

DETERMINATION OF INDUSTRIAL SITE SUITABILITY IN SILIVRI DISTRICT VIA THE LUCIS MODEL

Seda ÇAKIR - Mesut DOĞAN

ABSTRACT

In the process of industrial decentralization within the İstanbul metropolitan area, Silivri district has emerged as a strategic expansion zone due to its logistical advantages, extensive land area, and integration with the Organized Industrial Zones (OIZ) along the neighboring Tekirdağ-Çorlu line. However, this intense demand poses a risk of unplanned urbanization and the intertwining of industrial areas with the urban fabric, potentially leading to spatial conflict. This study employs the LUCIS (Land Use Conflict Identification Strategy) model—developed at the University of Florida in 2007—to determine the most rational site selection for industrial facilities in Silivri by integrating multi-criteria decision-making processes into a spatial analysis framework.

In accordance with the model's stepwise methodology, physical factors such as slope, geological structure, and disaster risks were synthesized with human criteria, including proximity to existing industrial hubs and accessibility to major logistical arteries like the TEM Highway and D-100. The Analytic Hierarchy Process (AHS) was utilized for criteria weighting, and spatial analyses were conducted using data layers prepared within the ArcGIS Pro environment. The analysis results reveal through numerical data that the southern and central parts of the district, particularly where they intersect with logistical axes, possess high potential for industrial development, identifying approximately 86 km²lik (%10) of land with the highest suitability value. Ultimately, this study provides a strategic decision-support mechanism for local governments, emphasizing that industrial site selection should be guided by a scientific approach that prioritizes logistical efficiency and sustainable urban protection over purely economic profit.

Keywords: Silivri, Industrial Site Selection, LUCIS Model, AHS, Logistics Axes, Industrial Decentralization.

İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü

Mail: scakir1@ogr.iu.edu.tr

 <https://orcid.org/0009-0006-9628-3042>

Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi

Mail: esutan@istanbul.edu.tr

 <https://orcid.org/0000-0002-4926-5769>

Makale Atıf Bilgisi:

ÇAKIR, S. - DOĞAN, M. (2025). "Silivri İlçesinde Sanayi Yer Seçimi Uygunluğunun LUCIS Modeli ile Belirlenmesi". *Çevre, Şehir ve İklim*, Sayı 8, s. (150-179).

Makale Türü: Araştırma
Geliş Tarihi: 27.11.2025
Kabul Tarihi: 27.12.2025
Yayın Tarihi: 31.12.2025
Yayın Sezonu: Aralık 2025

SİLİVRİ İLÇESİNDE SANAYİ YER SEÇİMİ UYGUNLUĞUNUN LUCIS MODELİ İLE BELİRLENMESİ

Seda ÇAKIR - Mesut DOĞAN

ÖZ

İstanbul metropoliten alanında sanayi faaliyetlerinin desantralizasyonu sürecinde Silivri ilçesi; lojistik avantajları, geniş yüzölçümü ve komşu Tekirdağ-Çorlu hattındaki Organize Sanayi Bölgeleri (OSB) ile olan entegrasyonu sayesinde stratejik bir sanayi genişleme alanı hâline gelmiştir. Ancak bu yoğun talep, plansız kentleşme ve sanayi alanlarının kentsel doku ile iç içe geçmesi riskini doğurarak mekânsal bir karmaşaya zemin hazırlamaktadır. Bu çalışmada Silivri’de sanayi tesisleri için en rasyonel yer seçimi alanlarının belirlenmesi amacıyla 2007 yılında Florida Üniversitesinde geliştirilen ve çok kriterli karar verme süreçlerini mekânsal düzleme aktarım analizi imkanı sunan LUCIS (Land Use Conflict Identification Strategy) modeli kullanılmıştır.

Araştırma kapsamında modelin aşamalı metodolojisine uygun olarak eğitim, jeolojik yapı ve afet riskleri gibi fiziki faktörlerin yanı sıra TEM Otoyolu ve D-100 gibi ana lojistik arterlere erişilebilirlik, mevcut sanayi odaklarına yakınlık gibi beşerî kriterler sentezlenmiştir. Kriterlerin ağırlıklandırılmasında Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) metodolojisinden yararlanılmış ve ArcGIS Pro ortamında veri katmanları hazırlanarak mekânsal analizler gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları, ilçenin özellikle lojistik akslarla kesişen güney ve orta kesimlerinin sanayi gelişimi için yüksek potansiyel taşıdığını, en yüksek uygunluk değerine sahip yaklaşık 86 km²lik (%10) sayısal verilerle ortaya koymaktadır. Sonuç olarak çalışma, sanayi yer seçimi kararlarının sadece ekonomik kâr odaklı değil kentsel gelişimi koruyan ve lojistik verimliliği artıran bilimsel bir yaklaşımla doğrultusunda planlanması gerektiğini vurgulayarak yerel yönetimler için stratejik bir karar destek mekanizması sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Silivri, Sanayi Yer Seçimi, LUCIS Modeli, AHS, Lojistik Akslar, Sanayi Desantralizasyonu.

1. Giriş

Kentleşme süreçlerinin zaman içinde ivme kazanmasıyla birlikte sanayi alanlarının planlı ve sürdürülebilir biçimde konumlandırılması hem çevresel sürdürülebilirlik hem de sosyoekonomik kalkınma açısından stratejik bir önem arz etmektedir. Özellikle metropoliten alanların çeper bölgeleri, bir yandan tarımsal potansiyeli koruma diğer yandan ise sanayi ve yerleşim baskısını yönetme zorunluluğu nedeniyle mekânsal planlamanın odak noktası hâline gelmiştir. Bu alanlardan biri olan ve İstanbul'un batı koridorunda yer alan Silivri ilçesi, İstanbul-Tekirdağ (Çorlu) sanayi aksı üzerindeki köprü konumuyla sanayi yerleşimleri için kritik bir sahadır. Silivri'deki planlama kararlarının rasyonel temellere oturtulması için fiziki, beşerî ve güncel risk faktörlerinin bütünleşmiş biçimde değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda sanayi yer seçiminin yalnızca ekonomik erişilebilirlik kriterleriyle değil aynı zamanda çevresel hassasiyetler ve doğal riskler dikkate alınarak ele alınması zorunlu hâle gelmiştir. Bu çalışmanın temel araştırma sorusu, Silivri ilçesinde sanayi tesisleri için mekânsal olarak en uygun alanların fiziki eşikler, beşerî faktörler ve doğal risk verileri birlikte değerlendirilerek LUCIS modeli aracılığıyla belirlenip belirlenemeyeceğidir.

Mekânsal uygunluk analizleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) aracılığıyla arazi kullanım kararlarını destekleyen önemli araçlardır. Bu kapsamda çok ölçütlü karar destek sistemleri farklı kriterlerin eş zamanlı değerlendirilmesi ve karar vericilere şeffaf, yönlendirici haritalar sunulması açısından öne çıkmaktadır (Yomralıoğlu, 2000; Zhang vd., 2019). Bununla birlikte Türkiye'de sanayi yer seçimi süreçleri, ekonomik coğrafya ve sanayi coğrafyası perspektifiyle de kapsamlı şekilde ele alınmış ve temel teorik çerçeveler ortaya konulmuştur (Tümertekin ve Özgüç, 2012; Özçağlar, 2016). Türkiye'de sanayi yer seçimi, kentsel gelişim ve konut yerleşimi uygunluk çalışmalarında CBS tabanlı modellemeler giderek yaygınlaşmaktadır. Literatürde yer alan benzer çalışmalarda LUCIS Modeli'nin yerleşim yeri uygunluk analizlerinde kullanıldığı (Taşdemir ve Kaya, 2015) ve bölgesel ölçekte yerleşme uygunluk analizlerinin gerçekleştirildiği (Aydoğdu ve Bakırcı, 2021) görülmektedir. Ancak mevcut çalışmaların önemli bir kısmında yerel ölçekte güncellenmiş doğal risk verilerinin ve arazi kullanım dinamiklerinin modele entegrasyonu sınırlı kalmıştır. Bu noktada çalışmanın özgün değeri, klasik uygunluk analizlerinden farklı olarak çok boyutlu bir risk matrisi kurgulamasından kaynaklanmaktadır. Mevcut literatürde deprem riski genellikle sadece fay hatlarına yakınlık üzerinden ele alınırken bu çalışmada yer ivmesi (PGA), zemin parametreleri ve bina envanteri gibi değişkenler bütünleşik bir deprem risk katmanı olarak modele dâhil edilmiştir. Ayrıca bölgenin topografik hassasiyeti nedeniyle heyelan riski bağımsız bir kısıtlayıcı faktör olarak analiz edilmiş ve tüm bu risk çıktılarının sonuçları, mevcut arazi kullanımı (ground-truth) verileriyle

2. Yöntem

Bu çalışma, Silivri ilçesinde sanayi alanları için en uygun yerlerin belirlenmesi amacıyla LUCIS Modeli ile Analitik Hiyerarşi Süreci tekniklerini entegre eden bir metodolojiye dayanmaktadır. Araştırma süreci, LUCIS modelinin standart hiyerarşik yapısına uygun olarak şu 5 aşamada gerçekleştirilmiştir:

2.1. Araştırma Modeli ve Aşamaları

Amaç ve Hedeflerin Belirlenmesi: Sanayi yer seçimi için fiziki ve beşerî olmak üzere 2 ana amaç ve bu amaçları destekleyen 10 alt hedef (kriter) tanımlanmıştır.

Veri Hazırlığı ve CBS Veritabanı: Analizler için gerekli olan topografik, jeolojik, lojistik ve risk faktörlerine ait veriler; AFAD, MTA, Kandilli Rasathanesi ve yerel yönetimlerden derlenerek ArcGIS Pro ortamında standart mekânsal veri katmanlarına dönüştürülmüştür.

Uygunluk Analizlerinin Yapılması: Her bir alt hedefe ait katman, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ile ağırlıklandırılmış ve sanayi gelişimi için "uygunluk haritaları" üretilmiştir.

Tercih Alanlarının Belirlenmesi: Uygunluk sonuçları ve bölgedeki sanayi odakları ile birleştirilerek tercih edilen alanlar saptanmıştır.

Çatışmaların Tespiti ve Saha Doğrulaması: Sanayi uygunluk alanları; mevcut kentsel doku ve tarım alanları ile çakıştırılarak potansiyel çatışma sahaları belirlenmiş, sonuçlar mevcut arazi kullanımı (EEA 2018) verileriyle doğrulanmıştır.

Tablo 1: Çalışmada kullanılan veri setleri

Kullanılan Veri Setleri	Türü	Veri Kaynağı	Analizdeki Rolü
Jeoloji (Litoloji)	Vektör	MTA	Zemin taşıma kapasitesi ve sanayi yerleşim uygunluğu
Heyelan	Vektör	İstanbul İli, Çatalca-Silivri Heyelan Farkındalık Kitapçığı	Yerleşime kısıtlayıcı (risk) faktör analizi
Eğim	Raster	DEM Verisinden Üretilmiştir	Topografik uygunluk ve yapılaşma sınırlarının tespiti
Konut alanları	Vektör	Silivri Belediyesi	Mekânsal çatışma ve tampon bölge analizi
Sanayi alanları	Vektör	İTO / Silivri Belediyesi	Mekânsal kümelenme ve sanayi odağı analizi
Sayısal Yükseklik Modeli (DEM)	Raster	ASF Alaska (12.5 m)	Eğim ve yüzey analizlerinin üretilmesi
Akarsu	Vektör	MTA	Çevresel koruma ve taşkın riski yönetimi

Arazi Kullanımı (EEA 2018)	Vektör	EEA (European Environment Agency)	Model sonuçlarının saha doğrulaması
Demiryolu Hattı	Vektör	TCDD	Lojistik bağlantı potansiyeli
Karayolu Ağı	Vektör	KGM	Lojistik erişilebilirlik
Bina Yaşı	Vektör	İBB	Entegre deprem risk analizi
Deprem İvme Değerleri (PGA)	Vektör	İBB \ AFAD	Sismik tehlike ve risk analizi
Liman	Vektör	İmar Planları	Denizyolu entegrasyonu ve ticaret erişimi

2.2. Kriterlerin Puanlanması ve AHS Ağırlıklandırma Süreci

Analiz sürecinde kullanılan her bir veri katmanı, sanayi yer seçimi uygunluğu açısından ArcGIS Pro ortamında yeniden sınıflandırılmıştır (Reclassify) ve 1 (en düşük uygunluk) ile 9 (en yüksek uygunluk) arasında değişen bir ölçekte puanlanmıştır. Kriterlerin ağırlıklandırılması aşamasında, çok kriterli karar verme tekniklerinden biri olan ve Saaty (1980) tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemi kullanılmıştır. AHS; karmaşık karar verme problemlerini hiyerarşik bir düzende ele alarak kriterlerin ikili karşılaştırmalar yoluyla önceliklendirilmesini sağlayan ve öznel yargıların tutarlı sayısal değerlere dönüştürülmesine olanak tanıyan bir yöntemdir. Kriterlerin belirlenmesi ve ağırlıklandırılması sürecinde şehir planlama ve beşerî coğrafya alanında uzman 5 akademisyenin görüşüne başvurulmuştur. Uzman görüşleri doğrultusunda oluşturulan tüm ikili karşılaştırma matrisleri için Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio-CR) hesaplanmış ve tüm matrislerde CR değeri 0.10'un altında ($CR < 0.10$) bulunmuştur. Bu durum, yapılan ağırlıklandırmanın istatistiksel olarak tutarlı ve güvenilir olduğunu göstermektedir.

Tablo 2: Sanayi yer seçimi analizi kriter derecelendirmesi, ahs ağırlıkları ve tutarlılık oranları (CR)

Ana Faktör Grubu	Kriterler	Sınıflandırma ve Mesafe Aralıkları	Puan (1–9)	Ağırlık (%)	Tutarlılık Oranı (CR)
FİZİKİ COĞRAFYA	Eğim (%)	%0–5 (9), %5–10 (7), %10–15 (5), >%15 (1)	9,7,5,1	15	CR = 0,042
	Deprem Uygunluk	1.5-2.2 (Düşük); 2.3-2.8; 2.9-3.2; 3.3-3.8; 3.9-4.4 (Yüksek)	9; 7; 5; 3; 1	14	
	Litoloji (Zemin)	Yüksek Uygunluktaki Birimler; Düşük Uygunluktaki Birimler	9,1	10	
	Akarsu Mesafesi	0-500 m; 500-1000 m; 1000-1500 m; 1500-2000 m; > 2000 m	9,7,5,3,1	6	
	Heyelan Riski	Risksiz Alanlar; Heyelan Riski Olan Alanlar	9,1	5	

BEŞERÎ COĞRAFYA	Karayolu Erişimi	0-1500 m; 1500-2000 m; 2000-3000 m; 3000-5000 m; > 5000 m	9,7,5,3,1	15	CR = 0,068
	Mevcut Sanayi	0-250 m; 250-500 m; 500-750 m; 750-1000 m; > 1000 m	9; 7; 5; 3; 1	10	
	Demiryolu Hattı	0-3000 m; 3000-4000 m; 4000-5000 m; 5000-6000 m; > 6000 m	9,7,5,3,1	10	
	Konut Alanları	> 1500 m; 1000-1500 m; 500-1000 m; 250-500 m; 0-250 m	9; 7; 5; 3; 1	10	
	Liman Erişimi	0-400 m; 400-800 m; 800-1200 m; 1200-1600 m; > 1600 m	9,7,5,3,1	5	
TOPLAM				100	CR < 0,10

Not: Fiziki coğrafya ve beşerî coğrafya kriterleri için ikili karşılaştırmalar hiyerarşik AHS yaklaşımı kapsamında ayrı matrisler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tabloda verilen CR değerleri ilgili kriter grubuna ait genel tutarlılık oranlarını göstermekte olup, tüm matrislerde CR < 0,10 koşulu sağlanmıştır (Saaty, 1990).

2.3. Mekânsal Analiz ve LUCIS Uygulaması

Hazırlanan tüm mekânsal veriler ArcGIS Pro yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Uzaklık temelli kriterler için Euclidean Distance (Öklid Uzaklığı) yöntemi uygulanmış; topografik veriler için yüzey analizleri yapılmıştır ve veriler, belirlenen referans aralıklarına göre Reclassify (Yeniden Sınıflandırma) işlemine tabi tutularak 1-9 arası uygunluk değerlerine dönüştürülmüştür (1: en düşük uygunluk, 9: en yüksek uygunluk).

LUCIS modelinin hiyerarşik yapısı gereği, analiz süreci iki ana aşamada tamamlanmıştır. İlk aşamada alt kriterler kendi içlerinde AHS ağırlıklarıyla çakıştırılarak "Fiziki Uygunluk" (Eğim, Deprem, Litoloji, Heyelan, Akarsu) ve "Beşerî / Ekonomik Uygunluk" (Karayolu, Demiryolu, Konut, Mevcut Sanayi, Liman) alt amaç haritaları üretilmiştir.

Son aşamada ise sanayi gelişiminin çevresel koruma ve lojistik verimlilik arasında sürdürülebilir bir denge kurması amacıyla fiziki ve beşerî uygunluk katmanlarına %50'şer (eşit) ağırlık verilerek Weighted Overlay yöntemiyle nihai sanayi uygunluk haritası elde edilmiştir.

3. Bulgular

Silivri ilçesinin sanayi odaklı gelişim potansiyelini belirlemeye yönelik gerçekleştirilen analizlerin sonucu, fiziki ve beşerî coğrafya dinamiklerinin mekânsal bir sentezini sunmaktadır. LUCIS modeli çerçevesinde yürütülen bu süreçte verilerin sadece görsel olarak çakıştırılmasıyla yetinilmemiş; her bir kriterin sanayi yer seçimi üzerindeki sınırlayıcı veya destekleyici etkisi, Analitik Hiyerarşi

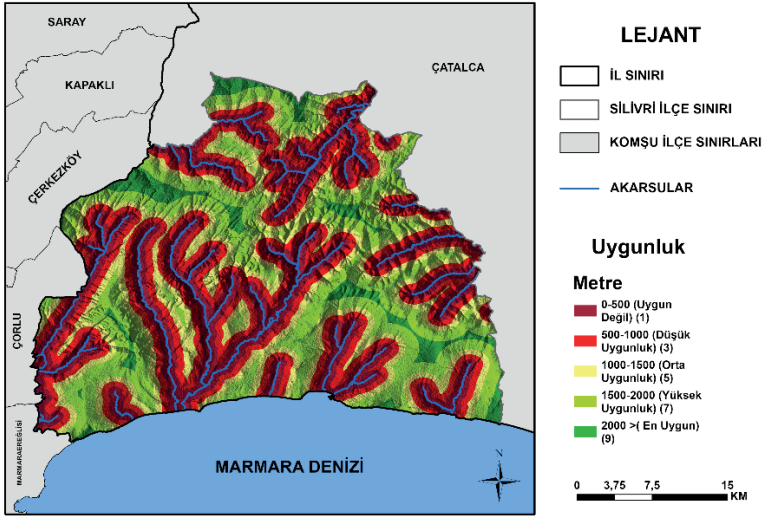
Süreci (AHS) ile belirlenen ağırlık katsayıları (Bkz. Tablo 2) ışığında sayısal olarak ağırlıklandırılmıştır. Çalışmanın metodolojisine uygun olarak ilk aşamada fiziki ve beşerî uygunluklar kendi içlerinde analiz edilmiş; ardından bu iki ana bileşen eşit ağırlıkla (%50) sentezlenerek nihai sonuçlara ulaşılmıştır. Elde edilen bulgular; jeolojik riskler, eğim ve hidrografik yapı gibi doğal kısıtlar ile ulaşım ağlarına erişilebilirlik gibi lojistik faktörlerin kesiştiği alanlarda sanayi uygunluğunun mekânsal olarak yüksek bir potansiyel sergilediğini göstermiştir. Bu bağlamda üretilen harita çıktıları ve bu çıktılara eşlik eden alan hesaplamaları, ilçedeki arazi kullanımı çatışmalarını ve sürdürülebilir sanayi projeksiyonlarını bilimsel bir temelde ortaya koymaktadır.

3.1. Fiziki Coğrafya Özellikleri Bakımından Uygunluk

3.1.1. Akarsu Mesafesi Analizi

Sanayi yer seçiminde su kaynaklarına mesafe sanayi tesislerinin hem işletme aşamasındaki ihtiyaçlar hem de afet yönetimi açısından temel bir değişkendir. Şekil 2'deki analiz sonuçlarına göre vadi tabanları ve taşkın ovalarını kapsayan 0-500 metre aralığı, yüksek hidrografik hassasiyet nedeniyle "Uygun Değil" (1 puan) olarak sınıflandırılmıştır. İlçenin orta, doğu ve batı kesimindeki dere hatları boyunca yoğunlaşan bu alanların sanayi yapılaşmasına açılması, ciddi ekonomik kayıplara ve su kirliliğine zemin hazırlamaktadır (Özşahin, 2013). Sayısal verilere göre Silivri'nin yaklaşık %26'sını (225 km²) kapsayan bu alan sanayinin yer seçiminde kısıtlayıcı faktörlerden biridir.

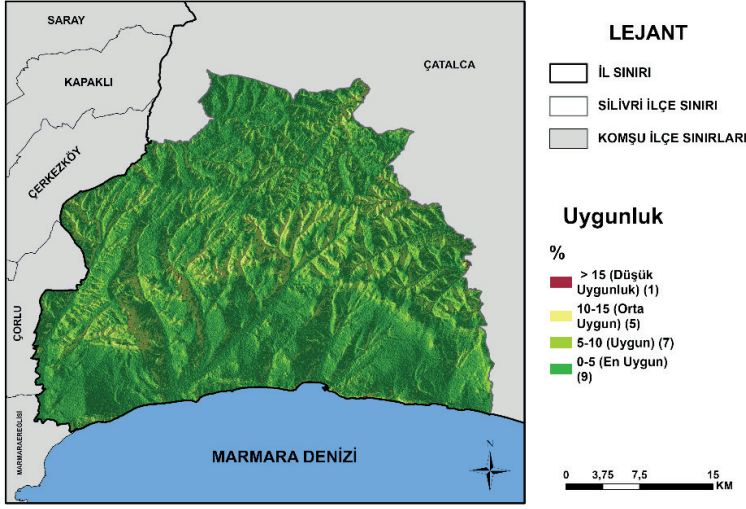
Bununla birlikte iklim değişikliğiyle artan ani yağış rejimleri, dere yatakları çevresindeki tesisler için doğrudan tehdit oluşturmaktadır (AFAD, 2019). Bu risk nedeniyle modelde akarsu aksından uzaklaşıldıkça uygunluk puanı artırılmıştır. Mesafenin 2000 metreyi aştığı ve "En Uygun" (9 puan) olarak değerlendirilen sahalar, toplamda 230 km²lik (%27) yer kaplamaktadır. Özellikle kuzeydeki yüksek kesimler ve kıyı kuşağının belirli bölümlerinde yoğunlaşan bu güvenli alanlar hem afet riskini minimize etmekte hem de su havzalarının sürdürülebilirliğini korumaktadır (Turoğlu, 2011).



Şekil 2: Akarsuya uzaklık haritası

3.1.2. Eğim Analiz Bulguları

Sanayi tesisleri; geniş tabanlı yapı inşası ve ağır yük taşımacılığına dayalı lojistik faaliyetler nedeniyle topografik eğime karşı son derece hassastır. Şekil 3'teki analiz sonuçlarına göre sanayi gelişimi için en ideal sahalardan olan %0-5 arası düzlükler, haritada koyu yeşil ile gösterilmiş ve "En Uygun" (9 puan) olarak sınıflandırılmıştır. Literatürde de vurgulandığı üzere bu eğim aralığı hafriyat maliyetlerini en düşük seviyede tutan temel sanayi parsellerini oluşturmaktadır (Doğanay, 2002; Koçkar, 2012). Silivri yüz ölçümünün %85'ini (731 km²lik) kapsayan bu alanlar, ilçenin sanayi potansiyelindeki en büyük avantajıdır. Eğimin %15'in üzerine çıktığı ve kırmızı / kahverengi tonlarla temsil edilen sahalara ise "Düşük Uygunluk" (1 puan) derecesi almıştır. Bu yüksek eğimli alanlarda yapılaşmanın heyelan gibi afet risklerini tetikleyebileceği gerçeği, sanayi yer seçimi kararlarında kısıtlayıcı bir rol oynamıştır (Özşahin, 2014; Yılmaz vd., 2016). Mekânsal hesaplamalara göre ilçenin sadece %2-3'lük (yaklaşık 20 km²lik) kısmını oluşturan bu riskli sahalara, genellikle kuzeydeki engebeli kısımlar ile vadi yamaçlarında sınırlı kalmaktadır.



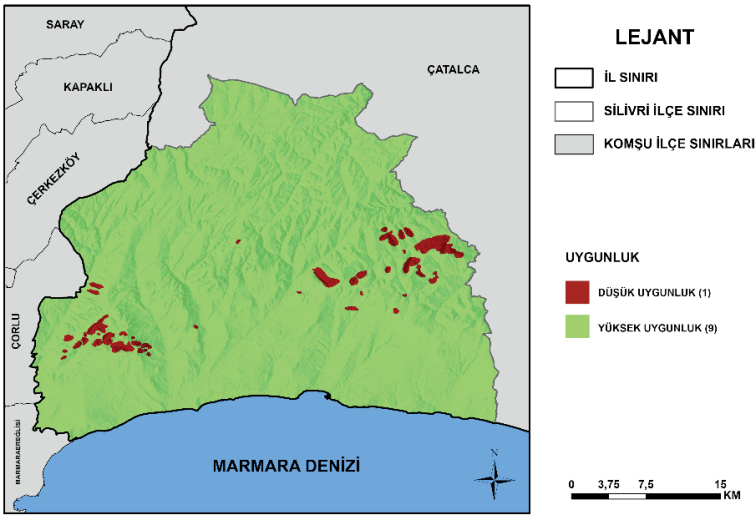
Şekil 3: Eğim grupları bakımından uygunluk haritası

3.1.3. Heyelan Duyarlılık Analizi

Sanayi tesisleri gibi yüksek maliyetli ve ağır mühendislik yapıları için zemin stabilitesi, yer seçiminde belirleyici fiziksel faktörlerden biridir. Bu nedenle çalışmada heyelan riski klasik LUCIS uygulamalarından farklı olarak sismik risk başlığı altında dolaylı biçimde ele alınmamış; Silivri'nin jeomorfolojik ve litolojik özelliklerini daha doğru yansıtabilmek amacıyla bağımsız bir analiz bileşeni olarak değerlendirilmiştir. Analizlerde İBB (2020) tarafından üretilen aktif ve potansiyel heyelan verileri esas alınmıştır.

Şekil 4'te sunulan sonuçlara göre ilçe genelinin büyük bölümü zemin stabilitesi açısından sanayi yerleşimine uygun alanlardan oluşmaktadır. Buna karşılık özellikle doğu, güneydoğu, güneybatı ve kuzeybatı kesimlerdeki eğimli vadi yamaçlarında yoğunlaşan heyelan duyarlı sahalar "Düşük Uygunluk" (1 puan) sınıfında değerlendirilmiştir. Mekânsal hesaplamalar, bu kısıtlayıcı alanların ilçe yüz ölçümünün yaklaşık %2,4'üne (20,6 km²) karşılık geldiğini göstermektedir.

Literatürde yüksek statik yük oluşturan sanayi yapılarının heyelan duyarlılığı bulunan yamaçlarda konumlandırılmasının drenaj dengesini bozarak kütle hareketlerini tetikleyebileceği vurgulanmaktadır (Cellek, 2020). Bu nedenle, söz konusu riskli sahaların sanayi gelişimi dışında tutulması hem ekonomik kayıpların önlenmesi hem de çevresel afet risklerinin azaltılması açısından zorunlu görülmektedir (Bulut & Güler, 2016).



Şekil 4: Heyelan bakımından uygunluk haritası

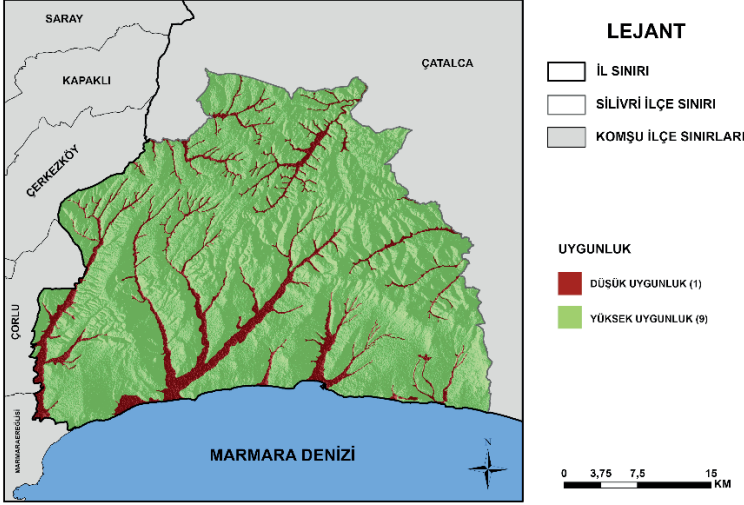
3.1.4. Litolojik Uygunluk Analizi

Sanayi yerleşmelerinin planlanmasında zemin özellikleri, ağır yapı yükleri ve endüstriyel faaliyetlerin oluşturduğu titreşimler nedeniyle belirleyici bir faktördür. Özellikle kuvaterner yaşlı alüvyon birikintilerinin bulunduğu alanlar; yüksek yeraltı su seviyesi, düşük taşıma gücü ve sismik etkiler sırasında ortaya çıkabilen sıvılaşma riski gibi olumsuz mühendislik koşulları barındırmaktadır. Bu nedenle söz konusu sahalar, sanayi tesisleri açısından "Düşük Uygunluk" (1 puan) kategorisinde değerlendirilmiştir.

LUCIS modeli kapsamında gerçekleştirilen analizler, Silivri ilçesinde özellikle sahil kuşağı ile akarsu vadileri boyunca uzanan alüvyon tabanlı alanların sanayi yer seçimi açısından riskli olduğunu ortaya koymaktadır. Şekil 5'te yer alan litolojik uygunluk haritası incelendiğinde düşük uygunluk gösteren bu sahaların (kırmızı tonlar) akarsu vadilerini izleyen çizgisel bir dağılım sergilediği görülmektedir. Marmara Denizi'ne doğru uzanan vadi tabanları ile ilçenin güney ve doğu kesimlerindeki birikinti alanları, sanayi gelişimi açısından en kısıtlayıcı bölgeleri oluşturmaktadır. Literatürde de gevşek dokulu zeminler üzerine inşa edilen endüstriyel yapıların uzun vadede oturma problemleri ve drenaj sorunlarıyla karşılaşabileceği vurgulanmaktadır.

Sayısal değerlendirmelere göre alüvyon karakterli bu düşük uygunluklu alanlar yaklaşık 86 km² büyüklüğe sahip olup ilçe yüz ölçümünün yaklaşık %10'unu kapsamaktadır. Buna karşılık haritada yeşil tonlarla gösterilen ve daha yaşlı, dayanımlı litolojik birimlerden oluşan alanlar "Yüksek Uygunluk" (9 puan) sınıfında değerlendirilmiştir. İlçenin büyük bir bölümünü kaplayan bu stabil

sahalar, sanayi parsellerinin hazırlanmasında ek zemin iyileştirme ihtiyacını azaltarak önemli bir ekonomik avantaj sağlamaktadır. Özellikle iç kesimlerdeki yüksek platolar ile kuzeyde yer alan dirençli jeolojik birimler, sanayi yatırımları için en güvenli fiziksel zemini oluşturmaktadır.



Şekil 5: Litoloji bakımından uygunluk haritası

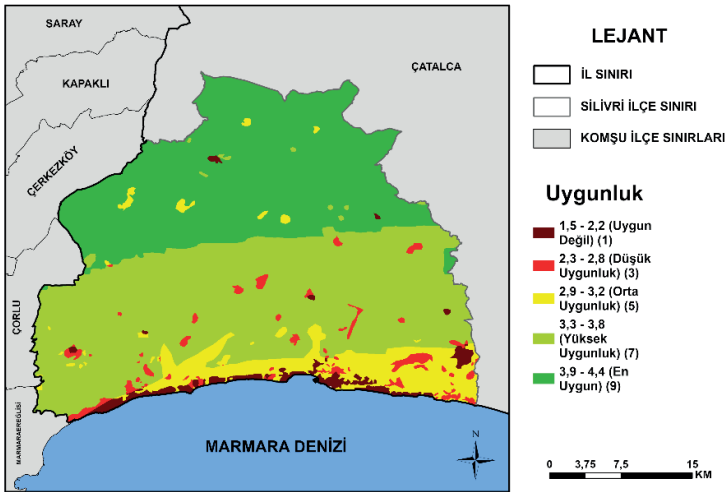
3.1.5. Depremsellik Bakımından Uygunluk Analizi

Sanayi yer seçiminde deprem riski, yatırım güvenliği ve uzun vadeli sürdürülebilirlik açısından belirleyici bir faktördür. Bu çalışmada Silivri ilçesine yönelik gerçekleştirilen deprem uygunluk analizi, klasik LUCIS uygulamalarından farklı olarak çok katmanlı bir yaklaşımla ele alınmıştır. Analiz sürecinde İBB'den temin edilen sismik ivme verileri (PGA / PGV) ile yerel yönetimlerden elde edilen bina yaşı verileri birlikte değerlendirilmiş ve böylece yalnızca zemin özelliklerine değil yapısal kırılabilirliğe de odaklanan özgün bir "hibrit metodoloji" geliştirilmiştir. Bu yaklaşım, sismik riski daha bütüncül biçimde ele alarak çok boyutlu bir risk projeksiyonu sunmaktadır (Erdik, 2013).

Şekil 6'da sunulan deprem uygunluk haritası, ilçede sismik riskin genel olarak kuzey-güney doğrultusunda değiştiğini ortaya koymaktadır. Marmara Denizi kıyı kuşağı ile denize yakın alçak rakımlı sahalarda "Düşük Uygunluk" (1-3 puan) değerleri belirginleşmektedir. Haritada kırmızı ve turuncu tonlarla gösterilen bu alanlar, genç ve gevşek alüvyal zemin yapıları nedeniyle sismik dalga büyütme etkisine daha açıktır (Gökçe vd., 2016). Sayısal analizler, özellikle 1999 öncesi yapı stokunun yoğunlaştığı kıyı kesimlerinde yer alan bu yüksek riskli alanların yaklaşık 51,6 km²'lik (%6) bir alanı kapsadığını göstermektedir. Bu kuşak, sanayi

tesisleri açısından hem yüksek zemin iyileştirme maliyetleri hem de olası bir İstanbul depreminde artan hasar potansiyeli nedeniyle kısıtlayıcı bir alan olarak değerlendirilmiştir.

Buna karşılık Silivri'nin iç kesimlerinden kuzeye doğru uzanan geniş platoluk alanlarda "Yüksek Uygunluk" (9 puan) değerleri öne çıkmaktadır. Anakaya birimlerinin yüzeye daha yakın olduğu ve sismik ivme değerlerinin görece düşük seyrettiği bu stabil sahalar, sanayi yatırımları için daha güvenli bir fiziksel zemin sunmaktadır. Yaklaşık 344 km²lik (%40) bir alanı kapsayan bu bölgeler, düşük sismik risk ve sınırlı yapılaşma yoğunluğu sayesinde stratejik rezerv alanları niteliği taşımaktadır. Literatürde de sanayi yer seçiminde zemin özelliklerinin bina envanteriyle birlikte değerlendirilmesinin, afet sonrası kayıpların azaltılmasının yanı sıra sigortalama süreçleri ve operasyonel süreklilik açısından önemli avantajlar sağladığı vurgulanmaktadır (Korkmaz, 2018).



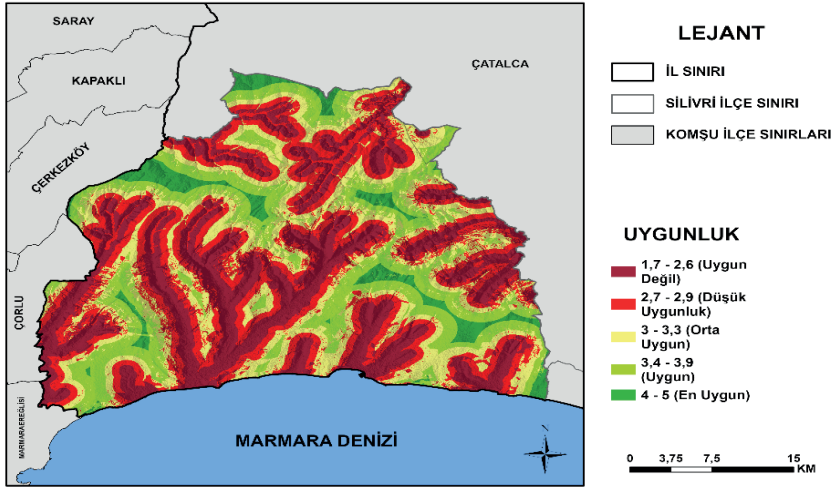
Şekil 6: Depremsellik bakımından uygunluk haritası

3.1.6. Fiziki Coğrafya Faktörleri Bakımından Bütünleşik Uygunluk Analizi

Arazi kullanım planlamasında fiziki coğrafya faktörlerinin tek başına ele alınması değil bütünlük bir yaklaşımla ele alınması, sanayi gibi yüksek sermaye ve risk taşıyan yatırımların sürdürülebilirliği için oldukça önemlidir. Bu aşamada eğim, hidrografi, litoloji, depremsellik ve kütle hareketleri parametreleri çalışmanın metodoloji kısmında (Bkz. Tablo 2) belirlenen ağırlık değerleri çerçevesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA) yöntemleri kullanılarak karşılaştırılmış ve "Birleştirilmiş Fiziki Uygunluk Haritası" (Şekil 7) üretilmiştir. Bu sentez süreci, bireysel çevresel risklerin birbirini tetikleme potansiyelini (sinerjik etki) mekânsal olarak ortaya koymaktadır (Malczewski, 2004).

Şekil 7 incelendiğinde Silivri ilçesinin fiziki uygunluk koşullarını kuzeyden güneye uzanan akarsu koridorları ile Marmara Denizi kıyı şeridi boyunca geniş bir «Düşük Uygunluk» (1,7-2,9 puan) kuşağı dikkat çekmektedir. Bordo ve kırmızı renklerle temsil edilen bu dağılım; vadi tabanlarındaki gevşek alüvyal dolgu, yüksek yeraltı su seviyesi ve kıyı kuşağındaki sismik sivilaşma riskinin bir araya gelmesiyle oluşan kümülatif «doğal eşik» alanlarını temsil etmektedir. Sayısal analizler sonucunda, çoklu risklerin (multi-hazards) en yoğun olduğu bu hassas sahaların toplamda yaklaşık 335,4 km² (%39) bir alanı kapsadığı saptanmıştır. Literatürde kıyı bölgelerindeki bu tür birleşik risklerin sanayi altyapılarında kalıcı yapısal hasarlara ve drenaj iflaslarına yol açabileceği açıkça belirtilmektedir (Ansal vd., 2009; Eastman, 2001).

İlçenin kuzeydoğu ve kuzeybatı kesimlerinde ise küçük kümelenmeler hâlinde görülen düşük uygunluk alanları ise yüksek eğim değerleri ile heyelan duyarlılığının çakıştığı, mühendislik açısından yüksek maliyetli ve riskli bölgeler olduğu anlamına gelmemektedir. Buna karşın haritanın orta ve kuzey bölümlerinde akarsu vadilerinden izole, plato karakterli ve stabil litolojik birimlerin baskın olduğu sahalarda geniş «Yüksek Uygunluk» (4-5 puan) alanları gözlenmektedir. Toplamda yaklaşık 438,6 km² (%51) bir büyüklüğe ulaşan bu elverişli sahalara, sanayi parsellerinin inşasında hafriyat ve zemin iyileştirme maliyetlerini minimize etmesi bakımından stratejik öneme sahiptir. Bu sentez sonuçları, yatırımcılar ve bölge plancıları için «en az maliyetli ve en yüksek güvenli» yerleşim koridorlarını belirlemede temel bir rehber niteliğindedir (Sancar vd., 2012).



Şekil 7: Fiziki coğrafya faktörleri bakımından uygunluk haritası

3.2. Beşerî ve Ekonomik Coğrafya Özellikleri Bakımından Uygunluk

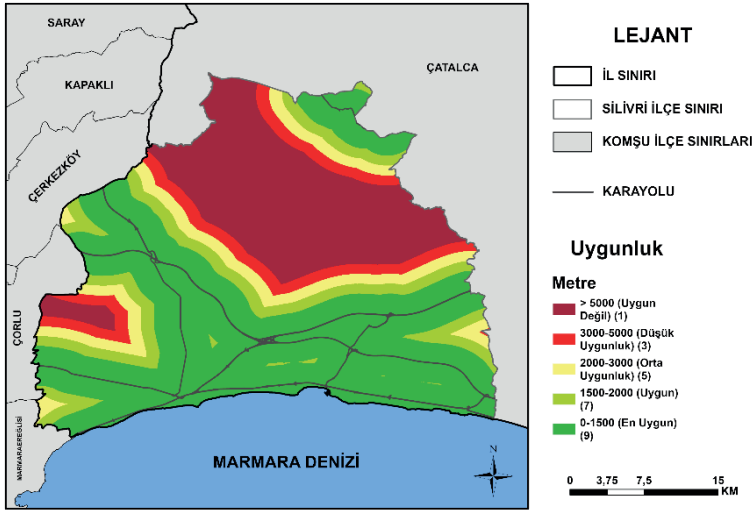
Sanayi tesislerinin mekânsal organizasyonu, sadece fiziki coğrafyanın sunduğu doğal eşiklerle değil aynı zamanda beşerî ve ekonomik dinamiklerin karmaşık etkileşimiyle şekillenmektedir. Bir sahada sanayi yerleşimi kararı verilmesi; ulaşım ağlarına (karayolu, demiryolu, liman) olan mesafe, iş gücü temini, altyapı olanakları ve mevcut yerleşim alanlarıyla olan mekânsal uyum gibi çok sayıda parametrenin eş zamanlı analizini zorunlu kılar. Bu çok boyutlu planlama yaklaşımı, sanayi yer seçiminde maliyet minimizasyonu ve pazar erişimini merkeze alan klasik lokasyon teorilerinin günümüz CBS teknolojileri ve Çok Kriterli Karar Analizi yöntemleriyle mekânsal olarak optimize edilmesini sağlamaktadır.

3.2.1. Ana Yollara Uzaklık Analizi

Modern sanayi coğrafyasında ulaşım altyapısı, üretim maliyetleri üzerinde doğrudan etkili olan ve tesislerin rekabet gücünü belirleyen temel dışsal tasarruf unsurlarından biridir (Hayter, 1997). Bu bağlamda Silivri ilçesi, İstanbul'u Avrupa'ya bağlayan ana ulaşım koridorları üzerinde yer alması sayesinde önemli bir lojistik avantaja sahiptir (Erkan, 2012). Çalışmada sanayi tesislerinin taşıma maliyetlerini ve zaman kayıplarını azaltmak amacıyla D-100, TEM ve Kuzey Marmara Otoyolu gibi ana karayolu ağlarına olan mesafe, beş kademeli tampon bölge (buffer) analizi ile değerlendirilmiştir (Rodrigue, 2020).

Şekil 8'de yer alan karayolu uygunluk haritası, ana ulaşım arterleri boyunca doğrusal bir "En Uygun" (9 puan) kuşağının oluştuğunu açık biçimde ortaya koymaktadır (Carr & Zwick, 2007). Karayoluna 0-1500 metre mesafede konumlanan bu alanlar, ağır vasıta trafiğine doğrudan erişim sağlayabilmeleri nedeniyle sanayi yer seçimi açısından en elverişli sahalar olarak değerlendirilmiştir (Koçkar, 2012). Sayısal analizler, bu yüksek erişilebilirlik düzeyine sahip alanların yaklaşık 533,2 km²lik bir büyüklüğe karşılık geldiğini ve ilçe yüzölçümünün %62'sini oluşturduğunu göstermektedir.

Buna karşılık ana ulaşım akslarından uzaklaştıkça sanayi uygunluk değerlerinin belirgin biçimde azaldığı görülmektedir (Weber, 1929). Haritada kırmızı ve koyu kahverengi tonlarla gösterilen, karayolu ağlarına 5000 metreden daha uzak alanlar "Uygun Değil" (1 puan) kategorisinde değerlendirilmiştir (Gök, 2001). Toplamda yaklaşık 86 km²lik (%10) bir alanı kapsayan bu sahalar, mevcut ulaşım hiyerarşisinin dışında kalmaları nedeniyle sanayi gelişimi açısından sınırlayıcı nitelik taşımaktadır. Literatürde sanayi tesislerinin ana ulaşım arterlerine yakın konumlandırılmasının özellikle "tam zamanında üretim" (just-in-time) süreçlerini desteklemesi bakımından kritik bir planlama kararı olduğu vurgulanmaktadır (Gök, 2001; Hayter, 1997)



Şekil 8: Ana yollara uzaklık haritası

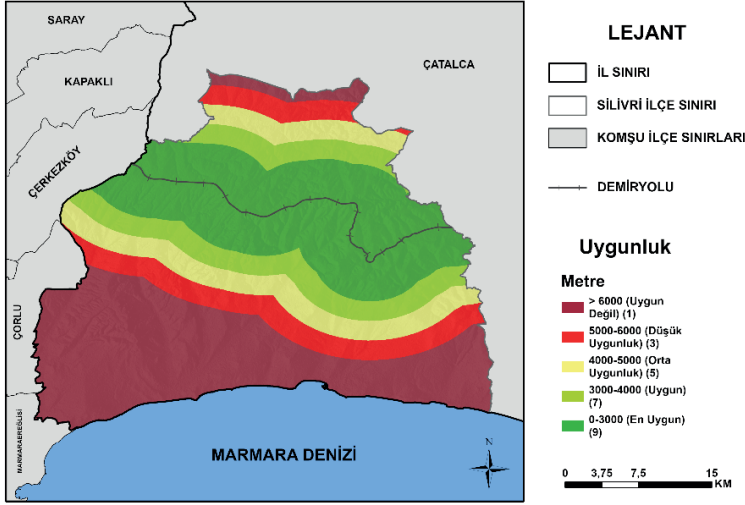
3.2.2. Demiryoluna Uzaklık Analizi

Endüstriyel yer seçimi kuramlarında demiryolu hattı, yüksek hacimli ham madde ve mamul madde taşımalarının düşük birim maliyetle gerçekleştirilmesini sağlayan stratejik bir altyapı unsurudur. Karayolu taşımacılığına bağımlılığı azaltarak intermodal lojistik olanaklarını güçlendiren bu faktör, Silivri ilçesinin orta kesiminden geçen mevcut demiryolu aksı üzerinden değerlendirilmiştir. Analizde, demiryolu hattına olan mesafe; yükleme-boşaltma olanakları ve kılçık hat inşa maliyetleri dikkate alınarak beş kademeli bir puanlama sistemiyle ele alınmıştır (Rodrigue, 2020).

Şekil 9'da sunulan demiryolu uygunluk haritası, uygunluk değerlerinin ilçenin orta kuşağında doğu-batı doğrultusunda uzanan demiryolu hattı çevresinde yoğunlaştığını göstermektedir (Carr & Zwick, 2007). Hattın her iki tarafında 0-3000 metre mesafede yer alan alanlar, demiryolu açısından doğrudan yararlanabilme potansiyelleri nedeniyle "En Uygun" (9 puan) kategorisinde değerlendirilmiştir. Koyu yeşil renkle gösterilen bu lojistik kuşak, yaklaşık 206,4 km²'lik bir alanı kapsamakta olup ilçe yüzölçümünün %24'üne karşılık gelmektedir. Bu sahalar, sanayi tesislerinin üretim kadar dağıtım süreçlerinde de etkinliğini artıran stratejik alanlardır (Gök, 2001).

Demiryolu hattından uzaklaştıkça uygunluk düzeyi kademeli olarak azalmakta, hattın 6000 metreden daha uzağında kalan bölgeler "Uygun Değil" (1 puan) olarak sınıflandırılmaktadır. Haritada kırmızı ve kahverengi tonlarla gösterilen bu alanlar, ağırlıklı olarak ilçenin kuzey sınırları ile güneydeki kıyı kesimlerinin uç noktalarında yoğunlaşmaktadır. Literatürde demiryoluna bu ölçüde uzak

konumlanmanın özellikle ihracata yönelik ağır sanayi tesislerinde işletme maliyetlerini artırdığı ve karbon ayak izini yükselttiği vurgulanmaktadır (Hayter, 1997; Uzun, 2005).



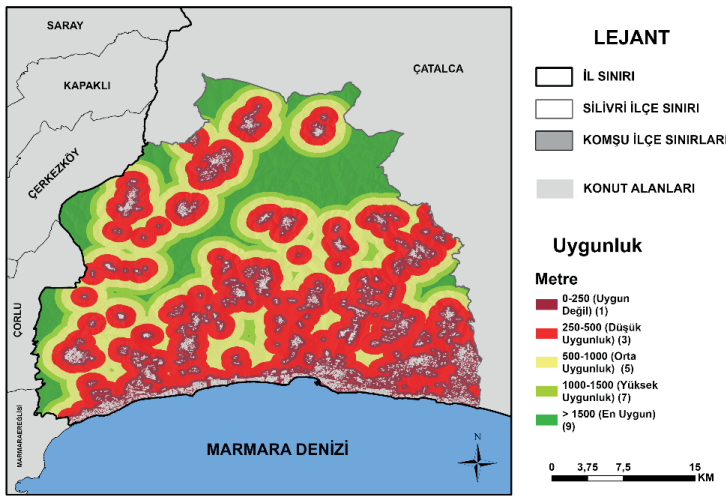
Şekil 9: Demiryoluna uzaklık haritası

3.2.3. Mevcut Konut Alanlarına Yakınlık Analizi

Sanayi alanlarının yer seçimi sürecinde mevcut konut dokusuyla olan mekân-sal mesafe; hava kalitesi, gürültü, koku emisyonları ve kentsel yaşam kalitesi açısından temel bir beşerî eşik oluşturmaktadır. Bu çalışmada sanayi-konut etkileşiminden kaynaklanabilecek olumsuz dışsalıkları azaltmak amacıyla yerleşim alanları çevresinde kademeli bir "negatif tampon bölge" (buffer) analizi uygulanmıştır. Söz konusu yaklaşım, çevresel planlama ilkelerinin yanı sıra 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu'nda tanımlanan "Sağlık Koruma Bantları" oluşturma gerekliliği ile de uyumludur (Akdeniz & Altın, 2021).

Şekil 10'da sunulan konut alanlarına uzaklık haritası incelendiğinde düşük uygunluk düzeyine sahip alanların ilçenin güneyinde Marmara Denizi kıyı kuşağı boyunca ve iç kesimlerdeki mahalle merkezleri çevresinde yoğunlaştığı görülmektedir. Yerleşim alanlarına 0-250 metre mesafede bulunan sahalar "Uygun Değil" (1 puan), 250-500 metre aralığında kalan alanlar ise "Düşük Uygunluk" (3 puan) olarak sınıflandırılmıştır. Özellikle Silivri merkez, Selimpaşa, Gümüşyaka ve Çanta gibi yoğun kentsel dokunun bulunduğu akslarda bu kısıtlayıcı kuşaklar belirginleşmektedir. Sayısal analizler, konut alanlarıyla doğrudan çakışan ya da yakın komşuluk ilişkisi bulunan bu sahaların toplamda yaklaşık 576,2 km²lik bir alanı kapsadığını ve ilçe yüz ölçümünün %67'sine karşılık geldiğini göstermektedir.

Buna karşılık yerleşim alanlarından 1500 metreden daha uzak konumlanan sahalar, çevresel etkilerin azaltılması ve sanayi faaliyetlerinin mekânsal esnekliği açısından "En Uygun" (9 puan) kategorisinde değerlendirilmiştir. Haritada yeşil tonlarla gösterilen bu alanlar, ağırlıklı olarak ilçenin orta ve kuzey kesimlerindeki boş sahalarda ve tarımsal niteliği görece düşük iç bölgelerde yoğunlaşmaktadır. Yaklaşık 172 km²lik (20%) bir büyüklüğe sahip olan bu sahalar, sanayi parsellerinin uzun vadeli genişleme potansiyele sahip ve toplum sağlığı açısından en sürdürülebilir yatırım alanlarını oluşturmaktadır. Literatürde sanayi ve konut alanları arasında yeterli mekânsal tamponların korunmasının kentsel dirençlilik ve yaşam kalitesinin sürdürülebilmesi açısından temel bir planlama ilkesi olduğu vurgulanmaktadır (McHarg, 1969; Yılmaz, 2017).

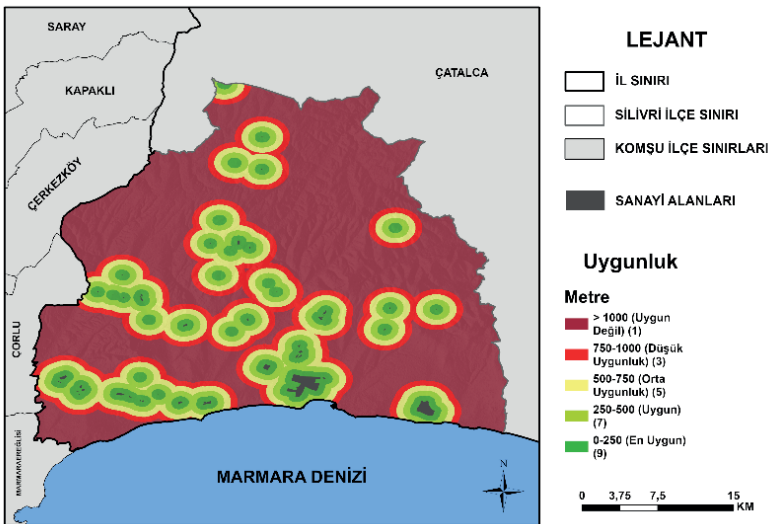


Şekil 10: Konut alanların uzaklık haritası

3.2.4. Mevcut Sanayi Alanlarına Yakınlık Analizi (Kümelenme)

ve enerji sistemlerinden doğrudan faydalanabilme potansiyeli nedeniyle "En Uygun" (9 puan) olarak sınıflandırılmıştır. Haritada yeşil tonlarla izlenen bu alanlar özellikle Selimpaşa, Çanta ve Silivri merkez çevresindeki sanayi bölgelerinin yakın çevresinde belirginleşmektedir. Sayısal değerlendirmelere göre mevcut sanayi dokusuyla bütünleşme potansiyeli taşıyan bu alanlar toplamda yaklaşık 180,6 km²lik bir büyüklüğe karşılık gelmekte ve ilçe yüz ölçümünün %21'ini oluşturmaktadır.

Buna karşılık mevcut sanayi odaklarından 1000 metrenin üzerinde uzaklaşan alanlarda uygunluk değerleri belirgin biçimde düşmektedir. Bu sahalar, yeni altyapı yatırımı gereksinimi ve lojistik sürekliliğin zayıflaması nedeniyle “Uygun Değil” (1 puan) kategorisinde değerlendirilmiştir (Özşahin, 2014b). Haritada koyu kırmızı tonlarla gösterilen bu izole alanlar, ilçe genelinde yaklaşık 507,4 km²’lik (%59) bir alan kaplamaktadır. Model kapsamında bu sahalar, sanayi faaliyetlerinin düzensiz ve dağınık biçimde yayılmasını sınırlandıran kısıtlayıcı alanlar olarak ele alınmıştır. Literatürde endüstriyel kümelenmenin yalnızca ekonomik verimliliği artırmadığı, aynı zamanda çevresel denetim ve atık yönetiminin merkezileştirilmesine katkı sağlayarak sürdürülebilir planlama açısından da önemli bir rol oynadığı vurgulanmaktadır (Porter, 1998).



Şekil 11: Mevcut sanayi alanlarına uzaklık haritası

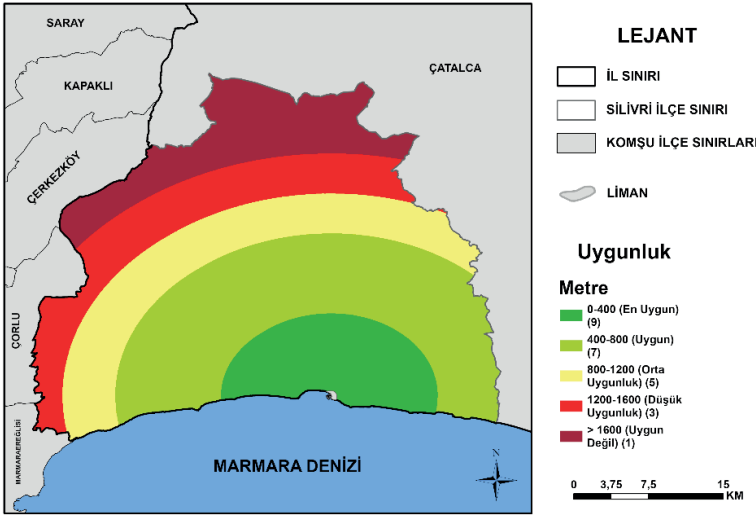
3.2.5. Limanlara Yakınlık Analizi

Küresel tedarik zincirine bütünleşmiş sanayi faaliyetleri açısından limanlara yakınlık, ham madde temini ve mamul madde ihracatında düşük taşıma maliyeti sağlayan temel bir lojistik avantajdır. Silivri ilçesinin Marmara Denizi'ne kıyısı bulunması, bölgeyi denizyolu taşımacılığına doğrudan bağlayan önemli bir

mekânsal üstünlük oluşturmaktadır. Bu analizde mevcut liman ve iskele tesislerine olan mesafe, yükleme-boşaltma kapasitesi ve liman hinterlandı ile olan bağlantılar dikkate alınarak değerlendirilmiştir (Karataş, 2012; Rodrigue, 2020).

Şekil 12 incelendiğinde uygunluk değerlerinin liman çevresinde eşmerkezli kuşaklar hâlinde azaldığı görülmektedir. Liman tesislerine 0-400 metre mesafede yer alan kıyı bandı, doğrudan terminal erişimi sağlaması nedeniyle “En Uygun” (9 puan) olarak sınıflandırılmıştır. Haritada koyu yeşil tonlarla gösterilen bu dar ancak stratejik alan, yaklaşık 12,9 km²lik bir büyüklüğe sahip olup ilçe yüz ölçümünün %1,5’ini oluşturmaktadır. Bu sahalar, özellikle deniz taşımacılığına bağımlı büyük ölçekli sanayi yatırımları için yüksek çekiciliğe sahiptir (Weber, 1929).

Limanlardan uzaklaşıldıkça lojistik maliyetlerin artmasına paralel olarak uygunluk değerleri düşmektedir. Liman tesisine 1600 metreden daha uzak alanlar “Uygun Değil” (1 puan) kategorisinde değerlendirilmiş ve haritada kırmızı tonlarla gösterilmiştir. İlçenin orta ve kuzey kesimlerinde yoğunlaşan bu iç bölgeler, toplamda yaklaşık 774 km²lik (%90) bir alanı kapsamaktadır. Literatürde bu tür hinterland alanlarının sanayi açısından rekabetçi olabilmesinin ancak güçlü karayolu ve demiryolu bağlantılarıyla desteklenen intermodal taşımacılık sistemleriyle mümkün olduğu vurgulanmaktadır (Notteboom & Rodrigue, 2005; Özşahin, 2014b).



Şekil 12: Limana uzaklık haritası

3.2.6. Beşerî Coğrafya Faktörleri Bakımından Bütünleşik Uygunluk Analizi

Çalışma kapsamında değerlendirilen lojistik erişilebilirlik, mevcut sanayi alanlarına yakınlık ve konut alanlarından uzaklık gibi tüm beşerî parametreler, CBS ortamında Çok Kriterli Karar Analizi (MCDA) yöntemiyle bütünleştirilmiştir. Elde edilen beşerî sentez haritası, Silivri ilçesindeki sanayi potansiyelini ekonomik verimlilik ile toplumsal korunma dengesi çerçevesinde mekânsal olarak ortaya koymaktadır.

Şekil 13'te sunulan sentez haritasında belirlenen beş kademeli uygunluk sınıfının mekânsal dağılımı ve alan büyüklükleri aşağıda özetlenmiştir. 1,5-2,7 puan aralığında yer alan "Uygun Değil" sahalar, toplamda 120,4 km² (%14) büyüklüğe sahip olup ağırlıklı olarak konut alanlarının merkezinde ve kıyı şeridinde yoğunlaşmaktadır. Bu alanlarda sanayi faaliyetlerinin sınırlandırılması, olası sosyal ve çevresel çatışmaların önlenmesi açısından zorunlu görülmektedir.

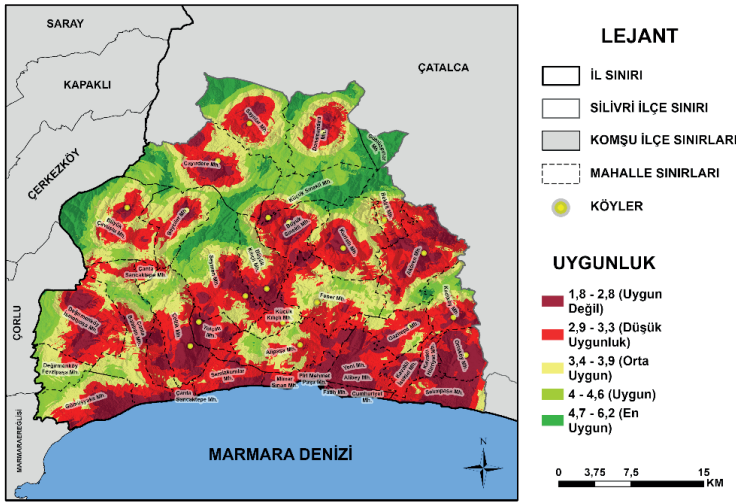
2,8-3,6 puan aralığındaki "Düşük Uygunluk" sahalar, yaklaşık 163,4 km² (%19) alan kaplamakta ve yerleşim alanlarının çevresinde, ulaşım olanaklarının sınırlı olduğu bölgelerde yer almaktadır. Bu alanlar, "NIMBY" etkisinin güçlü olması nedeniyle sanayi gelişimi açısından riskli geçiş zonları olarak değerlendirilmektedir.

3,7-4,6 puan aralığında tanımlanan "Orta Uygunluk" alanları, ilçenin 129,0 km²lik (%15) bölümünü oluşturmaktadır. Bu sahalar, konut baskısının görece azaldığı ancak lojistik erişilebilirliğin henüz optimal düzeye ulaşmadığı geçiş kuşakları niteliğindedir.

4,7-5,7 puan aralığındaki "Uygun" sahalar, yaklaşık 206,4 km² (%24) büyüklüğe sahiptir ve özellikle D-100 ve TEM gibi ana ulaşım koridorlarına yakın bölgelerde yoğunlaşmaktadır. Bu alanlar, sanayi yer seçimi açısından yüksek potansiyel barındırmaktadır.

En yüksek uygunluk düzeyini temsil eden 5,8-7,9 puan aralığındaki "En Uygun" sahalar ise toplamda 240,8 km² (%28) alan kaplamaktadır. Bu bölgeler, mevcut sanayi kümelenmelerinin çevresinde ve otoyol bağlantı noktalarında konumlanmakta olup "yığılma ekonomileri"nin en etkin biçimde değerlendirilebildiği optimal yatırım alanlarıdır.

Beşerî sentez sonuçları, Silivri ilçesinin özellikle kuzey ve orta kesimlerindeki lojistik koridorların, sosyal uyum ve ekonomik verimlilik açısından sanayi gelişimine en elverişli alanlar olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır.



Şekil 14: Silivri ilçesinde sanayiye uygunluk analizi haritası

Mekânsal Kısıtlar ve Planlama Eşikleri:

Model çıktıları, ilçe yüz ölçümünün yaklaşık %35'ine karşılık gelen 301 km²lik alanın “Uygun Değil” kategorisinde yer aldığını göstermektedir. Bu sahalar, doğal ve beşerî eşikler nedeniyle sanayi faaliyetlerinden arındırılması veya mutlak koruma statüsünde değerlendirilmesi gereken bölgeleri tanımlamaktadır. Bu yüksek oran, Silivri’de özellikle yerleşim dokusu ve kıyı bandının korunmasına yönelik planlama hassasiyetinin model sonuçlarına açık biçimde yansıdığını ortaya koymaktadır.

Kümelenme Eğilimi ve Disiplinli Mekânsal Büyüme:

Uygunluk haritasında yeşil tonlarla temsil edilen elverişli sahaların mevcut sanayi çekirdekleri çevresinde ve ana lojistik koridorlar boyunca yoğunlaştığı görülmektedir. Bu mekânsal desen, sanayi faaliyetlerinde “yığılma ekonomileri”nin desteklendiğini ve altyapı maliyetlerinin rasyonel biçimde paylaşıldığını göstermektedir. Aynı zamanda bu yapı, sanayi alanlarının kontrolsüz yayılımını (urban sprawl) sınırlandırarak disiplinli ve sürdürülebilir bir mekânsal büyüme için bilimsel bir referans çerçevesi sunmaktadır.

3.2.8. Nihai Uygunluk ve Arazi Kullanımı Karşılaştırması

Şekil 14'te "En Uygun" (4,7-6,2 puan) olarak belirlenen 86,0 km²lik alanın önemli bir bölümü (73,1 km²), Şekil 15'te yer alan 211: *Sulanmayan Ekilebilir Alanlar* ve 231: *Meralar* sınıflarıyla çakışmaktadır. Özellikle Sayalar, Danamandıra ve Çayyrdere Mahallelerinin güneyinde yoğunlaşan bu sahalar, topografik elverişlilikleri ve lojistik erişilebilirlikleri nedeniyle sanayi yerleşimi açısından öne

4. Sonuç ve Öneriler

Gelişen bilgisayar teknolojileri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), sanayi de-santralizasyonu gibi karmaşık kentsel süreçlerin modellenmesini mümkün kılmıştır. Bu bağlamda çalışmada kullanılan LUCIS modeli; Silivri ilçesinin sanayi potansiyelini fiziki eşikler, lojistik erişilebilirlik ve beşerî kısıtlar üzerinden bütüncül bir yaklaşımla değerlendirerek karar vericiler için bilimsel bir karar destek altlığı sunmaktadır. Türkiye'deki genel eğilimle ve benzer LUCIS temelli çalışmalarla (Keloğlu ve Bayar, 2023) uyumlu biçimde, Silivri örneğinde de kentsel ve sanayi baskısının öncelikle tarımsal ve doğal alanlar üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir.

4.1. Analiz Sonuçlarının Sayısal ve Mekânsal Değerlendirilmesi

Analiz sonuçlarına göre Silivri ilçesinin toplam 860 km²lik yüz ölçümünün %10'u (86 km²) sanayi gelişimi açısından "en uygun" alanlar olarak belirlenmiştir. Bu oranın görece düşük çıkması; Silivri ilçesinin geniş tarım alanları, yerleşim dokusu, su havzaları ve doğal eşiklerle çevrili bir planlama alanı olmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum, modelin sanayi gelişimini mekânsal olarak sınırlayan çevresel ve beşerî kısıtları dikkate alarak gerçekçi sonuçlar ürettiğini göstermektedir. Bu alanlar ağırlıklı olarak TEM ve D-100 karayolu aksları boyunca mevcut sanayi alanlarının çeperlerinde yoğunlaşmakta ve yüksek lojistik erişilebilirlik özellikleri göstermektedir. "Uygun" sınıfında değerlendirilen alanlar 129 km² (%15) ile daha çok ana ulaşım koridorlarına yakın, sanayi gelişimi için tampon işlevi görebilecek bölgelerden oluşmaktadır. Buna karşılık, 154,8 km²lik (%18) alan *orta uygunluk* düzeyinde olup fiziki ve çevresel kısıtların belirginleşmeye başladığı geçiş zonlarını temsil etmektedir. İlçe alanının 189,2 km²si (%22) *düşük uygunluk* sınıfında yer almakta ve bu alanlar genellikle yerleşim çevreleri ile erişilebilirliğin sınırlı olduğu kesimlerde yoğunlaşmaktadır. Son olarak, 301 km²lik (%35) geniş bir alan "uygun değil" olarak sınıflandırılmış olup bu alanlar başta kıyı kuşağı, yerleşim merkezleri ve su havzaları olmak üzere çevresel sürdürülebilirlik ve yaşam kalitesi açısından sanayi gelişimine kapalı tutulması gereken negatif tampon bölgeler niteliğindedir.

LUCIS modeli sonuçlarına göre sanayi açısından en yüksek uygunluk, özellikle lojistik erişilebilirliğin ve intermodal bağlantı olanaklarının güçlü olduğu güney-orta aks boyunca yoğunlaşmaktadır. Buna karşılık ilçenin yaklaşık %35'ini oluşturan "uygun değil" sınıfındaki alanlar, kentsel yaşam kalitesinin korunması ve çevresel sürdürülebilirlik açısından sanayi dışı tutulması gereken negatif tampon bölgeler niteliğindedir.

4.2. Literatürle Kıyaslama ve Çatışma Analizi

Türkiye’de LUCIS modeli kullanılarak gerçekleştirilen benzer çalışmalarda, sanayi ve yerleşim uygunluk oranlarının genellikle %10-20 aralığında değiştiği görülmektedir (Aydoğdu ve Bakırcı, 2021; Akdeniz ve Altın, 2021). Silivri ilçesinde elde edilen %10’luk “en uygun” alan oranı, yoğun tarımsal kullanım ve doğal eşiklerin varlığı nedeniyle bu aralığın alt sınırında yer almakta; bu yönüyle literatürdeki bulgularla tutarlı bir dağılım sergilemektedir.

Tarım-Sanayi Çatışması:

Efeler çalışmasında belirtildiği üzere sanayi yer seçiminin yüksek tarımsal potansiyele sahip alanlar yerine tarımsal niteliği görece düşük marjinal alanlara yönlendirilmesi sürdürülebilir arazi yönetimi açısından kritik önemdedir. Silivri’de belirlenen 86 km²lik “en uygun” alanın önemli bir bölümünün sulanmayan ekilebilir alanlarla çakışması, ekonomik gelişim ile gıda güvenliği arasındaki hassas dengenin (Meyer ve Turner, 1994) ilçe ölçeğinde temel planlama sorun alanlarından biri olduğunu göstermektedir.

Doğal Eşikler:

Efeler ilçesinde orman alanları üzerindeki baskıya benzer biçimde Silivri’nin kuzey kesimlerindeki koruma alanları da potansiyel sanayi baskısı altındadır. Ancak bu çalışmada eğim, jeolojik yapı ve havza kısıtlarının modele dâhil edilmesiyle kuzeydeki orman dokusunun sanayi gelişiminden büyük ölçüde izole edildiği görülmektedir. Bu yaklaşım, Keloğlu ve Bayar (2023) tarafından önerilen “yamaçlar ve verimsiz arazilerin tercih edilmesi” stratejisiyle metodolojik açıdan örtüşmektedir.

Mekânsal Segregasyon:

Kentsel alanlar ile sanayi alanları arasındaki çatışmanın en belirgin olduğu alanlar, Silivri’nin kıyı bandında yer alan Selimpaşa ve Gümüşyaka çevresidir. Analiz sonuçlarının bu bölgeleri “uygun değil” olarak sınıflandırması, sanayi gelişiminin kentsel rant odaklı değil lojistik erişilebilirlik ve çevresel rasyonalite temelli olarak desantralize edilmesini öngören bir mekânsal yaklaşımı ortaya koymaktadır.

4.3. Karar Vericiler İçin Stratejik Öneriler

Silivri’de arazi kullanım baskısının gelecekte artabileceği ihtimaline karşın bu kapsamda sürdürülebilir arazi yönetimi için aşağıdaki stratejik adımlar önerilmektedir:

Planlı Genişleme: Yerleşim alanlarının ova tabanında kontrolsüz biçimde yayılmasının önlenmesi ve sanayi gelişiminin TEM-D100 hattı boyunca belirlenen 86 km²lik optimal koridor ile sınırlandırılması, tarımsal süreklilik açısından kritik önemdedir.

Yeşil Altyapı: Sanayi ve tarım alanlarının çatışma potansiyelinin yüksek olduğu bölgelerde "Yeşil OSB" yaklaşımının benimsenmesi, su kaynakları üzerindeki çevresel baskının azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

Karar Destek Mekanizması: Bu çalışma kapsamında oluşturulan sanayi uygunluk altlığı, yerel yönetimlerin çevre düzeni planı ve nazım imar planı revizyonlarında bilimsel bir rehber olarak kullanılabilir.

Sonuç olarak Silivri ilçesi İstanbul'un kontrolsüz sanayi saçılmasının pasif bir alıcısı olmak yerine LUCIS modeliyle belirlenen rasyonel mekânsal sınırlar doğrultusunda, tarım ve doğal çevre ile uyumlu bir endüstriyel gelişim modeli ortaya koyabilecek potansiyele sahiptir.

Kaynakça

- AFAD. (2019). *Türkiye sel ve taşkın risk yönetimi planı raporu*.
- Akdeniz, S., & Altın, A. (2021). Bursa kenti yakın çevresinde sanayi yer seçimi uygunluk analizi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 7(1), 125–140. <https://doi.org/10.21324/dacd.787685>
- Ansal, A., Kurtuluş, A., & Tönük, G. (2009). Seismic microzonation and hazard assessment. In *Normal faulting, case studies and earthquake preparedness* (ss. 183-199).
- Aydoğdu, A., & Bakırcı, M. (2021). Bölgesel ölçekte yerleşme uygunluk analizleri: LUCIS modeli yaklaşımı. *Coğrafya Dergisi*, (42), 115-130. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2021-932147>
- Bulut, A., & Gürer, A. (2016). Sanayi tesislerinde yer seçimi ve zemin stabilitesi ilişkisi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 4(2), 89-102.
- Carr, M. H., & Zwick, P. D. (2007). *Smart land-use analysis: The LUCIS model land use conflict identification strategy*. ESRI Press.
- Cellek, S. (2020). Heyelan duyarlılık analizlerinde statik ve dinamik yüklerin etkisi. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 44(1), 25-42.
- Doğanay, H. (2002). *Ekonomik coğrafya 1: Ziraat, hayvancılık ve ormancılık*. Aktif Yayınevi.
- Doğanay, H. (2011). *Ekonomik coğrafya 2: Sanayi coğrafyası*. Pegem Akademi.
- Eastman, J. R. (2001). *Decision analysis and GIS*. John Wiley & Sons.
- European Environment Agency. (2018). *CORINE Land Cover 2018*.
- Erdik, M. (2013). *Deprem mühendisliğine giriş*. Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi.
- Erkan, İ. (2012). İstanbul'da sanayinin desantralizasyonu ve Silivri örneği. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (25), 145-162.

- Gök, A. (2001). *Sanayi coğrafyası: Teoriler ve gerçekler*. Çantay Kitabevi.
- Gökçe, O., Özden, S., & Demir, A. (2016). Sismik risk analizlerinde yerel zemin koşullarının etkisi. *Deprem Araştırma Bülteni*, 4(12), 45-60.
- Hayter, R. (1997). *The dynamics of industrial location: The factory, the firm and the production system*. John Wiley & Sons.
- İBB. (2020). *Silivri ilçesi heyelan ve sismik mikro bölgeleme raporu*. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı.
- Karataş, A. (2012). Liman hinterland analizi ve sanayi etkileşimi. *Lojistik ve Deniz Bilimleri Dergisi*, 4(1), 22-35.
- Keloğlu, E., & Bayar, R. (2023). LUCIS modeli ile arazi kullanımı çatışmalarının belirlenmesi: Efeler (Aydın) ilçesi örneği. *Ege Coğrafya Dergisi*, 32(1), 173-188. <https://doi.org/10.51800/ecd.1252412>
- Koçkar, M. K. (2012). Mühendislik jeolojisi ve yer seçimi kriterleri. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 36(1), 12-28.
- Korkmaz, H. (2018). Sanayi tesislerinde afet yönetimi ve sismik güvenlik. *Afet ve Risk Dergisi*, 1(2), 77-85.
- Malczewski, J. (2004). GIS-based multicriteria decision analysis: A survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*, 18(1), 3-36. <https://doi.org/10.1080/13658810310001629326>
- Marshall, A. (1890). *Principles of economics*. Macmillan.
- McHarg, I. L. (1969). *Design with nature*. Natural History Press.
- Meyer, W. B., & Turner, B. L. (1994). *Changes in land use and land cover: A global perspective*. Cambridge University Press.
- Notteboom, T. E., & Rodrigue, J. P. (2005). Port regionalization: Towards a new phase in port development. *Maritime Policy & Management*, 32(3), 297-313. <https://doi.org/10.1080/03088830500139885>
- Özçağlar, Y. (2016). *Sanayi coğrafyası*. Pegem Akademi.
- Özşahin, E. (2013). Hidrografik özelliklerin sanayi yer seçimine etkisi: Ergene Havzası örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(3), 22-34.
- Özşahin, E. (2014). Sanayi tesislerinin yer seçimi için uygun alanların belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı çok kriterli karar analizi yaklaşımı: Ergene Havzası (Tekirdağ) örneği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 12(1), 47-64.
- Porter, M. E. (1998). Clusters and the new economics of competition. *Harvard Business Review*, 76(6), 77-90.

- Rodrigue, J. P. (2020). *The geography of transport systems* (5th ed.). Routledge.
- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48(1), 9-26. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-I](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-I)
- Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill.
- Sancar, C., Karabaş, M., & Okuyucu, C. (2012). CBS tabanlı sanayi yer seçimi modellemesi. *Planlama Dergisi*, 22(3), 110-125.
- Taşdemir, A., & Kaya, Ş. (2015). Yerleşim yeri uygunluk analizlerinde LUCIS modeli uygulaması. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 3(2), 55-70.
- Turoğlu, H. (2011). *Sel ve taşkın analizleri*. Çantay Kitabevi.
- Tümertekin, E. ve Özgüç, N. (2012). *Ekonomik coğrafya*. Çantay Kitabevi.
- Uzun, A. (2005). Sanayi yer seçiminde ulaşım faktörünün maliyet analizine etkisi. *Ekonomi ve Yönetim Dergisi*, 2(1), 45-58.
- Weber, A. (1929). *Theory of the location of industries* (C. J. Friedrich, Trans.). University of Chicago Press. (Original work published 1909)
- Yılmaz, C., Çiçek, İ., & Ertek, T. A. (2016). CBS ile yerleşme uygunluk analizleri ve doğal risk yönetimi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (66), 1-12.
- Yılmaz, M. (2017). Sanayi ve konut alanlarının mekânsal ayrışması ve çevresel etkiler. *Şehir ve Bölge Planlama Dergisi*, 5(2), 45-60.
- Zhang, J., Su, Y., Wu, J., & Liang, H. (2019). GIS-based multi-criteria decision making of land-use suitability for the sustainable development of cities. *Journal of Cleaner Production*, 240, 118244. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118244>