

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI

YENİŞEHİR İLÇESİ'NİN (BURSA) DEPREMSELLİĞİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MİKAİL AKTÜRK

TEZ DANIŞMANI
DOÇ. DR. LEVENT UNCU

BİLECİK, 2025

10612228

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI

YENİŞEHİR İLÇESİ'NİN (BURSA) DEPREMSELLİĞİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MİKAİL AKTÜRK

TEZ DANIŞMANI
DOÇ. DR. LEVENT UNCU

BİLECİK, 2025

10612228

BEYAN

YENİŞEHİR İLÇESİ’NİN (BURSA) DEPREMSELLİĞİNİN İNCELENMESİ başlıklı yüksek lisans tezinin hazırlık ve yazım aşamasında bilimsel araştırma ve etik kurallarına uyduğumu, Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Faaliyetlerinde Üretken Yapay Zekâ Kullanımına Dair Etik Rehberine uygun olarak tez/dönem projemi hazırladığımı, başkalarının eserlerinden yararlandığım bölümlerde bilimsel etik kurallarına uygun olarak atıfta bulunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, çalışmamın herhangi bir kısmının başka bir tez/dönem projesi olarak sunulmadığını, aksinin tespit edilmesi durumunda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Bu çalışmanın, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP), TÜBİTAK veya benzeri kuruluşlarca desteklenmesi durumunda; projenin ve destekleyen kurumun adı proje numarası ile birlikte, ETİK KURUL onayı alınması durumunda ise ETİK KURUL tarih karar ve sayı bilgilerinin beyan edilmesi gerekmektedir.			
DESTEK ALINMIŞTIR		DESTEK ALINMAMIŞTIR X	
Destek alındı ise;			
Destekleyen kurum;			
Desteğin Türü		Proje Numarası	
1- BAP (Bilimsel Araştırma Projesi)			
2- TÜBİTAK			
Diğer;.....			
ETİK KURUL onayı var ise;			
ETİK KURUL karar tarih/sayı:		/.....	

Mikail AKTÜRK

../../2025

İmza

ÖN SÖZ

“Yenişehir İlçesi’nin (Bursa) Depremselliğinin İncelenmesi” adlı bu çalışma, Bursa ilinin en önemli tarım alanlarından biri olan Yenişehir ilçesinin depreme duyarlılık ve risk açısından değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır.

Dünya genelinde deprem en sık rastlanan doğa olayıdır ve insanların can ve mal güvenliğini yoğun bir şekilde etkilemektedir. Türkiye’deki hızlı nüfus artışının doğurduğu plansız kentleşme ve kaçak yapılaşma jeofizik kökenli afetlerde büyük can ve mal kaybına neden olmaktadır. Bunun öncesinde yapılacak hazırlıklar ile meydana gelebilecek kayıpların en aza indirilmesi mümkündür.

Çalışma üç ana bölümden meydana gelmektedir. Birinci bölümde çalışmanın amacı, kullanılan materyal, yöntemler ve çalışma alanının sınırları açıklanmıştır. İkinci bölüm havzanın çalışma alanı coğrafi özellikleri, litolojik özellikler, beşerî özellikler, Yenişehir ve çevresinin depremselliği açıklanmıştır. Üçüncü bölümde ise sonuç ve öneriler kısmı ile Yenişehir havzasının deprem risk hesaplamasının sonuçları tartışılmıştır.

Lisans döneminden beri birlikte çalıştığım ve Yüksek Lisans eğitimim boyunca beni destekleyen, bu tez çalışmamın hazırlanmasında, konu seçiminden yazıma kadar geçen süreçte hiçbir zaman yardımını esirgemeyen, zorlandığım ve içinden çıkamadığım konularda her zaman yanımda olan danışman Hocam Sayın Doç. Dr. Levent Uncu’ ya değerli katkı ve emekleri için sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Lisans ve Yüksek Lisans öğrenimim süresince Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Coğrafya Bölümü kadrosuna bana yapmış oldukları katkıları için teşekkür ederim.

Öğrenim hayatım boyunca desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli eşim ve aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.

Mikail AKTÜRK

2025

ÖZET

YENİŞEHİR İLÇESİ'NİN (BURSA) DEPREMSELLİĞİNİN İNCELENMESİ

Bu çalışma, Bursa iline bağlı Yenişehir İlçesi'nin idari sınırları esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Yenişehir'in çalışma alanı olarak seçilmesinin temel amacı, Bursa'ya yakınlığı ve önemli bir ekonomik değere sahip olmasıdır. Yenişehir havzası, bulunduğu konum itibarıyla Kuzey Anadolu Fayı üzerinde yer almaktadır. Bu nedenle, tarihi dönemlerde bölgede meydana gelen depremler çalışma sahasını etkilemiştir ve gelecekte de etkilenmeye devam edecektir. Ayrıca, bu havza üzerinde yapılan son çalışmalar, daha önce tespit edilmemiş olan Kayapa Fayı adı verilen 95 kilometre uzunluğundaki bir fayın da Yenişehir için önemli bir risk oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışma, depremin oluşturabileceği etkileri, ilçeyi oluşturan mahalleler bazında ayrıntılı olarak ele almıştır.

Yenişehir Havzası'nda risk oluşturabilecek doğal afetler; deprem, taşkın, heyelan, fırtına, kuraklık ve orman yangınları olarak sıralanabilir. Ancak bu afetler arasında en yüksek risk potansiyeline sahip olması nedeniyle, bu çalışmada öncelikli olarak deprem riski incelenmiştir. Bu kapsamda, havzada gerçekleştirilen zemin etütleri detaylıca incelenmiş; hem arazi çalışmalarıyla elde edilen veriler hem de bölgede daha önce yapılmış araştırmalar değerlendirilerek kapsamlı bir deprem risk analizi gerçekleştirilmiştir.

Yenişehir Havzası, Kuzey Anadolu Fay Hattı'nın en güney kolu üzerinde gelişmiş bir pull-apart (çek-ayır) tipi havza niteliğindedir. Havzanın jeolojik özellikleri incelendiğinde, kuzeyinde ve güneyinde Neojen yaşlı formasyonların batısında ise Paleozoik yaşlı birimlerin hakim olduğu havza tabanında ise Kuvaterner yaşlı genç alüvyonların varlığı dikkat çekmektedir.

Bu çalışma ile büyük ölçüde gevşek alüvyal depolar üzerinde kurulmuş bulunan Yenişehir ilçesinde deprem sırasında risk oluşturan sahalar belirlenerek, buralarda alınması gereken önlemler tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yenişehir, Deprem Riski, Kuzey Anadolu Fayı, Poisson Analizi, Kayapa Fayı

ABSTRACT

INVESTIGATION OF EARTHQUAKE OF YENİŞEHİR DISTRICT (BURSA)

This study was conducted based on the administrative borders of Yenişehir District of Bursa province. The main purpose of choosing Yenişehir as the study area is its proximity to Bursa and its significant economic value. Yenişehir basin is located on the North Anatolian Fault due to its location. Therefore, earthquakes that occurred in the region in historical periods have affected the study area and will continue to be affected in the future. In addition, recent studies conducted on this basin reveal that a previously undetected fault called Kayapa Fault, which is 95 kilometers long, also poses a significant risk for Yenişehir. This study has examined the possible effects of an earthquake in detail on the basis of the neighborhoods that make up the district. Natural disasters that may pose a risk in Yenişehir Basin can be listed as earthquake, flood, landslide, storm, drought and forest fire. However, since it has the highest risk potential among these disasters, earthquake risk was primarily examined in this study. In this context, ground surveys conducted in the basin were examined in detail; A comprehensive earthquake risk analysis was carried out by evaluating both the data obtained from field studies and previous research in the region.

The Yenişehir Basin is a pull-apart type basin developed on the southernmost branch of the North Anatolian Faultline. When the geological features of the basin are examined, it is remarkable that Neogene formations dominate in the north and south, Paleozoic units dominate in the west, and Quaternary-aged alluviums dominate in the basin floor.

With this study, the areas that pose a risk during an earthquake in the Yenişehir district, which is largely established on loose alluvial deposits, were determined and the precautions to be taken in these areas were discussed.

Keywords: Yenişehir, Earthquake Risk, North Anatolian Fault, Poisson Analysis, Kayapa Fault

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
HARİTALAR LİSTESİ.....	viii
GRAFİKLER LİSTESİ.....	ix
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ	x
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	xi
1.GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışma Alanı ve Kullanılan Yöntemler.....	3
1.1.1 İnceleme Alanının Yeri ve Sınırları.....	3
1.1.2 Konu ile İlgili Literatür Taraması.....	5
1.1.3 Materyal ve Yöntem.....	7
2. ÇALIŞMA ALANININ COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ.....	17
2.1 Fiziki Özellikler.....	17
2.1.1 Jeolojik Özellikler	17
2.1.2 Jeomorfolojik Özellikler	26
2.1.3 İklim Özellikleri	28
2.1.4 Hidrografiya Özellikleri	30
2.1.5 Toprak Özellikleri.....	32
2.2 Beşeri Özellikler.....	35
2.2.1 Tarihsel Gelişim Süreci ve Yerleşme Özellikleri.....	35
2.2.2 Nüfus Özellikleri	37
2.2.3 Ekonomik Yapı.....	39
2.2.4 Arazi Kullanımı.....	41
3 YENİŞEHİR VE ÇEVRESİNİN DEPREMSELLİĞİ.....	46

3.1 Depremi Türkiye’deki Önemi	46
3.2 Marmara Bölgesi’nde Aletsel Dönem Depremleri	48
3.3 Yenişehir İlçesi’nin (Bursa) Depremselliği.....	50
3.3.1 Yerel Zemin Koşulları ve Sıvılaşma	58
3.4 Hukuki Durum.....	65
3.4.1 Deprem Yönetmelikleri ve Kentsel Dönüşüm	65
3.4.2 Mevcut Yapı Stoklarının Değerlendirilmesi.....	67
3.5 Risk Analizleri.....	69
3.5.1 Bina Kat Sayılarına Göre Risk Analizi.....	69
3.5.2 Bina Yapım Yılına Göre Risk Analizi.....	70
3.5.3 Bina Yapı Tekniğine Göre Risk Analizi.....	70
3.5.4 Bina Kullanım Amacına Göre Risk Analizi	71
3.5.5 Mahallelere Göre Risk Analizi	73
3.5.6 Deprem Riski ve Altyapı Durumu.....	75
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	76
KAYNAKÇA	80

TABLÖLER LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1.1 Deprem Tehlikesinin Belirlenmesi.....	11
Tablo 1.1 Devamı	11
Tablo 2.1 Yenişehir (Bursa) 1928-2024 Tarihleri Arasında Ortalama Yağış Miktarı (mm)...	29
Tablo 3.1 MSK Şiddet Cetveli ve Magnitüd İlişkisi	46
Tablo 3.2 1889-2024 Yılları Arasında 7.0'dan Büyük Depremler Tablosu.....	47
Tablo 3.3 Yenişehir Probabilistik Deprem Risk Analizi	54
Tablo 3.4 Yenişehir İlçesi Poisson Olasılık Dağılımı.....	55
Tablo 3.5 Yenişehir ve Çevresinin Zemin Türleri Tablosu.....	59
Tablo 3.6 Yenişehir ve Çevresi Yeraltı Su Rezervi Tablosu.....	61
Tablo 3.7 İlçe Sınırlarındaki Göletler ve Kullanım Amacı Tablosu	61
Tablo 3.8 İlçe Belediyesince Toplanan ve DSİ Birliklerince Yönetilen Katı Atık Miktarları Tablosu	62
Tablo 3.9 Türkiye'de Geçmişten Günümüze Kadar Yürürlüğe Girmiş Olan Deprem Yönetmelikleri ve Kısa Adları Tablosu	66

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Süreç Akışını İzleme Şeması	14
Şekil 1.2 Yapısal Analiz.....	15
Şekil 1.3 Deprem Performans Analizi	15
Şekil 1.4 Bina Durum Raporu.....	16
Şekil 2.1 İnceleme Alanı Jeolojik Zaman Çizelgesi	18
Şekil 3.1 Yenişehir 100 Km Çaplı Depremler Listesi	56



HARİTALAR LİSTESİ

	Sayfa
Harita 1.1 Bursa Yenişehir Lokasyon Haritası	4
Harita 2.1 İnceleme Alanı Genel Jeoloji Haritası	23
Harita 2.2 Bursa ve Çevresinde Çek-Ayr Havzalar ve Havza Biçen Faylar	24
Harita 2.3 Yenişehir Jeomorfoloji Haritası	26
Harita 2.4 Yenişehir Havzası'nın Lokasyon Haritası ve Sayısal Yükselti Modeli	27
Harita 2.5 Çalışma Alanı Toprak Grupları Haritası	32
Harita 2.6 Çalışma Alanı Arazi Sınıflandırması Haritası	41
Harita 3.1 1900-2023 Yılları Arasında Marmara Bölgesi'nde Gerçekleşen Depremler	48
Harita 3.2 2023 Yılında Marmara Denizi'nde Gerçekleşen Depremler	48
Harita 3.3 Yenişehir (Bursa) Diri Fay Haritası	50
Harita 3.4 Yenişehir (Bursa) Sıvılaşma Riski Olan Bölgeler	51
Harita 3.5 Sondaj Sonuçlarına Göre Yenişehir Jeoloji Haritası	57
Harita 3.6 Yenişehir Fay Hattı Ve Sıvılaşma Riski Olan Bölgeler Yükselti Haritası	63

GRAFİKLER LİSTESİ

	Sayfa
Grafik 2.1 Yenişehir İlçesi (Bursa) 1928-2024 Sıcaklık Diyagramı.....	29
Grafik 2.2 Yenişehir Mahalle Nüfus Grafiği	37
Grafik 2.3 Yenişehir İlçesi Yıllara Göre Nüfus Değişim Grafiği	38
Grafik 2.4 2007-2021 Tarihleri Arasındaki Ürün Ekim Grafiği	40
Grafik 3.1 Yenişehir Magnitüd-Frekans İlişkisi	53
Grafik 3.2 Yenişehir ve Çevresinin Zemin Türleri Derinlik Grafiği	58
Grafik 3.3 Risk Altındaki Bina ve Nüfus Grafiği	72



FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

	Sayfa
Fotoğraf 1.1 İlçe Merkezine Ait Simetriği Bozulmuş Eski Yapı.....	12
Fotoğraf 2.1 Tarımsal Amaçla Kullanılan Sulama Çeşidi	30
Fotoğraf 2.2 Bölgede Yapılan Yeraltı Suyu Arama Çalışması	31
Fotoğraf 2.3 1922 Yılında Bursa Yenişehir	35
Fotoğraf 2.4 Yenişehir Güncel Hali	36
Fotoğraf 2.5 Yenişehir Dolma ve Kıl Biberi.....	44
Fotoğraf 3.1 Bölgede Yapılan Sondaj Çalışmaları	60
Fotoğraf 3.2 İlçe 'de Bulunan 1980'li ve 1990'lı Yıllardan Kalma Binaların Bulunduğu Bir Sokak.....	68
Fotoğraf 3.3 İlçe 'de Bulunan Üst Kat Düğün Salonu Alt Kat Ticaret Amaçlı Kullanılan Yönetmeliğe Uymayan Bina	71
Fotoğraf 3.4 Ulucami Mahallesinde Bulunan İçerisinde Yaşamın Bulunduğu Risk Taşıyan Bina	73

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

ABYYHY: Afet Bölgesinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik

ArcGis: Coğrafi Bilgi Sistemleri Yazılımı

cm: Santimetre

CaCO₃: Kalsiyum Karbonat

DB: Doğu-Batı

DBYBHY: Deprem Bölgesinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik

Dr: Doktor

Doç: Doçent

DSİ: Devlet Su İşleri

EKKY: En Küçük Kareler Yöntemi

GMSİ: Gayrimenkul Sermaye İradı

hm³: Hektometre küp

İDMP: İstanbul Deprem Master Planı

Km: Kilometre

Km²: Kilometrekare

LTSC: Long Term Servicing Channel (Microsoft Office LTSC 2021)

M: Büyüklük (deprem)

MÖ: Milattan Önce

MTA: Maden Teknik Arama

Mp: Megapiksel

MSK: Macro Sismik Skalası

NetCad: Coğrafi Bilgi Sistemleri Yazılımı

pH: Asidik ve Baziklik Derecesi

PTY: Yenişehir Metamorfikleri

QAL: Alüvyon

Rm: Risk Olasılığı (ya da belirli bir olasılık değerini belirten başka bir parametre olabilir)

SHM: Yapısal Sağlık İzleme Sistemleri

TBDY: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği

UDSEP: Ulusal Deprem Stratejisi Planı

YOSAB: Yenişehir Organize Sanayi Bölgesi

°: Derece

°C: Santigrat Derece



1.GİRİŞ

Doğa, varoluşundan bu yana insanlık için hem bir yaşam kaynağı hem de zaman zaman yıkıcı güçlerin sahnesi olmuştur. Doğal afet, bir bölgedeki toplumun tamamını veya belirli bir kesimini fiziksel, sosyal ve ekonomik kayıplara sebep olan, normal yaşamı kesintiye uğratan veya tamamen durduran teknolojik, insan kaynaklı veya doğal sebeplerden meydana gelen olaylara verilen genel addır (AFAD, 2023). Doğal bir olayın afet sınıfında değerlendirilmesi için insan yaşamında mal ve can kaybına yol açması, beklenmedik anda gerçekleşmesi, ulusal veya uluslararası birçok kuruluşun birlikte görev alması, doğal teknolojik veya insan kaynaklı gerçekleşmesi gerekir (AFAD, 2023).

Depremler, sadece fiziksel yıkımla sınırlı kalmayıp, toplumların sosyal ve ekonomik yapıları üzerinde de derin izler bırakır. Depremler sonucunda ortaya çıkan ölümler, yaralanmalar, mülk kayıpları, altyapı hasarları (yollar, demiryolları, limanlar gibi) ekonomik büyümeyi olumsuz etkiler. Üretim faaliyetleri kesintiye uğrar, tedarik zincirleri bozulur ve ülkenin gayri safi yurt içi hasılası üzerinde önemli bir düşüş yaşanabilir (Özkul & Karaman, 2007). Beşeri etkiler açısından bakıldığında ise, can kayıpları, sakatlıklar, kitlesel göçler, bulaşıcı hastalıkların yayılması ve psikolojik travmalar gibi uzun vadeli sonuçlar ortaya çıkar (Eğerliyurt, 2013). Afetler, özellikle eğitim ve sağlık gibi temel hizmetlerin aksamasına neden olarak toplumun refah düzeyini ciddi şekilde düşürebilir (Özyavuz, 2016). Bu nedenle, depremlere karşı hazırlıklı olmak ve risk azaltma stratejileri geliştirmek, sadece can ve mal güvenliği için değil, aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma ve toplumsal refah için de hayati bir önem taşımaktadır. Afetlerden önce alınacak tedbirler maliyetli gibi görünse de afetler sonrasında ortaya çıkacak çok daha büyük maliyetler ve kayıplar düşünüldüğünde, bu yatırımların uzun vadede ne kadar kârlı olduğu aşıkardır (Şahin & Uyan, 2016).

Türkiye, dünya genelinde deprem kuşağında yer alan bir ülke olarak, topraklarının yaklaşık %98'inin yüksek derecede deprem riski taşıdığı bir yerde konumlanmaktadır (AFAD, 2020). Bu durum, ülkenin her köşesinde ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Ne yazık ki, deprem konusunda yeterli bir politika oluşturulmamış olması, bu tehdidi çok daha vahim bir hale getirmektedir. Ülkemizdeki depreme dayanıklı yapılarla dayanaksız yapılar arasındaki farkı, maalesef çoğu zaman ancak bir deprem ortaya koyabilmektedir. Bu da depremin gücüne ve zamanlamasına göre can ve mal kaybının boyutlarını belirlemektedir. Depremler birer doğa olayı olup, tek başlarına afet olarak değil "tehlike" olarak kabul edilmelidir (Akbulut & Ayfer, 2005). Ülkemizdeki günlük uygulamalarda karşılaşılan binaların çoğunun, etüt, planlama,

tasarım, inşa ve bakım evrelerinde herhangi bir yasal veya mesleki denetime tabi olmadan inşa edildikleri, gerçekleşen depremlerde oluşan zararlardan açıkça görülmektedir (Gülkan, 1999).

1900'lü yıllardan itibaren Türkiye'de 7.0-7.9 büyüklüğünde 20 büyük deprem yaşanmış ve bu depremler ortalama her 6,2 yılda bir meydana gelmiştir (AFAD, 2023). Bu sıklık, ülkemizin ne kadar yüksek bir risk altında olduğunu açıkça göstermektedir. Fakat, gelişmiş ülkelerde yaşanan benzer büyüklükteki depremlerle karşılaştırıldığında, Türkiye'deki depremler çok daha büyük can ve mal kayıplarına yol açtığı görülmektedir.. Bunun en önemli sebeplerinden biri, yapıların deprem güvenliği konusunda yeterli tedbirlerin alınmaması ve altyapının depreme karşı güçsüz olmasıdır (Özmenek, 1996). Bu durumu dikkate alarak, Türkiye'nin daha etkin ve sürdürülebilir bir deprem politikası oluşturması hayati önem taşımaktadır.

Depremlerin yanı sıra, Türkiye'de sel, heyelan, çığ, fırtına ve orman yangınları gibi diğer doğal afet türleri de önemli riskler oluşturmaktadır (AFAD, 2023). Özellikle son yıllarda iklim değişikliğinin etkisiyle sel ve taşkın olaylarında artış gözlemlenirken, orman yangınları da büyük ekolojik ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Ancak Türkiye'de doğal afetlerden kaynaklanan ölümlerin yaklaşık %65'i depremlere, %15'i heyelanlara, %12'si su baskınlarına ve geri kalanı diğer afet türlerine bağlıdır (AFAD, 2023). Bu oranlar, depremlerin Türkiye için en önemli afet türü olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Bursa ili, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAFZ) güney kolu üzerinde yer alması nedeniyle yüksek sismik aktiviteye sahip bir bölgedir (Yılmaz & Koral, 2007). Özellikle Yenişehir ilçe merkezi, Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası'na göre 1. Derece deprem bölgesi içerisinde yer almaktadır (Akkaya vd., 2011; BEBKA, 2012). Bölgede yapılan detaylı çalışmalar, 1855 Bursa depremlerinin olası kaynağı olarak yeni keşfedilen Kayapa-Yenişehir Fayı'nın önemini ortaya koymuş ve bu fayın 7.3 büyüklüğünde bir deprem üretme potansiyeli taşıdığı belirtilmiştir (Seyitoğlu vd., 2021; Akdemir, 2024; Rudaw.net, 2024).

Yenişehir Ovası'nın alüvyal zemini, deprem dalgalarını büyütme özelliğine sahip olması ve sıvılaşma riski taşıması nedeniyle, olası bir depremin yıkıcı etkilerini daha da artırabilir (Okan, 2005; Bayramoğlu, 2019; T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2023). Bursa Teknik Üniversitesi tarafından yürütülen çalışmalar, Bursa'da sıvılaşma alanlarının tespitine ve zemin iyileştirme yöntemlerine odaklanarak, Hatay gibi benzer zemin özelliklerine sahip bölgelerdeki yıkımları önlemeyi hedeflemektedir (Bursa Büyükşehir Belediyesi, 2024).

Yenişehir ilçe merkezinde meydana gelebilecek büyük bir depremde, zemindeki sıvılaşmanın da etkisi ile binalarda büyük hasarlara, hasar oluşan binalarda da ciddi can ve mal kaybına neden olabileceği düşünülmektedir (Akkaya vd., 2011). Mevcut yapı stoğunun depreme karşı dayanıklılığı, risk analizleri ve kentsel dönüşüm çalışmalarıyla belirlenmelidir. Geçmişte yaşanan depremlerde, yetersiz yapı denetimi ve kalitesiz yapılar önemli kayıplara yol açmıştır (Gülkan, 1999). Yenişehir'in yapı stoğunun önemli bir kısmının riskli bölgelerde yer aldığı göz önüne alındığında, deprem riskinin doğru bir şekilde analiz edilmesi ve yönetilmesi kritik öneme sahiptir (Bayramoğlu, 2019; BEBKA, 2021).

Depremlerin yanı sıra, Yenişehir'de diğer doğal afet riskleri de mevcuttur. İlçenin tarım arazilerinin yoğun olduğu ova kesimleri, sel ve taşkın riskine maruz kalabilmektedir. 2020 yılında Bursa genelinde yaşanan sel felaketlerinde, Yenişehir'de de geniş tarım alanları zarar görmüştür (T.C. Bursa Valiliği, 2020). Ayrıca, özellikle eğimli ve bitki örtüsünden yoksun bölgelerde heyelan riski de bulunmaktadır (Uzun, 2024). Yenişehir'de yapılan jeoekolojik risk duyarlılığı analizleri, heyelan ve erozyon gibi kütle hareketlerinin potansiyel etkilerini ortaya koymaktadır (ResearchGate, 2024).

Bu çalışmada deprem riskinin bölgede daha fazla riskli olduğundan dolayı depreme ağırlıklı bir çalışma yapılarak, mevcut yapıların taranması ve arazi sondaj raporlarının incelenmesi yöntemleri ile yüksek riskli bölgelerin tespiti ve risk altındaki nüfusun belirlenmesi amaçlanmaktadır. Elde edilecek veriler, gelecekteki afet risk azaltma stratejilerinin belirlenmesi ve daha güvenli bir yaşam alanı oluşturulması için temel oluşturacaktır.

1.1 Çalışma Alanı ve Kullanılan Yöntemler

1.1.1 İnceleme Alanının Yeri ve Sınırları

Yenişehir, 40° 15' kuzey enlemleri ve 29° 33' doğu boylamları arasında konumlanmış, Marmara Bölgesi'nin güneyinde, Bursa ilinin 42 km doğusunda yer alan bir ilçedir. Kendi adını taşıyan Yenişehir Ovası'nın doğu kısmından ortasına kadar uzanan bir alana kurulmuştur. Mahalleleriyle birlikte 772 km²'lik bir yüz ölçümüne sahip olan bu bölgenin sınır komşuları,

ökeller (kireçtaşı, marn, kumtaşı gibi) de gözlenmektedir. Bu farklı litolojik birimler, bölgenin jeomorfolojik ve hidrojeolojik özelliklerini doğrudan etkilemekte, aynı zamanda deprem riski değerlendirmelerinde zemin davranışının belirlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır.

1.1.2 Konu ile İlgili Literatür Taraması

Yenilmez (1998). ‘‘Bursa-Yenişehir Şantiyesi proje yönetimi kontrol sistemi değerlendirmesi.’’ Bu eserde, Türkiye'deki inşaat sektöründe karşılaşılan problemler ve bu problemlerin proje yönetimi üzerindeki etkileri ele alınmaktadır. Özellikle, inşaat firmalarının etkin planlama yapma konusunda yeterince bilimsellik ve dikkatle uygulanmadığı vurgulanmaktadır. Çalışma, doğru bir proje yönetimi kontrol sisteminin eksikliğinden kaynaklanan aksaklıkları belirlemiş ve çözüm önerileri sunmuştur.

Doyuran, V. (2000). ‘‘Yenişehir Belediyesi Yerleşim Alanı Jeolojik/Jeoteknik İncelenmesi. Ankara: ODTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü.’’ Yenişehir Belediyesi yerleşim alanının jeolojik ve jeoteknik özelliklerini inceleyen bu rapor, bölgedeki zemin koşullarına dair ilk kapsamlı çalışmalardan biridir. Mevcut zemin etütlerinin temelini ve bölgenin zeminel yapısının önemini ortaya koyar.

Okan, N. (2005). ‘‘Yenişehir (Bursa) İlçesinde Zemin Büyütmesinin Jeoteknik Açından İncelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. (Yüksek Lisans Tezi)’’ Bu tez, doğrudan Yenişehir ilçesine odaklanan ve zemin büyütmesi konusunu detaylıca inceleyen kritik bir kaynaktır. Çalışmanızdaki zemin etütlerinin önemini ve Yenişehir özelindeki uygulamasını desteklemek için anahtar referans olarak kullanılmalıdır.

Yılmaz ve Koral (2007). ‘‘Yenişehir Havzası'nın (Bursa) Neotektonik Özellikleri ve Jeolojik Gelişimi. İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yerbilimleri Dergisi, C. 20, S. 1, SS. 21-32.’’ Bu çalışma, Yenişehir Havzası'nın tektonik yapısını ve jeolojik evrimini inceleyerek, bölgenin deprem üretme potansiyeli hakkında bilgi sağlar. Bu, Gutenberg-Richter (G-R) parametrelerinin belirlenmesi ve bölgenin sismik aktivitesinin anlaşılması için kritik bir referans noktasıdır.

Gülen, A, R. (2008). ‘‘Deprem Risk Analizi ve Şehirleşmede Balıkesir Kent Merkezi Örneği. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı. (Yüksek Lisans Tezi)’’ Bursa'ya coğrafi yakınlığı ve benzer kentleşme dinamiklerine sahip Balıkesir'de yapılan bu çalışma, bir kent merkezi için deprem risk analizi metodolojisinin nasıl uygulandığına dair genel bir örnek sunar. PDRA prensiplerinin şehirleşme bağlamındaki uygulamasına değinir.

Bayramoğlu (2019). ‘‘Bursa İli Yenişehir İlçesi İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu. Bursa: Bursa Büyükşehir Belediyesi Başkanlığı.’’ Yenişehir için hazırlanmış bu mikrobölgeleme raporu, zemin etütlerinin en detaylı uygulamalarından biridir. Deprem risk analizlerinde zemin büyütmesi ve sıvılaşma gibi parametrelerin belirlenmesinde temel bir kaynak teşkil eder ve imar planlamasındaki yerini vurgular.

AFAD (2020). ‘‘İrap İl Afet Risk Azaltma Planı. Bursa: Bursa Büyükşehir Belediyesi.’’ Bursa İli için hazırlanan bu plan, Probabilistik Deprem Risk Analizi (PDRA) prensiplerine göre oluşturulmuştur. Bölgesel risk senaryolarını ve afet azaltma stratejilerini sunarak, PDRA'nın yerel yönetimlerce afet yönetimindeki pratik uygulamasını somutlaştırır.

Seyitoğlu ve diğ., (2021). ‘‘Jeolojik ve Jeofizik Metodlarla Yeni Keşfedilen 1855 Bursa Depremlerinin Olası Kaynağı: Kuzey Anadolu Fay Zonu Güney Koluna Ait Çek-Ayrır Havzaları Biçen Kayapa-Yenişehir Fayı. Türkiye Jeoloji Bülteni, 65(2).’’ Bu makale, Kayapa-Yenişehir Fayı gibi yeni keşfedilen sismik kaynakların bölgenin güncel deprem tehlikesini nasıl etkilediğini gösterir. Bu, magnitüd-frekans ilişkisi çalışmalarının güncelliğini ve bölgedeki sismik kaynak modellemesinin önemini vurgulamak için kullanılabilir.

Çetinkaya (2022). ‘‘Bursa ve Yenişehir çek-ayır havzalarını biçen faylar üzerinde elde edilen sismik yansıma kesitlerinin yapısal yorumu.’’ Bu eserde, Bursa ve Yenişehir bölgelerinde meydana gelen 1855 tarihlerindeki büyük depremleri ve bu depremleri üretebilecek olası fay hatlarının jeolojik araştırmaları ele alınmaktadır. Çalışma, sismik yansıma yöntemi kullanarak elde edilen verilerle, bölgedeki fayların varlığı ve özelliklerini test etmeyi, Bursa ile Yenişehir için olası fayların konumunu ve özelliklerini belirlemeyi amaçlamaktadır.

Yapılan literatür taramaları sonucunda, Yenişehir Havzası özelinde belediye raporları (örn. Bayramoğlu, 2019; AFAD, 2020) haricinde, doğrudan ve kapsamlı bir deprem veya doğal afet risk analizi çalışmasının yetersiz olduğu görülmüştür. Mevcut çalışmalar genellikle zemin etütleri (Okan, 2005) veya tektonik özellikler (Yılmaz ve Koral, 2007; Seyitoğlu vd., 2021; Çetinkaya, 2022) gibi spesifik konulara odaklanmaktadır.

Yenişehir Havzası'nın Bursa iline yakınlığı ve stratejik ekonomik önemi göz önüne alındığında, bölgede yaşayan nüfus üzerindeki deprem kaynaklı risklerin detaylı bir şekilde analiz edilmesi büyük bir gereklilik arz etmektedir. Balıkesir kent merkezi örneğinde olduğu gibi (Gülen, 2008), benzer kentsel dinamiklere sahip bölgeler için risk analizleri bulunmaktadır. Bu nedenle, bu tez çalışması, Yenişehir Havzası'nda yaşayan nüfusun deprem riskine karşı

kırılganlığını ortaya koymayı ve bölgesel risk azaltma stratejilerine bilimsel bir dayanak sunmayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda, Probabilistik Deprem Risk Analizi (PDRA) prensipleri çerçevesinde kapsamlı bir değerlendirme yapılması hedeflenmektedir.

1.1.3 Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, Bursa ili Yenişehir ilçesinin deprem riskini kapsamlı bir şekilde değerlendirmek amacıyla çeşitli materyallerden ve çok aşamalı bir yöntem setinden yararlanılmıştır. Çalışma süreci hem masa başı araştırmaları hem de saha çalışmalarını içermiştir.

1.1.3.1.1 Kullanılan Materyaller

Çalışmada kullanılan veriler ve materyaller, çeşitli kaynaklardan derlenmiştir;

Literatür ve Raporlar: Çalışmaya, konuyla ilgili kapsamlı bir literatür taraması ile başlanmıştır. Bölgede Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından yürütülen sondaj çalışmaları yakından takip edilmiş, elde edilen veriler ve ilgili raporlar derlenerek incelenmiştir. Ayrıca, araştırmalarda Bilecik Şeyh Edebali Kütüphanesi, çevrimiçi akademik kaynaklar (www.google.com) ve Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi (tez.yok.gov.tr) kullanılmıştır.

Kurumsal Veriler: Yenişehir Belediyesi Kırsal Kalkınma Müdürlüğü'nden mahalle tarım ve ekonomi verileri, Yenişehir Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü'nden ilçe bazında haritalar ve altyapı durum raporları, Yenişehir Tarım ve Orman Müdürlüğü ve Bursa Büyükşehir Belediyesi'nden 'Bursa İli Yenişehir İlçesi İmar Planına Esas Mikro bölgeleme Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu ve IRAP raporları temin edilmiştir.

Haritalar: Çalışmada kullanılan temel haritalar, MTA Yerbilimleri ana sayfasında bulunan kaynaklardan elde edilmiştir. Bu haritalar, AutoCAD, Google Earth ve NetCAD yazılımlarından dönüştürme işlemleri yapılarak ArcMap (ArcGIS) yazılımı kullanılarak tezdeki haritalar elde edilmiştir. Haritaların çözünürlüğünü artırmak ve yeniden kullanılabilir hale getirmek için Adobe Photoshop CS6 ve PhotoScape programlarından da faydalanılmıştır.

Görsel Materyaller: Saha çalışmalarında çekilen fotoğraflar, Xiaomi Redmi Note 8 Pro Android Telefon kamerası ile 64 MP çözünürlükte elde edilmiştir.

1.1.3.1.2 Kullanılan Yöntem

Deprem risk hesaplamalarında kullanılan yöntem ve formüller ‘‘Deprem Risk Hesaplamaları’’ başlığında verilmiştir. Diğer yöntemler ise aşağıdaki adımları içeren sistematik bir yaklaşıma dayanmaktadır:

Ön Araştırma ve Literatür Taraması: Çalışmanın ilk aşamasında, konuyla ve araştırma alanı ile ilgili mevcut bilgi birikimini tespit etmek amacıyla kapsamlı bir literatür taraması yapılmıştır. Bu süreçte, ilgili bilimsel makaleler, tezler, raporlar ve kitaplar incelenmiştir.

Literatür taraması aşamasında elde edilen büyük hacimli metin verilerinin özetlenmesi ve anahtar kavramların çıkarılması için Google Gemini yapay zeka aracı kullanılmıştır. Ayrıca, çalışma metninin dilbilgisi kontrolü ve akademik üslup düzenlemelerinde bu araçtan faydalanılmıştır.

Veri Toplama ve Derleme: Bölgedeki sismik aktivite (magnitüd-frekans ilişkisi ve Poisson olasılık dağılımı için) ve zemin özellikleri (zemin etütleri ve PDRA için) başta olmak üzere, risk analizini besleyecek tüm nicel ve nitel veriler toplanmıştır. Bu aşamada, yerel belediye birimlerinden (İl ve İlçe belediyeleri) resmi yazışmalarla bilgi ve belgeler temin edilmiştir.

Saha Çalışmaları: Çalışma alanının fiziksel özelliklerini doğrudan gözlemlemek ve derlenen verileri doğrulamak amacıyla arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte, kritik alanların fotoğrafları çekilmiş ve gözlemler kayıt altına alınmıştır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Analizleri: Toplanan jeolojik, jeoteknik ve idari veriler, ArcGIS Pro ve Google Earth Pro programları kullanılarak mekânsal olarak analiz edilmiştir. Bu yazılımlar sayesinde, üç boyutlu incelemeler yapılmış ve çalışma kapsamında kullanılacak haritalar tasarlanmıştır. MTA'dan temin edilen haritalar sayısallaştırılarak bu CBS ortamına aktarılmıştır.

Deprem Risk Hesaplamaları:

Sismik Aktivite Analizi (Gutenberg-Richter (1944)): Bölgedeki deprem aktivitesini belirlemek amacıyla magnitüd-frekans ilişkisi (Gutenberg-Richter Yasası) hesaplanmıştır. Bu hesaplamada, geçmiş deprem kataloğu verilerine en iyi uyan a ve b parametrelerini belirlemek için En Küçük Kareler Yöntemi (EKKY) kullanılmıştır.

Formül;

- $\log_{10}N(M)=a-bM$
- $N(M)$: Büyüklüğü M ve daha büyük olan depremlerin yıllık ortalama sayısı
- a : Sismik aktiviteyi temsil eden parametre (bölgedeki toplam deprem sayısını etkiler)
- b : Büyük depremlerin küçük depremlere oranını belirten parametre (genellikle 0.8–1.2 arası)

Tekrarlanma Olasılığı (Cornell (1968)): Hesaplanan magnitüd-frekans ilişkisi temel alınarak, belirli bir zaman diliminde (örneğin 50 yıl) belirli bir magnitüdden daha büyük depremlerin oluşum olasılığını değerlendirmek için Poisson Olasılık Dağılımı uygulanmıştır.

Formül;

- $P(n;\lambda)=e^{-\lambda}\lambda^n/n!$
- M_0 : İlgilenilen minimum büyüklük (örneğin $M \geq 6.0$)
- T : Zaman aralığı (örneğin 50 yıl)
- λ : Yıllık oluşma oranı (Gutenberg-Richter'den elde edilir)

Probabilistik Deprem Risk Analizi (PDRA) (FEMA P-58, HAZUS, OpenQuake):

Yenişehir ilçesi için kapsamlı bir PDRA gerçekleştirilmiştir. Bu analizde, sismik tehlike verileri, maruz kalan yapı stoğu ve bu yapıların zemin koşullarıyla ilişkili hasar görebilirliği entegre edilerek, olası can ve ekonomik kayıpların olasılıksal değerlendirmesi yapılmıştır.

Formül;

1. Sismik Tehlike Eğrisi

- Zemin ivmesinin (a_g) belirli bir değeri aşma olasılığı
- $P(a_g \geq x) = 1 - e^{-v(x)T}$
- $v(x)$: Aşılma oranı (frekans), genellikle hazard curve'den alınır
- T : Analiz süresi

2. Zarar Olasılığı

- Her yapı tipi için, belirli bir zemin ivmesinde hasar olasılığı için hasar görebilirlik eğrileri (fragility curves) kullanılır

- $P(D \geq d | a_g) = \Phi (\ln a_g - \mu_d / \beta_d)$
- $D \geq d$: Belirli bir hasar seviyesinden daha büyük hasar olasılığı
- Φ : Normal dağılımın kümülatif dağılım fonksiyonu
- μ_d : Medyan zemin ivmesi (ln cinsinden)
- β_d : Standart sapma (log-normal dağılım parametresi)

3. Beklenen Kayıp Hesabı

- $E[L] = \sum P(D_i) \cdot C_i$
- $P(D_i)$: Hasar seviyesi i'nin olasılığı
- C_i : Bu hasar seviyesindeki tahmini ekonomik kayıp

Zemin Etütlerinin Değerlendirilmesi (Seed-Idriss (1971), NEHRP, Eurocode 8):

Mevcut zemin etüt raporları incelenerek, bölgedeki zemin büyütmesi ve sıvılaşma potansiyeli gibi deprem hasarını artıran yerel zemin koşulları tespit edilmiştir. Bu bilgiler, risk analizine girdi olarak kullanılmıştır.

Formül;

- Bu kısımda zemin sınıfı, Vs30 (30 m ortalama kayma dalgası hızı) gibi parametreler ile zemin büyütmesi tahmin edilir:
- $A_{site} = F_{site} \cdot A_{rock}$
- F_{site} : Zemin büyütme faktörü
- A_{rock} : Kaya zeminde hesaplanan ivme
- Sıvılaşma Potansiyeli İçin
- $LPI = \sum_{i=1}^n F_i \cdot D_i$
- F_i : Sıvılaşma olasılığına karşılık gelen ağırlık
- D_i : Derinlik katsayısı

Yazım ve Grafik Hazırlığı: Çalışmanın yazımında ve analiz sonuçlarının grafiksel olarak sunumunda Microsoft Office LTSC 2021 ve Microsoft Office Professional Plus 2024 (Word ve Excel) yazılımları kullanılmıştır. Raporların ve çıktıların düzenlenmesinde Adobe Acrobat DC'den yararlanılmıştır.

Bu metodoloji, Yenişehir ilçesindeki deprem riskini çok boyutlu ve bilimsel temellere dayalı bir yaklaşımla değerlendirmeyi sağlamıştır.

1.1.3.1.2.1 Deprem Tehlikesinin Belirlenmesi

Deprem tehlikesinin belirlenmesi 7 başlık adı altında değerlendirilebilir (Tablo 1.1).

Tablo 1.1 Deprem Tehlikesinin Belirlenmesi

DEPREM TEHLİKESİNİN BELİRLENMESİ	
Sismik Aktivite ve Fay Hatları Analizi	Deprem tehlikesinin belirlenmesinde bölgedeki sismik hareketliliğin ve fay hatlarının hareketleri, gelecekteki depremler hakkında birçok bilgi verir. Depremlerin çoğu, belirli bir fay hatlarında meydana gelir ve bu fayların uzunlukları, doğrultuları ve geçmişteki sismik hareketlilikleri, gelecekte beklenen depremler hakkında tahminler yapmamız konusunda bilgi verir.
Sismik Tehdit Modelleme	Sismik tehdit modeli, belirlenen bölgedeki meydana gelebilecek depremle ilgili olasılıkları hesaplamada kullanılan matematiksel bir yaklaşımdır. Bu modelleme belirtilen alandaki fay hatları, deprem sıklığı, zemin özellikleri dikkate alınarak modelleme oluşturulur ve meydana gelebilecek depremle ilgili tahminler oluşturulur.
Geçmiş Depremlerin Araştırılması	Geçmişte meydana gelen büyük depremler hakkında bilgi edinebilmek için paleosismolojik çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar yer yüzeyinde kalan eski depremlerin izlerini inceleyerek geçmişte meydana gelen depremler hakkında bilgileri toplayarak gelecekte meydana gelebilecek depremler hakkında bilgi verir.
Zemin Özellikleri	Bir bölgedeki deprem riskini belirleyen en önemli faktörlerden biride zeminin yapısıdır. Zeminin yapısı depremin şiddetini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle yapılan zemin etüdleri hayatımızda önemli bir yere sahiptir.
Sismik İzleme ve Yer Değiştirme Verileri	Sismik izleme yer yüzündeki hareketleri devamlı olarak takip etmektedir. Fay hatlarındaki hareketlilikleri ve depremleri göstermektedir.

Tablo 1.1 Tablonun Devamı

Sismik Tehdit Haritalama	Binaların inşasında ve Afet planlamalarında kullanılan bu yöntem belirli bir bölgedeki deprem riskini görsel olarak ifade eder ve bölgedeki depremlerin büyüklüklerini ve sıklıklarını gösterir.
Sismik Modelleme ve Simülasyonlar	Meydana gelebilecek depremlerin tehlikelerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemdir. Bu yöntem depremlerin sıklığını, büyüklüğünü ve etki alanlarının belirlenmesinde kullanılan bilgisayar modelleridir.

1.1.4.1 Riskli Binaların Belirlenmesi

1.1.4.1.1 Görsel İnceleme ve Durum Değerlendirmesi

Riskli binaların tespitindeki ilk değerlendirme uzman mühendisler tarafından yapılan görsel incelemelerdir (Deha Metal, 2024). İncelemede mühendisler binanın dış yüzey durumu, binanın yapısal elemanları ve binanın bulunduğu zemini detaylı olarak inceler. Bu inceleme binada bulunan çatlaklar, çürümüş malzemeler ve binada eğilme veya yapısal bozulmalar gibi tehlikeye yol açabilecek elemanların tespitinde hızlı ve pratik bir yaklaşımdır. Bu tür hızlı değerlendirme yöntemleri, genellikle önceliklendirme ve daha detaylı analizler için yol haritası oluşturma amacıyla kullanılır (Tezcan vd., 2002) (Fotoğraf 1.1).



Fotoğraf 1.1 İlçe Merkezine Ait Simetriği Bozulmuş Eski Yapı

1.1.4.1.2 Zemin Etüdü ve İyileştirme Çalışmaları

Binaların sağlamlığı, bulunduğu zeminin yapısı ile doğrudan ilişkilidir. Bir binanın yapımından önce yapılan zemin etüdü, binanın temelleri üzerine düşen yük kapasitesini ve zemin yapısını inceleyen çalışmadır. Zeminin yapısı deprem esnasında binanın risk durumunun belirlemektedir. Zemin etüdü riskli binaların belirlenmesinde kritik bir yere sahiptir (Bowles, 1996).

Zemin enjeksiyonu, zemin özelliklerini iyileştirmek için kullanılan bir mühendislik tekniğidir. Bu süreç, belirli bir malzeme veya karışımın, zemine basınç altında enjekte edilmesiyle gerçekleşir. Zemin enjeksiyonu, zemin mukavemetini, taşıma kapasitesini ve stabilitesini artırmak amacıyla pek çok inşaat projesinde uygulanır (Kışkan vd., 2018).

Jet Grouting, zemin iyileştirmesi amacıyla kullanılan etkili bir mühendislik yöntemidir. Bu teknik, zemin içerisine yüksek basınçla çimento bazlı harç enjekte edilerek toprak sütunları veya iyileştirilmiş bölgeler oluşturulmasını sağlar. Genellikle, geleneksel temel yöntemlerinin yetersiz kaldığı zorlu zemin koşullarında veya hızlı stabilizasyon gerektiğinde tercih edilir. Jet Grouting'in başarısı, zemin tipi, harç karışımı, enjeksiyon basıncı ve projeye özgü gereksinimlere bağlı olarak değişir. Ayrıca, karmaşık zemin yapılarının güçlendirilmesinde sıklıkla diğer jeoteknik yöntemlerle kombineli olarak kullanılır (Kışkan vd., 2018).

Taş kolonlar, zemin iyileştirme amaçlı kullanılan bir mühendislik tekniğidir ve özellikle zayıf veya sıkışabilir zeminlerde zemin taşıma kapasitesini, mukavemetini ve stabilitesini artırmak için uygulanır. Bu yöntemde, çimento bazlı malzemelerin yüksek basınçla zemin içine enjeksiyonuyla oluşturulan sütunlar, zemine entegre olur. Taş kolonlar, aynı zamanda yeraltı suyu kontrolü ve toprak kaymalarının önlenmesi gibi avantajlar da sunar. Bu nedenlerle, zemin iyileştirme projelerinde yaygın olarak tercih edilen etkili bir çözüm olarak öne çıkar (Bowles, 1996).

Fitul drenler, yeraltı suyu kontrolü, suyun toplanması ve uzaklaştırılması, zemin stabilizasyonu ve erozyon öncesi gibi zemin iyileştirme uygulamalarında kullanılan önemli inşaat malzemeleridir. Zemin iyileştirme ve drenaj projelerinde etkin bir çözüm sağlayan fitil drenler, proje gereksinimlerine ve zemin koşullarına göre farklı türlerde ve kurulum yöntemleriyle uygulanabilir (Bowles, 1996).

1.1.4.1.3 Yapısal Titreşim Testleri

Titreşim testi, mevcut binaların sismik performansını ve dinamik özelliklerini gerçek zamanlı olarak değerlendirmek için kullanılan önemli bir tahribatsız muayene yöntemidir. Bu testte, binaya kontrollü bir şekilde belirli frekanslarda ve genliklerde titreşimler uygulanır. Uygulanan bu titreşimlere karşılık, binanın farklı noktalarına yerleştirilen ivmeölçerler aracılığıyla yapının titreşim tepkileri (yer değiştirme, hız ve ivme) ölçülür. Elde edilen veriler analiz edilerek binanın doğal titreşim periyotları, sönüm oranları ve hâkim titreşim modları belirlenir. Bu dinamik parametreler, binanın mevcut yapısal durumu, hasar seviyesi ve deprem sırasındaki olası davranışı hakkında kritik bilgiler sunar. Özellikle, binada gözle görülmeyen yapısal hasarların veya zayıflıkların tespitinde ve mevcut yapıların deprem dayanımının belirlenmesinde etkili bir araçtır (Erden ve Karaduman, 2017).

1.1.4.1.4 Yapısal Sağlık İzleme Sistemleri (SHM)

Binaların zaman içerisinde nasıl bir tepki verdiğini ve fiziksel durumunu takip etmek için kullanılan çeşitli izleme teknolojilerini içerir (Şekil 1.1). Binalara çeşitli sensörler takılır ve bu sensörler ile binalarda zaman içerisinde meydana gelebilecek deformasyonları sürekli olarak ölçer (Çatbaş ve Alptekin, 2018).

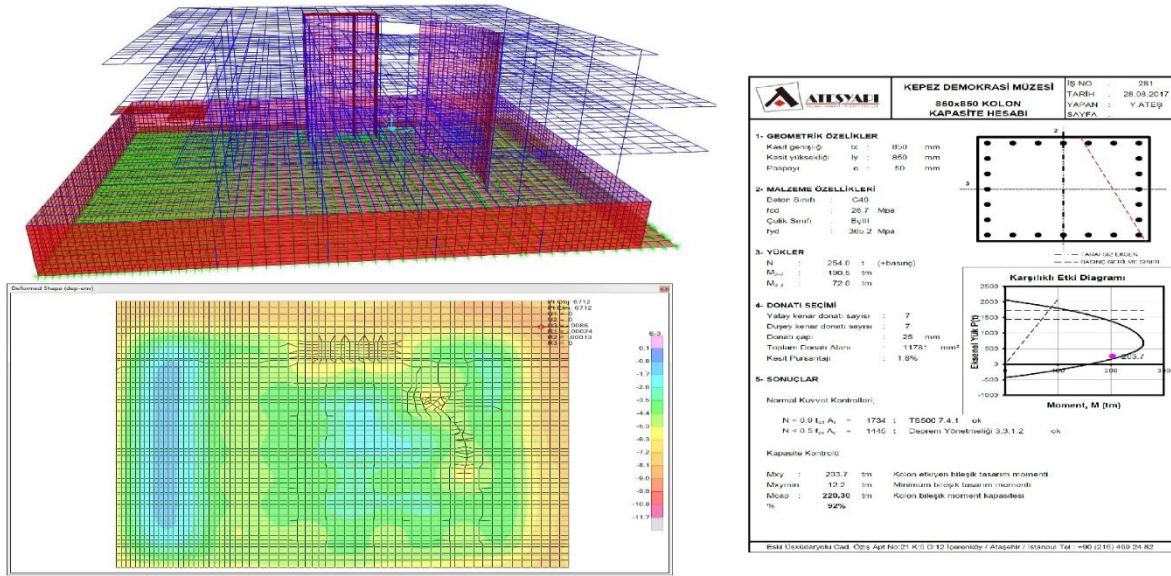


Şekil 1.1 Süreç Akışını İzleme Şeması

1.1.4.1.5 Yapısal Güvenlik Analizleri ve Modelleme

Binaların yapısal elemanlarının dayanıklılığını değerlendirmek için kullanılan mühendislik hesaplamaları ve modellemeler ile gerçekleştirilir. Bu analizler ile binanın yük taşıma kapasitesini, malzeme özellikleri ve geometrisi dikkate alınarak simülasyonlar ile

yapılır. Deprem, Fırtına, Kar gibi çeşitli etkenler ile bina nasıl davranır sorusuna yanıt aranır (Celep ve Kumbasar, 2009) (Şekil 1.2).

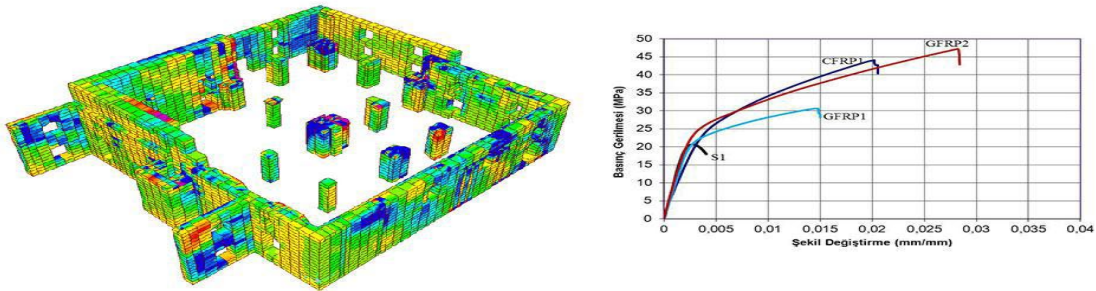


Şekil 1.2 Yapısal Analiz

Kaynak: (Ateş Yapı, 2025)

1.1.4.1.6 Deprem Performans Analizi ve Risk Değerlendirmesi

Binanın deprem anında nasıl bir davranış sergileyeceği konusunda tahminler yapılan test ve modelleme çeşididir. Bina deprem anında can güvenliği açısından nasıl bir tehlike oluşturacağı bu analiz ile belirlenmek amaçlanmaktadır (Şekil 1.3).



Şekil 1.3 Deprem Performans Analizi

Kaynak: (Harput Yapı Laboratuvarı, 2025)

1.1.4.1.7 Bina Durum Raporları ve Yönetmeliklere Uygunluk İncelemesi

Binaların yerel inşaat yönetmeliğine uygunluğu risk değerlendirilmesinin bir parçasıdır. Binanın yapım aşamasındaki inşaat standartları ve malzeme kalite standartlarına göre uygunluğunu kontrol eder (Şekil 1.4).

BİNA BİLGİLERİ	
Bina Önem Katsayısı	1
Kat Adeti	7
Ortalama Kat Yükseklikleri (m)	2,77
Toplam Bina Yükseklikleri (m)	1,4
İnceleme Kat Yeri	ZEMİN KAT
İnceleme Kat Alanı (m ²)	220,82
Toplam Yapı Alanı (m²)	1575,37
Malzeme Bilgileri	
Mevcut Beton Dayanımı	18,87 Mpa
Mevcut Çelik Dayanımı	220Mpa
Kolon Ebatları (cm)	30*55
Kiriş Ebatları (cm)	25*50
Döşeme Kalınlığı (cm)	PLAK 15 cm/ASMOLEN
2018 Deprem Yönetmeliği ve Riskli Bina Tespit Parametreleri	
Binanın Projesi (Var/Yok)	YOK
Bilgi Düzeyi	ASGARİ
Bilgi Düzeyi Katsayısı	1
Bina Önem Katsayısı [/]	1
Hareketli Yük Katılım Katsayısı (N)	0,3
Hedeflenen Deprem Performans Düzeyi	50 yılda%10
Yükler	
Beton Yoğunluğu	25,00 kN/m ³
Hareketli Yük (Konut)	2,00 kN/cm ³
Hareketli Yük (Koridor, Merdiven, İşyeri)	3,50 kN/cm ³
Zemin Parametreleri	
Emniyet Gerilemesi kg/cm ²)	1,8
Düşey Yatak Katsayısı (t/m ²)	2700
Zemin Grubu / Sınıfı	ZB

Şekil 1.4 Bina Durum Raporu

2. ÇALIŞMA ALANININ COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ

2.1 Fiziki Özellikler

2.1.1 Jeolojik Özellikler

2.1.1.1 Litolojik Özellikler

Yenişehir havzası, yaklaşık 35 kilometre uzunluğunda ve 12-13 kilometre genişliğinde olup, DB doğrultusunda yer alan ve elipsoide benzer bir geometrik şekle sahiptir. Bu havza, kuzeyde İznik ve güneyde İnegöl havzaları arasında konumlanmaktadır. Her iki havza, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) 'nın etkisi sonucu meydana gelmiştir.

Yenişehir yerleşim alanında yapılan mikro ölçekli zemin etütlerinde, üç ana jeolojik birim tespit edilmiştir. İlk birim, çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan Kuaterner serisidir ve bu alüvyon malzeme çalışma alanında yaygın olarak gözlemlenebilmektedir. İkinci birim ise çakıltaş, kumtaş ve kiltaş içeren Neojen birimidir ve bu birimler, özellikle havzanın güney ve kuzey sınırlarında yüzeyde görülmektedir. Üçüncü birim ise erken Neojen dönemine ait olup, şist, mermer, kireçtaş, andezit ve trakit gibi kayalardan oluşmaktadır.

Yenişehir doğrultu atımlı fayların etkin olduğu aktif bir alandır. Bölge ve civarı sağ yanal atımlı fay sistemleri tarafından çevrilidir.

TERSİYER										SİSTEM												
										SERİ												
										KAT												
										FORMASYON												
										ÜYE												
										KALINLIK (m)												
										SİMGE												
										LİTOLOJİ												
										AÇIKLAMA												
TRIYAS	KARAKAYA KOMPLEKSİ	LİYAS	MAYM	ALT	SOĞUKÇAM	YENİPAZAR	DEĞİRMENÖZÜ	SEBEN	KAYACIK TÜF	TARAKLI KURTAYA	PALEOSEN	IPRESİYEN	FİNDİCAK	SANSU	GÜVENÇ	OLİGOSEN	MİYÖSEN ALT	MİYÖSEN ORTA	MİYÖSEN ÜST	PİYÖSEN	NEOJEN	SİSTEM
JURA	BAYIRKÖY	LİYAS	MAYM	ALT	SOĞUKÇAM	YENİPAZAR	DEĞİRMENÖZÜ	SEBEN	KAYACIK TÜF	TARAKLI KURTAYA	PALEOSEN	IPRESİYEN	FİNDİCAK	SANSU	GÜVENÇ	OLİGOSEN	MİYÖSEN ALT	MİYÖSEN ORTA	MİYÖSEN ÜST	PİYÖSEN	NEOJEN	SİSTEM
KRETASE	ALBIYEN-MAASTRİHTİYEN	LİYAS	MAYM	ALT	SOĞUKÇAM	YENİPAZAR	DEĞİRMENÖZÜ	SEBEN	KAYACIK TÜF	TARAKLI KURTAYA	PALEOSEN	IPRESİYEN	FİNDİCAK	SANSU	GÜVENÇ	OLİGOSEN	MİYÖSEN ALT	MİYÖSEN ORTA	MİYÖSEN ÜST	PİYÖSEN	NEOJEN	SİSTEM
TERSİYER	PALEOJEN	EÖSEN	LÜTESİYEN	SANSU	GÜVENÇ	OLİGOSEN	MİYÖSEN ALT	MİYÖSEN ORTA	MİYÖSEN ÜST	PİYÖSEN	NEOJEN	SİSTEM										

Şekil 2.1 İnceleme Alanı Jeolojik Zaman Çizelgesi

Kaynak: (MTA, 2019)

Jeolojik tablo incelendiğinde (Şekil 2.1);

Sakarya Zonu

Kalabak Grubu

Torasan Formasyonu: Kıtasal kökenli şist, fillat, mermer içerir.

Sazak Formasyonu: Olası okyanus kökenli metatüf, metavolkanit, şist, mermer içerir.

İlişkiler: Kalabak Grubu, Sarıcakaya granitoyidi tarafından kesilmiş ve Erken Permian yaşlı Orhaniye formasyonu tarafından uyumsuz örtülmüştür.

Üst Kesimler: Geç Permian yaşlı platform kireçtaşlarından oluşan Yörüktepe üyesi bulunur.

Stratigrafik Konum: Devonian-Karbonifer yaşlı temel kayaç birimleri olup, Sakarya Zonu'nun en eski birimleri arasındadır.

Petrolojik Özellikler: Torasan formasyonu kıtasal tortul kökenli, Sazak formasyonu ise metamorfoz geçirmiş volkanik ve sedimanter birimlerden oluşur. Bu, Sakarya Zonu'nun eski bir kıtasal blok ve okyanusal bir çevreden gelen malzemeler içerdiğini gösterir.

Metaofiyolitik Kayaçlar

Boğazköy Metaofiyoliti: Kalabak Grubu ile Karakaya Kompleksi arasında yer alır. Geç Paleozoyik-Triyas yaşlıdır.

Köken: Olasılıkla Paleotetis Okyanusu'nun kapanması sonucu ofiyolitik malzemenin metamorfoz geçirerek Sakarya Zonu'na eklenmesi ile oluşmuştur.

Litolojik İçerik: Serpantinit, metagabro, metabazalt ve radyolarit gibi ofiyolitik kayaçlar bulunur.

Karakaya Kompleksi

Yaşı: Triyas.

Yerleşim: Torasan formasyonu ve Sarıcakaya granitoyidi üzerinde olası uyumsuz bir dokanakla yer alır.

Jeotektonik Önemi: Triyas yaşlı bu kompleks, Sakarya Zonu'nun kuzeyindeki okyanusal kapanma ve çarpışma süreçlerine işaret eder.

Alt Birimler:

Karakaya Formasyonu: Arkozik kumtaşı, kiltası, metakumtaşı. Karakaya formasyonu genellikle detritik tortullardan oluşur.

Çal Formasyonu: Spilitik bazalt ağırlıklı. Çal formasyonu bazaltik lav akıntıları ve volkanik kayaçları içerir.

Mehmetalan Formasyonu: Bazik volkanitler ve volkanosedimanter kayaçlar.

Camiaları Kireçtaşı: Neritik ve pelajik kireçtaşı seviyeleri. Camiaları kireçtaşı birimi, sığ denizel karbonat platformlarında oluşmuş.

Bloklar: Permien ve nadiren Karbonifer yaşlı kireçtaşı blokları.

Bayırköy Formasyonu

Yaşı: Liyas.

Litolojisi: Konglomera, kumtaşı, kiltası, arnmonitli killi kireçtaşı.

Bayırköy formasyonu, Liyas yaşında olup riftleşme sonrası çökelen kırıntılı birimler ve karbonatlar içerir.

Üst Birimler:

Bilecik Formasyonu: Kalloviyen-erken Hotriviye yaşlı platform kireçtaşları. sığ denizel platform karbonatlarını temsil eder ve Jura yaşlıdır. Bu, bölgenin Jura'da karbonat platformlarının gelişimine uygun bir denizel ortamda olduğunu gösterir.

Soğukçam Formasyonu: Kalloviyen-Apsiyen yaşlı pelajik birimler.

Geç Kretase ve Paleosen Birimleri

Yenipazar Formasyonu:

Kumtaşı ve konglomeralar.

Alt Üyeler: Değirmenözü, Seben, Kayacık Tüf Üyesi.

Kurtkaya Formasyonu: Delta fasiyesinde iri konglomeralar.

Taraklı Formasyonu: İnce tabakalı türbiditik kumtaşı-şeyller.

Selvipınar Formasyonu: Daniyen-Selandiyen yaşlı neritik kireçtaşları.

Kızılçay Formasyonu: Selandiyen-Tanesiyen yaşlı karasal çökeller.

İntra-Pontid Sütur Zonu

Tanımı: Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzeyinde yer alan, Sakarya Zonu ile İstanbul-Zonguldak Zonu arasında uzanan bir sütur zonudur. Bu zon, Tetis Okyanusu'nun kapanması ve Neo-Tetis Okyanusu'nun evrimi sırasında önemli tektonik olaylar yaşamıştır.

Gemlik Metaolistostromu: Geç Jura-Erken Kretase yaşlı. Tektonik yığışım birikintilerini temsil eder.

Kocakır Formasyonu: Apsiyen-Senomaniyen yaşlı. Apsiyen-Senomaniyen yaşlı, daha sakin deniz ortamlarında çökelmiş birimler içerir.

Adliye Volkaniti: Kocakır formasyonu üzerinde uyumlu. Çeşitli bazik ve felsik volkanik kayaçlar, aktif bir volkanik ortamı işaret eder.

Abant Formasyonu: Maastrichtiyen-Paleosen yaşlı.

Fındıcak Formasyonu: İpresiyen yaşlı.

Sarısu Formasyonu: Lütseyen yaşlı, volkanit içerir.

Güvenç Formasyonu: Geç Lütseyen yaşlı, nummulitli kireçtaşı.

Neojen ve Kuvaterner Birimleri

Tarakdere Formasyonu: Orta-Geç Neojen konglomera ve kumtaşı. Orta-Geç Neojen döneminde fay kontrollü havzalarda gelişmiş kırmızı renkli çakıl taşı ve kumtaşı birimlerinden oluşur.

İnegöl Formasyonu: Geç Miyosen gölssel kıltaşı, marn. Göl ortamında biriken kıltaşı, silttaşı ve kireçtaşı birimlerini içerir.

Mesudiye Formasyonu: Geç Miyosen-Pliyosen karasal-gölssel konglomera ve kıltaşı. Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı olup, gölssel ve karasal ortamlarda birikmiş tortulları içerir.

Çamlık Formasyonu: Gölssel kireçtaşı ve kıltaşıları.

Alüvyon: Yenişehir ve İnegöl ovalarında geniş yayılım gösterir, Pliyo-Kuvaterner'de birikmiştir. Kuvaterner yaşlı olup, güncel akarsu birikintilerini kapsar.

Jeolojik Evrim:

Paleotetis ve Neo-Tetis Evrimi:

Sakarya Zonu'nun birimleri, Tetis Okyanusu'nun kapanması ve kıtasal çarpışmalarla şekillenmiştir. Metaofiyolitler ve ofiyolitik melanjlar bu sürecin kalıntılarıdır.

Geç Jura-Kretase Karbonat Platformları:

Sakarya Zonu, Geç Jura ve Kretase dönemlerinde geniş karbonat platformları ile kaplanmıştır.

Neotektonik Dönem:

Neojen'de gelişen fay kontrollü havzalar, çökellerin depolandığı gölssel ve karasal ortamlar oluşturmuştur. İnegöl ve Yenişehir ovaları, bu dönemde alüvyonlarla dolarak bugünkü hallerini almıştır.

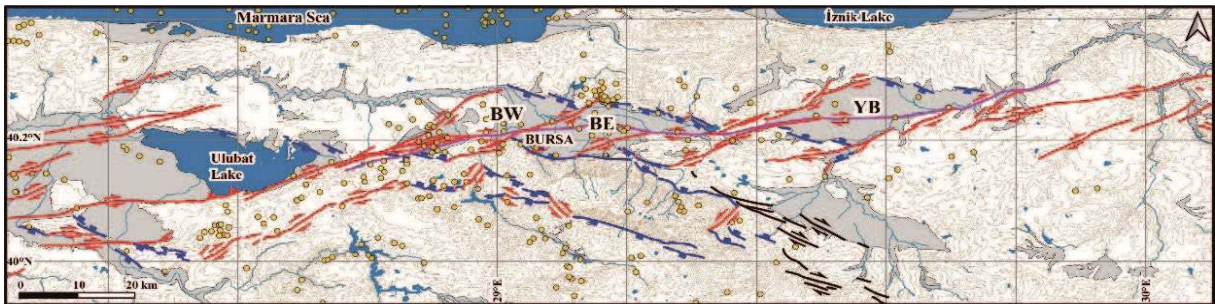
doğru gerçekleşen sıkıştırma hareketleriyle, bölge kuzey-güney doğrultusunda gerilmeye uğramıştır. Ova, Neojen birimlerin alüvyonlarla örtülmüş olduğu tektonik bir çöküntü alanı olarak şekillenmiştir. Bu nedenle, Yenişehir Ovası'nda alüvyon katmanları içerisinde fayların oluşması mümkündür (Harita 2.1).

Büyükşehir Belediyesi tarafından gerçekleştirilen sondaj çalışmaları kapsamında, bölgedeki 15 sondaj noktası incelenmiştir. Yapılan sondajlarda, 0,00-0,50 metre arasında bitkisel toprak tabakası, 0,50-30,00 metre derinliklerde ise kahverengi-kızıl renkte çakıllı, siltli ve killi kum birimleri gözlemlenmiştir. İnceleme alanında yeraltı su seviyesi, 11,00 ile 16,00 metre arasında değişmektedir.

Havzanın orta ve güney kısımlarında bulunan alüvyon bölümleri, Kuvartener yaşlı alüvyon birimleri olarak "Qal" simgesiyle gösterilmekte olup, yapılan tüm sondajlarda bu birimlere rastlanmıştır. 0,00-0,50 metre derinlikte bitkisel toprak tabakası bulunurken, bunun altındaki tabakalarda ise açık kahverengi-sarı renkte çakıllı, killi ve siltli kum birimleri gözlemlenmiştir. Sondajlarda yeraltı su seviyesi 3,00 ile 18,00 metre arasında değişiklik göstermektedir.

2.1.1.2 Tektonik Özellikler

Yenişehir havzası deprem riski açısından birinci derece deprem bölgesi olarak sınıflandırılmıştır. Bölge ayrılmamış kuvaterner çökellerden oluştuğundan dolayı sıvılaşma riski oldukça yüksektir bundan dolayı zayıf zemin yapısına sahiptir. Olası bir depremde binalarında hasar görme riski oldukça yüksektir. Bölgenin Güney kısmında toplamda 57,55 km uzunluğunda 6 fay hattı batı kısmında 15,73 Km uzunluğunda 3 fay hattı kuzey kısmında ise Kuzey Anadolu Fay Hattının 3. kolu geçmektedir. Bölgede yeni keşfedilen 95 km uzunluğunda bir fay hattı daha bulunmaktadır (Harita 2.2).

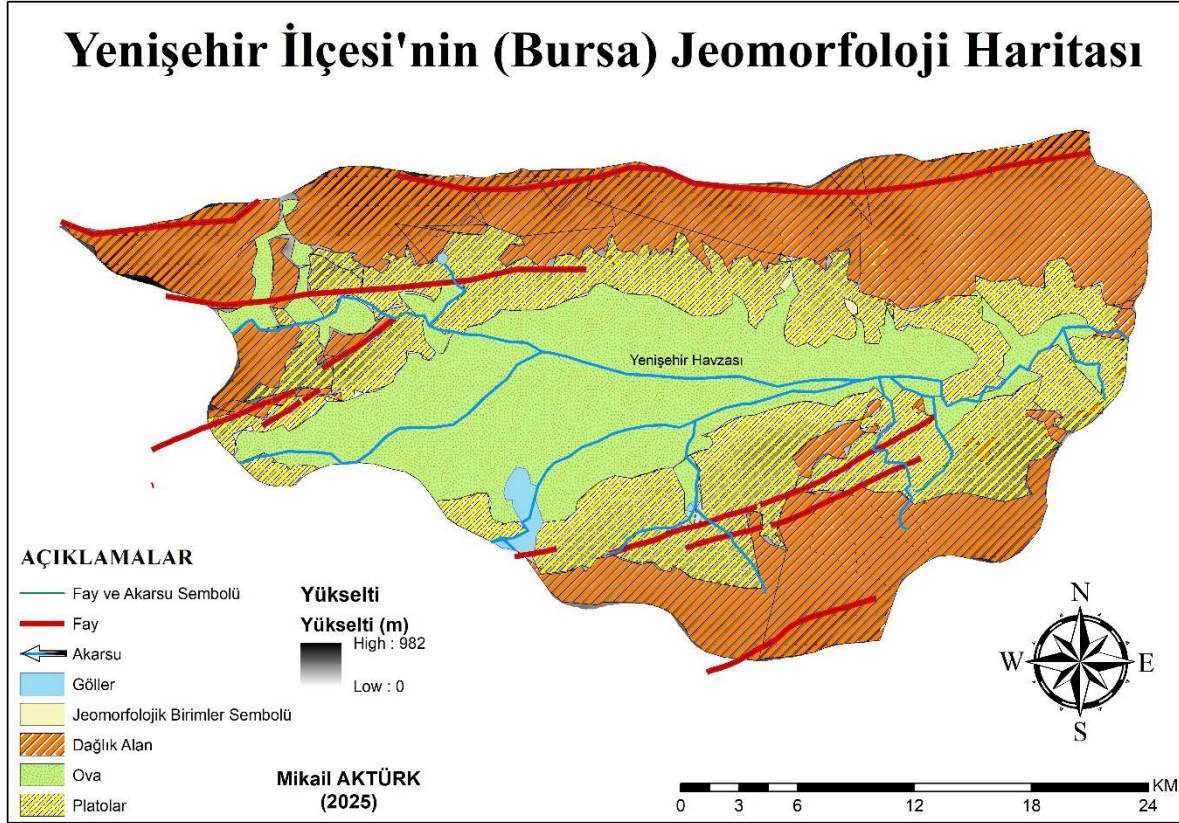


Harita 2.2 Bursa ve Çevresinde Çek-Ayır Havzalar ve Havza Biçen Faylar

Kaynak: (MTA, 2025)

Bölgede daha önce haritalarda belirtilmeyen 95 kilometre uzunluğunda Kayapa-Yenişehir arasında bulunan aktif bir fay hattı keşfedilmiştir. Fayın senaryoları incelendiğinde 7,3 büyüklüğünde deprem üretebileceği tahmin edilmektedir. Fay Bursa Kayapa ve Bursa il sınırlarını içine alarak Yenişehir e kadar uzanarak Toprakdere fayı ile birleşmektedir. Bölgede gerçekleşen yıkıcı depremler incelendiğinde (19.04.1850, 28.02.1855 ve 11.04.1855) 1855 yılında meydana gelen depremin Kayapa-Yenişehir fayının batısında gerçekleştiği değerlendirilmektedir. Uzun yıllardır kırılma gerçekleşmeyen fayda yıkıcı bir depremin olma ihtimalini daha çok güçlendirmektedir. Fay üzerindeki hareket hızı yılda 8 milimetre ile 3 milimetre arasında değişmektedir (Bayramoğlu, 2019). Fayın yeni keşfedilmesinin ana nedeni ise alüvyon zeminin altında olmasından dolayı bu ve buna benzer faylar ancak detaylı sismik ve sondaj çalışmaları ile keşfedilmektedir. İnceleme alanının kuzeybatı ve güneydoğu kenarları ile birlikte kuzeydoğu ve güneybatı doğrultu atılımlı Marmaracık, Boğazköy ve Subaşı fayları ile sınırlanmıştır.

2.1.2 Jeomorfolojik Özellikler

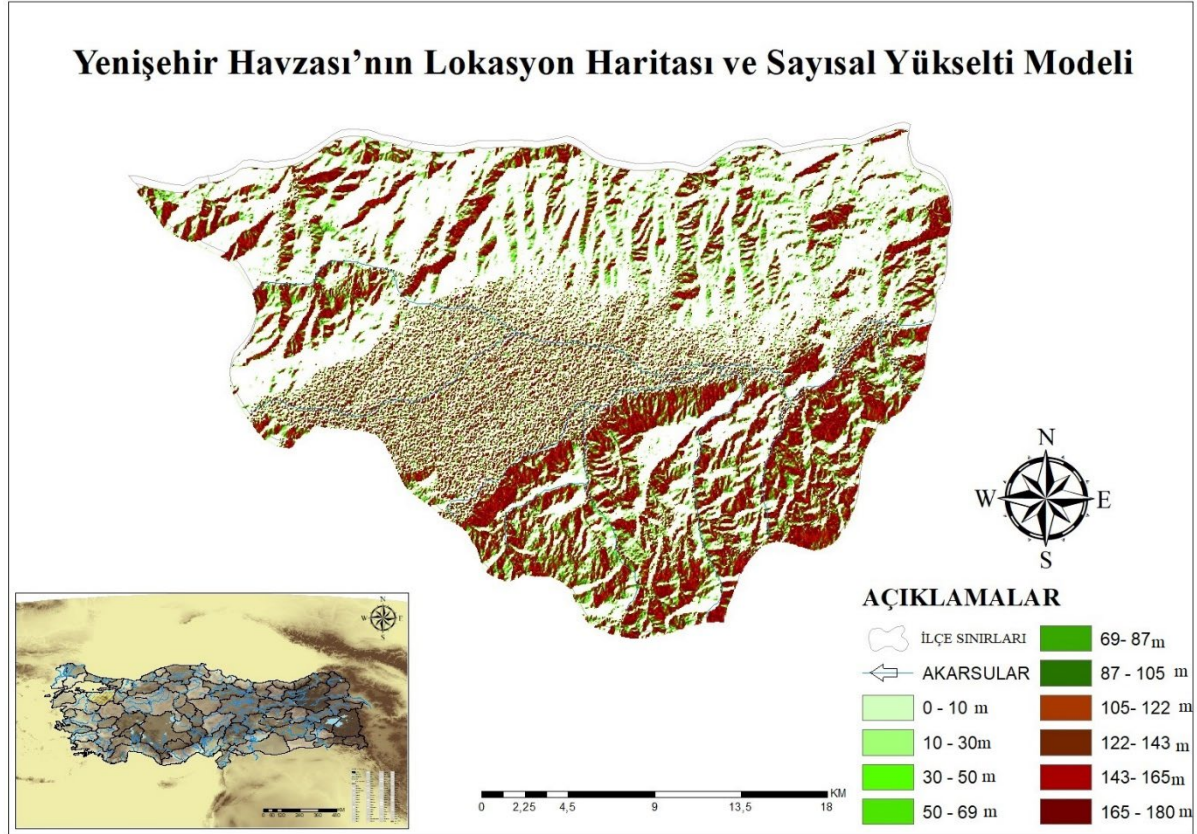


Harita 2.3 Yenişehir Jeomorfoloji Haritası

Bursa Yenişehir Ovası'nın en karakteristik özelliği tektonik hareketler sonucunda oluşmasıdır. Ova, alüvyon birikintileri ile kaplı düz bir yapıdadır. Bu sebep ile verimli tarım arazilerine sahiptir. Yenişehir'in jeomorfolojik yapısını şekillendiren en önemli faktörlerden biri de aktif fay hatlarının üzerinde olmasıdır. Bölgede Kuzey Anadolu Fay Hattı'nın Güney Kolu, Seymen ve Kovanlık fay hatları bulunmaktadır. Bu faylar bölgenin şekillenmesinde önemli bir role sahiptir. Ancak bu faylar bölgede önemli bir şekilde deprem riski de oluşturmaktadır. Bölgede yapılan son çalışmalar ile de Kayapa (Bursa)'dan Yenişehir'e uzanan 92 km uzunluğunda aktif bir fay hattı da keşfedilmiştir (Harita 2.3).

Ova tabanının yanı sıra bölge çevresindeki tepeler ve dağlık alanlar da bölgenin jeomorfolojik çeşitliliğini zenginleştirmiştir. Fay hatları boyunca uzanan vadiler ve tepeler bölgenin yer şekillerine çeşitlilik katar. Yenişehir jeolojik olarak farklı dönemlere ait kayalardan oluşur. Orta-Üst Miyosen yaşlı Gemiciköy formasyonu, Pliyosen yaşlı Alaylı formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyon çökelleri, bölgenin temel jeolojik birimlerini oluşturur. Bu jeolojik formasyonlar, bölgenin hem yer altı hem de yer üstü özelliklerini belirler.

Yenişehir'in jeomorfolojik özellikleri, bölgenin hem doğal yapısını hem de insan faaliyetlerini etkiler. Verimli ovalar tarım için elverişli koşullar sunarken, aktif fay hatları deprem riskini beraberinde getirir. Bu nedenle, Yenişehir'de yapılan her türlü planlama ve yapılaşma faaliyetinde, bölgenin jeomorfolojik özelliklerinin dikkate alınması büyük önem taşır.



Harita 2.4 Yenişehir Havzası'nın Lokasyon Haritası ve Sayısal Yükselti Modeli

Dağlar ve ovalardan oluşan ve çeşitli morfolojik özellikler bulunduran ilçede çok sayıda yapay göletler bulunmaktadır. Göletler genellikle tarım amaçlı kullanılmaktadır. Kuzeyde Katırlı ve Samanlı Dağları yer almakta olup, bu dağların en yüksek zirvesi 940 m'ye ulaşmaktadır. Batıda Dinboz ve Kazancı Dağları, güneyde ise Okuf (Çayırılı), Ayaz ve Subaşı tepeleri bulunmaktadır. Bu dağlık alanlar, bölgenin ekosistemine zenginlik katmakta ve tarımsal faaliyetlerin çeşitlenmesine olanak tanımaktadır. Yenişehir Ovası, doğu-batı yönünde uzanan elips biçiminde bir yapıya sahiptir. Bu ova, tarımsal üretim için uygun toprak yapısına sahip olup, bölgedeki tarımsal faaliyetlerin yoğunlaştığı alanlardan biridir (Harita 2.4).

Yenişehir Ovası'nın ortalama yükseltisi 200-250 m kadar olup genel eğim güney batıdan kuzey doğuya doğrudur. Ovanın kuzey kesimlerindeki yükseklik güneye oranla daha

yüksektir doğu-batı doğrultusunda uzanmakta ve yükseklik 835-940 m arasındadır. Güneydoğu kesiminde ise bu değer 650-750 m civarındadır.

2.1.3 İklim Özellikleri

Bursa'nın Yenişehir ilçesi, karasal iklimin tipik özelliklerini sergileyen bir bölgede konumlanmıştır. Bu durum, bölgenin mevsimsel döngülerini ve doğal bitki örtüsünü önemli ölçüde şekillendirir. Yaz ayları, yüksek sıcaklıklar ve düşük yağış miktarıyla karakterize edilir. Özellikle temmuz ve ağustos aylarında termometreler sıklıkla 30°C civarında değerleri gösterir. Gün içindeki sıcaklık artışları belirgin olmakla birlikte, karasal iklimin bir sonucu olarak gece saatlerinde sıcaklıklar hissedilir derecede düşebilir.

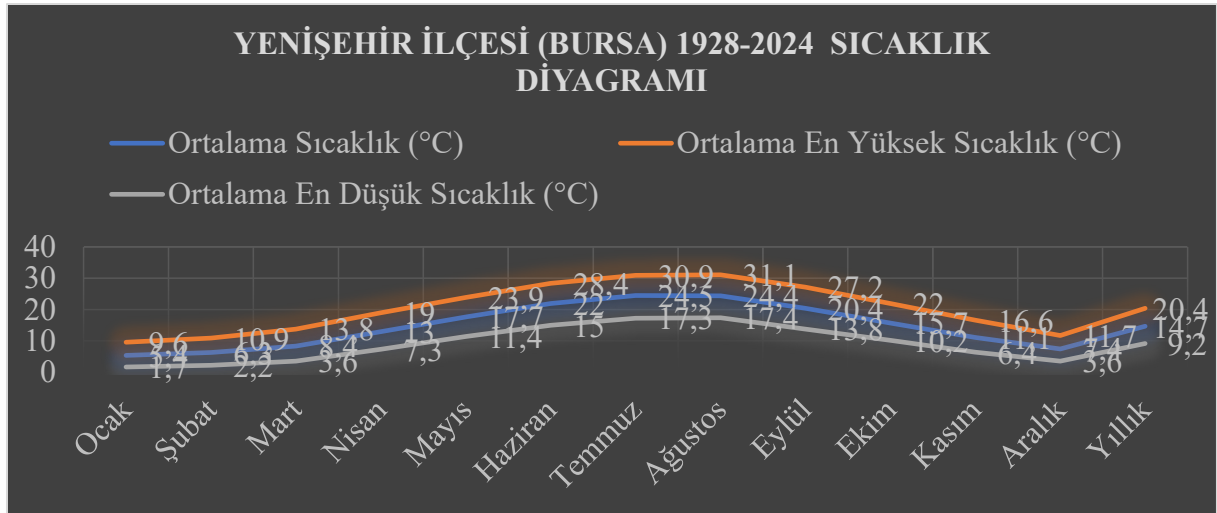
Kış mevsimi ise soğuk ve yağışlıdır. Ocak ayı, en düşük sıcaklıkların kaydedildiği dönemdir ve sıcaklıklar 0°C civarında veya daha da altına inebilir. Bölge, mikroklima etkileri nedeniyle kış aylarında uzun süreli kar yağışlarına sahne olabilir. Yıllık ortalama yağış miktarı 600-800 mm arasında değişir ve bu yağışın büyük bir kısmı sonbahar ve kış aylarında gerçekleşir. Kasım, aralık ve ocak ayları, yağışın en yoğun olduğu aylardır ve yağışlar genellikle kar veya yağmur şeklinde görülür. Yaz ayları ise neredeyse tamamen kuraktır.

Rüzgâr rejimi de mevsimlere göre değişiklik gösterir. Yaz aylarında sıcak ve kuru rüzgarlar eserken, kış aylarında soğuk ve sert rüzgarlar hakimdir. Özellikle kış aylarında, karasal iklimin etkisiyle sert rüzgarlar kar fırtınalarına neden olabilir.

Yenişehir'in bitki örtüsü, iklim koşullarına ve topografik yapıya bağlı olarak farklılık gösterir. İç kesimlerde, kuraklığa dayanıklı kısa boylu bitkilerden oluşan step bitki örtüsü yaygındır. Bu alanlarda otsu bitkiler, çayır bitkileri ve seyrek ağaçlar bulunur. Dağlık alanlarda ise orman bitki örtüsü hakimdir ve meşe, kızılçam, sarıçam gibi ağaç türleri yaygın olarak görülür.

Bölge, tarımsal faaliyetler açısından da zengindir. Bursa'nın önemli tarım merkezlerinden biri olan Yenişehir'de, böğürtlen, şeftali, kiraz, elma, armut gibi meyve ağaçları yetiştirilir. Ayrıca buğday, mısır, arpa gibi tahıllar da önemli tarım ürünleridir. Sulak alanlarda biber ve türevleri, kurak alanlarda ise yağlık çekirdek ve bamya tarımı yapılır. Tarım alanlarının verimliliği, step bitki örtüsünden de faydalanılarak artırılır.

Sonuç olarak, Yenişehir, karasal iklimin belirgin özelliklerini taşıyan ve step bitki örtüsüyle karakterize edilen bir bölgedir. İklim koşulları, bölgenin tarımsal potansiyelini ve doğal bitki örtüsünü önemli ölçüde etkiler.



Grafik 2.1 Yenisehir İlçesi (Bursa) 1928-2024 Sıcaklık Diyagramı

Yenisehir havzasında yıllık ortalama sıcaklık 14,7 °C olarak tespit edilmiştir. İlçe merkezindeki en yüksek sıcaklık ağustos ayında 30,9 °C olarak ölçülmüştür. Ocak ayı ise 1,7 °C ile en düşük sıcaklığın ölçüldüğü aydır (Grafik 2.1).

Yenisehir havzası bakı faktörünün 'de etkisi ile güneşlenme süresi uzundur. Ortalama güneşlenme süreleri incelendiğinde en çok 10,7 saat ile temmuz ayında en az 2,9 saat ile aralık ve ocak aylarında kayda geçmiştir. İnceleme alanında en çok yağış ise 98,7 mm ile aralık ayında en az yağış ise 18 mm ile ağustos ayında olmuştur (Tablo 2.1). Yerleşim yoğunluğu genel olarak ova tabanının güneyinden kuzeyine doğru olmuştur. Bunun sebebi ise eski çağlarda da olduğu gibi suya yakınlığı ve tarım arazilerinin elverişliliğidir. Ova tabanından güneye ve kuzeye doğru gidildikçe pul apart havzanın etkisi ile yükseklik artmaktadır.

Tablo 2.1 Yenisehir (Bursa) 1928-2024 Tarihleri Arasında Ortalama Yağış Miktarı (mm)

YENİŞEHİR (BURSA)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	88,9	75,4	70,3	61,8	50,5	35,5	22,3	18	43,1	65,3	78,3	98,7	708,1

2.1.4 Hidrografiya Özellikleri

Yenişehir, Marmara Bölgesi'nde yer alan önemli yerleşim alanlarından bir tanesidir. Yenişehir'in en önemli akarsularından biri, Kocasu (Göksu) 'dur. Kocasu, Yenişehir'in su ihtiyacını karşılayan ve çevresindeki tarımsal faaliyetler için sulama sağlayan temel su kaynaklarından biridir. Dereden elde edilen su, yerel ekosistemin beslenmesine ve tarımsal üretime büyük katkı sağlar.

Yenişehir'de doğrudan doğal göller bulunmamaktadır, bazı yapay su depolama alanları ve göletler bölgedeki su ihtiyacını karşılamak amacıyla kullanılmaktadır. Bu su depolama alanları, özellikle sulama amaçlı kullanılır.

Yenişehir, yeraltı su kaynakları açısından da önemli bir bölgedir. Yeraltı su seviyeleri, bölgedeki tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilirliğini sağlamaktadır. Su seviyeleri, yerel jeolojik yapıya göre farklılıklar gösterebilir, ancak özellikle sulama için yeraltı sularından yararlanılmaktadır (Fotoğraf 2.1).



Fotoğraf 2.1 Tarımsal Amaçla Kullanılan Sulama Çeşidi

Yenişehir'deki su kaynakları, özellikle tarımsal sulama ve yerleşim alanlarının su ihtiyacının karşılanması için etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Su yönetimi konusunda çeşitli projelerle su kaynaklarının verimli kullanılması sağlanmaktadır. Ova tabanında bulunan yerleşim bölgelerinde su sorunu bulunmamaktadır ancak dağlık kesimlerde tarımsal amaçlı su

sorunları bulunmaktadır bu sorunlar ise çeşitli projeler ile giderilmeye çalışılmaktadır (Fotoğraf 2.2).



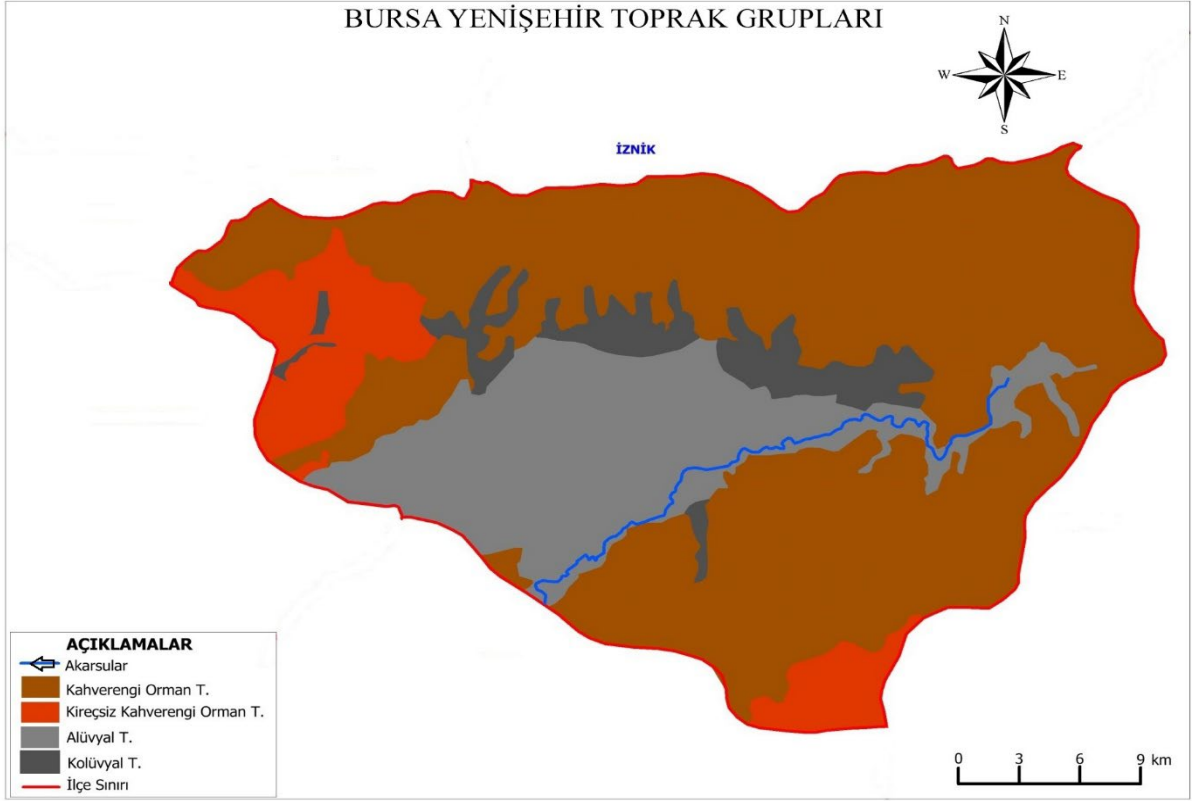
Fotoğraf 2.2 Bölgede Yapılan Yeraltı Suyu Arama Çalışması

Yenişehir, günümüzde alüvyal bir ova ile kaplanmış olup, bu ova farklı su kaynaklarıyla beslenmektedir. Ovanın doğusunda, İnegöl havzasından gelen Göksu, ova sularını boşaltan ana akarsudur. Batıda ise Göksu'ya doğal yolla su akışı sağlanamayan bir çukur alan yer almaktadır. Bu bölgedeki bataklıklar, 1950'li yıllardan itibaren açılan kanallar aracılığıyla kurutulmuş ve suyun doğuya, Göksu'ya yönlendirilmesi sağlanarak tarıma elverişli hale getirilmiştir. Bu bataklık alanlarının kuzey ve güney yamaçlarında ise tipik dalga aşınım diklikleri gözlemlenmektedir. Bu özellik, geçmişte burada büyük ve serbest su yüzeyine sahip bir göl bulunduğunu ve dalgaların kıyıyı aşındırdığını gösteren önemli bir jeomorfolojik izdir.

Ovanın en büyük su kaynağı Göksu'dur. Halk arasında Kocası olarak bilinen bu akarsu, Uludağ'ın doğu yamaçlarından doğar ve İnegöl Kurşunlu'dan gelen Hamzabey Deresi ile birleşerek Yenişehir Ovası'na giriş yapar. Ova, güneybatıdan gelen bu çay ile şekillenir ve çay, kuzeydoğu yönünde ilerleyerek ova dışına çıkar. Yenişehir Ovası'ndan ayrıldığı noktada, Hayriye Köyü'nde derin bir vadiye girer ve burada akışını sürdürerek Osmaneli sınırlarına kadar ulaşır. Nihayetinde suları, Sakarya Nehri'ne katılır.

2.1.5 Toprak Özellikleri

Tarımsal üretim ortamı olan toprağın, tüm özelliklerinin bilinmesi ve onun bu özelliklerinin uygun, planlı ve dengeli şekilde kullanılması, tarımsal üretimde birim alandaki verimin artırılması ve sürekliliğin sağlanması açısından önemlidir (Akkaya,2008: 89).



Harita 2.5 Çalışma Alanı Toprak Grupları Haritası

2.1.5.1 Kahverengi Orman Toprakları

Yenişehir havzasının kuzey ve güney kesimlerinde yüksek rakımlı sahalarda kahverengi orman toprakları yayılım göstermektedir (Harita 2.5). Bu topraklar, orta enlemlerin nemli iklim bölgelerindeki geniş yapraklı ormanlık alanlarında gelişir ve özellikle soğuk bölgelerde verimli olarak bilinirler (Orhan, 2015:59; Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri, t.y.). Alanda daha çok yüksek ve eğimli arazilerde dağılım gösteren kahverengi orman toprakları, tarıma uygun arazilerin bulunduğu yerlerde tarımsal faaliyetler için kullanılmaktadır (Orhan, 2015:59).

Kahverengi orman toprakları, nemli ve ılıman iklim bölgelerinde oluşan, özellikle Batı Avrupa ve Kuzey Amerika'da yaygın olarak görülen bir toprak türüdür. Çoğunlukla yaprak döken geniş yapraklı orman örtüsü altında gelişen bu topraklar, belirgin horizon yapılarıyla

dikkat çeker. Toprak profilinde, özellikle yüzey katmanı olan A horizonunun gelişimi oldukça belirgindir. Organik içerik farklı katmanlara yayılmış durumdadır ve bu durum toprak verimliliği açısından önemlidir. Yapı bakımından granüllü ve gözenekli olan bu topraklar genellikle nötr ya da hafif alkali pH değerine sahiptir. Ayrıca, kireçli değildirler ve iyi bir drenaj kapasitesine sahip olmaları, tarımsal faaliyetlerde verimli kullanım olanağı sunar (Sabah, t.y.a). Ülkemizde Karadeniz, İç Batı Anadolu, Marmara'daki Yıldız (Istranca) Dağları ve Toros Dağları'nın güneydoğu bölümlerinde sıkça rastlanır (Sabah, t.y.a).

2.1.5.2 Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları

Çalışma alanının batı kesiminde Fethiye, Paşayayla, Burcun ve Yeniköy arazilerini içine alan sahada, güneyde Akbıyık köyünün güneye kesimlerinde ve ilçenin kuzeydoğu kısmında kireçsiz orman toprakları görülmektedir (Harita 2.5). Kireçsiz kahverengi orman toprakları, genellikle nemli ılıman iklim kuşağında, özellikle ormanlık alanlarda oluşan topraklardır (Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri, t.y.). Bu topraklar, özellikle kireç içeriği düşük olan bölgelerde gelişir. Zengin organik madde içeriğine sahip olup, humus açısından oldukça zengindir. A katmanı, toprak yapısının en belirgin katmanıdır ve organik maddelerle zenginleşmiştir. Genellikle granüllü ve gözenekli bir yapıya sahiptir, bu da su geçişini kolaylaştırır ve drenajını iyi hale getirir. pH değeri genellikle nötr veya hafif asidik olup, tarıma elverişli olan bu topraklar, orman ekosistemleri ve otlaklar olarak kullanıldığında verimli sonuçlar verir. Kireç içeriğinin düşük olması, bu toprakların özellikle kalkerli ve kireçli toprakların olmadığı alanlarda gelişmesini sağlar (Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri, t.y.). Bu topraklar, Çanakkale yöresinde de yaygın olarak bulunmaktadır ve genellikle organik madde açısından zengindirler (CABI Digital Library, t.y.).

2.1.5.3 Alüvyal Topraklar

Tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı Yenişehir Ovası, alüvyal topraklardan oluşmaktadır. Yenişehir ilçe merkezinin de dahil olduğu bu alanda, ilçenin güneybatı kesiminde Marmaracık köyünden başlayarak kuzeyde Koyunhisar, Menteşe, Karacaali, Karaköy; güneyde Çayırılı, Ayaz, Söylemiş, Akdere köylerinin arazilerinin büyük bir kesimini; orta kesimde Çardak, Çeltikçi, Karasıl, Yolören ve Cihadiye Köyleri arazilerinin tamamı alüvyal topraklardan oluşmaktadır (Harita 2.5).

Alüvyal topraklar, akarsular tarafından taşınan ve biriktirilen kil, çakıl, kum gibi malzemelerle oluşan genç topraklardır (Milliyet, 2021; Sabah, t.y.b). Bu topraklar, akarsu kenarlarında, taşkın alanlarında ve delta bölgelerinde yaygın olarak bulunur (Milliyet, 2021).

Alüvyal toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri, taşındıkları alanların özelliklerine, akarsuyun taşıma sürecindeki değişimlere ve çevresel etkilere bağlı olarak farklılık gösterir. Genellikle kireççe zengin olup, minerallerin homojen olmayan dağılımı söz konusu olabilir (Milliyet, 2021).

Alüvyal toprakların yapısı, kumlu, killi ve kireçli seviyeler arasında geçişler gösterebilir. Bu topraklarda karbonat dağılımı, pH değeri, organik madde miktarı ve tekstür düzensiz bir biçimde değişkenlik gösterir. Drenaj, alüvyal toprakların özelliklerinde önemli bir rol oynar; iyi drenajlı alanlarda su birikintisi oluşmaz ve su hızlı bir şekilde profilde hareket eder. Ancak, bozuk drenajlı alanlarda taban suyu seviyesi yüksektir ve bu durum, eğimin az olduğu, topografyanın iç bükey olduğu ya da geçirimsiz alt katmanların bulunduğu bölgelerde daha belirgindir.

Alüvyal toprakların profil yapısı, genellikle A ve C katmanlarından oluşur (Milliyet, 2021). A katmanı, 25 cm kadar kalınlık gösterebilir ve genellikle açık ve koyu grimsi renkte, ince ve orta bünyeli topraklardan oluşur. C katmanı, farklı renk, bünye, drenaj ve tuzluluk özelliklerine sahip çeşitli alt katmanlara ayrılabilir. Eski alüvyal topraklarda ise yer yer zayıf bir B katmanı oluşabilmektedir. Bu topraklar, özellikle sulama yapılan tarım için son derece verimli ve tarıma elverişli alanlar sunar (Habertürk, t.y.; Sabah, t.y.b). Tüm dünyada tarıma en elverişli toprak türü olarak kabul edilirler (Sabah, t.y.b).

2.1.5.4 Kolüvyal Topraklar

Kolüvyal topraklar, yüzey akışları veya yan derelerle kısa mesafelerden taşınarak, eğimin azaldığı alanlarda biriken materyallerden oluşur (Cumhuriyet Üniversitesi, t.y.). Bu topraklar, alüvyal topraklara benzer özellikler gösterir ve genellikle alüvyaller ile yüksek araziler arasındaki geçiş alanlarında yer alır. Kolüvyal topraklar, taşınan materyallerin kaynağına bağlı olarak geçiş özellikleri taşır ve dördüncü zaman kökenli çeşitli malzemelerden oluşur. Bu toprakların oluşabilmesi için dağ yamaçlarının bitki örtüsü bakımından fakir olması gerekir, aksi takdirde bitki kökleri aşınmayı engelleyebilir (Sabah, t.y.c) (Harita 2.5).

Bu toprakların alt katlarında orta ve kaba bünyeler bulunurken, üst katlar ince bünyeye sahiptir, çünkü bu alanlar sürekli olarak işlenmektedir. Kolüvyal topraklar, genellikle düz veya hafif eğimli, kısmen dalgalı topografyaya sahip alanlarda bulunur ve sahip oldukları eğim ile bünye özellikleri sayesinde iyi drenaja sahiptir. Ayrıca, tuzluluk ve alkalilik göstermezler. Toprak özellikleri, çevredeki yüksek arazilerin toprak özelliklerine bağlı olarak değişiklik

gösterebilir ve renkleri, genellikle bu topraklarla benzerlik gösterir. Ülkemizde Toroslar, Kuzey Anadolu, Akdeniz, Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgelerinde görülürler (Sabah, t.y.c).

Kolüvyal toprakların belirgin bir profil yapısı yoktur; genellikle sadece A ve C katmanları bulunur. Bu katmanların pH değeri 7,5 civarındadır ve CaCO_3 içeriği yüksek olduğundan, topraklar kalkerli bir yapıya sahiptir. Sürülerek tarıma oldukça uygun olan bu topraklar, kuru tarım, sulu tarım, bağcılık ve bahçecilik için verimli bir alan sunar.

2.2 Beşeri Özellikler

2.2.1 Tarihsel Gelişim Süreci ve Yerleşme Özellikleri

Yenişehir, Osmanlı İmparatorluğu'nun erken dönemlerinden itibaren önemli bir yerleşim yeri olmuştur. İlk yerleşim izlerinin MÖ 4. yüzyıla kadar uzandığı, bölgedeki eski yerleşim alanlarının izlerinin, Yenişehir Ovası etrafında bulunduğu bilinmektedir. Bu dönemde bölge, özellikle tarım ve hayvancılıkla uğraşan yerleşimcilerin etkisi altındaydı. (T.C. Yenişehir Belediyesi. 2025).



Fotoğraf 2.3 1922 Yılında Bursa Yenişehir

Kaynak: (T.C. Yenişehir Belediyesi. 2025).

14. yüzyılda Osmanlı İmparatorluğu'nun kurucusu Osman Gazi'nin fetihleri sırasında önemli bir köy olarak kayıtlara geçmiştir. Yenişehir, bölgesel bir yönetim merkezi olmasının yanı sıra, Bursa ve çevresindeki köylerden gelen tarım ürünlerinin ticaretinin yapıldığı bir pazar yeri olarak da işlev görmüştür. Osmanlı döneminde, kasaba, tarıma dayalı ekonomisinin yanı sıra, önemli bir ticaret noktasıydı ve ulaşım açısından da stratejik bir rol oynamıştır. Yenişehir'in yerleşim yapısı Osmanlı'dan sonra da gelişmeye devam etmiştir. Yenişehir'deki

yerleşim alanları, düz arazi üzerine kurulu olup, özellikle tarım alanlarına yakın konumlanmıştır. Bu dönemde, yerleşim, yerel halkın tarıma dayalı üretim faaliyetlerini kolaylaştıracak şekilde inşa edilmiştir. (T.C. Yenışehir Belediyesi. 2025) (Fotoğraf 2.3).

Cumhuriyet'in ilanıyla birlikte, Yenışehir, bölgesel olarak tarıma dayalı bir ekonomi ile dikkat çekmiştir. Ancak, sanayileşme süreci, özellikle 1950'lerden sonra Yenışehir'in demografik yapısını etkilemeye başlamıştır. Bu dönemde, Yenışehir'deki yerleşim, sanayi ile uyumlu olarak gelişmeye başlamış ve yeni yerleşim alanları ortaya çıkmıştır. Geçmişte kırsal yerleşim yapısına sahip olan Yenışehir, modernleşme süreciyle birlikte, daha karmaşık bir yerleşim yapısına dönüşmüştür. Yenışehir'deki yerleşim yapısı, yerel yönetimlerin yaptığı planlamalar ve yatırımlar ile daha düzenli bir hale gelmiştir. Sanayinin gelişmesi, göç hareketlerini artırmış ve bu da bölgedeki nüfusun artmasına yol açmıştır. Bunun yanı sıra, altyapı gelişmeleri de hız kazanmış, ulaşım ve konut alanlarındaki iyileşmeler, Yenışehir'in daha cazip hale gelmesine katkı sağlamıştır. (T.C. Yenışehir Belediyesi. 2025).

Yenışehir, günümüzde tarım, sanayi ve ticaretin birleştiği bir yerleşim alanıdır. Bölgede, tarım sektörü hala önemli bir yer tutsa da sanayinin gelişmesiyle birlikte yerleşim yapısı daha heterojen bir hal almıştır. Günümüzde, sanayi ve tarım faaliyetlerinin yanı sıra, hizmet sektörü de gelişmeye başlamıştır. Yenışehir'deki yerleşim, şehir merkezinin dışında, çevre köylerde ve kırsal alanlarda dağılmış durumda olan bir yapıya sahiptir. Bu, bölgenin coğrafi yapısından kaynaklanan bir durumdur. Yenışehir'de yerleşim alanları, şehri çevreleyen tarım arazilerinin etrafında yoğunlaşmıştır. Ayrıca, bölgedeki yerleşim düzeni, ulaşım ve altyapı iyileştirmeleriyle entegre şekilde gelişmiştir. Yenışehir, özellikle kara yolu ulaşımının merkezlerinden biri haline gelmiş ve bu durum yerleşim yapısının şekillenmesinde önemli bir rol oynamıştır.

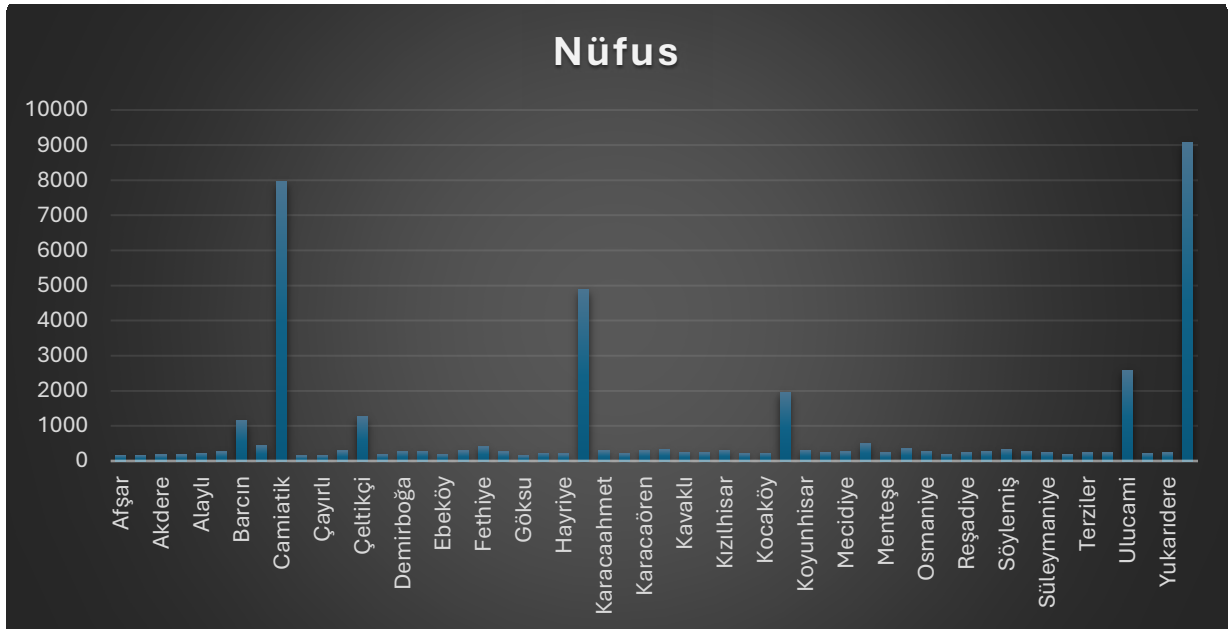


Fotoğraf 2.4 Yenışehir Güncel Hali

Yenişehir'in yerleşme özellikleri, tarihsel süreç içinde pek çok aşama geçirmiştir. Osmanlı İmparatorluğu döneminden başlayarak Cumhuriyet dönemi ve sonrasındaki sanayileşme sürecine kadar, bölgenin ekonomik ve demografik yapısındaki değişimler, yerleşim düzenini de etkilemiştir. Tarıma dayalı yerleşim yapısı, zamanla sanayi ve hizmet sektörünün etkisiyle daha karmaşık hale gelmiştir. Günümüzde, Yenişehir hem tarım hem de sanayi faaliyetlerinin etkili olduğu bir yerleşim alanıdır ve bu dinamik yapı, yerel yönetimlerin planlama süreçlerini şekillendirmeye devam etmektedir (Fotoğraf 2.4).

2.2.2 Nüfus Özellikleri

Yenişehir, gelişmekte olan yerleşim alanıdır. Nüfus yapısı hem yerleşik halk hem de mevsimlik göçler nedeni ile değişkenlik göstermektedir.

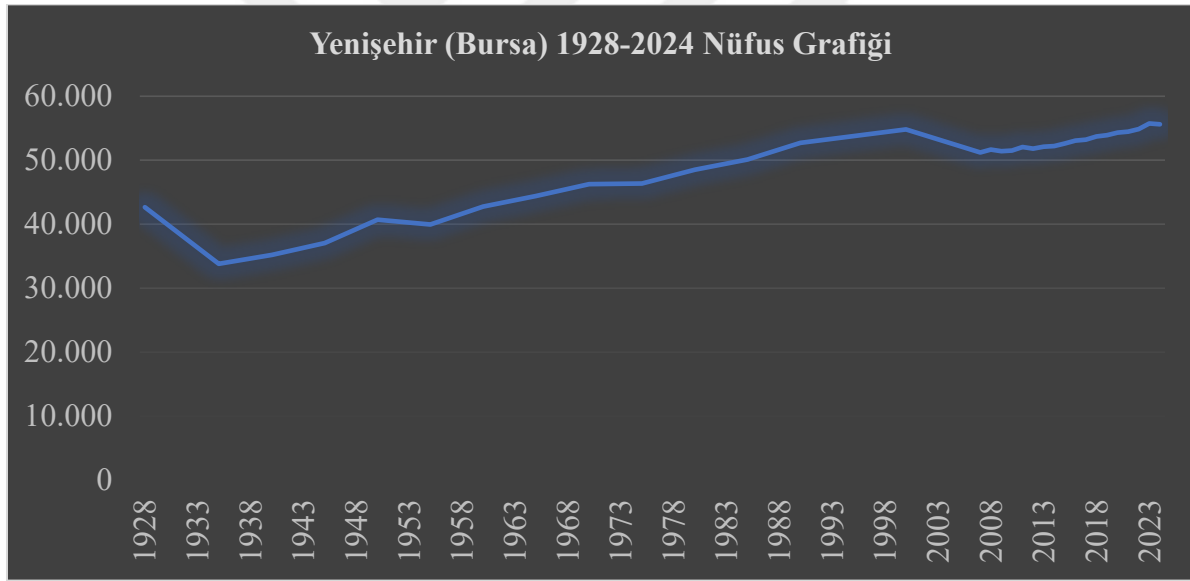


Grafik 2.2 Yenişehir Mahalle Nüfus Grafiği

Yenişehir ilçesindeki mahallelerin nüfus verileri, bölgedeki demografik çeşitliliği ve yerleşim yapısının farklılıklarını gözler önüne sermektedir. Nüfusun dağılımı, yerleşim alanlarının büyüklüğü ve sosyal yapının heterojenliği hakkında önemli ipuçları verir. Örneğin, Yenigün mahallesi 18.458 kişilik nüfusuyla en büyük yerleşim alanıdır, bu durum bölgedeki en yoğun altyapı ihtiyacını işaret ederken, büyük mahallelerdeki hizmet taleplerinin de yüksek olduğunu gösterir. Buna karşın, Yazılı gibi mahallelerin yalnızca 49 kişilik nüfusuyla, kırsal ve tarım ağırlıklı yaşam biçimlerinin devam ettiğini söylemek mümkündür. Bu durumu demografik geçiş teorisiyle de bağdaştırabiliriz. Demografik geçiş, nüfusun çeşitli evrelerde

değişimini ifade eder ve genellikle daha büyük nüfus yoğunluklarına sahip mahalleler, bu geçişin daha erken evrelerinde yer alırken; daha düşük nüfus yoğunluklarına sahip mahalleler, geçişin sonraki evrelerinde yer alan kırsal alanlar olabilir. Bu, Yenişehir ilçesindeki nüfus yoğunluğu farklılıklarının, bölgede zamanla yaşanan ekonomik ve sosyal dönüşümlerin bir yansıması olabilir (Grafik 2.2).

Yenişehir, Bursa iline bağlı geniş tarım arazilerine sahip kırsal bir alandır. İlçenin nüfusu 2024 tarihinde 55.506 olarak açıklanmıştır ancak mevsimsel işçiler nedeni ile bu rakam 100.000'e yaklaşmaktadır. İlçedeki nüfus yoğunluğu ilçe merkezinde daha yoğun kırsal alanlara ise daha düşük seviyededir. Bölgedeki nüfus dağılımını ise genellikle genç ve yetişkin bireylerden oluşmaktadır. İlçedeki tarım ve hayvancılık faaliyetleri özellikle genç iş gücünün bu alanlarda çalışmasını sağlamaktadır. İlçede yaşlı nüfus genellikle köylerde yaşadığı genç nüfusun ise daha çok ilçe merkezinde yaşadığı gözlemlenmiştir.



Grafik 2.3 Yenişehir İlçesi Yıllara Göre Nüfus Değişim Grafiği

1928'de 42.684 olan nüfus, 1935'te 33.814'e gerileyerek önemli bir düşüş göstermiştir. Bu düşüş, 1930'lar ve 1940'larda yaşanan ekonomik zorluklar, savaşın etkileri ve sağlık hizmetlerinin yetersizliği gibi faktörlerle ilişkilendirilebilir. 1960'lı yıllardan itibaren nüfus artışı hızlanmış, 1960'ta 42.778 olan nüfus 1980'de 48.521'e ulaşmıştır. Bu dönemde sanayileşme, sağlık hizmetlerindeki iyileşmeler ve eğitimdeki gelişmeler gibi etkenler nüfus artışını tetiklemiştir. İç göçün de bu artışa önemli katkı sağladığı söylenebilir. Ancak 1950'lere gelindiğinde nüfus tekrar artışa geçmiştir. 1990'larda nüfus artışı biraz yavaşlamış ve 2000'lere

gelindiğinde 54.835'e çıkmıştır. 2007'de ise nüfus 51.227'ye düşmüştür. Bu dönemde ekonomik zorluklar, göç hareketleri ve demografik değişimlerin etkisiyle nüfus artış hızı azalmıştır. Ancak 2010'dan sonra artış tekrar başlamış, 2020'de nüfus 54.315'e ulaşmıştır. Son yıllarda (2020-2024) nüfus artışının daha da yavaşladığı gözlemlenmektedir. 2023'te 55.745 olan nüfus, 2024'te 55.606'ya gerilemiştir. Bu, yaşlanan nüfus, düşük doğum oranları ve genç nüfusun göç etme eğilimleri gibi faktörlerle açıklanabilir. Bu tür demografik değişiklikler, gelecekte bölgenin sosyal ve ekonomik yapısını etkileyebilir (Grafik 2.3).

Nüfus artış hızındaki yavaşlama, özellikle demografik dönüşümün bir göstergesidir. Bu durum, yerel yönetimlerin, ekonomik stratejilerin ve sosyal politikaların yeniden şekillendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Gelecek yıllarda nüfus artış hızının daha da azalması beklenebilir, bu da yaşlanan nüfus ve düşük doğum oranlarıyla ilişkili olabilir. Değişime bakıldığında bölgenin demografik yapısının çeşitli sosyal, ekonomik ve sağlık koşullarına bağlı olarak nasıl değiştiğini ortaya koymaktadır. Özellikle sanayileşme, iç göç, sağlık hizmetlerinin iyileşmesi ve eğitim gibi faktörler, nüfus artışını yönlendiren başlıca etmenler olmuştur. Ancak son yıllarda nüfus artış hızındaki yavaşlama, bu yapısal değişimlerin gelecekte daha da önemli olacağını göstermektedir.

2.2.3 Ekonomik Yapı

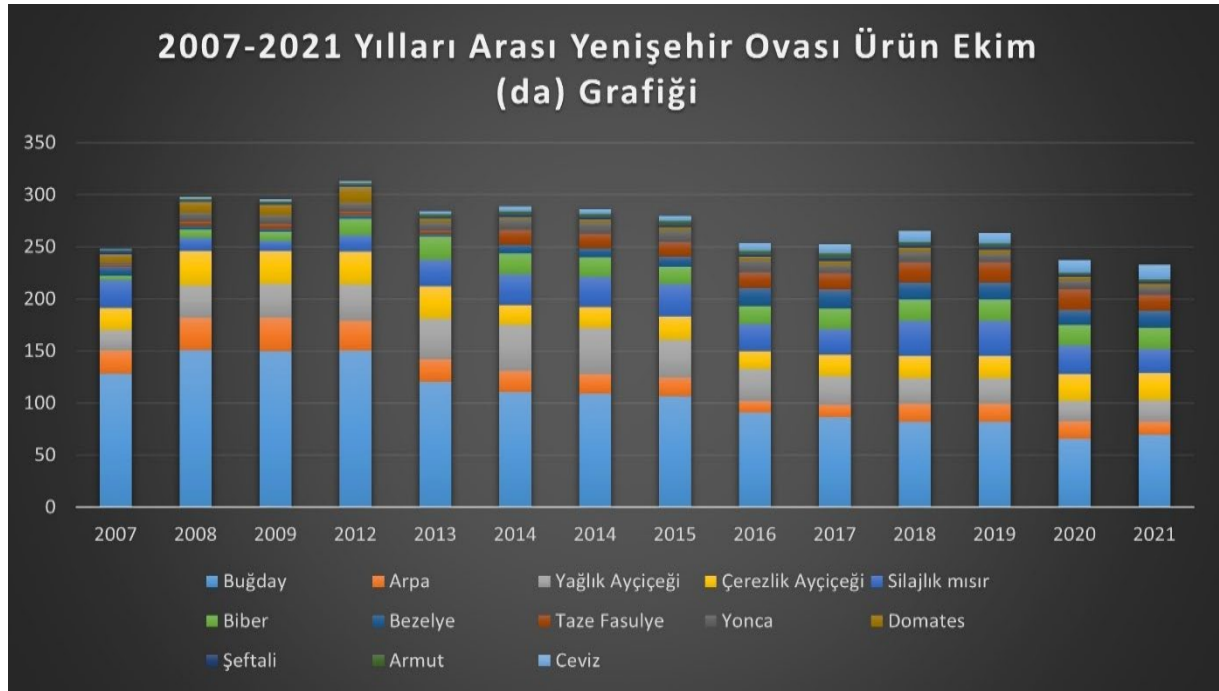
Yenişehir ilçe merkezi, tarım ve tarıma dayalı sanayi faaliyetlerinin yoğun olarak gerçekleştirildiği bir yerleşim yeridir. İlçede 142 birinci sınıf, 781 ikinci sınıf arazi bulunmakta olup, ayrıca 24 zirai, 516 gelir vergisi mükellefi (GMSİ), 67 serbest meslek erbabı, 1064 basit usul vergi mükellefi ve 26 diğer ücretliler yer almaktadır. Toplamda, 2620 vergi mükellefi kayıtlıdır (Yenişehir Vergi Dairesi Verileri).

Yenişehir ilçesinin ekonomisi, büyük ölçüde tarım ve hayvancılıkla şekillenmektedir. Ancak, 2004 yılında kurulan Yenişehir Organize Sanayi Bölgesi (YOSAB) ile sanayi sektörü de gelişmeye başlamıştır. İlçede, tarım ve tarıma dayalı sanayi sektörleri başlıca geçim kaynağını oluşturmaktadır. Yenişehir'in toplam arazisinin yaklaşık %65'i tarıma elverişlidir. Başlıca tarım ürünleri arasında buğday, mısır, ayçiçeği (çerezlik), bezelye, patates ve armut yer alırken, ilçede özellikle turşuluk yeşilbiber üretimi de yaygındır. “Kıl sivri” adı verilen bu yeşilbiber türü, Bursa ve çevre illerinde oldukça tanınan bir üründür. Ayrıca, ilçede ürünlerin pazarlanmasını kolaylaştıran birkaç paketleme tesisi ve turşu fabrikası, bunun yanı sıra un ve yem fabrikaları da faaliyet göstermektedir.

Bursa genelinde hayvancılık sektöründe önemli bir yere sahip olan Yenişehir ilçesinde, büyükbaş hayvancılığın son yıllarda daha da geliştiği gözlemlenmektedir. İlçede yaklaşık olarak 37.603 büyükbaş ve 45.346 küçükbaş hayvan bulunduğu tahmin edilmektedir. Yenişehir'de büyükbaş hayvancılığa yönelik pek çok besi çiftliği faaliyet göstermektedir. Ayrıca, çevre ilçelerdeki lokanta ve restoranlar, et ihtiyaçlarını büyük ölçüde bu ilçeden temin etmektedir.

Yenişehir Ovası'nda, özellikle ova köylerinde yaşayan halkın gelir ve gider dengesi iyi sağlanamamaktadır. Çiftçilikle geçimini sağlayan ailelerin yaklaşık %75'i, kış ve ilkbahar dönemlerinde artan masraflar nedeniyle bankalardan kredi çekerek ekim ve dikim işleri için finansman sağlamaktadır. Köylerdeki çoğu birey geçimini tarımsal faaliyetlerden elde etmektedir. Yenişehir Ovası, su kaynaklarının yeterli olduğu ve yılda üç ürün almanın mümkün olduğu ender ovalardan biridir. Bölgedeki çiftçiler, modern tarım tekniklerini kullanmalarına rağmen, yüksek maliyetli tarımsal gübre, ilaç ve tohumlar nedeniyle her yıl daha büyük zorluklarla karşılaşmaktadır. Eskiden yazın elde ettikleri gelirle geçimlerini sağlayan köylüler, günümüzde hasat sonrası ek işlere yönelmek zorunda kalmaktadırlar.

Yenişehir Ovası'nda yaşayan halkın büyük kısmı geçimini tarım ile sağlamaktadır ve çoğu kişi, tarımın yanı sıra hayvancılık da yapmaktadır. Ancak, mahalle halkının üçte biri yalnızca tarım faaliyetleriyle geçimini sürdürmekte, hayvancılık yapmamaktadır. Ayrıca, bazı aileler ticaretle uğraşmakta olup, bu aileler tarım faaliyetlerine sınırlı şekilde katılmakta ve diğer topraklarını kiraya vermektedirler. Bu gruptaki bireyler genellikle askerden dönen gençlerden oluşmakta olup, fabrikada veya sanayi sektöründe çalışmaktadırlar. Bununla birlikte, bu ailelerin temel geçim kaynağı olarak fabrikadan elde edilen gelir ön planda değildir. Ayrıca, bazı ailelerde emekli bireyler de bulunmaktadır.

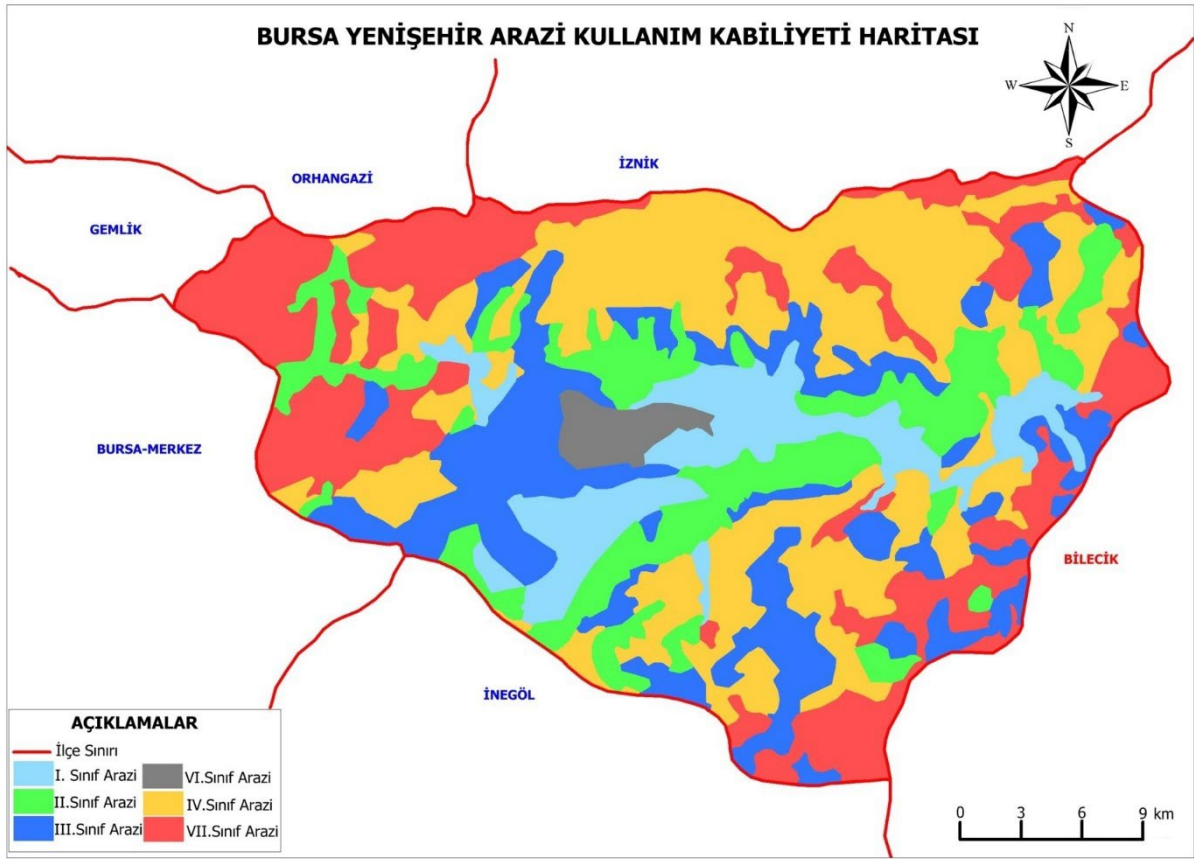


Grafik 2.4 2007-2021 Tarihleri Arasındaki Ürün Ekim Grafiği

Grafik incelendiğinde de anlaşıldığı gibi çiftçilerde oluşan ekonomik sıkıntı ürün ekim dikimlerini de yıllar içerisinde azaltmıştır (Grafik 2.4).

2.2.4 Arazi Kullanımı

Araziler, tarım yapılabilirlikleri açısından farklı sınıflara ayrılır. Birinci sınıf araziler, erozyona neden olmadan, en verimli, en kolay ve en ekonomik şekilde tarım yapılabilen alanlardır. Bu sınıf, tarıma en uygun ve yüksek verim sağlayan arazilere işaret eder. Diğer yandan, sekizinci sınıf araziler ise tarıma elverişsiz olup, çayır ya da ormanlık alan olarak dahi kullanılamazlar. Ancak bu tür araziler, doğal yaşam alanları oluşturabilir ve insanların dinlenme alanları veya milli parklar gibi sosyal ve çevresel işlevler için kullanılabilir. Aşağıda bu arazi sınıflarına ait genel tanımlar sunulmuştur (Harita 2.6).



Harita 2.6 Çalışma Alanı Arazi Sınıflandırması Haritası

- I. Birinci sınıf arazi, geleneksel tarım yöntemleriyle işlenebilecek, düz veya hafif eğimli, derin, verimli ve kolayca işlenebilen topraklardan oluşan arazilerdir. Bu arazilerde su ve rüzgâr erozyonu genellikle minimum düzeyde olup, topraklar iyi bir drenaj sistemine sahiptir ve su taşkınlarına karşı dayanıklıdır. Çapa bitkileri ve diğer yoğun tarım ürünlerinin yetiştirilmesi için uygun olan bu araziler, yağışların yetersiz olduğu bölgelerde sulama yapılabilir. Sulanan birinci sınıf araziler, %1'den daha az eğime sahip, derin, tınlı yapıda, iyi su tutma kapasitesine sahip ve orta derecede geçirgen topraklara sahip alanlardır.
- II. İkinci sınıf arazi, belirli önlemler alındığı takdirde kolayca işlenebilecek nitelikte olan, ancak birinci sınıf araziden bazı açılardan farklılık gösteren topraklardır. Bu arazilerin farkları arasında hafif eğim, orta derecede erozyon riski, orta kalınlıkta toprak yapısı, zaman zaman orta derecede taşkınlarla maruz kalabilme durumu ve ara sıra orta derecede suya doymunluk bulunması sayılabilir. Bu sınıf araziler, genellikle bazı sınırlayıcı faktörlere sahip olmakla birlikte, uygun tedbirlerle verimli bir şekilde işlenebilir.

- III. Üçüncü sınıf arazi, uygun ziraat yöntemleri ve iyi bir bitki rotasyonu uygulandığında, orta düzeyde verimli çapa bitkileri yetiştirebilecek nitelikte olan topraklardır. Bu araziler genellikle orta derecede eğime sahip olup, erozyona daha duyarlıdır. Ayrıca, fazla su tutma kapasitesine sahip olmayabilir, yüzey toprağı ince olabilir ve taban taşı bulunabilir. Bu sınıftaki arazilerde kumluluk veya çakıllık oranı yüksek olabilir, su tutma kapasitesi düşüktür ve genel olarak verimlilik de sınırlıdır. Bu arazilerde, uygun ziraat teknikleriyle verim arttırılabilir, ancak doğal koşullar nedeniyle verimlilik birinci ve ikinci sınıf arazilere göre daha düşük seviyelerde kalabilir.
- IV. Dördüncü sınıf arazi, genellikle sürekli olarak çayıra ayrılmaya uygun olan topraklardır, ancak ara sıra tarla bitkileri de yetiştirilebilir. Bu arazilerdeki ziraat potansiyelini sınırlayan faktörler arasında yüksek eğim, erozyon, kötü toprak özellikleri ve iklim koşulları yer alır. Ayrıca, kötü drenaja sahip, az eğimli topraklar da dördüncü sınıfa dahil edilir. Bu tür topraklar erozyona karşı dayanıklı olsa da ilkbaharda hızla kuruyarak verimliliğı oldukça düşük seviyelere iner. Dolayısıyla, birçok tarım ürünü için bu araziler uygun değildir. Yarı-arid iklim koşullarında ise, dördüncü sınıf arazilerde baklagil içeren bitki rotasyonlarının uygulanması genellikle iklimsel sınırlamalar nedeniyle mümkün olmayabilir.
- V. Beşinci sınıf arazi, kültür bitkilerinin yetiştirilmesine uygun olmayan, ancak uzun ömürlü bitkiler, çayır veya orman gibi alanlarda kullanılabilecek topraklardır. Bu sınıf arazilerde, kültivasyon için taşlılık, ıslaklık gibi çeşitli engelleyici faktörler bulunmaktadır. Arazi genellikle düz veya düzeye yakın olup, su ve rüzgâr erozyonuna karşı oldukça dayanıklıdır. Bu arazilerde otlatma ve ağaç kesimi, toprak örtüsünün sürekli korunması koşuluyla gerçekleştirilebilir.
- VI. Altıncı sınıf arazi, ormanlık alanlar veya çayır olarak kullanılmak üzere, orta derecede önlem alınmasını gerektiren topraklardır. Bu araziler, genellikle yüksek eğime sahip olup, şiddetli erozyon riskine maruz kalmaktadır. Yüzey yapıları genellikle kötü, ıslak veya aşırı kuru olabilir ve bu nedenlerle kültivasyon için uygun değildir.
- VII. Yedinci sınıf arazi, yüksek eğime sahip, aşırı erozyona uğramış, taşlı ve bozuk özellikler gösteren topraklardır. Bu araziler genellikle yüzeysel, kuru, bataklık veya diğer elverişsiz koşullara sahip olabilir. Ancak, özel bakım ve dikkatle çayır veya orman

olarak kullanılabilir. Bitki örtüsünün azalması durumunda, erozyon riski önemli ölçüde artar.

- VIII. Sekizinci sınıf arazi, tarım yapmaya veya çayır ve orman olarak kullanılmaya uygun olmayan topraklardır. Bu araziler, doğal yaşam alanları oluşturmanın yanı sıra dinlenme alanı olarak da değerlendirilebilir veya su toplama havzası olarak korunabilir. Bu sınıfa giren araziler, bataklıklar, çöller, derin oyuntular içeren alanlar ve yüksek dağlık, bozuk ve taşlı toprakları kapsar.

2.2.4.1 Tarımsal Özellikleri

Çalışma alanında büyük ovaları koruma kanunu kapsamında ovalar sadece tarımsal sit alanı gibi korunacak ve tarımsal nitelik taşıyan ovalar amacı dışında kullanılmayacak ibaresi vardır.

Bursa'nın Yenişehir ilçesindeki köylerde yaşayan halkın büyük bir kısmı, geçimlerini ve temel ihtiyaçlarını çoğunlukla kendi emekleriyle karşılamayı hedeflemektedir. Bu durum, bölgedeki köylerin tarımsal yapısının belirleyici unsuru olarak öne çıkar. Bu tür köylerde geçim, büyük ölçüde yerel üretim ve kaynak kullanımıyla sağlanır, dolayısıyla bu sistem, kapalı bir ekonomik yapı oluşturur. Yenişehir köylerinde, halkın kendi başına yetme çabası, daha çok dışa bağımlılıktan ziyade kendi imkanlarıyla var olma arzusunu yansıtır.

Yenişehir, verimli topraklar ve bol su kaynaklarına sahip bir ova ilçesi olup, tarım faaliyetleri burada önemli bir ekonomik faaliyet alanıdır. Akdeniz ikliminin etkisiyle bozulmuş olsa da yer altı ve yer üstü su kaynaklarının zenginliği, alüvyon tabakalarının kalınlığı ve verimli topraklar sayesinde tarımsal üretim oldukça yoğundur. İlçedeki tarım arazileri, sebzeçilik, meyvecilik ve tarla bitkileri yetiştiriciliği gibi farklı alanlarda polikültür tarım sistemi ile kullanılmaktadır.

Modern tarım teknolojileri ve imkânlarının kullanılması, Yenişehir'deki çiftçilerin yaşam seviyesinin ülke ortalamasının üzerinde olmasına olanak tanımaktadır. Ayrıca, ilçenin büyük tüketim merkezlerine yakınlığı, tarım ürünlerinin yerinde ve günlük olarak pazarlanmasını kolaylaştırmış, bu amaçla kurulan Yaş Meyve ve Sebze Hali, 2013 yılına kadar faaliyet göstermiştir. Üretilen tarım ürünlerinin %80'lik kısmı, ilçede işlenmekte olup, bu da yerel ekonomiye önemli bir katkı sağlamaktadır.

Yenişehir Ovası'nda yetiştirilen ürünlerden” Ayçiçeği, Arpa, Bezelye, Biber, Buğday, Fasulye, Mısır, Soğan, Yonca, Yulaf, Şeftali, Şeker pancarı, Patates, Fığ ve Domates” in önemli

ürünler olduğu anlaşılmaktadır. Bu ürünlerin içinde, üründen elde edilen gelir sırasıyla “Buğday, Fasulye, Biber, Ayçiçeği, Bezelye, Soğan, Mısır, Şeker pancarı, Domates” gelmektedir. Bölgede ayrıca ‘‘Yenişehir Kıl Biberi ve Yenişehir Dolma Biberi’’ coğrafi işarete sahiptir (Fotoğraf 2.5).



Fotoğraf 2.5 Yenişehir Dolma ve Kıl Biberi

3 YENİŞEHİR VE ÇEVRESİNİN DEPREMSELLİĞİ

3.1 Depremin Türkiye’deki Önemi

Tablo 3.1 MSK Şiddet Cetveli ve Magnitüd İlişkisi

ŞİDDET	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
RİCHTER MAGNİTÜDÜ	4	4,5	5,1	5,6	6,2	6,6	7,3	7,8	8,4
	ORTA ŞİDDETLİ	ŞİDDETLİ	ÇOK ŞİDDETLİ	HASAR YAPICI	YIKICI	ÇOK YIKICI	AĞIR YIKICI	ÇOK AĞIR YIKICI	YOK EDİCİ

Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü Sismoloji Laboratuvarı’ndan alınan verilerine göre, son 125 yılda 5.0 ile 5.9 arasında 759 deprem gerçekleşmiştir. Bu sonuç depremlerin ortalama 1.6 ayda bir gerçekleştiğini göstermektedir. Bu sürede 6.0-6.9 arasında da 99 deprem gerçekleşmiştir. Bu depremlerin gerçekleşme ortalaması 12.7 ay olarak belirlenmiştir. Rasathane verilerine göre 6.5'ten büyük deprem sayısı 15, meydana gelme ortalaması da 84 aydır. 7.0-7.9 arasında ise 25 deprem meydana gelmiştir, bu depremlerin gerçekleşme ortalaması ise 60 aydır. Son 125 yılda Kandilli Rasathanesi verilerine göre Türkiye’deki 7.0’dan büyük depremler Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2 1889-2024 Yılları Arasında 7.0'dan Büyük Depremler Tablosu

TARİH	YER	BÜYÜKLÜK	CAN KAYBI	HASARLI BİNA
20.09.1899	Nazilli	7	-	-
9.08.1912	Mürefte (TEKİRDAĞ)	7,3	216	5.540
31.03.1928	İzmir-Torbalı	7,0	50	-
7.05.1930	TÜRK –İRAN SINIRI	7,2	2.514	-
22.09.1939	İzmir-Dikili	7,1	60	-
27.12.1939	ERZİNCAN	7,9	32.968	116.720
20.12.1942	Erbaa (TOKAT)	7,0	3.000	32.000
27.11.1943	Ladik (SAMSUN)	7,2	4.000	40.000
1.02.1944	Gerede-Çerkeş (BOLU)	7,2	3.959	20.865
6.10.1944	Edremit	7,0	27	-
23.07.1949	İzmir-Karaburun	7,0	1	-
17.08.1949	Karlıova	7,0	450	-
18.03.1953	Yenice (ÇANAKKALE)	7,2	265	6.750
16.07.1955	Aydın	7,0	23	-
25.04.1957	FethiyeRodos(MUĞLA)	7,1	67	3.200
26.05.1957	Abant (BOLU)	7,1	52	5.200
6.10.1964	Manyas (BALIKESİR)	7,0	23	5.398
22.07.1967	Adapazarı	7,2	89	-
28.03.1970	Gediz (KÜTAHYA)	7,2	1.086	19.291
24.11.1976	Muradiye (VAN)	7,5	3.840	9.232
17.08.1999	Gölcük (KOCAELİ)	7,8	17.480	73.342
12.11.1999	DÜZCE	7,5	763	35.519
23.10.2011	Van	7,2	644	17.005
30.10.2020	Ege Denizi	7,0	119	-
6.02.2023	Pazarcık-Elbistan, Kahramanmaraş	7,7	62.013	-

Kaynak: (KOERI, 2025)

17 Ağustos 1999 Kocaeli (7,8 büyüklüğünde), 12 Kasım 1999 Düzce (7,5 büyüklüğünde), 23 Ekim 2011 Van (7,2 büyüklüğünde), 30 Ekim 2020 Ege Denizi (7,0 büyüklüğünde) ve 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri sonucunda toplamda 81.019 kişi hayatını kaybetmiş, 160.749 kişi ise yaralı olarak kurtulmuştur.

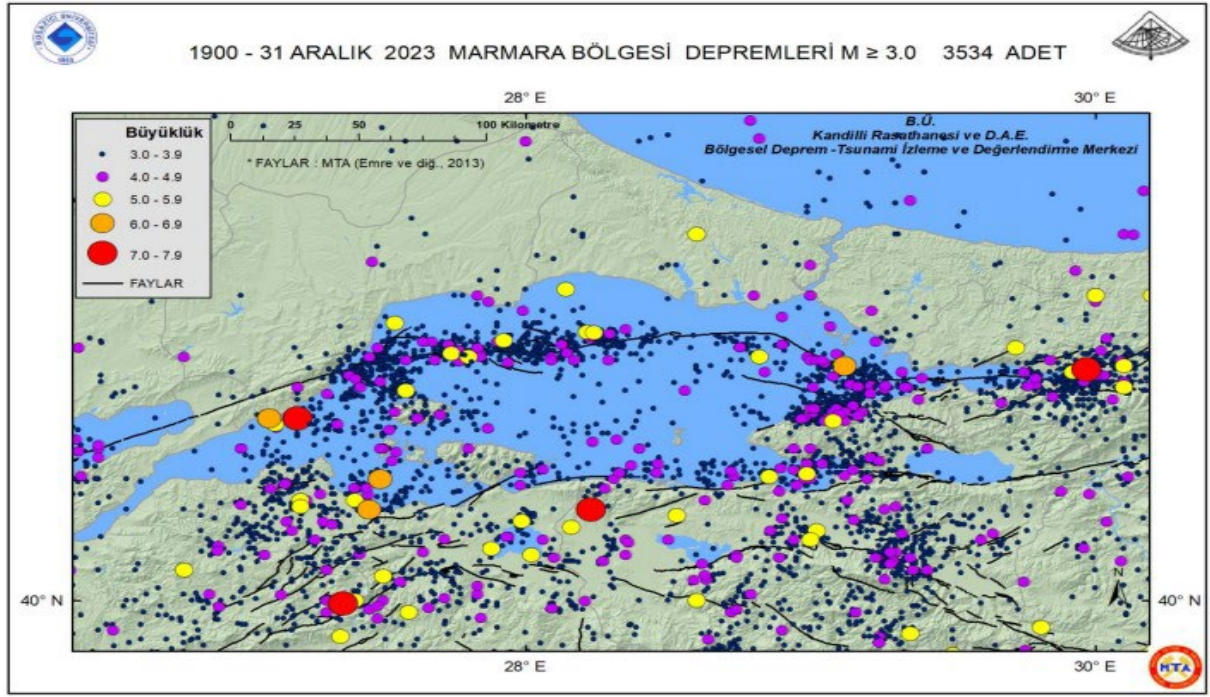
Bu tür büyük depremlerin gelecekte benzer kayıplara yol açmaması için, daha önceki afetlerde yaşanan hasarların analiz edilmesi önemlidir. Geçmişte meydana gelen hasarların detaylı bir şekilde incelenmesi, gelecekteki depremlerden kaynaklanacak can ve mal kayıplarını minimize etmek için etkili bir strateji sunmaktadır. Hasarların büyük bir kısmı, yetersiz

denetimler, deprem yönetmeliklerine uygun olmayan malzeme ve planlamalar sonucu inşa edilen binalardan kaynaklanmaktadır. Binaların yapımında risk faktörleri göz önünde bulundurularak, uygun malzeme ve planlama ile yapılan yapılar, tehlikeyi önemli ölçüde azaltabilir.

3.2 Marmara Bölgesi’nde Aletsel Dönem Depremleri

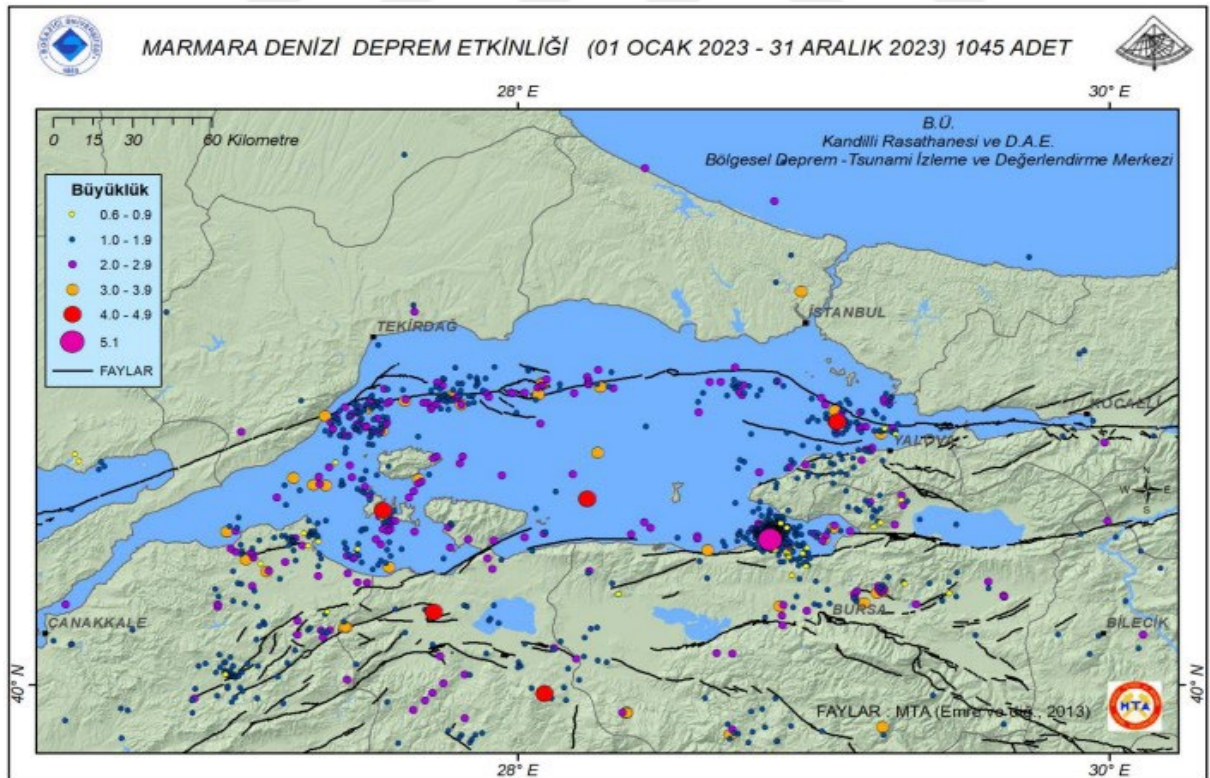
1900’lü yıllardan bu yana gerçekleşen depremler aletsel olarak ölçülmeye ve kaydedilmeye başlanmıştır. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi verilerine göre Marmara Bölgesi’nde 1900 ile 2023 yılları arasında 3534 adet 3’den büyük Marmara Denizinde ise 2023 yılı içerisinde 1045 adet deprem meydana gelmiştir. (Harita 3.1, Harita 3.2)





Harita 3.1 1900-2023 Yılları Arasında Marmara Bölgesi'nde Gerçekleşen Depremler

Kaynak: (KOERI, 2025)



Harita 3.2 2023 Yılında Marmara Denizi'nde Gerçekleşen Depremler

Kaynak: (KOERI, 2025)

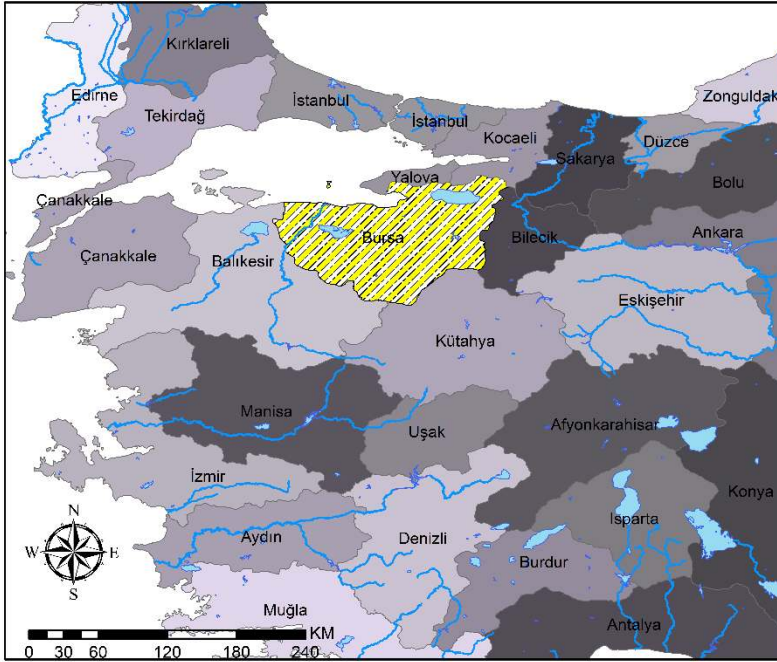
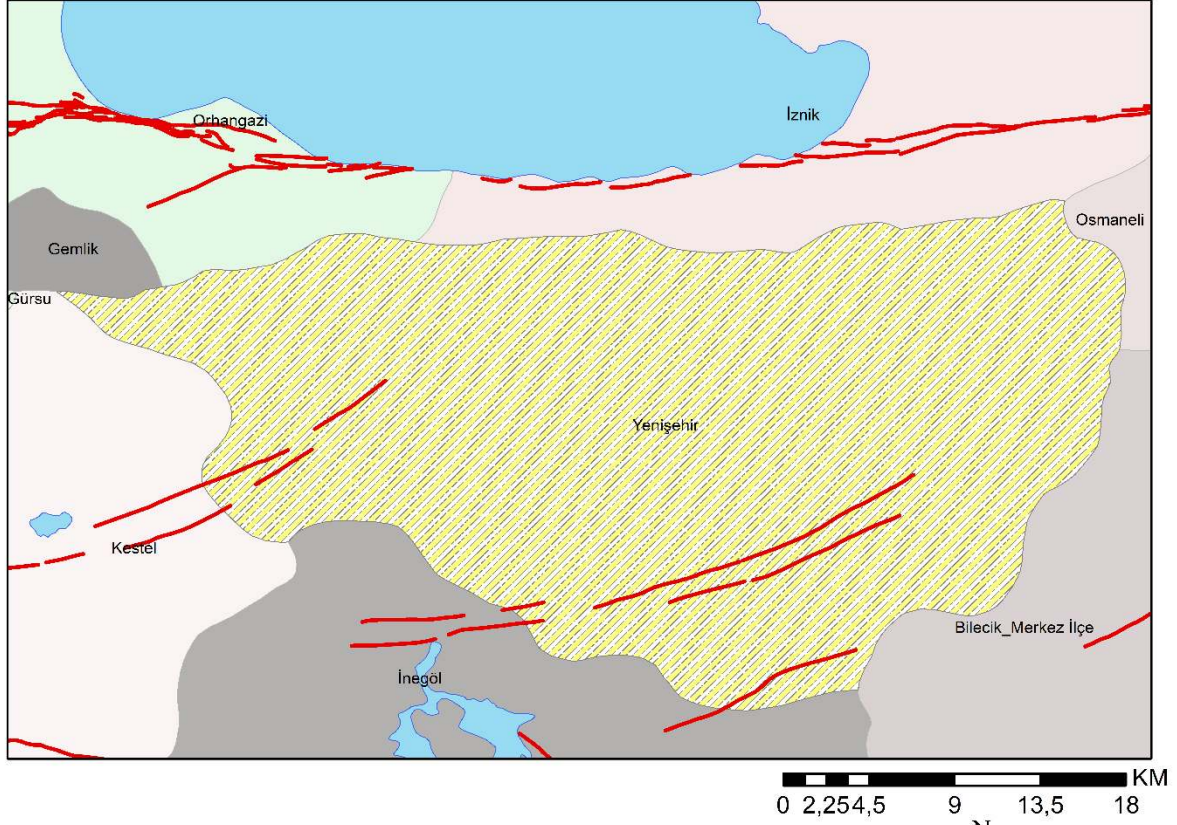
Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) geometrisi ve hareketlilik özellikleri incelendiğinde, büyük depremlerin doğudan batıya doğru bir sıçrama gösterdiği ve KAF üzerinde meydana gelen bir depremin, daha batıda bulunan fay segmentlerinde gerilime neden olduğu açıkça görülmektedir. Bu artan gerilim, komşu fay segmentlerinde kırılma olasılığını artırarak, yerel ve bölgesel düzeyde büyük sismik olayların gerçekleşmesine zemin hazırlar. Yenişehir bölgesi, KAF' a yakın bir konumda bulunduğu için bu tektonik hareketlerin etkisi altındadır. Bölgedeki fay segmentlerinin bu karakteristik davranışları, riskli bölgelerin daha doğru bir şekilde belirlenmesine olanak tanır ve bu sayede olası depremlerin öncesinde alınacak önlemler daha etkili hale gelir. Ayrıca, sismik boşluklar ve stres düzeylerinin analizi, deprem riski taşıyan alanların daha sağlıklı değerlendirilmesini sağlayan önemli araçlardır.

Sismik boşluklar, uzun bir fay zonu boyunca önemli bir deprem meydana getirmemiş ancak gelecekte büyük bir kırılma potansiyeli taşıyan kesimler olarak tanımlanır. Bu boşluklar, fayın bir bölgesinde uzun bir süre boyunca enerji birikmesiyle oluşur ve bu enerji biriktiği noktada aniden büyük bir depreme yol açma riski taşır. Yenişehir gibi fay hattına yakın bölgelerde, bu tür sismik boşlukların tespit edilmesi, olası büyük depremlerin önceden tahmin edilmesine ve riski en aza indirmeye yardımcı olabilir. Özellikle sismik boşlukların doğru bir şekilde haritalanması, yerel yönetimler için erken uyarı sistemlerinin kurulmasına ve bölgede yapılacak inşaatların deprem güvenliğine yönelik önemli bilgiler sunar. Bu bilgiler, yalnızca yerel halkın güvenliğini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda bölgedeki ekonomik ve altyapısal planlamaların da daha sağlam temellere oturmasına olanak tanır.

3.3 Yenişehir İlçesi'nin (Bursa) Depremselliği

Yenişehir Havzası, alüvyonlarla dolmuş bir çek-ayır havzası olarak, sıvılaşma riskini artıran zemin özelliklerine sahiptir. Sıvılaşma, özellikle deprem anında zeminlerin davranışını etkileyen kritik bir jeoteknik sorundur ve bu durum, zeminlerin su doygunluğuna bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Alüvyonlar, çakıl, kum ve kil karışımından oluştuğundan, bu tür zeminler deprem sırasında sıvılaşma olasılığını artırmaktadır.

YENİŞEHİR (BURSA) DİRİ FAY HARİTASI



AÇIKLAMALAR

— Dirî Faylar

■ Göller

İl/ilçe Adları

■ Orhangazi

■ Bilecik

■ Gemiik

■ Kestel

■ Orhaneli

■ Osmaneli

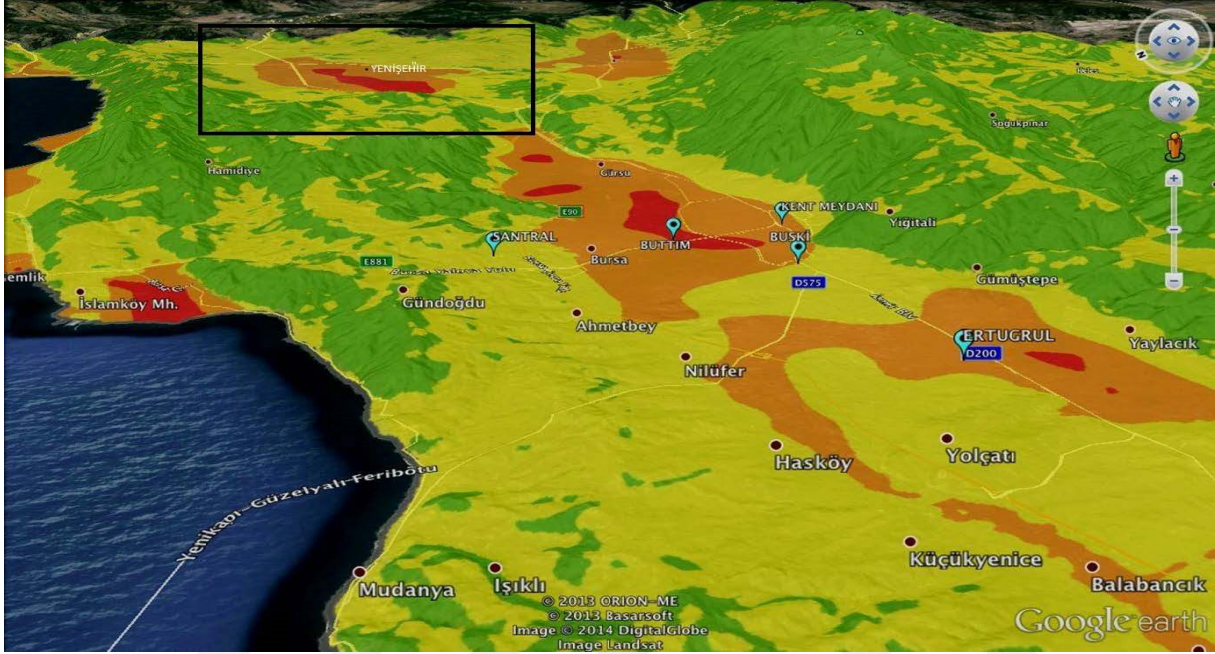
■ Yenişehir

■ İnegöl

■ Iznik

Harita 3.3 Yenişehir (Bursa) Dirî Fay Haritası

Yenişehir havzasında sıvılaşma riski önemli bir konu olduğundan, bu riski minimize etmek için çeşitli önlemler alınmalıdır. İlk olarak, kapsamlı zemin etüt çalışmaları yapılmalı ve bölgedeki zemin özellikleri detaylı bir şekilde incelenmelidir. Bu çalışmalar sonucunda elde edilen veriler, yapıların tasarımında ve inşaat süreçlerinde dikkate alınarak güvenli yapıların inşa edilmesine katkıda bulunacaktır.



Harita 3.4 Yenişehir (Bursa) Sıvılaşma Riski Olan Bölgeler

Yenişehir havzası, alüvyonlarla dolmuş bir çek-ayır havzası olup, bu alüvyonlar, zemin özellikleri nedeniyle sıvılaşma riskini artırmaktadır. Özellikle çakıl, kum ve kil karışımından oluşan zeminler, deprem anında sıvılaşma olasılığını yükselten faktörler arasında yer alır. Bölgedeki en eski jeolojik birimler, Permien öncesi döneme ait olup, bu durum, fay hatlarının varlığını gösteren bir kanıt olarak değerlendirilmektedir. Yeraltı su seviyeleri ise 3 ile 30 metre arasında değişmekte olup, yüksek yeraltı su seviyeleri zeminlerin sıvılaşma potansiyelini arttırmaktadır. Yapılan sondaj çalışmalarında, yeraltı su seviyelerinin 11 ile 16 metre arasında olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, depremler sırasında zemin sıvılaşma riskini tetikleyen önemli bir faktördür.

Bursa Yenişehir'in iklimi, karasal özellikler taşır; yaz aylarında kuraklık, kış aylarında ise kar yağışları öne çıkar. Yaz mevsimindeki kuraklık, zemin nem seviyelerinin düşmesine ve bu da sıvılaşma riskinin artmasına yol açabilir. Kış aylarında gerçekleşen kar yağışı, toprağın doygunluğunu artırarak sıvılaşma olasılığını etkileyebilir. Yenişehir, aynı zamanda Kuzey

Anadolu Fay Hattı'nın etkisindedir, bu da depremlerin sıklığını ve büyüklüğünü artırarak sivilaşma riskini daha da yükseltmektedir. Türkiye'de geçmişte büyük depremler sivilaşma olaylarına yol açmış ve bu durum zemin güvenliği açısından önemli sorunlar yaratmıştır.

Yenişehir havzasında sivilaşma riski hem jeolojik yapı hem de iklim koşulları göz önüne alındığında önemli bir tehdit oluşturur. Bu riskin en aza indirilmesi için zemin etüt çalışmalarının yapılması ve yerel yönetimler tarafından acil durum planlarının hazırlanması gerekmektedir.

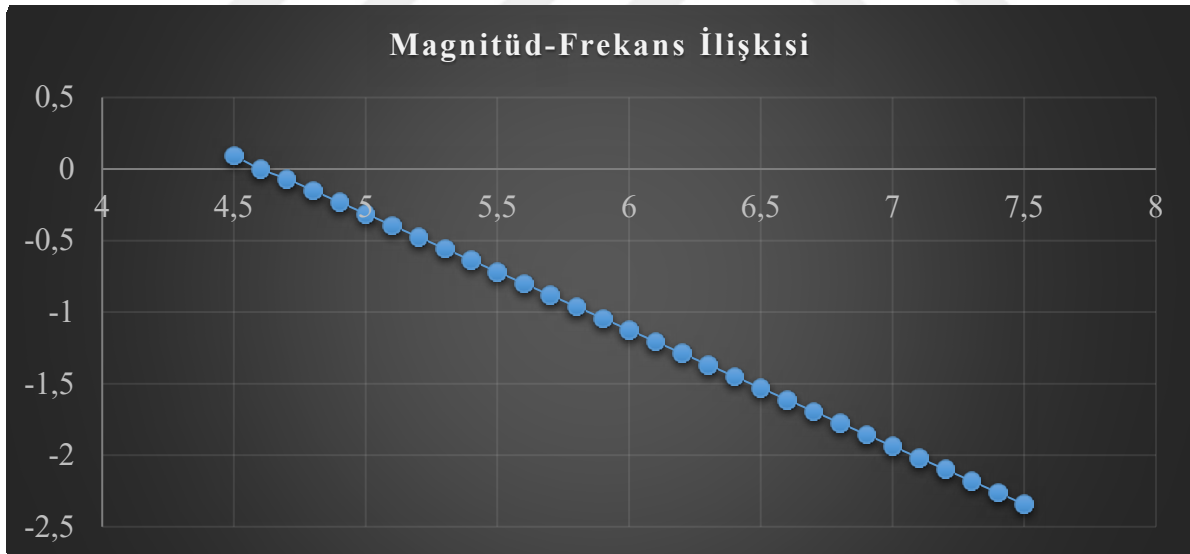
Ulusal Deprem Stratejisi Eylem Planı (UDSEP) (2012) belgesinde, depremin neden olacağı riskin belirlenmesinin ilk adımının, depremin tehlikesinin güvenilir bir şekilde belirlenmesi olduğu vurgulanmaktadır. Bu tehlike analizleri, mühendislik yapılarının ve zeminlerin gelecekte karşılaşılabilecekleri yükleri önceden hesaplama süreci olarak tanımlanmaktadır. Yenişehir gibi deprem kuşağında yer alan bölgelerde, bu tür analizlerin önemi daha da artmaktadır. Çünkü bölgede bulunan yapılar ve altyapılar, potansiyel olarak büyük bir deprem riski altındadır. Dolayısıyla, yapıların ekonomik ömürleri içerisinde karşılaşılabilecekleri deprem olasılıkları, deprem büyüklükleri ve yapıların bu depremler karşısındaki dayanıklılıklarını belirlemek için deprem tehlike analizlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Yenişehir'deki zemin koşulları ve inşa edilen yapıların özellikleri göz önünde bulundurularak yapılan deprem tehlike analizleri, sadece yapısal dayanıklılığı değil, aynı zamanda bölgedeki yerleşim alanlarının güvenliğini de belirlemektedir. Deprem tehlikesinin doğru bir şekilde tahmin edilmesi, yapıların tasarım aşamasında uygun malzeme ve tekniklerin seçilmesini sağlar. Ayrıca, olası bir depremde yapısal hasarın en aza indirilebilmesi için gerekli önlemler alınabilir. Bu süreçte, sismik boşlukların ve fay hatlarının analizi de büyük bir rol oynamaktadır. Yenişehir'in yakın çevresindeki fay hatları ve sismik aktiviteler göz önünde bulundurularak, bölgede inşa edilecek yapılar için daha dayanıklı ve güvenli bir tasarım yapılabilir. Deprem tehlike analizleri, yerel yönetimlerin afetlere karşı hazırlıklı olmasını ve halkın bilinçli bir şekilde hareket etmesini sağlamak için kritik bir araçtır. Bu analizler, sadece inşaat mühendisliği açısından değil, aynı zamanda afet yönetimi ve planlaması açısından da hayati öneme sahiptir.

Magnitüd-frekans ilişkisinin belirlenmesi için a ve b parametrelerinin hesaplanmasında En Küçük Kareler Yöntemi (EKKY) kullanılmıştır. Hesaplamada 1900-2025 tarihleri arasında bölgede ve 100 km çapında gerçekleşen 4.5 ve 7.5 büyüklüğünde depremler taranmıştır (Şekil 3.1).

Tablo 3.3 Yenişehir Probalistik Deprem Risk Analizi

Probalistik Deprem Tehlike Analizi		YIL		125			
Poisson Olasılık Dağılımı ile Deprem Risk Analizi							
Regresyon için veri sayısı	5						
Büyüklik (M) aralıkları	4.05<M<5.0	4.05<M<5.0	4.05<M<5.0	4.05<M<5.0	4.05<M<5.0	4.05<M<5.0	
Ni (Oluşum sayıları)	65	20	14	4		1	
Ortalama Büyüklük(M) yada (Xi)	4.7	5.2	5.7	6.2		7.2	
ΣNi (Kümülatif oluş sayıları)	103	39	19	5	0	1	
ΣNi/t	0,857142857	0,319327731	0,159663866	0,042016807	0	0,0084034	
Log ΣNi/t yada Yi	-0,06694679	-0,495763365	-0,79679336	-1,376576957	0	-2,075547	
Σxi	29,0000000					a	3,749183349
Σyi	-4,8116274					b	-0,812329110
Σxi2	171,9000000					Log (N) = a.b*M	
Σxiyi	-30,9130568						
(Σxi)2	841,0000000						



Grafik 3.1 Yenişehir Magnitüd-Frekans İlişkisi

Yenişehir Havzası'nda meydana gelen depremlerin sıklık-büyüklük ilişkisini gösteren Magnitüd-Frekans İlişkisi grafiği (Grafik 3.1) incelendiğinde, Gutenberg-Richter Yasası'na ($\log N = a - bM$) güçlü bir uyum gözlemlenmektedir. Grafiğin x eksenini deprem büyüklüğünü (M), y eksenini ise belirli bir büyüklükten büyük depremlerin kümülatif sayısının logaritmasını ($\log N$) ifade etmektedir. Grafikteki regresyon doğrusu, havzanın sismik karakterini

matematiksel olarak tanımlayan " $\log N = -0.8123M + 3.7492$ " denklemini sunmaktadır. Bu denklemde, b değeri -0.8123 olarak, a değeri ise 3.7492 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen yüksek R^2 değeri (0.9934), bu regresyon modelinin Yenişehir Havzası'nın geçmiş deprem verileriyle son derece uyumlu olduğunu ve büyüklük-sıklık ilişkisini güvenilir bir şekilde temsil ettiğini açıkça ortaya koymaktadır. Bu bulgular, havzanın deprem üretme potansiyeli ve gelecekteki sismik aktivite tahminleri için temel bir referans sağlamaktadır.

Elde edilen magnitüd-frekans ilişkisi temel alınarak, belirli bir zaman aralığında (örneğin 50 yıl) belirli bir magnitüden daha büyük depremlerin oluşma olasılığı Poisson Olasılık Dağılımı ile tahmin edilmiştir. Bu olasılıksal değerlendirme, Yenişehir Havzası'nın gelecekteki depremselliğine dair önemli öngörüler sunar. Özellikle bölgede yeni tespit edilen ve 7.3 büyüklüğünde bir deprem üretme potansiyeli taşıdığı ifade edilen fay hattı için yapılan olasılık analizleri, afet yönetimi planlarının oluşturulması ve altyapı iyileştirme çalışmalarının önceliklendirilmesi açısından kritik önem taşımaktadır.

Tablo 3.4 Yenişehir İlçesi Poisson Olasılık Dağılımı

Poisson Olasılık Dağılımı		$R_m = 1 - e^{-(N(M) \cdot D)}$				Ortalama tekrarlanma Periyodu
N(M)	Büyüklük (M)	D (Yıl) için olasılık (%)	D (Yıl) için olasılık (%)	D (Yıl) için olasılık (%)	D (Yıl) için olasılık (%)	
		10	50	75	100	YIL
1,240802	4,5	100,0	100,0	100,0	100,0	1,0
0,48701	5	99,2	100,0	100,0	100,0	2,0
0,19115	5,5	85,2	100,0	100,0	100,0	5,0
0,075025	6	52,8	97,7	99,6	99,9	13,0
0,029447	6,5	25,5	77,1	89,0	94,7	34,0
0,011558	7	10,9	43,9	58,0	68,5	87,0
0,004536	7,5	4,4	20,3	28,8	36,5	220,0

Poisson Olasılık Dağılımı tablosu (Tablo 3.4), Yenişehir Havzası'nda gelecekteki depremlerin olasılıksal dağılımını daha da detaylandırmaktadır. Tablo, belirli büyüklüklerdeki depremlerin farklı zaman dilimlerinde (10, 50, 75, 100 yıl) meydana gelme olasılıklarını ve ortalama tekrarlanma periyotlarını sunmaktadır. İlk sütun (N(M)), belirli bir magnitüden (M) daha büyük depremlerin yıllık oluşum oranını gösterir. Örneğin, 4.5 büyüklüğündeki veya daha büyük depremlerin yıllık oluşum oranı 1.240802 iken, 7.5 büyüklüğündeki veya daha büyük depremler için bu oran 0.004535'e düşmektedir. Bu durum, küçük depremlerin daha sık, büyük depremlerin ise çok daha seyrek meydana geldiği gerçeğini bir kez daha vurgulamaktadır.

Yenişehir için yapılan hesaplamalarda Poisson olasılık dağılımında yıkıcı olabilecek depremler, ortalama tekrarlanma periyodu 13 yıl olarak hesaplandığında;

6.0 büyüklüğünde bir depremin 10 yıl içerisinde gerçekleşme olasılığı %52,8, 50 yıl içerisinde gerçekleşme olasılığı %97,7, 75 yıl içerisinde gerçekleşme olasılığı %99,6 ve 100 yıl içerisinde gerçekleşme olasılığı %99,9'dur.

Ortalama tekrarlanma periyodu 34 yıl olarak hesaplandığında ise 6,5 büyüklüğünde bir depremin gerçekleşme olasılığı 10 yılda %25,5, 50 yılda gerçekleşme olasılığı %77,1, 75 yılda gerçekleşme olasılığı %89,0 ve 100 yılda gerçekleşme olasılığı %94,7'dir.

Ortalama tekrarlanma periyodu 87 yıl olarak hesaplandığında, 7,0 büyüklüğünde bir depremin gerçekleşme olasılığı 10 yılda %10,9, 50 yılda gerçekleşme olasılığı %43,9, 75 yılda gerçekleşme olasılığı %58,0, 100 yılda gerçekleşme olasılığı %68,4'tür.

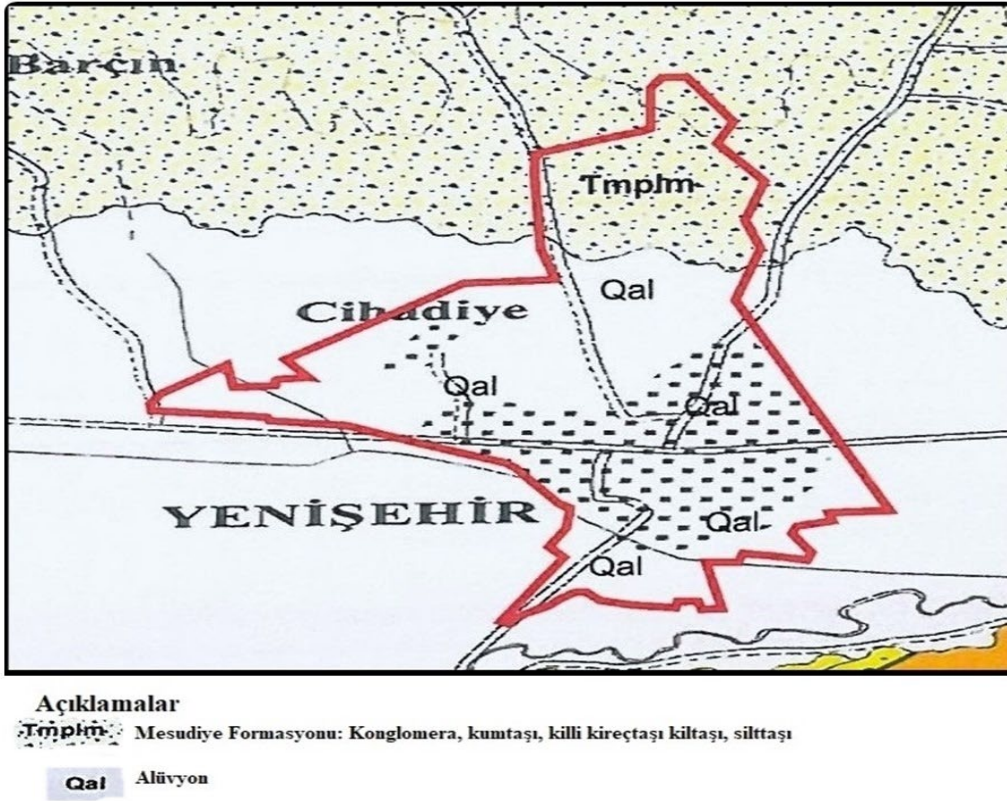
Ortalama tekrarlanma periyodu 220 yıl olarak hesaplandığında, 7,5 büyüklüğünde bir depremin gerçekleşme olasılığı 10 yılda %4,4, 50 yılda gerçekleşme olasılığı %20,3, 75 yılda gerçekleşme olasılığı %28,8, 100 yılda gerçekleşme olasılığı %36,5'dir.

Bölgede yapılacak binalar için mutlaka bölge Türkiye Deprem Tehlikesi Haritası'nda 0,2-0,3 g arasında yer aldığından Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik ve Deprem Bina Tehlikesi Yönetmelik'lerine uygun olarak yapılması gerekmektedir.

3.3.1 Yerel Zemin Koşulları ve Sıvılaşma

3.3.1.1 Zemin Türlerinin Sınıflandırılması

Sondaj Sonuçlarına Göre Yenişehir Jeoloji Haritası



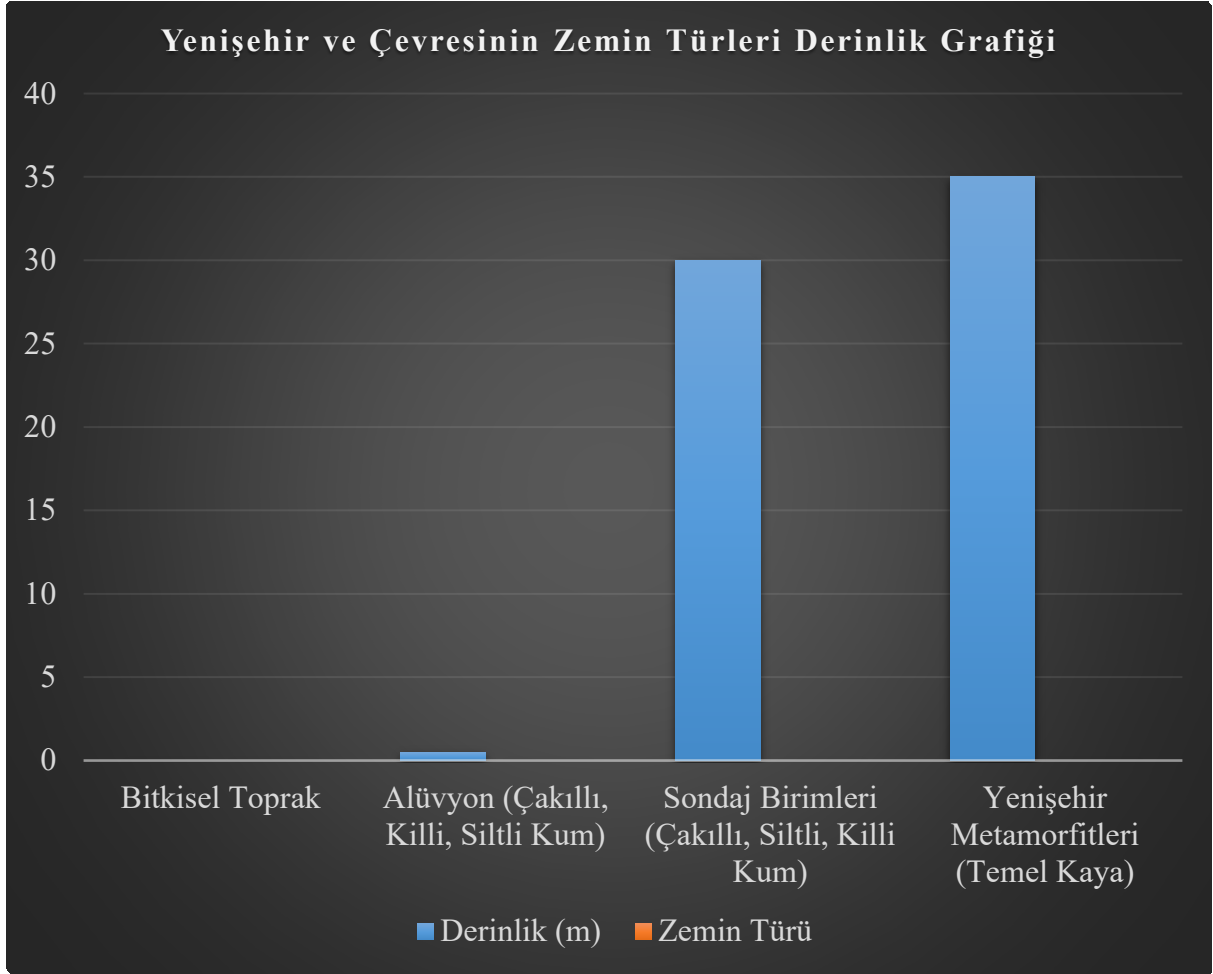
Harita 3.5 Sondaj Sonuçlarına Göre Yenişehir Jeoloji Haritası

Kaynak: (Bayramoğlu, 2019)

Yapılan sondaj raporlarına göre Yenişehir havzasının temelini oluşturan Yenişehir Metamorfitleri, Permo-Triyas dönemine ait olup yeşilşist fasiyesinde çok evreli metamorfizmaya uğramış kayalardan oluşmaktadır. Bu birimler, bölgenin derin jeolojik geçmişini yansıtan önemli birimlerdir. Yenişehir Metamorfitleri, sleyt-fillat, kalkşist, mermer, metaçamurtaşı, serpantinit, kuvars şist, kloritli şist ve kireçtaşı blokları gibi farklı litolojik türleri içermektedir. Bu çeşitlilik, bölgenin tektonik süreçler boyunca farklı kayaç türlerinin bir araya gelmesiyle oluşmuştur (Harita 3.5).

Yenişehir havzası'nın yüzeyini büyük ölçüde kaplayan alüvyon birimleri, Kuvaterner yaşı olup güncel akarsu birikintilerinden oluşmaktadır. Bu birimler, çakıllı, killi ve siltli kum

birimlerinin heterojen bir karışımını içermekte ve 0,00-0,50 metre derinlikte bitkisel toprak tabakası ile örtülmektedir. Alüvyon birimlerinin kalınlığı ve litolojik özellikleri, akarsu rejimine, tektonik aktiviteye ve iklim koşullarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Ayrıca, bölgenin kuzey bölümünde Üst Miyosen – Pliyosen yaşlı Mesudiye Formasyonu bulunmaktadır. Bu formasyon, karasal-görsel konglomera ve kilaşlarından oluşmakta ve bölgenin Neojen dönemindeki çökel ortamlarını yansıtmaktadır.



Grafik 3.2 Yenişehir ve Çevresinin Zemin Türleri Derinlik Grafiği

Havzada gerçekleştirilen sondaj çalışmaları, yüzey ve yüzeye yakın birimlerin altında heterojen çökel istiflerinin varlığını ortaya koymuştur (Bayramoğlu, 2019). 0,50-30,00 metre derinliklerde gözlemlenen kahverengi-kızıl renkteki çakıllı, siltli ve killi kum birimleri, alüvyon birimlerinin altında yer alan daha eski çökel istiflerini temsil etmektedir. Bu birimlerin litolojik özellikleri ve kalınlıkları, bölgenin çökel tarihini ve tektonik gelişimini anlamak için önemli veriler sunmaktadır.

Tablo 3.5 Yenişehir ve Çevresinin Zemin Türleri Tablosu

Zemin Türü	Yaş	Litoloji	Özellikler	Önem
Yenişehir Metamorfitleri (Pty)	Permo-Triyas	Sleyt-fillat, kalkışist, mermer, metaçamurtaşı, serpantinit, kuvars şist, kloritli şist, kireçtaşı blokları	Yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş, çok çeşitli kayaç türleri	Bölgenin temelini oluşturur, jeolojik geçmiş hakkında bilgi verir
Alüvyon (Qal)	Kuvaterner	Çakıllı, killi, siltli kum	Heterojen, akarsu birikintisi, bitkisel toprak tabakası ile örtülü	Yüzeyi kaplar, sıvılaşma riski taşır, yeraltı suyu potansiyeli
Mesudiye Formasyonu	Üst Miyosen - Pliyosen	Konglomera, kıltaşı	Karasal-gölsel çökel, farklı litolojik özellikler	Kuzey bölümünde bulunur, Neojen dönemi hakkında bilgi verir
Sondaj Birimleri	-	Çakıllı, siltli, killi kum	Heterojen, tabakalı, farklı renklerde	Alüvyon altında yer alır, çökel istif hakkında bilgi verir

3.3.1.2 Yeraltı Su Durumu

Yenişehir havzası, tektonik bir çöküntü alanı olarak, alüvyon birimlerinin yoğunluğu ve akarsu sistemlerinin etkisiyle zengin yeraltı suyu kaynaklarına sahiptir. Bölgedeki yeraltı suyunun seviyesi, çeşitli jeolojik ve hidrolojik faktörlerin karmaşık etkileşimi sonucunda değişkenlik göstermektedir. Alüvyon birimlerinin heterojen yapısı, farklı tane boyutlarına sahip çakıl, kum ve kil karışımlarından oluşarak yeraltı suyunun akışını ve depolanmasını etkiler. Özellikle geçirgen kum ve çakıl tabakaları, yeraltı suyunun kolayca birikmesini sağlarken, kil tabakaları suyun hareketini kısıtlar. Bölgenin temelinde yer alan metamorfik kayaçların çatlaklı ve kırıklı yapısı, yeraltı suyunun derinlere sızmasına ve depolanmasına olanak tanır. Yağış miktarı ve dağılımı, yeraltı suyunun beslenmesini doğrudan etkiler. Özellikle kış aylarında yoğunlaşan yağışlar, yeraltı suyu seviyesinin yükselmesine neden olur. Yenişehir Ovası'nı besleyen akarsular, yeraltı suyunun yenilenmesinde önemli bir rol oynar.

Tarım, sanayi ve kentsel su kullanımı, yeraltı suyu seviyesini etkileyen önemli insan faaliyetleridir. Özellikle tarımsal sulama, yeraltı suyu kaynaklarının yoğun olarak kullanılmasına ve seviyenin düşmesine neden olabilir (Fotoğraf 3.1).



Fotoğraf 3.1 Bölgede Yapılan Sondaj Çalışmaları

Yapılan sondaj çalışmalarında, bölgedeki yeraltı su seviyelerinin farklı derinliklerde olduğu gözlemlenmiştir. Sondajlarda yeraltı su seviyesi 3,00 ile 18,00 metre arasında değişiklik göstermektedir. Büyükşehir Belediyesi tarafından gerçekleştirilen sondaj çalışmaları kapsamında, bölgedeki 15 sondaj noktası incelenmiştir. Yüksek yeraltı suyu seviyesi, deprem sırasında sıvılaşma riskini artıran önemli bir faktördür. Yenişehir Ovası'ndaki yüksek yeraltı suyu seviyesi, bölgenin deprem risk analizlerinde dikkate alınması gereken kritik bir unsurdur.

Yenişehir Ovası, genel olarak serbest yeraltı suyu ve artezyen akiferler içermektedir. Bu nedenle, ovadaki yeraltı suyu temini genellikle sığ kuyulardan sağlanmaktadır. Yapılan sondaj çalışmaları ve analizler, bölgedeki yeraltı sularının kimyasal olarak genellikle içilebilir durumda olduğunu ve endüstriyel kullanıma da uygun olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.6 Yenişehir ve Çevresi Yeraltı Su Rezervi Tablosu

Ova Adı	İşletme Rezervi (hm ³ /yıl)	Failler Kullanan (hm ³ /yıl)
İznik Ovası	14	4,2
Orhangazi Ovası	19,5	14,1
Gemlik Ovası	6	6
İnegöl Ovası	41	29,5
Yenişehir Ovası	46	36,5

Kaynak: (BBB, 2024)

Yenişehir ilçe sınırlarında kullanılabilecek yıllık ortalama yeraltı su miktarı 46 hm³'dür. Yıllık kullanılan miktar ise 36,5 hm³ civarındadır. Bölge yakınlarında bulunan Hamzabey barajdan elektrik üretimi ve tarımsal sulama yapılmaktadır ve içme suyu olarak kullanılmamaktadır (Tablo 3.6).

Tablo 3.7 İlçe Sınırlarındaki Göletler ve Kullanım Amacı Tablosu

ADI	Kullanım Amacı
Orhaniye Göleti	Tarımsal Sulama
Akbıyık Göleti	Tarımsal Sulama
Yeniköy Göleti	Tarımsal Sulama
Kavaklı Göleti	Tarımsal Sulama

Bölgede Organize Sanayi Bölgesi ve burada kullanılan suları arıtma tesisi de bulunmaktadır. Tesisin kapasitesi günlük (Biyolojik ve Kimyasal Paket) 350 ton civarındadır.

Tablo 3.8 İlçe Belediyesince Toplanan ve DSİ Birliklerince Yönetilen Katı Atık Miktarları Tablosu

İlçe Adı	Nüfus		Toplanan Ortalama Katı Atık Miktarı (ton/gün)		Geri Kazanılan Ortalama Atık Miktarı (ton/gün)		Kişi Başına Üretilen Ortalama Katı Atık Miktarı (kg/gün)		Atık Kompozisyonu (yıllık ortalama,%)					
Yenişehir	Yaz	Kış	Yaz	Kış	Yaz	Kış	Yaz	Kış	Organik	Kağıt	Cam	Metal	Plastik	Kül
	55.506	55.506	38,0	30,0	42,0	47,0	1,5	1,5	47	26	3	2	7	5

Kaynak: (BBB, 2024)

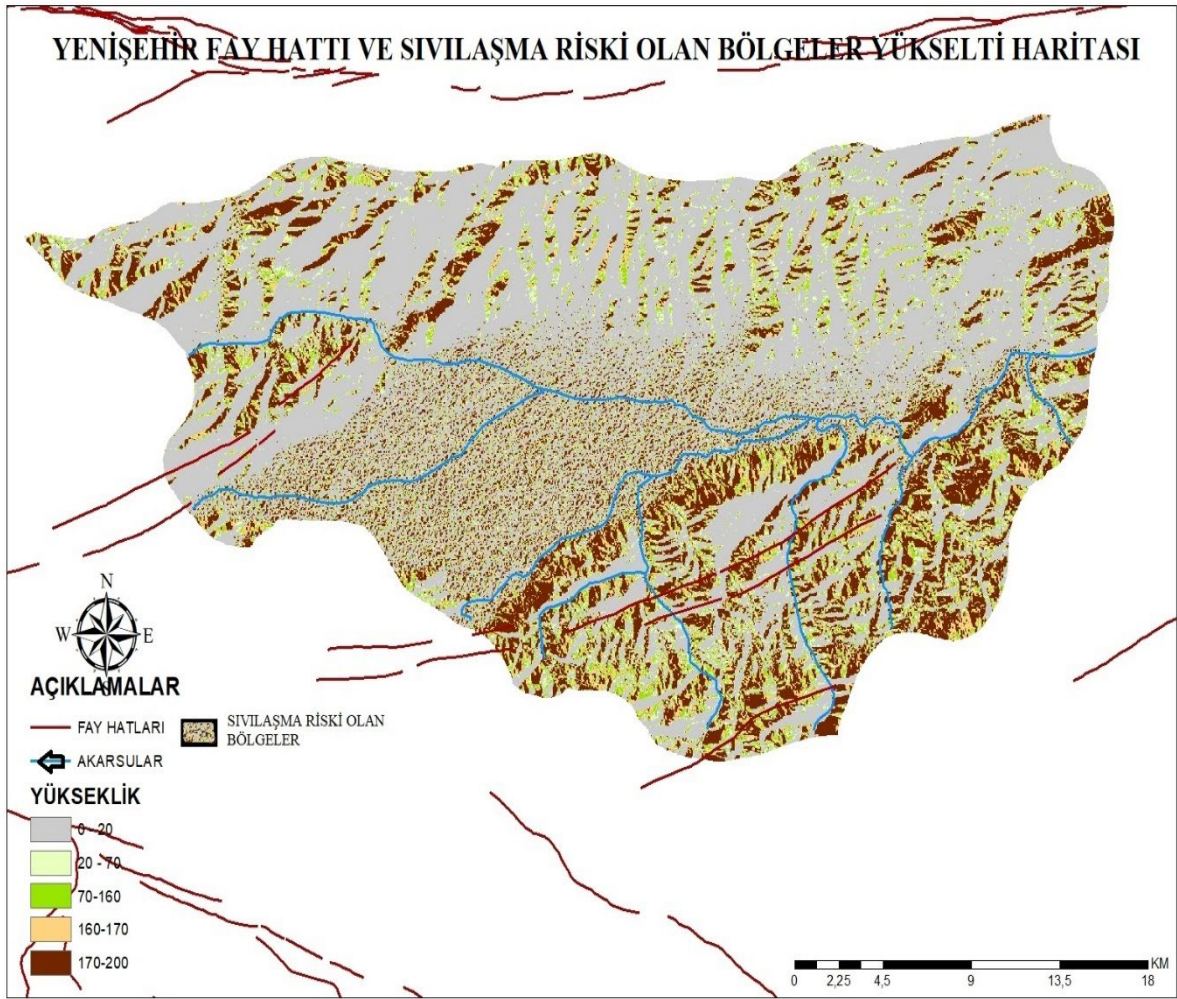
Belediye sınırlarında toplanan katı atık çeşidi evsel atıklardır ve bu atıkların bertaraf hizmeti özel sektör tarafından yapılmaktadır. Bölgedeki tıbbi atıklar ise il merkezinde bulunan tesiste yine özel sektör tarafından toplanarak bertaraf edilmektedir.

Bölgedeki suların başlıca kirlilik sebepleri;

- Kanalizasyon şebekesinin olmaması veya yetersiz olması.
- Zirai mücadele ilaçlarının kullanımı.
- Kimyasal gübre kullanımı.
- Hayvancılık atıkları.
- Maden atıkları.

3.3.1.3 Sıvılaşma Riski

Yenişehir Ovası'nın jeolojik temelini, Kuvaterner döneminde biriken, büyük ölçüde alüvyal karakterli çökeller oluşturmaktadır. Bu alüvyonlar genellikle kum, silt ve çakıl boyutundaki malzemelerden meydana gelmekte olup, taneler arası boşluk hacmi yüksek, sıkılaşmamış ve suya doygun bir yapı sergilemektedir (Sabah Gazetesi, t.y.). Bölgedeki yeraltı su seviyesinin yüzeysel olması (3 ila 18 metre arasında değişmesi), bu zeminlerin suya doygunluk derecesini artırmaktadır (Bursa İli İl Çevre Durum Raporu. 2024) (Harita 3.6).



Harita 3.6 Yenişehir Fay Hattı ve Sıvılaşma Riski Olan Bölgeler Yükselti Haritası

Deprem anında yayılan sismik dalgalar, suya doygun, gevşek ve kohezyonsuz zeminlerde boşluk suyu basıncını aniden artırır. Bu artış, zemin taneciklerinin birbirine olan sürtünme direncini ve dolayısıyla zeminin taşıma kapasitesini geçici olarak ortadan kaldırır. Zeminin katı halden viskoz bir sıvı gibi davranmaya başlaması durumuna "sıvılaşma" denir. Sıvılaşma meydana geldiğinde, zeminin taşıma gücü önemli ölçüde azalır, bu da üzerinde

bulunan yapıların ciddi hasar görmesine veya tamamen yıkılmasına neden olabilir. Sıvılaşmanın tipik etkileri arasında yapıların batması, devrilmesi, yanal yayılma ve kum kaynaması gibi olgular yer alır. Yenişehir'in ana yerleşim ve tarım alanlarının büyük ölçüde ova tabanında, yani yüksek sıvılaşma potansiyeline sahip alüvyal zeminler üzerinde yer alması, deprem riskini sıvılaşma tehdidiyle birleştirerek yapısal hasar potansiyelini katlamaktadır. Bu durum, bölgedeki mevcut yapı stoğunun risk değerlendirmesinde ve gelecekteki imar planlamalarında sıvılaşma analizlerinin en üst düzeyde önemle ele alınmasını gerektirmektedir. Özellikle, yeni inşa edilecek binalar için detaylı jeoteknik etütler ve sıvılaşma riskini minimize edecek kazık temel, jet-grout gibi zemin iyileştirme yöntemlerinin uygulanması zorunlu hale gelmektedir.

Yenişehir Havzası, tektonik aktivite nedeniyle yüksek deprem riski taşımasının yanı sıra, jeomorfolojik yapısı, hidrolojik özellikleri ve güncel iklim değişikliklerinin etkileriyle birlikte bir dizi başka doğal afet riskini de barındırmaktadır. Bu risklerin kapsamlı bir şekilde anlaşılması ve yönetilmesi, bölgenin sürdürülebilir kalkınması ve toplumsal direncinin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Afet risklerinin analizi ve sınıflandırması, etkili bir afet yönetim stratejisi geliştirmek için temel bir adımdır (Şahin & Uyan, 2016).

3.4 Hukuki Durum

3.4.1 Deprem Yönetmelikleri ve Kentsel Dönüşüm

Deprem bölgesi olan ülkemizde 1940 yılından bugüne kadar birçok deprem yönetmeliği yayımlanmıştır. Son olarak 2019 yılında 'Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği' TBDY adı altında yayımlanan yönetmelikle birlikte 8 adet yönetmelik bulunmaktadır.

Tablo 3.9 Türkiye’de Geçmişten Günümüze Kadar Yürürlüğe Girmiş Olan Deprem Yönetmelikleri ve Kısa Adları Tablosu

YAYIMLANAN YIL	KISA AD	YÖNETMELİK ADI
1940		Zelzele Mıntıkalarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi
1944		Zelzele Mıntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi
1947		Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği
1953		Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
1975	ABYYHY	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
1998	ABYYHY	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
2007	DBYBH	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
2019	TBDY	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği

Türkiye’de depreme dayanıklı yapı tasarımı alanında dönüm noktası olarak kabul edilen yönetmelik, 1997 yılında yürürlüğe giren ve 1998’de güncellenen Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY) olmuştur. Önceki yönetmelikler, yapı tasarımına yönelik teknik detayları ya hiç içermemiş ya da yetersiz kalmıştır. 1998 ABYYHY ile birlikte, depreme dayanıklı yapı tasarımı için gerekli tüm hesaplama yöntemleri ve detaylar kapsamlı bir şekilde sunulmuştur. Bu durum, Türkiye’deki yapı mühendisliği pratiğinde önemli bir ilerleme sağlamış ve deprem güvenliği konusunda yeni bir standart oluşturmuştur (Tablo 3.9).

Ülkemizde güncel olarak yürürlükte bulunan yönetmelik, 2019 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’dir (TBDY). Bu yönetmeliğe göre, yeni inşa edilecek yapıların depreme dayanıklı tasarımı, farklı şiddetlerdeki depremlere karşı belirli performans hedeflerini sağlamayı amaçlamaktadır.

2019 TBDY’nin temel prensipleri:

- Hafif şiddetli depremlerde: Yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda herhangi bir hasar oluşmaması hedeflenir.
- Orta şiddetli depremlerde: Yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda oluşabilecek hasarın sınırlı ve onarılabilir düzeyde kalması amaçlanır.
- Şiddetli depremlerde: Can güvenliğinin sağlanması amacıyla kalıcı yapısal hasar oluşumunun sınırlandırılması hedeflenir.

2019 TBDY'nin 2007 DBYBHY'den farkları:

- 2019 TBDY, zemin davranışını daha detaylı bir şekilde ele alarak, zemin sıvılaşması gibi riskleri daha iyi değerlendirmeyi amaçlamaktadır.
- Yapısal analiz yöntemleri ve performans hedefleri daha detaylı bir şekilde tanımlanmıştır.
- Yeni malzeme ve yapı sistemlerine ilişkin düzenlemeler içermektedir.

2019 tarihli TBDY, deprem güvenliği konusunda daha kapsamlı ve güncel bir yaklaşım sunarak, ülkemizdeki yapıların deprem performansını artırmayı hedeflemektedir.

3.4.2 Mevcut Yapı Stoklarının Değerlendirilmesi

3.4.2.1 Türkiye'deki Yapı Stokları

Türkiye, coğrafi konumu itibarıyla dünyanın en aktif deprem kuşaklarından birinde yer almaktadır. Bu nedenle, konutlar insanlar için sadece birer yaşam alanı olmanın ötesinde, doğal ve beşerî çevreden kaynaklanan stres faktörlerini izole eden, aileleriyle güven içinde yaşamlarını sürdürdükleri yapılar olmak zorundadır. Türkiye genelinde olduğu gibi, özellikle deprem riski yüksek bölgelerde yaşayan insanlar için deprem, engellenmesi mümkün olmayan ve başlı başına yok edici bir afet olarak değerlendirilmektedir. Deprem, sadece eski yapılar için değil, güncel yönetmeliklere uygun inşa edilmiş binalar da dahil olmak üzere, Türkiye'deki insanlar üzerinde önemli bir psikolojik etki yaratmaktadır. Bu psikolojik etkinin temelinde, geçmişten gelen ve bilimsel temellere dayanmayan yapılaşma alışkanlıkları yatmaktadır.

Türkiye'nin mevcut yapı stoku, deprem riski taşıyan konutların dönüştürülmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın 2025 yılı Ocak ayı verilerine göre, Türkiye'deki deprem riski taşıyan konut sayısı önemli ölçüde yüksektir. Bu durum, Türkiye'deki yapıların büyük bir kısmının risk altında olduğunu göstermektedir. Özellikle, fay hatlarına yakın bölgelerde ve alüvyon zemin yapısına sahip alanlarda bu risk daha da artmaktadır.

Türkiye'deki konutların deprem riski altında olmasının temel sebepleri:

Jeolojik Yapı:

- Aktif fay hatları (Kuzey Anadolu, Doğu Anadolu, Batı Anadolu).
- Yumuşak zemin koşulları (alüvyon).

Yapılaşma Sorunları:

- Eski yönetmeliklere uygun olmayan yapılar.
- Yetersiz yapı denetimi, kaçak yapılaşma.

Kentsel dönüşümde gecikmeler.

Ekonomik Nedenler:

- Düşük gelirli vatandaşların erişim zorluğu.
- Kentsel dönüşüm maliyetleri.

Bilinçsizlik ve İhmal:

- Yetersiz deprem bilinci.
- Bakım ve güçlendirme eksikliği.

Mevzuat ve Denetim:

- Geçmiş yönetmelik yetersizliği.
- Geçmiş yapı stokunun denetlenememesi.

3.4.2.2 Yenişehir'deki Yapı Stokları

Yenişehir ilçesinde 25.855 konut, 4.594 işyeri ve 180 yazlık konut bulunmaktadır. Bu yapıların çoğu, deprem riski açısından önemli bir analiz gerektirmektedir. Türkiye'nin büyük bir kısmı, özellikle Kuzey Anadolu Fay Hattı ve diğer yerel fay hatları üzerinde yer aldığı için, bu yapıların sağlamlık ve dayanıklılığı, büyük depremler açısından belirleyici bir faktör olacaktır.

Yenişehir, Bursa'nın önemli ilçelerinden biri olup, tarım ve sanayi sektörlerinde stratejik bir rol oynamaktadır. Son yıllarda artan nüfus ve hızla gelişen sanayileşme ile birlikte ilçede konut ve işyeri sayısında da önemli bir artış gözlemlenmiştir. Yenişehir'in yapı stoğu, büyük ölçüde 1990'lı yıllardan itibaren inşa edilen binalardan oluşmaktadır. Ancak, bu yapıların çoğu,

deprem yönetmeliğine uygunluk açısından farklı seviyelerde risk taşımaktadır. İmar planlarına göre, ilçedeki yapılaşma alanları belirli sınırlar dahilinde yoğunlaşmıştır.



Fotoğraf 3.2 İlçe 'de Bulunan 1980'li ve 1990'lı Yıllardan Kalma Binaların Bulunduğu Bir Sokak

Yenişehir'deki yapıların çoğu, geleneksel betonarme ve taş yapılar olmakla birlikte, son yıllarda modern inşaat teknikleriyle yapılan projeler de arttı (Fotoğraf 3.2). Bu durum eski yapıların çoğunun dayanıklılığının yetersiz olduğu anlamına gelmektedir. Özellikle, 1999 Marmara Depremi'nden sonra, Türkiye genelinde yapıların depreme dayanıklılık düzeyine yönelik farkındalık artmıştır. Ancak, eski binaların çoğu bu standartlara uygun olmayan malzemelerle inşa edilmiştir.

3.5 Risk Analizleri

3.5.1 Bina Kat Sayılarına Göre Risk Analizi

1990'lı yıllardan sonra, Bursa Yenişehir'de betonarme yapı tekniğinin yaygınlaşması, kontrolsüz ve denetimsiz yapılaşmaya bağlı olarak yüksek katlı binaların inşasına zemin hazırlamıştır. Bu süreç, yapıların çoğunda önemli yapısal eksikliklerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Özellikle, zayıf katlar, kısa kolonlar ve çarpışma etkisi gibi mühendislik hataları, inşa

edilen binaların büyük bir kısmında sıklıkla gözlemlenmektedir. Ayrıca, yapıların çoğunun inşasında kullanılan malzemelerin kalitesi, genellikle düşük standartlarda kalmıştır. Yenişehir'in merkezi ve çevresinde, kat sayılarının arttığı bölgelerde yüksek risk taşıyan yapıların oranı da önemli ölçüde yükselmiştir. Bu durum, olası bir depremde, bölgedeki binaların güvenliğini ciddi şekilde tehdit etmektedir ve bölgedeki yapısal güvenlik açısından önemli bir risk faktörü oluşturmaktadır.

Bölgede 2 ile 8 kat arasında betonarme yapılaşmalar ve tek katlı betonarme yapılar, prefabrik evler ve ahırlar da bulunmaktadır.

3.5.2 Bina Yapım Yılına Göre Risk Analizi

İçinde bulunduğumuz yüzyılda, depreme dayanıksız yapıların tespiti ve iyileştirilmesi, özellikle 2000 yılından önce inşa edilen binalar için büyük bir önem arz etmektedir. İDMP (2003) ve Deprem Şurası (2004) raporlarında, 1998 yılı öncesi inşa edilen binaların, proje, ruhsat ve denetim eksiklikleri nedeniyle daha fazla deprem riski taşıdığına dikkat çekilmiştir. Bursa Yenişehir ilçesi özelinde, 2000 yılından önce yapılan binalarda, özellikle projelendirme ve denetim eksikliklerinin yaygın olduğu gözlemlenmektedir. Yenişehir ilçe merkezinde, 2000 yılından sonra inşa edilen binalarda ise yüksek risk grubunda yer alan bina sayısının oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu durum, artan yapı denetimleri, kaçak yapılaşmaya karşı uygulanan sıkı önlemler ve halkın deprem konusunda giderek artan bilinç düzeyi ile açıklanabilir. 1970'li yıllardan itibaren, yüksek riskli binaların oranında belirgin bir azalma gözlemlenmektedir. Bu durum, artan ekonomik refahın yapı kalitesine olan olumlu etkisiyle ilişkilendirilebilir.

3.5.3 Bina Yapı Tekniğine Göre Risk Analizi

Yenişehir'deki mevcut yapı stoğu, farklı dönemlerde uygulanan bina yapım tekniklerinin çeşitliliğini yansıtmaktadır. Bu durum, bölgedeki deprem risk analizini karmaşık hale getirmekte ve detaylı bir değerlendirme gerektirmektedir. Özellikle kırsal mahallelerde ve eski yerleşim alanlarında yaygın olan geleneksel yapılar (kerpiç, ahşap), genellikle düşük dayanıklılık gösterirler, deprem anında kolayca hasar görebilir veya yıkılabilirler ve yangın riski yüksektir. İlçe merkezinde ve eski yerleşim alanlarında yaygın olan 1980 öncesi betonarme yapılar, genellikle eski yönetmeliklere göre inşa edilmişlerdir, yetersiz malzeme kalitesi ve işçilik sorunları görülebilir ve kolon-kiriş bağlantılarında zayıflıklar olabilir. İlçe merkezinde ve hızla gelişen mahallelerde yaygın olan 1980-2000 arası betonarme yapılar, denetimsiz yapılaşma nedeniyle "zayıf kat", "kısa kolon" ve "çarpması etkisi" gibi yapısal

kusurlar görülebilir ve malzeme kalitesi ve işçilik sorunları devam edebilir. İlçe merkezinde ve yeni yerleşim alanlarında yaygın olan 2000 sonrası betonarme yapılar, yeni yönetmeliklere göre inşa edilmiş olsalar da denetim eksiklikleri ve malzeme kalitesi sorunları görülebilir ve özellikle yüksek katlı binalarda yapısal riskler daha fazladır. Sanayi tesisleri ve bazı kamu binalarında görülen çelik yapılar, genellikle daha dayanıklıdır ancak yangın ve korozyon gibi riskler taşırlar ve uygulama hataları ve malzeme kalitesi sorunları görülebilir. Yenişehir'deki yapı stoğunun büyük bir kısmı deprem riski taşımaktadır, özellikle geleneksel ve eski betonarme yapılar öncelikli olarak ele alınmalıdır, yapı denetim sisteminin güçlendirilmesi ve malzeme kalitesi kontrolünün artırılması gerekmektedir, kentsel dönüşüm projeleri hızlandırılmalı ve riskli yapılar öncelikli olarak dönüştürülmelidir ve halkın deprem konusunda bilinçlendirilmesi ve acil durum planlarının hazırlanması önemlidir.

3.5.4 Bina Kullanım Amacına Göre Risk Analizi

Yenişehir'deki yapıların kullanım amaçları, deprem risk analizinde önemli bir faktördür. Farklı kullanım amaçlarına sahip binalar, deprem anında farklı riskler taşır ve farklı önceliklerle ele alınmalıdır. Yenişehir'deki konutların büyük bir kısmı, özellikle eski yapılar, deprem riski taşımaktadır. Alüvyon zemin yapısı ve yüksek yeraltı suyu seviyesi, sivilaşma riskini artırmaktadır. Yetersiz malzeme kalitesi ve işçilik sorunları, yapıların deprem dayanımını azaltmaktadır. Konutlar, insanların yaşam alanı olduğu için en yüksek önceliğe sahiptir. Kentsel dönüşüm projeleri ve bina güçlendirme çalışmaları öncelikli olarak konutlarda uygulanmalıdır.

Ticari yapılar (dükkanlar, ofisler), genellikle yoğun insan trafiğine sahiptir. Deprem anında panik ve kaçış zorlukları yaşanabilir. Yetersiz yangın güvenliği önlemleri, deprem sonrası yangın riskini artırabilir. Ticari yapılar, insan yoğunluğu nedeniyle yüksek önceliğe sahiptir. Acil durum planları ve tahliye tatbikatları düzenli olarak yapılmalıdır. Yangın güvenliği önlemleri artırılmalıdır.

Sanayi yapılarında (fabrikalar, depolar), tehlikeli madde depoları ve ağır makineler bulunabilir. Deprem anında bu maddelerin sızması veya makinelerin devrilmesi, ciddi hasarlara yol açabilir. Yapısal hasarlar, üretim süreçlerini durdurarak ekonomik kayıplara neden olabilir. Sanayi yapılarında, tehlikeli madde depoları ve ağır makineler nedeniyle yüksek önceliğe sahiptir. Tehlikeli madde depoları ve makineler, depreme dayanıklı hale getirilmelidir. Acil durum planları ve tahliye tatbikatları düzenli olarak yapılmalıdır.

Kamu binaları (okullar, hastaneler, belediyeler), özellikle okullar ve hastaneler, deprem anında çok sayıda insanın bulunduğu yerlerdir. Bu binaların hasar görmesi, can kayıplarına ve

hizmetlerin aksamasına yol açabilir. Kamu binaları, özellikle okullar ve hastaneler, en yüksek önceliğe sahiptir. Bu binaların deprem dayanıklılığı, en üst düzeyde sağlanmalıdır. Acil durum planları ve tahliye tatbikatları düzenli olarak yapılmalıdır.

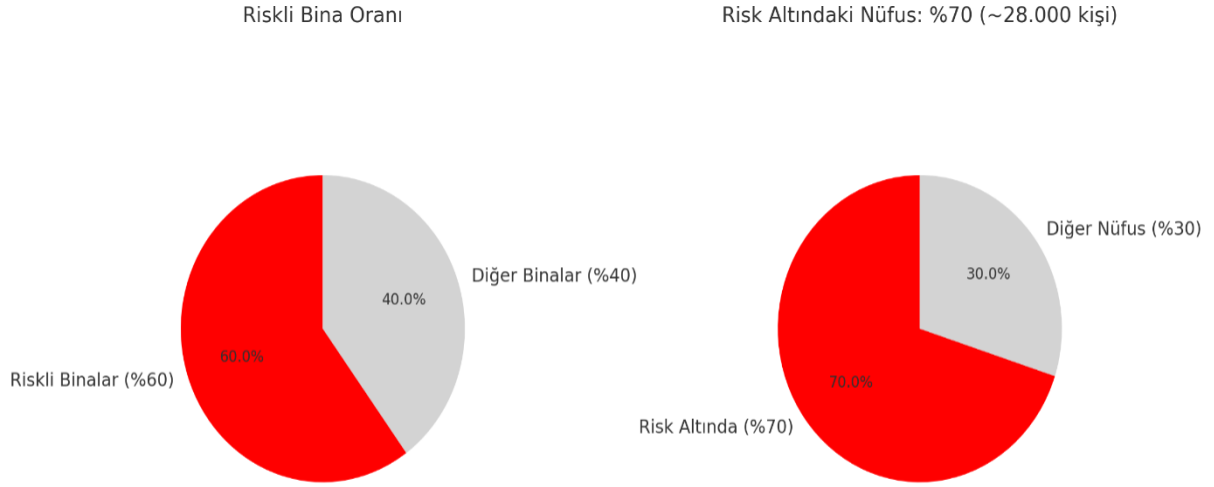
Tarım yapılarında (depolar, ahırlar), özellikle hayvan barınakları, deprem anında hayvan kayıplarına yol açabilir. Depolarda bulunan tarım ürünleri ve ekipmanlar, hasar görebilir. Tarım yapılarında, hayvan barınakları ve tehlikeli madde depoları öncelikli olarak ele alınmalıdır. Yapısal güçlendirme çalışmaları ve acil durum planları hazırlanmalıdır.

Yenişehir'deki tüm binaların deprem riski, kullanım amaçlarına göre değerlendirilmelidir. Riskli binaların tespiti ve güçlendirilmesi için önceliklendirme yapılmalıdır. Acil durum planları ve tahliye tatbikatları, tüm binalarda düzenli olarak yapılmalıdır. Halkın deprem konusunda bilinçlendirilmesi ve acil durum çantası hazırlanması önemlidir.



Fotoğraf 3.3 İlçe 'de Bulunan Üst Kat Düğün Salonu Alt Kat Ticaret Amaçlı Kullanılan Yönetmeliğe Uymayan Bina

3.5.5 Mahallelere Göre Risk Analizi



Grafik 3.3 Risk Altındaki Bina ve Nüfus Grafiği

Merkez mahalle orta kısımları Alüvyon birimlerinin gözlemlendiği alanlar önlem alınmadan yapılaşmaya izin verilmeyecek alanlar bölgenin güney ve güneybatı alanları ise ayrıntılı Jeoteknik etüt gerektiren alanlar olarak belirtilmiştir. Ancak bölgede afete maruz bölge kararı bulunmamaktadır.

İlçe merkezinde bulunan Gündoğan, Ulucami, Tabakhane, Çayır ve Yılmaz mahalleleri yapı bakımından daha eski yönetmeliğe uymayan binalar kaçak katların ve gecekonduların yapıların daha çok gözlemlendiği mahallelerdir. İlçe merkezinin ve çarşısının da bu mahalleler içerisinde bulunduğu riskli binaların tadilat ve kentsel dönüşüm işlemlerinin bir an önce yapılması gerekmektedir (Grafik 3.3).



Fotoğraf 3.4 Ulucami Mahallesinde Bulunan İçerisinde Yaşamın Bulunduğu Risk Taşıyan Bina

Fotoğraf 3.4’da da görüldüğü gibi binanın her katının farklı bir malzemeden inşa edildiği ve üst katının sıvalarının döküldüğü alt katın ise duvarlarında oluşan yamukluk gözle görülür düzeye gelmiş ve bu binada yaşayan bir ailenin de olduğu gözlemlenmiştir. Bina’nın olduğu cadde işlek ve ilçe çarşısının bulunduğu caddedir. Bu tarz birçok yapı gözlemlenmiştir.

3.5.6 Deprem Riski ve Altyapı Durumu

Türkiye'nin sismik olarak aktif bir bölgede yer alması, geçmişte yaşanan büyük depremlerin etkilerinin hafızalarda tazeliğini korumasına neden olmaktadır. 1999 İzmit Depremi ve 1855 Bursa Depremi de modern çağda dahi depremlerin ne denli yıkıcı olabileceğini gözler önüne sermiştir. Bu depremler, Bursa Yenişehir için de önemli dersler içermektedir.

1999 İzmit Depremi, Türkiye'nin deprem hazırlıklarının yetersizliğini ve yapı stokunun riskli durumunu acı bir şekilde ortaya koymuştur. Özellikle, alüvyon zeminlerdeki sıvılaşma olayları ve yapısal kusurlar nedeniyle birçok bina yıkılmıştır.

Bu deprem, Yenişehir'in de benzer zemin koşullarına sahip olması nedeniyle, bölgedeki yapıların deprem performansının dikkatle incelenmesi gerektiğini göstermektedir.

1855 Bursa Depremi ise, Bursa ve çevresinde önemli hasarlara neden olmuştur. Bu deprem, bölgedeki fay hatlarının aktifliğini ve deprem potansiyelini bir kez daha hatırlatmıştır. Yenişehir'in Bursa'ya yakınlığı, bölgede yeni keşfedilen ve Kayapa'dan Yenişehir'e kadar uzanan 95 km uzunluğunda fay hattının varlığı ve benzer sismik özelliklere sahip olması, bu depremin etkilerinin bölge için de geçerli olabileceğini düşündürmektedir.

Yenişehir'in coğrafi konumu ve mevcut altyapısı, olası bir depremde karşılaşılabilecek zorlukları artırmaktadır. İlçeyi diğer yerleşimlere bağlayan yolların heyelan riski taşınması ve tek bir betonarme köprünün bulunması, acil durumlarda ulaşım ve iletişim sorunlarına yol açabilir.

Yenişehir ilçesinde km² başına 77.32 kişi olan nüfus yoğunluğu, deprem riski açısından dikkat edilmesi gereken bir diğer faktördür. Nüfus yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerde, deprem anında hızlı tahliye ve acil durum müdahalesi gibi sorunlar yaşanabilir. Özellikle büyük mahallelerde, yoğun nüfus, afet durumlarında ulaşım, sağlık hizmetleri ve kurtarma operasyonları gibi hizmetlere talebi artırır ve bu da altyapı üzerinde büyük bir baskı oluşturabilir.

Yüksek nüfus yoğunluğu, sadece afet sırasında değil, aynı zamanda afet sonrası iyileşme süreçlerinde de sorunlar yaratabilir. Nüfus yoğunluğu arttıkça, barınma, sağlık hizmetleri, gıda temini ve diğer temel ihtiyaçlar gibi altyapı hizmetlerine olan talep de artar. Bu durum, acil durum altyapısının güçlendirilmesi gerekliliğini ortaya koyar.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması, Bursa İli, Yenişehir İlçesi'nin doğal ve beşeri coğrafya özelliklerini çok boyutlu bir analizle incelemiştir. Özellikle jeomorfolojik ve tektonik yapısı, iklim ve hidrolojik özellikleri, nüfus ve ekonomik dinamikleri ile depremsellik ve sıvılaşma riski gibi kritik konular mercek altına alınmıştır. Elde edilen bulgular, Yenişehir'in coğrafi konumu ve jeolojik altyapısının, ilçeyi yüksek derecede deprem riski taşıyan bir bölge konumuna getirdiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Analizler neticesinde, Yenişehir Havzası'nın jeolojik konumu itibarıyla önemli deprem riskleriyle karşı karşıya olduğu tespit edilmiştir. Bölgenin, Kuzey Anadolu Fay Hattı'nın 3. kolu ve yakın zamanda keşfedilen Kayapa Fay Hattı gibi aktif tektonik yapılar üzerinde bulunması, ilçeyi birinci derece deprem bölgesi olarak sınıflandırmaktadır. Poisson olasılık dağılımı analizleri, 50 yıl içerisinde 6.5 büyüklüğünde bir depremin %77,1 gibi kayda değer bir olasılıkla meydana gelebileceğini öngörmektedir. Araştırma alanında gerçekleştirilen sondaj çalışmaları ve zemin etütleri, bölgenin genel olarak Kuvaterner yaşlı alüvyal malzemelerden oluşan ve 3-18 metre arasında değişen yüksek yeraltı su seviyesine sahip zemin yapısının yüksek sıvılaşma potansiyeli taşıdığını ortaya koymuştur. Bu durum, özellikle ova tabanındaki yerleşim alanları için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır; zira alüvyal zeminler yapılaşma açısından riskli kabul edilirken, tarım için son derece verimli topraklardır.

Mevcut yapı stoğunun değerlendirilmesi de önemli kırılganlıkları gözler önüne sermiştir. Yapılan incelemelerde, bölgedeki yapı stoğunun %60'ının yapısal risk altında olduğu, özellikle ilçe merkezindeki eski ve yürürlükteki yönetmeliklere uygun olmayan binaların, yumuşak kat uygulamaları ve mühendislik eksiklikleri barındırması nedeniyle olası bir depremde ciddi hasar görme veya yıkılma potansiyeli taşıdığı belirlenmiştir. Bu durum, ilçe merkezinde yaşayan yaklaşık 28.000 kişinin (%70) olası bir depremde doğrudan etkilenebileceği bir demografik kırılganlık yaratmaktadır. Ayrıca, Belediyenin ruhsatlandırma süreçlerindeki denetim eksiklikleri ve kaçak kat girişimleri gibi uygulamalar, yapısal güvenlik risklerini daha da derinleştirmektedir.

Depremsellik riskinin yanı sıra, iklim değişikliğinin etkisiyle artan taşkın olayları da Yenişehir için önemli bir doğal afet riski teşkil etmektedir. İlçe merkezindeki dere yataklarındaki kanalların taşkın kapasitesinin yetersiz kalması, hız kesme bentlerinde biriken sedimanlar ve Boğazköy Barajı'nın kapaklarının açılması sonucu oluşan seki seviyesi düşüşleri, taşkın riskini yükseltmektedir. Son olarak, Kocasu Deresi üzerindeki mevcut köprünün afet

durumlarında ulaşım açısından yetersiz kalması ve deprem anında risk taşıması gibi kritik altyapı zafiyetleri, acil müdahale ve tahliye süreçleri için ciddi engeller oluşturarak bölgenin doğal afetlere karşı direncini zayıflatmaktadır. Tüm bu bulgular, Yenişehir'in afet risk yönetimi ve kentsel planlama stratejilerinin bilimsel verilere dayalı, entegre ve acil bir yaklaşımla ele alınması gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Yenişehir İlçesi'nin deprem ve diğer doğal afet risklerine karşı dirençli, güvenli ve yaşanabilir bir kent haline gelmesi amacıyla, bu tez çalışmasında ortaya konan bilimsel bulgular ışığında bir dizi kapsamlı öneri sunulmaktadır.

İlk olarak, mekânsal planlama ve yapılaşma stratejileri kritik öneme sahiptir. Yenişehir Ovası'nın tamamında, özellikle yüksek sıvılaşma potansiyeli taşıyan alüvyal zeminlerde, güncel standartlara uygun detaylı jeoteknik etütler ve mikrozonlama çalışmaları ivedilikle yapılmalıdır; bu çalışmaların sonuçları imar planlarına esas teşkil etmeli ve yapılaşmanın zemin özelliklerine uygun, güvenli alanlarda yönlendirilmesini sağlayacak şekilde revize edilmelidir. Ova tabanındaki alüvyal zeminlerin yüksek sıvılaşma riski taşıması ve aynı zamanda verimli tarım arazileri olması nedeniyle, yeni imar planları dağlık ve jeolojik olarak daha stabil bölgelere kaydırılmalıdır. Bu strateji hem yapısal güvenliği artıracak hem de tarım arazilerinin korunmasına katkı sağlayacaktır; zira Yenişehir Ovası, ülkenin önemli tarım havzalarından biri olarak, yapılaşmaya kapatılmalı ve mevcut tarım arazilerinin korunmasına yönelik yasal ve idari önlemler titizlikle uygulanmalıdır.

İmar ve yapı denetimi süreçlerinin güçlendirilmesi de elzemdir; yeni yapılaşmada, 2019 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) hükümlerine tam uyum sağlanmalı ve yapı denetimi süreçleri tavizsiz ve etkin bir şekilde uygulanmalıdır. Özellikle kaçak yapılaşmaya karşı sıfır tolerans politikası benimsenmeli, caydırıcı yasal ve idari yaptırımlar getirilmeli; ayrıca yapıların inşasında kullanılan malzeme kalitesi ve işçilik standartları üzerinde düzenli ve sıkı denetimler gerçekleştirilmelidir.

Mevcut yapı stoğunun iyileştirilmesi ve kentsel dönüşüm süreçleri, can ve mal kaybını önlemek açısından öncelik taşımaktadır. Özellikle ilçe merkezindeki eski ve riskli binaların (1990 öncesi inşa edilenler), başta Tabakhane Mahallesi olmak üzere, ivedilikle tespit edilerek hızlandırılmış kentsel dönüşüm veya güçlendirme projeleri kapsamına alınması elzemdir. Ekonomik ömrünü tamamlamış, yumuşak kat uygulamaları gibi güvenlik açığı taşıyan ve mühendislik açısından riskli binaların yıkılarak yerine depreme dayanıklı, modern ve fonksiyonel yeni yapılar inşa edilmesi esastır. Okullar, hastaneler ve belediye binaları gibi kamu

yapılarının deprem performansının artırılmasına yönelik özel bir güçlendirme programı derhal uygulamaya konulmalı, bu yapıların afet anında kesintisiz hizmet verebilirliği sağlanmalıdır. İşyeri ruhsatlarının verilmesinde, inşaat mühendislerinin güvenlik değerlendirmelerinin öncelikli kılınması ve statik veya yapısal eksiklikleri bulunan yapılara ruhsat verilmesinin engellenmesi kritik bir önlemdir. Riskli yapıların dönüşümü ve güçlendirilmesi süreçlerinde vatandaşlara yönelik finansal teşvik mekanizmaları geliştirilmeli ve bürokratik engeller minimize edilmelidir.

Altyapı iyileştirmesi ve entegre afet yönetimi de Yenişehir'in afetlere karşı direncini artırmada kilit rol oynamaktadır. İlçeyi çevre yerleşimlere bağlayan ulaşım altyapısı (karayolları ve köprüler) depreme dayanıklı hale getirilmeli, olası heyelan risklerine karşı alternatif güzergahlar ve önleyici tedbirler geliştirilmelidir. Özellikle Kocasü Deresi üzerindeki mevcut köprünün, afet durumlarında kesintisiz ulaşımı sağlamak adına modernize edilmesi veya depreme dayanıklı, çift yönlü yeni bir köprü inşa edilmesi hayati önem taşımaktadır. Olası bir deprem senaryosuna karşı kullanılacak güvenli toplanma alanları, geçici barınma bölgeleri ve lojistik merkezleri önceden belirlenmeli ve gerekli altyapı (su, elektrik, sağlık hizmetleri) sağlanmalıdır. Acil durum iletişim ve müdahale planları güncellenmeli, yerel düzeyde düzenli tatbikatlar yapılmalı ve halkın bu süreçlere aktif katılımı teşvik edilmelidir. İklim değişikliğinin etkisiyle artan taşkın risklerine karşı, ilçe merkezindeki dere yataklarındaki kanalların taşkın kapasiteleri güncel iklim projeksiyonlarına göre tekrar gözden geçirilerek ve gerektiğinde iyileştirilmelidir. Hız kesme bentlerinde biriken sedimanların düzenli olarak temizlenmesi ve bakımının yapılması sağlanmalı; özellikle Ayaz Mahallesi'nde, Boğazköy Barajı'nın kapaklarının açılması gibi durumlardan kaynaklanan taşkın risklerini azaltmak amacıyla dere yatağında kapsamlı ıslah çalışmaları yapılmalıdır. Su ve atık su yönetimi altyapısı da deprem etkilerine karşı güçlendirilmeli; yeraltı su kaynaklarının kirlilikten korunması ve sürdürülebilir yönetimi için projeler geliştirilmeli, tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan kirliliğin azaltılmasına yönelik bilinçlendirme ve teşvik programları uygulanmalıdır.

Son olarak, toplumsal bilinçlendirme ve ekonomik çeşitlendirme, uzun vadeli sürdürülebilirlik için kritik öneme sahiptir. Yenişehir halkının deprem, sıvılaşma ve taşkın riskleri başta olmak üzere, doğal afetler konusunda kapsamlı ve sürekli eğitim programları ile bilinçlendirilmesi sağlanmalıdır. Temel ilk yardım, acil durum çantası hazırlama, tahliye ve toplanma alanlarına erişim gibi konularda pratik eğitimler ve simülasyonlar düzenlenmelidir. Vatandaşların kentsel dönüşüm yasası, faydaları ve süreç hakkında detaylı bilgilendirilmesi, katılımı artıracaktır. Tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini sağlamak ve çiftçilerin ekonomik

kırılganlıklarını azaltmak amacıyla tarımsal destekler çeşitlendirilmeli ve artırılmalıdır. Yenişehir Organize Sanayi Bölgesi'nin istihdamı ve ekonomik yapıyı çeşitlendirme potansiyeli maksimum düzeyde değerlendirilmelidir. Bu önerilerin bütüncül bir yaklaşımla, bilimsel veriler ışığında ve tüm ilgili paydaşların (yerel yönetim, merkezi idare, sivil toplum kuruluşları, üniversiteler, özel sektör, vatandaşlar) iş birliğiyle bir an önce hayata geçirilmesi, Yenişehir'in gelecekteki depremlere ve diğer doğal afetlere karşı direncini önemli ölçüde artıracak, halkın güvenliğini sağlayacak ve ilçenin sürdürülebilir kalkınmasına katkıda bulunacaktır.



KAYNAKÇA

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD). (2020). *İl Afet Risk Azaltma Planı (IRAP)*. Bursa Büyükşehir Belediyesi.

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD). (2024). *Doğal Afetler*. [Erişim: 18.11.2024 <https://www.afad.gov.tr/afadem/dogal-afetler#>]

Akbulut, M.T., & Ayfer, A. (2005). *Deprem Hasar Görebilirlik Riskinin Gözleme Dayalı Belirlenmesine Yönelik Öneri Değerlendirme Yaklaşımı*. YTU Mimarlık Fakültesi Dergisi, 1.

Akdemir, P. (2024). *Bursa'da aktif fay keşfedildi: 7.3 büyüklüğünde deprem üretebilir*. Gazete Duvar. [Erişim: 10.02.2025. <https://www.gazeteduvar.com.tr/bursada-aktif-fay-kesfedildi-73-buyuklugunde-deprem-uretebilir-haber-1671256>]

Akkaya, İ., Arısoy, M.Ö., & Dikmen, Ü. (2011). *Yenişehir/Bursa İlçesi Yerleşim Alanı Deprem Çekincesi*. 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı. ODTÜ, Ankara, Türkiye.

Bayram, İ. (2015). *Reşadiye (Tokat) İlçe Merkezinde Deprem Risk Analizi*. (Yüksek Lisans Tezi) Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Samsun

Bayramoğlu Jeoloji Jeofizik Mühendislik Ltd. Şti. (2019). *Bursa İli Yenişehir İlçesi İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu*. Bursa Büyükşehir Belediyesi Başkanlığı.

BEBKA. (2012). *Yenişehir*. BEBKA.

BEBKA. (2021). *Yenişehir İlçe Raporu*. BEBKA.

Bursa Büyükşehir Belediyesi. (2024). *Bursa'da zemin araştırmaları hız kesmiyor*. [Erişim: 24.04.2024. <https://www.bursa.bel.tr/bursada-zemin-arastirmalari-hiz-kesmiyor/>]

Cerit, O. (t.y) *Toprak*. Cumhuriyet Üniversitesi. [Erişim: 12.04.2025. https://cerit.cumhuriyet.edu.tr/ders/cmg/hafta_10/toprak.pdf]

Cornell, C.A. (1968) *Engineering seismic risk analysis*. Bulletin of the Seismological Society of America, 58(5), 1583–1606.

Doyuran, V. (2000). *Yenişehir Belediyesi Yerleşim Alanı Jeolojik/ Jeoteknik İncelenmesi*. ODTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara.

Eğerliyurt, M. (2013). *Antakya'da Doğal Afet Risk Analizi ve Yönetimi*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

European Committee for Standardization (CEN). (2004). *Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings (EN 1998-1)*. Brussels: CEN.

Federal Emergency Management Agency (FEMA). (2012). *Seismic Performance Assessment of Buildings – Volume 1: Methodology (FEMA P-58)*. Washington, DC: FEMA.

Federal Emergency Management Agency (FEMA). (2020). *HAZUS-MH 2.1 Technical Manual*. Washington, DC: FEMA.

FHG. (2025). *Zemin İyileştirme*. FHG İş Makinaları. [Erişim: 16.06.2025. <https://www.fhg.com.tr/zemin-iyilestirme/>]

Genç, S.C. (1992). *İznik-İnegöl (Bursa) Arasındaki Tektonik Birliklerin Jeolojik ve Petorolojik İncelenmesi*. (Doktora Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Gutenberg, B., & Richter, C. F. (1944). *Frequency of earthquakes in California*. Bulletin of the Seismological Society of America, 34(4), 185–188.

Gülen, A, R. (2008). *Deprem Risk Analizi ve Şehirleşmede Balıkesir Kent Merkezi Örneği*. (Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir.

Gülkan, P. (1999). *Afetlere Karşı Hazırlıklı Olma: Planlama ve Yapı Denetimi*. Deprem Güvenli Konut Sempozyumu, Ankara.

Gürgen, G. (2019). *Toprak Sınıflandırması*. Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri. [Erişim:15.03.2025. <https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=97804>]

Gürgen, G. (2019). *Bölüm 6 Toprak Sınıflandırma Sistemleri*. Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri. [Erişim: 15.03.2025. <https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=166195>]

Güven, İ. T. (2016). *Değirmendere'nin Yer Bilimleri ve Yapı Özelliklerine Göre CBS Tabanlı Deprem Risk Analizi*. (Yüksek Lisans Tezi). Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kocaeli.

Habertürk. (2023). *Habertürk. Alüvyal toprak nedir, özellikleri neler? Alüvyal toprak nerede görülür?* [Erişim: 12.04.2025. <https://www.haberturk.com/aluvyal-toprak-nedir-ozellikleri-nelen-aluvyal-toprak-nerede-gorulur-hteg-3612550>]

Kayacılar, C. (1999). *Gemlik Körfezi, İznik Gölü, Bursa ve Yenişehir Ovaları Arasında Kalan Sahanın Jeomorfolojisi.* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Keçebaş, P. (2022). *İzmit Kent Merkezi Kentsel Konutunda Deprem Riskinin Mekânsal Kimlik ve Yapısal Özellikler Bağlamında İncelenmesi: Yeni Alt Merkez Baç Bölgesi. Kocaeli.* (Yüksek Lisans Tezi). Kocaeli Üniversitesi. Kocaeli.

Kurt, M.M. (2022). *Doğal Afetlerin Tetiklediği Teknolojik Kazaların Risk Analizi.* (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

MİLLİYET. (2021). *Türkiye Alüvyal Topraklar Haritası: Alüvyal toprak nerede görülür, nerede görülmez?.* [Erişim: 12.04.2025. <https://www.milliyet.com.tr/egitim/haritalar/turkiye-aluvyal-topraklar-haritasi-aluvyal-toprak-nerede-gorulur-nerede-gorulmez-6307452>]

MTA. (2025). *Diri Fay Haritaları.* [Erişim: 1.02.2025. <https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/yenilenmis-diri-fay-haritalari>]

Mola, E. (2005). *Deliklitaş Mahallesi-Eskişehir Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Deprem Risk Analizi.* (Yüksek Lisans Tezi). Eskişehir Anadolu Üniversitesi. Eskişehir.

National Earthquake Hazards Reduction Program (NEHRP). (2020). *Recommended Seismic Provisions for New Buildings and Other Structures (FEMA P-2082).* Washington, DC: FEMA.

Okan, N. (2005). *Yenişehir (Bursa) İlçesinde Zemin Büyütmesinin Jeoteknik Açından İncelenmesi.* (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Orhan, B. (2015). *Yenişehir Ovası'nda Tarımsal Faaliyetler.* (Yüksek Lisans Tezi). T.C İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.

Oruç, M. (2021). *Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Bayburt Merkez İlçesinde Deprem Risk Analizi.* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.

Özkul, B., & Karaman, E. (2007). *Doğal Afetler İçin Risk Yönetimi*. TMMOB Afet Sempozyumu. Ankara.

Özmenek, Ş. G. (1996). *Marmara Bölgesinin Deprem Risk Analizi*. (Yüksek Lisans Tezi). Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.

Özyavuz, M., Dönmez, Y., & Çorbacı, Ö. L. (2016). *Açık ve Yeşil Alanların Doğal Afet Yönetiminde Kullanılabilirliği; Deprempark Örneği*. Uluslararası Doğal Afet ve Afet Yönetimi Sempozyumu (DAAYS'16), 2-4 Mart 2016, Karabük Üniversitesi, Karabük.

Pamuk, A. (2020). *Çan (Çanakkale) Yöresi Bazı Büyük Toprak Gruplarının (1938) Özellikleri ve Sınıflandırılması*. [Erişim: 11.04.2025. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20203103838>]

Rudaw. (2024). *Bursa'da Yeni Bir Aktif Fay Keşfedildi: 7,3 Büyüklüğünde Deprem Üretebilir*. [Erişim: 22.02.2024. <https://www.rudaw.net/turkish/middleeast/turkey/220220248>]

Sabah. (2023). *Kahverengi Orman Toprakları nerede görülür? Kahverengi Orman toprağının özellikleri neler, verimli mi?*. [Erişim: 16.06.2025. <https://www.sabah.com.tr/egitim/kahverengi-orman-topraklari-nerede-gorulur-kahverengi-orman-topraginin-ozelikleri-neler-verimli-mi-e1-6551434>]

Sabah. (2023). *Alüvyal toprak nedir? Alüvyal topraklar nerelerde görülür, özellikleri neler?*. [Erişim: 16.06.2025. <https://www.sabah.com.tr/egitim/aluvyal-toprak-nedir-aluvyal-topraklar-nerelerde-gorulur-ozelikleri-neler-e1-6542792>]

Sabah. (2023). *Kolüvyal toprak nedir? Kolüvyal topraklar nerelerde görülür, özellikleri neler?* [Erişim: 16.06.2025. <https://www.sabah.com.tr/egitim/koluvyal-toprak-nedir-koluvyal-topraklar-nerelerde-gorulur-ozelikleri-neler-e1-6548201>]

Seed, H. B., & Idriss, I. M. (1971). *Simplified procedure for evaluating soil liquefaction potential*. Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, 97(9), 1249–1273.

Seyitoğlu, H., Esat, K., Kaypak, B., & Çıvgın, B. (2021). *Jeolojik ve Jeofizik Metotlarla Yeni Keşfedilen 1855 Bursa Depremlerinin Olası Kaynağı: Kuzey Anadolu Fay Zonu Güney Koluna Ait Çek-Ayır Havzaları Bıçen Kayapa-Yenişehir Fayı*. Türkiye Jeoloji Bülteni, 65(2), 241-255.

Silva, V., Crowley, H., Pagani, M., Monelli, D., & Pinho, R. (2014). *Development of the OpenQuake engine, the Global Earthquake Model's open-source software for seismic risk assessment*. Natural Hazards, 72(3), 1409–1427. <https://doi.org/10.1007/s11069-013-0618-x>

Şahin, Y., & Uyan, Y. (2016). *Afet Risk Analizi ve Sınıflandırması: Bir Uygulama Örneği*. Uluslararası Doğal Afet ve Afet Yönetimi Sempozyumu (DAAYS'16), Karabük Üniversitesi, Karabük.

T.C. Bursa Valiliği. (2020). *Bursa'da sel felaketi yaşandı*. [Erişim: 16.06.2024. <https://www.bursa.gov.tr/bursada-sel-felaketi-yasandi>]

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2023). *Bursa İli İl Çevre Durum Raporu*. [Erişim: 16.05.2024. https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/bursa_-cdr2023-20250103072905.pdf]

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2025). *Ocak 2025 Sıcaklık ve Yağış Değerlendirmesi*. [Erişim: 16.02.2025. <https://www.mgm.gov.tr/kurumsal/raporlar.aspx>]

T.C. Yenişehir Belediyesi. (2025). *Yenişehir Tarihçe*. [Erişim: 20.01.2025. <https://www.bursa-yenisehir.bel.tr/bel/yenisehir/yenisehir-tarihce/201>]

Uzun, M. (2024). *Yenişehir (Bursa) Havzası'nın Coğrafi Karakterizasyonuna Dayalı Jeolojik Risk Duyarlılığı Analizi*. International Journal of Geography and Geography Education (IGGE), 51, 85-114. [Erişim: 10.11.2024. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/igge/issue/82882/1326841>]

Yılmaz, D. (2013). *Bursa'da Depremsellik Çalışmaları*. Bursa Büyükşehir Belediyesi. Bursa.

Yılmaz, M., & Koral, H. (2007). *Yenişehir Havzasının (Bursa) Neotektonik Özellikleri ve Jeolojik Gelişimi*. İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yerbilimleri Dergisi, 20(1), 21-32.

Yurtsever, V.D. (1998). *Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Kırklareli E18 ve E19 Paftaları*, MTA. Ankara.