



Aç Kapa Tünel Yöntemi, GAZİRAY Örneği

Cem CEYLAN¹, Nurullah AKBULUT^{*2}, Ali Fırat ÇABALAR³

¹ TCDD Genel Müdürlüğü, Modernizasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye

² Federal Waterways Engineering and Research Institute, Karlsruhe, Almanya

³ Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Müh. Bölümü, Gaziantep, Türkiye

*nurullah.akbulut@baw.de

(Alınış/Received: 25.12.2024, Kabul/Accepted: 24.01.2025, Yayımlama/Published: 31.01.2025)

Öz: Günlük hayatımızın vazgeçilmez bir parçası olan ulaşım sistemleri, hızlı nüfus artışı ve sanayileşmeyle birlikte ortaya çıkan birçok problemlerle karşı karşıya kalmaktadır. Gaziantep şehir merkezinde tespit edilen ulaşım sorunlarının çözümü amacıyla, Küçük Sanayi Sitesi ile Organize Sanayi Bölgeleri arasında GAZİRAY projesi hayata geçirilmiştir. Söz konusu projeye ait demiryolu hattı Gaziantep şehir merkezinin kuzey batısından başlayarak güneydoğu istikametine uzanan yaklaşık 25 km'lik bir güzergah boyunca uzanmaktadır. Burada sunulan makalede, km:11+900 ve 16+710 noktaları arasında aç-kapa yöntemi ile inşa edilen tünel yapısı başta olmak üzere, tüm güzergah boyunca karşılaşılan zeminler analiz edilmektedir. Güzergah boyunca yapılan 55 adet zemin sondajından elde edilen bilgiler ışığında, inceleme alanına krem renkli kalın tabakalı kireçtaşları (Fırat Formasyonu) ile tebeşirli kireçtaşı ve killi kireçtaşlarından oluşan (Gaziantep Formasyonu) bir jeolojik yapının hakim olduğu, nadiren ise eski alüvyon çökellerinin varlığı tespit edilmiştir. Yapılan laboratuvar çalışmaları sonucunda, alüvyon çökellerindeki en düşük tek eksenli basınç dayanımı 52.7 kPa olarak belirlenirken, Fırat Formasyonu kireçtaşındaki en yüksek basınç dayanımı ise 519.1 kPa olarak tespit edilmiştir. Kireçtaşının doğal birim hacim ağırlığı değerinin 18.90 kN/m³ ile 25.33 kN/m³ arasında değişmekte olduğu, su içeriğinin ise %1.32 ile %5.06 arasında değiştiği görülmüştür. Ayrıca RQD değeri alüvyon çökellerinde %0-%5 arasında, kireçtaşında ise %34-%48 arasında bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Gaziantep, Demiryolu, Aç-kapa Tünel, Geoteknik

The Cut-Cover Tunneling Method: A Case Study of GAZİRAY

Abstract: Transportation systems, which are an indispensable part of our daily lives, are faced with many problems that arise with rapid population growth and industrialization. In order to solve the transportation problems available in the Gaziantep city center, the GAZİRAY project was implemented between the Small Size Industrial Site and the Organized Industrial Zones. The railway project extends along a route of approximately 25 km starting from the northwest of the Gaziantep city center and extending to the southeast. In the paper presented here, the characteristics of the soils encountered along the entire route, particularly the tunnel structure constructed by the cut-cover method between km: 11+900 and 16+710 points, are analyzed from a geotechnical point of view. In the light of the information obtained from 55 ground boreholes opened along the route, it was determined that the geological structure consisting of cream-colored thick-bedded limestone (Fırat Formation) and clayey limestone (Gaziantep Formation) dominated the study area, and rarely, the presence of old alluvial deposits was observed. As a result of laboratory studies, the lowest uniaxial compressive strength in alluvial deposits was found to be 52.7 kPa, while the highest compressive strength in Fırat Formation limestone was 519.1 kPa. It was observed that the natural unit volume weight value of limestone varied between 18.90 kN/m³ and 25.33 kN/m³, and the water content varied between 1.32% and 5.06%. In addition, the RQD value was found to be between 0% and 5% for alluvial deposits, and between 34% and 48% for limestone samples.

Keywords: Gaziantep, Railway, Cut-cover Tunnel, Geotechnics

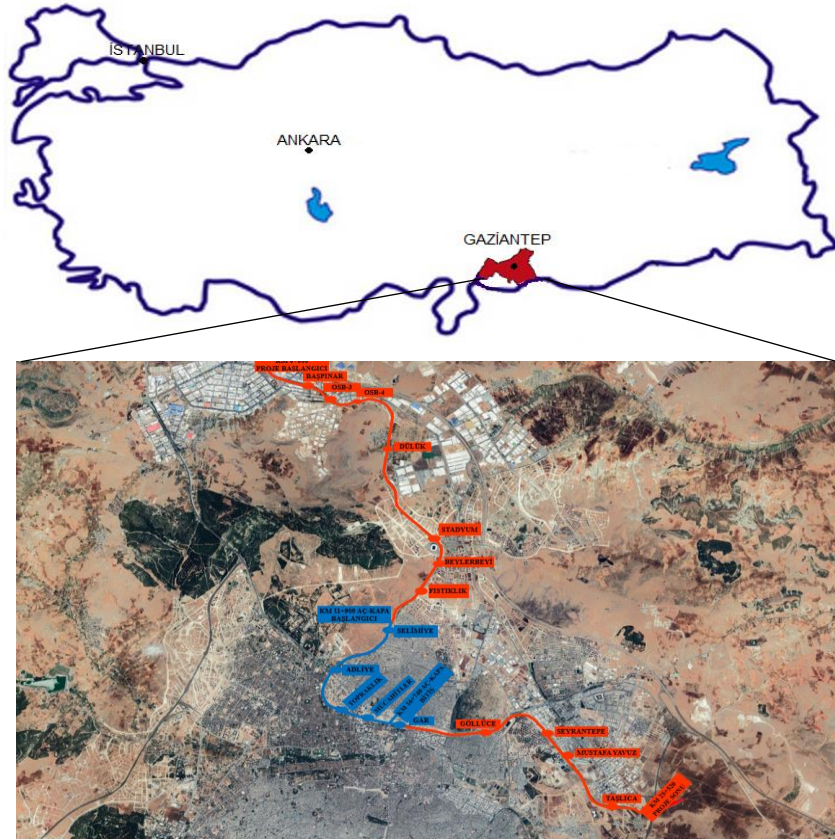
1. Giriş

Hızlı nüfus artışı, yapılaşma, ve sanayileşmenin etkisiyle genişleyen şehir merkezlerinde oluşan ulaşım problemlerinin kalıcı ve çevre dostu çözümü için raylı sistemler tercih edilmektedir [1, 2, 3, 4]. Sanayileşmenin getirdiği üretim ve iç/dış göçten kaynaklı hızlı nüfus artışının yaşandığı şehirlerimizin başında gelen Gaziantep'te sanayi bölgelerine ulaşım uzun yıllardan beri özel halk otobüsleri, minibüsler ve belediye otobüsleri ile çok güç şartlar altında sağlanmakta idi. Şehir merkezinde ortaya çıkan ulaşım sorununun çözümü amacıyla, Gaziantep Büyükşehir Belediyesi ve Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD) işbirliğinde, Gaziantep Küçük Sanayi Sitesi (KÜSGET) ile organize sanayi bölgeleri (OSB) arasındaki ulaşımı sağlamak için GAZİRAY projesi hayata geçirilmiştir. Söz konusu proje, mevcut tek hatlı demiryolunun modernize ederek dört hatta çıkarılması, hemzemin geçitlerin kaldırılması, mevcut istasyonların yenilenmesi ve yeni istasyonlar inşa edilmesi amacıyla tasarlanmıştır. Sistem aynı zamanda Mersin- Adana- Osmaniye- Gaziantep yüksek standartlı hızlı tren koridoru boyunca yapılan önemli iyileştirmelerin bir parçası olup demiryolu hattının doğudaki son halkasıdır. Demiryolu güzergahının yerleşim yerlerine çok yakın geçmesi ve demiryolu hattının ileride hızlı tren güzergahı olarak da kullanılacak olması sebebiyle proje tasarım aşamasında bazı önlemler alınması gerektiği ortaya çıkmıştır. Bu önlemlerin başlıca sebepleri hem gürültüyü engellemek, hem de demiryolu hattının etrafında bulunan yerleşim yeri sakinlerini kazalara karşı korumaktır. Bu bağlamda, projenin özellikle yerleşim yerlerine yakın olan kısımlarının aç-kapa tünel sistemiyle projelendirilmesine karar verilmiştir. Zira, bu tünel yapıları yumuşak/zayıf zemin koşulları, sığ derinlik, ve sınırlı kentsel alanların bulunduğu yerlerde, kutu şeklinde tasarlanarak, kazık grupları ile desteklenen yapılar olup, diğer tünel yapılarına (delme, batırma) kıyasla çok daha ucuz ve pratik bir yapım yöntemine sahiptirler. Burada sunulan makalede, bölgedeki ilk aç-kapa tünel yapısının incelenmesi, bu yapının inşası sırasında karşılaşılan problemlerin analizi, ve geoteknik açıdan zemin yapısının değerlendirilerek, elde edilen birikimlerin araştırmacı ve saha mühendislerinin bilgisine sunulması amaçlanmıştır.

2. Gaziray

2.1. Proje güzergahı

GAZİRAY demiryolu projesi, İstanbul'dan başlayarak Ankara, Konya, Karaman, Adana, ve Mersin üzerinden Gaziantep'e ulaşan hızlı tren demiryolu ağının Gaziantep ili sınırları içerisindeki yaklaşık 25 km'lik kısmı olarak tanımlanmaktadır. Bu güzergahta 2 hat hızlı tren için, 2 hat Banliyö için toplam 4 hat ve 17 istasyon bulunmaktadır. Proje güzergahı Organize Sanayi Sitesi'nin bulunduğu Başpınar İstasyonunda km: 0+000 olarak başlamakta, Kızılcamezra ve Boynuzlukaya tepe etekleri boyunca devam ederek, km: 5+000 civarında Dülük Köyü ve Keber tepe mevkiine uzanmaktadır. Hali hazırda kullanılan devlet demiryolu koridorunu takip ederek devam eden güzergah Beylerbeyi Köyü'nün hemen yanından geçtikten sonra Selimiye Mahallesi üzerinden Şehitkamil Bölgesi'ne ulaşmaktadır. Bu bölgede sırasıyla Özgürlük, Zeytinli, Mücahitler, Budak, Yaprak, ve Yeşilova Mahallesi'ne ulaşan proje güzergahı, Gaziantep İstasyonu üzerinden Güzelyurt, Organize Sanayi Bölgesi ve Acemkaya Tepesi eteklerinden Mustafayavuz İstasyonuna kadar ulaşmaktadır. Bu noktadan sonra, mevcut devlet demiryolları hattını takip ederek Ardiyeciler sitesinin güneyinden geçip ve Taşlıca köyü yakınlarında km: 25+532'de son bulmaktadır. Proje güzergahını gösteren harita Şekil 1'de sunulmaktadır.



Şekil 1. GAZİRAY güzergahı

2.2. Aç-kapa tünel yöntemi

Şekil 1'de görüldüğü gibi, mavi renkle gösterilen güzergah parçası aç-kapa tünel yapısının olduğu kısımdır. Demiryolu güzergahının km:11+900 ve km:16+710 noktaları arasında bulunan yerleşim yerlerinin hemen yanından geçmesi, ve demiryolu hattının ileride hızlı tren güzergahı olarak da kullanılmak üzere planlanmış olması nedeniyle kapalı bir tünel içerisinde geçirilmesi planlanmıştır. Bu kararın alınmasındaki başlıca gerekçeler, güzergah boyunca ortaya çıkacak olan gürültüyü engellemek, ve yakınından geçtiği yerleşim yeri sakinlerini kazalara karşı korumaktır. Yapımı tamamlanan aç-kapa tünel inşasına bazı ait teknik detaylar Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1. Aç-kapa tünel yapısına ait bazı teknik detaylar

Aç-kapa yapısının güzergâh uzunluğu	4810 m
Platform genişliği	23.50 m
Minimum yatay karp yarıçapı	500 m
Minimum düşey karp yarıçapı	15.000 m
Proje hızı	100 km/s
Maksimum eğim	%1.6
Maksimum dever	90 mm

Aç-kapa tünel inşası öncesi açılan 55 adet sondajdan alınan örnekler vasıtasıyla proje alanındaki zeminlerin jeolojik ve geoteknik değerlendirmesi yapılarak dayanım parametreleri belirlenmiştir. Bu değerlendirmeler ışığında, boyları 14 metre ile 21 metre arasında değişen

7845 adet fore kazık imalatı yapılmıştır. Bu imalatlara ait bazı görüntüler ve güzergah üzerinde inşa edildikleri noktalar, sırasıyla Şekil 2'de ve Tablo 2'de sunulmaktadır.

Tablo 2. Aç-kapa tünel yapısına ait bazı kazık bilgileri

YERİ	8 ŞUBAT MAHALLESİ		ZEYTLİ MAH.		MÜCAHİTLER MAH.		ULUS MAH.		BUDAK MAH.						
	İSTİNAT DUVARLI U KESİT	970 adet kazık 19.365,0 m			6.154 adet kazık 134.223 m				252 adet kazık 3.521 m	İSTİNAT DUVARLI U KESİT					
UZUNLUK	254,00 mt	577,00 mt			3.634,00 mt				198,00 mt	49,00 mt					
KMARALIĞI	11+949,00	12+203,00	12+770,00	12+780,00	13+000,00	13+460,00	13+880,00	14+200,00	14+710,00	15+410,00	15+805,00	16+080,00	16+414,00	16+612,00	16+661,00
	Açık Alan Toplam Uzunluğu = 1.078,00 mt						Kapalı Alan Toplam Uzunluğu = 3.634,00 mt								



Şekil 2. Aç-kapa tünel yapısına ait kazık görüntüleri

Kazık imalatının tamamlanmasına müteakip aç-kapa tünel yapısı için kazı çalışmalarına geçilmiştir. Toplam 4810 metre uzunluğundaki tünel için 1.8 milyon metreküp kazı, ve 0.4 milyon metreküp dolgu yapılmıştır. Kazı alanında imalatı yapılan kazıkların birlikte hareket etmeleri ve tünelin üstünü kapatmak amacıyla kiriş başlıkları tasarlanarak imalatı yapılmıştır. Farklı boylarda, ve yüksekliklerde (150 cm- 200 cm) değişen toplam 3289 adet kirişlere ait bazı teknik detaylar Tablo 3'te sunulmaktadır. Şekil 3'te ise kiriş yerleştirme işlemine ait görüntüler sunulmaktadır.

Tablo 3. Aç-kapa tünel yapısına ait bazı kiriş detayları

YERİ	KM: 11+900 - 16+740 ARASI AÇ - KAPA YAPISI İTİNERERİ														
	8 ŞUBAT MAHALLESİ		ZEYTİNLİ MAH.		MÜCAHİTLER MAH.		ULUS MAH.				BUDAK MAH.		İSTİNAT DUVARLI U KESİTİ		
KESİT TİPİ	İSTİNAT DUVARLI U KESİTİ	Fore Kazıklı Açık Kesit	K1-2 Kirişleri 496 adet	K3A-K3 Kirişleri 923adet	K4-5-6 Kirişleri 475 adet	K7-8-9 Kirişleri 634 adet	K10 Kirişleri 277 adet	Değişken Kirişler 107 adet	K11--12 Kirişleri 254 adet	Değişken Kirişler 66 adet	K13 Kirişleri 50 adet	Fore Kazıklı Açık Kesit			
UZUNLUK	254,00 mt	577,00 mt					3.634,00 mt				198,00 mt	49,00 mt			
KM ARALIĞI	11+949,00	12+203,00	12+770,00	12+780,00	13+400,00	14+090,00	14+672,00	15+486,00	15+828,00	15+958,00	16+271,00	16+352,00	16+414,00	16+612,00	16+661,00
Açık Alan Toplam Uzunluğu = 1.078,00 mt			Kapalı Alan Toplam Uzunluğu = 3.634,00 mt												

**Şekil 3.** Aç-kapa tünel yapısına ait kiriş montaj görüntüleri

Aç-kapa tünel yapısının içerisinde bulunan demiryolu üstyapı sisteminin imalatında yerinde dökme *slabtrack* kullanılmıştır. Toplamda 4 adet demiryolu makası ile hatlar arası geçiş verilmiştir. Aç-kapa yapısı boyunca kullanılan üstyapı tipleri ve görüntüleri, sırasıyla Tablo 4'te ve Şekil 4'te sunulmaktadır.

Tablo 4. Aç-kapa inşaat yapısına ait üstyapı bilgileri

Dingil Yüğü	22,5 Ton
Ray Tipi	60E1
Ray Eğimi	1/40
Bağlantı Tipi	SKL14(W14)
Makas Tipi	1/9 R=300
Maksimum Makas Hızı	50 km/h
Ekartman Genişliği	1435 mm

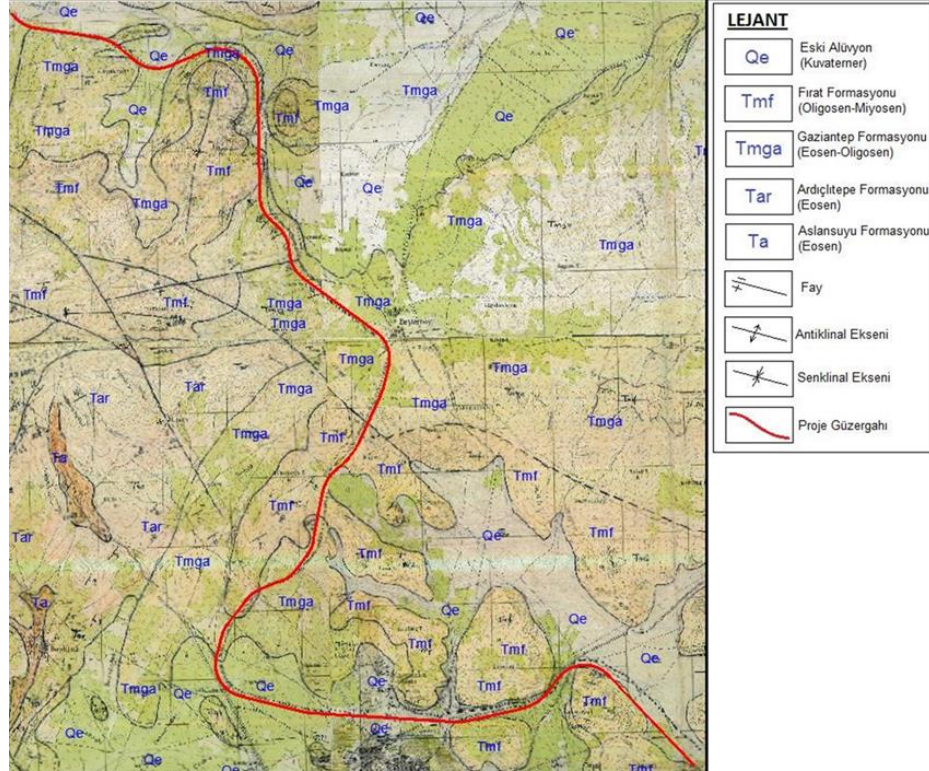


Şekil 4. Aç-kapa tünel yapısına ait üstyapı görüntüleri

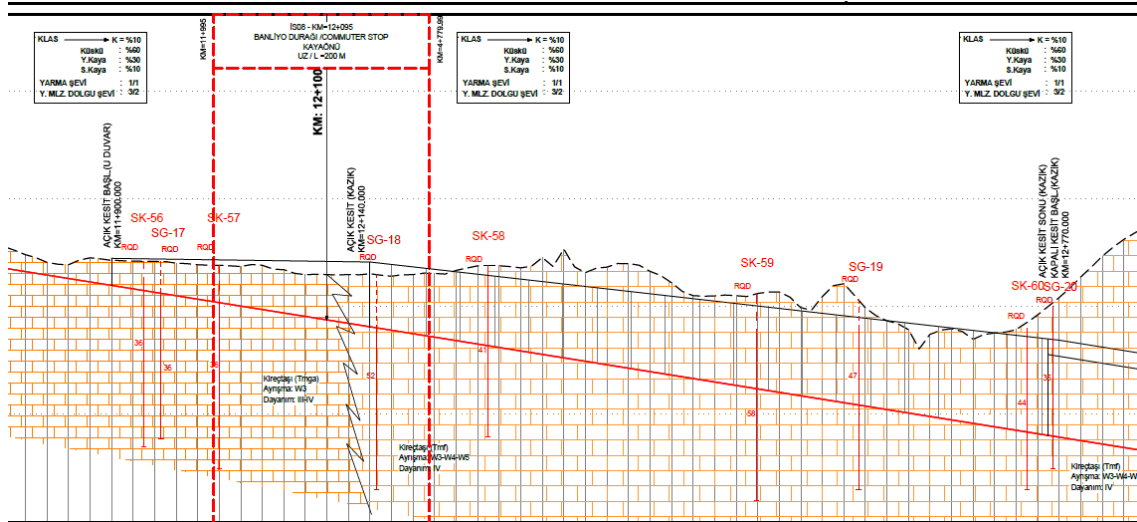
3. Proje Sahası

3.1. Jeoloji

Demiryolu güzergahında krem renkli masif çok kalın tabakalı çört yumrulu resifal kireçtaşları (Fırat Formasyonu, Tmf) ile kireçtaşı, tebeşirli kireçtaşı ve killi kireçtaşlarından oluşan (Gaziantep Formasyonu, Tmga) oldukça yaygındır. Bunun haricinde düzlük alanlarda eski alüvyon çökelleri (Qe) ile bazı kısımlarda Yavuzeli Bazaltı (Ty) tespit edilmiştir. Gaziantep formasyonu (Tmga), yumuşak topografya gösteren killi kireçtaşı ve tebeşirli kireçtaşı şeklinde yüzeylenmektedir ve bazı yerlerde kalın tabakalı kireçtaşlarına rastlanmaktadır. Killi kireçtaşları beyazımsı gri-krem-kirli sarı renkte, ince-orta tabakalı ve çört yumruları oldukça azdır [5]. Fırat Formasyonu (Tmf) ise yer yer resifal karakterli kireçtaşlarından oluşur. Bu birim, krem-beyazımsı-kirli sarı renkte, orta-kalın tabakalı ve bazen tabakasız kireçtaşlarıyla başlar. Üzerine kirli sarı renkte, orta-kalın tabakalı, bol miktarda çört yumrulu ve fosil kavkılı kireçtaşı gelir [6]. Eski alüvyon (Qe) ise genellikle nehirlerin eski yataklarında ve yüksek tepelerle çevrili ovalarda gevşek tutturulmamış çakıl, kum ve çamur taşından oluşur. Şekil 5'te demiryolu güzergahının tamamındaki jeolojik formasyon 1/2000 ölçekli haritada görülürken, Şekil 6'da ise km: 11+900 - 12+770 arası güzergahta açılan sondaj kuyularının jeolojik kesiti görülmektedir.



Şekil 5. GAZİRAY demiryolu hattı ve çevresindeki jeolojik yapı [7]



Şekil 6. Sondaj kuyularının jeolojik kesiti (km: 11+900 - 12+770)

3.2. Stratigrafi

Proje alanı Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin batısında Arap otoktonu ile kenar oluşumlarını kapsayan kuşak boyunca yer almaktadır. En altta allohton konumlu Karadut Karmaşığı, Koçali karmaşığı ve ofiyolit yapı, bunların üzerinde ise otokton konumlu Kretase yaşlı Besni ve Germav Formasyonları, Tersiyer yaşlı Belveren, Beşenli, Aslansuyu ve Ardıçlıtepe formasyonları, Midyat Grubu, Şelmo Formasyonu, Yavuzeli Bazaltı ve Harabe formasyonu bulunur [8,9]. Gaziantep ve civarını kapsayan stratigrafik kolon kesiti Şekil 7'de sunulmaktadır.

3.3. Jeomorfoloji

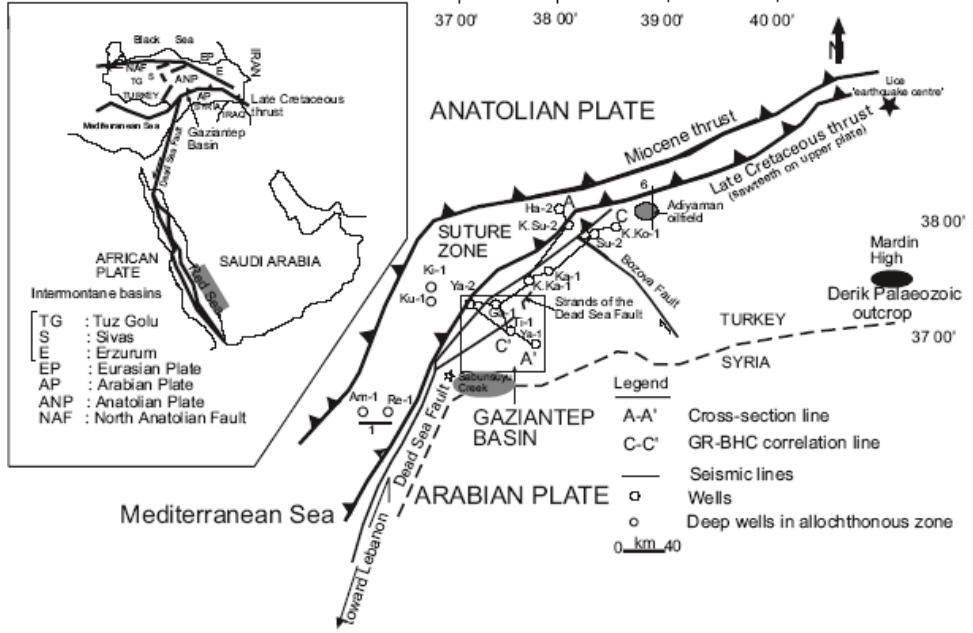
Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin batısında yer alan Gaziantep İli'nin doğusunda Şanlıurfa, batısında Osmaniye ve Hatay, kuzeyinde Kahramanmaraş, güneyinde Suriye, kuzeydoğusunda Adıyaman ve güneybatısında Kilis illeri bulunmaktadır. Gaziantep, 7642 km²'lik yüz ölçümüyle ülkemiz topraklarının yaklaşık %1'lik kısmını oluşturmaktadır. Şehirde geneline dalgalı ve engebeli bir topografya hakimdir. Batıda Hatay ve Osmaniye sınırlarını oluşturan yüksekliği 1527 metreye kadar uzanan Amanos Dağları yer almaktadır. Doğuda Fırat Nehri'ne kadar uzanan şehrin kuzeyindeki Kahramanmaraş ve Adıyaman sınırı boyunca 1250 metre yüksekliğindeki Domik Dağı, 1200 metre yüksekliğindeki İkikız Dağı, 1250 metre yüksekliğindeki Kas Dağı, 1250 metre yüksekliğindeki Sarıkaya Dağı, ve 1400 metre yüksekliğindeki Gülecik Dağı yer almaktadır. Araban ile Yavuzeli ilçeleri arasında bulunan Karadağ'ın yüksekliği ise 950 m dir. Gaziantep ilinin geriye kalan güney ve güneydoğusundaki dalgalı ondüleli arazilerin yanında Barak Ovası olarak adlandırılan doğusunda Fırat Nehri, güneyinde Suriye sınırı boyunca düz ve hafif meyilli araziler yayılmış durumdadır [10]. Proje için incelenen güzergahın büyük bir kısmı oldukça düz sayılabilecek bir topografyaya sahiptir. Proje başlangıcında yaklaşık 899 metre olan kot değeri giderek azalarak proje sonunda 809.5 metreye düşmektedir.

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	GRUP	FORMASYON	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR						
MESOZOYİK	SENOZOYİK	TERTİYER	PALEOJEN	NEOJEN	MİYOSEN	Midyat	Alüvyon, Eski alüvyon, çakıltaşı, çamurtaşı					
							Yavuzeli	Yavuzeli Bazaltı, siyah, akma yapılı, yer yer tüf ara katkılı				
							Şelmo	Şelmo Formasyonu, çakıltaşı, kumtaşı, şeyl, tüfit ve marn ardalannası				
							Fırat	Fırat Formasyonu; krem rengi, masif-çok kalın tabakalı, çört yumrulu resifal kireçtaşı				
							Gaziantep	Gaziantep Formasyonu; aralarında kireçtaşı yüzeyleri bulunan killi kireçtaşı ve tebeşirli kireçtaşı ardalannası, çok az çört yumrulu				
							TEMEL	Üst Kretase-Paleosen	Karadut karmaşığı, Koçali karmaşığı ve ofiyolit napı Üst Kretase yaşlı Belveren ve Beşenli formasyonları			
							KRETASE					

Şekil 7. Gaziantep'te stratigrafi kolon kesiti örneği [11]

3.4. Depremsellik

Gaziantep İl merkezi, yaklaşık 1100 km boyunca kuzey-güney doğrultusunda uzanan Ölü Deniz Fay Hattı'nın kuzeyi ile yaklaşık 580 km boyunca doğuda Bingöl Karlıova'dan güney batı istikametinde İskenderun Körfezi'ne doğru uzanan Doğu Anadolu Fay Hattı'nın batısında yer almaktadır (Şekil 8) [11,12,13,14]. 6 Şubat 2023 tarihinde saat 04:17'de merkez üssü Pazarcık (Mw=7.8), ve saat 13:24'te merkez üssü Elbistan (Mw=7.6) olan iki sığ odaklı deprem (5-8 km derinlikte) bahsedilen bu alanda meydana gelmiş, ve çok sayıda can kaybı ile önemli hasarlara neden olmuştur.



Şekil 8. Gaziantep ve civarındaki plaka tektoniği [11]

3.4. Hidrojeoloji

Gaziantep ve civarında çok sayıda akarsu, gölet, ve baraj bulunmaktadır. Tatlıcak Keret Suyu, Bayramlı Sacır Suyu, Uluyatır Mizar Suyu, Nizip Çayı, Mezre Deresi, Kıröğlü Merzimen Çayı bölgedeki önemli akarsulardan birkaçıdır. Kartalkaya Barajı, Hancağız ve Kayacık barajlarının bulunduğu bölgedeki göletlerden bazıları Zülfikar, Balıklı, Çakmak, Burç, Balıklan ve Gölühöyük olarak sıralanabilir. GAZİRAY Projesi kapsamında yapılan sondajların tamamında 15 metre derinliğe kadar yeraltı suyu gözlenmemiştir. Proje güzergahında geniş alanlar kaplayan killi kireçtaşı ve kireçtaşı birimlerinin kırıklarında yer altı suyu varlığı gözlemlenmiştir. Bazaltın hakim olduğu alanlar ise proje kapsamında fazla yayılım göstermemekle birlikte, yeraltı suyu açısından geçirimsiz özellikte birimlerdir [15]. Bunun yanında mevcut kaynak suları ve mevsimlere göre değişim gösteren sızıntı sularının varlığından söz edilebilmektedir. Hidrojeolojik açıdan hiçbir jeolojik formasyonun güzergaha olumsuz bir etkisi tespit edilmemiştir.

3.5. Geoteknik

Proje güzergahından alınan zemin örnekleri üzerinde yapılan deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen bulgular (su muhtevası, w ; doğal birim hacim ağırlık, γ ; tek eksenli basınç dayanımı, q ; kaya kalite göstergesi, RQD) Tablo 5'te sunulmaktadır. Doğal su muhtevası değerlerinin %1.3 ile %5.06 arasında değiştiği görülmüştür. Doğal birim hacim ağırlık değerlerinin 18.20

kN/m^3 ile 24.50 kN/m^3 arasında tespit edildiği araştırma alanından alınan alüvyon çökellerine ait RQD değerleri %0-%5 arasında, kireçtaşı ise %34-%48 arasında değişmektedir.

Tablo 5. Sondaj bilgileri ve laboratuvar sonuçları

Güzergâh Aralığı (km)	Jeolojik Formasyon	Sondaj Kuyusu	Sondaj Lokasyonu	Numune alınan derinlik (m)	w (%)	γ (kN/m^3)	q (kPa)	Ortalama RQD (%)
11+900 - 12+100	Gaziantep Formasyonu (Tgma)	SK56	11+929					36
		SG17	11+946	5	3.17	21.58	146.5	
		SK57	12+000					
12+100 - 12+770	Fırat Formasyonu (Tmf)	SG18	12+146	10	1.32	23.35	411.9	48
		SK58	12+250	15	1.43	25.13	366.9	
		SK59	12+500					
		SG19	12+574	10	1.71	23.87	509.2	
12+770 - 13+900	Fırat Formasyonu (Tmf)	SG20	12+774	15	1.6	23.41	482	34
		SK1	12+880					
		SK62	13+250					
		SK63	13+500	10	2.93	22.96	192.5	
		SK2	13+700					
		SG21	13+740	5	3.8	21.55	49.2	
		SK64	13+750					
13+900 - 14+720	Eski Alüvyon (Qe) Kireçtaşı (Tmf)	SG22	13+940	1	5.06	18.20	22.3	42
		SK65	14+000					
		SK67	14+289	10	1.64	24.50	208.1	
		SK68	14+289	15	1.3	23.13	260.8	
		SK3	14+315					
		SG23	14+411	10	1.38	25.33	519.1	
		SK69	14+500					
14+720 - 16+080	Fırat Formasyonu (Tmf)	SK71	14+750	5	2.57	21.98	149.3	35
		SK4	14+840					
		SK72	15+000					
		SK73	15+250					
		SK74	15+500	15	2.78	23.16	277.4	
		SK5	15+600					
		SK75	15+750					
		SK76	16+000					
16+080 - 16+720	Eski Alüvyon (Qe) Kireçtaşı (Tmf)	SK77	16+121	1	5.06	18.90	52.7	0 - 5
		SK6	16+170					
		SK78	16+250					
		SK7	16+300					
		SK79	16+500					
		SK8	16+580					
		SK80	16+671					

4. Sonuç

GAZİRAY demiryolu projesi, İstanbul-Gaziantep arası hızlı tren projesinin Gaziantep İl merkezindeki toplam 4 hat ve 17 istasyondan oluşan yaklaşık 25 km'lik kısmını kapsamaktadır. Demiryolu güzergahının yerleşim yerlerine çok yakın olduğu kısımlarında muhtemel gürültü ve kazalara karşı tedbir amacıyla aç-kapa tünel sistemi uygulanmıştır. Güzergah boyunca açılan 55 adet sondaj kuyusundan alınan zemin örneklerin değerlendirilmesi neticesinde tasarlanan, ve boyları 14 metre ile 21 metre arasında değişen 7845 adet kazık imalatı sonrası yaklaşık 2 milyon metreküp kazı-dolgu müteakibinde inşa edilen toplam 3289 adet kiriş ile tünelin üzeri kapatılmıştır. Fırat ve Gaziantep formasyonlarının hakim olduğu bir jeolojik yapıya sahip olan çalışma alanından elde edilen zemin örneklerinin laboratuvarında incelenmesi sonucunda, kireçtaşının doğal birim hacim ağırlığı değerinin 18.90 kN/m^3 ile 25.33 kN/m^3 arasında, doğal su içeriğinin %1.32 ile %5.06 arasında değiştiği görülmüştür. RQD değerleri ise %34 ile %48 arasında tespit edilmiştir. 6 Şubat 2023 tarihinde yaşanan tarifsiz acıların işaret ettiği deprem gerçeğine olan yakınlığı, değişkenlik gösteren jeolojik yapısı ve farklı geoteknik özelliklere sahip bir saha üzerine inşa edilen bölgenin ilk aç-kapa tüneline ait tüm teknik detayların, bir vaka analizi olarak bu makalede sunulmasının araştırmacı ve saha mühendislerinin bilgi ve tecrübelerine büyük katkılar yapacağına inanılmaktadır.

Teşekkür

Bu çalışmanın yapılmasında desteklerini esirgemeyen TCDD Modernizasyon Dairesi, ve Kalyon İnşaat GAZİRAY Proje personellerine teşekkürü bir borç biliriz.

Kaynakça

- [1] E.B. Aygar, C. Gökçeoğlu, "Analytical solutions and 3D numerical analyses of a shallow tunnel excavated in weak ground: A case from Turkey," *International Journal of Geo-Engineering*, 12, 1, 2021, doi:10.1186/s40703-021-00142-7
- [2] A. Inan, H. Kara, "Urban railway system route selection in turkey based on socio-economic and technical criteria using the analytical hierarchy process," *Transportation Research Record*, 2676, 10, 633-644, 2022, doi:10.1177/03611981221090513
- [3] R.H. Crawford, "Greenhouse gas emissions embodied in reinforced concrete and timber railway sleepers," *Environmental Science & Technology*, vol. 43, no.10, pp. 3885-3890, June 2009, doi:10.1021/es8023836
- [4] W. Ferdous, A. Manalo, G. V. Erp, T. Aravinthan, S. Kaewunruen, A. Remennikoy, "Composite railway sleepers – Recent developments, challenges and future prospects," *Composite Structure*, vol. 134, pp. 158-168, Sep 2015, doi: 10.1016/j.compstruct.2015.08.058
- [5] H.Ç.I. Terlemez, K. Şentürk, Ş. Ateş, M. Sümengen, A. Oral, "Gaziantep dolayının ve pazarcık-şakçagöz-kilis-elbeyli-oğuzeliarasının jeolojisi". *MTA Raporu*, No. 9526, Ankara, 1992 (yayımlanmamış)
- [6] Ü. Şafak, E. Meriç, "Kahta geç miyosen ostrakod topluluğu hakkında yeni görüşler," *Çukurova Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29, 171-197, 1996
- [7] Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (2024) <https://www.mta.gov.tr/>
- [8] T. Külah, "Uğruca (Gaziantep) civarı tersiyeristifinin mikro paleontolojik incelenmesi ve ortamsal yorumu," Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çukurova Üniversitesi, Adana, 2006
- [9] A. Türkkan, "Yavuzeli-Araban (Gaziantep) dolayının stratigrafisi ve fırat formasyonu resifal kireçtaşlarının doğal yapı malzemesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması," Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çukurova Üniversitesi, Adana, 2011
- [10] E. Sönmez, İ. Dölek, *Türkiye'nin Fiziki Coğrafyası*, "Türkiye'nin jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri," doi: 10.14527/9786053180647.01, 2016
- [11] B. Coskun, B. Coskun, "The dead sea fault and related subsurface structures, Gaziantep basin, southeast Turkey," *Geological Magazine*, 137 (2): 175–192, 2000
- [12] H. Gursoy, O. Tatar, J.D.A. Piper, A. Heimann, L. Mesci, "Neotectonic deformation linking the east anatolian and Karatas-Osmaniye intercontinental transform fault zones in the gulf of Iskenderun,

- southern Turkey, deduced from paleomagnetic study of the Cayhan-Osmaniye volcanics," *Tectonics*, 22(6): 1067, 2003
- [13]R. Westaway, "Present-day kinematics of the middle east and eastern mediterranean," *Journal of Geophysical Research*, 99(B6): 12071-12090, 1994
- [14]R. Westaway, "Kinematics of the middle east and eastern mediterranean updated," *Turkish Journal of Earth Sciences*, 12:5- 46, 2003
- [15]Ş. Şener, E. Şener, A. Er, "Gaziantep ili yeraltı sularının hidrojeokimyasal özellikleri ve sukalitesi," *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 9(4), 1253 – 1266, 2021, e-ISSN: 1308-6693

Özgeçmiş



Cem CEYLAN

1990 Mersin doğumlu. 2013 yılında Erciyes Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2014 yılında TCDD 2. Bölge Müdürlüğünde Mühendis olarak göreve başladı. 2017 yılından beri de TCDD Demiryolu Modernizasyon Dairesinde görev yapmaktadır. Halen Gaziantep Üniversitesinde demiryolu geotekniği üzerine doktora eğitimine devam etmektedir.
E-Posta: cemceylan0990@gmail.com



Nurullah AKBULUT

1987 Mardin doğumlu. İlkokul ve Ortaokul Eğitimini Almanya'da tamamladı. 2011 yılında Gaziantep Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2020 yılında doktorasını Hasan Kalyoncu Üniversitesi'nde tamamladı. Halen, Almanya'da Federal Waterways Engineering and Research Institute'de Araştırmacı olarak çalışmaktadır.
E-Posta: nurullah.akbulut@hku.edu.tr



Ali Fırat ÇABALAR

1977 Gaziantep doğumlu. 2000 yılında Gaziantep Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2007 yılında Doktorasını İngiltere Southampton Üniversitesi'nde tamamladı. 2017 yılında Profesör unvanı aldı. Halen Gaziantep Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünde görev yapmaktadır.
E-Posta: cabalar@gantep.edu.tr

Beyanlar:

Bu makalede bilimsel araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Yazarların katkıları: Cem CEYLAN: Metodoloji, Kaynaklar, Yazma-orijinal taslak hazırlama, Görselleştirme. Nurullah AKBULUT: Kavramsallaştırma, Doğrulama, Yazma-gözden geçirme ve düzenleme. Ali Fırat ÇABALAR: Kontrol, İnceleme.