

Kent Akustiği ve Ekolojik Çözümler; Bingöl Kent Merkezi Örneği

Urban Acoustics and Ecological Approaches; The Case of Bingöl City Center

 Hüccet VURAL¹,  Fatoş ÖZTEKİN¹,  Ayşenur AKBANA¹

Özet

Bu çalışmada; Bingöl kent merkezinde gürültü ölçümleri yaparak kentin akustik karakterinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Gürültü kirliliği ile ilgili günümüzde risk oluşturan ve gelecekte risk oluşturma ihtimali bulunan alanlar ve bu alanlarda alınması gereken biyolojik ve teknik önlemler belirlenmiştir. Gürültü ölçümleri bütün kenti temsil edecek şekilde ve dört alan kullanım sınıfından (trafik, eğitim alanı, yeşil alan ve konut bölgesi) toplam 40 farklı noktada yapılmıştır. Yapılan ölçümlerde ortalama değerler bakımından alan kullanım sınıfları içerisinde en yüksek gürültü ortalaması okul bahçelerinde (69,07 dB(A)), en düşük gürültü ortalaması ise konut/yerleşim bölgelerinde (55,1 dB(A)) ölçülmüştür. Ortalama gürültü değerleri trafik alan sınıfında 62,1 dB(A), yeşil alan sınıfında ise 59,59 dB(A) olarak gerçekleşmiştir. Alan kullanım sınıflarından bağımsız olarak 40 noktada yapılan ölçüm sonucunda kent gürültüsünün 48,98 ile 98,13 dB(A) arasında değiştiği ve ortalama kent gürültüsünün 61,47 dB(A) olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda ana kent merkezinde ve Uydukent bölgesinde gürültü bakımından riskli alanlar belirlenmiş ve bu alanlara yönelik çeşitli önlemler ve öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Gürültü kirliliği, Gürültü haritası, Gürültü bariyeri

Abstract

In this study, it was aimed to determine the acoustic character of the city by making noise measurements in Bingöl city center. Areas that pose a risk today and are likely to pose a risk in the future regarding noise pollution, and the biological and technical measures that should be taken in these areas were determined. Noise measurements were made at a total of 40 different points representing the whole city and from four land use classes (traffic, education area, green area and residential area). In terms of average values, the highest noise average was measured in school gardens (69.07 dB(A)) and the lowest noise average was measured in residential areas (55.1 dB(A)). The average noise values were 62.1 dB(A) in the traffic area class and 59.59 dB(A) in the green area class. As a result of the measurements made at 40 points independent of the land use classes, it was determined that the urban noise varied between 48.98 and 98.13 dB(A) and the average urban noise was 61.47 dB(A). As a result of the research, noise-risk areas in the main city center and the Uydukent city area were identified and various measures and recommendations were presented for these areas.

Keywords: Noise pollution, Noise map, Ecological barrier

1. Giriş

Günümüz insanının yüz yüze kaldığı sorunların başında gürültü kirliliği gelmektedir. Gürültü kirliliği Dünya Sağlık Örgütü tarafından hava kirliliği (gaz emisyonu) ile su kirliliğinden sonra gelen en tehlikeli üçüncü küresel çevre kirliliği sorunu olarak ifade edilmektedir (Khilman, 2004; Casas ve ark., 2014; Fiedler ve Zannin, 2015; Yang ve ark., 2020). Üstelik bu sorun kentlerde yaşayan nüfusun artışına paralel olarak trafikteki araç

sayısının ve endüstri kuruluşlarının sayısının artması ile birlikte giderek büyüyen bir sorundur (Zannin ve ark., 2006).

Halk sağlığı sorunu olarak değerlendirilen gürültünün insanlar üzerinde etkisini fiziksel, fizyolojik, psikolojik ve performans üzerine etkisi olmak üzere dört grupta incelemek mümkündür (Halaçlar ve ark., 2015; Aksu, 2023). Duyma engelleri fiziksel etkilere; solunum hızının artışı, kan basıncının yükselmesi, kalp ritminin düzensizleşmesi ve ülser gibi etkiler fizyolojik etkilere; davranış bozuklukları, sinirlilik, huzursuzluk ve stres gibi etkiler psikolojik etkilere, vücut hareketliliğinin düşmesi, kas yorgunluğu, iş performansının düşmesi, okuduğunu anlamama veya yanlış anlama gibi etkiler ise performans etkilerine örnek olarak verilebilir (Barth, 1987; Job, 1996; Stansfeld, 2000; Marius ve ark., 2005). Bunların dışında yüksek gürültü değerleri bireyde, stres ve uyku bozuklukları (Basner ve ark., 2014; Sygna ve ark., 2014), öğrenme bozukluğu (Lercher ve ark., 2003; Xie ve ark., 2011; WHO 2018), kardiovasküler hastalıklar (Gottesman ve ark., 2017; Cai ve ark., 2018; Van Kempen ve ark., 2018; Begou ve ark., 2020), metabolik sendrom (Recio ve ark., 2016, Yu ve ark., 2020), hipertansiyon, iskemik kalp hastalığı, kalp krizi (Vienneau ark., 2015, Roswall ve ark., 2017; Pitchika ve ark., 2017), diyabet riski (Roswall ve ark., 2018), obezite (Foraster ve ark., 2018) ve stres (Licitra ve ark., 2016) gibi sağlık sorunlarına da neden olabilmektedir.

Gürültünün insanlar üzerinde yukarıda açıklanan farklı pek çok etkisi bulunmasına karşılık hangi seslerin gürültü, hangi seslerin doğal ses olduğuna dair belirlenmiş objektif ölçütler bulunmamaktadır (Hatipoğlu ve Akın, 2022). Bu bakımdan öncelikle gürültünün tanımının yapılmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Genel bir tanımlama olarak gürültü, insanlarda sağlık ve huzur bakımından geçici veya sürekli olarak zarar meydana getiren seslerdir. Başka bir tanıma göre gürültü “*Hoşa gitmeyen, rahatsız edici duygular uyandıran bir akustik olgu veya arzu edilmeyen sesler topluluğu*” olarak tanımlanmıştır (Çepel, 2006). Bu tanımlamalar gürültünün kişiden kişiye göre değişen bir olgu olduğunu göstermektedir. Meydana gelen ses benzer ortamlarda bulunan iki kişiden biri için normal karşılanırken diğeri için rahatsız edici olarak görülüp gürültü olarak değerlendirilebilmektir (Hatipoğlu ve Akın, 2022). Gürültüyü ortaya çıkaran temel unsur sestir. Sesin şiddetine ve frekansına bağlı olarak gürültü rahatsız edici olmaktadır (Torun ve Bingöl, 2014). En bilinen gürültü kaynakları karayolu, demiryolu ve deniz yolu taşıtlarından gelen sesler, endüstri kuruluşlarının (fabrikalar, sanayi tesisleri, vb.) çıkardığı sesler ve sosyal donatı araçlarından (eğlence yerleri, asansör, klima, hidrafor, jeneratör, atış poligonları, spor alanları, vb.) kaynaklanan seslerdir (Çepel, 2006). Ancak Dünya Sağlık Örgütüne göre bu kaynaklar

içerisinde trafik kaynaklı gürültü insan sağlığını etkileyen en önemli gürültü kaynağı olarak görülmektedir. Dünyada ve Türkiye’deki büyük kentlerde motorlu taşıtların artması ile birlikte gürültünün de arttığına dair çalışmalar bulunmakta ve şehir yoğunluğu ile gürültü kirliliği arasında doğrusal bir ilişki olduğu öne sürülmektedir (Bayramoğlu ve ark., 2014).

Gürültünün fiziksel ses şiddetinin ölçülmesinde genel olarak desibel [dB(A)] simgesi kullanılmaktadır. Desibel, fiziksel bir büyüklük olmayıp, hesaplamalarda kolaylık sağlayan oransal ve logaritmik bir değerdir. Barner (1983) şiddetine göre gürültüyü dört basamakta ele almaktadır. Buna göre 30-59 dB(A) birinci basamak, 60-89 dB(A) ikinci basamak, 90-120 dB(A) üçüncü basamak ve 130 dB(A)’den daha yüksek gürültüler dördüncü basamak gürültü olarak sınıflandırılmaktadır. Gürültü şiddeti sınıfları canlılar ile gürültü arasında ekolojik ilişkileri açıklamaktadır (Çepel, 2006). Gürültü şiddetinin artışına paralel olarak insan sağlığı üzerine olumsuz etkisi de artmaktadır. Örneğin 50 dB(A)e kadar olan gürültü insanlarda psikolojik rahatsızlık ve uyanma etkisi yaparken 65-70 dB(A) gürültü şiddeti kan basıncı yükselmesi, kalp atışında yavaşlama, böbrek hormonlarında değişiklikler, nefes almada değişiklikler gibi olumsuz etkiler meydana getirmektedir. Yine 90 dB(A) üzeri gürültü şiddetleri fizyolojik kulak ağrıları ve işitme zorluklarına neden olurken 120 dB(A) üzeri gürültüler duyma zorluluğunun yanında felç veya ölümle sonuçlanan olumsuzluklara sebep olabilmektedir (Yücel, 2000; Ünver, 2008).

Gürültü kirliliği sorununun tanımlanması eski yıllara dayanmaktadır. İlk olarak 1972 yılında Stockholm’de yapılan Dünya Çevre Kongresi’nde önemli bir kirlilik etkeni olarak kabul edilmiştir. Daha sonra dünyanın dört bir yanında çok sayıda araştırmacı tarafından gürültünün insan sağlığına olan olumsuz etkileri tespit edilmiştir (WHO, 2011; George ve ark. 2013; Hänninen ve ark., 2014). Bu araştırmalar sonucunda gürültü kirliliği Dünya Sağlık Örgütü tarafından en önemli çevresel stres faktörlerinden bir olarak kabul edilmiş ve bu konuda çok sayıda rapor üretilmiştir (Morillas ve ark., 2018). Avrupa Birliği, vatandaşlarının daha az gürültülü bir çevreye sahip olma haklarından hareketle 25 Haziran 2002 tarihinde çevresel gürültünün değerlendirilmesi ve yönetimine ilişkin 2002/49/EC sayılı AB Çevresel Gürültü Direktifini yayınlamıştır. Buna bağlı olarak birçok ülkede yerel ve ulusal makamlar tarafından, gürültü bölgeleri ve gürültü sınır değerleri ile gürültüyü azaltmaktan sorumlu kuruluşlar ve yükümlülüklerini tanımlayan gürültü yönetmelikleri çıkarılmıştır (Coelho ve Techni, 2006).

Türkiye’de ise gürültü alanlarının belirlenmesi ve gürültünün azaltılmasına ilişkin ilk ve temel yasa 11/8/1983 tarih ve 18132 sayılı Çevre Kanunudur. Kanunun 14. nün maddesinde “*Kişilerin huzur ve sükûnunu, beden ve ruh sağlığını bozacak şekilde ilgili*

yönetmeliklerle belirlenen standartlar üzerinde gürültü ve titreşim oluşturulması yasaktır.” denilmektedir. Bu kanuna dayanak oluşturularak çıkarılan “Gürültü Kontrol Yönetmeliği” ise (11 Aralık 1986 tarih ve 19308 sayılı Resmi Gazete) ilk yönetmelik olarak kabul edilmektedir. Yönetmelikte gürültü kaynaklarının asgariye indirilmesi için önlemlerin alınması, gürültü denetimi ve üst sınır değerleri belirlenmiştir. Yönetmelik ile standartların üzerinde gürültü yapılması yasaklanmıştır.

Yönetmelikte sınır değer in aşı lıp aşı lmadığını göstermek amacıyla, belirli bir alanda gürültüden etkilenen kişi ve konut sayısı da dâhil olmak üzere, mevcut veya gelecekte ortaya çıkabilecek bir gürültü durumu hakkındaki verilerin; mevcut fiziksel haritalar üzerinde standartlara uygun olarak gösterildiği stratejik gürültü haritalarının yapılması istenilmiştir. Bunun yanında yeni konut alanlarının planlanmasında gündüz gürültü değ erleri; 55 dB(A) den düşük olan alanlarda gürültü belirleyici faktör olmadığı, 55- 64 dB(A) gerekli tedbirler alınarak planlama yapılabileceği, 65-74 dB(A) daha sessiz bir yer bulunamaması ve kamu yararı olmasının dışında planlama yapılamayacağı, 74 dB(A) den yüksek değ erlerde ise hiçbir şekilde planlama kararı verilemeyeceği hükme bağlanmıştır (04.06.2010 tarih ve 27601 sayılı Resmi Gazete).

Gürültü kirliliğ inin önemli bir çevre sorunu olması bu konuda çalışan bilim alanlarını da çeş itlendirmektedir. Türkiye’ de ulusal tez merkezinde yayınlanan tezler incelendiğ inde çok farklı bilim alanlarında bu konu ile ilgili tezlerin hazırlandığı ve buna paralel olarak çok sayıda bilimsel araştırmanın yapıldığı görülmektedir. Baş ta çevre mühendisliğı olmak üzere makine mühendisliğı, inşaat mühendisliğı, fizik mühendisliğı, elektrik ve elektronik mühendisliğı, bilgisayar mühendisliğı, havacılık mühendisliğı, mekatronik mühendisliğı, jeodezi ve fotogrametri gibi mühendislik dalları ile mimarlık, peyzaj mimarlığı, halk sağı lığı bölümleri, tıbbi bilimler, eğitim ile ilgili bilim alanları ve diğ er temel bilim alanları (fizik, kimya, müzik, iktisat, vb.) gürültü kirliliğ ini merkeze alan bilim alanları olarak ö ne çıkmaktadır. Yapılan çalışmalarda gürültü kaynaklarının belirlenmesi, ş iddetinin ölç ü lmesi, etkilerinin ve sonuçlarının değ erlendirilmesi ile mikro ölçekli (otomobil, bina, ekipman, elektrikli-elektronik araç gereç, vb.) ve makro ölçekli (kent geneli, trafik, eğitim, konut, sanayi, endüstri, yeş il alan, akaryakıt istasyonları, sağı lık kuruluş ları, vb.) alınması gereken önlemlerin belirlenmesi üzerinde durulmaktadır. Türkiye’ de çok sayıda bilimsel araştırma farklı meslek gruplarından akademisyenler tarafından yapılmıştır. Yapılan literatür incelemesinde Türkiye’ de çok sayıda kentte gürültü kirliliğı ile ilgili araştırmalar bulunmaktadır. Bu araştırmalarda kent genelinde (Kalıpçı, 2007; Ş ahin, 2014; Cansaran, 2019; Kaya, 2020; Kılıç ve ark., 2021; Morgül ve Dal, 2022) veya trafik alanları (Halaç lar;

2019; Aksu, 2023; Özkurt ve ark., 2024), eğitim alanları (Abakay ve Bulunuz, 2018; Onay ve Şahin, 2023), yeşil alanlar (Özer, 2015; Bayramoğlu ve ark., 2014; Kahveci, 2022), konut alanları (Kılıç ve ark., 2021), sanayi ve endüstri kuruluşları (Soylu ve Gökkuş, 2016), akaryakıt istasyonları (Hatipoğlu ve Akın, 2022), sağlık kuruluşları gibi farklı alan kullanımlarına yönelik kirlilik ölçümlerinin yapıldığı ve riskli alanların belirlendiği görülmüştür. Bazı araştırmalarda yönetmeliğe paralel olarak kentlerin gürültü haritaları çıkarılarak gürültü kirliliğine yönelik değerlendirmeler yapılmış ve öneriler getirilmiştir (Aksu, 2023; Özkurt ve ark., 2024). Bu araştırmanın yapıldığı Bingöl kentinin gürültü düzeyini ele alan ölçüme dayalı bir araştırmaya ise literatürde rastlanılmamıştır.

Bingöl gerek nüfus artış hızının yüksek olması gerekse de coğrafi konumu nedeniyle gürültü dâhil önemli çevresel risk faktörlerini barındırmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) “2022 yılı illere göre motorlu kara taşıtları sayısı” verilerine göre bütün araç sınıflarından Bingöl’de 17969 araç bulunmaktadır. Ancak trafik kaynaklı gürültünün kent içerisinde ki araç yoğunluğundan ziyade D300 ve D950 karayollarını kullanarak çevre illerine giden araçlardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Karayolları Genel Müdürlüğü verilerine göre kent merkezine giriş noktasında yıllık ortalamaya dayalı günlük taşıt sayısı 2018 yılında 9658 iken 2021 yılında 11287’ye yükselmiştir. Bu artış kentte, gürültü kirliliği başta olmak üzere çeşitli çevresel problemleri oluşturma potansiyeline sahiptir (Anonim, 2022a).

Araştırma kapsamında kentin gürültü kirliliği bakımından detaylı analizi yapılmış, gürültü ölçümleri ile riskli alanlar belirlenmiştir. Fiziki ölçümlerden elde edilen veriler kullanılarak kentin gürültü haritası çıkarılmıştır. Gürültü ölçümleri bütün kenti temsil edecek şekilde 40 farklı noktadan alınmıştır. Ölçüm noktaları dört farklı alan kullanımını (trafik, eğitim alanı, yeşil alan ve konut bölgesi) temsil edecek şekilde belirlenmiştir. Araştırmada Bingöl kent merkezinde gürültü ölçümleri yaparak kentin akustik karakterinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Gürültü kirliliği ile ilgili günümüzde ve gelecek de riskli alanlar belirlenmiş, bu alanlarda alınması gereken biyolojik ve teknik önlemler ve öneriler sunulmuştur. Araştırma sonuçlarının kentin planlanması üzerine gelecekte yapılacak fiziki çalışmalarına da katkı sağlayacağı ön görülmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırma Bingöl kent merkezinde yürütülmüştür. Bingöl kenti coğrafi olarak Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümünde yer almaktadır. Kent doğuda Muş ili, kuzeyde Erzurum ve Erzincan illeri, batıda Tunceli ve Elazığ illeri, güneyde ise Diyarbakır ili ile komşu olup $41^{\circ} 20'$ ve $39^{\circ} - 56^{\circ}$ doğu boylamları ile $39^{\circ} - 31'$ ve $36^{\circ} - 28'$ kuzey enlemleri arasında konumlanmıştır. Kent merkezi, Çapakçur Ovasının kuzeybatı köşesinde Murat Nehri ile Göynük suyunun kesişim noktasının bir koluna hâkim olan düzlük üzerinde kurulmuştur. Kent iki önemli devlet karayolunun kesişme noktasında yer almaktadır. İran ile bağlantıyı sağlayan D300 karayolu ile D950 karayolu kent merkezinden geçmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) 2022 verilerine göre kent geneli nüfusu 282.556 olup nüfus bakımından Türkiye kentleri içerisinde 62. sıradadır. TÜİK tarafından yapılan sürdürülebilir yeni kent-kır tanımına göre bu nüfusun 116.125'si yoğun kent, 65.851'si orta yoğun kent ve 100.580'inin ise kırsal bölgelerde yaşamaktadır (Anonim, 2022b). Kent merkezi nüfusunun yaşanan depremlerin yanında, Bingöl Üniversitesi'nin kurulması (2007), kamu kurumlarının yaygınlaşması ve tarım, sanayi, ulaşım ve sağlık sektörlerinde meydana gelen olumlu gelişmelerle son yıllarda artış gösterdiği bilinmektedir (Vural ve ark., 2019).

2.1.1. Çalışma Alanı

Araştırma Bingöl kent merkezinde, TÜİK tarafından yoğun kent bölgesi olarak tanımlanan kısmında yürütülmüştür. Çalışma alanı iki bölge olarak ele alınmıştır. Bölge ayrımında kent içerisinde geçmekte olan Çapakçur Vadisi referans alınmış, vadinin kuzeyinde kalan mahalleler birinci bölge, güneyinde kalan mahalleler ise ikinci bölge olarak adlandırılmıştır. Ölçüm noktalarının kent merkezinde ki konumu Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı haritası.

Günümüz itibarıyla kent merkezinde 15 mahalle bulunmaktadır. Şekil 1’de birinci bölge olarak adlandırılan bölgede Bingöl Üniversitesinin de bulunduğu Şehit Mustafa Gündoğdu Mahallesi ile Recep Tayyip Erdoğan Mahallesi ve Selahaddin-i Eyyubi Mahalleleri yer almakta olup bu mahalleler 2000 yılından sonra hızlı bir gelişim göstermiştir. İkinci bölgede ise İçmeler Mahallesi, Kültür Mahallesi ve İnalı Mahallesi yeni yerleşim alanlarındandır (Vural, 2020). Kale önü ve Ekin yolu mahallelerinin yer aldığı kısım kent merkezinden kopuk olması ve yeterli kentleşme özelliği göstermemesi nedeniyle çalışma alanına dâhil edilmemiştir. Her iki bölgede trafik, konut/yerleşim, eğitim ve yeşil alanları temsil eden dört alan kullanım sınıfı belirlenmiştir. Bu alan kullanım sınıflarından her iki bölgede beşer adet ölçüm noktaları belirlenmiştir. Dolayısıyla toplamda kırk adet ölçüm istasyonu oluşturulmuştur.

2.2. Yöntem

Araştırma gürültü ölçümleri ve sonuçları analiz edilmesine dayanmaktadır. Gürültü ölçümleri Kasım-Aralık 2023 tarihlerinde Şekil 1’de verilen ölçüm noktalarında hafta içi gündüz saatlerinde (16.00-17.00 saatleri arası) en az 10 dakika olmak üzere her noktada farklı günlerde yapılmıştır. Ölçümlerde PCE-322A cihazı kullanılmış olup maksimum eşdeğer gürültü düzeyi (Leqmax) cinsinden ve A ağırlıklı ses düzeyi dB(A) birimi kullanılmıştır. Ölçümler yaklaşık olarak yerden 90 cm yukarıdan ve ağaç, duvar, bina vb. gibi gürültü yansıtıcı yüzeylerin en az 1,5 m uzağında olmak üzere yapılmıştır. Ölçümler esnasında ani rüzgâr, yağış, yüksek araç gürültüsü, vb. bozucu etkenlerin olmadığı zamanlar seçilmiştir (Morgül ve Dal, 2012).

Sahadan elde edilen gürültü verilerinin mekânsal dağılımlarının belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tekniklerinden yararlanılmıştır. Gürültüye ilişkin ölçüm değerleri, ArcGIS 10.2 programıyla Universal Koordinat Sistemi'nde (ED 1950_UTM_Zone_37) örneklem koordinatlarına göre noktasal sayısal verilere dönüştürülmüştür. Ölçüm yapılan noktalara ait değerler yardımıyla örneklenmeyen alanlara ilişkin değerlerin saptanabilmesi amacıyla Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi (Inverse Distance Weighting-IDW) kullanılmıştır. Haritaların oluşturulmasında 1/25.000 ölçeği kullanılmış, ancak sayfa düzeni ve okunabilirliğinin sağlanması için büyütülerek kullanılmıştır. Her bir ölçüm değeri, gürültü basamaklarına göre sınıflandırılarak minimum, maksimum ve ortalama değerler haritası oluşturulmuştur.

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırma bulguları kent merkezinde yapılan gürültü ölçümlerinden elde edilen ortalama verilere dayanmaktadır. Elde edilen veriler öncelikle belirlenen alan kullanımı sınıflarına (trafik, eğitim, yerleşim/konut ve yeşil alan) göre ayrı ayrı ele alınmış, daha sonra ise kentin akustik karakterini yansıtan gürültü haritaları sunulmuştur. Veriler sınır değerleri ile karşılaştırılmış ve riskli bölgeler belirlenmiştir. Her alan kullanım sınıfı bölgesinde 10 noktada ölçümler yapılmış ve elde edilen ölçüm sonuçlarına ait ölçüm sayısı (N), minimum değerler (Lmin), maksimum değerler (Lmax) ve ortalama değerler (Leq) belirlenmiştir. Ayrıca gürültü kirliliğinin önlenmesine yönelik alınması gereken tedbirler de açıklanmıştır.

3.1. Trafik Alanı Gürültü Ölçümleri

Trafik kaynaklı gürültü kirliliğinin belirlenmesi amacıyla 10 noktada yapılan gürültü ölçüm sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Gürültü ölçümleri iki bölge ve iki farklı günde yapılmıştır. Ölçüm saatleri ise trafik yoğunluğunun normal seyrettiği 15.00-17.00 saatleri arasında yapılmıştır. Bu bakımdan elde edilen değerler ekstrem şartların (mesai başlangıç ve bitiş saatleri, okul giriş ve çıkış saatleri) olmadığı günlük trafik gürültüsünü ortaya koymaktadır. Veriler incelendiğinde ortalama değerlerin birbirine yakın olduğu, ana kent merkezinin yer aldığı 2. bölgenin trafik kaynaklı gürültüsünün birinci bölgeden daha yüksek olduğu görülmüştür. En yüksek gürültü değeri beklendiği üzere kentin en merkezi konumu olan Genç Caddesi ile İnönü Caddesinin kesişme noktası olan bölgede elde edilmiştir. Ölçülen noktadan bağımsız olarak kentin trafik kaynaklı gürültü ortalamasının 62.10 dB(A) olduğu saptanmıştır. Kentin mevcut çevre yolu olarak değerlendirilen ve Muş-Bingöl-Elazığ güzergâhı D300 karayolunda ölçülen değerlerin ise beklenenden düşük olduğu, bunda ölçüm

saatlerinin yoğun olmayan saatlere denk gelmesinin rolü olabileceği düşünülmektedir. Yapılan gözlemlerde güzergâhın sabah 07.00-09.00 saatleri arasında ve akşam 17.00'den sonraki saatlerde çevre illerden gelen lojistik araçlar ile birlikte trafik yoğunluğunun arttığı ve buna bağlı olarak gürültü değerlerinin daha fazla yüksek olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 1. Trafik alanlarında ölçülen gürültü değerleri (dB(A)).

Bölge	Ölçüm Noktası	N	Lmin	Lmax	Leq
1. BÖLGE	Bingöl-Elazığ Yolu Üniversite Kavşağı	923,00	53,20	80,30	61,21
	Üst Geçit DSİ Karşısı	916,00	56,00	88,60	63,10
	Hastane Kavşağı	756,00	51,30	79,50	59,57
	Şehit Mustafa Gündoğdu Cd. Begüm Sok. Kesişimi	947,00	49,70	81,00	59,20
	Kalium Kavşağı	948,00	54,50	84,60	63,41
1. BÖLGE ORTALAMASI			52,94	82,80	61,30
2. BÖLGE	Kültür Caddesi Rabia Hatun Kız Anadolu Lisesi	637,00	53,90	78,80	61,99
	Büyük Bingöl Otel	619,00	53,20	91,10	64,28
	Dört Yol Kavşağı	619,00	54,60	82,90	64,24
	Beş Yol Kavşağı	609,00	53,50	81,50	59,92
	Hacı Hıdır Cami Pasajı	609,00	53,50	90,40	64,04
2. BÖLGE ORTALAMASI			53,74	84,94	62,89
GENEL ORTALAMA (TRAFİK)			53,34	83,87	62,10

04.06.2010 tarih ve 27601 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği” konutların yoğun olarak bulunduğu alanlarda yeni planlanan yollar için gürültü sınır değerleri gündüz (07.00’den 19.00’a kadar) 63 dB(A), akşam (19.00’dan 23.00’e kadar) 58 dB(A) ve gece (23.00’dan 07.00’ye kadar) 53 dB(A), mevcut yollar için ise gündüz 68 dB(A), akşam 63 dB(A) ve gece 58 dB(A) olarak ön görmüştür. Çizelge 3’de verilen değerler karayolu çevresel gürültü sınır değerleri ile karşılaştırıldığında maksimum değerlere göre sınırın aşıldığı, ancak ortalama değerler bakımından sınırın altında olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar kentin trafik gürültüsünün orta seviyede olduğu ve daha fazla artmaması için önlem alınması gerektiğini göstermektedir.

Trafik gürültüsünün belirlenmesi ile ilgili Adana’da yapılan araştırmada kent içi yollarda ve TAG otoyolunda yolun 5 metre uzağında yapılan ölçümlerde gündüz 66,5-79,4 Leq, akşam 65,8-79,8 Leq ve gece 61,5-76,4 Leq değerleri ölçülmüş, en yüksek ortalama değer akşam saatlerinde Lmax=88,6(dB(A)) olarak TAG otoyolunda ölçülmüştür (Kahveci, 2022). Diğer bir Büyükşehir olan Gaziantep şehir merkezinde yoğun trafik kaynaklı gürültünün ölçülmesi amacıyla belirlenen 10 ölçüm noktasında hafta içi yapılan ölçümlerde gürültü düzeyleri 69 - 71 dB(A) aralığında seyretmektedir (Kaya, 2020). Ordu kent

merkezinin trafik gürültüsünün belirlenmesi amacıyla Yeşil ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada, kentin trafik gürültüsünün 62,5-69,9 dB(A) aralığında olduğu, ancak karayolunun kent merkezinden geçmesi nedeniyle bu alanlarda gürültünün 78,3 dB(A) e kadar yükseldiğini belirlenmiştir. Benzer durum Bingöl içinde söz konusudur. D300 karayolunun kent merkezinden geçmesi trafik gürültüsü dâhil bazı sorunlara yol açmaktadır.

3.2. Eğitim Alanı Gürültü Ölçümleri

Kentin akustik karakterinin belirlenmesinde incelenen alan kullanımlarından birisi de eğitim alanları, yani okul çevreleridir. Ölçümler okul bahçelerinde eğitim öğretim sürecinin devam ettiği, öğrencilerin ise okul içinde derste oldukları saatlerde yapılmıştır. Ölçüm yapılan okullardan 4'ü ilkokul, 4'u ortaokul ve 2'si lisedir. Okullarda ölçülen gürültü değerlerinin büyük bir kısmı eğitim sürecini etkileyen çevresel gürültüden kaynaklanmakla birlikte okul içi gürültünün de etkisi bulunmaktadır. Okullardan elde edilen ölçüm değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Eğitim alanlarında ölçülen gürültü değerleri (dB(A)).

Bölge	Ölçüm Noktası	N	Lmin	Lmax	Leq
1. BÖLGE	75.Yıl İlkokulu	605,00	49,50	105,40	68,74
	Borsa İstanbul Mustafa Kemal Paşa İlkolulu	607,00	50,90	104,00	69,50
	Rekabet Kurumu Anadolu Lisesi	628,00	54,00	103,10	67,41
	TOBB Cevdet Yılmaz Ortaokulu	620,00	52,60	105,20	65,29
	Vali Kurtuluş Şişmantürk Ortaokulu	567,00	54,20	92,00	63,08
1. BÖLGE ORTALAMASI			52,24	101,94	66,80
2. BÖLGE	Sultan Abdulhamit Han Ortaokulu	941,00	55,00	107,00	67,50
	Ankara Büyükşehir Belediyesi İlkokulu	633,00	62,00	95,20	76,65
	15 Temmuz Şehitler Okulu	602,00	56,50	101,10	66,27
	Borsa İstanbul Anadolu Lisesi	606,00	57,40	105,80	79,47
	Borsa İstanbul Fatih İlkokulu	632,00	50,90	104,60	66,83
2. BÖLGE ORTALAMASI			56,36	102,74	71,34
GENEL ORTALAMA (OKUL)			54,3	102,34	69,07

Çizelge 2'de verilen okul bahçelerinde ölçülen değerler incelendiğinde en yüksek ortalama gürültü değeri Borsa İstanbul Anadolu Lisesi'nde, en düşük ortalama gürültü değeri ise Vali Kurtuluş Şişmantürk Ortaokulu'nda ölçülmüştür. Ölçülen okul gürültü değerleri trafikte ölçülen değerlerden ortalama 7 dB(A) yüksek olup bölge bakımından anakent bölgesinde bulunan okullar daha fazla gürültü ile karşı karşıyadır. Ölçülen ortalama değerler Halaçlar (2019) ve Yücel (2000) tarafından ikinci veya üçüncü derece gürültü olarak görülmekte, kan basıncı artışı, solunumda hızlanma, beyin sıvısındaki basıncın azalması, ani refleksler gibi sorunlara yol açabilmektedir. Özellikle maksimum değerlerin oldukça yüksek

olduğu ve işitme kaybı dâhil önemli bazı sağlık sorunlarına sebep olabilecek düzeydedir (Yücel, 2000; Halaçlar, 2019). Bu durum aynı zamanda eğitim kalitesi açısından risk taşımaktadır. Yönetmelikte eğitim tesisleri için iç gürültü değerleri pencere kapalıyken 35 dB(A), pencere açık iken 45 dB(A) öngörülmüş, okul bahçesi için bir standart getirilmemiştir. Diğer taraftan Dünya Sağlık Örgütü (WHO) öğrenme ve öğretme performansı üzerinde etkisi kanıtlanan gürültü ile ilgili olarak okul binası içinde/dersliklerde 35 dB(A), okul bahçesinde ise 55 dB(A) sınır değerleri öngörmektedir (Onay ve Şahin, 2023). Araştırmada elde edilen ve Çizelge 2’de verilen sonuçlar hem WHO standartlarını, hem de ulusal standartları aşmaktadır.

Türkiye’de çeşitli okullarda gürültü ölçümlerine dayalı araştırma sonuçları paralellik göstermektedir. Yapılan birçok araştırmada yukarıda belirtilen sınır değerlerinin aşıldığı anlaşılmaktadır. Örneğin Onay ve Şahin (2023) Isparta’da dört okulda gerçekleştirdiği ölçümlerin tamamında hem okul bahçesinde hem de bahçe dışında gürültü sınır değerlerin aşıldığını belirlemiştir. Söz konusu araştırmada bahçe içinde 70-76,9 dB(A), bahçe dışında ise 59,1 dB(A)-70 dB(A) aralıklarında ortalama gürültü seviyeleri belirlenmiştir. Yine Abakay ve Bulunuz (2018) tarafından Bursa ili Orhangazi ilçesinde belirlenen 3 ilkokul, 3 ortaokul ve 4 lisede dış ortam gürültü düzeyleri üzerine yapılan araştırmada okul türleri arasında ilkokullar 72,14 dB(A) gürültü düzeyi ortalaması ile en gürültülü okul türü, liseler ise 59,91 dB(A) gürültü düzeyi ortalaması ile en az gürültülü okul türü olarak bulunmuş, ortalama dış ortam gürültü değeri ise 65,41 dB(A) olarak hesaplanmıştır.

3.3. Konut/Yerleşim Bölgesi Gürültü Ölçümleri

Konut alanlarına kentin gürültü baskısının belirlenmesi üzerine yapılan ölçümlerde site şeklinde yerleşim bölgeleri tercih edilmiş, site bahçelerinin ortasında ölçüm alınmıştır. Buna yönelik alınan sonuçlar Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3. Yerleşim (konut) bölgelerinde ölçülen gürültü değerleri (dB(A)).

Bölge	Ölçüm Noktası	N	Lmin	Lmax	Leq
1. BÖLGE	Selahattin Eyyübü Mah.Çevli Kent Site 4	561,00	48,90	79,20	56,04
	Tokiler Ada 3/5	612,00	49,50	81,10	58,69
	Polis Lojmanları	558,00	51,70	92,50	60,38
	Karşıyaka Konutları	605,00	50,70	75,90	55,22
	Saray Mahallesi	578,00	47,80	72,90	50,99
1. BÖLGE ORTALAMASI			49,72	80,32	56,26
2. BÖLGE	Kültür Mah. Bilkent Konutları	648,00	48,70	86,10	60,79
	Merkez Tokiler	655,00	48,70	67,90	50,16
	Yeşilyurt Mah. Ava Sitesi	611,00	48,70	75,70	51,88

	Mirzan Mah.	565,00	48,70	62,80	52,27
	Bahçelievler Mah. Alagözler	581,00	48,70	88,50	54,62
2. BÖLGE ORTALAMASI			48,70	76,20	53,94
GENEL ORTALAMA (KONUT)			49,21	78,26	55,10

Çizelge 3’de elde edilen sonuçlara göre trafik ve eğitim alanlarının tersine yerleşim alanlarında birinci bölge daha fazla gürültü baskısı altındadır. Ortalama gürültü değerleri 50,16 ile 60,79 dB(A) arasında ve yerleşim bölgeleri gürültü ortalaması 53,94 dB(A) olarak hesaplanmıştır. Yönetmelikte yerleşim bölgelerinde 55 dB(A)’den düşük olan alanlarda gürültünün belirleyici faktör olmadığı, 55- 64 dB(A) aralığında gerekli tedbirler alınarak planlama yapılabileceği belirtilmektedir. Benzer araştırmalardan Yalılı Kılıç ve ark. (2021) tarafından yapılan araştırmada; Bursa Osmangazi İlçesi Dikkaldırım Mahallesi’nde yerleşim bölgelerinin çevresel gürültü kirliliği seviyesinin belirlenmesi amacıyla 6 noktada sabah, öğle ve akşam saatlerinde yapılan uzun süreli ölçümler sonunda 61-85,50 dB(A) aralığında değerler elde edilmiş ve 70,44 dB(A) ortalama gürültü değeri belirlenmiştir. Dolayısıyla gerek sınır değerler ve gerekse de diğer araştırma sonuçları araştırma alanında yerleşim bölgelerinde gürültü açısından günümüz için sorun teşkil etmediği ancak gerekli tedbirlerle bu olumlu durumun korunması gereği ortaya çıkmıştır.

3.4. Yeşil Alanlara Ait Gürültü Ölçümleri

Farklı alan kullanımlarına gürültü baskısının belirlenmesinde kullanılan diğer bir alan kullanım sınıfı yeşil alanlardır. Birinci ve ikinci bölgede konum olarak kent akustiğinin belirlenmesine olanak sağlayacak mesafelere denk gelen beşer parkta ölçüm yapılmıştır (Çizelge 4). Ölçümlerin Aralık ayında yapılmış olması, elde edilen sonuçların sadece parkın kullanım yoğunluğundan kaynaklanmadığı ve büyük oranda çevresel gürültü kaynaklı olduğunu göstermektedir. Elde edilen değerler sonucunda yeşil alanların yerleşim alanlarından sonra en az gürültülü kullanım alanı olduğu görülmektedir. Ölçüm yapılan parklar içerisinde birinci bölgede yer alan Kent parkı ve ikinci bölgede yer alan Said Nursi parkında en yüksek gürültü seviyesi değerleri elde edilmiştir. İkinci bölgede en merkezi park konumunda olan Kültür Parkında beklenenden daha düşük gürültü değerleri parkın kentin en eski parkı olmasıyla bitkilerin yaşı ve bitkilendirme tekniği ile gürültünün azaltılabildiği ile açıklanabilir. Ölçüm ortalamalarına bakıldığında birinci bölge parklarının ikinci bölge parklarına kıyasla daha yüksek gürültü değerlerine sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 4. Yeşil alanlarda ölçülen gürültü değerleri (dB(A)).

Bölge	Ölçüm Noktası	N	Lmin	Lmax	Leq
1. BÖLGE	Rabia Parkı	566,00	53,80	94,50	58,56
	Karşıyaka Parkı	586,00	49,90	74,80	53,42
	Seçkin Parkı	617,00	54,70	82,70	59,35
	Kent Parkı	575,00	55,20	80,80	67,85
	Uzunsavat Parkı	581,00	57,10	102,30	62,59
1. BÖLGE ORTALAMASI			54,14	87,02	60,35
2. BÖLGE	Üçgen Parkı	567,00	48,90	83,50	52,59
	Yeşilyurt Muhtarlık Parkı	640,00	48,90	87,40	58,23
	Kültür Parkı	583,00	49,40	100,90	61,43
	Said Nursi Parkı	592,00	50,40	101,10	62,56
	İnalı Mahalle Parkı	611,00	49,30	103,10	59,32
2. BÖLGE ORTALAMASI			49,38	95,20	58,83
GENEL ORTALAMA (YEŞİL ALAN)			51,76	91,11	59,59

Çizelge 4'e göre araştırma alanında bulunan on parkta yapılan ölçüm değerlerinin 52,59-67,85 dB(A) aralığında değişim gösterdiği, ortalama gürültünün ise 59,59 dB(A) olduğu görülmüştür. Ortalama gürültü değerinin sınır değeri olan 60 dB(A)ya yakın olduğu görülmüştür. Araştırma sonuçları diğer araştırma sonuçlarıyla kısmi benzerlik göstermektedir. Solak ve ark. (2023) Isparta kentinde Yenişehir Parkında yapmış oldukları ölçümlerde hafta içi 48-57 dB(A), hafta sonu 47-53 dB(A) aralıklarında ölçüm değerleri tespit etmişlerdir. Yine Bayramoğlu ve ark. (2024) tarafından Trabzon'da yapılan araştırmada kent merkezinde bulunan Meydan Parkı'nda 60,7-66,7 dB(A), Fatih Parkı'nda 58,4-72,5 dB(A) aralıklarında gürültü değerleri belirlemişlerdir.

3.5. Kent Akustiği ve Gürültü Haritası

Yukarıda açıklanan dört alan kullanım sınıfına ait minimum, maksimum ve ortalama değerlere ait özet veriler Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Kent geneli özet gürültü değerleri (dB(A)).

Alan Sınıfı	Lmin	Lmax	Leq
Trafik	49,7	91,1	62,1
Eğitim/Okul	49,5	105,8	69,07
Konut/Yerleşim	47,8	92,5	55,1
Yeşil Alan	48,9	103,1	59,59
ORTALAMA	48,98	98,13	61,47

Çizelge 5'de özet veriler incelendiğinde alan kullanım sınıfları içerisinde en yüksek gürültü değerleri okul bahçelerinde, en düşük gürültü değerleri ise yerleşim alanlarında ölçülmüştür. Okullarda ölçülen yüksek gürültüde okul içi gürültünün de etkisinin olabileceği

Gürültü haritaları incelendiğinde kentin gürültü açısından en riskli bölgesinin ana kent merkezinde Genç Caddesi ile İnönü Caddesinin kesişme noktası olan bölgenin olduğu anlaşılmıştır. Ana kent merkezinde diğer riskli alanlar Çapakçur Viyadüğü ile Kültür Caddesinin birleşme noktası ve çevresidir. Bu noktada çok sayıda okulun yer alması dikkat çekicidir. Bu iki noktada ortalama 70 dB(A) üzeri gürültü değerleri ölçülmüştür. Araştırmada birinci bölge olarak belirtilen ve Uydukent olarak tanımlanan bölgede gürültü bakımından en riskli bölge çevre yolunun geçtiği güzergâh ile Bülent Arınç Caddesi üzerinde özellikle okulların yoğun olduğu bölgedir. Bunun yanında Kent Parkı'nda gürültü bakımından riskli alanlardandır. Bu noktalarda gürültü değerleri 65-70 dB(A) aralığındadır.

Araştırma alanında ölçüme dayalı elde edilen ve Çizelge 5 ile Şekil 2'de verilen değerlerin yönetmelikte belirtilen sınır değerler ile karşılaştırılması yukarıda yapılmıştır. Elde edilen bu verilerle kentin akustik karakteri, Türkiye'nin diğer bazı kentlerinde gürültü kirliliği ile ilgili ölçüme dayalı araştırmalarla mukayese edilerek anlaşılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla kentin kuzeyinde yer alan ve büyükşehir statüsünde olan Erzurum'da kentin en merkezi konumunda ki Yakutiye Parkında sabah 58,68 dB(A), öğlen 60,2 dB(A) ve akşam saatlerinde 61,35 dB(A) gürültü değerleri ölçülmüştür (Özer, 2015). Yine Erzurum'da Çevre İl Müdürlüğü ölçümlerinde yoğun yerleşim bölgeleri 71-89 dB(A) aralığında, az yoğun bölgelerin ise 56-69 dB(A) aralığında olduğu belirlenmiştir (Kopar, 2011). Erzurum kentinde gürültü kirliliği ile ilgili Aksu (2023) tarafından yapılan en güncel çalışmada; Kars-Erzurum-Erzincan karayolu güzergâhının kent içerisinde geçtiği E80 karayolu üzerinde 12 noktada hafta içi ve hafta sonu sabah, öğlen ve akşam saatlerinde yaptığı ölçümlerde mesafeye göre değişmekle beraber 60-70 dB(A) aralığında sonuçlar elde edilmiştir.

Güncel ölçümlere dayalı diğer bir çalışmada Kahramanmaraş Onikişubat Belediyesi'nde yer alan haftanın her günü farklı semtlerde kurulan pazar yerinde seçilen noktalarda sabah, öğle, akşam belirlenen aralıklarda üç ay süreyle gürültü ölçümleri sonunda; gürültü değerleri 63,3 dB(A) ile 72,5 dB(A) arasında değişmektedir (Ermiş, 2024).

Cansaran (2019) tarafından Amasya kent genelinde dokuz noktada uzun süreli ölçümlere dayalı yapılan araştırmada; hafta içi gürültü genel ortalaması 74,20 dB(A), hafta sonu gürültü genel ortalaması 70,30 dB(A), gürültü aylık genel ortalaması da 73,18 dB(A) olarak ölçülmüştür. Şahin (2014) tarafından yapılan araştırmada Atakum (Samsun) Atatürk Bulvarı civarında gürültü kirliliği 70-80 dB(A) olarak belirlenmiştir. Giresun merkezde 99 ölçüm istasyonundaki eşdeğer gürültü seviyelerinin ortalamaları sabah 60.66 dB(A), öğle 64.65 dB(A) ve akşam 60.71 dB(A) olarak hesaplanmış olup, ortalama Leq ise 62,0 dB(A) olarak hesaplanmıştır (Kalıpçı, 2007).

Yukarıda verilen sonuçlarda alan kullanımları, kullanım yoğunluğu, çevresel gürültü kaynakları ve değişen fiziki koşullara göre her kentin farklı gürültü değerleri söz konusudur. Kesin bir kıyaslama olmamasına karşılık yukarıda yer alan diğer araştırma verileri, bu araştırmada elde edilen değerlerin kent akustiğini yansıttığını göstermektedir. Sayısal değerler karşılaştırıldığında ise Bingöl kent merkezinin gürültü bakımından bazı riskli noktalar dışında kabul edilebilir seviyede olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla araştırma sahasında orta düzeyli bir gürültünün olduğunu söylemek hatalı olmaz. Nitekim Vural (2024) tarafından ankete dayalı yapılan araştırma sonuçları bu araştırma sonuçlarını desteklemektedir. Buna göre Bingöl kent merkezinde yapılan ankette; katılımcıların %61,9'u araştırma sahasını gürültü bakımından orta derecede gürültülü olarak değerlendirmekte ve %51,0'i gürültünün önlenmesine yönelik tedbir alınmadığını düşünmektedir.

3.6. Gürültü Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik Tedbirler

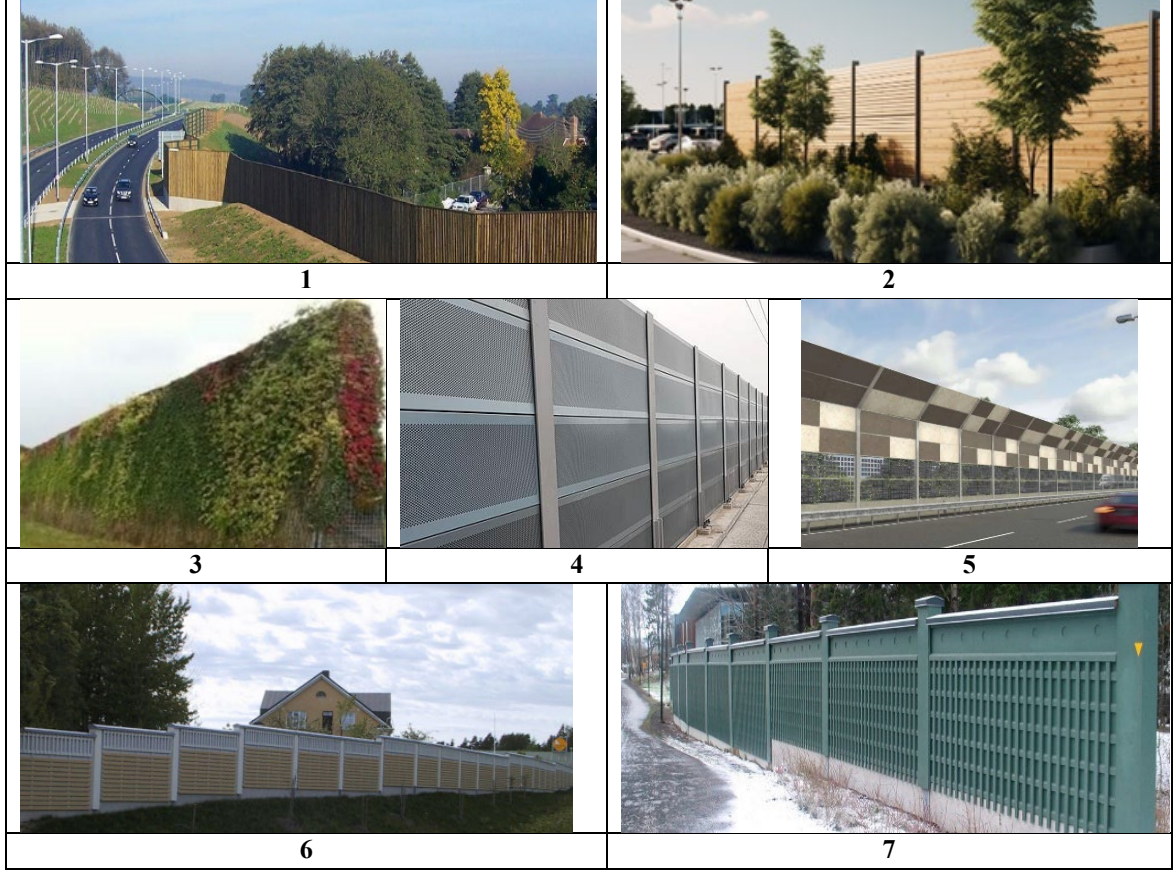
Gürültü kirliliği sonuçları itibari ile üzerine daha ciddiyetle durulmasını gerektiren sorunların başında gelmektedir. Gürültü kirliliğinin tek bir nedeni olmamakla beraber Yücel (2000)'e göre teknolojik gelişmeler, kentleşme, endüstri ve sanayi kuruluşlarının sayısının artışı, ulaşımda hareket halinde olan araç sayısında artış ve ulaşım ağının genişlemesi, vb., durumlar gürültü kirliliğinin temel sebepleri olarak görülmektedir. Temelde bu sorunlar değişen insan ihtiyaçlarının doğal bir sonucu olmakla birlikte gürültünün çok faktörlü bir sorun olduğunu da ortaya koymaktadır. Gürültü kirliliği kaynaklarının sürekli çeşitlenmesi ve gittikçe artmasıyla bu sorunun insanlar ve diğer canlılar için daha da olumsuz sonuçlar doğurduğunu göstermiştir. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı çevresel gürültünün şiddetinin, sosyal ve endüstriyel büyümeye paralel olarak her on yılda bir ikiye katlandığını belirtmekte ve önlem alınmazsa gelecekte bunu azaltmanın maliyetinin karşılanamayacağını vurgulamaktadır (Kahveci, 2022). Dolayısıyla başta büyük kentler olmak üzere yerleşim yerlerinin sağlıklı, yaşanabilir ve sürdürülebilir yönetimi için gürültünün kontrol edilebilir ve içinde barındırdığı nüfusa risk oluşturmayacak bir seviyede tutulması gerekmektedir. Bu nedenle gürültünün önlenmesine iki açıdan bakmak gerekmektedir; Birincisi gürültünün oluşmadan önlenmesi, ikincisi ise gürültünün kaynağında yok edilmesidir. Her iki durumda da gürültünün önlenmesine yönelik tedbirler “teknik”, “biyolojik” ve “sosyal” olmak üzere üç grupta toplanmaktadır (Çepel, 2006). Esas olan gürültüye neden olmayacak kent planlamasının ve kent yapısının ortaya konulmasıdır. Dolayısıyla yerleşim alanları planlanırken gürültü kirliliğinin göz önünde bulundurulması

gereken temel risk faktörlerinden biri olarak görülmesi gerekmektedir (Yuan ve ark., 2019). Yerleşim matrisi içerisinde ulaşım planlanmasından, binaların mekânsal düzenine, bina yoğunluğundan, kent ergonomisine, alan kullanım düzeninden, fiziki mekânların malzeme seçimine, arazi örtüsü planlamasından yeşil alan planlanmasına çok sayıda unsur kentlerin kurulması veya yeni yerleşim bölgeleri oluşumu sırasında gürültü faktörüne göre planlanmalıdır. Çünkü gürültü kirliliğinin ortaya çıkışı beklenenden kısa sürede meydana gelmesine karşılık, önlenmesi uzun dönemli ve maliyetli bir işlemi gerektirmektedir.

Gürültü kirliliğinin önlenmesinde yapılacak ilk iş etkili bir eylem planı dâhilinde kısa, orta ve uzun vadeli çözüm stratejilerinin geliştirilmesidir. Çözüm önerileri gürültü kaynağına göre değişiklik gösterebilmektedir. Bazı durumlarda halkın gürültü ve etkileri konusunda farkındalığının artırılması amaçlı yapılan eğitim ve bilgilendirmeye dayalı faaliyetler gürültü emisyonlarının azaltılması konusunda oldukça etkili olabilmektedir. Sosyal önlemler başlığı altında değerlendirilen eğitim tedbiri bir taraftan gürültüden kaçınılması konusunda insanları bilinçlendirirken diğer taraftan insan merkezci (Antroposentrik) çevresel etiğin ortaya çıkmasına katkı sağlamaktadır. Eğitimli ve çevre etiği bilgisine sahip bireyler diğer insanların hakkına saygı duymayı bilir ve bunu da gerek iş hayatına gerekse de sosyal yaşantısına yansıtır. Sosyal tedbirler sadece bireylerin eğitiminden ibaret değildir. Aynı zamanda planlamaya halkın katılımının sağlanmasını da içerir. Bütün fiziki planlamalarda olduğu gibi gürültünün önlenmesinde de insanı merkeze alan katılımcı planlama yaklaşımı sorunun çözümünde etkili rol oynayacaktır.

Gürültünün önlenmesinde alınacak teknik önlemlerin başında etkili bir kent planlanması gelmektedir. Kentlerdeki gürültünün büyük kısmından sorumlu tutulan trafik kaynaklı gürültünün (Kaya, 2020; Yang ve ark., 2020) önlenmesine yönelik yol güzergahının trafik yükünü azaltacak şekilde planlanması, zeminde yoğun gradasyonlu asfalt yerine gürültüyü azaltan malzeme kullanımı, toplu taşımanın ve bisikletli ulaşımın teşvik edilmesi, yoğun trafiğin olduğu bölgelerde araç kullanım kısıtlamalarının ve hız sınırı uygulamalarının yapılması, yaya ulaşımı ile taşıt ulaşımının ayrılarak yaya bölgeleri ve zonlarının oluşturulması, yaya yollarında gözenekli veya gözenekli-elastik türü malzeme kullanımı, kent merkezine yakın otoyol geçiş noktalarında gürültü kesici bariyerler kullanımı gibi tedbirler bulunmaktadır. Teknik önlemler başlığı altında gürültü bariyeri kullanımı oldukça önemli yer tutmaktadır. Sesin yayılımını kontrol altına alma yetisi olan bariyerler yapısal ve bitkisel bariyer olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Yapısal bariyerler metal, alüminyum, beton, ahşap, akrilik, plastik-pvc, kauçuk, gibi birçok farklı malzemeden yapılabilmektedir. Bitkisel gürültü bariyerleri ise yapımında tamamen bitkisel

malzemenin kullanıldığı veya yapısal taşıyıcı malzemenin bitkisel uygulamalarla desteklendiği bariyerlerdir (Şekil 3).



Şekil 3. Gürültü bariyeri örnekleri (Anonim, 2024).

Bariyer seçiminde malzemenin cinsinin yanında geometrisi, uzunluğu, en-boy-yükseklik ölçüsü, tepe şekli, gürültü kaynağına uzaklığı gibi faktörlerde önemlidir. Yapılan araştırmalar sonucunda, beton ve bitkisel bariyerlerin diğer malzemelere göre daha iyi performans gösterdiği, yarı saydam bariyerlerin ise en düşük performansı gösterdiği belirlenmiştir (Hong ve Jeon, 2014; Aksu, 2023). Gürültü bariyerlerinin yol boyunca, yola minimum mesafede (0,6 m, çok şeritli yollarda merkezden 7,5 m mesafede) ve güvenlik bariyeri ile birlikte inşa edilmesi önerilmektedir. Orta refüjlerde her iki yönde gürültü kirliliği göz önünde bulundurularak çift yönlü olarak boşluklu ve yutucu malzemeden yapılması gerekmektedir. Bir gürültü bariyerinin etkinliğinin, alıcı ile bariyer arasındaki mesafeye bağlı olup bu mesafenin 150 m yi aştığı durumlarda etkinliğinin azalacağı vurgulanmaktadır (Özkurt ve ark., 2024). Aksu (2023) tarafından yapılan araştırmada gürültü bariyerlerinin etkinliği ile ilgili önemli sonuçlar elde edilmiştir. İstanbul Ümraniye E80 karayolu üzerinde yapılan ölçümlerde, bariyerin 1 m önünde (yol tarafında) 84,3 dB(A) olan gürültü seviyesi, 1 m arkasında 61,6 dB(A), 5 m arkasında 62 dB(A), 10 m arkasında

59,8 dB(A), 15 m arkasında 60,3 dB(A) ve 20 m arkasında 59,1 dB(A) olarak ölçüldüğü, dolayısıyla 4,5m yüksekliğinde, şeffaf pvc malzemeden yapıli gürültü bariyerinin gürültüyü yaklaşık 22 dB(A) azalttığı belirlenmiştir.

Gürültü kirliliğinin önlenmesinde alınacak teknik ve idari tedbirlerden biri de gürültü yayan eğlence mekânlarının ve sanayi kuruluşlarının kent hayatından ayrılması ve gürültülerinin kontrol edilmesidir. Teknik çözümler, şehrin yaşam ritmini ve sosyo-ekonomik dokusunu etkilemeyecek şekilde kentsel alanlarda azami özenle uygulanmalıdır. Eylemler ayrıca halk tarafından da kabul edilebilir olmalıdır.

Gürültünün önlenmesine yönelik alınacak biyolojik önlemler ekolojik tampon bölge veya ekolojik gürültü koridorlarının oluşturulması ile bitkisel gürültü bariyerlerinin kullanılmasını içermektedir (Önder ve Gülgün, 2010; Önal ve ark., 2024). Ekolojik tampon bölgelerin ve koridorların gürültü şiddetini azalttığı araştırmalarla belirlenmiştir. Bu araştırmalardan elde edilen sonuçlara göre, otoyolun kenarında bulunan 250 metre genişliğindeki bir orman şeridi, otoyoldaki gürültü şiddetini 40 dB(A) kadar azaltabilmektedir. Bunun anlamı, otoyoldaki 80 dB(A) gürültülü ortamın yanında 250 metrelik oluşturulan orman şeridi ile تنها alanların oluşturulabilmesidir (Çepel, 2006). Çünkü yoğun bitki tamponları, gürültüyü normal açık hava aktivitelerinin gerçekleşmesine izin verecek seviyelere düşürme potansiyeline sahiptir. Bir başka araştırmada 100 fit (30 m) genişliğinde bitkisel tampon bölge, gürültüyü 5 ila 8 dB(A) azaltma imkânı sunarken ilave olarak 3 m yüksekliğinde oluşturulan tepe ile de gürültü düzeyinin 10 ila 15 dB(A) azaltılması mümkündür (Bentrup, 2008). Ancak bitkisel tampon oluşturulurken dikkat edilmesi gereken bazı hususlar bulunmaktadır. Her şeyden önce oluşturulacak tampon bölgenin gürültü kaynağına yakın bir yere yerleştirilmesi, alan kullanımlarının ise tampon bölgenin iki katı kadar uzakta planlanması önerilmektedir. Ancak bitkisel tampon bölgede 3 m yüksekliğinde bir tümsek dâhil edilirse, alanın tamponun hemen arkasına yerleştirilmesi mümkündür. Oluşturulacak tampon bölge için bitki seçimi de önemlidir. Her dem yeşil bitkiler yıl boyunca gürültü kontrolü sağlama imkânı sunarken diğer taraftan trafik kaynaklı hava kirliliğini de azaltıcı rolü bulunmaktadır. Genel olarak ağaç, ağaççık, çalı geniş ve iğne yapraklı karma tampon bölge gürültü önlemede daha etkili olmaktadır. Doğal bitkisel tamponlar, genellikle daha az yoğun oldukları için kültürel tamponlardan daha az etkili olmaktadır.

Bitkisel gürültü bariyerleri yapısal gürültü malzemelerinin çevre ile uyumsuzluğu, estetikten uzak olması ve çevre halkı tarafından kabul görmemesi nedeniyle son yıllarda kullanımı önerilen biyolojik önlemlerdendir (Şahin ve Barış, 2023). Bitkisel gürültü

bariyerlerinin gürültüyü azaltmanın yanında ekolojik katkıları da bulunmaktadır. Bitkisel gürültü bariyerleri başta trafik kaynaklı hava kirliliğini ve CO2 salınımını azaltma olmak üzere kentsel ısının etkisinin düşürülmesi, ışık kirliliğinin ve yansımanın azaltılması, toz sorununun ortadan kaldırılması ve yaban hayatına ev sahipliği yapması gibi önemli görevler üstlenmektedir.

Bitkisel gürültü perdelerinin tesisinde göz önünde bulundurulması gereken bazı hususlar da bulunmaktadır. Gürültü perdelerinin tesisinde boylu ve geniş ağaçların orta kısımda, ağaççık ve çalı gruplarının ise kenar kısımda olacak biçimde ve gürültü kaynağına 10-20 m mesafede konumlandırılması ideal sonuç vermektedir. Gürültü perdelerinin gürültü kaynağına yakın, alıcıya uzak olacak şekilde gürültü şeridinin her iki tarafında uygun mesafe bırakılarak tesis edilmesi önerilmektedir. Diğer taraftan yumuşak zemin koşullarının beton, asfalt vb. sert zeminlere göre gürültüyü azaltmada üç kat etkili olduğu göz önünde bulundurularak yer örtücü bitkilerle destekli gürültü bariyerlerinin tercih edilmesi önerilmektedir (Şahin ve Barış, 2023).

4. Sonuç ve Öneriler

Plansız kentleşme kentlerde beklenmedik nüfus artışlarına yol açmakta ve bunun sonucu olarak gürültü kirliliği gitgide ağır bir sorun haline gelmektedir. Trafik kaynaklı gürültü, endüstri-sanayi kuruluşların yol açtığı gürültü, hizmet sektörünün yol açtığı sesler ve kontrolsüz insan ve hayvan sesleri başlıca çevresel gürültü kaynakları olarak gösterilmektedir. Kentsel gürültü; arazi yapısı, alan kullanımı, çevresel faktörler, kentin sosyo ekonomik ve sosyo kültürel yapısı gibi farklı faktörlerin etkisi ile artış gösterebilmektedir. Gürültü kaynaklarının çeşitliliğinin yanında gürültünün önlenmesi veya kontrol altında tutulmasına yönelik yeterli önlemlerin alınmaması gürültü kirliliğini kalıcı hale getirebilmektedir. Kentlerde gürültü kirliliği diğer çevre sorunlarına nazaran daha az üzerinde durulan bir husus olduğu bilinen bir gerçektir. Yoğun ve yüksek yapılaşma, binaların birbirine yakınlığı, binalarda ve dış mekanlarda akustik malzeme kullanılmaması, kentlerde yeterli miktarda yeşil alan, yeşil perde ve ekolojik bariyerlere yer verilmemesi, vb. çok sayıda etken gürültü kirliliğinin önlenememesine ve artışına neden olmaktadır. Bu bakımdan sürdürülebilir ve sağlıklı kentsel gelişim için çevresel gürültü kaynaklarının tespit edilerek insan ergonomisi için uygun düzeye getirilmesine yönelik etkili önlemlerin alınması yararlı olacaktır. Bunun için öncelikle kentlerin belirli periyotlarda akustik değerlerinin izlenmesi gerekmektedir. Bu araştırmada daha önce gürültü kirliliği konusunda ölçüme dayalı araştırma yapılmamış olan Bingöl kentinde yürütülmüştür. Kenti iki yakaya ayıran

Çapakçur Vadisi göz önüne alınarak iki bölge halinde ve dört farklı alan kullanım sınıfına (eğitim, yeşil alan, trafik, konut) ait 40 gözlem noktasında ölçümler yapılmış ve yukarıda detaylı olarak açıklanmıştır. Alan kullanım sınıflarından bağımsız olarak 40 noktada yapılan ölçüm sonucunda birinci bölgenin (Uydukent Bölgesi) gürültü ortalaması 61,18 dB(A), ikinci bölgenin gürültü ortalaması (Anakent merkezi) 61,75 dB(A) ve ortalama kent gürültüsünün 61,47 dB(A) olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda bazı noktalarda gürültü sınır değerlerinin aşıldığı görülmüş, ana kent merkezinde ve Uydukent bölgesinde gürültü bakımından riskli alanlar belirlenerek bu alanlara yönelik çeşitli önlemler ve öneriler sunulmuştur.

Gürültü kirliliğinin önlenmesine yönelik Bölüm 3.6'da açıklanan tedbirler bu araştırmada belirlenen riskli alanların rehabilitasyonu için de uygun tedbirler olarak değerlendirilmektedir. Her ne kadar araştırma sonuçları günümüz için çok büyük bir sorun olmadığını işaret etse de kısa zaman içerisinde halk sağlığını tehdit edecek değerlere ulaşabileceği ön görülmektedir. Kısa vadeli çözüm önerisi olarak halkın gürültü kirliliği ve sonuçları hakkında bilgilendirilmesi, orta vadeli çözüm önerisi olarak trafik yoğunluğunun giderilmesine yönelik kent ulaşım planlamasının yeniden yapılması ve yapısal gürültü bariyerlerinin inşa edilmesi, uzun vadeli çözüm önerisi olarak ise kent içi ve çevre illerle bağlantıyı sağlayan ulaşım güzergâhları üzerinde suni tepelerle destekli ekolojik koridorun ve bitkisel bariyerlerin inşa edilmesi önerilmektedir.

Araştırma alanında gürültü riski oluşturan alanlardan İnönü Cad. ve Genç Cad. üzerinde bulunan ulaşım koridorlarında Şekil 3 (4, 5, 6)'de verilen gürültü bariyerlerinin kullanımı önerilmektedir. Genç Cad. ile D950 karayolunun birleşme noktasında ve Genç yolu yönünde bulunan karayolu üzerinde uygun alanlarda Şekil 3 (2)'de verilen karma bariyer (ahşap ve bitkisel bariyer), diğer alanlarda ise Şekil 3 (3)'de verilen ortası boşluklu bitkisel duvarların kullanımı hem gürültüyü önleme hem de CO₂ salınımını azaltma açısından oldukça yarar sağlayacaktır. Kent içerisinden geçen D300 karayolunun her iki tarafında yeterli alan (5m) bulunan kısımlarına bitkisel tamponlar, yeterli alan olmayan yerlerde ise ahşap gürültü panelleri (Şekil 3 (1, 2)) ve bitkisel duvarların (Şekil 3 (3)) kullanımı önerilmektedir. Ayrıca Üniversite kavşağından Bülent Arınç Cad. yönündeki ulaşım aksı üzerinde birleşim noktalarında Şekil 3 (6, 7)'de verilen yapısal gürültü bariyerlerinin kullanımı ile kentsel akustiğe katkı sağlanacağı düşünülmektedir. Yukarıda açıklanan sonuçlar Bingöl kent merkezinde riskli alanlar dışında günümüz için yüksek oranlı gürültü kirliliği olmadığını göstermektedir. Kentin fiziki olarak hızlı bir büyüme eğilimi göz önünde bulundurularak gürültü ölçümlerinin belirli periyotlarda tekrarlanması, gürültüye

neden olan etkenlerin ortadan kaldırılması, yeni alan kullanım planlanmasında (park, konut, okul, yol vb.) gürültü kriterinin göz önünde bulundurulması ve mevcut gürültü kaynaklarının bitkisel gürültü bariyerleri ve ekolojik koridorlar planlanarak giderilmesi önerilmektedir.

Teşekkür

Bu araştırmada elde edilen veriler; TÜBİTAK Bilim İnsanı Destek Programları Başkanlığı (BİDEB) 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı 2022/1 dönemi kapsamında desteklenen ve lisans öğrencisi **Fatoş Öztekin** tarafından yürütülen 1919B012204681 numaralı proje verilerine dayanmaktadır. Veri toplamada destek veren lisans öğrencileri Fatoş Öztekin, Dilan Sökmen, Serda Arslan, Çiçek Arman ve Yunus Küçükharar'a katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Akabay, H., & Bulunuz, M. (2018). Okul içi ve okul dışı gürültü düzeylerinin karşılaştırılması. *Academy Journal of Educational Sciences*, 2(1), 53-65.
- Aksu, A. (2023). 'Erzurum kent merkezi karayolu güzergâhında ekolojik koridor kapsamında gürültü önleme bariyeri planlaması'. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 212 sayfa, Erzurum.
- Anonim, (2022a). TÜİK Motorlu Kara Taşıt Sayıları. Erişim adresi: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Motorlu-Kara-Ta%C5%9F%C4%B1tlar%C4%B1-Aral%C4%B1k-2023-49432&dil=1>. Erişim Tarihi: 18.10.2024.
- Anonim, (2022b). TÜİK 2022, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları. Erişim adresi: <http://tuik.gov.tr/Start.do>. Erişim tarihi: 18.10.2024.
- Anonim, (2024). (1): <https://blog.burtonacoustix.com/soundproof/soundproof-garden>, (2): <https://decirculairebouwcatalogus.nl/producten/greenwall-construct/>, (3): <https://knight-fencing.co.uk/commercial-fencing-gates/acoustic-fencing/highway-noise-barrier/>, (4): <https://www.acousticsecotone.in/mettalic-noise-barrier.html>, (5): <https://www.mitrex.com/solar-solution/solar-noise-barrier>, (6): <https://www.versowood.com/products/earth-construction-and-roadbuilding/noise-barriers>. Erişim tarihi: 18.10.2024.
- Barth, W.E. (1987). *Praktischer umwelt und naturschuts*. Verlag Paul Parey, Hamburgund Berlin.

- Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., & Stansfeld, S. (2014). Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The Lancet*, 383(9925), 1325-1332.
- Bayramoğlu, E., Özdemir, B., & Demirel, Ö. (2014). Gürültü kirliliğinin kent parklarına etkisi ve çözüm önerileri: Trabzon kenti örneği. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 4(9), 35-42.
- Begou, P., Kassomenos, P., & Kelessis, A. (2020). Effects of road traffic noise on the prevalence of cardiovascular diseases: The case of Thessaloniki, Greece. *Sci. Total Environ.* 703, 134477. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134477>.
- Bentrup, G. (2008). *Conservation buffers: design guidelines for buffers, corridors, and greenways*. Gen. Tech. Rep. SRS-109. Asheville, NC: Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 110 p.
- Cai, Y., Hodgson, S., Blangiardo, M., Gulliver, J., Morley, D., Fecht, D., ... & Elliott, P. (2018). Road traffic noise, air pollution and incident cardiovascular disease: a joint analysis of the HUNT, EPIC-Oxford and UK Biobank cohorts. *Environment international*, 114, 191-201.
- Cansaran, D. (2019). Gürültü kirliliği düzeyini belirlemeye yönelik bir çalışma: Amasya ili örneği. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 74(1), 89-108.
- Casas, W. J. P., Cordeiro, E. P., Mello, T. C., & Zannin, P. H. T. (2014). Noise mapping as a tool for controlling industrial noise pollution. *Journal of Scientific & Industrial Research [recurso eletrônico]*. New Delhi. 73(4), 262-266.
- Coelho, J.L., & Alarcao, D. (2006). *Noise mapping and noise action plans in large urban areas*. Techni. Acoustica, 2006.
- Çepel, N. (2006). *Gürültü kirliliği*. Editör: Aydemir. A.). Erozyon Doğa ve Çevre. Birinci Baskı. Ankara: Tema Yayınları, 1-8.
- Erbaş, E. E., & Özfirat, M. (2024). Ağır sanayide örnek bir çalışma ile gürültü ölçümlerinin değerlendirilmesi ve önlemler. *Van Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 2(1), 29-40.
- Ermiş, F. (2024). 'Kahramanmaraş/Onikişubat İlçesi Pazar Yerlerinde Gürültü Kirliliği Ölçümü ve Değerlendirilmesi.' Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 54 s, Kahramanmaraş.
- Fiedler, P. E. K., & Zannin, P. H. T. (2015). Evaluation of noise pollution in urban traffic hubs noise maps and measurements. *Environmental Impact Assessment Review*, 51, 1-9.

- Foraster, M., Eze, I.C., Vienneau, D., Schaffner, E., Jeong, A., H  ritier, H., & Probst-Hensch, N. (2018). Long-term exposure to transportation noise and its association with adiposity markers and development of obesity. *Environ. Int.* 121, 879–889. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.09.057>.
- George, F., Heroux, M. E., & Fong, K. (2013, September). Public health and economics burden of environmental noise. In *INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings* (Vol. 247, No. 3, pp. 4759-4767). Institute of Noise Control Engineering.
- Gottesman, R. F., Albert, M. S., Alonso, A., Coker, L. H., Coresh, J., Davis, S. M., & Schneider, A. L. (2017). Associations between midlife vascular risk factors and 25-year incident dementia in the atherosclerosis risk in communities (ARIC) cohort. *JAMA Neurology*, 74(10), 1246-1254.
- Halaçlar, S. (2019). ‘Taşıtlardan kaynaklı gürültü   alışması Adana kent merkezi   rneđi.’ Yüksek Lisans Tezi. Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- Halaçlar, S., & Gök, O. Kayranlı, B. (2015). *Taşıtlardan kaynaklı gürültü   alışması Adana kent merkezi   rneđi*. Sürdürülebilir Ulaşım İçin Yol ve Trafik Güvenliđi Ulusal Kongresi, Bildiriler Kitabı, 146-153, Ankara.
- H  nninen, O., Knol, A. B., Jantunen, M., Lim, T. A., Conrad, A., Rappolder, M., ... EBoDE Working Group. (2014). Environmental burden of disease in Europe: assessing nine risk factors in six countries. *Environmental health perspectives*, 122(5), 439-446.
- Hatipoğlu, M. N., & Akın, B. S. (2022). Şehir içi akaryakıt istasyonları gürültü kaynakları ve kontrol  . *Journal of the Institute of Science and Technology*, 12(2), 663-679.
- Hong, J. Y., & Jeon, J. Y. (2014). The effects of audio–visual factors on perceptions of environmental noise barrier performance. *Landscape and Urban Planning*, 125, 28-37.
- Job, R.F.S. (1996). The influence of subjective reactions to noise on health effects of the noise. *Environmental International*, 22(1), 93–104.
- Kahveci, B. (2022). ‘Gürültü kirliliğini önlemeye yönelik model   nerisi ve kent planlarında kullanımı; Adana kenti   rneđi.’ Doktora Tezi.   ukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 240 s., Adana.
- Kalıpçı, E. (2007). ‘Giresun ili merkezinde gürültü kirliliği ölümü ve haritasının hazırlanması.’ Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 143 s., Konya.

- Kaya, G.K. (2020). 'Gaziantep'in yoğun trafik bölgelerindeki gürültü seviyelerinin belirlenmesi ve çevresel etkileri.' Yüksek Lisans Tezi. Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 54 s., Gaziantep.
- Khilman, T. (2004). *Noise pollution in cities, Curitiba and Goteborg as examples*. In proceeding of.
- Kılıç, M. Y., Kılıç, İ., & Adalı, S. (2021). Kentsel yerleşim alanlarında çevresel gürültünün belirlenmesi: Bursa Dikkaldırım Mahallesi örneği. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(3), 792-804.
- Kılıç, M. Y., Kılıç, İ., & Adalı, S. (2021). Kentsel yerleşim alanlarında çevresel gürültünün belirlenmesi: Bursa Dikkaldırım Mahallesi örneği. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(3), 792-804.
- Kopar, İ. (2011). Gittikçe önem kazanan bir çevre sorunu: gürültü kirliliği ve Erzurum örneği (An environmental problem growing more dangerous: Noise pollution and the example of Erzurum). *Doğu Coğrafya Dergisi*, 7(5), 283-294.
- Lercher, P., Evans, G.W., & Meis, M. (2003). Ambient noise and cognitive processes among primary schoolchildren. *Environ. Behav.* 35(6), 725–735. <https://doi.org/10.1177/0013916503256260>.
- Licitra, G., Fredianelli, L., Petri, D., & Vigotti, M.A. (2016). Annoyance evaluation due to overall railway noise and vibration in Pisa urban areas. *Sci. Total Environ.* 568, 1315–1325. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.11.071>.
- Marius, A., Tijunelis, M. D., Fitzsullivan, B. A., Sean, O., & Henderson, M.D. (2005). Noise in the ED. *The American Journal of Emergency Medicine*. 23(3), 332-335.
- Morgül, K., Ö., & Dal, H. (2012). Sakarya ili şehir merkezinin gürültü kirliliği üzerine bir ön çalışma. *SAÜ. Fen Bilimleri Dergisi*, 16(2), 83-91.
- Morillas, J. M. B., Gozalo, G. R., González, D. M., Moraga, P. A., & Vélchez-Gómez, R. (2018). Noise pollution and urban planning. *Current Pollution Reports*, 4(3), 208-219.
- Onay, B., & Şahin, C. (2023). Okul bahçelerinde gürültü kontrolünün sağlanmasında gürültü perdesi tasarımı üzerine bir araştırma. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 19(1), 59-76.
- Önal, E., Özer, S., & Yılmaz, H. (2024). Can shrub species be utilized as a biological measure to reduce noise pollution?. *Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 134-143.
- Önder, S., & Gülgün, B. (2010). Gürültü kirliliği ve alınması gereken önlemler: bitkisel gürültü perdeleri. *Ziraat Mühendisliği*, (355), 54-64.

- Özer, S. (2015). Kent merkezlerindeki parklarda gürültü düzeyi: Yakutiye Parkı örneğinde. *Journal of the Institute of Science & Technology/Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(3), 43-48.
- Özkurt, N., Tezel-Oğuz, M. N., Sari, D., Hamamcı, S. F., Erdoel, M., Cakmak, E. G., ... & Gencer, F. (2024). Determination of potential roadway sections where noise barrier systems can be applied. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 39(2), 1003-1016.
- Pitchika, A., Hampel, R., Wolf, K., Kraus, U., Cyrus, J., Babisch, W., ... & Schneider, A. (2017). Long-term associations of modeled and self-reported measures of exposure to air pollution and noise at residence on prevalent hypertension and blood pressure. *Science of the Total Environment*, 593, 337-346.
- Recio, A., Linares, C., Banegas, J.R., & Díaz, J. (2016). Road traffic noise effects on cardiovascular, respiratory, and metabolic health: An integrative model of biological mechanisms. *Environ. Res.* 146, 359–370. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.12.036>.
- Roswall, N., Raaschou-Nielsen, O., Jensen, S.S., Tjønneland, A., & Sørensen, M. (2018). Long-term exposure to residential railway and road traffic noise and risk for diabetes in a Danish cohort. *Environ. Res.* 160, 292–297. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.10.008>.
- Roswall, N., Raaschou-Nielsen, O., Ketzel, M., Gammelmark, A., Overvad, K., Olsen, A., & Sørensen, M. (2017). Long-term residential road traffic noise and NO₂ exposure in relation to risk of incident myocardial infarction-A Danish cohort study. *Environ. Res.* 156, 80–86. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.03.019>.
- Solak, E. B., Şahin, C., Onay, B., & Sava, B. (2023). Parklardaki gürültünün değerlendirilmesi: Isparta ili Çünür mahallesi örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14(2), 324-331.
- Soylu, M., & Gökkuş, Ö. (2016). Endüstriyel kaynaklı gürültü kirliliğinin araştırılması ve bir tekstil fabrikasında uygulama örneği. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 32(2).
- Stansfeld, S., Haines, M., & Brown, B. (2000). Noise and health in the urban environment. *Reviews of Environmental Health*, 15, 43–82.
- Sygna, K., Aasvang, G.M., Aamodt, G., Oftedal, B., & Krog, N.H. (2014). Road traffic noise, sleep and mental health. *Environ. Res.* 131, 17–24. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.02.010>.

- Şahin, K. (2014). Atakum (Samsun) şehrinde çevresel gürültü kirliliği. *Journal of International Social Research*, 7(29), 722-731.
- Şahin, Ö., & Barış, M. E. (2023). Gürültü kontrolünde, bitkisel materyalin etkinliğinin araştırılmasına yönelik yapılan çalışmaların değerlendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 19(1), 1-20.
- Torun, F.E., & Bingül, Z. (2014). Demiryollarından kaynaklanan çevresel gürültü ve Erzurum ili örneği. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(4), 67-74.
- Ünver, E. (2008). 'Trafik ve rekreasyonel kullanım kaynaklı gürültü kirliliğinin belirlenmesi: Çorlu örneği.' Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Van Kempen, E., Casas, M., Pershagen, G., & Foraster, M. (2018). WHO environmental noise guidelines for the European region: a systematic review on environmental noise and cardiovascular and metabolic effects: a summary. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(2), 379.
- Vienneau, D., Schindler, C., Perez, L., Probst-Hensch, N., & Röösli, M. (2015). The relationship between transportation noise exposure and ischemic heart disease: a meta-analysis. *Environ. Res.* 138, 372–380. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.02.023>.
- Vural, H. (2020). Bingöl'ün yaşanabilir kent olma yolunda fiziki problemleri ve öncelikleri üzerine bir değerlendirme. *OPUS International Journal of Society Researches*, 15(1), 5006-5031.
- Vural, H. (2024). Bingöl kent merkezi çevresel gürültü kaynakları, düzeyleri ve etkileri üzerine ön araştırma. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 11(4), 1069-1082.
- Vural, H., Meral, A., & Doğan, S. (2019). Kentsel gelişim ve yeşil alan planlama sürecinin katılımcı SWOT analizi yöntemi ile değerlendirilmesi: Bingöl Kenti. *İdealkent*, 10(28), 1069-1096.
- WHO, (2011). *Burden of disease from environmental noise, Quantification of healthy life years lost in Europe*. Bonn: WHO and JRC; ISBN: 978 92 890 0229 5©2011.
- WHO, (2018). Environmental Noise Guidelines for the European Region. Erişim adresi: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf. Erişim tarihi: 12.08.2020.
- Xie, H., Kang, J., & Tompsett, R. (2011). The impacts of environmental noise on the academic achievements of secondary school students in Greater London. *Applied Acoustics*, 72(8), 551-555.

- Yang, W., He, J., He, C., & Cai, M. (2020). Evaluation of urban traffic noise pollution based on noise maps. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 87, 102516.
- Yeşil, M., Atabeyoğlu, Ö., & Yeşil, P. (2015). Karayollarının kent içi trafik gürültüsü düzeyine etkisi: Ordu kent merkezi örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 16(2), 177-182.
- Yu, Y., Paul, K., Arah, O., Mayeda, E., Wu, J., Lee, E., & Ritz, B., (2020). Air pollution, noise exposure, and metabolic syndrome – A cohort study in elderly Mexican-Americans in Sacramento area. *Environ. Int.*, 134. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105269>.
- Yuan, M., Yin, C., Sun, Y., & Chen, W. (2019). Examining the associations between urban built environment and noise pollution in high-density high-rise urban areas: A case study in Wuhan, China. *Sustainable Cities and Society*, 50, 101678.
- Yücel, M. (2000). *Çevre sorunları*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Yayın No: 150, 302 s Adana.
- Zannin, P. H. T., Ferreira, A. M. C., & Szeremetta, B. (2006). Evaluation of noise pollution in urban parks. *Environmental monitoring and assessment*, 118(1), 423-433.