



**AFETE DUYARLI PLANLAMA YAKLAŞIMI
VE YER BİLİMSEL VERİLERİN MEKÂNSAL
PLANA ENTEGRASYONU: BURSA İL
MERKEZİ İNCELEMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Eyüp BAKLACI

Eskişehir, 2023

**AFETE DUYARLI PLANLAMA YAKLAŞIMI VE YER BİLİMSEL
VERİLERİN MEKÂNSAL PLANA ENTEGRASYONU: BURSA İL MERKEZİ
İNCELEMESİ**

Eyüp BAKLACI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yer Bilimleri Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Emre Aytuğ ÖZSOY

Eskişehir

Eskişehir Teknik Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Nisan 2023

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Eyüp BAKLACI'nın "Afete Duyarlı Planlama Yaklaşımı ve Yer Bilimsel Verilerin Mekânsal Plana Entegrasyonu: Bursa İl Merkezi İncelemesi" başlıklı tezi 28/04/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca, Yer Bilimleri Anabilim dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

<u>Jüri Üyeleri</u>	<u>Unvanı - Adı Soyadı</u>	<u>İmza</u>
Üye (Tez Danışmanı) :	Dr. Öğr. Üyesi Emre Aytuğ ÖZSOY	
Üye :	Prof. Dr. Gülgün YILMAZ	
Üye :	Dr. Öğr. Üyesi Didem YASİN	

Prof. Dr. Semra KURAMA
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

28/04/2023

DANIşMAN ONAYI

Danişmanlığını yürüttüğüm Yüksek Lisans ğrencisi Eyüp BAKLACI, “AFETE DUYARLI PLANLAMA YAKLAşIMI VE YER BİLİMSEL VERİLERİN MEKÂNSAL PLANA ENTEGRASYONU: BURSA İL MERKEZİ İNCELEMESİ” başlıklı tez çalışmasını tamamlamıştır. Hazırlamış olduğu tez tarafımca incelenmiş ve öğrencinin tez savunma sınavına alınması bilimsel ve etik açıdan uygun görülmüştür.

Tez Danişmanı
Dr. Öğr. Üyesi Emre Aytuğ ÖZSOY

ÖZET

AFETE DUYARLI PLANLAMA YAKLAŞIMI VE YER BİLİMSEL VERİLERİN MEKÂNSAL PLANA ENTEGRASYONU: BURSA İL MERKEZİ İNCELEMESİ

Eyüp BAKLACI

Yer Bilimleri Anabilim Dalı

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Nisan 2023

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Emre Aytuğ ÖZSOY

Türkiye bulunduğu coğrafyada sahip olduğu jeolojik, jeomorfolojik, topografik, meteorolojik ve sismolojik özelliklerinden dolayı, afetlere maruz kalma potansiyeli yüksek bir ülkedir. Afete duyarlı planlama yaklaşımı her türdeki tehlikeleri ve tüm zemin koşullarını göz önünde bulunduran ve afetlerde önlenme ve/veya zararın azaltılmasını amaçlayan bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışma kapsamında, öncelikle afet ve afet yönetimi kavramsal olarak ele alınmış, mekânsal planlama ile afete duyarlı planlama yaklaşımı tanım ve kapsam yönünden incelenmiş, bu kapsamda yer bilimsel verilerin planlamada kullanımının yerleşime ve yapılaşmaya uygunluk değerlendirmelerindeki fonksiyonu incelenmiştir. Yer bilimsel verilerin mekânsal plana entegrasyonu noktasında taşıdığı afet riski, konumu ve jeolojik, jeomorfolojik ve sismolojik özellikleri nedeniyle örnek olarak Bursa il merkezi incelenmiş, afet risk değerlendirmesi, kentsel kullanım ve yerleşime uygunluk yönünden afete duyarlı planlama kapsamında değerlendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Afete Duyarlı Planlama, Afet Risk Azaltma, Mekânsal Planlama, Yer Bilim, Bursa

ABSTRACT

DISASTER RESPONSIVE PLANNING APPROACH AND INTEGRATION OF GEOSCIENCE DATA INTO SPATIAL PLAN: BURSA CITY CENTER ANALYSIS

Eyup BAKLACI

Department of Geosciences

Eskisehir Technical University, Institute of Graduate Programs, Apr 2023

Supervisor: Asst. Prof. Emre Aytug OZSOY

Due to its geological, geomorphological, topographic, meteorological and seismological characteristics, Turkey is a country with a high potential to be exposed to disasters. Disaster sensitive planning approach is an approach that considers all kinds of hazards and all ground conditions and aims to prevent and/or reduce damage in disasters. Within the scope of this study, first of all, disaster and disaster management were discussed conceptually, spatial planning and disaster-sensitive planning approach were examined in terms of definition and scope, and in this context, the function of the use of geoscience data in planning in the assessment of suitability for settlement and construction was examined. Bursa province was examined as an example due to its disaster risk, location and geological, geomorphological and seismological features at the point of integration of geoscientific data into the spatial plan, and it was evaluated within the scope of disaster-sensitive planning in terms of disaster risk assessment, urban use and suitability for settlement.

Keywords: Disaster Sensitive Planning, Disaster Risk Reduction, Spatial Planning, Geoscience, Bursa

TEŞEKKÜR

Eğitim hayatım boyunca bir insanın, şuurlu bir Müslümanın daima insanlığa faydasının dokunması, ilmi ve bilimsel çalışmaların içerisinde yer alması gerekliliğini, bu kapsamda akademik çalışmaların önemli bir yer tuttuğunu sürekli olarak tavsiyede bulunan muhterem Babam Bekir BAKLACI'ya ve her zaman yanımda olan değerli aileme, lisans eğitim sürecimde tavsiyeleri ve sıcak kanlılığı ile mesleğime olan ilgimin artmasında önemli katkıları olan ve bende değerli izler bırakan kıymetli hocam Prof. Dr. Bahadır AKTUĞ'a, lisansüstü eğitim sürecimde katkılarından dolayı ilk danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Muammer TÜN'e ve danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Emre Aytuğ ÖZSOY'a teşekkür eder, şükranlarımı sunarım.

Yine, lisans eğitim hayatım boyunca ders almaktan büyük bir memnuniyet duyduğum, kendilerinden ders almayı önemli bir kıymet addettiğim, tavsiye ve tecrübelerinden istifade ettiğim Prof. Dr. Ahmet Tuğrul BAŞOKUR'a, Prof. Dr. Mehmet Emin CANDANSAYAR'a, Prof. Dr. Bülent KAYPAK'a, Prof. Dr. Selma KADIOĞLU'na ve tüm hocalarıma ve arkadaşlarıma ayrı ayrı teşekkür ederim.

Tez çalışmamda kullanmak üzere inceleme alanına ait yer bilimsel verileri ve jeolojik-jeoteknik etüd çalışmalarına ait raporları paylaşan Bursa Büyükşehir Belediyesi Deprem ve Zemin İnceleme Şube Müdürü Ahmet AĞLAN'a ve ekibine ve Jeoloji Mühendisi Ali Osman KARAHAN'a teşekkür ederim.

Eyüp BAKLACI

Eskişehir, 2023

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Eskişehir Teknik Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlâki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Eyüp BAKLACI

İÇİNDEKİLER

BAŞLIK SAYFASI	I
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	II
DANIŞMAN ONAYI	III
ÖZET	IV
ABSTRACT.....	V
TEŞEKKÜR	VI
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
TABLolar DİZİNİ	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ	XIII
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	XIV
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı	2
1.2. Materyal	2
1.3. Yöntem	2
2. AFET YÖNETİMİ VE AFET RİSKİ AZALTMA	3
2.1. Afet	3
2.2. Risk	3
2.3. Tehlike.....	4
2.4. Maruz Kalabilirlik	5
2.5. Zarar Görebilirlik	5
2.6. Afet Riskinin Azaltılması.....	8
2.7. Afet-Risk-Tehlike-Zarar Görebilirlik Arasındaki İlişki	9
2.8. Afet Türleri	11
3. AFET YÖNETİMİ.....	12

3.1. Modern Afet Yönetimi.....	13
3.1.1. Modern Afet Yönetiminin Aşamaları	14
3.1.1.1. Zarar Azaltma.....	15
3.1.1.2. Hazırlık.....	16
3.1.1.3. Müdahale.....	16
3.1.1.4. İyileştirme	17
3.2. Bütünleşik Afet Yönetimi	17
3.3. Toplum Tabanlı Afet Yönetimi.....	18
4. MEKÂNSAL PLANLAMA	21
4.1. Teori ve Uygulamada Mekânsal Planlamaya Giriş	21
4.2. Mekânsal Planlamanın Önemi.....	22
4.3. Mekânsal Planlama Terminolojisi.....	23
4.4. Mekânsal Planlama Sistemleri.....	23
4.5. Mekânsal Planlama Araçları	26
4.6. Mekânsal Stratejiler.....	26
4.7. Çok Seviyeli Mekânsal Planlama.....	27
5. AFETE DUYARLI PLANLAMA YAKLAŞIMI.....	32
6. YER BİLİMSEL VERİLERİN MEKÂNSAL PLANA ENTEGRASYONU ...	36
6.1. Yer Bilimsel Veri – Plan İlişkisi.....	37
6.2. Yer Bilimsel Etüd Raporları	39
6.2.1. Gözlemsel Jeolojik Etüd Rapor Formatı ($\leq 1/25.000$ ölçek)	40
6.2.2. Gözlemsel Jeolojik Etüd Rapor Formatı	41
6.2.3. Jeolojik–Jeoteknik Etüd Rapor Formatı	42
6.2.4. Mikrobölgeleme Rapor Formatı.....	44
6.3. Yer Bilimsel Verilerin Toplanması.....	46
6.3.1. Jeomorfolojik Durum	46
6.3.3. Hidrojeolojik Durum	47

6.3.4. Jeoteknik Çalışmalar	47
6.3.5. Jeofizik Çalışmalar	48
6.3.6. Depremsellik (Sismotektonik).....	49
6.4. Yerleşime Uygunluk Değerlendirmesi.....	49
7. BURSA İL MERKEZİ İNCELEMESİ.....	51
7.1. İnceleme Alanı Olarak Seçilme Nedeni.....	51
7.2. Konumu ve Genel Bilgiler	51
7.3. Jeolojik ve Jeomorfolojik Durumu.....	52
7.4. Hidrojeolojik Durumu	55
7.5. Şehirleşme ve Yerleşim Durumu	56
7.6. Yapı Stoğu.....	57
7.7. Afetsellik ve Depremsellik	57
7.8. Yer Bilimsel Çalışmalara Ait Veriler	60
7.9. Afetlere Yönelik Çalışmalar	60
8. BULGULAR.....	61
8.1. Jeolojik, Stratigrafik ve Morfolojik Bulgular	61
8.2. Jeofizik, Jeoteknik ve Hidrojeolojik Bulgular	76
8.3. Kütle Hareketleri, Taşkın/Sel ve Çığ.....	85
8.4. Sismolojik (Deprem) Bulgular	87
9. DEĞERLENDİRME	89
9.1. İl Merkezi Risk Değerlendirmesi.....	103
9.2. Öneriler	106
KAYNAKÇA.....	109
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1. Zarar Görebilir Unsurlar.....	7
Tablo 2.2. Meslek Disiplinlerinin Zarar Görebilirliğe Bakışı.....	8
Tablo 4.1. Mekânsal Planlamanın Faydaları.....	22
Tablo 6.1. Plan Kademeleri – Yer Bilimsel Etüdler.....	39
Tablo 6.2. Gözlemsel Jeolojik Etüd Rapor Formatı $\leq 1/25.000$ ölçek.....	40
Tablo 6.3. Gözlemsel Jeolojik Etüd Rapor Formatı.....	41
Tablo 6.4. Jeolojik-Jeoteknik Etüd Rapor Formatı.....	42
Tablo 6.5. Mikrobölgeleme Rapor Formatı.....	44
Tablo 6.6. Jeoteknik Çalışmalar Kapsamında Yapılan Arazi Deneyleri.....	48
Tablo 8.1. Bursa İl Merkezi ve Çevresinin Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti.....	71
Tablo 8.2. Yerel Zemin Sınıfları.....	79
Tablo 8.3. Farklı Zemin Türlerinin V_P – V_S Hızları.....	79
Tablo 8.4. Bursa İli Yeraltı Suyu Potansiyeli.....	82
Tablo 8.5. Bursa’da Meydana Gelen Heyelanların İlçelere Göre Dağılımı.....	86
Tablo 8.6. Marmara Bölgesi M.S. 400 Sonrası Tarihsel Dönem Depremleri.....	87
Tablo 9.1. Nilüfer İlçesinde Yapılmış Olan Jeofizik Çalışmalarda Elde Edilmiş Veriler.....	90
Tablo 9.2. Nilüfer İlçesinde Yapılmış Olan Jeoteknik Çalışmalarda Elde Edilmiş Zemin Dinamik Elastik Parametreleri.....	91
Tablo 9.3. Sismik Hız Oranı (V_P/V_S) Doygunluk İlişkisi.....	93
Tablo 9.4. Poisson Oranına Göre Zemin Sıkılık Sınıflaması.....	94
Tablo 9.5. Spektral Büyütme – Tehlike İlişkisi.....	94
Tablo 9.6. Maksimum Kayma Modülü (G_{max}) ve Dinamik Elastisite Modülüne (E_d) Göre Yer Özellikleri.....	95
Tablo 9.7. Osmangazi İlçesinde Yapılmış Olan Jeofizik Çalışmalarda Elde Edilmiş Veriler.....	96
Tablo 9.8. Osmangazi İlçesinde Yapılmış Olan Jeoteknik Çalışmalarda Elde Edilmiş Zemin Dinamik Elastik Parametreleri.....	98
Tablo 9.9. Yıldırım İlçesinde Yapılmış Olan Jeofizik Çalışmalarda Elde Edilmiş Veriler.....	99

Tablo 9.10. Yıldırım İlçesinde Yapılmış Olan Jeoteknik Çalışmalarda Elde Edilmiş Zemin Dinamik Elastik Parametreleri.....	100
Tablo 9.11. Bursa İli Genelinde Yer Bilimleri Açısından Konut Alanları Değerlendirmesi.....	102
Tablo 9.12. Bursa İlinin Arazi Kullanım Alanlarının Yerleşime Uygunluk Sınıflandırması.....	104



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Afet-Risk-Tehlike-Zarar Görebilirlik İlişkisi.....	11
Şekil 3.1. Geleneksel Afet Yönetim Modeli Döngüsü.....	13
Şekil 3.2. Modern Afet Yönetiminin Aşamaları.....	15
Şekil 4.1. Planlamaya Karma Tarama Yaklaşımı.....	31
Şekil 5.1. Kentsel Risk Yönetimi ve Sakınım Planlama İlişkisi.....	34
Şekil 6.1. Bütünleşik Yerleşime Uygunluk Değerlendirmesi.....	50
Şekil 7.1. Bursa İli İdari Haritası.....	52
Şekil 7.2. Bursa İli Jeomorfoloji Haritası.....	53
Şekil 7.3. Bursa İli Jeoloji Haritası.....	54
Şekil 7.4. Bursa İli Hidrojeoloji Haritası.....	55
Şekil 7.5. Bursa İli 1/250.000 Ölçekli Diri Fay Haritası.....	59
Şekil 7.6. Bursa İli Deprem Bölgeleri Haritası.....	59
Şekil 8.1. Türkiye ve Çevresinin Etkisinde Kaldığı Tektonik Yapı ve Birimler.....	61
Şekil 8.2. Karakaya Kompleksi.....	64
Şekil 8.3. Bursa İl Merkezi Jeomorfoloji Haritası.....	73
Şekil 8.4. Bursa İl Merkezi 1/25.000 Ölçekli Eğim Haritası.....	74
Şekil 8.5. Bursa İl Merkezi İle Çevresini Etkileyen Faylar.....	76
Şekil 8.6. Bursa'da Gerçekleştirilen Mikrotremor Ölçümleri.....	77
Şekil 8.7. Bursa İli Zemin Hâkim Frekansı Dağılım Haritası.....	77
Şekil 8.8. Kayma (S) Dalgası Hareketi.....	78
Şekil 8.9. Bursa İl Merkezi (V_s) ₃₀ Kontur Haritası.....	80
Şekil 8.10. Bursa Ankarası 3-B Derinlik Haritası.....	81
Şekil 8.11. Bursa İl Merkezi ve Yakın Çevresinin Hidrojeoloji Haritası.....	83
Şekil 8.12. Bursa İl Merkezi Sıvılaşma Potansiyeli Haritası.....	84
Şekil 8.13. Bursa İl Merkezi Heyelan Envanter Haritası.....	85
Şekil 8.14. Bursa İl Merkezi Heyelan Duyarlılık Haritası.....	86
Şekil 8.15. Bursa ve Çevresinin Tarihsel Dönem Depremleri Haritası.....	88
Şekil 9.1. Yer Bilimleri Açısından Sakıncalı Alanlar Üzerindeki Konut Alanları.....	102
Şekil 9.2. Bursa İli Sismik Tehlike Bölgeleri Haritası.....	105

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AİGM	: Afet İşleri Genel Müdürlüğü
BBB	: Bursa Büyükşehir Belediyesi
BM	: Birleşmiş Milletler
BUSKİ	: Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi
CEMAT	: The Council of Europe Conference of Ministers Responsible For Spatial/Regional Planning
CGS	: Canadian Geotechnical Society
ÇSB	: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
DASK	: Doğal Afet Sigortaları Kurumu
DSİ	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EADRCC	: Euro-Atlantic Disaster Response Coordination Centre
HGM	: Harita Genel Müdürlüğü
IRAP	: İl Afet Risk Azaltma Planı
İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
KAFZ	: Kuzey Anadolu Fay Zonu
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
M.Ö.	: Milattan Önce
M.S.	: Milattan Sonra
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
TBDY	: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
TEFZ	: Trakya–Eskişehir Fay Zonu
UN	: United Nations
UNDRR	: United Nations Office for Disaster Risk Reduction
UNISDR	: United Nations International Strategy for Disaster Reduction
USGS	: United States Geological Survey

1. GİRİŞ

Türkiye, aktif tektonik geçmişiyle hâlihazırda hareketli plakaların ortasında bulunan, bundan dolayı büyük bir tektonik gerilim altında kalan, sahip olduğu jeolojik, jeomorfolojik, topografik ve sismolojik özellikleri nedeniyle tarih boyunca büyük afetlere maruz kalan ve yüksek afet riski barındıran bir ülkedir. İstatistikler incelendiğinde sık sık doğal afetlere maruz kalan Türkiye'nin yerleşim alanlarının üçte ikisinin doğrudan afet riski taşıdığı görülmektedir.

Aletsel dönemle birlikte hem can kaybı, hem de ekonomik kayıplar bakımından ilk sırada gelen afet türü depremdir. Türkiye'de meydana gelen afetler nedeniyle yaşanan can kayıplarının %60'a yakını depremler sebebiyle olmaktadır. %20'si heyelan ve kaya düşmesi, %15'i sel ve su taşkınları, %5'i ise diğer doğal afetler nedeniyle meydana gelmektedir. Yüzölçümünün %96'sının deprem kuşağı üzerinde yer aldığı ülkemizde nüfusun kabaca %50'si birinci derece deprem kuşağında, %20'si ikinci derece deprem kuşağında, %30'u ise diğer deprem kuşağı bölgelerinde yaşamaktadır. Afet ve zarar görülebilirlik açısından değerlendirildiğinde oldukça yüksek risk barındıran bu durum olası afetler durumunda yüksek can kaybına ve yıkıcı ekonomik ve sosyal zararlara sebep olabilecektir.

Dolayısıyla mevcut durum değerlendirildiğinde ülkemizin kentsel ve kırsal gelişmesinde afet riski ile zarar azaltmaya yönelik çalışmaların önemi büyük olacaktır. Afet sonrası müdahalenin ön plana çıktığı geleneksel yaklaşımların, afet yönetiminde ortaya çıkardığı dezavantajlar, küreselleşen dünya ve buna bağlı olarak gelişen kentlerin başta doğal afetler olmak üzere her türlü afete yönelik yaklaşımlarında değişikliğe sebep olmuş, ayrıca planlamanın ve yer bilimsel çalışmaların önemini ortaya koymuştur.

17 Ağustos 1999'da meydana gelen Gölcük depremiyle birlikte ülkemizde afet yaklaşımı farklı bir noktaya evrilmiş, gerek mevzuat açısından, gerekse uygulama ve kurumsal yapı açısından köklü değişikliklere sebep olmuştur. 1999 depremiyle birlikte ülkemizde uygulanan planlama yaklaşımının hem afet yönetimi ve afet olgusu açısından hem depreme dayanıklı yapılaşma noktasında hem de uygulanan mühendislik yaklaşımları noktasında oldukça yetersiz olduğuna dair ciddi bir kanaat oluşmuştur. Ayrıca bu durum, afet yönetim sürecinin afet öncesi, esnası ve sonrasını kapsayacak şekilde bütüncül bir yaklaşımla yeniden ele alınması gerekliliğini ortaya koymuştur.

Son olarak 6 Şubat 2023 tarihinde yaşadığımız Kahramanmaraş merkezli depremler de hem afet yönetimi açısından, hem de afete duyarlı planlama ve yapılaşma açısından mevcut bulunan eksikliklerin ortaya çıkması açısından acı örnekler olmuştur.

Modern kentlerin, şehirlerin ve toplumun ihtiyacı olan bu bütüncül yaklaşım genel anlamıyla afete duyarlı planlama yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır. Afete duyarlı planlama ile her türlü afetin, her türlü senaryo ile değerlendirilmesi ve öncesi, esnası ve sonrasıyla tüm afet süreçlerinin önleme, hazırlık, zarar azaltma, iyileştirme ve kalkınma olarak ele alınması mümkün olabilmektedir. Afet risklerinin ve tehlikelerin analiz edilerek mekânsal olarak değerlendirilmesi toplumun ve kamu hizmetlerinin en az zararla afete karşı hazırlıklı olmasına imkân sağlayan bu yaklaşımın başarısı da yer bilimsel çalışmalar sonucu elde edilen verilerin tüm planlama süreçlerine entegrasyonu ile mümkün olmaktadır.

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışma ile genel anlamda afet, afet yönetimi ve mekânsal planlama kavramsal olarak ele alınmakta, yer bilimsel çalışmaların önemi ve afete duyarlı planlama yaklaşımında kullanımları incelenmekte ve bu çalışmaların Bursa il merkezindeki uygulamaları incelenerek sonuçlarının karşılaştırılması ve değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

1.2. Materyal

Bu çalışma kapsamında literatür taraması yapılmış, materyal olarak akademik yayınlar ve makalelerle birlikte kamu kurumları ile çeşitli kuruluşlara ait raporlar ve istatistiki veriler incelenmiştir.

1.3. Yöntem

Bu çalışmanın temeli yer bilimsel çalışmaların afet planlamasında kullanımına yönelik kavramsal inceleme ile konu özelinde yapılan çalışmaların araştırılmasına, incelenmesine ve değerlendirilmesine dayanmaktadır. Bu kapsamda elde edilen bilgiler, veriler, yasal mevzuat ile bütüncül bir afet yönetimi yaklaşımı değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

2. AFET YÖNETİMİ VE AFET RİSKİ AZALTMA

Bu bölümde afet ana başlığı altında yer alan kavramların terminolojik tanımlamalarına yer verilmiştir.

2.1. Afet

Birleşmiş Milletler Afet Riskinin Azaltılması Ofisi (UNDRR)’ne göre afet, maruz kalan bir topluluğun veya toplumun genelinin kaynaklarını kullanarak başa çıkma yeteneğini aşan, kırılganlığını artıran, yaygın ve uzun süreli insani, maddi, ekonomik, ve/veya çevresel etkileri içeren ciddi bozulma olarak tanımlanmaktadır. Afet sırasında veya hemen sonrasında meydana gelen, genellikle fiziksel birimlerle ölçülen (m^2 , km , $konut$, $vb.$) ve fiziksel varlıkların tamamen veya kısmen tahrip edilmesini, temel hizmetlerin bozulmasını ve etkilenen bölgedeki geçim kaynaklarına verilen zarar da afet hasarı (*disaster damage*) olarak tanımlanır.

Afet etkisi (*disaster impact*) ise tehlikeli bir olayın veya bir felaketin olumsuz etkileri (ekonomik kayıplar vd.) ve olumlu etkileri (ekonomik kazançlar vb.) dâhil olmak üzere toplam etkisidir. Terim; ekonomik, insani ve çevresel etkileri içerdği gibi fiziki, psikolojik ve sosyal refah üzerindeki olumsuz etkileri de içerebilir.

2.2. Risk

Risk kavramının Arapça “ar-rızk” “رزق” kelimesinden türediği ifade edilir. Latince “risicum”, Fransızca “risque”, İtalyanca “riscio” kelimelerinden türediği düşünülse de kökeni belirsizdir. İngilizce kaynaklarda ilk olarak 1728’de rastlanılmaktadır.

Risk, “Bir tehlikenin belirli bir zaman ve mekânda gerçekleşmesi durumunda tehdit altında olan unsurların alacağı hasarın düzeyine bağlı olarak oluşacak potansiyel kayıplar” (Kadioğlu, 2017) şeklinde tanımlanmaktadır.

AFAD’ın Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü’ne göre risk, “Bir olayın belirli koşul ve ortamlarda doğurabileceği can, mal, ekonomik ve çevresel gibi değerlerin kaybının gerçekleşme olasılığı”, UNDRR’ye göre ise “Bir sistemin, toplumun veya bir topluluğun belirli bir süre içinde başına gelebilecek olası can kaybı, yaralanma veya tahrip olmuş veya zarar görmüş varlıklar, olasılıksal olarak tehlike, maruz kalma, kırılganlık ve kapasitenin bir işlevi” olarak tanımlanmaktadır.

Afet riski, en basit hâliyle üç bileşenden oluşan bir fonksiyondur:

$$\text{Risk} = \text{Tehlike} \times \text{Maruz Kalabilirlik} \times \text{Zarar Görebilirlik}$$

Afet riski, genellikle ölçülmesi zor olan farklı potansiyel kayıp türlerini içermektedir. Risk değerlendirmesi yapılarak hâkim tehlikeler ve nüfus ve sosyoekonomik gelişme modelleri hakkında bilgi sahibi olunabilir, afet riskleri değerlendirilebilir ve haritalanabilir (Kahraman, 2021).

2.3. Tehlike

Tehlike, riski ortaya çıkaran faktörlerden birisidir. Arapça ك ل • kökünden türeyen “tahlukat” kelimesinden gelmektedir. “Tükenme, bitme, mahvolma” anlamlarına sahip Arapça helāk هلاك sözcüğünün mastarı olarak kullanılan kelimeye ilk kez hadis ve tefsir âlimi, kelâmcı ve edebiyatçı Muhammed ez-Zemahşerî’nin yaklaşık 900 yıl önce yazdığı “Muḳaddimetü’l-Edeb” isimli Arapça sözlüğünde rastlanmaktadır.

İngilizce’de “hazard” olarak ifade edilen ve “kayıp veya zarar” anlamlarına gelen kelimenin kökeni tam bilinmemekle birlikte 1540’lı yıllara ait kaynaklarda rastlanılmaktadır. Fransızca’da “zarla oynanan şans oyunu” olan “hasard, hasart” dan gelmekte olduğu düşünülmekte, İspanyolca’da oyunda “talihsiz bir kart veya zar atma”, veya Arapça’da “ölüm” anlamına gelen az-zahr kelimesinden geldiği düşünülmektedir. Ancak, klasik Arapça sözcükler arasında yer almamasından dolayı, kökeni şüphelidir (Online Etymology Dictionary, 2022).

Can kaybına, yaralanmaya veya sağlık açısından olumsuz etkilere, maddi ve manevi zarara, sosyo-ekonomik bozulmaya veya çevresel tahribata neden olabilecek bir süreç, fenomen veya insan faaliyeti olarak tanımlanır. Tehlikeler, köken ve etki bakımından tek, sıralı veya birleşik olabilir. Her tehlike; konumu, büyüklüğü, sıklığı, yoğunluğu ve olasılığıyla karakterize edilir.

Tehlike ayrıca, belirli bir zaman veya belirli bir coğrafyada ortaya çıkarak yaşamı ve çevreyi tehdit eden, toplumun sosyo-ekonomik düzenine ve etkinliğine, doğal çevreye, doğal kaynaklara, tarihi ve kültürel dokuya zarar verme potansiyeli olan doğal kaynaklı veya teknoloji ve insan kaynaklı fiziki olaylar ve olgular olarak tanımlanabilir. Diğer bir ifadeyle tehlike; doğal, teknolojik veya insan kaynaklı olan fiziki, sosyal ve ekonomik kayıplara yol açabilecek tüm olayları ifade eder.

Tehlikelerin tahmin edilemeyen ve ölçülemeyen veya ölçülmesi güç yönlerle sahip olması, göreceli olarak yeni bir disiplin olan risk değerlendirmesi disiplininin ortaya çıkmasında etkili olmuştur.

2.4. Maruz Kalabilirlik

Riski oluşturan etkenler arasında yer alan maruz kalabilirlik kavramının kökeni Arapça'da “arz olunmuş, açık bir şekilde ortaya konan, sergilenen, sunulan, bir şeye veya etkiye açık olan” anlamında kullanılan “معرض” ma’rud sözcüğünden türemiştir. (Etimoloji Türkçe, 2022) Kelimeye ilk kez, Da’i Mehmed Efendi tarafından 1649 yılında yazılan Nevhatü'l-Uşşak isimli eserde rastlanılmaktadır.

AFAD’ın Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü’ne göre maruz kalabilirlik, “Afet bölgelerinde ve riskli üretim alanlarında yer alan insanların, yapıların ve sistemlerin, potansiyel kayıp tehdidi altında bulunması”, UNDRR’ye göre ise “Tehlike altındaki bölgelerde bulunan insanların, alt ve üst yapının, binaların, üretim kapasitesinin ve diğer maddi varlıkların durumu” olarak tanımlanmaktadır.

Maruziyet önlemleri bir bölgedeki insan varlığını, varlık türlerini veya potansiyel risk unsurlarını içerebilir. Bunlar, ilgili alandaki bu tehlikeyle ilişkili nicel riskleri tahmin etmek için maruz kalan unsurların belirli bir tehlikeye karşı özel savunmasızlığı ve kapasitesi ile birleştirilebilir.

2.5. Zarar Görebilirlik

Zarar görebilirlik, afetlerin insani boyutudur ve insan yaşamını ve içinde yaşanılan çevreyi şekillendiren kurumsal, ekonomik, politik, sosyal, kültürel ve psikolojik faktörlerin bir sonucudur. Zarar görebilirlik, anlaşılması zor bir kavram olabilir. Çünkü farklı insanlar için farklı şeyler ifade etme eğilimindedir ve genellikle “kırılganlık”, “zayıflık”, “eksiklik”, “yatkınlık” veya “kapasite eksikliği” gibi çeşitli ifadelerle tanımlanabilmektedir.

Afet riski anlayışımıza kırılganlığı da dâhil ederek, afet riskinin sadece tehlikenin boyutuna veya maruz kalan kişi veya varlık sayısına bağlı olmadığını, aynı zamanda insanların ve tüm maddi varlıkların zarar ve zarara uğrama duyarlılığının bir yansıması olduğunu kabul ediyoruz. Bu maruziyet ve zarar görebilirlik (hasara veya yaralanmaya eğilimli veya duyarlı olmak) dereceleri, bazı aşırı olmayan tehlikelerin nasıl aşırı etkilere ve afetlere yol açabileceğini açıklamaya yardımcı olurken, bazı aşırı olaylar bunu yapmaz. Özellikle kapsamlı risk bakımından, riskin belirlenmesinde en büyük faktör genellikle insanların kırılganlığıdır.

AFAD’ın Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü’ne göre, farklı tür ve büyüklükteki tehlikeler karşısında, insanların ve yaşam çevrelerinin uğrayabileceği fiziksel, toplumsal, ekonomik veya çevresel zarar ve kayıpların ölçüsü olarak

tanımlanmakta, bazı kaynaklarda ise hassasiyet, savunmasızlık, kırılganlık gibi terimlerle ifade edilmektedir.

Zarar görebilirlik kavramını;

- Fiziksel zarar görebilirlik (İng. physical vulnerability), insan eliyle oluşturulmuş yapı, altyapı, çevre, tarım, sanayi, üretim vb. fiziksel unsurların zarar görebilirlikleri ile insan topluluklarının fiziksel kapasitelerini kapsar. Ölçülmesi veya sayısal hâle getirilmesi mümkündür.
- Sosyal zarar görebilirlik (İng. social vulnerability), bireylerin ve toplumun, psikolojik, sosyolojik ve demografik faktörler nedeniyle maruz kalabilecekleri, ölçülmesi güç ve hatta imkânsız olan, hasar veya zarar görebilirlik derecesidir.
- Ekonomik zarar görebilirlik (İng. economic vulnerability), toplumların ekonomik olarak yaşamlarını nasıl düzenledikleri, geçimlerini sağlama imkânları ile kapasitelerinin nasıl olduğu gibi faktörleri içermektedir.

olarak sınıflandırmak mümkündür.

UNDRR'ye göre ise, bir bireyin, bir topluluğun, varlıkların veya sistemlerin tehlikelerin etkilerine duyarlılığını artıran fiziki, ekonomik, sosyal ve çevresel faktörler ile süreçler tarafından belirlenen koşullar olarak tanımlanmaktadır.

Wisner ve ark. (2003) zarar görebilirliği, bir kişinin veya bir topluluğun bir afet veya bir tehlikenin (afet veya süreç) etkisini tahmin etme, bunlarla başa çıkma, direnme ve bunlardan kurtulma kapasitelerini etkileyen durumlar olarak ifade etmektedir. Zarar görebilirlik, bir kişinin yaşamının, geçim kaynaklarının, sahip olduğu varlıklarının doğal veya teknolojik-insan kaynaklı afetler açısından ne ölçüde riske maruz kalacağını belirleyen faktörlerin bir kombinasyonudur.

Bir tehlike halinde, birey veya topluluklar ile insan kaynaklı fiziki, ekonomik ve sosyal sistemler üzerinde oluşturacağı hasar ve zarar kolaylıkla ölçülebilir veya sayısallaştırılabilir ölçekte değildir. Tablo 2.1'de tehlike türüne göre ölçülebilir ve ölçülmesi mümkün olmayan unsurlar özetlenmiştir.

Tablo 2.1. Zarar Göretilir Unsurlar (Ergünay, 2009)

Tehlike Türü	Zarar Göretilir Unsurlar	
	Ölçülebilir	Ölçilemez
Deprem	> Yapılar, içinde yaşayan insanlar ve eşyalar.	> Soysal bütünlük, toplumsal yapı, yönetim yeteneği ve boşluğu, gelenek ve kültürel değır bozulmaları, psikolojik zarar ve kayıplar, tarihi ve kültürel değırler.
	> Fiziksel alt yapılar, fabrikalar, araç-gereç ve ekipmanlar, stoklar, tarım ürünleri vb.	
Kuraklık Açlık	> Tarım ürünleri ve stokları, toprak verimi, canlı hayvan kaybı, insan sağlığı.	> Topluluğun dağılması, sosyal düzenin bozulması, gelenek ve kültürel değır kaybı, çevrenin ve ekolojik dengelerin bozulması, psikolojik kayıplar.
Teknolojik Afetler	Yakın çevrede can kaybı, yaralanmalar, sağlık problemleri, binalar, alt yapı, > ekipman kayıpları, hayvan ve zirai ürün kayıpları, üretim kayıpları, çevresel bozulmalar.	> Çevrenin tahribi, uzun süreli sağlık problemleri, kültürel değır ve güven kaybı, uzun süreli tahliyelerin yol açabileceği sosyal bütünlük ve kültürel değır kayıpları ve psikolojik etkiler.

Birey, grup ya da varlıkların fiziksel, sosyal ve ekonomik yönden eksiklikleri afetler karşısında zarar göretilir olarak kabul edilir. Ancak zarar göretilirlik kavramına disiplinler arası yaklaşımda farklılıklar görölmektedir. Fen bilimleri alanına giren meslek disiplinleri zarar göretilirliğin daha çok nesnel ve nicel olarak ölçülebilen fiziksel kısmına yoğunlaşırken, sosyal bilimleri alanına giren meslek disiplinleri ise zarar göretilirliğin kişiler üzerindeki sosyolojik ve psikolojik etkisi üzerinde yoğunlaşmışlardır (Erdoğan ve Ubay Tönük, 2018).

Tablo 2.2. Meslek disiplinlerinin zarar görebilirliğe bakışı (Özceylan, 2011)

Disiplin	Zarar Görebilirlik Bakış Açısı	Öneriler
Coğrafya	Tehlikeli bölgelerin kullanımı zarar görebilirliği belirler	Arazi kullanımı planında tehlikenin dikkate alınması riski azaltır
Meteoroloji	Erken uyarı sistemlerinin yetersizliğinden olur	Etkin erken uyarı sistemlerinin mevcudiyeti ve etkin kullanımı
Mühendislik	Yapılar tehlikenin şiddetine karşı koyamadığında zarar görebilirlik oluşur	Yapıların tasarımı ve inşası afete karşı dirençli olmayı destekler
Antropoloji	Zarar görebilirlik değerler, davranışlar ve uygulamalardan kaynaklanır	Riski artıran uygulamalardan ve davranışlardan vazgeçilmesi
Ekonomi	Zarar görebilirlik yoksulluk ile ilişkilidir ve sonuç afetten korunamama, hazırlıklı olamama ve iyileşememekten ötürü meydana gelir	Refahın artırılması ile kaybı minimize edecek ve çabuk iyileşmeyi sağlayacak sigortaya sahip olunması
Sosyoloji	Zarar görebilirlik ırk, cinsiyet, yaş, engelli olma gibi özelliklerle ilintilidir	Davranışsal modellerin anlaşılması ve özel ihtiyaçları olan grupların önemsenmesi
Psikoloji	Zarar görebilirlik duygusal olarak stres ve kayıpla başa çıkamamaktan kaynaklanır	İnsanlara riski anlamaları ve azaltabilmeleri için yardım edilmesi ve afet sonrası destek sağlanması
Epidemoloji	Hastalıklara ya da yaralanmalara yatkınlıktan kaynaklanır ve sağlıkla ilgili nedenlerden ötürü meydana gelir	Afet öncesi, sırası ve sonrasında sağlık ve acil yardım hizmetlerinin artırılması
Siyaset bilimi	Politik yapının ve yanlış karar vermenin sonucudur	Politik sistemin yapısındaki değişiklikler ve politikacıların afetler konusunda eğitilmesi
Kamu yönetimi	Kanunların yetersizliğinden, politikaların etkin uygulanamamasından ve yaptırım gücünün olmamasından kaynaklanır	Önceden hazırlıklı olma ile yanıt ve iyileştirme kapasitesinin artırılması, politikaların uygulanması ve yaptırımın olması
Afet yönetimi	Afetin meydana gelmesinin ardından gereken önemli faaliyetlerin yerine getirilmesi için gereken kapasitenin yetersizliğinden kaynaklanır (tahliye, arama ve kurtarma vs)	Afetler hakkında halkı bilinçlendirme ve kaynaklara sahip olma, planlama, eğitim ile kapasitenin artırılması

Afet tehlikesi arttıkça zarar görebilirlik olasılığı da artmaktadır. Kentler, zarar görebilirliği en fazla olan sistemlerdir. Çünkü kentler bünyesinde birçok fiziksel, sosyal ve ekonomik varlık barındırmaktadır. Dolayısıyla kentler birçok sistemden oluştuğu için kentsel zarar görebilirliği sadece fiziksel olarak algılamak gerçekçi bir yaklaşım değildir. Afetler karşısında kentsel zarar görebilirliğin tam anlamıyla anlaşılabilmesi için, kentin fiziksel, sosyal, ekonomik, kültürel, ekolojik vb. öğelerinin değerlendirilmesi gereklidir (Erdinç ve Ubay Tönük, 2018).

2.6. Afet Riskinin Azaltılması

Afetler genellikle doğal tehlikeleri takip eder. Bir afetin ciddiyeti, bir tehlikenin toplum ve çevre üzerinde ne kadar etkisi olduğuna bağlıdır. Etkinin ölçeği, yaşamlarımız ve çevremiz için yaptığımız seçimlere bağlıdır. Bu seçimler, yiyeceklerimizi nasıl yetiştirdiğimiz, evlerimizi nerede ve nasıl inşa ettiğimiz, ne tür bir hükümete sahip olduğumuz, finansal sistemimizin nasıl çalıştığı ve hatta okullarda ne öğrettiğimiz ile ilgilidir. Her karar ve eylem bizi felaketlere karşı daha savunmasız veya onlara karşı daha dirençli hale getirir.

Afet riskinin azaltılması, afetlerin nedensel faktörlerini analiz etmek ve azaltmak için sistematik çabalarla afet risklerini azaltma uygulamasıdır. Tehlikelere maruziyetin azaltılması, insanların ve varlıkların kırılganlığının azaltılması, yaşanan çevrenin,

arazilerin ve doğanın akıllıca yönetimi ve olumsuz olaylara karşı hazırlığın, önleme çalışmalarının ve erken uyarı kabiliyetinin geliştirilmesi, afet riskinin azaltılmasına örnektir.

Afet riskinin azaltılması, dayanıklılığın güçlendirilmesine ve dolayısıyla sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasına katkıda bulunan yeni ve mevcut afet riskinin önlenmesini ve artık riskin yönetilmesini amaçlamaktadır.

2.7. Afet-Risk-Tehlike-Zarar Görebilirlik Arasındaki İlişki

Bir afetin meydana gelmesinde iki temel faktör rol oynar. Bunlar; öncelikle bir tehlikenin var olması ve bu tehlikenin doğuracağı risk ve sebep olacağı olaylardan dolayı zarar görebilecek bir topluluğunun, bir canlı grubunun veya maddi varlığın olmasıdır. Tehlike denilen şey, aslında güçlü bir potansiyel afet tehdididir.

Tehlikenin yerleşim yerlerine ve çevreye zarar vermesin durumunda ve insanların yalanmasına, vefat etmesine veya sahip olunan maddi varlıklara zarar gelmesine neden olması durumunda, bu tehlike afete dönüşmüştür ve artık afetin varlığından söz edilebilir.

Bu çerçevede bir tehlike, yani bir deprem, sel ya da kasırga gibi fiziksel bir olay, sosyal sistemin işleyişini ve teknolojik ürünleri (binaları ve diğer yapıları) negatif etkilemesi durumunda afet olarak tanımlanabilecektir. Binalara ve sosyal çevreye yıkıcı zarar vermediği, anlamlı negatif sosyal etkilere yol açmadığı sürece ise afet olarak nitelendirilmeyecektir (Ersoy Yılmaz, 2017).

Yapılan tanımlardan da anlaşılacağı üzere afet, bir tehlikenin veya olayın kendisi değil sebep olduğu kayıplar, zararlar yani istenmeyen sonuçlardır. Buradan yola çıkarak afet aşağıdaki basit formülle ifade edilmektedir.

$$\text{Afet} = \text{Tehlike} \times \text{Zarar Görebilirlik}$$

Bu formülden de anlaşıldığı üzere, tehlike ne kadar büyük olursa olsun, zarar görebilirlik küçükse, yani toplumun tehlikeyi belirleme, zararlarını azaltma, basa çıkma, yaşamı süratle normale döndürme kapasitesi yüksek ise afet o kadar küçük boyutta olacaktır. Aksine tehlike küçükte olsa, zarar görebilirlik yani toplumun tehlikeyi belirleme, zararlarını azaltma ve basa çıkma kapasitesi yetersiz ise, afetin yol açtığı kayıp ve zararlar yine de büyük olacak ve küçük bir tehlike büyük bir afetle sonuçlanabilecektir (Ergünay, 2009).

Afet terminolojisi içerisinde afet ve tehlike kavramlarında olduğu gibi tehlike ve risk kavramlarında da anlam karmaşası yaşanmaktadır. Tehlike ile risk çoğu zaman bir

birinin yerine kullanılmasına karşın, iki farklı kavramdır. Tehlike, doğal veya teknolojik-insan kaynaklı oluşan herhangi bir olayın meydana gelmesi durumu ve çoğu zaman irademiz dışında gelişen ve sürekli olarak var olabilen bir olgu iken, risk ise tehlikenin sebep olacağı sosyo-ekonomik kayıpların, ölü ve yaralı sayısı vb. kayıp olasılıklarının bir ifadesi olup, irade dâhilinde ve dolayısıyla yaşam çevresinde müdahale edilebilir özelliklere sahiptir.

Risk aynı zamanda bir risk unsurunda, gelecek zaman diliminde, belirli bir tehlikede oluşabilecek beklenen kayıp düzeyini ifade eder (Akbulut ve Aytuğ, 2005). Yani deprem, sel, volkanik faaliyet, kasırga vs. gibi bir olayın gerçekleşmesi bir tehlikedir. Risk ise oluşan bu tehlikenin mal ve can kaybına yansımalarının ölçüsüdür (Utku, 2003).

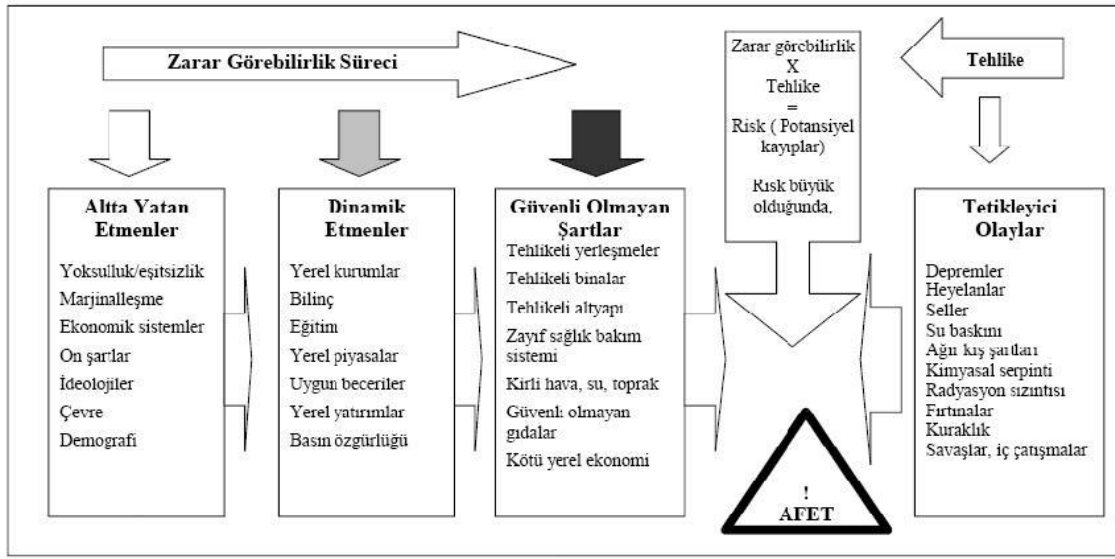
Riskten yani kayıp olasılığından bahsedebilmek için, belirli bir yerde, belirli bir büyüklükte bir olay veya tehlikenin olması, mevcut değerlerin bu tehlikeden etkilenme oranlarının veya zarar görebilirliklerinin mevcut olması veya tahmin edilebilmesi gerekmektedir (Ergünay, 2009).

Buna göre riski matematiksel olarak aşağıdaki gibi formüle etmek mümkündür.

$$\text{Risk} = \text{Tehlike} \times \text{Maruz Kalabilirlik} \times \text{Zarar Görebilirlik}$$

Afet ve risk benzer gözüktse de tanımlarda verildiği üzere afet, meydana gelmiş bir olayın sebep olduğu kayıp ve zararların tamamını ifade etmektedir. Yani olayın yol açtığı istenmeyen sonuçların tamamıdır. Risk ise, afet veya olay meydana gelmeden önce sebep olabileceği olumsuz sonuçların tahmin edilmesi ve belirlenmesi işlemidir.

Bu formülden yola çıkarak riskin azaltılabilmesi için, zarar görebilirlik ve kentsel risk faktörlerinin (tehlikeye maruz değerler) tanımlanmış tehlikelerden uzak tutulması gerekmektedir. Şekil 2.1’de afet, tehlike, risk ve zarar görebilirlik kavramları arasındaki ilişki şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Afet-Tehlike-Risk-Zarar Görebilirlik İlişkisi (Ergünay, 2009)

2.8. Afet Türleri

Afetlerin açıklanmasında, sınıflandırılmasında ve tanımlanmasında farklı yaklaşımlar mevcuttur. Afetler bazen ikili olarak, bazen üçlü olarak tasnif edilmektedir. Afetlerin algılanması sadece metodolojik olarak değil, toplumların gelişmişlik düzeylerine göre de değişim göstermektedir. Gelişmiş toplumlarda afet olarak kabul edilen bazı olaylar, az gelişmiş veya gelişmekte olan toplumlarda afet olarak kabul görmemektedir. Ayrıca, önceleri afet olarak kabul edilmeyen olayların, zaman içerisinde gelişmişlikle orantılı olarak afet olarak kabul edildikleri veya tam tersi süreçler de görülmektedir. Afet genel bir kabul olarak, beklenmeyen, oluş zamanı önceden bilinmeyen, tahmini zor veya mümkün olmayan bir olgu/olay olarak tanımlanmaktadır. Yaşanan doğa olayları insan yaşamını ilgilendirdiği ölçüde afet olarak nitelendirilmektedir. Afetler genelde, doğal afet ve doğal olmayan afetler olarak ikiye ayrılmaktadır.

Avrupa Atlantik Afet Müdahale Koordinasyon Merkezi (EADRCC) Yönergesi ekinde, afet türleri olarak doğal afetler ve teknolojik afetler benimsenerek ikili bir sınıflandırmada bulunmaktadır. Doğal afetler başlığı altında deprem, tsunami, volkanik aktivite, heyelan, sel, kuraklık, çevre kirliliği, çölleşme, salgınlar gibi afetler yer almaktadır. Teknolojik (insan kaynaklı) afetler başlığı altında, nükleer kazalar, kimyasal ve endüstriyel kazalar, demiryolu, uçak ve gemi kazaları, terörizm vb. eylem ve olaylar yer almaktadır. Teknolojik afetler kendiliğinden meydana gelebileceği gibi bir doğal afet sonucu da tetiklenebilmektedir.

3. AFET YÖNETİMİ

Afet Yönetimi kavramı, afetlere hazırlık, önleme, müdahale, afetlerden kurtulma ve afet sonrası iyileştirme ve kalkınmanın organizasyonu, planlanması ve uygulanması olarak tanımlanabilir.

Afet Yönetimi, “afetlerin önlenmesi ve zararların azaltılması, afet sonucunu doğuran olaylara zamanında, hızlı ve etkili olarak müdahale edilmesi ve afetten etkilenen topluluklar için daha güvenli ve gelişmiş yeni bir yaşam çevresi oluşturabilmesi için, toplumca yapılması gereken top yekûn bir mücadele sürecini” ifade etmektedir (Aşıkoğlu Şahin, 2009).

Afetler birçok şekilde meydana gelir. İnsan kaynaklı afetler, insan hatalarından kaynaklanır ve endüstriyel patlamalar veya yapı hatalarını içerir. Doğal afetler fiziki olaylardan kaynaklanır. Hangi biçimde olursa olsun, afetler toplumları bozar ve insanlara, mülklere, ekonomilere ve çevreye ciddi zararlar verebilir. Genellikle bir topluluğun başa çıkma kapasitesini aşarlar. Afet yönetimi, afetlere etkin bir şekilde hazırlanma ve bunlara yanıt verme sürecidir. Afetlerin neden olduğu zararı azaltmak için kaynakları stratejik olarak organize etmeyi sağlar. Ayrıca afet önleme, hazırlık, müdahale ve kurtarma sorumluluklarını yönetmeye yönelik sistematik bir yaklaşımı da içerir.

Genel olarak afet yönetimi, afetlerin önlenmesi ve zararlarının azaltılması amacıyla bir afetin, öncesinde, esnasında ve sonrasında yapılması gereken çalışmaların, planlanması, yönlendirilmesi, koordine edilmesi, desteklenmesi ve uygulanabilmesi için tüm kurum ve kuruluşların ve kaynaklarının bu ortak hedefler doğrultusunda yönetilmesini gerektiren çok geniş bir kavramdır (Ergünay, 2009).

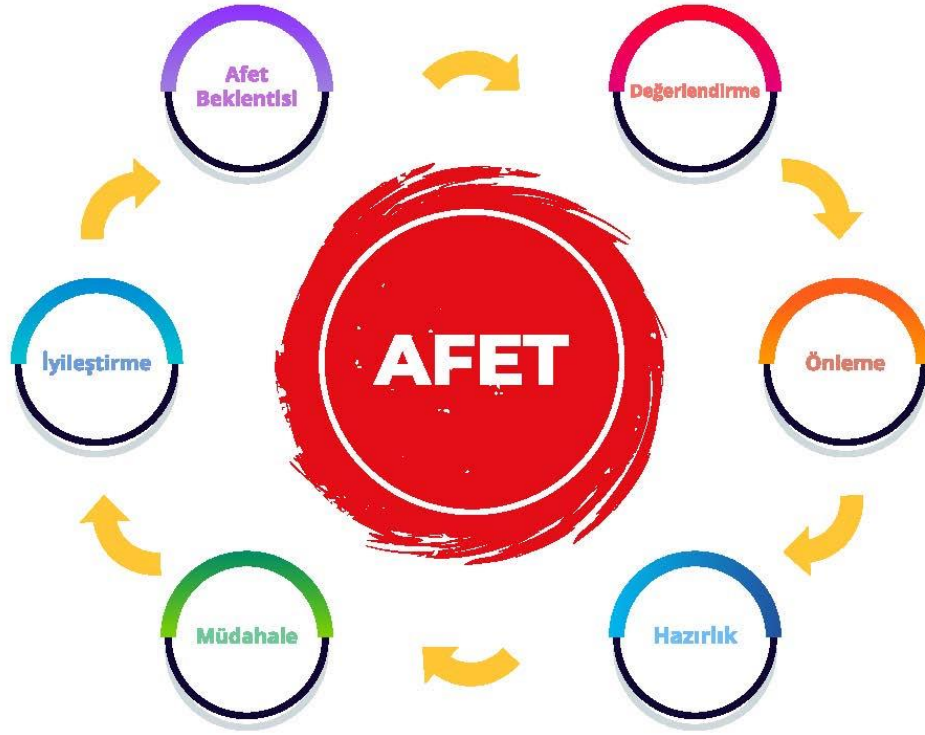
Afet Yönetimi, afetlerin önlenmesi ve zararların azaltılabilmesi için afet öncesi, afet sırası ve afet sonrasında yapılması gereken teknik, yönetsel ve yasal çalışmaları belirleyen ve bunları uygulamaya sokan; bir afet karşısında etkili bir uygulama yapabilmeği sağlayan ve olaylardan elde edilen deneyimlerin ışığında mevcut sistemi geliştiren bir yönetim yaklaşımıdır (Uluğ, 2009).

Afet yönetimi olgusuna geleneksel yaklaşım; afetler karşısında gerçekleştirilmesi gereken polis, itfaiye, acil tıbbi yardım, sivil savunma hizmetleri; bu hizmetler için gereken eğitim ve afetler sonrası için de hasarların onarımını içeren iyileştirme aşamalarından oluşan bir süreçtir. Ancak bugün, bu tip afet yönetiminin geleneksel algılamasının ötesinde, kompleks ve oldukça detaylı bir süreç olduğu yönünde yeni bir

anlayış gelişmiştir. Bu yeni anlayışa göre afet yönetimi, sadece afet durumlarına acil müdahale etmeyi veya afet sonrası bir takım iyileştirme çalışmaları yapmayı değil aynı zamanda afetlerin yol açacağı zararları azaltmayı veya hazırlıklı olmayı içeren bir süreci ifade etmektedir (Çiğler, 1988).

Afet yönetiminde iki temel yaklaşım bulunmaktadır. Bunlar, yalnızca afete müdahale eylemlerini içine alan “geleneksel afet yönetimi” ile afet öncesi, afet esnası ve sonrasındaki tüm süreçleri kapsayan “modern afet yönetimi” yaklaşımlarıdır.

Geleneksel Afet Yönetimi Modeli (GAYM) terminolojik olarak açıklandığında afet olaylarının neden olduğu kaybın azaltılması için afet öncesi ile afet sonrası alınacak tedbirleri hem ayrı ayrı, hem de bütünlük olarak uygulamayı öngören bir sistem olarak ifade edilmektedir. Şekil 3.1’de GAYM döngüsü gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Geleneksel Afet Yönetim Modeli Döngüsü (Burkle, 2014)

3.1. Modern Afet Yönetimi

Modern Afet Yönetim Modeli, insanların ve yaşanılan çevrenin afetlerin etkilerinden en az düzeyde etkilenmesi, can ve mal kayıplarının mümkün olduğunca

önlenmesi ve zararın azaltılması amacıyla afet öncesinde, afet anında ve afet sonrasında “hazırlık, önleme, zarar azaltma, acil ve hızlı müdahale, iyileştirme ve kalkınma” aşamalarını ihtiva eden bir yaklaşımdır. Model, getirdiği sistematik yaklaşımla afet yönetimi süreçlerinin netleşmesini ve iyileştirilmesini sağlasa da, yürütülecek çalışmaları ve uygulanacak yöntemleri içeren bir yönetim ve örgütlenme önerisinde bulunmamaktadır.

Diğer bir deyişle modern afet yönetimi yaklaşımı, günümüzde her türlü tehlikeye ve afete karşı hazırlıklı olma, zarar azaltma, önleme, müdahale etme ile iyileştirme ve kalkınma amacıyla mevcut kaynakları organize eden, analiz, planlama, karar alma, değerlendirme ve uygulama süreçlerinin tümüdür.

3.1.1. Modern Afet Yönetiminin Aşamaları

Modern afet yönetimi döngüsü, kamu ve özel idareler ile tüm toplumun afetlerin etkisini planladığı ve azalttığı, bir afet öncesinde, esnasında ve sonrasında tepki verdiği ve bir afet meydana geldikten sonra toparlanmak için adımlar attığı süreci ifade etmektedir. Tüm aşamalardaki uygun eylemler, döngünün bir sonraki yinelenmesi sırasında daha fazla hazırlık, daha iyi tedbir, daha az zarar görülebilirlik ve afetlerin önlenmesini sağlayacaktır. Bu döngü, kamusal, toplumsal ve birey bazında beklenmedik olayların etkisini azaltmasına ve ilk kriz atlatıldıktan sonra mümkün olduğunca çok kaynağı geri kazanmaya yardımcı olur.

Modern afet yönetim döngüsünün 3 temel amacı vardır; kaybı azaltmak, yardım ulaştırmak ve iyileşmeyi ve yeniden kalkınmayı sağlamak.

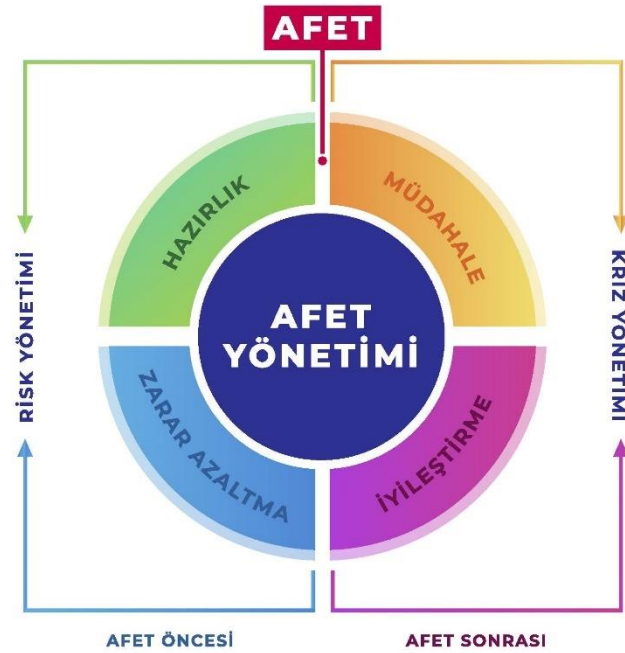
Modern afet yönetim döngüsünün ilk temel amacı, afetin kendisinden kaynaklanan ani kaybı azaltmak veya durdurmaktır. Bir afete ilk tepki olayın sonucunu ve sonrasını etkileyebileceğinden, afet yönetimi döngüsünde kaybın azaltılması acil bir öncelik taşır. Kaybı azaltmak, mevcut krizden dolayı tehlike altında olanlara yardım etmeyi de içerebilir. Bir müdahale esnasında güvenlik ve kurtarma yöntemlerini mümkün olan en kısa sürede yerine getirmek, hasarın veya olumsuz etkinin iyileştirilmesine yardımcı olacaktır.

Afet yönetiminin diğer bir amacı, yardıma ihtiyacı olanlara yardımı ulaştırmaktır. Bu, tehlikeli bir yerden tahliyeyi veya yaralanmaların tedavisini içerebilir. Yardımın sağlanması, yardımcı olabilecek tüm personelle müdahaleyi gerektirir. Bir kriz sırasında bir alanının güvence altına alınması, herkesin toplanmasına ve ihtiyacı olanlara yardım

sağlamasına yardımcı olabilir. Afete bağlı olarak, yardımın etkili bir şekilde yapılabilmesi için farklı uzmanlık seviyeleri gerekebilir.

Afet yönetimi döngüsünün nihai amacı, hem yapılaşmanın, hem de birey ve toplum bazında iyileşmeyi teşvik etmek ve sağlamaktır. İyileşme ve yeniden kalkınma süreci, bir bölgenin ekonomisi, altyapısı, nüfusu ve ekosistemi gibi tüm konuları kapsamaktadır. Afetten etkilenen herkesin eski yaşamına dönebilmesi ve etkinin ortadan kaldırılması nihai noktadır.

Afet yönetimi, zarar azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirme gibi dört ana aşamadan (Şekil 3.2) oluşur. Bu aşamalar kimi zaman birbiriyle çakışabilir, kimi zaman aynı eylemleri yapmayı gerektirebilir. Afet yönetiminde afet öncesi süreç Risk Yönetimi olarak ifade edilirken, afet sonrası süreç Kriz Yönetimi olarak ifade edilir.



Şekil 3.2. Modern Afet Yönetiminin aşamaları (Kadioğlu, 2008'den yararlanılmıştır)

3.1.1.1. Zarar Azaltma

Zarar azaltma, bir afetten kaynaklanabilecek kayıpları (can ve mal) önlemeyi ve/veya en aza indirmeyi amaçlar. Bu aşamada fiziksel ve yapısal önlemler alınabilir. Fiziksel önlemler, olası bir afetin etkilerini azaltmak için bir yapının veya bir çevrenin fiziksel özelliklerini değiştirmek olabilir. Yapısal önlemler ise, gelecekte yapılacak tüm yapıların güvenliğini optimize etmek için gerekli olan düzenlemeleri ve çevresel faktörlerin iyileştirilmesini içerir.

Zarar azaltma aşaması, afetlerden sonra iyileştirme ve yeniden inşâ faaliyetleriyle beraber başlar ve yeni bir afet olana kadar devam eder (Kadıoğlu, 2008). Bu aşamada yürütülen çalışmalar küçük bir yerleşim biriminden şehir, ülke geneline kadar çok geniş uygulama alanlarına yayılabilmektedir. Afetlerin toplum üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak, Afet Yönetiminin ana odak noktasıdır.

3.1.1.2. Hazırlık

Afet Yönetimi, her türlü afet için acil durum planları geliştirmede birey, toplum ve hükümetlere yardımcı olur. Toplumda var olan potansiyel tehlikelere karşı farkındalığı ve halkın hazırlığını artırmak, zamanında, uygun ve etkin bir şekilde koordine ve organize bir şekilde müdahale edebilmeye hazırlanmak da modern afet yönetimi kapsamında ele alınır.

Hazırlıklı olma, bireylerin, toplulukların, işletmelerin ve kuruluşların bir afet durumunda ne yapacaklarını planlayıp, eğitilebildikleri devamlı bir süreçtir. Hazırlıklı olma durumu, en yüksek düzeyde hazır olma durumunu sağlayan sürekli eğitim, değerlendirme ve düzeltici eylem olarak tanımlanır.

Afetlere iyi koordine edilmiş müdahaleler önceden planlama gerektirir. Bu, hızlı ve etkili müdahaleye yardımcı olur. Afete hazırlık planları 4 ana başlıkla ifade edilebilir:

- Organizasyon ve kaynakları belirlenmesi.
- Rol ve sorumlulukların belirlenmesi.
- Prosedürler, yönergeler ve politikaların oluşturulması.
- Afet hazırlığını artıracak ve süreci iyileştirecek faaliyetlerin (eğitim, tatbikat vb.) düzenlenmesi.

3.1.1.3. Müdahale

Afet yönetimi, acil bir durum esnasında ve hemen sonrasında, hayat kurtarabilecek, halk sağlığını ve her türlü yapı ile canlıları koruyabilecek yardım faaliyetlerini gerçekleştirmeye, idari ve sosyal yapının normalleştirilmesine ve ilk müdahaleye odaklanır. İlk müdahalenin ardından çalışmalar ekonomik, fiziksel ve sosyal olarak toplumun yeniden inşâsına ve toplulukların desteklenmesine yönelir. Hem kısa vadeli, hem de uzun vadeli olabilir. İdeal olan, toplumsal ve çevresel güvenliğin yeniden sağlanmasına yardımcı olmak ve maddi hasar riskini en aza indirmek için kaynakların (*personel, malzeme, ekipman dâhil*) verimli kullanımını koordine etmektir.

Müdahale aşamasında, devam eden tehlikelere odaklanılır ve afet riskinin ve tehlikenin bertaraf edildiği stabilize alanların oluşturulması sağlanır.

Müdahale çalışmalarının ana hedefi, öncelikle mümkün olan en kısa sürede çok sayıdaki insan hayatını kurtarmak, yaralıları sağlık hizmetlerini sunmak ve açıkta kalanları yiyecek-içecek, giyecek, barınma, ısınma, korunma gibi hayati ihtiyaçlarını en uygun yöntemlerle karşılamaktır.

3.1.1.4. İyileştirme

Afet yönetiminin son aşaması iyileştirmedir. Bu süreç uzun zaman alabilir, afetin etkisine göre bazen yıllar hatta on yıllar alabilir. İyileşme aşaması önceliklendirme gerektirir. İlk olarak yiyecek-içecek, temiz su, ulaşım ve sağlık hizmetleri ile kamu hizmetleri gibi temel ihtiyaç ve hizmetlerin eski haline getirilmesi sağlanmalıdır. Bu aşama, bireylerin, toplulukların, işletmelerin ve kamu hizmetlerinin afetin etkisine bağlı olarak normale veya yeni bir normale dönmesini sağlamayı amaçlamaktadır.

Bazı araştırmacılar iyileştirme aşamasına yeniden inşâ sürecini de dâhil etmekte ve bu aşamanın afetzedelerin ihtiyaçlarının en azından afet öncesindeki seviyesine veya mümkünse daha ileri bir düzeyde karşılanana kadar devam ettirilmesini öngörmektedir.

Bu aşamada iyileştirici önlemlerin alınacağı kaynakların yönetimi söz konusudur. İyileştirici önlemler afetin bıraktığı hasara göre önceliklere ayrılarak bir plan dâhilinde alınmalı, kaynak yönetiminin dört ana bileşeni (*planlama, organizasyon, yönetim, kontrol*) kullanılmalıdır. İyileştirme aşamasında yapılacak ikinci işlem kaynakların tasfiye edilmesidir. Tasfiye aşamasında kaynakların kullanım oranları kaydedilmeli, görülen aksaklıklar tespit edilmeli, bir sonraki acil durumdan önce düzeltilmelidir. Kaynak kullanımı konusunda edinilen tecrübeler yardımıyla Acil Durum Eylem Planları gözden geçirilmelidir. Böylece iyileştirme, “toplum ve bireylerin, işyerlerinin ve devlet kurumlarının kendi kendilerine çalışabilmeleri, normal yaşama dönmeleri ve gelecekte olası tehlikelere karşı korunmalarını sağlayacak şekilde yeniden yapılandırılması” şeklinde tanımlanabilir (Kadioğlu, 2008).

3.2. Bütünleşik Afet Yönetimi

Bütünleşik Afet Yönetim Modeli, afet ve acil durum yönetimi ile ilgili geleneksel yaklaşımın ve bir olaya, olay anında müdahale ve sonrasındaki kurtarma sürecine odaklanan anlayışın yerine geçen, kurumsal planlama ile tüm kaynakların koordineli kullanılmasını önceleyen kavramsal ve pratik bir yaklaşımdır. Bu modelde, afet yönetiminin her aşamasında risklerin yönetimi ve tehlikenin bertaraf edilmesi ile

iyileştirme ve yeniden inşâ çalışmalarına odaklanılmaktadır. Bundan dolayı risk ve afet senaryoları hakkında daha kapsamlı bilgi ve daha bütüncül bir anlayışa ihtiyaç duyulmaktadır. Modern yaklaşımlarda önleme, zarar azaltma ve hazırlık aşamalarına odaklanılarak can ve mal kayıplarının önüne geçilmesi hedeflenmekte, güvenli yaşam alanlarını ve dirençliliği artıracak, zarar görebilirliği azaltacak uygulamalar ile mevzuat geliştirilmektedir. Bütünleşik afet yönetim sistemi, afet yönetiminde ülkedeki tüm kaynakların (insan kaynağı, her türlü araç, gereç ve malzeme) bir koordinasyon içerisinde yönetildiği ve verimli bir şekilde kullanıldığı bir sistemdir. Bu sistem ülkelerin sürdürülebilir kalkınmasının afetler nedeniyle kesintiye uğramasına sebep olacak etkenlere karşı önlemlerin alınması amacıyla zarar azaltma ile hazırlık aşamalarına ayrılan kaynakların ve çabaların kademeli olarak arttırılmasını sağlamaktadır.

Kaynaklarının etkin kullanımı açısından ülkelerin kalkınma planlarında toplumun afetlerde zarar görebilirliğine ilişkin analiz ve değerlendirmeler yapılarak, önleyici tedbirlerin alınmasına özen gösterilmektedir. Bütünleşik model, modern afet yönetiminin aşamalarını bütüncül bir yaklaşımla ele almaktadır. Her aşamada yürütülecek çalışmalar ve bu çalışmaların sorumlularının belirlenmesi gerekmektedir. Model, afet öncesi, afet esnası ve afet sonrasındaki tüm aşamalar için çoklu senaryolar ihtiva eden kapsamlı planlama faaliyetlerini gerektirmektedir.

3.3. Toplum Tabanlı Afet Yönetimi

Toplum Tabanlı Afet Yönetim Modeli (TOTAY), afet yönetiminin yalnızca kurum ve kuruluşların görevi olmadığını, toplumun her kademesinin karar alma süreçleri de dâhil olmak üzere afet yönetiminin tüm aşamalarında yer alması gerekliliğini kabul eden bir yaklaşımdır. Model, afetlerin önlenmesi, etkilerinin azaltılması için yerelde topluluklardan bireye kadar sorumluluk verilerek aşağıdan yukarıya bir yapılanmayı gerektirmektedir.

Bu yaklaşım, toplulukların hem doğal, hem de teknolojik-insan kaynaklı tehlike ve afetlere karşı zarar görebilirliklerini değerlendirme ve tespit edilen muhtemel zararların etkisini önlemek ve/veya azaltmak ile bunlara yanıt vermek için gerekli stratejileri ve kaynakları geliştirme kapasitesini geliştirmeye yönelik bir yaklaşımdır. Model, toplulukları afet yönetiminde proaktif olmaya teşvik eder ve henüz afet yönetimi altyapısı gelişmemiş veya gelişmekte olan ülkelerde kurum ve kuruluşları beklemek yerine toplum ve birey bazında stratejiler ve müdahale eylemleri geliştirmeyi teşvik

eder. Bu modelde toplumun meydana gelen afetler hakkında bilgi sahibi oldukları ve etkilerini önceden tahmin edebilecekleri kabul edilmektedir. Kaynaklar uygun eğitim ve bilgi ile geliştirilebilirse, topluluklar afetlerden korunabilir ve/veya afet riski en aza indirilebilir. Bu nedenle, riskleri değerlendirmek ve toplulukların insan gücü, ekonomik ve sosyal kaynaklarına yönelik stratejiler geliştirebilmesi için yerel kapasitelerin artırılması gerekmektedir.

Toplum Tabanlı Afet Yönetiminde, afetle mücadelede yukarıdan aşağıya uyumlu çalışan, aşağıdan yukarıya bir yapılanmayı model alır. Etkinliği sağlayabilmek için, yerel toplulukların afet koşullarını, zarar görebilirliği ve kaynak kapasitelerini analiz etme yeteneğine ihtiyacı vardır ve bu yeteneğin desteklenmesi kamu otoritesince yapılmalıdır (Mohinuddin, 2020).

Toplum tabanlı afet yönetiminin 5 temel aşaması vardır;

- **Afet Yönetiminde Yetenek Geliştirme:** Sürekli eğitim faaliyetleriyle sürdürülebilir kamu bilinci oluşturmak.
- **Afet Müdahale Yapılanması:** Afet yönetim komisyonu, afet müdahale ekipleri, afet yönetim ağı gibi yerel yapılanmaları oluşturmak.
- **Karşı Afet Planları:** Acil durum planı, hazırlık ve zarar azaltma planı, yerel kalkınma planı vb. planları hazırlamak.
- **Afet Riskinin Azaltılması ve Kalkınmanın Sürekliliği:** Zarar görebilirliğin ve kırılganlıkların azaltılması ile gelişmenin insan merkezli sürdürülebilir kalkınmaya odaklanması.
- **İşbirlikleri:** Daha az savunmasız gruplarla savunmasız grupların, sektörel temsilcilerin ortaklıkları ile yerel yönetim ve sivil toplum ile işbirliklerinin yapılması.

Toplum tabanlı afet yönetimi 7 adımda uygulanır;

- ✓ Topluluk seçiminin yapılması.
- ✓ Tanımlanan topluluğun afet yönetim sürecine hazırlanması.
- ✓ Katılımcı risk değerlendirmesinin yapılması.
- ✓ Katılımcı eylem planının hazırlanması.
- ✓ Afet müdahale organizasyonunun hazırlanması.
- ✓ Afet yönetiminin toplum öncülüğünde uygulanması.
- ✓ Afet yönetimine katılımın izlenmesi ve değerlendirilmesi.

Toplum tabanlı afet yönetiminin 7 özelliği vardır (Mohinuddin, 2020);

- **İletişim:** Veri ve bilgi daha simetrik ve zengindir. Paydaşlar arasında hızlı bir bilgi paylaşımı vardır.
- **Tecrübenin Uygulanması:** Tecrübe ve deneyim, topluluk ve uzmanlar arasında eşgüdüm ile uygulanır.
- **Zamanın Etkin Kullanımı:** Başlangıç aşamalarında gerekli olan zaman çok fazladır. Ancak koordinasyon etkisiyle zamanla bu ihtiyaç azalır.
- **Maliyet Etkinliği:** Yerel kaynaklar (insan kaynağı, bilgi, emek, beceri ve sermaye) mümkün olan en üst düzeyde kullanıma sunulur.
- **Etkililik:** Birçok paydaşın katılımıyla yerel risk azaltma becerilerine sahip çok kadro ve kişi sayısı artar.
- **Toplumsal Çeşitlilik:** Afet yönetimi, her türlü toplumsal sınıfın sürece katılımını sağlar.
- **Eşitlik:** En savunmasızın hedef olmasından dolayı risk seviyeleri arasında fark söz konusu değildir.

4. MEKÂNSAL PLANLAMA

4.1. Teori ve Uygulamada Mekânsal Planlamaya Giriş

Mekânsal planlama dün ve bugünü içermeyen, geleceğe yönelik bir çalışmadır. Mekânsal planlama; bir şehrin, bir ilçenin, bir bölgenin veya uygulama alanının gelecekteki planlaması için merkezi ve yerel yönetimler tarafından kullanılan yöntem ve mühendislik uygulamalarının tamamı olarak ifade edilebilir. Genel olarak bakıldığında hem planlayıcı, hem düzenleyici, hem de geliştirme işlevi olan, sürdürülebilir kalkınmayı teşvik eden ve refah düzeyini artırmayı amaçlayan önemli bir kamu faaliyetidir.

Mekânsal planlama, *“bölgesel temelli bir strateji aracılığıyla sektörel politikaların mekânsal boyutunun koordinasyonu veya entegrasyonu sorunu”* ile ilgilidir (Cullingworth and Nadin, 2006). Basit alan kullanımından ziyade daha karmaşık bir uygulamayı ifade eden bu çalışma, ekonomik, çevresel, sosyal ve toplumsal etkenlerin koordinasyonu ve entegrasyonunu ele almaktadır. Mekânsal planlama bir karar alma uygulamasıdır. Uygulama alanıyla ilgili geliştirme ve yatırım gibi gelecek planlamasında tercihte bulunma ve karar alma imkânları sağlar. Bu tercih ve kararlar, planlama sürecindeki paydaşların veya aktörlerin eldeki konular, ihtiyaç, hedeflenen mekânsal sonuçlar hakkında ortak bir anlayışta olduklarını ve sonuç elde edecek araçlara sahip oldukları anlamına gelir. Mekânsal planlama hemen hemen tüm ülkelerde, uygulama bölgeleri için orta veya uzun vadeli hedeflerin ve stratejilerin belirlenmesi, arazi kullanımı ve maddi kalkınmanın ayrı bir kamu faaliyeti olarak ele alınması ile ulaşım, tarım ve çevre gibi sektörel politikaların koordine edilmesi ile ilgilidir (Koresawa and Konvitz, 2001).

Özetle, mekânsal planlama, arazi kullanımları ve aralarındaki bağlantıları daha rasyonel bir bölgesel organizasyon oluşturma, kalkınma taleplerini çevreyi koruma ihtiyacı ile dengeleme ve sosyal ve ekonomik kalkınma hedeflerine ulaşma amaçlarıyla gerçekleştirilir. Yine diğer sektörel politikaların mekânsal etkilerini tahmin ve koordine etmek için, özellikle ekonomik kalkınmanın bölgeler arasında piyasa etkisinden bağımsız olarak daha eşit ve adil bir şekilde dağılımını sağlamak ve arazi ve mülk kullanımlarının dönüşümünü düzenleyici önlemleri kapsar.

4.2. Mekânsal Planlamanın Önemi

Mekânsal planlama; yatırım ve kalkınma için daha istikrarlı ve öngörülebilir koşullar sağlayarak, kalkınmanın rant elde edilmesine sebep olmasını değil, toplum yararlarını güvence altına almasını ve arazi ve doğal kaynakların en verimli şekilde kullanımını teşvik ederek ekonomik, sosyal ve çevresel faydalar sağlamada kritik öneme sahiptir. Mekânsal planlama, sürdürülebilir kalkınmayı sağlamada ve refah düzeyini artırmada önemli bir kaldıraçtır. Mekânsal planlamanın faydaları Tablo 4.1’de üç ana başlıkta sınıflandırılmıştır.

Tablo 4.1. Mekânsal Planlamanın Faydaları (UNECE, 2008)

Mekânsal Planlamanın Faydaları
<i>Ekonomik Faydalar</i> * Yatırım için daha fazla istikrar ve güven sağlamak, * Maddi kalkınma ihtiyacının karşılaması için uygun arazilerin belirlenmesi, * Maddi kalkınma kapsamındaki arazinin altyapı, ulaşım ve işgücü açısından iyi bir konumda olmasını sağlamak, * Daha elverişli yatırım ve kalkınma koşulları sağlaması açısından kentsel ve kırsal alanlarda çevresel kalitenin sağlanmasını teşvik etmek, * Yerel nüfusun ihtiyaçlarının karşılandığı bir kalkınma projesinin belirlenmesi, * Yenileme ve yenilenmeyi desteklemek, * Karar mekanizmasının daha verimli ve tutarlı olmasını sağlamak,
<i>Sosyal Faydalar</i> * Yerel paydaşların politika geliştirmedeki ihtiyaçlarının göz önünde bulundurulması, * Yeni kalkınma yeri düşünüldüğünde erişilebilirliğin iyileştirilmesi, * Tesis eksikliği olan bölgelerde gerekli desteğin sağlanması, * Özellikle refah seviyesi düşük ve ekonomik kalkınma potansiyeli üzerinde olumsuz etkisi olan yerlerde boş ve sahipsiz arazilerin yeniden kullanımını teşvik etmek, * Hoş, sağlıklı ve güvenli ortamların hazırlanmasına ve sürdürülebilirliğine yardımcı olmak,
<i>Çevresel Faydalar</i> * Yenilenmeyi ve arazi, bina ve altyapının uygun kullanımını teşvik etmek, * Daha önce kalkınma yapılmış ama kullanımda olmayan (kahverengi alan “<i>brownfield</i>”) arazinin kullanımını teşvik etmek ve yeşil alandaki (<i>greenfield</i>) yapılaşmayı en aza indirmek, * Önemli çevresel, tarihi ve kültürel varlıkları korumak, * Potansiyel çevresel risklerin ele alınması (Su baskını, hava kalitesi gibi), * Rekreasyon ve doğal miras alanlarının korunması ve geliştirilmesi, * Kalkınmaya erişimin tüm ulaşım imkânlarıyla teşvik edilmesi (araç, toplu taşıma vb.), * Kalkınma düzen ve tasarımı enerji verimliliğini teşvik etmek,

Mekânsal planlama, kalkınma için uzun vadeli bir çerçeve sağladığı gibi, sektörel politikaları koordine etmede de kilit bir role sahiptir. Politikalar ve programlar için bir vizyon ve ortak planlama sağlayabilir ve politika önceliklerini belirlenmesinde kullanılabilir. Bu hükümetlerin farklı birimleri ve çalışma alanlarında tekrarların önlenmesini sağlayabilir ve sektörel politikaların koordinasyonuna yardımcı olabilir. Çevreyi korumaya ve kaynakların daha verimli kullanımına yönelik politikalara rehberlik ederken aynı zamanda ekonomik büyümeyi ve yatırımı teşvik etmeye de yardımcı olacaktır.

Tüm bu faydalarından dolayı mekânsal planlama, her geçen gün daha fazla ülkede yatırım ve kalkınma süreçlerinde kullanılmaktadır.

4.3. Mekânsal Planlama Terminolojisi

“Mekânsal planlama” terimi, 1950'den beri farklı yazarlar tarafından kullanılmaktadır. Terim, Almanca ve Hollandaca planlama terminolojisinin (raumordnung, ruimtelijke ordening) doğrudan çevirisidir ve Fransızca aménagement du territoire kavramına yakındır.

Mekânsal planlama için her ne kadar iyi tanımlanmış terimlere sahip olmak beklentisi oldukça fazla olsa da, çok disiplinli bir alan olması sebebiyle çok dilli bir tanımlamanın yapılabilmesi oldukça zordur. Avrupa Birliği (AB) Mekânsal Planlama Sistemleri ve Politikaları özetine göre en temel terimlerden bazılarının bile farklı ülke ve bölgelerde oldukça farklı çağrışımlara sahip olabileceği belirtilmektedir. Örneğin Türkiye genelinde “bölge” birden fazla ili barındıran ve kimi zaman milyonlarca insanın yaşadığı bir coğrafi bir terim olarak kullanılırken, Almanya'daki eyaletlerde veya İngiltere'de nüfusu 5 milyon veya daha fazla olan bir alanı veya bölgeyi ifade etmede kullanılabilmektedir (UNECE, 2008).

Dolayısıyla mekânsal planlamada kullanılan terimlerin tam olarak uluslararası bir kapsayıcılığı olmamakta, yerel düzeyde farklı anlam ve çağrışımları içerebilmektedir.

4.4. Mekânsal Planlama Sistemleri

Ekonomik, sosyal veya teknik planlama, arazi kullanımı üzerinde genellikle önemli bir etkiye sahiptir (Larsson, 2006). Bu anlamda, mekânsal planlamanın en geniş ve en bütünleştirici kavramı en çok anlaşılan kavramdır. Mekânsal planlama, arazi kullanımının geleneksel imar uygulamalarından daha fazlasıdır. Şehir ve ülke planlamasına yönelik geleneksel yaklaşım, genellikle kalkınmayı kolaylaştırmayı, arazi kullanımını düzenlemeyi ve kentsel ve kırsal alanları birbirinden ayırmayı amaçlayan

bir yaklaşımdan oluşmaktaydı. Son 20 yıldaki değişimin hızı, çok daha karmaşık ve yeni ismi “mekânsal planlama” olan bir planlama sisteminin oluşmasını sağlamıştır.

Mekânsal planlamanın temel özelliği, arazi kullanımı ile fiziksel planlama faaliyetinin ekonomik, sosyal ve çevresel kalkınma politikalarıyla yakından bağlantılı olmasıdır (Alden, 2006). Bu nedenle amacı, sektör politikalarının ve kararların mekânsal etkilerinin koordinasyonu yoluyla mekânsal gelişmeyi şekillendirmektir. Burada kalkınmanın ekonomik, sosyal ve çevresel etkileri de dikkate alınır.

Mekânsal planlama için temel unsur, arazi haklarının kavramı ve tanımıdır. Dahası, fiziksel planlama, arazi kullanımını düzenleyen mevzuatın oluşturulduğu alandır. Bu alanda bölgesel, kentsel ve sektörel olmak üzere üç planlama modeli vardır. Bölgesel planlama, planlama kademesinde daha yüksek bir hiyerarşik seviyeyi teşkil eder. Temel olarak bölgesel ve alt bölge seviyelerine ayırmaya ve homojenlik ve işlevsellik temelinde imara hizmet eder. Şehir planlaması normalde belediye ve daha alt yerel idare düzeylerini sınıflandırır. Her türlü arazi kullanım sınıfını kapsar ve izin verilen faaliyetleri veya her bir parsel için belirlenen kullanımları tanımlar. Mekânsal planlama ile ilgili olarak, iki geniş kavram vardır. Bir yanda, mekânsal planlamayı bölgesel ve alt bölgesel düzeyde bir tür fiziksel planlama olarak gören ülkeler. Bu, sektör politikalarındaki bölgesel yönlerle ve yerel düzeyde şehir planlamasıyla koordine edilir. Bu yaklaşım, Almanya (Raumordnung), Avusturya (Raumordnung), İsviçre (Raumordnung), Hollanda (Ruimtelijke Ordening), İtalya (Assetto Territoriale), Portekiz (Ordenamento do Território) ve İspanya (Ordenación del Territorio) için geçerlidir. Öte yandan, bazı ülkeler mekânsal planlamayı ekonomik ve sosyal planlamaya ve ekonomi politikalarının genel amaçlarına bağlamaktadır. Bu, Fransa'daki (Aménagement du Territoire) durumdur ve kısmen Birleşik Krallık'taki bölgesel planlama için söylenebilir. Genel olarak bakıldığında Türkiye için de bu yaklaşımın geçerli olduğu değerlendirilmektedir.

Mekânsal planlama sistemleri, sosyo-ekonomik, siyasi ve kültürel bağlamlara derinlemesine gömülüdür. Bu durum, kurumların ve uygulama rejimlerinin devamlılığı ile doğrudan bağlantılıdır. Bu nedenle, her ülkedeki hakim sistem, siyasi irade (mevcut ve önceki), kullanılan araçlar ve farklı idare düzeyleri tarafından planlamaya verilen yoğunluk ve önemle, üretilen mevzuatın getirdiği bir mirastır. Bundan dolayı mekânsal planların türleri ve hiyerarşileri büyük ölçüde yerel idarelere ve yetkilerin dağılımına bağlıdır. Planlama sistemleri genellikle, yerel düzeylerde uygulanan arazi kullanımına

ilişkin planlar hiyerarşisi aracılığıyla geliştirilen ulusal politikalar (kanun, yönetmelik vd.) tarafından şekillenir. Genel bir kategorizasyon yapıldığında, üç farklı durum olarak özetlenebilir: federal ve özerk idareler (Almanya, Avusturya, İsviçre, ABD ve İspanya gibi), merkezi idareler (Türkiye, Fransa, Portekiz ve kısmen Birleşik Krallık) ve bölgesel (Hollanda ve İtalya). Federal ve özerk idareler en yüksek adem-i merkeziyet ölçeğine sahiptir ve burada merkezi otoritenin etkisi en düşüktür.

Her ülkenin, her hükümet düzeyine karşılık gelen üç veya dört tür plan oluşturması yaygındır. Bunlar; ulusal veya federal, eyalet veya bölge, yerel yönetimler ve kısmi veya ayrıntılı planlar. Genel olarak, türlere ve seviyelere bölünmüş bir plan sistemi vardır. Kentsel planlama yerel düzeyde yapılır ve planlamanın sorumluluğu yerel yönetime aittir. Ulusal veya federal idarelerin büyük bir merkezi etkiye sahip olmadığı ülkelerde, ulusal düzeyde sorumluluğu çok azdır, bazı durumlarda ise yoktur. Her hâlükârda ve her ülkedeki yasal düzenlemelerden bağımsız olarak, mekânsal planlama sistemi neredeyse her zaman kararların bir seviyeden diğerine değiştiği dikey bir eksenle uygulanır. Herhangi bir yasal kuralda olduğu gibi, planlar da normlar hiyerarşisi ilkesine tabidir.

Ekonomik planlama gibi mekânsal planlama da alınacak kararların temel doğasına göre bağlayıcı veya belirleyici olarak farklılaştırılabilir. Bağlayıcı olanlar, belirli önlemlere uyulması gereken düzenleyici planlamadır. Belirleyici olanlar ise, yerleşik tedbirler, zorunlu ve düzenleyici olmasa da, planın gösterdiği uygulamaları belirleyen planlamadır (Pujadas and Font, 1998).

Mekânsal planlamanın en çok geliştiği yer Avrupa'dır. Bu gelişmişlik, birçok nedenin yanı sıra, yoğun kullanım, eski ve karmaşık planlama ile gelişmiş merkezi ve yerel idare etkisi olarak açıklanabilir. 19–20 Mayıs 1983'te İspanya Torremolinos'ta düzenlenen Mekânsal Planlamadan Sorumlu Avrupa Bakanlarının 6. Konferansı (CEMAT), Avrupa düzeyinde mekânsal planlama tarihinde bir dönüm noktasını oluşturmaktadır. Konferans ile ortaya konulan Avrupa Bölgesel Planlama Şartı, yaşam kalitesinin iyileştirilmesi, fiziksel alan kullanımları gibi mekânsal planlama politikalarının Avrupa çapındaki ana hedeflerini tanımlamak ve katılımcılara tavsiye etmekte noktasında bir ilki oluşturmaktadır. CEMAT'e göre mekânsal planlamanın ana hedefleri şunlardır; bölgeler arasında dengeli sosyo-ekonomik gelişme, daha iyi yaşam kalitesi ve refah seviyesi, doğal kaynakların ve çevrenin korunmasında sorumlu yönetim

ve arazinin rasyonel kullanımı. Bu amaçların çoğu bölgesel ve alt bölgesel planlama mevzuatında ve planlarında görülmektedir.

4.5. Mekânsal Planlama Araçları

Ülkeler, uzlaşılan ve belirlenen kriterler temelinde mekânsal gelişimin etkili ve adil bir şekilde yönetilmesini sağlayan asgari bir dizi planlama aracına ihtiyaç duyar. Ülkeler incelendiğinde, genel planlamaya yönelik geleneksel yaklaşımların aşırı kuralcı olduğu düşünülmektedir. Zira bu katı planların hazırlanması ve güncel tutulması zordur. Yoğun girdilere ihtiyaç duyarlar ve planlama yetkililerinin ortaya çıkan fırsatlara veya eylem gerektiren durumlara uygun şekilde yanıt vermesini engellerler. Planlama araçları amaca uygun olmalıdır. Anahtar, taahhüt ve esneklik arasında uygun bir dengeye ulaşmaktır. Hangi ihtiyaçların hemen ele alınması gerektiğini ve hangi ihtiyaçların daha uzun bir zaman içerisinde karşılanabileceğini bilmek en önemli anahtar fonksiyondur. Bu geleneksel yaklaşımın yerine özel eylem ve kamu denetimi gerektiren, yukarıdan aşağıya hiyerarşik ve kapsamlı bir yaklaşım tercih edilmektedir (UNECE, 2008).

Araçlar, karar alma sürecinde kalkınmayı ve adaleti, hesap verebilirliği ve şeffaflığı yönetmek için hem proaktif hem de koordineli bir yaklaşım sağlamak için tamamlayıcı ve tutarlı bir şekilde çalışmalıdır. Planlama araçlarının harici bir dayatma olarak değil, devletin, tüm sektörlerin sahip olduğu kurumsal belgeler olarak görülmesi özellikle önemlidir. Bu, planların açık ve işbirlikçi bir şekilde hazırlanmaları gerektiği anlamına gelir.

4.6. Mekânsal Stratejiler

Mekânsal bir stratejinin amacı, çalışma bölgesinin önerilen uzamsal gelişim modeline genel bir bakış sağlamak ve sektörel politikaların bölgesel etkilerini koordine ederek değer katmaktır. Mekânsal stratejiler için kritik konu, kalkınmanın, yeniden geliştirmenin ve yatırımın mekânsal dağılımını teşvik ederek ve yönlendirerek sürdürülebilir kalkınmanın nasıl maksimize edileceğidir. Altyapının yatırımlarının koordinasyonu, bu gelişmeyi destekleyen ulaşım, su, barınma, sağlık ve sosyal hizmetler ve çevresel varlıkların bakımı gibi faktörler planlama stratejisinin sürdürülebilirliğini desteklemektedir. Bir strateji formüle etme süreci, istişareye açık ve çevresel değerlendirmeye tabi olan alternatif mekânsal gelişme seçeneklerini dikkate alarak işletilir.

Mekânsal stratejiler, belirli bir bölge için ulusal mekânsal öncelikleri yorumlayarak dikey politika entegrasyonunu kolaylaştırırken, alt düzey idarelerin ve

yerel yönetimlerin politika oluşturma konusunda iş birliği yapmasını sağlar. Mekânsal stratejiler, yerel politika çerçevelerinin hazırlanması ve kamu kurumları, kamu-özel yatırımları, STK'lar ve toplum için rehberlik sağlar. Mekânsal stratejiler ulusal veya yerel, bölgesel veya bir metropol alanı gibi işlevsel olabilen alanlar için hazırlanır. Bunlar, genellikle daha geniş bir bölgesel veya ulusal stratejiye entegre alt stratejilerle iç içe geçmiştir. İşlevsel ilişkilerin (örneğin ev, iş, alışveriş, boş zaman gibi) hem bölge içinde hem de bölge dışında idari sınırları aşması kaçınılmazdır. Stratejiler, belirli bir bölge için mekânsal gelişme gerekliliklerin modern gerçeklikle ilgili olmayan idari sınırlarla sınırlandırılmamalıdır.

Mekânsal stratejilerin formüle edilmesi genellikle yerel yönetimin yetkisi dahilindedir, ancak yerel yönetimlerin bir metropoliten alan için bir mekânsal strateji geliştirirken olduğu gibi bir mekânsal stratejinin oluşturulmasında gönüllü olarak iş birliği yaptığı örnekler de vardır. Paydaşların hükümet, sivil toplum ve iş dünyasına toplu katılımı çok önemlidir. Mekânsal strateji, diğer sektörleri faaliyetlerinin mekânsal boyutunu ele almaya ve faaliyetlerinin diğer sektörlerdeki uygulamalarla nasıl ilişkili olduğunu anlamaya teşvik etmek için kullanılabilir. Stratejiler merkezi idareler tarafından onaylandığında ve uygulandığında, ilçe, il, bölge bazında mekânsal stratejilere daha fazla ağırlık verilebilir ve sektörel politikalar üzerinde daha fazla etkiye ulaşılabilir.

Mekânsal strateji, gelişimin tüm önemli yönlerini dikkate alma yeteneği açısından kapsamlı olmalıdır. Birincil rolü ve değeri, mekânsal gelişimin bölgesel etkilerini koordine etmek anlamında “mekânsal” ve tanımlandığı anlamda stratejik olmalıdır. Yerleşim veya alt bölge düzeyinde genel gelişme konumu ayrıntılı sınırlar üzerinden belirlenebilir, ancak sınırlandırılmaz. Bu nedenle, bir stratejiyi uygularken veya uygulanması teşvik edilirken önemli olan politikaların ve önerilerin harita gibi sınırlayıcı bir biçimden ziyade şematik biçimde gösterimidir.

4.7. Çok Seviyeli Mekânsal Planlama

Yoğun biçimde çıkar çatışmalarının ve büyük statü ve kaynak eşitsizliklerinin olduğu bir dünyada, planlama aynı zamanda günlük bir gereklilik ve sürekli bir etik meydan okuma (Forester, 1989) olarak ifade edilebilir. Literatürün mekânsal planlama konusundaki geniş yelpazesine rağmen, belirli bir tanımı ve yerleşik bileşenleri olduğunu söylemek, çeşitli akademik alanları, dahil olan aktörleri, alınan ve bunlara

göre hareket edilen kararları, planlamanın temsil ettiği belirsizliği ve karmaşıklığı dışlamak anlamına gelir.

Planlama, insanlar (nerede yaşadıkları), yaşanabilirlik (insanların nasıl yaşadıkları), ekonomi ve istihdam, doğal çevre, uyumluluk, karakter, biçim, verimlilik ve estetik, sosyal tesisler ve toplum hizmetleri, iş birliği ve koordinasyon ile ilgilidir (Jepson Jr. and Weitz, 2016). “Planlama” terimi, aslında oldukça farklı olan çeşitli mekanizmaları kapsar (Hopkins, 2001). En basit ve en sade ifadeyle, mekânsal planlama, gelecekteki eylemlerin rehberliği (Forester, 1989) veya geleceği şekillendirmeye çalıştığımız süreçtir (Brooks, 2002). İleriyi düşünmeyi, geleceğimizi tasavvur etmeyi (Steiner, 2018), başkalarıyla nasıl iyi yaşayabileceğimizi kolektif olarak hayal etmeyi ve ardından bu özelemleri gerçekleştirmek için birlikte hareket etmeyi içerir (Brooks, 2002). Planlama, aynı zamanda, ekonomik kalkınmanın daha eşit dağılımını sağlamak ve diğer sektörel politikalar üzerindeki mekânsal etkiyi koordine etmek için mekândaki faaliyetlerin gelecekteki dağılımını etkilemek için kullanılan yöntemlerle de ilgilidir.

Mekânsal planlamanın hedefleri ve bunların gerçekleştirilmesi için kullanılan mekanizmalar, birlikte bir “mekânsal planlama sistemi” oluşturan çeşitli kurumsal düzenlemelerle ifade edilir. Ulusal ve ulusötesi planlama ve bölgesel politikanın yanı sıra bölgesel planlama ve ayrıntılı arazi kullanım planlamasının unsurlarını kapsar. Yıllar geçtikçe planlama söylemi, rasyonel teknokratik yaklaşımlardan sosyal süreç perspektiflerine ve stratejik mekânsal planlamaya doğru kaymıştır (Albrechts, 2004). Bununla birlikte, uygulamada, yeni planlama perspektifleri öncekilerin yerini almamış, aksine onları tamamlamıştır. Bu “çok seviyeli planlama sistemleri” olarak tanımlanmaktadır (Bacău, 2021).

Çok seviyeli planlama sistemleri şu anda birçok ülkenin hem arazi kullanım planlamasını hem de stratejik mekânsal planlamayı uygulayan, ulusaldan bölgesel ve yerel düzeylere kadar yukarıdan aşağıya gerçekleştirilen planlama sistemlerini karakterize etmektedir.

Aslında, arazi kullanımı ve stratejik planlama arasında, her birinin amaç ve hedefleri ve bunlara karşılık gelen planlama araçları açısından farklılıklar vardır. Bir yandan, stratejik mekânsal planlama sosyal/mekânsal bir süreçtir, gerçekliğin sürdürülebilir dönüşümünü ve yenilenmesini amaçlayan bir faaliyettir. Öte yandan,

arazi kullanım ve imar planlamasının amaçları, yasal belirliliğin oluşturulması ve yapı haklarının düzenlenmesidir (Van Den Broeck, 2013).

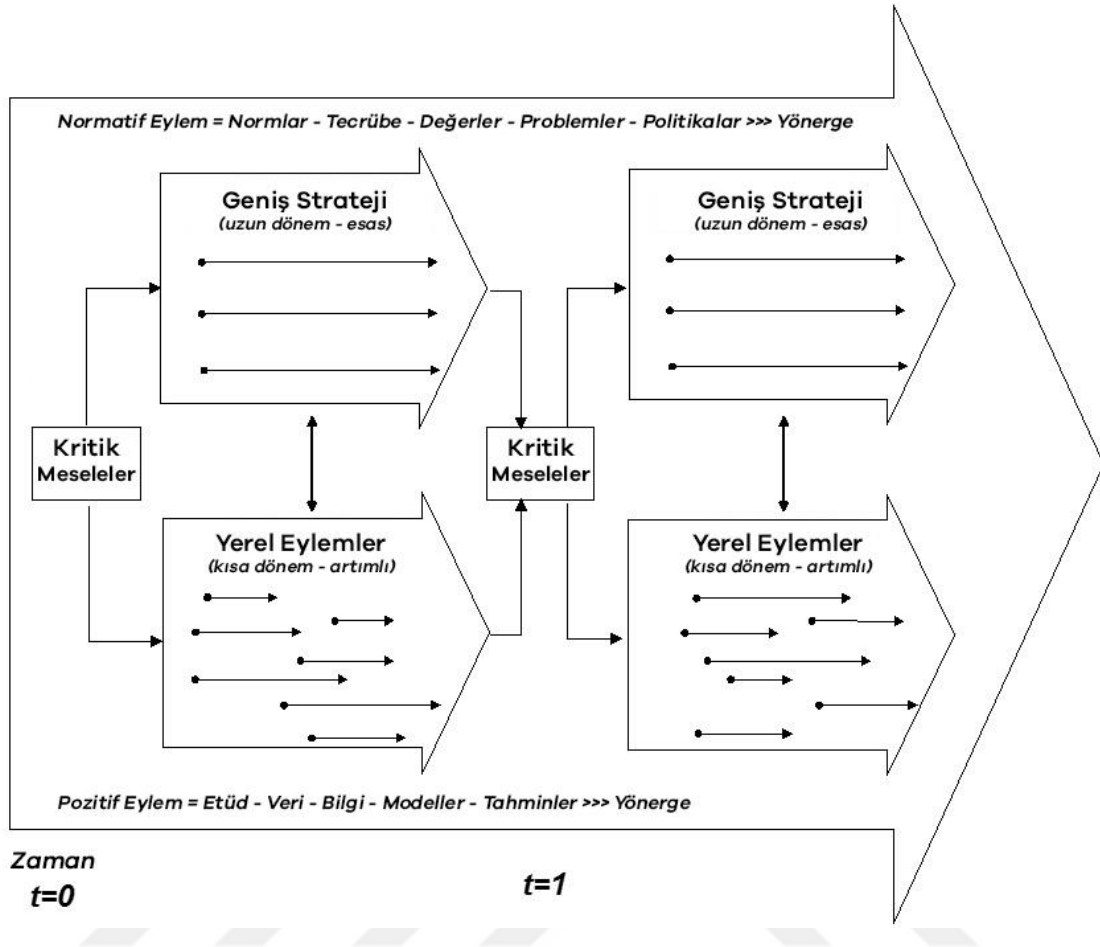
İlgili araçlar, arazi kullanım planları ve stratejik mekânsal planlar da farklıdır. Arazi kullanım planları, vizyonları ve kavramları düzenlemeyi amaçlayan idari bir çerçevedir (Van Den Broeck, 2013). Arazi ve mülk kullanımlarının dönüşümünü (Albrechts, 2004), binaların biçimini ve tasarımını ve inşa edilmiş ve doğal mirasın ve bina inşaatının korunmasını ve korunmasını düzenlemek için yerel düzeyde faaliyet gösterirler. Buna karşılık, stratejik mekânsal planlar, planlamaya daha çok uygulama odaklı ve gelişim odaklı bir yaklaşımı teşvik eder (Albrechts, 2004). Stratejik planların çoğu, bir kalkınma stratejisi ve stratejik kentsel projeler içerir (Hersperger vd., 2019) ve “ters giden şeylere uyum sağlayan ancak bizi daha iyi bir geleceğe taşımaya yardımcı olan” çerçeveler olarak tasavvur edilir (Steiner, 2018). Bu nedenle, stratejik mekânsal planlar genellikle, sosyal ve ekonomik politikalarla yakından bağlantılı mekânsal gelişim modellerine rehberlik edecek geniş kalkınma çerçeveleri veya perspektifleri içerecek şekilde uyarlanır (Bacău, 2021).

Farklılıklarına rağmen, arazi kullanımı ile stratejik mekânsal planlar arasındaki ilişki dualistik değil diyalektik olarak anlaşılmalıdır (Mäntysalo vd., 2015). Bu araçlar “daha geniş bir bağlamın parçası olarak, diğerleriyle etkileşime girerek” bir arada var olduklarından (Lieu vd., 2018), sürdürülebilir ve tutarlı araçları ortak bir şekilde tasarlamak ve yönlendirmek için öncelikli hedefler açısından birbirleriyle uyumlu hale getirilmeleri gerekir. Bu nedenle, bir şehir veya bölge için hareket eden tüm planlama araçları, farklı mekânsal ölçeklerde politika alanları (örneğin, konut, ulaşım, tarım) genelinde entegrasyonu artırarak ortak ve tutarlı hedefler izlemelidir. Çok seviyeli ve çok sektörlü bir planlama sisteminde hem dikey olarak tutarlı (yani, aynı sektörden ancak farklı planlama seviyelerine ait planlarla) hem de yatay olarak tutarlı (yani, aynı planlama seviyesinden ancak farklı sektörlerden planlarla) olmalıdırlar (Bacău, 2021). Ayrıca, planlar arasındaki tutarlılık ile bunların uygulanması arasındaki bağlantı karar alma süreçlerinde son derece yararlıdır.

Mekânsal planlama, farklı mekânsal düzeylerde gerçekleştirilebilir. Ulusal düzeydeki planların odak açısından oldukça geniş olması ve mekânsal açıdan oldukça genelleştirilmiş olması yaygındır. Kapsamlı, oldukça kavramsal haritalar, yerel düzeydeki aktörler için rehberlik sağlayan ancak yasal olarak bağlayıcı olmayan ulusal düzeydeki planlamanın çıktılarında biri olabilir. Bununla birlikte, yerel düzeydeki

mekânsal planlar çok daha ayrıntılıdır ve imar kontrol süreçlerinde ve inşaat izni süreçlerinde kullanılabilecek parsel düzeyindeki arazi kullanımları için ayrıntılı spesifikasyonlar, standartlar ve kısıtlamalar sağlayabilir. Bu tür yerel düzeydeki imar planları neredeyse kesinlikle yasal olarak bağlayıcıdır.

Böyle çok düzeyli bir mekânsal planlama sisteminin genelleştirilmiş bir görünümü, 1967’de Etzioni tarafından geliştirilen karma tarama yaklaşımı olarak bilinir (Parsons, 1995). Toplumun değerlerini inceleyen ve değişim için yönler belirleyen normatif faaliyeti içeren üst düzey sosyal politika oluşturma süreçleri ile doğası gereği daha teknik olan ve planlamadaki pozitivist (rasyonel) etkinlik ile ilişkili düşük düzeyli süreçleri birbirinden ayırır. Bu, bir planlar hiyerarşisine dayanan mekânsal planlama görüşüyle uyumludur. Genel bir risk değerlendirmesi ve diğer kalkınma fırsatları ve kısıtlamaları ile ilgili olarak önerilen kalkınmanın genel yapısını gösteren bir Ulusal Plan ve daha ayrıntılı, bölgeye özgü risk değerlendirmeleri ve diğer yerel kalkınma konularına dayalı daha ayrıntılı bir dizi yerel kalkınma planı buna örnektir. İki seviye birbiriyle yakından ilişkilidir ve her seviye diğerindeki planlarla uyumlu olmalıdır. Şekil 4.1’de iki planlama düzeyini birbirine bağlayan dikey oklar olarak gösterilen bu doğrusal etkileşimler, mekânsal planlamanın iki düzeyi arasındaki karşılıklı geri bildirimler olarak düşünülebilir. Ayrıntılı yerel imar planları tipik olarak arazi kullanımı, yoğunluk, arsa büyüklükleri vb. için düzenleyici gerekliliklere dayanan imar kontrolü için yasal bir dayanak sağlar ve müteahhitlere ve arazi sahiplerine arazileri ile ilgili hakları ve yükümlülükleri konusunda bir dereceye kadar kesinlik ve netlik sağlar. Bu planlar ayrıca, afet risk seviyelerine özel referanslar da içermelidir. Bu, geliştirmenin risk azaltma koşullarına tabi şekilde olabilir.



Şekil 4.1. Planlamaya karma tarama yaklaşımı (Parsons, 1995)

Zamanla planlama süreci tekrarlanır; planlama yasası genellikle bir plan gözden geçirme döngüsünü belirtir. Süreç, planlamacıların ve diğer toplumsal aktörlerin dahil olduğu normatif faaliyetleri (toplumsal değerler ve siyasi yargılarla ilgili) ve pozitif faaliyetleri (yani nesnelliği artırmayı amaçlayan veri toplama, analiz ve modelleme ile ilgili eylemler) içerir. Halkın katılımı ve işbirlikçi planlama da genellikle kanunen gereklidir.

Afet riski ve kalkınmayla ilgili konular hakkında yüksek düzeyde belirsizlik göz önüne alındığında, planlama sisteminde bir miktar esneklik gereklidir. Konut satın alınabilirliğini etkileyebilecek değişen ekonomik koşullara yanıt vermek için, aynı zamanda mevcut veya önerilen geliştirme alanlarının risk seviyelerini önemli ölçüde değiştirebilecek tehlikeli olayların ardından değişen riske yanıt vermek için gerekli olan esneklik buna örnekler arasında gösterilebilir.

5. AFETE DUYARLI PLANLAMA YAKLAŞIMI

Mekânsal planlama faaliyetlerinde dikkate alınması gereken kilit konulardan biri de afet riskinin azaltılmasıdır. Birleşmiş Milletler Afet Risk Azaltma Ofisi (UNDRR)’ne göre mekânsal planlama, afet riski daha düşük yerleşim birimleri ve şehirlerin oluşturulmasına büyük katkı sağlama potansiyeline sahip bir alan olarak kabul edilmektedir.

Mekânsal planlama, afet riskinin azaltılmasına hassas arazi kullanımlarını (yerleşim alanları, okullar vb.) tehlikeli yerlerden ayırmada, mevcut hassas arazi kullanımlarını aşırı tehlike düzeylerine maruz kaldıkları yerlerden başka bir yere taşımada, mevcut yapı ve altyapıların kalitesini ve dayanıklılığını artırmak için tasarlanmış iyileştirme programlarında, yeni bina yapımı ve planlamalarının afet risk azaltma hükümlerini ve standartlarını içermesini ve bunların uygun şekilde uygulanmasında ciddi katkılar sağlayabilmektedir.

Hızla gelişen plansız kentleşme, çeperlerinde yer alan ekosistemler üzerinde yapılaşma ve bütün bunların başında afetlere karşı kentlerin zarar görebilirliği ve risklerinin azaltılması yerel yönetimlerin gündemindedir. Dünya’daki önemli aktif fayların üzerinde bulunan kentlerimiz doğal/doğal-olmayan tehlikelerin oluşturduğu afet risklerinin yanı sıra küresel risklerle de karşı karşıyadır. Son beş yıldır Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları, İklim Değişikliği Adaptasyonu ve Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi (UNISDR 2019; Okay 2019) yönlendirmesiyle tanımlanan “afete dirençli kentler” bakımından, hem afet riskleri hem de kentlerin günlük sorunları ile baş edebilmede transdisipliner çalışmalarla yürütülen değerlendirme süreçleri önem kazanmaktadır. Bu yazıda, afet risk yönetimi döngüsü içerisinde, yerel risk azaltmaya yönelik stratejik çalışmalarda geleneksel planlama anlayışı yerine, doğal yapı özelliklerine dayalı bütünleşik yerleşime uygunluk ve risk değerlendirme yaklaşımı ele alınmaktadır (Okay, 2019)

Afete duyarlı planlama “her tür ve ölçekteki planda, jeolojik tehlike, afet riskleri ve yerel zemin koşullarını göz önüne alan ve afetlerin önlenmesi ve/veya zararlarının azaltılmasını amaçlayan” bir planlama yaklaşımı olarak karşımıza çıkmaktadır. Jeolojik, jeofizik ve jeoteknik etüt raporlarına dayalı afete duyarlı planlamayla kriz yönetimi (yer bilimsel verilere dayalı bütünleşik risk değerlendirmesi) planlanmalıdır.

Kapsamlı afet yönetimi olası tüm tehlikelerin dikkate alınmasını gerektirirken bir afet ve acil durumda meydana gelebilecek her türlü kayıp ve zararların önlenmesini ve en aza indirilmesini planlamalıdır (Okay vd., 2013).

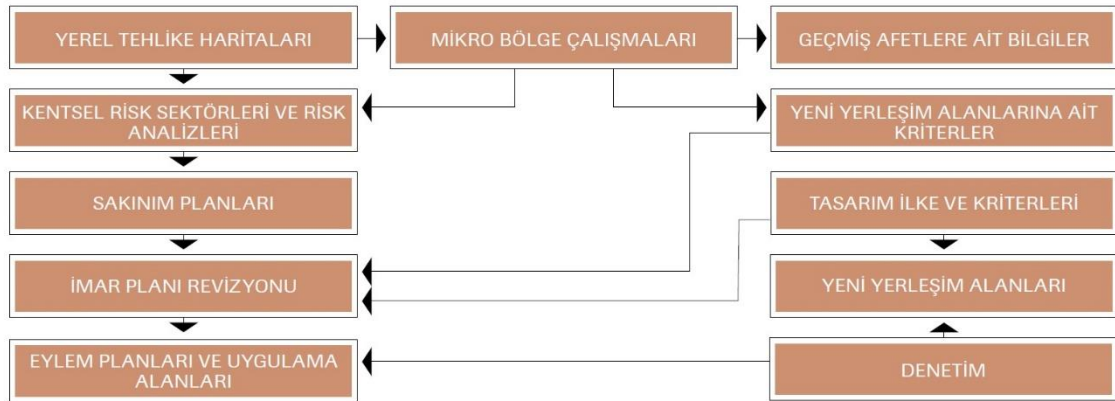
Türkiye'nin, bulunduğu coğrafya sebebiyle sahip olduğu jeolojik, jeomorfolojik, topografik, meteorolojik ve sismolojik özelliklerinden dolayı doğal afetlere çokça maruz kalması afete duyarlı yapılaşmayı, kalkınmayı ve gelişmeyi ve buna uygun planlamayı yapmayı ve hayata geçirmeyi önemli ve zaruri kılmaktadır. Kentlerimizde afetlere bağlı olarak ortaya çıkan risklere karşı ve bu risklerin azaltılmasında afete duyarlı planlamanın bütün paydaşların katılımıyla gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bütünleşik bir afet yönetimi gerektiren bu yaklaşımda kamu, özel tüm kuruluşlar ile tüm sivil toplumun halkla birlikte katılımı gerekmekte ve sorumlulukların paylaşıldığı, kaynakların verimli şekilde kullanıldığı organize bir çalışma yürütülerek bir çok fonksiyonlu bir sistem oluşturulmalıdır.

Küreselleşen dünyada, kentler de aynı şekilde küreselleşmekte ve doğal afet risklerinin yanında, ciddi ekonomik, sosyal ve toplumsal tehlikelerle de karşı karşıya kalmaktadır. Bundan dolayı tüm paydaşların, afet ve risk yönetiminde öncelikle tehlikelerin ve risklerin belirlenmesi sürecine katkı sağlaması, elde edilecek verilerin kapsamlı afet-risk yönetiminde kullanılması afet yönetiminin ilk evrelerinden olan hazırlık aşamasında afete duyarlı planlama açısından önem arz etmektedir.

Yerleşim yerlerinin yapısal özelliklerinden, plansız kentleşmeden ve kentte yaşayanlara bağlı olarak ortaya çıkan bu çoklu risklerin ortadan kaldırılması süreci afet yönetiminin Risk Yönetimi kısmında zarar azaltma aşamasında ele alınmaktadır. Bu aşamada daha önce tanımlanmış olan tüm risk ve tehlike faktörlerine karşı tedbirlerin alınması kentsel afet riskinin azaltılmasında önemli bir fonksiyonu icra ederken, afete duyarlı planlamanın da önemli bir ayağını teşkil etmektedir.

Kentlerde yapılaşma ve kentsel gelişmeyi düzenleyen mekanizmalar çeşitli ölçeklerdeki planlar olup afet zararlarının en aza indirilmesinde başarılı olabilmek için afet yönetim süreçleriyle kent planlama süreçlerinin eşgüdüm içerisinde sürdürülebilmesi gerekmektedir. Afet zararlarını kabul edilebilir bir düzeyde tutabilmek ve yerleşim yerlerinde oluşabilecek hasarları önceden tahmin edebilmek için afet öncesi yapılması gereken çalışmaların en başında, fiziki planların afet önceliklerini gözetir bir yapıda olmasının sağlamak gelmelidir (Yılmaz, 2008).

Belirli neden-sonuç ilişkilerinin kümelenmiş bulunduğu, yetki ve sorumluluk sahibi farklı tarafların odaklandığı etkileşim alanları, birbirinden bağımsız kentsel risk sektörleri olarak tanımlanır. Kent planlama sürecindeki tüm yer seçimi kararlarında ve hazırlanan planlarda, yöredeki afet riskleri göz önünde bulundurulmaktadır. Ayrıca planlama sürecinde o yerleşmeye özgü risk faktörleri belirlenmeli ve bunların giderilmesine yönelik önlemler planda yer almalıdır. Kentlerin yapılanmasında, kayıpları azaltan risk yönetimi yaklaşımı, sakınım planlamasının bir parçası olarak yürürlüğe konulmalıdır. Bunun bir sonucu olarak kentlerin yapılanmasında; kentsel tehlike analizlerini içeren sakınım planlarının, afet tehlikesinin yerleşme yerinin bütünü açısından haritalandığı mikro bölgeleme haritasının, yüksek riskli alanların topyekun ve fiziki olarak düzenlendiği kentsel dönüşüm eylem planlarının yürütülmesi gerekmektedir. Özellikle farklı risk faktörlerine göre değerlendirmeleri içeren mikro bölgeleme çalışmaları ile farklı ölçeklerde geliştirilerek detaylı bilgi sunabilen sakınım planlarının hazırlanması Kentsel Risk Analizi çalışmalarında kullanılan önemli araçlardır. Şekil 5.1’de kentsel risk yönetimi ile sakınım planlama ilişkisi şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 5.1. Kentsel Risk Yönetimi ve Sakınım Planlama İlişkisi (İSMEP, 2014)

Afete duyarlı planlama, kent planlamasını salt statik bir çevre tasarımı ve arazi kullanım kararlarına indirgeyen yaklaşımın yerine; sağlıklı, güvenli ve yaşanabilir bir kentsel çevre oluşturabilmek amacıyla kent planlamasının sorun çözücü, dinamik ve esnek bir süreç olarak tasarlanması, risk azaltıcı önlemlerin planlama sürecine dahil edilmesi ve içselleştirilmesini amaçlamaktadır. Diğer bir anlamda bu yaklaşım geliştirilen plana sonradan eklenecek bir unsur değil, planlama anlayışının baştan

kurucu bir ögesi olmalıdır. Bu bağlamda afete duyarlı planlama, ayrı bir plan türü olmayıp, afet tehlike ve risklerini göz önüne alan, afetlerin önlenmesi veya zararların azaltılmasını amaçlayan, yöntem ve araçların planlama çalışmalarında ve sürecinde benimsenmesini gerektiren yaklaşımlar içermektedir (İSMEP, 2014).



6. YER BİLİMSSEL VERİLERİN MEKÂNSAL PLANA ENTEGRASYONU

İnsanın refahı, yaşadığımız ve etkilendiğimiz çevrenin hem mekânsal olarak, hem de kaynaklar açısından sürdürülebilir kullanımına bağlıdır. Yer Bilimleri, süreç yaklaşımı ve mevcut durumun sürdürülebilirliğinin gözlemlenmesiyle ilgilenir ve buna yönelik analiz ve değerlendirmelerde bulunur. Bu çalışmaların gerçekleştirilmesinde faktörler çeşitlidir. Bunların başında antropojenik etkilerle tetiklenen afetler, mevcut ekosistemin yönetimi, doğal kaynakların keşfi ve verimli kullanımı ile afet yönetimi ve tehlike-risk analizlerinin yapılması ve planlanması gelmektedir. Yer bilimsel çalışmalar sonucu elde edilen veriler bu planlamanın gerçekleştirilmesinde ana tabanı sağlamaktadır.

Yer Bilimleri disiplinler arası bir çalışma alanıdır. Bu çalışmalar gerçekleştirilirken birçok farklı disiplinle örtüşülür, eşgüdüm sağlanır. Dolayısıyla, bu karmaşıklığı ele almak için gereken veri tabanları oldukça farklı metodolojiler kullanılarak elde edilen ve farklı uzamsal ve/veya zamansal ölçeklerde gözlemlenen verileri içerebilmektedir. Jeofizik, Jeoloji, Jeokimya, Jeoekoloji, Hidroloji gibi her yer bilimi disiplini, jeofizik, jeolojik, jeomorfolojik, mineralojik veya ekolojik anlamda belirli konuları değerlendirebilmek, analiz edebilmek için uygun olabilecek metodolojik uzmanlığa sahiptir. Bundan dolayı her bir alt disiplin, planlama noktasında sorunları tatmin edici bir şekilde ele alabilir. Bununla birlikte bu disiplinlerin tek başına bütüncül bir afet planlaması yapması, mekân ve zemin analizlerinde bulunması, ölçme ve gözlem yapması beklenemez. Bu, değerlendirme ve analiz süreçlerinde, çok yöntemli ve çok ölçekli veri tabanlarında barındırılan çeşitli gözlem parametreleri veya değişkenler tarafından sağlanan verilerin analiz ve bütüncül yorum görevinin kapsamından kaynaklanmaktadır.

Modern afet yönetimiyle birlikte mekânsal planlamaların afet riski ve zarar azaltmaya yönelik olarak gelişim göstermesi, bununla birlikte yer bilimsel çalışmalar sonucu elde edilen verilerin hem afet yönetiminde hem de mekânsal planlamalarda kullanımıyla modern yer bilimsel veri tabanları elde edilir. Bu modern yer bilimsel veri tabanlarında küçük bölgelerden çok büyük bölgelere kadar uydu görüntüleri, jeofizik araştırma verileri, jeolojik ve mineralojik örneklemeler, ekolojik ve hidrolojik bilgiler gibi milyonlarca veriden hızlı ve gelecek perspektifi barındıran bilgiye hızlıca ulaşım ve planlama süreçlerine entegrasyon imkânı sağlanmaktadır. Bu büyük yer bilimsel veri tabanı, hesaplama gücünü artırmakta, modellemeleri geliştirmekte ve sorun çözüm

sınırlarını genişletmektedir. Bununla birlikte, gözlemlenen bilgilerin yeryüzünde devam eden süreçlerin modellenmesine dâhil edilmesi, özellikle ilgilenilen süreç ve dikkate alınan model parametreleriyle doğrusal olmayan ve hatta benzersiz bir şekilde olan bilgiler sağlayan verilerin yorumu için önemlidir. Örneğin, yer altı su akışını modellerken, elektrik özdirenç dağılımı gibi jeofizik bilgiler hidrolojik modeli kısıtlamak için kullanılabilir. Yine elektriksel özdirenç parametresinin mühendislik yapılarının hidrolojik süreç modellemesi için gerekli olan parametrelerle ilişkisi değerlendirilerek mekânsal planlama tercihleri değiştirilebilir.

6.1. Yer Bilimsel Veri – Plan İlişkisi

Toplumların refah seviyesinin, gelişmişlik düzeylerinin ve yaşam kalitesinin bir göstergesi olan kentler ve kentleşme, sosyo-ekonomik ve kültürel faktörleri içerisinde barındığı gibi afet riski, tehlike ve mekânsal problemleri de beraberinde getirmektedir. Kentleşmenin gelişme süreci içerisinde planlama, kalkınmayı desteklediği gibi, bu sorunların çözümünde de önemli bir araç olarak görülmüştür. Bundan dolayı kentlerin ve toplumun sosyo-ekonomik ihtiyaçlarına ve taleplerine göre planlama yaklaşımları geliştirilmiştir.

9 Mayıs 1985'te yürürlüğe giren 3194 sayılı İmar Kanunu'nda kentsel ve mekânsal planlamaya dair tanımlara ve kademelere yer verilmiştir. Kanunun 5'inci maddesinde tanımlar yapılmakta, 6'ncı maddesinde mekânsal planlama kademeleri belirtilmektedir.

Mekânsal planlar, amaç ve kapsadıkları alan açısından Mekânsal Strateji Planlarına uygun olarak; “Çevre Düzeni Planları” ve “İmar Planları” kademelerinden oluşur. İmar planları ise nazım imar planı ve uygulama imar planı olarak 2 türde hazırlanır. Her bir plan bir üst kademedeki plana uygun olarak hazırlanır. Mekânsal strateji planlarında; kalkınma planı ile varsa bölge planları, bölgesel gelişme stratejileri ve diğer strateji belgelerinde ortaya konulan hedefler dikkate alınır. Büyükşehirlerde 1/25.000 ölçekli nazım imar planının yapılmış olması, gerekli görülen bölgelerde 1/5.000 ölçekli nazım imar planlarının yapılmasına engel teşkil etmez.

Nazım İmar Planı; varsa bölge planlarının mekâna ilişkin genel ilkelerine ve varsa çevre düzeni planlarına uygun olarak halihazır haritalar üzerine, yine varsa kadastral durumu işlenmiş olarak çizilen ve arazi parçalarının; genel kullanım biçimlerini, yerleşme alanlarının gelişme yön ve büyüklüklerini, nüfus yoğunlukları ve

eşiklerini, ulaşım sistemlerini göstermek ve uygulama imar planlarının hazırlanmasına esas olmak üzere düzenlenen, plan hükümleri ve raporuyla beraber bütün olan plandır.

Uygulama İmar Planı; tasdikli halihazır haritalar üzerine varsa kadastral durumu işlenmiş olarak nazım imar planı esaslarına göre çizilen ve çeşitli bölgelerin yapı adalarını, bunların yoğunluk ve düzenini, yolları ve uygulama için gerekli imar uygulama programlarına esas olacak uygulama etaplarını ve diğer bilgileri ayrıntıları ile gösteren plandır.

Çevre Düzeni Planı; varsa mekânsal strateji planlarının hedef ve stratejilerine uygun olarak yerleşim, gelişme alanları ve sektörlerle ilişkin alt ölçek planlarını yönlendiren genel arazi kullanım kararları çerçevesinde ilke ve kriterleri belirleyen, bölge, havza veya il bütününde hazırlanan, plan hükümleri ve raporuyla bir bütün olan plandır.

Mekânsal Strateji Planı; ekonomik, sosyal politikalar ve çevre politikaları ile stratejilerini mekânla ilişkilendirerek fiziki gelişmeyi ve sektörel kararları yönlendiren, ülke bütününde ve gerekli görülen bölgelerde hazırlanan, raporu ile bütün olan plandır.

Tüm planlama süreçlerinin ana odağında kentsel tasarım ve afete duyarlı planlama yer almaktadır. Afete duyarlı planlamanın gerçekleştirilebilmesi için yer bilimsel çalışmalar olan jeofizik, jeolojik ve jeoteknik etüdler neticesiyle elde edilen verilerin her ölçekteki plana tam entegrasyonunun sağlanması gerekmektedir. Yer bilimsel etüd çalışmalarının amacı, her türlü mekânsal planlama sürecinde afet riskini önceleyen güvenli, sürdürülebilir ve yaşanabilir yerleşim alanlarının oluşturulmasını sağlamaktır. Planlamaya esas yer bilimsel etüd raporları, elde edilen verilerin analizi ve yorumlanmasıyla hem afet riskinin azaltılmasında, hem de yerleşime ve yapılaşmaya uygunluk değerlendirmelerinde önemli bir etken olmuştur.

Mülga Afet İşleri Genel Müdürlüğü (AİGM)'nün 19 Ağustos 2008'de yayınladığı 10337 sayılı Genelge ve Mekânsal Planlama Genel Müdürlüğü'nün 28 Eylül 2011'de yayınladığı 102732 sayılı Genelge ile hazırlanmakta olan raporların geliştirilmesi, daha çok ayrıntı, teknik bilgi ve yorum içermesi amaçlanmıştır. Tablo 6.1'de plan kademeleri ve bu kademeler için gerekli görülen yer bilimsel etüdler ve rapor formatları detaylı bir şekilde belirtilmiştir.

Tablo 6.1. Plan Kademeleri – Yer Bilimsel Etüdler (19.08.2008 tarih ve 10337 sayılı Genelge)

Plan Kademeleri-Yerbilimsel Etütler					
Plan Kademeleri ve Ölçek		Etüt Türleri ve Uygulanacak Format			
Plan	Ölçek	1., 2. ve 3. Deprem Bölgeleri ve Nüfus ≥ 30,000 Olan Yerleşim Birimleri (A)	Uygulanacak Format (A)	Diğer Yerleşim Birimleri (4. ve 5. Deprem bölgeleri ile 1.,2. ve 3. Deprem Bölgeleri ve Nüfus <30.000 de dahil) (B)	Uygulanacak Format (B)
ÜST ÖLÇEKLİ PLANLAR					
BÖLGE PLANI	1/100.000 - 1/250.000	Arazi Kullanımına Esas Jeolojik Etüt	Format-1	Arazi Kullanımına Esas Jeolojik Etüt	Format-1
METROPOLİTEN İMAR PLANI	1/50.000- 1/100.000				
İL ÇEVRE DÜZENİ PLANI (İl Bütünü)	1/100.000				
ÇEVRE DÜZENİ PLANI (birden fazla havza bazında)	1/100.000				
ÇEVRE DÜZENİ PLANI	1/25.000 -				
İMAR PLANLARI					
NAZIM İMAR PLANI (Büyükşehir Belediyelerince hazırlanacak)	1/25.000	Mikrobölgeleme Etüdü	Format-4	Arazi Kullanımına Esas Jeolojik Etüt	Format -1
NAZIM İMAR PLANI	1/5.000	Mikrobölgeleme Etüdü	Format -4	Jeolojik- Jeoteknik Etüt	Format -3
				Mikrobölgeleme Etüdü	Format -4
UYGULAMA İMAR PLANI	1/1.000	Mikrobölgeleme Etüdü	Format -4	Jeolojik- Jeoteknik Etüt	Format -3
				Mikrobölgeleme Etüdü	Format-4
MEVZİ İMAR PLANI	1/5.000 1/1.000	Mikrobölgeleme Etüdü (1/5000 için)	Format -4	Jeolojik Etüt	Format -2
		Jeolojik-Jeoteknik Etüt	Format -3	Jeolojik-Jeoteknik Etüt	Format -3
KÖY YERLEŞME PLANI	1/5.000 1/1.000	Jeolojik-Jeoteknik Etüt (Nüfusa bakılmaksızın)	Format -3	Jeolojik Etüt	Format -2
				Jeolojik- Jeoteknik Etüt	Format -3

6.2. Yer Bilimsel Etüd Raporları

Planlamaya esas yer bilimsel etüdler ve raporlar, hazırlanacak planların türüne ve ölçeğine göre farklı format ve içeriklere sahip olacaktır. Böylelikle afet risk-tehlike tespiti ve zarar azaltma çalışmalarına yönelik senaryoların geliştirilmesinde ihtiyaç

duyulan yer bilimsel veriler belirli bir standartta hızlı ve güvenilir olarak elde edilmekte ve nihai değerlendirme olan yapılaşmaya ve yerleşime uygunluk değerlendirmeleri yapılabilmektedir.

6.2.1. Gözlemsel Jeolojik Etüd Rapor Formatı ($\leq 1/25.000$ ölçek)

Bu etüdler, planlama yapılacak alandaki afet tehlikelerini, uzaktan algılama teknikleri, büro ve arazide yapılan etüd vb. araştırmalar sonucunda gözlemsel olarak belirleyen ve alandaki genel afet tehlikeleri hakkında bilgiler içeren ve 1/25.000 ve daha küçük ölçekli çevre düzeni ve bölge planına esas olan çalışmalardır. Tablo 6.2’de örnek rapor formatı gösterilmektedir.

Tablo 6.2. Gözlemsel Jeolojik Etüd Rapor Formatı $\leq 1/25.000$ ölçek (AİGM, 2006)

Gözlemsel Jeolojik Etüd Rapor Formatı ($\leq 1/25000$ ölçek) ^{(1) (2)}	
	İÇİNDEKİLER ŞEKİLLER ÇİZELGELER EKLER
I.	AMAÇ VE KAPSAM
II.	İNCELEME ALANIN TANITILMASI VE ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ II.1 Mekansal Bilgiler – Coğrafi Konum II.2 İklim ve Bitki Örtüsü II.3 Sosyo - Ekonomik Bilgiler
III.	ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR III.1 Tüm Ölçeklerde Mevcut Plan Durumu ve Mevcut Yapılaşma III.2 Mevcut Plana Esas Yerbilimsel Etütler, Sakıncalı Alanlar – Afete Maruz Bölgeler III.3 Taşkın Sahaları, Sit Alanları, Koruma Bölgeleri Vb. III.4 Değişik Amaçlı Etütler ve Verileri
IV.	JEOMORFOLOJİ
V.	JEOLOJİ V.1. Genel Jeoloji V.1.1 Stratigrafi V.1.2 Yapısal Jeoloji
VI.	HİDROJEOLÖJİK ÖZELLİKLER (Yer altı ve Yerüstü Suları, nehirler, çaylar, göller vs.)
VII.	DOĞAL AFET TEHLİKELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VIII.1 Deprem Tehlikesi VIII.2 Kütle Hareketleri VIII.3 Su Baskını VIII.4 Çığ VIII.5 Diğer Doğal Afet Tehlikeleri (Çökme-Tasman, Karstlaşma, Tsunami, Tıbbi Jeoloji vb.)
VIII.	ARAZİ KULLANIM ÖNERİLERİ ⁽²⁾
IX.	SONUÇ VE ÖNERİLER
X.	EKLER ^{(3) (4)} . 1 İnceleme alanına ait uydu görüntüsü, hava fotoğrafı vb. 2 Genel jeoloji haritası ve genel stratigrafik kesiti (1/25000 veya daha küçük ölçekli) 3 İnceleme alanının Deprem Bölgeleri Haritasındaki Yeri 4 İnceleme alanının Türkiye Diri Fay Haritasındaki Yeri 5 İnceleme alanının Eğim haritası (1/25000 veya daha küçük ölçekli) 6 Arazi Kullanım Öneri Haritası (1/25000 veya daha küçük ölçekli) ⁽²⁾ 7 Fotoğraflar 8 DSİ ve diğer kurum görüşleri (Varsa inceleme alanı için)

6.2.2. Gözlemsel Jeolojik Etüd Rapor Formatı

Bu etüdler, planlama yapılacak alandaki afet tehlikelerini, uydu görüntüleri, hava fotoğrafları, uzaktan algılama teknikleri, büro ve arazide yapılan etüd ve araştırmalar sonucunda gözlemsel olarak belirleyen ve alandaki yerel afet tehlikeleri hakkında bilgiler içeren ve nazım veya uygulama imar planlarına temel girdi sağlayan çalışmalardır. Tablo 6.3'te örnek rapor formatı gösterilmektedir.

Tablo 6.3. Gözlemsel Jeolojik Etüd Rapor Formatı (AİGM, 2006)

Gözlemsel Jeolojik Etüd Rapor Formatı ⁽¹⁾ ⁽²⁾	
	İÇİNDEKİLER ŞEKİLLER ÇİZELGELER EKLER
I.	AMAÇ VE KAPSAM
II.	İNCELEME ALANIN TANITILMASI VE ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ II.1 Mekansal Bilgiler – Coğrafi Konum II.2 İklim ve Bitki Örtüsü II.3 Sosyo - Ekonomik Bilgiler
III.	İNCELEME ALANININ MEVCUT PLAN, YAPILAŞMA DURUMU VE DİĞER ÇALIŞMALAR III.1 Tüm Ölçeklerde Mevcut Plan Durumu ve Mevcut Yapılaşma III.2 Mevcut Plana Esas Yerbilimsel Etütler, Sakıncalı Alanlar – Afete Maruz Bölgeler III.3 Taşkın Sahaları, Sit Alanları, Koruma Bölgeleri Vb. III.4 Değişik Amaçlı Etütler ve Verileri
IV.	JEOMORFOLOJİ
V.	JEOLOJİ V.1. Genel Jeoloji V.1.1 Stratigrafi V.1.2 Yapısal Jeoloji V.2 İnceleme Alanı Jeolojisi
VI.	ZEMİN VE KAYA TÜRLERİNİN ÖZELLİKLERİ
VII.	HİDROJEOLOJİK ÖZELLİKLER VII.1 Yer altı ve Yerüstü Suları VII.2 İçme ve Kullanma Suyu
VIII.	DOĞAL AFET TEHLİKELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VIII.1 Deprem Tehlikesi VIII.2 Kütle Hareketleri VIII.2.1 Heyelan VIII.2.2 Kaya Düşmesi VIII.3 Su Baskını VIII.4 Çığ VIII.5 Diğer Doğal Afet Tehlikeleri (Çökme-Tasman, Karstlaşma, Tsunami, Tıbbi Jeoloji vb.)
IX.	İNCELEME ALANININ YERLEŞİME UYGUNLUK DEĞERLENDİRMESİ IX.1 Uygun Alanlar (UA) IX.2 Önemli Alanlar (ÖA) IX.3 Jeoteknik Etüd Gerektiren Alanlar (JEGA) IX.4 Uygun Olmayan Alanlar (UOA)
X.	SONUÇ VE ÖNERİLER
XI.	EKLER ⁽²⁾ ⁽³⁾ : 1. Yerbulduru Haritası (Çalışma alanının açık bir şekilde görülebileceği ölçekte) 2. İnceleme alanına ait uydu görüntüsü, hava fotoğrafı vb. 3. Genel jeoloji haritası ve genel stratigrafik kesiti (1/25000) 4. İnceleme alanının jeoloji haritası ve jeolojik kesitler (1/1000 veya 1/2000, 1/5000) 5. İnceleme alanının Deprem Bölgeleri Haritasındaki Yeri 6. İnceleme alanının Eğim haritası (1/1000 veya 1/2000, 1/5000) 7. İnceleme alanının Yerleşime Uygunluk Haritası (1/1000 veya 1/2000, 1/5000) 8. Tapu Örneği ve Kadastro Paftası 9. Fotoğraflar (Genel görünüm, problemli kısımlar, araştırma çukurları, yarmalar vb.) 10. Belediye Meclis Kararı (Plan değişikliği, ilave imar vb. çalışmalar için) 11. Valilik ya da Belediyeye başvuru belgesi (Mevzii imar planları için) 12. DSI ve diğer kurum görüşleri (Varsa inceleme alanı için)

6.2.3. Jeolojik–Jeoteknik Etüd Rapor Formatı

Bu etüdler, planlama yapılacak alandaki afet tehlikelerini, 1/1000 – 1/2000 – 1/5000 ölçekli haritalar üzerinde gösteren, yerel zemin koşullarını ve yol açabilecekleri yerel tehlikeleri, ayrıntılı jeolojik, jeofizik ve jeoteknik etütler sonucunda belirleyen ve raporları ile mekânsal planlama ve yerleşmeleri yönlendiren ve/veya sınırlayan çalışmalardır. Tablo 6.4’te örnek rapor formatı gösterilmektedir.

Tablo 6.4. Jeolojik-Jeoteknik Etüd Rapor Formatı (AİGM, 2006)

Jeolojik – Jeoteknik Etüd Rapor Formatı ^{(1) (2)}	
	İÇİNDEKİLER ŞEKİLLER ÇİZELGELER EKLER
I.	AMAÇ VE KAPSAM
II.	İNCELEME ALANININ TANITILMASI VE ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ II.1 Mekansal Bilgiler – Coğrafi Konum II.2 İklim ve Bitki Örtüsü II.3 Sosyo - Ekonomik Bilgiler II.4 Arazi, Laboratuvar, Büro Çalışma Metotları ve Ekipmanları
III.	İNCELEME ALANININ MEVCUT PLAN, YAPILAŞMA DURUMU VE DİĞER ÇALIŞMALAR III.1 Tüm Ölçeklerde Mevcut Plan Durumu ve Mevcut Yapılaşma III.2 Mevcut Plana Esas Yerbilimsel Etütler, Sakıncalı Alanlar – Afete Maruz Bölgeler III.3 Taşkın Sahaları, Sit Alanları, Koruma Bölgeleri Vb. III.4 Değişik Amaçlı Etütler ve Verileri
IV.	JEOMORFOLOJİ
V.	JEOLOJİ V.1. Genel Jeoloji V.1.1 Stratigrafi V.1.2 Yapısal Jeoloji V.2 İnceleme Alanı Jeolojisi
VI.	JEOTEKNİK AMAÇLI ARAŞTIRMA ÇUKURLARI, SONDAJ ÇALIŞMALAR VE ARAZİ DENEYLERİ VI.1 Araştırma Çukurları VI.2 Sondajlar VI.2.1 Sığ sondajlar VI.2.2 Derin Sondajlar VI.3 Arazi Deneyleri VI.3.1 SPT Deneyi VI.3.2 Presiyometre Deneyi VI.3.3 Konik Penetrasyon VI.3.4 Diğer Arazi Deneyleri (Plaka yükleme, Kanatlı kesici vb.) VI.4 Heyelan İzleme Çalışmaları VI.4.1 İnklinometre VI.4.2 Ekstensometre
VII.	JEOTEKNİK AMAÇLI LABORATUVAR DENEYLERİ VII.1 Zemin Index – Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi VII.1.1. Boşluk Oranı ve Porozite VII.1.2. Su Muhtevası ve Doygunluk VII.1.3. Birim Hacim Ağırlık VII.1.4. Elek Analizi ve Hidrometre VII.1.5. Kıvam Limitleri VII.1.6. Aktivite VII.1.7. Sıvılık İndeksi VII.2. Zeminlerin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi VII.2.1. Kayma Direnci Deneyleri VII.2.1.1. Kesme Kutusu VII.2.1.2. Serbest Basınç VII.2.1.3. Üç Eksenli VII.2.2. Konsolidasyon VII.3. Permeabilite VII.4. Kaya Mekanik Deneyleri VII.4.1. Nokta Yükleme VII.4.2. Tek Eksenli (Kayada) VII.4.3. Üç Eksenli (Kayada) VII.4.4. Diğer Deneyler (Gözeneklilik, Birim Hacim Ağırlık, Doğrudan Makaslama vb.)

VIII.	JEOFİZİK ÇALIŞMALAR ⁽³⁾ VIII.1 Sismik Kırılma VIII.2 Sismik Yansıma VIII.3 Elektrik Özdirenç VIII.4 Mikrotremör ve diğer jeofizik yöntemler
IX.	ZEMİN VE KAYA TÜRLERİNİN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ IX.1. Zemin ve Kaya Türlerinin Sınıflandırılması IX.2. Mühendislik Zonları ve Zemin Profilleri IX.3. Şişme-Oturma ve Taşıma Gücü Analizleri ve Değerlendirme IX.4. Karstlaşma
X.	HİDROJEOLJİK ÖZELLİKLER X.1. Yer Altı Suyu Durumu X.1.1. Gözlem Noktaları X.1.2. Hidrojeolojik Özellikler X.1.3. Su Kimyası X.2. Yüzey Suları X.2.1. Akaçlama X.2.2. Debi ve Taşkın Durumu X.3. İçme ve Kullanma Suyu
XI.	DOĞAL AFET TEHLİKELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ XI.1 Deprem Tehlikesi XI.1.1 Aktif Tektonik ve Sismolojik Kayıtlar XI.1.2 Paleosismolojik Çalışmalar XI.1.3 Sıvılaşma Analizi ve Değerlendirme XI.2 Küttele Hareketleri (Şev Duraysızlığı) XI.2.1 Heyelan XI.2.2 Kaya Düşmesi XI.3 Su Baskını XI.4 Çığ XI.5 Diğer Doğal Afet Tehlikeleri (Çökme-Tasman, Karstlaşma, Tsunami, Tıbbi Jeoloji vb.) ve Mühendislik Problemlerinin Değerlendirilmesi
XII.	İNCELEME ALANININ YERLEŞİME UYGUNLUK DEĞERLENDİRMESİ XII.1 Uygun Alanlar (UA) XII.2 Önemli Alanlar (ÖA) XII.2.1 Önemli Alan 1: Küttele Hareketleri, Yüksek Eğim Tehlikeleri Açısından XII.2.2 Önemli Alan 2: Mühendislik Problemleri Açısından (Sıvılaşma, şişme-oturma, taşıma gücü vb.) XII.2.3 Önemli Alan 3: Su Baskını Tehlikesi Açısından XII.2.4 Önemli Alan 4: Çığ Tehlikesi Açısından XII.2.5 Önemli Alan 5: Diğer Tehlikeler Açısından (Karstlaşma, tıbbi jeoloji vb.) XII.3 Ayrıntılı Jeoteknik Etüt Gerektiren Alanlar (AJE) XII.4 Uygun Olmayan Alanlar (UOA)
XIII.	SONUÇ VE ÖNERİLER
XIV.	EKLER ^{(4) (5)} : 1 Yerbulduru Haritası (Çalışma alanının açık bir şekilde görülebileceği ölçekte) 2 İnceleme alanına ait uydu görüntüsü, hava fotoğrafı vb. 3 Genel jeoloji haritası ve genel stratigrafik kesiti (1/25000) 4 İnceleme alanının jeoloji haritası ve jeolojik kesitler (1/1000 veya 1/2000, 1/5000) 5 İnceleme alanının Deprem Bölgeleri Haritasındaki Yeri 6 Mühendislik Jeolojisi Haritaları (1/1000 veya 1/2000, 1/5000) 7 İnceleme alanının Eğim haritası (1/1000 veya 1/2000, 1/5000) 8 Sondaj ve araştırma çukuru logları 9 Arazi ve laboratuvar deney ve analiz föyleri 10 Jeofizik ölçümler, kesitler ve haritalar (1/1000 veya 1/2000, 1/5000) 11 İnceleme alanının Yerleşime Uygunluk Haritası (1/1000 veya 1/2000, 1/5000) 12 Tapu Örneği ve Kadastro Paftası 13 Fotoğraflar (Genel görünüm, problemlili kısımlar, araştırma çukurları, yarmalar vb.) 14 Belediye Meclis Kararı (Plan değişikliği, ilave imar vb. çalışmalar için) 15 Valilik ya da Belediyeye başvuru belgesi (Mevzii imar planları için) 16 DSİ ve diğer kurum görüşleri (Varsa inceleme alanı için)

Tablo 6.4. (devam) Jeolojik-Jeoteknik Etüd Rapor Formatı (AİGM, 2006)

6.2.4. Mikrobölgeleme Rapor Formatı

Bu çalışmalar, Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 1, 2 ve 3'üncü derece deprem bölgeleri içerisinde yer alan ve nüfusu 50.000'in üzerinde olan yerleşmelerdeki afet tehlikelerini coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak, 1/5.000 ve daha büyük ölçekli haritalar üzerinde gösteren ve özellikle deprem tehlikesi ve risklerinin azaltılabilmesi için topoğrafya ve yerel zemin koşullarının yol açabilecekleri tüm tehlike ve riskleri detaylı jeolojik, jeofizik ve jeoteknik etütler sonucunda belirleyen ve raporları ile mekânsal planlama ve kentsel dönüşüm/yenileme planlarına yol gösteren ve/veya sınırlandıran, eylem planları için öncelik belirleyici girdiler sağlayan çalışmalardır. Tablo 6.5'te örnek rapor formatı gösterilmektedir.

Tablo 6.5. Mikrobölgeleme Rapor Formatı (AİGM, 2006)

Mikrobölgeleme Rapor Formatı ^{(1) (2)}	
	İÇİNDEKİLER ŞEKİLLER ÇİZELGELER EKLER
I.	AMAÇ VE KAPSAM
II.	İNCELEME ALANIN TANITILMASI II.1 Mekansal Bilgiler – Coğrafi Konum II.2 İklim ve Bitki Örtüsü II.3 Sosyo - Ekonomik Bilgiler
III.	ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ III.1 Haritalama ve Ölçek III.2 Karelaj – Hücrelendirme III.3 Arazi, Laboratuvar, Büro Çalışma Metodları ve Ekipmanları
IV.	İNCELEME ALANININ MEVCUT PLAN, YAPILAŞMA DURUMU VE DİĞER ÇALIŞMALAR IV.1 Tüm Ölçeklerde Mevcut Plan Durumu ve Mevcut Yapılaşma IV.2 Mevcut Plana Esas Yerbilimsel Etütler, Sakıncalı Alanlar – Afete Maruz Bölgeler IV.3 Taşkın Sahaları, Sit Alanları, Koruma Bölgeleri Vb.
V.	MEVCUT VERİLERİN DERLENMESİ
VI.	JEOMORFOLOJİ
VII.	JEOLJİ VII.1. Genel Jeoloji VII.1.1 Stratigrafi VII.1.2 Yapısal Jeoloji VII.2 İnceleme Alanı Jeolojisi
VIII.	JEOTEKNİK AMAÇLI SONDAJ ÇALIŞMALARI VE ARAZI DENEYLERİ VIII.1 Araştırma Çukurları VIII.2 Sondajlar VIII.2.1 Sığ sondajlar VIII.2.2 Derin Sondajlar VIII.3 Arazi Deneyleri VIII.3.1 SPT Deneyi VIII.3.2 Presiyometre Deneyi VIII.3.3 Konik Penetrasyon VIII.3.4 Diğer Arazi Deneyleri (Plaka yükleme, Kanatlı kesici vb.) VIII.4 Heyelan İzleme Çalışmaları VIII.4.1 İnklinometre VIII.4.2 Ekstensometre
IX.	JEOTEKNİK AMAÇLI LABORATUVAR DENEYLERİ IX.1 Zemin İndex – Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi IX.1.1. Boşluk Oranı ve Porozite IX.1.2. Su Muhtevası ve Doygunluk IX.1.3. Birim Hacim Ağırlık IX.1.4. Elek Analizi ve Hidrometre IX.1.5. Kıvam Limitleri IX.1.6. Aktivite IX.1.7. Sıvılık İndeksi IX.2. Zeminlerin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi IX.2.1. Kayma Direnci Deneyleri IX.2.1.1. Kesme Kutusu IX.2.1.2. Serbest Basınç IX.2.1.3. Üç Eksenli IX.2.2. Konsolidasyon IX.3. Permeabilite IX.4. Kaya Mekanik Deneyleri IX.4.1. Nokta Yükleme IX.4.2. Tek Eksenli (Kayada) IX.4.3. Üç Eksenli (Kayada) IX.4.4. Diğer Deneyler (Gözeneklilik, Birim Hacim Ağırlık, Doğrudan Makaslama vb.)

Tablo 6.5. (devam) Mikrobölgeleme Rapor Formatı (AİGM, 2006)

X.	JEOFİZİK ÇALIŞMALAR X.1 Sismik Kırılma X.2 Sismik Yansıma X.3 Elektrik Özdirenç X.4 Mikrotremör ve diğer jeofizik yöntemler
XI.	ZEMİN VE KAYA TÜRLERİNİN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ XI.1. Zemin ve Kaya Türlerinin Sınıflandırılması XI.2. Mühendislik Zonları ve Zemin Profilleri XI.3. Şişme-Oturma ve Taşıma Gücü Analizleri ve Değerlendirme XI.4. Karstlaşma
XII.	HİDROJEOLJİK ÖZELLİKLER XII.1. Yer Altı Suyu Durumu XII.1.1. Gözlem Noktaları XII.1.2. Hidrojeolojik Özellikler XII.1.3. Su Kimyası XII.2. Yüzey Suları XII.2.1. Akaçlama XII.2.2. Debi ve Taşkın Durumu XII.3. İçme ve Kullanma Suyu
XIII.	YEREL ZEMİN ÖZELLİKLERİ XIII.1 Yerel Zemin Koşullarının Belirlenmesi XIII.2 Kayma Dalgası Hızı (Vs30) XIII.3 Yerel Zemin Sınıfları (ABYYHY)
XIV.	DOĞAL AFET TEHLİKELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ XIV.1 Deprem Tehlikesi XIV.1.1 Aktif Tektonik ve sismolojik kayıtlar XIV.1.2 Paleosismolojik Çalışmalar XIV.1.3 Deprem Tehlike Analizi XIV.1.3.1 Azalım ilişkileri XIV.1.3.2 Deterministik Deprem Tehlike Analizi XIV.1.3.3 Probabilistik Deprem Tehlike Analizi XIV.1.4 Zemin Büyütmesi XIV.1.5 Sıvılaşma Analizi ve Değerlendirme XIV.2 Kütle Hareketleri (Şev Duraysızlığı) XIV.2.1 Heyelan XIV.2.2 Kaya Düşmesi XIV.3 Su Baskını XIV.4 Çığ XIV.5 Diğer Doğal Afet Tehlikeleri (Çökme-Tasman, Karstlaşma, Tsunami, Tıbbi Jeoloji vb.) ve Mühendislik Problemlerinin Değerlendirilmesi
XV.	İNCELEME ALANININ YERLEŞİME UYGUNLUK DEĞERLENDİRMESİ XV.1 Uygun Alanlar (UA) XV.2 Önemli Alanlar (ÖA) XV.2.1 Önemli Alan 1: Deprem Tehlikesi Açısından Önemli Alanlar (Zemin Büyütmesi, sıvılaşma vb.) XV.2.2 Önemli Alan 2: Kütle Hareketleri Tehlikeleri ve yüksek eğim açısından XV.2.3 Önemli Alan 3: Su Baskını Tehlikesi Açısından XV.2.4 Önemli Alan 4: Çığ Tehlikesi Açısından XV.2.5 Önemli Alan 5: Mühendislik Problemleri Açısından (Şişme-oturma, taşıma gücü vb.) XV.3 Diğer Tehlikeler Açısından (Karstlaşma, tıbbi jeoloji vb.) XV.4 Uygun Olmayan Alanlar (UOA)
XVI.	SONUÇ VE ÖNERİLER
XVII.	EKLER ⁽³⁾ ⁽⁴⁾ : 1 Yerbulduru Haritası (Çalışma alanının açık bir şekilde görülebileceği ölçekte) 2 İnceleme alanına ait uydu görüntüsü, hava fotoğrafı vb. 3 Genel jeoloji haritası ve genel stratigrafik kesiti (1/25000) 4 İnceleme alanının jeoloji haritası ve jeolojik kesitler (1/1000 veya 1/2000, 1/5000) 5 İnceleme alanının Deprem Bölgeleri Haritasındaki Yeri 6 Yeraltısuyu Haritası (1/5000, 1/10000) 7 Sismotektonik Harita (1/25000, 1/100000 ve daha küçük ölçekte) 8 Yerel zemin sınıfları haritası (1/5000, 1/10000) 9 Kayma Dalgası Hızı Haritası (1/5000, 1/10000) 10 Zemin Büyütmesi Haritası (1/5000, 1/10000) 11 Sıvılaşma İndeksi Haritası (1/5000, 1/10000) 12 Kütle Tehlikesi Haritası (1/5000, 1/10000) 13 SuBaskını Tehlikesi Haritası (1/5000, 1/10000) 14 Çığ Tehlikesi Haritası (1/5000, 1/10000) 15 Diğer Tehlike Haritaları (1/5000, 1/10000) 16 İnceleme alanının Eğim haritası (1/5000, 1/10000) 17 Sondaj ve araştırma çukuru logları 18 Arazi ve laboratuvar deney ve analiz föyleri 19 Jeofizik ölçümler, kesitler 20 İnceleme alanının Yerleşime Uygunluk Haritası (1/1000 veya 1/2000, 1/5000) 21 Fotoğraflar (Genel görünüm, problemleri kısımlar, araştırma çukurları, yarmalar vb.) 22 DSI ve diğer kurum görüşleri (Varsa inceleme alanı için)

6.3. Yer Bilimsel Verilerin Toplanması

Yer bilimsel veriler planlamada “eşik” kavramı kapsamında değerlendirilmektedir. Planların hazırlanması sürecinde yerleşime uygun alanların tespiti amacıyla, kurum ve kuruluşlardan alınan çalışma alanına ait doğal ve fiziki bilgilerin, alan için yapılan etüdler sonucu elde edilen diğer tüm verilerle birlikte değerlendirilerek, ihtiyaç duyulan ölçeklerdeki hâlihazır haritaların üst üste karşılaştırılması ile eşik analizi hazırlanır. Bir başka deyişle eşik analizi, mekânsal planlama sürecinde gelişme alanları ve önceliklerinin belirlenmesi amacıyla doğal, fiziki ve yasal tüm süreçlerin (eşik) bütüncül olarak değerlendirildiği bilimsel ve teknik çalışmaları kapsamaktadır. Eşik analizinde; jeolojik–jeoteknik, topografik ve hidrolojik yapı özellikleri ile arazi kullanımı, içme suyu havzaları, tarım ve orman alanları, sit alanları, kıyı, altyapı, diğer koruma alanları ve hassas alanlar, doğal ve fiziki veriler ile afet tehlikeleri analiz edilerek bir arada değerlendirilir.

Bu kapsamda, yer bilimsel çalışmalar ile aşağıdaki verilerin elde edilmesi amaçlanır;

- Jeolojik Durum
- Jeomorfolojik Durum
- Hidrojeolojik Durum
- Jeoteknik Çalışmalar
- Arazi Deneyleri
- Laboratuvar Çalışmaları
- Jeofizik Çalışmalar
- Depremsellik

6.3.1. Jeomorfolojik Durum

Çalışma alanının genel jeomorfolojik özellikleri, topografyası, drenaj ağları vb. diğer özelliklerinin belirlenmesi aşamasıdır. Çalışma alanının uydu görüntülerinin ve fotoğraflarının kullanılması önerilir. İlgili verilerin elde edilmesiyle ortaya çıkan jeomorfolojik durum ile kaya kütle hareketleri, çalışma alanının topografik durumu ve eğim/yamaç yönelimi gibi unsurlar arasındaki ilişki ortaya konabilmektedir. Veri toplanması sürecinde çalışma alanının eğim haritasının hazırlanması ve coğrafi kuzeye göre belirlenen bakı (yamaç yönelimi) haritasının hazırlanması durum değerlendirmesi açısından önem arz etmektedir.

6.3.2. Jeolojik Durum

Çalışma alanının yer aldığı bölgeye ait jeolojik bilgiler temin veya tespit edilmeli, alanın çeşitli ölçeklerde jeolojik haritaları hazırlanmalıdır. Burada ölçeğe göre toplanan verinin yapısı ve formatı değişecektir. Küçük ölçekli araştırmalarda fasiyese göre sınırlı jeoteknik karakterler haritalanabilirken, büyük ölçekli ($\geq 1/5000$) araştırmalarda fiziksel ve mekanik özellikler açısından yüksek uniformluk karakterde haritalama yapılmalı ve gevşek zeminlere ait detaylı fasiyes özellikleri belirtilmelidir.

Bununla birlikte çalışma alanının yer aldığı bölgeye ait stratigrafik bilgiler alınmalı ve stratigrafik kesitler hazırlanmalıdır. Ayrıca bölgeye ait jeodinamik süreçler (kıvrımlar, fay ve kırıklar, kütle hareketleri vb.) tespit edilerek, raporlamada belirtilmelidir.

6.3.3. Hidrojeolojik Durum

Çalışma alanına ait yüzey suları ve yeraltı sularının debi, taşkın karakterleri, eğim, akifer tipleri/özellikleri, beslenme kaynakları, pH-elektrik iletkenlik-sıcaklık-asitlik gibi fizikokimyasal özellikleri vd. hidrolojik veriler elde edilir. Çalışma alanında yapılan sondaj ve jeofizik çalışmalar yardımıyla yeraltı su haritaları hazırlanmalıdır.

6.3.4. Jeoteknik Çalışmalar

Jeoteknik çalışmalar kapsamında çalışma alanında gözlem çukurları, sondaj çalışmaları ile numuneler üzerinde laboratuvar çalışmaları gerçekleştirilmekte ve elde edilen verilen değerlendirilerek raporlaştırılmaktadır.

Bu çalışmalar kapsamında, yüzeysel temelli ve az katlı yapıların inşâ edileceği alanlarda yüzeye yakın seviyelerdeki (maksimum 4-5 m derinlikte) zemin durumunun belirlemesi ve zemin ve kaya numuneleri alınabilmesi amacıyla gözlem (araştırma) çukurları açılabilir. Gözlem çukurları aracılığıyla zemin süreksizlikleri, mukavemet gibi durumlar gözlemlenebilir.

Bir diğer jeoteknik çalışma sondajlardır. Çalışma alanındaki jeolojik birimlerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin tespit edilmesinde, karakteristiğinin ve litolojik özelliklerinin belirlenmesinde ve diğer jeoteknik verilerin elde edilmesinde sık ve derin sondajlar yapılmaktadır. Yapılan sondajlar sonucu elde edilen veriler yorumlanarak ilgili raporlara eklenmektedir.

Zemin ve kayaların mühendislik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla jeoteknik çalışmalar kapsamında çeşitli arazi deneyleri (Tablo 6.6) yapılmaktadır. Bu deneylerle zeminlerin sıkılık ve kıvamlılıkları, yoğunluk ve mukavemet değerlendirmeleri,

dayanım, taşıma gücü ve sıkıştırılabilirlikleri, konsolidasyon durumları, deformasyon modülü, permeabilitesi (geçirgenlik) gibi özellikleri tespit edilmektedir.

Tablo 6.6. Jeoteknik çalışmalar kapsamında yapılan arazi deneyleri (CGS, 2006)

ARAZİ DENEYLERİ			
Deney Adı	En Uygun Zemin	Önerilmeyen Zemin	Elde Edilen Özellik ve Veriler
Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)	Kum	Yumuşak ve Sıkı Kil	Sıklık ve kıvamlilik tayini, zemin katmanlarının niteliksel karşılaştırılması
Dinamik Konik Penetrasyon Deneyi (DCPT)	Kum	Kil	Sıklık ve zemin katmanlarının niteliksel karşılaştırılması
Konik Penetrasyon Deneyi (CPT)	Kum, Silt, Kil	Çakıl	Kumların yoğunluğunun ve mukavemetinin sürekliliğinin değerlendirilmesi. Killerde drenajsız kayma dayanımının sürekliliğinin değerlendirilmesi
Becker Penetrasyon Deneyi (BPI)	Çakıl ve Çakıllı Malzeme	Yumuşak Zemin	Sıklığın niteliksel değerlendirmesi
Arazi Veyn Deneyi (FVT)	Kil	Kum ve Çakıl	Drenajsız kesme dayanımı
Presiyometre Deneyi (PMT)	Yumuşak Kaya, Çakıl, Sıkı Kum ve Buzul	Yumuşak Hassas Kil, Gevşek Silt ve Kum	Taşıma kapasitesi ve sıkıştırılabilirlik
Dilatometre Deneyi (DMT)	Kum ve Kil	Çakıl	Zemin türlerinin ampirik korelasyonu, Ko, aşırı konsolidasyon oranı ve drenajsız kesme dayanımı
Plaka Yükleme Deneyi	Kum ve Kil	-	Deformasyon modülü, taşıma kapasitesi, yatak modülü
Permeabilite (Geçirgenlik) Deneyi	Kum ve Çakıl	-	Geçirgenlik katsayısının tespiti

Jeoteknik arazi deneylerinin yanı sıra zemin ve kayaların fizikomekanik özellikleri, mukavemet, permeabilite (geçirgenlik), deformasyon, konsolidasyon, sıkıştırılabilirlik ve kırılma dayanımı gibi özelliklerinin tespiti için laboratuvar deneyleri yapılmaktadır.

6.3.5. Jeofizik Çalışmalar

Yer bilimsel verilerin elde edilmesinde, yorumlanmasında, analiz ve değerlendirilmesinde en önemli çalışmalar jeofizik yöntemlerdir. Planlamada jeofizik çalışmaların temel amacı, yüzeyde veya yer içinde jeofizik yöntemler aracılığıyla yapılan çalışmalarla yer içinin fiziksel ve yapısal özelliklerinin tespit edilmesidir.

Jeofizik çalışmalarda, çalışma alanının jeolojik özelliklerine ve istenilen veriye göre uygun jeofizik yöntemlerin seçilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda aşağıdaki yöntemler kullanılmaktadır;

- Sismik Kırılma Yöntemi (Seismic Refraction Method)

- Sismik Yansıma Yöntemi (Seismic Reflection Method)
- Elektrik Yöntem (Electric Method)
- Doğru Akım Özdirenç Yöntemi (IP Method)
- Mikrotremor Yöntemi (Microtremor Method)
- Yer Radarı (Georadar)
- Kuyu Sismiği (Well Seismic)
- Gravite Yöntemi (Gravity Method)

6.3.6. Depremsellik (Sismotektonik)

Sismotektonik; depremler, faylar ve tektonik süreçler arasındaki ilişkiyi inceler. Sismoloji, jeodezi ve jeoloji dâhil olmak üzere çeşitli yer bilim disiplinlerinden bilgiler içerir. Sismolojik verilerin analizi, depremsellik hakkında bilgi sağlar.

Sismotektonik esas olarak kesin deprem konumlarına, odak mekanizmalarına, aktif ve pasif faylara, litosferin yapısı ve özelliklerine dair gelen bilgileri içerir. Çalışma alanında yer alan fay veya faylara ait özellikleri, geçmişte deprem üretip üretmediği ve üretebileceği depremleri, depremlerin yinelenme aralığını, sıklığını, bölgenin tarihsel depremselliği vb. bilgileri sondaj ve jeofizik yöntemlerle tespit ederek, yorumlamaktadır. Tüm bu çalışmaların sonucunda elde edilen veriler ve yorumlara dayanarak deprem tehlike analizleri yapılmaktadır.

6.4. Yerleşime Uygunluk Değerlendirmesi

Yapılan tüm bu yer bilimsel çalışmalarının nihai amacı, afete duyarlı yaklaşım kapsamında yapılacak olan mekânsal planlamada, çalışma yapılan alan veya bölge için afet riskinin ve tehlikelerin belirlenmesi ve önleme ve zarar azaltma çalışmalarının yapılabilmesiyle yerleşime uygunluk değerlendirmelerinin yapılabilmesidir. Diğer bir deyişle, yerleşime uygunluk değerlendirmeleri (*Şekil 6.1*), afete duyarlı planlama kapsamında yapılan yer bilimsel çalışmaların nihai sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bütünleşik Yerleşime Uygunluk Değerlendirmesi

YER SİSTEMİ

Doğal Hassasiyetler

- Jeomorfolojik
 - Topo/Eğim ve Bakı
- Jeolojik
 - Kaya
 - Çatlak ve Fay
- İklim
- Hidrolojik ve Hidrojeolojik özellikler
 - Ayrışma,
 - Geçirimsizlik
 - karstlaşma
- Ekolojik
 - Toprak
 - Bitki Örtüsü
 - Arazi Alan Kullanımı
- BÜTÜNLEŞİK DOĞAL HASSASİYETLERİN BELİRLENMESİ
- Eğim ve litoloji bakımından değerlendirmeler

BÜTÜNLEŞİK DOĞAL TEHLİKE BELİRLEME

- Deprem
- Sıvılaşma
- Sel ve Taşkın
- Toprak kaybı
- Erozyon
- Heyelan

BÜTÜNLEŞİK YERLEŞİME UYGUNLUK DEĞERLENDİRMESİ

- YU
- ÖA
- UO
- AJE

Doğal tehlikeler, mühendislik problemlerinin yanı sıra ekolojik kırılganlıkları (hassasiyetler) Yerleşime Uygunluk Haritalarında değerlendirilmelidir.

Şekil 6.1. Yer sistemini (jeolojik, iklim ve ekolojik) oluşturan süreçlerden kaynaklanan tehlike belirleme çalışmaları, jeolojik ve ekolojik hassasiyetlerin belirlenmesi ve bütünleşik yerleşime uygunluk (YU: yerleşime uygun, ÖA: önlem alınması gereken, UO: yerleşime uygun olmayan, AJE: ayrıntılı jeolojik etüd gerektiren alanlar) değerlendirilmesi (Okay, 2021)

Değerlendirme süreçleri, yerleşim alanının hem yapılaşmış, hem de yeşil alanlarının doğal yapı özelliklerinin, alan, bina ve kaynaklarının kullanım türüne göre dağılımı, altyapı sistemleri, nüfus ve acil durum servisleri ile ilgili bilgiler şeklinde kentin bileşenlerine ait verilerin tanımlanmasını içermektedir. Bu değerlendirmede temel hususlar, yerel bilgi ve doğal yapıya ait tüm verilerin birlikte ele alınması ve kentin planlama bileşenleri ile bütünleştirilmesidir (Okay, 2021).

7. BURSA İL MERKEZİ İNCELEMESİ

7.1. İnceleme Alanı Olarak Seçilme Nedeni

Bursa ili tarihi ve kültürel doku açısından zengin, sosyo-ekonomik durum açısından gelişmiş Türkiye'nin en büyük 4'üncü şehridir. 2022 verilerine göre nüfusu 3.194.720'dir ve bu rakam Türkiye nüfusunun %3,75'ine denk gelmektedir (TÜİK, 2023). Liman ve karayolu imkânları nedeniyle sanayi açısından kalkınmış olan ve yüksek nüfus yoğunluğuna sahip Bursa'nın, aynı zamanda Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasına göre birinci derece deprem kuşağında yer alması, tarihsel dönemde ciddi ve şiddetli afetlerin meydana gelmesi, Türkiye'nin en aktif fay sistemi olan Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ)'nin etkisinde yer alması, doğal ve teknolojik (insan kaynaklı) birçok afete maruziyeti gibi kriterler göz önünde bulundurularak çalışma alanı olarak tercih edilmiştir.

7.2. Konumu ve Genel Bilgiler

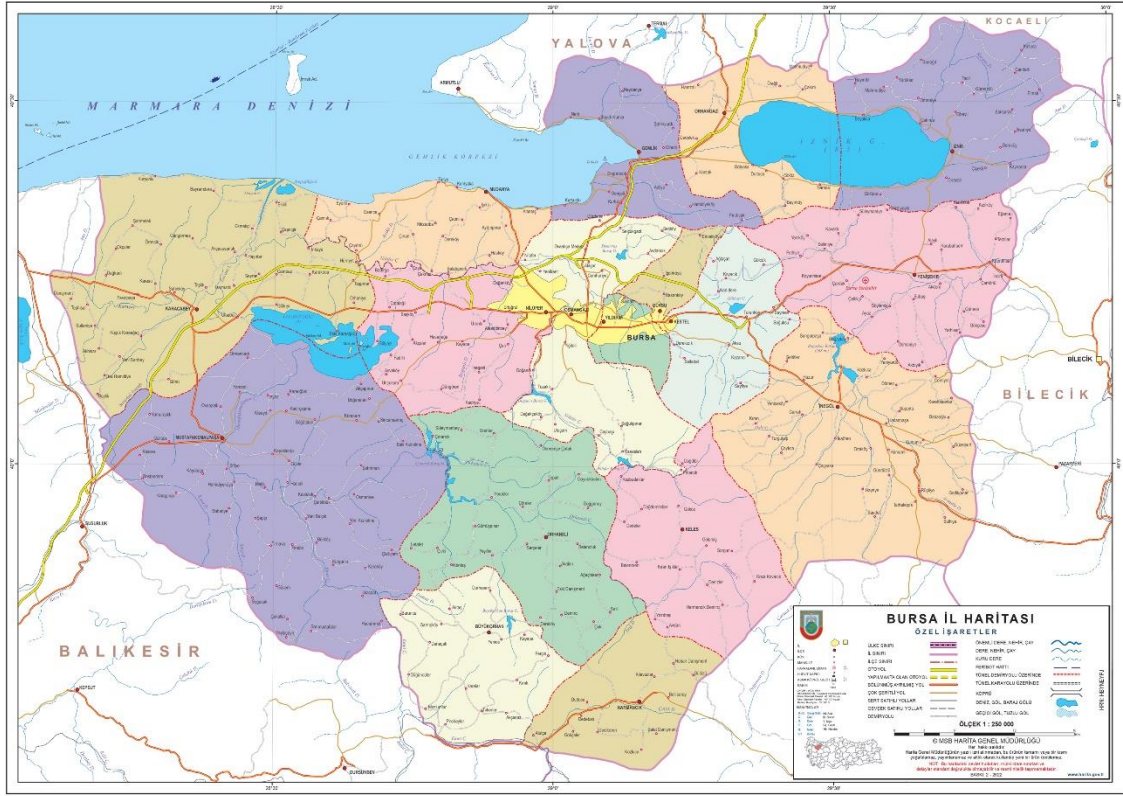
Marmara Bölgesinin Güney Marmara bölümünde yer alan ve 40° enlem ile 28–30° boylam daireleri arasında konumlanan Bursa ili, kuzeyde Kocaeli ve Yalova, doğuda Bilecik ve Sakarya, güneyde Kütahya ile batısında Balıkesir illeriyle komşudur (*Şekil 7.1*). 10.886 km²'lik yüzölçümüne sahip Bursa ili, büyükşehir statüsündedir ve merkezde Nilüfer, Osmangazi ve Yıldırım ilçeleri olmak üzere 17 ilçesi bulunmaktadır.

İnceleme alanı olarak belirlenen Bursa ili merkez ilçeleri olan Nilüfer (536.365), Osmangazi (891.250) ve Yıldırım (655.856) ilçeleri yerleşim açısından en yoğun ilçelerdir ve il nüfusunun %65,22'si bu ilçelerde yaşamaktadır.

Nilüfer ilçesi, kuzeyde Mudanya, doğuda Osmangazi, güneyde Orhaneli, batıda Mustafakemalpaşa, Uluabat Gölü ve Karacabey ile çevrilidir. Denizden yüksekliği 100–150 metredir. 28–29° boylamları ile 40–41° enlemleri arasında yer alır.

Osmangazi ilçesi, kuzeyde Mudanya, doğuda Gürsu, güneyde Orhaneli ve batıda Nilüfer ile çevrilidir. Denizden yüksekliği 90–100 metredir. 28–29° boylamları ile 40–41° enlemleri arasında yer alır.

Yıldırım ilçesi, kuzeyde ve batıda Osmangazi, doğuda Gürsu ve Kestel, güneyde Osmangazi ve Kestel ile çevrilidir. Denizden yüksekliği ortalama 150–155 metredir. 40° boylam ile 28–30° enlemler arasında yer alır.



Şekil 7.1. Bursa İli İdari Haritası (HGM, 2022)

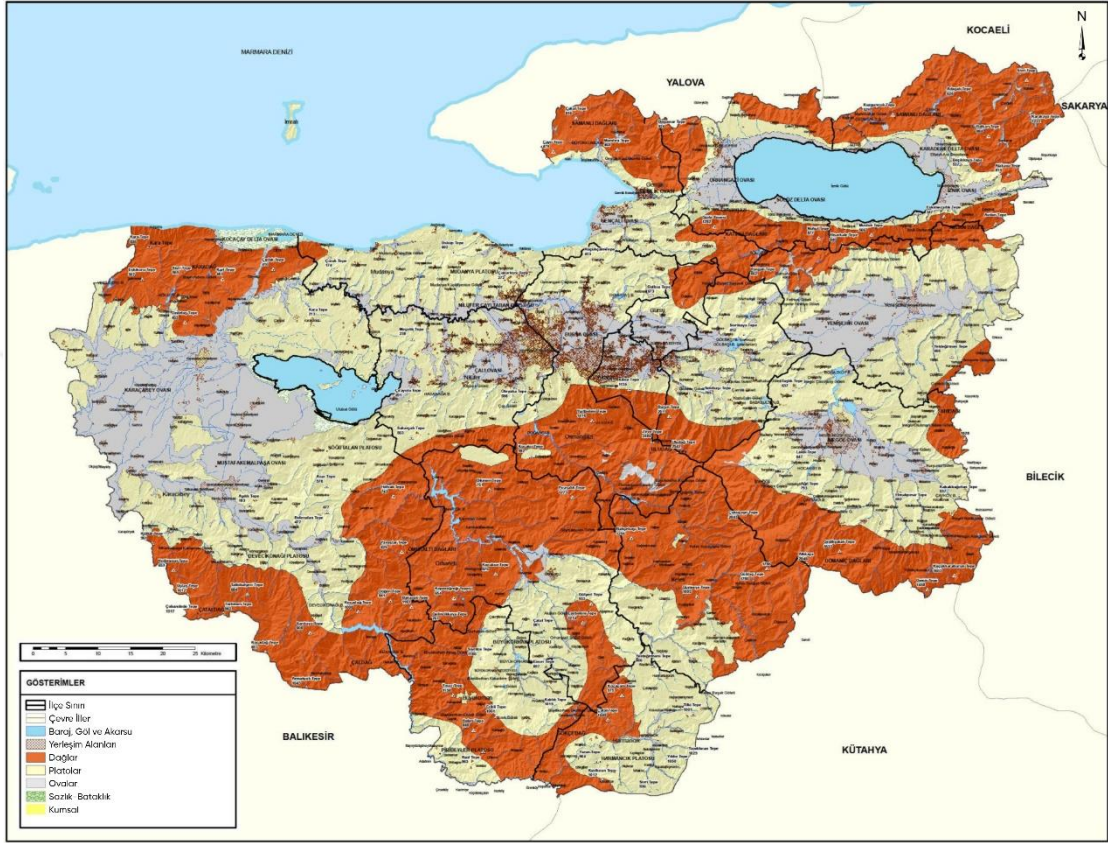
7.3. Jeolojik ve Jeomorfolojik Durumu

İnceleme alanında çok farklı kayaç ve zemin yapıları gözlemlenmektedir. İl genelinde Paleozoyik (~530 milyon yıl) Kuvaterner (~2.5 milyon yıl) yaşlarda farklı litolojik özelliklere sahip sedimanter (tortul), magmatik ve metamorfik kayaç türlerine rastlanmaktadır. İl, farklı jeolojik zamanlarda, farklı tektonizmalarla oluşmuş farklı türdeki kayaçlardan oluşmuş bir jeolojik yapıdadır ve bu yapılar oldukça farklı metamorfik, volkanik ve stratigrafik yapısal özelliklere sahiptir.

İnceleme alanı, ofiyolitik kenet kuşaklarıyla birbirinden ayrılan, üç önemli tektonik birliğin bir araya geldiği bölgede yer almaktadır. Birbiriyle tektonik ilişkili olan bu birlikler, ilin kuzeyinde İstanbul Zonu, ortasında Sakarya Zonu ve güneyinde Tavşanlı Zonundan oluşmaktadır (Ateş ve Aktimur, 2019).

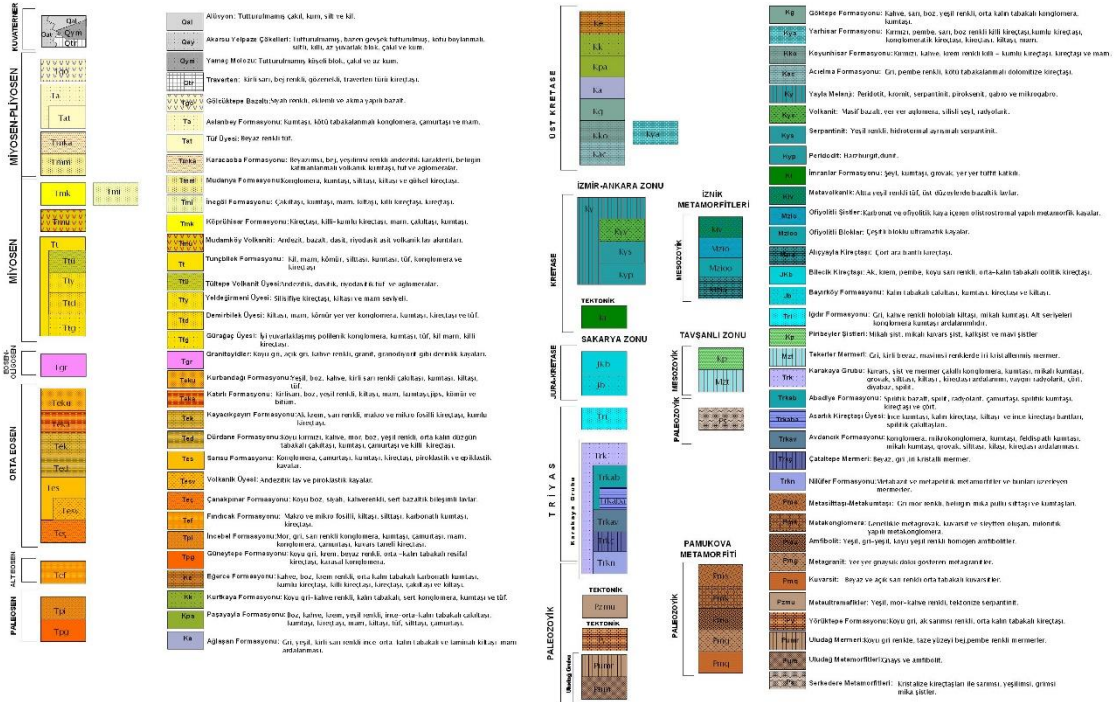
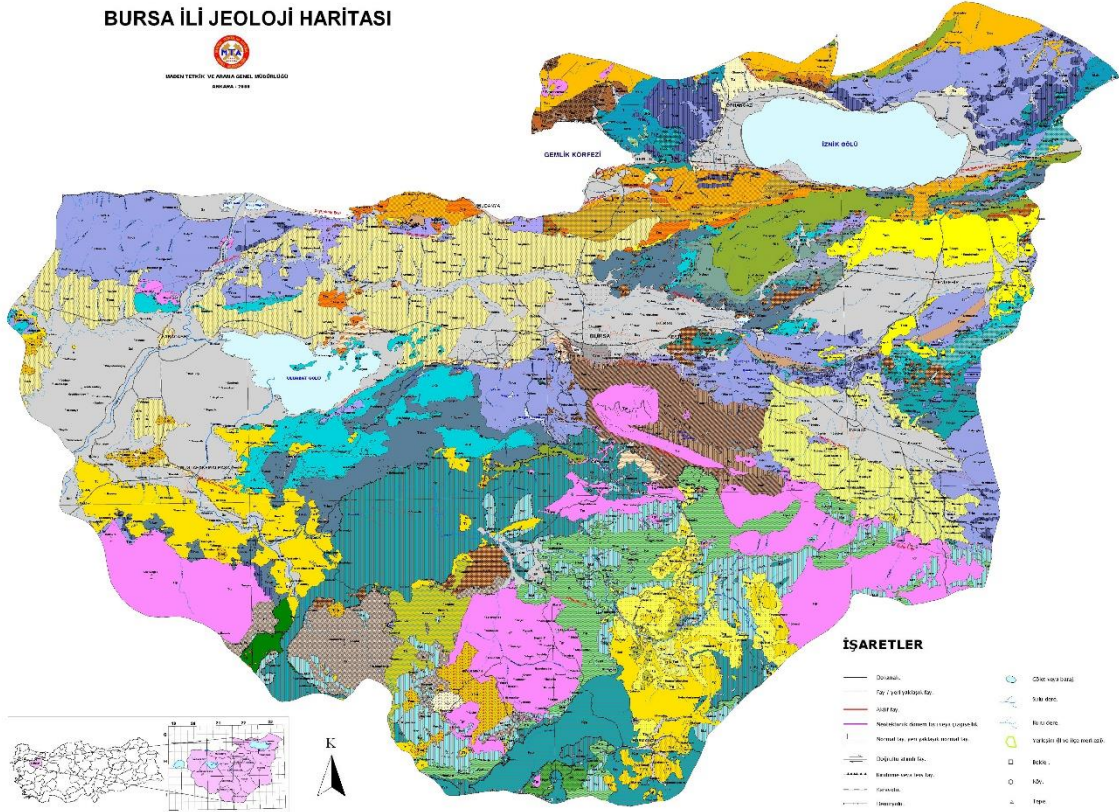
Jeomorfolojik özellikler bakımından incelendiğinde, ilin %40'ını dağlar kaplamakta olup, D-B uzantılı sıradağlar şeklinde konumlanmaktadır. Marmara Bölgesinin en büyük dağı olan 2.543 metre yükseklikteki Uludağ da, Bursa il merkezinde bulunmaktadır. Plato (~%30) ve ovalar (~%26) il topraklarının yarısından fazlasını kaplamaktadır. Bunun yanında il sınırları içerisinde İznik (298 km², 60 km³) ve Uluabat (136 km², 840 km³) gölleri yer almaktadır ve tüm göller ilin yaklaşık %4'lük

bir bölümünü kaplamaktadır. Şekil 7.2’de Bursa il merkezi ve il sınırları içerisindeki alanların jeomorfolojik durumu, Şekil 7.3’te ise Bursa ilinin genel jeolojisi gösterilmektedir.



Şekil 7.2. Bursa ili jeomorfoloji haritası (Bursa Büyükşehir Belediyesi Doğal Yapı Sektörü Yerbilimleri Çalışma Grubu Sentez Raporu, 2012)

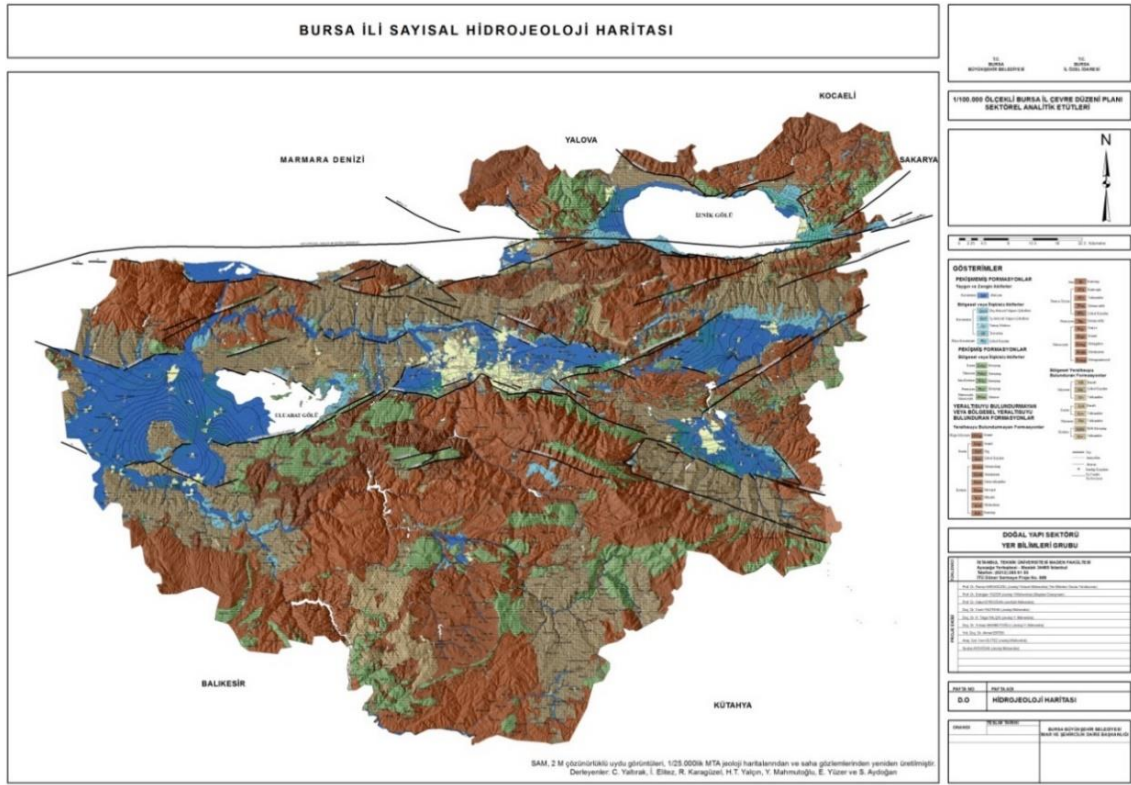
BURSA İLİ JEOLJİ HARİTASI



Şekil 7.3. Bursa ili jeoloji haritası (MTA, 2009)

7.4. Hidrojeolojik Durumu

İnceleme alanında yapılmış olan hidrolojik ve hidrojeolojik çalışmalar incelendiğinde jeolojik birimlerin permeabilitesi (geçirimsizlik), yüzey suyu ve yer altı suyu durumu, akifer türleri, kaynak potansiyeli araştırılmış ve çalışma alanının hidrojeolojik yapısına yönelik araştırmalar yapılmıştır. Bursa ili, Marmara ve Sakarya havzalarının beslenme sınırları içerisinde yer almakta olup, başta merkezdeki ilçeler olan Nilüfer, Osmangazi, Yıldırım ile birlikte Büyükşehir, Gürsu, Harmancık, Karacabey, Keles, Kestel, Mustafakemalpaşa ve Orhaneli ilçeleri Susurluk Havzası sınırları içinde kalmaktadır.



Şekil 7.4. Bursa ili hidrojeoloji haritası (Bursa IRAP, 2022)

Yıllık 6 bin 186 hm³'lük bir yüzey suyu ve yer altı suyu potansiyeline sahip Bursa ilinde Devlet Su İşleri (DSİ) 1. Bölge Müdürlüğü'nce işletilen 24 adet baraj ve 25 adet göl ile BUSKİ Genel Müdürlüğü'nce işletilen 35 adet göl bulunmaktadır (Bursa IRAP, 2022).

İl genelinde yüzeylenen litolojik birimler, genelleştirilmiş hidrolik geçirimsizliklerine göre çok geçirimli-geçirimsiz ve az geçirimli-geçirimsiz olmak üzere

iki ana grup altında sınıflandırılmış ve oluşturulan hidrojeoloji haritasında gösterilmiştir (Ateş ve Aktimur, 2019).

7.5. Şehirleşme ve Yerleşim Durumu

Bursa, gerek tarihsel, gerekse aletsel dönemde meydana gelen doğal ve teknolojik (insan kaynaklı) afetler sebebiyle birçok kez ciddi hasarlar almıştır. En sık yaşanan afet heyelan olmakla birlikte en fazla hasara ve kayba sebep olan afet depremdir. Bunlar dışındaki afetler incelendiğinde taşkın ve sel baskını, kaya düşmesi, çığ düşmesi gibi doğal afetler meydana gelmektedir.

Anadolu coğrafyasında şehirleşmenin milattan önce (M.Ö.) dönemlere kadar gittiği bilinmektedir. M.Ö. 187–186 yıllarında Bitinya Kralı I. Prusias tarafından kurulduğu varsayılan Bursa’da (Keleş Eriçok, 2015), gerek Roma, gerek Bizans dönemlerinde şehirleşme çalışmaları ve çeşitli planlamalar yapıldığına dair bilgiler mevcuttur. Osmanlı Devleti’ne 39 yıl başkentlik yapan Bursa, tarih boyunca önemini korumuş ve Osmanlı döneminde de imarına ve planlamasına önem verilmiştir. Bursa’nın fethinden sonra şehirleşme kale dışında gelişmiştir.

Cumhuriyetin ilânıyla birlikte ilk planlama çalışması 1924 yılında Alman mimar Carl Christoph Lörcher tarafından yapılmış olsa da, tarihsel dokunun göz ardı edilmesi dolayısıyla bir plan hâline getirilememiştir. Bursa’nın ilk planı ise 1941 yılında Fransız mimar ve şehir plancısı Henri Prost’a yaptırılmıştır. 1985 yılına kadar geçen süreçte birçok afet yaşanmış ve şehrin gelişmesiyle paralel olarak çeşitli planlamalar yapılmıştır. 1985 yılında çıkarılan 3194 sayılı İmar Kanunuyla birlikte yerel yönetimlere verilen plan yapma yetkisi uyarınca önce 1994 yılında 1/100.000 ölçekli çevre düzeni planı hazırlanmış, daha sonra da 1995 yılında nazım planı revizyonu niteliğinde 1/5.000 ölçekli bir plan hazırlanmıştır. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Bursa Valiliği ve Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından ortaklaşa hazırlanan 1/100.000 ölçekli plan 19 Ocak 1998 tarihinde onaylanarak yürürlüğe girmiştir (Bursa MEPS, 2023).

Planın ana kararları; 2020 yılını hedef alarak, Bursa’da sürdürülebilir, yaşanabilir bir çevre oluşturmayı; tarımsal, turistik ve tarihsel kimliğin korunmasını ve Türkiye’nin kalkınma politikası Bursa 2020 Yılı Çevre Düzeni Planı (1998) kapsamında sektörel gelişme hedeflerine uygun olarak belirlenen planlama ilkeleri doğrultusunda sağlıklı gelişme ve büyümeyi hedeflemektir (Bursa IRAP, 2022).

7.6. Yapı Stoğu

Bursa iline ait yapı stoğu bilgileri il merkezinde bulunan Nilüfer, Osmangazi ve Yıldırım ilçelerine aittir. 1165 km²'lik yüzölçümüne sahip Osmangazi ilçesi 891.250 kişilik (2022) nüfusu ile en yoğun ilçedir. Sırasıyla 399 km²'lik yüzölçümü ve 655.856 kişilik (2022) nüfusu ile Yıldırım ilçesi ve 186 km²'lik yüzölçümü ve 536.365 kişilik (2022) nüfusu ile Nilüfer ilçesi gelmektedir.

Nilüfer ilçesi gerek sosyo-ekonomik yapısı, gerekse konumu dolayısıyla il merkezinin en planlı gelişmiş bölgesi konumundadır.

Osmangazi ilçesi yoğun tarihi doku ve çevresel faktörler nedeniyle planlı bir kentleşmeye pek müsait değildir. Mevcut durum nedeniyle kentsel dönüşüm ve tarihi yapılara yönelik restorasyon ve iyileştirme çalışmalarına ihtiyaç olduğu değerlendirilmektedir.

Yıldırım ilçesi, ilin yoğun göç alan yapısından dolayı hızlı bir gelişim gösterse de, yerleşim planlaması eksikliği ve yetersizliği nedeniyle plansız ve kaçak yapılaşma tipolojisine sahiptir (Bursa IRAP, 2022).

Bursa ilindeki konut alanları genel itibarıyla düzensiz yapılaşmıştır. 8.023 ha konut alanının yaklaşık %65'i düzensiz ve plansız yapılaşma alanlarıdır. 1985 yılında çıkarılan 3194 sayılı İmar Kanunu'na kadar planlama süreçleri merkezi yönetim eliyle yapıldığından özellikle yoğun bir göç alan ve hızlı gelişen Bursa ilinin planlama ihtiyacı karşılanamamıştır. Bursa ilinin sanayi alanında hızla gelişmesi yapılaşmanın özellikle bu bölgelerde yoğunlaşmaya başlamasına ve planlama eksikliği ve yetersizliği nedeniyle düzensiz yapılaşmaya sebep olmuştur. İmar Kanunu'yla birlikte yerel yönetimler hızlı bir şekilde planlama sürecine girmiş, gecekondular ve çarpık yapılaşmaya karşı çeşitli uygulama ve önlemler geliştirilmiştir. Bu kapsamda ilçe sınırları içerisinde çeşitli bölgeler gecekondular bölgesi olarak kamulaştırmaya açılmıştır (Bursa IRAP, 2022).

Düzenli ve planlı yapılaşma kapsamında Nilüfer ilçesi başta gelmektedir. İlçenin hemen hemen tümünde yapılaşma planlı bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Bununla birlikte Osmangazi ve Yıldırım ilçelerinde de kentsel dönüşüm çalışmaları kapsamında planlı yapılaşmaya gidilmektedir.

7.7. Afetsellik ve Depremsellik

Bursa ili, ülkemizin sismik açıdan en önemli ve en aktif bölgelerinden biri olan Marmara Bölgesinin güneyinde yer almaktadır. Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ)'nin

güney kolu üzerinde yer alan Bursa, aynı zamanda Eskişehir Fay Zonu'nun da etkisinde kalmaktadır ve bu fay il merkezine kadar uzanmaktadır. Bunların yanı sıra Bursa Fayı, Uluabat Fayı, Manyas Fayı, Yenice–Gönen Fayı, Edincik–Çiftçeşmeler fayları Bursa'yı etkisi altına almaktadır. Şekil 7.5'te Bursa ili diri fayları, Şekil 7.6'da ise Bursa ili deprem bölgeleri gösterilmektedir.

Bu faylar, tarihsel ve aletsel dönemde birçok yıkıcı depreme sebep olmuş ve bu depremler neticesinde çok sayıda can kaybı yaşanmış ve hasar meydana gelmiştir. Bursa ve yöresine ait deprem kayıtlarının M.Ö. zamanlara kadar gittiği bilinmektedir. Bizans döneminde meydana gelen 1143 ve 1327 depremleri, Osmanlı döneminde meydana gelen 1418, 1463, 1555, 1674 ve 1705 depremleri bunlara örnektir. 28 Şubat 1855'te meydana gelen $M=7.5$ büyüklüğündeki ve 11 Nisan 1855'te meydana gelen $M=7.0$ büyüklüğündeki Bursa depremleri ciddi yıkıma, hasara ve can kaybına sebep olmuştur.

Literatür incelendiğinde tarihsel kayıtlar açısından ilk doküman, 1794 Bursa doğumlu olan Gökmenzâde Hacı Hüseyin Rifat Efendi'nin (*Gökmen-zâde Seyyid el-Hâcî Hüseyin Rifat Efendî Bursavî*) 1820–1859 yılları arasında Bursa'da meydana gelen deprem kayıtlarını tuttuğu İşâretnümâ isimli eseridir.

Bursa'da depremlerin yanı sıra heyelan, kaya düşmesi, sel ve taşkın ile çıkış afetleri de meydana gelmektedir. Uludağ eteklerinde gelişen il merkezi sebebiyle yapılaşmalar esnasında ve özellikle plansız ve düzensiz meydana gelen yapılaşmalar neticesinde heyelanlar meydana gelmektedir. 2006 yılında meydana gelen heyelanda Osmangazi ilçesinin bir kısmı zarar görmüştür (Bursa IRAP, 2022). AFAD'ın çalışmaları kapsamında “heyelan duyarlılık haritası”, Bursa Büyükşehir Belediyesi ve İTÜ iş birliği ile “heyelan envanter haritası” üretilmiştir.

Bursa ayrıca, hidrolojik, meteorolojik ve teknolojik afetler noktasında da afet riski ve tehlikesi barındıran bir ildir. MGM Kuraklık Haritasında olağanüstü ve aşırı kurak kuşakta gösterilmiştir.



* Faylar, MTA'ya ait 1:250000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritalarından sayısallaştırılmıştır

Şekil 7.5. Bursa ili 1/250.000 ölçekli diri fay haritası (BBB-TÜBİTAK, 2021)



Şekil 7.6. Bursa ili deprem bölgeleri haritası (AİGM, 1996)

7.8. Yer Bilimsel Çalışmalara Ait Veriler

Yer bilimsel bulgular, mekânsal planlamalarda yararlanılan en önemli veri grubunu oluşturmaktadır. Bu verilerin, planlama çalışmalarının başlangıcından karar verme ve uygulama süreçlerine kadar değerlendirilmeye alınması afete duyarlı bir planlama yapılabilmesinde önemli rol oynamaktadır.

Bu kapsamda MTA, AFAD ve Bursa Büyükşehir Belediyesi'nin yürüttüğü yer bilimsel çalışmalar neticesinde il merkezine ve çevresine ait jeolojik, hidrolojik, topografik ve sismolojik özellikler belirlenmiştir. Bu çalışmalarla Bursa ili ve çevresinin afet potansiyeline yönelik değerlendirme ve analizler yapılmıştır. Jeolojik araştırmalarda kayaçlar nitelikleri ve mühendislik özellikleri açısından sınıflandırılmış ve tanımlanmış, hidrojeolojik çalışmalarda, jeolojik çalışmalarla tespit edilen kayaçlar permeabilite (geçirimsizlik), porozite (gözeneklilik) ve su tutabilme özelliklerine göre sınıflandırılmış, jeodinamik özellikleri tespit edilmiştir.

Faylanmalar, zemin dayanımları, eğim, sıvılaşma, yerleşime uygunluk için gerekli diğer yer bilimsel veriler jeolojik, jeofizik ve jeoteknik çalışmalar yardımıyla elde edilmiştir.

AFAD tarafından hazırlanan Bursa İl Afet Risk Azaltma Raporu (IRAP) ile Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafında hazırlanan 1/100.000 Ölçekli Bursa 2020 Çevre Düzeni Strateji Plan Raporu ve 1/100.000 Ölçekli Bursa İl Çevre Düzeni Planı Sentez Raporu kapsamında elde edilen veriler yardımıyla yerleşim alanlarının yer bilimsel açıdan değerlendirmeleri, afet risklerinin tespiti ile buna bağlı risk analizleri ve tüm üst yapı ve alt yapıya ait mekânsal analiz ve değerlendirmeleri yapılmıştır.

7.9. Afetlere Yönelik Çalışmalar

Yapılan yer bilimsel çalışmalar neticesinde elde edilen veriler yardımıyla Bursa iline ait afet önleme, zarar azaltma ve afet sonrası planlama çalışmaları ile yapısal ve yapısal olmayan çalışmalar yapılmıştır. Kamu kurum ve kuruluşları ile yüksek öğretim kurumlarıyla işbirlikleri yapılarak afet planlaması ile tehlike ve risk haritaları yapılmış ve afet riskinin azaltılmasına yönelik eylem stratejileri geliştirilmiştir.

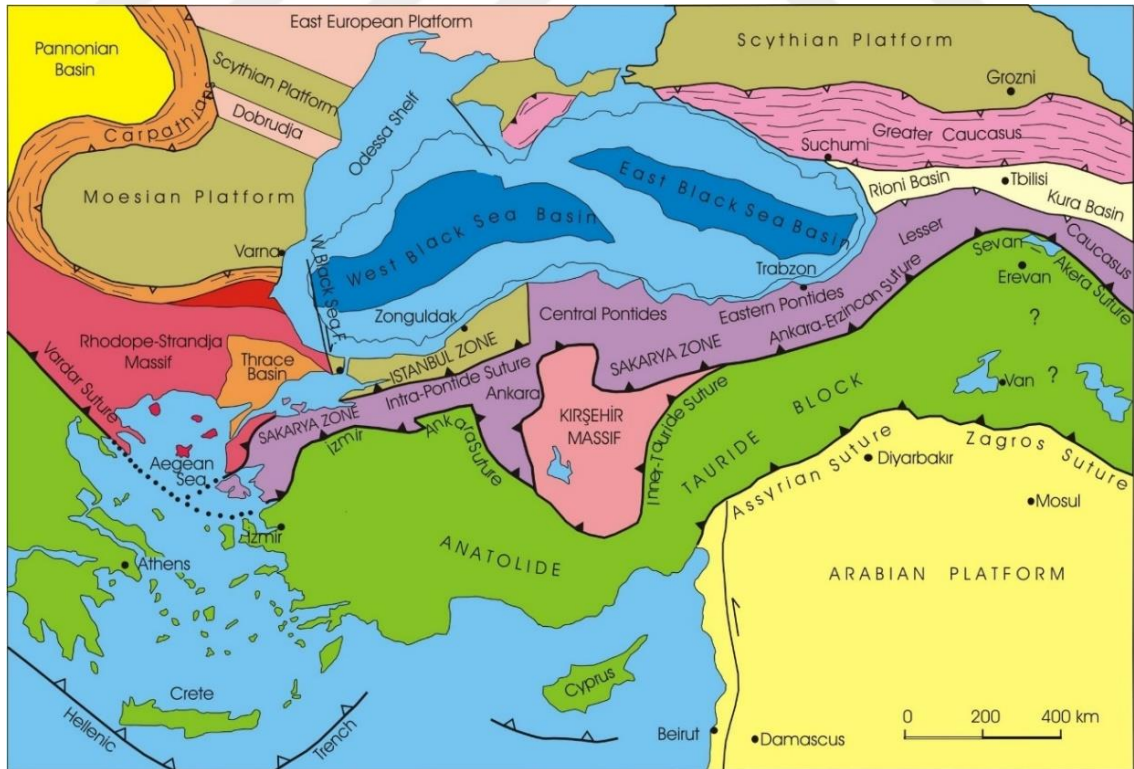
8. BULGULAR

Bu bölümde Bursa il merkezindeki Nilüfer, Osmangazi ve Yıldırım ilçelerinde yapılan jeolojik, jeofizik ve jeoteknik çalışmalar ile laboratuvar çalışmalarına ait verilere yer verilmekte ve elde edilen bulgular bir bütün olarak incelenmekte ve değerlendirilmektedir.

8.1. Jeolojik, Stratigrafik ve Morfolojik Bulgular

İncelememize konu alanlar, Bursa il merkezini oluşturan Nilüfer, Osmangazi ve Yıldırım ilçeleridir. Bursa ilinin genelinde olduğu gibi il merkezinde bulunan ilçelerde de çok çeşitli kayaç ve jeolojik yapılar gözlemlenmektedir. Bu çeşitliliğin en önemli nedeni olarak Mesozoyik (~252 my – 66 my) dönemde Tetis okyanusuyla ikiye ayrılmış farklı kıtasal levhaların yer almış olması söylenebilir.

Bursa ili üç farklı tektonik birliğin bir araya geldiği bir bölgedir. İnceleme alanı genel itibarıyla Sakarya Zonu üzerindedir. Sakarya Zonu, altta Uludağ masifinde yüzeyleyen Paleozoyik (~541 my – 252 my) yaşlı bir temel ve bu temeli tektonik olarak örten Permian–Triyas yaşta dalma-batma zonu kayaçlarından (Karakaya kompleksi) meydana gelir (Okay vd., 1986). Bu tektonik yapılar Şekil 8.1’de gösterilmektedir.



Şekil 8.1. Türkiye ve yakın çevresinin etkilendiği tektonik yapı ve birimler (Okay ve Tüysüz, 1999)

Yapılan arazi çalışmaları ve literatür araştırmalarına göre inceleme alanı ve çevresinde çok farklı formasyonlar yer almaktadır. Bu bölgedeki en yaşlı jeolojik birimler Paleozoyik yaşlı Uludağ karmaşığının çekirdeğini oluşturan granitler ile yüksek metamorfizma geçirmiş gnays, mikaşist, amfibol, kuvarsit ve mermerlerden oluşmaktadır.

Bu jeolojik birimler ile tektonik ilişkili yüksek basınç-yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş, Permo-Triyas yaşlı bazik kökenli metatüf, metaspilitik lav, çeşitli şistler, sleyt-fillit metasilttaşı, kalkşist, kuvars-kloritşist, amfibol şist, meta karbonat, grovak ve şeyl birimleri ile temsil edilen ve literatürde “Karakaya Kompleksi” olarak adlandırılan formasyon yer almaktadır. İnceleme alanında Akarsu Yelpaze Çökelleri, Miyosen (~23 my – 5.3 my) yaşlı Mudanya Formasyonu (Tmm), Bilecik Kireçtaşları, Karakaya Kompleksine ait Triyas (~252 my – 201 my) yaşlı Nilüfer Formasyonu (Trkn) ve Avdancık Formasyonu (Trkav) görülmektedir. Tüm bu birimler üzerinde ise Kuvaterner yaşlı alüvyon yamaç molozu, alüvyon yelpaze çökelleri ve travertenler mevcuttur.

İnceleme alanı ve çevresindeki jeolojik birimler yaşlıdan gence doğru sıralanmış ve taşıdığı özellikler belirtilmiştir.

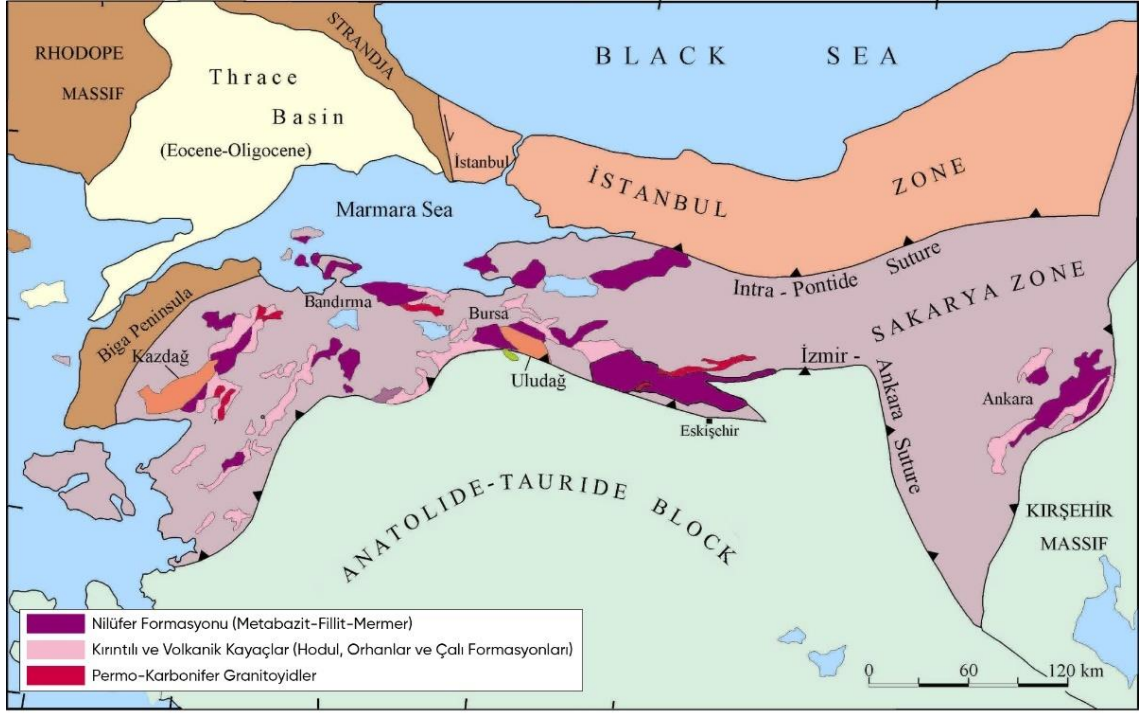
- **Uludağ Metamorfitleri (Pum):** Yüksek dereceli metamorfik kayalar, gnays ile daha az oranda amfibolit ardalanmasından oluşan ve Uludağ’ın merkezi kesiminde yüzeyleyen Uludağ Metamorfitleri yer yer kalkşist ve kuvars şist içerir. Gnays ve amfibolit seviyelerinin kalınlığı bir kaç metre ile 10 metre arasında değişir. Yer yer mermer ara tabakaları içerir. Yapraklanmalar genellikle KB–GD doğrultulu ve kuzeye dikçe eğimlidir. Ayrıca KB–GD yönelimli yataya yakın kuvvetli mineral lineasyonu gelişmiştir.
- **Uludağ Mermeri (Pumr):** Uludağ’ın kuzey ve güney yamaçları boyunca şerit halinde izlenen mermerler, genellikle beyazımsı açık gri renkte, ince-orta-kalın tabakalı, bazen masif, yer yer erime boşluklu, erime yüzeyli, sert ve sağlam dayanımlıdır.
- **Yörüktepe Formasyonu (Py):** Formasyon, genellikle rekristalize kireçtaşından oluşur. Bazı yerlerde killi kumlu kireçtaşı ve kumtaşları içermektedir. Kireçtaşları koyu gri, siyah, beyaz, sarımsı renkli, sert, orta-kalın, yer yer düzgün, çoğunlukla belirsiz tabakalı, erime boşluklu ve erime yüzeylidir. Genellikle çok sık çatlaklı, eklemlidir. Eklem ve çatlakları kalsit dolguludur. Bol makro fosilli olan birim, yer

yer kumlu, oolitik ve resifal kireçtaşı özellikleri gösterir. Topoğrafyada tepeler ve kornişler oluşturmaktadır. Triyas yaşlı Karakaya Grubuna ait formasyonlar içinde bloklar halinde izlenir. Metamorfik temelle uyumsuz olup, üst dokanağı yer yer faylı, çoğunlukla Liyas detritikleri, Orta Jura (~174 my – 164 my) Alt Kretase (~145 my – 100.5 my) kireçtaşları, Üst Kretase (~100.5 my – 66 my) ve Neojen (~23 my – 2.58 my) yaşlı birimlerce uyumsuz olarak örtülür. Üst Permien (~260 my – 252 my) yaşındadır (Genç, 1986).

➤ **Karakaya Grubu (Trk):** Biga yarımadasında başlıca metalav, metatüf, metapelit türü kısmen metamorfik kayalar ile bunlar içerisindeki çeşitli bloklardan oluşan, Triyas yaşlı kaya türleri ilk kez Bingöl (1968) ve Bingöl vd. (1973) tarafından Karakaya grubu veya Karakaya formasyonu olarak adlandırılmış ve tanımlanmıştır. Bingöl (1968) tarafından Karakaya grubu olarak adlandırılmış olan birimlerle benzer özellikler sunan Triyas yaşlı kaya türleri, inceleme alanında da geniş alanlarda yüzeylenmektedir. Grubun önemli özelliklerinden biri Paleozoyik yaşlı temel kayalarla dokanağının devamlı faylı olması, diğeri de Permien yaşlı kristalize kireçtaşı blokları içermesidir.

Yapılan araştırmalara göre (Okay vd., 1990, 1996; Akyüz ve Okay, 1996; Genç, 1986) Karakaya grubu, başlıca dört tektonostratigrafik birimden oluşmaktadır. Bunlar, inceleme alanında Nilüfer Formasyonu (Trkn), Çataltepe Mermeri (Trkç), Avdancık Formasyonu (Trkav) ve Abadiye Formasyonu (Trkab) adı verilerek tanıtılmıştır. En altta yer alan, Okay ve diğerleri (1990) tarafından Nilüfer birimi olarak tanıtılan istif, bu çalışmada Nilüfer Formasyonu ve Çataltepe Formasyonu olmak üzere iki formasyona ayrılmıştır.

Bursa il merkezinin etkisinde kaldığı Karakaya Kompleksi ve formasyonları Şekil 8.2’de gösterilmektedir.



Şekil 8.2. Karakaya Kompleksi (Okay, 2012)

- **Nilüfer Formasyonu (Trkn):** İnceleme alanında geniş alanlarda yayılım gösteren birim, çoğunlukla metabazit ve metapelitik kayalardan, az oranda da kalkıştten oluşur. Yer yer fillat ve mermer ara seviyeli, yeşil renkli metatüflerden oluşan bir istiflenme sunar. Tüm kayalarda belirgin bir foliasyon ve yersel gelişmiş mineral yönelimi izlenir. Metamorfizmaları oluşturan metabazitlerde gözlenen yaygın mineral parajenezi; kalsik amfibol, albit/oligoklas, epidot, klorit, sfen, kalsit, kuvars ve opak minerallerdir. Birim, yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirmiştir. Bu birimin üzerine Çataltepe mermerleri gelir. Nilüfer birimi, yorumsal olarak Permo-Triyas yaşındadır (Akyüz ve Okay, 1996).
- **Çataltepe Mermeri (Trkç):** Mermerler beyaz-gri renkli, bazen orta-kalın tabakalı, iri kristalli, sık eklemli ve çatlaklıdır. Oldukça kalın ve homojen bir istiflenme sunar. Genellikle ince, değişik kalınlıkta silis bantları içerir. Çataltepe mermerlerin altında kısa mesafelerde metabazit, mikaşist, kuvars şist gibi farklı litolojilerin yer alması, bu iki birim arasında, rejyonal metamorfizma öncesi bir uyumsuzluğun var olduğuna işaret eder (Akyüz ve Okay, 1998).
- **Avdancık Formasyonu (Trkav):** Kahve, boz, siyah, yeşil, mor ve sarı renkli, kalın-orta-ince, yer yer düzgün tabakalı, konglomera, kumtaşı, feldispatlı kumtaşı, mikalı kumtaşı, grovak, silttaşı, kıltaşı, kireçtaşı ardalanımlından oluşur. Ayrıca

radıolarit, diyabaz ve spilit ara katkıdır. Çeşitli cins ve yaşta kireçtaşı blokları içerir. Konglomera ve kumtaşı seviyeleri sert ve kalın tabakalıdır. Kiltaşları, kıvrımlı, ince-orta tabakalı, kırılğan ve yer yer devriktir. Kayma yapıları, eklem ve kırıklar çok yaygındır. Kumtaşları beyaz-krem renkli, kalın tabakalı, beyaz kuvars akılıdır. Değişik yerlerde kireçtaşı ardalanımlı detritikler arasında spilitler gözlenir. Ara tabakalı olarak izlenen kireçtaşları, genellikle gri-beyaz renkli, orta-ince tabakalı ve fosilsizdir. Diğer birimlerle ardalanımlı olan konglomeralar boz, kahve renkli sert ve kalın tabakalıdır. Permıyen ve Karbonifer yaşlı çakıl ve bloklar içerir. Tabanı net görülemeyen birimin alt dokanağı tektoniktir. Üstten Abadiye Formasyonu ve Iğdır Formasyonu ile geçişlidir. Birimin yaşı yorumsal olarak Permıyen sonrası ile Üst Triyas arasındır (Genç, 1986).

➤ **Abadiye Formasyonu (Trkab):** Genellikle kırmızı, kahve mor ve yeşil renkli, som görünüşlü spilit, spilitik bazalt, çamurtaşı, spilitik kumtaşı, radıolarit, diyabaz ve kireçtaşından oluşur. Detritik seviyeleri yer yer tabakalıdır. Spilitlerde nadiren yastık lav yapısı görülür. Radıolaritler kırmızı renkli, karışık görünümlü, sert ve kıvrımlı tabakalıdır. Spilit seviyeleri, çok ayrışmış, bazen gaz boşluklu, çoğunlukla ikincil karbonat ve albit dolguludur. Diyabazlar, çoğunlukla yeşil-boz renkli, sert ve sağlam dayanımlıdır. İlksele ilişkili Permıyen kireçtaşı blokları içerir. Kireçtaşı seviyeleri Asarlık kireçtaşı üyesi adı verilerek tanıtılmıştır. Avdancık formasyonun üzerinde ve yer yer de girik olarak izlenir. Üzerine Liyas, Dogger-Alt Kretase, Üst Kretase ve Neojen yaşlı kayatürleri uyumsuz olarak gelmektedir. İçerisindeki merceksel geometrili kireçtaşları (Asarlık kireçtaşı üyesi) Alt-Orta Triyas yaşındadır. Kireçtaşı çakılları ve bloklarından Permıyen yaşı saptanmıştır (Genç, 1986).

➤ **Bilecik Kireçtaşı (JKb):** Kireçtaşından oluşur. Kireçtaşları, beyaz-krem-pembe koyu sarı renkli, orta-kalın tabakalı, sert, erime boşluklu ve erime yüzeylidir. Karstlaşmış seviyelerinde tabakalanma çoğunlukla seçilemez. Kırık ve eklemler iyi gelişmiş ve kalsit dolguludur. Üst kısımlarında çört bant ve yumruları gözlenir. Yer yer ince tabakalı, kırmızı-sarı renkli, killi-kumlu kireçtaşı ve marn ara seviyeli içerir. Bilecik kireçtaşı altında her zaman Bayırköy formasyonu bulunmaz. Bayırköy formasyonu üzerinde geçişli, daha yaşlı birimler üzerinde

uyumsuzlukla yer alır. Üst dokanağı ise Üst Kretase kireçtaşları ile geçişlidir. Jura-Alt Kretase yaşındadır (Genç,1986).

➤ **Yarhisar Formasyonu (Kya):** Yenişehir-Bursa hattının güneyinde yayılım göstermektedir. Kiremit kırmızısı, pembe, sarı, krem ve boz renkli, kıvrımlı, ince-orta, nadiren kalın düzgün tabakalı, killi kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, konglomeratik kireçtaşı, kireçtaşı, kilitaşı ve marndan oluşur. İnce-orta, nadiren kalın tabakalıdır. Tabakalanma belirgin ve kıvrımlıdır. Çört yumru ve bantları yaygındır. Nadiren volkanik ara katkılıdır. D-B gidişli senklinal yapmakta olan birimin kalınlığı 50-200 m. arasında değişmektedir. Kireçtaşı seviyeleri, yer yer çört yumrulu ve bantlı, çok kırılğan, sert yaygın kalsit damarlıdır. Bazen ignimbirit ve tüfler içerir. Bilecik kireçtaşı ile geçişli olduğu gibi, daha yaşlı birimler üzerine geldiği yerler de yaygındır (Genç, 1986). Alt dokanağı Bilecik kireçtaşı ile geçişli, ayrıca yaşlı birimler (Abadiye formasyonu) üzerinde uyumsuz olarak görülmektedir. Üst dokanağı ise Neojen detritikleri ile uyumsuzdur. Üst Kretase yaşındadır (Genç, 1986).

➤ **Tekerler Mermeri (Mzt):** Osmangazi ilçesinin çevresindeki yüksek tepeler genellikle mermerlerden oluşmaktadır. Mermerler; genellikle gri, taze yüzeyi beyaz, bej renkte, ince-orta-kalın tabakalı, erime yüzeyli, çok sert, çok sağlam dayanımlıdır. Mermerden oluşan birimin en güzel yüzeylenmeleri, inceleme alanının güney kesimlerinde Mazlumlar Köyü ile Büyükşehir arasında gözlenir. İnceleme alanında üç farklı özellikte mermer mevcuttur. Mermerlerin bir kısmı şistlerle ardaalanmalı gözlenir. Bunlar ince orta tabakalı, mika pulcuklu, kalkışist görünümlü gri, mor ve kurşuni renklidir. Mermerlerin bazıları da gri renkli, şeker dokulu, orta-iri kristalli, erime boşluklu ve erime yüzeylidir. Bu mermer türü, daha çok tepe ve sırtları oluşturmaktadır. Farklı özellikteki diğer mermerlerde, TV vericilerinin olduğu yüksek tepe ile ilçe merkezinin hemen doğu çıkışında gözlenen bal sarısı, kahve, krem, nadiren uçuk gri renkli mermerlerdir. Bunlar yoğun kalın tabakalı olup, kuvars bant ve yumruları içerir. Tekeli vd. (1989)'ne göre birim, Mesozoyik yaşta olduğu kabul edilen Torid-Anatolid platformunun kuzeybatı kesimini temsil etmektedir.

➤ **Piribeyler Şistleri (Kp):** Genellikle silisli şeyl kökenli mikalı şist, çört kökenli mikalı kuvars şist, pelajik killi kireçtaşı kökenli kalkışist ve bazik volkanik kökenli mavi şistlerden oluşur. Metabazitler birim içinde oldukça yaygın olarak izlenir.

zonları çok eklemlı ve yer yer çok ayrışmıştır. Koyu renkli mineralleri çok fazladır. Kontak zonlarında metamorfizma izleri gözlenir. Yan kayaçları anklav olarak almıştır. Bazı yerlerde soğan yapılı, koyu gri renkli, kırıklı, sert ve kuvars damarları ile kesilmiş halde görülür. Çatlaklar hidrotermal çözeltilerle dolmuştur. Kayaçta sosuritleşme, kloritleşme ve karbonatlaşma bulunmaktadır. Yer yer pegmatit, granit porfirler ve aplit daykları tarafından kesilmiştir. Birime bölgede çalışmalar yapan çeşitli araştırmacılar farklı yaşlar verilmişlerdir. Okay vd. (2008)'ne göre Uludağ ve çevresinde yüzeyleyen derinlik magmatik kayalar Eosen (~56 my – 33.9 my), Oligosen (~33.9 my – 23 my) yaşındadır.

- **Tunçbılek Formasyonu (Tt):** Formasyon kıltaşı, marn, kömür, silttaşı, kumtaşı, tuf, konglomera ve kireçtaşından oluşmaktadır. Bu çökeller havzalara göre yersel çökel farklılığı sunarlar. Kıltaşı, marn, kömürlü seviyeleri Demirbılek Üyesi, kumtaşı, konglomera seviyeleri Gürağaç Üyesi ve killi, kumlu, silisifiye kireçtaşlarından oluşan kesimleri de Yeldeğirmeni üyesi olmak üzere üç üyeye ayrılarak tanıtılmıştır.
- **Mudamköy Volkanitleri (Tmu):** İnceleme alanında farklı yerlerde yüzeyleyen birim, genellikle andezit, bazalt, dasit, riyodasitten oluşmaktadır. Riyodasitler sarımsı, beyazımsı, bej renkli, dasitler kirli sarı renkli, bazaltlar yeşilimsi, gri, siyahımsı renkli, andezitler ise kırmızımsı, pembemsi ve kahverenkli. Altında bulunan Miyosen çökelleriyle ilişkisi net olarak gözlenememiştir. Pliyosen çökellerinin altında yer almaktadır.
- **Köprühisar Formasyonu (Tmk):** Yenişehir havzasında gözlenen birim genellikle konglomera-kumtaşı ile killi-kumlu kireçtaşı, çamurtaşı ve marndan oluşmaktadır. Bu kayaç türleri yanal ve düşey yönde birbirleriyle geçişlidir. Formasyonun hakim kayaç türü konglomera ve kumtaşıdır. Konglomera-kumtaşı seviyeleri genel olarak boz-kahve-kirli sarı, sarı-kırmızımsı renkli, kalın tabakalı, gevşek, yer yer orta tutturulmuş, bazen dağılgan, kaba taneli, kötü boylanmalıdır. Konglomeralar, genellikle kuvars, volkanik, daha az metamorfit, mermer çakıllı, orta-kötü boylanmalı, az yuvarlak-küt köşeli-köşeli, genellikle iri çakıllı, bazen çakıcık-ufak çakıllı, kum matriksli, karbonat çimentoludur. Birim içinde yer yer tabanı aşındırmalı akarsu kanal çökelleri izlenir. Kanal dolguları kaba elemanlı, orta-bazen sıkı tutturulmuştur. Birim içinde ara düzey şeklinde açık yeşilimsi beyaz, sarımsı beyaz renkli, çok gevşek tutturulmuş, çok zayıf dayanımlı silttaşı-

kiltaşı düzeyleri de gözlenir. Çamurtaşı, kızıl, kırmızı renkli, kalın tabakalı, gevşek tutturulmuş, dağılgandır. Marn, kirli beyaz renkli, tabakalanma belirsiz, kavkılı ve zayıf dayanımlıdır. Kireçtaşları, beyaz, krem renkli, gastropod fosilli, orta-kalın, düzgün tabakalıdır. Alt dokanağı Miyosen öncesi birimlerle uyumsuzdur. Orta-Üst Miyosen yaşındadır (Genç, 1986).

➤ **İnegöl Formasyonu (Tmi):** İnegöl havzasında yayılım gösteren birim konglomera, kumtaşı ile marn, kiltaşı, killi kireçtaşı ve kireçtaşından oluşur. Konglomera seviyesi, kahve-kırmızımsı renkli, kalın tabakalı, gevşek tutturulmuş, çakılları 1-2 cm'den 1-2 m'ye kadar değişen köşeli granit, mermer ve şistten oluşur. Üzerine tane boyu ufalarak kumtaşları gelmektedir. Çoğunlukla alt seviyelerde kalın tabakalanmalı, üst seviyelere doğru ince-orta tabakalıdır. Kahve, sarı, boz renkli ve karbonat çimentoludur. Çapraz tabakalanma, oygu dolgu izleri sıkça görülür. Bazen aşınma yüzeylerinde kömür serpintileri gözlenmiştir. Yer yer 0,5 m'lik kömür tabakalıdır. Kumtaşı üste doğru killi marnlı seviyelere geçer. Yanal ve düşey litoloji değişimleri olağandır. Birim İnegöl havzasının kuzeyinde daha çok lamine, ince-orta tabakalı kiltaşı-marn-kumtaşı-killi kireçtaşı-kireçtaşı ve az çakıltası ardalımlı olarak izlenir. Kilttaşları, genellikle beyazsarı- kahve-boz-yeşil renkli plakette şeklinde ve ince lamine, yaprak fosilleri ve bitki kırıntıları içerir. Kumtaşları orta tabakalı, sert ve sağlam dayanımlıdır. Kumtaşları içinde omurgalı fosil yığılması gözlenmiştir. İnegöl'ün güneyinde, formasyonun marn-kiltaşı-kumtaşı-konglomera ardalımlı, gevşek tutturulmuş ve dağılgan seviyelerinde yoğun heyelanlar gözlenir. Kendinden yaşlı birimler üzerinde uyumsuz olarak yer almaktadır. Omurgalı fosiline göre Üst Miyosen yaşı verilmiştir (Genç, 1986).

➤ **Mudanya Formasyonu (Tmm):** Birim genel olarak akarsu, gölsel ortamlarda depolanmış konglomera, kumtaşı, silttaşı, kiltaşı, marn ve kireçtaşından oluşmaktadır. Formasyonu oluşturan bu kayatürleri yanal ve düşey yönde birbirleriyle geçişlidir. Yersel çökel farklılığı sunan birim, konglomera-kumtaşı ardalımlı, kumtaşı-çamurtaşı-silttaşı ara tabakalı konglomera, çakıltası-kiltaşı-kireçtaşı, kumtaşı-kiltaşı-marn ardalımlı ve silttaşı-kiltaşı ara tabakalı kireçtaşından oluşan bir istiflenme göstermektedir. Mudanya-Nilüfer çayı arasında geniş alanlarda yüzeyleyen birim, konglomera, kumtaşı, çamurtaşı ve kilttaşından oluşmaktadır. Konglomera seviyeleri, genellikle sarımsı gri, açık kahve renkli,

gevşek tutturulmuş, kötü boylanmalı köşeli, yarı köşeli, yuvarlak, bazalt, kireçtaşı, metamorfit çakıllı ve zayıf dayanımlıdır. Kumtaşları, sarımsı gri, yeşilimsi gri, kahve renkli, köşeli-yarı yuvarlak, kaba-orta taneli, kötü boylanmalı, bazen karbonat çimentolu, yer yer düzlemsel çapraz tabakalı, gevşek tutturulmuş, dağınık ve zayıf dayanımlıdır. Kilitaşları, yeşilimsi, açık kahve renkli, laminalı, ince tabakalı, gevşek tutturulmuş, dağınık, çok zayıf-zayıf dayanımlıdır. Silttaşları, gri, sarımsı gri renkli, ince-orta tabakalı, yer yer mikalı, zayıf dayanımlıdır. Formasyon, Bursa-Karacabey yolu ve Nilüfer çayı vadisi boyunca, genellikle kilitaşı, marn ve kireçtaşı ardalanmalıdır. Kireçtaşları, açık gri, beyazımsı gri renkli, ince-orta tabakalı, yer yer silisifiye, bazen karbonat çamuru yığılması halinde, gözenekli, orta tutturulmuş, yer yer sıkı tutturulmuştur. Kilitaşları yeşil, gri renkli, ince-orta tabakalıdır. Formasyon, Görmüş vd. (1997)'ne göre Geç Miyosen, Emre vd. (1998)'ne göre ise Geç Miyosen-Erken Pliyosen yaşındadır.

- **Karacaoba Formasyonu (Tmka):** Volkanik kumtaşı, konglomera, tuf ve aglomeralardan oluşur. Volkanik kumtaşları, orta-kalın kötü tabakalı, sıkı tutturulmuş, yer yer seyrek çakıllı ve orta sağlam dayanımlıdır. Tüfler, gevşek-orta tutturulmuş, orta-kalın tabakalı, yer yer kötü tabakalı, eklemlili, orta sağlam-zayıf dayanımlıdır. Ara seviyeler halinde izlenen konglomeralar, orta-gevşek tutturulmuştur. Aglomeralar, çeşitli boyutta andezitik çakıllı, tufle orta tutturulmuş, belirgin tabakalıdır. Sarımsı, beyazımsı, bej, yeşilimsi renkli, tuf ara seviyeleri içerir.
 - **Traverten (Qtr):** Birim, traverten türü kireçtaşlarından oluşur. Travertenler; sarı, bej renkli, erime yüzeyli, kovuklu, bitki kırıntılı, yoğun bitki sapı boşlukludur.
 - **Yamaç Molozu (Qym):** Tutturulmamış, gevşek tutturulmuş, köşeli, küt köşeli, genellikle blok, çakıl ve kum yığılımlarından oluşur. Toprak ara katkıları içerir.
 - **Akarsu Yelpezesi Çökelleri (Qay):** Tutturulmamış, bazen gevşek tutturulmuş, birbiri ile geçişli, kötü boylanmalı, siltli, killi, az yuvarlak, blok, çakıl ve kumdan oluşur.
 - **Alüvyon (Qal):** Akarsuların ve derelerin vadi tabanları ile ovaların tabanlarında gözlenen, tutturulmamış, çakıl, kum, silt ve kil boyutunda malzemeden oluşur.
- Tablo 8.1'de Bursa il merkezi ve çevresinin litolojik özellikleri gösterilmektedir.

Tablo 8.1. Bursa il merkezi ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (MTA, 1995)

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	KAT	GRUP SİMGE	GRUP	FORM. SİMGE	FORMASYON	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
SENOZOYİK	TERSİYER	PLİYO. MİYOSEN OLİGOSEN EOSEN PALEOSEN	ÜST ORTA LÜTESİYEN ALT	TRK	KARAKAYA GRUBU	Qal Qym	ALÜVYON AKARSU YAMAC MOLOZU YELP ÇÖK	200 15-20		Alüvyon akarsu yelpaze çökelleri, yamaç molozu, tutturulmamış çakıl, kum, silt ve kil UYUMSUZLUK
						Qtr	TRAVERTEN	100		Traverten, Bej, açık sarı, sert, sıkı, boşluklu UYUMSUZLUK
						Tmka	KARACAOBA			Volkanik kumtaşı, konglomera, tuf, aglomera
						Tmm	MUDANYA	50-300		Konglomera, kumtaşı, silttaşı, kilitaşı, marn, kireçtaşı
						Tmk	KÖPRÜHİSAR	300-600		Konglomera-kumtaşı, killi kumlu kireçtaşı, çamurtaşı, marn UYUMSUZLUK
						Tgr	GRANİTOYİD			Granodiyorit ve granit, eklemlili, yer yer çok ayrılmış UYUMSUZLUK
						Tek	KAYACIKÇAYIRI	5-30		Kireçtaşı, kumlu kireçtaşı
						Ted	DÜRDANE	50-400		Konglomera, kumtaşı, çamurtaşı, killi kireçtaşı
						Tes	SARIKAYA	200		Konglomera, çamurtaşı, kumtaşı, kireçtaşı UYUMSUZLUK
						Teç	ÇANAKPINAR BAZALTI	200		Bazalt, sık eklemlili, gaz boşluklu UYUMSUZLUK
						Tpg	GÜNEYTEPE	60		Kireçtaşı, konglomera
						Ke	EĞERCE			Kumtaşı, kumlu kireçtaşı, killi kireçtaşı, kireçtaşı, çakıllaşı, kilitaşı
MESOZOYİK	KRETASE	ÜST ALT ORTA-ÜST	MAASTRIH.	TRK	KARAKAYA GRUBU	Kp	PAŞAYAYLA			Çakıllaşı, kumtaşı, kireçtaşı, marn kilitaşı, tuf, silttaşı, çamurtaşı
						Kg	GÖKTEPE	40-250		Kumtaşı, konglomera, kilitaşı, marn
						Kk	KOYUNHİSAR	50-300		Killi kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, kireçtaşı, marn
						Ky	YARHİSAR	50-200		Killi kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, kireçtaşı, kilitaşı, marn UYUMSUZLUK
						Jb	BİLECİK KİREÇTAŞI	50-400		Kireçtaşı, erime boşluklu
						Jba	BAYIRKÖY	200		Çakıllaşı, kumtaşı, kireçtaşı, kilitaşı UYUMSUZLUK
						TRı	İĞDIR	150		Konglomera, kilitaşı, mikali kumtaşı
						TRkab	ABADİYE	800-1700		Spilit, spilitik bazalt, çamurtaşı, spilitik kumtaşı, radyolarit, diyabaz, kireçtaşı
						TRkav	AVDANCIK			Konglomera, kumtaşı, feldspatlı kumtaşı, mikali kumtaşı, grovak, silttaşı, kilitaşı, kireçtaşı
						TRkç	ÇATALTEPE MERMERİ			Mermer, sık eklemlili ve çatlaklı
						TRkn	NİLÜFER			Metabazit ve metapelitik kayalar, yer yer fillat ve mermer ara seviyeli
PALEOZOYİK	PERMİYEN	ÜST		TRK	KARAKAYA GRUBU	Py	YÖRÜKTEPE	200		Rekristalize kireçtaşı, yer yer killi kumlu kireçtaşı ve kumtaşları TEKTONİK
						Pzmu	METALTRAMAFİTLER			Serpantin, metabazik, metadetritik, amfibolit blok ve dilimleri TEKTONİK
						Pumr	ULUDAĞ MERMERİ	350-400		Mermer, erime boşluklu
						Pum	ULUDAĞ METAMORFİTLERİ			Gnays, az oranda amfibolit, mermer, kalkışt mercek ve bantları

ÖLÇEKSİZ

Bursa'nın da içinde bulunduğu Güney Marmara Bölgesinin jeolojik gelişimi, bölgenin Geç Eosen (~37.8 my – 33.9 my)'den itibaren karasallaşmaya başladığını göstermektedir. Bölge, Oligosen (~33.9 my – 23 my) / Erken-Orta Miyosen (~23 my – 11.6 my) boyunca yükselmiş, çeşitli aşınım süreçlerinin etkisinde şekillenmiştir. Orta Miyosen Sonu-Geç Miyosen, tüm Anadolu'da yeni bir tektonik rejimin etkili olmaya başladığı dönemdir. Bölgede neotektonizmanın etkili olmaya başlamasıyla büyük morfolojik değişimler meydana gelmiştir. Bu dönemde, Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve diğer tektonik yapılar ortaya çıkmaya başlamış, Geç Miyosen-Pliyosen'de bölge yükselim alanları ve havzalardan oluşan günümüzdeki topografik yapısını kazanmıştır (Şengör and Yılmaz, 1981).

Bursa il merkezi, tektonik yapıların denetiminde şekillenen Bursa-Gönen çöküntü alanının batı ucunda yer almaktadır. Fluviyo-tektonik bir çöküntü ovası (Bursa Ovası) niteliği kazanmış olan bu havza, güneyden Bursa Fayı, kuzeyden Barakfakih Fayı ve Kaymakoba Fayı tarafından kontrol edilir. Güneydoğu Marmara Bölgesinin en büyük çöküntü ovası olan Bursa Ovası, güneyde yer alan Uludağ (2543 m)'in güneyden kuzeye gençleşen kaya ve çökellerinden oluşan dik yamaçları ile kuzeyde yer alan kıvrımlı yapıdaki Katırlı Dağı (969 m)'nin dik yamaçlarının ortasında kalmaktadır. Ova tabanı 208 km²'lik bir alanı kaplarken, ovayı besleyen su toplama alanı 826,5 km²'dir (Köpük, 2003).

Bursa Ovası tabanının deniz seviyesinden yüksekliği 100 m, uzun eksen D-B yönünde 25 km, kısa eksen ise en fazla 12 km'dir. Havza tabanı ile havzayı çevreleyen yamaçlar arasında Kuvaterner yaşlı, traverten sekileri, yamaç molozları, kolüviyal çökeller, alüviyal yelpazeler ve akarsu taşkın çökelleri özellikleri sunan birimler gelişmiştir.

Pliyosen aşınım yüzeyleri daha çok havza tabanında ve çevresinde yüzlek veren Geç Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı çökeller üzerinde gelişmiştir. Görükle, Hamitler çevresi ve Demirtaş'ın kuzeyi bu yüzeylerin geliştiği alanlardır. Bu yüzeylerin yükseltileri Görükle ve Hamitler'de 200 m'lere bulurken, Demirtaş çevresinde 500 m'lere ulaşmaktadır. İnceleme alanın batısında yer alan Görükle ve Hamitler'de aşınım yüzeyleri, oldukça yayvan, yeknesak bir topografyaya sahiptir. Bu yüzeyler, düşük eğimli yamaçlarla vadi tabanlarına doğru alçalmaktadır.

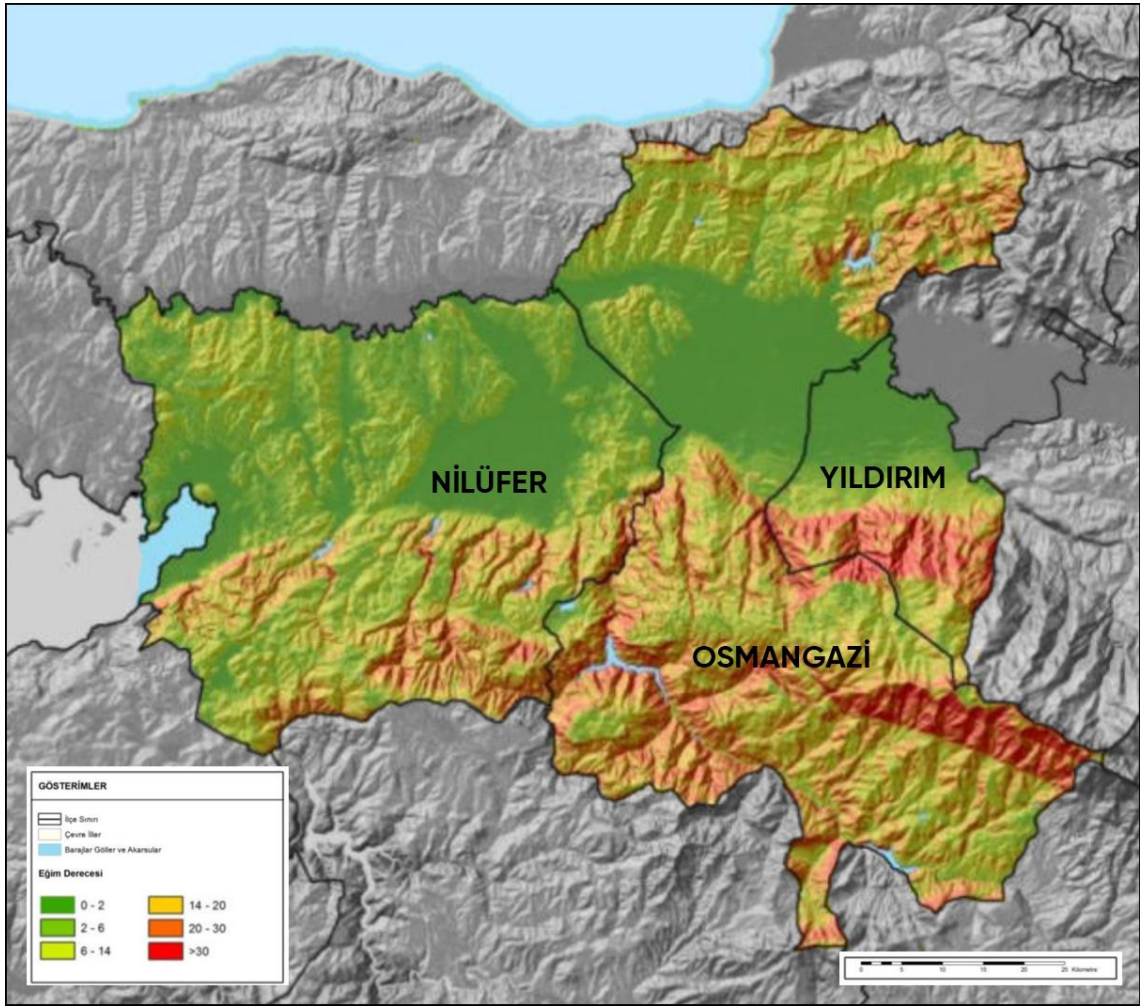
Bursa ilinin yeryüzü şekillerini, birbirinden eşiklerle ayrılmış çöküntü alanları, yüksek olmayan dağlar, yükseklikleri kimi yerlerde 1000 m'ye ulaşan ovalar oluşturur.

İnceleme alanındaki en geniş yer şekillerinden biri de yamaçlardır. Bölgenin yükselmesi ve akarsuların aşındırmasına bağlı olarak, inceleme alanının kuzeyindeki ve güneyindeki dağlık alanlarda, oldukça yüksek eğimli yamaçların yer aldığı, engebeli, sarp bir topoğrafya ortaya çıkmıştır. Yamaçlar aşınım karakterinde olup, genel olarak aktif tektonik ve litolojik unsurlar tarafından kontrol edilmektedir. Eosen ve öncesi yaşlı kayalar türlerinde yüksek eğimli yamaçlar gelişirken, Miyosen-Pliyosen yaşlı kırıntılı çökellerde daha düşük eğimli, basık bir topoğrafya hakimdir. Şekil 8.3'te Bursa il merkezinin jeomorfolojisi gösterilmektedir.

Şekil 8.3. Bursa il merkezi (Nilüfer, Osmangazi, Yıldırım) jeomorfoloji haritası (Bursa Büyükşehir Belediyesi Doğal Yapı Sektörü Yerbilimleri Çalışma Grubu Sentez Raporu, 2012)

Mekânsal planlama açısından yer bilimsel özelliklerin yanı sıra, topografik yapı ve eğim özellikleri de amaca uygun kullanım değerlendirmelerinde önemli yer edinmektedir. Eğim, topografyadaki yüksekliğin x-y düzlemlerindeki değişimlerinin derece (°) veya yüzde (%) cinsinden hesaplanmasıdır. Eğim analizleri, arazi kullanımının verimli bir şekilde planlamasında ihtiyaç duyulan temel verilerdendir.

Bursa ilinin eğiminin hesaplanmasında 1/25.000 ölçekli topografik harita verilerinin sayısallaştırılmasıyla elde edilen veriler kullanılmıştır. Harita 9.4'te il merkezinin eğim dereceleri görülmektedir.



Şekil 8.4. Bursa il merkezi 1/25.000 ölçekli eğim haritası (Bursa Büyükşehir Belediyesi Doğal Yapı Sektörü Yerbilimleri Çalışma Grubu Sentez Raporu, 2012)

Nilüfer ilçesinde eğim kuzeyden güneye doğru artış göstermektedir. İnceleme alanının kuzey bölgesi eğim oranı %0-10 arasındaki düzlük alanlardan oluşurken, güneye doğru topografyanın eğim oranı %10-30 ila %30-60 arasında değişmektedir.

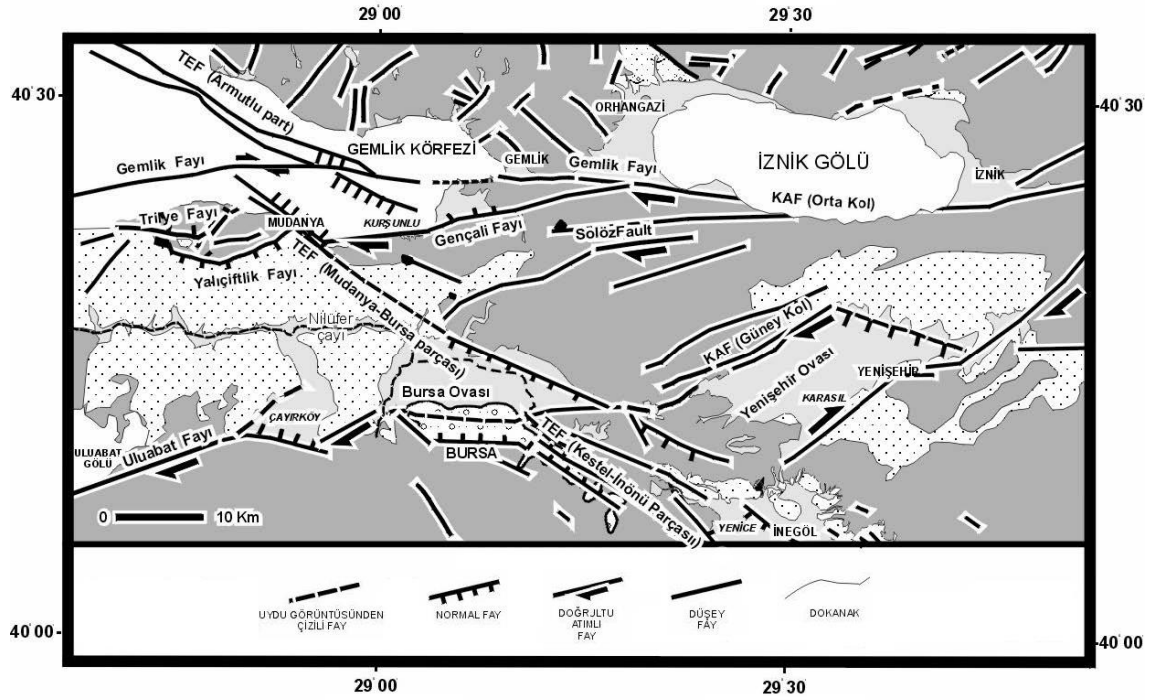
Osmangazi ilçesinin eğim durumu çeşitlilik göstermektedir. İlçenin Bursa Ovası'na bakan bölümlerinde eğim %0-5 aralığında değişirken yerleşimin yoğun olduğu ilçe merkezindeki eğimin %10'u bulmadığı gözlemlenmektedir. İlçenin güney ve güney doğusuna doğru gidildikçe, özellikle Uludağ'da eğim oranının %60'lara kadar ulaşabildiği gözlemlenebilir.

Yıldırım ilçesinin kuzeyinin büyük bir bölümü %0-5 eğime sahiptir. İlçenin güneyine doğru topografyanın eğim oranı %10-30 arasında değişmektedir.

İnceleme alanının jeodinamik gelişiminde ve yüzey şekillenmesinde bindirme ve faylanmaların önemli etkisi bulunmaktadır. Bursa ilinde Pamukova ve İzmit metamorfitlelerinin fay zonları ile yan yana geldiği, bazı yerlerde bindirmeler yaptığı görülmektedir. Triyas yaşlı Karakaya grubuna ait kayaçlar, hemen hemen her yerde Paleozoyik yaşlı Uludağ grubuna ait metamorfik kayaçlarla tektonik dokanakla üzerlenmiş olarak izlenir (MTA, 2009). İnceleme alanındaki en önemli bindirmeler bölgenin oluşumunu sağlayan Neo-Tetis okyanusunun kapanmasından kaynaklı olarak okyanusal kabuğa ait kayaçların dilimlenerek bölgeye yerleşmesiyle oluşmuştur.

Bölgenin topografik şekillenmesinde en etkili fay sistemi Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ)'dur. Bursa ili, KAFZ'nun kollara ayrıldığı bir bölgede yer almaktadır. KAFZ bu bölgede Bolu-İzmit Körfezi-Marmara Denizi-Saros Körfezi'ne uzanan kuzey kolu, Pamukova-İznik Gölü-Gemlik Körfezi-Bandırma'ya uzanan orta kolu ve Mekece-Yenişehir Havzası-Bursa Ovası Güneyi-Uluabat Gölü Güneyi-Kemalpaşa-Balıkesir üzerinden Ayvalık'a uzanan güney kolu olmak üzere 3 kola ayrılmaktadır. Bursa ili ve özellikle il merkezi orta ve güney kollarının etkisi altındadır.

Bölgeyi etkileyen bir diğer fay sistemi ise KB-GD doğrultulu Trakya-Eskişehir Fay Zonu (TEFZ)'dur. Bursa il merkezini ve çevresini etkileyen faylar Şekil 8.5'te gösterilmektedir.



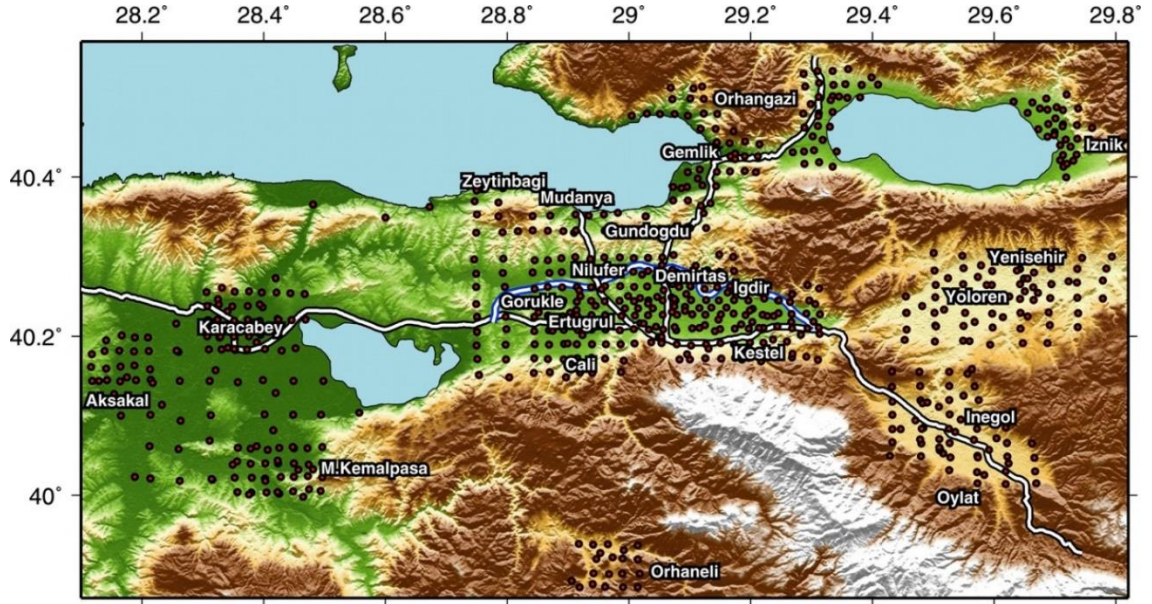
Şekil 8.5. Bursa il merkezi ile çevresini etkileyen faylar (Yaltırak, 2000)

8.2. Jeofizik, Jeoteknik ve Hidrojeolojik Bulgular

Jeofizik çalışmaların en önemli sonuçlarından birisi sismik aktivite nedeniyle yeryüzünde oluşan hareketin ve buna bağlı spektrumların genlik ve frekans değerlerinin doğruya en yakın şekilde kestirimidir. Bu kestirim sayesinde beklenen yer hareketinin, depremin büyüklüğüne, şiddetine, kaynak noktasına uzaklığına ve zeminin bu yer hareketine karşı tepkisine bağlı olarak tespiti sismik tehlike ve risk analizlerinde temel teşkil etmektedir.

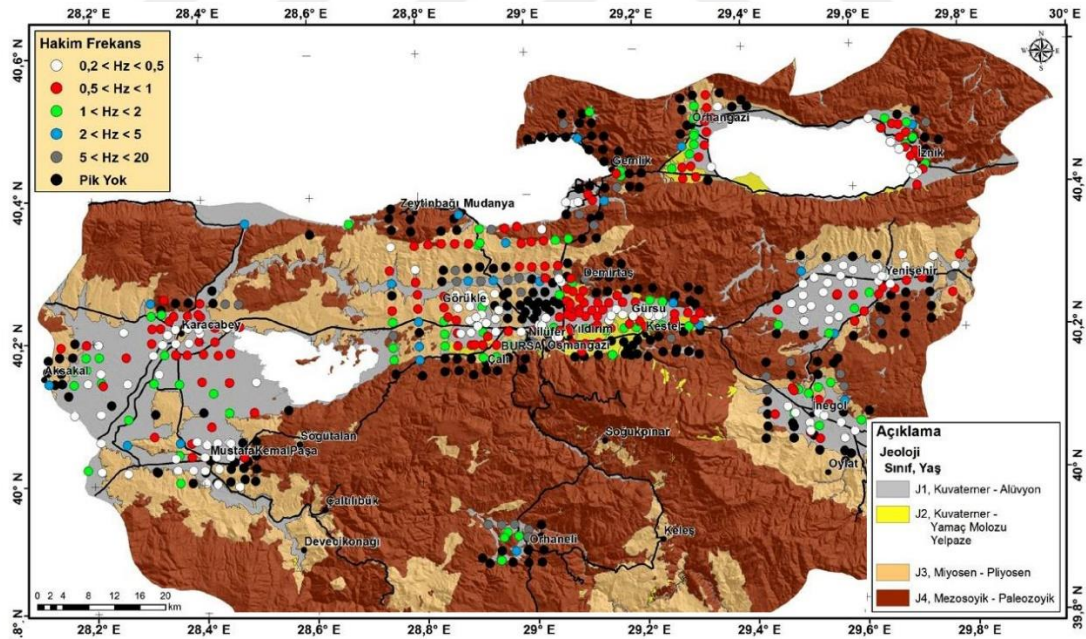
Sismik aktivite anında oluşan yer ivmesine bağlı olarak meydana gelebilecek etki, depremin büyüklüğüne ve yerleşimin odak noktasına olan uzaklığına, zemin hâkim periyoduna, kaynak mekanizmasına, anakaya derinliği ve zemin kayma dalgası hızı ile yapı kalitesine bağlıdır. Tüm bu faktörler sismik tehlike ve risk analizi kapsamında jeofizik yöntemler ile tespit edilir.

Bursa Büyükşehir Belediyesi ve TÜBİTAK-MAM iş birliğiyle gerçekleştirilen “Bursa İli Zemin Sınıflaması ve Sismik Tehlike Değerlendirme Projesi” kapsamında Bursa il merkezi ve çevresinin zemin hâkim periyodu T_0 (veya frekansı) ve büyütme etkisinin hesaplanması amacıyla yaklaşık yarısı il merkezinde olmak üzere 680 noktada mikrotremor ölçümü yapılmıştır. Şekil 8.6’da ölçüm noktaları gösterilmektedir.



Şekil 8.6 – Bursa'da gerçekleştirilen mikrotremor ölçümleri (BBB-TÜBİTAK, 2021)

Yapılan bu ölçümler neticesinde Bursa il merkezinde zemin hâkim frekanslarına (f_0) ait bir dağılım haritası (Şekil 8.7) oluşturulmuştur.

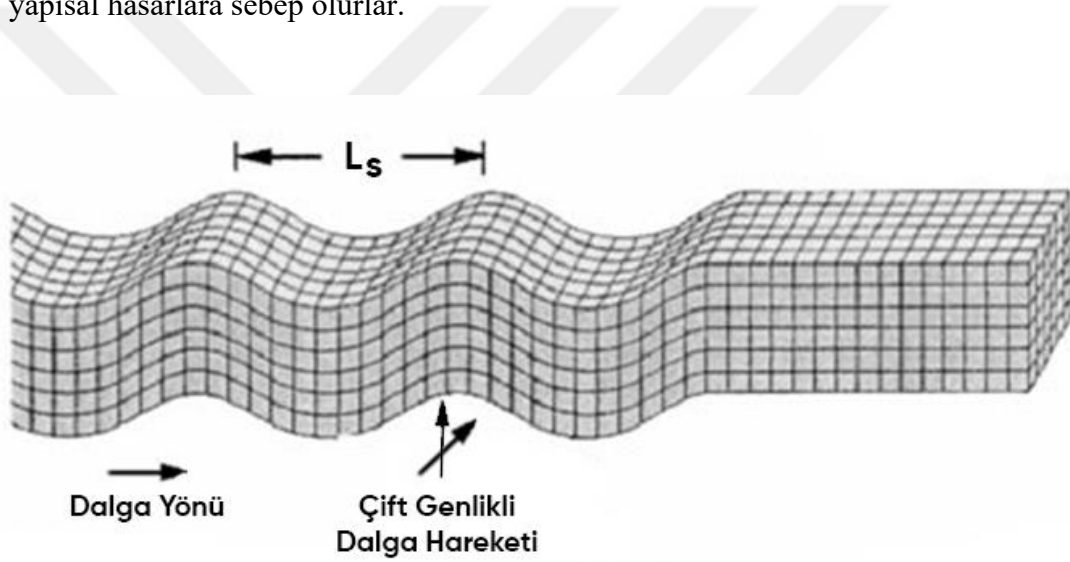


Şekil 8.7. Bursa ili zemin hâkim frekansı dağılım haritası (BBB-TÜBİTAK, 2021)

Şekil 8.7'de temsil edilen birimler gri, sarı, bej ve kahverengi olarak gençten yaşlıya doğru renklendirilmiş ve jeolojik olarak sınıflandırılmıştır. Buna göre **J1** sıkı toprak, **J2** çok sıkı toprak, **J3** gevşek kaya ve **J4** sağlam kaya olarak sınıflanmıştır.

Mikrotremor sonuçlarına göre Bursa il merkezinde $0,2 < \text{Hz} < 2$ aralığında hâkim frekans ölçülmüş, yer yer 5 Hz ve üzerine çıkmıştır. Zemin hâkim frekansının düşük olduğu bölgeler fazla çökel kalınlığına sahip zayıf zeminleri, yüksek olduğu bölgeler ise az çökel kalınlığına sahip veya hiç çökel olmayan sert kaya zeminleri temsil etmektedir.

Zemin sınıflandırması genel itibariye depremin oluşundan sonra ölçüm istasyonlarına ikincil olarak ulaşan S (secondary) dalgasının, bir diğer ifadeyle kayma (shear) dalga hızının (V_s) yerin 30 metre derinliğine kadar olan ortalama hızına $(V_s)_{30}$ dayanmaktadır. Kayma dalgaları yayılırken tanecikler, yayılma doğrultusuna dik, aşağı-yukarı veya sağdan-sola doğru titreşirler (Şekil 8.8). Bu yayılımdan dolayı kayma dalgaları bir çeşit burulma hareketi yaptığından geçtikleri ortamda şekil bozukluklarına ve yapısal hasarlara sebep olurlar.



Şekil 8.8. Kayma (S) dalgası hareketi

Kayma dalga hızı, zemin mukavemetinin belirlenmesinde önemli bir parametredir. Hızı 35 m/s'den 4500 m/s'lere kadar ulaşabilmektedir. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde kayma dalga hızına göre yerel zeminler 6'ya ayrılmıştır. Tablo 8.2'de güncel Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde zemin sınıflarına göre zemin cinsi, ortalama kayma dalgası hızı $(V_s)_{30}$, ortalama standart penetrasyon darbe sayısı $(N_{60})_{30}$ ve ortalama drenajsız kayma dayanımı $(c_u)_{30}$ değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 8.2. Yerel zemin sınıfları (TBDY, 2018)

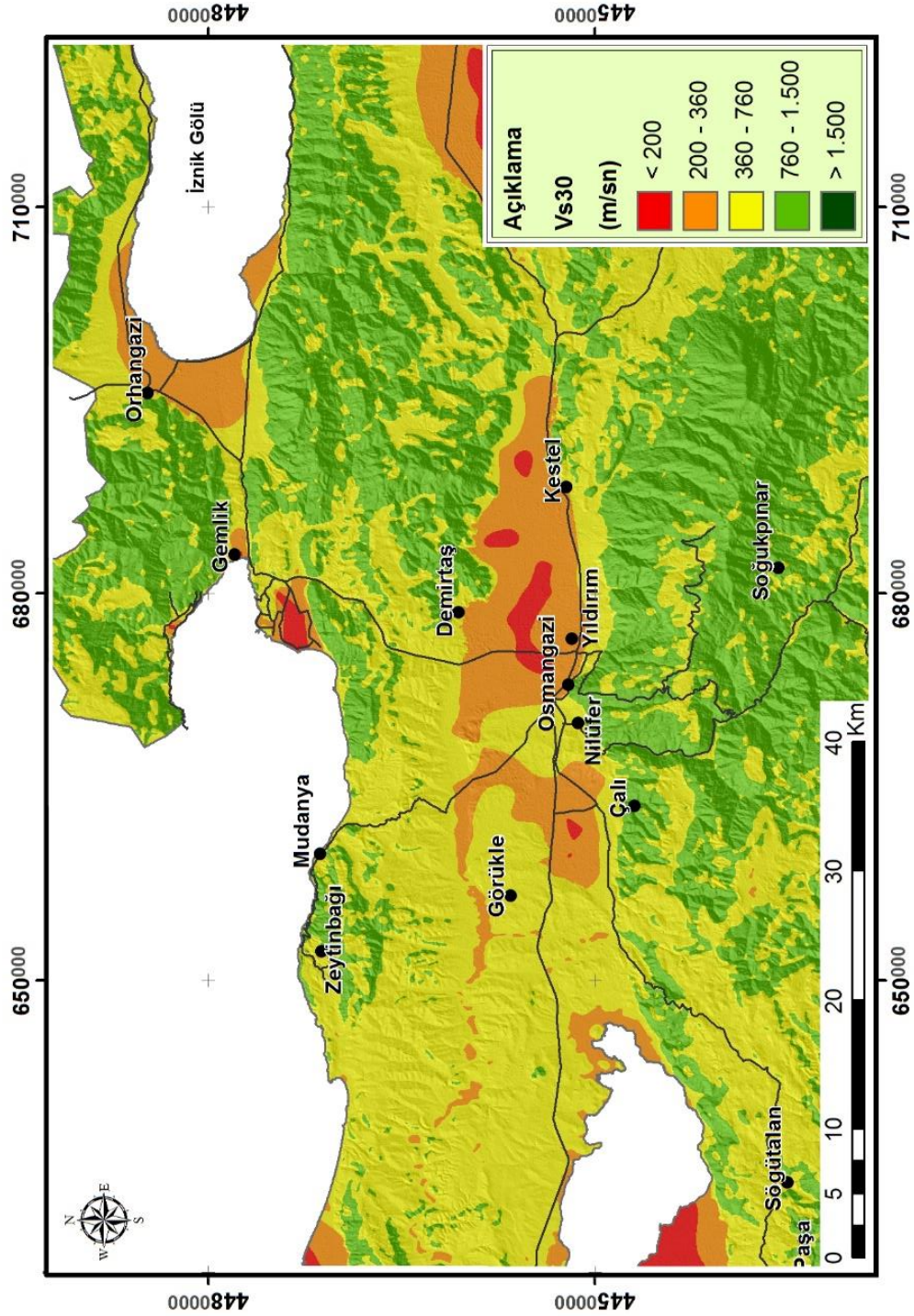
Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 metrede ortalama		
		$(V_s)_{30}$ [m/s]	$(N_{60})_{30}$ [darbe /30 cm]	$(c_u)_{30}$ [kPa]
ZA	Sağlam, sert kayalar	> 1500	–	–
ZB	Az ayrılmış, orta sağlam kayalar	760 – 1500	–	–
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360 – 760	> 50	> 250
ZD	Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180 – 360	15 – 50	70 – 250
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > \% 40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ($c_u < 25$ kPa) içeren profiller	< 180	< 15	< 70
ZF	Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler: 1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaşabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.), 2) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer, 3) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli ($PI > 50$) killer, 4) Çok kalın (> 35 m) yumuşak veya orta katı killer.			

Bursa il merkezinde zeminin dinamik-elastik mühendislik parametrelerini, tabaka kalınlıklarını, deprem yönetmeliklerine göre zemin sınıflarını belirlemek amacıyla sismik kırılma, çok kanallı yüzey dalgası analizi (MasW) ve rezistivite çalışmaları ile sondaj ve PS loglama çalışmaları yapılmıştır. Bu kapsamda Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından 160 noktada MasW, 195 noktada jeoteknik sondaj ve 7 noktada PS loglama çalışması gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, ek olarak Nilüfer ilçesinde 37, Osmangazi ilçesinde 4, Yıldırım ilçesinde 5 sondaj çalışması daha yapılmıştır.

Tablo 8.3. Farklı zemin türlerinin $V_P - V_S$ hızları (Das and Ramana, 2010)

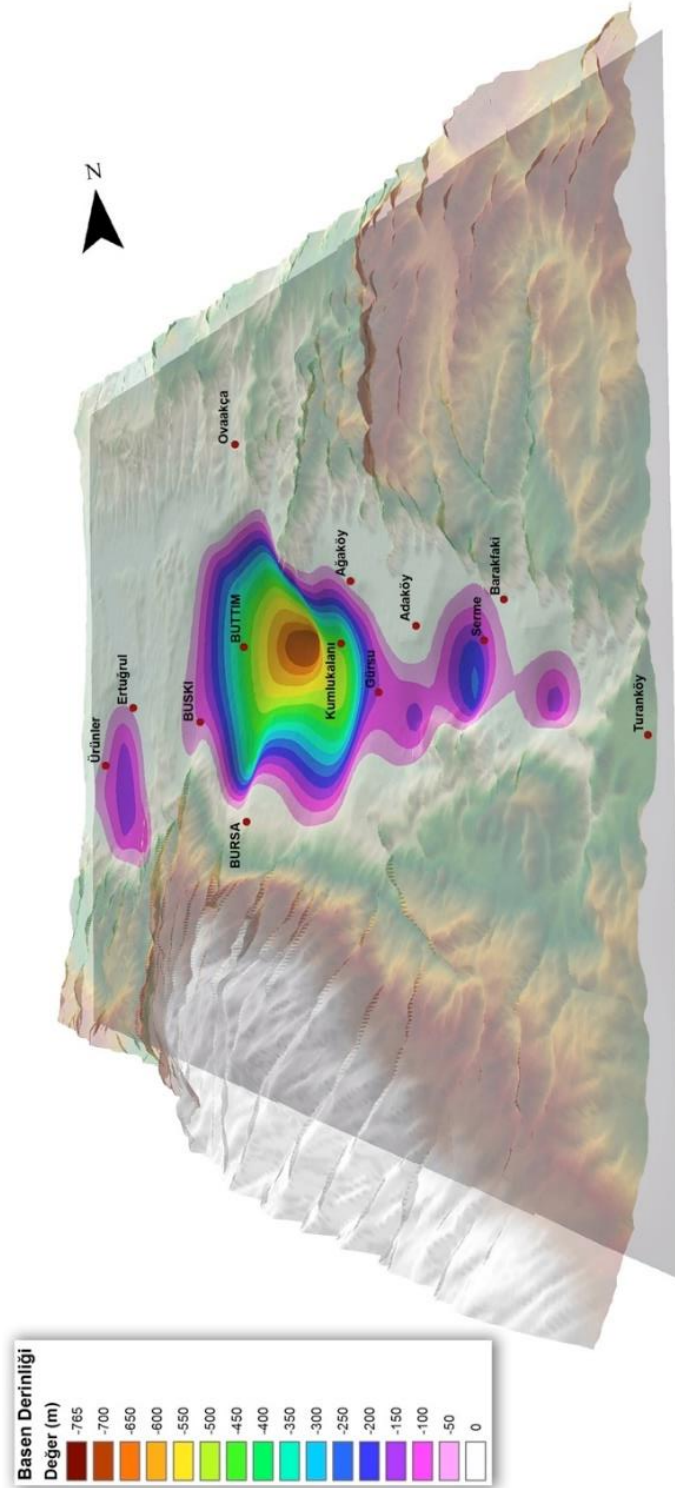
Farklı Zemin Türlerinin Sıkıştırma Dalgası (V_P) ve Kayma Dalgası (V_S) Hızları		
Zemin Türü	V_P (m/sn)	V_S (m/sn)
Temiz Kum (<i>fine sand</i>)	360	90-150
Sıkı Kum (<i>dense sand</i>)	460	230
Çakıl (<i>gravel</i>)	762	180-215
Islak Kil (<i>moist clay</i>)	1220-1370	150
Granit (<i>granite</i>)	3960-5490	2130-3350
Kumtaşı (<i>sandstone</i>)	1370-3960	610-2130

Bu çalışmalar sonucunda elde edilen verilerle kayma dalga hızının yerin 30 metre altına kadar olan kısım için $(V_s)_{30}$ kontur haritası (Şekil 8.9) üretilmiştir. Yapılan ölçümlerde $(V_s)_{30}$ değerleri, J1 sınıfı zeminlerde 147-210 m/sn aralığında, J2 sınıfı zeminlerde 385-457 m/sn aralığında, J3 sınıfı zeminlerde 350-390 m/sn aralığında, J4 sınıfı zeminlerde yaklaşık 1000 m/sn olmaktadır.



Şekil 8.9. Bursa il merkezi $(V_s)_{30}$ kontur haritası (BBB-TÜBİTAK, 2021)

Anakaya yapısının 3-B geometrisinin belirlenmesi amacıyla 1 km'ye 3 km grid aralıklı 286 noktada gravite ölçümü yapılmıştır. Bu ölçümlerde elde edilen veriler yardımıyla anakaya topografyası haritalandırılmıştır (Şekil 8.10).



Şekil 8.10. Bursa ankarası 3-B derinlik haritası (BBB-TÜBİTAK, 2021)

Sıvılaşma, zeminler ve mühendislik yapıları için büyük bir tehlike arz etmektedir. Sıvılaşma, sismik aktiviteye bağlı olarak suya doygun zeminde boşluk suyu basıncının artarak efektif gerilmenin azalması ve ortadan kalkmasıyla zeminin bir sıvı gibi davranması olayıdır. Binaların ve diğer mühendislik yapılarının zemininde meydana gelen sıvılaşma ciddi can, mal ve ekonomik kayıplara neden olabilmektedir.

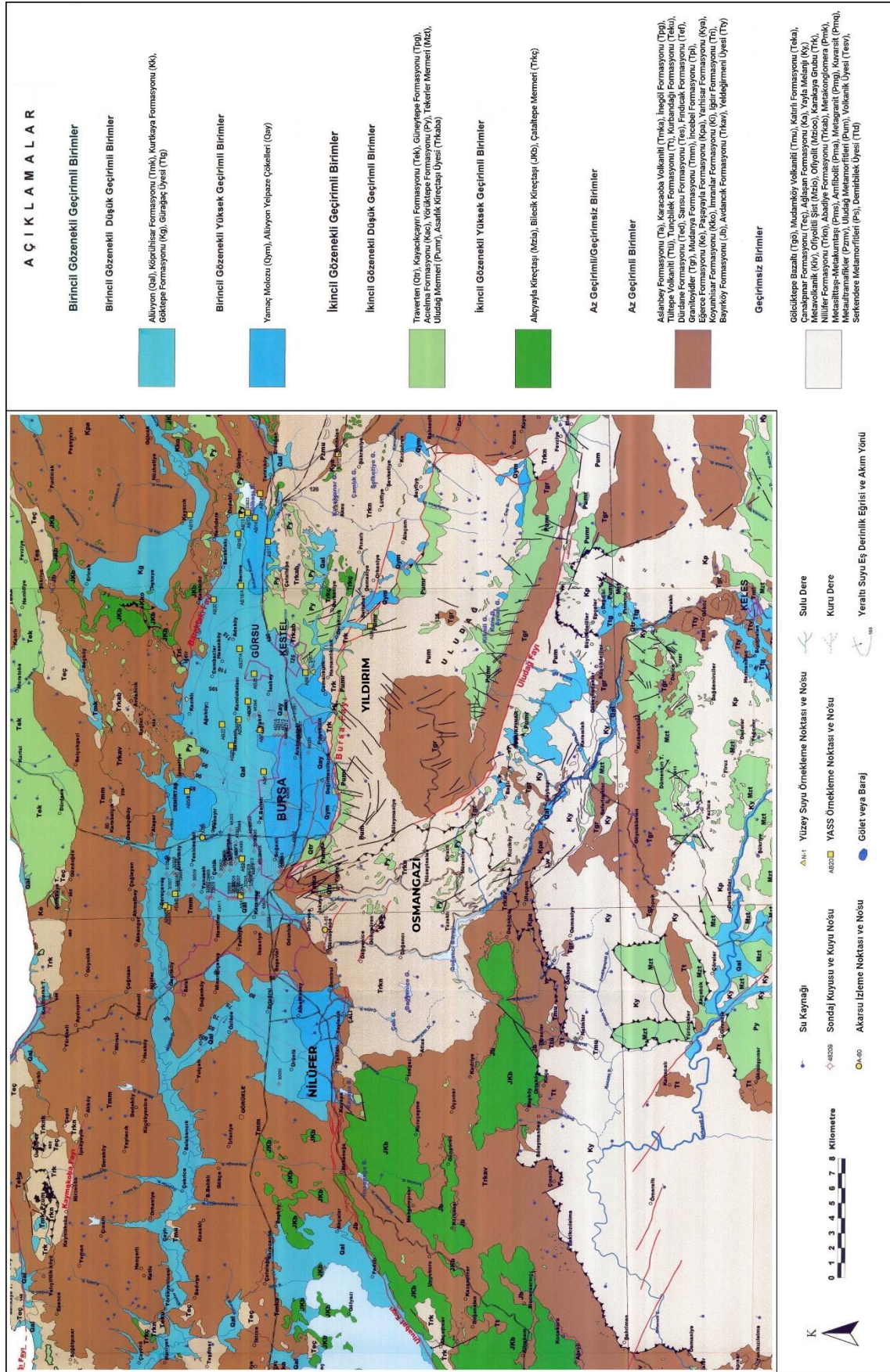
Bursa il merkezi ve yakın çevresindeki jeolojik birimler, kayaç türü ve mühendislik özellikleri bakımından toprak zemin (genç çökeller) ve kaya zemin olarak 2 ana gruba ayrılabilir. Bunlar Kuvaterner yaşlı genç çökeller (J1-J2 sınıfı toprak zemin) ve kaya (J3-J4 sınıfı) birimlerdir. Toprak zemin özellikleri gösteren bu genç çökeller gerçekleşen bir sismik aktivite anında zemin büyütmesi dolayısıyla deprem dalgalarının etkilerini artırabilmekte ve yeraltı suyunun sığ seviyelerde olduğu yerlerde sıvılaşma gerçekleşebilmektedir.

DSİ tarafından Bursa il genelinde yapılan sondaj çalışmaları ile yeraltı suyu potansiyeli (Tablo 8.4) ve yeraltı su seviyesi (YASS) belirlenmiş ve hidrojeoloji haritası (Şekil 8.10) oluşturulmuştur. Bu çalışmalarda yeraltı suyunun kimyasal özellikleri de incelenmiş, içilebilir kalitede ve endüstriyel kullanıma uygun olduğu tespit edilmiştir.

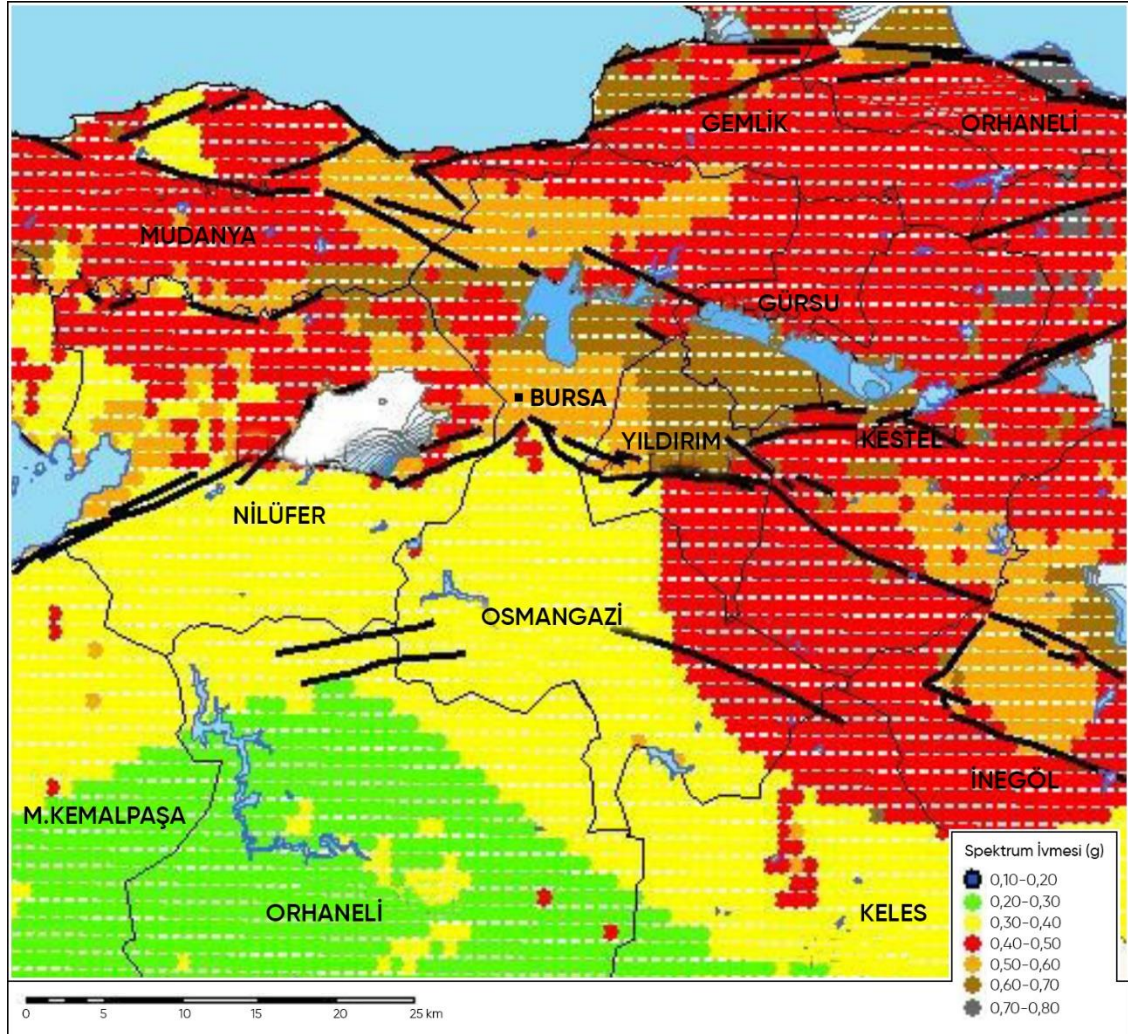
Tablo 8.4. Bursa ili yeraltı suyu potansiyeli (ÇSB Bursa İli Çevre Durum Raporu, 2021)

Bursa İli Yeraltı Suyu Potansiyeli (2019)	
Kaynağın İsmi	hm³/yıl
Bursa – Çayırköy Ovası Alüvyonu	224,07
Karacabey – Kemalpaşa Alüvyonu	73,26
İnegöl Ovası Alüvyonu	40,00
Yenişehir Ovası Alüvyonu	46,00
İznik – Gemlik – Orhangazi Ovası Alüvyonları	45,00
Toplam	428,33

DSİ tarafından Bursa il merkezinde daha önce yürütülen çalışmalar sonucunda 79 adet kuyu logunda yapılan analizlerde statik su seviyesinin 0–44 metre arasında değiştiği tespit edilmiştir (Ateş ve Aktimur, 2019).



Sıvılaşma potansiyelinin belirlenmesinde kayma dalga hızı ve maksimum yer ivmesi (*spektrum ivmesi*) önemli parametrelerdir. Ayrıca yeraltı su seviyesi (YASS) de önem taşımaktadır. Bu kapsamda Bursa il merkezinde gerçekleştirilen Standart Penetrasyon Deneyleri (SPT) yardımıyla elde edilen veriler ve kayma dalga hızının $(V_s)_{30}$ birlikte değerlendirilmesiyle zeminin sıvılaşma potansiyeli tespit edilmiş ve haritalandırılmıştır (Şekil 8.12).

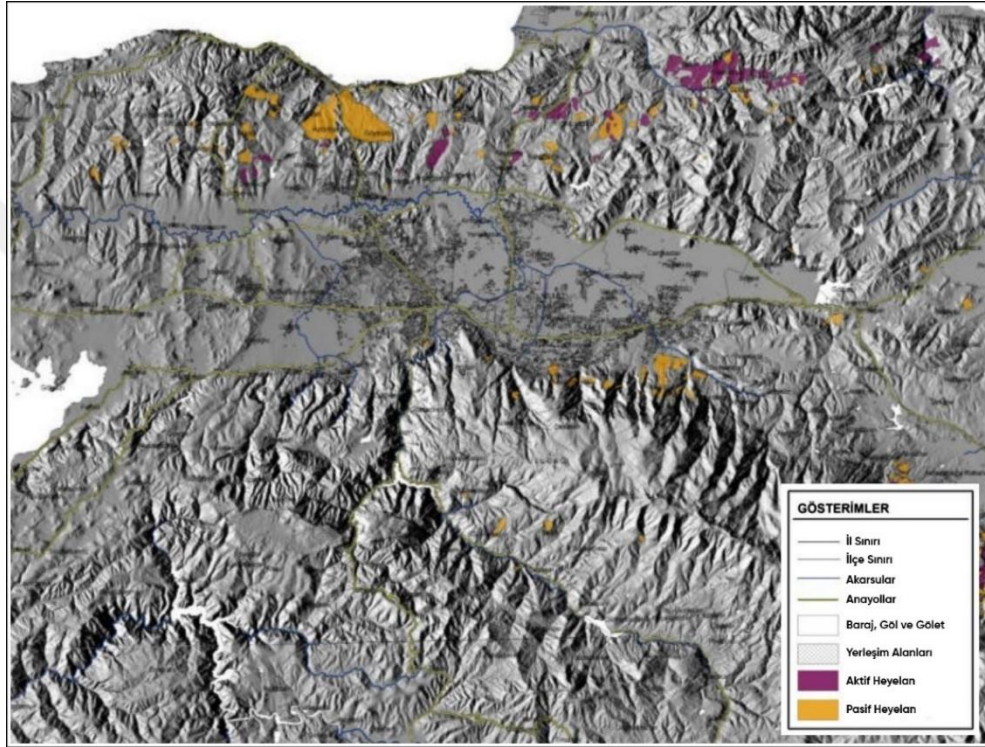


Şekil 8.12. Bursa il merkezi sıvılaşma potansiyeli haritası (BBB-İTÜ, 2013)

Yapılan analizler neticesinde yer ivmesi değerinin 0,40 g'den yüksek olduğu ve kayma dalga hızının 200 m/sn'den düşük olduğu alanların sıvılaşma potansiyeli taşıdığı değerlendirilebilir.

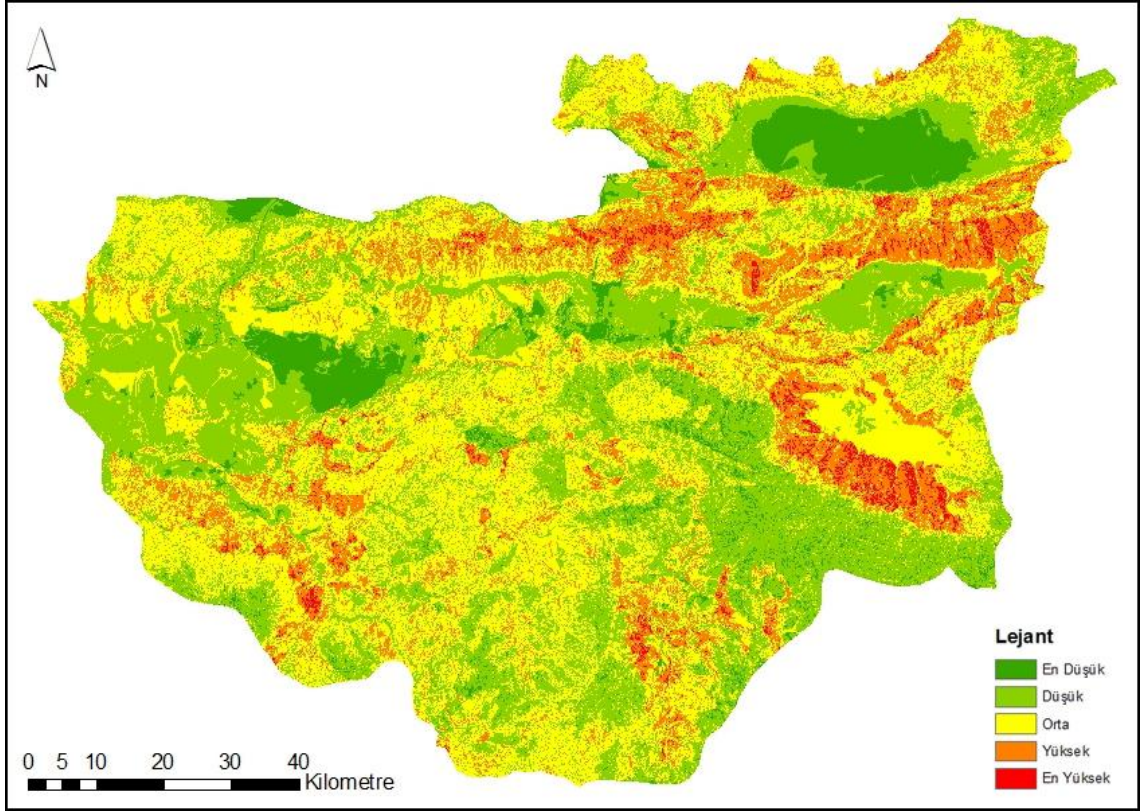
8.3. K t le Hareketleri, Taşkın/Sel ve  ı 

Bursa il merkezinde yerleşim alanlarının genel itibariyle %0-10 arasında bir e ime sahip düzlük alanlardan oluşması ve aktif heyelan riski bulunmaması nedeniyle kendiliğinden gelişmesi muhtemel bir doğal k t le hareketinin oluşması beklenmemektedir. şekil 8.13'te Bursa il merkezinin heyelan envanteri, şekil 8.14'te Bursa ilinin heyelan duyarlılığı gösterilmektedir.



şekil 8.13. Bursa il merkezi heyelan envanter haritası (BBB- T , 2013)

AFAD Afet Riski Azaltma Sistemi (ARAS) programında heyelan envanteri (Tablo 8.5) ile yükseklik, e im, bakı, e risellik, litoloji ve arazi kullanımı parametrelerinin çakıştırılmasıyla elde edilen 100 yıllık periyotta il merkezindeki yerleşim alanlarının deprem kaynaklı heyelan tehlikesinin **düşük-çok düşük** olduğu değerlendirilmiştir. ARAS programı yardımıyla hidrolojik parametrelerin de dâhil edildiği 100 yıllık periyotta il merkezindeki yerleşim alanlarının yağış kaynaklı heyelan tehlikesinin de ** ok düşük** olduğu değerlendirilmiştir.



Şekil 8.14. Bursa ili heyelan duyarlılık haritası (BURSA IRAP, 2022)

Tablo 8.5. Bursa'da meydana gelen heyelanların ilçelere göre dağılımı (BURSA IRAP, 2022)

DUYARLILIK ANALİZİNDE KULLANILAN HEYELAN ENVANTERİNİN İLÇELERE GÖRE DAĞILIMI					
İNEGÖL	66	KESTEL	6	İZNİK	3
GEMLİK	31	OSMANGAZİ	7	BÜYÜKORHAN	2
M.KEMALPAŞA	24	ORHANELİ	6	GURSU	0
ORHANGAZİ	17	MUDANYA	6	NİLÜFER	0
YENİŞEHİR	14	KARACABEY	5	YILDIRIM	0
OSMANGAZİ	7				
					Toplam: 194

Bursa il merkezinde çeşitli lokasyonlarda yapılan çalışmalarda taşkın ve sel riskine dair herhangi bir bulguya rastlanmamıştır. Mevsim koşullarına bağlı olarak yüzey suyu ve yeraltı sularında meydana gelebilecek muhtemel olumsuzlukların önüne geçilmesi ve önlenmesi adına gerekli ıslah ve drenaj çalışmaları yapılarak tedbirler alınmalıdır. Yine, inceleme alanındaki çalışmalarda yerleşim alanlarında çığ riski ve tehlikesi gözlemlenmemiştir.

8.4. Sismolojik (Deprem) Bulgular

Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ)’nun, Güney Marmara bölgesinde 3 farklı kola ayrılması ve özellikle orta ve güney kolunun etkisi altında bulunan Bursa’da, hem tarihsel dönemde, hem de aletsel dönemde birçok deprem meydana gelmiştir. Bölgenin tarihsel dönem kayıtları incelendiğinde M.S. 400 yılından itibaren büyüklüğü $M_s=6.8$ ’den yüksek olan 42 depremin meydana geldiği (Tablo 8.6) tespit edilmiştir (Utkucu vd., 2011). Aletsel döneme bakıldığında Bursa ve yakın çevresinde $M>3$ ve üzerinde 685 deprem meydana gelmiştir (Öncü, 2021).

Tablo 8.6. – Marmara Bölgesi M.S. 400 sonrası tarihsel depremleri (Utkucu vd., 2011)

No	Tarih	Enlem	Boylam	M_s	Yer
1	01.04.407	40.9	28.7	6.8	İstanbul
2	25.09.437	40.8	28.5	6.8	İstanbul
3	06.11.447	40.7	30.3	7.2	İzmit
4	???.???.460	40.1	27.6	6.9	Erdek
5	25.09.478	40.7	29.8	7.3	Karamürsel
6	???.???.484	40.5	26.6	7.2	Gelibolu
7	16.08.554	40.7	29.8	6.9	İzmit
8	14.12.557	40.9	28.3	6.9	Silivri
9	26.10.740	40.7	28.7	7.1	Marmara
10	05.05.824	40.6	26.8	7.0	Barbaros
11	23.05.860	40.8	28.5	6.8	Marmara
12	09.01.869	40.8	29.0	7.0	Marmara
13	25.10.989	40.8	28.7	7.2	Marmara
14	08.01.1010	40.6	27.0	7.4	Gelibolu
15	23.09.1063	40.8	27.4	7.4	Barbaros
16	???.09.1065	40.4	30.0	6.8	İznik
17	???.???.1231	41.0	28.6	6.9	İstanbul
18	01.06.1296	40.5	30.5	7.0	Geyve
19	18.10.1343	40.7	27.1	6.9	Ganos
20	18.10.1343	40.9	28.0	7.0	Ereğli
21	01.03.1354	40.7	27.0	7.4	Gelibolu
22	15.03.1419	40.4	29.3	7.2	Bursa
23	10.09.1509	40.9	28.7	7.2	İstanbul
24	10.05.1556	40.6	28.0	7.1	Erdek
25	18.05.1625	40.3	26.0	7.1	Saros
26	17.02.1659	40.5	26.4	7.2	Saros
27	25.05.1719	40.7	29.8	7.4	İzmit
28	06.02.1737	40.0	27.0	7.0	Biga
29	29.07.1752	41.5	26.7	6.8	Edirne
30	02.09.1754	40.8	29.2	6.8	İzmit

9. DEĞERLENDİRME

Bursa il merkezinde yer alan Nilüfer, Osmangazi ve Yıldırım ilçeleri ile yakın çevresinde yapılan jeolojik, jeofizik ve jeoteknik çalışmalarla elde edilen yer bilimsel veriler incelendiğinde litolojik birimler, deprem-heyelan-taşkın/sel riskleri, sıvılaşma potansiyelleri tespit edilmiş ve karşılaştırılmıştır.

Dinamik elastik parametreler, zeminlerin yük ve gerilme altında vereceği tepkileri kontrol eden belirleyici parametrelerdir. Kayaçların ve zeminlerin deformasyon özellikleri belirlenen bu parametrelere bağlıdır.

Nilüfer ilçesinde Kayapa, Tahtalı, Odunluk, Gümüştepe, Ürünlü ve Minareliçavuş mahallelerinde çeşitli lokasyonlarda yapılan yer bilimsel çalışmalar sonucu elde edilen veriler incelenerek, Bursa Büyükşehir Belediyesi'nin İTÜ ve TÜBİTAK ile ortak yürüttüğü çalışmalarla elde edilen veriler ile ABD Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS)'nin verileri Tablo 9.1'de karşılaştırılmıştır. Bu çalışmalarda zemin hâkim frekans (f_0) değerleri $f_{0ort}=4,56$ Hz, $f_{0min}=1,33$ Hz, $f_{0max}=14,29$ Hz olarak ölçülmüştür.

Yapılan jeofizik çalışmalarda kayma dalgası hızı ortalama $(V_s)_{30}=444$ m/sn, $(V_s)_{30min}=212$ m/sn, $(V_s)_{30max}=974$ m/sn olarak ölçülmüştür. Şekil 8.9'daki $(V_s)_{30}$ kontur haritasında ilçe genelinin 360-760 m/sn kayma dalgası hızı aralığında olduğu görülmüş, yer yer daha düşük ve daha yüksek değerler ölçülmüştür. Bu sonuçların BBB tarafından yapılan çalışmalar sonucu elde edilen il genelindeki değerler ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Bu veriler doğrultusunda Nilüfer ilçesi genelinin TBDY (2018)'ye göre çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrıışmış, çok çatlaklı zayıf kayaları ihtiva eden ZC yerel zemin sınıfına sahip olduğu değerlendirilmektedir.

Tablo 9.1. Nilüfer ilçesinde yapılmış olan jeofizik çalışmalarda elde edilmiş veriler (f_0 =Hâkim frekans, A_k =Zemin büyütmesi)

NİLÜFER İLÇESİ ZEMİN PARAMETRELERİ									
ÖLÇÜM NO	f_0 (hz)	A_k	V_{s30} (m/sn)						
			PROFİL	ÖLÇÜLEN	BBB	USGS	PROFİL	ÖLÇÜLEN	BBB USGS
K-1	1,49	1,60	K-1	526	~ 360 - 760	~ 300 - 600	K-38	338	~ 360 - 760
K-2	3,12	2,12	K-2	361			K-39	466	
K-3	3,03	2,14	K-3	402			K-40	429	
K-4	2,70	0,71	K-4	427			K-41	423	
K-5	2,70	1,46	K-5	512			K-42	468	
K-6	4,34	1,29	K-6	482			K-43	586	
K-7	1,38	2,36	K-7	472			K-44	534	
K-8	1,33	1,88	K-8	423			K-45	399	
K-9	1,42	1,54	K-9	379			K-46	553	
K-10	1,63	1,99	K-10	400			K-47	406	
K-11	8,30	1,87	K-11	462			K-48	464	
K-12	1,58	2,24	K-12	523			K-49	461	
K-13	1,42	1,60	K-13	470			K-50	282	
K-14	11,10	2,83	K-14	524			K-51	343	
K-15	2,04	1,11	K-15	579			K-52	331	
K-16	9,09	1,56	K-16	545			K-53	250	
K-17	5,88	1,75	K-17	649			K-54	273	
K-18	5,88	1,75	K-18	510			K-55	401	
K-19	3,33	2,25	K-19	410			K-56	592	
K-20	2,12	3,50	K-20	456			K-57	736	
K-21	5,00	2,49	K-21	499			K-58	726	
K-22	3,22	2,03	K-22	479			K-59	531	
K-23	12,50	1,19	K-23	511			K-60	519	
K-24	6,66	2,31	K-24	540			K-61	318	
K-25	1,47	1,65	K-25	974			K-62	310	
G-1	1,66	2,10	K-26	575			K-63	383	
G-2	1,59	2,20	K-27	287			K-64	508	
O-1	1,35	2,40	K-28	383			K-65	398	
Ü-1	7,69	2,70	K-29	485			G-1	326	
Ü-2	9,09	2,70	K-30	497			G-2	313	
Ü-3	7,69	2,70	K-31	528			O-1	262	
Ü-4	7,14	2,70	K-32	455			Ü-1	215	
Ü-5	14,29	2,50	K-33	546			Ü-2	213	
M-1	1,69	2,07	K-34	562			Ü-3	212	
			K-35	363			Ü-4	213	
			K-36	375			Ü-5	253	
			K-37	494			M-1	337	

K: Kayapa, O: Odunluk
G: Gümüştepe, Ü: Ürünli
M: Minareliçavuş

Tablo 9.2. Nilüfer ilçesinde yapılmış olan jeoteknik çalışmalarda elde edilmiş zemin dinamik elastik parametreleri (**S:** Kayapa-Tahtalı, **O:** Odunluk, **G:** Gümüştepe, **Ü:** Ürünlü, **M:** Minareliçavuş)

Profil No	Tabaka No	Vp m/sn	Vs m/sn	h m	Vp/Vs	ρ gr/cm ³	Gmax kg/cm ²	σ	Ed kg/cm ²	K kg/cm ²
S-1	1	1050	315	4	3,33	1,76	1751	0,45	5079	17120
	2	2677	677	-	3,95	2,23	10220	0,47	29961	146171
S-2	1	778	239	4	3,26	1,64	935	0,45	2708	8662
	2	2178	453	-	4,81	2,12	4345	0,48	12840	94665
S-3	1	615	300	3	2,05	1,54	1389	0,34	3734	3986
	2	1698	465	-	3,65	1,99	4302	0,46	12559	51637
S-4	1	641	205	2	3,13	1,56	655	0,44	1891	5535
	2	2276	496	-	4,59	2,14	5267	0,48	15540	103893
S-5	1	741	246	3	3,01	1,62	978	0,44	2815	7575
	2	2445	648	-	3,77	2,18	9153	0,46	26768	118108
S-6	1	790	220	4	3,59	1,64	795	0,46	2319	9196
	2	2479	682	-	3,63	2,19	10174	0,46	29689	120860
S-7	1	547	251	3	2,18	1,50	944	0,37	2581	3226
	2	2155	582	-	3,70	2,11	7154	0,46	20900	88549
S-8	1	971	283	5	3,43	1,73	1385	0,45	4029	14467
	2	2239	564	-	3,97	2,13	6783	0,47	19889	97857
S-9	1	723	226	5	3,20	1,61	821	0,45	2374	7308
	2	2924	527	-	5,55	2,28	6331	0,48	18780	186458
S-10	1	900	201	4	4,48	1,70	685	0,47	2021	12838
	2	1912	546	-	3,50	2,05	6111	0,46	17790	66791
S-11	1	502	227	2	2,21	1,47	756	0,37	2074	2689
	2	1853	535	-	3,46	2,03	5821	0,45	16935	62074
S-12	1	693	266	3	2,61	1,59	1125	0,41	3181	6138
	2	2216	651	-	3,40	2,13	9013	0,45	26190	92427
S-13	1	996	280	4	3,56	1,74	1365	0,46	3978	15455
	2	2917	606	-	4,81	2,28	8366	0,48	24721	182696
S-14	1	757	368	3	2,06	1,63	2202	0,35	5924	6382
	2	2706	611	-	4,43	2,24	8346	0,47	24592	152589
S-15	1	799	404	3	1,98	1,65	2690	0,33	7146	6935
	2	2309	677	-	3,41	2,15	9849	0,45	28620	101436
S-16	1	832	404	4	2,06	1,66	2717	0,35	7313	7901
	2	2180	666	-	3,27	2,12	9395	0,45	27219	88139
S-17	1	1297	406	4	3,19	1,86	3066	0,45	8866	27206
	2	3168	826	-	3,84	2,33	15867	0,46	46446	212257
S-18	1	746	291	4	2,56	1,62	1371	0,41	3869	7186
	2	2369	667	-	3,55	2,16	9621	0,46	28036	108547
S-19	1	820	207	4	3,96	1,66	710	0,47	2084	10206
	2	1930	558	-	3,46	2,05	6397	0,45	18609	68005
S-20	1	902	237	3	3,81	1,70	954	0,46	2791	12549
	2	2156	566	-	3,81	2,11	6767	0,46	19800	89168
S-21	1	856	257	3	3,33	1,68	1107	0,45	3212	10809
	2	2344	620	-	3,78	2,16	8291	0,46	24250	107457
S-22	1	639	271	3	2,36	1,56	1144	0,39	3182	4837
	2	2221	583	-	3,81	2,13	7233	0,46	21164	95333
S-23	1	639	277	3	2,31	1,56	1195	0,38	3310	4769
	2	2127	627	-	3,39	2,11	8276	0,45	24041	84209
S-24	1	694	360	4	1,93	1,59	2062	0,32	5427	4913
	2	2007	675	-	2,97	2,07	9453	0,44	27155	70973
S-25	1	1093	632	1	1,73	1,78	7119	0,25	17782	11801
	2	1742	1027	-	1,70	2,00	21123	0,23	52117	32609
S-26	1	1972	485	4	3,45	1,98	4662	0,45	13560	49199
	2	2950	684	-	4,31	2,28	10688	0,47	31459	184568
S-27	1	509	189	3	2,69	1,47	525	0,42	1493	3113
	2	1851	339	-	5,46	2,03	2336	0,48	6929	66551
S-28	1	489	243	4	2,01	1,46	860	0,34	2300	2338
	2	2659	485	-	5,48	2,23	5236	0,48	15528	150408

Tablo 9.2. (devam) Nilüfer ilçesinde yapılmış olan jeoteknik çalışmalarda elde edilmiş zemin dinamik elastik parametreleri (**S:** Kayapa-Tahtalı, **O:** Odunluk, **G:** Gümüştepe, **Ü:** Ürünlü, **M:** Minareliçavuş)

Profil No	Tabaka No	Vp m/sn	Vs m/sn	h m	Vp/Vs	ρ gr/cm ³	Gmax kg/cm ³	σ	Ed kg/cm ²	K kg/cm ²
S-29	1	632	227	3	2,78	1,55	800	0,43	2284	5140
	2	2600	618	-	4,21	2,21	8454	0,47	24856	138368
S-30	1	802	365	3	2,20	1,65	2197	0,37	6019	7680
	2	2099	576	-	3,64	2,10	6961	0,46	20317	83164
S-31	1	743	331	3	2,24	1,62	1773	0,38	4880	6570
	2	1802	629	-	2,86	2,02	7991	0,43	22864	54931
S-32	1	817	308	3	2,65	1,66	1572	0,42	4456	8966
	2	1631	534	-	3,05	1,97	5617	0,44	16178	44916
S-33	1	872	359	3	2,43	1,68	2171	0,40	6070	9914
	2	2609	644	-	4,05	2,22	9188	0,47	26969	138557
S-34	1	679	338	3	2,01	1,58	1807	0,34	4828	4885
	2	2175	675	-	3,22	2,12	9645	0,45	27909	87287
S-35	1	753	247	4	3,05	1,62	990	0,44	2852	7886
	2	1830	452	-	4,05	2,03	4142	0,47	12158	62377
S-36	1	659	223	4	2,96	1,57	781	0,44	2242	5779
	2	1817	484	-	3,75	2,02	4741	0,46	13861	60498
S-37	1	483	257	3	1,88	1,45	959	0,30	2500	2110
	2	2030	612	-	3,32	2,08	7793	0,45	22601	75357
S-38	1	780	236	4	3,31	1,64	912	0,45	2645	8750
	2	1995	419	-	4,76	2,07	3637	0,48	10743	77608
S-39	1	642	250	4	2,57	1,56	975	0,41	2751	5131
	2	2316	621	-	3,73	2,15	8293	0,46	24237	104293
S-40	1	534	185	3	2,89	1,49	510	0,43	1460	3569
	2	1915	559	-	3,43	2,05	6408	0,45	18627	66659
S-41	1	646	272	4	2,38	1,56	1156	0,39	3219	4980
	2	2750	535	-	5,14	2,24	6425	0,48	19023	161202
S-42	1	639	260	4	2,46	1,56	1053	0,40	2951	4959
	2	2106	616	-	3,42	2,10	7968	0,45	23160	82516
S-43	1	919	415	4	2,21	1,71	2939	0,37	8065	10495
	2	2453	723	-	3,39	2,18	11404	0,45	33127	116069
S-44	1	775	281	5	2,76	1,64	1291	0,42	3679	8102
	2	2540	783	-	3,24	2,20	13492	0,45	39060	123993
S-45	1	584	280	3	2,09	1,52	1194	0,35	3227	3604
	2	1705	466	-	3,66	1,99	4325	0,46	12628	52140
S-46	1	564	354	2	1,59	1,51	1893	0,17	4448	2281
	2	1252	618	-	2,03	1,84	7042	0,34	18859	19514
S-47	1	564	285	2	1,98	1,51	1227	0,33	3260	3169
	2	1324	449	-	2,95	1,87	3769	0,44	10819	27753
S-48	1	619	268	4	2,31	1,55	1110	0,38	3075	4443
	2	1565	604	-	2,59	1,95	7113	0,41	20094	38270
S-49	1	518	256	3	2,02	1,48	969	0,34	2594	2675
	2	1777	563	-	3,16	2,01	6379	0,44	18427	55050
S-50	1	506	212	3	2,39	1,47	660	0,39	1841	2883
	2	1616	326	-	4,96	1,97	2088	0,48	6177	48542
S-51	1	375	209	2	1,79	1,36	595	0,27	1519	1123
	2	851	386	-	2,20	1,67	2494	0,37	6837	8799
S-52	1	585	242	4	2,42	1,52	892	0,40	2494	4027
	2	2255	406	-	5,55	2,14	3521	0,48	10445	103932
S-53	1	355	179	2	1,98	1,35	431	0,33	1146	1120
	2	1539	276	-	5,58	1,94	1479	0,48	4388	44016
S-54	1	481	194	3	2,48	1,45	546	0,40	1533	2630
	2	968	319	-	3,03	1,73	1759	0,44	5064	13856
S-55	1	579	284	4	2,04	1,52	1226	0,34	3290	3462
	2	2359	494	-	4,78	2,16	5272	0,48	15575	113196
S-56	1	919	310	4	2,96	1,71	1640	0,44	4710	12228
	2	3104	796	-	3,90	2,31	14661	0,46	42951	203390

Tablo 9.2. (devam) Nilüfer ilçesinde yapılmış olan jeoteknik çalışmalarda elde edilmiş zemin dinamik elastik parametreleri (S: Kayapa-Tahtalı, O: Odunluk, G: Gümüştepe, Ü: Ürünü, M: Minareliçavuş)

Profil No	Tabaka No	Vp m/sn	Vs m/sn	h m	Vp/Vs	ρ gr/cm ³	Gmax kg/cm ²	σ	Ed kg/cm ²	K kg/cm ²	Profil No	Tabaka No	Vp m/sn	Vs m/sn	h m	Vp/Vs	ρ gr/cm ³	Gmax kg/cm ²	σ	Ed kg/cm ²	K kg/cm ²
S-57	1	763	411	2	1,86	1,63	2752	0,30	7131	5815	G-1	1	440	230	2,7	1,91	1,42	751	0,31	1971	1747
	2	2384	837	-	2,85	2,17	15175	0,43	43392	102878		2	1700	340	-	5	1,91	2301	0,48	6859	54436
S-58	1	1087	404	4	2,69	1,78	2905	0,42	8250	17158	G-2	1	430	220	3,3	1,95	1,41	683	0,32	1806	1700
	2	2786	956	-	2,91	2,25	20583	0,43	59003	147366		2	1510	330	-	4,58	1,93	2105	0,48	6190	41264
S-59	1	840	398	4	2,11	1,67	2643	0,36	7165	8250	O-1	1	470	160	2,7	2,94	1,44	370	0,43	1066	2693
	2	2439	646	-	3,78	2,18	9091	0,46	26588	117473		2	1665	280	-	5,95	1,98	1553	0,49	4749	52765
S-60	1	1036	375	5	2,76	1,76	2473	0,42	7046	15578	Ü-1	1	490	130	4,1	3,77	1,46	247	0,46	723	3172
	2	2283	676	-	3,38	2,14	9792	0,45	28435	98630		2	1515	240	-	6,31	1,93	1114	0,49	3346	42891
S-61	1	446	246	1	1,81	1,42	862	0,28	2209	1684	Ü-2	1	450	140	3,7	3,21	1,43	280	0,45	815	2515
	2	1053	333	-	3,16	1,77	1958	0,44	5657	16969		2	1365	230	-	5,93	1,88	997	0,49	3037	33745
S-62	1	369	155	1	2,38	1,36	326	0,39	909	1414	Ü-3	1	510	150	4,9	3,40	1,47	332	0,45	957	3393
	2	1088	333	-	3,27	1,78	1974	0,45	5718	18443		2	1300	230	-	5,65	1,86	985	0,48	2895	30157
S-63	1	526	229	4	2,30	1,48	778	0,38	2153	3069	Ü-4	1	470	130	4,6	3,62	1,44	244	0,46	705	2866
	2	1724	494	-	3,49	2,00	4874	0,46	14188	52870		2	1480	240	-	6,17	1,92	1108	0,49	3409	40587
S-64	1	607	335	4	1,81	1,54	1726	0,28	4424	3366	Ü-5	1	530	160	3	3,31	1,49	332	0,45	1102	3672
	2	1509	638	-	2,37	1,93	7864	0,39	21881	33509		2	1210	270	-	4,48	1,83	985	0,48	3901	25005
S-65	1	522	267	3	1,96	1,48	1056	0,32	2794	2629	M-1	1	439	261	3,5	1,68	1,69	967	0,23	2371	1446
	2	1646	468	-	3,52	1,97	4324	0,46	12593	47730		2	844	350	-	2,41	1,77	2047	0,40	5715	9173

Sismik hız oranı (V_p/V_s) zeminin sıkılığını göstermektedir (Çıvgın, 2019). Poisson oranı kayacın gözenekliliğini, çimentolanma derecesini ve gözeneklerin su veya kil ile dolu olup olmadığını yansıtan bir parametredir. Gözeneksiz ortamlarda 0-0,25 arasında, orta derece gözenekli ortamlarda 0,25-0,35 arasında ve gözenekli ortamlarda 0,35-0,50 arasında değişmektedir (Dursun vd., 2012).

İnceleme alanında sismik hız oranı 1'inci tabakada 1,59-4,48 aralığında, 2'nci tabakada 1,70-6,31 aralığında hesaplanmış ve zemin doymun değil-suya doymun (Tablo 9.3) olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 9.3. Sismik hız oranı (V_p/V_s) doymunluk ilişkisi (Kayapa Ve Tahtalı Mahallelerinin 1/1000 Ölçekli Uygulama İmar Planına, 1/5000 Ölçekli Nazım İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu)

V_p/V_s	Doymunluk
$2.75 \leq$	Suya Doymun
$1.75-2.74$	Kısmen Doymun
$1.74 \geq$	Doymun Değil

Tablo 9.4. Poisson oranına göre zemin sıklık sınıflaması (Dursun vd., 2012)

Poisson Oranı	Zemin Sıklık Sınıfı	V_p/V_s
0,5	Cıvık- sıvı	∞
0,4-0,49	Çok gevşek	∞ -2,49
0,3-0,39	Gevşek	2,49-1,87
0,2-0,29	Sıkı katı	1,87-1,71
0,1-0,19	Katı	1,71-1,5
0-0,09	Sağlam kaya	1,5-1,41

Poisson oranı 1'inci tabakada 0,25-0,47 aralığında, 2'nci tabakada 0,23-0,48 aralığında hesaplanmıştır. Zemin sıkı-katı, çok gevşek sınıftadır.

Deprem dalgalarının yüzeye yakın zemin tabakaları içinden geçerken genliklerinde meydana gelen artış zemin büyütmesi olarak tanımlanmaktadır. Zemin büyütmesi anakaya derinliği, zemin tabakalarının kalınlığı, cinsi ve dinamik özellikleri, tabakaların yanal süreksizliği ve topografik özellikler gibi yerel koşullardan etkilenmektedir (İyisan ve Haşal, 2011). Tablo 9.1'deki büyütme (A_k) değerleri incelendiğinde Ansal vd. (2001)'ne göre zemin büyütme tehlikesi düzeyi Düşük-Orta seviyededir.

Tablo 9.5. Spektral büyütme – tehlike ilişkisi (Ansal vd., 2001)

Spektral Büyütme - Tehlike İlişkisi	
Büyütme (A_k)	Tehlike Düzeyi
0,00 - 2,50	Düşük
2,50 - 4,00	Orta
4,00 - 6,50	Yüksek

Kayma (makaslama) modülü (G) veya diğer adıyla katılık modülü, makaslama gerilmelerine karşı zeminin direncini ifade eder ve makaslama gerilimi ve şekil değiştirme arasındaki ilişkiyi tanımlamak için kullanılır. Maksimum dinamik kayma oranı (G_{max}) birim deformasyon düzeyi arttıkça azalmaktadır. G değerinin yüksekliği zeminin makaslama gerilmelerine karşı direncinin yüksekliğini göstermektedir.

Nilüfer ilçesi için maksimum kayma modülü (G_{max}) değerleri incelendiğinde 1'inci tabaka için 326-7119 kg/cm² aralığında, 2'nci tabaka için 1479-21123 kg/cm²

aralığında hesaplanmıştır. Bowles (1997)'e göre yer özelliği gevşek-sağlam zemin olarak (Tablo 9.6) değerlendirilmektedir.

Dinamik elastisite modülü (E_d) zeminin elastik mukavemeti ve sağlamlığını yorumlamada kullanılmaktadır. Jeolojik birimlerin sertliğinin/sağlamlığının bir göstergesidir. Deprem etkisine maruz kalan zemin ve yapılarda meydana gelebilecek deformasyonlar sonucu oluşabilecek zararın önlenmesi için bu elastik mukavemetin bilinmesi gerekmektedir (Uyanık vd., 2013).

Nilüfer ilçesi için dinamik elastisite modülü (E_d) değerleri incelendiğinde 1'inci tabaka için 705-17782 kg/cm² aralığında, 2'nci tabaka için 2895-52117 kg/cm² aralığında hesaplanmıştır. Bowles (1997)'e göre yer özelliği gevşek-çok sağlam zemin olarak (Tablo 9.6) değerlendirilmektedir. Nilüfer ilçesi tüm seviyelerdeki yer özelliği karakteristiğini göstermektedir.

Tablo 9.6. Maksimum Kayma Modülü (G_{max}) ve Dinamik Elastisite Modülüne (E_d) Göre Yer Özellikleri (Bowles, 1997)

Maksimum Kayma Modülü (G_{max}) ve Dinamik Elastisite Modülüne (E_d) Göre Yer Özellikleri			
G_{max} (kg/cm ²)	Yer Özelliği	E_d (kg/cm ²)	Yer Özelliği
0-600	Gevşek	0-2000	Gevşek
600-3000	Orta Gevşek	2000-10000	Orta Gevşek
3000-10000	Sağlam	10000-30000	Sağlam
>10000	Çok Sağlam	>30000	Çok Sağlam

İnceleme alanında arazi deneyleri için yapılmış sondaj çalışmalarında zemin tabakalarının fiziksel parametrelerini belirlemek amacıyla çeşitli lokasyonlarda toplam 56 sondajda her 1,5 metrede bir Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) yapılmıştır. Buna göre deney sonuçları incelendiğinde TBDY (2018)'ye göre temel altı zeminlerinin potansiyel olarak sınıflaştırılabilir zeminlerden oluşmadığı ve bu zemin tabakalarında düzeltilmiş SPT vuruş sayısının, $N_{1,60}$, 30 darbe / 30 cm değerinden büyük ve $PI > 12$ olduğundan herhangi bir sınıflaşma olasılığı beklenmemektedir.

Osmangazi ilçesinde Dereçavuş, Ovaakça, Nilüferköy, Geçit, Ahmetbey ve Çukurca mahallelerinde çeşitli lokasyonlarda yapılan yer bilim çalışmaları sonucu elde edilen veriler incelenerek, Bursa Büyükşehir Belediyesi'nin İTÜ ve TÜBİTAK ile ortak yürüttüğü çalışmalarla elde edilen veriler ile USGS'in verileri Tablo 9.7'de

karşılaştırılmıştır. Bu çalışmalarda zemin hâkim frekans (f_0) değerleri $f_{0ort}=1,53$ Hz, $f_{0min}=1,03$ Hz, $f_{0max}=2,82$ Hz olarak ölçülmüştür.

Jeofizik çalışmalarda $(V_s)_{30ort}=297,8$ m/sn, $(V_s)_{30min}=196$ m/sn, $(V_s)_{30max}=464$ m/sn olarak ölçülmüştür. Şekil 8.9'daki $(V_s)_{30}$ kontur haritasında ilçe genelinin 200-760 m/sn kayma dalgası hızı aralığında olduğu görülmüş, yer yer daha düşük ve daha yüksek değerler ölçülmüştür. Bu sonuçların BBB tarafından yapılan çalışmalar sonucu elde edilen il genelindeki değerler ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Tablo 9.7. Osmangazi ilçesinde yapılmış olan jeofizik çalışmalarda elde edilmiş veriler (f_0 =Hâkim frekans, A_k =Zemin büyütmesi)

OSMANGAZİ İLÇESİ ZEMİN PARAMETRELERİ										
ÖLÇÜM NO	f ₀ (hz)	A _k	V _s 30 (m/sn)							
			PROFİL	ÖLÇÜLEN	BBB	USGS	PROFİL	ÖLÇÜLEN	BBB	USGS
D-1	2,82	2,00	D-1	464	200 - 760	300 - 900	N-1	309	200 - 760	300 - 900
G-1	1,03	2,90	D-2	444			N-2	308		
G-2	1,04	2,90	G-1	198			N-3	304		
O-1	1,37	2,40	G-2	196			A-1	338		
O-2	1,35	2,40	O-1	260			Ç-1	277		
O-3	1,43	2,30	O-2	261			Ç-2	277		
N-1	1,59	2,20	O-3	274			Ç-3	259		
N-2	1,61	2,20								
N-3	1,59	2,20	D: Dereçavuş, O: Ovaakça, G: Geçit							
A-1	1,72	2,10	N: Nilüferköy, A: Ahmetbey, Ç: Çukurca							
Ç-1	1,49	2,30								
Ç-2	1,47	2,30								
Ç-3	1,39	2,40								

Bu veriler doğrultusunda Osmangazi ilçesi genelinin TBDY (2018)'ye göre çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayaları ihtiva eden ZC yerel zemin sınıfına sahip olduğu değerlendirilmektedir.

Tablo 9.7'deki büyütme (A_k) değerleri incelendiğinde, Bursa Ovası'nda kurulu ilçenin genelinde Ansal vd. (2001)'ne göre zemin büyütme tehlikesi düzeyi orta seviyede, yer yer düşük seviyededir.

Osmangazi ilçesindeki jeoteknik çalışmalarda elde edilen zeminin dinamik elastik parametreleri Tablo 9.8'de gösterilmiştir.

İnceleme alanındaki sismik hız oranı 1'inci tabakada 1,69-3,00 aralığında, 2'nci tabakada 2,10-4,52 aralığında hesaplanmış ve zemin kısmen doymuş-suya doymuş (*Tablo 9.3*) olarak değerlendirilmiştir.

Poisson oranı 1'inci tabakada 0,23-0,45 aralığında, 2'nci tabakada 0,35-0,49 aralığında hesaplanmıştır. Zemin gevşek, çok gevşek sınıftadır.

Maksimum kayma modülü (G_{max}) değerleri incelendiğinde 1'inci tabaka için 233-1329 kg/cm² aralığında, 2'nci tabaka için 825-7049 kg/cm² aralığında hesaplanmıştır. Bowles (1997)'e göre yer özelliği gevşek-sağlam zemin olarak (*Tablo 9.6*) değerlendirilmektedir.

Dinamik elastisite modülü (E_d) değerleri incelendiğinde 1'inci tabaka için 665-3461 kg/cm² aralığında, 2'nci tabaka için 408-19390 kg/cm² aralığında hesaplanmıştır. Bowles (1997)'e göre yer özelliği gevşek-sağlam zemin olarak (*Tablo 9.6*) değerlendirilmektedir.

İnceleme alanında arazi deneyleri için yapılmış sondaj çalışmalarında zemin tabakalarının fiziksel parametrelerini belirlemek amacıyla çeşitli lokasyonlarda toplam 27 sondajda her 1,5 metrede bir Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) yapılmıştır. Buna göre deney sonuçları incelendiğinde TBDY (2018)'ye göre temel altı zeminlerinin potansiyel olarak sınıflandırılabilir zeminlerden oluşmadığı ve bu zemin tabakalarında düzeltilmiş SPT vuruş sayısının, $N_{1,60}$, 30 darbe / 30 cm değerinden büyük ve $PI > 12$ olduğundan herhangi bir sınıflandırma olasılığı beklenmemektedir.

Tablo 9.8. Osmangazi ilçesinde yapılmış olan jeoteknik çalışmalarda elde edilmiş zemin dinamik elastik parametreleri (**D:** Dereçavuş, **O:** Ovaakça, **G:** Geçit, **N:** Nilüferköy, **A:** Ahmetbey, **Ç:** Çukurca)

Profil No	Tabaka No	Vp m/sn	Vs m/sn	h m	Vp/Vs	ρ gr/cm ³	Gmax kg/cm ²	σ	Ed kg/cm ²	K kg/cm ²
D-1	1	466	275	6,7	1,69	1,44	1089	0,23	2684	1678
	2	1526	579	-	2,64	1,94	6495	0,42	18387	36530
D-2	1	558	297	10,7	1,88	1,51	1329	0,30	3461	2920
	2	1379	611	-	2,26	1,89	7049	0,37	19390	26764
G-1	1	390	150	7,3	2,60	1,38	310	0,41	877	1681
	2	960	220	-	4,36	1,73	835	0,47	2483	14779
G-2	1	390	130	6,7	3,00	1,38	233	0,44	665	1787
	2	1040	230	-	4,52	1,76	931	0,47	2775	17786
O-1	1	345	140	4	2,46	1,34	262	0,40	736	1240
	2	1040	300	-	3,47	1,76	1584	0,46	4575	16945
O-2	1	395	160	4,2	2,47	1,38	354	0,40	991	1685
	2	1065	290	-	3,67	1,77	1489	0,41	4345	18103
O-3	1	405	160	4,2	2,53	1,39	356	0,45	998	1808
	2	995	310	-	3,21	1,74	1673	0,49	4859	14997
N-1	1	455	230	4,7	1,99	1,43	757	0,33	2015	1953
	2	1405	330	-	4,26	1,90	2067	0,47	6042	34727
N-2	1	400	160	3,4	2,50	1,39	355	0,41	995	1746
	2	1175	350	-	3,36	1,81	2223	0,45	6490	22076
N-3	1	375	170	3,6	2,21	1,36	394	0,37	1079	1394
	2	1065	340	-	3,13	1,77	2047	0,44	5932	17346
A-1	1	485	230	3,4	2,11	1,45	770	0,36	2085	2396
	2	1250	360	-	3,47	1,84	2389	0,46	6920	25630
Ç-1	1	415	160	6,1	2,59	1,40	358	0,41	1009	1934
	2	715	340	-	2,10	1,60	1853	0,35	501	5727
Ç-2	1	405	190	6,8	2,13	1,39	502	0,36	1364	1612
	2	680	320	-	2,13	1,58	1621	0,36	4397	5161
Ç-3	1	445	180	8,2	2,47	1,42	461	0,40	1296	2203
	2	775	310	-	2,50	1,64	1572	0,41	408	7733

Yıldırım ilçesinde Esentepe, Güllük, Bağlaraltı, Yeşil, Anadolu ve Duaçınarı mahallelerinde çeşitli lokasyonlarda yapılan yer bilim çalışmaları sonucu elde edilen veriler incelenerek, Bursa Büyükşehir Belediyesi'nin İTÜ ve TÜBİTAK ile ortak yürüttüğü çalışmalarla elde edilen veriler ile USGS'in verileri Tablo 9.9'da karşılaştırılmıştır. Bu çalışmalarda zemin hâkim frekans (f_0) değerleri $f_{0ort}=2,24$ Hz, $f_{0min}=1,27$ Hz, $f_{0max}=3,68$ Hz olarak ölçülmüştür.

Tablo 9.9. Yıldırım ilçesinde yapılmış olan jeofizik çalışmalarda elde edilmiş veriler (f_0 =Hâkim frekans, A_k =Zemin büyütmesi)

YILDIRIM İLÇESİ ZEMİN PARAMETRELERİ								
ÖLÇÜM NO	f_0 (hz)	A_k	V_{s30} (m/sn)					
			PROFİL	ÖLÇÜLEN	BBB	USGS	PROFİL	ÖLÇÜLEN
E-1	3,68	1,40	E-1	572	200 - 760 ?	400 - 900 ?	B-3	381
E-2	3,27	1,20	E-2	539			Y-1	341
G-1	2,94	1,50	G-1	555			A-1	243
B-1	2,04	1,90	B-1	389			A-2	240
B-2	1,92	1,90	B-2	381				
B-3	2,00	1,90						
Y-1	1,75	2,10						
A-1	1,30	2,50						
A-2	1,27	2,50						

E: Esentepe, G: Güllük, B: Bağlaraltı, Y: Yeşil, A: Anadolu

Jeofizik çalışmalarda ortalama $(V_s)_{30}=404,6$ m/sn, $(V_s)_{30min}=240$ m/sn, $(V_s)_{30max}=572$ m/sn olarak ölçülmüştür. Şekil 8.9'daki $(V_s)_{30}$ kontur haritasında ilçe genelinin 200-760 m/sn kayma dalgası hızı aralığında olduğu görülmüş, yer yer daha düşük ve daha yüksek değerler ölçülmüştür. Bu sonuçların BBB tarafından yapılan çalışmalar sonucu elde edilen il genelindeki değerler ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Bu veriler doğrultusunda Yıldırım ilçesinin TBDY (2018)'ye göre çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayaları ihtiva eden ZC yerel zemin sınıfına sahip olduğu değerlendirilmektedir.

Tablo 9.9'daki büyütme (A_k) değerleri incelendiğinde, ilçe genelinde Ansal vd. (2001)'ne göre zemin büyütme tehlikesi düzeyi düşük seviyededir.

Tablo 9.10. Yıldırım ilçesinde yapılmış olan jeoteknik çalışmalarda elde edilmiş zemin dinamik elastik parametreleri (E: Dereçavuş, G: Güllük, B: Bağlaraltı, Y: Yeşil, A: Anadolu, D: Duaçınarı)

Profil No	Tabaka No	Vp m/sn	Vs m/sn	h m	Vp/Vs	ρ gr/cm ³	Gmax kg/cm ²	σ	Ed kg/cm ²	K kg/cm ²
E-1	1	870	400	2,9	2,18	1,68	2694	0,37	7357	9161
	2	2060	600	-	3,43	2,09	7518	0,45	21857	21857
E-2	1	875	360	3	2,43	1,69	2185	0,40	6110	9996
	2	2210	570	-	3,88	2,13	6905	0,46	20222	94751
G-1	1	670	330	4,4	2,03	1,58	1718	0,34	4600	4792
	2	1100	630	-	1,75	1,79	7086	0,26	17796	12156
B-1	1	550	240	4,7	2,29	1,50	865	0,38	2397	3385
	2	885	440	-	2,01	1,69	3274	0,34	8740	8882
B-2	1	505	260	2,8	1,94	1,47	994	0,32	2619	2425
	2	950	400	-	2,38	1,72	2754	0,39	7681	11854
B-3	1	580	250	5,3	2,32	1,52	951	0,39	2634	3851
	2	950	430	-	2,21	1,72	3182	0,37	8735	11285
Y-1	1	420	170	2,2	2,47	1,40	406	0,40	1138	1935
	2	1050	370	-	2,84	1,76	2416	0,43	6914	16230
A-1	1	525	160	7,2	3,28	1,48	380	0,45	1097	3585
	2	1170	290	-	4,03	1,81	1525	0,47	4508	22770
A-2	1	430	150	5,7	2,87	1,41	318	0,43	906	2188
	2	1220	280	-	4,36	1,83	1436	0,47	4257	25341
D-1	1	290	130	2,7	2,23	1,28	216	0,37	595	787
	2	695	260	-	2,67	1,59	1076	0,42	3042	6259

İnceleme alanındaki sismik hız oranı 1'inci tabakada 1,94-3,28 aralığında, 2'nci tabakada 1,75-4,36 aralığında hesaplanmış ve zemin kısmen doygun-suya doygun (Tablo 9.3) olarak değerlendirilmiştir.

Poisson oranı 1'inci tabakada 0,32-0,45 aralığında, 2'nci tabakada 0,26-0,47 aralığında hesaplanmıştır. Zemin gevşek-çok gevşek sınıftadır.

Maksimum kayma modülü (G_{max}) değerleri incelendiğinde 1'inci tabaka için 216-2694 kg/cm² aralığında, 2'nci tabaka için 1076-7518 kg/cm² aralığında hesaplanmıştır. Bowles (1997)'e göre yer özelliği orta gevşek-sağlam zemin olarak (*Tablo 9.6*) değerlendirilmektedir.

Dinamik elastisite modülü (E_d) değerleri incelendiğinde 1'inci tabaka için 595-7357 kg/cm² aralığında, 2'nci tabaka için 3042-21857 kg/cm² aralığında hesaplanmıştır. Bowles (1997)'e göre yer özelliği gevşek-sağlam zemin olarak (*Tablo 9.6*) değerlendirilmektedir.

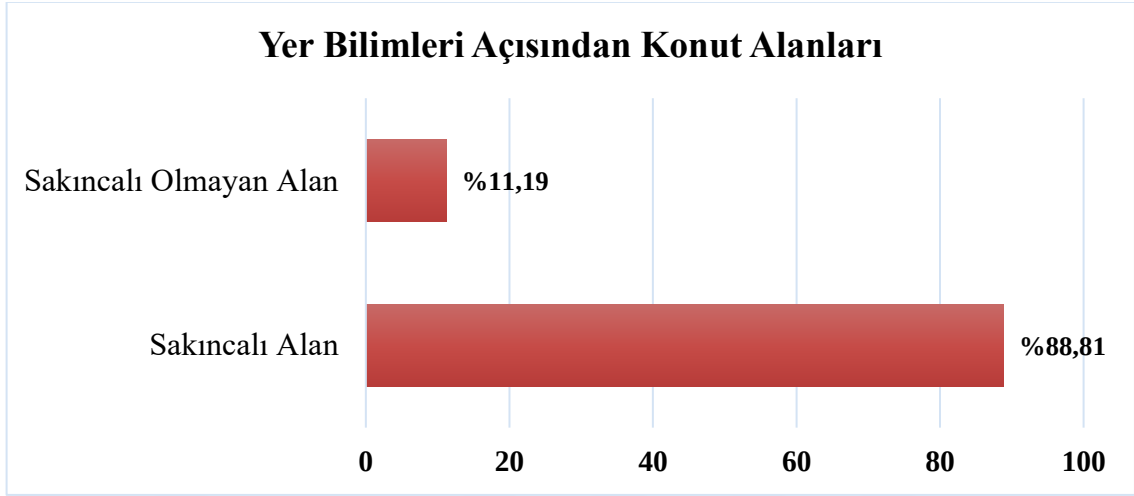
İnceleme alanında arazi deneyleri için yapılmış olan sondaj çalışmalarında zemin tabakalarının fiziksel parametrelerini belirlemek amacıyla çeşitli lokasyonlarda toplam 17 sondajda her 1,5 metrede bir Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) yapılmıştır. Buna göre deney sonuçları incelendiğinde TBDY (2018)'ye göre temel altı zeminlerinin potansiyel olarak sınıflandırılabilir zeminlerden oluşmadığı ve bu zemin tabakalarında düzeltilmiş SPT vuruş sayısının, $N_{1,60}$, 30 darbe / 30 cm değerinden büyük ve $PI > 12$ olduğundan herhangi bir sınıflama olasılığı beklenmemektedir.

Tüm bu veriler incelenip karşılaştırıldığında Bursa il merkezini oluşturan Nilüfer, Osmangazi ve Yıldırım ilçelerinde yapılan yer bilim çalışmaları sonucu elde edilen bulgular ile Bursa Büyükşehir Belediyesi ve TÜBİTAK-MAM iş birliğiyle gerçekleştirilen “*Bursa İli Zemin Sınıflaması ve Sismik Tehlike Değerlendirme Projesi*” kapsamında yapılan tespit ve değerlendirmelerin örtüştüğü görülmektedir.

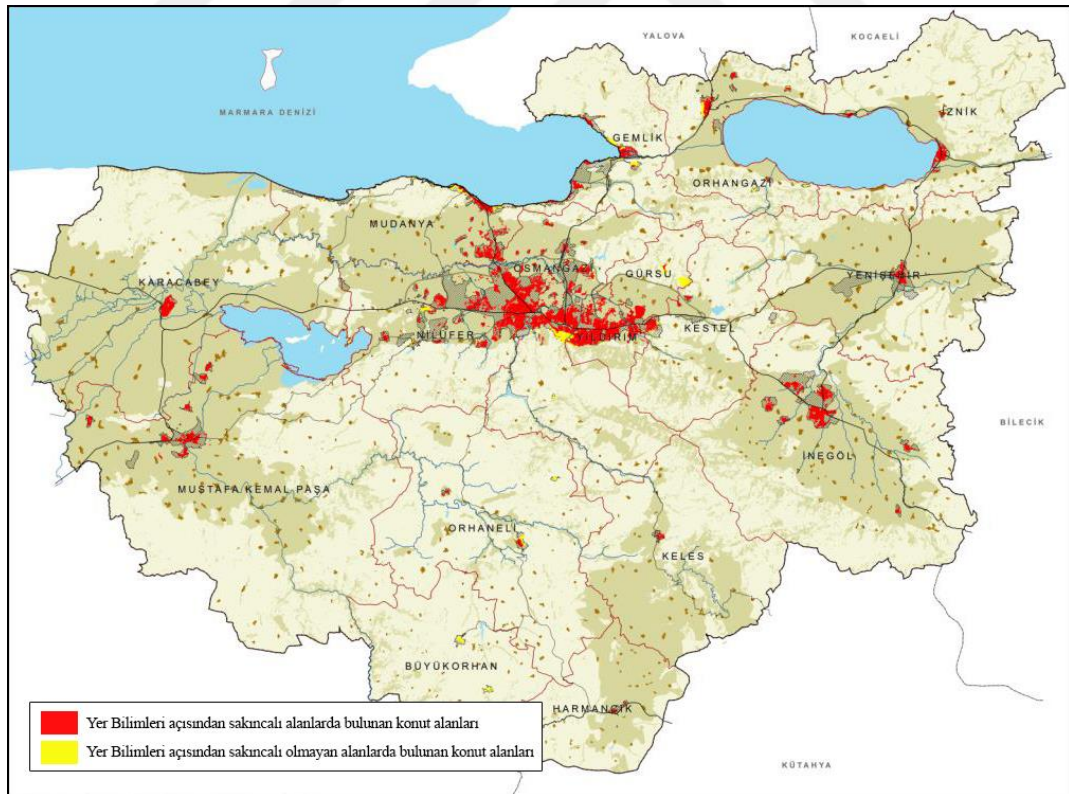
Yer bilimsel çalışmalar yardımıyla tespit edilen zeminlerin dinamik elastik parametreleri ve bu parametrelere bağlı zemin özellikleri değerlendirilerek yorum yapılır ve zeminlerin özellikleri ve davranışları ortaya konmaya çalışılır. Bu gerek zeminin yapılaşmaya uygunluğunu, gerek yer hareketine tepkisini, gerekse yapıların dayanımının tespitine olanak sağlar.

Bu bağlamda, Bursa genelindeki çalışmalar sonucunda elde edilen veriler yardımıyla yapılan değerlendirmeler incelendiğinde il genelindeki yapılaşmanın %88,81'inin yer bilimleri açısından sakıncalı alanlarda olduğu tespit edilmiştir (*Tablo 9.11*). İl merkezinde yer alan %93,95 ile Nilüfer ilçesindeki, %90,41 ile Osmangazi ilçesindeki ve %95,20 ile Yıldırım ilçesindeki yerleşim yerleri sakıncalı alanlarda bulunmaktadır.

Tablo 9.11. Bursa İli genelinde yer bilimlari açısından konut alanları değerdendirmesi (1/100.000 Ölçekli Bursa İl Çevre Düzeni Planı Sentez Raporu, 2012)



Şekil 9.1’de yer bilimlari açısından sakıncalı alanlarda bulunan konut alanları yoğunluğdya göre gösterilmektedir.



Bursa il merkezinde ve çevresinde toplam düzensiz (gecekondu, kent dışı plansız yapılaşma vb.) konut alanlarının yer bilimsel sakınca açısından %24,17'sinin az yoğunluklu, %44,75'inin orta yoğunluklu ve %31,08'inin yüksek yoğunluklu olduğu belirlenmiştir. İl merkezindeki düzensiz konut alanları incelendiğinde Nilüfer ilçesindeki düzensiz konutların %59,98'inin, Osmangazi ilçesindeki düzensiz konutların %44,53'ünün ve Yıldırım ilçesindeki düzensiz konutların %49,24'ünün sakıncalı alanlarda yer aldığı tespit edilmiştir.

Bursa ilinde gelişme potansiyeline sahip kentsel kullanım alanları ve bunların etkileşimde bulunduğu alanlar bölgelere ayrılmıştır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde Kuzey Planlama Bölgesi, Yenişehir Planlama Bölgesi ve Karacabey Planlama Bölgesi'ndeki yapılaşmamış konut alanlarının tamamının yer bilimleri açısından sakıncalı alanlarda olduğu görülmüştür. Bu çalışmalar neticesinde özellikle Bursa il merkezinde yer alan okul öncesi eğitim kurumları, okullar, sağlık merkezleri, hastaneler, park ve rekreasyon alanları gibi sosyal ve kamusal yapıların da çoğunluğunun yer bilimsel açıdan sakıncalı alanlarda olduğu tespit edilmiştir.

9.1. İl Merkezi Risk Değerlendirmesi

Bursa ilinin tamamına yakını, il merkezindeki Nilüfer, Osmangazi ve Yıldırım ilçelerinin ise tamamı deprem tehlike bölgesi içerisinde yer almakta, doğal afetlerin hemen hemen tamamı görülebilmektedir. Deprem tehlikesi ve depremlerin tetiklediği sıvılaşma, heyelan, sel ve su taşkınları gibi afetler Bursa ilinin karşı karşıya olduğu tehlikelerin başında gelmektedir. Zemin açısından sıvılaşma potansiyeli yüksek ve zemin büyütmesine yatkın bir jeolojik ve jeomorfolojik yapıya sahip olması, bununla birlikte kentsel ve kırsal yerleşimin, düzensiz ve plansız yapılaşmanın özellikle il merkezinde ve çevresinde yoğunlaşmış olması önemli risk faktörleri olarak değerlendirilmektedir.

“Bursa İli 2020 Hedefi” kapsamında mevcut afet riskinin ve tehlikelerin tespiti amacıyla her ne kadar çeşitli tehlike analizleri, sıvılaşma analizleri, heyelan ve taşkın analizleri yapılmış olsa da, yetersiz olduğu ve il geneline yayılması gerektiği vurgulanmaktadır.

Yerleşime uygunluk analizleri incelendiğinde (*Tablo 9.12*) Bursa ilinin %32'sinin yer bilimleri açısından sakıncalı alanlar olduğu, toplam arazi alanlarının %65'inin yer bilimleri açısından gerekli önlemlerin alınmasına bağlı olarak yerleşime uygun olduğu görülmüştür.

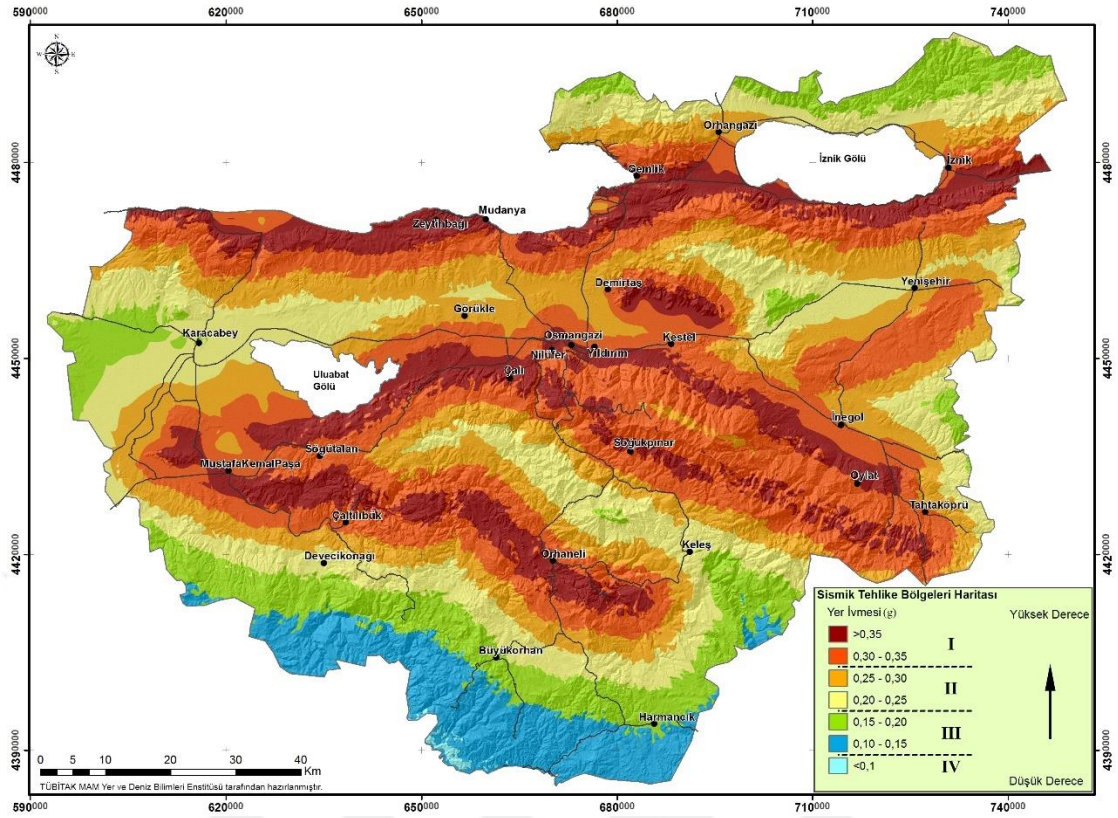
Tablo 9.12. Bursa ilinin arazi kullanım alanlarının yerleşime uygunluk sınıflandırması (1/100.000 Ölçekli Bursa İl Çevre Düzeni Planı Sentez Raporu, 2012)

Sentez Alanlar	Büyükölük (ha)
Doğal Değerleri Nedeni ile Yasalarla Tanımlı Koruma Alanları	40.928
Yer Bilimleri Acısından Sakıncalı Alanlar	393.044
Yer Bilimleri Açısından Önlem Alınarak Yerleşilebilir Alanlar	196.673
Diğer Alanlar	614.858

Bursa il merkezinde yapılaşmanın etkisiyle meydana gelen ısı adalarının sıcaklık artışlarına sebep olduğu, bu durumun klimatolojik riskler doğurduğu bu çalışmalar kapsamında yapılan modellemelerle tespit edilmiştir. Bunun temel sebepleri olarak plansız kentleşme, kentsel alan içinde açık alan ve yapılaşmış alan dengesinin açık alanların kaybı yönünde gelişmesi ve doğal dokunun tahrip edilmesi ile ormansızlaşma gösterilebilir (Sentez Raporu, 2012).

İl geneli için yapılan bütünleşik tehlike analizine göre Bursa’da nüfusun %64 gibi büyük bir yoğunluğu yer bilimsel açıdan yüksek tehlikeli alanlarda yaşamaktadır (Öncü, 2021). Bursa ve yakın çevresindeki fay sistemlerinin çok kırıklı yapısı ve kendine özgü karakteristikleri deprenselliğın kestirimini zorlaştırmaktadır. Litolojik birimlerin çeşitliliği ve yeraltı suyu etkisi mühendislik yapılarına ve yerleşim alanlarına ciddi zararlar verebilecek potansiyeli barındırmaktadır.

Şekil 9.2’de, yapılan yer bilimsel çalışmalar neticesinde üretilen sismik tehlike bölgeleri haritası gösterilmektedir. Buna göre il merkezinin ve yerleşim alanlarının 1’inci derece sismik tehlike bölgesinde yer alması da bir dezavantajdır.



Şekil 9.2. Sismik tehlike bölgeleri haritası (BBB-TÜBİTAK, 2021)

Bursa il merkezi ve yakın çevresinde yapılan yer bilimsel çalışmalarda Nilüfer ilçesinin güneybatısı ile Yıldırım ilçesinin güneyindeki bazı yerleşim alanlarının heyelan bölgesinde bulunuyor olması, il merkezindeki bazı yerleşim alanlarının taşkın riski taşıyan alanlarda yer alıyor olması, il merkezindeki yerleşim alanlarının zemin yapısı ve yüzeye yakın yeraltı suyu etkisiyle sıvılaşma riski taşıması afetsellik açısından önem arzetmekte ve önlem gerektirmektedir. Bu durum afet riskine karşı önemli bir planlama ihtiyacını ve afet yönetimi açısından kapsamlı bir eylem planını zorunlu kılmaktadır.

Bursa il merkezi ve çevresinde Bursa Büyükşehir Belediyesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, AFAD ve MTA tarafından yapılan çalışmalardaki veri, yorum ve analizlerin örtüştüğü değerlendirilmektedir.

Kentsel risk değerlendirmeleri, afet risk yönetiminin ve afet tehlikelerine karşı eylemlerin planlamasının önemli bir parçasıdır. Başta yerleşim ve yapılaşma alanlarının olmak üzere ulaşım ağının, üst ve altyapının, kentsel ve tarihsel dokunun afet riskine ve tehlikelere karşı korunmasında, gerekli tedbir ve önlemlerin alınmasında yer bilimsel verilere dayalı risk analizleri yapılabilir.

Bursa ilinde genel yapılaşmanın ve kentsel nüfusun il merkezinde yoğunlaştığı göz önüne alındığında kentsel alanlar ve nüfus yoğunluğu, risk değerlendirmelerinin bir diğer önemli aşamasını oluşturmaktadır. Nüfus yoğunluğu muhtemel bir afette kayıpları artıran en önemli etkenlerin başında gelir. Yapılan yer bilimsel çalışmalar ve analizler en küçük kentsel birimden (mahalle/köy) başlayarak afete duyarlı mikro ve makro kentsel planlamaların yapılması ihtiyacını doğurmaktadır. Bu çalışma kapsamında yapılan incelemelerde Bursa Büyükşehir Belediyesi'nin gerek yükseköğretim kurumları iş birliğiyle, gerekse özel şirketler vasıtasıyla yürüttüğü jeolojik, jeofizik ve jeoteknik çalışmalar kentsel planlama açısından önemlidir.

İl merkezinde yoğunlaşan yapılaşmanın arazi kullanımında verimi düşürdüğü ve afet riskini artırdığı, yapı denetiminin zayıflığı, kaçak yapı kontrolünün eksikliği herhangi bir afet esnasında ve sonrasında müdahale ve iyileştirme çalışmalarında dezavantaj oluşturacağı düşünülmektedir. (Konut ve Sosyal Donatılar Sektörü Sentez Raporu, 2011).

Literatür çalışmalarına göre il genelinde riskli konut tespit oranının da ülke geneline göre oldukça düşük olduğu görülmektedir (Beyaz, 2019). Bursa ilinin 1. derece deprem bölgesinde yer alıyor olması, yerleşim alanlarının afet riski altında bulunuyor olması, kentsel alanların çoğunluğunun düşük dayanımlı alüvyal zeminler barındıran ovalarda tercih edilmesi, konut yer seçimlerinde risk faktörlerinin (*fay hatları, dere yatakları, alüvyon alanlar, kaya düşmesi, heyelan alanları, şişme-oturma-sıvılaşma potansiyeli olan alanlar, aşırı eğimli alanlar, taşkın alanları vb.*) yeterince değerlendirilmemesi gibi durumların afet riskini ve tehlikesini artırdığı değerlendirilmektedir.

9.2. Öneriler

Tez çalışması kapsamında yapılan tüm çalışmaların irdelenmesi sonucunda;

- Yer bilimsel çalışmaların planlanmış bir periyodla devamlılığının sağlanması ve verilerin doğruluğunun teyidi,
- Kentsel yerleşim alanlarının belirlenmesinde risk faktörlerinin göz önünde bulundurulması,
- Yüksek riskli alanlar için sakınım bantlarının oluşturulması,
- Riskli yapı tespitine yönelik il genelinde çalışma yürütülmesi,
- Depreme dayanıklı yapılaşma kapsamında il genelindeki tüm inşâ süreçlerinin sıkı denetiminin sağlanması,

- Kentsel dönüşüm çalışmalarına ağırlık ve öncelik verilmesi,
- Depreme dayanıklı konuta ulaşma noktasında sosyo-ekonomik açıdan bütüncül bir yaklaşımın ortaya konması,
- Başta büyükşehir belediyesi olmak üzere yerel yönetimlerin afet eylem planları hazırlaması ve kurum-kuruluşlarla iş birliği içerisinde güncelliğinin sağlanması,
- Bireysel yapı dönüşüm çalışmaları için vatandaşlara yer bilimsel çalışma desteğinin sağlanması,
- Mahalle, İlçe ve İl azında mekânsal planlama çalışmalarının yapılması,
- Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla il genelinin afetselliği, afet yönetimi ve kentsel yerleşiminin tespiti ve takibinin yapılması önerilmektedir.

Ülkemiz 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş merkezli $M_w=7.7$ ve $M_w=7.6$ büyüklüğünde depremler bize afete duyarlı planlama yaklaşımı ve yerbilimsel verilerin önemini bir kez daha hatırlatmıştır. 10 ilimizin etkilendiği depremlerde 50.500 vatandaşımız hayatını kaybetmiş, on binlercesi yaralanmıştır. Depremi oluşundan ilk müdahaleye kadar geçen süreçte yaşanan aksaklıklar afete duyarlı planlamanın önemini acı bir tecrübe ile ortaya koymuştur. AFAD tarafından Kahramanmaraş ve Hatay illeri hazırlanan İl Afet Risk Azaltma Planlarında (IRAP) olası bir depremde ilde meydana gelecek zarara yönelik analizler yer almaktadır. Yaşanan depremlerde IRAP raporunda yer alan zarar görbilirlik analizlerindeki riskler ortaya çıkmıştır (Kahramanmaraş IRAP, 2020).

Teze konu Bursa il merkezindeki Nilüfer, Osmangazi ve Yıldırım ilçelerinde benzer olumsuzlukların yaşanmaması adına gerekli tedbirler alınarak afet riskine karşı uygulamalar geliştirilmelidir.

Afet yönetimi sürecinin ilk aşaması afet riskinin ve tehlikelerin tanımlanmasıdır. Geçmişte yer bilimsel çalışmaların planlama süreçlerinde kullanılmamasından kaynaklı olarak bu tanımlamaların yapılamaması veya eksik yapılması afetler sebebiyle yaşanan ciddi can ve mal kayıplarıyla karşı karşıya kalınması kaçınılmazdır.

Bu nedenle Bursa il merkezini oluşturan Nilüfer, Osmangazi ve Yıldırım ilçelerinde ve Nilüfer’de Kayapa, Tahtalı, Odunluk, Gümüştepe, Ürünü ve Minareliçavuş mahallelerinde; Osmangazi’de Dereçavuş, Ovaakça, Nilüferköy, Geçit, Ahmetbey ve Çukurca mahallelerinde; Yıldırım ilçesinde Esentepe, Güllük, Bağlaraltı, Yeşil, Anadolu ve Duaçınarı mahallelerinde zemin taşıma gücü düşük olan alanlarda

zemin iyileştirme çalışmaları sonrasında dayanımın sağlandığının mutlaka kontrol edilmesi gereklidir. Alandaki sondajlardan elde edilen verilerin heyelan riski ve topografik şartlar göz önüne bulundurularak değerlendirilmesi elzemdir. Aktif fay hatları, mevcut yapı stoğu ve afete duyarlı planlama kapsamında parsel bazında hızlıca yeniden değerlendirilmelidir.

Planlama, mevzuat ve mühendislik uygulamaları noktasındaki eksikliklerin zaman içerisinde hızlıca giderilmesi, planlama süreçlerinin verimliliğini artıracak ve afet yönetiminin başarılı olmasını sağlayacaktır.



KAYNAKÇA

- Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü. (2014). Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı – AFAD.
- Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları – 2022. (2023). *Türkiye İstatistik Kurumu – TÜİK*.
- AFAD. (2022) T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı.
- Afete Dirençli Şehir Planlama ve Yapılaşma – İSMEP. (2014). *T.C. İstanbul Valiliği İstanbul Sismik Riskin Azaltılması ve Acil Durum Hazırlık Projesi (İSMEP) Rehber Kitaplar Serisi – 3*.
- Afetlere Hazırlık ve Kentsel Risk Yönetimi Komisyonu Raporu. (2009). *T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Kentleşme Şûrası*.
- Akbulut, M. T. ve Aytuğ, A. (2005). Deprem Hasar Görebilirlik Riskinin Gözleme Dayalı Belirlenmesine Yönelik Öneri Değerlendirme Yaklaşımı. *Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi e-Dergisi, sayı 1*, (s. 88–98).
- Akyüz, S. ve Okay, A. İ. (1998). Manyas Güneyinin (Balıkesir) Jeolojisi ve Mavişistlerin Tektonik Konumu. *MTA Dergisi, sayı 120*, (s. 105–120).
- Albrechts, L. (2004). Strategic (Spatial) Planning Reexamined.
- Alden, J. (2006). Regional Development and Spatial Planning. *Regional Development and Spatial Planning in an Enlarged European Union, Chapter-2, Routledge*.
- Ansal, A. M., İyisan, R. and Güllü, H. (2001). Microtremor Measurements for the Microzonation of Dinar. *Pure and Applied Geophysics, 158*, (p. 2525–2541).
- Aşıkoğlu Şahin, G. (2009). Kentsel Afet Risklerine Yönelik Zarar Azaltma Stratejilerinin Geliştirilmesi. Doktora Tezi. *Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir*.
- Ateş, Ş. ve Aktimur, H. T., (2019). Arazi Kullanım Planlaması Yerbilim Verileri ve Araştırma Yöntemleri: Bursa Örneği. *TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası*.
- Bacău, S. (2021). Multi-Level Spatial Planning And Its Influence In Shaping Urban Landscapes: Status And Future Scenarios For Bucharest. *University of Bucharest*.
- Başbakanlık Kriz Yönetim Merkezi Yönetmeliği. (2023). Mevzuat Bilgi Sistemi. T.C. Cumhurbaşkanlığı.
- Beyaz, A. (2019). Bursa İli Kentsel Dönüşüm Çalışmalarının Yapısal Olarak İncelenmesi ve Alansal Dönüşüm Önerileri. Yüksek Lisans Tezi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Bingöl, E. (1968). Contribution a L’etude Geologique de la Partie Centrale et Sud-Est du Masif de Kazdağ (Turquie).

- Bingöl, E., Akyürek, B. ve Korkmazer, B. (1973). Biga Yarımadasının Jeolojisi ve Karakaya Formasyonunun Bazı Özellikleri. *Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliğler Dergisi, MTA*, (s.70–76).
- Bowles, J. E. (1997). Foundation Analysis And Design – Fifth Edition. *The McGraw-Hill Companies, Inc.*
- Brooks, M. P. (2002). Planning Theory for Practitioners. *American Planning Association*.
- Burkle, F. M. (2014). Reshaping US Navy Pacific Response in Mitigating Disaster Risk in South Pacific Island Nations: Adopting Community-Based Disaster Cycle Management. *Prehospital and Disaster Medicine Journal*.
- Bursa İl Afet Risk Azaltma Planı. (2022). AFAD Bursa İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü.
- Bursa İli Ve Kentsel Alanların (İl-İlçe Merkezleri) Yerbilim Verileri. (2009). *MTA*
- Bursa İli Zemin Sınıflaması ve Sismik Tehlike Değerlendirme Projesi Sunumu. (2021). *Bursa Büyükşehir Belediyesi – TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi*.
- Bursa İli 2021 Yılı Çevre Durum Raporu. (2021). *T.C. Bursa Valiliği Çevre, Şehircilik Ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü*.
- Bursa Mekânsal Planlama ve Strateji Ofisi – MEPS. (2023). *Bursa Büyükşehir Belediyesi*.
- Canadian Foundation Engineering Manual 4th Edition. (2006). *Canadian Geotechnical Society*.
- Cullingworth, B. and Nadin, V. (2006). Town and Country Planning in the UK. *Routledge*.
- Çıvgın, B. (2019). Genel Jeofizik. *Ankara Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü*.
- Das, B. M. and Ramana, G. V. (2010). Principles of Soil Dynamics – Second Edition. *Cengage Learning*.
- Doğal Yapı Sektörü Yerbilimleri Çalışma Grubu Sentez Raporu. (2012). *Bursa Büyükşehir Belediyesi*.
- Dursun, E., Ünver, S. ve Acar, H. H. (2012). Orman Yolu Güzergahlarının Sismik Zemin Etüdü Metodu ile Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, sayı 16-1*, (s. 22–28).
- Emre, Ö., Erkal, T., Kazancı, N., Görmüş, S., Görür, N., Kuşçu, İ. ve Keçer, M. (1998). Güney Marmara'nın Neojen ve Kuvaterner'deki Morfotektoniği. *TÜBİTAK YDABÇAG Projesi*.

- Erdinç, F. ve Ubay Tönük, G. (2018). Afet Yönetimi, Mekânsal Planlama ve Kentsel Riskler. *Orta Doğu Teknik Üniversitesi Afet Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkezi, Türkiye'nin 20. Yuvarlak Masa Toplantısı Bildiri Kitapçığı*.
- Ergünay, O. (2009). Afet Yönetimi: Genel İlkeler, Tanımlar, Kavramlar.
- Ersoy Yılmaz, A. (2017). Hizmet İçi Eğitim: Sivil Savunma ve Acil Eylem Planı. İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi.
- Etimoloji Türkçe. (2023).
- Etzioni, A. (1967). Mixed-Scanning: A “Third” Approach To Decision-Making. *Public Administration Review*, Vol. 27, No. 5, (p. 385–392).
- Forester, J. F. (1989). Planning in the Face of Power. *University of California Press*.
- Genç, Ş., (1986). Uludağ–İznik Gölü Arasının Jeolojisi. *MTA Rapor No:7853 (Yayınlanmamış)*.
- Harita Genel Müdürlüğü – HGM. (2022). T.C. Millî Savunma Bakanlığı.
- Hersperger, A. M., Gradinaru, S. R., Oliveira, E., Pagliarin, S. and Palka, G. (2019). Understanding strategic spatial planning to effectively guide development of urban regions. *Cities*, v. 94, (p. 96–105).
- Hopkins, L. D. (2001). Urban Development: The Logic of Making Plans. *Island Press*.
- İslâm Ansiklopedisi. (2023). Türkiye Diyanet Vakfı – TDV.
- İyisan, R. ve Haşal, M. E. (2011). Zemin büyütmesi ve yerel koşulların spektral ivmeye etkisi. *İTÜ Dergisi / Mühendislik*, cilt 10, sayı 4, (s. 47–56).
- Jepson Jr, E. J. and Weitz, J. (2016). Fundamentals of Plan Making. Methods and Techniques. *Routledge*.
- Kadıoğlu, M. (2008). Modern, Bütünleşik Afet Yönetiminin Temel İlkeleri.
- Kadıoğlu, M. (2011). Afet Yönetimi – Beklenilmeyeni Beklemek, En Kötüsünü Yönetmek. *T.C. Marmara Belediyeler Birliği*.
- Kadıoğlu, M. (2017). Acil Durum ve Afet Yönetimine Giriş Ders Notu. *Atatürk Üniversitesi Açık ve Uzaktan Öğretim Fakültesi*.
- Kahraman, S., Polat, E. ve Korkmazıyrek, B. (2021). Afet Yönetim Döngüsündeki Ana Terimler. *Avrasya Terim Dergisi*, (s. 7–14).
- Kahramanmaraş İl Afet Risk Azaltma Planı. (2020). *AFAD Kahramanmaraş İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü*.

- Kayapa ve Tahtalı Mahallelerinin 1/1000 Ölçekli Uygulama İmar Planına, 1/5000 Ölçekli Nazım İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu.
- Keleş Eriçok, A. (2015). Bursa'nın Kentleşme Sürecinde Yapılan Planlama Çalışmaları ve Kentsel Dönüşüm Uygulamalarının Tarihî Kent Merkezinin Gelişimine Etkileri. *I. Uluslararası Kent Araştırmaları Kongresi*.
- Konut ve Sosyal Donatılar Sektörü Sentez Raporu. (2011). *Bursa Büyükşehir Belediyesi*
- Koresawa, A. and Konvitz, J. (2001). Toward a New Role for Spatial Planning. *OECD Publishing*
- Köpük, G. (2003). Bursa Ovası ve Yakın Çevresinin Jeomorfolojisi. Doktora Tezi. *İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul*
- Larsson, G. (2006). Spatial Planning Systems in Western Europe. *IOS Press*.
- Lieu, J., Spyridaki, N. A., Tuerk, A., and Vliet, O. V. (2018). Evaluating Consistency in Environmental Policy Mixes through Policy, Stakeholder, and Contextual Interactions. *MDPI Sustainability*, 10 (1896), (p. 1–26).
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü – MTA. (2023). T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.
- Mäntysalo, R., Kangasojä, J. K. and Kanninen, V. (2015). The paradox of strategic spatial planning: A theoretical outline with a view on Finland. *Planning Theory and Practice*, 16(2), (p. 169–183).
- Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği. (2023). Mekânsal Planlama Genel Müdürlüğü.
- Mevzuat Bilgi Sistemi. (2022). T.C. Cumhurbaşkanlığı.
- Mohinuddin, Md. (2020). Community-based Disaster Management (CBDM).
- NATO's Role in Disaster Assistance. (2001). NATO Euro-Atlantic Disaster Response Coordination Centre – EADRCC.
- Okay, A. I. ve Tüysüz, O. (1999). Tethyan sutures of northern Turkey. *Geological Society of London, Special Publications; volume 156*; (p. 475–515).
- Okay, N., Tezer, A., Terzi, F., Pek Akman, N. ve Okumuş, G. (2013). Afet Risk Yönetiminde Mekansal Planlamanın Entegrasyonu İçin Risk Analizi Ve Zarar Azaltma Önerileri. *Bayrampaşa Belediyesi*.
- Okay, N. (2019). Afet Risk Yönetiminde Yaklaşımlar. *Mimar ve Mühendisler Dergisi*, sayı 109, (s. 54–57).
- Okay, N. (2021). Afete Duyarlı Mekânsal Planlama Bakımından Yerbilim Verileri İle Bütünleşik Değerlendirme Çalışmaları. *İTÜ Vakfı Dergisi*, sayı 86, (s. 32–34).
- Okay, N., Akman, N. ve Tezer, A. (2013a). Afete Duyarlı Planlama İçin Risk Ve Zarar Azaltma. 66. *Türkiye Jeoloji Kurultayı*.

Online Etymology Dictionary. (2022).

Öncü, S. (2021). CBS Yöntemiyle Bursa'nın Bütünleşik Doğal Tehlike Analizi. Yüksek Lisans Tezi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*

Özceylan, D. (2011). Afetler İçin Sosyal Ve Ekonomik Zarar Görebilirlik Endeksi Geliştirilmesi: Türkiye'deki İller Üzerinde Bir Uygulama. Doktora Tezi. *Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*

Parsons, W. (1995). Public Policy: An Introduction to the Theory and Practice of Policy Annalysis. *Edward Elgar Publication*.

PreventionWeb. (2022). The Global Knowledge Sharing Platform For Disaster Risk Reduction And Resilience. *UNDRR*.

Pujadas, R. and Font, J. Y. (1998). Ordenación Y Planificación Territorial.

Resmî Gazete, T.C. Cumhurbaşkanlığı.

Sendai Afet Riski Azaltma Çerçevesi – UNISDR. (2019).

Spatial Planning Report – UNECE. (2008). *United Nations Economic Commission for Europe*.

Steiner, F. (2018). Making plans: how to engage with landscape, design and the urban environment. *University of Texas Press*.

Şengör, A. M. C. and Yılmaz, Y. (1981). Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. *Tectonophysics, volume 75*, (p. 181-241).

Tekeli, O., Boray, A., Akyürek, B. ve Akay, E. (1989). Gökçedağ (Dursunbey, Balıkesir) Dolayının Jeolojisi. *MTA, Rapor No: 8608*.

The Conference of the Council of Europe of Ministers Responsible for Spatial Planning (CEMAT). (2022). *Council of Europe*.

TÜBİTAK Ansiklopedi. (2023).

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği – TBDY. (2018). *AFAD*.

Uluğ, A., (2009). Nasıl Bir Afet Yönetimi?. 1. İzmir Kent Sempozyumu. *TMMOB İzmir İl Koordinasyon Kurulu*.

Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı 2012–2023. (2011). *AFAD*.

United Nations Office for Disaster Risk Reduction – UNDRR.

Utku, M. (2003). Q100 ile Kocaeli ve Çevresinin Deprem Tehlike Analizi. *Deprem Sempozyumu*, (s. 569–579).

- Utkucu, M., Budakoğlu, E. ve Durmuş, H. (2011). Marmara Bölgesinde (KB Türkiye) Depremsellik ve Deprem Tehlikesi Üzerine Bir Tartışma. *Hacettepe Üniversitesi YUVAM Bülteni*, sayı 32 (3), (s. 187–212).
- Uyanık, O., Şenli, G. ve Çatlıoğlu, B. (2013). Binaların Beton Kalitesinin Tahribatsız Jeofizik Yöntemlerle Belirlenmesi. *SDU International Technologic Science*, Vol. 5, No 2, (p. 156–165).
- Van Den Broeck, J. (2013). Balancing strategic and institutional planning: The search for a pro-active planning instrument. *DisP–The Planning Reviewisp*, v. 49(3), (p. 43–47).
- Yalçın, H., Kutanis, M. ve Özbayraktar, G. (2013). Bursa Şehri Yerel Tasarım Spektrumunun Olasılıksal Sismik Tehlike Analizi İle Elde Edilmesi. 2. *Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, Hatay.
- Yaltırak, C. (2000). Kuzey Anadolu Fayı’nın Güney Marmara Kolları Ve Bölgenin Tektonik Yapısı. Güney Marmara Depremleri ve Jeofizik Toplantısı. *TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası*.
- Yerbilimsel Verilerin Planlamaya Entegrasyonu El Kitabı. (2006) *T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü (AİGM)*.
- Yılmaz, G. (2008). Afete Duyarlı Planlama Kapsamında Planlama Jeorisk İlişkisi ve CBS İle Analizi, Bartın Kenti Örneği. Yüksek Lisans Tezi. *Gazi Üniversitesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü*.
- Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., and Davis, I. (2003). At Risk: Natural hazards, people’s vulnerability and disasters, Second edition.
- 1/100000 Ölçekli Bursa İl Çevre Düzeni Planı Sentez Raporu. (2012). *Bursa Büyükşehir Belediyesi*.
- http-1:** <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2022-49685> (Erişim tarihi: 06.02.2023)
- http-2:** <https://ansiklopedi.tubitak.gov.tr> (Erişim tarihi: 31.12.2022)
- http-3:** <https://www.undrr.org> (Erişim tarihi: 07.12.2022)
- http-4:** <https://unece.org/info/Housing-and-Land-Management/pub/2878> (Erişim tarihi: 24.05.2022)
- http-5:** <https://www.preventionweb.net> (Erişim tarihi: 19.12.2022)
- http-6:** <https://www.etymonline.com> (Erişim tarihi: 06.01.2023)
- http-7:** <https://www.mevzuat.gov.tr> (Erişim tarihi: 08.01.2023)
- http-8:** <https://www.resmigazete.gov.tr> (Erişim tarihi: 08.01.2023)
- http-9:** <https://www.mta.gov.tr> (Erişim tarihi: 07.11.2022)
- http-10:** <https://www.etimolojiturkce.com> (Erişim tarihi: 19.12.2022)

http-11: <https://www.afad.gov.tr> (Erişim tarihi: 07.12.2022)

http-12: <https://bursa.afad.gov.tr/kurumlar/bursa.afad/Bursa-IRAP.pdf> (Erişim tarihi: 23.05.2022)



ÖZGEÇMİŞ

Orcid No : 0000-0002-7264-1929

Ad Soyad : Eyüp BAKLACI

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Geçmişi:

2023, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Doktora

2019, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yer Bilimleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans

2011, Anadolu Üniversitesi, İktisat, Lisans

2010, Ankara Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği, Lisans

2004, Hacı Sabancı Lisesi, Fen Bilimleri

Mesleki Birlik/Dernek/Kuruluş Üyelikleri:

TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası

Anadolu Gençlik Derneği

TÜRMOB