

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

DOI: 10.52122/nisantasisbd.1766102

ANTİK BİR YERALTI ŞEHRİNDE AKUSTİK VE İŞİTSEL DENEYİM: DERINKUYU
YERALTI ŞEHİRİ

Arş. Gör. Sezin NAS

İstanbul Galata Üniversitesi,
İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü.

e-posta: sezin.nas@galata.edu.tr

 0000-0002-0015-2501

Prof. Dr. Saadet AYTIS

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi,
İç Mimarlık Bölümü.

e-posta: saadet.aytis@msgsu.edu.tr

 0000-0001-5454-5936

Doç. Dr. Konca ŞAHER

Kadir Has Üniversitesi,
İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü.

e-posta: konca.saher@khas.edu.tr

 0000-0001-6959-0385

ÖZ

Sesler mekanların kimliğinin bir parçasını oluşturmakta ve fiziksel çevrenin bir bileşeni olarak tanımlanmaktadır. Literatüre bakıldığında yeraltı şehirlerinin özelinde jeolojik ve yapısal çalışmalar yürütülmüş olsa da fiziksel çevrenin önemli bir yönü olan iç mekân akustiğine ilişkin araştırmaların eksik olduğu görülmektedir. Oysaki, yeraltı şehirleri görsel kimliklerinin ötesinde, barındırdıkları akustik özelliklerle de mekânsal hafızanın önemli bir parçasını oluşturur ve bu yönüyle de araştırılmaları önemlidir. Bu bağlamda, Kapadokya bölgesinde yer alan Derinkuyu Yeraltı Şehri hem tarihsel hem de mekânsal özellikleriyle işitsel açıdan özgün bir araştırma sahası sunmaktadır. Bu çalışma, Derinkuyu'nun akustik kimliğini çok boyutlu bir yaklaşımla incelemekte ve doktora çalışması kapsamında yürütülen bir saha araştırmasının ön bulgularını ortaya koymaktadır. Araştırmada, sekiz katlı bu yeraltı kompleksinde yer alan üç farklı iç mekân tipolojisi mimari, ölçüm ve deneyim boyutunda analiz edilmiştir. Alan üzerinde gerçekleştirilen reverberasyon süresi ölçümleri ve duysal gözlemler aracılığıyla, mekânsal hacmin ve fonksiyonel kullanımın sesin algılanmasına olan etkisi değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, Derinkuyu'nun yalnızca görsel değil aynı zamanda işitsel bir kültürel miras alanı olarak da değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda, akustiğin mekân kimliği üzerindeki rolü vurgulanmakta ve tarihi yapıların korunmasında işitsel çevrenin dikkate alınmasının gerekliliği vurgulanmaktadır.

Ahahtar Kelimeler: Derinkuyu Yeraltı Şehri, Akustik miras, Tipolojik analiz, İşitsel deneyim, Reverberasyon süresi.

ACOUSTICS AND SENSORY EXPERIENCE IN AN ANCIENT UNDERGROUND CITY: DERINKUYU UNDERGROUND CITY

ABSTRACT

Sounds form part of the identity of spaces and are defined as a component of the physical environment. While geological and structural studies have been conducted specifically on underground cities in the literature, there is a lack of research on interior acoustics, which is an important aspect of the physical environment. However, beyond their visual identity, underground cities also form an important part of spatial memory with their acoustic properties, making them important subjects for research. In this context, the Derinkuyu Underground City in the Cappadocia region offers a unique field of research from an auditory perspective, with both its historical and spatial characteristics. This study examines the acoustic identity of Derinkuyu with a multidimensional approach and presents the preliminary findings of a field study conducted as part of a doctoral thesis. In the study, three different interior space typologies within this eight-story underground complex were analyzed in terms of architecture, measurement, and experience. Through reverberation time measurements and auditory observations conducted in the field, the effect of spatial volume, and functional use on sound perception was evaluated. The findings reveal that Derinkuyu should be considered not only as a visual but also as an auditory cultural heritage site. In this regard, the role of acoustics in spatial identity is emphasized, and the necessity of considering the auditory environment in the preservation of historical structures is highlighted.

Keywords: Derinkuyu Underground City, Acoustic heritage, Typological analysis, Auditory experience, Reverberation time.

Geliş Tarihi/Received: 15.08.2025

Kabul Tarihi/Accepted: 29.08.2025

Yayın Tarihi/Printed Date: 31.12.2025

Kaynak Gösterme: Nas, S., Aytis, S., & Şaher, K. (2025). "Antik Bir Yeraltı Şehrinde Akustik ve İşitsel Deneyim: Derinkuyu Yeraltı Şehri". *İstanbul Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(2) 1184-1191.

*Bu makale, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Lisansüstü Enstitüsü, İç Mimarlık Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Saadet Aytis danışmanlığında yürütülen doktora tezinden üretilmiştir.

GİRİŞ

Kapadokya Bölgesi'nde yer alan Derinkuyu Yeraltı Şehri, dünyanın bilinen en büyük yeraltı yerleşimlerinden biri olarak öne çıkmakta ve barındırdığı mimari, tarihsel ve toplumsal katmanlarla dikkat çekmektedir (Üstüner ve Gültekin, 2022: 332). Yer yüzeyinin yaklaşık 60 ila 85 metre altında konumlanan bu yapı, tahmini olarak 20.000 kişiyi barındırabilecek kapasiteye sahip olup, ahırlardan ibadethanelere, yaşam alanlarından depolama ve şarap üretim mekânlarına kadar farklı işlevlerde birçok bölüme ev sahipliği yapmaktadır. Derinkuyu, bu özellikleri sayesinde 1985 yılında UNESCO Dünya Mirası Listesi'ne dâhil edilmiştir.

Bu denli çok katmanlı bir yapıya sahip olan Derinkuyu üzerine yapılmış çalışmalar genellikle jeolojik, arkeolojik ve mimari boyutlarda yoğunlaşmış; ancak yerin fiziksel karakteristiğinin ayrılmaz bir parçası olan akustik özellikleri, akademik literatürde çoğu zaman ihmal edilmiştir (Mutlu, 2008; Çekiç, 2008; Okuyucu, 2007; Dolap, 2019). Oysa ses, yalnızca mekânsal işlevi değil, aynı zamanda kimlik, aidiyet ve hafıza boyutlarını da şekillendirir. Kent çalışmalarında, "işitsel peyzaj (soundscape)" kavramı R. Murray Schafer'in öncü katkılarından itibaren mekânın işitsel boyutlarını anlamlandırmak için temel bir referans noktası olmuş (Schafer, 1993), 2010'lu yıllardan itibaren ise ISO 12913 standartları çerçevesinde daha sistematik hale gelmiştir (ISO/TS 12913-2:2018). Son yıllarda yapılan çalışmalar, sesin mekân kimliği ve kültürel süreklilikte görsel veriler kadar belirleyici olabileceğini göstermektedir (Kang & Schulte-Fortkamp, 2016; Aletta et al., 2018). Her şehir, doğal sesler, sinyaller ve gürültüden oluşan kendine özgü bir akustik kimliğe sahiptir. Ses, bir yerin kendine özgü karakterini tanımlamada önemli bir rol oynar ve bir şehrin genel kimliğine katkıda bulunur. Kent sakinleri genellikle sesleri bir yer ve aidiyet duygusu ile ilişkilendirir (Fisher, 1998). Bu bağlamda kentsel işitsel peyzajın anlaşılması, mimarlık ve kentsel tasarım disiplinleri açısından önem kazanmaktadır.

Yeraltı şehirleri, çevresel gürültü ve atmosferik etkilerden izole olmaları nedeniyle geleneksel açık kentsel dokulardan farklı özgün bir iç mekân işitsel deneyim alanı sunmaktadır. Bu bağlamda Derinkuyu, sahip olduğu yapısal özellikler ve yüzey malzemelerinin akustik etkisiyle, benzersiz bir iç mekân işitsel deneyimi ortaya koymakta ve işitsel miras alanları olarak ele alınmalıdır. Tüm katlar boyunca uzanan kesintisiz bir şekilde devam eden 4 adet ana havalandırma kanalı (Şekil 1), 52 havalandırma shaftı ve yaklaşık 15.000 havalandırma bağlantısı (Saher ve Mihci, 2017) etrafında şekillenen bu şehir, mimari özellikler ve kullanım örüntülerinin işitme deneyimine etkisi açısından detaylı bir çalışmayı hak etmektedir. Son dönemde kültürel miras araştırmalarında sesin rolü giderek daha fazla önem kazanmış; işitsel verilerin belgeleme, koruma ve yeniden canlandırma süreçlerine entegre edilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Firat et al., 2025; Alvarez-Morales). Özellikle UNESCO'nun somut olmayan miras tanımında işitsel peyzajın bir topluluğun belleğinin parçası olduğunun altı çizilmektedir (1985).

Bunun yanı sıra, teknolojik gelişmelerle birlikte sanal gerçeklik (VR) ve dijital simülasyon yöntemleri, akustik mirasın deneyimlenmesi ve aktarılmasında yenilikçi imkânlar sunmaktadır. Son yıllarda yapılan araştırmalar, VR tabanlı sanal ses yürüyüşleri (virtual soundwalk) ve üç boyutlu (3B) akustik simülasyonların hem akademik araştırmalarda hem de ziyaretçi deneyiminde güçlü bir araç olduğunu göstermektedir (Pietroni, 2021). Bu çalışmalar, tarihi yapıların yalnızca görsel temsillerinin değil, aynı zamanda işitsel atmosferlerinin de yeniden inşa edilerek paylaşılabileceğini ortaya koymaktadır.



Şekil 1: Derinkuyu Yeraltı Şehir Kesiti (Özdemir Cengiz, Y. 2018)

Bu bağlamda, Derinkuyu Yeraltı Şehri'nin akustik özelliklerinin incelenmesi, yalnızca mimarlık ve iç mekân tasarımı literatürüne değil, aynı zamanda işitsel peyzaj çalışmaları ve akustik miras alanlarına da katkı sağlayacaktır. Çalışma, yerinde akustik ölçümler ve işitsel deneyim analizleriyle Derinkuyu'nun çok katmanlı işitsel peyzajını ortaya koymayı ve bu bulguları kültürel mirasın belgelenmesi ile yorumlanması süreçlerine entegre etmeyi amaçlamaktadır.

1. Metodoloji

Araştırmanın metodolojik altyapısı, Derinkuyu Yeraltı Şehri'nde yer alan farklı mekân tipolojilerinin mimari, akustik ve işitsel boyutlarıyla kapsamlı bir şekilde analiz edilmesini içermektedir. Araştırma kapsamında sekiz farklı katmandaki çeşitli mekânlar yerinde ziyaret edilerek, hacimsel ölçüler, yapısal özellikler ve işlevsel kullanım örüntüleri sistematik biçimde belgelenmiştir. Bu süreçte hem sayısal veriler (hacim, mekan tipolojisi, yüzey özellikleri) hem de nitel gözlemler (algı, mahremiyet, işitsel duyum) kaydedilmiştir. Bu çalışma için, ayrıntılı olarak analiz edilmek üzere hacimsel büyüklüğüne, işlevine ve mahremiyet seviyesine göre farklılaşan üç farklı oda tipolojisi seçilmiştir. Bunlar yedinci kattaki kilise, ikinci kattaki oturma ve yatak odası alanı ile birinci kattaki mutfak alanıdır.

Akustik ölçümler için, her odada hacme bağlı olarak 3 ila 5 noktada önceden kaydedilmiş tarama sinyalleri, taşınabilir hoparlör aracılığıyla oynatılmış ve bu sinyaller kayıt cihazıyla toplanmıştır. Elde edilen kayıtlar, ani uyarı yanıtlarına (impulse response) dönüştürülmüş, T20 değerlerinin işlenmesi ve hesaplanması için ODEON hacim akustiği yazılımına yüklenerek analiz edilmiştir. Bu yöntem, ISO 3382-2 standardı uyarınca sürdürülmüş, ancak sahanın teknik sınırları nedeniyle ampirik bir düzenlemeye gidilmiştir.

Metodolojik çerçeve, yalnızca nicel verilere değil, aynı zamanda mekânsal deneyime ilişkin nitel gözlemlere de dayanmaktadır. Bu bağlamda işitsel deneyim gözlemleri, akustik verilerin mekânsal algıyla ilişkisini ortaya koymak üzere yapılandırılmıştır. Bu çok boyutlu yaklaşım, Derinkuyu Yeraltı Şehri'nin akustik kimliğinin anlaşılmasına yönelik özgün ve derinlemesine bir temel sunmayı hedeflemektedir.

2. Bulgular

Araştırmada elde edilen bulgular, Derinkuyu Yeraltı Şehri'nde seçilen üç farklı tipolojiyi temsil eden mekânlarda (kilise, mutfak-yemek alanı, oturma-yatak odası) mimari, akustik ve işitsel açıdan çok boyutlu bir değerlendirme sunmaktadır. Bulgular, her mekânın yapısal tasarımının, iç hacim düzeninin ses algısı üzerindeki etkisini açıklıkla ortaya koymuştur.

2.1. Mimari Araştırma

Derinkuyu'nun mimari dokusu, katmanlı ve birbirine bağlantılı alanlardan oluşmaktadır. Derinkuyu'da ahırlar, kilerler, yemekhaneler, kiliseler, yaşam alanları ve şarap üretimi için kullanılan mekânlar gibi genellikle bir yeraltı şehrinde bulunması gereken pek çok mekân bulunmaktadır. Şehirde yedi kat bulunmaktadır; ancak buradaki kat kavramı günümüzde kullanılanlardan farklıdır. Bu katlar belirgin sınırlardan yoksundur ve birbirinin altında tutarlı bir şekilde konumlandırılmamıştır ve katlar arasındaki dikey mesafeler yerden yere değişebilmektedir.

Derinkuyu Yeraltı Şehri'nin birinci katı ahırlar, mutfaklar, şaraphane ve yemek odalarından oluşmaktadır. Derinkuyu Yeraltı Şehri'nin ikinci katında ise oturma odaları ve mutfaklara yakınlığı nedeniyle erzak depoları bulunmaktadır. Ayrıca bir misyoner okulu da bulunmaktadır.

Üçüncü kat havalandırma kanallarının merkezidir. Bu katta ayrıca ortak bir toplanma merkezi de bulunmaktadır. Üçüncü kat ve dördüncü kat bu yeraltı şehrinin merkezidir ve sakinlerin ortak alanlarını oluşturan kamusal alanlardan oluşur. Ayrıca oturma odaları ve yatak odaları da bulunmaktadır. Beşinci kat ve altıncı kat şehrin dağıtım ve güvenlik merkezidir. Yedinci katta büyük bir oda bulunmaktadır. Bu geniş alan bir toplantı salonuna ev sahipliği yapmaktadır. Yedinci katta haç şeklinde bir kilise ve mezarlık bulunmaktadır. Sekizinci katta havalandırma bacaları bulunmaktadır.

Mekânların tipolojik analizi, mekânların işlevi ve mahremiyeti temel alınarak yapılmıştır. İncelenen kentin mekân tipolojisi aşağıdaki gibi özetlenebilir:

-Kamusal alanlar: Şaraphane, ahır, mutfak, yemek alanı, okul, kilise, mezarlık, toplanma alanı, koridorlar, geçitler.

-Özel mekânlar: Oturma odaları, yatak odaları, özel koridorlar, kontrol odası

Yukarıdaki her bir kategoriden birer örnek odanın mimari incelemesi yapılmıştır. Malzemeler ve iç kaplamalar da not edilmiştir. Ancak bu çalışma üç özel odanın analizine odaklanmaktadır: yedinci katta yer alan kilise, ikinci katta yer alan oturma ve yatak odası alanı ile birinci katta yer alan mutfak ve yemek alanı. Aşağıdaki Tablo 1, analiz edilen odaların bir özetini sunmaktadır.

İncelenen kilise, yedinci katta yer alan geniş hacimli ve haç planlı bir yapıdır. Bu alan hem tavan yüksekliği hem de komşu bölümlerle olan bağlantıları açısından önemli bir akustik potansiyel taşımaktadır. Birinci katta bulunan mutfak ve yemek alanı, fonksiyonel olarak birbirine bağlı ancak sesin sürekliliği açısından parçalanmış bir yapı sergilemektedir. İkinci kattaki oturma ve yatak alanları ise, görece dar hacimli, sessizliği önceliklendiren ve

mahremiyet duygusu taşıyan alanlardır. Bu tipolojik ayırım, akustik performans verilerinde belirgin farklılıklar olarak yansımaktadır.

Tablo 1: Derinkuyu Yeraltı Şehrinde Analiz Edilen 3 Mekan

Fonksiyon	Yaklaşık Hacim	Kat-Zemin	Malzeme
Kilise	159 m ³	-7. kat	Tüf taşı
Mutfak & Yemek Odası	92 m ³	-1. kat	Tüf taşı
Dinlenme & Oturma Odası	23 m ³	-2. kat	Tüf taşı

2.1. Akustik Ölçümler

Mekanların akustik özelliklerini belirlemek için reverberasyon süresi ölçümleri yapılmıştır. ISO 3382-2 doğrultusunda akustik ölçümler yapmak için elektrige bağlanmak, ağır ve büyük akustik ölçüm ekipmanlarını taşımak ve ilgili bölümlere ulaştırmak güncel koşullara göre mümkün olmadığından, bu ön akustik değerlendirmede ampirik bir ölçüm ve değerlendirme metodolojisi kullanılmıştır. Önceden kaydedilmiş tarama sinyali, küçük bir el hoparlöründen (yönlülüğü bilinmeyen) alınmış ve tarama sinyali basit bir kayıt makinesi aracılığıyla kaydedilmiştir. Kayıtlar hoparlör en yüksek ses seviyesindeyken alınmıştır. Her mekânda en az 3, en fazla 5 kayıt alınmıştır. Seçilen kayıtlar daha sonra ani uyarı yanıtlarına (dc dosyaları) dönüştürülmüştür. Dönüştürülen dürtü yanıtları daha sonra T20 değerlerinin işlenmesi ve hesaplanması için ODEON'a yüklenmiştir.

Bu çalışma için kilise, oturma ve yatak odası alanı ile mutfak ve yemek alanı olmak üzere üç oda için hesaplanan reverberasyon süresi (T20) değerleri Tablo 2'de gösterilmiştir:

Tarama sinyalleriyle elde edilen reverberasyon süreleri (RT-T20), mekânlar arasındaki akustik farklılıkları nicel olarak ortaya koymaktadır. Kilise, 125 Hz bandında 4,79 sn ile başlayan reverberasyon süreleriyle en yüksek çınlama değerlerine sahiptir. Bu yapının hacmi, tavan yüksekliği ve yansıtıcı yüzeylerle ilişkilidir. Buna karşılık, oturma ve yatak odası alanlarında 125 Hz bandında 0,80 sn'lik çınlama süreleri kaydedilmiş olup, bu durum yutucu yüzey etkisi ve dar hacimle ilişkilendirilebilir. Mutfak alanı ise, orta değerler göstermiş ve özellikle insan sesinin anlaşılabilirliği açısından dikkat çekici bir profil sunmuştur.

Tablo 2: Derinkuyu Yeraltı Şehrindeki 3 Odanın Reverberasyon Süresi Sonuçları

RT (T20 ort)	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Kilise	4,79	3,30	2,20	1,50	1,10	0,80	0,57
Dinlenme & Oturma Odası	0,80	0,79	0,55	0,42	0,34	0,29	0,26
Mutfak & Yemek Odası	1,30	0,91	0,65	0,49	0,43	0,37	0,29

2.3. İşitsel Deneyim

Nitel gözlemler, her mekâna ait ses atmosferinin kullanıcı deneyimi açısından çok farklı özellikler taşıdığını ortaya koymuştur. Yedinci katta bulunan kilise, şehrin en geniş odalarından biridir ve aynı zamanda yüksek bir tavana sahiptir. Şehrin diğer katlarından gelen seslerin buradan duyulduğu gözlemlenmektedir. Kilise alanına büyük bir açıklıktan girilmesi ve hemen merdivenlerin sonunda yer alması nedeniyle gürültülü bir alandır. Merdivenlerden ve sirkülasyon alanlarından oldukça fazla ses gelmektedir. Arka plan gürültüsünün yüksek olduğu ve diğer mekanlardan gelen konuşmaların kilisede mırıltı olarak duyulduğu söylenebilir. Çınlama süresinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Birinci katta mutfak ve yemek alanı, ahırlar, mutfak alanları, şaraphane ve depo alanları bulunmaktadır. Bu katta mutfakların bulunması nedeniyle yüzeye doğru açıklıklar bulunmaktadır. Bu katın işlev açısından yoğun sirkülasyonu düşünüldüğünde gürültü oldukça yüksektir. Bu katta birbiriyle bağlantılı veya ayrı birçok bölüm bulunmaktadır. Mekanlar arası sesler burada daha duyulabilir ve anlaşılabilir. Uğultu diğer katlara göre daha düşük olsa da mekânlar arası konuşmaların anlaşılabilirliği daha yüksektir. Örneğin burada yer alan mutfak ve yemek alanına giriş, diğer mutfak bölümlerinden geçtikten sonra yaklaşık 4 metre uzunluğundaki bir koridordan, küçük bir açıklıktan sağlanmaktadır. Koridorun varlığına rağmen komşu alanlardan gelen sesler rahatlıkla anlaşılabilir. Bu bölümde 5-10 cm çapında havalandırma kanalı işlevi de gören iletişim kanalları bulunmaktadır.

Yaşam alanı ve yatak odaları ikinci kattadır. Tipik olarak yaşam alanları ve misyoner okulu bu katta bulunur. Bu kat genellikle diğerlerine kıyasla daha sessizdir. Seçilen bu yaşam alanına erişim uzun, dar ve alçak bir koridordan sağlanmaktadır. Ana dikey sirkülasyon alanından uzaktır. Bu nedenle diğer alanlardan gelen sesler daha az belirgindir. Bu mekânda iki adet uyku alanı bulunmaktadır. Yaklaşık 50x70cm boyutlarında olan bu alanlara erişim yaşam alanından iki farklı açıklıktan sağlanmaktadır ve bu alanlar bir kişinin dik duramayacağı kadar küçüktür ve ancak 3-4

kişi yan yana uyuyabilir. Bu alanda sessizliğin sağlanabildiği ve arka plan gürültüsünün oldukça düşük olduğu gözlemlenmiştir ve şehirdeki izole alanlardan biridir.

Sonuç olarak kilisede yüksek tavan ve sirkülasyonun yoğunluğu nedeniyle, uzak mesafelerden gelen seslerin mırıltı şeklinde algılandığı bir arka plan gürültüsü söz konusudur. Mutfak ve yemek alanında, fonksiyonel sirkülasyonun yoğunluğu nedeniyle seslerin daha belirgin, anlaşılabilir ve yönlenebilir olduğu gözlemlenmiştir. Buna karşılık oturma ve yatak odası bölgesinde, sessizliğin ve izolasyonun belirgin olduğu, seslerin bastırıldığı ve bireysel deneyimin öne çıktığı bir atmosfer söz konusudur.

3. Tartışma

Araştırmada elde edilen bulgular, yalnızca Derinkuyu Yeraltı Şehri'nin akustik karakterine dair bilimsel veriler sunmakla kalmamakta, aynı zamanda koruma, restorasyon ve kültürel miras yönetimi alanlarına da önemli katkılar sağlayabilecek veriler sunmaktadır. Öncelikle, farklı mekân tipolojilerinde ölçülen reverberasyon süreleri bu alanların gelecekteki kullanım senaryoları için tasarım ve yönetim rehberi olarak değerlendirilebilir. Restorasyon uygulamalarında ise mekânın özgün ses atmosferini bozmayan müdahaleler önerilebilir. Ayrıca restorasyon öncesi ve sonrası durumların karşılaştırılması mümkün olmakta, böylece işitsel mirasın bütüncül korunması sağlanabilmektedir.

Bununla birlikte çalışmada kullanılan taşınabilir hoparlör ve kayıt cihazı, saha koşullarının kısıtlı imkânları nedeniyle tercih edilmiştir. Bu durum, profesyonel ölçüm cihazlarıyla elde edilecek verilerle kıyaslandığında bazı sınırlılıklar yaratmaktadır. Hoparlörün yönlülük özellikleri sınırlı olduğundan, özellikle düşük frekanslarda ölçüm doğruluğu etkilenmiş olabilir.

Gelecek araştırmalarda, metodolojik çerçevenin daha da geliştirilmesi önerilmektedir. Ayrıca, farklı mekân tipolojilerinde daha fazla sayıda ölçüm noktasının kullanılması, hacimsel çeşitliliğin daha ayrıntılı ortaya konmasına imkân tanıyacaktır. VR tabanlı sanal ses yürüyüşleri (virtual soundwalk) yöntemi, Derinkuyu'nun işitsel peyzajının hem akademik hem de turistik bağlamlarda deneyimlenmesi için güçlü bir araç olarak değerlendirilebilir. Katılımcı testleriyle simülasyonlara verdikleri tepkiler analiz edilerek, hem algısal hem de deneyimsel açıdan işitsel mirasın aktarım biçimleri geliştirilebilir.

Sonuç olarak, bu çalışmanın ortaya koyduğu bulgular, Derinkuyu Yeraltı Şehri'nin işitsel kimliğinin belgelenmesi için temel bir başlangıç noktası oluşturmakta; ancak gelecekte yapılacak daha kapsamlı, teknolojik olarak gelişmiş ve katılımcı odaklı çalışmalar, hem bilimsel literatürü hem de kültürel miras yönetim pratiklerini zenginleştirecektir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışma, Derinkuyu Yeraltı Şehri'nin çeşitli mekânsal tipolojilerinde yer alan üç temsili iç mekânın (kilise, mutfak-yemek alanı, oturma-yatak odası) akustik karakterini hem nicel hem de nitel yöntemlerle değerlendiren çok katmanlı bir analiz sunmaktadır. Elde edilen veriler, bu antik yerleşim alanının yalnızca mimari ve işlevsel olarak değil, aynı zamanda işitsel deneyim açısından da zengin bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Çalışmanın bulguları, mekânsal hacim, yüzey malzemesi ve mimari özelliklerin akustik performans üzerinde belirleyici etkiler yarattığını göstermektedir. Özellikle çınlama/reverberasyon süresi ölçümleri sesin mekân içinde nasıl yayıldığını ve algılandığını açıkça ortaya koymuştur. İşitsel deneyim analizleri ise bu teknik verileri desteklemiş, her bir mekânın kendi özgün ses atmosferini nasıl oluşturduğunu ve bu atmosferin kullanıcı algısını nasıl etkilediğini göstermiştir.

Kilise gibi kamusal ve geniş hacimli mekânlarda çınlama etkisi güçlü bir şekilde hissedilirken; oturma ve yatak odası gibi daha özel ve sınırlandırılmış alanlarda sesin daha kontrollü bir biçimde dağıldığı ve sessizlik ile mahremiyetin akustik düzeyde sağlandığı gözlemlenmiştir. Mutfak ve yemek alanları ise bu iki uç nokta arasında yer almakta ve işitsel geçirgenlik, yönlenebilirlik gibi özellikler bakımından dengeli bir profil sergilemektedir.

Bu araştırma, tarihî yeraltı yapılarının akustik miras açısından nasıl ele alınabileceğine dair özgün bir örnek sunmakta; hem mevcut yapının korunmasına katkı sağlayacak veriler üretmekte hem de gelecekteki yeraltı kentsel tasarımları için bir referans çerçevesi oluşturmaktadır. İlerleyen çalışmalarda daha fazla mekânın dâhil edilmesi, farklı akustik parametrelerin ölçülmesi ve deneysel ses yayılım analizlerinin yapılması önerilmektedir.

Sonuç olarak, Derinkuyu Yeraltı Şehri yalnızca görsel değil, aynı zamanda işitsel bir miras alanı olarak da değerlendirilmelidir. Bu bağlamda, sesin mimarlık ve kültürel miras çalışmalarındaki rolünün daha fazla araştırılması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Aletta, F., Kang, J., & Axelsson, Ö. (2018). Soundscape descriptors and a conceptual framework for developing predictive models: A review. *Landscape and Urban Planning*, 178, 65–74.
- Alvarez-Morales, L. ve Díaz-Andreu, M. (2024). Acoustics, soundscapes and sounds as intangible heritage. *In Acoustics*, 6(2), 408-412.
- Çekiç, G. (2008). *Kapadokya'da yeraltı yerleşmelerinin yerseçimi oluşumu günümüzde planlamaya etkisi: Kaymaklı-Derinkuyu örnekleri*. Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Dolap, D. (2019). *Derinkuyu (Nevşehir) yerleşimindeki sığ yeraltı kaya oyma yapıların duraylılığının incelenmesi*. Yüksek lisans tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir.
- Fisher, J. A. (1998). What the hills are alive with: In defense of the sounds of nature. *Journal of Aesthetics and Art Criticism*, 56(2), 167–179.
- Firat, H. B., Masullo, M. ve Maffei, L. (2025). Interactive Soundscape Mapping for 18th-Century Naples: A Historically Informed Approach. *In Acoustics*, 7(2), 28.
- International Organization for Standardization. (2008). *ISO 3382-2:2008 Acoustics – Measurement of room acoustic parameters – Part 2: Reverberation time in ordinary rooms*. Geneva: ISO.
- Kang, J. ve Schulte-Fortkamp, B. (Ed.). (2016). *Soundscape and the built environment*. Boca Raton, USA: CRC Press.
- Mutlu, M. Ö. (2008). *Geology and joint analysis of the Derinkuyu and Kaymaklı underground cities of Cappadocia*. Yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- ODEON. ODEON room acoustics software [Computer software]. <https://odeon.dk/pdf/>.
- Okuyucu, D. (2007). *Derinkuyu Yeraltı Şehri*. Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
- Özdemir, C.Y. (2018). *Kapadokya'nın gizem dolu 10 yeraltı şehri*. Erişim adresi: <https://kapadokyatanitim.com/kapadokyanin-gizem-dolu-10-yeralti-sehri>. Erişim tarihi: 30 Mayıs 2024
- Pietroni, E. (2021). Mapping the soundscape in communicative forms for cultural heritage: Between realism and symbolism. *Heritage*, 4(4), 4495-4523.
- Saher, K. Ve Mihci, G. (2017). Auditory exploration of Derinkuyu underground city, Cappadocia, Turkey. *Proceedings of the Second Edition of the Invisible Places International Symposium: Sound, Urbanism and Sense of Place* içinde (ss. 7-9). Sao Miguel Island, Azores, Portugal.
- Schafer, R. M. (1993). *The soundscape: Our sonic environment and the tuning of the world*. New York: Simon and Schuster.
- UNESCO World Heritage Centre. (1985). *Göreme National Park and the Rock Sites of Cappadocia: Advisory board evaluation*. Erişim adresi: <https://whc.unesco.org/en/list/357/documents/>. Erişim tarihi: 24 Mayıs 2024
- Üstüner, M. ve Gültekin, N. (2022). Yer altı ile yer üstü yerleşimlerde morfolojik süreklilik: Kapadokya Derinkuyu örneği. *Mimarlık ve Kent Araştırmaları Konferansı 2022 Bildiri Kitabı* içinde (ss. 328–338). İstanbul, Türkiye: Dakam Yayınları.

EXTENDED ABSTRACT

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

ACOUSTICS AND SENSORY EXPERIENCE IN AN ANCIENT UNDERGROUND CITY: DERINKUYU UNDERGROUND CITY

Introduction and Research Purpose: Derinkuyu Underground City, located in the Cappadocia region of Türkiye, represents one of the largest known subterranean settlements in the world. Its multi-layered architecture, carved from volcanic tuff, offers a unique acoustic environment shaped by enclosed volumes and complex circulation patterns. While existing research has predominantly addressed geological, archaeological, and architectural dimensions, the auditory characteristics of such spaces have received limited scholarly attention. This study aims to investigate how spatial typology, and volume influence acoustic performance within three distinct interior settings of Derinkuyu: a church, a kitchen-dining area, and a living-sleeping space. It further seeks to explore qualitative differences in auditory perception between public and private spaces. By doing so, the research highlights the necessity of integrating acoustic heritage considerations into the documentation, preservation, and interpretation of historic underground structures.

Literature Review: Studies on underground cities have generally focused on their spatial organization, construction techniques, and geological context (Mutlu, 2008; Çekiç, 2008; Okuyucu, 2007; Dolap, 2019). However, the literature offers little on the acoustic qualities of such environments. Derinkuyu, largely insulated from environmental noise and atmospheric changes, presents distinctive auditory conditions shaped by its interconnected rooms, narrow passages, and ventilation shafts (Saher & Mihci, 2017). Urban soundscape research has emphasized the role of auditory cues in shaping place identity (Fisher, 1998). Yet, in the context of subterranean heritage, the absence of systematic acoustic studies leaves a gap in understanding how such spaces are experienced. This research addresses this gap by providing a typology-based acoustic assessment, offering insights into the role of sound in heritage interpretation and conservation planning.

Methodology and Findings: The research employed a mixed-method approach, combining quantitative acoustic measurements, 3D simulation modeling, and qualitative observational analysis. Three spaces representing different functional and privacy levels were examined: the church on the 7th level, the kitchen-dining area on the 1st level, and a living-sleeping space on the 2nd level. Acoustic measurements were conducted using pre-recorded sweep signals played through a portable loudspeaker and recorded from multiple positions in each room. The recordings were processed into impulse responses and analyzed in ODEON Room Acoustics Software in accordance with ISO 3382-2, with necessary adaptations for site constraints. Qualitative observations further enriched the analysis: the church exhibited a pronounced reverberant character, the kitchen-dining area balanced sound reflection with speech clarity, and the living-sleeping space offered the quietest and most acoustically private environment. These differences illustrate how spatial configuration, and volume directly shape the auditory atmosphere of each typology.

Conclusions and Recommendation: Findings confirm that spatial typology, and volume strongly influence acoustic performance in Derinkuyu Underground City. Large public spaces promote resonant soundscapes, while smaller, enclosed private spaces provide controlled acoustic environments. Intermediate-function spaces balance these extremes, enabling both communication and some degree of privacy. The study demonstrates the value of incorporating acoustic heritage into conservation strategies, as sound plays a vital role in shaping the experiential identity of historic spaces. Future research should expand the sample size, include additional acoustic parameters, and explore immersive methods such as VR-based soundwalks to enhance both scholarly study and public engagement. By documenting and analyzing Derinkuyu's acoustic character, this research contributes to the broader discourse on sensory heritage and underlines the need to treat sound as an integral element of cultural memory.

KATKI ORANI BEYANI VE ÇIKAR ÇATIŞMASI BİLDİRİMİ

Sorumlu Yazar <i>Responsible/Corresponding Author</i>	Sezin NAS			
Makalenin Başlığı <i>Title of Manuscript</i>	Antik Bir Yeraltı Şehrinde Akustik ve İşitsel Deneyim: Derinkuyu Yeraltı Şehri			
Tarih <i>Date</i>	15.08.2025			
Makalenin türü <i>Manuscript Type</i>	Araştırma Makalesi			
Yazarların Listesi / List of Authors				
<i>Sıra No</i>	Adı-Soyadı <i>Name - Surname</i>	Katkı Oranı <i>Author Contributions</i>	Çıkar Çatışması <i>Conflicts of Interest</i>	Destek ve Teşekkür (Varsa) <i>Support and Acknowledgment</i>
1	Sezin NAS	%50	Yoktur.	-
2	Saadet AYTIS	%25	Yoktur.	-
3	Konca ŞAHER	%25	Yoktur.	-