

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ KAMPÜSÜNE AİT GÜRÜLTÜ SEVİYELERİNİN CADNA A İLE MODELLENMESİ

Ömer Mert BAYRAKTAR *^{ID}
Atilla MUTLU **^{ID}

Alınma: 17.06.2021; düzeltme: 11.08.2021; kabul: 02.09.2021

Öz: Her geçen gün artan nüfusla birlikte oluşan hızlı ve düzensiz şehirleşme çevresel gürültü sorununu da beraberinde getirmektedir. Öyle ki, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği gereğince “eğitim kurumları” gürültü açısından en hassas mekânlardan biri olarak ifade edilmektedir. Bu nedenle, yaklaşık 20.000 kişinin (öğrenci ve personel) gün boyu fiilen bulunduğu Balıkesir Üniversitesi Çağış kampüs ortamının gün içinde maruz kaldığı gürültü seviyelerine ait gürültü haritalarının oluşturulması amaç edinilmiştir. Balıkesir Üniversitesi bünyesinde ilk defa yapılacak olan bu çalışma ile kampüs alanını içerisinde ki hassas noktalar olan fakülteler ve üniversite araştırma hastanesinin maruz kaldığı gürültü kirliliğinin temel kaynakları, incelenen mekânlara ait sabah ve akşam gürültü seviyeleri analiz edilmiş olup elde edilen sonuç ve çözüm önerileri çalışmamızda sunulmuştur. Çağış Kampüsü’nde en yüksek gürültü seviyelerinin ölçüldüğü yerler (Leq); İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi (İİBF) öğrenci kantini 67,3 dB(A), Fen Edebiyat Fakültesi (FEF) öğrenci kantini 66,1 dB(A) gibi sosyal amaçlı ortak kullanım alanlarında gürültü aşımı gözlemlenmiştir. Mühendislik ve Mimarlık fakültesi ve Meslek Yüksek Okulunda sınır aşımı 65 dB(A) olduğu görülmüştür. Ayrıca, Balıkesir Üniversitesi araştırma hastanesi, modellenmiş sonuçları incelendiğinde 60,2 dB(A) ve 62,6 dB(A)’lık bir gürültü kirliliğine maruz kaldığı ve yasal sınırı aşmadığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gürültü, Balıkesir, Kampüs, CadnaA

Modeling of Noise Levels of Balıkesir University Campus with CadnaA

Abstract: Environmental noise problem may be occurred due to rapid and disorganized urbanization caused by the growing population. According to the Assessment of Environmental Noise and Management Regulation, "educational institutions" are expressed as one of the most sensitive places in terms of noise. For this reason, it was aimed to create noise maps of the noise levels exposed during the office hours of the days in Çağış Campus at Balıkesir University where approximately 20,000 people (students and staff members) are located. In this study, which was held for the first time, the main sources of noise pollution levels that might be exposed by faculties and university research hospitals in the campus area, day and night time noise pollution levels of the study area were analyzed and the results were presented together with solution suggestion in this study. The places, where the highest noise levels were measured at the Çağış Campus (Leq), exceed the limits in Faculty of Economics and Administrative Sciences (İİBF) as to be 67.3 dB(A), and on the limit Faculty of Science and Letters (FEF) as to be 66.1 dB(A) in public areas for social purposes such as student’s cafés. The Faculty Engineering and Architecture and Vocational School did not have an over-limit of 65 dB(A). In addition, Balıkesir University research hospital was exposed to 60.2 dB(A) and 62.6 dB(A) noise according to the modeling results and did not exceed legal limit.

Keywords: Noise, Balıkesir, Campus, CadnaA

İletişim Adresi: Balıkesir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çağış Yerleşkesi (Bigadiç yolu üzeri 17. km) 10145, Paşaköy Mah./ALTİEYLÜL/BALIKESİR)

*İletişim Yazarı: Ömer Mert BAYRAKTAR (mertbayraktar585@gmail.com)

1. GİRİŞ

Gelişen teknolojinin getirdiği sanayileşme ile birlikte artan nüfus, geçmişten günümüze pek çok sağlık ve çevresel sorunları doğurmuştur. Sanayi devrimi ile başlayan makineleşme, seri üretim ile fabrikalaşma, hava, toprak ve su kirliliği sorunlarını beraberinde günümüze getirdi. 20. yüzyılda ise bu sorunlara bir yenisi daha olan gürültü kirliliği eklendi. Özellikle insan nüfusunun son 50 yıl içinde 2 katından fazla artması, iş olanaklarının kentsel bölgelerde yoğunlaşması, ulaşım trafiği, inşaat ve işletme faaliyetleri gibi pek çok etmen gürültü kirliliğini 20. yüzyılın ihmal edilemez çevre sorunu haline getirmiştir (Worldometers, 2021). Öyle ki yapılmış çalışmalar incelendiğinde; gürültü kirliliği en basit düzeyde kişide fiziki ve ruhsal sağlık sorunları oluşturabilirken, en kötü ihtimalle kişide psikolojik ve kalp rahatsızlıkları ile ölüme götürebilmektedir (Jariwala ve diğ., 2017).

Gürültü kirliliği, birçok kurum ve kuruluş tarafından farklı şekillerde tanımlanıyor olsa da en basit tanımı ile istenmeyen ve rahatsız edici ses olarak nitelendirilirken, şiddetini ölçmek içinse dB değeri kullanılır. Gürültü kaynakları, iç veya dış ortamlardan kaynaklanabilen, şiddetine, süresine göre etkisinin artıp azaldığı ve kaynağına göre farklı etmenlerin bulunması ile canlı yaşamını etkileyen pek çok etmen vardır. Bunlara örnek olarak, ulaşım kaynaklı (karayolu, demiryolu, hava alanı vb.), endüstriyel işletme faaliyetleri (makine, işlem prosesleri), inşaat, çevresel faaliyetler (parklar, oyun alanları, açık hava sinemaları, düğün salonları, eğlence alanları, reklâm faaliyetleri, sesli satıcılar vb.) örnek verilebilir (Özdoğan ,1991; Gülpınar ,1996; Topbaş ve diğ., 1998; Aktürk ve Ünal ,1998). Günümüz de ses ile gürültüyü ayıran en temel özellik "rahatsız edici" ses olarak nitelendirilirken, insandan insana her ses gürültü olarak nitelendirilmez. Bu yüzden; bazıları için bir ses normal karşılanırken bazıları içinse bu düzey değişmektedir. Lakin, kişinin kendisi her ne kadar farkında olmasa da insanın fizyolojik yapısından ötürü gürültü kişiyi etkilemektedir (Stansfeld ve Matheson, 2003). Etkilenen kişilerde ise en iyi ihtimalle baş ağrısı, yorgunluk, konsantrasyon kaybı, öfke gibi durumların nüksetmesi hayat kalitesinin düşmesine neden olmaktadır (Dockrell ve diğ., 2006). Gürültü kirliliğinin bu tür yan etkilerini minimuma indirmek için kurum ve kuruluşlar sınır değerler belirlemiştirler. Bizim ülkemizde de bu standartlar Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından belirlenmiştir. Bakanlığın 2009-2020 yıllarını içeren Çevresel Gürültü Eylem Planı adı altında il merkezlerinde oluşabilecek gürültü kirliliği seviyelerini ve hassas nokta olarak nitelendirilen hastane, konut ve eğitim kurumları gibi alanlar belirlenmiştir. Bakanlığın hassas noktalar için de ihmal edilebilir sınır değeri 65 dB olarak belirlemiştir (ÇŞB, 2011). Geçmişten günümüze eylem planları hassas noktalar üstünden gürültü ölçüm ve analizi ile yapılırken, teknolojinin gelişmesi ile gürültü haritaları ve üç boyutlu modeller ile daha gerçekçi sonuçlar elde etmek mümkün hale geldi. Bu sayede kaynağın ne kadar kişiyi etkilediği, kaynakların dağılımını tespit etme ve olası senaryoları ön görerek gürültü kirliliğini önceden tahmin edebilmek artık mümkün hale gelmiştir. Bu modellerin yardımı ile hassas alanların maruz kalabileceği gürültü kaynaklı emisyonlara ait kaynak ve modellerin uzun zaman aralığında hazırlanması önem arz etmektedir (Harris ve diğ., 2000; Probst ve Huber, 2000).

Günümüzde, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 5 yıllık eylem planları kapsamında nüfusu 100.000'den fazla veya kilometre kare başına 1.000 kişiden fazla olduğu durumlarda gürültü haritalamalarının yapılması zorunluluk halini almıştır (ÇŞB, 2008). Ülkemizde belediyelerin bünyesinde kalkınma planı hazırlanırken bu kıstaslar dikkate alınarak haritalar yapılmaktadır. Lakin, bazı işletmeler ve en önemlisi birçok üniversite şehir merkezi dışında yer almasından dolayı yönetmelik dışı kalabilmesinin yanı sıra üniversite gibi hassas nokta olarak geçen bir bölge için herhangi bir akademik çalışma yapılmadığı durumlar da mevcuttur. Öyle ki, üniversiteler yapısı gereği çeşitli eğitim dallarının bir arada bulundurulması, pek çok yurtlara ev sahipliği yapması ve irili ufaklı bir sürü işletmeler ile birlikte küçük bir kent örneğidir. Bu tür yapıları bünyesinde bulundurulması gürültü kirliliği konusunda üniversiteleri ihmal edilemez kurumlar arasında yer almaktadır. Üniversitelerimiz arasından bu duruma verilebilecek en güzel örneklerden biri, Balıkesir ilimizde bulunan Balıkesir Üniversitesi Çağış Kampüsü'dür. Çağış Kampüsü, şehir merkezi dışında yaklaşık olarak 17 km uzakta bulunmaktadır. Çalışmanın

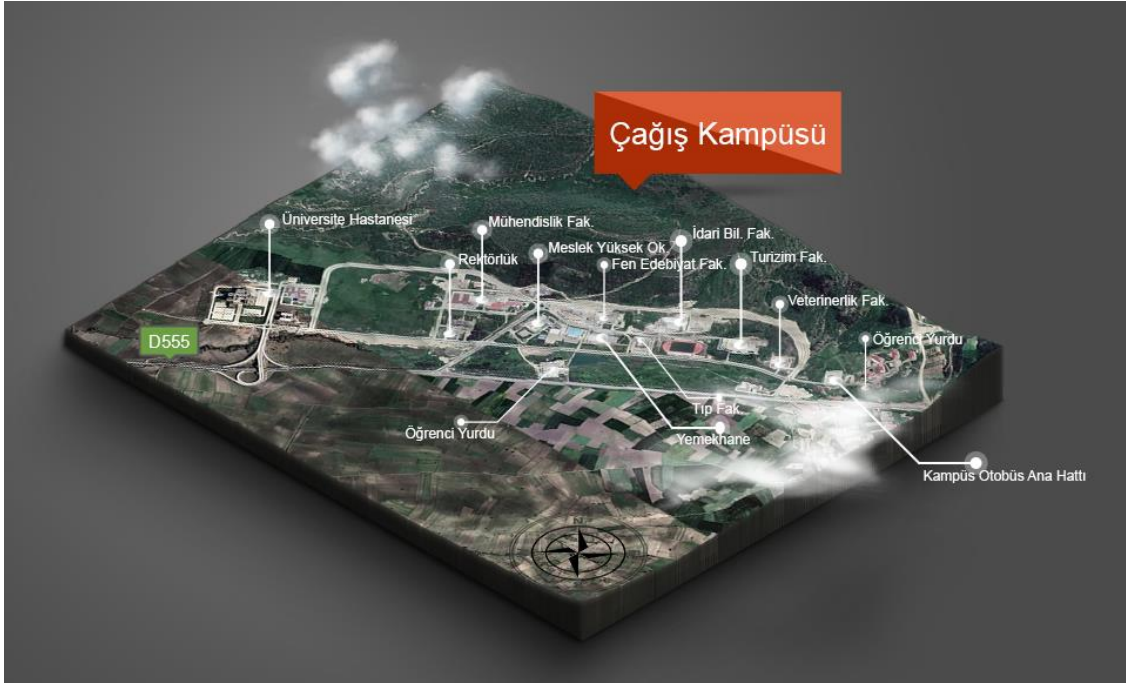
yapıldığı 2017 yılı baz alınarak üniversitesinin aynı yıl için yayınlamış olduğu faaliyet raporuna göre kampüs sınırlarında çalışan 1.133 idari, 1.483 akademik personel, 4.627 ön lisans, 11.443 lisans, 1.477 yüksek lisans ve 298 doktora öğrencisi olmak üzere bilinen toplam 20.461 kişi gün içerisinde kampüs sınırlarında faaliyet göstermektedir (Balıkesir Üniversitesi, 2017).

Bu çalışma, Balıkesir Üniversitesi Çağış Kampüsü'ndeki olası gürültü kaynaklarının tespit edilmesi, gürültüye maruz kalma düzeylerinin bir gürültü kirliliği modelleme programı olan CadnaA ile modellenmesi, çıkan sonuçlar ışığında hassas nokta sınır değerlerini aşan noktaların tespit edilmesi ve iyileştirme önerileri yapılmıştır. Çalışma sonucu olarak bu bölge de veya gelecekte yapılacak benzer çalışmalara örnek olması amaçlanmıştır.

2. MATERTAL VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı Özellikleri

Çalışma; Balıkesir ili şehir merkezine yaklaşık olarak 17 km uzakta olan Balıkesir Üniversitesi'nin ana yerleşkesi Çağış Kampüsü'nde 2017 Mart ayı içerisinde yapılmıştır. Kampüs alanında 10 Fakülte, 18 Yüksekokul/Meslek Yüksekokulu, 17 Araştırma Merkezi, 4 Enstitü, 2 yurt ve küçük işletmeler (market, kırtasiye, restoran, vb.) bulunmaktadır (Balıkesir Üniversitesi, 2017). Şekil 1'de Çağış Kampüsü genel görünümü verilmiştir (URL-1, 2021).



Şekil 1:

Çağış Kampüsü Genel Görünümü
(<https://www.3d-map-generator.com>)

Bu çalışma, kampüs içinde tespit edilen ana gürültü kaynakları taşıt ve alansal kaynakların gürültü kirliliği modellenmesi üzerine dayanmaktadır. Kaynaklar sınıflandırıldığında, taşıt araç sayıları için kampüste ki 5 noktadan sayım yapılmıştır. Ölçüm için günün en yoğun saatlerinde 1 aylık periyot içinde sayım gerçekleştirilmiştir. Alansal kaynaklar Şekil 2'de gösterilen mavi bayraklı ikonların olduğu noktalar olan fakülte kantinleri ve dinlenme alanlarından yayılan insan kaynaklı gürültü ölçümü yapılmıştır. Ölçülen ve sayım yapılan veriler düzenlenip CadnaA ile kampüs gürültü haritaları çıkarılmıştır.

Model haritalarının oluşturduğu gürültü seviyelerinin analizi için Şekil 2’de ki ölçüm noktalarında aynı zaman aralıklarında gürültü ölçümleri yapıldı. Modelenmiş değerler ile ölçüm noktalarının arasındaki farklar karşılaştırılarak modelin doğruluğu tespit edilmeye çalışıldı. Gürültü seviyelerinin yüksek olduğu noktalar ve sınır değerlerinin aşılp aşılmadığı sonuçlar sınır değerler ile karşılaştırılarak değerlendirilmeye çalışıldı.



Şekil 2:

Araç Güzergahı ve Gürültü Ölçüm Noktaları

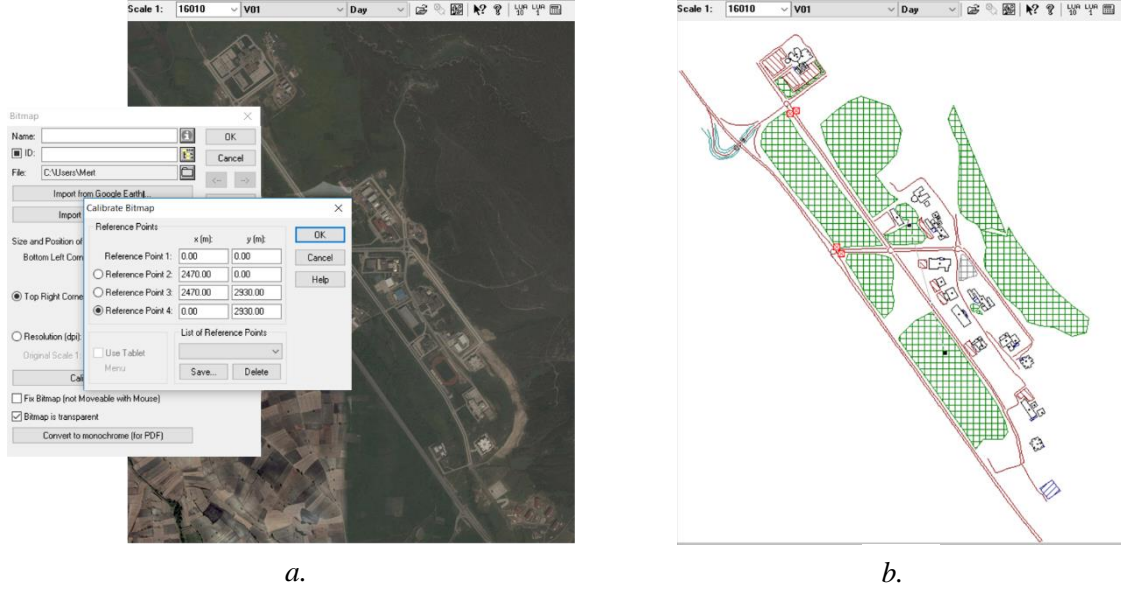
2.2. CadnaA ve Veri İşlenişi

Bu çalışma için, gürültü kirliliği modelleme programlarından biri olan CadnaA modeli Çağış Kampüsü için kullanılmıştır. CadnaA, DataKustik firması tarafından geliştirilmiş ve geliştirilmekte olan kaynağın cinsine göre farklı algoritmaları kullanarak iki veya üç boyutlu modellemeler ile gerçeğe yakın tahmin haritaları üreten bir programdır (CadnaA User Guide, 2010). Program içerisinde, endüstri (VDI 2714/2720, DIN 18005, DIN 18005, Nord 2000, vb.), karayolu (RLS 90, DIN 18005, RVS 4.02, NMPB-Routers-96/08, CRTN, TNM, vb.), demiryolu (SCHALL 03, DIN 18005, CRN,vb.) ve havayolu (ECAC 29, AzB, DIN 45684, vb.) kaynakları için pek çok ülkenin geliştirmiş olduğu hesaplama yöntemlerini bünyesinde barındırmaktadır (CadnaA User Guide, 2010; ÇŞB, 2014). Bu çalışma da, karayollarından kaynaklı gürültü analizi için Almanya’nın karayolu kaynaklı gürültüsü için geliştirmiş olduğu RLS-90 metodu kullanılırken, ülkemizde yapılmış benzer çalışmalarda Tercan (2021) Gaziantep’te nüfusun yüksek olduğu bölgelerde ki taşıt gürültüsünü Fransız ulusal hesaplama yöntemi olan NMPB Routes 96 kullanarak yaparken, başka bir çalışmada Candemir (2008) İstanbul D100 karayolu gürültüsünden kaynaklı gürültü kirliliği analizi için RLS-90 metodu kullanılarak yapmıştır. Bunun yanı sıra program, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından kabul görmüş ve kullanılmakta olan programlardan biridir.

Model; temel çalışma prensibi olarak zemin paftası, kaynak ve alıcı noktaları verileri ile gürültü kirliliği modellenmesi üzerine dayanmaktadır. Zemin paftası için pek çok farklı kaynak kullanılabilir. Bunlar; çalışma alanına ait dijital haritalar veya zemin katmanlı çizim programları kullanabilmenin yanı sıra, dijital haritalar veya zemin katmanlarının olmadığı durumlarda ise bölge için mevcut zemin haritası oluşturulması gerekmektedir. Kaynak olarak model, taşıt, alansal, noktasal, tren ve uçak gibi birçok kaynağın gürültü modellemesini yapabilmektedir. Aynı zamanda kaynaklarda kendi içerisinde farklı veri setleri ile

kullanabilmektedir. Öyle ki, taşıt kaynağı için araç sayısı veya gürültü seviyesi kullanabilmenin getirdiği çeşitlilik ile elde ki mevcut veriye bağlı olarak model haritaları hazırlanabilmektedir.

Bu çalışma için zemin paftası, kampüs alanına ait herhangi bir dijital harita temin edilemediği için tüm kampüs zemini elle çizilerek hazırlandı. Bunun için Google Earth üzerinden Çağış Kampüsünün dijital görüntüsü temin edildi. Temin edilen görüntü CadnaA modeline gerçeğine uygun olarak x ve y mesafelerine dikkat edilerek hazırlandı. Aynı zamanda kampüsün bina, yol, yeşil alan ve diğer özellikleri programa gerçeğine mümkün olduğu kadar uygun bir şekilde işlenmeye çalışılmıştır. Şekil 3'te zemin ile model haritasının görünümü verilmiştir.



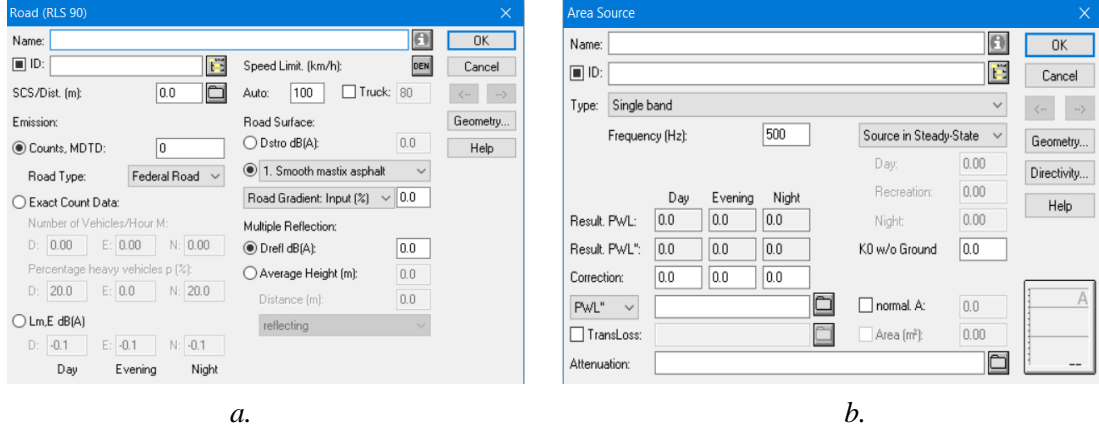
a.

b.

Şekil 3:

Zemin Paftası Genel Görünümü;
a. Zemin Paftası b. İşlenmiş Model Arayüz

Çalışmanın bulunduğu kampüs için, modelde kullanılan kaynaklar karayolu gürültüsü ve dinlenme alanları olmak üzere iki kaynak kullanılmıştır. Yol kaynaklı taşıt gürültüsünü tespit etmek için hafta içi sabah 08:00-09:00 ve akşam 17:00-18:00 saatleri olmak üzere 1 aylık bir süre ile taşıt sayımları yapılmıştır. Taşıtlar kendi içerisinde hafif ve ağır araç olmak üzere iki kategori halinde işlenmiştir. Ağır taşıtlar otobüs, kamyon, ağır makineler dahil edilirken, hafif taşıtlar binek araç, motosiklet gibi taşıtlar yer almıştır. Yol genişliği fakültenin belirli yerlerinde değişse de genel olarak yol çift şeritli 7,5 m genişliğinde ve asfalt yüzeyli zemine sahiptir. Ölçülen veriler ile teknik özellikler belirlendikten sonra taşıt verileri Şekil 4'a kısmındaki yol paneline işlenmiştir. Bir diğer kaynak olan alansal kaynaklar, kampüs içerisindeki kafeler, kafeterya ve dinlenme alanları gibi kişilerin yoğun olarak toplandığı alanlardan yayılan gürültünün ölçümü yapılmıştır. Bu alanların en gürültülü olduğu öğlen arası zamanları saat 12:00-13:00 aralığında 5'er dakikalık aralıklar ile gürültü ölçümleri yapılmıştır. Şekil 4'b kısmında alansal kaynak paneline işlenmiştir.



Şekil 4:
Program Veri İşleme;
a. Yol Kaynak b. Alansal Kaynak

Alıcı noktaları için, kampüs yerleşkesinde bulunan fakülteler, yemekhane, üniversite hastanesi ve rektörlük binaları seçilmiştir. Alıcı noktalarının gürültü düzeylerini doğru tespit edebilmek için binalar üç boyutlu olarak modellenmiştir. Çalışma süresince gürültü kirliliği maruz kalma düzeylerini sabah ve akşam zaman aralığında hazırlanmıştır. Şekil 5'te örnek olarak üniversite hastanesi kuş bakışı alıcı noktaları genel görünümü ile mühendislik mimarlık fakültesi alıcı noktaları gösterilmiştir.

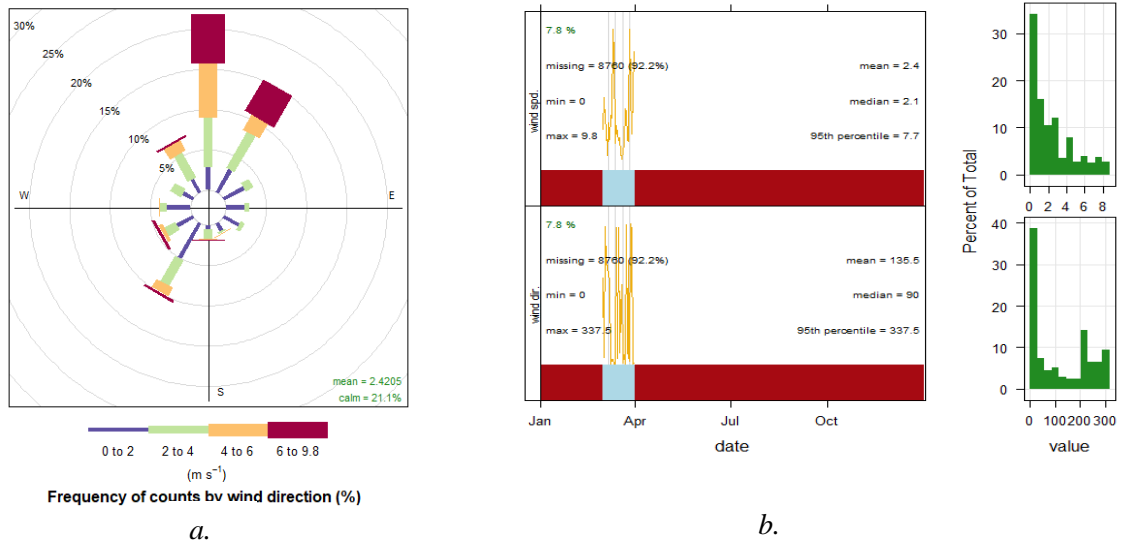


Şekil 5:
CadnaA Modeli İki Boyutlu ve Üç Boyutlu Alıcı Noktaları;
a. Üniversite Hastanesi b. Mühendislik Fakültesi

2.3. Meteorolojik Veriler

Gürültü seviyeleri ölçümlerinde, araç hızı ve hacmi, araç tipi, yüzey türü, ses emici bariyerler, atmosferik absorpsiyon ve meteorolojik faktörler (rüzgar hızı, sıcaklık, türbülans vb.) gibi pek çok etmen etkisine ve şiddetine bağlı olarak gürültünün artışına veya azalışına neden olabilmektedir (Salomons, 2001; Ovenden ve diğ., 2009). Bu yüzden yapılan çalışmalar da ölçümlerin daha sağlıklı olabilmesi için meteorolojik koşullara dikkat etmek gerekmektedir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yayınlamış olduğu kılavuz incelendiğinde rüzgar hızının 5 m/s aşmaması, yağışlı havada ölçüm yapılmaması ve sıcaklık koşullarına dikkat edilmesi gerekmektedir (ÇŞB, 2011). Günümüzde yapılmış olan birçok çalışma incelendiğinde meteorolojik koşullara dikkat edildiği görülmektedir. Öden ve Bilgin (2019) Sarayönü ilçesi merkez trafik gürültü kirliliği için sıcaklık, rüzgar hızı ve nem parametrelerine yer verirken, Kılıç ve diğ. (2021) eğlence yerlerinden kaynaklanan gürültü kirliliği için ölçüm zamanlarını rüzgar hızının 5 m/s'den az olduğu zamanlarda gerçekleştirmiştir. Bu çalışma süresi boyunca yapılan ölçüm saatleri içerisinde ki meteorolojik veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'nden yararlanılmıştır (MGM, 2017). Ölçüm esnasında olumsuz etkileyecek herhangi bir meteorolojik etmene rastlanmamıştır. Şekil 6'da MGM'ne bağlı olan 17150 Balıkesir Havalimanı istasyonundan temin edilen 2017 yılı mart ayına ait rüzgar hızı ve rüzgar yönü tablosuna yer verilmiştir (Carslaw ve Ropkins, 2012; R Core Team, 2020).



Şekil 6:
17150 Meteorolojik İstasyonu Mart Ayı Rüzgar Hızı ve Yönü;
b. Rüzgar Gücü b. Rüzgar Tablosu

2.4. Ölçüm Verileri

Gürültü seviyelerinin belirlenmesi için kampüs içerisinde belirli noktalarda taşıt sayımı ve gürültüsü ölçümleri yapılmıştır. Yapılan bu ölçümler belirli metotlar ve kurallara uyulmaya çalışılarak CadnaA programına işlenmiştir. Modelde kullanılan karayolu gürültüsü için RLS-90 metodu kullanılırken, gürültü ölçümleri için şuan ki güncel isimleri olan TS ISO 1996-1 ve TS ISO 1996-2 standartlarının belirlemiş olduğu teknik özelliklere dikkat edilerek hazırlanmıştır. Gürültü ölçümleri, eşdeğer gürültü seviyesi olan Leq kullanılmıştır. Aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Parbat ve Nagarnaik, 2007).

$$LA_{eq} = 10 \log \frac{1}{10} \sum_{i=1}^n (10^{Li/10}) \quad (1)$$

Ölçülen gürültüleri L10 ve L90 olarak sınıflandırırken, %10'unun eşit veya daha büyük olduğu gürültüler için L10, %90'ının eşit olduğu gürültü seviyeleri için de L90 olarak tanımlanır. (Karpuzcu, 1996).

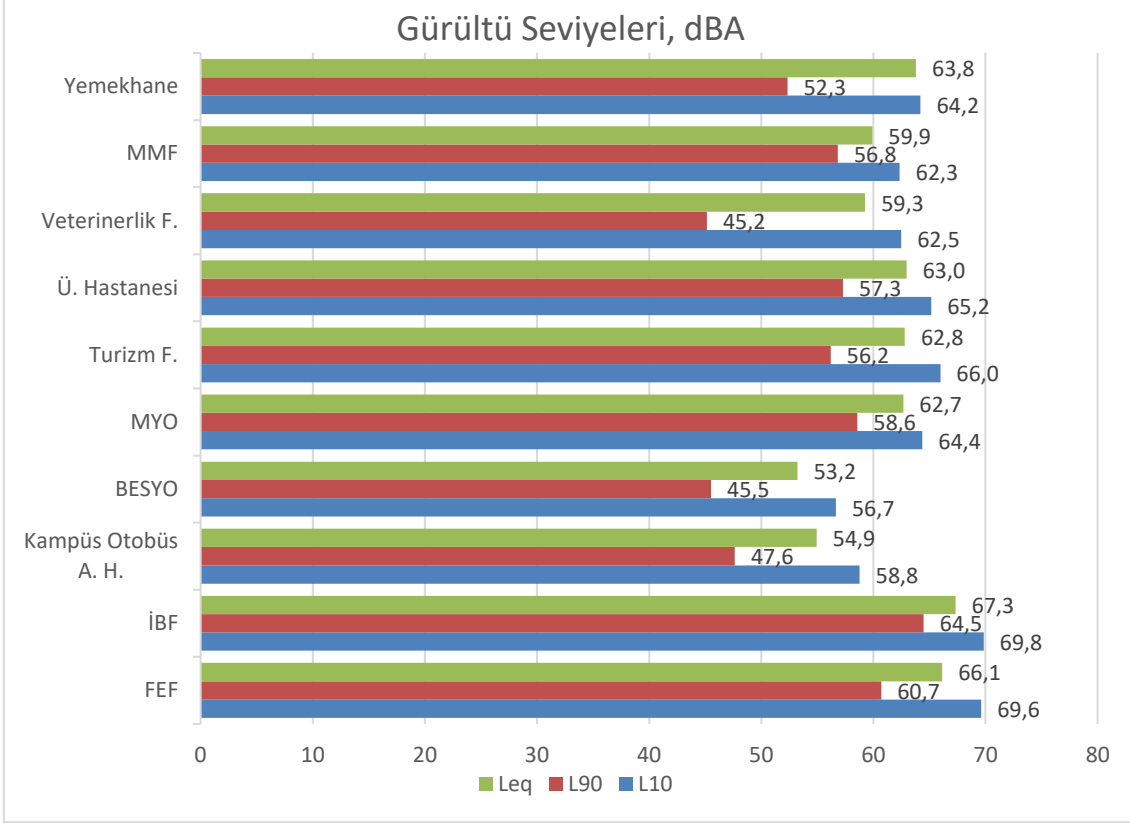
Taşıt sayımı için, kampüs içerisinde 5 farklı noktadan yapılan araç sayımları 1 aylık bir periyot halinde pazartesi günü 06.03.2017 tarihinde başlayıp, cuma günü 31.03.2017 tarihi zaman aralıklarında yapılmıştır. Çalışma süresi boyunca 4 haftalık bir periyotta pazartesi ve cuma günleri olmak üzere, sabah (08:00-09:00) ve akşam (17:00-18:00) zaman aralıklarında toplam 8 gün boyunca hafif ve ağır taşıt sayımı yapılmıştır. Ölçüm noktaları incelendiğinde en yüksek sayım iki giriş noktasından biri olan birinci giriş güzergahı üzerinde yer alan birinci ölçüm noktasından yapılmıştır. Bunun en büyük sebebi ikinci giriş kısmında trafik ışığı bulunurken birinci girişte bulunmaması, üniversite hastanesinin bu yol üzerinde olması ve aynı zamanda toplu taşımının da bu girişi kullanması bunun en büyük sebebi olarak gösterilebilir. Giriş noktalarının birleştiği hat olan üçüncü ölçüm noktası kampüse ait ana giriş ve çıkış noktasının kesiştiği kısımdır. Bu hat üzerinden dördüncü ölçüm noktasına ve yan yola bağlanan taşıt sayıları ölçümü yapılmıştır. Kampüs içi araçların nereye dağıldığını sınıflandırmak içinde dördüncü ve beşinci noktalardaki araç sayıları kullanılmıştır. Ölçülen araç sayımları Tablo 1’de yer verilmiştir.

Tablo 1. Ölçüm Noktaları Taşıt Sayıları Değerleri

Hafta	Saat	1.Ölçüm		2.Ölçüm		3.Ölçüm		4.Ölçüm		5.Ölçüm	
		Hafif Taşıt	Ağır Taşıt	Hafif Taşıt	Ağır Taşıt	Hafif Taşıt	Ağır Taşıt	Hafif Taşıt	Ağır Taşıt	Hafif Taşıt	Ağır Taşıt
1.hafta	08-09	260	68	83	7	176	71	100	52	8	50
	17-18	100	67	82	2	214	57	98	40	12	43
	08-09	226	61	78	6	146	59	60	49	4	25
	17-18	214	54	75	2	196	48	74	45	8	36
2.Hafta	08-09	267	77	81	8	154	66	33	47	7	52
	17-18	147	65	81	4	219	66	90	45	11	42
	08-09	275	47	74	6	170	39	41	35	5	28
	17-18	234	61	73	3	203	52	65	42	6	32
3.Hafta	08-09	331	73	84	3	184	65	101	50	7	46
	17-18	231	77	80	2	207	67	99	46	12	35
	08-09	267	67	79	8	200	60	79	44	8	29
	17-18	247	60	75	4	203	68	82	45	10	41
4.Hafta	08-09	316	71	81	4	183	65	90	42	6	47
	17-18	208	55	75	0	231	44	88	37	12	45
	08-09	255	51	72	8	173	49	74	44	7	29
	17-18	235	69	70	3	195	63	88	53	9	39

Alansal gürültü seviyelerini belirlemek için Şekil 2’deki mavi bayraklı ölçüm noktaları olan üniversite hastanesi, kampüs ana hattı, yemekhane, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi (MMF), Meslek Yüksek Okulu (MYO), Beden Eğitimi Spor Yüksek Okulu (BESYO), Fen Edebiyat Fakültesi (FEF), İdari Bilimler Fakültesi (İBF), Turizm ve Veterinerlik Fakültesinde ölçümler yapılmıştır. Yapılan ölçümler fakülte kantinleri ve dinlenme alanlarının merkez noktaları tercih edilmiştir. Ölçümler, gürültü seviyesinin ölçüleceği alanın zemin seviyesinden 1,5 metre yüksekte yapılmıştır. Baaj ve diğ. (2001), Kalıpcı ve diğ. (2020) 1,5 metre yükseklikten ölçüm alırken, Onuu (2000), Leong Shinge ve Laortanakul (2003) 1,2 metre yükseklikten ölçüm yapmışlardır. Ölçüm zaman aralığı olarak pazartesi ve cuma günleri öğlen saat 12.00-13.00 zaman aralığında 5’er dakikalık ölçümler yapılmıştır. Ölçüm esnasında çalışma alanını etkileyebilecek herhangi bir spesifik dış etmen tespit edilmemiştir. Bu model için, üniversite dinlenme alanlarının kişi yoğunluğunun en fazla olduğu zaman aralığı tercih edilerek Çevresel Gürültünün Değerlendirmesi ve Yönetmeliği kapsamında taşıt ve alansal kaynak gürültüsün maksimum potansiyelinde oluşabilecek senaryo ön görülerek hazırlanmaya çalışılmıştır. Günümüzde benzer çalışmalar incelendiğinde, El-Sharkawy (2014) Dammam Kampüs gürültü kirliliği çalışmasında,

çalışma saatleri için kampüsteki öğrenci aktivitesinin en yoğun olduğu saat aralıklarına göre ölçümler yapılmıştır. Bir başka çalışma da, Zannin (2005) Curitiba şehir parklarındaki gürültü kirliliğini incelemek için temsili olarak parkların en çok ziyaretçi aldığı ve trafik yoğunluğunun pik yaptığı zaman aralığı olan 17.00 ve 19.00 saatlerini çalışma için seçmiştir. Yapılan ölçümlerin sonuçları Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7:
Alansal Kaynak Gürültü Ölçüm Değerleri

CadnaA modeli işlenen verilere bağlı olarak tahmini gürültü dağılım haritaları üretmektedir. Model hem ülkemizde hem dünyada kabul görmüş bir gürültü kirliliği modeli olsa da her çalışma yeri ve her veri için kesin haritalar üretmemektedir. Bu yüzden; bu çalışma için oluşturulan gürültü haritaları ile ölçülmüş gürültü seviyeleri arasındaki farkı gözlemlemek için Şekil 2’de gösterilen ölçüm noktalarında gürültü ölçümleri yapılmıştır. Ölçüm için eş zamanlı veri kaydetme özelliğine sahip ve IEC61672-1 Class 2 ve ANSI S1.4 Type 2 standartlarına uygun desibel metre (CEM DT-8852) kullanılarak taşıt kaynaklı gürültü ölçümü yapılarak model ile ölçüm arasında ki farklar tespit edilmeye çalışılmıştır. Ölçülmüş gürültü seviyeleri sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. CadnaA Modeli Gürültü Seviyeleri ve Gürültü Ölçümü Seviyeleri

Ölçüm Noktası	Sabah (08:00-09:00)		Akşam (17:00-18:00)	
	CadnaA Leq dB(A)	Gürültü Ö. Leq dB(A)	CadnaA Leq dB(A)	Gürültü Ö. Leq dB(A)
1.Nokta	66,2	65,2	64,2	63,5
2.Nokta	61,6	58,9	61,2	58,8
3.Nokta	65,3	64,4	65,7	63,0
4.Nokta	70,4	68,7	71,4	68,6
5.Nokta	65,2	63,1	64,6	61,3

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yollardan kaynaklı gürültü ölçümü ve model sonuçları incelendiğinde, iki veri de birbirlerine yakın değer seyretmekte olup çoğunlukla model taşıt gürültü seviyeleri daha yüksek seviyelerde seyretmiştir. Bunun sebebi olarak, gürültü ölçüm cihazının kalibrasyonu, taşıtların tip ve özellikleri, model asfalt türleri gibi pek çok etmen etkileyebilmektedir. Gürültü seviyesi olan dB değerleri yorumlanırken diğer verilerin aksine birim olarak artış daha farklıdır. Öyle ki; iki gürültü seviyesi arasındaki 20 dB’lik bir fark aralarında kıyaslandığında 10 kat daha şiddetlidir (Houtgast, T., 1988; Rechneronline, 2021). Bu çalışmada, sabah ve akşam için yapılan modellenmiş ve ölçülmüş değerler arasındaki fark en düşük 0,3 dB olurken, en yüksek 2.7 dB’dir. Bu da yaklaşık olarak 1,035~1,365 oranı civarı bir şiddet farkı oluşturabilmektedir.

Modellenmiş haritalardaki bina gürültü seviyeleri değerlendirildiğinde, ana gürültü kaynağı taşıt kaynaklı olmaktadır. Özellikle alansal kaynakların en yoğun saatler aralığında yapılan sonuçlar dikkate alındığında sadece İdari Bilimler ve Fen Edebiyat Fakültesi’nde sınır değer aşımaları gerçekleşmesi bina gürültüsüne olan etkisi daha az olmaktadır. Mühendislik Fakültesi ve Meslek Yüksek Okulu’ndaki alıcı noktalar, binaların yönetmelikteki sınır değer olan 65 dB(A) değerini aştığı görülmektedir. Bunun en büyük sebeplerinden biri de bu fakültelerin önünden geçen yolun yaklaşık olarak %13,2’lik eğimli ve taşıt sayısının yoğun olması, gürültü seviyesini daha fazla arttırmaktadır. Öyle ki; CadnaA’de taşıt gürültüsü için kullanılan RLS-90 metodunda eğim faktörü iki farklı kategoride %5 < ve ≤ %5 olmak üzere kullanılır. Bu da eğime bağlı olarak gürültü seviyesinin artmasına neden olur (Chen ve diğ., 2020). Yol yüzeyinin eğiminden gelen aşağıdaki formül incelendiğinde, R_{RS} yol yüzeyine bağlı gelen düzeltmeyi ifade ederken, “g” de eğim oranını vermektedir. Örnek olarak; sırasıyla % 10 ve % 20’lik bir eğim formüle yerleştirildiğinde 3 dB ve 9 dB seviyesinde bir artış meydana getirebilmektedir (RLS, 1990; Quartieri ve diğ., 2009).

$$R_{RS} = 0.6|g| - 3 \quad for |g| > 5\% \quad (2)$$

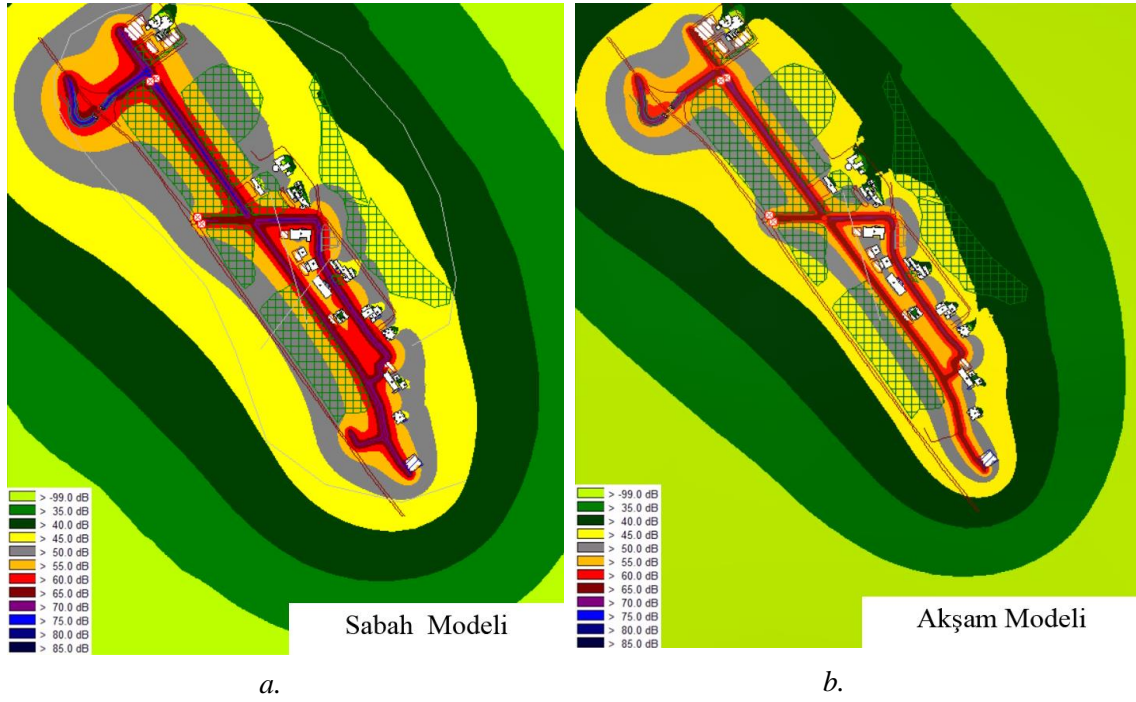
$$R_{RS} = 0 \quad for |g| \leq 5\% \quad (3)$$

Aynı zamanda çalışma sonucu gündüz ve akşam olan iki model incelendiğinde, gündüz modeli dB değerleri ile akşam modeli yakın değerler seyretse de nispeten daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu duruma Çağış Kampüsündeki bir çok bölümün ikinci öğretimlerin bulunması, birinci öğretimdekilerin üniversiteden ayrılırken ikinci öğretimlerin kampüse giriş yapması ile akşam saatlerinde de taşıt sirkülasyonunun devam etmesi olarak gösterilebilir. Buna bağlı olarak

fakültelerdeki binaların maruz kaldığı gürültü seviyeleri Tablo 3'te ve hazırlanmış model haritaları Şekil 8, Şekil 9 ve Şekil 10'da yer verilmiştir.

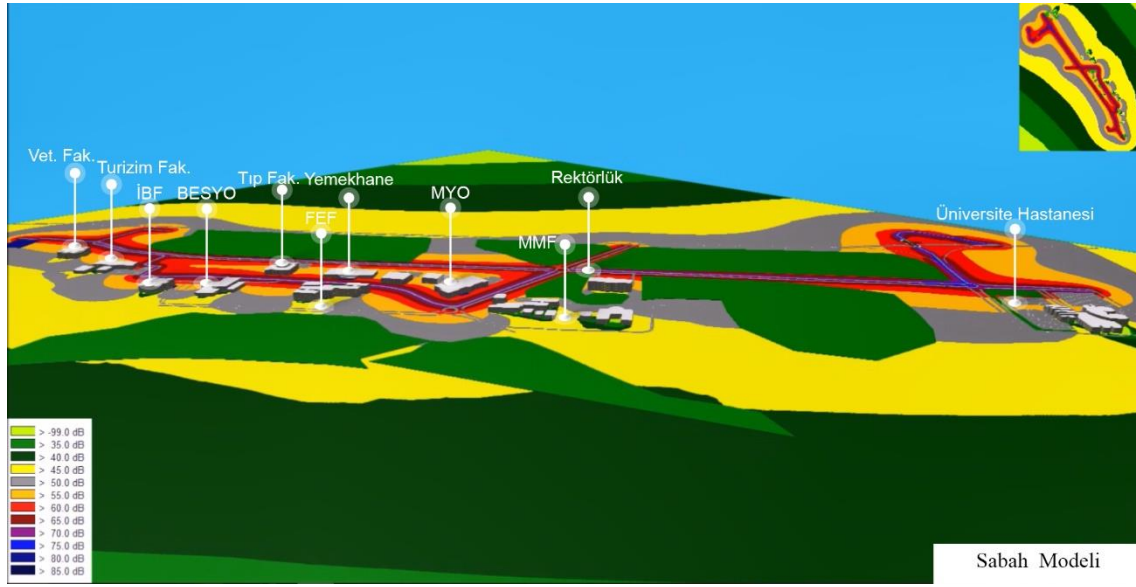
Tablo 3. Modellenmiş Bina Ölçüm Sonuçları

Binalar	Gündüz (dB (A))	Akşam (dB (A))
Rektörlük	64,1	65,0
Ü.Hastanesi	62,6	60,2
Yemekhane	64,9	63,5
MMF	67,2	66,7
MYO	68,1	67,3
BESYO	64,6	63,7
FEF	64,4	63,1
İBF	61,4	61,3
Turizm F.	64,6	63,8
Veterinerlik F.	60,8	59,6
Tıp Fakültesi	65,0	64,2

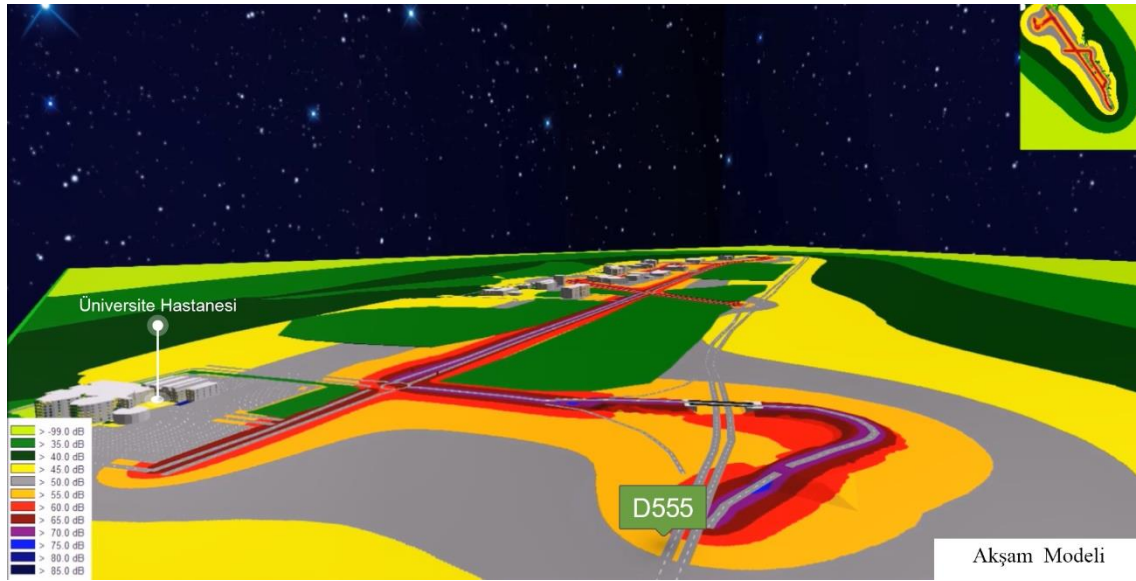


Şekil 8:
CadnaA Modeli İki Boyutlu Gürültü Haritaları;

a. Sabah Ölçüm Modeli b. Akşam Ölçüm Modeli



Şekil 9:
Üç Boyutlu Sabah Saatleri İçin Hazırlanmış Model



Şekil 10:
Üç Boyutlu Akşam Saatleri İçin Hazırlanmış Model

Çalışma sonucu, gürültü aşırımları en yoğun taşıt kaynaklı yollardan gerçekleşirken, alansal kaynakların etkisi taşıtlara göre daha az etki göstermiştir. Yollara yakın fakülte binaları daha yüksek değer verirken, yollardan uzaklaştıkça ve öndeki binalar arkasında kalan binalar için gürültü emici görevi görmüştür. Bu çalışmaya benzer sonuçlar incelendiğinde; El-Sharkawy (2014) Dammam Üniversite Kampüsü taşıt gürültüsünden oluşan gürültü kirliliğinin kampüs içerisindeki ana gürültü kaynağı olduğunu ve bina gürültü seviyelerinin önerilen yönergelerle göre yüksek olduğu belirtilirken, çözüm önerisi için otopark alanlarının kampüs dışına taşınmasını ve

kampüs içi otobüs taşımacılığı yapılması önerilmiştir. Ülkemizde yapılmış olan bir başka çalışmada, Özçetin (2016) Celal Bayar Bulvarı trafik kaynaklı gürültü etkisini incelemiş ve aynı zamanda CadnaA modeli sonuçlarının iyileştirilmesi için karayolu, bina özellikleri ve nüfus bilgileri gibi özelliklerin illere ait coğrafi bilgi sistemlerinde bulunması gerektiğini belirtirken, model girdisi için Türkiye'deki yol ve araç tipi gibi özelliklerinin programa eklenmesi hata payını azaltma konusunda daha iyi sonuçlar verebileceği belirtmiştir. Kalıpcı ve Dursun (2009) Giresun'da 99 nokta üzerinden gürültü ölçümleri ve coğrafi bilgi sistem (GIS) haritalaması yapılmıştır. Çıkan sonuçlar ışığında limanın şehir içerisinde yer alması, kafe ve düğün salonlarının konut bölgelerinde bulunmasından dolayı kentte ki sanayi, eğlence ve trafik gürültüsünün birbirine karıştığı ve yoğunluğunun arttığı gözlemlenmiştir. Kalıpcı (2017) Nevşehir Avanos ilçesinde yapılan bir gürültü analiz çalışmasında, seçilen 24 nokta da yapılan ölçümler de gündüz 79-85 dB(A) aralığında olduğu ve ilçe giriş çıkış karayollarındaki maksimum gürültü seviyesinin ise L_{min} 82 dB(A) olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kapalı alan gürültüsünden kaynaklı olarak yapılan bir çalışmada, turizm ve tatil merkezlerine dinlenme amacıyla gelen insanların gürültü kirliliğinden zarar görmesinin engellenmesi için örnek seçilen bir otelde gürültü maruz kalma düzeyleri tespit edilerek gürültü model haritaları hazırlanarak gürültü seviyesinin yüksek olduğu alanların tespit edilmesi ve gerekli önlemler alınması gerektiğini vurgulamıştır (Özdemir ve diğ., 2011). Aynı zamanda ülkemizde trafik kaynaklı gürültünün okul, hastane, otel vb. hassas yapılardaki gürültü maruz kalma düzeylerini azaltabilmek amacıyla atık malzemeler ile gürültü yalıtımı için panel üretim çalışmaları yapılmıştır (İlgün ve diğ., 2010).

Çıkan sonuçlar değerlendirildiğinde, kampüsteki mevcut gürültü seviyelerini iyileştirmek adına yapılabilecek öneriler şu şekilde sıralanabilir.

1. Kampüs içerisinde karayolları kenarlarına gürültünün olumsuz etkilerini sınırlandırmak için gürültü emici bitkisel materyaller veya gürültü perdelemesi kullanılabilir.
2. Taşıt sayısının yaydığı gürültüyü azaltmak için kampüs otobüslerine tek ve çift sayılı numaralar vererek Şekil 2'deki "1.Ölçüm" ve "Otobüs Güzergahı" arasında kalan yol güzergahı arasında belirli numaralar çalışabilir. Özellikle sınır değerleri aşan MMF ve MYO binaları için alternatif yol olması gürültü seviyelerini düşürmek için etkili olabilir.
3. Çalışmada kullanılan alansal kaynaklar incelendiğinde sınır değerleri aşan değerler olsada alıcı noktalarına yansımamaktadır. Bu çalışma için alıcı noktalar için sınır değerler aşılmamış olsada gelecekte farklı gürültü kaynaklarının etkilenebilmesi ile dikkat edilmelidir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazar(lar), bilinen herhangi bir çıkar çatışması veya herhangi bir kurum/kuruluş ya da kişi ile ortak çıkar bulunmadığını onaylamaktadırlar.

YAZAR KATKISI

Ömer Mert BAYRAKTAR, çalışmanın kavramsal ve tasarım parametrelerinin belirlenmesi ve yönetimi, veri analizi ve yorumlama, makale taslağının hazırlanması ve çalışmanın son onay ve tam sorumluluk, Atilla MUTLU, fikrinsel içeriğin eleştirel incelemesi ile son onay ve tam sorumluluk, kısımlarına katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

1. Aktürk, N. ve Ünal, Y. (1998) Gürültü, gürültüyle mücadele ve trafik gürültüsü, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bülteni*, 3, 21–32.

2. Baaj, M. H., El-Fadel, M., Shazbak, S., M. ve Saliby, E. (2001) Modeling noise at elevated highways in urban areas: A practical application, *Journal Of Urban Planning and Development*, 127(4), 169-180. doi:10.1061/(ASCE)0733-9488(2001)127:4(169)
3. Balıkesir Üniversitesi (2017). Faaliyet Raporu: 2017 mali yılı, Erişim Adresi: http://www.balikesir.edu.tr/raporlar/fr_2017.pdf (Erişim Tarihi: 10.08.2021)
4. CadnaA User Guide (2010) State-of-The-Art Noise Prediction Software, Version 3.8.
5. Candemir, M.N. (2008). D100 (E5) Karayolunun gürültü açısından değerlendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
6. Carslaw, D.C. ve Ropkins, K. (2012) Openair --- An R Package for Air Quality Data Analysis, *Environmental Modelling & Software*, 27(28), 52-61. doi:10.1016/j.envsoft.2011.09.008
7. Chen, L., Tang, B., Liu, T., Xiang, H., Sheng, Q. ve Gong, H. (2020) Modeling traffic noise in a mountainous city using artificial neural networks and gradient correction, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 78, 102196. doi: 10.1016/j.trd.2019.11.025
8. ÇŞB (2008) Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (2008, 7 Mart). Resmi Gazete (Sayı: 26809). Erişim Adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/03/20080307-6.htm> (Erişim Tarihi: 10.08.2021)
9. ÇŞB (2011) Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (2002/49/EC), Yayınlandı R.Gazete: Tarih: 27/4/2011-Sayı: 27917.
10. ÇŞB (2014) Gürültü Haritalama Standartlarının Yazılıma Aktarılmasındaki Zorluklar, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Erişim Adresi: <https://docplayer.biz.tr/10219600-Gurultu-haritalama-standartlarinin-yazilima-aktarilmasindaki-zorluklar.html> (Erişim Tarihi: 10.08.2021)
11. Dockrell, J.E. ve Shield, B.M. (2006) Acoustical barriers in classrooms: the impact of noise on performance in the classroom, *British Educational Research Journal*, 32(3), 509–525. doi:10.1080/01411920600635494
12. El-Sharkawy, M.F. ve Alsubaie, A.S.R. (2014) Study of environmental noise pollution in the University of Dammam campus, *Saudi Jourjal of Medicine & Medical Sciences*, 2(3), 178-184. doi:10.4103/1658-631X.142532
13. Gülpınar, O.S. (1996). Yarattıkları çevre sorunları açısından ulaştırma sistemlerinin incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Malatya.
14. Harris R.A, Cohn L.F ve Knudson S. (2000) Evaluation of the federal highway administration's traffic noise model, *Journal of Transportation Engineering-Asce*, 126(6), 513-520. doi:10.1061/(ASCE)0733-947X(2000)126:6(513)
15. Houtgast, T. (1988) Frequency selectivity in amplitude-modulation detection, TNO Institute for Perception, *Acoustical Society of America*, 85(4), 1676-1680. doi:10.1121/1.397956
16. İlgün, A., Çöğürçü, M.T., Özdemir, C., Kalıpcı, E. ve Şahinkaya, S. (2010) Determination of sound transfer coefficient of boron added waste cellulosic and paper mixture panels, *Scientific Research and Essays*, 5(12), 1530-1535.
17. Jariwala, H.J., Syed, H.S., Pandya, M.J. ve Gajera, Y.M. (2017) Noise pollution & human health: a review, *Noise and Air Pollution: Challenges and Opportunities*, India.
18. Kalıpcı E., (2017) Avanos ilçe merkezinde trafik kaynaklı gürültü kirliliğinin mekânsal analizi, *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(1), 20-29. doi:10.17100/nevbittek.309489

19. Kalıpcı, E. ve Dursun Ş. (2009) Presentation of Giresun city traffic noise pollution map via Geographical Information System, *Journal of Applied Sciences*, 9(3), 479-487. doi:10.3923/jas.2009.479.487
20. Kalıpcı, E., Bilgen, İ. ve Hüseyin, C. (2020) Nevşehir city center spatial analysis of noise pollution by using geographical information system, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 10(2), 253-265. doi:10.31466/kfbd.777168
21. Karpuzcu, M., (1996) *Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü. Kubbealtı Neşriyat, Özel Matbaası: Kubbealtı Dizgi Merkezi*, 5.
22. Yalılı Kılıç, M. Y., Dindar, G. ve Adalı, S. (2021) Eğlence yerlerindeki gürültü kirliliğinin çevresel etkileri, *Bursa Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 26(1), 143-152. doi:10.17482/uumfd.864436
23. Leong, T.S ve Laortanakul, P. (2003) Monitoring and assessment of daily exposure of roadside workers to traffic noise levels in an Asian city: A case study of Bangkok streets, *Environmental Monitoring And Assessment*, 85(1), 69-85. doi:10.1023/a:1023305216910
24. MGM (2017) Meteorolojik Hava Tahminleri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Hava Ölçüm İstasyonu, Erişim Adresi: <https://www.mgm.gov.tr> (Erişim Tarihi: 10.08.2021)
25. Onuu, M.U. (2000) Road traffic noise in Nigeria: Measurements, analysis and evaluation of nuisance, *Journal of Sound and Vibration*, 233(3), 391-405. doi:10.1006/jsvi.1999.2832
26. Ovenden, N.C., Shaffer, S.R. ve Fenando, H.J.S. (2009) Impact of meteorological conditions on noise propagation from freeway corridors, *The Journal of the Acoustical Society of America*, 126(1), 25-35. doi:10.1121/1.3129125
27. Öden, M. K. ve Bilgin, İ. (2019) Sarayönü ilçe merkezinde trafik kaynaklı gürültü kirliliğinin araştırılması, *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 34(1), 103-114. doi:10.21605/cukurovaummfd.601324
28. Özçetin Z. (2016). Celal Bayar Bulvarı üzerinde trafik kaynaklı gürültünün analizi ve çevresel etkilerinin araştırılması üzerine bir yöntem önerisi, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
29. Özdemir, C., Savur, A., Kalıpcı, E., Sahinkaya, S. ve Demirci, M.T. (2011) Determination and control of noise pollution risk points at the level of touristic hotels, *Middle-East Journal of Scientific Research*, 7(1), 95-10.
30. Özdoğan, A. (1991). İstanbul şehri değişik bölgelerinde trafik gürültüsü sorunu, *Tıpta Uzmanlık Tezi*, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, İstanbul.
31. Parbat, D.K. ve Nagarnaik B.P., (2007) Assessment and ANN modelling of noise levels at major road intersections in an Indian intermediate city, *Journal of Research in Science, Computing and Engineering*, 4(3), 39-49. doi:10.3860/jrsce.v4i3.632
32. Probst B ve Huber B. (2000) Calculation and assessment of traffic noise exposure, *Journal of Sound and Vibration*, 34(7), 16-20.
33. Quartieri, J., Mastorakis, N.E., Iannone, G., Guarnaccia, C. Ambrosio, S.D., Troisi, A. ve Lenza, T.L.L. (2009) A review of traffic noise predictive models, *5th WSEAS International Conference*, 14-16.
34. R Core Team (2020) R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, Erişim adresi: <https://www.R-project.org/> (Erişim Tarihi: 10.08.2021)

35. Rechneronline, (2021). Gürültü Ses Düzeyi. Erişim Adresi: <https://rechneronline.de/log-scale/decibel.php> (Erişim Tarihi: 10.06.2021)
36. RLS (1990) Richtlinien für den Lärmschutz an Strassen. BM für Verkehr, Bonn.
37. Salomons, E.M. (2001). *Computational Atmospheric Acoustics*, Kluwer Academic, Dordrecht. doi:10.1007/978-94-010-0660-6
38. Stansfeld S.A. ve Matheson M.P, (2003) Noise pollution: Non-auditory effects on health, *British Medical Bulletin*, 68(1), 243–257. doi:10.1093/bmb/ldg033
39. Tercan, Ş.H. ve Yaman, G. (2021) Kent içi trafikten kaynaklanan stratejik gürültü haritalarının değerlendirilmesi, *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 7(1), 27-40. doi: 10.21324/dacd.786159
40. Topbaş, M.T., Brohi, A.R. ve Karaman, M.R. (1998) Çevre Kirliliği, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yayını, Ankara, 340.
41. URL-1, (2021). Konu: Üç Boyutlu Zemin Model İşlemcisi. Erişim Adresi: <https://www.3d-map-generator.com/> (Erişim Tarihi: 16.07.2021)
42. Worldometers, (2021). Konu: Dünya Nüfus Değişimi Erişim Adresi: <https://www.worldometers.info/world-population/world-population-by-year/> (Erişim Tarihi: 10.06.2021)
43. Zannin P.H.T., Ferreira A.M.C. ve Szeremetta B. (2006) Evaluation of noise pollution in urban parks, *Environmental Monitoring and Assessment*, 118, 423–433. doi:10.1007/s10661-006-1506-6