



Belge hassasiyet durumu buraya eklenecektir (gerekli olması halinde)

Metgün-Eze-Atis İş Ortaklığı

Kocaeli Kuzey Hafif Raylı Ulaşım Sistemi (Körfezray Metro) Projesi

Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirmesi (ÇSED) Raporu – Bölüm 6.1: Fiziksel Mevcut Durum

Tarih: 05.05.2026

Doküman No: 25753037_Final_Rev00



DOKÜMAN DAĞITIMI

Metgün-Eze-Atis İş Ortaklığı

Kocaeli Kuzey Hafif Raylı Ulaşım Sistemi (Körfezray Metro) Projesi

Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirmesi (ÇSED) Raporu – Bölüm 6.1: Fiziksel Mevcut Durum

Gerekirse belge türünü buraya ekleyiniz (gerekmiyorsa satırı siliniz)

05.05.2026

Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.

Hazırlanan Kuruluş:

Metgün-Eze-Atis İş Ortaklığı

Huzur Mahallesi, Maslak Ayazağa Caddesi, Metgün Binası No: 2, Sarıyer / İstanbul / Türkiye

Sunulan Kuruluş:

Metgün-Eze-Atis İş Ortaklığı

Kreditörler

Hazırlayan:

WSP ilgili ofis adresini buraya ekleyiniz
(Mümkünse en fazla 2 satır olacak şekilde düzenleyiniz)

T +1 555-555-5555

Revizyonlar

Rev	Tarih	Açıklamalar
Draft_Rev00	2026-04-28	Taslak Raporun İlk Sunumu
Draft_Rev01	2026-05-04	Müşteri yorumları doğrultusunda revize edilmiştir.
Final_Rev00	2026-05-05	Nihai Revizyon

İçindekiler Tablosu

KISALTMALAR	7
6. ÇEVRESEL VE SOSYAL MEVCUT DURUM	9
6.1. Fiziksel Bileşenler	9
6.1.1. Genel Metodoloji	9
6.1.2. Meteoroloji ve Klimatoloji	10
6.1.3. Jeoloji ve Jeomorfoloji	28
6.1.4. Jeolojik Tehlikeler ve Sismisite	52
6.1.5. Toprak ve Alt Toprak	60
6.1.6. Hidroloji ve Yüzey Suları	67
6.1.7. Hidrojeoloji ve Yeraltı Suyu	83
6.1.8. Hava Kalitesi	98
6.1.9. Gürültü ve Titreşim	103
Tablo 6.1	Kocaeli-Merkez Meteoroloji İstasyonu – Hava Sıcaklığı Ölçümleri (°C) (1929–2024) 12
Tablo 6.2	Kocaeli-Merkez Meteoroloji İstasyonu – Yağış Ölçümleri (mm) (1929–2024) 13
Tablo 6.3	Kocaeli-Merkez Meteoroloji İstasyonu – Atmosfer Basıncı Ölçümleri (hPa) (1929–2024) 14
Tablo 6.4	Kocaeli-Merkez Meteoroloji İstasyonu – Bağıl Nem Ölçümleri (%) (1929–2024) 15
Tablo 6.5	Kocaeli-Merkez Meteoroloji İstasyonu – Buharlaştırma Ölçümleri (mm) (1929–2024) 16
Tablo 6.6	Kocaeli-Merkez Meteoroloji İstasyonu – Rüzgâr Yönü Ölçümleri (1929–2024) 18 (esme yönüne göre)
Tablo 6.7	Kocaeli-Merkez Meteoroloji İstasyonu – Rüzgâr Hızı Ölçümleri (m/sn) (1929–2024) 18 (esme yönüne göre)
Tablo 6.8	Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu – Hava Sıcaklığı Ölçümleri (°C) (2002–2024) 20
Tablo 6.9	Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu – Yağış Ölçümleri (mm) (2002–2024) 22
Tablo 6.10	Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu – Atmosfer Basıncı Ölçümleri (hPa) (2002–2024) 23

Tablo 6.11	Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu – Bağlı Nem Ölçümleri (%) (2002–2024)	24
Tablo 6.12	Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu – Rüzgâr Yönü Ölçümleri (2002–2024) (esme yönüne göre)	26
Tablo 6.13	Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu – Rüzgâr Hızı Ölçümleri (m/sn) (2002–2024) (esme yönüne göre)	26
Tablo 6.14	Sondaj Verilerine Göre Jeolojik Birimlerin Kalınlığı (Jeolojik ve Jeoteknik Etüt Raporu, 2025)	37
Tablo 6.15	Jeoteknik Sondajlara İlişkin Genel Bilgiler	41
Tablo 6.16	Standart Penetrasyon Testlerinin Özeti	49
Tablo 6.17	Basınçölçer Testlerinin Özeti	49
Tablo 6.18	Lugeon Testlerinin Özeti	50
Tablo 6.19	Türk Mevzuatında Tanımlanan Analitik Parametreler	63
Tablo 6.20	Numune Kimlikleri ve Koordinatlar	64
Tablo 6.21	Mevcut Durum Toprak Kalitesi Analiz Sonuçları	66
Tablo 6.22	Yüzey Suyu Noktaları	71
Tablo 6.23	Yüzey Suyu Numune Alma Noktalarında Yerinde Ölçülen Parametreler	71
Tablo 6.24	Yüzey Suları için Başlıca İyon Konsantrasyonları, CBE Değerleri ve Su Fasiyesleri	74
Tablo 6.25	Sulama Suyu Sınıflandırması (Richards, 1954)	78
Tablo 6.26	Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo-2'ye Göre Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametre Sınıfları Açısından Yüzey Suyu Kalitesi Sınıflandırma Değerlendirmesi	79
Tablo 6.27	Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği'ne Göre Nehir/Göller İçin Maksimum İzin Verilebilir Çevresel Kalite Standartları	81
Tablo 6.28	Türkiye Yeraltı Suyu Havzalarına İlişkin Temel Bilgiler	84
Tablo 6.29	GW-01 Yeraltı Suyu Numunesi için Başlıca İyon Konsantrasyonları, CBE Değerleri ve Su Fasiyesleri	88
Tablo 6.30	Yeraltı Suyu Numunelerinin YASSY'ye Göre Değerlendirilmesi	91
Tablo 6.31	GW-01 Noktasında İçme Suyu Kalitesi Değerlendirmesi	93
Tablo 6.32	Partikül Madde Ölçüm Sonuçları (PM ₁₀ ve PM _{2.5})	99
Tablo 6.33	Çöken Toz Ölçüm Sonuçları	100

Tablo 6.34	SO ₂ ve NO ₂ Ölçüm Sonuçları	101
Tablo 6.35	Mevcut Durum Gürültü Ölçüm Sonuçları	104
Tablo 6.36	Mevcut Durum Titreşim Ölçüm Sonuçları	106

Şekil 6.1	Kocaeli-Merkez Meteoroloji İstasyonu ve Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu'nun Konumu	11
Şekil 6.2	Kocaeli-Merkez Meteoroloji İstasyonu – Hava Sıcaklığı Ölçümleri (°C) (1929–2024)	13
Şekil 6.3	Kocaeli-Merkez Meteoroloji İstasyonu – Yağış Ölçümleri (mm) (1929–2024)	14
Şekil 6.4	Kocaeli Merkez Meteoroloji İstasyonu – Atmosfer Basıncı Ölçümleri (hPa) (1929–2024)	15
Şekil 6.5	Kocaeli-Merkez Meteoroloji İstasyonu – Bağıl Nem Ölçümleri (%) (1929–2024)	16
Şekil 6.6	Kocaeli-Merkez Meteoroloji İstasyonu – Buharlaştırma Ölçümleri (mm) (1929–2024)	17
Şekil 6.7	Kocaeli-Merkez Meteoroloji İstasyonu – Rüzgâr Hızı (m/sn) (esme yönüne göre)	19
Şekil 6.8	Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu – Hava Sıcaklığı Ölçümleri (°C) (2002–2024)	21
Şekil 6.9	Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu – Yağış Ölçümleri (mm) (2002–2024)	22
Şekil 6.10	Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu – Basınç Ölçümleri (2002–2024)	24
Şekil 6.11	Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu – Bağıl Nem Ölçümleri (%) (2002–2024)	25
Şekil 6.12	Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu – Rüzgâr Hızı (m/sn) (esme yönüne göre)	27
Şekil 6.13	Proje Alanı ve Yakın Çevresinin Topoğrafyası	30
Şekil 6.14	İzmit Körfezi Jeoloji Haritası (Jeolojik ve Jeoteknik Etüt Raporu, 2025)	35
Şekil 6.15	İzmit Körfezi Kuzey Kesiminin Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti (MTA, 2005'ten düzenlenmiştir)	36
Şekil 6.16	Türkiye'deki Neotektonik Bölgeler ve Başlıca Faylar (Bozkurt, 2001)	38
Şekil 6.17	İzmit Körfezi Yapısal Jeoloji ve Tektonik Haritası (Jeolojik ve Jeoteknik Rapor, 20	39
Şekil 6.18	Proje Alanı ve Yakın Çevresindeki Aktif Faylar	40
Şekil 6.19	Jeoteknik Sondajlar (Jeolojik ve Jeoteknik Etüt Raporu, 2025'ten düzenlenmiştir)	51

Şekil 6.20	Proje Alanı Çevresinde Aletsel Dönemde Kaydedilen Depremler	53
Şekil 6.21	Proje Alanı Çevresinde Kaydedilen Yıkıcı Tarihsel Depremler	53
Şekil 6.22	KAFZ Boyunca $M_w \geq 7,0$ Büyüklüğündeki Deprem Kırılmalarının Zaman ve Konum Açısından Dağılımı (Pondard vd., 2007)	55
Şekil 6.23	1700–1900 Dönemindeki Depremlerin Modellemesinde Kullanılan Fay Konumları ve 1700 Yılından İtibaren Kuzey Anadolu Fayı Boyunca Çözümlenen Sismik Kaymalar (Hubert-Ferrari vd., 2000)	56
Şekil 6.24	Ege Bölgesi'ndeki Başlıca Tektonik Unsurların Basitleştirilmiş Haritası	57
Şekil 6.25	Heyelan Alanları (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 2012)	59
Şekil 6.26	CORINE Arazi Örtüsü 2018	62
Şekil 6.27	Toprak Numune Alma Noktaları	65
Şekil 6.28	Türkiye'deki Nehir Havzaları	68
Şekil 6.29	Kuzey Marmara Havzası – Anadolu Kesimi	70
Şekil 6.30	Örnek Piper Diyagramı (Domenico & Schwartz, 1997)	73
Şekil 6.31	Yüzey Suları için Piper Diyagramı	76
Şekil 6.32	Yüzey Suları için ABD Tuzluluk Diyagramı	83
Şekil 6.33	Marmara Havzası Hidrojeolojik Haritası (IHME, 1:1.500.000)	86
Şekil 6.34	Körfez Alüvyonunda Yeraltı Suyu Seviyesi (Topçuoğlu, 2022)	87
Şekil 6.35	Yeraltı Suyu Modeline Dayalı Olarak 2055 Yılı İçin Hesaplanan Yeraltı Suyu Seviyesi Dağılımı (Topçuoğlu, 2022)	87
Şekil 6.36	GW-01 Yeraltı Suyu Numunesine Ait Piper Diyagramı	90
Şekil 6.37	Yeraltı Suyu Numunesine Ait ABD Tuzluluk Diyagramı	97
Şekil 6.38	Mevcut Durum Hava Kalitesi Ölçüm Noktaları Haritası	102
Şekil 6.39	Mevcut Durum Gürültü ve Titreşim Ölçüm Noktaları Haritası	107

Ek-A-Laboratuvar Raporları

KISALTMALAR

Kısaltmalar ve Tanımlar

Kısaltmalar	Açıklamalar
“Metgün-Eze-Atis JV” or “Client”	Metgün–Eze–Atis Ortak Girişimi
Metgün	Metgün İnşaat Taahhüt ve Ticaret A.Ş.
Eze	Eze İnşaat A.Ş.
Atis	Atis Asfalt Taahhüt İnşaat Sanayi ve Ticaret A.Ş.
WSP	WSP Danışmanlık ve Mühendislik Ltd. Şti.
Aol	Etki Alanı
As	Arsenik
BTEX	Benzen, Toluen, Etilbenzen ve Ksilenler
CBE	Yük Dengesi Hatası
Cd	Kadmiyum
Co	Kobalt
Cr	Krom
Cu	Bakır
DO	Çözünmüş Oksijen
DSİ	Devlet Su İşleri
EAfZ	Doğu Anadolu Fay Zonu
EC25	Özgül Elektriksel İletkenlik
GPR	Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik
Hg	Cıva
IBTZ	İzmir–Balıkesir Transfer Zonu
LSA	Yerel Çalışma Alanı
MoEUCC	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
NAFZ	Kuzey Anadolu Fay Zonu
Ni	Nikel
Pb	Kurşun

Kısaltmalar	Açıklamalar
PMT	Presiyometre Testi
RSA	Bölgesel Çalışma Alanı
RWIHC	İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik
SAR	Sodyum Adsorpsiyon Oranı
Sb	Antimon
SPT	Standart Penetrasyon Testi
TOX	Toplam Organik Halojenler
TPH	Toplam Petrol Hidrokarbonları
TVOCs	Toplam Uçucu Organik Bileşikler
V	Vanadyum
Zn	Çinko

6. ÇEVRESEL VE SOSYAL MEVCUT DURUM

Bu bölüm, Proje'nin uygulanmasından önce Bölgesel Çalışma Alanı ("RSA") ve Etki Alanı ("Aol") içerisindeki çevresel (hem fiziksel hem biyolojik) ve sosyal özelliklerin bir özetini sunmaktadır. Bölüm 5'te belirtilen metodoloji rehberleri doğrultusunda, burada sunulan bilgiler; aşağıdaki alt bölümler kapsamında alanın çevresel ve sosyal koşullarına ilişkin içgörü sağlamak amacıyla ilgili tüm hususları kapsayacaktır. Bu bölümün amacı, mevcut durum koşullarının hassasiyetini değerlendirmektir. Bu bölümde sunulan veriler, Bölüm 7'de ele alınan Etki Değerlendirmesi için temel teşkil etmektedir.

Mevcut durum değerlendirmesi, Bölüm 3'te açıklanan Proje bileşenlerine dayanmaktadır. Aol (Etki Alanı), dikkate alınan çevresel veya sosyal bileşene bağlı olarak farklı şekillerde tanımlanmakta olup, bu durum Metodoloji bölümünde (Bölüm 5) açıklanmış ve bu bölüm içerisinde fiziksel, biyolojik ve sosyal başlıklar altında ayrıca detaylandırılmıştır. RSA terimi ise metodolojide; Aol düzeyinde sahaya özgü verilerin bulunmadığı durumlarda üst ölçekli bilgi sağlamak veya bileşenlerin tanımlanması ile etkilerin değerlendirilmesi için bölgesel verilere ihtiyaç duyulduğunda kullanılmaktadır. Bu doğrultuda RSA, Proje Aol'sini kapsamaktadır.

RSA, çevresel koşullara ilişkin bölgesel bir perspektif sunmakta ve akademik literatür, teknik raporlar ve veri tabanları gibi ikincil kaynaklardan elde edilen bilgiler kullanılarak bölgesel ölçekte çevresel bağlamın anlaşılması için bir başlangıç noktası oluşturmaktadır. İncelenen her bir bileşen için Aol; Proje ayak izi ile birlikte, bileşenlerin özellikleri ve Proje faaliyetleri dikkate alınarak belirlenen değişken genişlikte tampon bölgeler esas alınarak tanımlanmıştır. Söz konusu Aol'ler, bölümün ilgili kısımlarında gösterilmiş ve açıklanmıştır.

Ek A'da; toprak, yüzey suyu, yeraltı suyu, hava kalitesi, gürültü ve titreşim için gerçekleştirilen mevcut durum ölçümlerine ilişkin laboratuvar raporları sunulmaktadır.

6.1. Fiziksel Bileşenler

6.1.1. Genel Metodoloji

6.1.1.1. Masa Başı Çalışmaları

RSA'ya özel olarak odaklanılarak mevcut literatüre ilişkin kapsamlı bir inceleme gerçekleştirilmiş; meteorolojik koşullar, hava kalitesi, toprak, su kalitesi, kirlilik kaynakları, hidroloji, hidrojeoloji, jeoloji ve jeomorfoloji gibi temel fiziksel çevre unsurlarına ilişkin mevcut veriler derlenmiştir. Bu inceleme hem bilimsel yayınları hem de gri literatürü kapsamakta olup, Proje Alanı'nın fiziksel özelliklerine dair doğru ve kapsamlı bir anlayış sunmayı amaçlamaktadır.

6.1.1.2. Saha Çalışmaları

Saha ziyareti; fiziksel bileşenlerin değerlendirilmesine odaklanılarak Proje Alanı'nı ve çevresini kapsamıştır. Her bir bileşene ilişkin mevcut durum veri toplama metodolojisi ile mevcut durum

verilerinin analizine yönelik açıklamalar aşağıdaki bölümlerde sunulmaktadır. Tüm fiziksel mevcut durum ölçümleri, akredite kapsamı doğrultusunda ENCON Laboratuvarı A.Ş. tarafından gerçekleştirilmiştir.

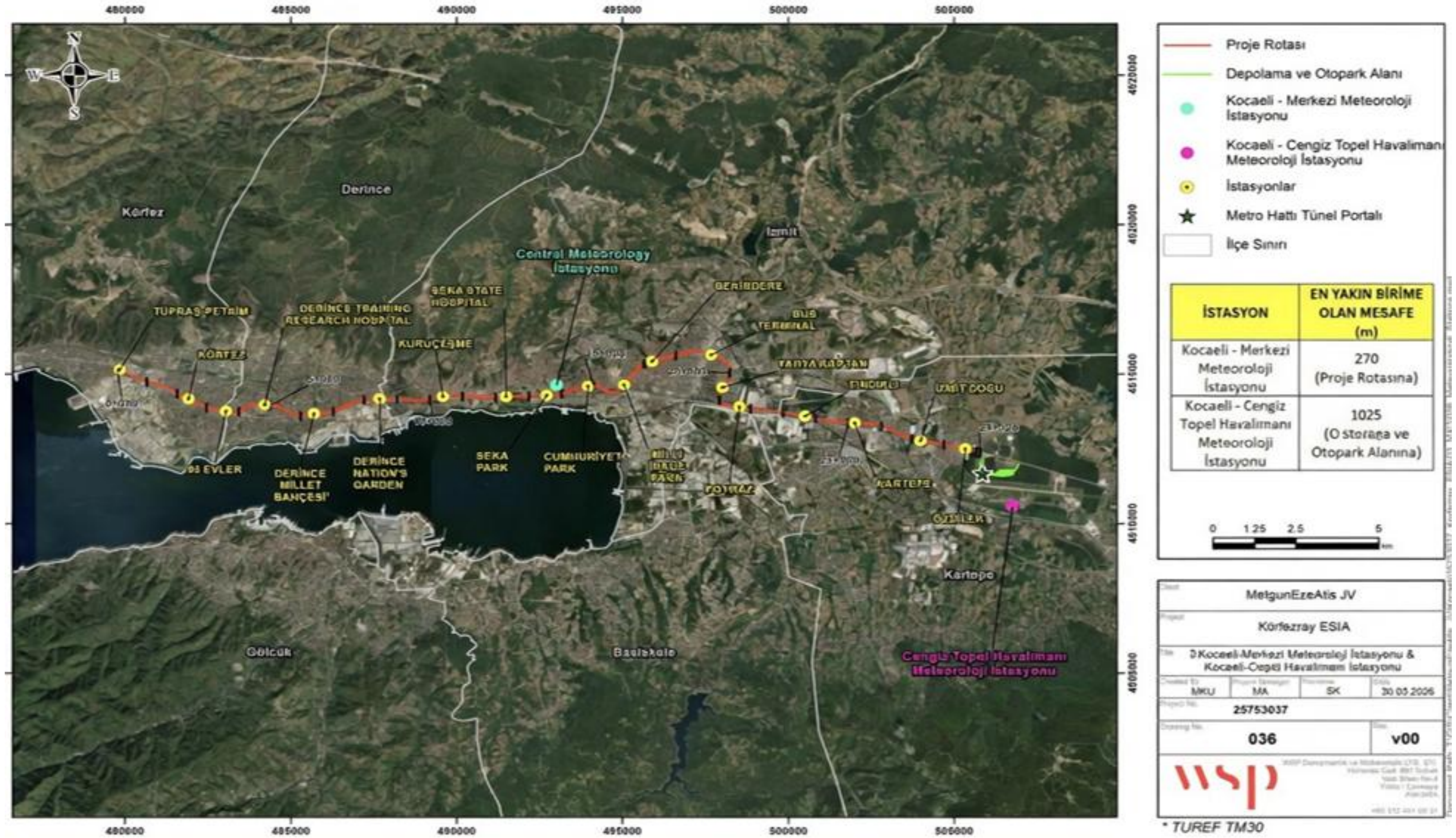
6.1.2. Meteoroloji ve Klimatoloji

Etki Alanı'nın (2.000 m tampon bölge içerisindeki Aol) meteorolojik özellikleri; hava kalitesinin değerlendirilmesi, kirleticilerin atmosferdeki dağılımının analiz edilmesi ve Proje bileşenleri ile genel Proje ortamının yapısal güvenliğinin sağlanması açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu meteorolojik faktörlerin anlaşılması, çevresel ve güvenlik hususlarının kapsamlı biçimde analiz edilmesi ve etkin şekilde yönetilmesi için büyük önem taşımaktadır.

Bu bölüm, hava kalitesinin değerlendirilmesine temel oluşturacak yerel ve bölgesel meteoroloji ile klimatolojiye ilişkin mevcut durum koşullarını detaylandırmaktadır.

Bu analizde kullanılan meteorolojik veriler, Proje Alanı çevresinde bulunan Meteoroloji İstasyonlarından temin edilmiştir. Özellikle, Kocaeli Merkez Meteoroloji İstasyonu ile Kocaeli Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu'nda kaydedilen veriler kullanılmış olup, meteoroloji ve klimatolojiye ilişkin temel koşulların belirlenmesi amacıyla Türkiye Cumhuriyeti Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilmiştir. Kocaeli Merkez Meteoroloji İstasyonu ile Kocaeli Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu'nun coğrafi konumu Şekil 6.1'de gösterilmektedir.

Kocaeli ili; serin ve yağışlı kışlar ile sıcak ve nemli yazların görüldüğü ılıman ve nemli bir iklime sahiptir. Kış döneminde sıcaklıklar genel olarak donma noktasının birkaç derece üzerinde seyrederken, yaz ayları sıcak geçmektedir. Yağış yıl boyunca görülmekte olup, sonbaharın son dönemleri ve kış aylarında yaz ortasına kıyasla daha yüksektir. Aralık ayı en yağışlı, ağustos ayı ise en kurak ay olarak öne çıkmaktadır. Kış aylarında kar yağışı görülebilmekle birlikte, özellikle düşük rakımlı alanlarda bu durum genellikle seyrek ve kısa süreli olmaktadır. Bu iklimsel bilgiler, Proje Alanı'nda hava kalitesini etkileyen meteorolojik koşulların ve yapısal tasarım kriterlerinin kapsamlı şekilde anlaşılması açısından büyük önem taşımaktadır.



Şekil 6.1 Kocaeli Merkez Meteoroloji İstasyonu ve Kocaeli Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu'nun Konumu

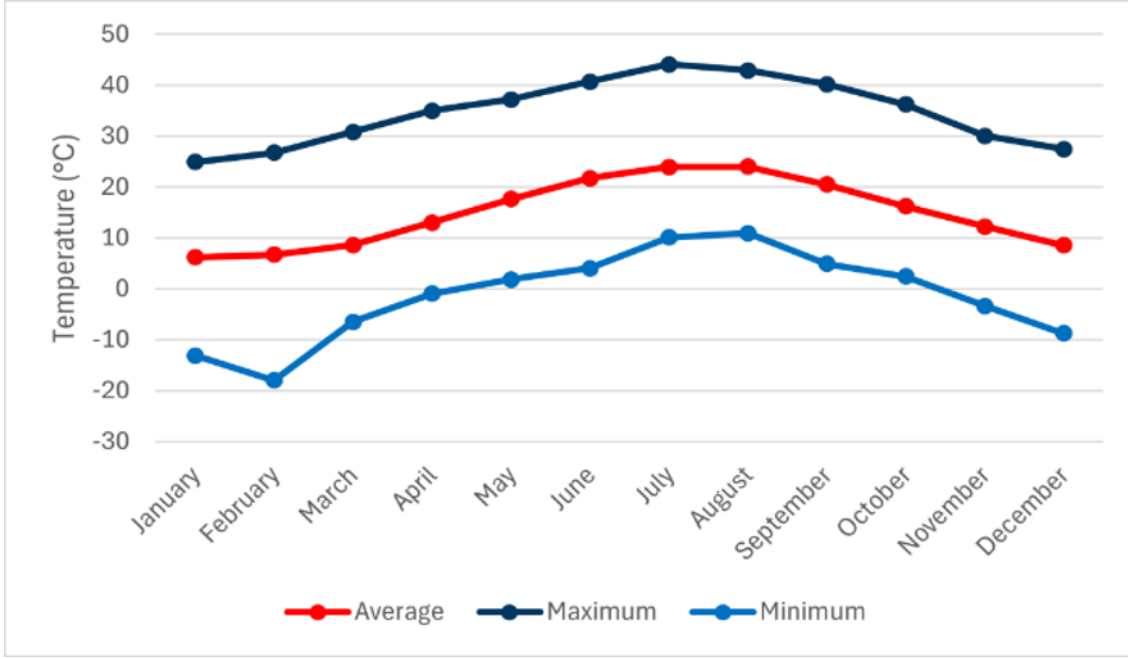
6.1.2.1. Kocaeli-Merkez Meteoroloji İstasyonu

6.1.2.1.1. Hava Sıcaklığı

Kocaeli Merkez Meteoroloji İstasyonu'nun 1929–2024 yılları arasındaki gözlem kayıtlarına göre, en yüksek hava sıcaklığı temmuz ayında 44,1°C olarak kaydedilmiş, en düşük hava sıcaklığı ise şubat ayında -18,0°C olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama hava sıcaklığı 14,9°C'dir (bkz. Tablo 6.1 ve Şekil 6.2).

Tablo 6.1 Kocaeli-Merkez Meteoroloji İstasyonu – Hava Sıcaklığı Ölçümleri (°C) (1929–2024)

Aylar	Ortalama Hava Sıcaklığı	Maksimum Hava Sıcaklığı	Minimum Hava Sıcaklığı
Ocak	6.2	24.9	-13.1
Şubat	6.7	26.7	-18.0
Mart	8.6	30.8	-6.5
Nisan	13.0	35.0	-1.0
Mayıs	17.6	37.2	1.8
Haziran	21.7	40.7	4.0
Temmuz	23.9	44.1	10.1
Ağustos	24.0	42.9	10.9
Eylül	20.5	40.2	4.9
Ekim	16.2	36.2	2.4
Kasım	12.2	30.0	-3.4
Aralık	8.5	27.4	-8.8
Yıllık	14.9	34.7	-1.4



Şekil 6.2 Kocaeli Merkez Meteoroloji İstasyonu – Hava Sıcaklığı Ölçümleri (°C) (1929–2024)

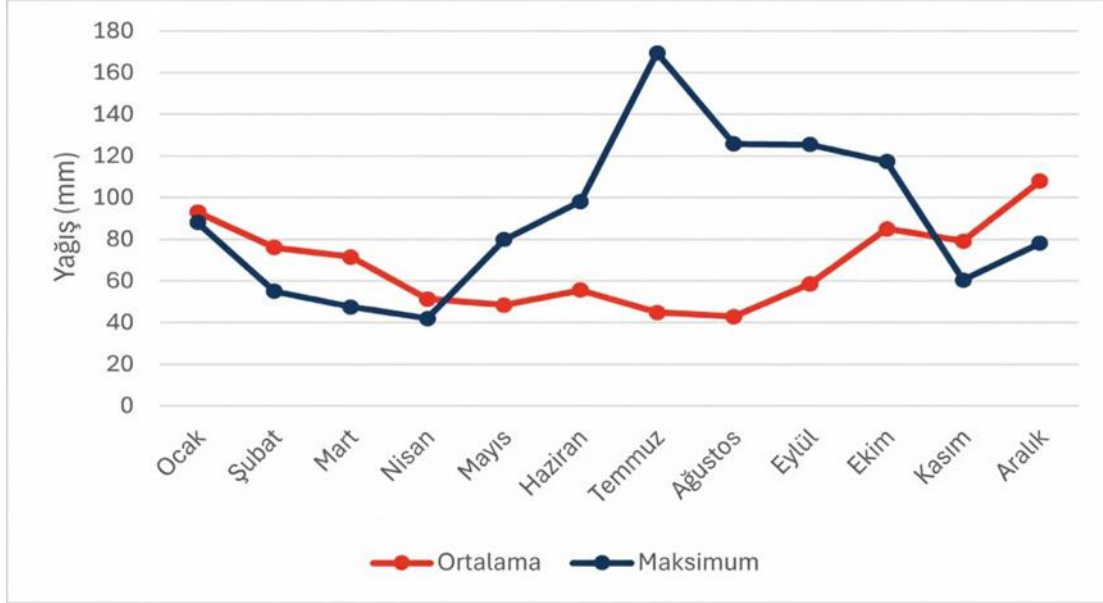
6.1.2.1.2. Yağış

Kocaeli Merkez Meteoroloji İstasyonu'nun 1929–2024 yılları arasındaki gözlem kayıtlarına göre, aylık maksimum yağış miktarı temmuz ayında 169,4 mm olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama toplam yağış miktarı ise 814 mm'dir (bkz. Tablo 6.2 ve Şekil 6.3).

Tablo 6.2 Kocaeli Merkez Meteoroloji İstasyonu – Yağış Ölçümleri (mm) (1929–2024)

Aylar	Ortalama Toplam Yağış	Maksimum Aylık Yağış
Ocak	93.0	88.0
Şubat	76.0	55.0
Mart	71.5	47.5
Nisan	51.3	42.0
Mayıs	48.4	79.8
Haziran	55.5	98.1
Temmuz	44.9	169.4
Ağustos	42.8	125.8
Eylül	58.6	125.5
Ekim	85.0	117.3
Kasım	79.1	60.4
Aralık	107.9	78.0

Aylar	Ortalama Toplam Yağış	Maksimum Aylık Yağış
Yıllık	814.0	169.4



Şekil 6.3 Kocaeli Merkez Meteoroloji İstasyonu – Yağış Ölçümleri (mm) (1929–2024)

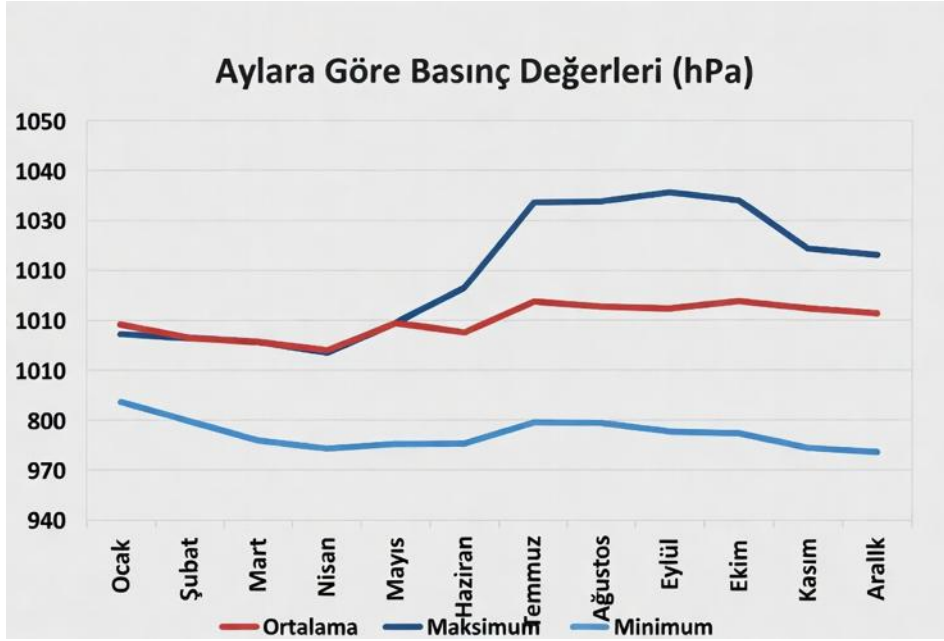
6.1.2.1.3. Atmosfer Basıncı

Kocaeli Merkez Meteoroloji İstasyonu'nun uzun dönemli (1929–2024) gözlem kayıtlarına göre, maksimum atmosfer basıncı 1036 hPa, minimum atmosfer basıncı ise 972,7 hPa olarak gözlemlenmiştir. Yıllık ortalama atmosfer basıncı 1006,7 hPa'dır (bkz. Tablo 6.3 ve Tablo 6.4).

Tablo 6.3 Kocaeli Merkez Meteoroloji İstasyonu – Atmosfer Basıncı Ölçümleri (hPa) (1929–2024)

Aylar	Ortalama Atmosfer Basıncı	Maksimum Atmosfer Basıncı	Minimum Atmosfer Basıncı
Ocak	1009.2	1036.0	983.2
Şubat	1008.2	1029.2	984.7
Mart	1006.9	1027.2	974.0
Nisan	1005.3	1025.1	978.4
Mayıs	1005.1	1021.2	988.0
Haziran	1004.4	1016.4	986.0
Temmuz	1003.4	1019.7	988.2
Ağustos	1004.0	1015.1	989.6
Eylül	1006.7	1020.0	986.8
Ekim	1009.2	1024.1	987.4

Aylar	Ortalama Atmosfer Basıncı	Maksimum Atmosfer Basıncı	Minimum Atmosfer Basıncı
Kasım	1009.2	1026.3	972.7
Aralık	1009.2	1035.1	985.1
Yıllık	1006.7	1036.0	972.7



Şekil 6.4 Kocaeli Merkez Meteoroloji İstasyonu – Atmosfer Basıncı Ölçümleri (hPa) (1929–2024)

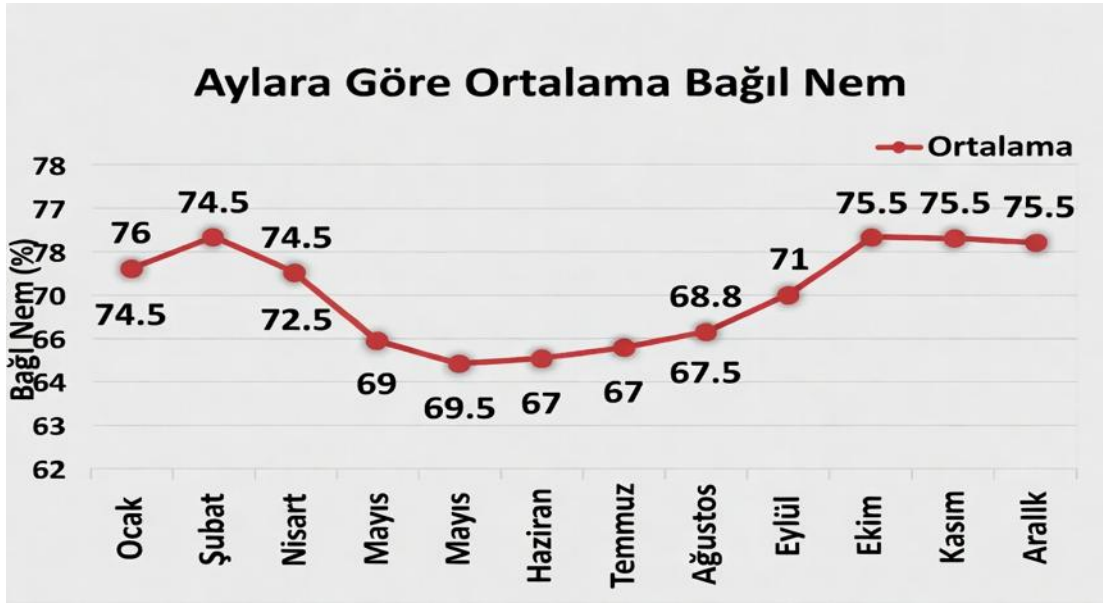
6.1.2.1.4. Bağlı Nem

Kocaeli Merkez Meteoroloji İstasyonu’nun uzun dönemli (1929–2024) gözlem kayıtlarına göre, yıllık ortalama bağıl nem oranı %71,9’dur. Aylık ortalama bağıl nem değerleri yıl boyunca %67,1 ile %75,9 arasında değişiklik göstermektedir (bkz. Tablo 6.4 ve Şekil 6.4).

Tablo 6.4 Kocaeli Merkez Meteoroloji İstasyonu – Bağlı Nem Ölçümleri (%) (1929–2024)

Aylar	Ortalama Bağlı Nem (%)
Ocak	75.9
Şubat	74.5
Mart	72.7
Nisan	69.1
Mayıs	69.5
Haziran	67.1
Temmuz	67.5
Ağustos	68.9

Aylar	Ortalama Bağıl Nem (%)
Eylül	71.0
Ekim	75.3
Kasım	75.5
Aralık	75.5
Yıllık	71.9



Şekil 6.5 Kocaeli Merkez Meteoroloji İstasyonu – Bağıl Nem Ölçümleri (%) (1929–2024)

6.1.2.1.5. Buharlaştırma

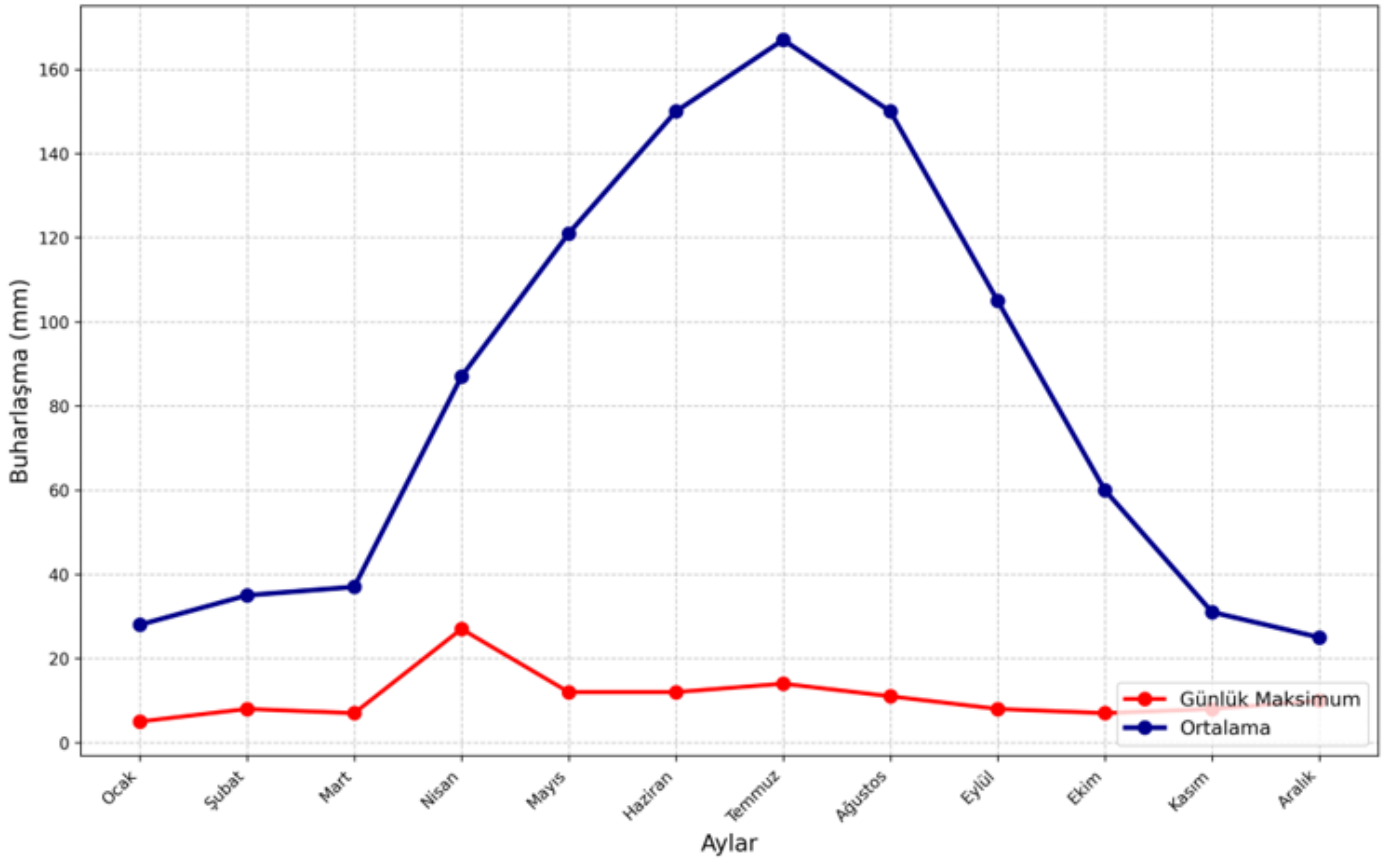
Kocaeli Merkez Meteoroloji İstasyonu'nun 1929–2024 yılları arasındaki gözlem kayıtlarına göre, ortalama toplam buharlaştırma miktarı 1003,4 mm olarak belirlenmiş olup, günlük maksimum buharlaştırma değeri Nisan ayında 27 mm olarak ölçülmüştür. 1929–2024 dönemine ait buharlaştırma değerleri Tablo 6.5 ve Şekil 6.6'da sunulmaktadır.

Tablo 6.5 Kocaeli Merkez Meteoroloji İstasyonu – Buharlaştırma Ölçümleri (mm) (1929–2024)

Aylar	Ortalama Buharlaştırma (mm)	Günlük Maksimum Buharlaştırma (mm)
Ocak	29.6	4.6
Şubat	35.7	7.9
Mart	38.2	7.3
Nisan	87.9	27.0
Mayıs	121.6	13.0
Haziran	150.6	12.0

Aylar	Ortalama Buharlaşma (mm)	Günlük Maksimum Buharlaşma (mm)
Temmuz	167.9	14.0
Agustos	150.6	12.0
Eylül	104.4	11.0
Ekim	59.5	7.0
Kasım	31.6	8.5
Aralık	25.8	10.6
Yıllık	1003.4	27.0

Yıllık Buharlaşma Grafiği



Şekil 6.6 Kocaeli-Merkez Meteoroloji İstasyonu – Buharlaşma Ölçümleri (mm) (1929–2024)

6.1.2.1.6. Rüzgâr Dağılımı

Rüzgâr Sayısı- Kocaeli Merkez Meteoroloji İstasyonu'nda 1929–2024 yılları arasında ölçülen toplam rüzgâr esme sayıları Tablo 6.6 ve Şekil 6.7'de verilmiştir. Tablo 6.6 ve Şekil 6.7'den görülebileceği üzere, hâkim rüzgâr yönü güneydoğu (GD) olup, ikinci derecede hâkim rüzgâr yönü ise doğu (D) yönüdür.

Tablo 6.6 Kocaeli Merkez Meteoroloji İstasyonu – Rüzgâr Yönü Ölçümleri (1929–2024) (esme yönüne göre)

Yönler	Yıllık Toplam Rüzgâr
N	55867
NNE	36414
NE	47188
ENE	38936
E	64906
ESE	53384
SE	83822
SSE	41124
S	18804
SSW	11348
SW	14555
WSW	12577
W	43155
WNW	47795
NW	54689
NNW	31102

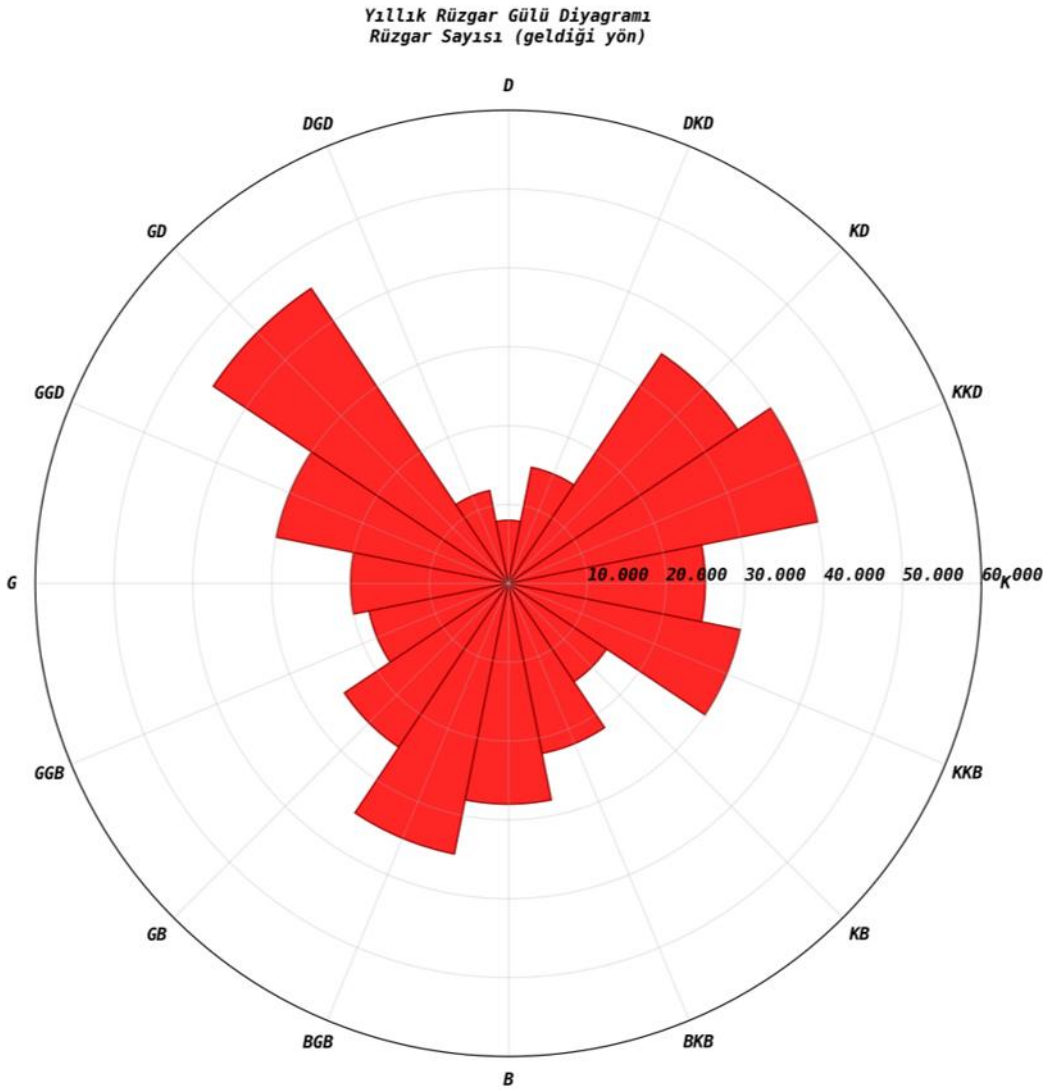
Rüzgâr Hızı

Kocaeli Merkez Meteoroloji İstasyonu'nun 1929–2024 yılları arasındaki verilerine göre, yıllık ortalama rüzgâr hızı 1,6 m/s'dir. Aylık maksimum rüzgâr hızı mart ayında batı-kuzeybatı (BKB) yönünden esen 35,0 m/s olarak kaydedilmiştir (bkz. Tablo 6.7).

Tablo 6.7 Kocaeli Merkez Meteoroloji İstasyonu – Rüzgâr Hızı Ölçümleri (m/sn) (1929–2024) (esme yönüne göre)

Aylar	Aylık Ortalama Rüzgâr Hızı (m/sn)	Aylık Toplam Rüzgâr
Ocak	1.6	NW 29.9
Şubat	1.7	W 31.3
Mart	1.8	WNW 35.0
Nisan	1.8	WNW 28.7

Aylar	Aylık Ortalama Rüzgâr Hızı (m/sn)	Aylık Toplam Rüzgâr
Mayıs	1.7	W 32.6
Haziran	1.6	WNW 26.1
Temmuz	1.6	NNW 29.4
Agustos	1.5	NNW 26.2
Eylül	1.4	NNW 27.7
Ekim	1.3	W 26.1
Kasım	1.4	WNW 31.1
Aralık	1.5	SW 28.5
Yıllık	1.6	WNW 35.0



Şekil 6.7 Kocaeli Merkez Meteoroloji İstasyonu – Rüzgâr Hızı (m/sn) (esme yönüne göre)

6.1.2.1.7. Diğer Parametreler

Kocaeli Merkez Meteoroloji İstasyonu'nun 1929–2024 yılları arasındaki gözlem kayıtlarına göre:

- Maksimum kar kalınlığı 90 cm olarak ölçülmüştür,
- Yıllık ortalama kar yağışlı gün sayısı 11,67'dir,
- Karla örtülü gün sayısı 8,77'dir,
- Sisli gün sayısı 8,22'dir,
- Dolu yağışlı gün sayısı 1,22'dir,
- Donlu gün sayısı 5,65'tir,
- Gök gürültülü fırtına gün sayısı 4,47'dir,
- Kuvvetli rüzgârlı gün sayısı yıllık 44,02 gün, ve
- Fırtınalı gün sayısı yıllık 7,46 gündür.

6.1.2.2. Kocaeli Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu

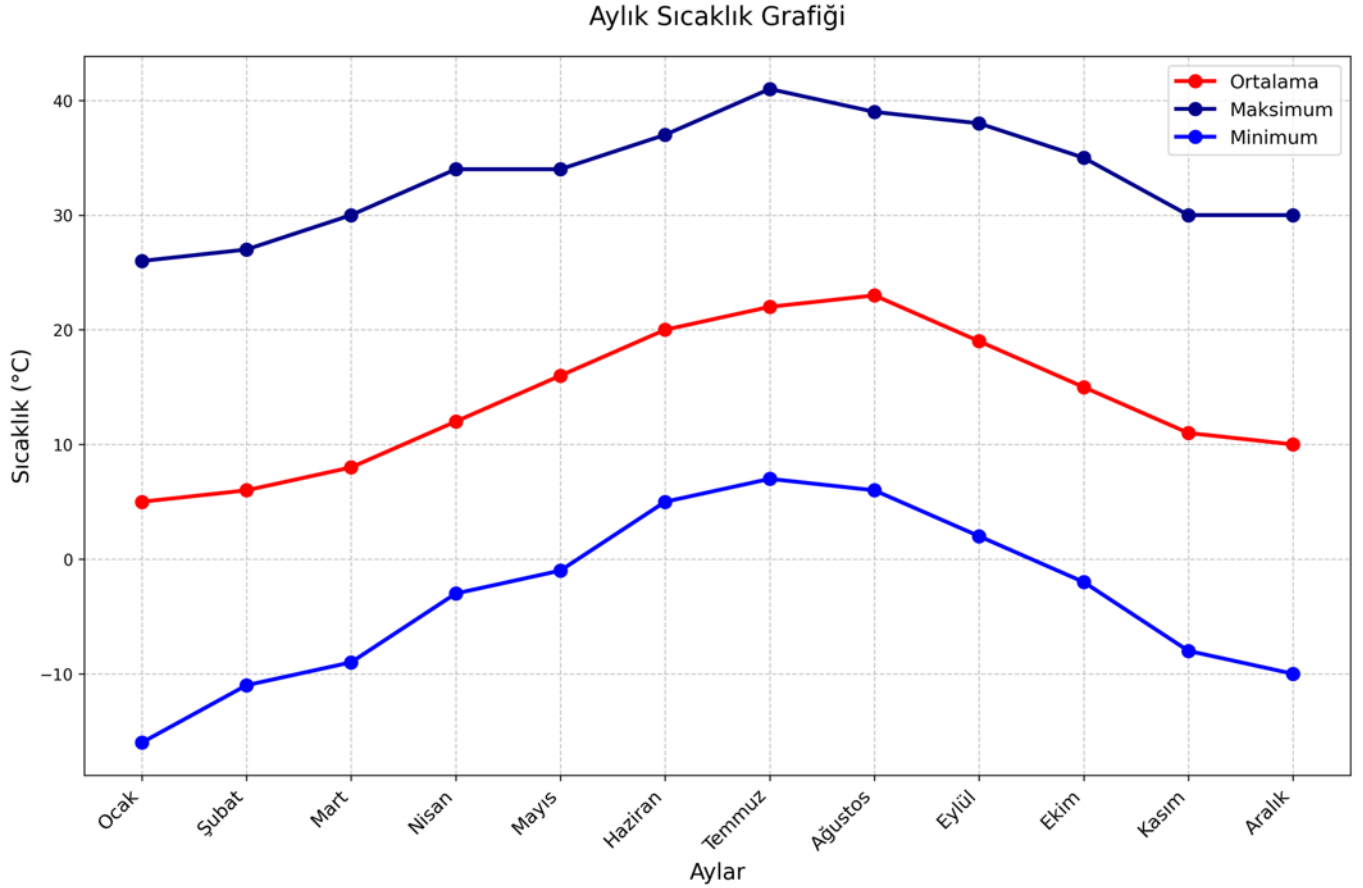
6.1.2.2.1. Hava Sıcaklığı

Kocaeli Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu'nun 2002–2024 yılları arasındaki gözlem kayıtlarına göre, en yüksek hava sıcaklığı temmuz ayında 41,6°C olarak kaydedilmiş, en düşük hava sıcaklığı ise ocak ayında -16°C olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama hava sıcaklığı 14,2°C'dir (bkz. Tablo 6.8 ve Şekil 6.8).

Tablo 6.8 Kocaeli Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu – Hava Sıcaklığı Ölçümleri (°C) (2002–2024)

Aylar	Ortalama Hava Sıcaklığı	Maksimum Hava Sıcaklığı	Minimum Hava Sıcaklığı
Ocak	5.4	26.3	-16.0
Şubat	6.5	27.3	-11.4
Mart	8.4	30.1	-8.6
Nisan	12.0	34.5	-3.2
Mayıs	16.6	34.5	-0.5
Haziran	21.0	38.0	5.7
Temmuz	23.3	41.6	7.8
Ağustos	23.7	39.4	6.8
Eylül	19.7	38.2	2.8

Aylar	Ortalama Hava Sıcaklığı	Maksimum Hava Sıcaklığı	Minimum Hava Sıcaklığı
Ekim	15.2	35.7	-2.1
Kasım	10.9	30.8	-7.4
Aralık	7.2	28.2	-9.8
Yıllık	14.2	41.6	-16.0



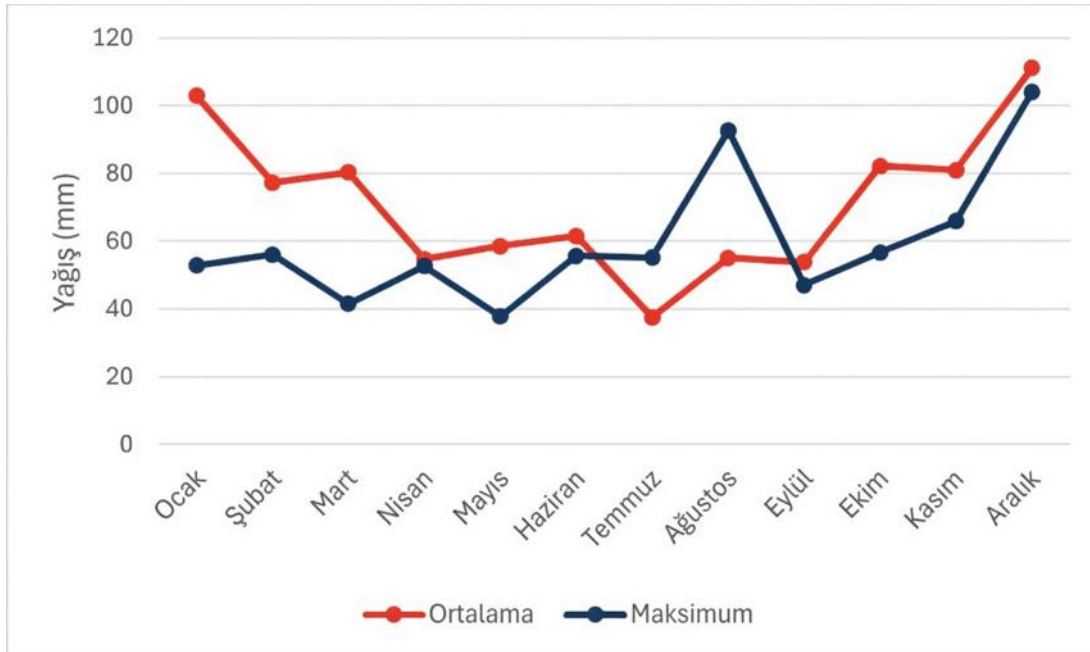
Şekil 6.8 Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu – Hava Sıcaklığı Ölçümleri (°C) (2002–2024)

6.1.2.2.2. Yağış

Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu'nun 2002–2024 yılları arasındaki gözlem kayıtlarına göre, aylık maksimum yağış aralık ayında 104 mm olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama toplam yağış miktarı ise 856 mm'dir (bkz. Tablo 6.9 ve Şekil 6.9).

Tablo 6.9 Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu – Yağış Ölçümleri (mm) (2002–2024)

Aylar	Ortalama Toplam Yağış	Maksimum Aylık Yağış
Ocak	102.9	52.8
Şubat	77.3	56.0
Mart	80.3	41.5
Nisan	54.7	52.6
Mayıs	58.6	37.8
Haziran	61.5	55.6
Temmuz	37.5	55.2
Ağustos	55.1	92.7
Eylül	53.8	47.1
Ekim	82.2	56.6
Kasım	81.0	65.9
Aralık	111.1	104.0
Yıllık	856.0	104.0



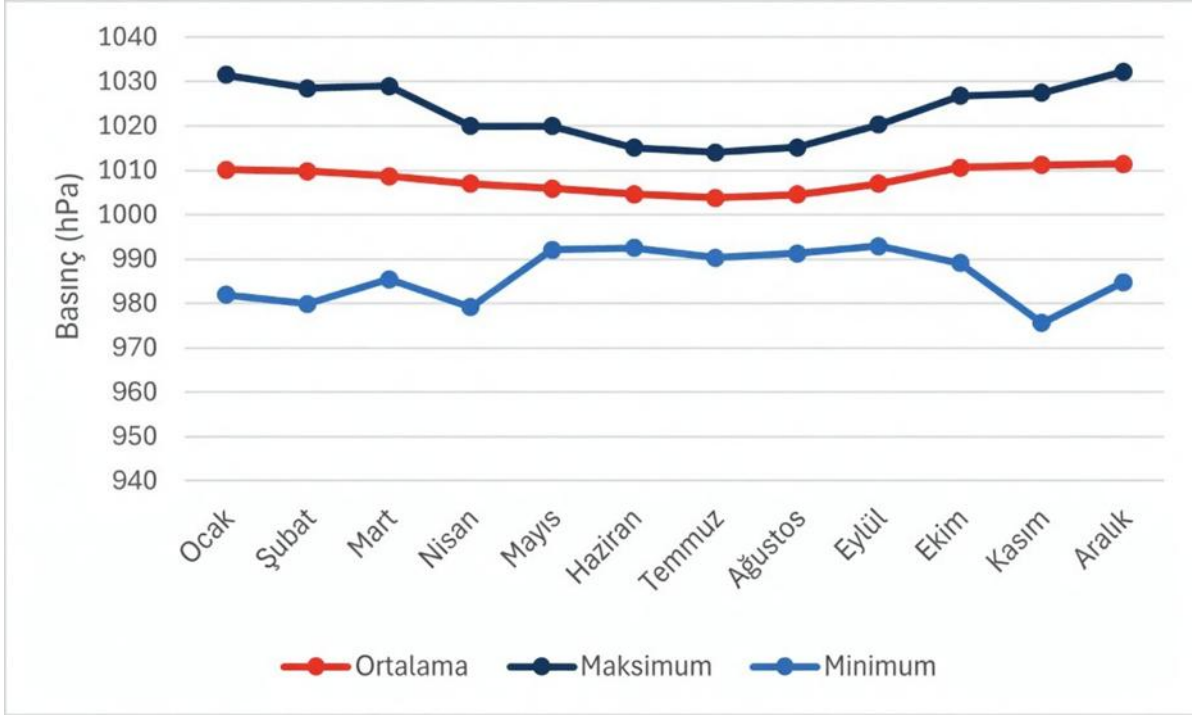
Şekil 6.9 Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu – Yağış Ölçümleri (mm) (2002–2024)

6.1.2.2.3. Atmosfer Basıncı

Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu'nun uzun dönemli (2002–2024) gözlem kayıtlarına göre, maksimum atmosfer basıncı 1032,2 hPa olarak kaydedilirken, minimum atmosfer basıncı 975,6 hPa olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama atmosfer basıncı ise 1007,9 hPa'dır (bkz. Tablo 6.10 ve Şekil 6.10).

Tablo 6.10 Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu – Atmosfer Basıncı Ölçümleri (hPa) (2002–2024)

Aylar	Ortalama Atmosfer Basıncı	Maksimum Atmosfer Basıncı	Minimum Atmosfer Basıncı
Ocak	1010.1	1031.5	981.9
Şubat	1009.8	1028.5	979.9
Mart	1008.7	1029.0	985.4
Nisan	1007.0	1020.0	979.2
Mayıs	1005.9	1020.0	992.1
Haziran	1004.6	1015.1	992.5
Temmuz	1003.8	1014.0	990.3
Ağustos	1004.5	1015.2	991.3
Eylül	1007.0	1020.3	992.9
Ekim	1010.6	1026.8	989.1
Kasım	1011.2	1027.4	975.6
Aralık	1011.4	1032.2	984.8
Yıllık	1007.9	1032.2	975.6



Şekil 6.10 Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu – Baskınç Ölçümleri (2002–2024)

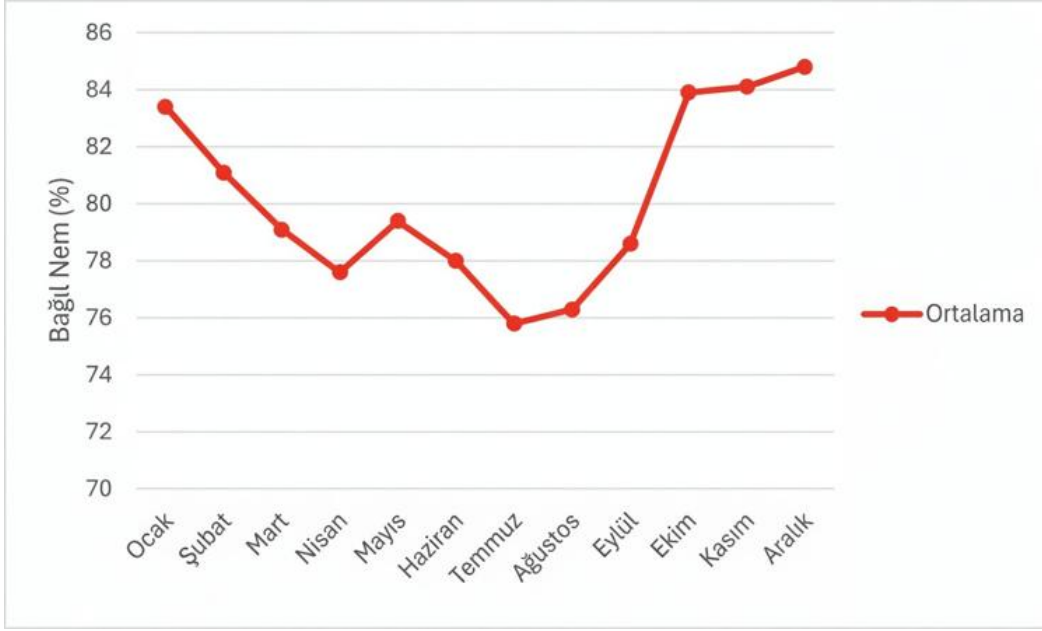
6.1.2.2.4. Bağıl Nem

Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu’nun uzun dönemli (2002–2024) gözlem kayıtlarına göre yıllık ortalama bağıl nem %80,2’dir ve aylık ortalama bağıl nem değerleri yıl boyunca %75,8 ile %84,8 arasında değişmektedir (bkz. Tablo 6.11 ve Şekil 6.11).

Tablo 6.11 Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu – Bağıl Nem Ölçümleri (%) (2002–2024)

Aylar	Ortalama Bağıl Nem (%)
Ocak	83.4
Şubat	81.1
Mart	79.1
Nisan	77.6
Mayıs	79.4
Haziran	78.0
Temmuz	75.8
Ağustos	76.3
Eylül	78.6
Ekim	83.9

Aylar	Ortalama Bağıl Nem (%)
Kasım	84.1
Aralık	84.8
Yıllık	80.2



Şekil 6.11 Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu – Bağıl Nem Ölçümleri (%) (2002–2024)

6.1.2.2.5. Buharlaştırma

Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu'nun 2002–2024 yılları arasındaki gözlem kayıtlarına göre, yıllık toplam buharlaşma ve günlük maksimum buharlaşma gibi buharlaşma parametreleri bu istasyonda ölçülmemektedir.

6.1.2.2.6. Rüzgâr Dağılımı

Rüzgâr Sayısı

Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu'nda 2002–2024 yılları arasında ölçülen toplam rüzgâr esiş sayıları Tablo 6.12 ve Şekil 6.12'de verilmiştir. Tablo 6.12 ve Şekil 6.12'den görülebileceği üzere, hâkim rüzgâr yönü doğu (E) yönü olup, ikinci derecede hâkim rüzgâr yönü ise batı (W) yönüdür.

Tablo 6.12 Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu – Rüzgâr Yönü Ölçümleri (2002–2024) (esme yönüne göre)

Yön	Yıllık Toplam Rüzgâr
N	8315
NNE	12314
NE	15600
ENE	11611
E	23605
ESE	6341
SE	3634
SSE	2486
S	4459
SSW	3018
SW	3675
WSW	7759
W	14800
WNW	5599
NW	4459
NNW	4607

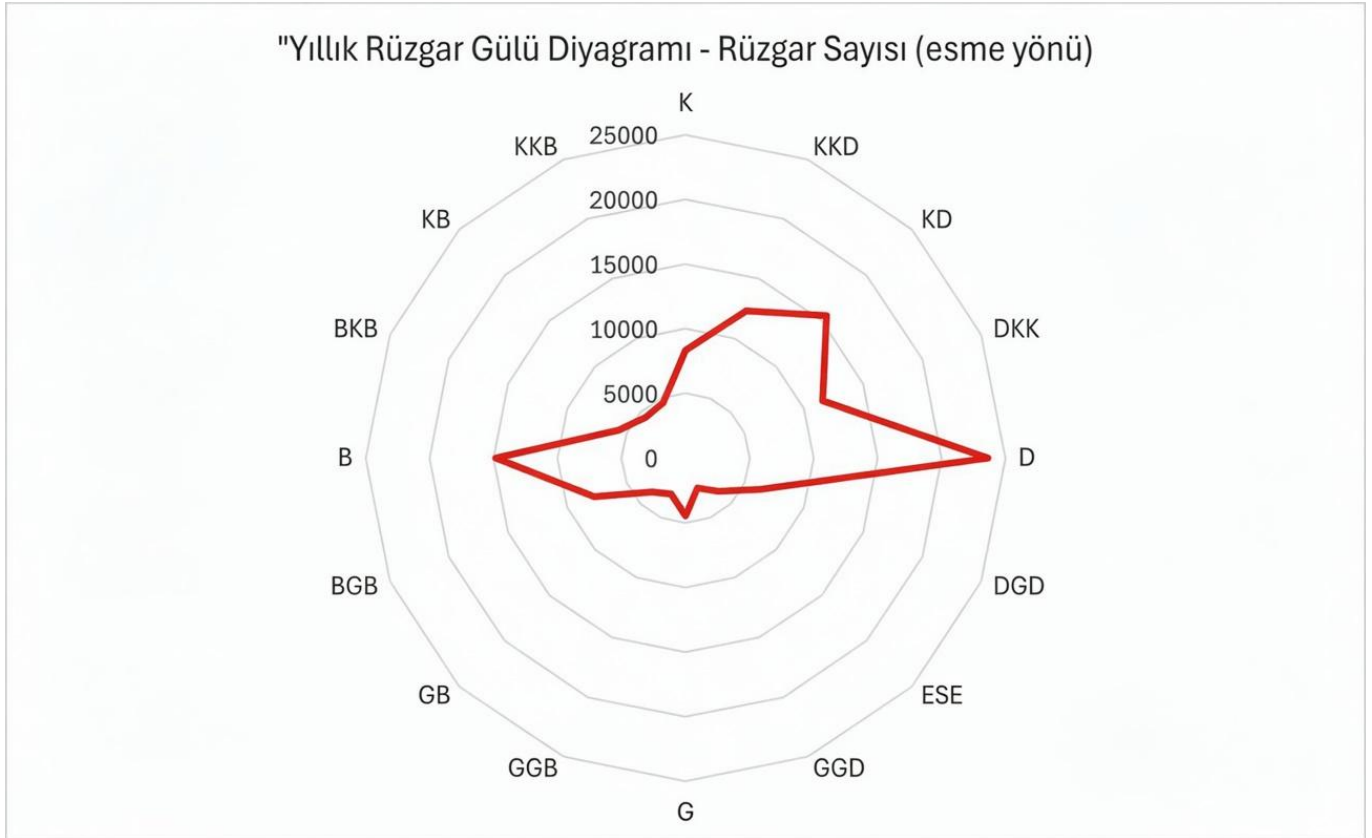
Rüzgâr Hızı

Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu’nun 2002–2024 yılları arasındaki verilerine göre yıllık ortalama rüzgâr hızı 1,8 m/sn’dir. Aylık maksimum rüzgâr hızı ise temmuz ayında batı (W) yönünden esen 29,8 m/sn olarak kaydedilmiştir (bkz. Tablo 6.13).

Tablo 6.13 Kocaeli-Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu – Rüzgâr Hızı Ölçümleri (m/sn) (2002–2024) (esme yönüne göre)

Aylar	Aylık Ortalama Rüzgâr Hızı (m/sn)	Maksimum Aylık Rüzgâr
Ocak	1.7	S 24.7
Şubat	1.8	S 28.8
Mart	2	W 23.7
Nisan	1.9	W 23.1
Mayıs	1.8	W 22.1

Aylar	Aylık Ortalama Rüzgâr Hızı (m/sn)	Maksimum Aylık Rüzgâr
Haziran	1.9	W 22.1
Temmuz	2	W 29.8
Ağustos	2	SSW 23.1
Eylül	1.7	W 19.5
Ekim	1.4	SSW 24.2
Kasım	1.4	S 29.3
Aralık	1.5	WSW 22.6
Yıllık	1.8	W 29.8



Şekil 6.12 Kocaeli Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu – Rüzgâr Hızı (m/sn) (esme yönüne göre)

6.1.2.2.7. Diğer Parametreler

Kocaeli Cengiz Topel Havalimanı Meteoroloji İstasyonu'nun 2002–2024 yılları arasındaki gözlem kayıtlarına göre:

- Kaydedilen maksimum kar kalınlığı 41 cm'dir.

- Yıllık ortalama karla örtülü gün sayısı 7,13 gündür.
- Yıllık ortalama kar yağışlı gün sayısı 8,16 gündür.
- Yıllık ortalama sisli gün sayısı 44,81 gündür.
- Yıllık ortalama dolu yağışlı gün sayısı 2,11 gündür.
- Yıllık ortalama gök gürültülü fırtına gün sayısı 35,71 gündür.
- Yıllık ortalama kuvvetli rüzgârlı gün sayısı 63,84 gündür.
- Yıllık ortalama fırtınalı gün sayısı 8,06 gündür.

6.1.3. Jeoloji ve Jeomorfoloji

2025 yılında PROTA Mühendislik tarafından detaylı bir Jeolojik ve Jeoteknik Etüt gerçekleştirilmiştir. Etüt kapsamında; Proje Güzergâhı'na ait mühendislik jeolojisi haritaları (1:2.000 ölçekli) ile kesitler (yatay: 1:1.000; düşey: 1:500) hazırlanmış, güzergâh boyunca yer alan zemin ve kaya birimleri mühendislik jeolojisi, jeoteknik ve tünelcilik açısından değerlendirilmiş, sınıflandırılmış ve tasarım zemin parametreleri ortaya konulmuştur. Buna ek olarak, yeraltı suyu koşulları ile tünel kazıları sırasında karşılaşılabilecek muhtemel jeolojik problemlere ilişkin bilgiler de sunulmuştur. Raporda yer alan jeolojik-jeoteknik değerlendirmeler; Proje kapsamında gerçekleştirilen jeoteknik araştırma sondajları, sondaj kuyularında yapılan yerinde deneyler (SPT, PMT, BST) ve laboratuvar testlerine dayanmaktadır.

6.1.3.1. Jeomorfoloji

Kocaeli, Türkiye'nin kuzeybatısında, Marmara Bölgesi'nin doğu kesiminde stratejik bir coğrafi konumda yer almaktadır. Kentin kuzeyinde Karadeniz, güneyinde ise İzmit Körfezi bulunmaktadır. Bölgenin morfolojik gelişimi büyük ölçüde Kuzey Anadolu Fay Zonu ("KAFZ") tarafından kontrol edilmekte olup, bu fay zonu başlıca tektonik belirleyici unsur niteliğindedir. İzmit Körfezi, KAFZ'nin sağ yanal doğrultu atımlı hareketi sonucu oluşmuş tipik bir çek-ayır (pull-apart) havza örneğidir. Aktif tektonizma, yarımadanın kuzey ve güney yamaçları arasında belirgin morfolojik farklılıkların oluşmasına neden olmuştur. İzmit Körfezi, yapısal olarak KAFZ'nin bir segmenti içerisinde gelişmiş tektonik bir graben içinde yer almaktadır. Ayrıntılı analizler, körfezin morfolojik gelişiminin tamamen aktif tektonik rejim tarafından kontrol edildiğini; bu rejimin havzanın açılması ve çökmesini yönettiğini göstermektedir. Bölge, yükselmiş blok niteliğindeki Kocaeli Platosu ile dik bir tektonik cephe oluşturan Samanlı Dağları arasında sınırlanmaktadır. Körfezin kıyı kesimleri, genel olarak 1 ila 4 km arasında değişen genişliklerde kıyı ovaları ile karakterizedir. Bu ovalar, yüksek hinterlanddan taşınan malzemenin kıyı boyunca birikmesi sonucu oluşan alüvyal yelpazeler ve küçük yelpaze deltalarının birleşmesiyle meydana gelmiştir. Özellikle doğu kesimde kıyı çizgisi, kalın alüvyal birikimlerin oluşturduğu sürekli bir alüvyal kuşağa dönüşmektedir. Marmara Bölgesi'ndeki en geniş Kuvaterner birimlerini oluşturan bu yoğun çökelim, akarsu taşınımı ile graben tabanındaki tektonik çökme arasındaki etkileşimin doğrudan sonucudur. Jeolojik açıdan bölge, uzun süreli aşınım süreçlerinin araziye hafif dalgalı bir plato haline dönüştürdüğü penplenleşme sürecinden geçmiştir. Pliyosen döneminde etkili olan Post-Alpin tektonik kuvvetler bölgeyi yükseltmiş; bunun sonucunda özellikle

güney kesimlerde akarsu aşındırması artmış ve topografik parçalanma belirginleşmiştir. Genel olarak doğu sınırının batı sınırına kıyasla daha yüksek kotlara sahip olduğu gözlenmektedir (Şekil 6.13).

Bölgenin önemli özelliklerinden biri, yarımada bloklarının kuzeye doğru eğimli olmasıdır. Karadeniz'e doğru kuzeye akan akarsular daha uzun ve düşük eğimli iken, güneydeki drenaj havzaları kısa, dik eğimli ve yüksek aşındırma enerjisine sahiptir; bu akarsular İzmit Körfezi kıyısı boyunca yer alan yelpaze deltalarına alüvyal malzeme taşımaktadır. Proje Alanı içerisindeki başlıca akarsular, 17 km uzunluğundaki Dil Deresi (diğer adıyla Tavşanlı Deresi) ile 14 km uzunluğundaki Çınarlı Deresi'dir. Kocaeli Platosu'ndan doğarak İzmit Körfezi'ne dökülen Dil Deresi, peyzaj boyunca farklı litolojik formasyonları ayıran doğal bir morfostratigrafik sınır işlevi görmektedir. Derenin her iki tarafındaki jeolojik birimler önemli ölçüde farklılık göstermekte olup, dere aynı zamanda karstik Triyas ve Üst Kretase yaşlı kireçtaşı birimlerinin batı sınırını oluşturmaktadır. Sınır oluşturma işlevinin ötesinde, Dil Deresi döküldüğü noktada Dilovası olarak bilinen önemli bir alüvyal yelpaze sistemi geliştirmiştir. Yüksek enerjili akarsu akışı burada yavaşlamakta ve kum, silt, çakıl vb. tutturulmamış sedimanlardan oluşan kalın tabakalar biriktirmektedir. Bu durum, Proje güzergâhı açısından belirgin bir jeolojik kontrast yaratmaktadır. Güzergâh, platonun rijit ve çatlaklı kireçtaşı anakayasından, alüvyal ovanın yumuşak ve değişken zemin koşullarına geçiş yapmaktadır. Bu anakaya-alüvyon geçişinin anlaşılması; şev stabilitesinin değerlendirilmesi ve uygun tünel açma yöntemlerinin seçilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Diğer tarafta, karbonat rezervuarının doğu sınırı Yukarı Hereke-Serçetepe doğrultusu ile belirlenmektedir. Formasyon yalnızca bu eksenle sınırlı olmayıp kuzeye doğru süreklilik göstererek Köseköy-Tepeköy çevresine kadar uzanmaktadır. Bu nedenle karstlaşmış zon, Tavşanlı-Hereke hattının kuzeyinde tanımlanan bu morfostratigrafik sınırlar arasında kesin olarak sınırlanmaktadır. Bu sınırlar içerisinde Triyas ve Üst Kretase birimleri gelişmiş karstik özellikler sergilemekte olup, çözünme kontrollü peyzaj gelişimini açıkça ortaya koymaktadır. Bu rijit Paleozoyik-Mezozoyik temel birimlerin aksine, kıyı alanları ve İzmit Körfezi graben tabanı Neojen-Kuvaterner çökelleri tarafından domine edilmektedir. Denizel Pleyistosen sedimanları ile Holosen alüvyonlarından oluşan bu yumuşak örtü birimleri, yerleşim alanlarının temelini oluşturmakta ve yükselmiş plato alanlarına kıyasla tamamen farklı bir jeoteknik profil sunmaktadır.

Kocaeli Kuzey Hafif Raylı Ulaşım Sistemi (Körfezray Metro) Projesi
Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirmesi Raporu – Bölüm 6.1 - Fiziksel Mevcut Durum
05.05.2026 | 25753037 Final Rev00

6.1.3.2. Jeoloji

6.1.3.2.1. Bölgesel Jeoloji

Kocaeli Yarımadası'nın jeolojik yapısı, Paleozoyik'ten Kuvaterner'e kadar uzanan karmaşık bir stratigrafik dizilim sunmaktadır. Jeolojik mevcut durum verileri ve bölgesel litostratigrafik korelasyonlara dayanılarak, Proje Alanı'nın Ordovisiyen'den günümüze kadar uzanan kaya birimleri ile karakterize olduğu, bu birimlerin belirgin tektonik ve aşınımsal boşluklarla birbirinden ayrıldığı anlaşılmaktadır. Bölgenin genelleştirilmiş kolon kesiti dört ana sekans altında sınıflandırılabilir.

Bölgedeki en yaşlı stratigrafik birimler, Paleozoyik Zaman boyunca çökelmiş tabakalardan oluşmakta olup iki farklı stratigrafik sekans ile temsil edilmektedir: İstanbul Paleozoyik Sekansı ve Çınarlıdere Paleozoyik Sekansı. İstanbul Paleozoyik Sekansı, Ordovisiyen ile Erken Karbonifer dönemleri arasında çökelmiş olup baskın olarak karbonatlı sedimanter fasiyeslerle karakterizedir. Sekansın tabanı, Erken Ordovisiyen sığ denizel şeyllerinden oluşmakta; bunun üzerinde aynı dönemde çökelmiş kumtaşı-şeyl aralanmaları yer almaktadır. Bu birimlerin üzerinde arkoz konglomeraları, kumtaşları ve çamurtaşı-şeyllerden oluşan Kurtköy Formasyonu bulunmaktadır. Bu birimleri Erken Ordovisiyen kıyasal sığ denizel kuvars kumtaşları (Aydos Formasyonu) örtmektedir. Orta Ordovisiyen-Erken Silüriyen aralığında lagün-şelf çökelleri ve kumtaşı-şeyl aralanmalarıyla (Gözdağı Formasyonu) sedimantasyon devam etmektedir. Bu birimler, Silüriyen Dönemi'nin Wenlock-Ludlow evrelerinde gelişen resifal kireçtaşları (Dolayoba Formasyonu) tarafından üzerlenmektedir. Ardından, Geç Ludlow-Pragiyen aralığında lamine kireçtaşlarından oluşan şelften derin şelfe geçişli çökeller (İstinye Formasyonu) gözlenmektedir. Sekans; Emsiyen-Eifeliyen evresinde çökelmiş derin şelf kumtaşı, şeyl ve kireçtaşı aralanmaları ile ince nodüler kireçtaşlarıyla (Kartal Formasyonu) devam etmektedir. Bu birim, Geç Eifeliyen-Fameniye (Geç Devoniyen) yaşlı derin şelf-kıta yamacı çökelleriyle temsil edilen çörtlü kireçtaşları ve çört-şeyl aralanmalarıyla karakterize Büyükada Formasyonu tarafından üzerlenmektedir. Tournaisiyen (Erken Karbonifer) yaşlı fosfatik nodüler çört ve radyolaritlerden oluşan yamaç çökellerinin (Baltalimanı Formasyonu) üzerinde, sekans Geç Tournaisiyen-Vizeyen yaşlı türbiditik kumtaşı ve şeyl aralanmaları ile bunlara ara seviyeler halinde eşlik eden kireçtaşlarıyla (Trakya Formasyonu) son bulmaktadır. Türbiditik kumtaşları yüksek enerjili bir yamaç ortamına işaret etmektedir. Her ne kadar bu sekans içerisindeki sedimantasyon Karbonifer'de sona ermiş olsa da sedimanter birimler Permiyen ve Geç Kretase yaşlı granit, granodiyorit ve diyorit intrüzyonları tarafından kesilmektedir. Sedimanter birimler ile bu magmatik sokulumlar arasındaki sınırlar boyunca kontak metamorfizması gözlenmiştir.

Literatürde Çınarlıdere Paleozoyik Sekansı olarak adlandırılan ikinci sekans, İstanbul Paleozoyik Sekansı'ndan esas olarak daha sınırlı yaş aralığıyla ayrılmakta olup, Ordovisiyen-Erken Silüriyen dönemlerinde çökelmiş sedimanter kayalardan oluşmaktadır. Her iki sekans bazı ortak litolojik birimleri paylaşmaktadır. Temel seviyeler benzer şekilde sığ denizel şeyllerle (Soğuksu Formasyonu) temsil edilmekte, yukarı doğru sığlaşma eğilimi gösteren kumtaşı-şeyl aralanmalarıyla devam etmektedir; bu durum regresif bir sekansa işaret etmektedir. Bu birimin üzerinde Erken Ordovisiyen kıyasal sığ denizel kırmızı kuvars kumtaşları (Aydos Formasyonu) ile Orta Ordovisiyen-Erken Silüriyen yaşlı şelf çökelleri niteliğindeki kumtaşı-şeyl aralanmaları (Gözdağı Formasyonu) yer almaktadır.

Kocaeli Bölgesi'nin Paleozoyik boyunca deniz altında kalmış olması nedeniyle çökelmiş kayaların fosilli yapıda olması beklenmektedir. Taban şeylleri içerisinde bol miktarda brakiyopod fosiline

rastlanmıştır. Ayrıca, İstanbul Paleozoyik Sekansı içerisindeki Devoniyen yaşlı ince nodüler kireçtaşları ile Erken Karbonifer yaşlı fosfatik nodüler çörtlere varlığı da bu çökme ortamını desteklemektedir.

Paleozoyik temel üzerinde transgresif uyumsuzlukla yer alan Permo-Triyas kayalar, önemli bir sedimantasyon evresini temsil etmektedir. Litolojik özellikler ve çökme ortamlarına bağlı olarak bu sekans üç farklı stratigrafik gruba ayrılmaktadır. Bölgedeki en yaygın birim Kocaeli Triyas Sekansı'dır. Çökme döngüsü, Geç Permiyen-Induan yaşlı akarsu çökelleriyle başlamakta olup konglomeralar, kumtaşları ve çamurtaşı-şeyl aralanmalarından oluşmaktadır (Kapaklı Formasyonu-Karacatepe Üyesi). Bu taban biriminin belirgin özelliği, dayk ve sill şeklindeki magmatik sokulumların varlığıdır. Stratigrafik olarak yukarı doğru bu karasal birimleri, Erken Olenekiye yaşlı kıyasal-sığ denizel kuvars kumtaşları (Erikli Formasyonu) izlemekte; bunlar Olenekiye yaşlı silttaşı, şeyl, killi kireçtaşı ve kumtaşlarından oluşan bir sekansa (Demirciler Formasyonu) geçiş yapmaktadır. Çökme döngüsü, Geç Olenekiye-Erken Anisiye yaşlı dolomit ve dolomitik kireçtaşlarıyla (Ballıkaya Formasyonu) devam etmekte, bunlar ise Geç Anisiye-Erken Karnien yaşlı nodüler killi kireçtaşları ile silttaşı-şeyl aralanmalarından oluşan Kazmalı Formasyonu tarafından üzerlenmektedir. Bu aralığın kritik özelliği, derin şelf ortamını işaret eden ammonitico rosso fasiyesine ait kırmızı nodüler kireçtaşlarının varlığıdır. Sekans, Geç Karnien yaşlı kumtaşı ara seviyeleri içeren marnlar (Tepeköy Formasyonu) ile Noriye yaşlı kumtaşı-şeyl aralanmaları ve bunlara eşlik eden kırıntılı kireçtaşlarıyla (Bakırlıkıran Formasyonu) sonlanmaktadır.

İkinci stratigrafik grup olan Hüseyinli Triyas Sekansı, Ypresiyen yaşlı Sarıyer-Şile Bindirme Zonu içerisindeki konumu nedeniyle yapısal olarak ayrılmaktadır. Kocaeli Sekansı'na benzer şekilde tabanda akarsu çökelleri yer almakta ve bunları kıyasal sığ denizel kuvars kumtaşları izlemektedir. İstif yukarı doğru kireçtaşı-silttaşı-şeyl aralanmasına geçmekte; bunu sınırlı çökme ortamını işaret eden jipsli kumtaşı ve şeyller takip etmektedir. Sekansın üst kesimi beyaz-bej renkli kireçtaşları, dolomitik kireçtaşları ve dolomitlerden oluşan platform karbonatları ile son bulmaktadır. Üçüncü Permo-Triyas birimi olan Üçgaziler Triyas Sekansı ise özellikle İzmit Bölgesi'nde yaygın olarak gözlenmekte olup sürekli bir sedimanter istiftten oluşmaktadır. Birimin tabanında örgülü akarsu çökelleri olarak yorumlanan bazal konglomeralar ve çakıllı kumtaşları bulunmakta; bunları menderesli taşkın ovası ortamını temsil eden çamurtaşı-şeyl-kumtaşı aralanmaları izlemektedir. Bu karasal birimler kırmızı renkli kıyasal sığ denizel kuvars kumtaşlarına geçiş yapmakta; en üst seviyede ise şeyl ve kireçtaşı-kumtaşı aralanmaları ile karakterize Olenekiye yaşlı şelf çökelleri yer almaktadır.

Bir çökme boşluğunu takiben, Triyas birimleri transgresif Üst Kretase-Orta Eosen sekansı tarafından uyumsuz olarak üzerlenmektedir. Bu sekans, Santoniyen-Kampaniyen yaşlı karasal-sığ denizel konglomera ve kumtaşlarıyla (Teksen Formasyonu) başlamakta; bunları stratigrafik olarak Geç Kampaniyen-Erken Maastrihtiyen yaşlı kalk-ruditler ve biyoklastik kireçtaşları izlemektedir. Bu dönemin ayırt edici jeolojik olayı, taban sedimanları üzerine gelen Geç Santoniyen-Kampaniyen yaşlı volkanikler ve volkano-klastiklerin çökmesidir. Sekans daha sonra derinleşerek killi mikritik kireçtaşlarına (Akveren Formasyonu) ve Thanetiyen-Erken Ypresiyen yaşlı derin şelf marnlarına (Atbaşı Formasyonu) geçmektedir. Bunları Ypresiyen yaşlı sığlaşan şelf ortamına ait kumtaşı-şeyl aralanmaları (Çaycuma Formasyonu) ile Geç Küviziyen-Lütesiye yaşlı kireçtaşı-şeyl aralanmaları izlemektedir. Tüm Eosen istifi, belirgin açısal uyumsuzluk gösteren Lütesiye yaşlı kırıntılı kireçtaşları ile örtülmektedir. Bölgede eski temel birimler üzerine uyumsuz olarak gelen en genç jeolojik birimler ise havzanın neotektonik evrimini yansıtmaktadır. Geç Oligosen-Erken Miyosen aralığı; konglomeralar, kumtaşları, çamurtaşları ve kömür içeren marnlarla temsil edilen karasal fasiyeslerden

(Karapürçek Formasyonu) oluşmaktadır. En üst stratigrafik birim ise yerleşim alanlarının büyük kısmının temelini oluşturan Pliyo-Kuvaterner ve Kuvaterner yaşlı tutturulmamış alüvyonlardan meydana gelmektedir (Şekil 6.13).

6.1.3.2.2. Proje Alanının Stratigrafisi

Proje güzergâhı ve yakın çevresine ilişkin jeolojik ve stratigrafik bilgiler; bölgede MTA (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü) ile “Jeomik Müş. Müh. Proje ve Sondajcılık Ltd. Şti.” tarafından gerçekleştirilen saha araştırma sondajlarından elde edilmiştir. Çalışma alanı ve çevresi; farklı stratigrafik, litolojik, tektonik ve metamorfik özellikler gösterebilen çeşitli birimlerden oluşmaktadır. Kocaeli Bölgesi’nde Paleozoyik (Ordovisiyen–Erken Karbonifer), Permo-Triyas (Geç Permiyen–Noriyen), Geç Kretase–Orta Eosen, Geç Oligosen–Erken Miyosen, Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı sedimanter kayalar ile Permiyen, Permo-Triyas ve Geç Kretase yaşlı magmatik (plütonik ve volkanik) kayalar yüzeylenmektedir. Proje güzergâhı ve yakın çevresinde yer alan formasyonların özellikleri aşağıda yaşlıdan gence doğru özetlenmiştir. İzmit Körfezi’nin kuzey kesimi için, incelenen güzergâh ve çevresine ait MTA (2005) genelleştirilmiş stratigrafik kesitinden uyarlanan stratigrafik kolon Şekil 6.15’te sunulmaktadır.

Kurtköy Formasyonu (Oku): Formasyon genel olarak açık mor, grimsi mor, kırmızı ve nadiren yeşilimsi gri renkli; orta-kalın tabakalı feldispatlı kumtaşı, çakıllı kumtaşı, kumlu konglomera, konglomera, subarkoz ile koyu mor-bordo renkli, lamine feldispatlı şeyl ara seviyelerinden (arkoz ve arkozik birimler) oluşmaktadır. Fosillere dayanılarak belirlenen üstteki Gözdağı Formasyonu’nun alt yaşının Orta Ordovisiyen olması dikkate alındığında, bu birimin yaşının Erken Ordovisiyen olduğu kabul edilmektedir.

Ayazma Üyesi (Okua): Kurtköy Formasyonu’nun en üst seviyelerinde yer alan ve genel olarak subarkozlardan oluşan bu birim, Kaya (1978) tarafından “Ayazma alt birimi” olarak adlandırılmıştır. Üye; mor ve yer yer krem renkli, büyük ve küçük ölçekli çapraz tabakalanmalı subarkoz, kuvarsça zengin feldispatlı kumtaşı, ince kuvars çakıllı feldispatlı kumtaşı, kuvars kumtaşı, kuvars çakıllaşı ve paralel lamine şeyllerden oluşmaktadır.

Gözdağı Formasyonu (OSg): Birim genel olarak yeşilimsi gri, gri ve altere olmuş bölümlerde sarımsı kahverengi renkli; ince tabakalı ve lamine silttaşı-şeyl ile koyu yeşil ve yeşilimsi gri, ince-orta tabakalı kumtaşı ara seviyelerinden oluşmaktadır. Gözdağı Formasyonu’nun yaşı Orta Ordovisiyen–Erken Silüriyen (Landoverien) olarak kabul edilmektedir. Birim lagün-şelf ortamında çökelmiştir.

Kapaklı Formasyonu (PTRk): Birim tabanda kırmızımsı mor renkli, kalın ve kötü tabakalanmalı çakıllı konglomerat kumtaşı ile çakıl mercerklerinden; üstte ise ince tabakalı kumtaşı içeren koyu kırmızı lamine şeyl ve çamurtaşlarından oluşmaktadır. Tavşancıl Köyü çevresindeki yüzeylenmelerde (Hereke’nin batısı) falez ve sarpıklar oluşturan volkanik kayalar gözlenmektedir. Permiyen yaşlı bu formasyon akarsu çökelleri ile temsil edilmektedir.

Ayvalıdere Üyesi (PTRkay): Üye; kırmızı, morumsu kırmızı ve mor renkli kalın tabakalı, masif görümlü çakıllı kumtaşı, konglomera ve orta-kalın tabakalı kumtaşlarından oluşmaktadır. Bu birimde fosil bulunmadığından dolayı, Kapaklı Formasyonu içerisindeki konumuna bağlı olarak yaşı

Geç Permiyen-Induan (Erken Sityen) olarak değerlendirilmektedir. Birim akarsu çökelleri ile temsil edilmektedir.

Alfaklar Üyesi (PTRkal): Üye genel olarak koyu kırmızı, yer yer sarı renkli ince taneli kumtaşı ile bunlar arasındaki laminalı şeyl ve çamurtaşı ardalanmalarından oluşmaktadır. Birimin kalınlığının 500 metreden fazla olduğu tahmin edilmektedir.

Akveren Formasyonu (KTa): Formasyon; beyaz, bej ve pembe renkli ince-orta tabakalı mikritik ve killi kireçtaşı, kalkarenit, marn ve yeşilimsi gri-yeşil şeyllerden oluşmaktadır. Bazı alanlarda tamamen beyaz, gri, bej ve pembe renkli; ince tabakalı, porselen görünümlü, killi ve mikritik karakterli kireçtaşları şeklindedir. Bazı seviyelerde ise kireçtaşı-marn ve türbiditik kireçtaşı ardalanmaları gözlenmektedir. Şemsettin Köyü'nün batısında olduğu gibi bazı kesimlerde mercek şeklinde kumtaşları içermekte, kumtaşları içerisinde nodüller görülmektedir. Alt seviyelerde ise mercekler halinde kireçtaşı ara katkılı şeyl ve marnlar bulunmaktadır. Birimin yaşı Geç Kampaniyen-Sallandiyen olarak kabul edilmektedir.

Çaycuma Formasyonu (Teç): Birim genel olarak yeşilimsi gri-sarımsı gri renkli ince-orta ve yer yer kalın tabakalı kumtaşı ile yeşil-yeşilimsi gri ince tabakalı şeyl ara seviyelerinden oluşmaktadır. Formasyonun üst yaşının Lütesiyen öncesi olması gerektiği belirtilmektedir (çalışma alanının doğusunda devam eden birimler, Kandıra İlçesi'nin güney-güneydoğusundaki Kaynarca çevresinde Lütesiyen yaşlı nummulitli karbonatlara geçiş yapmaktadır; Timur ve Aksay, 2002). Bu yaş verilerine dayanılarak formasyonun yaşı İpresiyen olarak kabul edilmiştir.

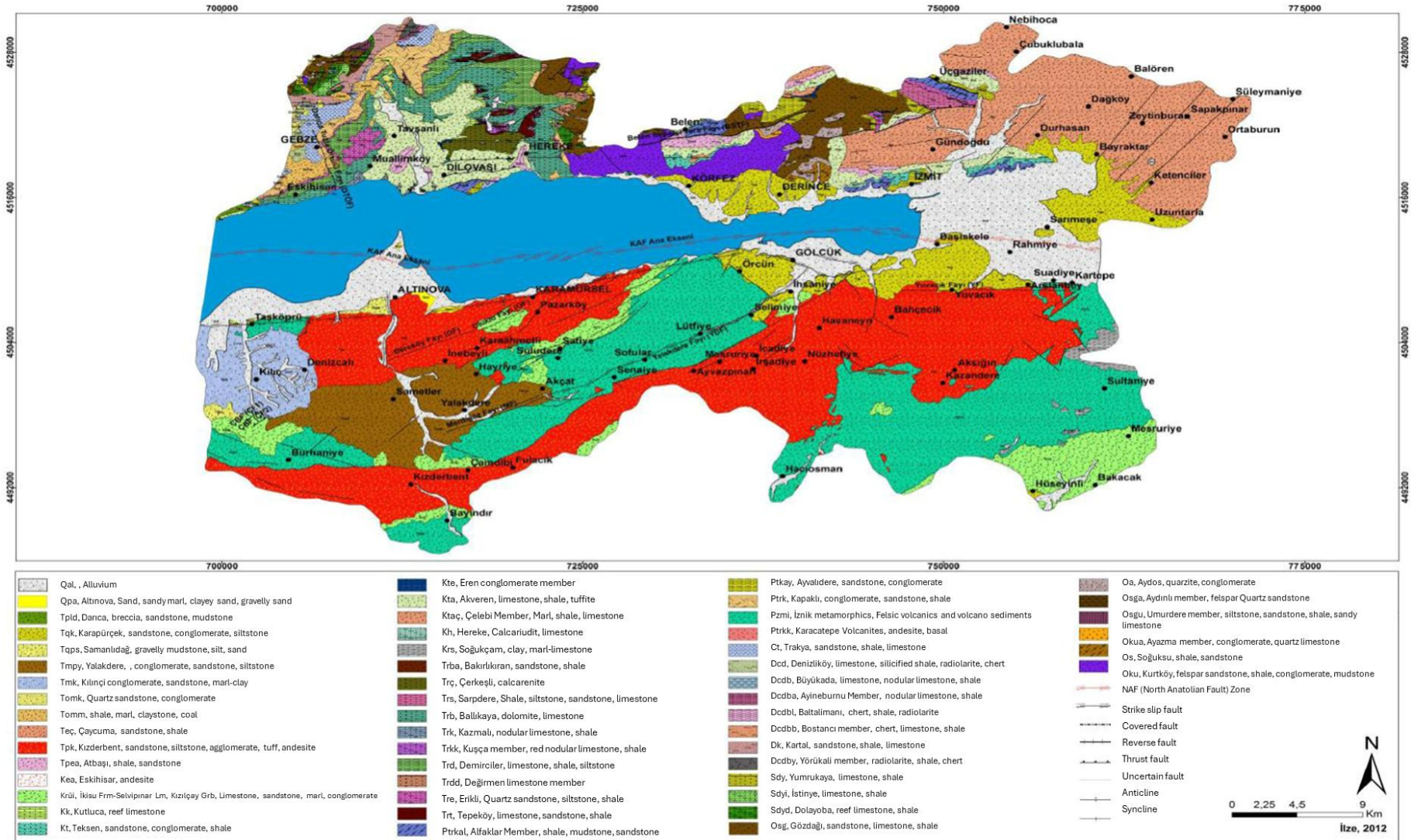
Karapürçek Formasyonu (TQk): Zayıf çimentolanmış çakıl, kumtaşı, silttaşı, kiltası ve çamurtaşlarından oluşan alüvyal yelpaze ve akarsu çökellerinden meydana gelmektedir. Birimin adını aldığı bölgedeki yüzeylenmelerden elde edilen fosillere dayanılarak yaşı Geç Pliyosen-Erken Kuvaterner olarak kabul edilmiştir. Formasyon akarsu ve yelpaze çökelleri ile temsil edilmektedir.

Darıca Formasyonu (Tplö): Bölgenin en genç sedimanlarını oluşturan karasal konglomera, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmaları ile temsil edilmektedir. Stratigrafik konumuna dayanılarak Pliyosen yaşlı olduğu kabul edilmektedir. Örencik Formasyonu'nun litolojik özellikleri akarsu ortamını karakterize etmektedir.

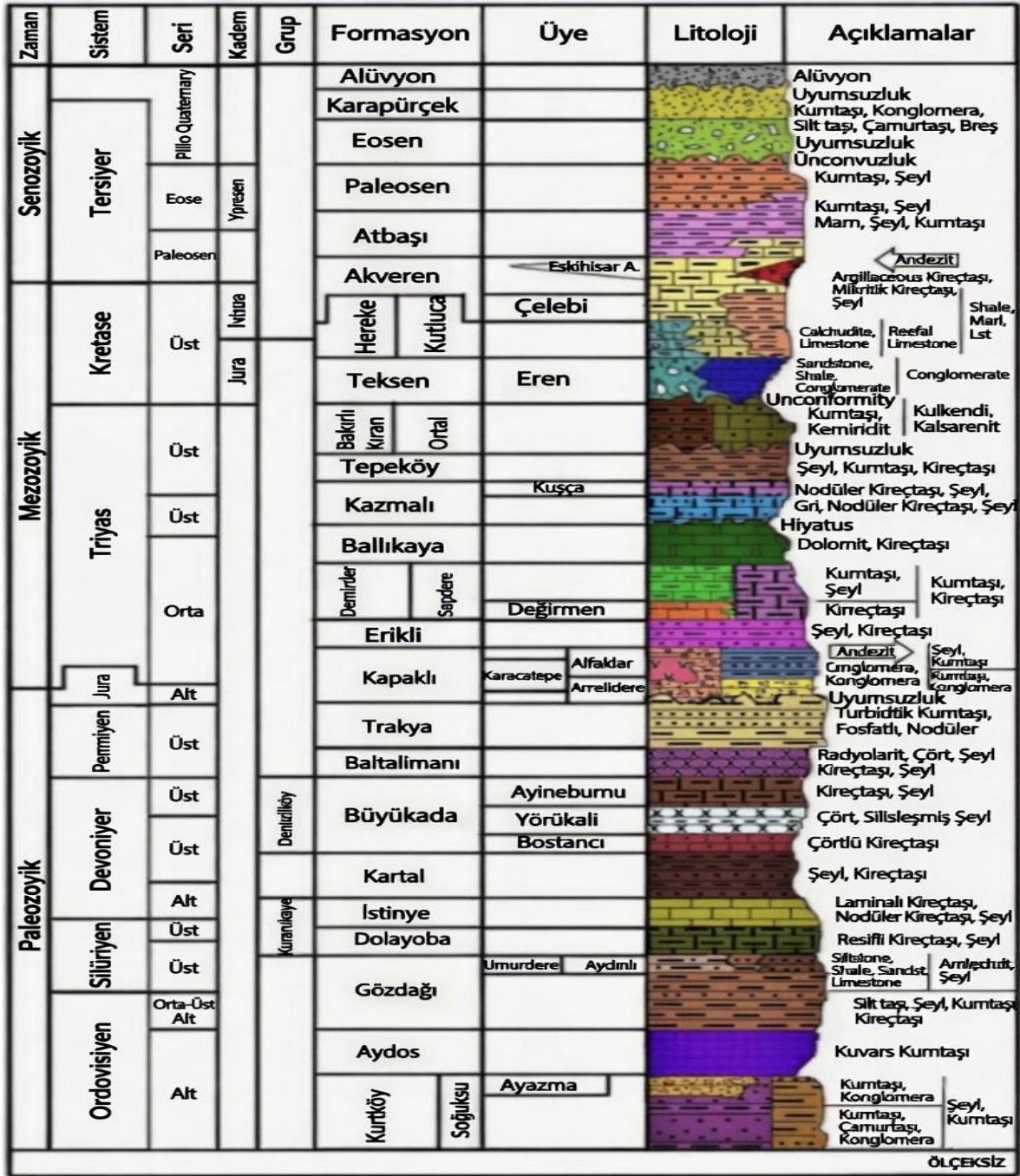
Eski Alüvyal Yelpaze (Qay): Çakıl, kum ve çamur çökellerinden oluşmaktadır. Menderesli akarsuların yakınında ve/veya bir miktar uzağında hafif eğimli tepeler şeklinde gözlenmektedir.

Kuvaterner Denizel Sedimanı – Kuşdili Formasyonu Benzeri (Qdç): Özellikle kıyı kuşaklarında, tüm eski birimleri örten çöküntü alanları veya koylarda, Kuvaterner havzaları olarak tanımlanan alanlarda; yoğun bentik fosil içeren, kabukça zengin, çakıl-kum ara katkılı çamurlardan oluşan gevşek/yumuşak sedimanlar, içerdikleri kabuk fosilleri nedeniyle Kuvaterner Denizel Sedimanları olarak tanımlanmaktadır.

Kuvaterner Karasal Sedimanı-Alüvyon (Qal): Akarsu ortamlarının ürünü olan alüvyon; yüksek topoğrafyadan kaynaklanan akarsuların, eğimin belirgin şekilde azaldığı düşük topoğrafyalara ulaştığında taşıdığı malzemeyi biriktirmesiyle oluşmaktadır. Kil boyutundan blok boyutuna kadar çok çeşitli tane boyutlarını içeren alüvyon, gevşek ve tutturulmamış malzemeden oluşmaktadır.



Şekil 6.14 İzmit Körfezi Jeoloji Haritası (Jeolojik ve Jeoteknik Etüt Raporu, 2025)



Şekil 6.15 İzmit Körfezi Kuzey Kesiminin Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti (MTA, 2005'ten düzenlenmiştir)

Proje güzergâhı, İzmit Körfezi Havzası içerisinde yaklaşık 0–10 derece eğime sahip düşük eğimli bir taban ovası içerisinde yer almaktadır. Bu havzada, suların ilk kez kanalize olduğu, akarsuların en basit formu olan taşkın ovalarının geliştiği ve yüksek debili büyük akarsular ile kanalize olmadan akan sızıntı sularının aşındırma ve taşıma işlevlerini gerçekleştirdiği geniş alanlar bulunmaktadır. Bu Kuvaterner Alüvyal çökeller (Qal), düzensiz biçimde Kuvaterner Denizel (Qdz) çökeller ile iç içe geçmiş durumda olup, bu jeolojik kesitte killi, siltli ve yer yer kumlu denizel konglomera birimlerinden oluşmaktadır. Denizel çökellerin ortalama kalınlığı 3 m ile 24 m arasında değişmekte olup, ortalama kalınlık yaklaşık 12 m'dir. Tüm güzergâh boyunca, karasal alüvyal çökellerin (Qal) ve denizel

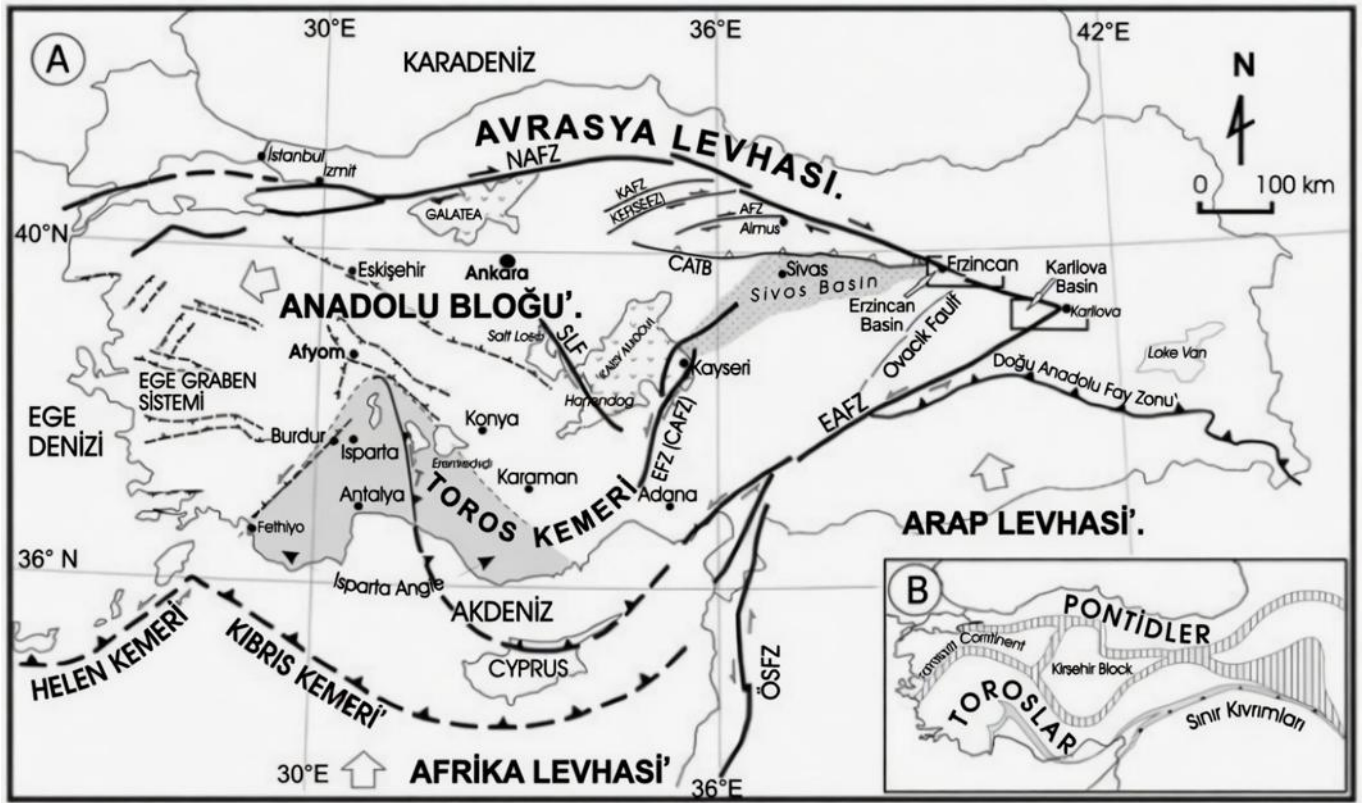
çökellerin (KşF) altında genel olarak kum, çakıl ve blok mercekleri ile çoğunlukla bloklu kum, çakıllı, yüksek derecede konsolide olmuş gri renkli sert killer yer almakta olup, bu litoloji ağırlıklı olarak Karapürçek Formasyonu (TQk) olarak adlandırılmaktadır. Tünel güzergâhları boyunca açılan sondajlarda gözlenen ikinci yaygın birim olan gri renkli, yüksek derecede konsolide olmuş ve yüksek plastisiteli killerin kalınlığı 3 m ile 47 m arasında değişmekte olup ortalama yaklaşık 21 m'dir. Bununla birlikte, bu birim bölgede alüvyon zonunun altında görülen ve taşıma gücü özelliklerine sahip sağlam zemin niteliğindeki gri renkli killer olarak genel olarak %32 oranında gözlenmektedir.

Tablo 6.14 Sondaj Verilerine Göre Jeolojik Birimlerin Kalınlığı (Jeolojik ve Jeoteknik Etüt Raporu, 2025)

Kalınlık	Doldurma	Qal	KşF	TQk
Ortalama (m)	4.92	23.10	12.27	21.29
Minimum (m)	0.60	3.70	3.25	3.37
Maksimum (m)	15.50	45.50	24.10	47.34

6.1.3.2.3. Yapısal Jeoloji

Bölgenin neotektonik çerçevesi, başlıca litosfer levhalarının yakınsaması tarafından kontrol edilmekte olup; doğuda Arap ve Avrasya levhalarının çarpışmasından kaynaklanan sıkışma ile güneyde Afrika levhasının Helenik Yay boyunca Anadolu levhası altına dalması bu sürecin temel itici mekanizmalarını oluşturmaktadır. Bu jeodinamik etkileşim, Anadolu Bloğu'nun batıya doğru kaçış hareketi yapmasına neden olmakta olup, literatürde bu kinematik hareket "kaçış mekanizması (escape mechanism)" olarak tanımlanmaktadır. Bu mekanizma, iki büyük sınır yapısı tarafından karşılanmaktadır: sol yanal doğrultu atımlı Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) ile sağ yanal doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ). Bu batıya yönelimli kaçış hareketinin doğrudan sonucu olarak Batı Anadolu'da genişlemeli bir tektonik rejim gelişmiş ve ana sıkışma yönüne yaklaşık dik doğrultuda karakteristik horst-graben sistemleri oluşmuştur (Şekil 6.16).

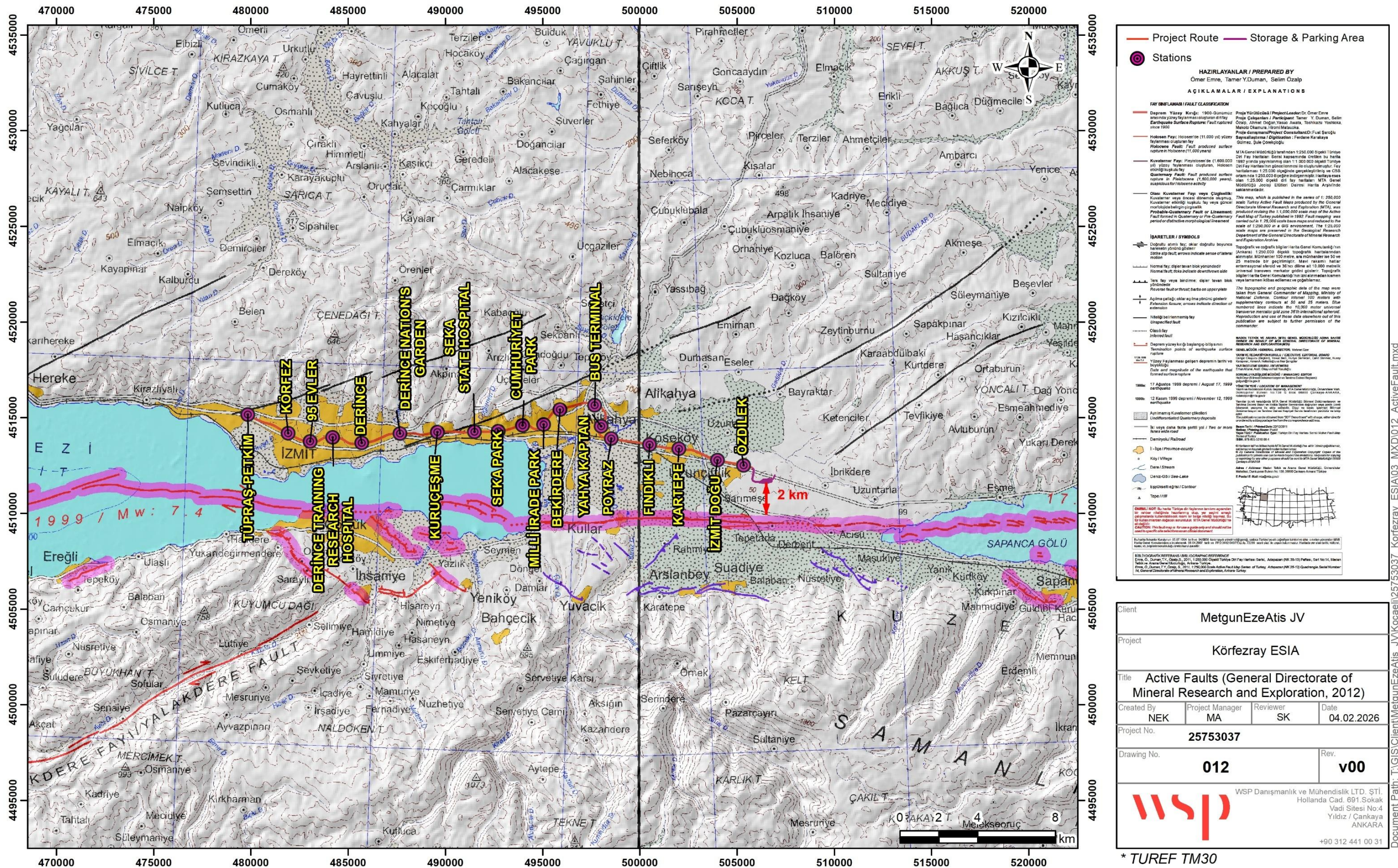


Şekil 6.16 Türkiye'deki Neotektonik Bölgeler ve Başlıca Faylar (Bozkurt, 2001)

Bu çerçevede, İzmit Havzası KAFZ'nin kuzey kolu üzerinde yer almaktadır. Havzanın gelişiminden sorumlu tektonik faaliyetler KAFZ tarafından oluşturulmuş olup, havza doğu-batı (D-B) doğrultusunda gelişmiş, graben benzeri görünüme sahip dar ve uzanımlı bir çöküntü alanıdır. İlk çalışmalar İzmit Körfezi'ni bir graben yapısı olarak değerlendirmiştir (Crampin ve Evans, 1986). Buna karşılık bazı araştırmacılar, düşey bileşeni de bulunan doğrultu atımlı bir fayın körfezi oluşturduğunu ileri sürmüştür (Ketin, 1969; Şaroğlu vd., 1987). Daha sonra Barka ve Kadinsky-Cade (1988) ile Barka ve Gülen (1988), batıya doğru birbirini izleyen (en echelon) doğrultu atımlı faylar arasında küçük çöküntü havzalarının geliştiği çek-ayır (pull-apart) modelini ortaya koymuştur. Bu araştırmacılar, İzmit ve Karamürsel havzalarının bu şekilde oluştuğunu ve KAF'ın kuzey kolunun en az üç doğrultu atımlı segmentten meydana geldiğini belirtmiştir: Sapanca-Gölcük, İzmit-Karamürsel ve Yarımca-Yalova segmentleri. Bu segmentler arasında ise İzmit ve Karamürsel havzalarının çek-ayır havzaları olarak açıldığı öne sürülmüştür.

Jeodezik verilerden elde edilen kinematik kısıtlamalar da bu jeolojik tabloyla uyumludur. Teknolojik gelişmeler sayesinde, esas olarak KAF tarafından sınırlanan Avrasya Levhası ile Anadolu Bloğu arasındaki hareketin yönü ve büyüklüğü GPS ölçümleri ile nicel olarak belirlenmiştir. Bölgesel GPS ölçümleri KAF için üst sınır kayma hızının 24 ± 1 mm/yıl olduğunu göstermektedir (McClusky vd., 2000). Marmara Bölgesi için yapılan bağımsız GPS çözümleri ise Anadolu Bloğu'nun Avrasya'ya göre batıya doğru 22 ± 3 mm/yıl hızla hareket ettiğini ortaya koymaktadır (Straub vd., 1997). Güncel kayma hızı tahminleri, fay üzerindeki kümülatif ötelenmeler ve fayın jeolojik yaşı temel alınarak hesaplanan jeolojik kayma hızlarıyla uyumludur. Marmara Bölgesi'nde KAF'ın deprem etkinliği ve segmentasyonu ayrıntılı biçimde incelenmiş olup (Barka, 1997), odak mekanizması çözümleri ve GPS ölçümleri baskın hareketin sağ yanal doğrultu atımlı olduğunu göstermektedir. Sismisite, jeodezik ve jeolojik veriler

Şekil 6.18 Proje Alanı ve Yakın Çevresindeki Aktif Faylar



6.1.3.3. Jeoteknik Testler ve Parametreler

Jeolojik ve Jeoteknik Etüt Raporu'na (2025) göre, Eylül 2024 ile Mayıs 2025 tarihleri arasında Jeomek Ltd. Şti. tarafından toplam 164 adet jeoteknik araştırma sondajı gerçekleştirilmiştir. Bu sondajların derinlikleri 35,00 metre ile 93,00 metre arasında değişmekte olup, toplam sondaj uzunluğu 7.443,85 metre olarak kaydedilmiştir (Tablo 6.15).

Tablo 6.15 Jeoteknik Sondajlara İlişkin Genel Bilgiler

Sondaj Kodu	Sondaj ve Testlerin Başlangıcı	Sondaj ve Testlerin Tamamlanması	X (WGS 1984)	Y (WGS 1984)	Z (m asl)	Depth (m)	L13 – Otogar ile Yahyakaptan arası
SK-01	10.09.2024	12.09.2024	29.897697	40.762758	6.78	42	S08-Seka Devlet Hastanesi
SK-02	10.09.2024	11.09.2024	29.898513	40.762751	6.85	38.45	S08-Seka Devlet Hastanesi
SK-03	13.09.2024	14.09.2024	29.900000	40.762718	7.73	38	S08-Seka Devlet Hastanesi
SK-04	14.09.2024	15.09.2024	29.900614	40.762946	8.14	38	S08-Seka Devlet Hastanesi
SK-05	17.09.2024	18.09.2024	29.855472	40.762111	14.87	38	S06-Derince Millet Bahçesi
SK-06	18.09.2024	20.09.2024	29.854870	40.761997	15.48	38	S06-Derince Millet Bahçesi
SK-07	20.09.2024	22.09.2024	29.854070	40.762106	15.26	38	S06-Derince Millet Bahçesi
SK-08	22.09.2024	24.09.2024	29.852499	40.762130	15.48	38	S06-Derince Millet Bahçesi
SK-09	23.09.2024	24.09.2024	29.850696	40.762148	8.16	38	L05-Derince ile Derince Millet Bahçesi Arası
SK-10	26.09.2024	28.09.2024	29.938629	40.766732	6.03	50	S11-Milli İrade
SK-11	28.09.2024	2.10.2024	29.939656	40.766845	3.67	50	S11-Milli İrade
SK-12	1.10.2024	3.10.2024	29.940789	40.766746	3.04	50	S11-Milli İrade
SK-13	26.09.2024	28.09.2024	29.941510	40.767028	3.13	50	S11-Milli İrade
SK-14	6.10.2024	8.10.2024	29.971452	40.775754	10.21	38	S13-Otobüs Terminali
SK-15	7.10.2024	9.10.2024	29.972029	40.775427	10.51	38	S13-Otobüs Terminali
SK-16	9.10.2024	11.10.2024	29.972657	40.775382	10.6	38	S13-Otobüs Terminali
SK-17	4.10.2024	6.10.2024	29.973464	40.775090	11.13	38	S13-Otobüs Terminali
SK-18	4.10.2024	6.10.2024	29.973837	40.775060	11.2	38	S13-Otobüs Terminali
SK-19	14.10.2024	15.10.2024	29.977008	40.765775	3.52	38	S14-Yahya Kaptan
SK-20	9.10.2024	11.10.2024	29.977304	40.766191	4.25	38	S14-Yahya Kaptan
SK-21	14.10.2024	15.10.2024	29.977552	40.766585	4.38	38	S14-Yahya Kaptan
SK-22	20.10.2024	22.10.2024	29.811815	40.760452	51.8	38	S04-Derince T. R. H.

Sondaj Kodu	Sondaj ve Testlerin Başlangıcı	Sondaj ve Testlerin Tamamlanması	X (WGS 1984)	Y (WGS 1984)	Z (m asl)	Depth (m)	L13 – Otogar ile Yahyakaptan arası
SK-23	16.10.2024	19.10.2024	29.812522	40.760453	51.89	38	S04-Derince T. R. H.
SK-24	16.10.2024	20.10.2024	29.813795	40.760475	52.68	38	S04-Derince T. R. H.
SK-25	20.10.2024	22.10.2024	29.814427	40.760257	52.54	38	S04-Derince T. R. H.
SK-26	19.10.2024	20.10.2024	29.810386	40.760399	48.27	38	L03-95Evler ile Derince T.R.H. Arası
SK-27	8.11.2024	11.11.2024	29.761090	40.770893	39.3	38	S01-Tüpraş-Petkim
SK-28	11.11.2024	13.11.2024	29.761687	40.770807	39.74	38	S01-Tüpraş-Petkim
SK-29	21.12.2024	23.12.2024	29.762091	40.770461	39.43	50	S01-Tüpraş-Petkim
SK-30	12.11.2024	13.11.2024	29.915571	40.762743	4.32	38	S09-Seka Park
SK-31	20.11.2024	22.11.2024	29.914392	40.763232	6.19	50	S09-Seka Park
SK-32	14.11.2024	16.11.2024	29.913351	40.763257	3.47	50	S09-Seka Park
SK-33	27.02.2025	28.02.2025	30.027939	40.753007	15.64	45	L17-Kartepe ile İzmit Doğu Arası
SK-34	5.12.2024	8.12.2024	29.800318	40.758443	36.91	55	S03-5 Evler
SK-35	14.11.2024	1.12.2024	29.799238	40.758254	39.95	55	S03-95 Evler
SK-36	25.11.2024	29.11.2024	29.798112	40.758342	42.37	55	S03-95 Evler
SK-37	20.11.2024	24.11.2024	29.786849	40.761545	36.37	50	S02-Körfez
SK-38	25.11.2024	27.11.2024	29.785565	40.762082	35.3	50	S02-Körfez
SK-39	24.11.2024	25.11.2024	29.911805	40.763450	5.61	50	L07-Kuruçeşme ile Seka Devlet Hastanesi Arası
SK-40	28.11.2024	30.11.2024	29.857204	40.761987	16.75	55	L06-Derince Millet Bahçesi ile Kuruçeşme Arası
SK-41	1.03.2025	9.03.2025	30.003181	40.756976	8.82	45	L15-Between Poyraz and Fındıklı
SK-42	12.12.2024	14.12.2024	29.860889	40.762122	29.13	50	L06-Derince Millet Bahçesi ile Kuruçeşme Arası
SK-43	1.12.2024	12.11.2024	29.863481	40.762071	20.99	50	L06-Derince Millet Bahçesi ile Kuruçeşme Arası
SK-44	2.12.2024	7.12.2024	29.901544	40.762934	7.64	50	L06-Derince Millet Bahçesi ile Kuruçeşme Arası
SK-45	3.12.2024	5.12.2024	29.896514	40.762846	6.82	50	L07-Kuruçeşme ile Seka Devlet Hastanesi Arası

Sondaj Kodu	Sondaj ve Testlerin Başlangıcı	Sondaj ve Testlerin Tamamlanması	X (WGS 1984)	Y (WGS 1984)	Z (m asl)	Depth (m)	L13 – Otogar ile Yahyakaptan arası
SK-46	4.12.2024	6.12.2024	29.894081	40.762687	5.15	50	L07-Kuruçeşme ile Seka Devlet Hastanesi Arası
SK-47	6.12.2024	8.12.2024	29.891571	40.762642	3.31	50	L07-Kuruçeşme ile Seka Devlet Hastanesi Arası
SK-48	7.12.2024	9.12.2024	29.890010	40.762789	4.88	50	L07-Kuruçeşme ile Seka Devlet Hastanesi Arası
SK-49	1.03.2025	2.03.2025	30.029940	40.752640	16.68	45	L17-Kartepe ile İzmit Doğu Arası
SK-50	9.12.2024	10.12.2024	29.874943	40.762486	15.33	50	L06 –Derince Millet Bahçesi ile Kuruçeşme arası
SK-51	1.12.2024	3.12.2024	29.876001	40.763079	13.4	50	S07 –Kuruçeşme
SK-52	3.12.2024	6.12.2024	29.876782	40.763006	10.46	50	S07 –Kuruçeşme
SK-53	6.12.2024	7.12.2024	29.877462	40.762901	10.36	50	S07 –Kuruçeşme
SK-54	10.12.2024	12.12.2024	29.775896	40.765978	42.95	50	L01 –Tüpraş-Petkim ile Körfez arası
SK-55	9.12.2024	11.12.2024	29.774043	40.766613	44.36	50	L01 –Tüpraş-Petkim ile Körfez arası
SK-56	10.12.2024	13.12.2024	29.885373	40.763348	7.99	50	L07 –Kuruçeşme ile Seka Devlet Hastanesi arası
SK-57	11.12.2024	13.12.2024	29.777616	40.765351	44.38	50	L01 –Tüpraş-Petkim ile Körfez arası
SK-58	14.12.2024	17.12.2024	29.772059	40.766716	40.78	50	L01 –Tüpraş-Petkim ile Körfez arası
SK-59	14.12.2024	19.12.2024	29.779203	40.764858	44.49	50	L01 –Tüpraş-Petkim ile Körfez arası
SK-60	14.12.2024	18.12.2024	29.782310	40.763379	44.36	50	L01 –Tüpraş-Petkim ile Körfez arası
SK-61	14.12.2024	16.12.2024	29.802867	40.758226	37.55	50	L03 –95 Evler ile Derince Eğitim ve Araştırma Hastanesi arası
SK-62	17.12.2024	18.12.2024	29.905183	40.763338	6.48	50	L08 –Seka Devlet Hastanesi ile Seka Park arası
SK-63	17.12.2024	19.12.2024	29.766342	40.768913	41.27	50	L01 –Tüpraş-Petkim ile Körfez arası
SK-64	19.12.2024	20.12.2024	29.903693	40.762984	5.85	50	L08 –Seka Devlet Hastanesi ile Seka Park arası
SK-65	19.12.2024	22.12.2024	29.806187	40.759074	44.8	50	L03 –95 Evler ile Derince Eğitim ve Araştırma Hastanesi arası

Sondaj Kodu	Sondaj ve Testlerin Başlangıcı	Sondaj ve Testlerin Tamamlanması	X (WGS 1984)	Y (WGS 1984)	Z (m asl)	Depth (m)	L13 – Otogar ile Yahyakaptan arası
SK-66	19.12.2024	22.12.2024	29.793372	40.759194	42.47	50	L02 –Körfez ile 95 Evler arası
SK-67	19.12.2024	20.12.2024	29.762990	40.770440	41.88	50	L01 –Tüpraş-Petkim ile Körfez arası
SK-68	20.12.2024	22.12.2024	29.908015	40.763410	7.47	50	L08 –Seka Devlet Hastanesi ile Seka Park arası
SK-69	23.12.2024	24.12.2024	29.880943	40.763224	10.27	50	L07 –Kuruçeşme ile Seka Devlet Hastanesi arası
SK-70	23.12.2024	26.12.2024	29.816414	40.760227	56.66	50	L04 –Derince Eğitim ve Araştırma Hastanesi ile Derince arası
SK-71	23.12.2024	24.12.2024	29.796945	40.758378	42.46	50	L02 – Körfez ile 95 Evler arası
SK-72	23.12.2024	24.12.2024	29.828770	40.757800	23.17	40.5	L04 – Derince Eğitim ve Araştırma Hastanesi ile Derince arası
SK-73	25.12.2024	27.12.2024	29.831281	40.757896	21.94	50	S05 – Derince
SK-74	25.12.2024	26.12.2024	29.839676	40.759146	20.97	50	L05 – Derince ile Derince Millet Bahçesi arası
SK-75	25.12.2024	27.12.2024	29.835130	40.758127	18.34	50	L05 – Derince ile Derince Millet Bahçesi arası
SK-76	5.01.2025	6.01.2025	29.820599	40.758454	24.79	35	L04 – Derince Eğitim ve Araştırma Hastanesi ile Derince arası
SK-77	8.03.2025	9.03.2025	30.038435	40.750445	17.97	35	S18 – İzmit Doğu
SK-78	6.01.2025	8.01.2025	29.822194	40.757798	21.8	40	L04 – Derince Eğitim ve Araştırma Hastanesi ile Derince arası
SK-79	8.11.2024	11.11.2024	29.824304	40.757538	19.86	50	L04 – Derince Eğitim ve Araştırma Hastanesi ile Derince arası
SK-80	6.01.2025	7.01.2025	29.791853	40.759703	43.53	45	L05 – Derince ile Derince Millet Bahçesi arası
SK-81	8.01.2025	9.01.2025	29.841909	40.759995	28.59	50	L05 – Derince ile Derince Millet Bahçesi arası
SK-82	8.01.2025	10.01.2025	29.826987	40.757636	23.46	50	L04 – Derince Eğitim ve Araştırma Hastanesi ile Derince arası

Sondaj Kodu	Sondaj ve Testlerin Başlangıcı	Sondaj ve Testlerin Tamamlanması	X (WGS 1984)	Y (WGS 1984)	Z (m asl)	Depth (m)	L13 – Otogar ile Yahyakaptan arası
SK-83	9.01.2025	10.01.2025	29.818870	40.759467	34.02	45	L04– Derince Eğitim ve Araştırma Hastanesi ile Derince arası
SK-84	10.01.2025	11.01.2025	29.845957	40.761704	23.46	45	L05 – Derince ile Derince Millet Bahçesi arası
SK-85	11.01.2025	12.01.2025	29.833938	40.757701	14.8	45	L05 – Derince ile Derince Millet Bahçesi arası
SK-86	11.01.2025	12.01.2025	29.837564	40.758558	25.91	50	L05 – Derince ile Derince Millet Bahçesi arası
SK-87	14.01.2025	17.01.2025	29.844450	40.760622	24.08	50	L05 – Derince ile Derince Millet Bahçesi arası
SK-88	29.01.2025	29.01.2025	29.969819	40.776314	9.14	35	L12 – Bekirdere ile Otogar arası
SK-89	16.01.2025	17.01.2025	29.967801	40.776361	9.03	35	L12 – Bekirdere ile Otogar arası
SK-90	15.01.2025	17.01.2025	29.941371	40.766114	2.76	55	S11 – Milli İrade
SK-91	17.01.2025	18.01.2025	29.966843	40.776138	8.46	35	L12 – Bekirdere ile Otogar arası
SK-92	18.01.2025	21.01.2025	29.951088	40.773223	16.01	50	S12 – Bekirdere
SK-93	18.01.2025	19.01.2025	29.941853	40.766721	2.63	55	S11 – Milli İrade
SK-94	18.01.2025	19.01.2025	29.976512	40.774571	9.08	35	L13 – Otogar ile Yahyakaptan arası
SK-95	18.01.2025	19.01.2025	29.977781	40.773558	10.02	35	L13 – Otogar ile Yahyakaptan arası
SK-96	20.01.2025	20.01.2025	29.979051	40.771852	8.49	35	L13 – Otogar ile Yahyakaptan arası
SK-97	20.01.2025	21.01.2025	29.979223	40.771133	6.87	35	L13 – Otogar ile Yahyakaptan arası
SK-98	21.01.2025	22.01.2025	29.942924	40.768678	4.99	35	L11 – Milli İrade Parkı ile Bekirdere arası
SK-99	21.01.2025	22.01.2025	29.979546	40.769140	5.81	40	L13 – Otogar ile Yahyakaptan arası
SK-100	21.01.2025	23.01.2025	29.950762	40.773524	16.7	50	S12 – Bekirdere
SK-101	21.01.2025	24.01.2025	29.978790	40.767757	5.3	35	L13 – Otogar ile Yahyakaptan arası
SK-102	23.01.2025	24.01.2025	29.953244	40.774104	16.95	50	L12 – Bekirdere ile Otogar arası

Sondaj Kodu	Sondaj ve Testlerin Başlangıcı	Sondaj ve Testlerin Tamamlanması	X (WGS 1984)	Y (WGS 1984)	Z (m asl)	Depth (m)	L13 – Otogar ile Yahyakaptan arası
SK-103	23.01.2025	24.01.2025	29.976093	40.764087	3.76	40	L14 – Yahyakaptan ile Poyraz arası
SK-104	26.01.2025	29.01.2025	29.944524	40.769975	11.76	40	L11 – Milli İrade Parkı ile Bekirdere arası
SK-105	26.01.2025	26.01.2025	29.975797	40.763026	3.76	35	L14 – Yahyakaptan ile Poyraz arası
SK-106	27.01.2025	28.01.2025	29.976335	40.761632	3.26	35	L14 – Yahyakaptan ile Poyraz arası
SK-107	30.01.2025	1.02.2025	29.964550	40.776320	33.18	50	L12 – Bekirdere ile Otogar arası
SK-108	30.01.2025	1.02.2025	29.946043	40.770994	37.22	65	L11 – Milli İrade Parkı ile Bekirdere arası
SK-109	1.02.2025	2.02.2025	29.982201	40.759896	4.4	45	S15 – Poyraz
SK-110	1.02.2025	2.02.2025	29.982917	40.759779	4.49	45	S15 – Poyraz
SK-111	2.02.2025	10.02.2025	29.948582	40.772531	28.16	60	L11 – Milli İrade Parkı ile Bekirdere arası
SK-112	3.02.2025	4.02.2025	29.987064	40.759233	5.18	35	L15 – Poyraz ile Fındıklı Arası
SK-113	3.02.2025	4.02.2025	29.984694	40.759552	4.98	40	S15-Poyraz
SK-114	3.02.2025	4.02.2025	29.985706	40.759435	5.11	40	S15-Poyraz
SK-115	4.02.2025	8.02.2025	29.989085	40.758941	5.43	36	L15 – Poyraz ile Fındıklı Arası
SK-116	4.02.2025	8.02.2025	29.990626	40.758753	5.68	42	L15 – Poyraz ile Fındıklı Arası
SK-117	4.02.2025	9.02.2025	29.994331	40.758209	6.19	40	L15 – Poyraz ile Fındıklı Arası
SK-118	11.02.2025	12.02.2025	30.017034	40.754754	10.36	45	L16 – Fındıklı ile Kartepe Arası
SK-119	10.02.2025	12.02.2025	30.020903	40.754153	12.42	50	L16 – Fındıklı ile Kartepe Arası
SK-120	10.02.2025	12.02.2025	29.996050	40.757971	7.32	35	L16 – Fındıklı ile Kartepe Arası
SK-121	12.02.2025	14.02.2025	29.830262	40.757470	20.13	55	S05-Derince
SK-122	13.02.2025	16.02.2025	30.018697	40.754410	10.85	45	L16 – Fındıklı ile Kartepe Arası
SK-123	13.02.2025	14.02.2025	30.022295	40.753887	14.06	55	S17-Kartepe
SK-124	13.02.2025	16.02.2025	29.997831	40.757726	7.69	35	L15 – Poyraz ile Fındıklı Arası
SK-125	15.02.2025	16.02.2025	30.023202	40.753989	13.61	55	S17-Kartepe

Sondaj Kodu	Sondaj ve Testlerin Başlangıcı	Sondaj ve Testlerin Tamamlanması	X (WGS 1984)	Y (WGS 1984)	Z (m asl)	Depth (m)	L13 – Otogar ile Yahyakaptan arası
SK-126	15.02.2025	3.03.2025	29.956324	40.774828	61.74	85	L16-Bekirdere ile Otogar Arası
SK-127	16.02.2025	17.02.2025	30.026172	40.753827	13.5	48	L17 – Kartepe ile İzmit Doğu Arası
SK-128	17.02.2025	19.02.2025	29.999626	40.757472	8.46	35	L15 – Poyraz ile Fındıklı Arası
SK-129	17.02.2025	20.02.2025	30.023996	40.753955	13.41	55	S17-Kartepe
SK-130	19.02.2025	24.02.2025	30.001441	40.757220	8.75	35	L15 – Poyraz ile Fındıklı Arası
SK-131	5.03.2025	17.03.2025	29.954889	40.774248	41.39	75	L12 – Bekirdere ile Otogar Arası
SK-132	9.03.2025	12.03.2025	30.038923	40.750339	18.25	35	S18-İzmit Doğu
SK-133	10.03.2025	11.03.2025	30.035631	40.751050	17.2	35	L17 – Kartepe ile İzmit Doğu Arası
SK-134	12.03.2025	13.03.2025	30.031659	40.752402	16.6	39	L17 – Kartepe ile İzmit Doğu Arası
SK-135	13.03.2025	14.03.2025	29.992484	40.758180	6.03	35	L15 – Poyraz ile Fındıklı Arası
SK-136	14.03.2025	17.03.2025	30.013345	40.755157	10.78	40	L16 – Fındıklı ile Kartepe Arası
SK-137	14.03.2025	15.03.2025	29.980140	40.760186	3.34	38	L14 – Yahya Kaptan ile Poyraz Arası
SK-138	19.03.2025	20.03.2025	29.872060	40.762550	24.66	50	L06 – Derince N.G. ile Kuruçeşme Arası
SK-139	20.03.2025	21.03.2025	29.882574	40.762825	9.11	40	L07 – Kuruçeşme ile Seka S.H. Arası
SK-140	23.03.2025	26.03.2025	29.958789	40.774979	46.69	75	L12 – Bekirdere ile Otogar Arası
SK-141	3.04.2025	4.04.2025	29.934587	40.765128	4.28	45.45	L10 – Cumhuriyet ile Milli İrade Park Arası
SK-142	5.04.2025	6.04.2025	29.915416	40.763119	4.81	50	L09 – eka Park ile Cumhuriyet Arası
SK-143	8.04.2025	9.04.2025	29.939141	40.764588	2.09	36	L10 – Cumhuriyet ile Milli İrade Park Arası
SK-144	8.04.2025	9.04.2025	29.940045	40.765562	2.53	40	L10 – Cumhuriyet ile Milli İrade Park Arası

Sondaj Kodu	Sondaj ve Testlerin Başlangıcı	Sondaj ve Testlerin Tamamlanması	X (WGS 1984)	Y (WGS 1984)	Z (m asl)	Depth (m)	L13 – Otogar ile Yahyakaptan arası
SK-145	12.04.2025	17.04.2025	29.920670	40.764937	61.64	93	L09 – Seka Park ile Cumhuriyet Arası
SK-146	12.04.2025	13.04.2025	29.936409	40.764402	1.6	37.5	L10 – Cumhuriyet ile Milli İrade Park Arası
SK-147	18.04.2025	19.04.2025	29.877994	40.763495	11.65	45.45	L07-Kuruçeşme ile -Seka S.H.Arası
SK-148	21.04.2025	23.04.2025	29.918155	40.763289	11.46	55	L09 – Seka Park ile Cumhuriyet Arası
SK-149	24.04.2025	28.04.2025	29.961757	40.775271	17.5	60	L12 – Bekirdere ile Otogar Arası
SK-150	3.05.2025	4.05.2025	30.010604	40.756157	8.89	40.5	L16 – Fındıklı ile Kartepe Arası
SK-151	4.05.2025	5.05.2025	30.008946	40.756444	8.37	35	L16 – Fındıklı - Kartepe Kesimi
SK-152	5.05.2025	7.05.2025	30.005987	40.756828	7.99	40	S19-Fındıklı
SK-153	6.05.2025	7.05.2025	29.928978	40.766029	14.11	50	S13-Cumhuriyet
SK-154	7.05.2025	8.05.2025	29.999650	40.757983	6.34	40.5	L15 – Poyraz - Fındıklı Kesimi
SK-155	8.05.2025	10.05.2025	29.928322	40.766055	14.97	50	S13-Cumhuriyet
SK-156	9.05.2025	11.05.2025	30.004388	40.757107	7.09	45	S19-Fındıklı
SK-157	12.05.2025	14.05.2025	30.005366	40.757003	7.25	40.5	S19-Fındıklı
SK-158	11.05.2025	12.05.2025	30.037502	40.751643	16.98	40.5	L17 – Kartepe ile İzmit Doğu Hattı
SK-159	12.05.2025	13.05.2025	30.041879	40.750353	19.64	35	L17 – Kartepe - İzmit Doğu Kesimi
SK-160	14.05.2025	15.05.2025	30.047625	40.749605	20.83	40.5	S21-İzmit Doğu
SK-161	14.05.2025	15.05.2025	30.007202	40.756780	7.57	45	S19-Fındıklı
SK-162	15.05.2025	16.05.2025	30.046482	40.749693	20.83	40.5	S21-İzmit Doğu
SK-163	15.05.2025	16.05.2025	30.047063	40.749694	20.95	40.5	S21-İzmit Doğu
SK-164	2.07.2025	3.07.2025	29.951516	40.773837		50	S15-BH-03

Proje kapsamında, birimlerin yerinde özelliklerini belirlemek amacıyla 2024–2025 yıllarında gerçekleştirilen temel sondajlarında Standart Penetrasyon Testleri (“SPT”), Presiyometre Testleri (“PMT”), Lugeon testleri ve permeabilite testleri uygulanmıştır.

SPT:

Zeminlerin ve kayaçların yüksek derecede ayrılmış zonlarının yerinde dayanım özelliklerini belirlemek amacıyla, 1,50 m aralıklarla toplam 3.271 adet Standart Penetrasyon Testi gerçekleştirilmiştir. Bu litolojik birimlere ait minimum, maksimum ve ortalama SPT-N₃₀ değerlerindeki değişimler ile birimlerin genel dayanım özellikleri aşağıdaki tabloda sunulmaktadır.

PMT:

Zemin ve kaya birimlerinin mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla, Jeomek Ltd. Şti. tarafından gerçekleştirilen sondajlar sırasında eş zamanlı olarak yerinde presiyometre testleri uygulanmıştır. Bazı seviyelerde test yapılmaya çalışılmış olmakla birlikte, elverişsiz zemin koşulları (özellikle alüvyal siltli/kumlu tabakalarda) nedeniyle presiyometre probunun uygun şekilde yerleştirilememesi sonucu testler başarısız olmuştur. Toplamda 86 adet presiyometre testi gerçekleştirilmiş olup, bunların 3'ü başarısız sonuçlanmıştır.

Geçirgenlik:

Zemin birimlerinin geçirgenlik özelliklerini değerlendirmek amacıyla, 31 sondaj kuyusunda toplam 166 adet sabit yük ve düşen yük permeabilite testi gerçekleştirilmiştir. Sondaj kuyu kimlikleri, derinlikler, formasyon ve litoloji bilgileri ile ilgili test sonuçları aşağıda sunulan veri tablosunda özetlenmiştir.

Tablo 6.16 Standart Penetrasyon Testlerinin Özeti

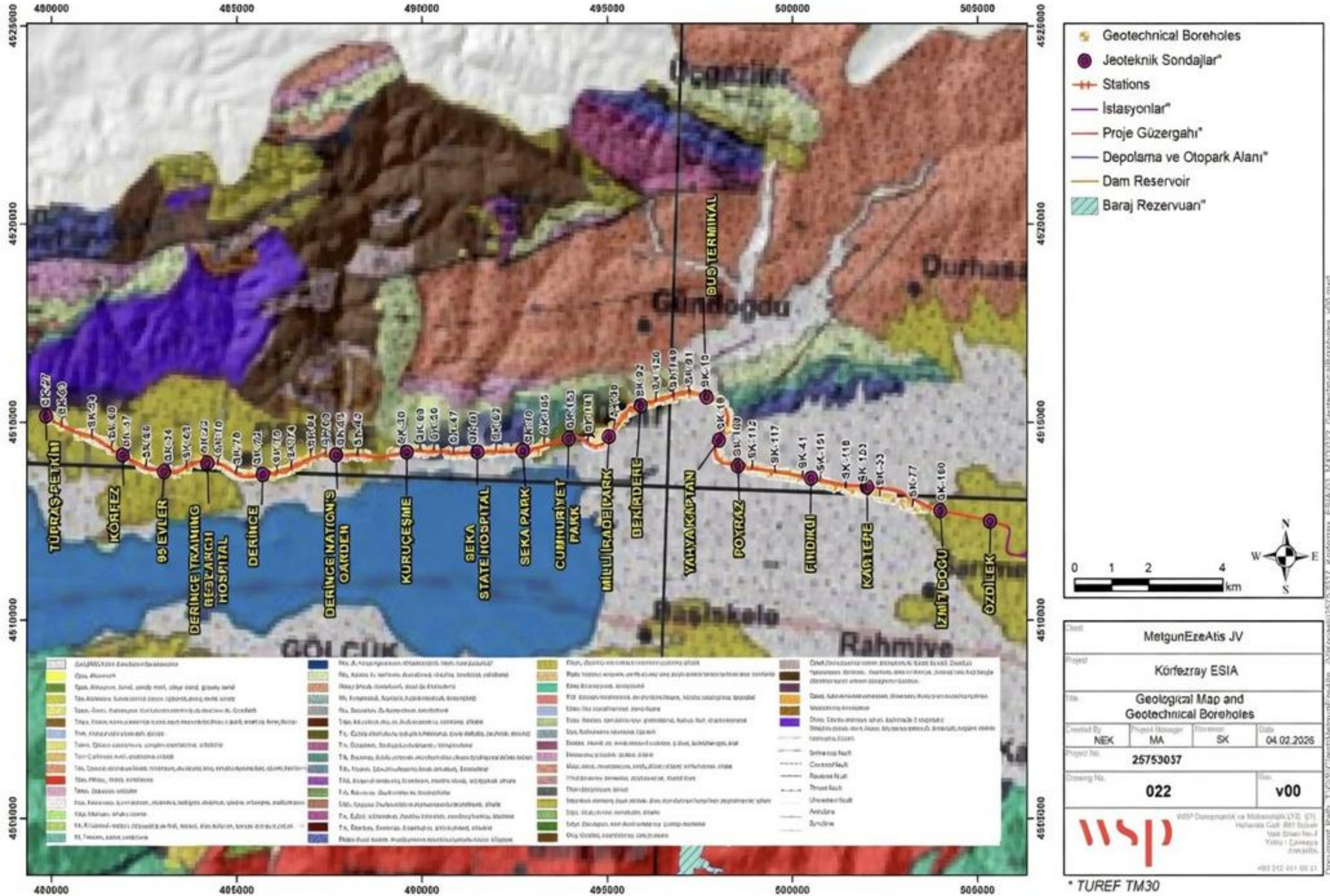
SPT-N ₃₀	Min.	Maks.	Ortalama	%80 Güvenlik Seviyesine Göre Minimum Ortalama SPT-N ₃₀ Değerleri
Dolgu Malzemesi	3	70	36	32
Qal (Alüvyon)	2	100	39	38
Kşf (Kuşdili)	2	71	19	18
TQk (Karapürçek)	10	100	51	50
Trk (Kapaklı)	31	70-R	58	56

Tablo 6.17 Basınçölçer Testlerinin Özeti

Deformasyon Modülü, Es, (Mpa)	Numune Sayısı, n	Min.	Maks.	Ortalama	%80 Güvenlik Seviyesine Göre Minimum Ortalama
Dolgu Malzemesi	3	6	45	28	
Qal (Alüvyon)	105	3	144	30	27-33
Kşf (Kuşdili)	48	3	52	12	10-14
TQk (Karapürçek)	53	11	168	48	43-53
Trk (Kapaklı)	14	71	457	220	178-262

Tablo 6.18 - Lugeon Testlerinin Özeti

Jeolojik Birim	Numune Sayısı, n	Min. K (m/sec)	Max. K (m/sec)	Ortalama K (m/s)	%80 Güvenlik Seviyesine Göre Minimum Ortalama
Qal (Alüvyon)	83	0	8.33E-03	7.94E-04	5.86E-04 – 1.00E-03 (Düşük)
Kşf (Kuşdili)	28	1.05E-08	6.21E-04	5.86E-05	1.98E-05 – 9.75E-05 (Çok düşük)
TQk (Karapürçek)	37	2.32E-08	8.82E-04	7.87E-05	3.71E-05 - 1.20E-04 (Çok düşük)
Trk (Kapaklı)	1	1.76E-04 (Düşük)			



Şekil 6.19 Jeoteknik Sondajlar (Jeolojik ve Jeoteknik Etüt Raporu, 2025'ten düzenlenmiştir)

6.1.4. Jeolojik Tehlikeler ve Sismisite

6.1.4.1. Sismisite

“Sismik Tehlike Hesaplamaları ve Ölçeklendirilmiş Sismik Kayıt Setlerinin Elde Edilmesi Raporu”, 2025 yılında PROTA Mühendislik tarafından hazırlanmıştır. Bu raporda, tarihsel depremler sunulmuş; ayrıca Proje kapsamında olasılıksal sismik tehlike analizleri ile ölçeklendirilmiş deprem yer hareketi kayıtlarının elde edilmesine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Sismisite mevcut durumu kapsamında, aşağıdaki bölümlerde sunulan deprem kayıtları ve aktif faylar raporda dokümanite edilmiştir.

6.1.4.1.1. Aletsel ve Tarihsel Depremler

Sismik veriler iki ayrı döneme ayrılmaktadır: sismometrenin kullanılmaya başlanmasının ardından deprem büyüklüğü, episantr, odak derinliği ve zaman bilgilerinin bilimsel olarak hassas biçimde kaydedildiği aletsel dönem ile yazılı ve arkeolojik kayıtlar gibi tarihsel arşivlerden elde edilen, aletsel kayıt öncesi olayları kapsayan tarihsel dönem. Deprem katalogları, bu heterojen veri setlerini tek bir veri tabanında birleştirerek farklı büyüklük ölçeklerini, bir olay sırasında açığa çıkan fiziksel enerjiyi doğru biçimde temsil eden ortak bir ölçüt olan Moment Büyüklüğü'ne (M_w) dönüştürmektedir. Bu homojenleştirilmiş veriler; deprem tekrarlanma aralıklarının tahmin edilmesi, sismik boşlukların belirlenmesi ve olasılıksal sismik tehlike potansiyellerinin hesaplanması açısından temel veri kaynağını oluşturmaktadır. Türkiye için çeşitli yüksek kaliteli homojen deprem katalogları oluşturulmuştur. Proje kapsamında, Kadirioğlu vd. (2018) tarafından sunulan ve 1900–2012 dönemini kapsayan katalog güncellenerek 2023 yılına kadar meydana gelen sismik olayları içerecek şekilde genişletilmiştir. Bu veri setinin homojenleştirilmesi amacıyla kullanılan özgün büyüklük ölçekleri; Yerel Büyüklük (M_L – Richter), Yüzey Dalgası Büyüklüğü (M_S – Rayleigh ve Love dalgalarına dayalı), Cisim Dalgası Büyüklüğü (M_b – P dalgası genliğine dayalı) ve Süre Büyüklüğü (M_d) olup dönüşüm bağıntıları aşağıda sunulmaktadır:

$$M_w = 0.5716M_S + 2.4980 \quad 3.4 \leq M_S \leq 5.4$$

$$M_w = 0.8126M_S + 1.1723 \quad M_S \geq 5.5$$

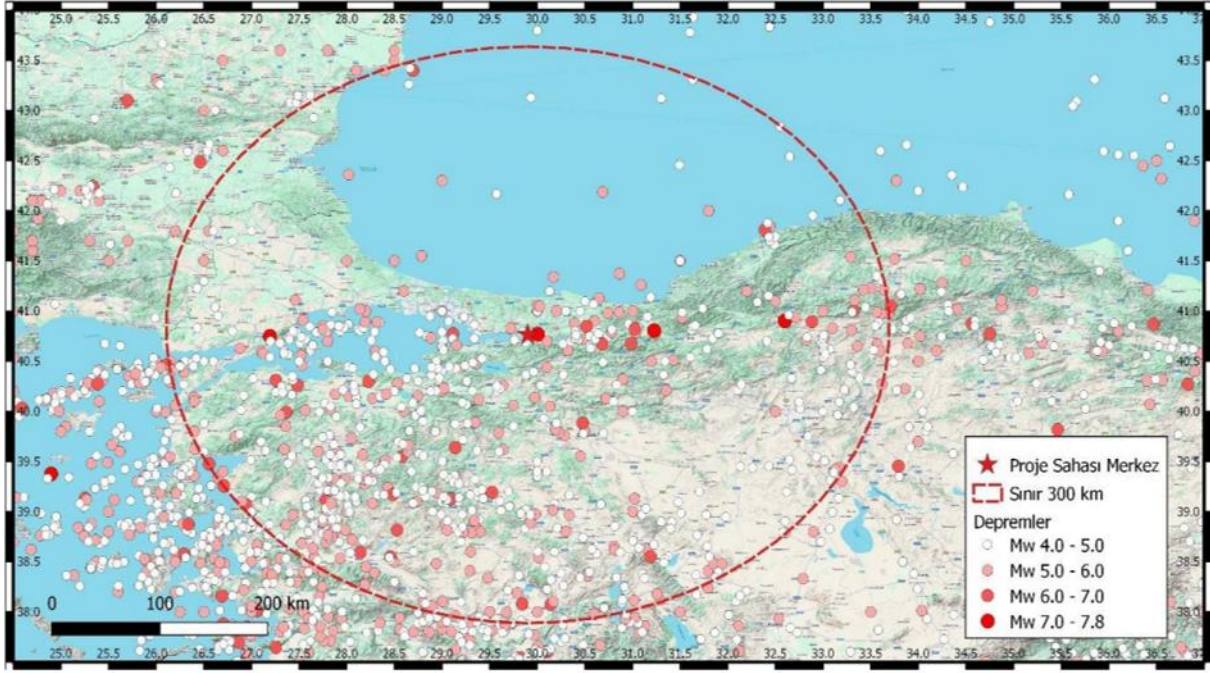
$$M_w = 1.0319M_b + 0.0223 \quad 3.9 \leq M_b \leq 5.8$$

$$M_w = 0.7947M_d + 1.3420 \quad 3.5 \leq M_d \leq 5.0$$

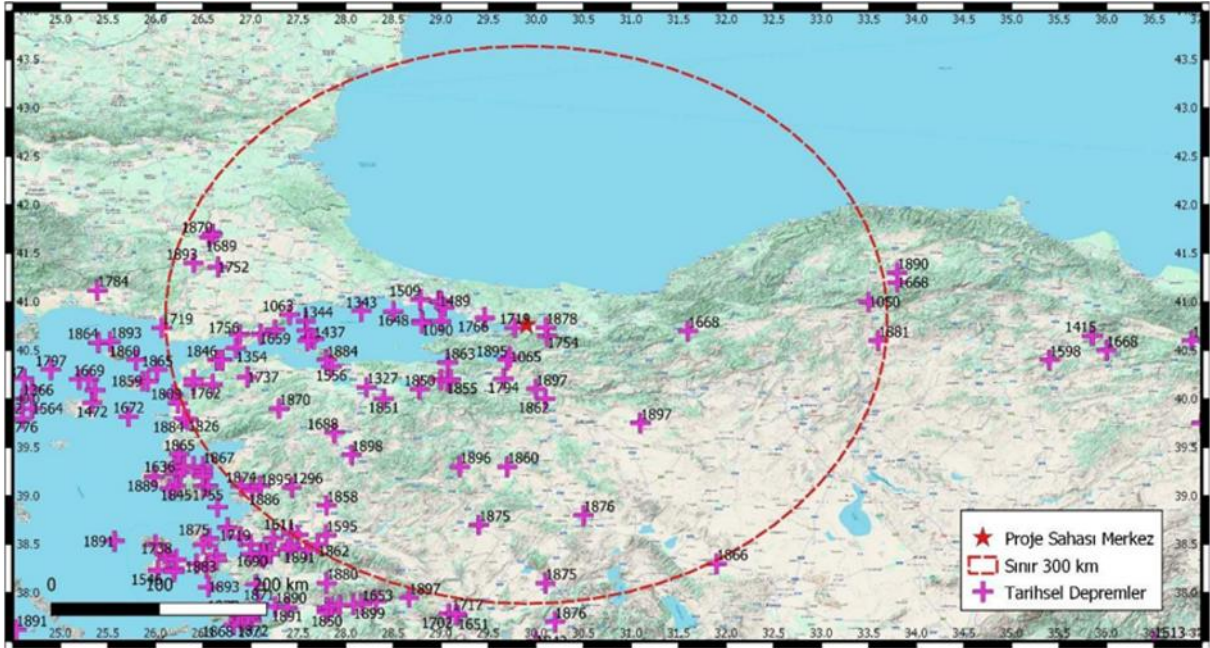
$$M_w = 0.8095M_L + 1.3003 \quad 3.3 \leq M_L \leq 5.3$$

Mevcut veri setlerinin incelenmesi, yaklaşık 100 yıllık aletsel kayıtların deprem tekrarlanma aralıklarının doğru şekilde tahmin edilmesi açısından sınırlı kapsam sunduğunu göstermektedir. Bu zamansal boşluğun giderilmesi ve kapsamlı bir tehlike değerlendirmesi yapılabilmesi amacıyla, Stucchi vd. (2012) ile Zare vd. (2014) tarafından derlenen tarihsel deprem katalogları da kullanılmıştır. Bu birleşik veri setlerinin ayrıntılı değerlendirilmesi sonucunda, Proje Alanı'nı etkileyen aletsel dönem sismisitesini görselleştiren dağılım haritaları (Şekil 6.20) ile tarihsel depremlerin episantr konumlarını gösteren haritalar (Şekil 6.21) oluşturulmuştur. Tarihsel ve aletsel kayıtların birlikte değerlendirilmesi, Proje Alanı ve çevresinin önemli düzeyde sismik aktivite ile karakterize olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Kaydedilen olayların mekânsal dağılımı yüksek sismojenik potansiyele işaret etmekte

olup, proje güzergâhı için yakın alan sismik tehlikesinin ayrıntılı biçimde değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.



Şekil 6.20 Proje Alanı Çevresinde Aletsel Dönemde Kaydedilen Depremler



Şekil 6.21 Proje Alanı Çevresinde Kaydedilen Yıkıcı Tarihsel Depremler

Şekil 6.20’de gösterildiği üzere, Proje güzergâhının yakın çevresinde moment büyüklüğü (Mw) 7,0 ile 7,8 arasında değişen iki büyük sismik olay meydana gelmiştir. Ayrıca tarihsel kayıtlar, saha alanına yaklaşık 10 km mesafede 1719 ve 1878 yıllarında gerçekleşen iki yıkıcı depreme işaret etmektedir. Bu büyük olaylara ek olarak, çevre illerde ve deniz tabanında orta büyüklükte depremlerin yüksek sıklıkta meydana geldiği gözlemlenmiştir. Bu nedenle, bölgesel enerji birikiminin yorumlanabilmesi ve aktif sismik boşlukların belirlenebilmesi açısından paleosismolojik bulguların değerlendirmeye

entegre edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bütüncül yaklaşım, gelecekte meydana gelebilecek olası kırılma senaryolarının Proje Alanı üzerindeki etkilerinin daha sağlam ve güvenilir biçimde öngörülmesine olanak sağlamaktadır.

6.1.4.1.2. Aktif Faylar

Türkiye'nin güncel aktif fay haritasına ve yakın dönem neotektonik çalışmalarına göre (Duman vd., 2018), ülke 18 farklı sismotektonik bölge ile karakterize edilmektedir. Önerilen Proje güzergâhı, en yüksek sismik aktivite ve tehlike düzeyine sahip bölge olan Kuzey Anadolu Fay Zonu ("KAFZ") içerisinde yer almaktadır. KAFZ, Anadolu Bloğu'nun batıya kaçış hareketinin kuzey sınırını tanımlamakta ve başlıca sağ yanal doğrultu atımlı fay sistemi olarak işlev görmektedir. Bu fay sistemi, Avrasya ve Arap Levhaları arasındaki çarpışmadan kaynaklanan deformasyonun büyük bölümünü karşılamaktadır.

KAFZ, doğu Türkiye'den batıya doğru yaklaşık 1600 km boyunca tek bir iz halinde uzanmakta; ancak Bolu yakınlarındaki Mudurnu Vadisi'ne ulaştığında önemli bir geometrik segmentasyona uğramaktadır. Fay zonu burada iki ana kola ayrılmaktadır: Kuzey Kol ve Güney Kol. Bu projenin sismik tehlike değerlendirmesi kapsamında her iki kol ile güzergâhın 200 km yarıçapı içerisindeki tüm aktif faylar ayrıntılı şekilde değerlendirilmiştir.

Saros Körfezi'ne kadar uzanan Kuzey Kol, güney kollara kıyasla belirgin biçimde daha yüksek sismik aktivite göstermekte ve kıtasal yer değiştirmede baskın rol oynamaktadır. Bu yüksek aktivite; 17 Ağustos 1999 Gölcük Depremi ile Ambraseys ve Finkel (1991) tarafından ayrıntılı biçimde incelenen 1912 Ganos Depremi (Mw 7,3–7,4) gibi yıkıcı tarihsel olaylarla ortaya konmuştur.

Projenin risk değerlendirmesi açısından kritik kavramlardan biri "sismik boşluk"tur. Bu terim, tarihsel dönemlerde komşu segmentlerin kırılmış olmasına rağmen uzun süre büyük deprem üretmemiş aktif fay segmentlerini tanımlamaktadır. Bu kilitli segmentler, tektonik hareket nedeniyle sürekli elastik enerji biriktirmekte ve gerilimin kritik eşiği aşması durumunda gelecekteki yıkıcı depremlerin en olası başlangıç noktaları olarak değerlendirilmektedir.

Günümüzde Kuzey Kol'un Orta Marmara Segmenti önemli bir sismik boşluk niteliğinde olup 250 yılı aşkın süredir büyük bir deprem üretmemiştir ve bu nedenle yüksek kırılma olasılığı taşımaktadır. Buna karşılık, Mudurnu Vadisi'nden güneye ayrılan fay sistemi iki kola daha bölünmektedir. Kuzey Anadolu Fayı'nın orta kolu Mudurnu Vadisi'nden Biga-Çan Bölgesi'ne doğru uzanırken, güney kol orta kola yaklaşık 50 km güneyde paralel şekilde Ege Denizi'ne kadar devam etmektedir.

Fay yüzeylerinde biriken tektonik gerilimin boşalması genellikle ani kırılmalar yoluyla gerçekleşmekte ve fay bloklarının hızlı görelî hareketine neden olmaktadır. Bu süreç kalıcı zemin deformasyonları ve sismik dalgaların yayılımı ile sonuçlanmaktadır. Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun kayma hızlarının belirlenmesine yönelik çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir. Jeodezik hesaplamalar yaklaşık 20 ± 4 mm/yıl kayma hızına işaret etmektedir. Buna bağlı olarak, McClusky vd. (2003) ile Reilinger vd. (2006) çalışmaları, Marmara Bölgesi'nde levha hareketinin büyük bölümünün Kuzey Kol tarafından karşılandığını doğrulamaktadır.

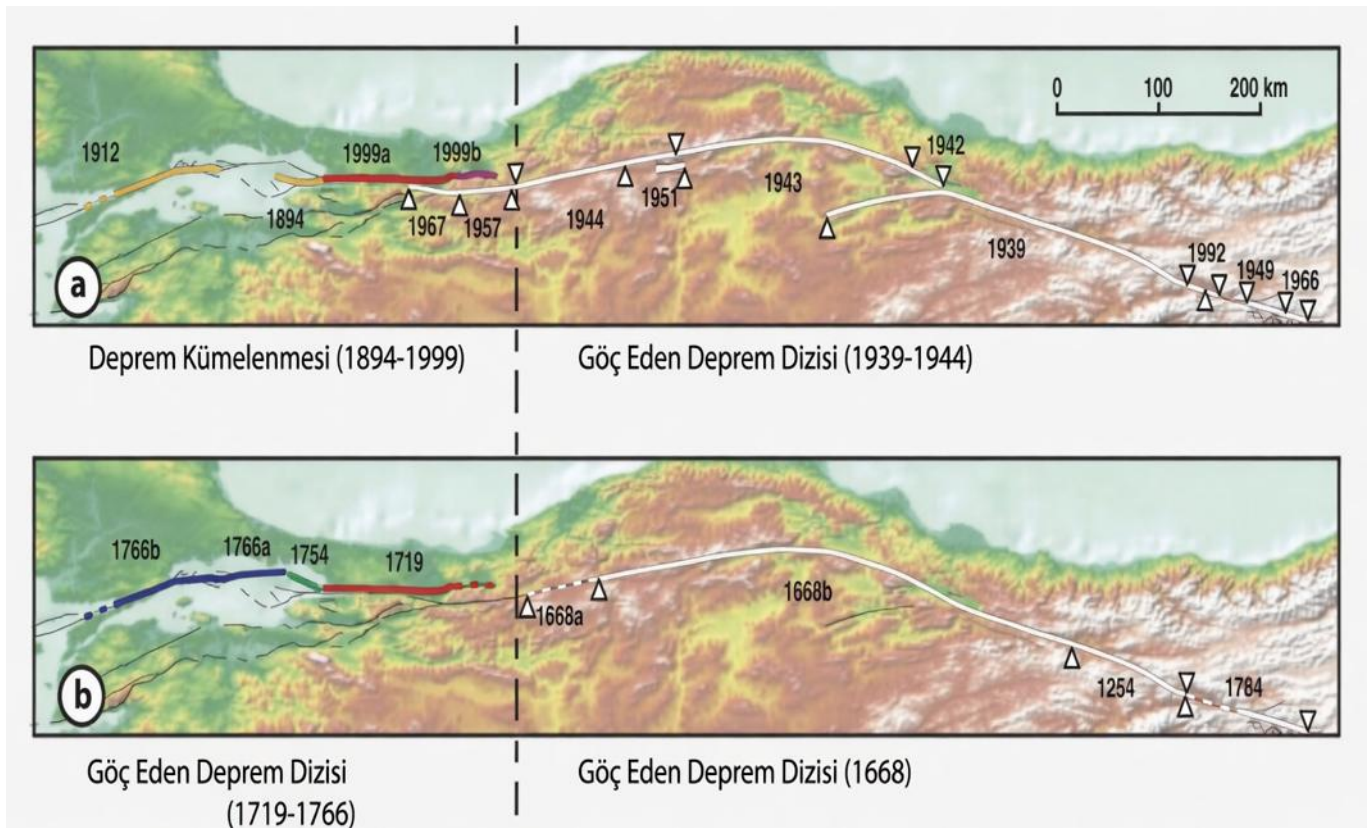
Sismik tehlike analizinde Kuzey Kol için 20 mm/yıl kayma hızı benimsenmiş, Orta Kol ise 24 ± 1 mm/yıl hız ile modellenmiştir. KAFZ'nin deprem üretim özellikleri incelendiğinde, sismik olayların zaman içerisinde rastlantısal biçimde oluşmadığı; aksine fay zonunun domino etkisi benzeri bir ilerleme ile

kırıldığı ve zamansal kümelenme eğilimi gösterdiği anlaşılmaktadır. Tarihsel kayıtlar, yüzlerce kilometrelik fay segmentlerinin kısa zaman aralıklarında ardışık şekilde kırıldığını göstermektedir.

Bu davranışın en belirgin örneği, 1939 Erzincan Depremi ile başlayan ve sistematik biçimde batıya ilerleyen 20. yüzyıl sismik fırtınasıdır. Bu süreçte yaklaşık 700 km uzunluğundaki fay segmentleri kırılmış ve 3 ila 7 metre arasında değişen kaymalar meydana gelmiş; doğu kesiminde önemli ölçüde kırılmamış segment kalmamıştır.

Bu tarihsel davranış modeli, güncel sismik riskin değerlendirilmesi açısından kritik bilgiler sunmaktadır. 1999 İzmit ve Düzce depremleri doğu segmentlerde birikmiş enerjiyi boşaltmış olsa da, tektonik gerilimi etkili biçimde batıya, Marmara Denizi altındaki segmentlere aktarmıştır. 17. ve 20. yüzyıllarda gözlenen tarihsel döngülerle uyumlu olarak, Marmara Denizi altındaki fay segmentinin yeni bir kırılma döngüsünün eşiğinde olduğu bilimsel bir gerçeklik olarak değerlendirilmektedir.

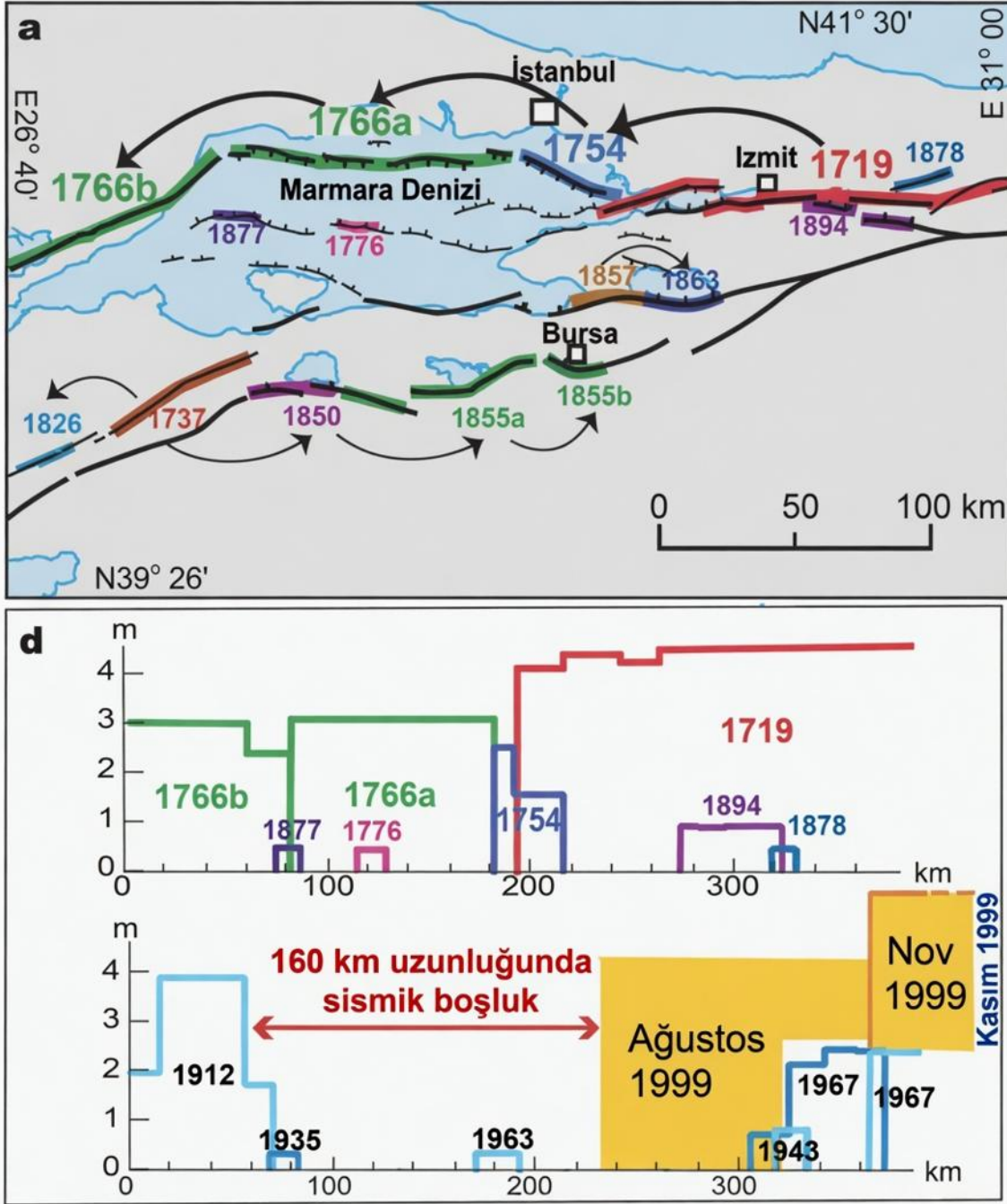
Analizler, Marmara Denizi içerisindeki yaklaşık 160 km uzunluğundaki kilitli segmentte sürekli levha hareketi nedeniyle 5 metreyi aşan bir kayma açığı biriktiğini göstermektedir. Ayrıca KAFZ'nin Güney Kolu, 1700 yılından bu yana büyük bir deprem üretmemiş olup, bu durum ilgili segmentte önemli düzeyde gerilim birikimine işaret etmektedir.



Şekil 6.22 KAFZ Boyunca Mw ≥ 7,0 Büyüklüğündeki Deprem Kırılmalarının Zaman ve Konum Açısından Dağılımı (Pondard vd., 2007)

Bir çalışmada, Hubert-Ferrari (Hubert-Ferrari vd., 2000), 1700–1900 yılları arasında meydana gelen tarihsel deprem dizisini modellemek amacıyla belirli fay geometrileri tanımlamıştır. Bazı veri noktalarının olduğundan yüksek tahmin edilmiş olabileceği kabul edilmekle birlikte, Marmara Denizi altındaki faylara ilişkin yüksek sürtünme oranı varsayımı hariç olmak üzere modellerin genel çerçevesi korunmuştur. Analiz kapsamında, Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve onun Kuzey Kolu ("NNAF") ile ilişkili

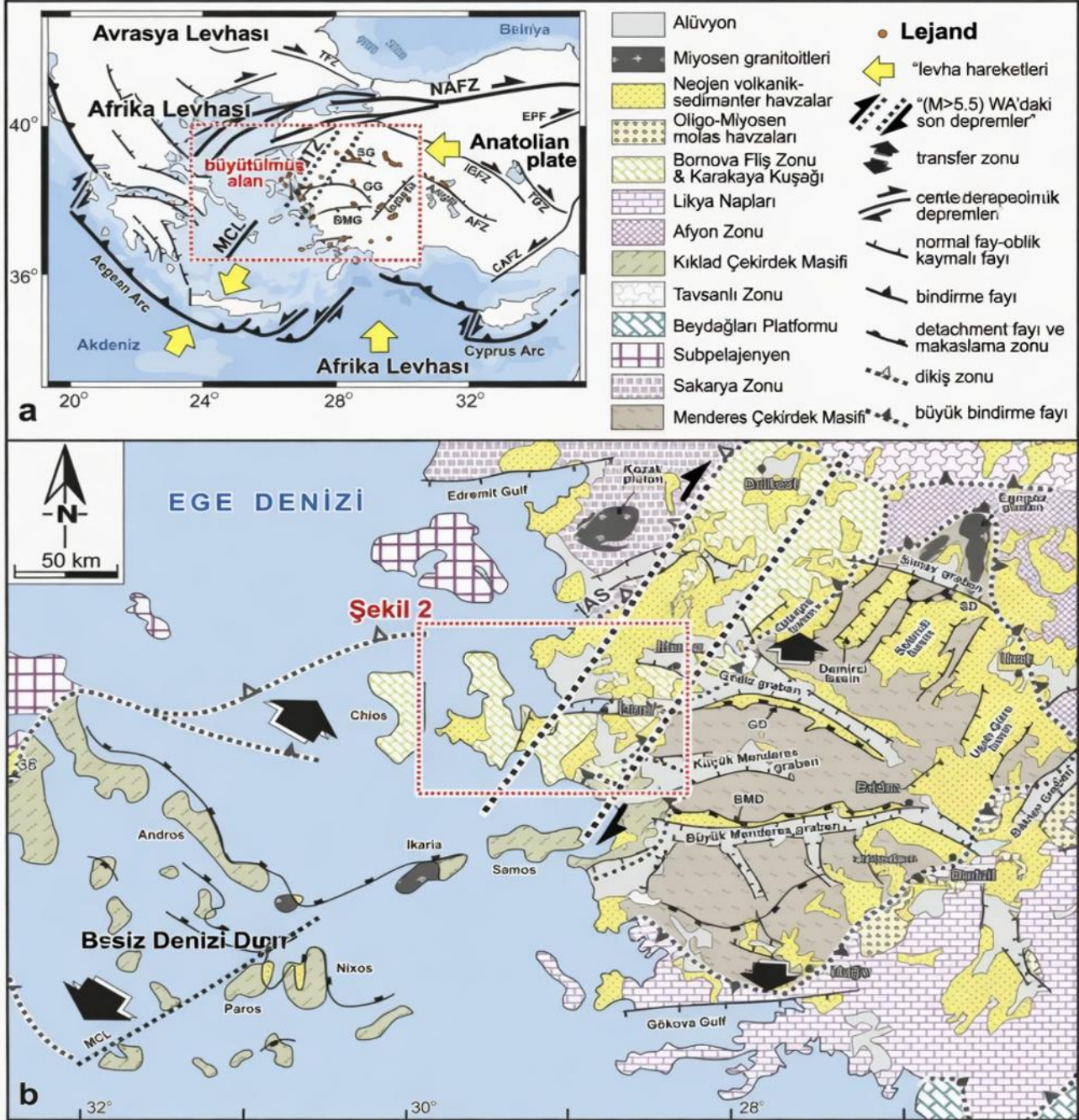
fay düzlemleri boyunca levha hareketine paralel olarak çözümlenen sismik kaymalar modellenmiş olup, çalışma özellikle 26°40' D ile 31°10' D boylamları arasındaki alanı kapsamaktadır. Sonuç olarak, bu modelleme çalışmaları Marmara Denizi tabanı boyunca yaklaşık 160 km uzunluğunda bir sismik boşluğun varlığına ilişkin önemli kanıtlar sunmaktadır.



Şekil 6.23 1700–1900 Dönemindeki Depremlerin Modellemesinde Kullanılan Fay Konumları ve 1700 Yılından İtibaren Kuzey Anadolu Fayı Boyunca Çözümlenen Sismik Kaymalar (Hubert-Ferrari vd., 2000)

Proje Alanı'nın güneyinde yer alan Ege Bölgesi, Anadolu Bloğu'nun batıya kaçış hareketiyle ilişkili genişlemeli bir tektonik rejim tarafından kontrol edilmekte olup, bu süreç doğu–batı (D–B) ve kuzeydoğu–güneybatı (KD–GB) doğrultulu başlıca graben sistemlerinin oluşumuna neden

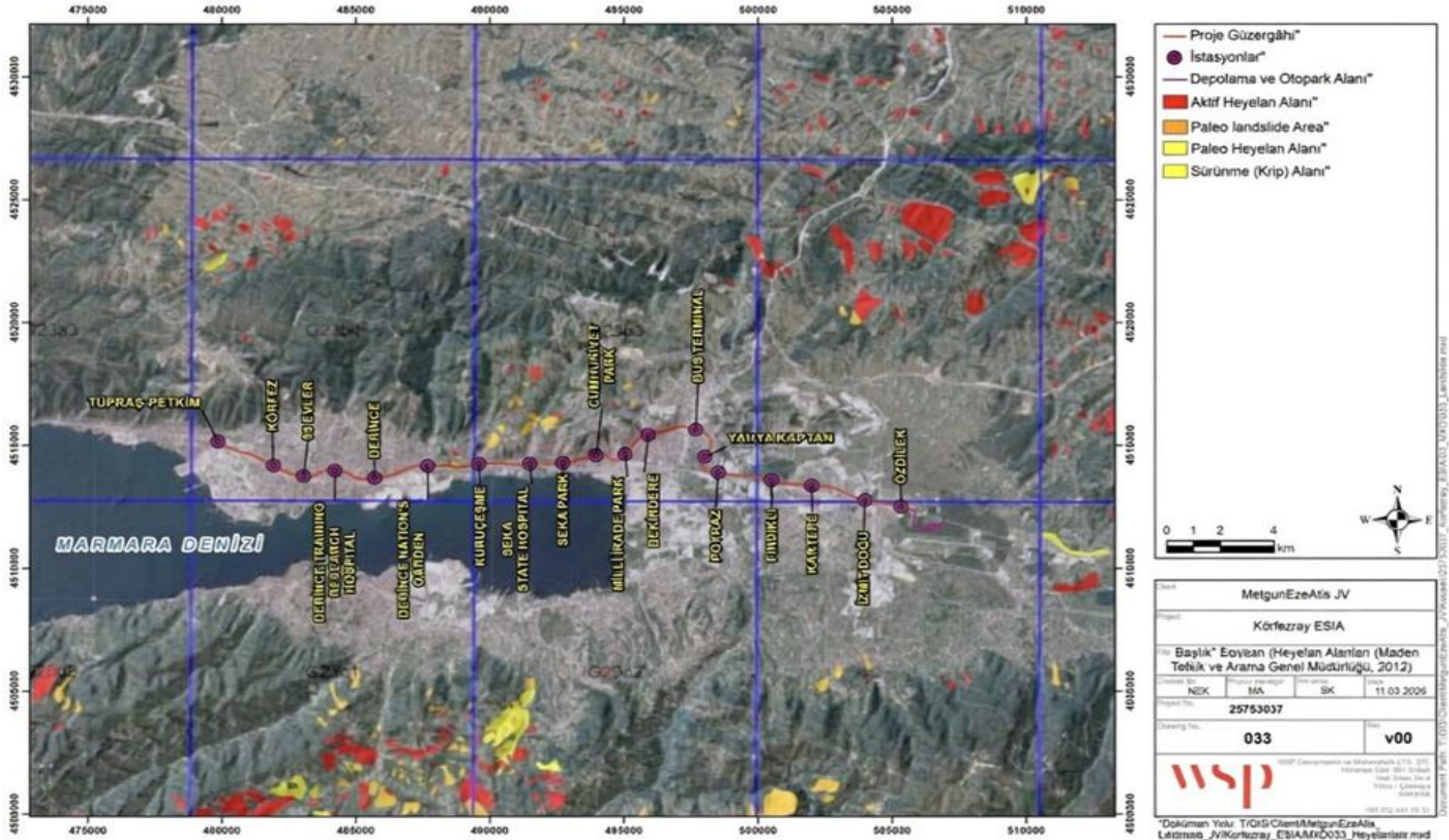
olmaktadır. Jeodezik veriler, batıya doğru hareketin ve kabuksal gerilmenin giderek arttığını göstermektedir. İzmir–Balıkesir Transfer Zonu (“İBTZ”) ise havza gelişimini etkileyen önemli bir transtansiyonel makaslama zonu olarak işlev görmektedir. Uzel vd. (2012)’ye göre, Miyosen–Kuvaterner deformasyonu üç aşamada gelişmiştir: erken transtansiyon, Pliyosen deformasyonu ve güncel doğrultu atımlı faylanma ile normal faylanma evresi. Bu süreçler, bölgenin karmaşık sismik davranışının şekillenmesinde belirleyici olmuştur.



Şekil 6.24 Ege Bölgesi’ndeki Başlıca Tektonik Unsurların Basitleştirilmiş Haritası

6.1.4.2. Heyalanlar

MTA Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan 1/500.000 ölçekli Türkiye Heyelan Envanter Haritası'na göre, Proje Güzergâhı'nın geçtiği bölgelerde çeşitli aktif ve paleo-heyelan zonları bulunmaktadır. Paleo-heyelan alanları Kuruçeşme, Seka Devlet Hastanesi ve Seka Park istasyonları civarında yer alırken, aktif heyelan alanları daha yüksek kotlarda ve Proje Güzergâhı'ndan yaklaşık 5 ila 10 kilometre uzaklıkta bulunmaktadır (Şekil 6.25).



Şekil 6.25 Heyelan Alanları (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 2012)

6.1.5. Toprak ve Alt Toprak

6.1.5.1. Toprak Özellikleri

Türkiye’de bulunan çok sayıdaki toprak tipinden 22 tanesi “Ana Toprak Grubu” olarak değerlendirilmektedir. Proje Alanı’nın önemli bir bölümü kentsel alanlardan geçmekte olup, geri kalan kesimler ağırlıklı olarak alüvyal topraklardan oluşmaktadır. Bu toprak tipi aşağıda açıklanmaktadır:

Alüvyal Topraklar:

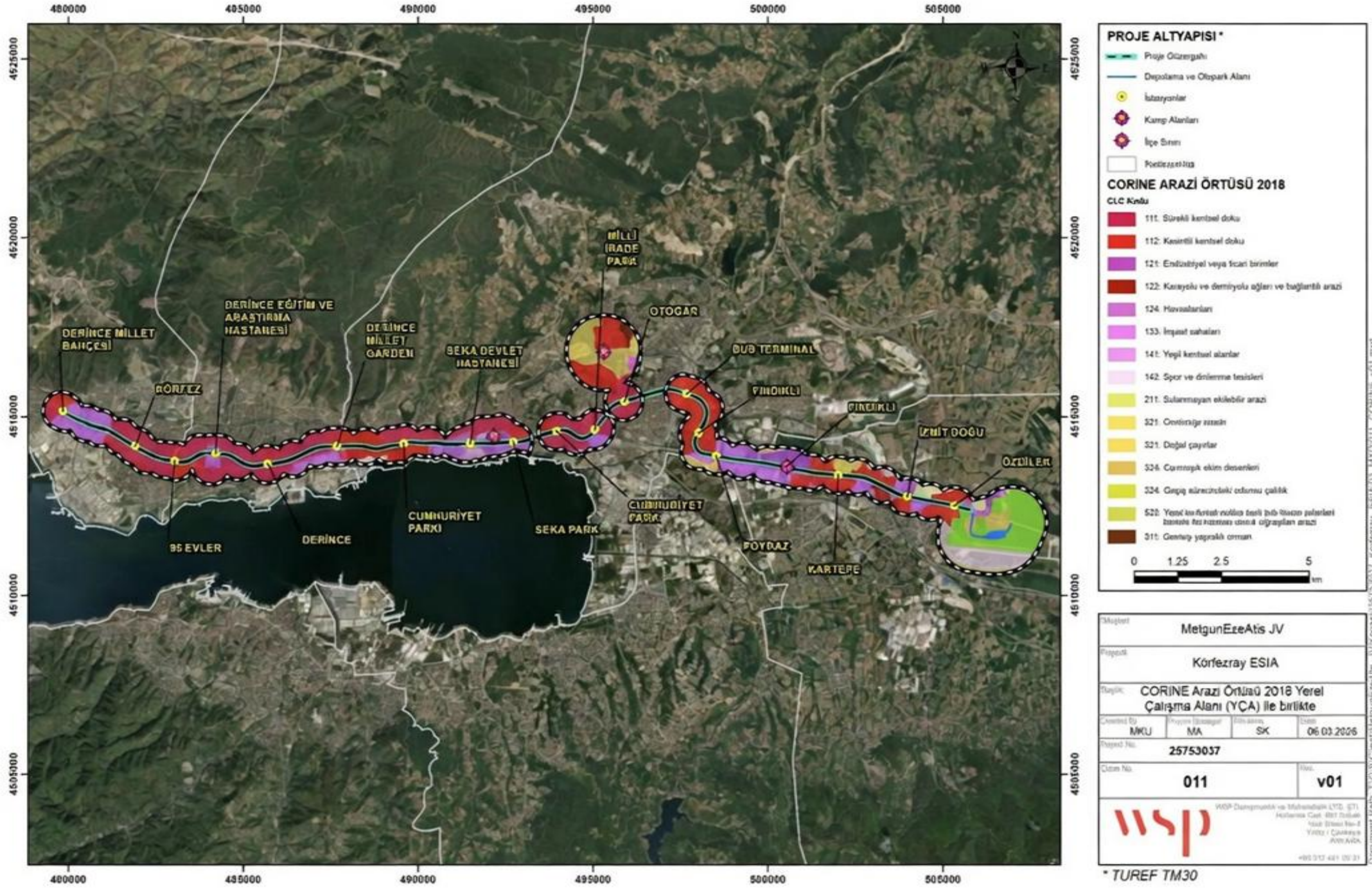
Bu topraklar, akarsular tarafından taşınan kil, kum ve çakıl gibi materyallerin birikmesi sonucu oluşmaktadır. Mineral ve organik madde bakımından zengin olan bu topraklar verimli nitelikte olup, bu nedenle tarımsal faaliyetlerde yoğun şekilde kullanılmaktadır.

Proje güzergâhı çevresine ilişkin CORINE 2018 verileri Şekil 6.26’da sunulmaktadır. CORINE 2018 arazi örtüsü verilerine göre çalışma alanı aşağıdaki kullanım türlerini içermektedir:

- Sürekli kentsel doku
- Süreksiz kentsel doku
- Endüstriyel veya ticari birimler
- Karayolu ve demiryolu ağları ile ilişkili alanlar
- Havalimanları
- İnşaat sahaları
- Kentsel yeşil alanlar
- Spor ve rekreasyon alanları
- Sulanmayan ekilebilir tarım alanları
- Meralar
- Karma tarım desenleri
- Önemli doğal bitki örtüsü alanları içeren tarım alanları
- Geniş yapraklı ormanlar
- Doğal çayırlar
- Geçiş niteliğindeki ormanlık-çalılık alanlar
- Deniz ve okyanus alanları

Proje güzergâhı üzerindeki erozyon riskleri, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (“ÇŞİDB”) tarafından hazırlanan ve e-Devlet portalı üzerinden erişilebilen “Türkiye Su Erozyonu Haritası¹” kullanılarak belirlenmiştir. Bu haritaya göre, Yerel Çalışma Alanı (“LSA”) içerisinde Özdilek İstasyonu’ndan Tren Park ve Depolama Alanı’na kadar olan kesimde erozyon kategorisi çok hafif erozyondan çok şiddetli erozyona kadar değişiklik göstermektedir.

¹ <https://www.turkiye.gov.tr/csb-su-erozyonunun-izlenmesi-ve-degerlendirilmesi?erozyon=Haritasi>



Şekil 6.26 CORINE Arazî Örtüsü 2018

6.1.5.2. Toprak Kalitesi

Türkiye’de kirlenmiş sahalara ilişkin resmî bir kayıt veya arşiv sistemi bulunmamaktadır. Bu nedenle, Proje güzergâhı boyunca mevcut veya geçmiş endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan dökülmeler, atık boşaltımları, düzensiz belediye depolama alanları vb. nedenlerle bilinen veya şüphe edilen herhangi bir kirlenmiş alanın varlığına işaret edecek mevcut durum verisi bulunmamaktadır. Bugüne kadar proje planlama ve tasarım çalışmaları kapsamında gerçekleştirilen jeolojik ve diğer incelemelerde bu tür alanlara rastlanmamış, ayrıca kapsam belirleme saha ziyaretlerinde de herhangi bir bulgu gözlemlenmemiştir. Bununla birlikte, münferit kirlenme alanlarının varlığı tamamen dışlanamamaktadır.

Proje güzergâhının büyük ölçüde kentsel alanlardan geçmesi dikkate alındığında, güzergâh üzerindeki endüstriyel tesislerin çevresi dışında tarihsel toprak kirliliği ile karşılaşma potansiyelinin düşük olduğu değerlendirilmektedir. Toprak numune alma noktalarının belirlenmesi sırasında güzergâh boyunca bulunan endüstriyel tesisler, akaryakıt istasyonları, perakende satış istasyonları ve potansiyel olarak tehlikeli madde depolayan tesisler de tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak, toprak numune alma noktaları Tablo 6.20 ve Şekil 6.27’de sunulmaktadır.

“Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik”, 8 Haziran 2010 tarihinde yayımlanmış (Resmî Gazete: 27605) ve yayımlandığı tarihten itibaren tam olarak yürürlüğe girmiştir. Söz konusu yönetmelik uyarınca; kirliliğin önlenmesi, kirlenmiş alanlarda kirlenici yayılımının durdurulması ve kirliliğin boyutunun belirlenmesi zorunlu tutulmuştur. Proje faaliyeti için kontrol edilmesi gereken parametreler Yönetmelik kapsamında aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.

Numuneler, “NACE Kodu 4931: Kentsel ve banliyö kara yolu yolcu taşımacılığı” ile “NACE Kodu 4939: Başka yerde sınıflandırılmamış diğer kara yolu yolcu taşımacılığı” faaliyetleri esas alınarak, Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik kapsamında analiz edilmiştir.

Tüpraş Petkim İstasyonu, Tüpraş İzmit Rafineri Tesisi’nin memba tarafında ve daha yüksek kotta yer almaktadır. Bu nedenle, Tüpraş İzmit Rafineri Tesisi kaynaklı olası herhangi bir kirlenmenin yeraltı suyu aracılığıyla bu istasyona taşınması beklenmemektedir. Ancak buna rağmen, Tüpraş İzmit Rafineri Tesisi için geçerli olan NACE koduna dayalı olarak S1 ve S2 istasyonlarında toprak analizi yapılması önerilmiştir. Bu doğrultuda, yukarıda listelenen parametrelere ek olarak, Tüpraş Petkim İstasyonu’ndan alınan toprak numuneleri toprağın kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla analiz edilmiş ve proje kapsamında alınan numuneler “NACE Kodu 1920: Rafine petrol ürünleri üretimi” doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Tablo 6.19 Türk Mevzuatında Tanımlanan Analitik Parametreler

Eylem Kodları	Faaliyet Detayları	Mevzuat Kapsamında Zorunlu Parametreler
1920	Rafine petrol ürünleri üretimi	TOX, TPH, As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, V, Zn
4931	Kentsel ve banliyö kara yolu yolcu taşımacılığı	TPH, BTEX, TVOCs
4939	Başka yerde sınıflandırılmamış diğer kara yolu yolcu taşımacılığı	TPH, BTEX, TVOCs

Proje güzergâhı boyunca mevcut durum toprak kalitesini belirlemek amacıyla, proje hattının farklı kesimlerinden 4 adet toprak numunesi alınmış ve analiz edilmiştir (bkz. Tablo 6.20 ve Şekil 6.27). Parametrelere ilişkin analiz sonuçları Tablo 6.21’de sunulmaktadır.

Tablo 6.20 Numune Kimlikleri ve Koordinatlar

Örneklerin İsmi	Koordinatlar
S-1	X:29.760638° Y:40.771507°
S-2	X:29.762067° Y:40.770468°
S-3	X:30.005544° Y:40.756897°
S-4	X:30.068229° Y:40.741370°

Körfezray ESİA - Temel Toprak Örnekleme Konumları Haritası



wsp	Client: MetgunEzeAtis JV Zlzmğür	Proje: Körfezray ESİA	Tarih: 10.04.2026	Çizim No: 044
		Başlık: Temel Toprak Örnekleme Konumları Haritası		

Şekil 6.27 Toprak Numune Alma Noktaları

Tablo 6.21 Mevcut Durum Toprak Kalitesi Analiz Sonuçları

Parametreler	Birim	Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik								
		S-1	S-2	S-3	S-4	Toprak yutulması ve cilt teması yoluyla absorpsiyon (mg/kg fırın kuru toprak)	Dış ortamda uçucu maddelerin solunması (mg/kg fırın kurutulmuş toprak)	Dış ortamda kaçak tozun solunması (mg/kg fırın kuru toprak)	Kirleticilerin yeraltı suyuna taşınımı ve yeraltı suyunun içme amaçlı kullanımı	
									SF = 10	SF = 1
Benzen	mg/kg	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	12	1	-	0.006	0.0006
Toluen	mg/kg	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	6,257	925	-	5	0.5
Etilbenzen	mg/kg	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	7,821	14	-	4	0.4
Ksilenler	mg/kg	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	15,643	298	-	81	8
Toplam Uçucu Organik Bileşikler (TVOC)	mg/kg	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	-	-	-	-	-
Toplam Organik Halojenler (TOX)	mg/kg	83.12	21	-	-	-	-	-	-	-
Toplam Petrol Hidrokarbonları (TPH)	mg/kg	<25	<0.25	<25	<25	-	-	-	-	-
Arsenik (As)	mg/kg	3.43	2.52	-	-	0.4	-	471	3	0.3
Kadmiyum (Cd)	mg/kg	<0.5	<0.5	-	-	70	-	1124	27	3
Kobalt (Co)	mg/kg	4.55	9.90	-	-	23	-	225	5	0.5
Antimon (Sb)	mg/kg	3.40	<1	-	-	31	-	-	2	0.2
Vanadyum (V)	mg/kg	31.4	21.2	-	-	548	-	-	2,556	256
Cıva (Hg)	mg/kg	<0.1	<0.1	-	-	23	3	-	3	0.6
Çinko (Zn)	mg/kg	492	21.7	-	-	23,464	-	-	6,811	681
Bakır (Cu)	mg/kg	37.5	3.4	-	-	3,129	-	-	514	51
Nikel ("Ni")	mg/kg	23.6	15.5	-	-	1,564	-	-	13	1
Kurşun (Pb)	mg/kg	18.7	26.5	-	-	400	-	-	135	14
Baryum (Ba)	mg/kg	69.4	100.0	-	-	15,643	-	433702	288	29
Krom ("Cr")	mg/kg	59.6	19.9	-	-	117,321	-	-	-	-

Bu çalışma kapsamında ölçülen toprak konsantrasyonları, Yönetmeliğin Ek I bölümünde yer alan “Toprak Numune Alma Lokasyonları genel limit değerleri” ile karşılaştırılmıştır.

Güncellenmiş yönetmeliğin Ek I kısmı, maruziyet yollarına (iletim yollarına) bağlı olarak farklı genel limit değerleri içermektedir:

- Genel Limit Değer-1: Toprak yutulması ve cilt teması yoluyla absorpsiyon
- Genel Limit Değer-2: Dış ortamda uçucu maddelerin solunması
- Genel Limit Değer-3: Dış ortamda kaçak tozun solunması
- Genel Limit Değer-4: Kirleticilerin yeraltı suyuna taşınımı ve yeraltı suyunun içme amaçlı kullanımı (Güvenlik Faktörü (SF) = 1 veya 10)

Genel Limit Değer-1 ve Genel Limit Değer-3 yüzey/sıg toprak numuneleri için; Genel Limit Değer-2 ve Genel Limit Değer-4 ise alt toprak (sub-soil) numuneleri için kullanılmaktadır.

Toprak analiz sonuçlarına göre:

- **Arsenik konsantrasyonu**, S-1 ve S-2 noktalarında toprak yutulması veya cilt teması ile yeraltı suyuna kirleticili taşınımı ve içme suyu kullanımı (SF=1) kriterleri için belirlenen yasal eşikleri aşmıştır. Ayrıca S-1 noktasında, yeraltı suyuna kirleticili taşınımı ve içme suyu kullanımı (SF=10) parametresi de aşılmıştır.
- **Kobalt konsantrasyonu**, S-1 ve S-2 noktalarında SF=1 için belirlenen sınırları aşarken, S-2 noktasında SF=10 kriteri de aşılmıştır.
- **Antimon konsantrasyonu**, S-1 noktasında SF=1 ve SF=10 limit değerlerini aşmıştır.
- **Nikel konsantrasyonları**, S-1 ve S-2 noktalarında SF=1 ve SF=10 limitlerini aşmıştır.
- **Kurşun konsantrasyonları**, S-1 ve S-2 noktalarında SF=1 limitini aşmıştır.
- **Baryum konsantrasyonları**, S-1 ve S-2 noktalarında SF=1 limitini aşmıştır.

Diğer parametreler (Benzen, Toluen, Etilbenzen, Ksilenler, Kadmiyum, Vanadyum, Cıva, Çinko, Bakır, Krom) ise ilgili yönetmelik sınır değerleri içinde kalmıştır.

6.1.6. Hidroloji ve Yüzey Suları

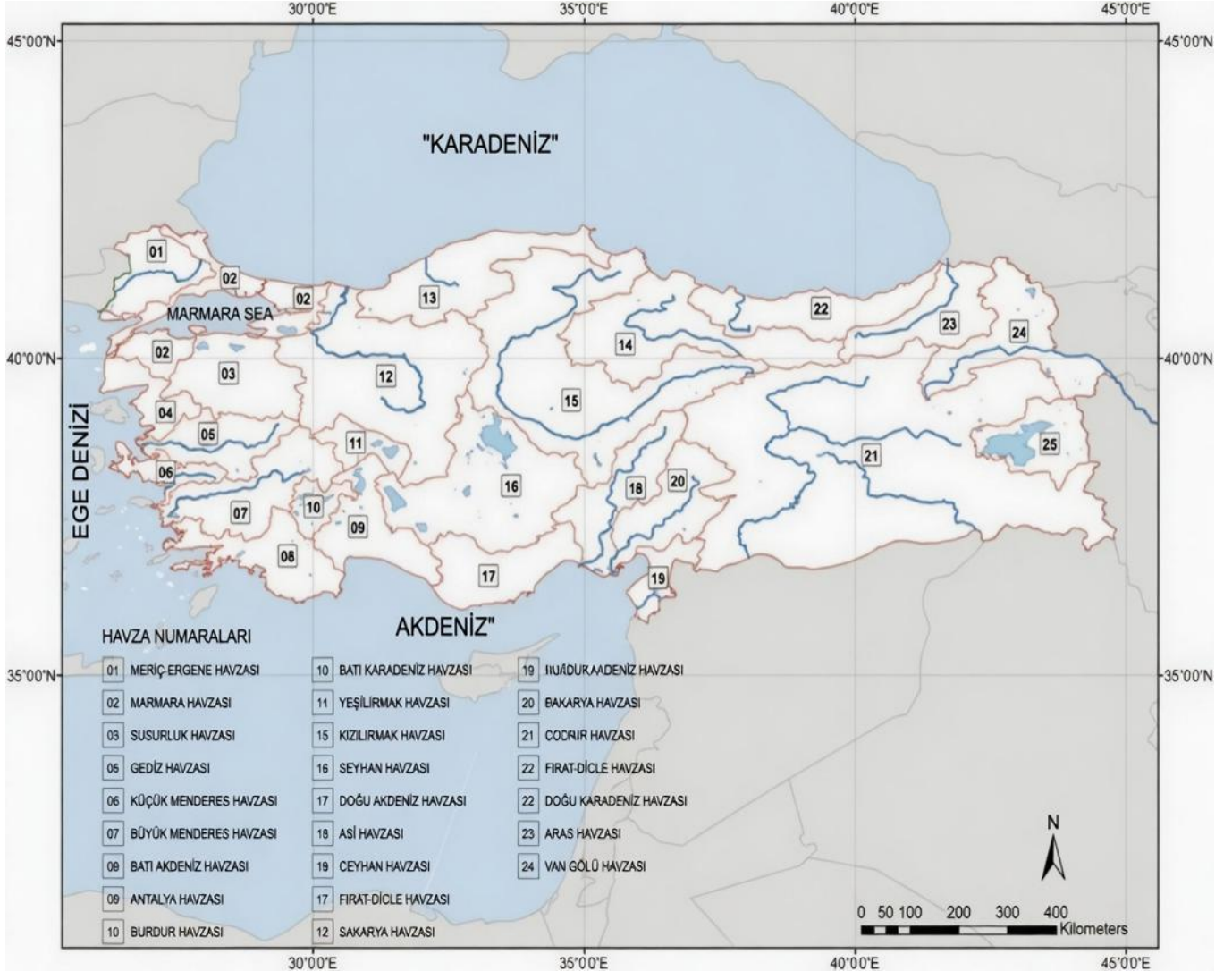
6.1.6.1. Proje Düzeyi Bilgileri

Hidrolojik açıdan Türkiye, coğrafi konum, iklim koşulları ve akarsu ağı özellikleri dikkate alınarak 25 ana havzaya ayrılmıştır (Şekil 6.28). Ülkenin kuzeybatısında yer alan Marmara Havzası, bu temel birimlerden biri olup yaklaşık 23.500 km²'lik bir drenaj alanını kapsamaktadır. Havza; Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Edirne, İstanbul, Kırklareli, Kocaeli, Tekirdağ ve Yalova illerinin tamamını veya bir kısmını içermektedir.

Özgün coğrafi yapısı nedeniyle Marmara Havzası, üç farklı alt havzanın birleşimiyle oluşan hidrolojik bir sistem niteliği taşımaktadır. Proje Alanı, havzanın doğu kesiminde, Anadolu yakasında yer almakta olup yaklaşık 7.664 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Bu bölge, çoğunlukla Kuzey Marmara Havzası Kocaeli Kuzey Hafif Raylı Ulaşım Sistemi (Körfezray Metro) Projesi

olarak adlandırılmakta ve İstanbul, Kocaeli ve Sakarya illerini kapsayan kritik bir hidrolojik sistem oluşturmaktadır.

Türkiye'nin en yoğun nüfuslu ve hızlı dönüşüm geçiren bölgelerinden biri olan bu havzada hidrolojik karakter; doğal süreçler ile son 40 yıl içerisinde artan antropojenik baskıların karmaşık etkileşimi tarafından şekillenmektedir.



Şekil 6.28 Türkiye'deki Nehir Havzaları

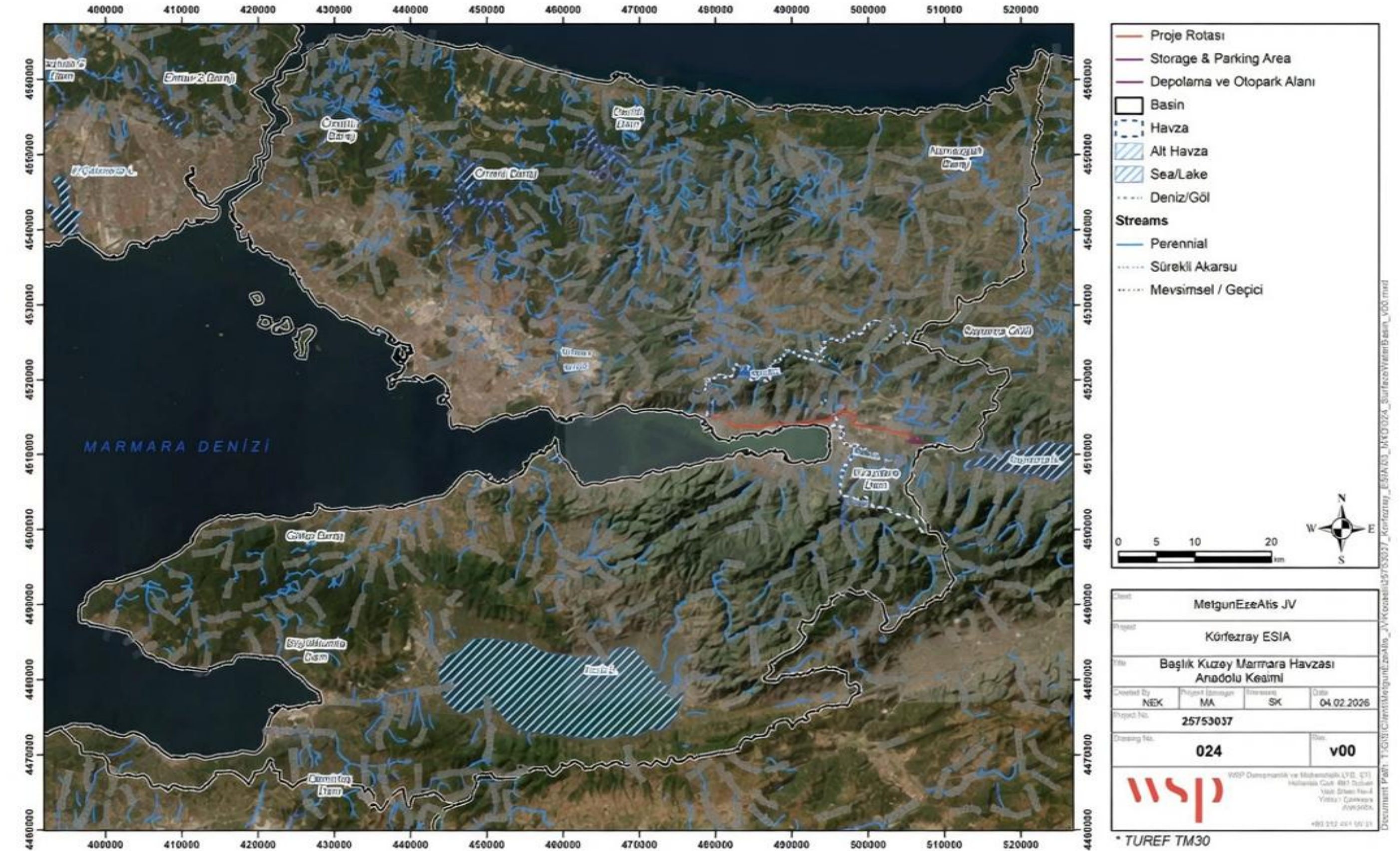
Anadolu yakasında İstanbul'un en önemli akarsularından biri Riva (Çayağazı) Deresi'dir. Samandıra'dan doğan ve yaklaşık 100 km uzunluğa sahip olan bu akarsu Karadeniz'e dökülmektedir. İçme suyu temini amacıyla kullanılan Ömerli Barajı da bu akarsu üzerinde yer almaktadır. Aynı bölgede yer alan 50 km uzunluğundaki Darlık (Hiciv) Deresi yüksek debiye sahip olup Şile yakınlarında denize ulaşmaktadır. Körfez çevresinde ise 12 km uzunluğundaki Dilovası (Tavşanlı) Deresi, Samanlı Dağları'ndan doğarak Marmara Denizi'ne dökülen Kirazdere, Yalakdere ve Karsak Dereleri önemli su kütleleri arasında yer almaktadır. Bunların dışında kapalı bir alt havza oluşturan İznik Gölü de havzanın önemli bir parçasıdır. Türkiye'nin beşinci en büyük doğal gölü olan İznik Gölü, 298 km² yüzey alanıyla Marmara Bölgesi'nin en büyük gölüdür. Havza çevresinden birçok akarsu göle ulaşmakta olup 1.384 km²'lik drenaj alanına sahiptir.

Havzanın kuzey kesiminde Karadeniz boyunca uzanan ormanlık alanlar, hidrolojik döngünün kritik bir bileşenini oluşturmaktadır. Bu ormanlar doğal hidrolik tampon bölgeleri olarak işlev görmekte; yüzey akışını düzenlemekte, yağışı tutmakta, toprak nemini korumakta ve yeraltı suyu beslenimini desteklemektedir. Havzanın drenaj ağı; Balaban, Çayağzı, Dil, Göksu, Karanlık, Kumla, Serin ve Türknil dereleri ile Karsak ve Sarısu akarsularını içermektedir. Bunlar arasında en uzun olanı, İstanbul'u kat ederek Karadeniz'e dökülen Çayağzı Deresi'dir. Ormanlık dere sistemleri ve küçük kollar özellikle yaz aylarında düşük debi koşullarını sürdürerek yerel biyolojik çeşitliliğin devamlılığı açısından kritik rol oynamaktadır.

Kocaeli ilinde akarsu akış yönü genellikle kuzey–güney doğrultusunda olup, bu durum bölgesel topoğrafya ve İzmit Körfezi'nin doğu–batı uzanımı tarafından belirlenmektedir. Uygun topoğrafik koşullarda yan kollar önce doğu–batı yönünde akış göstererek ana kuzey–güney akarsularına bağlanmaktadır. Bölgede hem sürekli akışlı hem de mevsimsel karakter gösteren çok sayıda akarsu bulunmaktadır. Proje güzergâhı boyunca Körfez İstasyonu civarı, 95 Evler İstasyonu yakınları, Derince İstasyonu'nun yaklaşık 250 m doğusu, Derince Millet Bahçesi çevresi ve Seka Devlet Hastanesi çıkış yapısı batısı gibi noktalarda Körfez'e dökülen akarsular gözlenmektedir.

Bölgenin hidrolojik yapısı, Marmara Denizi'ne drenaj sağlayan nehir havzalarının morfolojik analizi ile daha iyi anlaşılmaktadır (Elbaşı, 2015). Buna göre kuzey ve güney alt havzaları temel morfolojik özellikler açısından önemli farklılıklar göstermektedir. Kuzey havzaları daha kısa ve daha uzamış formda olup düşük drenaj yoğunluğu ve yüksek hipsometrik integral değerlerine sahiptir; bu durum tektonik olarak daha genç ve drenaj ağının daha az gelişmiş olduğunu göstermektedir. Bu nedenle yüzey akışı daha düzensiz olup infiltrasyon daha baskın hale gelmekte, bu da havzaları daha geçirgen ve hidrolojik açıdan daha hassas kılmaktadır. Buna karşılık güney havzaları daha yüksek drenaj yoğunluğu, daha gelişmiş akarsu ağları ve daha düşük hipsometrik integral değerleri ile olgunlaşmış erozyon evresini yansıtmaktadır. Bu durum hızlı yüzey akışı, yüksek sediment taşınımı ve daha hızlı taşkın tepkileri ile karakterizedir. Genel olarak morfolojik örüntüler, Marmara Bölgesi'nde havza şekli ve hidrolojik davranışın tektonik aktivite, litolojik değişkenlik ve uzun dönemli aşınım süreçleri tarafından güçlü şekilde kontrol edildiğini göstermektedir (Elbaşı, 2015).

Proje güzergâhı boyunca yapılan hidrolojik ve çevresel değerlendirmeler, hattın altı aktif akarsu tarafından kesildiğini göstermektedir. Bu su kütlelerinden dördünün adı mevcut veri tabanlarında tespit edilememiş olup, Çeşmesuyu ve Karaca Dereleri açıkça tanımlanmıştır. Çeşmesuyu Deresi yaklaşık 5+800 km ile 6+000 km arasında güzergâhı kesmekte, Karaca Deresi ise 19+500 km ve 19+850 km yakınlarında iki noktada hattı kesmektedir. Ayrıca güzergâh üzerinde Koz Deresi olarak tanımlanan kuru bir dere de bulunmakta olup, yoğun yağış dönemlerinde akış gösterebileceği değerlendirilmektedir (Şekil 6.29).



Şekil 6.29 Kuzey Marmara Havzası – Anadolu Kesimi

6.1.6.2. Mevcut Durum Yüzey Suyu Kalitesi

Yüzey suyu kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla, yeraltı suyu çalışmalarıyla birlikte kapsamlı bir hidrolojik envanter (hidrosayım) gerçekleştirilmiştir. Proje Güzergâhı ile kesişen toplam dokuz lokasyon ziyaret edilmiş olup, bunlardan yalnızca birinin kuru olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 6.22 Yüzey Suyu Noktaları

Kodu	Adı	Veri Toplama Durumu	X (WGS 1984)	Y (WGS 1984)	Lokasyonu
SW-01	Bilinmiyor	Veri Toplandı	29.78732	40.76425	Körfez İstasyonu
SW-02	Bilinmiyor	Veri Toplandı	29.7997	40.76074	95 Evler İstasyonu
SW-03	Çenesuyu C.	Veri Toplandı	29.82339	40.75792	Derince T.R.H. ile Derince İstasyonları arasında
SW-04	Bilinmiyor	Veri Toplandı	29.85364	40.76198	Derince Millet Bahçesi İstasyonu
SW-05	Bilinmiyor	Veri Toplandı	29.89758	40.76405	Seka Devlet Hastanesi İstasyonu
SW-06	Karaca S.	Veri Toplandı	29.98345	40.76708	Poyraz istasyonu
SW-07	Karaca S.	Veri Toplandı	29.99755	40.77002	Poyraz istasyonu
SW-08	Karaca S.	Veri Toplandı	29.98383	40.75963	Poyraz istasyonu
SW-09	Bilinmiyor	Veri Toplanamadı (DRY)	30.08227	40.74493	Tren Depolama ve Park Alanı'nın doğusunda

6.1.6.2.1. Yerinde Ölçümler

Numune alma işlemi öncesinde pH, Sıcaklık, Özgül Elektriksel İletkenlik ("EC25") ve Çözünmüş Oksijen ("DO") değerleri çok parametrelili su kalite ölçüm cihazı kullanılarak yerinde ölçülmüştür (Tablo 6.23). Yapılan ölçümlere göre sıcaklık değerleri 10,7 ile 13,6°C arasında değişmektedir. pH değerleri 7,91 ile 8,84 aralığında olup tüm suların alkaline karakterde olduğunu göstermektedir. EC25 değerleri 412 ile 2560 µS/cm arasında değişmektedir. Son olarak, DO değerleri 6,21 ile 12,30 mg/L arasında ölçülmüştür.

Tablo 6.23 Yüzey Suyu Numune Alma Noktalarında Yerinde Ölçülen Parametreler

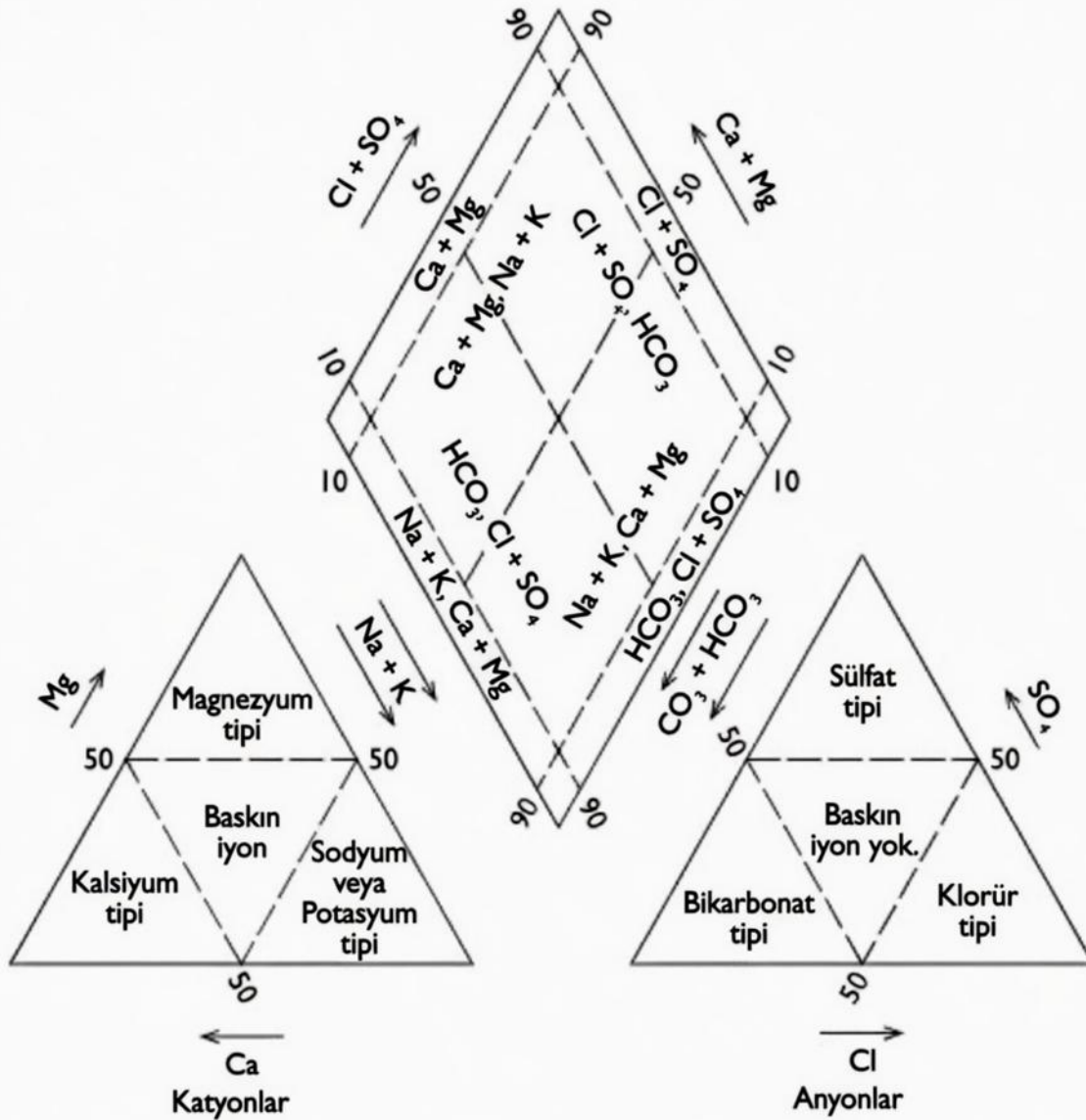
Parametreler	Birim	SW-01	SW-02	SW-03	SW-04	SW-05	SW-06	SW-07	SW-08
Sıcaklık	°C	11.4	12.3	11.4	12.3	13.6	10.7	13.2	11.9
pH	-	8.84	8.11	8.57	8.33	7.91	8.40	8.27	8.29
EC25	µS/cm	652	774	412	630	1270	910	2560	1470
DO	mg/L	12.19	8.80	11.09	8.93	6.21	12.30	8.32	8.94

6.1.6.2.2. Mevcut Durum Yüzey Suyu Kimyası

Su kütlesi içerisindeki su–kayaç ilişkisini ve havzadaki suların temel özelliklerini anlayabilmek amacıyla hem yüzey suları hem de yeraltı suları için hidrojeokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Hidrojeokimyada, tekil su örneklerindeki iyonların kökenini ve görelî bolluklarını belirlemek amacıyla farklı grafiksel yaklaşımlar kullanılmakta olup, en yaygın yöntem Piper diyagramıdır (Piper, 1944). Piper diyagramı üç ayrı alt diyagramdan oluşmaktadır.

Katyonların görelî oranları, Na^+ , K^+ , Ca^{2+} ve Mg^{2+} iyonlarının toplamı %100 olacak şekilde hesaplanarak katyon üçgenine işlenmektedir. Benzer şekilde anyon üçgeni, HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} ve Cl^- iyonlarının görelî dağılımını göstermektedir. Bu iki üçgenden projekte edilen doğrular, üçüncü alanda birleştirilerek tek bir noktayı tanımlar (Şekil 6.30). Piper diyagramı sayesinde su örnekleri hidrojeokimyasal fasiyeslerine göre sınıflandırılabilir.

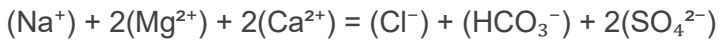
Yeraltı suyu ve yüzey sularının karakteristik özelliklerini değerlendirmek amacıyla, başlıca katyonlar (Kalsiyum – Ca^{2+} , Magnezyum – Mg^{2+} , Sodyum – Na^+ ve Potasyum – K^+) ile başlıca anyonların (Karbonat – CO_3^{2-} , Bikarbonat – HCO_3^- , Sülfat – SO_4^{2-} ve Klorür – Cl^-) ölçüldüğü tüm su örnekleri Piper ve Schoeller diyagramlarına işlenmiştir (Domenico & Schwartz, 1997).



Şekil 6.30 Örnek Piper Diyagramı (Domenico & Schwartz, 1997)

Bu diyagramlar çizilmeden önce, analiz sürecinin kalite kontrolü yük denge hesaplamaları (charge balance) üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Su analiz verilerinin doğruluğuna ilişkin bir gösterge, yük denge denklemi kullanılarak elde edilebilir. Örneğin, bir su numunesi başlıca bileşenler açısından analiz edildiğinde ve konsantrasyon değerleri aşağıdaki eşitliğe yerleştirildiğinde:



denklemin sol ve sağ tarafında elde edilen değerlerin yaklaşık olarak eşit olması beklenir. Silisyum, nötr formda bulunduğu için bu ilişkiye dahil edilmemektedir. Eğer eşitlikten önemli bir sapma meydana gelirse, bu durum ya analizlerde hataya ya da analizde yer almayan önemli iyonik türlerin varlığına işaret etmektedir.

Bu sapma, aşağıdaki şekilde yük denge hatası (CBE – Charge Balance Error) olarak ifade edilmektedir:

(denklem)

Burada E yük denge hatasını yüzde olarak, z iyonik değeri, mc katyon türlerinin molalitesini ve ma anyon türlerinin molalitesini ifade etmektedir (Freeze & Cherry, 1979). Yük denge hatasının iyi bir ölçüm için $\pm 5\%$ 'ten küçük olması gerekmektedir. Ancak yüzey suları için $\pm 10\%$ 'a kadar olan sapma kabul edilebilir olarak değerlendirilmektedir (Hem, 1985; Hounslow, 1995; Katz & Collins, 1998). Bu nedenle bu çalışmada CBE kriteri $\pm 10\%$ olarak kabul edilmiştir.

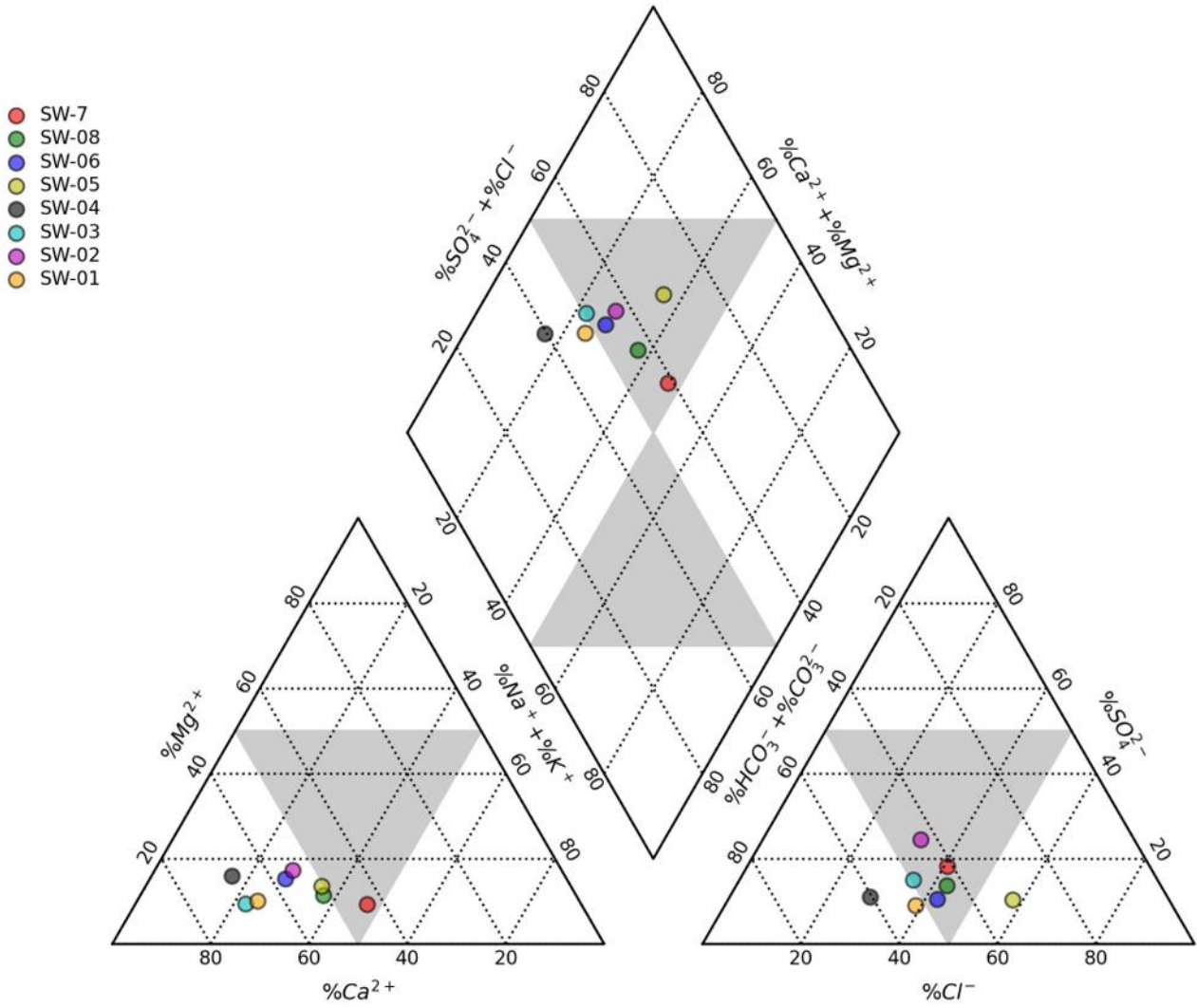
Hesaplanan CBE değerlerinin her iki yüzey suyu izleme noktasında da 10% sınırının altında olduğu belirlenmiş ve bu nedenle iki numune hidrojeokimyasal analiz için uygun kabul edilmiştir.

Yüzey suyu numunelerinin fasiyes değerlendirmesine göre SW-01, SW-03, SW-04 ve SW-06 noktalarında Ca-HCO₃ su tipi tespit edilmiştir. SW-02 ve SW-08 noktalarında Ca-Karışık (Cl-HCO₃) su tipi, SW-05 noktasında Ca-Cl su tipi belirlenmiştir. SW-07 noktasında ise su fasiyesi Karışık ((Na+K)-Ca) – Karışık (Cl-HCO₃) olarak sınıflandırılmıştır (Tablo 6.24, Şekil 6.31).

Tablo 6.24 Yüzey Suları için Başlıca İyon Konsantrasyonları, CBE Değerleri ve Su Fasiyesleri

Parametre	Birim	SW-01	SW-02	SW-03	SW-04	SW-05	SW-06	SW-07	SW-08
Ca ²⁺	mg/L	80.50	82.60	70.80	101.00	114.00	97.20	239.00	161.00
	meq/L	4.02	4.12	3.53	5.04	5.69	4.85	11.93	8.03
	%	65.46	54.75	68.20	67.63	50.65	57.16	43.52	51.42
Mg ²⁺	mg/L	7.55	15.80	5.98	14.50	18.50	15.80	30.90	21.70
	meq/L	0.62	1.30	0.49	1.19	1.52	1.30	2.54	1.79
	%	10.12	17.27	9.50	16.01	13.55	15.32	9.28	11.43
Na ⁺	mg/L	32.60	46.50	25.20	26.20	89.30	51.60	252.00	117.00
	meq/L	1.42	2.02	1.10	1.14	3.88	2.24	10.96	5.09
	%	23.11	26.87	21.16	15.30	34.58	26.44	39.99	32.57
K ⁺	mg/L	3.17	3.28	2.31	3.07	5.38	3.57	77.20	28.00
	meq/L	1.32	1.12	1.14	1.06	1.23	1.07	7.21	4.58
	%	0.08	0.08	0.06	0.08	0.14	0.09	1.98	0.72
ΣKatyonlar	meq/L	6.14	7.53	5.18	7.45	11.23	8.49	27.41	15.62
HCO ₃ ⁻	mg/L	211.30	245.95	151.77	269.38	291.82	291.34	754.45	434.81
	meq/L	3.46	4.03	2.49	4.42	4.78	4.78	12.37	7.13
	%	50.75	48.26	54.74	65.04	36.22	52.04	46.09	48.39
CO ₃ ²⁻	mg/L	12.00	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	meq/L	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Parametre	Birim	SW-01	SW-02	SW-03	SW-04	SW-05	SW-06	SW-07	SW-08
	%	5.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl ⁻	mg/L	85.00	87.00	51.20	60.60	253.00	125.00	354.00	204.00
	meq/L	2.40	2.45	1.44	1.71	7.14	3.53	9.99	5.75
	%	35.15	29.38	31.79	25.18	54.04	38.43	37.22	39.08
SO ₄ ²⁻	mg/L	27.00	89.70	29.40	31.90	61.70	42.00	215.00	88.60
	meq/L	0.56	1.87	0.61	0.66	1.29	0.87	4.48	1.85
	%	8.24	22.36	13.47	9.78	9.73	9.53	16.69	12.53
ΣAnyonlar	meq/L	6.82	8.35	4.54	6.79	13.20	9.18	26.83	14.72
CBE	%	-5.25	-5.16	6.58	4.63	-8.06	-3.90	1.07	2.97
Su Fasiyesi		Ca-HCO ₃	Ca-Mixed (Cl-HCO ₃)	Ca-HCO ₃	Ca-HCO ₃	Ca-Cl	Ca-HCO ₃	Karışık ((Na+K)- Ca) – Karışık (Cl- HCO ₃)	Ca-Karışık (Cl-HCO ₃)



Şekil 6.31 Yüzey Suları için Piper Diyagramı

6.1.6.2.3. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği

Yüzey suyu numuneleri, Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği'nin (06.02.2021 tarih ve 31513 sayılı) Ek-5 Tablo-2'sinde yer alan "Yüzeysel Su Kaynakları Kalite Kriterleri" doğrultusunda Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametre Sınıfları açısından analiz edilmiştir. Söz konusu yönetmeliğin amacı; yüzey suyu kütleleri ile kıyı ve geçiş sularının biyolojik, kimyasal, fizikokimyasal ve hidromorfolojik kalite özelliklerinin belirlenmesi, sınıflandırılması, su kalite ve miktarının izlenmesi, potansiyel kullanım alanlarının tanımlanması, korunması ve iyi su durumuna ulaşılması için alınacak tedbirlerin belirlenmesidir. Bu kapsamda su kütleleri, revize edilmiş yönetmeliğin Ek-5 Tablo-2'sinde sunulan kriterlere göre sınıflandırılmaktadır.

Su Kalite Sınıfları: Su kalite sınıflarına göre amaçlanan kullanım alanları aşağıda verilmiştir:

Sınıf I: Yüksek kaliteli su (Çok İyi);

- Yüksek potansiyelli içme suyu temini,
- Rekreatiyonel amaçlar için uygunluk (yüzme gibi vücut temasını içeren faaliyetler dahil),

- Alabalık yetiştiriciliği için uygunluk,
- Hayvancılık ve tarımsal ihtiyaçlar için uygunluk.

Sınıf II: Az kirlenmiş su (İyi);

- Potansiyel içme suyu temini,
- Rekreatiyonel amaçlar için uygunluk,
- Alabalık dışındaki balık yetiştiriciliği için uygunluk,
- Yürürlükteki mevzuatta belirtilen kriterlere uygun olması koşuluyla sulama suyu olarak kullanım.

Sınıf III: Kirlenmiş su (Orta);

- Gıda ve tekstil gibi nitelikli su gerektiren tesisler hariç olmak üzere, uygun arıtma işlemlerinden geçirildikten sonra akuakültür ürünleri üretiminde ve endüstriyel su olarak kullanılabilir.

Ayrıca, tüm ölçümlerin “25°C’de Elektriksel İletkenlik (EC25)” olarak raporlandığı belirtilmelidir. EC25 değerlerinin kullanıldığı ABD Tuzluluk Diyagramı kapsamında, bu değerler aşağıda sunulan doğrusal dönüşüm faktörü kullanılarak EC25 değerlerine dönüştürülmüştür (U.S. Geological Survey, 2019).

Bu denklemde:

- t , Santigrat derece cinsinden ölçülen sıcaklığı ifade etmektedir (bu çalışmada $t = 20^{\circ}\text{C}$),
- EC_t , t sıcaklığında ölçülen elektriksel iletkenliği,
- EC25 ise 25°C ’deki elektriksel iletkenliği ifade etmektedir.

Parametrelere ilişkin analiz sonuçları Tablo 6.26’da sunulmaktadır. Numuneler üzerinde gerçekleştirilen analizler sonucunda tüm örnekler Sınıf III olarak sınıflandırılmıştır. Yağ ve Gres değerleri tüm lokasyonlarda limit değerlerin üzerinde tespit edilmiştir. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ5) ile Toplam Fosfor değerleri ise SW-03 ve SW-06 dışındaki tüm örneklerde Sınıf III limitlerini aşmıştır. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Azot olarak Amonyum ($\text{NH}_4^{+}\text{-N}$) ve EC20 değerleri SW-05, SW-07 ve SW-08 noktalarında Sınıf III limitlerinin üzerinde belirlenmiştir. Azot olarak Toplam Kjeldahl Azotu (mg N/L) değerleri ise SW-01, SW-03 ve SW-06 dışındaki tüm lokasyonlarda Sınıf III limitlerini aşmıştır. Azot olarak Toplam Azot ile Florür parametreleri hem SW-07 hem de SW-08 noktalarında Sınıf III limitlerinin üzerinde ölçülmüştür. Kükürt değerleri SW-04 ve SW-07 dışındaki tüm lokasyonlarda Sınıf III limitlerini aşarken, Ortofosfat Fosfor konsantrasyonları SW-03, SW-07 ve SW-08 dışındaki tüm örneklerde Sınıf III limitlerinin üzerinde belirlenmiştir. Son olarak, Renk (436 nm) değeri yalnızca SW-07 noktasında Sınıf III limitini aşmıştır.

Buna ek olarak, Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği’nin Ek-5 Tablo-4’ünde (Özgül Kirleticiler için) ve Tablo-5’inde (Öncelikli Maddeler için) nehirler/göller için Yıllık Ortalama ve Maksimum İzin Verilebilir Çevresel Kalite Standartları da belirtilmiştir. Buna göre, Toplam Alüminyum, Toplam Bakır, Toplam Demir ve Toplam Silisyum konsantrasyonlarının Nehirler/Göller için Maksimum İzin Verilebilir Çevresel Kalite Standartlarını aştığı belirlenmiştir (Tablo 6.27). Ayrıca, SW-07 noktasında Toplam Bor; SW-02, SW-07 ve SW-08 noktalarında Toplam Krom; SW-04, SW-05, SW-07 ve SW-08 noktalarında Toplam Kobalt; SW-07 ve SW-08 noktalarında Toplam Nikel; SW-02, SW-05, SW-07 ve SW-08 noktalarında Toplam Vanadyum; ayrıca SW-02, SW-03, SW-05, SW-07 ve SW-08 noktalarında Toplam Çinko konsantrasyonlarının ilgili limit değerleri aştığı tespit edilmiştir.

6.1.6.2.4. Sulama Suyu Kalitesi

Proje Alanı'ndaki yüzey suları, çevredeki köyler tarafından sulama suyu olarak da kullanılmaktadır. Bu nedenle, sulama suyu olarak kullanım açısından su kalitesinin de değerlendirilmesi gerekmektedir. Toprak tuzluluğu, Sodyum Adsorpsiyon Oranı ("SAR") ile ölçülmekte olup, toprak geçirgenliği ve infiltrasyon kapasitesi üzerinde olumsuz etkilere yol açabilmektedir. Sodyum iyonlarının toprakta değişebilir formda bulunması durumunda, kil mineralleri tarafından adsorbe edilen kalsiyum ve magnezyum iyonlarının yerini alması söz konusu olur. Bu yer değiştirme, toprak partiküllerinin dispersiyonuna neden olarak toprak agregatlarının bozulmasına yol açar. Sonuç olarak toprak kurduğunda sertleşip sıkı bir yapı kazanabilir; bu durum su ve hava infiltrasyon hızlarını azaltarak toprak yapısını olumsuz yönde etkiler. SAR, yüksek sodyum iyon seviyelerinin toprak üzerindeki etkisini nicel olarak ifade etmek için kullanılan bir parametre olup aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır:

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{1}{2}(Ca^{2+} + Mg^{2+})}}$$

ABD Tuzluluk Laboratuvarı tarafından geliştirilen tuzluluk diyagramı (Richards, 1954), sulama sularının sınıflandırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Tablo 6.25'te gösterildiği üzere, sulama suları Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR) ve Elektriksel İletkenlik değerlerine göre sınıflandırılmaktadır.

Tablo 6.25 Sulama Suyu Sınıflandırması (Richards, 1954)

Tuzluluk Tehlike Sınıfı	EC ₂₅ µS/cm	Sulama Suyu Sınıfı	Sodyum Tehlike Sınıfı	SAR	Sulama Suyu Sınıfı
C1	100-250	Düşük Tuzluluk	S1	<10	Düşük Sodyum
C2	250-750	Orta Tuzluluk	S2	10-18	Orta Sodyum
C3	750-2250	Yüksek Tuzluluk	S3	18-26	Yüksek Sodyum
C4	>2250	Çok Yüksek Tuzluluk	S4	>26	Çok Yüksek Sodyum

Bu değerlendirmeye göre, SW-01, SW-03 ve SW-04 noktaları C2S1 tip su olarak sınıflandırılmıştır. SW-02, SW-05, SW-06 ve SW-08 noktaları C3S1 tip su olarak belirlenmiştir. SW-07 ise yüksek EC₂₅ ve SAR değerleri nedeniyle C4S2 tip su olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 6.32).

Tablo 6.26 Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo-2'ye Göre Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametre Sınıfları Açısından Yüzey Suyu Kalitesi Sınıflandırma Değerlendirmesi

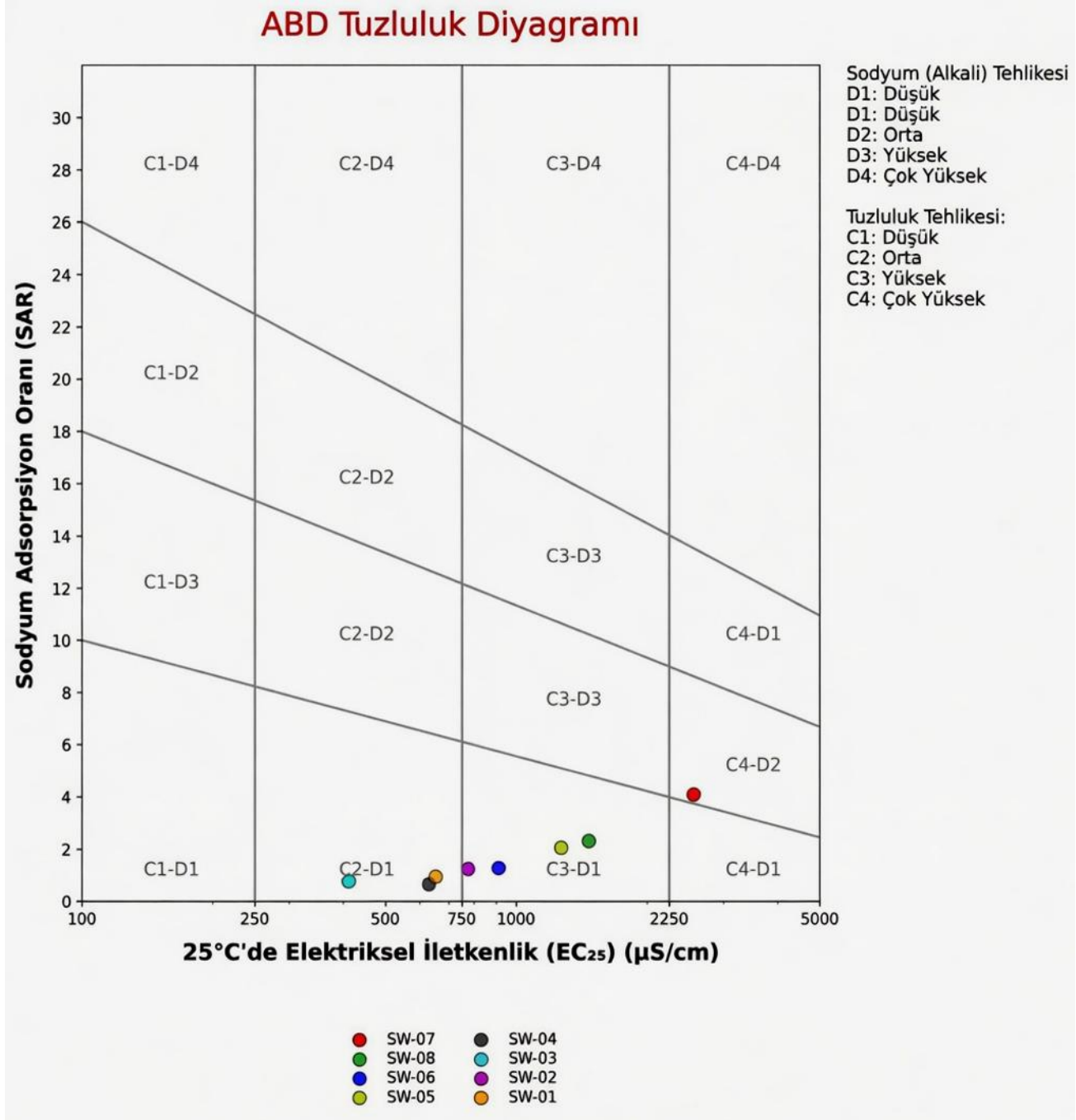
Parametreler	Birim	Su Kalite Sınıfı			SW-01	SW-02	SW-03	SW-04	SW-05	SW-06	SW-07	SW-08
		I (çok iyi)	II (iyi)	III (orta)								
Renk (436 nm)	m ⁻¹	RES 436nm: ≤1.5	RES 436nm: 3.0	RES 436nm: >4.3	0.40	0.24	0.44	0.24	0.56	0.28	5.40	2.24
Renk (525 nm)	m ⁻¹	RES 525nm: ≤1.2	RES 525nm: 2.4	RES 525nm: >3.7	0.12	0.08	0.12	0.08	0.28	0.08	2.12	0.88
Renk (620 nm)	m ⁻¹	RES 620nm: ≤0.8	RES 620nm: 1.7	RES 620nm: 2.5	0.04	0.04	0.04	0.04	0.16	0.08	1.04	0.44
pH	-	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	8.84	8.11	8.57	8.33	7.91	8.40	8.27	8.29
20°C'de Elektriksel İletkenlik	µS/cm	< 400	1000	> 1000	586.8	696.6	370.8	567	1143	819	2304	1323
Yağ ve Gres	mg/L	< 0.2	0.3	> 0.3	0.40	0.80	0.40	1.00	0.60	0.40	0.40	0.40
Çözünmüş Oksijen	mg/L	> 8	6	< 6	12.19	8.80	11.09	8.93	6.21	12.30	8.32	8.94
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	< 25	50	> 50	26.89	45.64	16.76	34.27	71.20	13.36	377.37	138.45
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ5)	mg/L	< 4	8	> 8	8.80	13.60	5.32	10.08	21.96	4.00	113.20	43.90
Azot olarak Amonyum (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	mg/L	< 0.2	1	> 1	<0,02	<0,02	<0,02	0.16	1.02	0.04	1.99	3.19
Azot olarak Nitrat (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	mg/L	< 3	10	> 10	1.26	0.58	1.31	0.70	<0,02	1.91	1.44	1.03

Toplam Kjeldahl Azotu (mg N/L)	mg/L	< 0.5	1.5	> 1.5	1.07	3.14	1.33	7.97	7.38	1.13	51.92	18.75
Toplam Azot (mg N/L)	mg/L	< 3.5	11.5	> 11.5	2.33	3.96	2.75	8.68	7.38	3.57	54.11	20.79
Ortofosfat Fosfor (mg o-PO ₄ -P/L)	mg/L	< 0.05	0.16	> 0.16	0.30	0.29	0.13	0.44	0.85	0.60	<0,02	<0,02
Toplam Fosfor (mg P/L)	mg/L	< 0.08	0.2	> 0.2	0.24	0.32	0.07	0.50	1.11	0.06	1.10	0.26
Florür (F ⁻)	µg/L	<1000	1500	>1500	<20	<20	<20	<20	<20	<20	5030.00	1504.50
Manganez (Mn)	µg/L	<100	500	>500	73.71	92.04	7.73	87.42	64.95	50.95	316.00	193.60
Selenyum (Se)	µg/L	<10	15	>15	<1	<1	<1	<1	1.14	<1	2.46	1.72
Kükürt	µg/L	<2	5	>5	6.00	8.00	6.00	5.00	6.00	7.00	5.00	7.00
Su Kalite Sınıfı					III	III	III	III	III	III	III	III

Tablo 6.27 Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği'ne Göre Nehir/Göller İçin Maksimum İzin Verilebilir Çevresel Kalite Standartları

PARAMETRELER	Birim	YYSY Ek-5 Tablo 4-5: Yıllık Ortalama	YYSY Ek-5 Tablo 4-5: Maksimum Limit	Proje Standartları	LoR	SW-01	SW-02	SW-03	SW-04	SW-05	SW-06	SW-07	SW-08
Toplam Alüminyum (Al)	µg/l	2.2	27	2.2	<2.2	169	134	127	563	275	168	801	281
Toplam Antimon (Sb)	µg/l	7.8	103	7.8	<0.5	0.91	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	2.60	0.672
Toplam Arsenik (As)	µg/l	53	53	53	<1	2.20	1.71	1.39	1.25	1.04	<1	11.7	8.03
Toplam Baryum (Ba)	µg/l	680	680	680	<5	193	89.6	158	253	127	79.6	134	86.8
Benzen	µg/l	10	50	10	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Benzo(a)piren	µg/l	1.70E-04	0.27	0.00017	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Toplam Berilyum (Be)	µg/l	2.5	3.9	2.5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Toplam Bor (B)	µg/l	707	1472	707	<1	53.7	88.9	29.6	50.4	81.9	67.7	800	303
Toplam Kadmiyum (Cd)	µg/l	< 0,08	< 0,45	0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08
Toplam Krom (Cr)	µg/l	1.6	142	1.6	<1	<1	2.43	<1	1.60	1.01	1.25	37.7	10.2
Toplam Kobalt (Co)	µg/l	0.3	2.6	0.3	<0.1	0.264	0.292	0.148	0.892	0.527	0.264	4.61	2.71
Toplam Bakır (Cu)	µg/l	1.6	3.1	1.6	<1	2.45	7.94	2.90	4.98	5.02	1.90	11.1	5.45
Toplam Demir (Fe)	µg/l	36	101	36	<1	152	104	78.2	442	247	152	1370	477
Toplam Kurşun (Pb)	µg/l	1.2	14	1.2	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Toplam Cıva (Hg)	µg/l	-	0.07	0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07
Toplam Nikel (Ni)	µg/l	4	34	4	<1	<1	1.05	<1	3.28	2.79	<1	63.6	14.6
PAH Benzo(b)floranten	µg/l	-	0.017	0.017	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

PARAMETRELER	Birim	YYSY Ek-5 Tablo 4-5: Yıllık Ortalama	YYSY Ek-5 Tablo 4-5: Maksimum Limit	Proje Standartları	LoR	SW-01	SW-02	SW-03	SW-04	SW-05	SW-06	SW-07	SW-08
PAH Benzo(g,h,i)floranten	µg/l	-	0.017	0.017	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
PAH Benzo(k)floranten	µg/l	-	8.20E-03	0.0082	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Toplam Silisyum (Si)	µg/l	1830	1830	1830	<20	4659	6348	8306	6183	4748	3865	7544	5675
Toplam Gümüş (Ag)	µg/l	1.5	1.5	1.5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Toplam Kalay (Sn)	µg/l	13	13	13	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Toplam Titanyum (Ti)	µg/l	26	42	26	<1	4.02	1.24	2.60	3.71	7.13	5.82	14.7	12.0
Toplam Vanadyum (V)	µg/l	1.6	97	1.6	<1	1.47	2.87	1.15	1.52	1.62	1.37	10.9	3.83
Toplam Çinko (Zn)	µg/l	5.9	231	5.9	<1	<1	178	9.90	<1	14.1	<1	17.0	35.2



Şekil 6.32 Yüzey Suları için ABD Tuzluluk Diyagramı

6.1.7. Hidrojeoloji ve Yeraltı Suyu

6.1.7.1. Proje Düzeyi Bilgileri

Sadece yüzey sularının değil, yeraltı suyu kaynaklarının yönetimi açısından da Türkiye, coğrafi konum, iklim ve akarsu ağı gibi bileşenler dikkate alınarak 25 havzaya ayrılmıştır. Proje bileşenleri Marmara Havzası içerisinde yer almaktadır. Devlet Su İşleri ("DSİ") tarafından 2019 yılında yayımlanan "Resmî Su Kaynakları İstatistikleri"ne göre, Türkiye'nin toplam 23.032,3 hm³/yıl yeraltı suyu besleniminin 241,7 hm³/yıl'lık kısmı Marmara Havzalarından sağlanmaktadır. Ayrıca Türkiye'nin

toplam 17.815,3 hm³/yıl yeraltı suyu işletme rezervinin 210,7 hm³/yıl'lık kısmı Meriç-Ergene ve Marmara Havzalarından karşılanmaktadır (Tablo 6.28).

Tablo 6.28 Türkiye Yeraltı Suyu Havzalarına İlişkin Temel Bilgiler

Havza No.	Havza	Yeraltı Suyu Beslenimi (hm ³ /yıl)	Yeraltı Suyu İşletme Rezervuarı (hm ³ /yıl)
1	Meriç-Ergene	507.7	498.2
2	Marmara	241.7	210.7
3	Susurluk	780.4	585.9
4	Kuzey Ege	289.4	212.9
5	Gediz	1155.9	866.9
6	Küçük Menderes	179.2	179.2
7	Büyük Menderes	1045.4	761.5
8	Batı Akdeniz	473.2	316.7
9	Antalya	1164.7	576.3
10	Burdur	106.4	89.5
11	Akarçay	345.4	345.4
12	Sakarya	2197.1	1545.2
13	Batı Karadeniz	641.2	607.6
14	Yeşilırmak	907.2	872.8
15	Kızılırmak	2003.1	1762.9
16	Konya	2597	2023
17	Doğu Akdeniz	96.5	70.5
18	Seyhan	838.8	749.9
19	Asi	393.2	289.5
20	Ceyhan	985.3	533.5
21	Fırat-Dicle	4994.8	3763.7
22	Doğu Karadeniz	490.9	490.9
23	Çoruh	30	20
24	Aras	388.5	294.4
25	Van Gölü	179.2	148.2

Yeraltı suyu, Kuzey Marmara Havzası'nın hidrojeolojik sisteminin temel bileşenlerinden biridir. Karstik kireçtaşları, yüksek kırık yoğunluğu ve karstik boşluklarla karakterize olup yeraltı suyunun hızlı hareketine olanak sağlamaktadır. Bu birimlerde depolama kapasitesi ve geçirgenlik, kırık ağının sürekliliğine bağlıdır. Körfez Alt Havzası, Doğu Gölcük ile Yalova–Karamürsel kıyı şeridi gibi yerleşim alanlarında yaygın olan alüvyal akiferler ise yüksek geçirgenliğe sahip olup önemli yeraltı suyu rezervuarları olarak işlev görmektedir. Buna karşılık kil ve marnlı birimler, yeraltı suyu hareketini sınırlayan doğal bariyerler (akitar) olarak görev yapmaktadır.

Tektonik aktivite, özellikle Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ile ilişkili olarak, yeraltı suyu dinamikleri üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Tektonik yapılara bağlı kırıklı zonlar akım yollarını belirlerken, sismik aktivite yeraltı suyu seviyelerinde ve kaynak debilerinde ani değişimlere neden olabilmektedir.

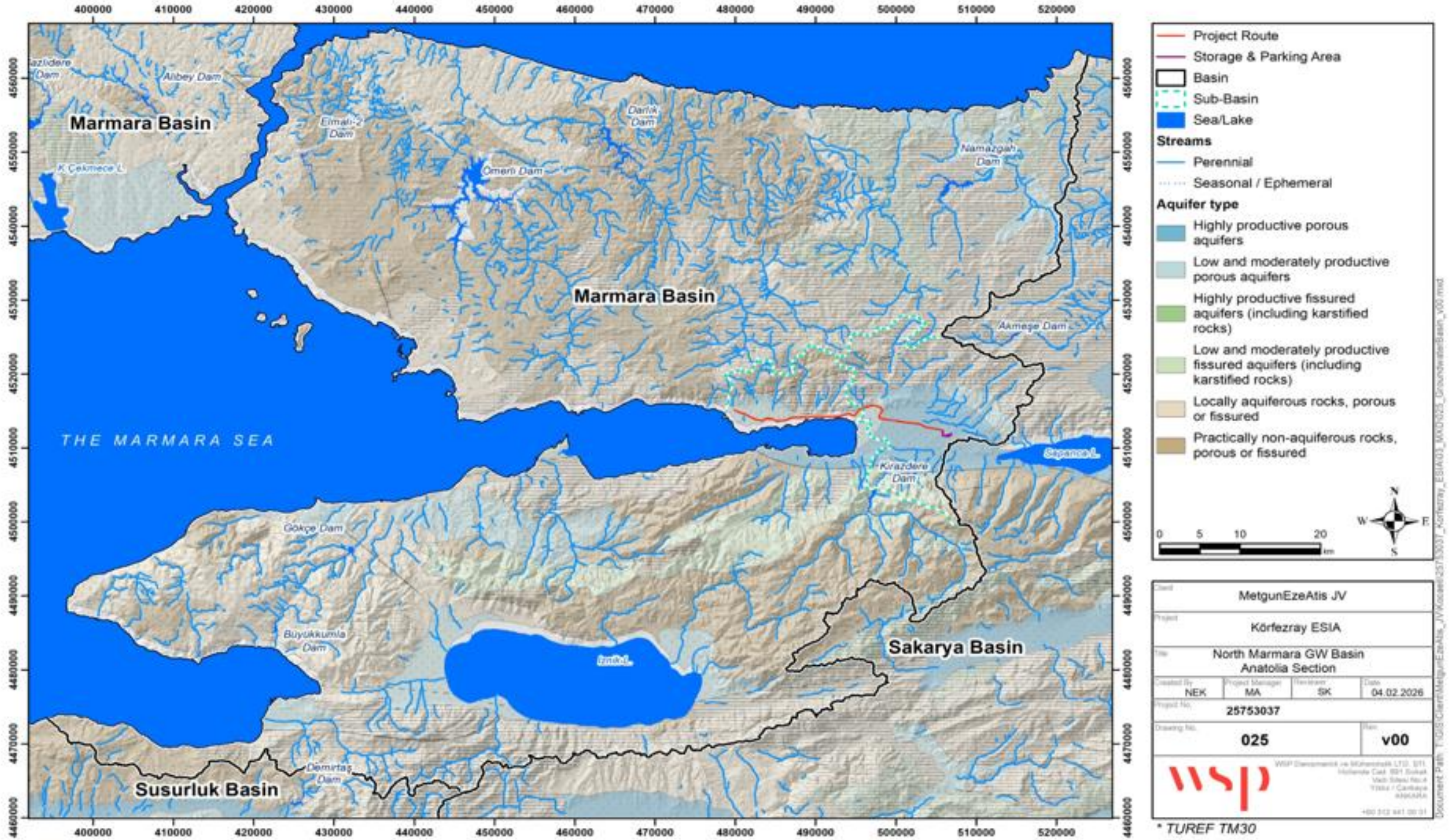
Körfez Alt Havzası'nda geçirgen formasyonlar ağırlıklı olarak alüvyal çökellerden oluşmaktadır. Proje güzergâhı boyunca da bu alüvyal birimlerin önemli bir kısmı geçilmektedir. Kumlu ve çakıllı alüvyonlar yüksek geçirgenlik sınıfında yer alırken, kilce zengin alüvyal kesimler geçirimsiz veya yarı geçirgen olarak değerlendirilmektedir. İzmit Körfezi ile Gebze arasındaki yoğun kentleşme nedeniyle, yüzeyleyen Mesozoyik kireçtaşı akiferlerinin doğal beslenme kapasitesi önemli ölçüde değişime uğramıştır.

İzmit Havzası'na özel olarak yürütülen çeşitli çalışmalar, bölgenin jeolojik, hidrojeolojik ve çevresel özelliklerine ilişkin ayrıntılı bir anlayış sağlamaktadır. Bu çalışmalar arasında Topçuoğlu (2022) tarafından yapılan araştırma, havzanın stratigrafisi, akifer özellikleri, yeraltı suyu kalitesi ve beslenme–boşalım dinamiklerini kapsamlı biçimde inceleyen en önemli çalışmalardan biridir. Ayrıca üç boyutlu yeraltı suyu akış modelleri geliştirilerek artan yeraltı suyu kullanımının etkileri hesaplanmıştır.

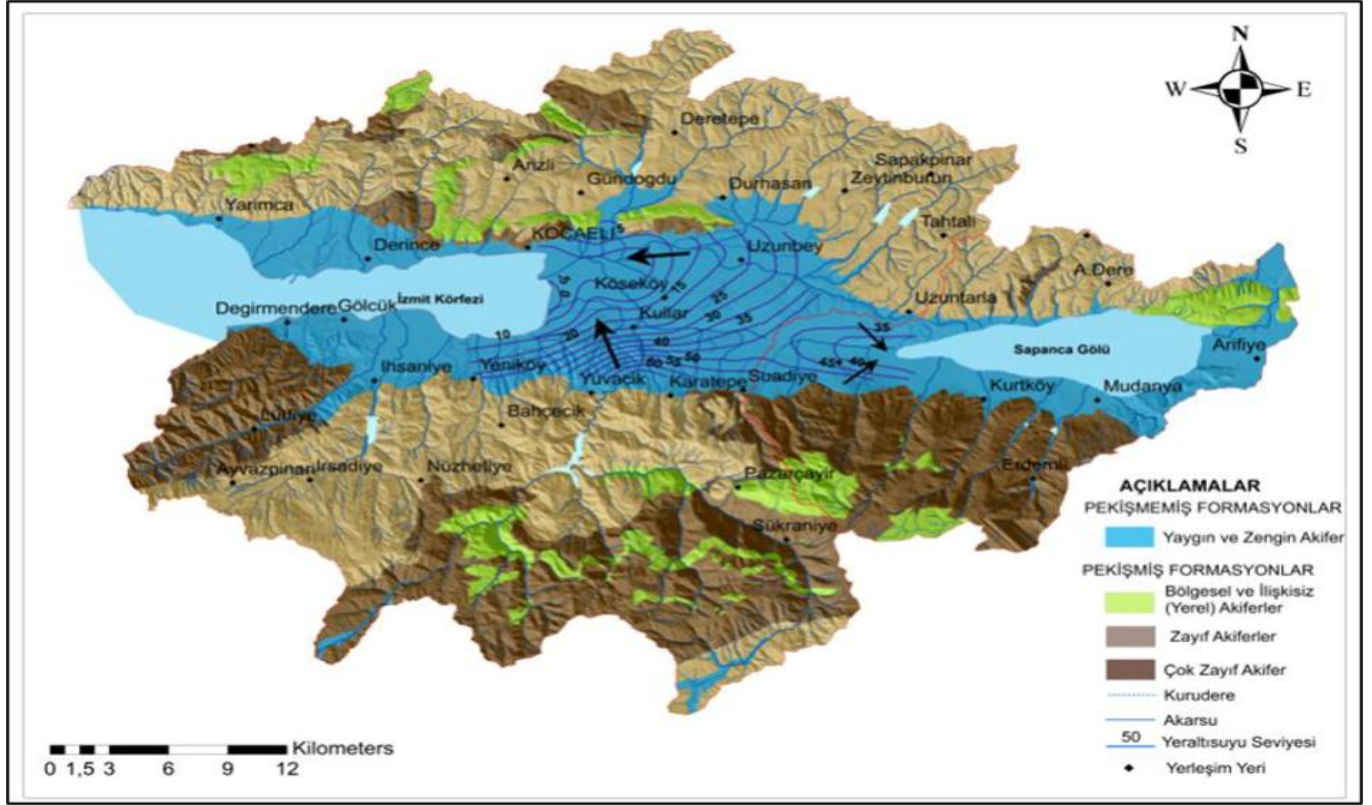
Bu analizler sonucunda baskın beslenme ve boşalım mekanizmaları belirlenmiş, sürdürülebilir yeraltı suyu verimi hesaplanmış ve kontrolsüz yeraltı suyu çekiminin uzun vadeli düşüslere yol açabileceği ortaya konmuştur. Yıllık net beslenme yaklaşık 306,6 mm/yıl olarak hesaplanmış, sürdürülebilir yeraltı suyu verimi ise yaklaşık 80×10^6 m³/yıl olarak belirlenmiştir. Bu eşik, uzun vadeli tükenmenin kaçınılmaz hale geldiği sınır olarak tanımlanmaktadır.

Üç boyutlu modelleme sonuçlarına göre, mevcut çekim koşulları altında 2055 yılına kadar yeraltı suyu seviyelerinde 30–70 m arasında bir düşüş beklenmekte; yoğun çekim senaryolarında ise İzmit Körfezi ile Sapanca Gölü arasındaki doğal hidrolik gradyanın tersine dönebileceği öngörülmektedir. Beslenme haritaları, alüvyal düzlükler, kırıklı kireçtaşı zonları ve düşük eğimli jeomorfolojik birimlerin ana beslenme alanları olduğunu göstermektedir. Ancak Gebze, Dilovası ve İzmit kıyı kesimindeki hızlı kentleşme, bu alanların hem kapsamını hem de işlevini önemli ölçüde azaltmıştır.

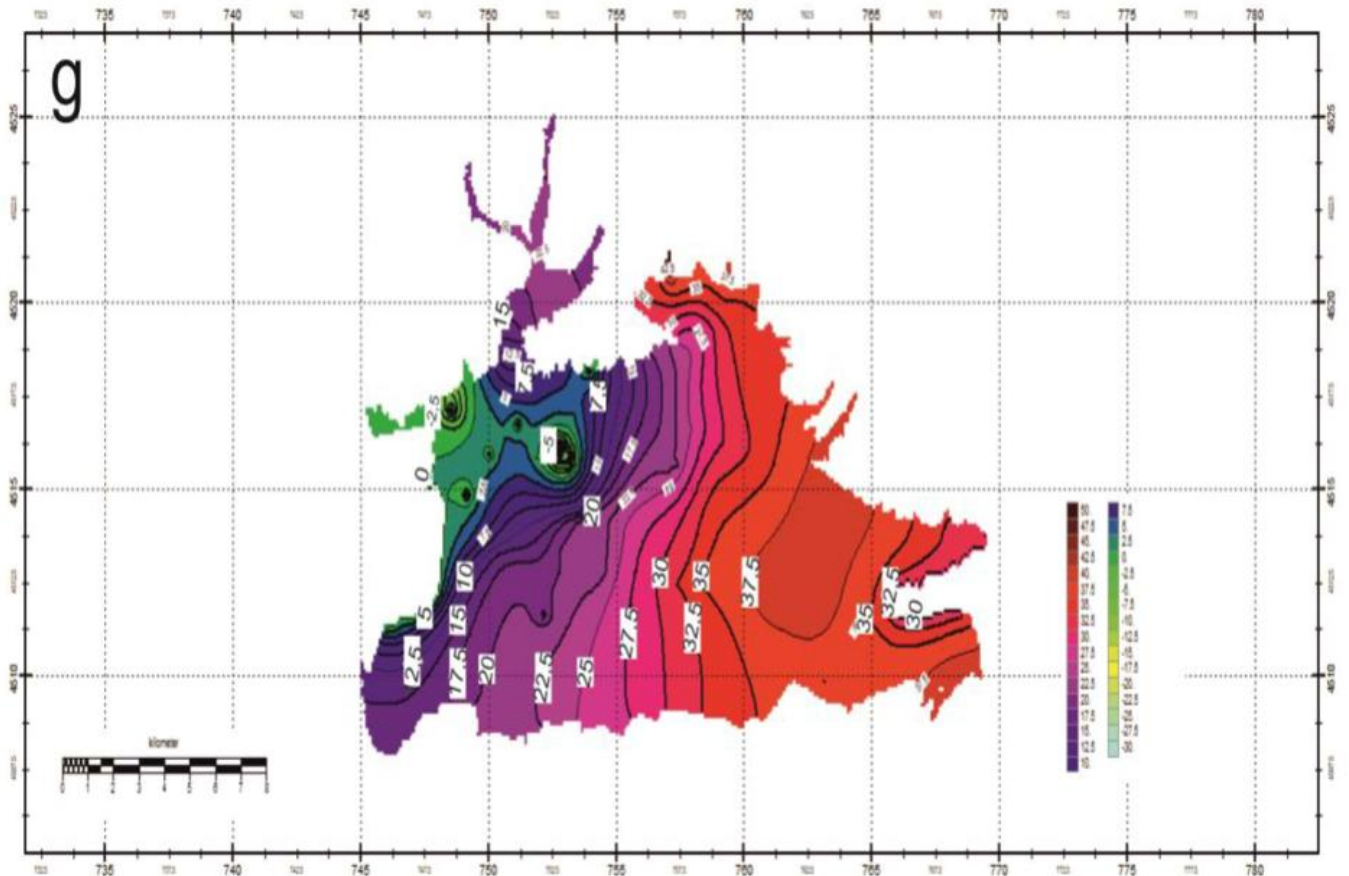
Beslenme alanlarının kaybı, geçirimsiz yüzeylerin artışı ile birleşerek havzayı yeraltı suyu açığı rejimine sürüklemiş ve sistemi kuraklık döngülerine ile mevsimsel değişkenliğe karşı daha hassas hale getirmiştir. Sonuç olarak, Kuzey Marmara Havzası'nın hidrojeolojik özellikleri ve Topçuoğlu (2022) tarafından sunulan uzun dönemli projeksiyonlar, kontrolsüz su çekimi, azalan beslenme kapasitesi ve antropojenik baskıların yeraltı suyu miktarı, kalitesi ve hidrolik stabilite üzerinde önemli riskler oluşturduğunu göstermektedir. Bu bulgular, beslenme alanlarının korunmasını, çekim faaliyetlerinin düzenlenmesini ve su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimini esas alan bütüncül havza ölçekli yönetim stratejilerinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.



Şekil 6.33 Marmara Havzası Hidrojeolojik Haritası (IHME, 1:1.500.000)



Şekil 6.34 Körfez Alüvyonunda Yeraltı Suyu Seviyesi (Topçuoğlu, 2022)



Şekil 6.35 Yeraltı Suyu Modeline Dayalı Olarak 2055 Yılı İçin Hesaplanan Yeraltı Suyu Seviyesi Dağılımı (Topçuoğlu, 2022)

6.1.7.2. Mevcut Durum Yeraltı Suyu Kalitesi

Yeraltı suyu kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla, yüzey suları ile birlikte kapsamlı bir hidrolojik envanter (hidrosayım) çalışması gerçekleştirilmiştir. Dört farklı lokasyon ziyaret edilmiş olmakla birlikte, bunlardan yalnızca birinin (GW-01) aktif durumda olduğu belirlenmiş; bu nedenle sadece GW-01 noktasından numune alınmıştır. Söz konusu kuyu içme ve kullanma suyu amacıyla kullanıldığından, bu noktada yalnızca yeraltı suyu kalite parametreleri değil, aynı zamanda içme suyu kalite parametreleri de değerlendirilmiştir.

Kodu	Adı	Numune Alma Durumu	X (WGS 1984)	Y (WGS 1984)	Lokasyon
GW01	Körfez Belediyesi İçme Suyu Kuyusu	Numune Alınmıştır	29.77903	40.76398	Körfez İstasyonu
GW02	İzmit Belediyesi İçme Suyu Kuyusu	Numune Alınmamıştır (Faaliyette Değil)	29.85820	40.76398	Derince Millet Bahçesi İstasyonu
GW03	Pak Gıda Kullanma Suyu Kuyusu	Numune Alınmamıştır (Faaliyette Değil)	29.97927	40.75933	Poyraz İstasyonu
GW04	Brisa Kullanma Suyu Kuyusu	Numune Alınmamıştır (Faaliyette Değil)	29.98858	40.75933	Poyraz İstasyonu

6.1.7.2.1. Yerinde Ölçümler

GW-01 noktasında numune alma işlemi öncesinde, çok parametrelili su kalite ölçüm cihazı kullanılarak pH, Sıcaklık, Özgül Elektriksel İletkenlik ("EC25") ve Çözünmüş Oksijen ("DO") değerleri yerinde ölçülmüştür. Yapılan ölçümlere göre sıcaklık, pH, EC25 ve DO değerleri sırasıyla 17,6°C, 7,15, 2185,00 µS/cm ve 5,43 mg/L olarak belirlenmiştir.

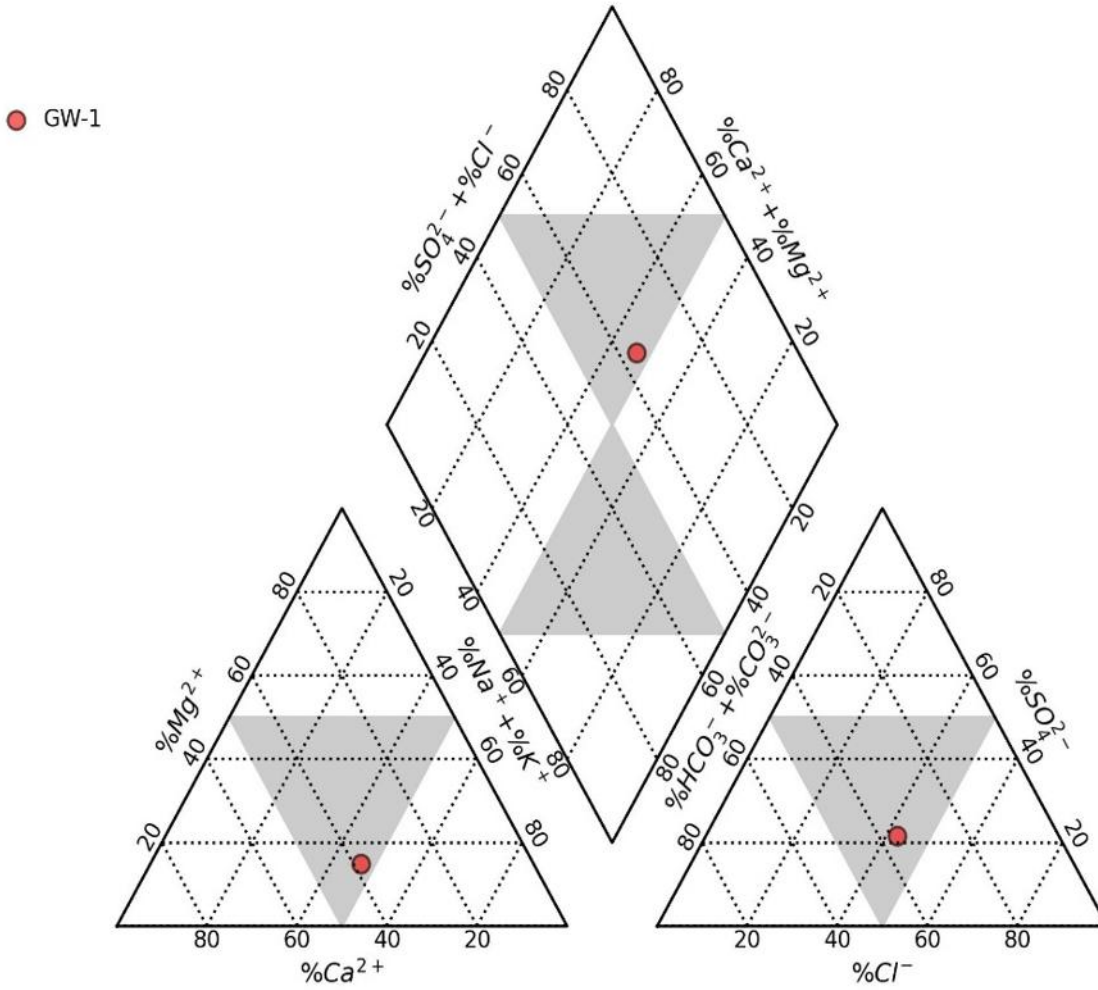
6.1.7.2.2. Hidrojeokimyasal Analiz

Hidrojeokimyasal karakterizasyonun yapılabilmesi amacıyla, yüzey sularında olduğu gibi katyonik ve anyonik oranlar incelenmiştir. Su tipi, bu oranlara dayalı grafiklerin Piper diyagramı üzerinde değerlendirilmesiyle sınıflandırılmıştır. Verilerin analiz edilmesinden önce Yük Dengesi Hatası ("Charge Balance Error – CBE") hesaplanmış ve GW-01 noktasından alınan numunenin kabul edilebilir ± 10 aralığında olduğu belirlenmiştir. GW-01, GW-03 ve GW-04 izleme noktalarında Karışık (Na-Ca) – Karışık (Cl-HCO₃) su tipi tespit edilmiştir (Tablo 6.29, Şekil 6.36).

Tablo 6.29 GW-01 Yeraltı Suyu Numunesi için Başlıca İyon Konsantrasyonları, CBE Değerleri ve Su Fasiyesleri

Katyonlar			Anyonlar		
Ca ²⁺	mg/L	172.60	HCO ₃ ⁻	mg/L	488.00
	meq/L	8.61		meq/L	8.00

Kasyonlar			Anyonlar		
	%	38.28		%	35.97
Mg ²⁺	mg/L	40.93	CO ₃ ²⁻	mg/L	<10
	meq/L	3.37		meq/L	0.00
	%	14.97		%	0.00
Na ⁺	mg/L	240.80	Cl ⁻	mg/L	335.00
	meq/L	10.47		meq/L	9.45
	%	46.56		%	42.50
K ⁺	mg/L	1.67	SO ₄ ²⁻	mg/L	230.00
	meq/L	0.19		meq/L	4.79
	%	0.04		%	21.53
Kasyonlar	meq/L	22.50	Anyonlar	meq/L	22.24
CBE	%	0.58	Su Fasiyesi	Karışık (Na-Ca) – Karışık (Cl-HCO₃)	



Şekil 6.36 GW-01 Yeraltı Suyu Numunesine Ait Piper Diyagramı

6.1.7.2.3. Su Kalitesi

Yeraltı suyunun kalitesi, belirlenen parametrelere ait ölçülen değerlerin kalite standartlarını aşıp aşmadığı dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında yeraltı suyu kalite standartları ve içme suyu kalite standartları kullanılarak yeraltı suyu kalitesi incelenmiştir.

Kalite standartları kapsamında aşağıdaki mevzuat ve düzenlemeler dikkate alınmıştır:

- Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından yayımlanan, 07.04.2012 tarihli ve 28257 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan (Revizyon: RG-12/05/2015-29363) “Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Yönetmeliği” (bundan sonra “Yeraltı Suyu Koruma Yönetmeliği” veya “YASSY” olarak anılacaktır),
- Avrupa Parlamentosu ve Konseyi’nin 12 Aralık 2006 tarihli ve 2006/118/EC sayılı “Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunmasına İlişkin Direktifi”.

İçme suyu kalite standartları kapsamında aşağıdaki düzenlemeler dikkate alınmıştır:

- Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan, 17.02.2005 tarihli ve 25730 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan (Değişiklik: RG-20/10/2016-29863) “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” (“İTASHY”),
- Avrupa Parlamentosu ve Konseyi’nin 16 Aralık 2020 tarihli ve (AB) 2020/2184 sayılı “İnsani Tüketim Amaçlı Suların Kalitesine İlişkin Direktifi (yeniden düzenlenmiş metin)”,
- Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2022) tarafından yayımlanan “İçme Suyu Kalitesi Kılavuzları”.

Sulama suyu kalite standartları kapsamında ise aşağıdaki sınıflandırma dikkate alınmıştır:

- ABD Tuzluluk Sınıflandırması (Richards, 1954).

6.1.7.2.3.1. Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Yönetmeliği

Yeraltı suyu kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla numuneler, Yeraltı Sularının Korunması Yönetmeliği’ne uygun olarak incelenmiştir. Yönetmelikte, parametrelerin sayısı ve türleri ile her bir parametre için belirlenecek eşik değerlerin, ilgili yeraltı suyu kütlelerinin kendine özgü koşulları dikkate alınarak belirlenmesi gerektiği ifade edilmektedir. Yönetmeliğe göre, yeraltı suyunun iyi durumda olduğunu gösteren yeraltı suyu kalite standartları ve eşik değerler, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından belirlenmektedir. Değerlendirmede dikkate alınması gereken asgari parametre listesine ilişkin analiz sonuçları Tablo 6.30’da sunulmaktadır.

Tablo 6.30 Yeraltı Suyu Numunelerinin YASSY’ye Göre Değerlendirilmesi

Parametreler	Birim	GW-01
Amonyak	mg/L	< 0.026
Toplam Arsenik	mg/L	<0.001
Toplam Kadmiyum	mg/L	<0.0005
Klorür İyonu	mg/L	335.0
20°C’de Elektriksel İletkenlik (EC ₂₀)*	µg/L	1966.5
Toplam Kurşun	mg/L	<0.0005
Toplam Cıva	mg/L	<0.0004
Nitrit	mg/L	< 0.0164
P ³⁺ olarak Toplam Fosfor	mg/L	0.031
Sülfat	mg/L	230.15
Tetrakloroetan	µg/L	< 0.2
Trikloroetan	µg/L	< 0.2

*Ölçülen EC₂₅ değerleri, dönüşüm formülü kullanılarak EC₂₀ değerlerine dönüştürülmüştür.

6.1.7.2.3.2. İçme Suyu Standartları

Yeraltı sularının bozulmaya karşı korunmasına ek olarak, evsel amaçlarla kullanılabilecek yeraltı suları açısından içme suyu mevzuatı da dikkate alınmıştır. Proje Standartları kapsamında değerlendirilen fiziksel ve kimyasal parametreler ile ölçülen konsantrasyonların limit değerlerle karşılaştırılması Tablo 6.31’de sunulmaktadır. Bu değerlendirmeye göre, mikrobiyolojik parametrelerin neredeyse tamamı tespit edilmiştir. Ayrıca, hem Klorür (335,42 mg/L) hem de Sodyum (240,80 mg/L) değerlerinin limit değerlerin üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Tablo 6.31 GW-01 Noktasında İçme Suyu Kalitesi Değerlendirmesi

Parametreler	Birim	Türk Standartları	AB Standartları	WHO Standartları	Proje Standartları	LoR	GW-01
Mikrobiyolojik Parametreler							
E.coli	cfu/100mL	0	0	-	0	-	0
Enterokok	cfu/100mL	0	0	-	0	-	1
Toplam Koliform Bakteri	cfu/100mL	0	0	-	0	-	49
P. aeruginosa	cfu/100mL	0	-	-	0	-	13
Patojen Stafilokok	cfu/100mL	0	-	-	0	-	6
Anaerobik sporlu sülfid indirgeyen bakteriler	cfu/ 50mL	0	-	-	0	-	9
22 °C'de Koloni Sayımı	cfu/mL	20	-	-	20	-	300
C. perfringens (sporlar dahil)	cfu/100mL	0	0	-	0	-	24
37 °C'de Koloni Sayımı	cfu/mL	5	-	-	5	-	129
Pestisitler	number/5 L	0	-	-	0	-	0
Kimyasal Parametreler							
Antimon	µg/L	5	10	20	5	<0.5	<0.5
Arsenik	µg/L	10	10	10	10	<1	<1
Bor	µg/L	1	1.5	2.4	1	<0.001	0.32
Krom	mg/L	50	25	50	25	<1	1.21
Bakır	mg/L	2	2	2	2	<0.001	<0.001

Parametreler	Birim	Türk Standartları	AB Standartları	WHO Standartları	Proje Standartları	LoR	GW-01
Kadmiyum	µg/L	5	5	3	3	<0.5	<0.5
Selenyum	µg/L	10	20	40	10	<1	<1
Nikel	µg/L	20	20	70	20	<1	3.29
Kurşun	µg/L	10	5	10	5	<0.5	<0.5
Cıva	µg/L	1	1	6	1	<0.1	0.44
Akrilamid	µg/l	0.1	0.1	0.5	0.1	< 0.025	< 0.025
Benzen	µg/l	1	-	-	1	< 0.2	< 0.2
1,2-Dikloroetan	µg/l	3	3	30	3	< 0.2	< 0.2
Epiklorohidrin	µg/l	0.1	0.1	0.4	0.1	< 0.1	< 0.1
Tetrakloroetilen	µg/l	10	10	40	10	< 0.2	< 0.2
Trikloroetilen	µg/l	10	10	20	10	< 0.2	< 0.2
Toplam Trihalometanlar	µg/l	100	100	-	100	< 0.2	< 0.2
Vinil Klorür	µg/l	0.5	0.5	0.3	0.3	< 0.2	< 0.2
Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar	µg/l	0.1	0.1	-	0.1	< 0.01	< 0.01
Benzo(a)piren	µg/l	0.01	-	-	0.01	< 0.01	< 0.01
Pestisitler	µg/l	0.1	0.1	-	0.1	< 0.1	< 0.1
Toplam Pestisitler	µg/l	0.5	0.5	-	0.5	< 0.05	< 0.05
Bromat	µg/L	10	-	-	10	< 10	< 10

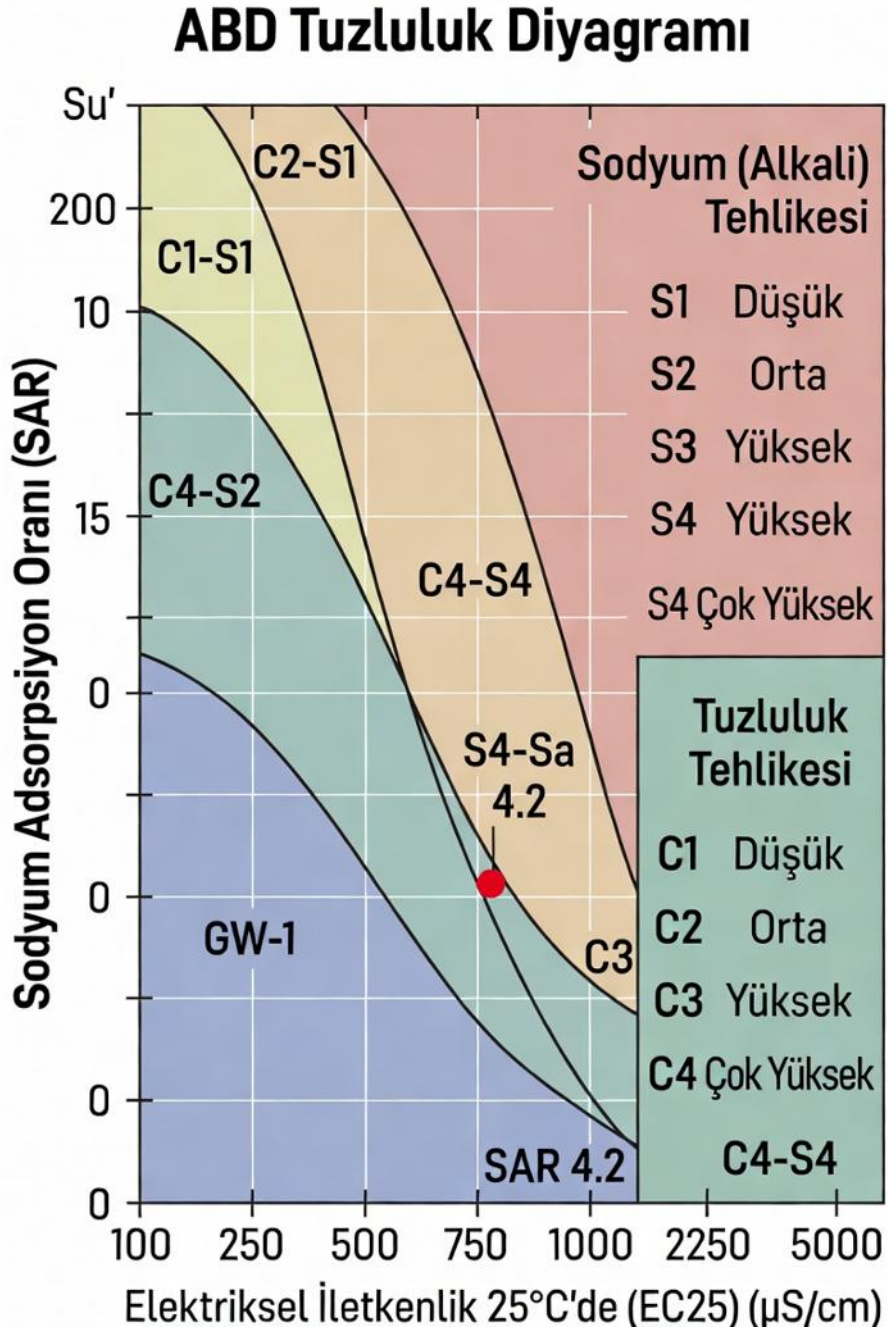
Parametreler	Birim	Türk Standartları	AB Standartları	WHO Standartları	Proje Standartları	LoR	GW-01
Florür	mg/l	1.5	1.5	1.5	1.5	< 0.020	< 0.020
Nitrat	mg/l	50	50	50	50	< 0.089	37.85
Nitrit	mg/l	0.5	0.5	3	500	< 0.0164	< 0.0164
Siyanür	mg/l	-	50	70	50	< 0.01	< 0.01
Gösterge Parametreleri							
Alüminyum	µg/L	200	200	-	200	<5	18.37
Amonyum	mg/l	0.5	200	-	200	< 0.026	< 0.026
Klorür	mg/l	250	250	200-300	250	< 0.020	335.42
Renkler	Pt-Co			-		< 5	< 5
20°C'de Elektriksel İletkenlik (EC ₂₀)*	µs/cm	2500	2500	-	2500	2500	1966.50
pH	-	6.5 - 9.5	6.5 - 9.5	-	6.5 - 9.5	6.5 - 9.5	7.15
Demir	µg/L	200	200	0	200	<1	132.36
Manganez	µg/L	50	50	400	50	<1	3.72
Koku	-		Tüketiciler tarafından kabul edilebilir ve anormal değişim bulunmayan	-	Tüketiciler tarafından kabul edilebilir ve anormal değişim bulunmayan		1.00
Oksitlenebilirlik	mg/l O ₂	5	5	-	5	< 1.0	2.84

Parametreler	Birim	Türk Standartları	AB Standartları	WHO Standartları	Proje Standartları	LoR	GW-01
Sülfat	mg/l	250	250	-	250	0.02	230.15
Sodyum	mg/L	200	200	-	200	<0.5	240.80
Tat	-	-	Tüketiciler tarafından kabul edilebilir ve anormal değişim bulunmayan	-	Tüketiciler tarafından kabul edilebilir ve anormal değişim bulunmayan		Kabul edilebilir
Toplam organik karbon (TOC)	mg/l	Anormal değişim bulunmayan	Anormal değişim bulunmayan	-		< 0.5	3.30
Bulanıklık	NTU	Tüketiciler tarafından kabul edilebilir ve anormal değişim bulunmayan	Tüketiciler tarafından kabul edilebilir ve anormal değişim bulunmayan	-	Tüketiciler tarafından kabul edilebilir ve anormal değişim bulunmayan	< 0.6	< 0.6
Radyoaktivite Parametreleri							
Tritium	Bq/L	100	-	10000	100	-	< MDA
Toplam Gösterge Dozu – beta aktivitesi	mSv/year	0.1	-	-	100	-	< 0.1
Toplam Gösterge Dozu – beta aktivitesi	mSv/year	0.1	-	-	100	-	< 0.1

*Ölçülen EC25 değerleri, dönüşüm formülü kullanılarak EC20 değerlerine dönüştürülmüştür.

6.1.7.2.3.3. Sulama Suyu Standartları

Proje Alanı'ndaki yeraltı suları, çevredeki köyler tarafından sulama suyu olarak da kullanılmaktadır. Bu nedenle, sulama suyu olarak kullanım açısından kalite durumunun da değerlendirilmesi gerekmektedir. Yüzey sularında olduğu gibi, yeraltı suları için de ABD Tuzluluk Diyagramı kullanılmıştır. Bu değerlendirmeye göre, GW-01 noktası C3S2 (yüksek iletkenlik – orta tuzluluk) sınıfında değerlendirilmiştir (Şekil 6.37).



Şekil 6.37 Yeraltı Suyu Numunesine Ait ABD Tuzluluk Diyagramı

6.1.8. Hava Kalitesi

Proje'nin inşaat aşamasında; kazı çalışmaları ve araç trafiği nedeniyle toz emisyonları (başlıca PM10, PM2.5 ve çöken toz) oluşacaktır. Ayrıca, inşaat aşamasında kullanılan araçlardan kaynaklanan egzoz emisyonları hava emisyonlarına neden olacak olup, bunların başlıca bileşenleri SO2 ve NO2 olacaktır. Buna ek olarak, Segment Tesisi operasyonlarından kaynaklı baca emisyonlarının oluşması beklenmektedir. Diğer taraftan, trenler elektrikle çalışacağından işletme aşamasında doğrudan hava emisyonu oluşması beklenmemektedir.

Bu bölüm kapsamında, Yerel Çalışma Alanı (LSA) içerisindeki mevcut hava kalitesi verileri sunulmuş ve ulusal ile uluslararası limit değerler/standartlar doğrultusunda değerlendirilmiştir.

LSA içerisindeki mevcut hava kalitesi değerlerini belirlemek amacıyla; planlanan metro istasyonlarına ve geçici tesislere en yakın hassas alıcıları temsil edecek şekilde seçilen toplam 20 ölçüm noktasında PM10, PM2.5, NO2, SO2 ve çöken toz parametrelerine yönelik hava kalitesi ölçüm çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Tüm ölçüm sonuçları, hava kalitesi modelleme ve etki değerlendirme çalışmalarında kullanılmıştır.

Hava kalitesi ölçüm noktaları Şekil 6.38'de sunulmaktadır. Ayrıca, mevcut durum ölçümlerine ilişkin detaylar Tablo 6.32, Tablo 6.33 ve Tablo 6.34'te verilmiştir.

Ölçüm kampanyasına ilişkin detaylar aşağıda sunulmaktadır:

- Günlük PM10 ve PM2.5 ölçümleri, Şubat 2026'da her bir lokasyonda 3 gün boyunca gerçekleştirilmiştir (detaylar için bkz. Tablo 6.32) ve TS EN 12341 standardına uygun olarak yürütülmüştür.
- İki aylık çöken toz ölçümleri, Ocak–Mart 2026 döneminde gerçekleştirilmiştir (detaylar için bkz. Tablo 6.33) ve TS 2342 standardına uygun şekilde yürütülmüştür.
- Aylık NO2 ve SO2 ölçümleri, Ocak–Mart 2026 döneminde 2 ay boyunca pasif difüzyon tüpleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir (detaylar için bkz. Tablo 6.34) ve TS EN 13528-1, 2 ve 3 standartlarına uygun olarak yapılmıştır.

PM10, PM2.5, NO2, SO2 ve çöken toza ilişkin imzalı Hava Kalitesi Ölçüm Raporları Ek-A'da sunulmaktadır.

Aşağıda belirtilen gösterge niteliğindeki mevcut durum ölçüm sonuçlarına göre:

- PM10 limit konsantrasyonları AQ-6, AQ-7, AQ-10, AQ-11, AQ-12, AQ-13 ve AQ-17 noktalarında aşılmıştır.
- PM2.5 limit konsantrasyonları AQ-1, AQ-6, AQ-7, AQ-8, AQ-10, AQ-11, AQ-12 ve AQ-13 noktalarında aşılmıştır.
- Çöken toz konsantrasyonları AQ-1 ve AQ-13 noktalarında limit değerleri aşmıştır.
- NO2 ve SO2 konsantrasyonları ise proje ile ilişkili standartlarda tanımlanan limit değerlerin altında kalmıştır.

Tablo 6.32 Partikül Madde Ölçüm Sonuçları (PM₁₀ ve PM_{2.5})

Ölçüm Noktası	Ölçüm Lokasyonu Detayları							Ölçüm Sonuçları (µg/m³)							
	Koordinatlar (X-Y) (WGS 84)	Semt/Mahalleler	Alıcı Türü	En Yakın Proje Bileşeni	En Yakın Proje Bileşenine Olan Mesafe (m)	Ölçüm Dönemindeki İnşaat Faaliyetlerinin Durumu	PM ₁₀				PM _{2.5}				
							1 st Gün	2 nd Gün	3 rd Gün	Ortalama	1 st Gün	2 nd Gün	3 rd Gün	Ortalama	
AQ-1	40.770185°	29.760648°	Yarımca	Konut	İstasyon	5	Devam Ediyor	36.30	34.00	32.20	34.17	25.70	25.80	21.90	24.47
AQ-2	40.763685°	29.782658°	Yarımca	Konut	İstasyon	300	Faaliyet yok	12.10	16.80	12.80	13.90	10.10	14.10	10.70	11.63
AQ-3	40.761858°	29.803863°	Sırrıpaşa	Konut	İstasyon	520	Devam Ediyor	17.50	13.70	15.40	15.53	7.59	6.15	7.23	6.99
AQ-4	40.757960°	29.815691°	Sırrıpaşa	Konut	İstasyon	280	Devam Ediyor	16.40	14.60	19.50	16.83	13.70	13.00	12.60	13.10
AQ-5	40.763279°	29.833922°	Çınarlı	Konut	İstasyon	680	Devam Ediyor	6.32	<6	9.57	7.95	<6	<6	<6	<6
AQ-6	40.762975°	29.852489°	Çenedağ	Konut	İstasyon	75	Devam Ediyor	72.80	57.80	53.50	61.37	64.90	55.70	51.70	57.43
AQ-7	40.761993°	29.876325°	Yenimahalle	Konut	İstasyon	85	Devam Ediyor	101.00	89.80	83.20	91.33	64.10	59.50	63.00	62.20
AQ-8	40.763965°	29.897289°	Yenidoğan	Konut	İstasyon	125	Devam Ediyor	43.00	45.50	45.90	44.80	27.70	28.00	27.30	27.67
AQ-9	40.763384°	29.914775°	Kozluk	Konut	İstasyon	50	Devam Ediyor	20.80	18.60	21.50	20.30	16.60	17.70	18.10	17.47
AQ-10	40.766519°	29.926840°	Hacı Hızır	Konut	İstasyon	120	Devam Ediyor	83.10	87.00	78.60	82.90	69.90	75.90	62.70	69.50
AQ-11	40.767281°	29.941027°	Ş.Kadıköy	Konut	İstasyon	60	Devam Ediyor	79.10	70.30	77.50	75.63	65.80	60.70	55.00	60.50
AQ-12	40.773911°	29.951435°	Mehmetalipaşa	Konut	İstasyon	15	Devam Ediyor	55.50	56.70	64.00	58.73	35.80	37.80	38.30	37.30
AQ-13	40.775732°	29.970483°	Mehmetalipaşa	Konut	İstasyon	60	Devam Ediyor	156.00	147.00	151.00	151.3	72.80	71.60	58.70	67.70
AQ-14	40.765857°	29.974336°	Mehmetalipaşa	Konut	İstasyon	150	Faaliyet yok	39.40	36.30	36.30	37.33	18.10	20.20	18.30	18.87
AQ-15	40.764079°	29.981905°	Mehmetalipaşa	Konut	İstasyon	420	Faaliyet yok	16.40	18.20	20.10	18.23	6.32	12.30	6.14	8.25
AQ-16	40.759442°	30.016598°	Dumlupınar	Konut	İstasyon	800	Faaliyet yok	10.10	8.67	10.10	9.62	<6	<6	<6	<6
AQ-17	40.754528°	30.024033°	Ş.Uzunbey Kumlaçiftliği	Konut	İstasyon	30	Faaliyet yok	59.80	65.30	59.40	61.50	14.60	17.70	18.60	16.97
AQ-18	40.747241°	30.046892°	Emekevler	Konut	İstasyon	250	Faaliyet yok	14.49	13.22	15.56	14.42	<6	<6	<6	<6
AQ-19	40.745822°	30.062220°	Ş.Çiftlik	Konut	İstasyon	150	Faaliyet yok	13.80	13.00	21.00	15.93	<6	6.70	10.50	8.60
AQ-20	40.789460°	29.945728°	Ş.Gündoğdu	Konut	Kamp Alanı	360	Faaliyet yok	23.10	24.40	27.10	24.87	13.50	14.60	16.40	14.83
Project Standards ^{1,2}								50				25			

Notlar:

1. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (03.07.2009 tarihli ve 27277 sayılı) ve 21 Mayıs 2008 tarihli 2008/50/EC sayılı “Ortam Hava Kalitesi ve Daha Temiz Hava” Direktifi
2. IFC Çevre, Sağlık ve Güvenlik (EHS) Kılavuzları

Tablo 6.33 Çöken Toz Ölçüm Sonuçları

Ölçüm Noktası	Ölçüm Lokasyonu Detayları							Ölçüm Sonuçları (mg/m ² .gün)		
	Koordinatlar (X-Y) (WGS 84)		Semt/ Mahalleler	Alıcı Türü	En Yakın Proje Bileşeni	En Yakın Proje Bileşenine Olan Mesafe (m)	Ölçüm Dönemindeki İnşaat Faaliyetlerinin Durumu	1 st Dönem	2 nd Dönem	Ortalama
AQ-1	40.770185°	29.760648°	Yarımca	Konut	İstasyon	5	Devam Ediyor	128.0	276.0	202.0
AQ-2	40.763685°	29.782658°	Yarımca	Konut	İstasyon	300	Faaliyet yok	66.4	61.1	63.8
AQ-3	40.761858°	29.803863°	Sırrıpaşa	Konut	İstasyon	520	Devam Ediyor	24.8	30.2	27.5
AQ-4	40.757960°	29.815691°	Sırrıpaşa	Konut	İstasyon	280	Devam Ediyor	38.4	16.7	27.6
AQ-5	40.763279°	29.833922°	Çınarlı	Konut	İstasyon	680	Devam Ediyor	54.2	19.3	35.8
AQ-6	40.762975°	29.852489°	Çenedağ	Konut	İstasyon	75	Devam Ediyor	131.0	73.0	102.0
AQ-7	40.761993°	29.876325°	Yenimahalle	Konut	İstasyon	85	Devam Ediyor	126.0	35.0	80.5
AQ-8	40.763965°	29.897289°	Yenidoğan	Konut	İstasyon	125	Devam Ediyor	96.5	115.0	105.8
AQ-9	40.763384°	29.914775°	Kozluk	Konut	İstasyon	50	Devam Ediyor	39.9	30.1	35.0
AQ-10	40.766519°	29.926840°	Hacı Hızır	Konut	İstasyon	120	Devam Ediyor	61.8	13.6	37.7
AQ-11	40.767281°	29.941027°	Ş.Kadıköy	Konut	İstasyon	60	Devam Ediyor	65.6	20.8	43.2
AQ-12	40.773911°	29.951435°	Mehmetalipaşa	Konut	İstasyon	15	Devam Ediyor	34.2	20.2	27.2
AQ-13	40.775732°	29.970483°	Mehmetalipaşa	Konut	İstasyon	60	Devam Ediyor	293.0	130.0	211.5
AQ-14	40.765857°	29.974336°	Mehmetalipaşa	Konut	İstasyon	150	Faaliyet yok	65.4	30.8	48.1
AQ-15	40.764079°	29.981905°	Mehmetalipaşa	Konut	İstasyon	420	Faaliyet yok	33.5	36.8	35.2
AQ-16	40.759442°	30.016598°	Dumlupınar	Konut	İstasyon	800	Faaliyet yok	36.2	35.6	35.9
AQ-17	40.754528°	30.024033°	Ş.Uzunbey Kumlaçiftliği	Konut	İstasyon	30	Faaliyet yok	38.6	24.0	31.3
AQ-18	40.747241°	30.046892°	Emekçevler	Konut	İstasyon	250	Faaliyet yok	35.5	22.5	29.0
AQ-19	40.745822°	30.062220°	Ş.Çiftlik	Konut	İstasyon	150	Faaliyet yok	44.1	42.7	43.4
AQ-20	40.789460°	29.945728°	Ş.Gündoğdu	Konut	Kamp Alanı	360	Faaliyet yok	36.4	19.6	28.0
Proje Standartları ¹								210	210	390

Notlar:

1. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (03.07.2009 tarihli ve 27277 sayılı)

Tablo 6.34 SO₂ ve NO₂ Ölçüm Sonuçları

Ölçüm noktası	Ölçüm Lokasyonu Detayları							Ölçüm Sonuçları (µg/m ³)					
	Koordinatlar (X-Y) (WGS 84)		Yerleşim / Mahalle	Alıcı Türü	En Yakın Proje Bileşeni	En Yakın Proje Bileşenine Olan Mesafe (m)	Ölçüm Dönemindeki İnşaat Faaliyetlerinin Durumu	SO ₂			NO ₂		
								1 st Dönem	2 nd Dönem	Ortalama	1 st Dönem	2 nd Dönem	Ortalama
AQ-1	40.770185°	29.760648°	Yarımca	Konut	İstasyon	5	Devam Ediyor	18.85	16.98	17.91	31.64	33.22	32.43
AQ-2	40.763685°	29.782658°	Yarımca	Konut	İstasyon	300	Faaliyet yok	17.41	17.21	17.31	29.95	32.97	31.46
AQ-3	40.761858°	29.803863°	Sırrıpaşa	Konut	İstasyon	520	Devam Ediyor	8.88	9.19	9.03	10.55	23.25	16.90
AQ-4	40.757960°	29.815691°	Sırrıpaşa	Konut	İstasyon	280	Devam Ediyor	6.07	5.58	5.83	8.87	9.81	9.34
AQ-5	40.763279°	29.833922°	Çınarlı	Konut	İstasyon	680	Devam Ediyor	4.68	6.53	5.61	9.02	9.18	9.10
AQ-6	40.762975°	29.852489°	Çenedağ	Konut	İstasyon	75	Devam Ediyor	5.38	6.21	5.79	9.51	9.70	9.61
AQ-7	40.761993°	29.876325°	Yenimahalle	Konut	İstasyon	85	Devam Ediyor	6.49	4.41	5.45	9.11	9.69	9.40
AQ-8	40.763965°	29.897289°	Yenidoğan	Konut	İstasyon	125	Devam Ediyor	7.07	4.90	5.98	9.46	8.86	9.16
AQ-9	40.763384°	29.914775°	Kozluk	Konut	İstasyon	50	Devam Ediyor	13.23	12.25	12.74	23.09	23.56	23.33
AQ-10	40.766519°	29.926840°	Hacı Hızır	Konut	İstasyon	120	Devam Ediyor	15.15	13.03	14.09	22.49	23.22	22.86
AQ-11	40.767281°	29.941027°	Ş.Kadıköy	Konut	İstasyon	60	Devam Ediyor	14.65	9.90	12.27	23.61	21.21	22.41
AQ-12	40.773911°	29.951435°	Mehmetalipaşa	Konut	İstasyon	15	Devam Ediyor	5.87	4.82	5.34	9.00	9.06	9.03
AQ-13	40.775732°	29.970483°	Mehmetalipaşa	Konut	İstasyon	60	Devam Ediyor	11.94	12.86	12.40	13.76	13.26	13.51
AQ-14	40.765857°	29.974336°	Mehmetalipaşa	Konut	İstasyon	150	Faaliyet yok	10.83	10.25	10.54	15.51	13.52	14.52
AQ-15	40.764079°	29.981905°	Mehmetalipaşa	Konut	İstasyon	420	Faaliyet yok	10.55	12.91	11.73	14.61	14.92	14.76
AQ-16	40.759442°	30.016598°	Dumlupınar	Konut	İstasyon	800	Faaliyet yok	11.18	12.50	11.84	8.84	9.66	9.25
AQ-17	40.754528°	30.024033°	Ş.Uzunbey Kumlaçiftliği	Konut	İstasyon	30	Faaliyet yok	12.44	12.34	12.39	8.86	9.42	9.14
AQ-18	40.747241°	30.046892°	Emekvler	Konut	İstasyon	250	Faaliyet yok	6.21	6.33	6.27	9.54	9.44	9.49
AQ-19	40.745822°	30.062220°	Ş.Çiftlik	Konut	İstasyon	150	Faaliyet yok	6.29	4.22	5.26	9.75	9.23	9.49
AQ-20	40.789460°	29.945728°	Ş.Gündoğdu	Konut	Kamp Alanı	360	Faaliyet yok	5.04	5.35	5.19	5.04	5.56	5.30
Proje Standartları ¹								20			40		

Notlar:

1. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (03.07.2009 tarihli ve 27277 sayılı)



Şekil 6.38 Mevcut Durum Hava Kalitesi Ölçüm Noktaları Haritası

6.1.9. Gürültü ve Titreşim

Proje Yerel Çalışma Alanı (LSA) içerisindeki mevcut gürültü ve titreşim seviyelerini belirlemek amacıyla, planlanan Proje Güzergâhı ve geçici tesisler boyunca önceden belirlenmiş noktalarda çevresel gürültü ve titreşim ölçüm çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Bu kapsamda, planlanan metro istasyonlarına en yakın hassas alıcıları temsil edecek şekilde toplam 20 adet gürültü ve titreşim ölçüm noktası belirlenmiştir (bkz. Şekil 6.39). 2 Şubat – 1 Mart 2026 tarihleri arasında, bu noktalarda TS ISO 1996-1 ve TS ISO 1996-2 standartlarına uygun olarak 48 saatlik süre boyunca ortam gürültüsü ölçümleri gerçekleştirilmiş; noktasal titreşim ölçümleri ise TS 4866 standardına uygun şekilde yapılmıştır.

Gürültü ölçüm sonuçları IFC ve Türk mevzuatındaki gürültü standartları ile karşılaştırılmış, titreşim ölçüm sonuçları ise Türk mevzuatı gereklilikleri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Gürültü ve titreşim ölçüm noktalarına ilişkin detaylar ile mevcut durum ölçüm sonuçları sırasıyla Tablo 6.35 ve Tablo 6.36'da sunulmaktadır. Ölçüm noktalarının konumları Şekil 6.39'da gösterilmektedir. Ayrıca, imzalı Gürültü ve Titreşim Ölçüm Sonuç Raporları Ek-A'da sunulmaktadır.

Mevcut durum gürültü ölçüm sonuçları, temsili ölçüm noktalarına ilişkin detaylar ile ilgili IFC kılavuz değerleri ve Türk mevzuatı gürültü limitleriyle birlikte Tablo 6.35'te sunulmaktadır. Bu kapsamda, mevcut durum gürültü seviyelerine ilişkin detaylı değerlendirme aşağıda verilmiştir:

- IFC gündüz ve gece gürültü standartları tüm lokasyonlarda aşılmıştır. Buna bağlı olarak, IFC standardına göre tüm lokasyonlarda önerilen Proje kaynaklı gündüz ve gece arka plan gürültü seviyelerinde 3 dBA artışa izin verilmektedir.
- Türk mevzuatındaki gündüz dönemi gürültü limit değerleri N2, N7, N8, N9, N10, N11, N12, N13, N14, N17 ve N18 noktalarında aşılmıştır.
- Türk mevzuatındaki akşam dönemi gürültü limit değerleri N2, N3, N4, N6, N7, N8, N9, N10, N11, N12, N13, N14, N17 ve N20 noktalarında aşılmıştır.
- Türk mevzuatındaki gece dönemi gürültü limit değerleri N1, N2, N3, N4, N6, N7, N8, N9, N10, N11, N12, N13, N14, N15, N16, N17, N18, N19 ve N20 noktalarında aşılmıştır.

Diğer taraftan, titreşim ölçüm sonuçları temsili ölçüm noktalarına ilişkin detaylar ve Türk mevzuatındaki limit değerlerle birlikte Tablo 6.36'da sunulmaktadır. Buna göre, tüm alıcılardaki titreşim ölçüm sonuçlarının mevzuatta belirtilen limit değerlerin altında olduğu belirlenmiştir.

Tablo 6.35 Mevcut Durum Gürültü Ölçüm Sonuçları

Ölçüm Lokasyonu Detayları								Ölçülebilir Sonuçlar (dBA)					
Ölçüm Noktası	Koordinatlar (X-Y) (WGS 84)		Yerleşim / Mahalle	Alıcı Türü	En Yakın Proje Bileşeni	En Yakın Proje Bileşenine Olan Mesafe (m)	Ölçüm Dönemindeki İnşaat Faaliyetlerinin Durumu	Ölçüm Günü	IFC		Türk		
									Gündüz (07:00 to 22:00)	Gece (22:00 to 07:00)	Gündüz (07:00 to 19:00)	Akşam (19:00 to 23:00)	Gece (23:00 to 07:00)
N-1	40.770166°	29.760647°	Yarımca	Konut	İstasyon	5	Devam Ediyor	25-26.02.2026	58.3	57.1	58.1	58.8	57.1
								26-27.02.2026	58.0	55.8	57.9	58.3	55.8
N-2	40.761990°	29.785663°	Yarımca	Konut	İstasyon	0	Faaliyet yok	25-26.02.2026	66.0	58.9	65.8	66.5	58.9
								26-27.02.2026	62.8	58.0	63.1	62.0	58.0
N-3	40.758497°	29.800282°	Sırrıpaşa	Konut	İstasyon	20	Devam Ediyor	27-28.02.2026	62.4	60.0	63.0	59.8	60.0
								28.02-01.03.2026	62.9	60.9	63.1	62.4	60.9
N-4	40.760785°	29.813475°	Sırrıpaşa	Konut	İstasyon	20	Devam Ediyor	18-19.02.2026	61.8	58.3	62.2	60.3	58.3
								19-20.02.2026	59.5	55.9	60.1	56.9	55.9
N-5	40.757349°	29.830662°	Çenedağ	Konut	İstasyon	10	Devam Ediyor	18-19.02.2026	58.4	51.2	59.2	55.1	51.2
								19-20.02.2026	57.8	54.4	58.7	53.4	54.4
N-6	40.763001°	29.852528°	Çenedağ	Konut	İstasyon	75	Devam Ediyor	20-21.02.2026	61.3	61.0	60.7	62.9	61.0
								21-22.02.2026	62.9	63.5	63.0	62.7	63.5
N-7	40.762048°	29.876524°	Yenimahalle	Konut	İstasyon	70	Devam Ediyor	20-21.02.2026	65.9	65.2	66.2	64.9	65.2
								21-22.02.2026	68.7	64.7	69.4	65.5	64.7
N-8	40.764196°	29.900470°	Yenidoğan	Konut	İstasyon	70	Devam Ediyor	27-28.02.2026	68.9	63.4	69.3	67.5	63.4
								28.02-01.03.2026	62.5	61.6	62.8	61.2	61.6
N-9	40.763154°	29.914988°	Kozluk	Konut	İstasyon	65	Devam Ediyor	23-24.02.2026	66.7	64.4	66.9	65.9	64.4
								24-25.02.2026	66.6	65.6	66.8	66.3	65.6
N-10	40.766268°	29.928085°	Hacı Hızır	Konut	İstasyon	30	Devam Ediyor	23-24.02.2026	70.3	68.2	70.8	67.9	68.2
								24-25.02.2026	70.2	70.0	70.4	69.7	70.0
N-11	40.767327°	29.941333°	Ş.Kadıköy	Konut	İstasyon	5	Devam Ediyor	03-04.02.2026	67.3	60.8	68.3	59.9	60.8
								04-05.02.2026	67.6	62.1	67.9	66.4	62.1
N-12	40.774131°	29.951372°	Mehmetalipaşa	Konut	İstasyon	10	Devam Ediyor	03-04.02.2026	67.6	57.8	66.0	70.5	57.8
								04-05.02.2026	59.8	64.6	60.4	56.9	64.6

Ölçüm Lokasyonu Detayları								Ölçülebilir Sonuçlar (dBA)					
Ölçüm Noktası	Koordinatlar (X-Y) (WGS 84)		Yerleşim / Mahalle	Alıcı Türü	En Yakın Proje Bileşeni	En Yakın Proje Bileşenine Olan Mesafe (m)	Ölçüm Dönemindeki İnşaat Faaliyetlerinin Durumu	Ölçüm Günü	IFC		Türk		
									Gündüz (07:00 to 22:00)	Gece (22:00 to 07:00)	Gündüz (07:00 to 19:00)	Akşam (19:00 to 23:00)	Gece (23:00 to 07:00)
N-13	40.775134°	29.971898°	Mehmetalipaşa	Konut	İstasyon	25	Devam Ediyor	07-08.02.2026	65.9	64.6	65.9	65.8	64.6
								08-09.02.2026	79.0	77.2	79.6	76.5	77.2
N-14	40.765038°	29.975981°	Mehmetalipaşa	Konut	İstasyon	35	Faaliyet yok	16-17.02.2026	68.9	66.4	69.6	65.7	66.4
								17-18.02.2026	59.5	56.3	60.4	53.2	56.3
N-15	40.760563°	29.981391°	Mehmetalipaşa	Konut	İstasyon	85	Faaliyet yok	15-16.02.2026	55.8	56.1	55.7	56.3	56.1
								16-17.02.2026	55.7	58.4	56.5	51.3	58.4
N-16	40.757084°	30.014044°	Dumlupınar	Konut	İstasyon	520	Faaliyet yok	14-15.02.2026	59.5	58.7	60.1	56.4	58.7
								15-16.02.2026	60.1	55.0	60.9	55.8	55.0
N-17	40.755296°	30.023778°	Ş.Uzunbey Kumlaçiftliği	Konut	İstasyon	15	Faaliyet yok	13-14.02.2026	73.1	69.6	73.9	69.0	69.6
								14-15.02.2026	62.0	58.7	62.8	57.7	58.7
N-18	40.748647°	30.046377°	Emekevler	Konut	İstasyon	110	Faaliyet yok	11-12.02.2026	66.3	64.2	67.4	58.3	64.2
								12-13.02.2026	66.8	63.2	67.8	60.0	63.2
N-19	40.745778°	30.062155°	Ş.Çiftlik	Konut	İstasyon	150	Faaliyet yok	11-12.02.2026	60.1	59.4	61.1	53.2	59.4
								12-13.02.2026	59.7	58.0	60.7	53.2	58.0
N-20	40.786463°	29.943816°	Ş.Gündoğdu	Konut	Kamp Alanı	30	Faaliyet yok	07-08.02.2026	63.8	60.9	64.4	61.4	60.9
								08-09.02.2026	63.8	61.9	64.4	60.7	61.9
Gürültü Standartları ^{2,3}	Endüstriyel; ticari alanlar								70	70	-	-	-
	Konut; kurumsal; eğitim alanları								55	45	-	-	-
Türk Gürültü Standartları ^{4,5}	Endüstriyel tesisler, ulaşım kaynakları								-	-	65	60	55
	İşletmeler								-	-	Arka Plan Gürültü Seviyeleri + 5		Arka Plan Gürültü Seviyeleri + 3
	Birden fazla işletme olması durumunda								-	-	Arka Plan Gürültü Seviyeleri + 7		Arka Plan Gürültü Seviyeleri + 5

² IFC Çevre, Sağlık ve Güvenlik (ÇSG) Yönergeleri Genel ÇSG Yönergeleri: Çevre - Gürültü Yönetimi;

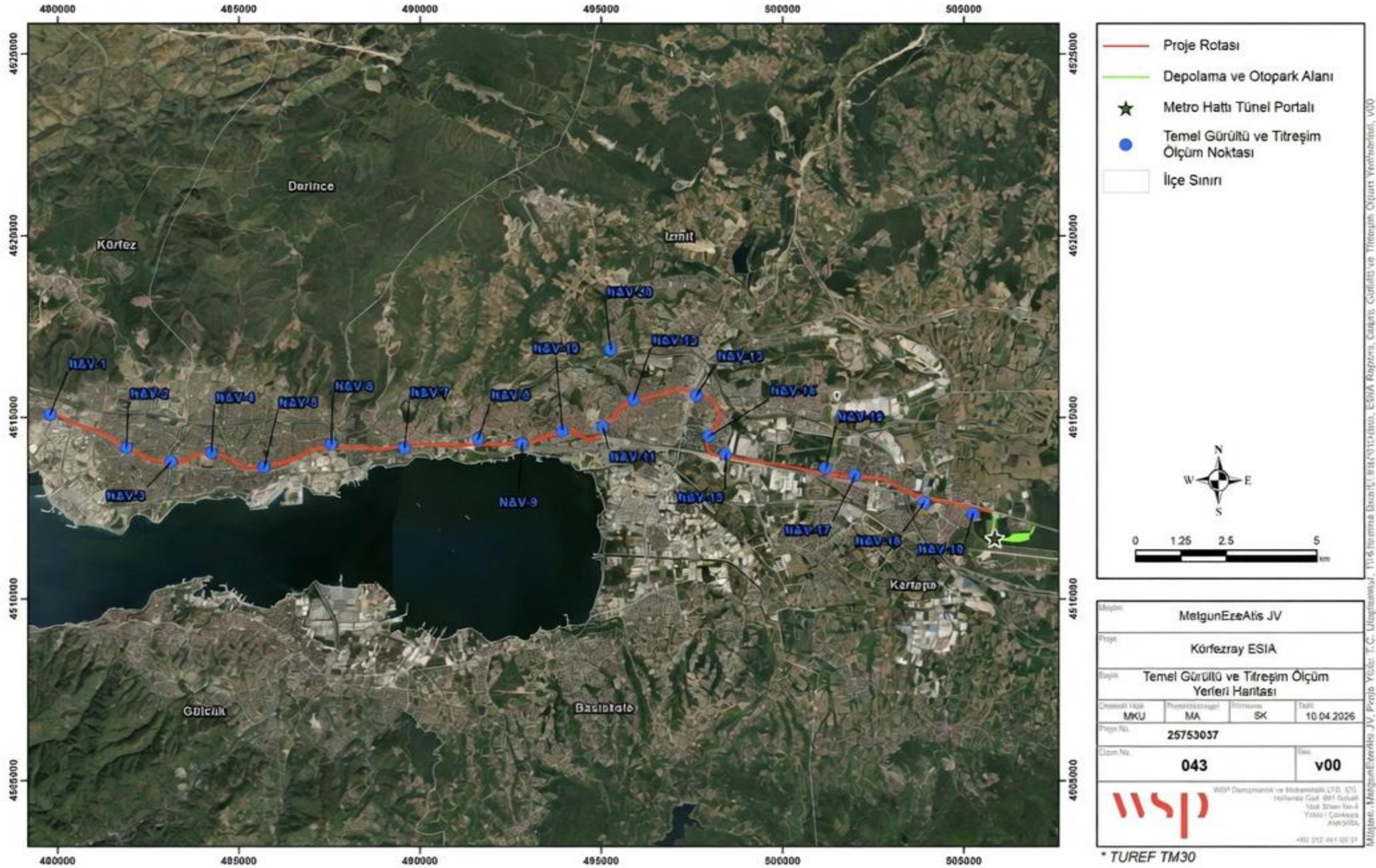
³ IFC yönergeleri, 24 saatlik süre içinde iki zaman aralığı için gürültü standartları belirler: gündüz (07:00 - 22:00) ve gece (22:00 - 07:00).

⁴ Çevresel Gürültünün Kontrolüne İlişkin Yönetmelik;

⁵ Çevresel Gürültünün Kontrolüne İlişkin Yönetmelik, 24 saatlik süre içinde üç zaman aralığı için gürültü standartları belirler: gündüz (07:00 - 19:00), akşam (19:00 - 23:00) ve gece (23:00 - 07:00).

Tablo 6.36 Mevcut Durum Titreşim Ölçüm Sonuçları

Ölçüm Noktası	Ölçüm Lokasyonu Detayları							Ölçüm Sonuçları (mm/sn)					
	Koordinatlar (X-Y) (WGS 84)		Yerleşim / Mahalle	Alıcı Türü	En Yakın Proje Bileşeni	En Yakın Proje Bileşenine Olan Mesafe (m)	Ölçüm Dönemindeki İnşaat Faaliyetlerinin Durumu	Tepe değer			RM _s		
	X	Y						X	Y	Z	X	Y	Z
V-1	40.770166°	29.760647°	Yarımca	Konut Alanı	İstasyon	5	Devam Ediyor	1.7239	1.2078	1.3964	0.0640	0.0465	0.0522
V-2	40.761990°	29.785663°	Yarımca	Konut Alanı	İstasyon	0	Devam Ediyor	0.2128	0.1268	0.1172	0.0155	0.0141	0.0173
V-3	40.758497°	29.800282°	Sırrıpaşa	Konut Alanı	İstasyon	20	Devam Ediyor	2.3227	1.6963	1.8989	0.0930	0.0643	0.0804
V-4	40.760785°	29.813475°	Sırrıpaşa	Konut Alanı	İstasyon	20	Devam Ediyor	0.8385	0.3802	0.5182	0.0378	0.0419	0.0387
V-5	40.757349°	29.830662°	Çenedağ	Konut Alanı	İstasyon	10	Devam Ediyor	0.1130	0.1466	0.1059	0.0147	0.0131	0.0195
V-6	40.763001°	29.852528°	Çenedağ	Konut Alanı	İstasyon	75	Devam Ediyor	1.1641	0.8204	0.9036	0.0472	0.0367	0.0446
V-7	40.762048°	29.876524°	Yenimahalle	Konut Alanı	İstasyon	70	Devam Ediyor	0.3126	0.4915	0.3707	0.0211	0.0177	0.0265
V-8	40.764196°	29.900470°	Yenidoğan	Konut Alanı	İstasyon	70	Devam Ediyor	0.1824	0.1704	0.1211	0.0165	0.0164	0.0205
V-9	40.763154°	29.914988°	Kozluk	Konut Alanı	İstasyon	65	Devam Ediyor	0.0825	0.0634	0.1172	0.0140	0.0133	0.0166
V-10	40.766268°	29.928085°	Hacı Hızır	Konut Alanı	İstasyon	30	Devam Ediyor	0.9078	1.0814	1.0520	0.0599	0.0466	0.0578
V-11	40.767327°	29.941333°	Ş.Kadıköy	Konut Alanı	İstasyon	5	Devam Ediyor	0.1129	0.1307	0.1135	0.0154	0.0146	0.0203
V-12	40.774131°	29.951372°	Mehmetalipaşa	Konut Alanı	İstasyon	10	Devam Ediyor	1.9588	1.2560	1.3661	0.0743	0.0494	0.0561
V-13	40.775134°	29.971898°	Mehmetalipaşa	Konut Alanı	İstasyon	25	Devam Ediyor	0.2301	0.2773	0.3365	0.0265	0.0231	0.0492
V-14	40.765038°	29.975981°	Mehmetalipaşa	Konut Alanı	İstasyon	35	Faaliyet yok	0.3560	0.4121	0.3593	0.0351	0.0328	0.0335
V-15	40.760563°	29.981391°	Mehmetalipaşa	Konut Alanı	İstasyon	85	Faaliyet yok	0.1521	0.1308	0.1514	0.0197	0.0177	0.0281
V-16	40.757084°	30.014044°	Dumlupınar	Konut Alanı	İstasyon	520	Faaliyet yok	0.2825	0.2178	0.3101	0.0171	0.0172	0.0312
V-17	40.755296°	30.023778°	Ş.Uzunbey Kumlaçiftliği	Konut Alanı	İstasyon	15	Faaliyet yok	0.0869	0.0674	0.2118	0.0166	0.0174	0.0438
V-18	40.748647°	30.046377°	Emekvevler	Konut Alanı	İstasyon	110	Faaliyet yok	0.2606	0.1663	0.1059	0.0151	0.0139	0.0206
V-19	40.745778°	30.062155°	Ş.Çiftlik	Konut Alanı	İstasyon	150	Faaliyet yok	0.3824	0.2377	0.1589	0.0218	0.0161	0.0177
V-20	40.786463°	29.943816°	Ş.Gündoğdu	Konut Alanı	Kamp Alanı	30	Faaliyet yok	0.3560	0.1862	0.2497	0.0168	0.0155	0.0341
Faaliyetler Açısından Türk Titreşim Limitleri	Demiryolu ve karayolu ulaşım araçları, işyerleri ve endüstriyel tesisler tarafından oluşturulan titreşim			Konut Alanlarında				-			1.5		
				Ofislerde				-			3.5		
				Tarihi ve Doğal Yapılarda				-			0.8		
	İnşaatlarda kazık çakma ve benzeri titreşim oluşturan faaliyetler ile iş makineleri tarafından oluşturulan titreşim			Konut Alanlarında				5			-		
				Ofislerde				15			-		
				Tarihi ve Doğal Yapılarda				2			-		



Şekil 6.39 Mevcut Durum Gürültü ve Titreşim Ölçüm Noktaları Haritası

WSP

#

Ekler



Ek-A - Laboratuvar Raporları

wsp

