

## Taşınmaz değerlendirilmede zemin iyileştirme olasılığının göz ardı edilmesi: Hipotetik bir değerlendirme

Metin Özleklil\* 

<sup>1</sup>Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sakarya Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, Serdivan, Sakarya, Türkiye.

**Öz:** Bu çalışma, taşınmaz değerlendirme süreçlerinde zemin iyileştirme ihtiyacının göz ardı edilmesinin teknik ve ekonomik etkilerini hipotetik bir yaklaşımla değerlendirmektedir. Sakarya ili sınırlarında, benzer zemin özelliklerine sahip üç farklı büyüklükte, farklı taban alanı ve toplam inşaat alanına sahip konut arsası varsayımı oluşturulmuş ve her biri için jet grout, fore kazık ve Derin Zemin Karıştırma (Deep Soil Mixing, DSM) yöntemleri kullanılarak zemin iyileştirme analizleri gerçekleştirilmiştir. 2025 yılı Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı birim fiyatları dikkate alınarak yapılan hesaplamalarda, iyileştirme yöntemleri için maliyetler 10 metre derinlik, 2 metre karelaç ve farklı çaplarda varsayımsal olarak hesaplanmıştır. Varsayımsal iyileştirme yöntemleri, derinliklere ve çaplara göre iyileştirme maliyetini 201 000 TL ile 5 000 000 TL arasında değiştirmiştir. Bu maliyetlerin taşınmazın taşınmaz değerinde %8 ila %50 arasında azalmaya yol açabileceği belirlenmiştir. Taşınmaz değerine en az etki eden ve en uygun maliyetli yöntem olarak jet grout (%10) belirlenmiştir. Fore kazık uygulaması taşınmaz değerini yaklaşık %30 düşürürken DSM uygulaması yaklaşık %50 azaltmaktadır. İyileştirme yapılması halinde ise bu oranlarda değer artışına neden olabileceği görülmüştür. Arsa niteliğindeki taşınmazlarda yapılaşma potansiyeline rağmen zemin iyileştirme olasılığı, yatırımcının üstleneceği ek maliyet nedeniyle taşınmazın taşınmaz değerini düşürücü bir etki yaratmakta; bu durum satış değeri, tapu harçları, emlak vergisi ve diğer mali yükümlülükler üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Sonuçlar, zemin iyileştirmenin yalnızca mühendislik açısından değil, aynı zamanda ekonomik yönden de bir gereklilik olduğunu ortaya koymaktadır. Değerleme raporlarında bu gereksinimin belirlenmemesi, taşınmaz değerinin hatalı belirlenmesine ve yatırım kararlarının riskli hale gelmesine neden olmaktadır. Bu çalışma zemin iyileştirme yöntemlerinin taşınmaz değeri üzerinde etkili olduğunu ve taşınmaz değerlendirme raporlarını hazırlayan uzmanların asgari zemin mekaniği bilgisinin olması gerektiğini ortaya koymaktadır.

**Anahtar Sözcükler:** Taşınmaz değeri, Zemin iyileştirme, Taşıma gücü, Oturma, Sıvılaşma

### Ignoring the possibility of soil improvement in real estate valuation: A hypothetical evaluation

**Abstract:** This study hypothetically evaluates the technical and economic impacts of ignoring the need for soil improvement in property valuation processes. Three residential plots of similar soil properties, varying in size, base area, and total construction area were hypothesized within the Sakarya province. Soil improvement analyses were conducted for each using jet grouting, bored piles, and Deep Soil Mixing (DSM) methods. Calculations based on 2025 Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change unit prices were used to calculate costs for the improvement methods at a hypothetical depth of 10 meters, a 2-meter grid, and various diameters. Hypothetical improvement methods varied in cost from 201 000 TL to 5 000 000 TL depending on depth and diameter. It was determined that these costs could reduce the property's actual value by between 8% and 50%. Jet grouting (10%) was determined to be the most cost-effective method with the least impact on property value. While bored pile application reduces the carrying value by approximately 30%, DSM application reduces it by approximately 50%. It has been observed that if improvements are made, this can lead to an increase in value. Despite the potential for construction on landed properties, the possibility of soil improvement reduces the property's true value due to the additional costs incurred by the investor; this has a direct impact on sales value, title deed fees, property taxes, and other financial obligations. The results demonstrate that soil improvement is not only an engineering requirement but also an economic one. Failure to include this requirement in valuation reports leads to inaccurate property value determinations and risky investment decisions. This study demonstrates that soil improvement methods have an impact on property value and that experts preparing property valuation reports should have a minimum knowledge of soil mechanics.

**Keywords:** Real estate value, Soil improvement, Bearing capacity, Settlement, Liquefaction

## 1. Giriş

### 1.1 Taşınmaz Değerleme Kavramı

Değer kavramı dilimizde birçok anlamda kullanılmakta olup taşınmaz hukuku alanında arazi ve arsa düzenlemeleri, kamulaştırma, satış, pazar, gelir vergisi, yatırım, vergilendirme, piyasa, sigorta, miras, kredi, tavan, veraset, maliyet, ipotek gibi birçok konuda kullanılmaktadır (Çelik & Aşık, 2004). Taşınmaz değerlemesi; satış, satın alma, kredi teminatı, kiralama, sigorta, kamulaştırma, şirket birleşmeleri ve vergi matrahı gibi pek çok işlemde gerekli bir yöntemdir. Bu doğrultuda bakıldığında taşınmaz değerlendirme kavramı genel ekonomi ve toplumun geneli açısından oldukça önemlidir (Önal & Tezcan, 2008). Taşınmaz değerlendirme bir diğer deyişle taşınmaz üzerinde geliştirilen projenin, ilişkili faydaların talep edilen zaman diliminde objektif kriterlere ve fayda, nitelik, işlevsellik, çevre gibi bilgilere dayanarak değerinin ortaya konulmasıdır. Taşınmaz değeri yapılırken güncel değerinin kullanılması ile geçmiş zaman dilimindeki değerinin hesaplanması mümkündür (Öztürk, 2013).

### 1.2 Türkiye’de Taşınmaz Değerleme Raporlarının Yapısı ve Zemin İyileştirme ile İlişkisi

Türkiye’de taşınmaz değerlerinin belirlenmesi ile ilgili yasal yönden düzenlemeler bulunmaktadır. Ancak bu düzenlemelerin birçoğu birbiri ile bağımsız bir şekilde işlem görmektedir. Örneğin taşınmazın kamulaştırmaya esas değerlendirilmesi ile vergilendirmeye esas bildirilen emlak vergi değeri birbirinden farklılık gösterebilmektedir. Taşınmaz alım satımlarında aksi belirtilmediği sürece resmî kurumlar tarafından belirlenmiş olan asgari emlak vergi değeri dikkate alınarak taşınmaz alım satım vergi ve harçları ilgili kişilere yansıtılarak tahsil edilmektedir. Taşınmaz malikleri tarafından asgari emlak vergi değerinden daha düşük bir değerde olmamak şartı ile taşınmazın kıymeti belirlenmekte ve işlem yapılan tarihteki değer tapu kütüğüne tescil edilmektedir.

Yukarıda belirtilen taşınmaz işlemlerine ilişkin değerlendirme ihtiyacının olması durumunda ise kurum ve kuruluşlar bünyelerinde kurdukları kurul veya komisyonlar aracılığı ile taşınmaz değerlemesini yapmaktadırlar. Bu nedenle Türkiye’de birçok uygulamada doğrudan veya dolaylı olarak bilgilendirme amaçlı kullanılmak üzere taşınmaz değerlendirilmesi istenilmekte ve kullanılmaktadır (Yomralıoğlu vd., 2011).

Türkiye’de taşınmaz değerlendirme raporlarının çerçevesini Sermaye Piyasası Kurulu (SPK) ve uluslararası değerlendirme standartları belirlemektedir. Bu doğrultuda hazırlanacak olan değerlendirme raporları genel anlamda “SPK formatlı” olarak ifade edilmektedir. Bu raporlarda SPK tarafından lisans verilmiş değerlendirme uzmanı, sorumlu değerlendirme uzmanı imzası ve onayı gerekmektedir. Değerleme raporlarında nihai değer takdiri ile taşınmazların ilgili imar mevzuatı ve diğer mevzuatlar doğrultusunda değerlendirilerek raporlaştırılmaktadır.

Değerleme raporlarında SPK düzenlemeleri ve uluslararası standartlara göre bazı içerik ve başlıklar bulunmak zorundadır. SPK tarafından belirlenen standartlara göre taşınmaz değerlendirme raporları; rapor bilgileri, şirket ve müşteri bilgileri, değerlendirme konusu taşınmaz hakkında bilgiler, taşınmaza ilişkin analiz, analiz sonuçlarının değerlendirilmesi, sonuç ve rapor eki olmak üzere yedi ana başlık altında yapılandırılmaktadır. Bu başlıklar arasında teknik özellikler ve değerlendirme varsayımları zemin koşullarının ele alınabileceği alanlar olmakla birlikte, uygulamada bu kısımlar çoğu zaman yüzeysel olarak doldurulmakta, zemin iyileştirme ihtiyacı yeterince dikkate alınmamaktadır. Bu durum, özellikle yapılaşma riski barındıran sahalarda taşınmazın taşınmaz değerinin hatalı belirlenmesine neden olabilmektedir (URL-1).

SPK ve uluslararası standartlara göre değerlendirme raporlarında bulunması gereken başlıklar incelendiğinde değerlendirme yapılan taşınmaza ilişkin analizler kısmında bulunan “taşınmazın teknik özellikleri ve değerlemede baz alınan veriler” ile “değerleme

işleminde kullanılan varsayımlar ve kullanılma nedenleri” kısımları taşınmazın zemin durumu ile ilgili kısımları da kapsamaktadır. Özellikle üzerinde yapı bulunmayan “arsa” vasıflı taşınmazlar yapılaşma amaçlı kullanıldıklarından dolayı zeminin durumu oldukça önemlidir. Bu kapsamda taşınmaz değerlendirme raporlarında genellikle zemin iyileştirmelerinin olmayacağı varsayılarak değer belirlenmektedir. Bu kapsamda bakıldığında zemin iyileştirme kavramı taşınmaz değerini etkileyen, önemli bir unsur olup genellikle göz ardı edilmektedir. Bu duruma değerlendirme uzmanlarının zemin mekaniği ile ilgili temel bilgilere sahip olmaması, ilgili kurumların bu yönüyle değerlendirmemesi, saha keşifleri esnasında olası zemin iyileştirme durumu, dere yatağı veya alüvyon zemin bulunması durumu gibi zemin açısından problemler neden olabilmektedir. SPK tarafından belirlenen rapor ana başlıkları kısmında teknik özellikler başlığı çok genel bir kapsamı ifade etmekte olup zemin mekaniği ile ilişkilendirmek bu faaliyeti yerine getirenler açısından oldukça zor olabilmektedir. Bu nedenle SPK tarafından yayınlanan rapor örneklerinde veya olası yayınlanabilecek rapor kılavuz yardımcı dokümanlarında özellikler zemin durumu ile ilgili ayrı bir başlık açılması, raporda ayrı bölümde belirtilmesi zemin iyileştirme ihtimallerinin taşınmaz değeri üzerindeki etkisinin incelenmesi açısından bir zorunluluk haline getirebilecektir. Mevcut duruma bakıldığında zemin iyileştirme ihtimalleri ile ilgili net ibareler bulunmadığı ve sahada bulunan değerlendirme uzmanlarının konu ile ilgili yeterli bilgisinin bulunmaması nedeni ile ihmal edilmeye devam edileceği açıkça anlaşılmaktadır.

Bu çalışma taşınmaz değerlendirme raporlarına yeni bir bakış açısı kazandırmayı, rapor formatına bu kısmın eklenmesi ve zemin iyileştirme yöntemleri ile ilgili asgari bilgi sahibi olunması gerektiğini belirtmeyi amaçlamıştır. Bu yönüyle bu çalışma literatürde bulunan boşluğu doldurmada ve taşınmaz değerlemeye yeni bir bakış açısı kazandırmaktadır.

### 1.3 Zemin İyileştirme Kavramı

Zemin iyileştirme zemin özelliklerinden dolayı üst yapının inşasının uygun olmadığı durumlarda bazı yöntemlerin uygulanması ile zemin özelliklerinin ıslah edilmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Temellerin taşıma gücünün artırılması, zemin kayma mukavemetinin artırılması, oturma miktarının minimize edilmesi, sıvılaşma potansiyelinin azaltılması, şev stabilitesinin sağlanması gibi durumlarda zemin iyileştirme yöntemleri uygulanmaktadır (Onur vd., 2016).

İnşaat Mühendisliği'nin en eski uygulamaları arasında bulunan zemin iyileştirme kavramı son yıllarda oldukça gelişen bir alan haline gelmiştir. Zemin iyileştirme kavramı Geoteknik Mühendisliği'nde bir alt çalışma alanı olup gerek ulusal boyutta gerek uluslararası sempozyumlarda ve konferanslarda en çok ilgi ören, araştırmacıların dikkatini çeken bir alan haline gelmiştir. Bu doğrultuda gelişen bu alan ile ilgili birçok kitap yayınlanmıştır (Cunningham, 2023; Han, 2015; Holtz vd., 2001; Huat vd., 2019; Nicholson, 2014; Raison, 2004; van Impe, 1989). Zemin iyileştirme alanı ile ilgili çalışmalar kitaplar ile sınırlı kalmayıp birçok makale vb. 'de bulunmaktadır (Selçukhan & Ekinci, 2021).

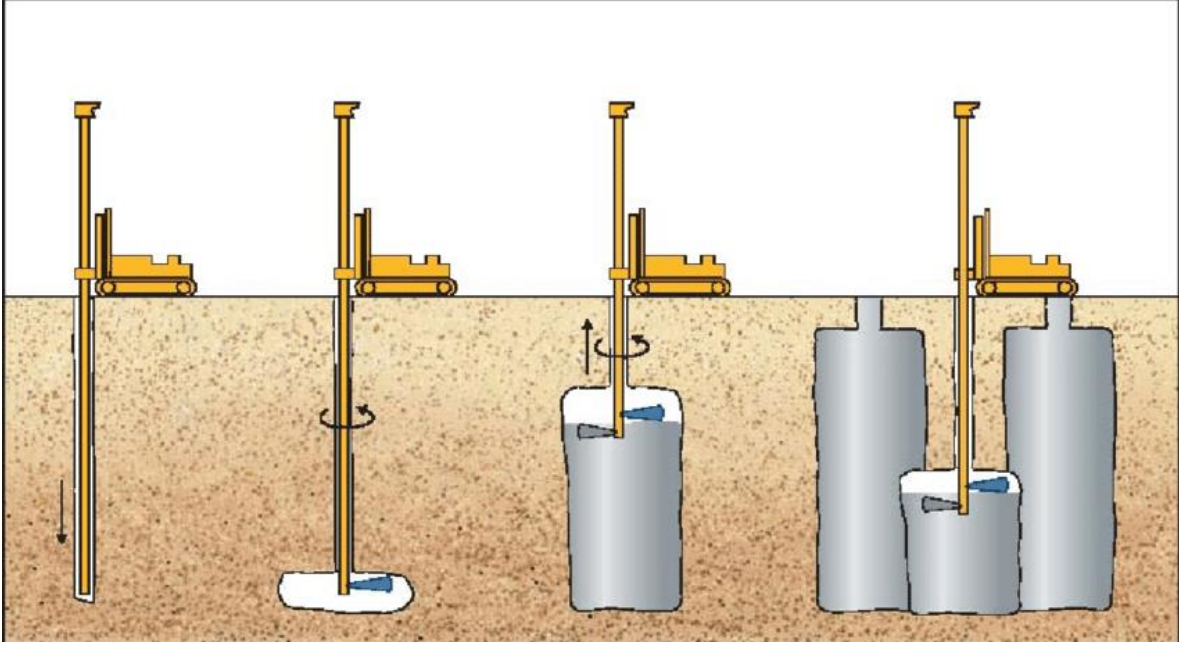
Zemin iyileştirme projelerinin etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi için mühendislik uygulamalarının ideal bir şekilde kullanılması esastır. Zemin iyileştirme projelerinin başarılı olabilmesi için zemin yapı etkileşimi, zemin davranışı, iyileştirme maliyeti ile ilgili kapsamlı bilgi sahibi olunması gerekmektedir. Bununla birlikte zemin iyileştirme alanındaki tecrübeler de avantaj sağlamaktadır. Teknik bilgi ile saha pratiğinin bir araya gelmesi ile iyileştirme başarılı bir şekilde yapılmış olacaktır (Selçukhan & Ekinci, 2021).

### 1.4 Zemin İyileştirme Yöntemleri

Bu çalışma kapsamında zemin iyileştirme yöntemi olarak ele alınan örneklemin bulunduğu Sakarya ilinde sıkça uygulanan jet grout, DSM ve fore kazık esas alınarak maliyet analizi yapılacaktır.

Bu yöntemler kısaca incelendiğinde jet grouting yöntemi zemin içerisine çimento şerbeti, hava ve su içeren birden çok akışkanın yüksek basınçlı bir şekilde zemine enjekte edilmesidir. Bu yöntem yumuşak zeminlerin dayanımını artırmak için

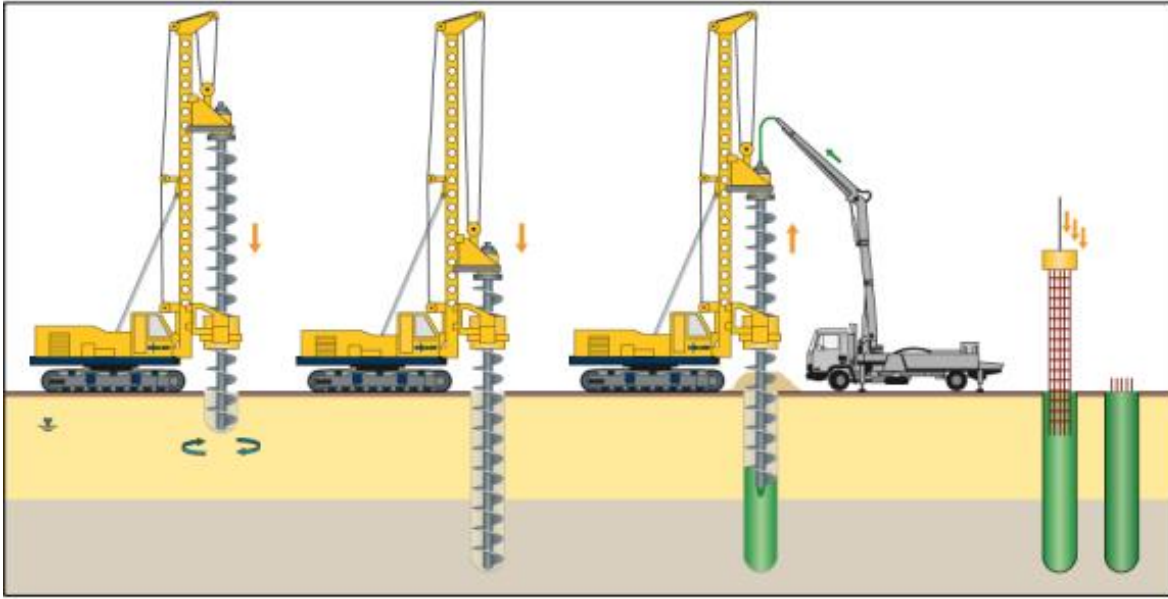
kullanılan bir çimento-zemin karıştırma yöntemidir (Croce & Flora, 2000; Eramo vd., 2012; Ho, 2007; Modoni vd., 2006, 2019; Wang vd., 2022). Hazırlanan akışkan malzeme zemin yüzeyinden istenilen derinliği kadar indirilmiş olan bir çeşit borunun üzerindeki küçük çapa sahip nozuldan yüksek basıncın etkisi ile zemine enjekte edilerek Şekil 1'deki gibi en alt kottan zemin yüzüne kadar gerçekleştirilerek tamamlanır. Nozullar ile enjekte edilmiş olan akışkan malzemenin içerisinde bulunan su ve çimento zamanla hidrasyon geçirerek katı bir form almaktadır. Oluşan bu katı form silindirik bir yapıya sahip olup bu forma jet grouting kolonu ismi verilmektedir (Erol & Çekinmez Bayram, 2018).



Şekil 1: Jet grouting uygulama adımlarının şematik gösterimi (Kovačević vd., 2006)

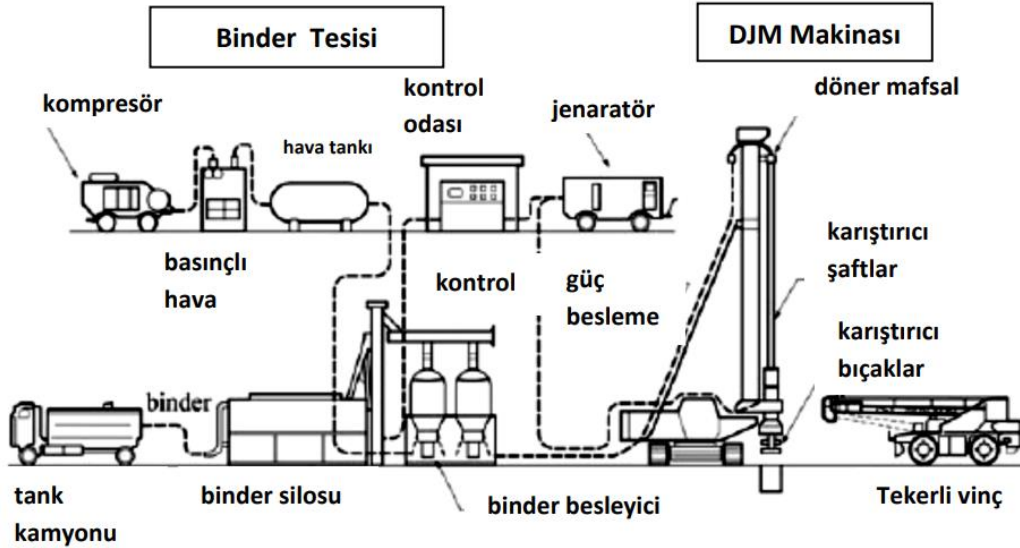
Jet grouting kolon imalatında işlemin gerçekleştirilmesi amacıyla mikser, çimento silosu, yüksek basınçlı pompa ve hava pompası bulunmaktadır. Jet grouting işleminin gerçekleşmesi için öncelikle zemin delme işlemi gerçekleşir ve ardından akışkanlar zemine enjekte edilmektedir (Gündoğdu, 2024). Jet grouting, geoteknik mühendisliği alanında son zamanlarda önemli bir araştırma ilgisi yaratmıştır. Dünya çapında yaygın olarak benimsenen bir zemin konsolidasyon tekniğidir (Njock vd., 2018).

Kazık temeller üst yapı yükünü alt zemine ve sert bir taşıyıcı tabakaya aktarmak için yaygın olarak kullanılır. (Józefiak vd., 2015). Kazık temeller deprem esnasında temel deplasmanlarını azaltmanın en etkili yöntemlerinden biridir. Kazık temellerin içerisinde en çok tercih edilen kazık türlerinden birisi fore kazıktır (Coduto, 2005). Fore kazık yöntemi taşıma gücü düşük olan zeminlerde yapı yüklerinin güvenli bir şekilde taşıma gücü sağlam olan zemine aktarılması için uygulanan bir yöntemdir (Şekil 2). Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu durumlarda ve özellikle bina ve barajlarda fore kazık tercih edilmeye başlanmıştır. Suyun temel betonuna ulaşarak zarar vermesini önlemek amacıyla tercih edilen fore kazıklar birçok doğal afete karşı kullanılmaktadır. Çukurlar düşük titreşimli ve sürekli burgu şeklinde delinerek hazırlanır. Ardından donatı bu deliğe indirilerek betonlama işlemi gerçekleştirilir. Temellerin yanı sıra şev stabilitesi vb. amaçla da uygulanmaktadır (Tachir, 2015).



Şekil 2: Fore kazık uygulama adımlarının şematik gösterimi (Toplu, 2022)

Çalışma kapsamında öngörülen diğer zemin iyileştirme yöntemi ise DSM yöntemi bir diğer adıyla “Deep Soil Mixing” dir. DSM 1970’lerden bu yana Japonya ve İskandinav ülkelerinde uygulanmaktadır. Bu ülkelerde bu yöntem, uygulama süreçleri ve araçları açısından kullanılmış ve geliştirilmiştir (Alhamdi & Albusoda, 2021). Bu yöntemde iyileştirilmesi gereken zemin derinlik boyunca mekanik olarak kesilerek parçalanması ile birlikte bağlayıcı bir malzeme ile karıştırılması ile iyileştirme sağlanmaktadır. Uygulamanın yapıldığı alandaki zemin profilinin su muhtevasına göre kuru veya ıslak şekilde karıştırma sağlanabilmektedir. Bağlayıcı malzeme olarak genellikle çimento kullanılmaktadır. Çimentonun yerini bazen kireç, cüruf veya jips gibi malzemeler alabilmektedir (Gündoğdu, 2024).



Şekil 3: DSM yönteminin hazırlık ve uygulama aşamaları şeması (Erol & Kuruoğlu, 2023)

Şekil 3’te uygulanma süreci gösterilen DSM yönteminin uygulanması esnasında delici makinede bulunan şaftlar ile zemin parçalanarak projede belirtilen kolon derinliğine kadar inilmektedir. İstenilen derinliğe ulaşıldığında bağlayıcı malzeme tesisinden gelen malzeme şaftlar ile karıştırılarak zemin yüzeyine doğru yukarı çekilmesi sağlanır ve DSM kolonları oluşturulur.

Yukarıda bahsedilen zemin iyileştirme yöntemleri karşılaştırıldığında, iyileştirme yöntemleri zemine, maliyete, derinliğe,



yapı nizamına ve birçok etkene bağlı olarak belirlenmektedir. Jet grout yönteminde herhangi bir derinlik esas alınabilmektedir. İnce dane oranı yüksek olan zeminlerde kayma direncini artırarak boşluk suyu geçişine engel olmakta ve taşıma gücünü artırmaktadır. Bu yöntemde hidrolik kırılma oluşabileceği gibi deprem etkisi ile de kırılmalar oluşabilmektedir. Fore kazık yöntemi kısa sürede imal edilmesi, büyük çap ve derinliklerde imal edilmesi, imalat esnasında titreşim oluşturmaması, istenilen zemine inmesinin kontrol edilebilirliği, kazık boyunun imalat esnasında ayarlanabilir olması yönleri ile avantajlıdır. Ancak yağış ve kötü hava koşulları, yeraltı suyunun varlığı yönü ile dezavantaj oluşturabilmektedir. DSM ise birçok zemin türünde kullanılabilmesi, titreşim gerektirmemesi, yüksek derinliklerde imalat yapılabilmesi yönü ile avantajlı olup, maliyet ve kontrol edilebilirlik yönü ile dezavantaj taşımaktadır (Kadioğlu, 2002). Çalışma kapsamında öngörülen üç iyileştirme yönteminin teknik yönden karşılaştırma tablosu Tablo 1’de sunulmuştur.

**Tablo 1: Zemin iyileştirme yöntemleri karşılaştırması (Idriss & Boulanger, 2008)**

	Avantaj	Dezavantaj
Jet Grout	<ul style="list-style-type: none"> <li>• İyileştirme yapılan bölgede depremin neden olduğu kayma birim şekil değiştirme azalır.</li> <li>• Kayma direnci artar.</li> <li>• Boşluk suyu geçişini engeller.</li> <li>• Herhangi bir derinlik hedef alınabilir.</li> <li>• İnce dane oranı yüksek olan zeminlerde iyi bir şekilde uygulanır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidrolik kırılma gerçekleşebilir.</li> <li>• Çimento-zemin karışımı kırılğan bir yapıya sahiptir.</li> <li>• Deprem etkisi ile kırılmalar oluşabilir.</li> </ul>
Fore Kazık (Birand, 2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zemin şartlarının uygun olması halinde hızlı bir şekilde imal edilebilir.</li> <li>• İstenilen derinlik ve çapta uygulanabilir.</li> <li>• Titreşim oluşmadığı için şehir içlerinde kolaylıkla uygulanabilir.</li> <li>• Zemin takibi yapılması mümkündür.</li> <li>• Sağlam zemine inildiği ve kazık boyu imalatı esnasında kontrol edilebilir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kötü hava koşullarında aksamalar oluşabilir.</li> <li>• Yer altı suyu delik çevresinde gevşeme oluşturularak kaymaya neden olabilir. Varlığı; kazık betonuna zarar verebilir.</li> </ul>
DSM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 metre derinliğe kadar uygulanabilir ve yumuşak plastik killerden orta sıkı kum ve çakıllara kadar geniş kullanım alanı vardır.</li> <li>• Saha zemini iyileştirdiğinden dolayı dışarıdan malzeme teminine gerek kalmamaktadır.</li> <li>• Titreşim olmadığı için şehir içlerinde kolaylıkla uygulanabilir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Makine ve teçhizat taşınma maliyeti yüksektir ve büyük alanlarda tercih edilebilir.</li> <li>• Arazide kontrol durumu çok mümkün olmadığı için uygulama kalitesi önemlidir.</li> </ul>

## 1.5 Literatür Çalışmaları

İnşaat Mühendisliği veya Geoteknik mühendisliği alanında taşınmaz değerlendirme ile ilgili çalışmalar günümüzde oldukça sınırlıdır. Bu iki alanı bir araya getiren başlıca çalışmalar aşağıda belirtilmiştir:

Ünsal (2011), İzmir ilinde bir konut için “yeşil değerlendirme” yaparak, taşınmaz değeri üzerinde enerji maliyetinin etkisini incelemiştir. Elde edilen sonuçlar enerji maliyetinin taşınmaz değeri üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. Saraç (2012), taşınmaz değerlemesi amacıyla yapay sinir ağları modeli oluşturmuştur. Çalışma kapsamında İstanbul sınırlarında 400 adet değerlendirme raporu incelenmiştir. Taşınmazların değerini etkileyen 12 parametre seçilmiş ve yapay sinir ağları ile 28 farklı model oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar Çok Katmanlı Algılayıcı (MLP) modelinin %87 doğruluk payı ve %94 korelasyona sahip olduğunu göstermiştir. Yılmaz (2017), Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemini alternatif bir taşınmaz değerlendirme yöntemi olarak değerlendirmiş ve tahmin yönteminin doğrulanması amacıyla gayrimenkul değerlendirme uzmanlarıyla anket çalışması gerçekleştirmiştir. Sonuçlar bu yöntemin ilgili uzmanların bölgeye hâkim olması durumunda diğer değerlendirme yöntemlerine alternatif olabileceğini göstermiştir. Erdem (2019), taşınmaz satışında etkili parametreleri belirleyerek satış fiyat aralığını belirleyen fonksiyonlar üretmiştir. Çalışma kapsamında İzmir’in Bayraklı ilçesindeki 12

mahallede bulunan 10 ve üzeri katlı binalardaki taşınmazlar incelenerek toplam 26 parametre toplanmıştır. Toplam 11 parametrenin satış sürecinde etkili olduğu belirlenmiş ve bu parametreler ile ilişkili fonksiyonlar oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar taşınmazın sahip olduğu niteliklerin değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir sonuca neden olduğunu göstermiş ve elde edilen fonksiyonlar satış fiyatlarının %82.1'ini doğru aralıkta olduğunu göstermiştir.

[Frew ve Jud \(2003\)](#), bir grup apartman değerini tahmin etmek amacıyla hedonik model oluşturmuşlardır. Taşınmaz değerinin şehirden uzaklaştıkça azaldığını proje büyüklüğü ve birim sayıdaki artışla orantılı olarak değerın daha az arttığını ve proje yaşı ile değerin azaldığını belirlemişlerdir. [Jylhä ve Junnila \(2014\)](#), taşınmaz değerlendirme süreçlerinde ortaya çıkan gerçek değerin elde edildiği aşamaları incelemiş olup taşınmaz değerinde zayıf veri elde etmeye yol açan etkenleri ortaya çıkarmışlardır. Bu etkenleri; tüm süreci optimize etmek yerine alt süreç optimizasyonu, maliyet minimizasyonu yerine fiyat minimizasyonu, müşteri değerine yanıt vermede zorluklar, aşırı yüklenmiş çalışanlar, iyileştirme yapamama ve kötü yönetilen bilgi olarak belirtmişlerdir. [Vimpari ve Junnila \(2014\)](#), yeşil binaların taşınmaz değeri üzerindeki etkisini incelemiş olup ofis, konut ve satış üzerinde farklı etkiler gösterdiğini ve benzerlerine göre iyi sonuçlar ortaya çıktığını belirtmişlerdir. [Li vd. \(2015\)](#) toprak kirliliğinin taşınmaz değeri üzerindeki etkisini araştırmış olup kirliliğin ortadan kalkması durumunda taşınmaz değerinin arttığını ortaya koymuştur. [Leblebici ve Uğur \(2015\)](#), yeşil bina sertifikalandırma sistemlerinin inşaat maliyetleri ve taşınmaz değerine etkileri üzerine daha önce yapılmış olan çalışmaları ortaya koymuş olup uzun dönemde işletme giderlerinin düşük olmasına bağlı olarak taşınmaz değerinde artış gibi önemli faydalar sağlayan yeşil binaların yaygınlaşmasının, sınırlı doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımındaki olumlu etkilerinin yanı sıra, daha düşük inşaat maliyetleri ile daha fazla çevresel ve sosyal kazanımlar sağlayacağını değerlendirmişlerdir. [Baknaklı \(2019\)](#), yapmış olduğu çalışma ile taşınmaz değerlemeye akıllı bina sistemlerinin etkisini araştırmış ve maliyet yöntemi ile analiz etmiştir. Akıllı bina sistemlerinin tercih edilme sebepleri araştırılmış ve bu binaların maliyetleri ve kar yüzdeleri akıllı bina sistemi olmayan binalar ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar akıllı bina sisteminin maliyetlere rağmen taşınmaz değeri üzerinde olumlu etkiler gösterdiğini ortaya koymuştur. [Özgüven ve Erenoğlu \(2020\)](#), Çanakkale ili için taşınmaz değer haritaları çalışması gerçekleştirmiş olup arsa değerine etki eden 15 adet faktör belirlemiştir. Yapısız parseller için yapılan çalışmada değere etki eden faktörleri %16.7 toplam inşaat alanı, %15.0 kamu hizmetlerinden yararlanma, %13.4 imar durumunda ada kullanımı, %9.0 deprensellik, %8.9 zemin durumu, %8.5 eğim, %5.9 parselin ada içindeki konumu, %4.7 parsel şekli, %4.2 bakı, %3.3 manzara, %2.6 ana caddeye olan uzaklık, %2.5 merkeze olan uzaklık, %1.9 eğitim alanına uzaklık, %1.7 yeşil alana uzaklık ve %1.6 sağlık alanına olan uzaklık şeklinde belirlemişlerdir. [Wokekoro \(2020\)](#), toprak erozyonunun gayrimenkul üzerindeki etkisini incelemiştir. Toprak erozyonunun gayrimenkul üzerindeki etkisini ortaya koymak için kapsamlı bir literatür taraması yapılmıştır. Çalışma, toprak erozyonunun gayrimenkul üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Etkiler arasında mülk değerlerinde düşüş, mülklerin tahribatı, bina temellerinin açığa çıkması, kıyı yollarının, limanların ve plajların tahribatı yer almaktadır. [Robin \(2022\)](#), kentsel uzmanlık ve gayrimenkul arasındaki ilişkiyi incelemiş olup gayrimenkul geliştiricilerinin büyük ölçekli yenileme projelerine ilişkin karar alma süreçlerinde kentsel uzmanlığın neleri kapsadığını belirleme üzerinde etkili olduğunu, gayrimenkul projelerinin uygulanabilirliğini ve ilgili belirsizlikleri değerlendirirken hesaplama tekniklerinin kullanılmasının ve dar risk tanımlarının kullanılmasının, gayrimenkul değerlerini belirleyen ve uygulayan planlama araçlarının tasarımının meşrulaştırılmasına nasıl katkıda bulunduğunu göstermiştir. [Bande \(2022\)](#), konut değerlerinin belirlenmesi amacıyla yapay sinir ağları modeli geliştirmiş olup konut değeri ile piyasa fiyatları arasında %91'lik bir uyumun olduğunu ortaya koymuş ve yapay sinir ağlarının konut değer tahmininde kullanılabileceğini belirtmiştir. [Narin vd. \(2023\)](#), çoklu regresyon analizi kullanarak konut yapılarının taşınmaz değerini anlaşılır, hızlı ve doğru bir biçimde belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışma kapsamında Ankara'da farklı bölgelerde satışı yapılan konut fiyatları tahmin edilmiştir. Yapılan tahminler ile piyasa değerleri arasında en az %80.04 oranında uyumun bulunduğu belirlenmiş ve konut değerlerinin tahmin edilmesinde çoklu regresyon analizi ve yapay sinir ağları yöntemlerinin kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. [Jafary](#)

vd. (2024), Bina Bilgi Modellemesi (BIM) ile taşınmaz değerlemenin yapılabileceğini belirtmiş ve bazı değerlemeleri bu yöntem ile gerçekleştirmişlerdir. Henüz sınırlı veriler elde edilebildiğini ve bu konu ile ilgili çalışmaların artması gerektiğini belirtmişlerdir.

İnşaat Mühendisliği alanında taşınmaz değerlendirme ile ilgili çalışma sayısı sınırlı olsa da taşınmaz değeri ve Zemin Mekaniği/Geoteknik Mühendisliği'nin birlikte değerlendirildiği gerek uluslararası gerekse de ulusal anlamda herhangi bir araştırma makalesi bulunmamaktadır. Özgüven ve Erenoğlu (2020), zemin durumunu parsellerin zemin sınıfı, heyelan ve sıvılaşma riski olarak tanımlamış ve taşınmaz değerlendirme etkisini anket çalışması ile ortaya koymuştur. Bu çalışmada taşınmaz değerlendirme raporlarında göz ardı edilen zemin iyileştirme olasılığını değerlendirmesi yönüyle özgünlük barındırmakta ve taşınmaz değerlendirme ile geoteknik ilişkisini ortaya koymaktadır. Bu çalışmanın temel araştırma sorusu şudur: "Zemin iyileştirme ihtimali taşınmaz değerini ekonomik olarak nasıl etkiler?". Bu yönüyle bu çalışma taşınmaz değeri ve zemin iyileştirme kavramlarını birlikte kullanarak literatürde bir öncü olmayı hedeflemiştir.

## 2. Yöntem

### 2.1 Kavramsal Çerçeve

Bu çalışmanın kavramsal çerçevesi, taşınmaz değerinin sadece yapısal unsurlarla değil, zemin koşullarıyla da doğrudan ilişkili olduğu varsayımına dayanmaktadır. Araştırma, bu ilişkiyi teknik ve ekonomik düzeyde inceleyen hipotetik senaryo modeliyle sınımlanmaktadır. Zemin iyileştirme ihtimalinin taşınmaz değerini ekonomik olarak nasıl etkilediği hipotetik yaklaşım ile incelenmiştir.

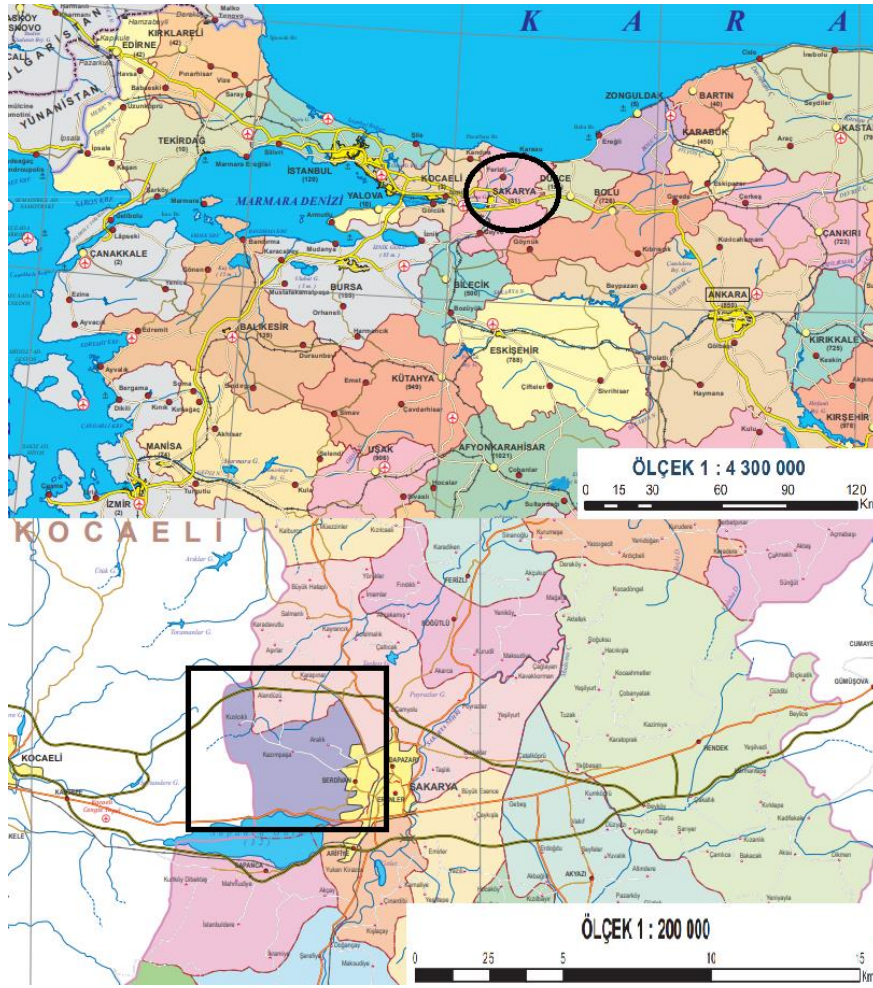
### 2.2 Araştırma Yaklaşımı

Bu çalışma, nitel ve nicel veri türlerinin birlikte değerlendirildiği karma yöntem yaklaşımı çerçevesinde kurgulanmıştır. Araştırma sürecinde hem mevcut literatür taraması hem de örnek senaryo modelleri kullanılarak teknik ve ekonomik boyutları içeren bütüncül bir analiz yapılmıştır. Bu doğrultuda; Türkiye'deki taşınmaz değerlendirme uygulamaları, zemin iyileştirme teknikleri ve bu tekniklerin yatırım kararlarına etkisi çok yönlü olarak ele alınmıştır. Çalışmada oluşturulan varsayımsal arsa senaryoları, kontrollü değişkenler eşliğinde tasarlanmış ve her biri için üç farklı zemin iyileştirme yönteminin (Jet Grout, Fore Kazık ve DSM) uygulanabilirliği ve maliyetleri değerlendirilmiştir. Bu yaklaşım, hem mühendislik açısından gerekli olan teknik performans gerekliliklerini hem de yatırım kararlarını doğrudan etkileyen ekonomik boyutu analiz etmeye olanak sağlamıştır. Araştırma, gerçek verilerden türetilmiş senaryolarla çalıştığı için uygulamaya dönük ve pratik odaklı bir yapıdadır. Bu yönüyle çalışma hem akademik literatüre katkı sunmayı hem de saha mühendisliği ve değerlendirme pratiğinde karar alıcılar için yol gösterici olmayı amaçlamaktadır.

### 2.3 Verilerin Toplanması

Bu çalışmada zemin iyileştirmenin taşınmaz değerine olan etkisini ölçek bazında değerlendirmek amacıyla, aynı imar hakkına sahip fakat farklı büyüklükteki üç arsa senaryosu oluşturulmuştur. Her üç arsa da Sakarya ili sınırlarında yer almakta, konut amaçlı kullanıma uygun, düz topoğrafyaya ve ayırık nizam yapılaşma koşullarına sahiptir. 1/1000 ölçekli uygulama imar planına göre her biri %30 taban alan kullanımına ve 3 kat imar hakkına sahiptir. Arsa büyüklüğü değişse de yapı yükü oranlı olarak artmakta, zemin özellikleri ve yeraltı su seviyesi sabit tutulmaktadır. Bu senaryo ile, zemin iyileştirmenin hem teknik gerekliliği hem de maliyet-fayda dengesi arsa ölçeğine göre analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında belirlenen taşınmazların bulunduğu bölge haritası Şekil 4'te gösterilmiştir.





Şekil 4: Çalışma alanının konumu (Serdivan İlçesi, Sakarya ili, Türkiye) (URL-2, URL-3)

Taşınmaz birim değerleri Sakarya ili Serdivan ilçesi sınırlarında bulunan taşınmaz birim değerleri esas alınarak belirlenmiştir. Serdivan ilçesinde “arsa” vasıflı taşınmazların ortalama birim fiyat 10 000.00 TL olarak belirlenmiştir. Bu değer belirlenmesinde taşınmaz değerlendirme yöntemlerinden “emsal (karşılaştırma) yöntemi” kullanılmıştır. Taşınmazlara ilişkin bilgiler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2’de gösterildiği üzere, yapı alanı arsa büyüklüğüne bağlı olarak doğrusal şekilde artmakta; bu da zemine uygulanan toplam gerilmenin artmasına neden olmaktadır. Her üç arsa da zemin profili, taşıma gücü yetersizliği ve yüksek yeraltı su seviyesi gibi benzer mühendislik sorunları içerdiğinden, zemin iyileştirme ihtiyacı tüm örneklerde geçerlidir. Ancak iyileştirme yöntemlerinin birim maliyetleri sabitken, toplam maliyetler arsa büyüklüğüne göre değişmekte; bu da yatırım kararlarını doğrudan etkilemektedir.

## 2.4 Değerlendirme Kriterleri

Zemin iyileştirme yöntemleri, aşağıdaki kriterlere göre analiz edilmiştir:

- Uygulama kolaylığı
- Süre ve işçilik ihtiyacı
- Maliyet (TL/m<sup>2</sup> veya TL/m<sup>3</sup>)
- Zemine etkisi (taşıma gücü, oturma kontrolü vb.)

- Taşınmaz değerine etkisi (doğrudan ve dolaylı)

Jet grout, fore kazık ve DSM uygulamalarının birim fiyatları Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yayınlanan “2025 Yılı İnşaat ve Tesiat Birim Fiyatlarından alınmıştır (URL-4). Birim fiyat cetvelinde jet grout ve fore kazık birim maliyeti TL/m cinsinden iken, DSM için birim maliyet TL/saat olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada DSM uygulamasının saha uygulamaları dikkate alındığında 1 saatte ortalama 2 metre uygulandığı değerlendirilmiş ve hesaplamalarda bu şekilde kullanılmıştır.

**Tablo 2:** Taşınmazlara ait zemin, imar durum ve değer bilgileri

Nitelik	1.Durum	2.Durum	3.Durum
Alan	250 m <sup>2</sup>	500 m <sup>2</sup>	1000 m <sup>2</sup>
Birim Değer (TL/m <sup>2</sup> )	10 000.00	10 000.00	10 000.00
Değer (TL)	2 500 000.00	5 000 000.00	10 000.00
Yapı Nizamı	Ayrık	Ayrık	Ayrık
Taban Alan Kat Sayısı	%30	%30	%30
Kat Sayısı	Z+2	Z+2	Z+2
İnşaat Taban Alanı	75 m <sup>2</sup>	150 m <sup>2</sup>	300 m <sup>2</sup>
Toplam İnşaat Alanı	225 m <sup>2</sup>	450 m <sup>2</sup>	900 m <sup>2</sup>
Yapı Ağırlığı	112 ton	225 ton	450 ton
Zemin Profili	CL-SM	CL-SM	CL-SM
Sıvılaşma Problemi	Var	Var	Var
Oturma Problemi	Var	Var	Var
Taşıma Gücü Problemi	Var	Var	Var
İyileştirilecek Tabaka Kalınlığı	10 m	10 m	10 m
Yeraltı Su Seviyesi	2 m	2 m	2 m

**Tablo 3:** Öngörülen iyileştirme yöntemlerine ilişkin teknik ve maliyet bilgileri

Bilgiler	İyileştirme Yöntemi		
	Jet Grout	Fore Kazık	DSM
Derinlik (m)	10	10	10
Karelaj (m)	2	2	2
Çap (cm)	80	80	80
Birim Maliyet	1119.53 TL/m	3740.76 TL/m	13 350.05 TL/saat

Her yöntem, bu kriterlere göre ayrı ayrı teknik ve ekonomik yönleriyle incelenmiş, karşılaştırmalı bir analiz yapılmıştır. Her durum için öngörülen iyileştirme yönteminde derinlik 10 m, karelaj 2 m ve çap 80 cm olarak belirlenmiştir (Tablo 3). Zemin iyileştirme yöntemlerinin taşınmaz değerine etkisinin incelenmesi amacıyla üç durum için de aynı geometrik bilgiler kullanılmıştır.

### 3. Bulgular

Taşınmazlardan 1. Durum'un olması halinde, yapı taban alanı 75 m<sup>2</sup> toplam inşaat alanı 225 m<sup>2</sup> olacaktır. Her bir iyileştirme yönteminin taşıma gücü, sıvılaşma ve oturma problemlerini ortadan kaldırdığı varsayılmaktadır. Bu doğrultuda 1. Durum için uygulanan iyileştirme metrajı ve maliyetleri Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4:** Senaryo: 225 m<sup>2</sup> inşaat alanı varsayımı durumuna ait değer değişim hesaplamaları

Bilgiler	İyileştirme Yöntemi		
	Jet Grout	Fore Kazık	DSM
Derinlik (m)	10	10	10
Karelaj (m)	2	2	2
Çap (cm)	80	80	80
Birim Maliyet	1119.53 TL/m	3740.76 TL/m	13 350.05 TL/saat
Uygulanan Metraj	18 Jet Grout Kolonu Toplam 180 metre	18 Fore Kazık Toplam 180 metre	18 DSM Kolonu Toplam 180 metre 90 saat
Toplam İyileştirme Maliyeti (TL)	201 515.40	673 336.80	1 201 504.50
Taşınmaz Değeri (İyileştirme Öncesi) (TL)	2 500 000.00	2 500 000.00	2 500 000.00
Taşınmaz Değeri (İyileştirme Sonrası) (TL)	2 298 484.60	1 826 663.20	1 298 495.50
Değer Kaybı (%)	<b>8.06</b>	<b>26.93</b>	<b>48.06</b>

Tablo 4 incelendiğinde 1. Durum için yani yapı taban alanının 75 m<sup>2</sup>, toplam inşaat alanının 225 m<sup>2</sup> olduğu durumda iyileştirme maliyeti en yüksek olan yöntem 1 201 504.50 TL ile DSM yöntemidir. Bu yöntemi 673 336.80 TL ile fore kazık, 201 515.40 TL ile jet grout takip etmektedir. Birinci durum için DSM uygulaması taşınmaz değerini yaklaşık %48.06 azaltmaktadır. Fore kazık uygulaması yaklaşık %26.93 azaltırken jet grout uygulaması %8.06 azaltmaktadır.

2. Durum'un olması halinde, yapı taban alanı 150 m<sup>2</sup> toplam inşaat alanı 450 m<sup>2</sup> olacaktır. Her bir iyileştirme yönteminin taşıma gücü, sıvılaşma ve oturma problemlerini ortadan kaldırdığı varsayılmaktadır. Bu doğrultuda 2. Durum için uygulanan iyileştirme metrajı ve maliyetleri Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5:** Senaryo: 450 m<sup>2</sup> inşaat alanı varsayımı durumuna ait değer değişim hesaplamaları

Bilgiler	İyileştirme Yöntemi		
	Jet Grout	Fore Kazık	DSM
Derinlik (m)	10	10	10
Karelaj (m)	2	2	2
Çap (cm)	80	80	80
Birim Maliyet	1119.53 TL/m	3740.76 TL/m	13 350.05 TL/saat
Uygulanan Metraj	38 Jet Grout Kolonu Toplam 380 metre	38 Fore Kazık Toplam 380 metre	38 DSM Kolonu Toplam 380 metre 190 saat
Toplam İyileştirme Maliyeti (TL)	425 421.40	1 421 488.80	2 536 509.50
Taşınmaz Değeri (İyileştirme Öncesi) (TL)	5 000 000.00	5 000 000.00	5 000 000.00
Taşınmaz Değeri (İyileştirme Sonrası) (TL)	4 574 578.60	3 578 511.20	2 463 490.50
Değer Kaybı (%)	<b>8.50</b>	<b>28.43</b>	<b>50.73</b>

Tablo 5 incelendiğinde 1. Durum için yani yapı taban alanının 150 m<sup>2</sup>, toplam inşaat alanının 450 m<sup>2</sup> olduğu durumda iyileştirme maliyeti en yüksek olan yöntem 2 536 509.50 TL ile DSM yöntemidir. Bu yöntemi 1 421 488.80 TL ile fore kazık, 425 421.40 TL ile jet grout takip etmektedir. Birinci durum için DSM uygulaması taşınmaz değerini yaklaşık %50.73 azaltmaktadır. Fore kazık uygulaması yaklaşık %28.43 azaltırken jet grout uygulaması %8.5 azaltmaktadır.

Taşınmazlardan 3. Durum'un olması halinde, yapı taban alanı 300 m<sup>2</sup> toplam inşaat alanı 900 m<sup>2</sup> olacaktır. Her bir iyileştirme yönteminin taşıma gücü, sıvılaşma ve oturma problemlerini ortadan kaldırdığı varsayılmaktadır. Bu doğrultuda 3. Durum için uygulanan iyileştirme metrajı ve maliyetleri Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6:** Senaryo: 900 m<sup>2</sup> inşaat alanı varsayımı durumuna ait değer değişim hesaplamaları

Bilgiler	İyileştirme Yöntemi		
	Jet Grout	Fore Kazık	DSM
Derinlik (m)	10	10	10
Karelaj (m)	2	2	2
Çap (cm)	80	80	80
Birim Maliyet	1119.53 TL/m	3740.76 TL/m	13 350.05 TL/saat
Uygulanan Metraj	75 Jet Grout Kolonu Toplam 750 metre	75 Fore Kazık Toplam 750 metre	75 DSM Kolonu Toplam 750 metre 375 saat
Toplam İyileştirme Maliyeti (TL)	839 647.50	2 805 570.00	5 006 268.75
Taşınmaz Değeri (İyileştirme Öncesi) (TL)	10 000 000.00	10 000 000.00	10 000 000.00
Taşınmaz Değeri (İyileştirme Sonrası) (TL)	9 160 352.50	7 194 430.00	4 993 731.25
Değer Kaybı (%)	<b>8.39</b>	<b>28.05</b>	<b>50.06</b>

Tablo 6 incelendiğinde 1. Durum için yani yapı taban alanının 300 m<sup>2</sup>, toplam inşaat alanının 900 m<sup>2</sup> olduğu durumda iyileştirme maliyeti en yüksek olan yöntem 5 006 268.75 TL ile DSM yöntemidir. Bu yöntemi 2 805 570.00 TL ile fore kazık, 839 647.50 TL ile jet grout takip etmektedir. Birinci durum için DSM uygulaması taşınmaz değerini yaklaşık %50.06 azaltmaktadır. Fore kazık uygulaması yaklaşık %28.05 azaltırken jet grout uygulaması %8.39 azaltmaktadır.

DSM yönteminde bağlayıcı malzemenin zemine yüksek hacimde ve homojen şekilde karıştırılması için daha uzun süreli uygulama, yüksek torklu ekipman kullanımı ve yüksek çimento sarfiyatı gereklidir. Fore kazık yöntemi ise donatılı betonarme sisteminin zemin içine yerleştirilmesini içerdiğinden hem işçilik hem de donatı açısından maliyetlidir. Jet grout yöntemi ise nispeten daha hızlı uygulanabilmekte ve enjeksiyon hacmi kontrollü olduğundan, birim maliyet açısından daha avantajlıdır. Bu mühendislik temelli farklar, yatırımcının yöntem tercihini sadece ekonomik değil aynı zamanda teknik fizibiliteye göre yapması gerektiğini ortaya koymaktadır.

#### 4. Tartışma

Bu çalışmada elde edilen bulgular, zemin iyileştirme uygulamalarının yalnızca mühendislik gerekleriyle sınırlı kalmadığını, aynı zamanda taşınmazların ekonomik değerinde de belirleyici bir unsur olduğunu ortaya koymuştur. Zayıf zemin koşullarında gerçekleştirilen iyileştirme uygulamaları, taşıma gücü, oturma kontrolü ve sıvılaşma gibi kritik zemin parametrelerinde olumlu etkiler yaratmakta; bu da yapı güvenliği ve uzun vadeli yatırım getirisi açısından önemli avantajlar sağlamaktadır. Senaryolar üzerinden yapılan analizlerde, farklı zemin iyileştirme yöntemlerinin ilk yatırım maliyetlerinde belirgin farklar bulunduğu görülse de bu maliyetlerin taşınmazın piyasa değerine etkisi doğrudan ve anlamlıdır. Jet grout, fore kazık ve DSM yöntemlerinin tamamı teknik açıdan yeterli performans sağlamakla birlikte; özellikle fore kazık ve DSM yöntemlerinin yüksek maliyetleri taşınmaz değerini düşürebilmektedir. Bu durum, iyileştirme ihtiyacı olan zeminlerde en uygun yöntemin, teknik performans kadar yatırım ölçeğiyle de ilişkilendirilerek seçilmesini gerektirmektedir. Mevcut taşınmaz değerlendirme raporlarının büyük çoğunluğunda zemin koşullarına ilişkin iyileştirme gereksinimleri yeterince dikkate alınmamaktadır. Bu durum, taşınmaz değerinin olduğundan yüksek ya da düşük hesaplanmasına neden olmakta hem

yatırımcılar hem de kamu kurumları açısından hatalı karar süreçlerini beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda, zemin iyileştirme uygulamalarının teknik raporlarla sınırlı kalmayıp, değerlendirme süreçlerine entegre edilmesi gerektiği açıktır. Bu çalışma ulusal ve uluslararası kaynaklar incelendiğinde taşınmaz değeri ve zemin iyileştirme kavramının birlikte değerlendirildiği ilk çalışma olarak ön plana çıkmaktadır. Bu yönüyle literatürde bu çalışmayı doğrulayabilecek herhangi bir araştırma bulunmamakta ve karşılaştırma yapılamamaktadır. Çalışma sadece 3 senaryo ile sınırlıdır. Gerçek saha koşulları, farklı geoteknik parametreler ve çevresel etkiler bu modeli etkileyebilir. Bu nedenle sonuçların farklı iklim zonlarında ve farklı zemin sınıflarında test edilmesiyle modelin geçerliliğini güçlendirilebilir. Hipotetik bir yaklaşımla yapılan bu çalışmanın geliştirilerek saha verilerine dayalı modeller ile detaylı bir şekilde analiz edilmesi ve daha genel geçer ifadeler ile desteklenmesi önemlidir.

## 5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, taşınmaz değerlendirme süreçlerinde zemin iyileştirme olasılığının göz ardı edilmesinin teknik ve ekonomik etkileri senaryo bazlı örneklem üzerinden analiz edilmiştir. Zemin taşıma gücünün yetersiz, yeraltı su seviyesinin yüksek ve sıvılaşma riskinin bulunduğu sahalarda uygulanan üç farklı iyileştirme yöntemi üzerinden yürütülen değerlendirmelerde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Zemin iyileştirmenin yapısal güvenliği artırdığı ve uzun vadeli maliyetleri azalttığı ortaya konmuştur.
- Jet grout, fore kazık ve DSM yöntemleriyle yapılan karşılaştırmalı analizlerde, arsaların piyasa değerinde kısa vadede düşüşe neden olabileceği, iyileştirme yapılması halinde ise bu oranlarda değer artışına neden olabileceği görülmüştür.
- Çalışma kapsamında varsayımsal taşınmazlar üzerinde yapılan en uygun iyileştirme yöntemi jet grouttur.
- Taşınmaz değerine en az etki eden iyileştirme yöntemi jet grout olarak belirlenmiştir (%10). Fore kazık uygulaması taşınma değerini yaklaşık %30 düşürürken DSM uygulaması yaklaşık %50 azaltmaktadır. Bu durum uygulanması öngörülen iyileştirme yöntemlerinin de taşınmaz değeri üzerinde etkili olduğunu ve taşınmaz değerlendirme raporlarını hazırlayan uzmanların asgari zemin mekaniği bilgisinin olması gerektiğini ortaya koymaktadır. İyileştirme yöntemini belirleyen unsurlardan diğeri de kareraj, derinlik ve çap olması nedeniyle parsel bazlı düşünüldüğünde taşınmaz değeri açısından verimli iyileştirme yöntemi jet grout olarak görülmektedir.
- İnşaat alanının artması DSM uygulamasında taşınmaz değer azalışını artırmaktadır. Fore kazık ve jet groutta inşaat alanı artışı azalış yüzdesini değiştirmemiştir.
- Zemin iyileştirme ihtiyacı, kısa vadede yatırımcının üstlenmesi gereken ek maliyet nedeniyle taşınmaz değerini düşürücü bir unsur olarak görülse de iyileştirme yapıldığı takdirde hem yapı güvenliği hem de inşaat sürecinin öngörülebilirliği artacağından, uzun vadede taşınmazın piyasa değerine pozitif katkı sağlamaktadır.
- Zemin iyileştirme olasılığının değerlendirme raporlarında bulunmaması sonucunda satış işlemi tamamlandıktan sonra tekrar satış değeri üzerinde %50'ye kadar düşüş yaşanabilecektir. Bu durum da başka hukuksal sonuçlar doğurabilecektir.
- SPK raporlarında zemin koşullarına dair özel bir bölüm zorunlu hale getirilmelidir.



- Zemin raporları, değerlendirme raporlarının ekleri olarak sunulmalı ve mikro bölgesel risk puanları üretilmelidir.
- Gayrimenkul yatırımı yapan kuruluşlar, saha zemin etütlerini ihmal etmemeli; bu konudaki farkındalık artırılmalıdır.

Sonuç olarak, zemin iyileştirme gerekliliği yalnızca mühendislik çözümü değil, aynı zamanda doğru ve sürdürülebilir taşınmaz değerlemesinin temel bir parçasıdır. Değerleme uzmanlarının, raporlamalarda zemin koşulları ve olası iyileştirme senaryolarını dikkate almaları; yatırımcıların ise bu bilgileri karar süreçlerine dahil etmeleri hem yapısal güvenlik hem de ekonomik sürdürülebilirlik açısından büyük önem taşımaktadır. Arsa niteliğindeki taşınmazlarda yapılaşma potansiyeline rağmen zemin iyileştirme olasılığı, yatırımcının üstleneceği ek maliyet nedeniyle taşınmazın değerini düşürücü bir etki yaratmakta; bu durum satış değeri, tapu harçları, emlak vergisi ve diğer mali yükümlülükler üzerinde doğrudan etkili olmaktadır.

Gelecekteki araştırmalarda, farklı karelaj, çap ve uzunluğa sahip saha verileri ile saha verilerine dayalı uygulamalı projelerin incelenmesi önerilmektedir. Farklı zemin sınıfları ve iklim koşullarına sahip bölgelerde benzer analizler yapılarak elde edilecek sonuçlar, modelin genel geçerliliğini artıracaktır. Gayrimenkul yatırımcıları ve geliştiricileri, zemin özelliklerini sadece teknik bir detay değil, taşınmaz değerinin ana bileşenlerinden biri olarak görmelidir. Zemin iyileştirme maliyetlerinin, piyasa değerinden düşülmesi değil, yapılaşma güvenliği ve sürdürülebilirlik gerekçesiyle değerlendirilmesi önerilmektedir. Değerleme firmaları, zeminle ilgili teknik raporları doğrudan kullanmalı ve farklı zemin niteliğine sahip alanlar için mikro-bölgesel fiyatlandırma uygulamaları geliştirmelidir.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Yazar, bu çalışmada bilinen herhangi bir finansal veya finansal olmayan çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

## Kaynaklar

- Alhamdi, M. K., & Albusoda, B. S. (2021). A Review on Deep mixing method for soil improvement. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing.
- Baknaklı, T. A. (2019). *İnşaat projelerinde akıllı bina sistemlerinin, maliyet analizi ve taşınmaz değeri üzerindeki etkileri: Bir örnek olay incelemesi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Kültür Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Bande, N. (2022). *Yapay zekâ yaklaşımı ile Ankara'daki iki farklı lokasyonda gayrimenkul değerlendirme üzerine uygulamalar* (Yüksek Lisans Tezi). Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, Türkiye.
- Birand, A. A. (2001). *Kazıklı Temeller*. Teknik Yayınevi: Ankara.
- Çelik, K., & Aşık, Y. (2004). Emlak vergisi değerinin piyasa koşullarına göre belirlenmesi. *Mülkiyet Dergisi*, 52, 15-19.
- Coduto, D. P. (2005). *Temel Tasarımı İlkeler ve Uygulamalar*. Gazi Kitapevi: Ankara.
- Croce, P., & Flora, A. (2000). Analysis of single-fluid jet grouting. *Géotechnique*, 50(6), 739-748.
- Cunningham, R. (2023). Innovations in Soil Engineering Compaction, Stabilization, and Ground Improvement Methods. <https://doi.org/10.31224/3397>.
- Eramo, N., Modoni, G., & de Toledo, M. A. A. (2012). Design control and monitoring of a jet grouted excavation bottom plug. Eramo, N., Modoni, G., & de Toledo, M. A. A. (ed) *Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground*, 629-636. CRC Press.
- Erdem, O. Y. (2019). *Gayrimenkul değerlendirme yöntemlerinde kullanılan parametrelerin analizi üzerine bir alan çalışması* (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
- Erol, A. O., & Çekinmez Bayram, Z. (2018). *Jet enjeksiyon yöntemi*. Yüksel Proje: Ankara.
- Erol, A. O., & Kuruoğlu, Ç. (2023). *Derin-zemin karıştırma yöntemi*. Yüksel Proje: Ankara.
- Frew, J., & Jud, G. (2003). Estimating the value of apartment buildings. *Journal of Real Estate Research*, 25(1), 77-86.

- Gündoğdu, H. (2024). *Jet-grouting, derin zemin karıştırma ve taş kolon uygulamalarının 2D sonlu elemanlar analizi ile karşılaştırılması* (Yüksek Lisans Tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, Türkiye.
- Han, J. (2015). *Principles and practice of ground improvement*. John Wiley & Sons.
- Ho, C. E. (2007). Fluid-soil interaction model for jet grouting. In *GeoDenver 2007: Grouting for ground improvement: innovative concepts and applications*, Denver, Colorado.
- Holtz, R. D., Shang, J. Q., & Bergado, D. T. (2001). Soil improvement. In *Geotechnical and geoenvironmental engineering handbook*, s. 429-462, Boston, MA: Springer US.
- Huat, B. B., Prasad, A., Kazemian, S., & Anggraini, V. (2019). *Ground improvement techniques*. CRC Press.
- Idriss, I. M., & Boulanger, R. W. (2008). *Soil liquefaction during earthquakes*, Earthquake Engineering Research Institute: California.
- Jafary, P., Shojaei, D., Rajabifard, A., & Ngo, T. (2024). BIM and real estate valuation: challenges, potentials and lessons for future directions. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 31(4), 1642-1677.
- Józefiak, K., Zbiciak, A., Maślakowski, M., & Piotrowski, T. (2015). Numerical modelling and bearing capacity analysis of pile foundation. *Procedia Engineering*, 111, 356-363.
- Jylhä, T., & Junnila, S. (2014). The state of value creation in the real-estate sector—lessons from lean thinking. *Property Management*, 32(1), 28-47.
- Kadioğlu, F. S. (2002). *Kazıklı radye temellerde optimum tasarım kriterlerinin incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Kovačević, M. S., Jurić-Kačunić, D., & Ivanković, A. (2006). Interactive geotechnical design of bridge foundations. *International Conference on Bridges*, s. 275-283.
- Leblebici, N., & Uğur, L. (2015). Yeşil bina sertifikalandırma sistemlerinin inşaat maliyetleri ve taşınmaz değeri üzerindeki etkilerinin incelenmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(2), 544-576.
- Li, C. N., Lo, C. W., Su, W. C., & Lai, T. Y. (2015). A study on soil and groundwater pollution remediation of the surrounding real estate prices and tax revenue impact. *Sustainability*, 7(11), 14618-14630.
- Modoni, G., Croce, P., & Mongiovi, L. (2006). Theoretical modelling of jet grouting. *Géotechnique*, 56(5), 335-347.
- Modoni, G., Wanik, L., Maria, C. M., Salvatore, E., Bzówka, J., Shui-Long, S., Daniele, V., & Pingue, L. (2019). Strength of sandy and clayey soils cemented with single and double fluid jet grouting. *Soils and Foundations*, 59(4), 942-954.
- Narin, S., Doğan, O., Bande, N., & Genç, Y. (2023). Keçiören/Ankara özelinde konut rayiç değerlerinin tahmininde çoklu regresyon analizi ve yapay sinir ağları yöntemlerinin karşılaştırılması. *International Journal of Engineering Research and Development*, 15(2), 828-839.
- Nicholson, P. G. (2014). *Soil improvement and ground modification methods*. Butterworth-Heinemann.
- Njock, P. G. A., Chen, J., Modoni, G., Arulrajah, A., & Kim, Y. H. (2018). A review of jet grouting practice and development. *Arabian Journal of Geosciences*, 11(16), 459.
- Onur, M. İ., Tuncan, A., Kılıç, H. O., & Tuncan, M. (2016). Yeni Bir Derin Zemin Karıştırma Sistemi Tasarımı ve Arazi Uygulamaları. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 9(3), 194-205.
- Önal, Y. B., & Tezcan, K. (2008). Gayrimenkul değerlendirme ve önemi: vergisel açıdan bir değerlendirme. *Muhasebe ve Denetim Bakışı*, (24), 15-36.
- Özgüven, M., & Erenoğlu, R. C. (2020). Taşınmaz değer haritalarının coğrafi bilgi sistemleri ile üretilmesi: Çanakkale örneği. *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*, 7(1), 29-46.
- Öztürk, M. (2013). Gelir getiren emlak değerlemesi. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 3(10), 1367-1387.
- Raison, C. (2004). *Ground and soil improvement*. Thomas Telford.
- Robin, E. (2022). Performing real estate value (s): Real estate developers, systems of expertise and the production of space. *Geoforum*, 134, 205-215.
- Saraç, E. (2012). *Yapay sinir ağları metodu ile gayrimenkul değerlendirme* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Kültür Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Selçukhan, O., & Ekinci, A. (2021). Zemin iyileştirme yöntemleri ve yaygın kullanımına bağlı değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (23), 481-496.
- Tachir, C. (2015). *Samsun Terme doğalgaz çevrim santrali zeminlerinin fore kazık ve jet grout yöntemleri ile iyileştirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Türkiye.

- Toplu, Ş. (2022). *Deprem etkisi altında aynı zeminlerde fore kazık mesafe değişiminin kazık çap, boy ve radye temele etkisi üzerine bir inceleme* (Yüksek Lisans Tezi). Düzce Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Düzce, Türkiye.
- Ünsal, B. (2011). *Enerji etkin tasarımın gayrimenkul değerlendirme açısından incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
- van Impe, W. F. (1989). *Soil improvement techniques and their evolution*. Transport and Road Research Laboratory (TRRL).
- Vimpari, J., & Junnila, S. (2014). Valuing green building certificates as real options. *Journal of European Real Estate Research*, 7(2), 181-198.
- Wang, P., Yin, Z. Y., & Wang, Z. Y. (2022). Micromechanical investigation of particle-size effect of granular materials in biaxial test with the role of particle breakage. *Journal of Engineering Mechanics*, 148(1), 04021133.
- Wokekoro, E. (2020). The Impact of Soil Erosion on Real Estate. *IMPACT: International Journal of Research in Applied, Natural and Social Sciences*, 8(5), 35-40.
- Yılmaz, A.Ş. (2017). *Gayrimenkul değerlendirme ve ahp yöntemiyle konut değerini belirleme metodu* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Yomralıoğlu, T., Nişancı, R., Çete, M., & Candaş, E. (2011). Dünya’da ve Türkiye’de taşınmaz değerlendirilmesi. *Türkiye’de Sürdürülebilir Arazi Yönetimi Çalıştayı*, 26, 27.
- URL-1: SPK. (2019). Raporda Bulunması Gereken Asgari Hususlar. <https://spk.gov.tr/data/634960a11b41c612543bff35/Raporlarda%20Bulunması%20Gereken%20Asgari%20Hususlar.pdf>, (Erişim Tarihi: 1 Haziran 2025).
- URL-2: Millî Savunma Bakanlığı Harita Genel Müdürlüğü. Türkiye Mülki İdare Bölümleri Haritası. <https://www.harita.gov.tr/urun/turkiye-mulk-idare-bolumleri-haritasi/189>, (Erişim Tarihi: 1 Haziran 2025).
- URL-3: Millî Savunma Bakanlığı, Harita Genel Müdürlüğü. Sakarya Mülki İdare İl Haritası. <https://www.harita.gov.tr/urun/sakarya-mulk-idare-il-haritasi/341>, (Erişim Tarihi: 1 Haziran 2025).
- URL-4: Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Yüksek Fen Kurulu Başkanlığı, 2025 Yılı İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları, <https://webdosya.csb.gov.tr/db/yfk/icerikler/2025-yili-b-r-m-f-yatları-20250117121853.pdf>, (Erişim Tarihi: 1 Haziran 2025).