

İskenderun örneğinde mevsimsel ölçümlere göre trafikten kaynaklanan gürültünün mekânsal analizi

Spatial analysis of noise caused by traffic according to seasonal measurements in the Iskenderun example

Sebahat Sinem ÖZYURT ÖKTEN*¹, Asuman AYSU KAPAN²

¹İskenderun Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, 31200, Hatay

²İskenderun Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 31200, Hatay

• Geliş tarihi / Received: 27.11.2023

• Kabul tarihi / Accepted: 05.05.2024

Öz

Günümüz yaşam koşullarında artan kent içi trafik yoğunluğu gürültü kirliliğinin oluşmasına neden olmaktadır. Gürültü, insan başta olmak üzere tüm ekosistem için ciddi bir kirlilik kaynağıdır. Bu çalışma kapsamında İskenderun ilçe merkezinde trafikten kaynaklanan gürültü düzeyinin tespiti ve alan kullanımları üzerindeki dağılımları tespit edilmiştir. Bu amaçla İskenderun ilçe merkezinde kent içi yol güzergâhlarında bulunan 36 noktada 2022 yılı yaz ve kış aylarında hafta içi ve hafta sonu olmak üzere gürültü ölçümleri yapılmıştır. Ölçüm sonuçları ArcMap 10.0 programına aktarılarak kriging enterpolasyon yöntemiyle gürültü kirliliği dağılım haritaları oluşturulmuş ve Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'ne göre sınıflandırılan gürültü değerlerine göre kirlilik düzeylerinin yerleşim alanları, endüstriyel ve ticari alanlar, tarım alanları, park ve yeşil alanlar, İskenderun Teknik Üniversitesi merkez kampüsü, liman, yollar ve su yüzeyi olmak üzere toplam sekiz kullanım alanına dağılımı hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda gürültü kirliliğinin alansal olarak en fazla olduğu dönem yaz hafta içi gündüz, en az olduğu dönem ise yaz hafta sonu akşam saatleridir.

Anahtar kelimeler: Gürültü kirliliği, İskenderun, Kriging

Abstract

Increasing urban traffic density in today's living conditions causes noise pollution. Noise is a serious source of pollution for the entire ecosystem, especially for humans. Within the scope of this study, the noise level caused by traffic in Iskenderun district center was determined and its distribution over area uses was determined. For this purpose, noise measurements were made at 36 points on urban road routes in Iskenderun district center on weekdays and weekends in the summer and winter months of 2022. The measurement results were transferred to the ArcMap 10.0 program and noise pollution distribution maps were created with the kriging interpolation method. According to the noise values classified according to the Regulation on the Evaluation and Management of Environmental Noise, the pollution levels were determined in residential areas, industrial and commercial areas, agricultural areas, parks and green areas, Iskenderun Technical University center. It was calculated to distribute it to a total of eight usage areas: campus, port, roads and water surface. As a result of the study, the period when noise pollution is highest is summer weekdays and the least is summer weekend evening hours.

Keywords: Noise pollution, Iskenderun, Kriging

*Sebahat Sinem ÖZYURT ÖKTEN; sinem.okten@iste.edu.tr

1. Giriş

1.1. Introduction

Günümüz kentlerinin sürekli gelişim ve değişim içinde olması, sürdürülebilir kalkınmanın önündeki en büyük engellerden biri olan gürültü kirliliğini ortaya çıkarmaktadır (Zuo vd., 2016). Bu süreçte kentlerin gelişmesinde, sosyo-ekonomik gelişmelerin insan davranışlarındaki etkileri ve Sanayi devrimi sonrası gelişen göç dalgaları da etkili olmuştur (Yılmaz & Çitçi, 2011).

Gürültü, hoş bir müzik kalitesine sahip olmayan bir ses veya istenmeyen bir ses olarak tanımlanabilir (Tripathy, 2008). Gürültü kirliliği ise insanın fiziksel/zihinsel faaliyetlerine, hayvan ve bitki yaşamı ile genel olarak çevreye zarar verebilecek rahatsız edici gürültü olarak tanımlanmaktadır (Deepak, 2016; Öden & Bilgin, 2019). Karayolu trafik gürültüsü ise bir aracın motor sisteminden kaynaklanan gürültü ile aracın lastikleri ile yol yüzeyi arasındaki etkileşimden kaynaklanan gürültünün birleşimidir (Murphy & King, 2022).

Gürültü kirliliği dünya çapında birçok insanın karşılaştığı önemli bir çevre sorunudur (Ranjan vd., 2023). Kentsel alanlarda trafikten kaynaklanan gürültü kirliliği toplam gürültü kirliliğinin üçte ikisini oluşturmaktadır (Tandel & Macwan, 2017; Ranjan vd., 2023). Trafik gürültüsü, insan sağlığı üzerinde zararlı fizyolojik ve psikolojik etkilere sahiptir ve aşırı durumlarda işitme bozukluğuna yol açabilmektedir (Singh & Deswal, 2023). Avrupa Çevre Ajansı, Avrupa’da her yıl yaklaşık 20 milyon yetişkinin çevresel gürültüden şikâyetçi olduğu ve 8 milyondan fazla insanın çevresel gürültü kaynaklı uyku bozukluğu yaşadığını belirtmekte, gürültü kirliliğini Avrupa’daki önemli bir çevre sağlığı sorunu olarak ifade etmektedir. Çevresel gürültü, Avrupa’da her yıl en az 1000 erken ölüm vakasına neden olmakta ve her yıl 900.000’den fazla hipertansiyon vakası çevresel gürültü kaynaklı ortaya çıkmaktadır (European Environment Agency, 2014; Zuo vd., 2016).

Kentsel trafik hacminin hızla artması ve kontrolsüz araç kullanımı sonucu gürültünün düzenli olarak araştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır (Ranjan vd., 2023; Sahlatasneem & Deswal, 2023). Gürültü ve sesin net sınırlara sahip olmamasından dolayı kontrol altına alınması, planlanıp yönetilmesi oldukça zordur (Atkinson, 2007; Lumsden, 2013). Gürültü haritalaması, gürültü kirliliğini görselleştirmenin ve ona erişmenin etkili bir yöntemidir (Zuo vd., 2016). Bu nedenle araçlar ve yazılımlardan yardım alınmaktadır. Birçok araştırmacı kentsel alanlardaki gürültü seviyesinin tahmin edilmesi ve çevresel etki değerlendirmesini yapabilmek için Coğrafi Bilgi Sistemlerini (CBS) kullanmaktadır (Moragues & Alcaide, 1996; Sheng & Tang, 2011). CBS yazılımlardan ArcGIS de analiz ve modellemede önemli bir araçtır.

Bu çalışmada da İskenderun ilçe merkezinde gürültü kirliliğinin analiz edilmesi ve haritalanması amacıyla ArcMap yazılımı kullanılmış, trafikten kaynaklanan gürültü kirliliğinin mekânsal alan kullanımları üzerindeki etkisi belirlenmiştir.

2. Materyal ve metod

2.1. Material and method

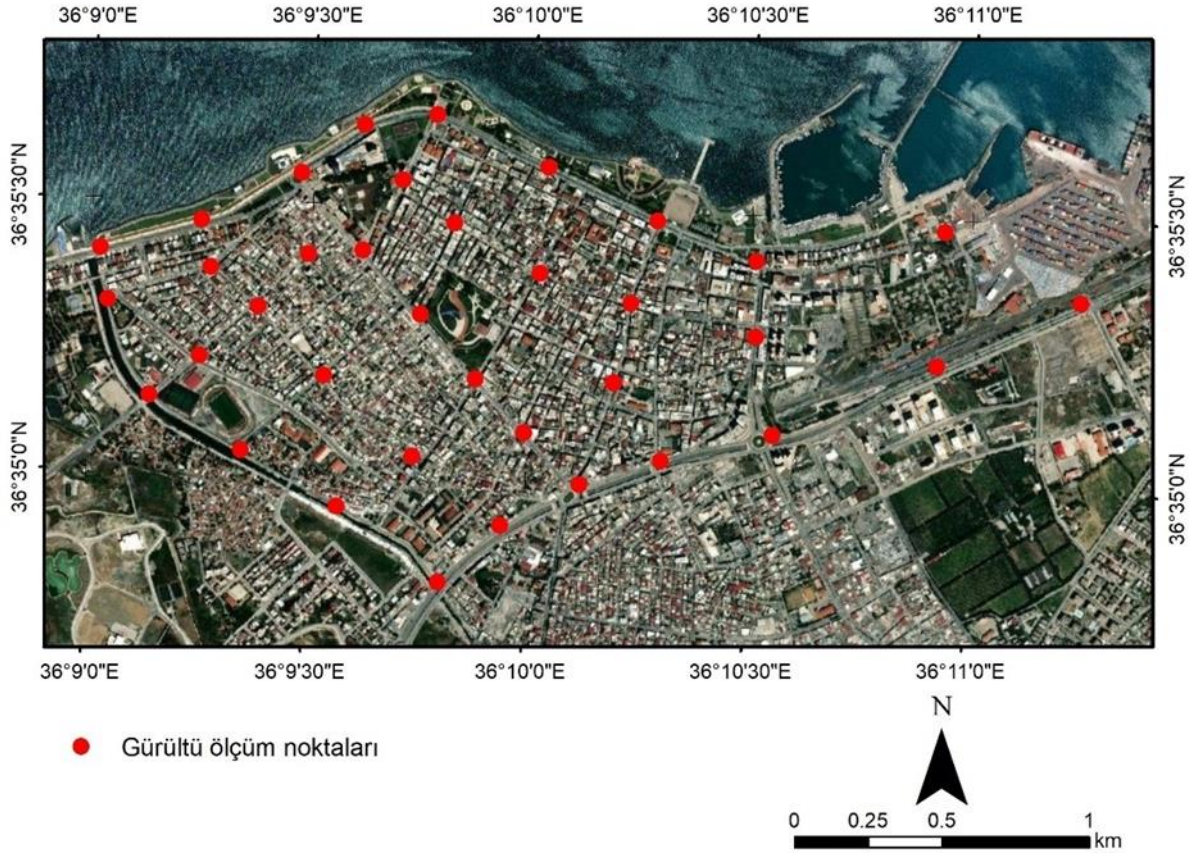
Araştırma alanını Hatay ili İskenderun ilçesinin sanayi, liman, demiryolu ve konut alanlarının yoğun olduğu İskenderun D817 karayolu ve devamında İskenderun-Arsuz çevreyolundan sahil şeridine kadar olan kent içi yol güzergâhlarında kalan bölge oluşturmaktadır. Bu bölgede Şekil 1’de görülen 36 noktada gürültü ölçümü yapılmıştır.

Araştırma alanında ölçüm noktalarının belirlenmesi için Google Earth Pro programı kullanılmıştır. Belirlenen gürültü ölçüm noktalarında Delta OHM HD2010UC ses ölçüm cihazı kullanılmış ve ölçümlere ait haritaların oluşturulması için ArcMap 10.0 programından yararlanılmıştır. Araştırma alanında bulunan alan kullanım verileri ise Tarım ve Orman Bakanlığı’nın Corine projesi kapsamında üretilen 1/100.000 ölçekli haritalardan üretilmiştir.

2.1.1. Gürültünün ölçülmesi

2.1.1. Measurement of noise

İskenderun’un gürültü düzeyini belirlemek amacıyla İskenderun D817 karayolu ve devamında İskenderun-Arsuz çevreyolundan sahil şeridine kadar olan kent içi yol güzergâhlarında bulunan 36 nokta belirlenmiştir. Ölçüm noktaları belirlenirken, trafik yoğunluğunun en fazla olduğu ana trafik aksı temel alınmıştır.



Şekil 1. Araştırma alanı
Figure 1. Research area

Bu ölçüm noktalarında yaz ve kış aylarında hafta içi 5 gün, hafta sonu ise 2 gün olmak üzere toplam 7 gün boyunca Çevresel Gürültü Kontrol Yönetmeliği Ek-2 Tablo 1’de belirlenen üç aralıktaki saatlerde ölçümler alınmıştır. Bu ölçümlerin gündüz 07:00–19:00, akşam 19:00–23:00 ve gece ise 23:00–07:00 saat aralıklarında gerçekleşmesi gerekmektedir. Fakat ölçüm aralıkları çok geniş olduğu için araştırma kapsamında gündüz ölçümleri 07:00-10:30, akşam ölçümleri 19:00-22:30 ve gece ölçümleri 23:00-02:30 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada Delta OHM HD2010UC ses ölçüm cihazı kullanılmıştır. Gürültü haritalarının oluşturulmasında kullanılan ölçümler için tüm noktadaki ölçümlerin logaritmik ortalaması aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır.

$$L = \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}}$$

L = Gürültü seviyeleri

n = gürültü ölçüm sayısı

i = örnek nokta ($i=1,2,3,4,\dots,n$)

L_i = i örnek noktasının gürültü seviyesi

Ölçüm noktaları Google Earth Pro programı yardımıyla belirlenmiş alanlarda gerçekleştirilmiştir. Ölçümler ISO 1996-1 (2003) ve ISO 1996-2 (2007) standartlarına göre yapılmıştır. Ölçümler yerden 1.5 m yükseklikte ve her bir ölçüm noktasında 5’er dakikalık sürelerde yapılmıştır. Cihazda ölçülen maksimum gürültü seviyeleri (L_{max}), minimum gürültü seviyeleri (L_{min}) ve eşdeğer gürültü seviyeleri (L_{eq}) olmak üzere ayrı ayrı eşzamanlı olarak CBS altlığına işlenmiştir. Gürültü ölçümlerinin öncesinde cihazın kalibrasyonu yapılmış ve ölçüm süresince sabit tutularak trafik harici gürültüler olması halinde ölçüm tekrarlanmıştır. Ölçüm sonuçları 04.06.2010 tarih ve 27601 sayılı Resmi gazetede yayınlanan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği Ek-7 Tablo-1’de verilen Kara Yolu Çevresel Gürültü Sınır Değerleri’ne göre değerlendirilmiştir.

2.2. Gürültü dağılımının analizi

2.2. Analysis of noise distribution

İskenderun ilçe merkezinde gerçekleştirilen ölçümler sonucunda toplanan veriler tablolaştırılmış ve Google Earth Pro ve ArcMap 10.0 yardımıyla ölçüm sonuçları sayısal altlığa işlenmiştir. Ölçüm sonuçlarının ArcMap 10.0 programına işlenmesi sonucunda gürültü kirliliğinin alan kullanımları üzerindeki etkisini görselleştirmek amacıyla kriging yöntemi kullanılmış ve gürültü dağılım haritaları oluşturulmuştur. Kriging, CBS’de özellikle yüzeylerin enterpolasyonu için kullanılan gelişmiş bir istatistiksel yöntemdir. Bu yöntem, özellikle noktasal ölçümleri veya verileri kullanarak belirli bir alanın yüzeyini tahmin etmek için kullanılmaktadır (Chen vd., 2013; Guo vd., 2019; Lv & Shichang, 2021). Bu tahminleri de ölçümleri bilinen yakın noktalardan alınan verileri kullanarak, ilgilenilen konuma yakın noktalara uzaktaki noktalara göre daha fazla ağırlık verilecek şekilde hesaplamaktadır (İnal vd., 2022; Yaprak & Arslan, 2008; Taylan & Damçayırı, 2016). Yöntemde tahmin edilen her bir nokta veya alan için bir varyans değerinin hesaplanabiliyor olması, yapılan tahminin güven derecesini artırdığı için diğer yöntemlerden öne çıkmaktadır (Başkan, 2004). Kriging yönteminde kullanılan temel eşitlik;

$$Np = \sum_{i=1}^n PixNi \quad (1)$$

Np= aranılan ondülasyon değeri

n= modeli oluşturan nokta sayısı

Ni= Np’nin hesabında kullanılan noktaların geoit ondülasyon değerleri

Pi= N’nin hesabında kullanılan her Ni değerine karşılık gelen ağırlık değeridir.

i=1’den n’ye kadar gözlem noktalarındaki N ondülasyon değeri bilinmektedir (i) için ağırlıklı katsayıya dayalı olarak bilinen değerleri (Ni) bölgeselleştirilmiş bir değişkenin (Np) bilinmeyen değerini tahmin eder. Ancak bu değerlere verilecek olan ağırlıkların hesaplanması gerekmekte olup Kriging’de bu ağırlıklar, kestirim hataları ortalaması sıfır ve varyans minimum olacak şekilde belirlenir. Yansızlık için ümit değeri $E [Np-Ni] = 0$ olmalıdır. Bunu sağlayabilmek için $\sum Pi=0$ olmalıdır. Minimum varyans için ise; $Var [NpNi] = \text{minimum}$ olmalıdır.

Enterpolasyonun yansız olması için ağırlık toplamlarının 1’e eşit olması istenir. n bilinmeyen ve (n+1) tane denklem vardır ve çözümün yansız olması için λ Lagrange çarpanı eklenir. Böylece denklem sayısı bilinmeyen sayısına eşitlenir (İnal & Yiğit, 2003; Yaprak & Arslan, 2008).

Ağırlıklar variogram fonksiyonlarından yararlanılarak;

$$P = \gamma^{-1} X \gamma_0 \quad (2)$$

eşitliği ile sağlanır.

P=Ağırlık matrisi,

= Dayanak noktaları arasındaki yarı variogram matrisi

= Dayanak noktaları ile kestirim noktaları arasındaki yarı variogram matrisi

Ağırlıkların belirlenmesinden sonra her bir nokta için kestirim değerleri hesaplanır. Enterpolasyon noktasının Kriging varyansı,

$$\sigma^2 = P^T X \gamma_0 \quad (3)$$

eşitliği ile bulunur.

= Kriging varyansı

= Ağırlık matrisinin transpozu

Araştırma alanından alınan 36 gürültü ölçüm değerinden yola çıkarak, ArcMap 10.0 programında kriging enterpolasyon yönteminin kullanılmasıyla hazırlanan haritalar yerleşim alanları, endüstriyel ve ticari alanlar, tarım alanları, park ve yeşil alanlar, eğitim alanları, liman, yollar ve deniz kullanımları üzerindeki gürültü dağılımının hesaplanması için kullanılmıştır.

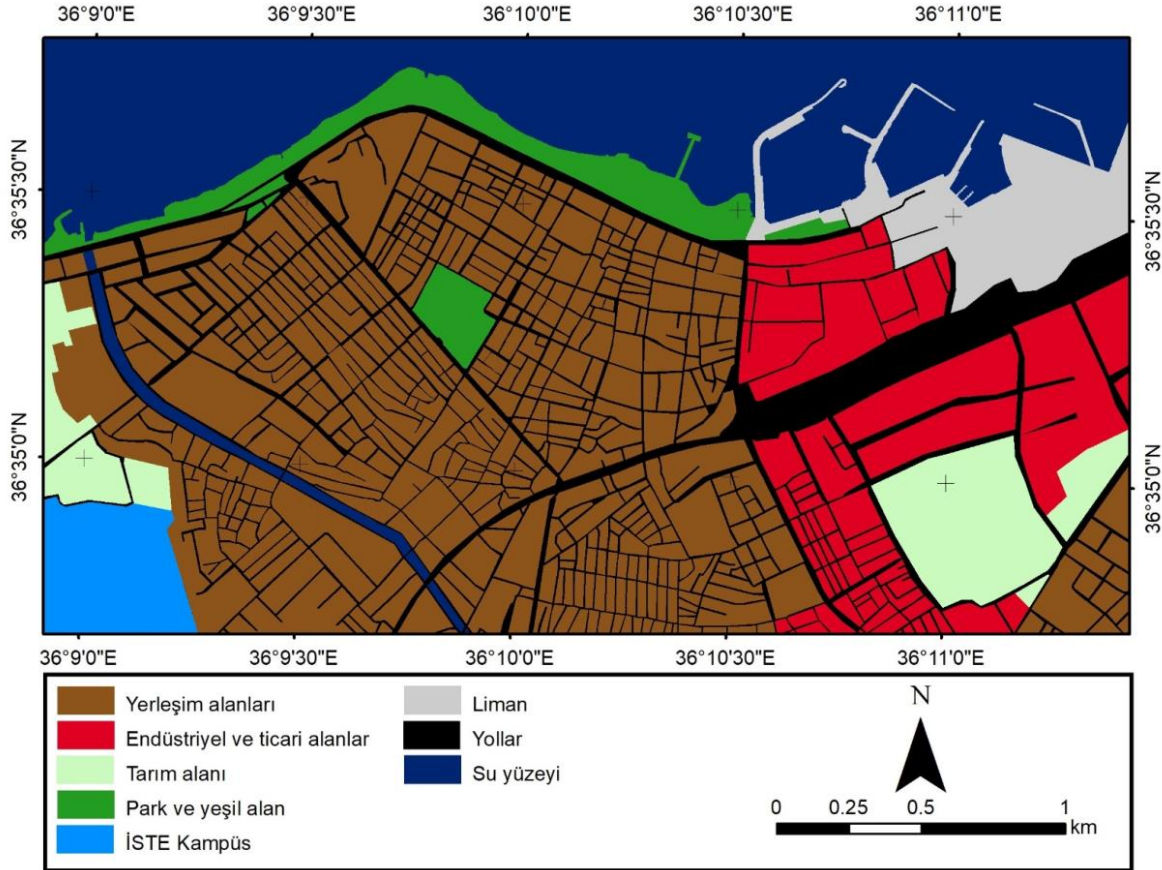
3. Bulgular

3. Findings

3.1. Araştırma alanı arazi kullanım sınıflamaları

3.1. Research area land use classifications

Araştırma alanında bulunan alan kullanım verileri Tarım ve Orman Bakanlığı'nın Corine projesi kapsamında üretilen 1/100.000 ölçekli haritalardan üretilmiştir. Arazi kullanımları yerleşim alanları, endüstriyel ve ticari alanlar, tarım alanları, park ve yeşil alanlar, eğitim alanları (İskenderun Teknik Üniversitesi (İSTE) merkez kampüsü), liman, yollar ve deniz olmak üzere toplam 8 ana başlık altında toplanmıştır. 8 başlık altında sınıflandırılan alan kullanımları haritası Şekil 2'de, çalışma alanında kapladıkları toplam alanlar ve oransal dağılımları ise Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 2. Araştırma alanındaki temel kullanımlar

Figure 2. Main uses in research area

Tablo 1. Araştırma alanındaki arazi örtüsünün kapladıkları alanlar ve oransal dağılımları

Table 1. Areas covered and proportional distribution of land cover in the research area

Alan Kullanımları	Alan (ha)	Alan (%)
Konut alanları	285.84	36.79
Endüstriyel ve ticari alanlar	84.57	10.88
Tarım alanları	41.77	5.38
Park ve yeşil alanlar	30.98	3.99
Eğitim alanı (İSTE Kampüsü)	21.38	2.75
Liman	35.15	4.52
Yollar	112.84	14.52
Deniz	164.46	21.17
Toplam	776.99	100.00

Araştırma alanı toplam 776.99 hektarlık bir alanı kapsamaktadır. Şekil 2’de verilen araştırma alanındaki temel kullanımların toplam alan içindeki dağılımları incelendiğinde, alanın 1/3’ünü konut alanlarının oluşturduğu görülmektedir. Konut alanları genel olarak 5-6 katlı, çoğu konut altı ticaret olarak faaliyet gösteren alanlardır. Araştırma alanının doğu bölümünde bulunan ve toplam alanının %10.88’ini oluşturan endüstriyel ve ticari alanlar içerisinde de daha çok ticari faaliyet gösteren işletmelerle depo sahaları yer almaktadır. Tarım alanları %5.38’lik oranda, daha çok sulu tarım yapılan ve yeşil yapraklı bitkilerin yetiştirildiği alanlar olmakla birlikte araştırma alanının batı ve güneybatısında bulunmaktadır. İskenderun sahil kesiminde bulunan rekreasyon alanları, çim alanlar, spor tesisleri ile araştırma alanının merkezinde yer alan İskenderun Millet Bahçesi de park ve yeşil alan kategorisinde incelenmiştir ve toplam alanın %3.99’unu kapsamaktadır. Araştırma alanı içerisinde en büyük eğitim kurumu olan İskenderun Teknik Üniversitesi kampüsü de eğitim alanı olarak ayrı bir kategoriye alınmış ve kampüsün araştırma alanı sınırı içerisine giren bölümü toplam alanın %2.75’ini oluşturmuştur. Liman, İskenderun ilçesi ve hatta Hatay ili için çok önemli bir yere sahiptir. Liman, Güney ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerine ve Ortadoğu ülkelerine aktarma limanı olarak kullanılmaktadır (İskenderun Kaymakamlığı, 2023). Araştırma alanının %21.17’lik bölümü ise deniz yüzeyinden oluşmaktadır. Gürültü kirliliği deniz canlıları için de olumsuz etkilere neden olabileceği için araştırma alanı sınırları içine giren deniz yüzeyi hesaplamalara dâhil edilmiştir. Yollar kategorisi ise taşıt yolları ve tren istasyonundan oluşan toplam %14.52’lik bir alanı kapsamaktadır.

3.2. Gürültü haritaları

3.2. Noise maps

Araştırma alanında yaz ve kış aylarında alınan hafta içi ve hafta sonu ölçüm sonuçları Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği Ek-7 Tablo-1’de verilen Kara Yolu Çevresel Gürültü Sınır Değerleri’ne göre sınıflandırılarak dağılım gürültü haritaları oluşturulmuştur. Araştırmada belirlenen 36 noktada alınan ölçüm sonuçlarının CBS ortamına alınması ve ArcMap 10.0 programında kriging yöntemi ile gürültünün dağılımının analiz edilmesi amaçlanmıştır. Tablo 1’e göre mevcut yollarda “Ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan konutların yoğun olarak bulunduğu alanlar” Lgündüz 68 dB(A), Lakşam 63 dB(A) ve Lgece 58 dB(A) sınır değerlerini aşmamalıdır. Bu nedenle ölçüm sonuçları kategorize edilirken sınır değerleri ve alanda alınan maksimum gürültü ölçüm değerleri arasında kalan alanlar kırmızı renkte, sınır değerinin hemen altında bulunan alanlar turuncu renkle başlayarak 5 dB(A) farkla sarı, açık yeşil ve koyu yeşil olmak üzere gürültünün fazla olduğu alandan az olduğu alana kadar sınıflandırılarak haritada verilmiştir. Oluşturulan haritalar verilen sınır değerlerinin farklı olması nedeniyle gündüz, akşam ve gece olmak üzere ayrı ayrı oluşturulmuştur.

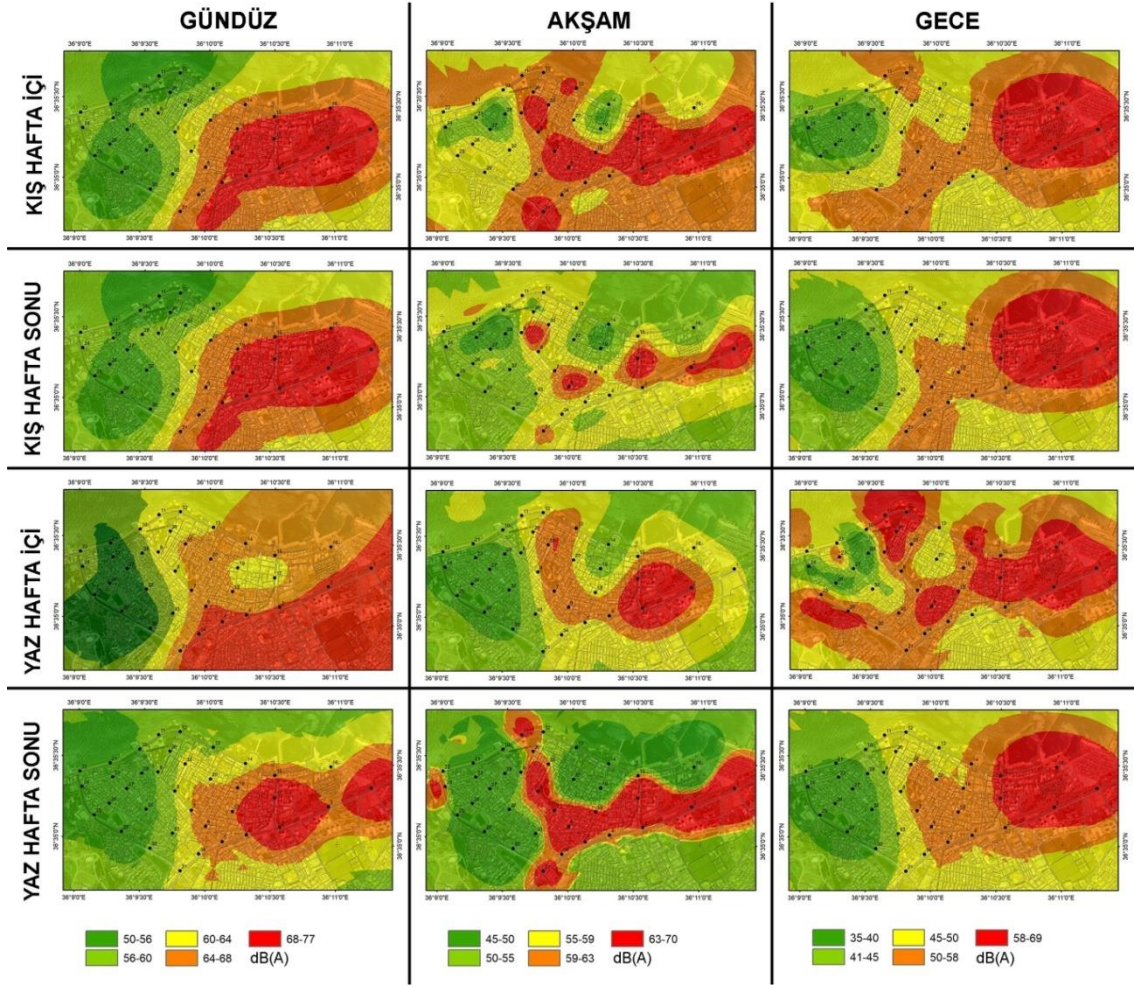
Çalışmanın detaylı bir şekilde ele alınması amacıyla İskenderun’un deniz kıyısında bir yerleşim olması ve mevsimsel nüfus hareketliliklerinin fazla olması nedeniyle ölçümler yaz ve kış mevsimlerinde ayrı ayrı ele alınmış ve ek olarak haftaiçi ve haftasonu her yerleşim yerinde olduğu gibi taşıt trafiği farklılaştığı için ayrı ele alınarak toplamda 12 harita hazırlanmıştır. Gürültünün araştırma alanı üzerindeki dağılımı ise Şekil 3’te verilmiştir.

4. Tartışma

4. Discussion

İskenderun ilçe merkezinde bulunan araştırma alanı, oluşturulan gürültü haritaları ve araştırma alanında bulunan alan kullanım dağılımları açısından bulgular bölümünde incelenmiştir. Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği Ek-7 Tablo-1’de verilen Kara Yolu Çevresel Gürültü Sınır Değerleri’ne göre belirlenen sınır değerleri ve sınır değerlerinin altındaki ölçüm değerleri kategorize edilerek araştırma bulguları bölümünde verilmiştir.

Çalışmada Şekil 3’te verilen kış aylarında gündüz ve gece ölçümlerindeki gürültü dağılımlarının özellikle sınır değerini aşan yerlerde hemen hemen aynı alanlarda etkili olduğu görülmüştür. Akşam ölçümlerinde ise ciddi bir farklılık bulunmakta, hafta içi ölçümlerinde sınır aşan alanlar geniş bir alana yayılmaktadır. Hem ölçüm saat aralıkları hem de alanda ölçüm saatlerinde yapılan gözlemler sonucu bu farkın ölçüm saatlerinin iş ve okul çıkış saatlerine denk gelmesinden kaynaklandığı görülmüştür. Yaz aylarında ise öngörüldüğü gibi kış aylarından oldukça farklı sonuçlar elde edilmiştir. Yaz aylarında gündüz kıyı şeridinin sakin olduğu, hafta sonu günlerinde ise ulaşım aksında gürültü tespit edilmiştir.



Şekil 3. Gürültü ölçümlerinin haritalanması
Figure 3. Mapping of noise measurements

Bu durum İskenderun iklimsel özelliklerinden de kaynaklanan gündüz yüksek sıcaklıklara maruz kalan İskenderun kıyı şeridi ve merkezinde araç trafiğinin azalması olarak yorumlanabilir. Yaz akşam saatlerinde ise yine hafta içi saatleri daha sakin olmakla birlikte, hafta sonu akşam saatlerinin ise özellikle ulaşım aksında seri şekilde yoğunlaşan gürültü kirliliği olduğunu görmek mümkündür. Bu kullanım yoğunluğu ve gürültü artışı yaz aylarında ilçeye gelen yerli ve yabancı turistlerin artmasından ve gündüz yüksek sıcaklıklara maruz kalan bölgede rekreasyon faaliyetlerinin akşam saatlerine kaymasından kaynaklanmaktadır. Yaz dönemi gece ölçümlerinde ise hafta sonunda kış aylarına benzer bir sonuçla karşılaşılmış sadece belirli bir bölgede kirlilik tespit edilmiştir. Fakat yaz dönemi gece ölçümleri diğer gece ölçümlerinden oldukça farklıdır. Bu durumun nedeni yaz döneminde İskenderun ilçesinin Arsu ve Belen gibi deniz ve yayla turizmine uygun ilçelere çok yakın olması ve insanların hafta sonlarını ilçe dışında geçirmeye yatkın olmaları gösterilebilir. Yaz hafta içi gece ölçümlerinde ise özellikle sahil şeridinde yakın veya sahile çıkan ana caddelerde bulunan kafe, restoran ve alışveriş merkezi gibi birçok kullanımdan çıkan gürültünün trafik ve insan yoğunluğuyla birlikte ciddi bir düzeye ulaştığı görülmüştür.

Trafikten kaynaklanan gürültünün tespitinde gürültü ölçüm sonuçlarının Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği ile karşılaştırıldığı çalışmada Delikanlı vd. (2014) gürültü haritaları oluşturulmasının gerekliliğini belirtirken Maraş vd. (2010) mevcut gürültüyle mücadele etmenin etkin yolunun coğrafi bilgi sistemlerinin kullanımı olduğunu belirtmiştir. Maraş & Sesli (2017), düzenli gürültü ölçümünün coğrafi bilgi sistemi teknikleriyle analiz edilmesi planlama sürecinde gürültü kirliliğini engellemede önemli adımlar atılabileceği görüşündedir. Say vd. (2017) gününbirlik veya mevsimlik önemli turizm akslarında bulunan yerleşimlerin gürültü değerlerinin tespiti için özellikle yaz ve kış dönemi olmak üzere mevsimsel ölçümlerin yapılmasının önemine vurgu yapmaktadır. Deveci & Yorulmaz (2022) Edirne il merkezinde gürültü ölçüm cihazı ile yaptıkları analizler sonucunda kıyı şeridinin özellikle yaz aylarında yoğun gürültüye maruz kaldığı sonucuna varmıştır. Çeşitli örneklerden de görüldüğü gibi, gürültü ile ilgili yapılan

çalışmalarda öncelikle mevcut durumun belirlenmesi için ilgili yasal ve yönetsel çerçeve içerisinde değerlendirilebilecek ölçüm sonuçlarına sahip olmak ve bu sonuçları uygun teknik ve yöntemlerle değerlendirmek gerekmektedir. Bu sayede planlama süreçlerinde gürültü kirliliğinin giderilmesinde geliştirilecek öneriler, alan kullanımlarına göre önceliklendirilebilecek ve mekansal öneriler geliştirilebilecektir.

5. Sonuçlar

5. Results

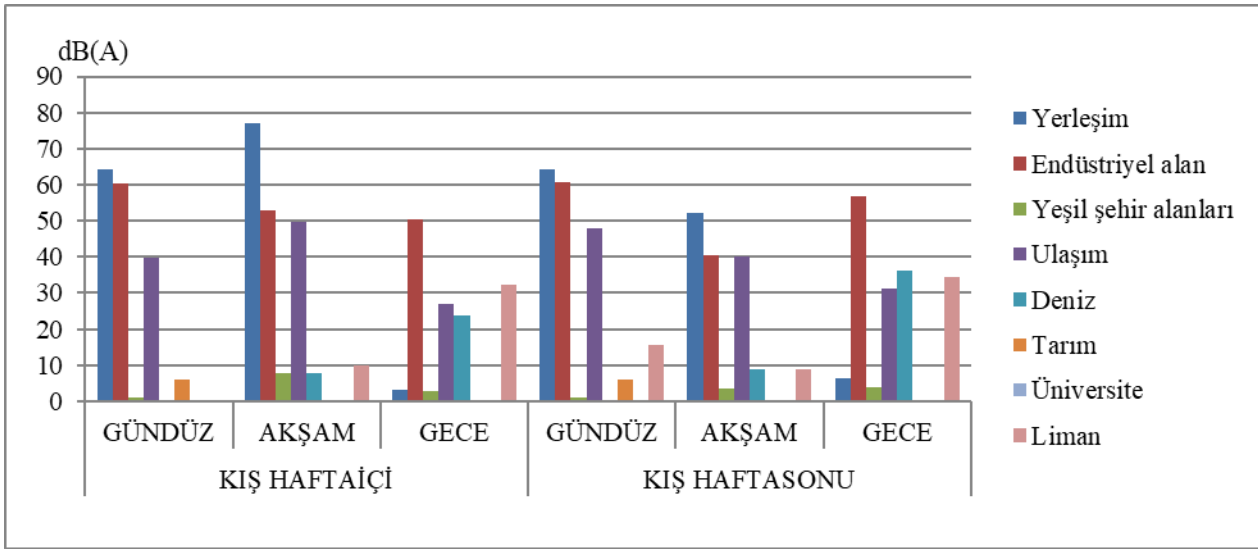
Gürültü haritalarında verilen dağılımlardan yola çıkarak gürültü kirliliğinin tespit edildiği, yani gürültü sınır değerlerinin üzerinde ölçüm alınan alanların hangi alan kullanımını etkilediği tespit edilmiştir. Bu kapsamda 36 noktada alınan ölçüm sonuçları ile oluşturulan gürültü dağılım haritaları ve araştırma alanındaki temel kullanımlar çakıştırılmış ve gürültü ölçüm aralıklarına maruz kalan alanlar Tablo 2 ve Tablo 3’de verilmiştir. Tablo 2 ve Tablo 3 incelenirken Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği Ek-7 Tablo-1’de verilen Kara Yolu Çevresel Gürültü Sınır Değerleri dikkate alınmış ve mevcut yollarda sınır değerlerini aşan gündüz saatlerinde 68 dB(A), akşam saatlerinde 63 dB(A), gece saatlerinde ise 58 dB(A)’yı aşan alanlar gürültü kirliliği tespit edilen alanlar olarak yorumlanmıştır.

Tablo 2. Kış dönemi gürültü ölçüm sonuçları

Table 2. Winter period noise measurement results

		Alan Kullanımları(ha)									
		dB(A)	Yerleşim	Endüstriyel alan	Yeşil şehir alanları	Ulaşım	Deniz	Tarım	Üniversite	Liman	TOPLAM
KİŞ HAFTA İÇİ	GÜNDÜZ	50-56	56.24	0.00	8.62	12.52	31.37	3.34	3.57	0.00	115.66
		56-60	74.69	0.00	5.79	19.07	46.47	8.87	17.81	0.00	172.70
		60-64	40.01	8.38	8.96	22.39	61.69	5.50	0.00	1.97	148.90
		64-68	50.58	15.67	6.45	19.18	24.93	17.93	0.00	17.65	152.39
		68-77	64.32	60.52	1.16	39.68	0.00	6.13	0.00	15.53	187.34
	AKŞAM	45-50	9.67	0.00	0.00	2.83	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50
		50-55	23.85	0.00	4.41	7.67	0.20	0.66	0.00	0.00	36.79
		55-59	57.78	0.00	4.14	14.84	21.16	7.8	0.29	8.76	114.77
		59-63	117.35	31.75	14.64	37.67	135.21	33.31	21.09	16.52	407.54
		63-70	77.19	52.82	7.79	49.83	7.89	0.00	0.00	9.87	205.39
	GECE	35-40	28.54	0.00	0.00	8.32	0.00	0.47	0.00	0.00	37.33
		40-45	27.29	0.00	4.96	7.78	5.43	3.01	0.00	0.00	48.47
45-50		93.18	8.31	4.98	26.79	56.14	14.05	6.99	0.00	210.44	
50-58		133.64	25.95	18.07	42.98	79.14	24.24	14.39	2.78	341.19	
58-69		3.19	50.31	2.97	26.97	23.75	0.00	0.00	32.37	139.56	
KİŞ HAFTA SONU	GÜNDÜZ	50-56	56.33	0.00	8.62	13.46	31.41	3.34	3.58	0.00	116.74
		56-60	73.99	0.00	5.79	20.00	46.49	8.87	17.80	0.00	172.94
		60-64	40.97	8.36	9.32	12.28	61.58	5.50	0.00	1.97	139.98
		64-68	50.34	15.67	6.22	19.14	24.98	17.93	0.00	17.55	151.83
		68-77	64.21	60.54	1.03	47.96	0.00	6.13	0.00	15.63	195.5
	AKŞAM	45-50	7.81	0.00	0.24	2.93	0.00	0.00	0.00	0.00	10.98
		50-55	22.94	0.11	4.51	8.41	0.79	0.00	0.00	4.76	41.52
		55-59	73.04	3.47	6.72	16.4	29.92	3.22	0.00	7.28	140.05
		59-63	129.93	40.65	15.94	45.05	124.82	38.55	21.38	14.13	430.45
		63-70	52.12	40.34	3.57	40.07	8.91	0.00	0.00	8.98	153.99
	GECE	35-40	42.32	0.00	0.00	10.23	0.00	0.31	0.00	0.00	52.86
		40-45	35.73	0.00	4.84	9.63	8.62	9.42	1.07	0.00	69.31
45-50		39.42	0.00	2.16	8.52	41.65	2.49	20.31	0.00	114.55	
50-58		162.06	27.88	20.17	53.06	78.07	29.26	0.00	0.61	371.11	
58-69		6.31	56.69	3.81	31.42	36.1	0.29	0.00	34.54	169.16	

Tablo 2’de verilen ve gürültü haritalarının oluşturulmasında kullanılan detaylı ölçüm sonuçlarının yanında Şekil 4’te Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği’nde belirtilen sınır değerlerinin aşıldığı alan kullanımları görülmektedir.



Şekil 4. Kış dönemi gürültü sınır değerlerinin aşıldığı alanlardaki kullanımlar

Figure 4. Land uses where winter noise limit values are exceeded

Bu sonuçlara göre, kış aylarında hafta içi gündüz ölçümlerinde ulaşım alanlarının %35'i, endüstriyel ve ticari alanların %60'ı, limanın %45, yerleşim alanları ile park ve yeşil alanların ise %25'e yakın bölümünde gürültü kirliliği tespit edilmiştir. Kış hafta içi akşam ölçümlerinde gürültünün ulaşım alanlarına dağılımı %10 oranında artmış ve %45'e yükselmiştir. Ulaşım alanlarındaki kirlilik artışına paralel olarak yerleşim alanlarında da oransal olarak küçük bir artış gözlenmiş fakat liman ve endüstriyel alanlarda gürültüye maruziyetin azaldığı belirlenmiştir. Kış hafta içi gece ölçümlerinde ise ulaşım alanlarının %24'ü, endüstriyel alanların %60, limanın ise tamamına yakınının sınır değerlerin üzerinde gürültüye maruz kaldığı görülmüştür.

Kış hafta sonu gündüz ölçümlerinde ulaşım alanlarının %42'sinin kirlilik yüküyle karşı karşıya olduğu görülmüştür. Aynı zamanda yerleşim alanlarının %22'si, endüstriyel ve ticari alanların %70 ve liman alanının ise %45'inde gürültü sınır değerlerinin üzerinde ölçümler alınmıştır. Akşam ölçümlerinde tüm alanlarda benzer oranlarda kirlilik azalışı görülse de, gürültüye maruz kalan alanlar yine de yerleşim alanlarının %18'i, endüstriyel ve ticari alanların %50'sine yakını ve limanın ise %25'inde gürültü kirliliği tespit edilmiştir. Kış hafta sonu gece ölçümlerinde ise ulaşım alanlarının gürültü kirliliğine maruz alanın %35'ten %30'a, yerleşim alanlarında ise %18'den %2'ye gerilediği görülürken, endüstriyel ve ticari alanlarda görülen kirlilik alan artışı %50'den %65'e, limanda ise %25'ten %99'a çıkmıştır.

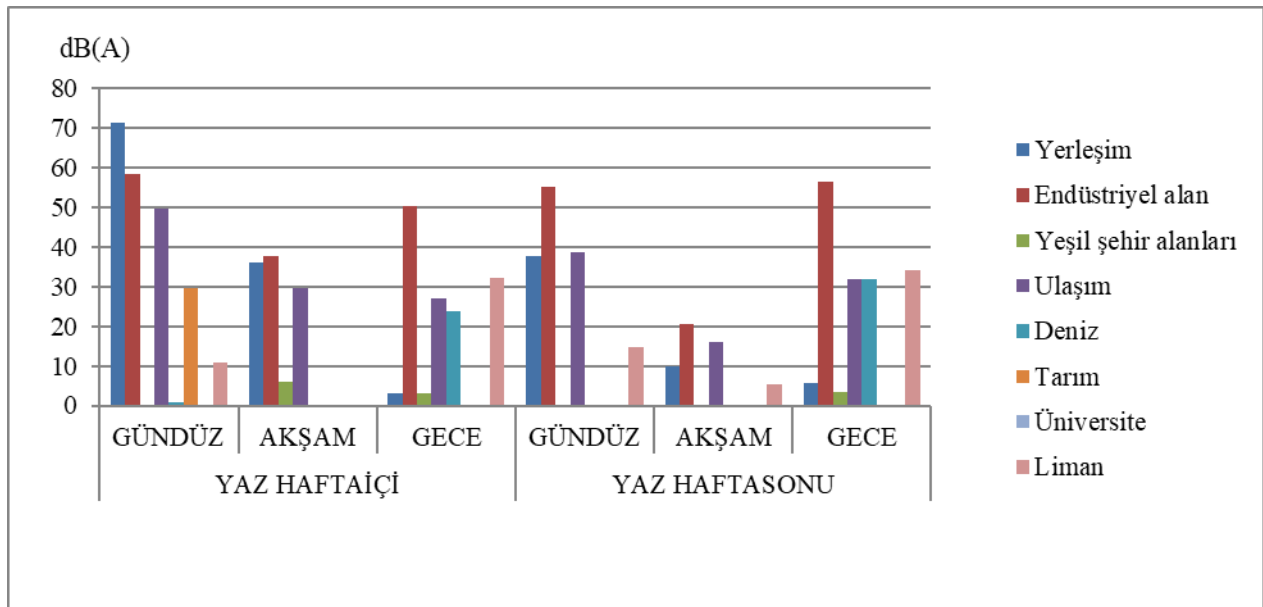
Kış hafta sonu gündüz ölçüm sonuçlarına gelindiğinde hafta içi gündüz sonuçlarına göre artan bir ulaşım hattı kirliliği ve diğer kullanımlarda hemen hemen aynı sonuçların alındığı ölçümlerle kanıtlanmıştır. Kış hafta sonu akşam ölçümlerinde yine yüksek oranlarda özellikle ulaşım alanlarında sınır değerlerinin aşıldığı ve hafta içi ölçümlerinde olduğu gibi yerleşim ile endüstri ve ticaret alanları üzerinde kirlilik tespit edildiği görülmüştür. Fakat az da olsa sınır değeri aşan alanlarda azalma vardır. Kış hafta sonu gece ölçümlerinde ise hafta içi gece ölçümlerine benzer şekilde kirlilik yükü yerleşim alanlarında oldukça azalırken, endüstriyel ve ticari alanlarda yine yüksek kirlilik oranları tespit edilmiştir.

Yaz dönemine ait gürültü ölçüm sonuçları ise Tablo 3'de verilmiştir. Yaz hafta içi gündüz ölçümünde ulaşım alanlarında yoğun kirlilik tespit edilmiştir.

Tablo 3. Yaz dönemi gürültü ölçüm sonuçları
Table 3. Summer period noise measurement results

		Alan Kullanımları(ha)									TOPLAM
		dB(A)	Yerleşim	Endüstriyel alan	Yeşil şehir alanları	Ulaşım	Deniz	Tarım	Üniversite	Liman	
YAZ HAFTA İÇİ	GÜNDÜZ	50-56	63.77	0.00	1.79	14.67	3.85	9.11	13.96	0.00	107.15
		56-60	40.46	0.00	4.05	9.42	46.93	3.10	7.42	0.00	111.38
		60-64	52.62	2.90	10.41	15.24	27.03	0.00	0.00	0.00	108.2
		64-68	57.52	23.29	14.73	23.83	85.84	0.00	0.00	24.32	229.53
		68-77	71.47	58.38	0.00	49.68	0.81	29.56	0.00	10.83	220.73
	AKŞAM	45-50	48.8	0.00	0.00	11.91	0.00	0.54	0.00	0.00	61.25
		50-55	54.18	0.00	7.94	13.75	6.48	10.29	2.49	0.00	95.13
		55-59	80.92	25.68	9.82	28.24	138.16	20.49	18.89	25.29	347.49
		59-63	65.69	21.14	7.36	29.46	19.82	10.45	0.00	9.86	163.78
	63-70	36.25	37.75	5.86	29.48	0.00	0.00	0.00	0.00	109.34	
	GECE	35-40	28.54	0.00	0.00	8.35	0.00	0.47	0.00	0.00	37.36
		40-45	27.29	0.00	4.95	7.78	5.43	3.01	0.00	0.00	48.46
45-50		93.18	8.31	4.97	26.78	56.14	14.05	7.00	0.00	210.43	
50-58		133.64	25.95	18.09	42.98	79.14	24.24	14.38	2.78	341.2	
58-69	3.19	50.31	2.97	26.95	23.75	0.00	0.00	32.37	139.54		
YAZ HAFTA SONU	GÜNDÜZ	50-56	52.64	0.00	4.96	13.81	22.41	3.81	0.00	0.00	97.63
		56-60	55.39	0.00	2.86	12.78	32.34	8.41	13.25	0.00	125.03
		60-64	57.97	9.58	11.29	18.51	91.36	12.21	8.13	2.62	211.67
		64-68	81.98	19.72	11.87	29.07	18.35	17.34	0.00	17.88	196.21
		68-77	37.86	55.27	0.00	38.67	0.00	0.00	0.00	14.65	146.45
	AKŞAM	45-50	17.93	0.31	1.83	7.31	0.91	0.00	0.00	5.56	33.85
		50-55	63.58	3.67	10.54	17.35	18.04	0.00	0.00	5.37	118.55
		55-59	127.85	32.81	10.73	38.89	138.92	39.34	21.38	10.56	420.48
		59-63	66.64	27.07	7.88	33.31	6.59	2.43	0.00	8.41	152.33
	63-70	9.84	20.71	0.00	15.98	0.00	0.00	0.00	0.00	5.25	51.78
	GECE	35-40	46.63	0.00	0.00	11.09	0.00	0.31	0.00	0.00	58.03
		40-45	42.58	0.00	4.82	10.33	7.41	10.17	2.21	0.00	77.52
45-50		43.34	1.19	2.94	9.27	50.81	1.73	19.17	0.00	128.45	
50-58		147.62	26.81	19.77	50.28	74.49	29.56	0.00	1.04	349.57	
58-69	5.67	56.57	3.45	31.87	31.75	0.00	0.00	34.11	163.42		

Tablo 3’de verilen ve gürültü haritalarının oluşturulmasında kullanılan detaylı ölçüm sonuçlarının yanında Şekil 5’te Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği’nde belirtilen sınır değerlerinin aşıldığı alan kullanımları görülmektedir.



Şekil 5. Yaz dönemi gürültü sınır değerlerinin aşıldığı alanlardaki kullanımlar
Figure 5. Land uses where summer noise limit values are exceeded

Ulaşım alanlarının %50'ye yakın kısmında gürültünün sınır değerini aştığı görülürken, yerleşim alanlarının %25'i, endüstriyel ve ticari toplam alanda bu oran %80'e kadar çıkmaktadır. Yaz hafta içi akşam ölçümlerinde ulaşım alanlarının %25'inde gürültü düzeyi sınır değerini aşmıştır. Endüstriyel ve ticari alanlarda %40, yerleşim alanlarında ise %13'lük alan sınır değerlerin üzerinde çıkmıştır. Gündüz değerlerine göre akşam saatlerinde sınır değerleri aşan alanların ulaşım başta olmak üzere diğer alanlarda da benzer oranda, yaklaşık %50'lik bir gerileme kaydettiği görülmüştür. Yaz hafta içi gece ölçümlerinde ulaşım alanlarındaki kirlilik oranı neredeyse akşam ölçümleriyle aynıdır. Fakat bu zaman aralığında yerleşim alanlarındaki kirlilik düzeyi %1'lik alan üzerinde görülürken endüstriyel ve ticari alanların kirlilik oranının %60'a, liman alanının ise %95'inde kirlilik, sınır değerlerin üzerinde tespit edilmiştir. Bu durum ulaşımdan kaynaklanan gürültü yanında gece saatlerinde endüstriyel ve ticari alanlar ile liman alanında farklı kaynaklardan oluşan gürültü kirliliği meydana geldiğini göstermektedir.

Yaz hafta sonu gündüz ölçümlerinde ulaşım alanlarının %34'ünün, endüstriyel ve ticari alanların %65'i, yerleşim alanlarının ise %13'ü sınır değerlerin üzerinde kirlilik düzeyine maruz kaldığı görülmüştür. Yaz hafta sonu akşam ölçüm sonuçlarında gürültü kirliliğine maruz alanların ciddi oranda azaldığı görülmüştür. Ulaşım alanlarında bu oran %15'e, endüstriyel ve ticari alanlarda %25'e, yerleşim alanlarında ise %3'e kadar gerilemiştir. Gece ölçümlerinde ise yerleşim alanlarının %2'sinde kirlilik görülürken, ulaşım ile endüstriyel ve ticari alanlarındaki kirliliğin gündüz kirlilik düzeyine çıktığı, bunun yanında liman alanının neredeyse tamamının, deniz yüzeyinin ise %20'lik bölümünde gürültü kirliliği tespit edilmiştir. Şekil 2'de verilen çalışma alanı dikkate alındığında kıyıda deniz yüzeyine ciddi bir kirlilik dağılımı olduğu ortaya çıkmaktadır.

İskenderun ilçesinin yaz ve kış dönemlerinde farklı düzeylerde sınır değerlerini aşan gürültü kirliliği düzeylerine maruz kaldığı görülmüştür. Her ne kadar çeşitli alan kullanımları üzerinde gürültü dağılımları dönemsel ve hafta içi, hafta sonu olarak farklılaşsa da gürültünün özellikle ulaşım, yerleşim, endüstriyel ve ticari alanlar, liman ve deniz kullanımları üzerinde ciddi etkileri mevcuttur. Bu gürültü kirliliğinin başlıca nedeni İskenderun ilçe trafiğini oluşturan bireysel otomobil ve motosiklet kullanımının yoğunluğudur. Trafikten kaynaklanan gürültü kirliliği, çevresinde sınırlayıcı herhangi bir önlem alınmadığı için diğer kullanımları da doğrudan etkilemekte ve ilçede genel olarak gürültü kirliliğine maruz kalınmaktadır.

İlçede trafikten kaynaklanan gürültü kirliliğinin önlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle ilçede toplu taşıma araçlarının kullanımı yaygınlaştırılmalı, özellikle bireysel otomobil kullanımına yönlenen halk bilinçlendirilmelidir. Alternatif ulaşım seçeneklerinden bisiklet kullanımı son yıllarda özellikle üniversite öğrencileri tarafından tercih edilse de, İskenderun gibi coğrafi şartları uygun olan ve temel kullanım alanları arasındaki mesafelerin kısa olması nedeniyle bisiklet, elektrikli bisiklet, elektrikli scooter gibi taşıma araçlarının kullanımı teşvik edilmelidir. Ek olarak İskenderun ilçesinin özellikle yaz aylarındaki turizm hareketliliği ve kış aylarındaki okul ve iş çıkış saatlerindeki yoğunluk düşünüldüğünde belediye tarafından ulaşım sistemine entegre edilecek bir raylı sistemin ya da ring sisteminin kent içi trafik yoğunluğunu büyük ölçüde azaltacağı düşünülmektedir.

İlçede trafikten kaynaklanan gürültü kirliliğinin yanında endüstriyel ve ticari alanlar ile limanda saptanan gürültü kirliliği de tespit edilmiştir. Bu kirliliğin, öncelikle çalışma sahalarında kullanılan makine ve araç gereçlerde, kaynakta azaltılması amaçlanmalıdır. Bu kapsamda yenilikçi uygulama ve tasarımlar takip edilmeli, gerektiğinde daha az kirlilik yayan makinelerle değiştirilmeli, çeşitli materyaller ve bitkisel örtüyle gürültü perdeleri oluşturularak kirlilik sınırlandırılmalı ve gürültü absorbe eden yüzey kaplamaları ile de desteklenmelidir.

Türkiye Cumhuriyeti Anayasa'sının 56. maddesinde belirtildiği gibi "Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek Devletin ve vatandaşların ödevidir." Bu amaçla toplumun yaşam standartlarını yükseltmek için, özellikle yerinde yapılan ve analizlere dayanan uygulama çalışmalarının artırılması ve yapılan çalışmalarda saptanan bulgular dahilinde belirlenen öneriler hayata geçirilmelidir.

Yazar katkısı

Author contribution

Bu çalışmaya yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

Etik beyanı

Declaration of ethical code

Bu çalışmada, “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması gerekli tüm kurallara uyulduğunu, bahsi geçen yönergenin “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirinin gerçekleştirilmediğini taahhüt ederiz. Bu makalenin yazarları, bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve / veya yasal-özel izingerektirmediğini beyan etmektedir.

Çıkar çatışması beyanı

Conflicts of interest

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Kaynaklar

References

- Başkan, O. (2004). *Gölbaşı Yöresi Topraklarının Mühendislik, Fiziksel Özellik İlişkilerinde Jeostatistik Uygulaması* [Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Chen, X., Ankenman, B.E. & Nelson, B.L. (2013). Enhancing stochastic Kriging metamodels with gradient estimators. *Operations Research*, 61(2), 512–528. <https://dx.doi.org/10.1287/opre.1120.1143>
- Deepak, J. (2016). Noise pollution: A review. *Journal of Environment Pollution and Human Health*, 4(3), 72-77. <https://doi.org/10.12691/jephh-4-3-3>.
- Delikanlı, N. E., Yücedağ, C., & Kapdi, A. (2015). Bartın Kentinde Araç Trafikinden Kaynaklı Gürültü Kirliliği Üzerine Bir Ön Çalışma. *Journal of Engineering and Technological Sciences* (2014/2)
- Deveci, S. & Yorulmaz, F. (2022). Edirne il merkezinde çevresel gürültünün değerlendirilmesi. *Mersin Üniversitesi Sağlık Bilim Dergisi*, 15(2), 234-244. <https://doi.org/10.26559/mersinsbd.1070709>
- European Environment Agency (2019). *Noise in Europe 2014*. Publications Office of the European Union: Luxembourg, ISSN:1977-8449. <https://www.eea.europa.eu/publications/noise-in-europe-2014>
- Guo, Q., Huang, R., Liu, Z., Zhang, K., & Huang, J. (2019). Assessment of China's offshore wind resources based on the integration of multiple satellite data and meteorological data. *Remote Sensing*, 11(22), 2680. <https://doi.org/10.3390/rs11222680>
- İnal, C., Turgut, B. & Yiğit, C. Ö. (2002). *Lokal alanlarda jeoit ondülasyonlarının belirlenmesinde kullanılan enterpolasyon yöntemlerinin karşılaştırılması*. Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu, 16-18 Ekim 2002, Konya. <https://docplayer.biz.tr/3389764-Lokal-alanlarda-jeoit-ondulasyonlarinin-belirlenmesinde-kullanilan-enterpolasyon-yontemlerinin-karsilastirilmasi.html>
- İnal, C., & Yiğit, C. Ö. (2003). *Jeodezik uygulamalarda kriging enterpolasyon yönteminin kullanılabilirliği*, TUJK 2003 Yılı Bilimsel Toplantısı Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı, 24-26 Eylül 2003, Konya.
- İskenderun Kaymakamlığı (2023). *İskenderun Limanı*, <http://www.iskenderun.gov.tr/iskenderun-limani-#:~:text=KONUM%3A%20C4%B0skenderun%20Liman%C4%B1%2C%20Akdeniz',olarak%20C3%B6nemli%20bir%20role%20sahiptir>. Erişim tarihi: 12.09.2023.
- Lumsden, K. (2013). Policing the roads: traffic cops, 'boy racers' and anti-social behaviour. *Policing & Society*, 23(2), 204-221. <https://doi.org/10.1080/10439463.2012.696642>
- Lv, J., & Shichang, D. (2021). Kriging method-based return prediction of waste electrical and electronic equipment in reverse logistics. *Applied Sciences* 11(8), 3536. <https://doi.org/10.3390/app11083536>
- Maraş, E.E., Alkış, Z., & Maraş, H. H. (2010). *Çevresel gürültü haritalarının hazırlanmasında CBS'nin önemi*, III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 11-13 Ekim 2010, Gebze-Kocaeli.

- Moragues, A.,& Alcaide, T. R. (1996). The use of a geographical information system to assess the effect of traffic pollution. *Science of the Total Environment*, 189-190, 267-273. [https://doi.org/10.1016/0048-9697\(96\)05218-7](https://doi.org/10.1016/0048-9697(96)05218-7)
- Murphy, E.,& King, E. A.(2022). *Environmental noise pollution: Noise mapping, public health, and policy (2nd ed.)* Elsevier.
- Öden, M. K.,& Bilgin, E.(2019). Sarayönü İlçe merkezinde trafik kaynaklı gürültü kirliliğinin araştırılması, *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 34(1), 103-113.<https://doi.org/10.21605/cukurovaummfd.601324>
- Ranjan, R., Kumar, S.,& Singh, R. (2023). Monitoring of traffic noise pollution in urban Patna, Bihar, India. *Noise & Vibration Worldwide*, 54(4-5), 183-193. <https://doi.org/10.1177/09574565231161644>
- Say, N., Ökten, S.Ö., Aysu, A., & Yalçınkaya, N.M. (2017). Seasonal Change and Spatial Distribution of Traffic Noise in Seferihisar, Turkey. *Archives Of Acoustics*, 42(4), 631–642.
- Sheng, N.,& Tang, U. (2011). Spatial analysis of urban form and pedestrian exposure to traffic noise. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(6), 1977-1990. <https://doi.org/10.3390/ijerph8061977>
- Singh, C., & Deswal, S.(2023). Status and noise reduction analysis of robotics lab in an academic institute by using acoustic materials. *Noise & Vibration Worldwide*, 54(9), 469-476. <https://doi.org/10.1177/09574565231193052>
- Tandel, B. N.,& Macwan, J. E. M. (2017). Audiometric assessment of urban road traffic noise affected persons: A case study of Surat, India. 9th Asia Pacific Conference on Transportation & the Environment.<https://doi.org/10.31705/apte.2014.24>
- Taylan, E. D.,&Damçayırı, D. (2016). Isparta bölgesi yağış değerlerinin IDW ve Kriging enterpolasyon yöntemleri ile tahmini. *Teknik Dergi* , 27 (3) , 7551-7559.
- Tripathy, D.P., (2008). *Noise pollution*, A.P.H. Publishing Corporation.
- Yaprak, S., &Arslan, E. (2008) Kriging yöntemi ve geoit yüksekliklerinin enterpolasyonu, *Jeodezi ve Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi*, (98), 36-42.
- Yılmaz, E., & Çitçi, S.(2011). Kentlerin ortaya çıkışı ve sosyo-politik açıdan Türkiye’de kentleşme dönemleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi* , 10 (35) , 252-267.
- Zuo, J., Hao, X., Shuo, L.,& Yanyou, Q. (2016). Mapping urban environmental noise using smartphones. *Sensors* 16(10), 1692. <https://doi.org/10.3390/s16101692>