
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

DEMİRYOLUNDAN KAYNAKLANAN GÜRÜLTÜ KİRLİLİĞİNİN RAYLI SİSTEMLER GÜRÜLTÜ KİRLİLİĞİ YÖNETMELİKLERİ VE ARAZİ KULLANIMI YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

Raziye PEKER

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AĞUSTOS 2021

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Raziye PEKER

20/08/2021

DEMİRYOLUNDAN KAYNAKLANAN GÜRÜLTÜ KİRLİLİĞİNİN RAYLI SİSTEMLER GÜRÜLTÜ KİRLİLİĞİ YÖNETMELİKLERİ VE ARAZİ KULLANIMI YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Raziye PEKER

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ağustos 2021

ÖZET

Ulaşım kaynaklı gürültü kirliliği, artan trafik hacimleri ve kentlerin her geçen gün gelişmesiyle metropol kent yaşamı için sorun teşkil etmiştir. Avrupa ülkeleri ve Türkiye'de ulaşım kaynaklı gürültü kirliliği halkın yaşam standartlarını azaltmakla birlikte, sağlık sorunlarına da neden olmuştur. Bunun yanında demiryolu hatlarındaki, gürültü kirliliğiyle birlikte titreşimin de etkisiyle, çevredeki binalara yapısal hasarlara neden olabilmektedir. Ayrıca demiryolu hatlarının işletmeye açılmasından sonra bölgenin arazi kullanım yapısının değişikliğine de yol açmıştır. Ülkeler yönetmelik ve kanunlarında ulaşım kaynaklı gürültü kirliliği ve titreşimin azaltılması ve halkın refahı için makul seviyelerde tutulmasına yönelik çalışmalarını sürdürmüştür. Özellikle sanayi ve iş gücünün yoğun olduğu bölgelerde gürültü kirliliğinin neden olduğu sorunların tespit edilip, bu sorunların çözebilmesi için detaylı çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır. İzmir kenti de demiryolundan kaynaklanan gürültünün araştırılmasına ihtiyaç duyulan kentlerden birisidir. Araştırma bölgesinde yapılan çalışmalar sonucu 8 farklı noktadan elde edilen verilerle demiryolu gürültü kirliliği haritası ters mesafe ağırlıklandırma yöntemiyle Arcgis ile oluşturulmuştur. Sonrasında demiryolu sistemlerinin kentlerin arazi kullanım tipleri üzerindeki etkisi gürültü kirliliği ve titreşim sorunu da ele alınarak 2000-2018 periyodundaki dönem incelenmiştir. Çalışma alanında bulunan banliyö hattının hinterlandındaki demiryolundan kaynaklanan gürültü kirliliği ve titreşimin bölgeye oluşturduğu negatif etkiler ve arazi kullanım tipine etkisi Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, AB Çevresel Gürültü Direktifi ve Avrupa Çevre Ajansının arazi örtüsü verileriyle araştırılmıştır.

Bilim Kodu : 91123
Anahtar Kelimeler : Demiryolu, gürültü kirliliği, titreşim, arazi örtüsü
Sayfa Adedi : 52
Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Kürşat YILDIZ

NOİSE POLLUTİON FROM RAİLWAYS; INVESTİGATİON OF RAİL SYSTEMS İN TERMS OF NOİSE POLLUTİON REGULATİONS AND LAND USAGE

(M. Sc. Thesis)

Raziye PEKER

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

August 2021

ABSTRACT

Noise pollution caused by transportation has become a problem for metropolitan city life with increasing traffic volumes and the development of cities day by day. Noise pollution caused by transportation in European countries and Turkey has caused health problems as well as reducing the living standards of the people. In addition, with the effect of vibration along with noise pollution on railway lines, it can cause structural damage to the surrounding buildings. It also led to a change in the land use structure of the region after the railway lines were put into operation. Countries have continued their efforts to reduce noise pollution and vibration caused by transportation in their regulations and laws and to keep them at reasonable levels for the welfare of the people. It is necessary to carry out detailed studies in order to determine the problems caused by noise pollution, especially in the regions where industry and labor force are concentrated, and to solve these problems. The city of İzmir is one of the cities where the noise caused by the railway needs to be investigated. As a result of the studies carried out in the research area, the railway noise pollution map was created with Arcgis with the data obtained from 8 different points with the reverse distance weighting method. Afterwards, the effect of railway systems on the land use types of cities was also discussed, and the problem of noise pollution and vibration was examined for the period of 2000-2018. The negative effects of noise pollution and vibration caused by the railway in the hinterland of the suburban line in the study area and its effect on the land use type were investigated with the Environmental Noise Assessment and Management Regulation, the EU Environmental Noise Directive and the land cover data of the European Environment Agency.

Science Code : 91123
Key Words : Railway, noise pollution, vibration, land use, suburban
Page Number : 52
Supervisor : Asst. Prof. Dr. Kürşat YILDIZ

TEŞEKKÜR

Bu çalışma boyunca bilgi ve tecrübesiyle bana büyük destek sağlayan çok değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Kürşat YILDIZ'a ve desteklerini esirgemeyen bütün hocalarıma çok teşekkür ederim. Gürültü haritalarını hazırlamamda bana destek olan Çevre Mühendisi Balca AĞAÇSAPAN'a teşekkür ederim. Ayrıca bu çalışmanın temelini oluşturan verileri kullanmamda gerekli izinleri sağlayan TCDD Genel Müdürlüğüne teşekkürlerimi sunarım. Son olarak bugünlere gelmemde hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan ve beni daima destekleyen anneme, babama ve kardeşlerime sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET iv

ABSTRACT v

TEŞEKKÜR vi

İÇİNDEKİLER vii

ÇİZELGELERİN LİSTESİ ix

ŞEKİLLERİN LİSTESİ x

HARİTALARIN LİSTESİ xi

SİMGELER VE KISALTMALAR xii

1. GİRİŞ 1

2. LİTERATÜR TARAMASI 3

3. DEMİRYOLLARINDA GÜRÜLTÜ KİRLİLİĞİ, TİTREŞİM VE ARAZİ ÖRTÜSÜYLE İLGİLİ GENEL KAVRAMLAR 7

3.1. Gürültü Kirliliği ve Titreşime Genel Bakış 7

3.2. Demiryolu Gürültü Kirliliği ve Titreşime Neden Olan Kaynaklar 8

3.3. Gürültü Kirliliği ve Titreşimin Neden Olduğu Zararlar 11

3.4. Demiryolu Gürültü Kirliliğinin Önlenmesi İçin Uygulanan Yöntemler 13

3.5. Demiryolu Gürültü Kirliliği için Kullanılan Yönetmelikler 14

3.6. Arazi Kullanım Türleri ve Gürültü Kirliliğiyle İlişkisi 15

4. MATERYAL- METOT 19

4.1. Çalışma Alanı ve Veri Setleri 19

4.2. Metot 21

5. ARAŞTIRMA BULGULARI 23

5.1. Gürültü Kirliliği ve Titreşimin Yönetmelikler Yönünden Değerlendirilmesi 23

5.2. IDW Yöntemiyle Yapılan Gürültü Kirliliği Haritalarının Değerlendirilmesi 23

5.3. Gürültü Kirliliği ve Titreşimin Arazi Kullanım Yönünden Değerlendirilmesi 27

Sayfa

6. SONUÇ VE ÖNERİLER 33

KAYNAKLAR 35

EKLER 41

EK-1. ÇGDYY de Geçen raylı sistemlerle ilgili maddeler 42

EK-2. END raylı sistemlerle ilgili maddeler 44

EK-3. İzmir ili 2018-2012-2006-2000 arazi örtüsü verileri detaylı harita 47

ÖZGEÇMİŞ 51

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 3.1. İSG mevzuatına göre gürültü sınır değerleri 15

Çizelge 4.1. Uzun dönemli gürültü ölçüm sonuçları 20

Çizelge 4.2. Çalışmada kullanılan veri türü ve kaynakları 21

Çizelge 5.1. Uzun dönemli ölçüm sonuçlarına göre aşılan % dB(A) miktarı..... 23

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 3.1. Tekerlek-ray arasında gürültü ve titreşim oluşumu. 8

Şekil 3.2. Lokomotif içinde gürültüye sebebiyet veren sistemler..... 9

Şekil 3.3. Hızlı tren için gürültü kaynakları..... 10

Şekil 3.4. Trenlerden çevreye yayılan gürültü 11

Şekil 3.5. Gürültünün ses basınç düzeylerine göre etkileri..... 12

Şekil 3.6. Demiryolunda kaynak- alıcı arasına konulan gürültü perdesi örnekleri..... 14

Şekil 3.7. Şirinyer-Koşu bölgesindeki okul, hastane, spor ve konut alanı..... 16

Şekil 3.8. Karşıyaka, Çiğli bölgesinde okul, hastane, endüstriyel ve konut alanları 16

Şekil 3.9. AB ülkelerinde farklı arazilerde kaynak tipine göre gürültüye maruz kalan kişi sayısı..... 17

Şekil 4.1. İzmir nüfus yoğunluğu..... 19

Şekil 4.2. İzmir kenti ve çalışma alanı..... 20

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita **Sayfa**

Harita 5.1. Buca ilçesi gürültü kirliliği haritası..... 24

Harita 5.2. Karşıyaka-Çiğli ilçesi gündüz gürültü kirliliği haritası 25

Harita 5.3. Karşıyaka-Çiğli ilçesi akşam gürültü kirliliği haritası 26

Harita 5.4. Karşıyaka-Çiğli ilçesi gece gürültü kirliliği haritası 27

Harita 5.5. 2000 yılı arazi kullanım haritası 29

Harita 5.6. 2006 yılı arazi kullanım haritası 30

Harita 5.7. 2012 yılı arazi kullanım haritası 31

Harita 5.8. 2018 yılı arazi kullanım haritası 32

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	**Açıklamalar**
dB(A)	İnsan kulağının duyarlılığına göre gürültü birimi
dB	Desibel
$\mathbf{L_{en}}$	Eşdeğer gürültü düzeyi
$\mathbf{L_{gündüz}}$	Gündüz (07.00-17.00) de ölçülen gürültü düzeyi
$\mathbf{L_{akşam}}$	Akşam (17.00-23.00) de ölçülen gürültü düzeyi
$\mathbf{L_{gece}}$	Gece (23.00-07.00) de ölçülen gürültü düzeyi

Kısaltmalar	**Açıklamalar**
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Bileşik Devletleri
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CLC	CORINE Arazi Örtüsü Verileri
CORINE	Çevresel Bilgilerin Koordinasyonu Projesi
ÇGDYY	Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği
EEA (AÇA)	Avrupa Çevre Ajansı
END	Çevresel Gürültü Direktifi
IDW	Ters Mesafe Ağırlıklandırma
İZBAN	İzmir Banliyö Hattı
TCDD	Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

1. GİRİŞ

Hareketlilik miktarının arttığı, sanayileşmenin her geçen gün geliştiği günümüz şartlarında hayatın her alanında ihtiyaç duyulan ulaşım sistemlerinin çevreye bazı olumsuz etkileri bilinmektedir. Gürültü kirliliği bu etkilerden biridir ve insanlarda fiziksel, fizyolojik, psikolojik ve performans bakımından (konsantrasyon bozukluğu, iş veriminin düşmesi gibi) negatif etkileri ortaya konulmuştur [1-6]. Dünya Sağlık Örgütü gündüz 55 dB(A) ve gece 40 dB(A)'lık gürültü sınır değerinin aşılmamasını istemesine rağmen, yapılan çalışmalara göre Avrupa Birliği ülkelerinin (Almanya, İspanya, İtalya gibi) %20'si 65 dB(A), %40'ı 55 dB(A) gürültü kirliliğine maruz kalmıştır [1,7,8]. Bu maruziyet nüfusun yoğun olduğu bölgelerde insanların memnuniyetsizliğine ve verimsiz iş gücüne neden olmaktadır [6-8]. Bu sebeple ulusal ve uluslararası çalışmalar yapılmış ve 1960'lı yıllardan günümüze çevresel gürültünün çözümüne yönelik çalışmalar devam etmiştir [6-8]. Gelişen raylı sistemler teknolojilerinin etkisi ve demiryolu sistemlerinin de gelişmesiyle, raylı sistemlerden kaynaklanan gürültü kirliliği ve titreşimin zararlarının araştırılmasına gün geçtikçe daha da fazla ihtiyaç duyulmuştur.

Çevresel gürültünün daha iyi analiz edilip uygun eylem planlarının yapılabilmesi için bölgesel gürültü haritaları hazırlanmaya başlanmıştır. Gürültü kirliliği haritaları genellikle CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) tabanlı programlar kullanılarak hazırlanmıştır. Avrupa Birliği ülkeleri, ABD, Japonya, Çin ve Türkiye de bulunan kamu ve özel kuruluşlar CadnaA, Soundplan gibi yaygın kullanılan gürültü simülasyonu üreten yazılımlar kullanarak gürültü kirliliğine maruz kalan bölgeleri tespit etmektedirler [9,10]. Bu yazılımlar sayesinde gürültü ölçüm türü, süresi; bölgeye ait bina bilgisi, yüksekliği ve ölçüm yapılan mesafe gibi uygun parametreler kullanılarak çalışılan bölgenin gürültü kirliliği haritası çıkartılmıştır. Ters mesafe ağırlıklı (IDW), Kringing, Radial Basis Function gibi enterpolasyon metotlarıyla gürültü haritalarının oluşturulmasında kullanılmıştır [11].

Gürültü kirliliği haritaları bölgenin mevcut çevresel gürültüsü hakkında bilgi verirken geçmiş ve gelecek arasında yorum yapabilmek için yetersiz kalabilmektedir. Gürültü kirliliğine ait çok fazla parametre bulunmakla birlikte bölgenin arazi kullanımını bilmek gürültü kaynaklarını tespit etmek için kullanılabilir. Avrupa Çevre Ajansının arazi örtüsü verileri sayesinde 1990'lı yıllara kadar bölge yapısının arazi kullanımının hangi eğilimde

farklılaştığı gözlemlenebilir. Bu veriler demiryolu hatlarının çevresindeki konut, okul, sanayi bölgelerinin nasıl değiştiğini analiz etmemizi sağlamıştır.

Bu bilgiler doğrultusunda demiryolundan kaynaklanan gürültü kirliliğinin bölgesel etkisini belirlemek amacıyla örneklem hat olarak seçilen İzmir İZBAN hattına etkisi çalışılmıştır. Bu amaçla seçilen örnek bölge için gürültü kirliliği ve titreşimin etkisi gürültü kirliliği yönetmeliklerinden; Türkiye'deki Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (ÇGDYY) ve Avrupa Birliği ülkelerince kabul edilen Çevresel Gürültü Direktifi-Environmental Noise Directive (END) kullanılarak; İZBAN hattındaki 4750 m'lik alanda TCDD tarafından yaptırılan gürültü ölçüm sonuçları analiz edilmiştir [12,13,14]. Yapılan gürültü kirliliği analizinden sonra Arcgis 10.7 programıyla IDW metoduyla çalışma alanının gürültü kirliği haritaları çıkartılmıştır. Sonrasında ise CORINE landcover-CLC (Coordination of Information on the Environment) veri setlerinden faydalanılarak bölgenin arazi örtüsünün 2000-2018 yıllarındaki değişimleri karşılaştırılarak demiryolunun bölgeye etkisi ve değişiminin yanında, gürültü kirliliği ve titreşimden bölgenin nasıl etkilendiği araştırılmıştır [15].

2. LİTERATÜR TARAMASI

Gürültü en genel anlamıyla ‘‘istenmeyen, rahatsız edici ses’’ olarak tanımlanmıştır [8,11]. Türkiye de yayınlanan yönetmeliğe göre ’Raylı ulaşım sistemlerinden çevreye yayılan gürültü seviyesi $L_{gündüz}$ 65 dB(A), $L_{akşam}$ 60 dB(A) ve L_{gece} 55 dB(A) sınır değerlerini’’ aşmaması gerektiği söylenmiştir [10]. Avrupa ve Uzak Doğu ülkelerinde de benzer sınır değerlerin sağlanması gerektiği bilinmektedir [1,5,6]. Ancak yapılan bazı çalışmalar yönetmeliklerde belirtilen sınır değerlerin, uygulamada zaman zaman istenilen gürültü seviyesini sağlayamadığı ve bölgenin gürültü kirliliğine maruz kaldığını ortaya koymuştur [1,4-6,8,16-22].

Demiryolundan kaynaklanan gürültü kirliliği ve titreşimi yönetmelikler açısından inceleyecek olursak; Ankara, İstanbul ve İzmir’deki hızlı tren ve geleneksel tren hatlarındaki gürültü seviyeleri ($L_{gündüz}$, $L_{akşam}$, L_{gece}) için yapılan çalışma sonucunda; eşik değerinin olması gereken miktarın üzerinde olduğunu görülmüştür [18]. Erzurum ilinde yapılan başka bir çalışmada, merkezde bulunan nüfusun yoğun olduğu bölgede bir ay süreyle gürültü ölçümleri yapılmış ve ölçümlerin %33’ünün 75 dB(A)’yı geçtiği yani yönetmelikte belirtilen sınır değere uyulmadığı saptanmıştır [19]. İzmir’de yapılan başka bir çalışmada bölgenin ulaşım kaynaklı gürültü maruziyeti anketler ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak ortaya konulmuş, bölge halkının gürültü kirliliği ve titreşimden kaynaklı sorunları ele alınmıştır [21]. Bunların yanında İstanbul’da çevresinde çok fazla tarihi yapı barındıran Eminönü-Zeytinburnu tramvay hattının güzergahındaki 17 tarihi yapı incelenmiş ve raylı sistemlerden kaynaklanan titreşimin yapısal hasarlara neden olduğu saptanmıştır [23]. Yine İstanbul’da bulunan Eminönü-Cibali tramvay hattı ise son teknoloji kullanılarak katenarsız çevreci bir hat olarak tasarlanmış olup, çevresindeki tarihi yapılara sensörler yerleştirilerek titreşim ölçümleri kontrol edilmekle birlikte, gürültü kirliliğini azaltmak için raylar arasına kauçuk konulmuştur [24,25]. Bu çalışmalar gürültü kirliliği ve titreşimin ülkemizde neden olduğu sorunları gösterirken dünyanın birçok ülkesinde de benzer problemlerin yaşandığı bilinmektedir. Örneğin Brezilya’nın Curitiba şehrinde yapılan bir çalışmada demiryolunun gelmesiyle kent ekonomik ve sosyal olarak gelişmiş ancak gürültü kirliliği ve titreşime maruz kalan nüfus bu durumdan olumsuz etkilenmiş ve gürültü kirliliğini yönetmeliklerde belirtilen sınır değerlerde tutabilmek için çalışmalar yapılmıştır [20]. Avrupa Birliği ülkelerinde yapılan diğer bir çalışmada END yönetmeliği dikkate alınarak Avrupa Bölgesinde gürültü haritaları hazırlanmış olup %15 seviyelerindeki bir nüfusun 65 dB(A)

gürültüye maruziyeti saptanmıştır [22]. Yapılan başka bir çalışmada ise AB ülkelerinin END'de belirtilen stratejik gürültü konuları için uygulamada yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir [8]. Diğer bir çalışmada ise Tayvan da SoundPLAN kullanılarak oluşturulan gürültü haritalandırmasında incelenen bölgedeki hanelerin yaklaşık %46'sının 67,8 dB(A) gürültüye maruz kaldığı sonucuna ulaşmıştır [26]. 70.000 km'lik demiryolu hattı bulunan Çin de yapılan bir çalışmada demiryolu gürültüsü ve titreşiminin azaltılması için eylem planı oluşturulması ve yeni yapılacak hatlarda iyileştirmeler yapılması gerektiği saptanmıştır [27].

Gürültü kirliliği ve titreşimle ilgili yapılan bu çalışmalarda gürültü kirliliği haritaları oluşturmak için IDW ile birlikte farklı yöntemler kullanılmaktadır. Isparta ilinde yapılan bir çalışmada kent gürültüsünün haritalandırılmasında 120 noktada ölçülen noktasal gürültü ölçüm sonuçları IDW, Kriging, Radial Basis Function, Spline, Natural Neighbor gibi enterpolasyon yöntemleri ile analiz edilmiş olup gürültü kirliliği haritalandırılmasında kullanılan farklı yöntemlerin benzer sonuçlar ortaya koyduğu saptanmıştır [28]. Tekirdağ da 54 farklı noktada yapılan gürültü ölçümleri IDW yöntemiyle haritalandırılmıştır [29]. Benzer bir çalışma İsveç'in Lund şehrinde de yapılmış ve yapılan gürültü haritası Arcgis ile IDW yöntemiyle analiz edilmiştir ve nüfusun yaklaşık %5,56'sının 55 dB(A)'dan daha yüksek gürültüye maruz kaldığı saptanmıştır [30]. Nijerya'nın Ota bölgesinde yapılan yapılan gürültü haritalanması IDW yöntemiyle analiz edilmiş ve 41 bölgeden 12 tanesi ABD'nin kentsel bölge planına göre gürültü sınır değerine uyulmadığı saptanmıştır [31]. İran'da yapılan başka bir çalışma bir fabrikadaki gürültü kirliliği IDW ve Kringing yöntemleriyle analiz edilmiştir, diğer bir çalışmada ise Mashhad bölgesinde yapılan gürültü ölçümlerinde istasyon bölgelerinde gürültü kirliliğinin 87,5 dB(A)'ya kadar çıktığı saptanmış olup acil önlem alınması gerektiği belirlenmiştir [32,33]. Başka bir çalışmada ise Pakistan'ın Karachi kentinde karayolu gürültüsü noktasal olarak ölçülmüş ve IDW yöntemiyle gürültü haritası oluşturulmuş ve bölgenin $L_{gündüz}$ ve $L_{akşam}$ gürültü seviyeleri WHO'nun belirlediği sınır değerlerden yüksek olduğu saptanmıştır [34]. Yapılan tüm bu çalışmalar yönetmeliklerin uygulanmasının gerekliliğini ve belirtilen sınır değerlerde kalınabilmesinin önemini göstermiştir.

Raylı sistemler kendine özgü yolları bulunan ve kullanıma açılmasıyla birlikte bölgenin arazi kullanımında değişikliklere sebebiyet verebilen sistemlerdir. Çünkü demiryolu hattının işletmeye açılmasından sonra bölge gelişir ve demiryolu hinterlandında imara açılmasına

izin verilen alanlar konutlaşmayı arttırır. Yani zaman içinde değişen arazi yapısı plansız bir şekilde artarsa ilerleyen dönemlerde gürültü kirliliği açısından istenmeyen sonuçlara neden olabilmektedir. Bu sebeple gürültü kirliliğinin arazi kullanım yapısıyla bağlantısını analiz edebilmek için; ilk olarak arazi kullanımını bilmek ve bölgenin gürültü kirliliğinden ne şekilde etkilendiğini yorumlayabilmek gereklidir. Çünkü bir bölgeye yapılan demiryolu hattı yalnızca hattın birbirine bağladığı bölgeleri değil, aynı zamanda hat güzergahındaki arazi kullanımının genelinin işlevlerini değiştirebilmektedir. Eğer bölgenin imar planı analiz edilmeden bir bölgeden demiryolu hattı geçecek olursa, plansız kentleşme sonucu ilerleyen zamanlarda demiryolu hattının çevreye verdiği gürültü kirliliği de öngörülemez sonuçlar ortaya çıkartabilir. Örneğin Dan Xie ve arkadaşlarının Çin'in Dalian kentinde yapmış olduğu çalışmada kent gürültüsünün arazi kullanımı üzerindeki etkisini; arazi kullanımı regresyonu geliştirerek incelemiş ve uzun vadede kentsel planlamada arazi kullanımının da gürültü kirliliği modellemesinde dikkate alınması gerektiğini ortaya koymuştur [35]. Bu çalışmada ise, Avrupa Çevre komisyonu tarafından 1985 yılında Portekiz de kabul edilip kullanılmaya başlayan CORINE arazi örtüsü verileri kullanılmıştır. Bu veri setleri yardımıyla kentin arazi dokusu, tarım alanları, sanayi, orman ve su yapıları ortaya konulmuştur. Avrupa Birliğine üye ülkelerce kullanılması zorunlu tutulan CORINE arazi örtüsü verilerinin veri tabanı işlemlerinin yapılması, güncellenmesi ve duyurulması Türkiye'nin de üyesi olduğu Avrupa Çevre Ajansı (EEA) tarafından yapılmış olup, sitede güncel bulunan 2000-2006-2012 ve 2018 CORINE Land Cover (CLC) veri setleri kullanılmıştır [15,36].

Bu bilgiler ışığında bu çalışmada İzmir İZBAN hattından kaynaklanan gürültü kirliliği ve titreşimin bölge halkına olan negatif etkileri çalışılmıştır. Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerin uyguladıkları yönetmelikler çerçevesinde, 2017-2018 yıllarında TCDD'den alınan saha ölçümleri bu çalışmada dikkate alınmıştır. Saha ölçümleri sonucunda IDW yöntemiyle çalışma bölgesinin gürültü kirliliği haritaları çıkartılmıştır. Ayrıca bölgenin gelişimini ve demiryolu hattının gelmesiyle gürültü ve titreşim maruziyet düzeyini analiz etmek için; İZBAN hattı işletmeye açılmadan önceki 10 yıl ve sonrasındaki 10 yıllık arazi verilerine ulaşılmıştır. Sonrasında çalışma alanı CLC2000, CLC2006, CLC2012 ve CLC2018 yıllarına ait arazi örtüsü veri setlerinden faydalanılarak arazi kullanımı açısından analiz edilmiştir [12-15].

3. DEMİRYOLLARINDA GÜRÜLTÜ KİRLİLİĞİ, TİTREŞİM VE ARAZİ ÖRTÜSÜYLE İLGİLİ GENEL KAVRAMLAR

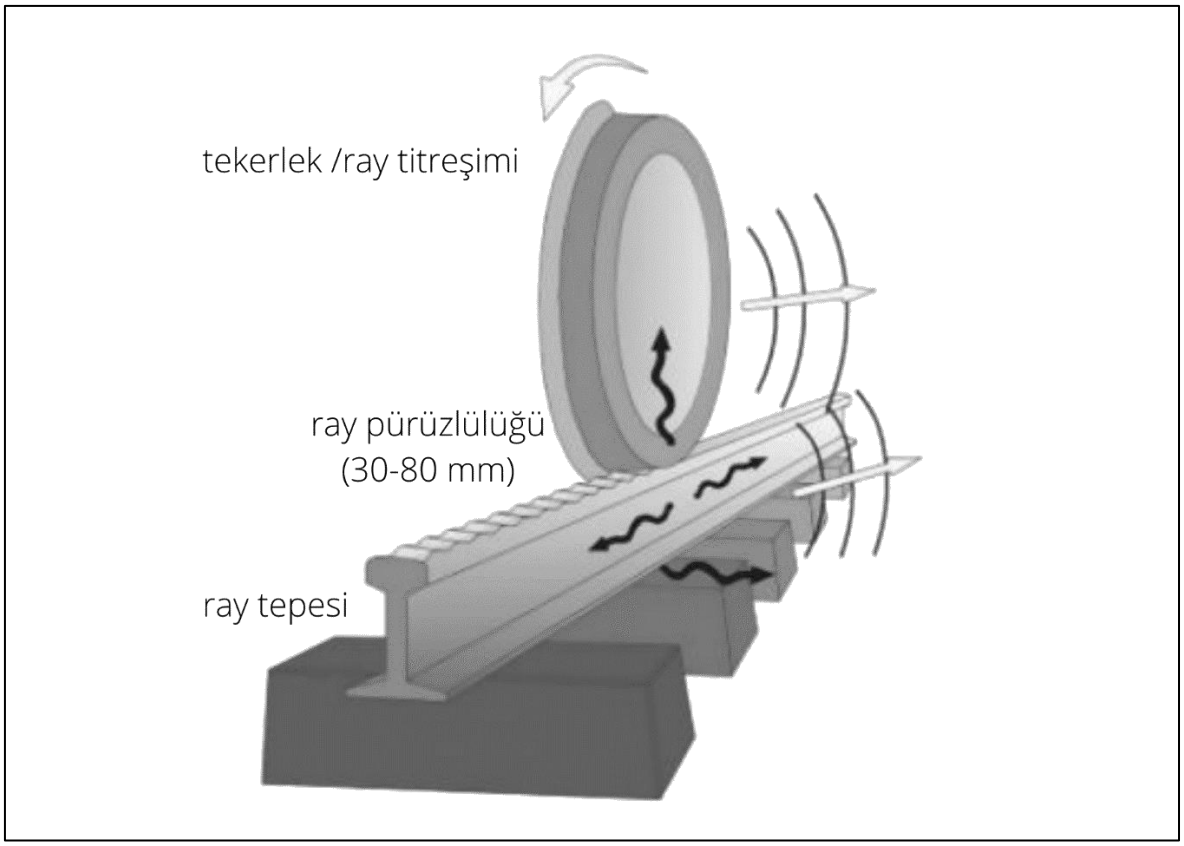
3.1. Gürültü Kirliliği ve Titreşime Genel Bakış

Gürültü hoşa gitmeyen, gelişigüzel, düzensiz, rahatsız edici ses topluluğudur. İnsan kulağına hoş gelmemekle birlikte çeşitli sağlık problemlerine de neden olabilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre gürültü kirliliği dünyadaki en tehlikeli ikinci büyük çevre kirliliğidir [1,24,37]. Kentleşmenin artması endüstri ve ulaşım sektörünün büyümesi kent içi gürültü kirliliğinin artmasına sebebiyet vermiştir. Büyükşehirlerde insanların okula veya işe gitmek için kullandığı metro, tramvay veya şehirlerarası yolculuklarda kullandıkları geleneksel ve hızlı trenler hat boylarında yaşayan insanlar için ciddi gürültü kirliliği oluşturmaktadır. Ulaşımdan kaynaklanan bu gürültü kirliliğinin seviyesi araçların tek tek ürettiği gürültü değil, hepsinin bileşimiyle oluşmuştur.

İnsan kulağı bütün ses frekanslarını aynı şekilde duyamamaktadır. İnsan kulağının işitme frekansı 1000-4000 Hz. arasındaki orta frekansa daha duyarlıdır. Çevresel gürültüde A ağırlık eğrisi yaygın olarak kullanılan gürültü ölçütüdür. Çünkü A ölçümlü ses basıncındaki düşük frekansların yoğunluğunun orta ve yüksek frekanslardan az olmasındandır. Birimi dB(A) şeklinde ifade edilip, kullanılan ölçü değeri dB, kulağımızın algıladığı ses ise dB(A) olarak tanımlanmıştır [1,5,6,38].

Titreşim ise denge konumundaki sistemin yapmış olduğu salınımdır [1,24,39]. Diğer bir ifadeyle potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşmesi, kinetik enerjinin potansiyel enerjine dönüşmesi olayıdır. Demiryollarının sebep olduğu titreşimleri ray-tekerlek titreşimi ve tekerlek-boji-vagon gövdesi titreşimi olarak sınıflandırılır [2,40,41].

Ray -tekerlek titreşimi tren tekerlekleri ve ray yüzeylerinin etkileşimi sonucu oluşur. Raylı araçların sebep olduğu gürültü kirliliği ve titreşimin temel sebebi olmakla birlikte yuvarlanma gürültüsü olarak da bilinmektedir. Tren hareket halindeyken tekerlek ve ray birbirine sürtünerek titreşim ve gürültü üretir. Şekil 3.1 de gösterildiği gibi bunun sebebi ray ve tekerleklerde bulunan küçük düzensizliklerdir [30,37,42].



Şekil 3.1. Tekerlek-ray arasında gürültü ve titreşim oluşumu [17]

3.2. Demiryolu Gürültü Kirliliği ve Titreşime Neden Olan Kaynaklar

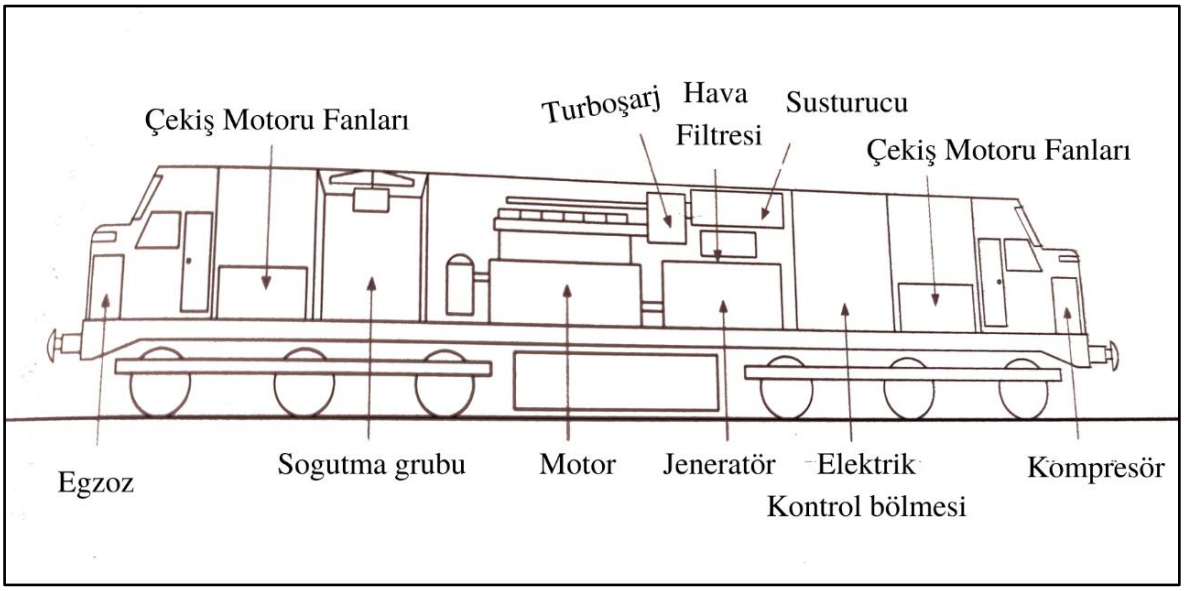
Ulaşım kaynaklı gürültü kirliliği, çevresel kaynaklı gürültü kirlilikleri incelendiğinde üzerinde en çok araştırma yapılmaya ihtiyaç duyulan ve kentlerdeki en rahatsız edici gürültü kaynaklarından birisidir [3,21]. Deniz, kara, hava ve demiryolu gürültüsünü kapsamaktadır. Taşıtların bireysel gürültüleri ve ulaşım hareketliliğinden kaynaklanan yol gürültüleri buna sebep olmaktadır. Genel olarak taşıt tipi, motor gücü ve yapısı, ulaşım akımının durumu (duraklı, duraksız; serbest akışlı olması) ulaşım hacmi, yolların bakımı ve onarımı, yolun fiziksel özellikleri kavşak ve trafik ışıklarının durumu gibi ulaşım yapısını oluşturan her bir etmen yol gürültüsü ve titreşiminin miktarını etkilemektedir [5,24,37,40].

Gürültü akustik olarak noktasal, çizgisel ve düzlemsel olarak yayılabilmektedir. Noktasal kaynaklar küresel olarak yayılıp, boyutları ürettikleri sesin dalga boyundan daha küçük olan gürültü kaynaklarıdır [43,44]. Çizgisel kaynaklar gürültünün, bir doğrultu üzerinde çok sayıda eş yükselti noktasının birbirine çok yakın durması sonucu yayılır. Bir güzergahta yayılan sesin çapı kendinden iki kat mesafeye çıkarsa gürültü 3 dB azalır. Örneğin bir doğrultu boyunca yayılan trafik gürültüsü, demiryolu gürültüsü çizgisel kaynak yayılımına

örnek gösterilebilir. Düzlemsel kaynaklar ise düzlemsel dalgaların içinde ilerlediği tüp içerisinde enerji yayan bir pistona benzetilebilir. Eğer tüp çeperinde enerji kaybı olmadığı varsayılırsa, tüpün içinde bulunan ses şiddeti kaynağa olan uzaklıktan bağımsız olur. Böylece ses şiddeti tüpün içindeki her noktada aynı olduğu için, ses basınç düzeyi kaynaktan uzaklaşsa bile azalmayacaktır [45-48].

Demiryolundan kaynaklanan gürültü kirliliğini inceleyecek olursak; yolcu ve yük taşımacılığında kullanılan raylı sistemlerin tren geçişlerinden ve hattın servis işlemlerinden kaynaklı bir dizi gürültü kirliliğine sebebiyet verdiği bilinmektedir [1,49].

Trenler için; trenin türü ve vagon sayısı (yolcu, yük, hızlı trenler gibi), lokomotiflerin elektrikli veya dizel motorlu olması, lokomotif susturucuların genel özellikleri, lokomotif ve vagon teker yapısı, fren sistemleri, yatak-destek sistemleri ve sirenler genel olarak gürültü ve titreşimi etkileyen tren özellikleridir. Vagonların ise, vagon ağırlığı, vagon tekerleklerinin yapısı ve soğutma sistemleri gibi ekipmanlar etkilidir [1,24,37]. Şekil 3.2'de lokomotif içinde gürültüye sebebiyet veren sistemler gösterilmiştir.

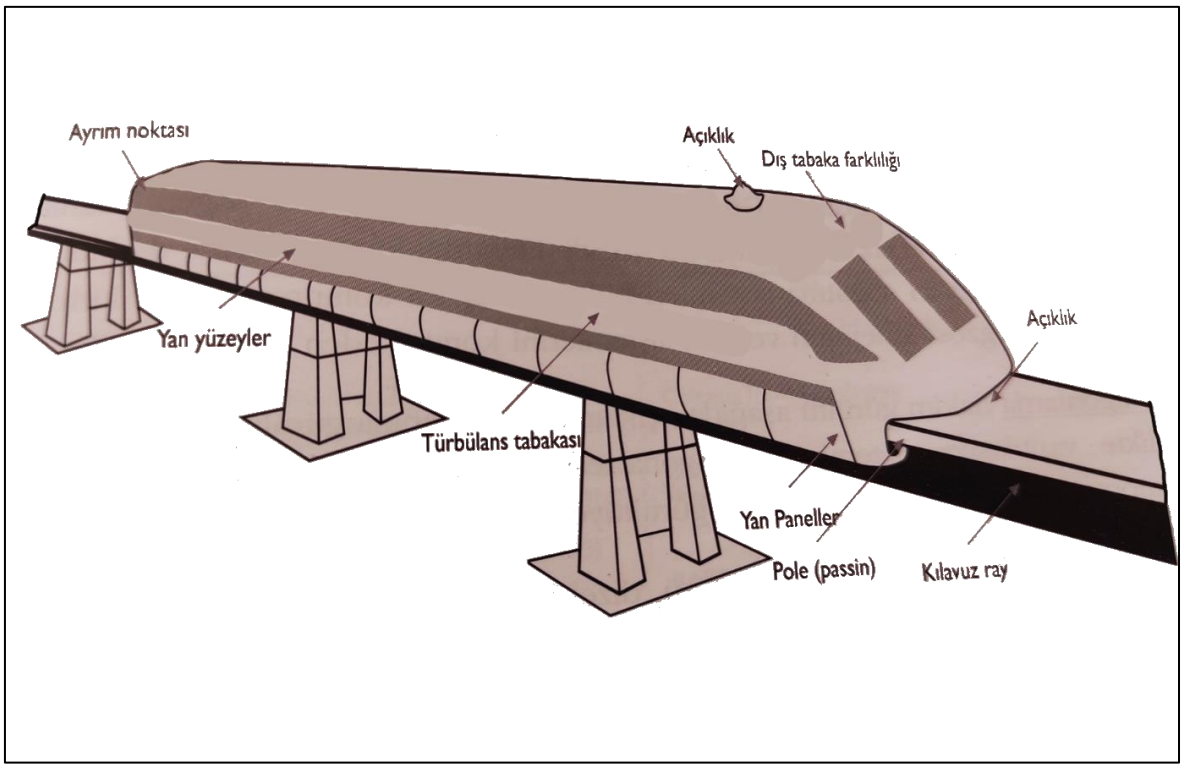


Şekil 3.2. Lokomotif içinde gürültüye sebebiyet veren sistemler [5]

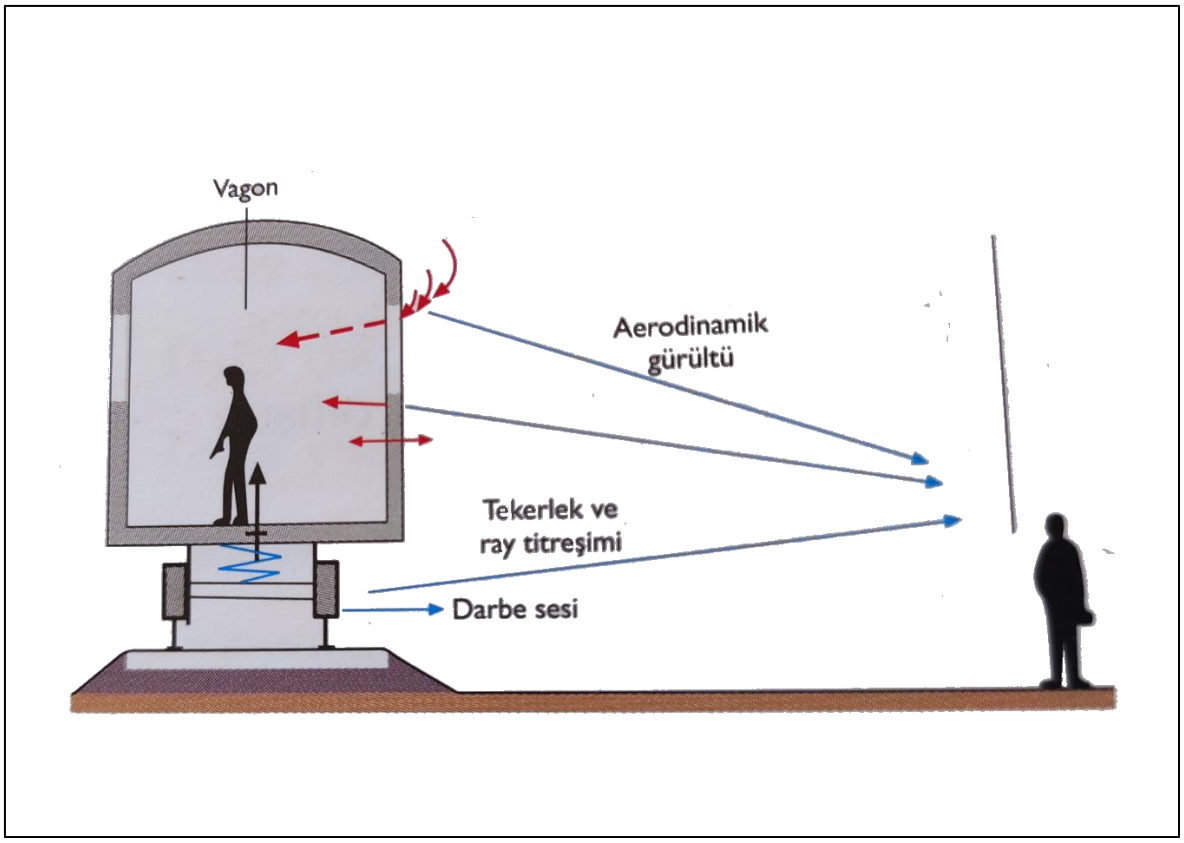
Demiryollarının trenlerin geçtiği hat özellikleri de yine gürültü kirliliği ve titreşimi etkileyen faktörler arasındadır. Yol üzerinde etkili olan faktörleri incelecek olursak; rayların tipi, bağlantı şekilleri (kaynaklı, balastlı, balastsız, cıvatalı, enine bağlantı sistemleri gibi) balast sistemleri, makaslar, tren yolunun kodu, dönüş yarıçapları, banketler, tünel ve şevlerin

geometrisi, demiryolu strüktürünün tipi ile yerden yüksekliği ve viyadük, köprü, strüktür tipleri olarak sıralayabiliriz [6,24,37].

Hat işlemlerine, trenin hareketinden kaynaklanan gürültü kirliliğinin kaynakları ise şu şekildedir. Toplam ulaşım hacmi veya birim zamanda geçen farklı trenlerin sayısı, tren geçiş hızları, varsa siren yasağı, vagon ve lokomotif sayıları, manevra ve bakım gibi servis işlemleri ile trenlerin istasyondan kalkış ve duruş ivmeleridir. Şekil 3.3'de hızlı trenler için gürültü kaynakları, şekil 3.4'te trenden çevreye yayılan gürültü kirliliği gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Hızlı tren için gürültü kaynakları [5]

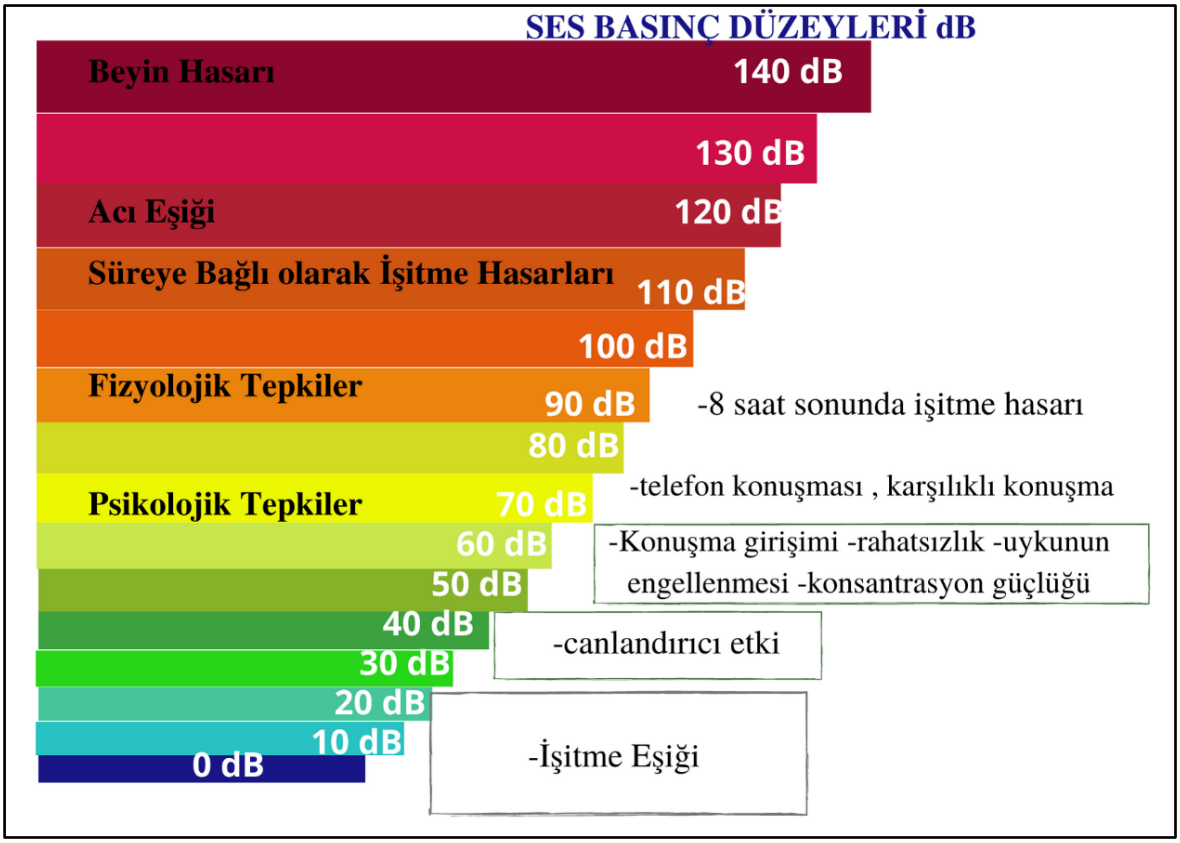


Şekil 3.4. Trenlerden çevreye yayılan gürültü [5]

Demiryolu titreşimine neden olan kaynaklar zemin yüzeyinden ve demiryolu elemanlarından kaynaklanmaktadır. Tekerlek ve rayın genellikle lokomotif ve vagon geçişi sırasındaki etkileşimi titreşimi oluşturur. Ray tabanları yardımıyla zemine aktarılan titreşim yapı temeline de bu şekilde aktarılır. Mesafenin fazla olduğu demiryolu köprüleri ve viyadüklerinde sorun olabilmektedir. Demiryollarının sebep olduğu titreşim hem yerüstünde hem de tünellerde faaliyet gösteren trenler için önem arz etmektedir [24,37].

3.3. Gürültü Kirliliği ve Titreşimin Neden Olduğu Zararlar

Gürültü kirliliğinin ülkemizde ve dünyada yapılan bilimsel çalışmalar sonucu insan sağlığı ve konforu üzerinde olumsuz etkileri oluğu bilinmektedir. Gürültü kirliliğinin insanlar üzerinde işitme hasarları gibi fiziksel etkileri, fizyolojik etkileri, psikolojik etkileri, iş verimi ve konsantrasyon gibi performans etkileri bakımından 4 ana başlık altında incelenmiştir [1,5,6]. Bunun yanında ses basıncı düzeylerine bağlı olarak gürültü etkilenme seviyeleri değişmektedir şekil 3.5'teki gibi değişmektedir.



Şekil 3.5. Gürültünün ses basınç düzeylerine göre etkileri [1,5,6]

-Gürültünün fiziksel etkileri; Yüksek gürültü düzeyine maruziyet geçici veya kalıcı işitme problemlerine neden olmaktadır [1,2,12,21,50].

-Gürültünün fizyolojik etkileri; WHO gürültü kaynaklı orta ve uzun vadede birçok sağlık problemlerinin ortaya çıktığını bildirmiştir [5,51,52]. Yüksek, sürekli ve ani gürültüye karşı insan vücudu otomatik ve bilinçsizce tepkiler vermektedir. Stres ve strese bağlı hastalıkların başlıca nedenlerinden birisi de gürültü kaynaklı olduğu bilinmektedir. Önemli kardiyovasküler hastalıklara neden olan gürültü kirliliği; hipertansiyon, yüksek kalp atışı, adrenalin yükselmesi, kolesterol artışı, solunum hızlanması, metabolizma değişimi, yorgunluk, adale gerilmesi, sindirim sistemi bozuklukları ve uyku bozukluğu gibi somut fizyolojik etkiler göstermektedir [1,2,12,21].

-Gürültünün performans üzerindeki etkileri inceleyecek olursak; kişilerin farklı gürültü düzeylerine verdiği tepkiler her ne kadar yapılan işe bağlı olarak değişiklik gösterse de belirli bir dB üzerindeki seslerin iş performansına negatif yansıdığı saptanmıştır [53-56]. Yapılan çalışmalar yüksek düzeyli, kesikli veya ani gürültülerin işin zamanında yapılamaması, işin

doğruluğunda hatalara sebebiyet vermesi ve iş kazalarına neden olduğu görülmüştür. Ulaşım gürültüsünün insanlar üzerindeki performans etkilerini inceleyecek olursak; tren ve uçak gürültüsü konuşma anında rahatsızlık verir. Karayolu trafik gürültüsü uyku ve dinlenmeyi böler [51]. Demiryolu gürültüsünün eylemler üzerinde negatif etkisi daha fazladır ancak genel rahatsızlık daha azdır. Karayolu ve demiryolu trafiğinde ağır taşıtların neden olduğu gürültünün genel rahatsızlık derecesi ve konuşma ile girişimi gürültü olayının miktarına göre belirli bir üst limite ulaştıktan sonra azalırken, uçak geçişlerinde sürekli artış görülmektedir [1,2,12,21].

Karşılıklı konuşmalar açısından ise gürültü kirliliği dinleme ve anlama güçlüğü, yüksek sesli konuşma zorunluluğu, konuşmanın kesintiye uğraması, telefon konuşmasının zorlaşması, karşılıklı insan iletişiminin zorlaşması ve radyo, TV, müzik gibi araçlarının dinlenmesinde zorluklar oluşturur. Bunlara ek olarak okuma ve öğrenme sürecini zorlaştıran gürültü, özellikle okul bölgelerinde öğrencilerin konsantrasyonunu olumsuz etkiler ve öğrenmelerini zorlaştırır [56].

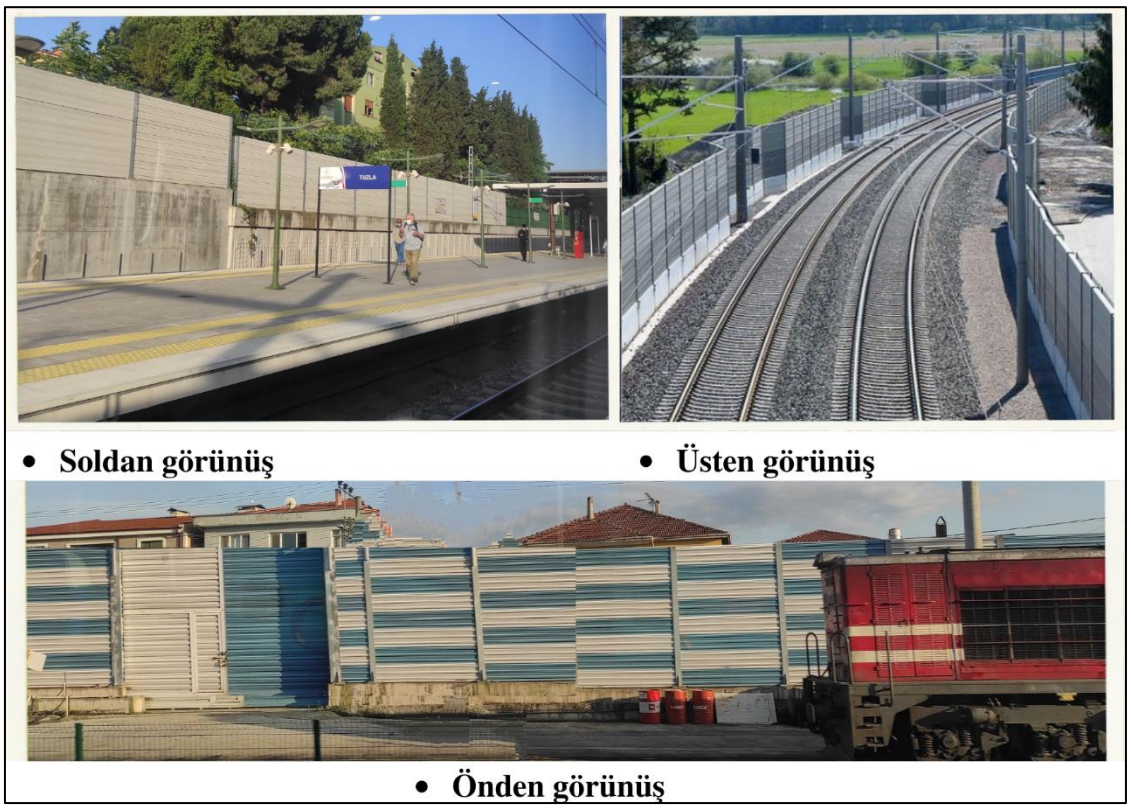
-Gürültünün psikolojik açıdan negatif etkilerini incelersek; bilimsel çalışmalar gürültü kaynaklı stresin duygusal düzensizliği daha da ağırlaştırdığını ortaya koymuştur. Eğer gürültü yüksek ve kaynağı belirsiz ise kişilerde aşırı tepki verme eğilimi, ani parlama, öfke kontrolü yapamama, kızgınlık, öfkenin içe veya dışa vurumu, hoşnutsuzluk, yardım isteğinin azalması, sakinleştirici kullanımı ihtiyacı, sık sık doktora gitme, uykusuzluk gibi etkileri saptanmıştır [1,50].

Gürültü kirliliği ve titreşimin neden olduğu zararlar hem ülkemizde hem de dünyada mücadelesi yapılan çevre problemlerinden biridir. AB ülkelerince yapılan araştırma sonucunda gürültü kirliliğinin neden olduğu işitme kaybı en sık karşılaşılan 10 meslek hastalıklarından birisi olduğu ortaya konulmuştur [57].

3.4. Demiryolu Gürültü Kirliliğinin Önlenmesi İçin Uygulanan Yöntemler

Demiryolundaki ray üzerindeki dinamik kuvvetlerden dolayı ray tekerlek arası gürültü ve titreşimi şu şekilde azaltmak için bazı yöntemler uygulanır. Bu yöntemlerden biri kaynakta gürültü ve titreşimi travers ile balast arasına uygulanacak yalıtım malzemeleriyle azaltmaktır. Diğer bir yöntem alıcılarda gürültü ve titreşim seviyelerini azaltmak örneğin hat

boyundaki konutları gürültü yönetmeliğine uygun malzemelerle yalıtmak gibi. Son olarak da kaynak ve alıcı arasındaki gürültü ve titreşim azaltılmalı. Örnek olarak hat boylarına gürültü perdeleri veya duvar ve hendek gibi alıcı ile kaynak arasına gürültü ve sesi sönümleyici malzemeler yerleştirmek olabilir. Şekil 3.6'da örnek bir ses perdesi uygulaması gösterilmiştir [58].



Şekil 3.6. Demiryolunda kaynak- alıcı arasına konulan gürültü perdesi örnekleri

3.5. Demiryolu Gürültü Kirliliği için Kullanılan Yönetmelikler

Ülkemizde ve Dünya da demiryollarından kaynaklanan gürültü kirliliği önemli çevresel sorunlardan biridir. Yapılan çalışmalar ve Dünya Sağlık Örgütün verileri gürültü kirliliğinin insanlar üzerinde ciddi sağlık problemlerine de sebebiyet verdiğini ortaya koymuştur. Her ülke bilimsel çalışmalar ve diğer ülkelerin uygulamalarından faydalanarak ülke içerisinde kullanılması gereken yönetmelikleri hazırlamıştır. Türkiye'de yapılan çalışmalar sonucunda gürültü kirliliğiyle alakalı birçok husus dolaylı veya doğrudan olmak suretiyle mevzuat ve yönetmeliklerimizde yer almaktadır. 1983 yılında 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun 2. maddesi gürültü kirliliğinin çevre kirliliği kapsamında değerlendirilmesi gerektiği kabul edilmiştir. İş Sağlığı ve Güvenliği mevzuatında 'Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden korunmalarına

Dair Yönetmelik' kapsamında uyulması gereken sınır koşullar belirlenmiştir. Çizelge 3.1'de bu değerler özetlenmiştir [57].

Çizelge 3.1. İSG mevzuatına göre gürültü sınır değerleri [57]

GÜRÜLTÜ		KAYNAK YER KONUM	BASINÇ (Pa)	ŞİDDET dB(A)
En Düşük Eylem Değeri	80 dB(A)	Eşik Şiddeti/İşitme Eşiği	0,00002	0
En Yüksek Eylem Değeri	85 dB(A)	Ağrı/Acı Eşiği	200	140
Sınır Değer	87 dB(A)	İŞİTİLEBİLİR FREKANS 20-20000 Hz		

3.6. Arazi Kullanım Türleri ve Gürültü Kirliliğiyle İlişkisi

Arazi kullanım türleri arazinin hangi amaç için kullanıldığı ve bölgesindeki mevcut yapılar için fikir sahibi olmamıza yarar. Bölgedeki okul, hastane, konut, endüstriyel, ulaşım, tarım, spor ve ormanlık alan gibi birçok alanı bünyesine alır. Birbiriyle iç içe bir bütün olan tüm bu alanları düşündüğümüzde halk sağlığı ve konforu açısından gürültü kirliliği bir problem oluşturmaktadır. Karayolu, demiryolu gibi ulaşım araçlarının doğrusal olarak kuzey-güney, doğu-batı akslarındaki şehirlerde kapladıkları alan düşünüldüğünde bütün kenti etkilemektedir. Bu yüzden ulaşım planları yapılırken bölgenin arazi kullanım yapısı iyi analiz edilip, gelecek ihtiyaçlarda göz önünde bulundurularak imar planları yapılmalıdır. Raylı sistemler arazi kullanımı açısından karayollarına göre aynı kapasitedeki yola göre ortalama 2,7 kat az alan kapsamaktadır; çünkü aynı kapasitede taşımacılık yapmak için 13,7 metre platform genişliğine sahip çift hatlı demiryolu, kapasite açısından 37,5 metre genişliğindeki 6 şeritli otoyolla eşdeğerdir [24]. Buna karşın demiryollarının yapım maliyeti yüksek ve inşasından sonra güzergahında değişiklik yapılmasının zor olduğu ulaşım yapılarında kısa ve uzun vadeli yatırım planlarının ihtiyaçları karşılayabiliyor olması çok önemlidir.

Şekil 3.7'de çalışma alanlarından biri olan Şirinyer-Koşu durakları hinterlandındaki okul, hastane, spor alanları ve konut alanları gösterilmiştir. Şekil 3.8'de ise Egekent-Çiğli durakları hinterlandındaki okul, hastane, endüstriyel ve konut alanları gösterilmiştir.

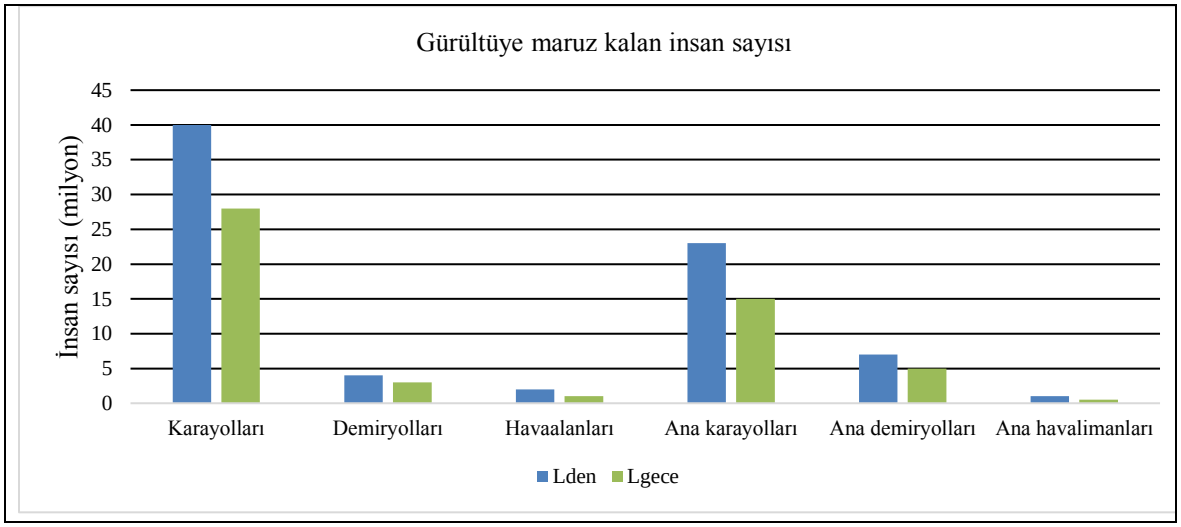


Şekil 3.7. Şirinyer-Koşu bölgesindeki okul, hastane, spor ve konut alanı [59]



Şekil 3.8. Karşıyaka, Çiğli bölgesinde okul, hastane, endüstriyel ve konut alanları [59]

Avrupa Çevre Ajansı tarafından tutulan verilere göre yüksek kapasitede gürültü maruziyetine karayolu, demiryolu, havayolu gibi ulaşım sistemleriyle endüstriyel alanların sebep olduğu saptanmıştır. Oluşturulan rapor AB Çevresel Direktifi (2002/49/EC)'nin gürültü gösterge seviyeleri üzerinden yaklaşık kaç kişinin maruz kaldığı tahmin edilmiştir. Kırsal alanların hinterlantından geçen karayolu ve demiryolu ana arterleri şehirlerarası gürültü kirliliğine sebebiyet vermektedir. Kent içi gürültü kirliliğine ise havayolu ve demiryolu maruziyeti genel nüfusa oranla düşük olsa da gürültü maruziyeti açısından büyük etkisi vardır. AÇA ya üye 33 ülkede 113 milyon kişi karayolundan kaynaklı L_{den} (yıllık ortalama gündüz-akşam -gece gürültü seviyesi) 55 desibele eşit veya daha fazla gürültüye maruz kaldığı düşünülmektedir. Bu kişilerden 36 milyonu, en az 65 dB L_{den} gibi çok yüksek gürültü seviyelerine maruz kalmaktadır. Bunlara ek olarak birçok ülke demiryolu, uçak ve endüstriyel gürültüyle baş etmek durumundadır. En son 2019 verilerine ortalama göre 21 milyondan fazla insan 55 dB'den fazla demiryolu gürültüsüne, 4 milyondan fazla insan 55 dB'dan fazla uçak gürültüsüne ve yaklaşık 1 milyon kişi 55 dB'dan fazla endüstriyel gürültüye maruz kalmıştır. Şekil AÇA'nın paylaştığı çevresel gürültü grafiğini inceleyebilirsiniz. Şekil 3.9 de AÇA'ya üye olan Türkiye'ye ait veriler yer almamaktadır [60].



Şekil 3.9. AB ülkelerinde farklı arazilerde kaynak tipine göre gürültüye maruz kalan kişi sayısı [60]

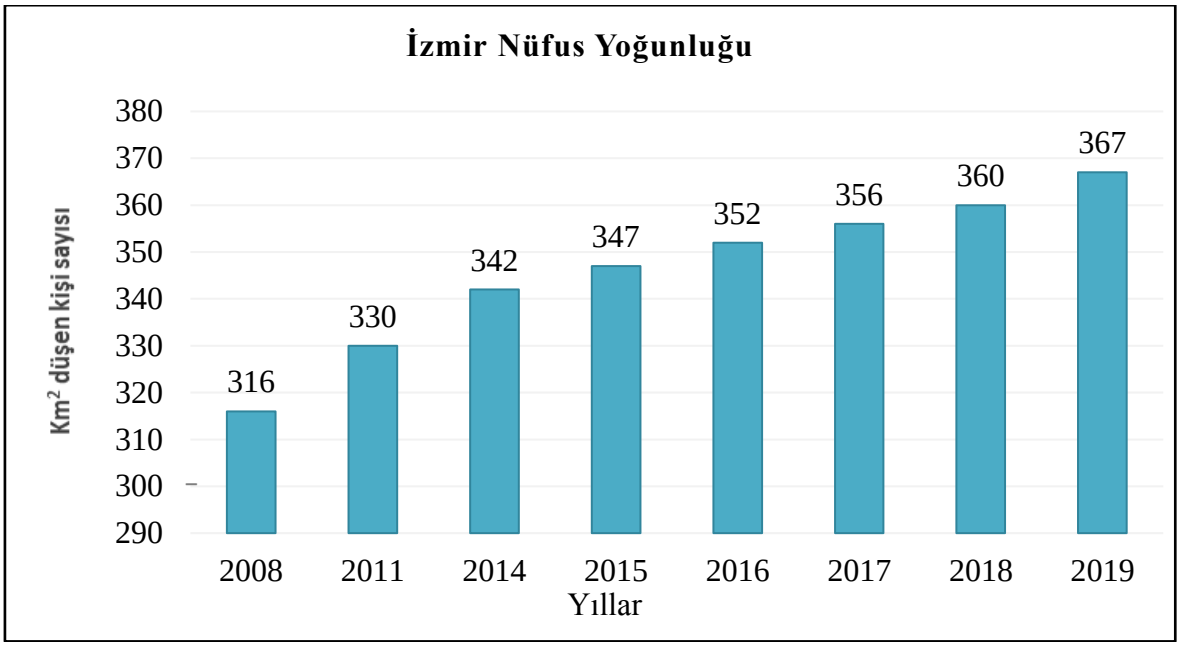
Avrupa Çevre Ajansı arazi kullanım tiplerini yapay yüzeyler (şehir yapısı, endüstriyel, ticari ve taşıma birimleri maden ve inşaat alanları…), tarım alanları, orman ve yarı doğal alanlar, ıslak alanlar ve su toplulukları gibi 5 temel arazi tipi ve alt sınıfları olarak tanımlanmıştır

[36]. Seçilen örnek bölgede temin edilen verilere de bu şekilde ulaşılmıştır. Buradaki amaç bölgenin arazi kullanım tiplerinin zaman içerisinde değişimini gözlemleyebilmektir.

4. MATERYAL- METOT

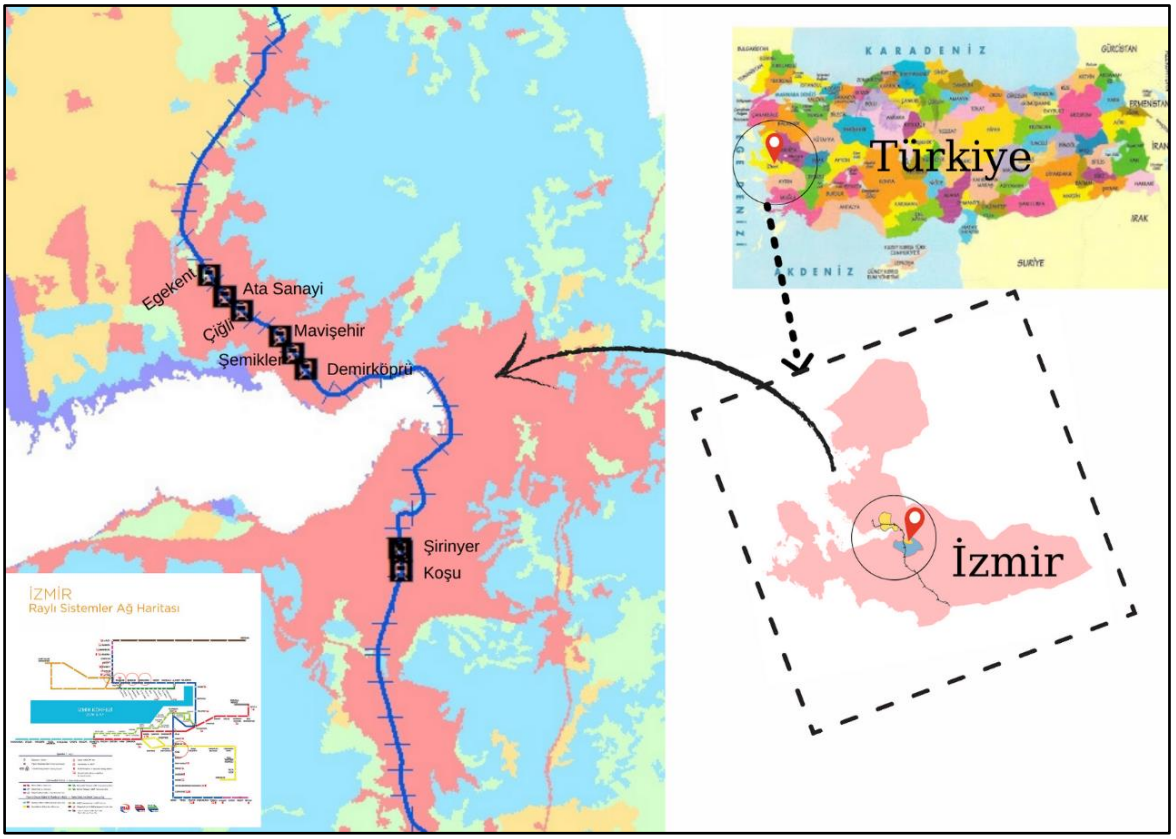
4.1. Çalışma Alanı ve Veri Setleri

İzmir'in Türkiye'nin 3. büyük kenti ve yoğun nüfusa sahip olmasının yanında; sanayi, tarım, lojistik ve ticaret bakımından gelişmiş olması çalışma alanı olarak seçilmesine neden olmuştur. Kentin nüfusu 2019 TÜİK verilerine göre 4.367.251 kişidir ve kentin nüfus yoğunluğu her geçen yıl artmaktadır [61,62] (Şekil 4.1 Bkz.).



Şekil 4.1. İzmir nüfus yoğunluğu [62]

İzmir kentinde, kent içi ulaşımda raylı sistem olarak kentin; kuzey-güney aksında İZBAN AŞ'nin işlettiği banliyö trenleri, doğu-batı aksında İzmir Büyükşehir belediyesinin işlettiği İzmir metrosu ve 2017 yılında Konak ve Karşıyaka ilçelerinde hizmete açılan yine İzmir Metrosu tarafından işletilen TramİzmirTramİzmir bulunmaktadır. Bunun yanında İZBAN banliyö trenlerinin bulunduğu hatta TCDD A.Ş sorumluluğunda bulunan ana hat yolcu trenleri, bölgesel trenler ve yük trenleri de işletilmektedir. Bu çalışmada İZBAN hattının 4750 metrelik bölümünde elde edilen ölçümler doğrultusunda gürültü kirliliği yönetmelikler çerçevesinde analiz edilmiştir (Şekil 4.2. Bkz.).



Şekil 4.2. İzmir kenti ve çalışma alanı

Gürültü Ölçümleri 2017-2018 yıllarında TCDD A.Ş tarafından yaptırılmıştır ve Çizelge 4.1.'de verilmiştir [12]. Kullanılan materyaller çizelge 4.2. ile gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Uzun dönemli gürültü ölçüm sonuçları *[12]

Konum	Tarih/saat	Lgündüz(dBA) 07.00-19.00	Lakşam (dBA) 19.00-23.00	Lgece(dBA) 23.00-07.00
Mavişehir-Demirköprü	2017	69,5	70,7	64,6
Şirinyer-Koşu	2017	62	60,1	54,6
Çiğli-Atasanayi	2018	67,5	68,7	61,7
Atasanayi-Egekent	2018	64	61,8	57,1

Lgündüz: Uzun dönem ölçümlerde yılın gündüz (07.00-17.00) aralığında yapılan ölçümlerin ortalamasıdır. ***Lakşam:*** Uzun dönem ölçümlerde yılın akşam (17.00-23.00) aralığında yapılan ölçümlerin ortalamasıdır. ***Gece:*** Uzun dönem ölçümlerde yılın gece (23.00-07.00) aralığında yapılan ölçümlerin ortalamasıdır.

Çizelge 4.2. Çalışmada kullanılan veri türü ve kaynakları

Veri türü	Veri	Verinin kaynağı
Rapor	Ses Perdesi Projeleri gürültü ölçümü	TCDD
Yönetmelik	Çevresel gürültünün değerlendirilmesi ve yönetimi	27601 sayılı Resmî gazete (Ek 1.)
AB Yönergesi	2002/49/EC sayılı Çevresel Gürültü Direktifi (Environmental Noise Directive)	Avrupa Toplulukları Resmî Gazetesi (Ek 2.)
Yazılım	Arcmap 10.7	Esri yazılım
Arazi Kullanımı	Corine Land use Haritaları	EEA (Avrupa Çevre Ajansı) (Ek 3.)

Bu çalışmada yapılan gürültü ölçümlerini analiz etmek için 2002 yılında Avrupa Birliği ülkelerince kabul edilen Çevresel Gürültü Direktifi-Environmental Noise Directive (END) 2002/49/EC'den faydalanmıştır [14]. Türkiye'de ise Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde (ÇGDYY) yer alan 'Raylı Sistem Çevresel Gürültü Kriterleri' kullanılmıştır [13]. Demiryolu hattının hinterlandındaki arazi kullanım değişimini gözlemleyebilmek için AB ülkelerince hazırlanan CORİNE Land Cover veri setleri kullanılmıştır [15].

4.2. Metot

Çalışma İZBAN hattından geçen Buca, Karşıyaka ve Çiğli ilçelerinden geçen Koşu, Şirinyer, Demirköprü, Şemikler, Mavişehir, Çiğli, Atasanayi, Egekent olmak üzere 8 farklı durakta yapılan noktasal gürültü ölçüm sonuçları kullanılarak hazırlanmıştır. Noktasal ölçüm sonuçları ters mesafe ağırlıklı (IDW) yöntemi kullanılarak ArcGIS 10.7 programı kullanılarak analiz edilmiştir. IDW yönteminin programda çalışabilmesi için en az 3 farklı nokta sisteme girilmesi gerektiği için Buca mevkinde bulunan Koşu-Şirinyer durakları arasında Şirinyer durağına çok yakın üçüncü bir nokta referans noktası olarak seçilip, haritalandırma yapılmıştır. Karşıyaka-Çiğli bölgesindeki Demirköprü-Egekent arasındaki duraklar kesintisiz olduğu için gürültü ölçüm sonuçları haritalandırma için yeterli olmuştur.

Sonrasında oluşturulan gürültü kirliliği haritaları, gürültü kirliliği ve titreşim yönetmelikleri açısından karşılaştırılmıştır. Gürültü ölçümü yapılan bölgedeki İZBAN hattı 2010 senesinde

işletmeye açılmış olup, CORINE arazi örtüsü verilerinden bölgenin işletmeye açılmadan önceki 10 yıl ve işletmeye açıldıktan sonraki 8 yılı karşılaştırılmıştır.

Bu bilgiler ışığında bölge gürültü kirliliğine maruz kalıyor mu, kalıyorsa hattın açılmasından sonraki yapılaşmayla mı arttı, bölgenin arazi kullanımının değişiminde demiryolunun etkisi var mı gibi soruların cevabı aranmıştır.

5. ARAŞTIRMA BULGULARI

5.1. Gürültü Kirliliği ve Titreşimin Yönetmelikler Yönünden Değerlendirilmesi

İZBAN hattında elde edilen 2017 ve 2018 yıllarına ait ölçüm sonuçları sonucunda ölçümlerin yapıldığı bölgede gürültü kirliliğinin olması gereken eşik değerin üzerinde olduğu saptanmıştır. ÇGDYY'ye göre sınır değerler $L_{gündüz}$:65 dB(A), $L_{akşam}$:60 dB(A) ve L_{gece}:55 dB(A) sınır değerini aşmaması gerekmektedir. END verilerine göre de benzer rakamlar geçerli olmakla birlikte bölgenin yapı kullanımına göre (konut, hastane, endüstriyel alan) de bu değerler uygulamada +5, -5 farklılık göstermiştir. Çizelge 5.1'de yapılan uzun süreli ölçüm sonuçlarına göre aşılan sınır değerler % olarak sunulmuştur. Tablodan da anlaşılacağı üzere Mavişehir-Demirköprü güzergahında sınır değerleri neredeyse %17'lere kadar aşıldığı ortaya konulmuştur. Özellikle akşam ve gece saatlerinde artan gürültü maruziyetinin çevre halkı üzerindeki olumsuz etkileri saptanmış ve literatürde yapılan anket sonuçları da gürültü kirliliği maruziyetinin insanlar üzerindeki negatif etkilerini göstermiştir.

Çizelge 5.1. Uzun dönemli ölçüm sonuçlarına göre aşılan % dB(A) miktarı

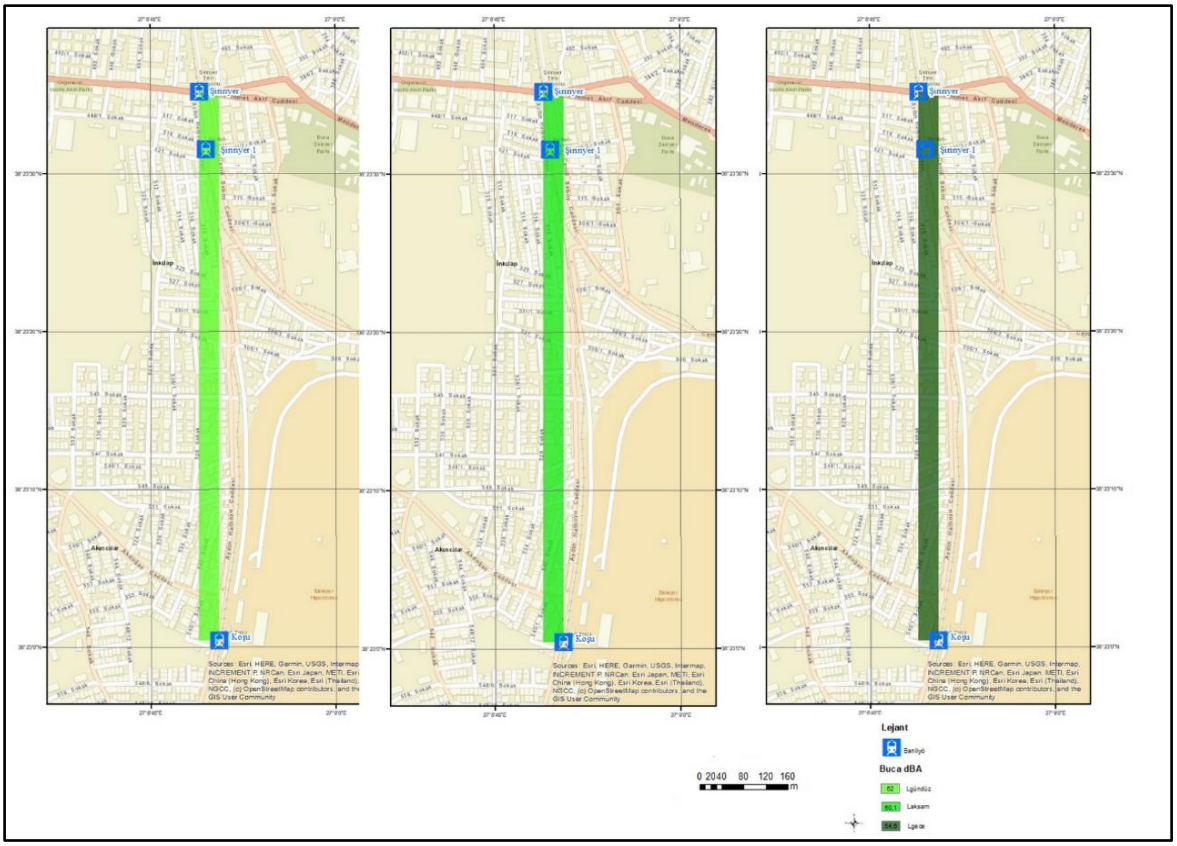
Konum	% olarak aşılan limit dB(A)		
	$L_{gündüz}$ 07.00-19.00	$L_{akşam}$ 19.00-23.00	L_{gece} 23.00-07.00
Mavişehir-Demirköprü	6,92	17,83	17,45
Şirinyer-Koşu	-	0,17	-
Çiğli-Atasanayi	3,85	14,50	12,18
Atasanayi-Egekent	-	3,00	3,82

5.2. IDW Yöntemiyle Yapılan Gürültü Kirliliği Haritalarının Değerlendirilmesi

Yapılan ölçüm sonuçları Arcgis üzerinden IDW yöntemiyle analiz edilmiştir. Yapılan uzun dönemli ölçüm sonuçları noktasal olduğundan bu yöntem kullanılmıştır. Analiz sonucunda harita 5.1'de görüleceği üzere Buca bölgesinde Şirinyer-Koşu arasında TCDD tarafından gürültü kirliliği ölçümü yapılmıştır.

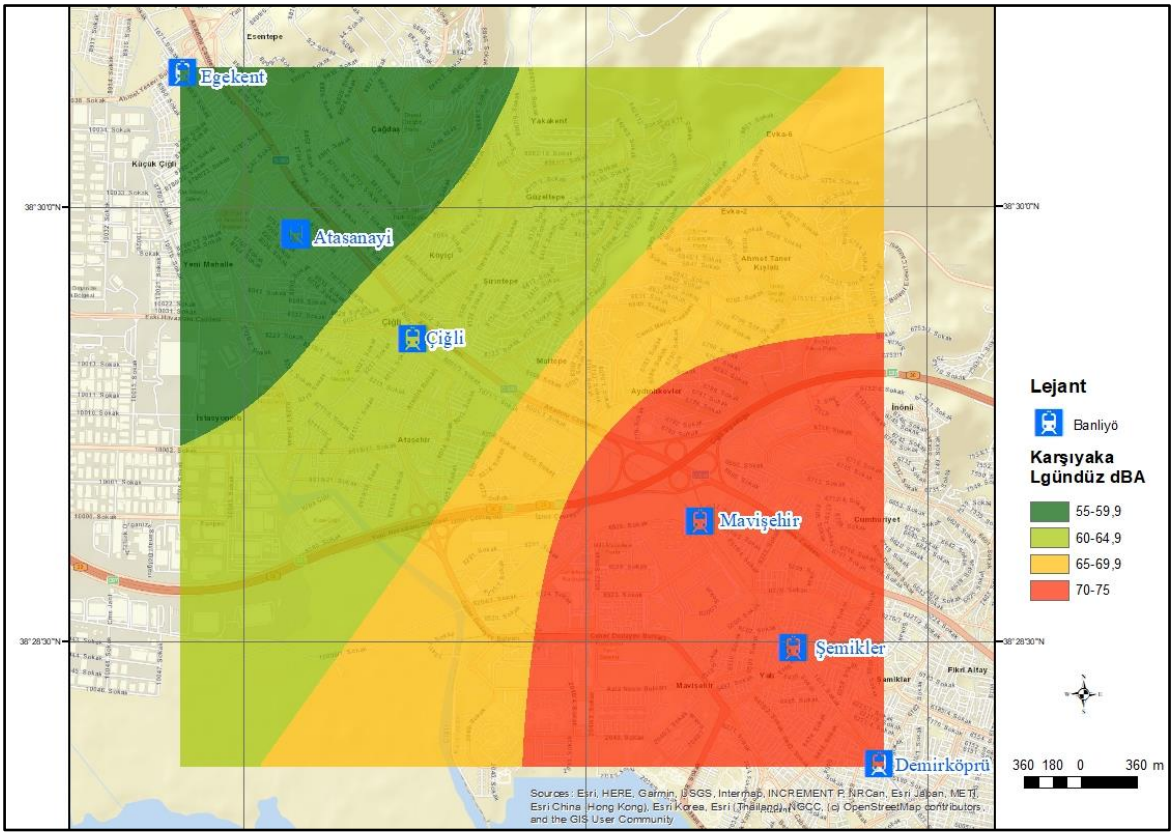
2017 yılında yapılan ölçüm sonucunda $L_{gündüz}$ 62 dB(A), $L_{akşam}$ 60,1 dB(A) ve L_{gece} 54,6 dB(A) olduğu saptanmış olup sonuçlar Arcmap ile haritalandırdı. Analiz en az 3 nokta

olmadan çalışmadığı için Şirinyer durağına yakın noktada bir referans noktası varsayım olarak eklendi. Analiz sonucunda Şirinyer -Koşu arasındaki ölçüm sonuçları yönetmelikte belirtilen sınır değerleri aşmamaktadır ve mevcut haliyle bölge için ciddi bir problem oluşturmamaktadır.



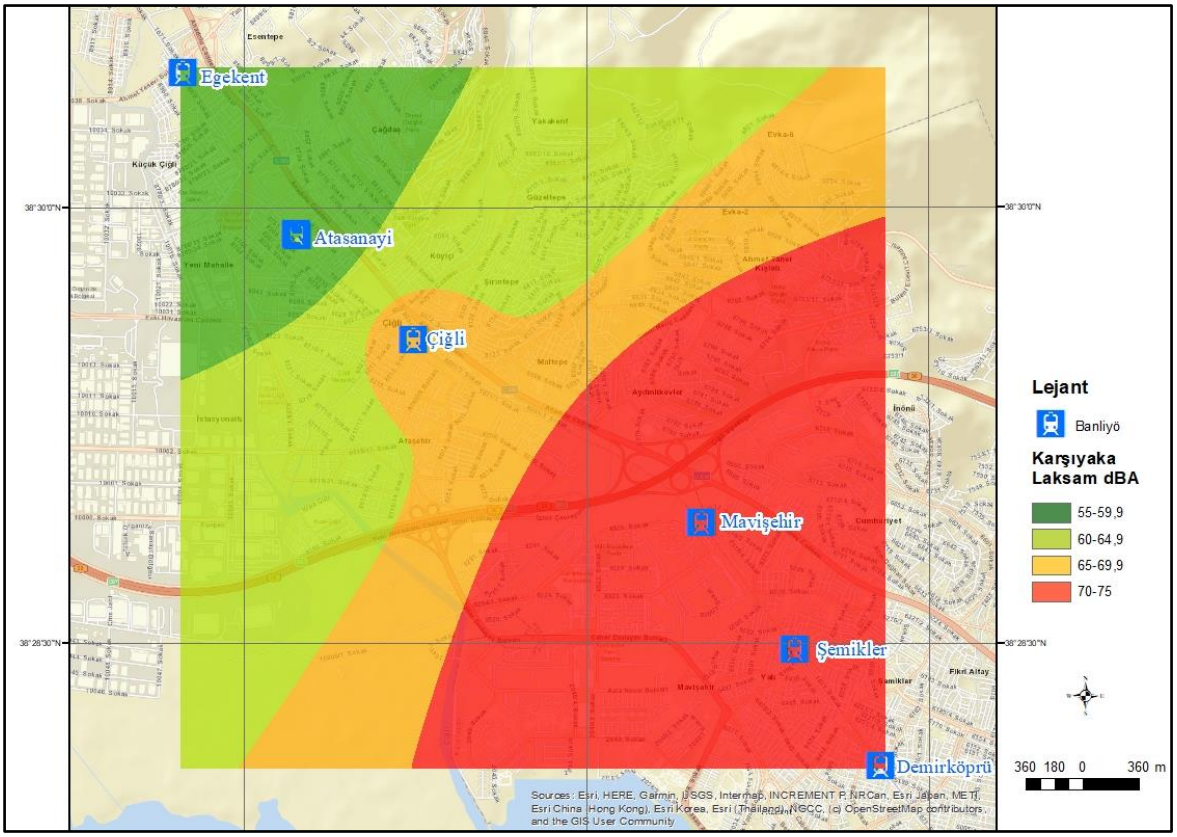
Harita 5.1. Buca ilçesi gürültü kirliliği haritası

Karşıyaka ve Çiğli ilçelerinden geçen Demirköprü, Şemikler, Mavişehir, Çiğli, Atasanayi ve Egekent duraklarında yapılan ölçüm sonuçları harita 2-3-4'te analiz edilmiştir. Harita 2'de görüldüğü gibi analiz sonucunda 65 dB(A) olan gündüz sınır değeri Mavişehir, Şemikler ve Demirköprü bölgesinde aşıldığı saptanmıştır.



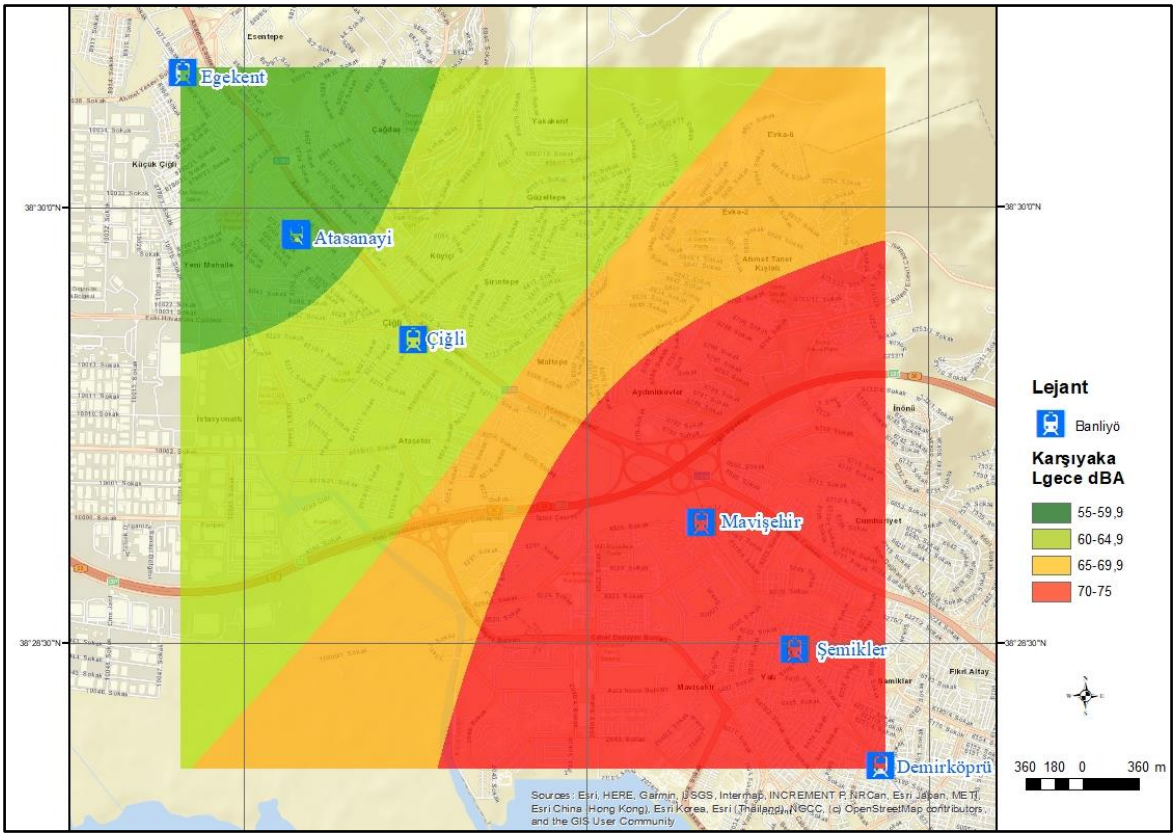
Harita 5.2. Karşıyaka-Çiğli ilçesi gündüz gürültü kirliliği haritası

Harita 5.3'te akşam gürültüsü Egekent-Atasanayi bölgesinde akşam gürültüsü sınır değerlerde kalmasına rağmen Çiğli, Mavişehir, Şemikler ve Demirköprü duraklarında akşam gürültüsü yönetmelik sınır değerleri aşılmaktadır. İZBAN hattının paralel ve kesişiminde bulunan karayolları da bölgedeki gürültü kirliliğinin daha fazla hissedilmesine neden olmaktadır.



Harita 5.3. Karşıyaka-Çiğli ilçesi akşam gürültü kirliliği haritası

Harita 5.4'te gece 55 dB(A) olması gereken demiryolu gürültüsü Demirköprü-Egekent arasında 55 dB(A)'yı aştığı görülmektedir. Mavişehir-Demirköprü arasında yaklaşık 15 dB(A) sınır değer aşılmıştır. Bunun sebebinin Mavişehir hinterlantındaki konutlaşmanın fazla olması ve ana artel karayollarının keşisiminde bulunduğundan, bölge halkının gürültüyü daha fazla hissetmesine sebep olmaktadır.



Harita 5.4. Karşıyaka-Çiğli ilçesi gece gürültü kirliliği haritası

5.3. Gürültü Kirliliği ve Titreşimin Arazi Kullanım Yönünden Değerlendirilmesi

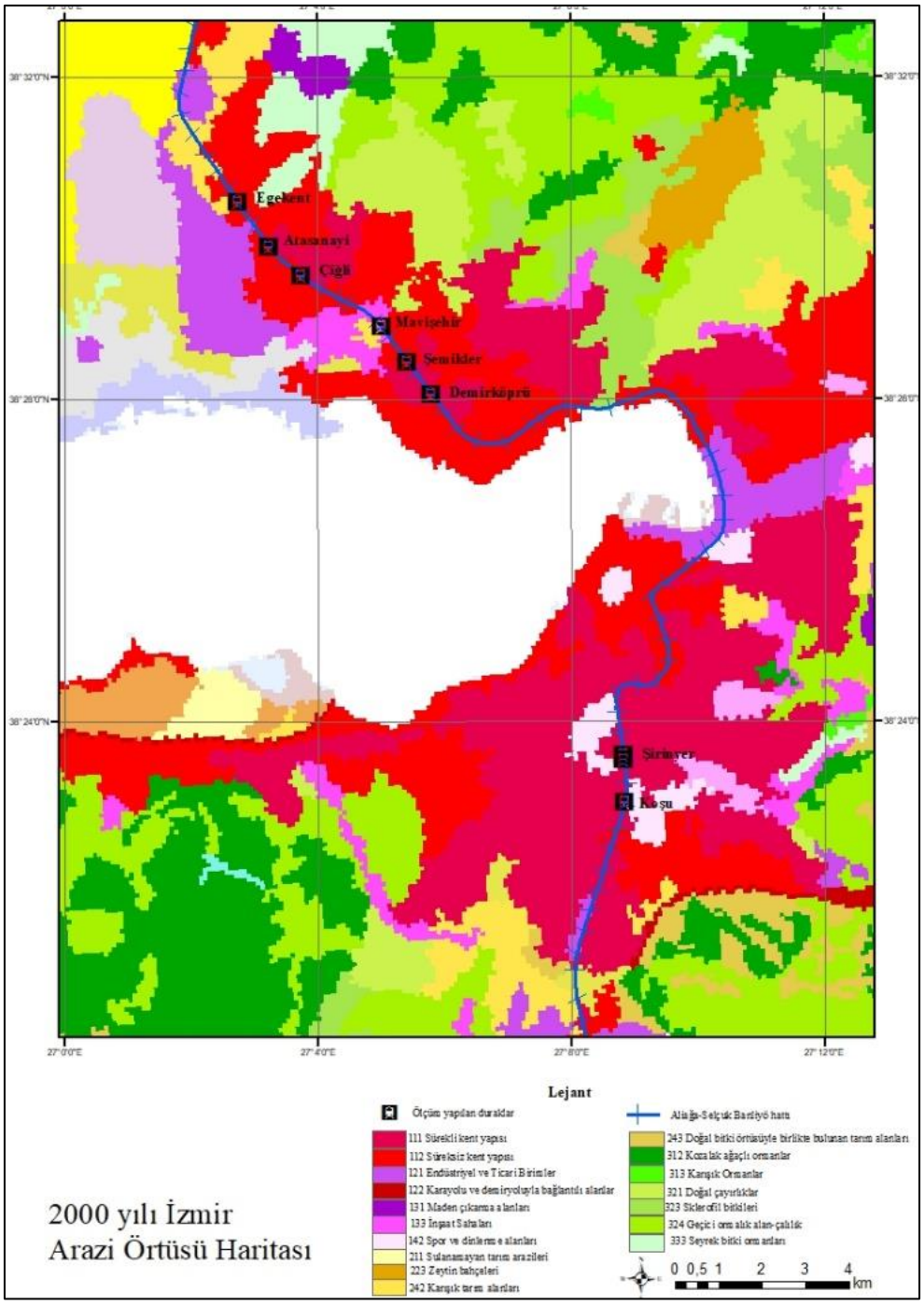
Çalışmada İZBAN hattının arazi örtüsüne etkisi incelenmiştir. Buca ve Karşıyaka ilçelerinde bulunan İZBAN hattı 30 Ağustos 2010 yılında işletmeye açılmıştır. İşletmeye açıldıktan sonra bölgenin arazi kullanımına etkisini analiz edebilmek için işletmeye açılmadan önceki 10 yıl ve günümüzdeki durumu karşılaştırılacağı için 2000-2018 yıllarına ait bölgenin arazi kullanım haritalarından faydalanılmıştır. İZBAN hattının kapladığı alan dikkate alınarak; CLC2000, CLC2006, CLC2012 ve CLC2018 yıllarına ait Corine arazi örtüsü verilerinden arazi kullanım tipi ve değişimleri ArcMap programından yapılan temel mekânsal analiz işlemleriyle tespit edilmiştir (Harita 5,6,7,8).

Haritalardaki arazi kullanım tipleri AÇA'nın tanımlamasına göre şu şekilde numaralandırılmıştır;

111 Sürekli kent yapısı
112 Süreksiz kent yapısı
121 Endüstriyel ve Ticari Birimler

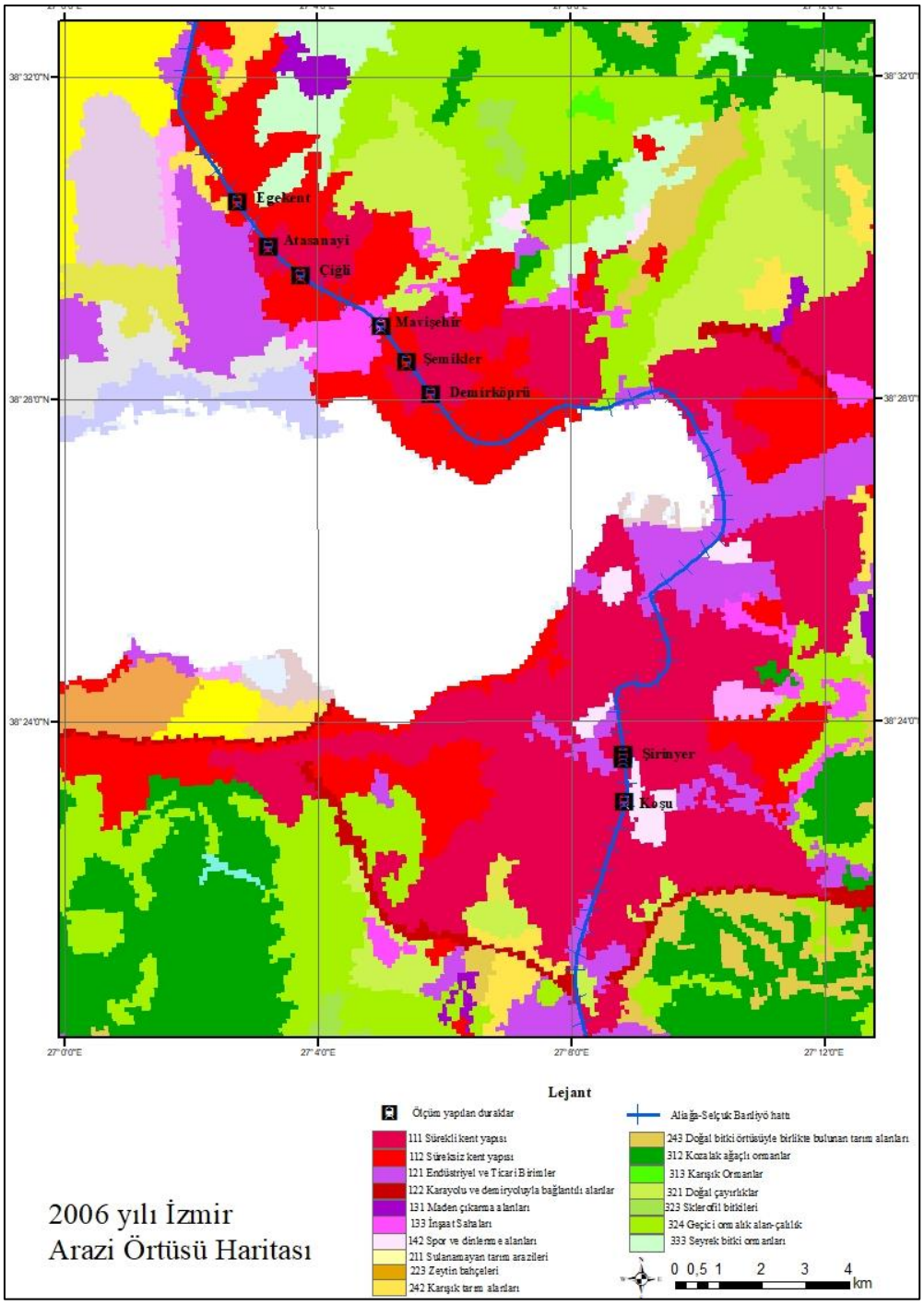
122 Karayolu ve demiryoluyla bağlantılı alanlar
131 Maden çıkarma alanları
133 İnşaat Sahaları
142 Spor ve dinlenme alanları
211 Sulanamayan tarım arazileri
223 Zeytin bahçeleri
242 Karışık tarım alanları
243 Doğal bitki örtüsüyle birlikte bulunan tarım alanları
312 Kozalak ağaçlı ormanlar
313 Karışık Ormanlar
321 Doğal çayırlıklar
323 Sklerofil bitkileri
324 Geçici ormanlık alan-çalılık
333 Seyrek bitki ormanları

Yapılan mekânsal analizler harita 5,6,7 ve 8'de açıklandığı gibidir. Bu mekânsal analizler sonucunda raylı sistemlerin bölge gelişimine katkı sağladığı ve ev, iş, okul gibi yolculuklarda kolaylık sağlamasından ötürü, demiryolu hattının hinterlantındaki konutlaşmayı da arttırdığı saptanmıştır. 2000'li yıllarda tarım alanı veya yeşil alan olarak kullanılan araziler ihtiyaçlar doğrultusunda konut, sanayi ve bağlantı yollarına dönüşmüştür. Bu değişim uzun vadede, özellikle konutlaşmanın arttığı bölge halkı için, ulaşım gürültüsüne bağlı hastalıklara yakalanma açısından risk teşkil etmektedir.



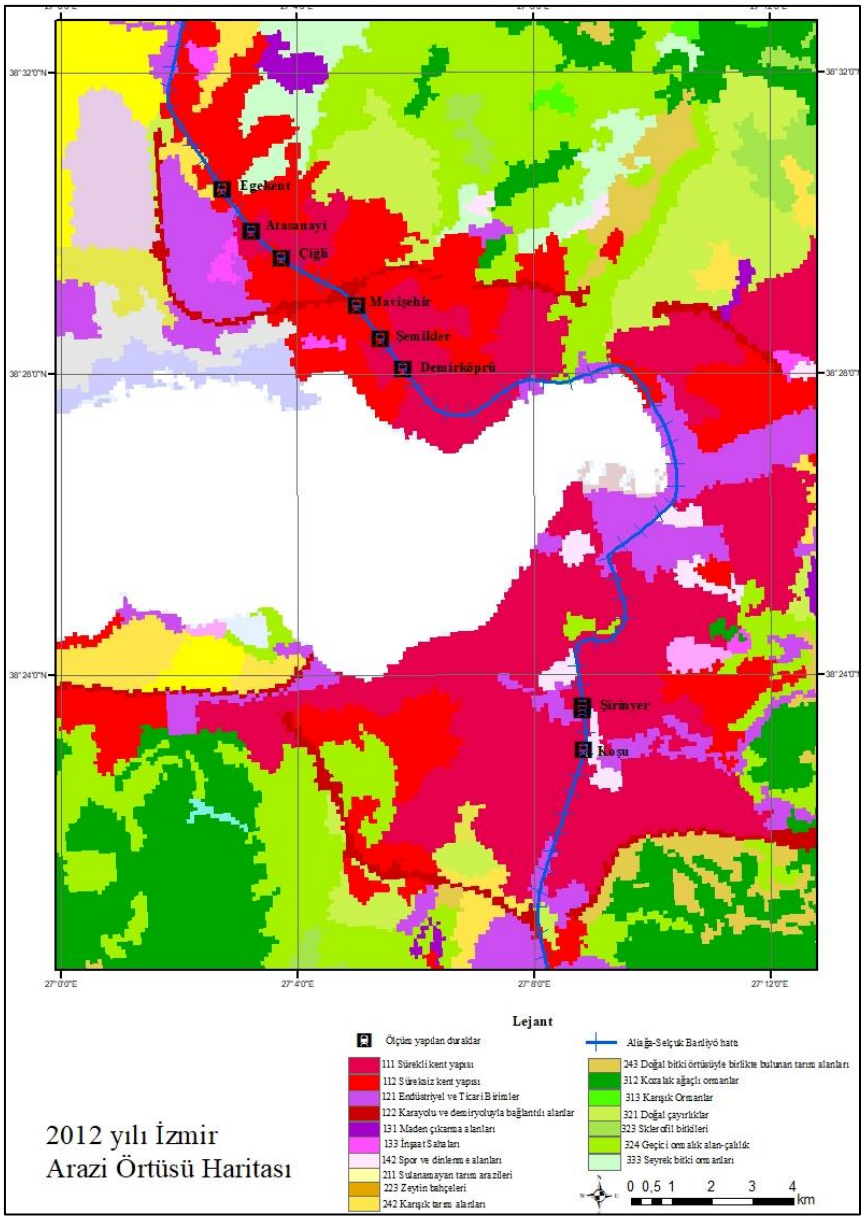
Harita 5.5. 2000 yılı arazi kullanım haritası

2000 yılı arazi örtüsü haritası 1\100.000 ölçeğinde Arcmap ile hazırlanmıştır. Harita 5.5'te görüleceği üzere çalışma alanı hinterlandındaki alanın arazi kullanımı şu şekildedir. Şirinyer-Koşu arasında sürekli kent dokusu ve spor ve dinlenme alanları bulunmaktadır. Egekent-Demirköprü duraklarının hinterlandındaki arazi incelediğimizde ise; sürekli-süreksiz kent dokusu, inşaat alanları, karışık tarım alanları, doğal çayırlıklar ile endüstriyel ve ticari birimlerin olduğu kent dokusu gözlemlenmektedir.



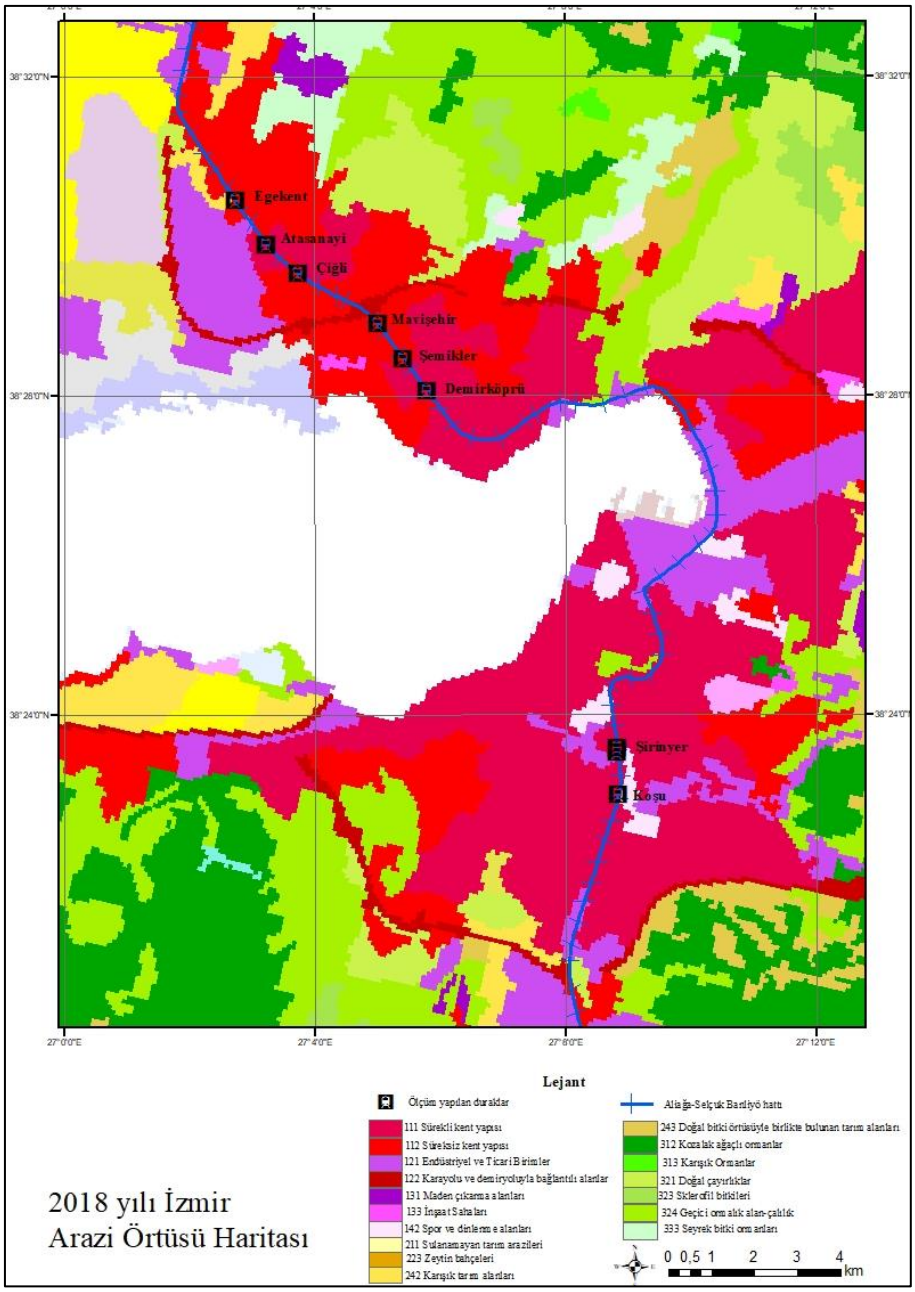
Harita 5.6. 2006 yılı arazi kullanım haritası

2006 yılı arazi örtüsü haritası 1\100.000 ölçeğinde Arcmap ile hazırlanmıştır. Harita 5.6'da görüleceği üzere çalışma alanı hinterlandındaki 2000 yılından 2006 yılına şu şekilde değiştiği gözlemlenmiştir. Şirinyer-Koşu arasında spor ve dinlenme alanlarının bir kısmı endüstriyel ve ticaret birimine dönüşmüştür. Egekent-Demirköprü hinterlantında ise Mavişehir bölgesinde bulunan karışık tarım alanları, inşaat alanlarına dönüşmekle birlikte Atasanayi-Çiğli hattındaki sürekli kent dokusu artmıştır.



Harita 5.7. 2012 yılı arazi kullanım haritası

2012 yılı arazi örtüsü haritası 1\100.000 ölçeğinde Arcmap ile hazırlanmıştır. Harita 5.7'de görüleceği üzere çalışma alanı hinterlandındaki 2006 yılından 2012 yılına şu şekilde değiştiği gözlemlenmiştir. Koşu hinterlandında spor ve dinlenme alanlarının bir kısmının endüstriyel ve ticaret birimine dönüştüğü gözlemlenmektedir. Mavişehir bölgesinde bulunan inşaat alanlarının süreksiz kent dokusuna dönüşmekle birlikte banliyö hattını 90 derece kesen karayolu hattının işletmeye açıldığı gözlemlenmektedir. Bu aynı zamanda bölgenin gürültü kirliliği haritalarında da gürültü seviyesinin aşılmasına neden olan noktalardan bir tanesidir. Atasanayi bölgesindeki bazı endüstriyel alanların yeniden inşaat alanlarına dönüştüğü gözlemlenmiştir.



Harita 5.8. 2018 yılı arazi kullanım haritası

2018 yılı arazi örtüsü haritası 1\100.000 ölçeğinde Arcmap ile hazırlanmıştır. Harita 5.8'de görüleceği üzere çalışma alanı hinterlandındaki 2012 yılından 2018'e şu şekilde değiştiği gözlemlenmiştir. Şirinyer-Koşu arasında arazi kullanım dokusunda bir değişim gözlemlenmemiştir. Atasanayi hinterlantında endüstriyel ve ticaret birimlerinde yapılan inşaatlar tamamlanmış olup bölgenin arazi dokusu bir önceki döneme göre pek değişmemiştir. İZBAN hattının 2010 senesinde işletmeye açıldığını göz önünde bulundurursak, hat açıldıktan yaklaşık 8 yıl sonra bölgenin arazi dokusunun yeni değişikliklere pek izin vermediği gözlemleyebiliriz.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gürültü kirliliği dünyadaki çevresel sorunların neredeyse başını çeken ciddi bir çevre problemidir. Demiryollarından kaynaklanan gürültü kirliliği de ulaşımdan kaynaklanan çevre sorunlarının alt dalını oluşturmaktadır. İnsanlarda fiziksel, psikolojik, fizyolojik ve iş gücü performansı bakımından negatif etkileri bilinmekte ve bu negatif etkilerin azaltılması için bölge arazi kullanımının demiryolu kaynaklı değişimi hattın açılmasından önceki on yıl ve sonrası sekiz yıl olacak şekilde 2000-2018 yılları arasındaki periyotta incelenmiştir. İnceleme sonucunda raylı sistemlerin neden olduğu gürültü kirliliğinin, AB yönetmeliklerinden END ve Türkiye'nin kullandığı ÇGDYY'de belirtilen sınır değerlere hangi oranda uyulduğu araştırılmıştır. IDW metoduyla da çalışma alanının gürültü kirliliği haritası oluşturulmuştur. Çok kısıtlı bir bölgede yapılmasına karşın gürültü kirliliğinden kaynaklanan aşım yer yer %17 seviyesinde olduğu gözlemlenmiştir. Bu değer WHO'nun öngördüğü değerlerin üzerinde olmasının yanında ÇGDYY ve END yönetmeliklerince de uygun seviyede olmadığı saptanmıştır.

Bunun yanında araştırmada arazi kullanımının değişimine bakıldığı zaman içinde demiryolu hattının inşası ve bölgenin gelişmesiyle inşaat alanları artmıştır. 2012-2018 yıllarına gelindiğinde arazi kullanımında değişimler artık neredeyse hiç denecek kadar az görülmektedir. Bunun sebebi demiryolu yatırımlarının bölgenin gelişiminin belli bir doygunluğa ulaştıktan sonra arazi kullanımın tipinin değişmesine imkân vermemesi ve toplumun geneline hizmet edebilmesidir. Bu bağlamda çalışma bulgularından da anlaşılacağı üzere 2012 yılından sonra bölgede çok sınırlı alanların arazi kullanım tipi değişmiştir.

Bu çalışmada raylı sistemlerin neden olduğu gürültü kirliliği ve titreşim araştırılmış olup, bölgede titreşim ölçümlerinin yapılamaması çalışmamın kısıtlılığını oluşturmuştur. Titreşimin insan sağlığına olumsuz etkilerinin yanında yapısal hasarlara da neden olabileceğini bilinmektedir. Yapılacak diğer çalışmalarda gürültü kirliliği ve arazi kullanımının yanında, titreşim ölçümleri de yapılarak bölgedeki yapılara verebileceği hasarlar net şekilde tespit edilebilir. Ayrıca ölçümlerin 8 durakta yapılması IDW yöntemiyle haritalandırmamızı sağlamıştır. Daha fazla noktada daha hassas ölçümlerin yapılması gürültü kirliliği haritalandırmasının farklı yöntemlerle daha hassas bir şekilde oluşturulmasına imkan verecektir.

Çalışmadan çıkan sonuçları özetleyecek olursak;

-Değerlendirilen saha ölçümleri sonucunda çalışma bölgesinde %17 gibi bir oranda ÇGDYY ve END yönetmeliklerinde belirtilen gürültü sınır değeri aşılmıştır.

-Arazi kullanım tipinde 2000-2012 yılları arasında bazı bölgelerdeki tarım ve yeşil alanların, inşaat alanlarına ve sonrasında sürekli-süreksiz kent dokusu ile endüstriyel ve ticaret birimi olarak değiştiği gözlemlenmektedir. Bu değişimlere neden olan sebepler arasında 2010 senesinde işletmeye açılan İZBAN banliyö hattının etkisinin de olduğu düşünülmektedir. Çünkü demiryolu hinterlantındaki bölgenin geliştiği saptanmıştır.

-Titreşimin yapısal hasarlara neden olduğu bilinmektedir bu çalışmada her ne kadar titreşim ölçümlerine ulaşılamasa da mevzuata uygunluğu kontrol edilmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır.

Çalışma Metropol ve liman kenti İzmir'de yapılmış olmasıyla Metropol kentler için örnek teşkil etmektedir. Bunun yanında her kent sosyo-kültürel ve ekonomik yapısını göz önünde bulundurarak çalışmayı kendi bölgesine uyarlayabilir. Çünkü gürültü kirliliği toplumun geneline negatif etkilerinin olduğu saptanmış çevre kirliliğidir. Bu yüzden kentler demiryolu planlamasını yapmadan önce gürültü kirliliği ve titreşimin etkilerini hesaba katarak ve yönetmelik sınır değerleri göz önünde bulundurularak tasarlanır ise hem raylı sistemlerin çevresindeki gürültü kirliliği ve titreşim problemlerinin önüne geçilmekle birlikte; arazinin verimli kullanılması sağlanacaktır. Ayrıca demiryolunun ilk yatırım maliyeti çok yüksek olması ve proje değişikliklerinin de inşaat aşamasından sonra çok zor olması, gürültü kirliliği ve titreşimin her projede hassasiyetle hesaba katılmasının gerekliliğini ortaya koymuştur.

Sonuç olarak, demiryolu sistemleri projelendirilmesi-inşası-işletilmesi süreçleri tasarlanırken dünyadaki önemli çevresel sorunlarının başını çeken gürültü kirliliği göz ardı edilmemelidir. Gürültü kirliliği yönetmeliklerindeki sınır değerlere uygun ve demiryolu hinterlandındaki arazi kullanım tiplerinin amacına doğrultusunda kullanılması kentlerin sürdürülebilirliği için gereklidir.

KAYNAKLAR

1. Kurra, S. (2009). *Çevre gürültüsü ve yönetimi (Cilt I.).* İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Yayınları, 55-99.

2. Murphy, E., and King, E. (2014). *Environmental noise pollution: Noise mapping, public health, and policy*. USA: Newnes Elsevier Publications, 123-138.

3. Kalawapudi, K., Singh, T., Dey, J., Vijay, R., and Kumar, R. (2020). Noise pollution in Mumbai Metropolitan Region (MMR): An emerging environmental threat. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(2), 1-20.

4. Ghotbi, M. R., Monazzam, M. R., Baneshi, M. R., Asadi, M., and Fard, S. M. B. (2012). Noise pollution survey of a two-storey intersection station in Tehran metropolitan subway system. *Environmental Monitoring and Assessment*, *184*(2), 1097-1106.

5. Kurra, S. (2009). *Çevre gürültüsü ve yönetimi (Cilt II.).* İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Yayınları, 295-321.

6. Kurra, S. (2009). *Çevre gürültüsü ve yönetimi (Cilt III.).* İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Yayınları, 405-438.

7. Ko, J. H., Chang, S. I., Kim, M., Holt, J. B., and Seong, J. C. (2011). Transportation noise and exposed population of an urban area in the Republic of Korea. *Environment International*, *37*(2), 328-334.

8. Murphy, E., and King, E. A. (2010). Strategic environmental noise mapping: Methodological issues concerning the implementation of the EU Environmental Noise Directive and their policy implications. *Environment International*, *36*(3), 290-298.

9. Farcaş, F., and Sivertunb, A. (2010). Road traffic noise: GIS tools for noise mapping and a case study for Skane region. *Sweden: Citeseer*, 34-44.

10. Stoter, J., De Kluijver, H., and Kurakula, V. (2008). 3D noise mapping in urban areas. *International Journal of Geographical Information Science*, *22*(8), 907-924.

11. Harman, B. I., Koseoglu, H., and Yigit, C. O. (2016). Performance evaluation of IDW, Kriging and multiquadric interpolation methods in producing noise mapping: A case study at the city of Isparta, Turkey. *Applied Acoustics*, 112, 147-157.

12. Aktem, S. (2020, 18 Mart). *TCDD Ses Perdesi Projeleri; 2017-2018 mail yoluyla iletişim.* TCDD 3. Bölge Demiryolu Bakım Servis Müdürlüğü, İzmir.

13. Çevresel gürültünün değerlendirilmesi ve yönetimi yönetmeliği. (2010, 4 Haziran). *Başbakanlık Basımevi,* s. 27601.

14. Directive, E. U. (2002). Directive 2002/49/EC of the European parliament and the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise. *Official Journal of the European Communities*, 189, 18-21.

15. İnternet: Land Cover Flows Based On Corine Land Cover Accounting Layers (2000-2018). URL: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/land-cover-flows-based-on. Son Erişim Tarihi: 03.01.2020.

16. Özgen, Ö. (2011). *Demiryolu Gürültüsü ve Etkili Önlemlerin İncelenmesi*. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 12-21.

17. Thompson, D. (2008). *Railway noise and vibration: mechanisms, modelling and means of control*. UK: Elsevier Publications, 2-10.

18. Sarikavak, Y., and Boxall, A. (2019). The Impacts of Pollution for New High-Speed Railways: the Case of Noise in Turkey. *Acoustics Australia*, *47*(2), 141-151.

19. Torun, F. E., ve Bilgül, Z. Demiryollarından Kaynaklanan Çevresel Gürültü ve Erzurum İli Örneği. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *4*(4), 67-74.

20. Bunn, F., and Zannin P. H. T. (2016). Assessment of railway noise in an urban setting. *Applied Acoustics*, 104, 16-23.

21. Yener, H.M. (2017). *Ulaşımdan Kaynaklı Gürültü Rahatsızlığı: İzmir Örneği.* Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 3-18.

22. Licitra, G., and Ascari, E. (2014). Gden: An indicator for European noise maps comparison and to support action plans. *Science of the Total Environment*, 482, 411-419.

23. Öztürk, Z., ve Arlı, V. (2009). *Demiryolu mühendisliği*. İstanbul: İstanbul Ulaşım A.Ş Yayınları, 124-144.

24. İnternet: T5 (Eminönü-Alibeyköy Cep Otogarı) Tramvay Hattı. URL: https://www.ibb.istanbul/News/Detail/34284. Son Erişim Tarihi: 07.03.2021.

25. İnternet: T5 Cibali-Alibeyköy Cep Otogarı Tramvay Hattı. URL: https://web.archive.org/web/20210116151725/https://www.metro.istanbul/Hatlarimiz/HatDetay?hat=T5. Son Erişim Tarihi: 07.03.2021.

26. Tsai, K. T., Lin, M. D., and Lin, Y. H. (2019). Noise exposure assessment and prevention around high-speed rail. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16(8), 4833-4842.

27. Xiaoan, G. (2006). Railway environmental noise control in China. *Journal of Sound and Vibration*, 293(3-5), 1078-1085.

28. Harman, B. I., Koseoglu, H., and Yigit, C. O. (2016). Performance evaluation of IDW, Kriging and multiquadric interpolation methods in producing noise mapping: A case study at the city of Isparta, Turkey. *Applied Acoustics*, 112, 147-157.

29. Murat, O., and Ebru, S. E. (2016). Determination of Traffic noise pollution of the city of Tekirdag. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 17(4), 1276-1284.

30. Clausen, U., Doll, C., Franklin, F. J., Franklin, G. V., Heinrichmeyer, H., Kochsiek, J., and Sieber, N. (2012). Reducing railway noise pollution. *Brussels: European Parliament, Directorate-General for Internal Policies*, 47-68.

31. Oyedepo, S. O., Adeyemi, G. A., Olawole, O. C., Ohijeagbon, O. I., Fagbemi, O. K., Solomon, R., and Nwaokocha, C. N. (2019). A GIS–based method for assessment and mapping of noise pollution in Ota metropolis, Nigeria. *MethodsX*, 6, 447-457.

32. Taghizadeh, R., Zare, M., and Zare, S. (2013). Mapping of noise pollution by different interpolation methods in recovery section of Ghandi telecommunication Cables Company. *Journal of Occupational Health and Epidemiology*, 2(1), 1-11.

33. Moteallemi, A., Bina, B., Minaei, M., and Mortezaie, S. (2017). The Evaluation of noise pollution at Samen district in Mashhad, Khorasan Razavi Province, Iran using Geographic Information System. *International Journal of Occupational Hygiene*, 9(4), 179-185.

34. Mehdi, M. R., Kim, M., Seong, J. C., and Arsalan, M. H. (2011). Spatio-temporal patterns of road traffic noise pollution in Karachi, Pakistan. *Environment International*, 37(1), 97-104.

35. Xie, D., Liu, Y., and Chen, J. (2011). Mapping urban environmental noise: a land use regression method. *Environmental Science and Technology*, 45(17), 7358-7364.

36. Koca, Y. K., Doran, İ., ve Kılıç, T. (2009). *Arazi sınıflandırma yöntemi CORINE'e eleştirel bir yaklaşım.* Türkiye: TÜCAUM V. Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 71-80.

37. Yüksel, T., ve Öztürk, Z. (2018, 10-12 Ekim). *Demiryolu gürültüsü ve bariyerlerin gürültüyü azaltma etkisinin incelenmesi.* 4. Uluslararası Raylı Sistemler Mühendisliği Sempozyumunda (ISERSE'18) sunuldu, Karabük.

38. İnternet: Bartın Üniversitesi Ses ve Gürültü Kirliliği 2019/2020 Ders Notları. URL: https://cevre.bartin.edu.tr/dokumanlar/ders-notlari.html. Son Erişim Tarihi: 20.05.2021.

39. Bilgen, İ. (2017). *Nevşehir İl Merkezinde Trafik Kaynaklı Gürültü Düzeyleri Ölçümü ve Gürültü Haritasının Hazırlanması*. Yüksek Lisans Tezi Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir, 2-26.

40. Bilgiç, E., ve Aksulu, M. (2013, 26-28 Eylül). *Raylı ulaşım sistemlerinde oluşan akustik gürültü ve ray parametreleri ilişkisi*. VIII. Ulusal Ölçümbilim Kongresinde sunuldu, Kocaeli.

41. İnternet: Raylı Sistemlerde Titreşim, Matematiksel Modelleme ve Görsel Analiz. URL: https://www.slideshare.net/ahmetoven87/rayli-sistemlerdetitresimmatematikselmodellemevegorselanalizinteractivephysicslibre-4-1. Son Erişim Tarihi: 19.04.2021

42. Oertli, J. (2015). *Railway noise control in Europe: current status. In noise and vibration mitigation for rail transportation systems.* Berlin, Heidelberg: Springer, 1-6.

43. Schäffer, B., Brink, M., Schlatter, F., Vienneau, D., and Wunderli, J. M. (2020). Residential green is associated with reduced annoyance to road traffic and railway noise but increased annoyance to aircraft noise exposure. *Environment International*, 143, 7-13.

44. Akdemir, Ü. Ö., ve Akdemir, A. Gürültü Seviyesi Ölçümlerinde Akıllı Telefon Uygulamaları. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi,* 34(4), 71-78.

45. İnternet: An Overwiew on Noise Pollution and Control in Hong Kong. URL: https://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/noise/noise_maincontent.html, Son Erişim Tarihi: 18.06.2021.

46. Özmen, P,Ö. (2018). *Şehirdışı Karayollarından Kaynaklanan Gürültünün Önlenmesi Yöntemlerinin Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 3-38.

47. İnternet: The Future of Rail Opportunities for Energy and The Environment. URL: https://iea.blob.core.windows.net/assets/fb7dc9e4-d5ff-4a22-ac07-ef3ca73ac680/The_Future_of_Rail.pdf, Son Erişim Tarihi: 18.06.2021.

48. İnternet: Railway Noise in Europe State of The Art Report. URL: https://uic.org/IMG/pdf/railway_noise_in_europe_state_of_the_art_report.pdf. Son Erişim Tarihi: 06.06.2021.

49. İnternet: Ulaşan ve Erişen Türkiye 2018 Demiryolu. URL: https://www.uab.gov.tr/uploads/pages/demiryolu/demiryolu.pdf. Son Erişim Tarihi: 18.05.2021.

50. İnternet: Gürültünün İnsan Psikolojisi Üzerine Etkileri. URL: https://haliccevre.com/gurultunun-insanpsikolojisi-uzerindeki-etkileri. Son Erişim Tarihi: 20.05.2021.

51. Brink, M., Schäffer, B., Vienneau, D., Foraster, M., Pieren, R., Eze, I. C.and Wunderli, J. M. (2019). A survey on exposure-response relationships for road, rail, and aircraft noise annoyance: Differences between continuous and intermittent noise. *Environment International*, 125, 277-290.

52. Tassi, P., Rohmer, O., Schimchowitsch, S., Eschenlauer, A., Bonnefond, A., Margiocchi, F., and Muzet, A. (2010). Living alongside railway tracks: Long-term effects of nocturnal noise on sleep and cardiovascular reactivity as a function of age. *Environment International*, 36(7), 683-689.

53. Tonne, C., Mila, C., Fecht, D., Alvarez, M., Gulliver, J., Smith, J., and Kelly, F. (2018). Socioeconomic and ethnic inequalities in exposure to air and noise pollution in London. *Environment International,* 115, 170-179.

54. Schäffer, B., Brink, M., Schlatter, F., Vienneau, D., and Wunderli, J. M. (2020). Residential green is associated with reduced annoyance to road traffic and railway noise but increased annoyance to aircraft noise exposure. *Environment International*, 145, 1-10.

55. Cerletti, P., Eze, I. C., Schaffner, E., Foraster, M., Viennau, D., Cajochen, C., and Probst-Hensch, N. (2020). The independent association of source-specific transportation noise exposure, noise annoyance and noise sensitivity with healthrelated quality of life. *Environment International,* 145, 1-10.

56. Eze, I. C., Foraster, M., Schaffner, E., Vienneau, D., Pieren, R., Imboden, M., and Probst-Hensch, N. (2020). Incidence of depression in relation to transportation noise exposure and noise annoyance in the SAPALDIA study. *Environment International,* 144, 1-8.

57. Özmen, A. (2014). *Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik Hükümlerinin Örneklerle ve Saha Uygulamalarıyla Açıklanması.* İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, ÇSGB İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, 151, 4-13.

58. İnternet: Railway Engineering: An Integral Approach Delf University. URL: https://www.edx.org/course/railway-engineering-an-integral-approach-2. Son Erişim Tarihi: 26.05.2021.

59. İnternet: Şirinyer-Koşu ve Çiğli-Egekent hattı Google Earth Görünümü. URL: https://earth.google.com/web/@38.48210419,27.09213892,5.46576947a,7098.589634 7 8d,35y,0.00289999h,0t,0r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=tr. Son Erişim Tarihi: 12.02.2021.

60. İnternet: Number of People Exposed to Average day, evening, night Noise Levels. URL: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/number-of-peopleexposed-to-2#tab-chart_1. Son Erişim Tarihi: 11.03.2021.

61. İnternet: TÜİK Nüfus Verileri. URL: https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr. Son Erişim Tarihi: 25.05.2020.

62. İnternet: Sayılarla İzmir. URL: http://www.izka.org.tr/tr/dokuman-merkezi. Son Erişim Tarihi: 21.07.2020.

EKLER

EK-1. ÇGDYY de Geçen raylı sistemlerle ilgili maddeler

4 Haziran 2010 CUMA Resmî Gazete Sayı : 27601

YÖNETMELİK

Çevre ve Orman Bakanlığından:

ÇEVRESEL GÜRÜLTÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİ VE

YÖNETİMİ YÖNETMELİĞİ

Demir yolu ulaşım araçlarında uyulması gereken şartlar

MADDE 10 – (1) Banliyö ve şehirlerarası trenler ile ağır ve hafif metroların dış gürültü seviyeleri ile yolcu ve tren çalışanlarının kulak sağlığı ve konforu açısından iç gürültü ve vagon içi titreşim seviyelerine ilişkin düzenlemeleri 9/4/1987 tarihli ve 3348 sayılı Ulaştırma Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun hükümleri uyarınca Ulaştırma Bakanlığı yapar.

Raylı sistem çevresel gürültü kriterleri

MADDE 19 – (1) Raylı sistemlerden kaynaklanan gürültü seviyesi ve gürültünün önlenmesine ilişkin kriterler aşağıda belirtilmiştir:

a) Raylı ulaşım sistemlerinden çevreye yayılan gürültü seviyesi Lgündüz 65 dBA, Lakşam 60 dBA ve Lgece 55 dBA sınır değerlerini aşamaz.

b) Hafif raylı sistemlerin yer altından geçtiği kapalı alanlar ile yer üstünden geçtiği alanlarda; bekleme, iniş ve biniş platformlarında, istasyonlarda ve havalandırma kanallarında zaman dilimine bağlı olarak oluşabilecek Leq cinsinden çevresel gürültü sınır değerleri Ek-VII'de yer alan Tablo-2'deki değerleri aşamaz.

c) Hafif raylı sistemlerin yer altından geçtiği yerlerde istasyon boş iken 500 Hz'de maksimum çınlama süresi proje hedef değeri için 1.4, kabul değeri için ise 1.6 saniye olur. Kent içi ve dışında hafif raylı ulaşım sisteminin gürültüye hassas alanlardan geçtiği yerlerde gürültü perdeleme teknikleri dikkate alınarak etkin ve uygulanabilir tedbirler alınır.

Tablo-2: Hafif Raylı Sistemler İçin Çevresel Gürültü Sınır Değerleri

Yer altı İstasyonları		**L_{eq} (dBA)**	**Yerüstü İstasyonları**		**L_{eq} (dBA)**
Gişeler, merdivenler, koridorlar		55	**Platformlar (platform kenarından 1,8 m)**	Duran ve kalkan trenler için	70
Platformlar (platform kenarından 1,8 m)	Duran ve kalkan trenler için	80		Geçen Trenler	75
	Geçen Trenler	85		Çalışır durumda bekleyen trenler için	65
	Çalışır durumda bekleyen trenler için	65			
İstasyon içinde Havalandırma sistemi		55			
Caddelerde havalandırma kanalları (9.0 m'de)		55			
İstasyon içinde kapalı hacimlerde bulunan acil havalandırma fanları (22.5 m.'de)		80			

EK-1. (devam) ÇGDYY de geçen raylı sistemlerle ilgili maddeler

5. ÇEVRESEL TİTREŞİM SEVİYESİ İÇİN DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ:

Maden ve taş ocakları ile benzeri alanlarda patlama nedeniyle oluşacak çevresel titreşimler ve inşaatlarda kazık çakma ve benzeri titreşim yaratacak operasyonlar ile ağır inşaat makinelerinin neden olacağı titreşimler; en yakın çok hassas kullanımların dışında zeminde ve üç yönde yapılır. Bunlardan en yüksek olanı alınır. Titreşimler tepe değeri olarak ölçülür.

Konut ve ofis olarak kullanılan binalarda, makine ve teçhizatın (elektrik motoru, pompa, fan ve benzeri) neden olacağı titreşimler ile çok hassas kullanımların yakınında bulunan demir yolu ve kara yolu ulaşım araçları ile sanayi tesislerinin çok hassas kullanımlarda yaratacağı titreşimler; titreşimin en fazla olduğu odada ve noktada üç yönde yapılır ve en yüksek değer esas alınır. Titreşimler rms değeri olarak ölçülür.

6. SEVİYE AYARLAMASI:

6.1. Yerleşim alanı gürültü haritasının ve eylem planlarının hazırlanması safhasında Lgündüz ve Lgag için aşağıda yer alan seviye ayarlamaları yapılabilir. Sadece her bir kaynak bazında değerlendirme yapılacaksa seviye ayarlamasına gerek yoktur.

a) Endüstri için : 0
b) Karayolu için : 0
c) Uçak için : 3
ç) Demiryolu için:-3 eklenerek seviye ayarlaması yapılır.

6.2. Ölçülen ya da hesaplamayla bulunan gürültü değerine, gürültünün türüne ya da belirgin olarak duyulan bir frekansın varlığına bağlı olarak seviye ayarlaması yapılır.

7. Aksi belirtilmedikçe bu Yönetmeliğin 18,19,20,21,22,23 ve 24 üncü maddelerdeki sınır değerler ilgili tablolarda 4 kategoride verilen alanlarda yer alan ve gürültü kaynağına en yakın konut, hastane, okul, işyeri ve/veya diğer yapıların dışında sağlanması gereken değerlerdir.

8. Bu Yönetmeliğin 4 üncü maddesi (üü) bendinde yer alan sınır değer tanımı ile ilgili olarak; kara yolu, demir yolu, hava yolu trafiği gürültüleri, sanayi menşeli gürültüler ve benzeri gibi farklı gürültü türleri, farklı alanlar ve nüfusların farklı gürültü hassasiyetleri için, farklı sınır değerler olabilir. Bu sınır değerler, gürültü kaynağı veya muhitin kullanım maksadı açısından bir değişiklik olması halinde, mevcut ve yeni durumlar için de farklılık gösterebilir.

EK-2. END raylı sistemlerle ilgili maddeler

ANNEX I

NOISE INDICATORS

referred to in Article 5

1. **Definition of the day-evening-night level L_{den}**

The day-evening-night level L_{den} in decibels (dB) is defined by the following formula:

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24}\left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night}+10}{10}}\right)$$

in which:

— L_{day} is the A-weighted long-term average sound level as defined in ISO 1996-2: 1987, determined over all the day periods of a year,

— $L_{evening}$ is the A-weighted long-term average sound level as defined in ISO 1996-2: 1987, determined over all the evening periods of a year,

— L_{night} is the A-weighted long-term average sound level as defined in ISO 1996-2: 1987, determined over all the night periods of a year;

in which:

— the day is 12 hours, the evening four hours and the night eight hours. The Member States may shorten the evening period by one or two hours and lengthen the day and/or the night period accordingly, provided that this choice is the same for all the sources and that they provide the Commission with information on any systematic difference from the default option,

— the start of the day (and consequently the start of the evening and the start of the night) shall be chosen by the Member State (that choice shall be the same for noise from all sources): the default values are 07.00 to 19.00, 19.00 to 23.00 and 23.00 to 07.00 local time,

— a year is a relevant year as regards the emission of sound and an average year as regards the meteorological circumstances;

and in which:

— the incident sound is considered, which means that no account is taken of the sound that is reflected at the façade of the dwelling under consideration (as a general rule, this implies a 3 dB correction in case of measurement).

The height of the L_{den} assessment point depends on the application:

— in the case of computation for the purpose of strategic noise mapping in relation to noise exposure in and near buildings, the assessment points must be 4,0 ± 0,2 m (3,8 to 4,2 m) above the ground and at the most exposed façade; for this purpose, the most exposed façade will be the external wall facing onto and nearest to the specific noise source; for other purposes other choices may be made,

— in the case of measurement for the purpose of strategic noise mapping in relation to noise exposure in and near buildings, other heights may be chosen, but they must never be less than 1,5 m above the ground, and results should be corrected in accordance with an equivalent height of 4 m,

— for other purposes such as acoustical planning and noise zoning other heights may be chosen, but they must never be less than 1,5 m above the ground, for example for:

  — rural areas with one-storey houses,

  — the design of local measures meant to reduce the noise impact on specific dwellings,

  — the detailed noise mapping of a limited area, showing the noise exposure of individual dwellings.

2. **Definition of the night-time noise indicator**

The night-time noise indicator L_{night} is the A-weighted long-term average sound level as defined in ISO 1996-2: 1987, determined over all the night periods of a year;

in which:

— the night is eight hours as defined in paragraph 1,

— a year is a relevant year as regards the emission of sound and an average year as regards the meteorological circumstances, as defined in paragraph 1,

— the incident sound is considered, as laid down in paragraph 1,

— the assessment point is the same as for L_{den}.

EK-2. (devam) END raylı sistemlerle ilgili maddeler

3. **Supplementary noise indicators**

In some cases, in addition to L_{den} and L_{night}, and where appropriate L_{day} and $L_{evening}$, it may be advantageous to use special noise indicators and related limit values. Some examples are given below:

— the noise source under consideration operates only for a small proportion of the time (for example, less than 20 % of the time over the total of the day periods in a year, the total of the evening periods in a year, or the total of the night periods in a year),

— the average number of noise events in one or more of the periods is very low (for example, less than one noise event an hour; a noise event could be defined as a noise that lasts less than five minutes; examples are the noise from a passing train or a passing aircraft),

— the low-frequency content of the noise is strong,

— L_{Amax}, or SEL (sound exposure level) for night period protection in the case of noise peaks,

— extra protection at the weekend or a specific part of the year,

— extra protection of the day period,

— extra protection of the evening period,

— a combination of noises from different sources,

— quiet areas in open country,

— the noise contains strong tonal components,

— the noise has an impulsive character.

ANNEX II

ASSESSMENT METHODS FOR THE NOISE INDICATORS

referred to in Article 6

1. **Introduction**

The values of L_{den} and L_{night} can be determined either by computation or by measurement (at the assessment position). For predictions only computation is applicable.

Provisional computation and measurement methods are set out in paragraphs 2 and 3.

2. **Interim computation methods for L_{den} and L_{night}**

2.1. *Adaptation of existing national computation methods*

If a Member State has national methods for the determination of long-term indicators those methods may be applied, provided that they are adapted to the definitions of the indicators set out in Annex I. For most national methods this implies the introduction of the evening as a separate period and the introduction of the average over a year. Some existing methods will also have to be adapted as regards the exclusion of the façade reflection, the incorporation of the night and/or the assessment position.

The establishment of the average over a year requires special attention. Variations in emission and transmission can contribute to fluctuations over a year.

2.2. *Recommended interim computation methods*

For Member States that have no national computation methods or Member States that wish to change computation method, the following methods are recommended:

EK-2. (devam) END raylı sistemlerle ilgili maddeler

For INDUSTRIAL NOISE: ISO 9613-2: 'Acoustics — Abatement of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation'.

Suitable noise-emission data (input data) for this method can be obtained from measurements carried out in accordance with one of the following methods:

— ISO 8297: 1994 'Acoustics — Determination of sound power levels of multisource industrial plants for evaluation of sound pressure levels in the environment — Engineering method',

— EN ISO 3744: 1995 'Acoustics — Determination of sound power levels of noise using sound pressure — Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane',

— EN ISO 3746: 1995 'Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using an enveloping measurement surface over a reflecting plane'.

For AIRCRAFT NOISE: ECAC.CEAC Doc. 29 'Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports', 1997. Of the different approaches to the modelling of flight paths, the segmentation technique referred to in section 7.5 of ECAC.CEAC Doc. 29 will be used.

For ROAD TRAFFIC NOISE: The French national computation method 'NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)', referred to in 'Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 mai 1995, Article 6' and in the French standard 'XPS 31-133'. For input data concerning emission, these documents refer to the 'Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prévision des niveaux sonores, CETUR 1980'.

For RAILWAY NOISE: The Netherlands national computation method published in 'Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerslawaai '96, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 November 1996'.

Those methods must be adapted to the definitions of L_{den} and L_{night}. No later than 1 July 2003 the Commission will publish guidelines in accordance with Article 13(2) on the revised methods and provide emission data for aircraft noise, road traffic noise and railway noise on the basis of existing data.

3. **Interim measurement methods for L_{den} and L_{night}**

If a Member State wishes to use its own official measurement method, that method shall be adapted in accordance with the definitions of the indicators set out in Annex I and in accordance with the principles governing long-term average measurements stated in ISO 1996-2: 1987 and ISO 1996-1: 1982.

If a Member State has no measurement method or if it prefers to apply another method, a method may be defined on the basis of the definition of the indicator and the principles stated in ISO 1996-2: 1987 and ISO 1996-1: 1982.

Measurement data in front of a façade or another reflecting element must be corrected to exclude the reflected contribution of this façade or element (as a general rule, this implies a 3 dB correction in case of measurement).

ANNEX III

ASSESSMENT METHODS FOR HARMFUL EFFECTS

referred to in Article 6(3)

Dose-effect relations should be used to assess the effect of noise on populations. The dose-effect relations introduced by future revisions of this Annex in accordance with Article 13(2) will concern in particular:

— the relation between annoyance and L_{den} for road, rail and air traffic noise, and for industrial noise,

— the relation between sleep disturbance and L_{night} for road, rail and air traffic noise, and for industrial noise.

If necessary, specific dose-effect relations could be presented for:

— dwellings with special insulation against noise as defined in Annex VI,

— dwellings with a quiet façade as defined in Annex VI,

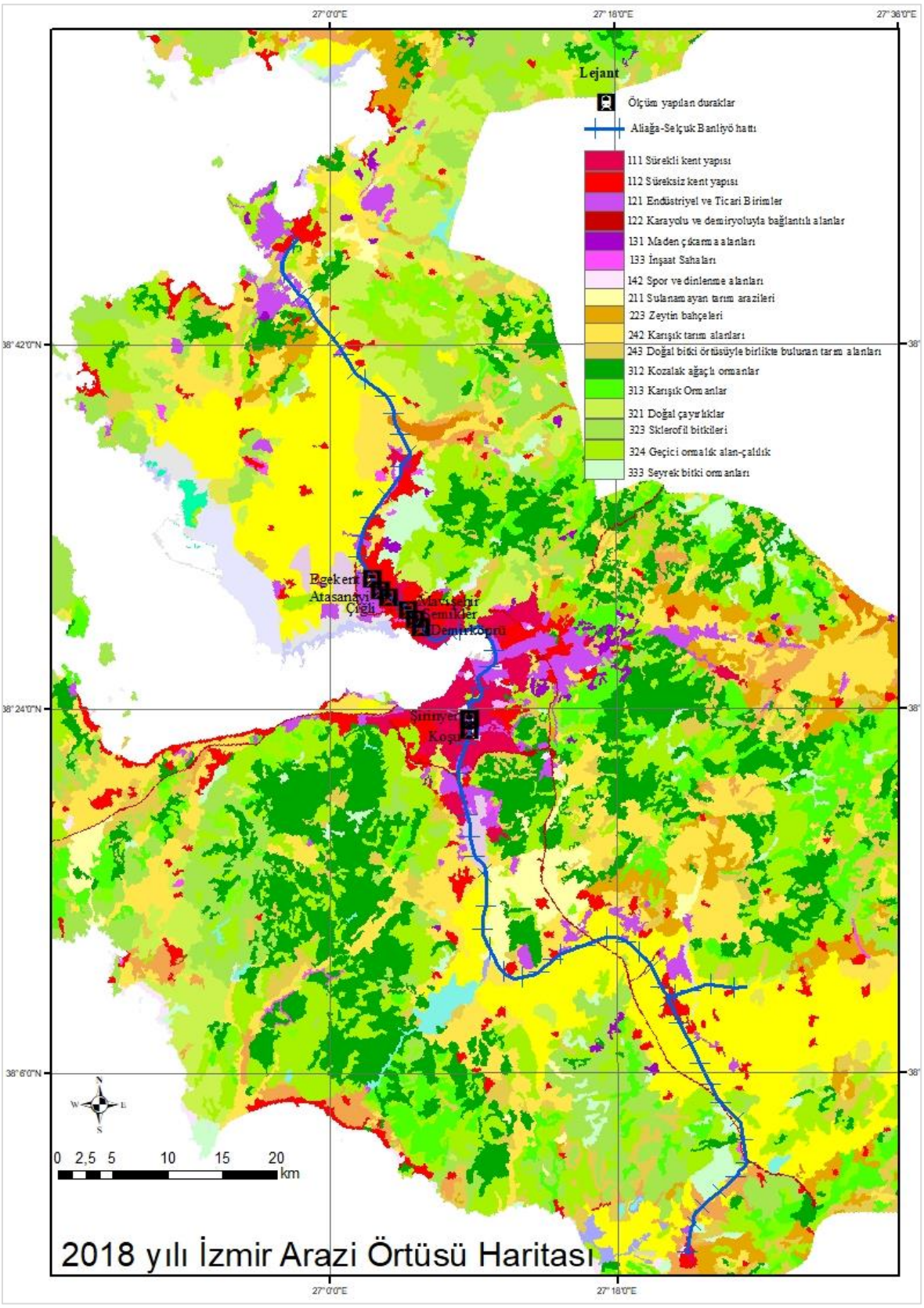
— different climates/different cultures,

— vulnerable groups of the population,

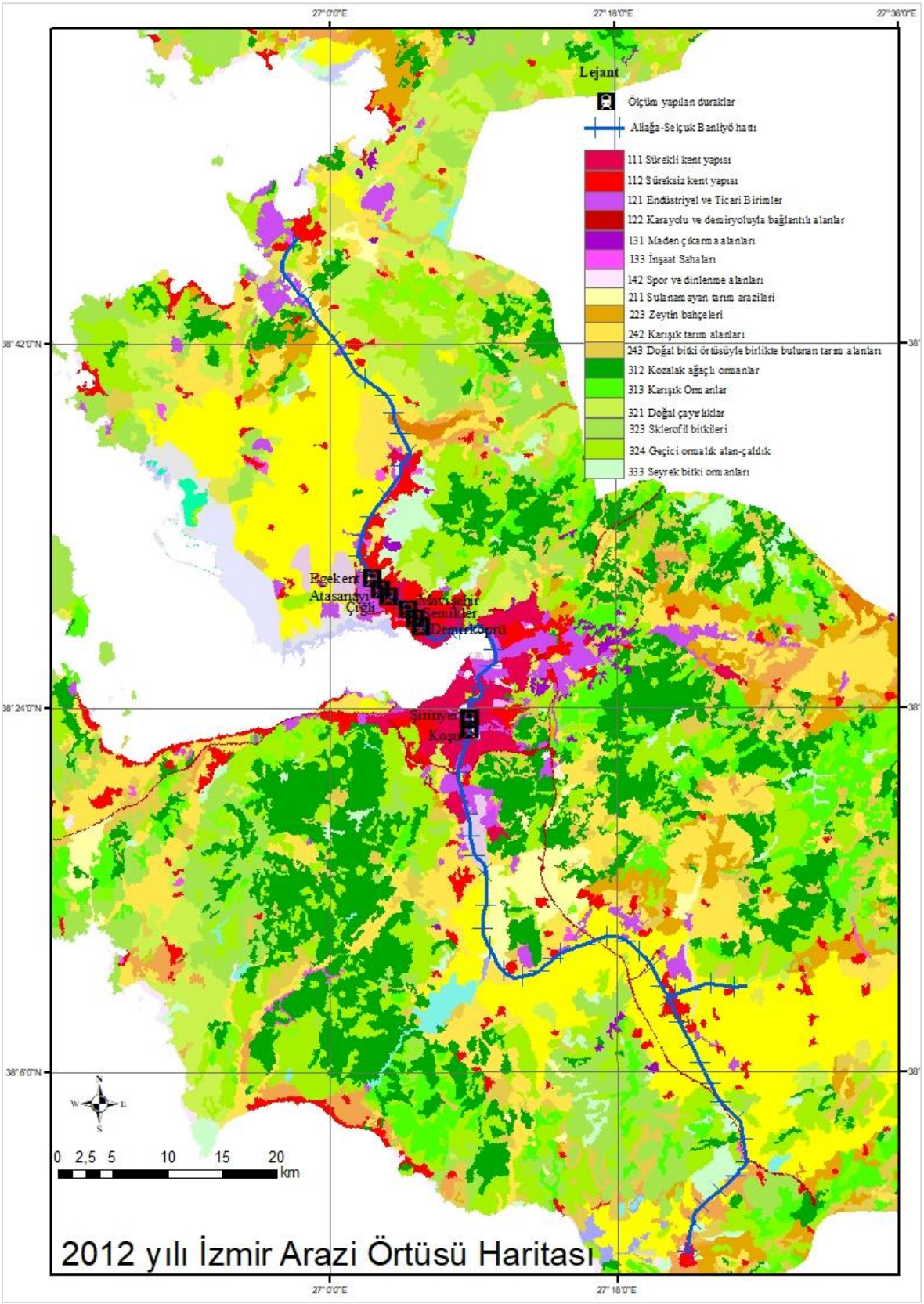
— tonal industrial noise,

— impulsive industrial noise and other special cases.

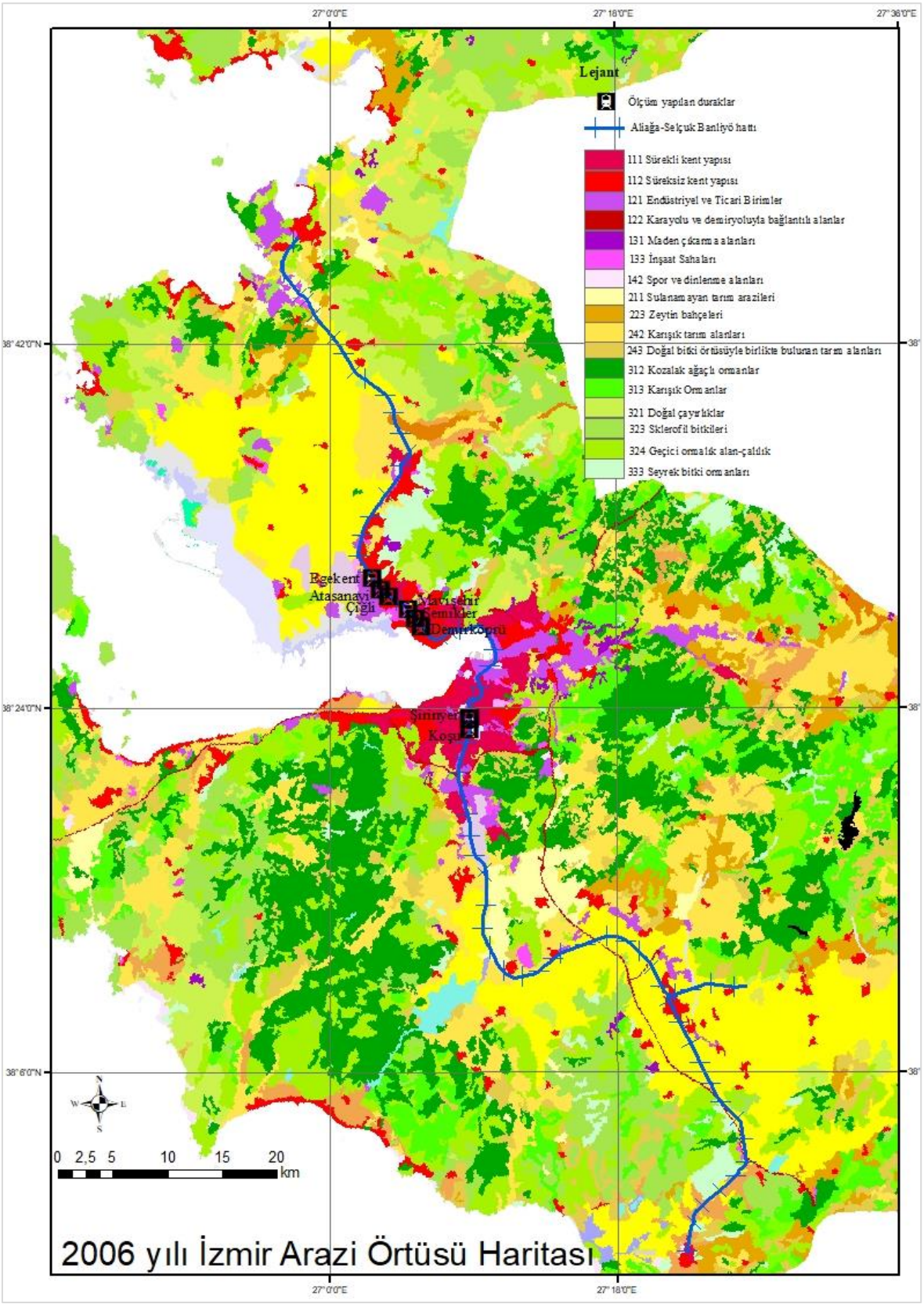
EK-3. İzmir ili 2018-2012-2006-2000 arazi örtüsü verileri detaylı harita



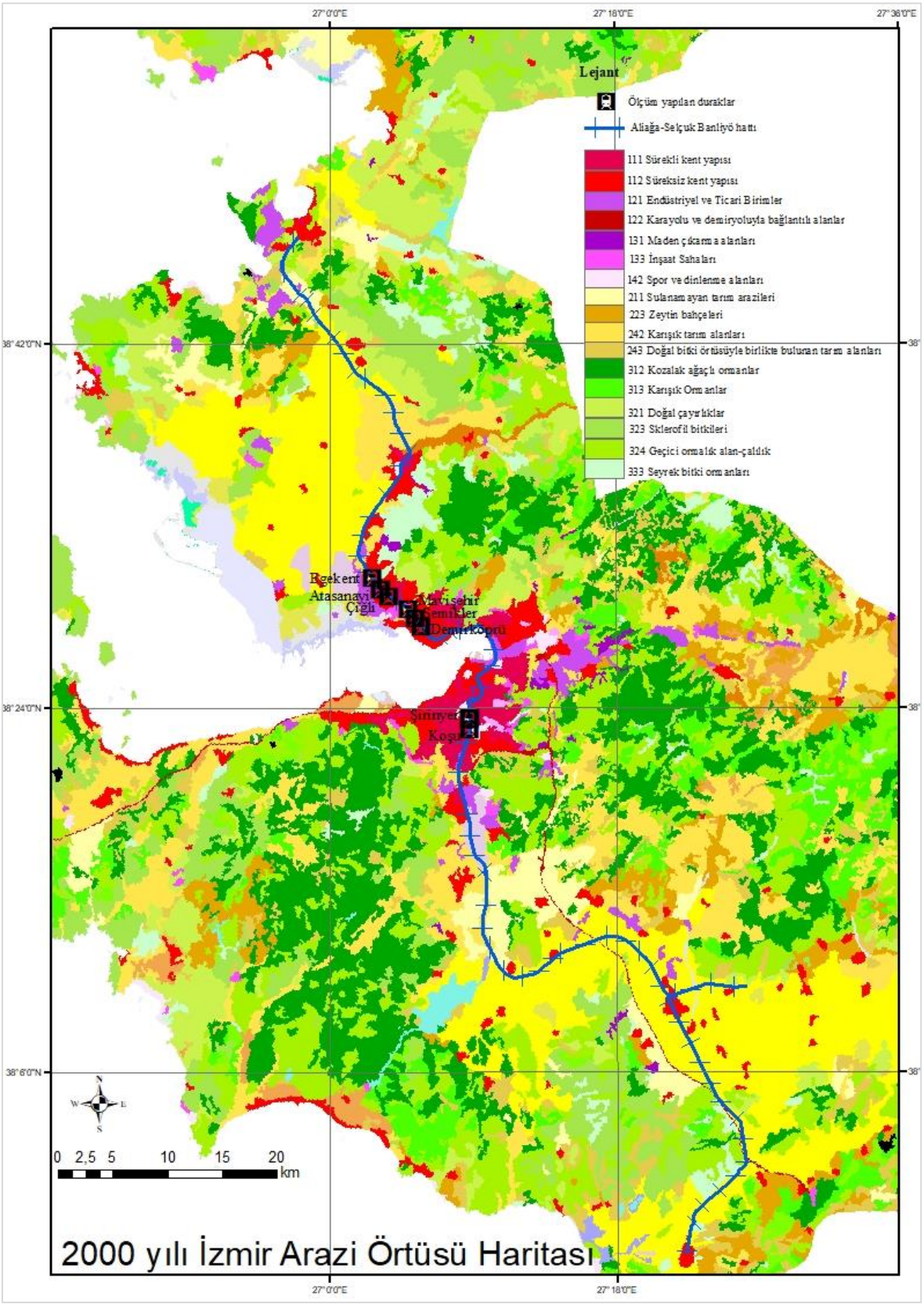
EK-3 (devam). İzmir ili 2018-2012-2006-2000 arazi örtüsü verileri detaylı harita



EK-3 (devam). İzmir ili 2018-2012-2006-2000 arazi örtüsü verileri detaylı harita



EK-3 (devam). İzmir ili 2018-2012-2006-2000 arazi örtüsü verileri detaylı harita





GAZİ GELECEKTİR..