi duyuyorduk. Yüksek sesle çaldığımızda bunlara çok kolay bir şekilde ulaşabiliyorduk (Duckworth, 1995, s. 256).” Besteci akustik vuruşlar için de dronların temel araç olduğunu işaret etmektedir: “Dronlar frekanslarla, daha derin bir bakışla ele alındığında ise bir saniyedeki ritmik kalıplarla ilgiliydi (Duckworth, 1995, s. 229).” Bu fenomenlerin keşfi için bestecinin, sesi başlı başına bir araştırma nesnesi olarak kabul edip derinlemesine araştırdığı anlaşılmaktadır. Bu eğilimin kaynakları çok çeşitli olup bestecinin çocukluğuna kadar gider.

Besteci çocukluğunun geçtiği ahşap kulübenin çatlaklarından çıkan rüzgâr uğultularını ve telefon direklerinin cızırtılarını; University of California’da okurken bu okulun etnomüzikoloji arşivinde keşfettiği Uzak Doğu ve *Gagaku* müziklerini ve özellikle Hint müziğinin dronlarını uzayan seslerine ve sesin içindekilere yönelik keşiflerine kaynak olarak gösterir (Grimshaw, 2011, s. 22). Bu çok çeşitli kaynaklarla yapılan keşifler bestecinin olgunluk dönemindeki büyük ölçekli eserlerine esin vermiştir. Bu eserler, aylar hatta yıllar boyunca sürecek şekilde tasarlanmış, sonsuz akustik fenomene olanak veren enstalasyonlardır.

Algı Kapılarının Ardına Yolculuk: Sinüs Dalga Enstalasyonları

Young’ın ilk enstalasyonları olan *Drift Studies*, tam sayı oranlarına dayalı birkaç tane sinüs dalgası içeren eserler olup 1967-73 yılları arasında bestelenmiştir. Aynı dönemde çeşitli vakıfların isteğiyle besteci, eşi Marian Zazeela’nın görsel bileşenlerini tasarladığı sipariş enstalasyonlarını New York’un çeşitli sanat galerilerinde kurmaya başlamıştır. Bunlar daha fazla sinüs dalgası içerirler. 1964’te ise grubuyla kayıtlar yaptığı *Dream House*’u hiç kesilmeksizin sinüs dalgalarının duyulduğu ve ışıkların yansıdığı bir enstalasyon projesi haline getirerek 20-35 sinüs dalgasından oluşan eserlerine yoğunlaşmıştır.

İlk Enstalasyonlar: *Drift Studies* (1967-73)

Young, enstalasyonlarını kurarken kullandığı sentezleyicilerin frekansları değişmeden tutabilmesine büyük titizlik göstermektedir. Ancak bu şekilde sesin içine girmek için gerekli şartlar hazırlanabilir. Besteci günümüzde kendisi için özel olarak tasarlanmış *Rayna* sentezleyiciyi kullanmaktadır (*Special Custom Made Rayna Synthesizer*). Ancak 1960’ların teknolojisi bu doğrultuda yetersiz kalmıştır. Bu dönemin sinüs dalga osilatörleri dalgaların frekanslarını uzun süre boyunca sabit tutamadığından sesler değişmekte böylece dinleme deneyiminde sürüklenme hissi (drift) ortaya çıkmaktadır. Besteciye göre enstalasyona giren bir katılımcı, bu sürüklenme hissi nedeniyle, vücudunun da yavaşça sürüklendiğini düşünebilir (Young, 1969, s. 8-9). Bugün *Drift Studies* başlıklı kayıtlar bu eserler hakkında çıkarım yapılabilecek kaynaklardır. Ancak bunlar enstalasyonların içinde herhangi bir zamanda kaydedilmiştir. Dolayısıyla bilindik anlamıyla başından sonuna kadar bir eserin kaydı olarak anlaşılmamalıdır. Çünkü yalnızca dronlardan oluşan bu müziğin “başı sonu yoktur.” Belirsiz bir zamandan beri zaten duyuluyormuş veya sonsuza kadar devam edecekmiş iması bırakan bu kayıtlar eserlerden alınmış birer numune olarak görülmelidir. Bu kayıtların kısalığı nedeniyle sürüklenme hissi kolaylıkla anlaşılır. Ancak akustik fenomenler duyulabilir ve özellikleri detaylı şekilde hesaplanarak tespit edilebilir.

Üç *Drift Study* de birkaç dalgadan oluşur. *Drift Study 1967*’nin temel frekansı 30,875 Hz. olup bunun üzerindeki 31 ve 32. armonikler sinüs dalgası olarak kullanılır. *Drift Study 1969*’un temel frekansı 30 Hz. olup yine 31 ve 32. armonikler kullanılmıştır. *Drift Study 1973* ise 12 Hz’lik temel frekans üzerinde 7, 16 ve 18. armoniklerden oluşur. İlk eserin armoniklerinin frekans değeri, temel frekansla armonik numarası çarpılarak bulunur: $30,875 \times 32=988$; $30,875 \times 31=957,125$ Hz. Bu iki dalga hiç değişmeden duyurulan dronlardır. Ancak yüksek sesle ve uzun süre boyunca birlikte duyurulduklarında akustik vuruşlar yaratırlar. İki dalganın büyük olanından küçük olanı çıkarılarak bir saniyeye düşen akustik vuruş miktarı bulunur: $988-957,125=30,875$. Ancak bu fark kritik bant genişliği nedeniyle 15 Hz’i de aştığından belirgin vuruşlardan ziyade pürüzlü şekilde duyulan iki ayrı tonun birlikteliği şeklinde bir duyum ortaya çıkar. Yine de titreşim oldukça sıktır. Bu değer aynı zamanda ortamdaki ses kaynaklarının üretmediği ancak kombinasyon tonu olarak kendiliğinden var olan *kayıp temel sese* aittir (30,875 Hz. değerindeki 1. armonik). Bu akustik vuruşlara odaklandıkça durağan sinüs dalgaları arasındaki vuruş ilişkisi hissedilebilir. Böylelikle sabit ve hareketsiz dronların ötesinde farklı bir algı boyutuna açılan deneyimde dinleyici oldukça sık vuruşlar duyar. Ancak bunların cihazlar tarafından üretilmiyor olması dikkat çekicidir. Kayıp temelini yanı sıra $31+32=63$ hesabıyla 63. armoniğin de bir toplam

tonu olarak enstalasyonun ses olasılıklarına eklendiği görülür. Yüksek ses seviyelerinde $988+957,125=1945,125$ Hz'lik değere sahip olan bu armonik de duyulabilir. Ancak son derece ince sese sahip olan bu dalga ön planda duyulup algıya yerleşen diğer iki dalgaya kıyasla cihazlar tarafından üretilmediğinden duyulduğu anlarda yine algıda değişim hissi yaratır. Dolayısıyla bu kombinasyon tonu da dinleyicinin kendine sunulanların ötesindekileri keşfetmesine imkân vermektedir. *Drift Study 1967*'nin analiziyle eserdeki iki dalganın hem *kayıp temele* hem de 63. armoniğe kaynaklık ettiği böylelikle dalga potansiyelinin de dörde çıktığı görülür. Ayrıca görünen durağanlığın ötesindeki akustik vuruşlar da deneyime eklenmiştir.

Drift Study 1969, 30 Hz'lik temel üzerindeki iki dalgadan oluşur. Bunlar sırasıyla 31 ve 32. armoniktir. Frekans karşılıkları ise 930 ve 960 Hz'tir. İki dalga arasındaki fark (30 Hz.) yine *kayıp temele* ve saniye başına 30 birimlik akustik vuruşa karşılık gelir. Ancak bu fark kritik bant genişliği nedeniyle 15 Hz'i de aştığından belirgin vuruşlardan ziyade pürüzlü şekilde duyulan iki ayrı tonun birlikteliği şeklinde bir duyum ortaya çıkar. Yine de titreşim oldukça sıktır. Ayrıca iki armoniğin toplam tonu olan 63. armonik de 1890 Hz'lik değere sahip olan oldukça ince sesli bir dalgayı eserin potansiyel ses olanaklarına ekler. Burada önemli bir nokta hatırlatılmalıdır. Burada tespit edilen kombinasyon tonları yalnızca *birinci sıra kombinasyon tonlarıdır*. Ancak bunlar ortamda çalınmakta olan diğer sinüs dalgalarıyla bütünleşerek ikincil, üçüncül sıra kombinasyon tonları da yaratma potansiyeline sahiptir. Bu nedenle teoride kombinasyon tonu olasılığı sonsuzdur. Bu eserler özelinde bir örnek vermek gerekirse; toplam tonu olarak ortaya çıkan 63. armonik aynı anda 31 ve 32. armonikle kombine olarak sırasıyla 94 ve 95. armonikleri de yaratır. Böylelikle cihazların ürettiği seslerin arasındaki ilişkiler kendilerini de aşan sonsuz olasılıkla yeni bir algı boyutunun doğuşuna imkân verir.

Drift Study 1973, diğer iki eserden farklı özelliklere sahiptir. Temel sesi insan işitme eşiğinin altında olup dalgalar daha aralıklı olacak şekilde seçilmiş ve daha kalın sesli (düşük frekanslı) dalgalar kullanılmıştır. Sırasıyla 7, 16 ve 18. armonikler temel ses olan 12 Hz'le çarpılarak eserin sinüs dalgalarının frekans karşılıkları bulunur: 84, 192 ve 216. Üçüncü dalga ile ikinci dalga arasındaki fark, $216-192=24$, saniye başına 24 birimlik akustik vuruş yaratarak, durağan dronların ötesindeki algı boyutuna vuruş hissi ekler. Ancak bu fark kritik bant genişliği nedeniyle 15 Hz'i de aştığından belirgin vuruşlardan ziyade pürüzlü şekilde duyulan iki ayrı tonun birlikteliği şeklinde bir duyum ortaya çıkar. Yine de titreşim oldukça sıktır. Diğer dalgalar arasındaki farklar da baziler zar üzerinde iki ayrı bölgenin belirgin şekilde tepki vermesi nedeniyle akustik vuruş yaratmada yetersizdir. Bu eserin sahip olduğu üç dalgayla artan birinci sıra kombinasyon tonları, 7+16, 7+18, 16+18; 18-16, 18-7, 16-7, aynı zamanda ikincil, üçüncül sıra kombinasyon tonlarını da eserin ses dünyasına dahil eder. Böylece cihazların ürettiklerinin ötesinde keşfedilmeyi bekleyen boyutun daha fazla ses olasılığına sahip olduğu görülür. İlk enstalasyonlardaki durağan dalgaların, akustik vuruşlarla, nabız olmayan bir müziğe nabız ve vuruş hissi eklediği; kombinasyon tonlarının da -kasten üretilmeyen- sonsuz ses olasılığını deneyime dahil ettiği görülmektedir. Kombinasyon tonları özellikle eserin sahip olduğu dalgaların üst veya alt oktav katlarını vermediği durumlarda ilgi çekici hale gelir. Örneğin *Drift Study 1973*'teki bazı kombinasyon tonları, $18-7=11$ ve $16+7=23$, asal sayılara karşılık gelir ve ön plandakilerin çok uzağındaki armonikleri müziğe dahil eder. Asal armoniklere duyulan ilgi bestecinin büyük ölçekli enstalasyonlarında iyice yoğunlaşacaktır. Asal armonikler, dinleyicinin kendi deneyimine bırakılmış olan boyutun ne denli çoklu ve çeşitli olduğunu gösteren eşsiz örneklerdir.

Sipariş Üzerine Kurulan Enstalasyonlar

Young 1967 yılında çeşitli vakıflardan aldığı siparişler üzerine enstalasyonlarını ilk kez *Dream House* dışındaki mekanlarda kurmaya başlamıştır. *Claes-Petty Oldenburg Commision* adlı çalışmada ilk kez 4 dalga kullanılmıştır. Bunlar 12:13:14:18 frekans oranlarına dayanır. Diğer bir deyişle bir temel frekans üzerinde 12, 13, 14 ve 18. armonikler kullanılmıştır. Bu enstalasyon 30 Hz'lik temel ses üzerinde sırasıyla 360, 390, 420 ve 540 Hz'lik dalgalar içerir. Bu eserde dalga sayılarının arttırılmasıyla kombinasyon tonu olasılıkları da artmıştır. İlk üç dalga arasındaki 30 Hz'lik fark ise saniye başına 30 birimlik akustik vuruş yaratır. Eserdeki dalgalar yine çok farklı kombinasyon tonlarına olanak verir. Örneğin $13+18=31$ asal armoniği cihazların ürettiklerinin ötesinde bir çeşitlilik sağlar. Bu asal armonik bestecinin daha sonraki eserlerinde de işlenecektir.

Betty Freeman Commission: A Music and Light Box (1967), 63:64 oranına göre seçilen iki dalgadan oluşur. 30 Hz temel frekansı üzerinde iki dalganın frekans değerleri 1890 ve 1920 Hz olarak bulunur. İki dalga derinlerde gömülü olan *kayıp temeli* (30 Hz.) ortaya çıkardığı gibi, saniye başına 30 birimlik akustik vuruşu ve 127. asal armoniği de ($63+64=127$) deneyime ekler. Böylelikle, $1890+1920=3810$ Hz'lik, 127. armonik gibi son derece ince bir ses de görünenler aracılığıyla görünmeyenlere ulaşılan algısal boyutta keşfedilmeyi bekler.

Sipariş üzerine kurulan son enstalasyon olan *Robert Scull Commission* (1967), dalgaların artması ve asal armoniklere daha fazla olanak vermesiyle bestecinin araştırmalarının iyice derinleştiğini gösterir. Zaten bu eserden sonra besteci

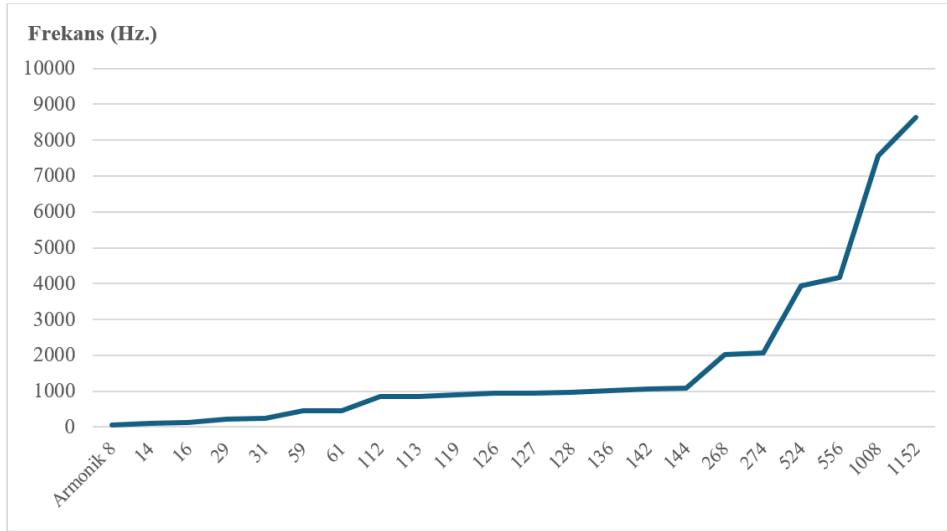
büyük ölçekli eserlerine odaklanacağından sipariş üzerine enstalasyon kurmaya devam etmemiştir. Bu eserde sırasıyla 56, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 71 ve 72. armoniğe karşılık gelen 14 sinüs dalgası kullanılmıştır (Gann, 1993, s. 174). Diğer bir deyişle 56-72 arasında yer alıp 5'e bölünebilenler dışındaki tüm armonikler kullanılmıştır. Bestecinin 5. armoniğe olan isteksizliği, bunun Batı müziği tonalitesinin temel aralıklarından biri olan 3'lüyü vermesinden kaynaklanır. Bu nedenle besteci hiçbir enstalasyonunda bu armoniği, bunun katlarını veya bunu kombinasyon tonu olarak yaratabilecek herhangi bir birleşimi kullanmamıştır. Bu eserde dalga sayısı arttığından ve armonikler arasında çoğunlukla 1 fark bulunduğundan saniye başına eşit birimlerde çok yoğun akustik vuruşlar düşer. Yine 1 birimlik fark nedeniyle kayıp temel ses çok daha belirgin hale gelir. Kombinasyon tonları ise yine sonsuz sayıda ve çeşitlidir.

Büyük Ölçekli Enstalasyonlar: *The Big Dream Symmetry*

1970'ler ve 1980'ler boyunca besteci, Dream House'da kurduğu enstalasyonlar içinde bir yandan çalışırken diğer yandan sesin hiç kesilmeksizin devam ettiği bu ortamda eşi Marian Zazeela ile yaşamını sürdürmüştür. Bu, bir bakıma sesin içinde yaşamak, bestecinin deyişiyle sesin içine girmektir: "Kendimizi sese vermekle, bambaşka bir dünya deneyimleyebilmemiz için sesin içine girmeyi kastediyorum. Bunu tarif etmek zordur. Ancak bu kolayca deneyimlenebilir. Sese girmeye çok istekliydim. Bunun için içinde bulunduğumuz fiziksel gerçeklikten ayrılmayı seviyordum (Duckworth, 1995, s. 256)." Uzun yıllar sonik bir uzamda yaşamının ve çalışmanın kazandırdığı tecrübelerle besteci, 1980'lerin sonundan itibaren büyük ölçekli enstalasyonlara başlamıştır. Bu çalışmalarda kendisi için özel olarak tasarlanmış, herhangi bir sapmaya izin vermeyen, *Rayna* sentezleyiciyi kullanmıştır. Ayrıca armonik alanları genişletmiş ve dalga sayılarını da iyice arttırmıştır. Bu büyük ölçekli çalışmalarını, simetrik armonik alanlarıyla ve teşvik ettikleri algısal boyutun gerçek-hayal ikilemini yaratmasıyla uyumlu olacak şekilde *The Big Dream Symmetry* başlığı altında toplamıştır. Bu serinin ilk parçası olan *The Romantic Symmetry Over a 60 Cycle Base in Prime Time from 144 to 112 with 119*. . . uzun ve detaylı başlığıyla uyumlu şekilde bestecinin ilk büyük ölçekli enstalasyonudur. Eserin temel sesi 7,5 Hz. olup bunun üzerinde 22 tane armonik kullanılmıştır. Armoniklere ait bilgiler Tablo 1'de, bunların, sinüs dalgası olarak, eş zamanlı duyurulduğu zaman insan duyum alanında kaplayacağı bölge ise Grafik 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. The Romantic Symmetry (1989), armonikler ve frekanslar (Gann, 1993, s. 179).

Armonik	Frekans (Hz)
1152	8640
1008	7560
556	4170
524	3930
274	2055
268	2010
144	1080
142	1065
136	1020
128	960
127	952,5
126	945
119	892,5
113	847,5
112	840
61	457,5
59	442,5
31	232,5
29	217,5
16	120
14	105
8	60



Grafik 1. The Romantic Symmetry (1989), armoniklerin duyum alanında kapladığı bölge.

Bu eserde temel ses (7,5 Hz) insan duyma sınırının altındadır. Bu nedenle besteci 8. armonik olan 60 Hz. ile başlamıştır. Üst sınır olarak da temelın 1152. armoniği olan 8640 Hz'i belirlemiştir. 8-1152. armonik arasındaki bu alan on oktavı geçecek kadar geniş bir alandır. Besteci işitme alanının sınırlarını keşfetmektedir. Bu keşif diğer enstalasyonlarında farklı noktalara doğru evrilecektir. Bu eserde dalgaların sayıca artırıldığı ve kalından inceye doğru çeşitlendirildiği görülmektedir. Sinüs dalgaları akustik fenomenler bağlamında incelendiğinde çok yoğun ve farklı birimlerde akustik vuruşların öne çıktığı görülür. Armonikler arasındaki frekans farkları incelendiğinde 2055-2010 ve 1065-1020 arasında 45'er birimlik, 120-105; 235,5-215,5 ve 457,5-442,5 arasında 15'er birimlik; 847,5-840 ve 960-952,5 arasında ise 7,5 birimliğe karşılık gelecek şekilde akustik vuruşların ortaya çıktığı görülür. Dolayısıyla durağan dronların ötesindeki öznel deneyimde çok farklı birimlerde ve eş zamanlı olarak duyulan vuruşlar söz konusudur. Bu akustik vuruşlar saniye başına farklı tartımlarda ritmik kalıplar ekleyerek algı kapılarının ardındaki dünyada vuruş, nabız ve ritmin var olmasını sağlar.

Dalgalar arasındaki frekans farkları aynı zamanda kayıp temeli ve onun 4. oktavdaki katı olan 30 Hz'i de yaratarak deneyime ekler. Bu eserin yaratacağı kombinasyon tonu olasılıklarını hesaplamaya kalkışmak bu araştırmanın sınırlarını da aşacağından birkaç örnekle yetinmek daha doğru görünmektedir. Çünkü birinci sıra kombinasyon tonlarının orijinal dalgalarla kombine olarak 2. sıra kombinasyon tonları yarattığı; bunların da öncekilerle bütünleşerek yeni tonlar yaratacağı bilinir.

Eserdeki kombinasyon tonlarına birkaç örnek şöyle verilebilir: 1152 ve 1008. armonikler 2160. armoniği toplam tonu olarak üretirler. Böylece armonik alan 16200 Hz'e kadar genişler. Ayrıca 112 ile 61. armoniklerin ilk sıra kombinasyon tonu olan 173. asal armonik de eşsiz bir sesi deneyime ekler. Bu olasılıkların sonsuzluğu ve çeşitliliği cihazların ürettiklerinin ötesindeki boyutun daha zengin olduğunu gösterir. Katılımcı "sese girerek" sonsuz olasılığı deneyimleyebilir.

The Prime Time Twins in the Ranges: 576 to 448: 288 to 224: 144 to 112, 72 to 56... (1990), armoniklere ilişkin detaylı açıklamaları içeren uzun başlığıyla uyumlu şekilde daha fazla dalga içerir (27 tane). Bu eser 1990-2000 arasındaki 10 yıllık süreç boyunca *Dream House*'da duyurulmak üzere tasarlanmıştır. Önceki enstalasyonla aynı şekilde 7,5 Hz. temel ses olarak seçilmiştir. Enstalasyondaki 27 sinüs dalgası 28-576. armonikler arasındadır. Öncekine kıyasla daha düşük frekanslı (kalın sesli) sinüs dalgaları içeren bu eserde de farklı birimlerde akustik vuruşlar (7,5, 15, 22,5 ve 37,5) kendiliğinden doğarak, durağan sinüs dalgalarına karşıt şekilde, deneyime vuruş hissi eklerler. Ayrıca bu eserdeki sonsuz kombinasyon tonu olasılığı da dinleyiciyi bekleyen deneyimin zenginliğini pekiştirir. Bu eserde bestecinin daha dar bir alana odaklandığı görülmektedir (210-4320 Hz.). Dalgalara ait bilgiler Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. The Prime Time Twins (1990), armonikler ve frekanslar (Gann, 1993, s. 184-185).

Armonik	Frekans (Hz)
576	4320
571	4282,5
569	4267,5
523	3922,5
521	3907,5
463	3472,5
461	3457,5
448	3360
288	2160
283	2122
281	2107,5
271	2032,5
269	2017,5
241	1807,5
239	1792,5
229	1717,5
227	1702,5
224	1680
144	1080
139	1042,5
137	1027,5
61	457,5
59	442,5
56	420
31	232,5
29	217,5
28	210

Günümüzde halen daha *Dream House*'da çalmakta olan 1990'ların son büyük ölçekli enstalasyonu *The Base Symmetry 9:7:4 in Prime Time When Centered above and below the Lowest Term Primes in the Range 288...*, tüm armonik yapısını açıklayan uzun başlığı, geniş armonik alanı ve akustik fenomenlere verdiği geniş olasılıklarla önceki eserlerle aynıdır. Tablo 3'te *The Base Symmetry 9:7:4*'un içerdiği 35 sinüs dalgasının armonik ve frekans bilgileri gösterilmiştir.

Tablo 3. The Base Symmetry 9:7:4, 1991, armonikler ve frekanslar (Gann, 1993, s. 200).

Armonik oran	Frekans. (Hz.)
2224	16680
2096	15720
1096	8220
1072	8040
568	4260
544	4080
288	2160
283	2122,5
281	2107,5
279	2092,5
277	2077,5
271	2032,5

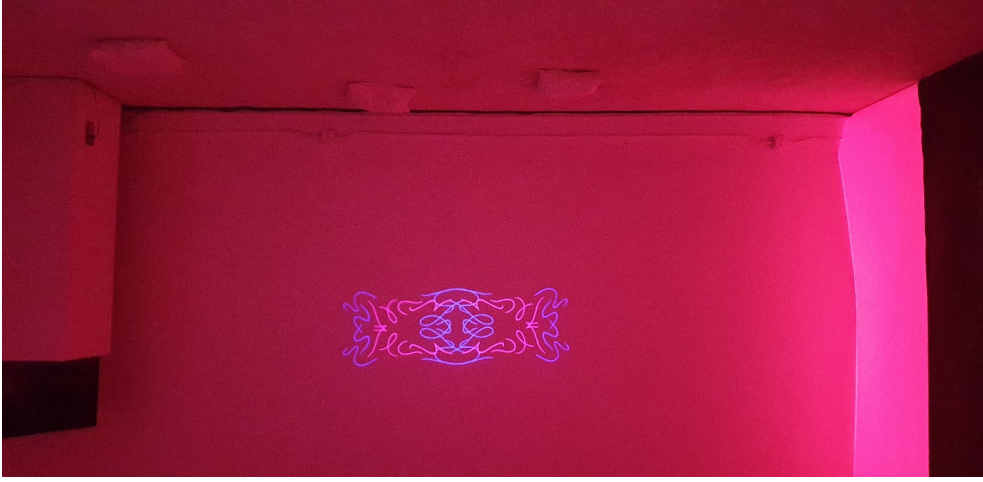
Tablo 3. Devamı

269	2017,5
263	1972,5
261	1957,5
257	1927,5
256	1920
254	1905
252	1890
251	1882,5
241	1807,5
239	1792,5
233	1747,5
229	1717,5
227	1702,5
224	1680
119	892,5
113	847,5
61	457,5
59	442,5
31	232,5
29	217,5
9	67,5
7	52,5
4	30

Enstalasyondaki armonikler yaklaşık 10 oktavlık bir alana yayılmıştır (30-16680 Hz). Önceki eserlere kıyasla *The Base Symmetry 9:7:4*'te insan duyum alanının sınırları daha derin şekilde incelenmektedir. Dalgalar akustik fenomenler bağlamında incelendiğinde akustik vuruşlarla ilgili şu bulgulara ulaşılır: 12 tane armonik çifti 15 Hz'lik farklarıyla 15 birimlik; 2 armonik çifti 7,5 birimlik farklarıyla 7,5 birimlik akustik vuruşu deneyime ekler. Ayrıca bu enstalasyonda 22,5 birimlik çok sık akustik vuruşlar da yer almaktadır (224 ve 227. armonikler arasında). *The Big Dream Symmetry*'nin diğer enstalasyonlarına kıyasla *The Base Symmetry* daha fazla akustik vuruş içerir. Dream House'un iç mekânı bu akustik vuruşlarla doludur. Ortamdaki ses kaynaklarının üretmeye programlanmadığı bu sesler kendiliğinden oluşarak algıya yerleşirler. Dolayısıyla durağan dalgaların ötesindeki algısal dünyada farklı tartımlarda ritmik kalıplar ve vuruşlar keşfedilmeyi beklemektedir.

Eserdeki kombinasyon tonları ise sonsuz olasılığa sahiptir. Bir önceki eserde olduğu gibi ilgi çekici birkaç örnek şöyle verilebilir: $7+4=11$, $9+4=13$, $113+224=337$, $227+252=479$ ve $544-113=431$ işlemleri sonucunda ortaya çıkan armonikler asal sayılara karşılık gelen armonikler olup cihazlar tarafından üretilenlerin oktav katları değildir. Bu eşsiz sesler dinleyicinin deneyiminde keşfedilmeyi bekler. Basit hesaplamalarla çok daha fazla örneğin bulunabileceği ve kombinasyon tonlarının sonsuz olasılığa sahip olduğu unutulmamalıdır. Böylelikle cihazların sunduğu dalgaların ötesindeki deneyimin daha zengin olacağı bir kez daha anlaşılır.

The Big Dream Symmetry'nin üç parçasındaki akustik vuruşlar ve kombinasyon tonlarına dair bulgular yukarıda sunulmuştur. Ancak bu parçaların aynı zamanda ortamın keşfiyle fark edilebilecek duran dalgalar fenomenini de yarattığı bilinmektedir. Duran dalgaların deneyimlenebilmesi için sinüs dalgalarının yüksek sesle ve devamlı olarak duyulduğu bir mekâna bizzat girip dolaşmak gerektiğinden bu fenomenle ilgili çıkarımlar ancak böyle bir deneyimden sonra isabetli olur. Duran dalgaların deneyim boyutundaki özellikleri hakkında bu makalenin yazarının 2022 yılında Dream House'daki alan deneyimleri kaynak sağlamıştır. Buna göre stüdyonun kare biçimli büyük odasının dört köşesine dağıtılan derin bas hoparlörlere (*subwoofer*) enstalasyonun en kalın sesli dalgaları olan 4, 7 ve 9. armonikler atanmıştır. Bu hoparlörlerin üstüne yerleştirilen tam aralıklı referans monitörlerine ise kalan sinüs dalgaları paylaştırılmıştır. Şekil 1'de *Dream House*'un büyük galerisi gösterilmektedir. Sağ tarafta derin bas hoparlör (beyaz blok) ve bunun üzerinde referans monitörü yer almaktadır. Diğer köşelere de aynı cihazlar yerleştirilmiştir. Ancak sol köşede ve bunun tam karşısında yer alan cihazlar enstalasyonun görsel bileşenini oluşturan çalışmanın arkasında kaldığından görülmemektedir. Bu nedenle bu noktalara yaklaştıkça duran dalgalar nedeniyle sesteki değişim hissedilse de ses kaynakları görülemediğinden deneyim daha ilginç bir nitelik kazanır.



Şekil 1. Dream House, büyük oda (Fotoğraf yazar tarafından çekilmiştir. 2022)

Dream House'da sinüs dalgalarının dağılımıyla ilgili hiçbir belge veya bilgi yer almaz. Amaç, katılımcının “sese girmesini” sağlamak, ortamın sonik haritasını çıkarmaya teşvik etmektir. Katılımcı yürüyerek, eğilip kalkarak, sallanarak veya en küçük baş hareketiyle bile farklı duran dalga bölgelerine girilebilir. Kendine özgü rotalar belirleyerek iç mekânın sonik haritasını çıkarabilir. Belli bölgelerde belli hareketleri tekrarlayarak ezginin bulunmadığı bu ortamda kendi ezgilerini yaratabilir. Şekil 1’de gösterilen derin bas hoparlörlere yaklaştıkça düşük frekanslı (kalın sesli) sinüs dalgalarının baskınlaştığı ve çok sık akustik vuruşların öne çıktığı hissedilir. Katılımcı ileri geri hareket ederek bu deneyimi ritmik olarak tekrar edebilir. Böylelikle kendi basit ezgilerini yaratabilir. Derin bas hoparlörlerden uzaklaştıkça yüksek frekanslı (ince sesli) sinüs dalgalarının etrafını sardığını hissedebilir. Böylelikle köşelerden odanın merkezine doğru yürüyen katılımcı, kalından inceye doğru sesler arasında geçiş yapabileceğini hisseder. Hareket özgürlüğünü tamamen elinde tutmaktadır. Her hareketi “sesin içinde” yaşadığı deneyime yenilik kazandırmaktadır. Bu bir bakıma, katılımcının bedensel varlığının eserle bütünleşmesi, konum ve hareketiyle bu eseri icra edebilmesi anlamına gelir. Young’ın dediği gibi sese girmek için fiziksel gerçeklik bu şekilde aşılmaktadır. Çünkü ortamda sunulanlar yalnızca durağan dronlardır. Ancak katılımcı kendine sunulanların ötesindeki algısal boyutu canlı olarak deneyimleyebilmektedir. Duran dalga fenomeni, diğer iki akustik fenomene kıyasla, doğrudan bedensel hareketlerle deneyimlendiğinden algı kapılarının ötesindeki dünyanın daha gerçekçi olmasını sağlamaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Araştırma Young’ın enstalasyonlarında cihazlar tarafından üretilen durağan dronların, deneyim esnasında, bambaşka akustik olaylar yarattığını göstermiştir. Dinleyicinin odaklanmasını ve aktif katılımını teşvik eden bu kavrayış farklı bir algısal boyut yaratma amacı taşımaktadır. Araştırmada elde edilen bulgular bu algısal boyutun özelliklerinin ve bunların deneyime olan etkilerinin tespitine yönelik birincil soru ve ilgili alt problemlere anlamlı cevaplar kazandırmıştır. Öncelikle bestecinin sinüs dalgalarının akustik olasılıklarını keşfetmesiyle elindeki tüm araçları, taranan kaynaklar ve yapılan araştırmalar neticesinde, yalnızca sinüs dalgalarına indirgediği anlaşılmıştır. Bir sinüs dalgası tek frekans bileşenine sahip olduğu için akustik vuruş, kombinasyon tonu ve duran dalgaları yaratmada diğer ses dalgası formlarına kıyasla daha yetkindir. Besteci de bu tespitin ardından söz konusu akustik fenomenleri enstalasyonlarında yaratmaya odaklanmıştır. Bu amaca ulaşabilmek için üç temel gerekliliğin yüksek ses seviyesi, devamlılık ve sinüs dalgaları olduğu görülmüştür. Dolayısıyla enstalasyonlar bu doğrultudaki en yetkin çalışmalar olmaktadır. Çünkü kapalı bir mekânda devamlı olarak yüksek sesli sinüs dalgalarını duyurmak bütün akustik fenomenlerin belirginleşmesini sağlamıştır.

Kullanılan malzemenin birkaç tane sinüs dalgasına indirgenmesi müzik tarihinde önceden eşi görülmemiş bir kavrayışı getirmiştir. Seslerin hem miktarının azaltılması hem de yapısal olarak en saf bileşenine indirgenmesi akustik fenomenleri kompozisyonda birincil önceliğe alma isteğinin bir sonucudur. Böylelikle bestecinin, tekrarlı minimalistlere kıyasla, daha radikal bir indirgemeye dayanan özgün bir minimalist dil geliştirdiği görülmüştür. Bu araştırma böylelikle minimalist indirgemenin yeni bir kaynağına dikkat çekmiştir. Young’ın, akustik fenomenler aracılığıyla bilindik algı kalıplarının aşılmasına olanak sağlamak üzere, sesleri sinüs dalgalarına indirgemesi minimalist indirgemenin yeni bir kaynağı olarak öne sürülmektedir. Seslere odaklanarak akustik fenomenleri keşfetme, dolayısıyla odaklanma ve algısal değişim isteği, minimalist indirgemenin bir nedenidir. Böylelikle müzikte minimalizm için yeni bir araştırma ve tartışma düzlemi açılmaktadır.

Akustik fenomenlerin ilk bakışta kolaylıkla ayırt edilememesi ancak odaklanmayla veya duran dalgalar deneyiminde olduğu gibi bedensel hareketlerle keşfedilmesi, algı kapılarını açmanın yoludur. Bu yaklaşım eserle dinleyici arasındaki ayrımın çözülmesini sağlayarak, bireyi pasif bir konumdan çıkarıp deneyimi yapılandırma aktif bir katılımcı rolüne yükseltmiştir. Böylelikle enstalasyonlar, bireyin sese girmeye olan isteğiyle orantılı olarak, algı kapılarının ardındaki dünyayı deneyimleme imkânı vermektedir. Dinleyicinin kendi deneyiminde, ritim ve vuruş, yepyeni sesler ve ezgiler keşfedilmeyi beklemektedir. Akustik vuruşlar görünen durağanlığın ötesindeki algı boyutunda ritim ve vuruş yaratırken, kombinasyon tonları ise sonsuz ses olasılığı kazandırır. Özellikle kombinasyon tonu olarak ortaya çıkan asal armoniklerin, enstalasyonların içerdiği dalgalar arasında yer almaması veya oktav katlarının bulunmaması, dinleyicinin öznel deneyimine bırakılan algı boyutunun cihazların sağladığından daha zengin ve çeşitli olduğunu göstermiştir. Deneyim boyunca katılımcı, kendine sunulanların çok ötesindeki vuruşları, ritmik kalıpları ve yepyeni sesleri duyabilir. Aynı zamanda duran dalga bölgelerine girdikçe veya belli hareketleri tekrarladıkça kendi müziğini yaratabilir. Böylelikle enstalasyonların teşvik ettiği deneyim, geleneksel dinleme biçimini ve dinleyici rolünü tamamen değiştirir.

Algısal deneyimin öznel doğası gereği yapılabilecek yorumların kasıtlı olarak sınırlı tutulması, bunun dinleyicinin öznel deneyimine bırakılması gerektiği anlaşılmıştır. Çünkü kimin neyi, nasıl duyacağı veya ortamdaki duran dalgaları deneyimlerken nasıl müzikler “yaratacağı” hakkında kesin yorumlar yapmak doğru değildir. Enstalasyonlar, esas olarak katılımcının kendi deneyiminde şekillenen eserlerdir. Bu boyuta açılan algı kapıları, çok basit hesaplamalarla tespit edilebilen, akustik fenomenlerden geçmektedir. Bu araştırma da böylelikle kâğıt üzerinde yazılı olan veya bizzat cihazlar tarafından üretilenleri değil, algısal boyutta kendiliğinden var olarak gerçeklik kazananları tespit ve analiz etmeye odaklanmış, böylelikle minimalist müzik analizinde yeni bir alana dikkat çekmiştir. Bu analiz ilginç ki ilk anda duyulanları değil duyulmayanları analiz etmeyi önerir. Bu analiz akustik fenomenleri analitik çalışmanın konusu haline getirir.

Araştırmada akustik vuruşlara ilişkin bulguların daha kolay tespit edilebildiği görülmüştür. Ancak kombinasyon tonları sonsuza kadar giden olasılığa sahiptir. Özellikle ilk sıra kombinasyon tonlarının yapay zekâ veya geliştirilebilecek yazılımlar aracılığıyla tespit edilmesi, kendiliğinden ortaya çıkan bu seslerin ve armonik alanların hangi ses dizilerine, makamlara veya hangi kültürlerin müziğine yaklaştığını belirlemeyi sağlayabilir. Böylelikle katılımcının duyabileceği farklı kültürlerle ait müziksel ipuçlarının kanıtları tespit edilebilir. Çünkü katılımcının enstalasyonda dolaşırken duyduğunu sandığı müzikler gerçekten de var olabilir. Bu araştırma, akustik fenomenlerin analizini minimalist müzik analizi için yeni bir uğraş alanı olarak önermekte ve bu doğrultuda geliştirilebilecek müzik teknolojilerine dikkat çekmektedir. Bu makalenin, hem minimalist indirgemenin bir kaynağı olarak akustik fenomenler aracılığıyla algının sınırlarını aşma isteğini öne sürmesi, hem de dikkat çektiği yeni analitik bağlamla, gelecek araştırmalar için esin verici olacağı düşünülmektedir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Yazar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer Review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: The author has no conflict of interest to declare.

Grant Support: The author declared that this study has received no financial support.

Yazarın ORCID ID'si / ORCID ID of the author

Uğur Cihat SAKARYA 0000-0002-6450-692X

KAYNAKLAR / REFERENCES

- Bloomey, P. (2008). *Sine Waves and Simple Acoustic Phenomena in Experimental Music: With Special Reference to the Work of La Monte Young and Alvin Lucier* (Doctoral dissertation, University of Western Sydney).
- Duckworth, W. (1995). *Talking Music*. London: Schirmer Trade Books.
- Everest, F.A. (2001). *Master Handbook of Acoustics*. New York: Mc-Grawhill.
- Gann, K. (1993). La Monte Young's The Well Tuned Piano. *Perspectives of New Music*, 31(1), 134-162.
- Grimshaw, J. (2011). *Draw a Straight Line and Follow It: The Music and Mysticism of La Monte Young*. Oxford: Oxford University Press.

- Helmholtz, H. (1885). *On the Sensations of Tone*. London: Longmans, Green and Co.
- Howard, D.M. & Angus, J.A.S. (2006). *Acoustics and Psychoacoustics*. London: Focal Press.
- Riley, T. (1993). *La Monte and Marian 1967*, Pennsylvania: Bucknell University Press.
- Rogers, G. (2004). Interdisciplinary Lessons in Musical Acoustics: The Science-Math-Music Connection. *Music Educators Journal*, 91(1), 25-30. <https://doi.org/10.2307/3400102>
- Rossing, T., & Moore, R., & Wheeler, P. (2014). *The Science of Sound*. New Jersey: Pearson.
- Young, L.M. (1960). Lecture 1960. *The Tulane Drama Review*, 10(2), 73-83.
- Young, L.M. (1969). *Selected Writings*. New York: Ubu Classics.

Atf Biçimi / How cite this article

Sakarya, U. C. (2024). Opening the Doors of Perception Through Acoustics: La Monte Young's Sine Wave Installations. *Konservatoryum – Conservatorium*, 11(2), 584–598. <https://doi.org/10.26650/CONS2024-1571902>