



# MÜHJEO'2019

ULUSAL MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ ve  
JEOTEKNİK SEMPOZYUMU BİLDİRİLERİ

# ENGGE0'2019

PROCEEDINGS OF THE NATIONAL SYMPOSIUM ON  
ENGINEERING GEOLOGY and GEOTECHNICS



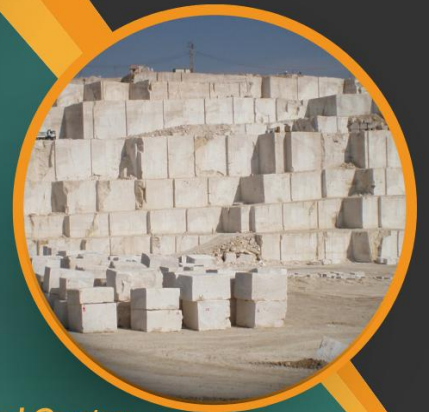
**Editörler** *Editors*

Halil KUMSAR

Sefer Beran ÇELİK

Tolga ÇAN

Mahmut MUTLUTÜRK



3-5 Ekim *October* 2019

Pamukkale *University*

Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ *Congress and Cultural Center*

Denizli *TÜRKİYE*

MÜHJEO'2019 ULUSAL MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ VE JEOTEKNİK SEMPOZYUMU  
3-5 EKİM 2019 DENİZLİ / TÜRKİYE

*ENGCEO'2019 NATIONAL SYMPOSIUM ON ENGINEERING GEOLOGY AND GEOTECHNICS  
3-5 OCTOBER 2019 DENIZLI / TURKEY*

# MÜHJEO'2019 ULUSAL MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ VE JEOTEKNİK SEMPOZYUMU BİLDİRİLERİ

*PROCEEDINGS OF THE ENGCEO'2019 NATIONAL  
SYMPOSIUM ON ENGINEERING GEOLOGY AND  
GEOTECHNICS*

*Editörler / Editors*

Halil KUMSAR, Sefer Beran ÇELİK, Tolga ÇAN, Mahmut MUTLUTÜRK

*Düzenleme / Organized by*

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
*Pamukkale University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering*

Mühendislik Jeolojisi Derneği  
*Turkish Society for Engineering Geology*

**ISBN: 978-975-6992-85-2**

**Baskı: ERS Matbaası**

**Kazım Karabekir c. Altuntop İş Hamı No: 87/7 İskitler/ANKARA**

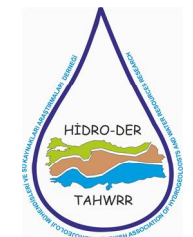
**Tel: 0 (312) 384 54 88**

Bu bildiriler kitabının yayım hakkı, Mühendislik Jeolojisi Derneği'ne aittir. Bu kitapta yer alan bildirilerin aynen yayımlanması yazar(lar)ından izin alınması koşuluyla mümkündür. Alıntı için kaynak gösterilmesi yeterlidir. Bildiriler, Bilimsel Kurul tarafından seçilmiş olup, yazarları tarafından basıma hazır hale getirilmiştir. Bildirilerin içeriklerinin tüm sorumluluğu yazar(lar)ına aittir.

**Bu bildiriler kitabı, TÜBİTAK'ın katkılarıyla basılmıştır.**



Bu sempozyumun düzenlenmesinde katkıda bulunan aşağıdaki kurum ve kuruluşlara teşekkür ederiz.  
*Valuable contribution of the following institutions and organizations is gratefully acknowledged.*



## Önsöz

Mühendislik Jeolojisi Derneği (MühJeoDer) tarafından iki yılda bir düzenlenmesi öngörülen Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumlarının (MÜHJEO'2019) üçüncüsü Pamukkale Üniversitesi ile Mühendislik Jeolojisi Derneği'nin ortak katkılarıyla 3-5 Ekim 2019 tarihleri arasında Denizli Pamukkale Üniversitesi Kınıklı Yerleşkesinde gerçekleştirilmiştir.

Ulusal düzeyde planlanan Sempozyumda, mühendislik jeolojisi, jeoteknik ve ilgili disiplinlerdeki akademisyenler, uygulayıcı kurum ve kuruluş temsilcilerinin arasında daha etkin bir iletişim kurulması için bilimsel ve teknik bir platform oluşturulması hedeflenmiştir.

MÜHJEO'2019 programında, bir adet Çağrılı Konuşma, yeraltı açıklıklarında mühendislik jeolojisi ve jeoteknik, kaya ve zeminlerin mühendislik özellikleri, tarihi yapıların korunması, şev duraylılığı ve heyelanlar, Mühendislik uygulamalarında hidrojeoloji, jeoteknik ölçüm ve izleme teknikleri, mekansal planlama, mühendislik jeolojisinde tehlike ve risk, agregalar ve endüstriyel hammaddeler, doğal afetler ve doğal yapı malzemeleri konularında olmak üzere, toplam 90 adet bildiri yer almıştır. Yerli ve yabancı yazarlar tarafından hazırlanan bildirilerin tam metinleri, Bilim Kurulu'nda yer alan ikişer hakem tarafından değerlendirildikten sonra Sempozyum programına alınmış ve Bildiriler Kitabında basılmıştır. MÜHJEO'2019 Bildiriler Kitabı'na Derneğimiz web sayfasından (<http://www.muhsjeoder.org.tr/sempozyum>) da ulaşım sağlanmaktadır.

Bildiriler Kitabı'nın sunulan içerikte hazırlanmasına, bildirimleri ile katkıda bulunan yazarlara, bilim kurulu üyelerine, Sempozyumun başarı ile gerçekleşmesini sağlayan destekleyici kurum ve kuruluşlar ile tüm katılımcılara içten teşekkür eder, saygılarımızı sunarız.

Düzenleme Kurulu

## Foreword

*The third Engineering Geology and Geotechnics Symposium (ENGCEO'2019), which has been planned to be organized by Turkish Society for Engineering Geology (MühJeoDer) in every two years, was held in Denizli Pamukkale University Kınıklı Campus between October 3-5, 2019 with joint contributions of Pamukkale University and Turkish Society for Engineering Geology.*

*The symposium, which is planned at national level, aims to establish a scientific and technical platform for more effective communication between academicians, implementing institutions and organization representatives in engineering geology, geotechnics and related disciplines.*

*In MÜHJEO'2019 program, one invited speech and 90 proceedings were taken place in the subjects of engineering geology and geotechnics in underground spaces, engineering properties of soils and rocks, engineering geology in conservation of historical buildings, slope stability and landslides, hydrogeology in engineering applications, geotechnical measurement and monitoring techniques, spatial planning, hazards and risks in engineering geology, aggregates and industrial raw materials, natural hazards, natural building materials. The full texts of the proceedings prepared by national and international participants were reviewed by two referees among the scientific committee and were included in the symposium program and published in the proceedings book. ENGCEO'2019 Proceedings Book is also accessible from the website of our society (<http://www.muhsjeoder.org.tr/sempozyum>).*

*We would like to express our sincere gratitude to the authors, members of scientific committee, supporting institutions and organizations and all participants for their contribution to the preparation of the Proceedings Book.*

Organizing Committee

Onursal Başkan / *Honorary Chairman*

Prof. Dr. Hüseyin BAĞ  
Pamukkale Üniversitesi Rektörü  
*Rector, Pamukkale University*

Sempozyum Başkanları / *Symposium Chairmen*

Prof. Dr. Yahya TÜLEK  
Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dekanı  
*Dean, Faculty of Engineering, Pamukkale University*

Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL  
Mühendislik Jeolojisi Der. Yön. Kur. Bşk.  
*Chairman, Turkish Society for Engineering Geology*

Prof. Dr. Halil KUMSAR  
Düzenleme Kurulu Başkanı / *Head of Organizing Committee*

Doç. Dr. Sefer Beran ÇELİK  
Sempozyum Sekreteri / *Symposium Secretary*

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
*Pamukkale University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering*

Düzenleme Kurulu / *Organizing Committee*

Prof. Dr. Mahmut MUTLUTÜRK, Üye (MühJeoDer, Süleyman Demirel Üniversitesi)  
Prof. Dr. Tolga ÇAN, Üye (Çukurova Üniversitesi)  
Prof. Dr. Tamer KORALAY, Üye (Pamukkale Üniversitesi)  
Prof. Dr. Erdal AKYOL, Üye (Pamukkale Üniversitesi)  
Doç. Dr. Mete HANÇER, Üye (Pamukkale Üniversitesi)  
Doç. Dr. Ali GÖKGÖZ, Üye (Pamukkale Üniversitesi)  
Doç. Dr. İbrahim ÇOBANOĞLU, Üye (Pamukkale Üniversitesi)  
Doç. Dr. Ali BÜLBÜL, Üye (Pamukkale Üniversitesi)  
Doç. Dr. Hüseyin ERTEN, Üye (Pamukkale Üniversitesi)  
Dr. Öğr. Üyesi Suat TAŞDELEN, Üye (Pamukkale Üniversitesi)  
Dr. Öğr. Üyesi Turgay BEYAZ, Üye (Pamukkale Üniversitesi)  
Dr. Öğr. Üyesi Barış SEMİZ, Üye (Pamukkale Üniversitesi, JMO Denizli Şb. Bşk.)  
Hüseyin ALAN, Üye (JMO Başkanı)  
Kemal KARAKUŞ, Üye (DSİ)  
Sina KIZIROĞLU, Üye (KGM)  
M. Kemal AKMAN, Üye (Yüksel Proje)  
Dr. Orhan ŞİMŞEK, Üye (Fugro Sial)  
Dr. Savaş TOPAL, Üye (Pamukkale Üniversitesi)  
Dr. Arzu Gül, Üye (Pamukkale Üniversitesi)  
Dr. Taylan AKIN, Üye (Pamukkale Üniversitesi)

## Bilimsel Kurul / Scientific Committee

A. Bahadır YAVUZ	<i>Dokuz Eylül Üniversitesi</i>
Ahmet KARAKAŞ	<i>Kocaeli Üniversitesi</i>
Akös TÖRÖK	<i>Budapest University of Technology and Economics, Macaristan</i>
Ali AYDIN	<i>Pamukkale Üniversitesi</i>
Ali KAYABAŞI	<i>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi</i>
Alper BABA	<i>İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü</i>
Arzu FIRAT ERSOY	<i>Karadeniz Teknik Üniversitesi</i>
Atiye TUĞRUL	<i>İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa</i>
Ayberk KAYA	<i>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi</i>
Ayhan KOÇBAY	<i>Devlet Su İşleri</i>
Aykut AKGÜN	<i>Karadeniz Teknik Üniversitesi</i>
Ayşen DAVRAZ	<i>Süleyman Demirel Üniversitesi</i>
Aziz ERTUNÇ	<i>Toros Üniversitesi</i>
Can AYDAY	<i>Anadolu Üniversitesi</i>
Caner ZANBAK	<i>Türkiye Kimya Sanayicileri Derneği</i>
Cem KINCAL	<i>Dokuz Eylül Üniversitesi</i>
Erdoğan YÜZER	<i>İstanbul Teknik Üniversitesi</i>
Ergün TUNCAI	<i>Hacettepe Üniversitesi</i>
Fatma GÜLTEKİN	<i>Karadeniz Teknik Üniversitesi</i>
Fikret KAÇAROĞLU	<i>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi</i>
Fikri BULUT	<i>Karadeniz Teknik Üniversitesi</i>
Gültekin TARCAN	<i>Dokuz Eylül Üniversitesi</i>
Hakan ERSOY	<i>Karadeniz Teknik Üniversitesi</i>
Hakan HOŞGÖRMEZ	<i>İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa</i>
Haluk AKGÜN	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>
Harun SÖNMEZ	<i>Hacettepe Üniversitesi</i>
Hasan ÇETİN	<i>Çukurova Üniversitesi</i>
Hasan KARAKUL	<i>İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi</i>
Hidayet TAĞA	<i>Mersin Üniversitesi</i>
Hitoshi MATSUBARA	<i>University of the Ryukyus, Japonya</i>
H. Hüsnü AKSOY	<i>Atılım Üniversitesi</i>
Işık YILMAZ	<i>Cumhuriyet Üniversitesi</i>
İhsan ÖZKAN	<i>Selçuk Üniversitesi</i>
İrfan YOLCUBAL	<i>Kocaeli Üniversitesi</i>
Kamil KAYABALI	<i>Ankara Üniversitesi</i>
Louis Ngai Yuen WONG	<i>The University of Hong Kong</i>
M. Celal TUNUSLUOĞLU	<i>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi</i>
M. Yalçın KOCA	<i>Dokuz Eylül Üniversitesi</i>
Mahir VARDAR	<i>İstanbul Teknik Üniversitesi</i>
Mehmet ÇELİK	<i>Ankara Üniversitesi</i>
Mehmet EKMEKÇİ	<i>Hacettepe Üniversitesi</i>
Mustafa KORKANÇ	<i>Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi</i>
Mustafa YILDIRIM	<i>Yıldız Teknik Üniversitesi</i>
Müge AKIN	<i>Abdullah Gül Üniversitesi</i>
N. Sinan IŞIK	<i>Gazi Üniversitesi</i>
Necdet TÜRK	<i>Dokuz Eylül Üniversitesi</i>
Ömer AYDAN	<i>Ryukyu Üniversitesi, Japonya</i>
Ömer ÜNDÜL	<i>İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa</i>
Özkan CORUK	<i>Kocaeli Üniversitesi</i>
Rafiq AZZAM	<i>RWTH Aachen Üniversitesi, Almanya</i>
Recep KILIÇ	<i>Ankara Üniversitesi</i>
Reşat ULUSAY	<i>Hacettepe Üniversitesi</i>
Richard A. HERRMANN	<i>Siegen Üniversitesi, Almanya</i>
S. Okay EROSKAY	<i>İstanbul Kültür Üniversitesi</i>
Sedat TÜRKMEN	<i>Çukurova Üniversitesi</i>
Selçuk ALEMDAĞ	<i>Gümüşhane Üniversitesi</i>
Süleyman DALGIÇ	<i>İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa</i>
Şaziye ABACI	<i>Çukurova Üniversitesi</i>
Takafumi SEIKI	<i>University of Utsunomiya, Japonya</i>
Vassilis MARINOS	<i>Aristotle University of Thessaloniki, Yunanistan</i>
Veysi GÜMÜŞ	<i>Devlet Su İşleri</i>
Yılmaz MAHMUTOĞLU	<i>İstanbul Teknik Üniversitesi</i>
Zülfü GÜROCAK	<i>Fırat Üniversitesi</i>

## İçindekiler / Contents

Önsöz / Foreword .....	iv
Sempozyum Başkanları ve Düzenleme Kurulu / Symposium Chairmen and Organizing Committee .....	v
Bilimsel Kurul / Scientific Committee .....	vi
İçindekiler / Contents .....	vii

### Çağrılı Konuşma / Invited Speech

Tarihi Alanlardaki Kayadan Oyma Yapıların Duraylılıklarının ve Uzun-Sürelili Performanslarının Değerlendirilmesinde Mühendislik Jeolojisi ve Kaya Mekaniği ve Mühendisliğin Önemi: Kapadokya Bölgesi Örneği / The Importance of Engineering Geology and Rock Mechanics and Engineering for the Assessment of Stability and Long-term Performance of Rock-hewn Structures at Historical Sites: Cappadocia Region as an Example	
Reşat Ulusay, Ömer Aydan .....	3

### Yeraltı Açıklıklarında Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik / Engineering Geology and Geotechnics in Underground Spaces

RMQR, RMR ve Q Kaya Kütleli Sınıflama Sistemlerinin Tünel Destek Seçiminde Kullanımı / Use of RMQR, RMR and Q Rock Mass Classification Systems in Tunnel Support Selection	
Dursun Erik, Mahmut Mutlutürk .....	9
Yapay Dolguda Açılması Planlanan Şehir İçi Tünel Portalının Jeolojik-Jeoteknik Araştırma Çalışmaları / Geological Investigations for Urban Tunnel Portal in Artificial Fill	
Emin Alper Tekyıldız, Sitem Aldoğan, Serdar Aydoğan .....	17
Faylar ve Heyelan İçerisinde Tünel Tasarımı: Honaz Tüneli Örneği, Denizli / Tunnel Design in Faults and Landslide: Example of Honaz Tunnel, Denizli	
Serhat Acar, Eren Akdaş, Sinan Yılmaz, Ömer Baki, Aydın Durukan .....	27

### Kaya ve Zeminlerin Mühendislik Özellikleri / Engineering Properties of Soils and Rocks

Tek Eksenli Sıkışma Dayanımının Farklı Boy/Çap Oranlarındaki Örneklerden Belirlenmesi Yaklaşımının Değerlendirilmesi / Assessment of Determination Approach of Uniaxial Compressive Strength from Specimens with Different Length to Diameter Ratios	
A. Fidan Üzgün, Ergün Tuncay .....	39
Leeb Sertliğinin Kaya Malzemelerin Tek Eksenli Sıkışma Dayanımının Tahmininde Kullanımının Araştırılması / Investigation of the Use of Leeb Hardness in the Prediction of Uniaxial Compressive Strength of Rock Materials	
Sefer Beran Çelik, İbrahim Çobanoğlu, Tamer Koralay .....	47
Endüstriyel Bir Alandaki Turba Çökelinin Sahadaki Uzun Süreli Oturmasının Tahmini İçin Bir Yaklaşım / An Approach for the Estimation of the In-situ Long-term Settlement of a Peat Deposit at an Industrial Area	
Nazlı Tunar Özcan, Reşat Ulusay, Nihat Sinan Işık .....	57
Van Fayı Civarındaki Kil Zeminlerin Mühendislik Özellikleri / Engineering Properties of Clay Soils near The Scarp of Van Thrust Fault	
Ali Özvan, Elif E. Özvan, İsmail Akkaya, Müge K. Akın, Mutluhan Akın .....	65
Rezidüel Zeminlerin Özelliklerinin Derinlikle Değişiminin Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) ile Belirlenmesi / Determination of The Residual Soils Properties as Change With Depth by The Conic Penetration Test	
Bilgehan Kul Yahşi, Hakan Ersoy .....	73



Denizli-Afyonkarahisar Demiryolu Bozkurt-Dinar Arası Hat Yenileme Projesinde Novocrete® Teknolojisi ile Zemin İyileştirme Uygulamaları / <i>Soil Improvement Applications with Novocrete® Technology in Bozkurt-Dinar Line of Denizli-Afyonkarahisar Railway Renewal Project</i> Özkan Coruk, Aydın Kavak, Adnan Aydın	81
Şistlerdeki Dayanım Anizotropisinin Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı Deneyi ile Değerlendirilmesi (Yanışlı, Mersin) / <i>Assessment of Strength Anisotropy of Schists by Uniaxial Compressive Strength Test (Yanışlı, Mersin)</i> Defne Katipoğlu, Kıvanç Zorlu	89
Makaslama Kutusu Deneyinde Zeminlerde Yenilmenin İncelenmesi / <i>Investigation of Failure of Soils in the Shear Box Test</i> Eren Kömürlü	97
Piroklastik Kayaçların (Sille, Konya) Tek Eksenli Sıkışma Dayanımlarının Tahmini / <i>Predicting the Uniaxial Compressive Strength of Pyroclastic Rocks (Sille, Konya)</i> Elif Avşar	105
Yerinde Deneysel Uygulamaları: Konik Penetrasyon Deneyi ile Zemin Sınıflandırma / <i>In Situ Test Applications: Soil Classification by Cone Penetration Test</i> Recep Çetin	113
Mikro-Çatlaklı Mermerde Yenilme Sonrası Sürecin Hoek-Brown Yenilme Kriterleri ile Karşılaştırılması / <i>Comparison of Post-Failure Phase of Micro-Fractured Marble with Hoek-Brown Failure Criteria</i> Yılmaz Mahmutoğlu, Gökhan Şans	121
Kumlu Zeminlerde Doygunluk Derecesinin Makaslama Dayanımına Etkisinin İncelenmesi / <i>Investigating the Effect of Saturation Degree on the Shear Strength of Sandy Soils</i> Koray Ulaş, Recep Kılıç	131
Baraj Yerlerinde Mühendislik Jeolojisi Çalışmalarında Kaya Kütlelerinin Karakterizasyonu ve Örnek Çalışma / <i>Characterization of Rock Mass in Engineering Geological Works at Dam Sites and a Case Study</i> Cemal Yıldız, Mustafa Özgehan Ünal, Haydar Kırkbudak	139
Menard Presiyometre Deneyi ile Sığ Temellerde Taşıma Gücü ve Oturma Hesapları / <i>Calculations of Bearing Capacity and Amount of Settlement on Shallow Foundations by Menard Pressuremeter Test</i> İsmail Cengiz, Tuna Altay	147
<b>Tarihi Yapıların Korunmasında Mühendislik Jeolojisi / Engineering Geology in Conservation of Historical Buildings</b>	
Fariske/Göktepe (Karaman, Türkiye) Kaya Mezarlarındaki Bozunmaların Tahribatsız Deneysel Yöntemleriyle (NDT) Belirlenmesi / <i>Determination of weathering in Pharax rock tombs (Karaman, Turkey) by non-destructive test methods (NDT)</i> Mustafa Korkaç, İsmail İnce, M. Ergün Hatır, Ali Bozdağ, M. Bahadır Tosunlar, O. Doğanay	157
Niğde Yöresi Tarihi Taş Ocaklarının Mühendislik Özellikleri / <i>Engineering Properties of Historical Quarries in Niğde Region</i> Mustafa Korkaç, Ali Turgut	167
İstanbul'daki Tarihi Yapılarda Kullanılan Küfeki Taşları Üzerinde Uygulanan Farklı Temizleme Yöntemlerinin Etkilerinin Değerlendirilmesi / <i>Evaluation of Different Cleaning Techniques Applied on Küfeki Stones Used for Historical Buildings in İstanbul</i> Tuğçe Erözmen, Namık Aysal, Ömer Ündül	177

## Şev Duraylılığı ve Heyelanlar / Slope Stability and Landslides

İstanbul, Avcılar İlçesi Ambarlı Heyelanının Gerilemesini Önlemeye Yönelik İksa Sisteminin Modellemesi / <i>Modeling of Support System for Preventing Retrogressive Slide of Ambarlı Landslide in Avcılar District, Istanbul</i> İbrahim Kuşku, Süleyman Dalgıç.....	187
Bir Atık Barajının Şev Stabilitésinin Limit Denge Yöntemi ile Değerlendirilmesi: Vaka Çalışması / <i>Evaluation of Slope Stability of a Waste Dam by Limit Eequilibrium Method: A Case Study</i> Muhammed Mahmudi, Semih Çakıcı .....	195
Derinde Meydana Gelen Bir Heyelanın Önlenmesinde Kullanılan Baret Kazık Yöntemi Uygulaması / <i>Application of Barette Pile Method for Prevention of a Deep Landslide</i> İsmail Biricik, Ahmet Karakaş .....	203
Yusufeli Barajı ve Hes Projesi Su Alma Yapısı Kapak Kontrol Şaftının Yükselen Delgi (Raise Boring) Yöntemiyle Açılması ve Genişletilmesi / <i>Yusufeli Dam and HEPP Project Water Intake Structure Excavation of Gate/Control Shafts by Raise Boring Method and Enlargement of the Shaft</i> Mustafa Özgehan Ünal, Dinçer Aydoğan .....	211
Türkiye-Gürcistan Sınırdaki (Artvin, KD Türkiye) Kazı Şevinin Duraylılığının Jeoteknik ve Jeofizik Yöntemlerle İncelemesi / <i>Investigation of Stability of the Cut Slopes at the Turkish-Georgian Border (Artvin, NE Turkey) Using Geotechnical and Geophysical Methods</i> Muhammet Oğuz Sünnetci, Hakan Ersoy, Zekai Angın, Arzu Fırat Ersoy .....	219
Considerations About the so Called “Scars Method” / “Scars Yöntemi” Hakkında Dikkat Edilmesi Gerekenler Jose Antonio Urroz Lopes .....	227
Application of Rock Mass Classifications for the Assessment of Slope Stability along Road Cut Slopes in Kullu Himalaya, India / <i>Kullu Himalaya, Hindistan’da Yol Kazı Yamaçlarında Şev Stabilitésinin Değerlendirilmesi İçin Kaya Kütle Sınıflandırmalarının Uygulanması</i> Rahul Khanna, Rajendra Kumar Dubey.....	235
Süreksizlik Kontrollü Çift Düzlemsel Şev Yenilme Mekanizmasının Farklı Yöntemlerle Analizi / <i>Analysis of Discontinuity Controlled Bi-Planar Slope Failure Mechanism Using Various Methods</i> Yalın Umur Doğan, Nihat Sinan Işık.....	245
Eurocode 7, BS 8006 ve Limit Denge Yöntemlerinin Şev Duraylılığı Analizlerinde Başarı Oranlarının Birbirleriyle Kıyaslanması / <i>Comparison of the Success Rates of Eurocode 7, BS 8006 and Limit Equilibrium Methods for Slope Stability Analyzes</i> Can Ziver Büyükkağncı, Nihat Sinan Işık .....	255
Khemis Miliana - Hanacha Otoyolu İnşaatı Sırasında Ani Yağışlarla Tetiklenen Heyelanların Özellikleri; Ain Defla, Kuzey Cezayir / <i>Properties of Landslides Triggered by Heavy Rainfall during the Construction of Khemis Miliana - Hanacha Motorway; Ain Defla, Northern Algeria</i> Caner R. Cavlaz, Burhan Avcı, Turgut Aksakal, Rachid Bensaad, Tamer Y. Duman .....	263
Kaya Dolgu Bir Barajda Şev Duraylılığı Analizleri: Kurşun-Çinko-Bakır Flotasyon Projesi, Gümüşhane / <i>Analysis of Slope Stability at a Rock Fill Dam: Lead-Zinc-Copper Flotation Project, Gümüşhane</i> Mustafa Kanık, Selçuk Alemdağ, Zülfü Güroçak .....	271

Şam-Beyrut Otoyolundaki Heyelanların Özellikleri ve İyileştirme Önerileri; Beyrut, Lübnan / <i>Characteristics of Landslides on Damascus-Beirut Highway and Recommendations for Mitigations; Beirut, Lebanon</i> Orhan Şimşek, Tamer Y. Duman .....	279
Volkanik Sahalarda Oluşan Karmaşık Kütle Hareketlerine Bir Örnek; Yenidoğan (Fatsa, Ordu) Kütle Hareketi / <i>An Example of Complex Mass Movements In Volcanic Fields; Yenidoğan (Fatsa, Ordu) Mass movement</i> Dursun Erik, Naci Sönmez.....	287
Divriği-Arapgir Karayolu Heyelanı, Oluşum Mekanizması ve Alternatif Çözümler / <i>Divriği- Arapgir Highway Landslide Formation Mechanism and Alternative Solutions</i> Karaca Karakaş, Dursun Erik.....	295
Bursa Yıldırım İlçesi Mollaarap Heyelanının Nedenleri ve İyileştirme Çalışmaları / <i>Causes and Remediation Studies of Mollaarap Landslide in Bursa Yıldırım District</i> Özkan Coruk, Aydın Kavak, Mehmet Sönmez, Gürkan Varlı, Nesrin Selcen Türkyılmaz .....	301
Tarsus-Çamlıyayla Yolu (Mersin) Km 11+600 ile 12+100 Arasındaki Kütle Hareketinin Değerlendirilmesi / <i>Assessment of Mass Movement Between Km 11+600 and 12+100 at Tarsus-Çamlıyayla (Mersin) Road</i> Hidayet Tağa, Ergun Yalçın.....	309
Kıbrıs-Güzelyurt Çamlıbel Formasyonu Yamaç Duraysızlığının İncelenmesi / <i>Investigation of Slope Instabilities at Çamlıbel Formation: Kıbrıs-Güzelyurt</i> Mahmut Mutlutürk, Halil Kumsar .....	317
Importance of Geological and Geotechnical Investigations in Hydropower Plant Projects -A Case Study / <i>Jeolojik ve Jeoteknik Araştırmaların Hidroelektrik Santral Projelerindeki Önemi-Bir Vaka Çalışması</i> Muhammed Mahmudi, Semih Çakıcı .....	325
Siirt Madenköy Açık Ocak Maden İşletmesinde Görülen Kütle Hareketlerinin Duraylık İncelemesi / <i>Stability Analysis of Mass Movements in Siirt Madenköy Open Pit Mine</i> Mehmet Korkut, Gökhan Şans, E. Vural Yavuz.....	333
<b>Mühendislik Uygulamalarında Hidrojeoloji / Hydrogeology in Engineering Applications</b>	
Obruk Oluşumu Hassasiyet Haritasının Coğrafi Bilgi Sistemi ve OHİ Yöntemleri ile Hazırlanması: Afşin-Elbistan Linyit Havzası Örneği / <i>Susceptibility Mapping for Sinkhole Occurrence by GIS and OHI methods: A Case Study in Afşin-Elbistan Coal Basin</i> Remzi Karagüzel, Yılmaz Mahmutoğlu, Meral Erdoğan Topçuoğlu, Gökhan Şans, Aynur Dikbaş... 343	
Ayazmant (Balıkesir) Maden İşletmesinde Planlanan Yeraltı Galerilerine Yeraltısuyu Akımının Kestirilmesi / <i>Prediction of Groundwater Inflow to Underground Galleries Planned at Ayazmant (Balıkesir) Mine Site</i> Mehmet Ekmekçi, Şükran Açıkel.....	351
Bilinmeyen Yeraltısuyu Kirletici Kaynak Yüklerinin Entegre bir Simülasyon-Optimizasyon Yaklaşımı Kullanılarak Belirlenmesi / <i>Identification of Unknown Groundwater Pollution Source Loads by using an Integrated Simulation-Optimization Approach</i> Mustafa Tamer Ayvaz.....	359
Gök HES/Sakarya Gölalanı Çevre Koruma Setinin Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Etmenlere Göre Tasarımı / <i>Design of Environmental Protection Dam Gök HEP/Sakarya After Engineering-Geological and Geotechnical Aspects</i> Ali Bora Yalçın, Mahir Vardar.....	367

3 Dimensional Chemical Dissolution Simulation of Calcium Carbonates in Limestone Based on Advection-reaction-diffusion System / <i>Kireçtaşı İçindeki Kalsiyum Karbonatın Adveksiyon-Reaksiyon-Difüzyon Sistemini Temel Alan 3-Boyutlu Kimyasal Çözünme Simülasyonu</i> Hitoshi Matsubara.....	375
Katı Atık Düzensiz Depolama Sahasının Su Kaynaklarına Etkisinin İncelenmesi ve İyileştirilmesine Yönelik Öneriler: Düzce Belediyesi Örneği / <i>Investigation and Improvement of the Solid Waste Irregular Disposal Sites in Düzce Province</i> Hazel Alan, Nazife Onaral, Efe İzmirli, Remzi Karagüzel .....	383
Engiz Çayı (Ondokuzmayıs-Samsun) Akiferi'nin Hidrokimyasal Özellikleri Açısından Değerlendirilmesi / <i>Evaluation of Hydrochemical Properties of Engiz River (Ondokuzmayıs-Samsun) Aquifer</i> Arzu Fırat Ersoy, Zeynep Karaca .....	391
Jeoteknik Çalışmalarda Enjeksiyonun Önemi ve Örnek Çalışma <i>Importance of Grouting at Geotechnical Studies and Case Study</i> İsmail Güler, Ayhan Koçbay .....	399
İçme Suyu ve Atık Su Arıtma Tesisleri Yer Seçimindeki Jeoteknik Çalışmalar ve Örnek Projeler / <i>Geotechnical Studies on Site Selection of Waste and Potable Water Treatment Plants and Case Studies</i> Mikdat Özmen, Tuna Altay.....	407
İleri Arıtılmış Atıksularla Akiferlerin Beslenmesi <i>Aquifer Recharge with Treated Waste Water</i> Mircan Acar.....	415
Çoruh Havzası Bayburt – Demirözü Barajında Slurry-Trench Geçirimsizlik Perdesinin Başarısının Kontrolü: Pompaj Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi / <i>Testing the Effectiveness of Slurry-Trench Impermeable Wall in Bayburt - Demirözü Dam in Çoruh Basin: The Evaluation of Pumping Test Results</i> Murat Mert Toklu, Mikdat Özmen, Merve İşlek, Aylin Civan Erdoğan .....	423
Jeofizik Yöntemlerle Yeraltı Suyu Beslenme Yönlerinin Belirlenmesi, Gökpınar Kaynağı Örneği, Denizli, Türkiye / <i>Determination of Ground Water Recharge System by Using Geophysical Methods, Case of The Gökpınar Spring In Denizli Turkey</i> Mohamed Salem Oudeika, Elif Meriç İlkimen, Suat Taşdelen, Mahmud Güngör, Ali Aydın.....	431
Yenicekent (Denizli)-Atça (Aydın) Arasındaki Yüzey ve Yeraltı Suyu Kirliliğinin ve Kirlilik Taşınımının İncelenmesi / <i>Investigation of Surface and Groundwater Pollution and Contaminant Transport Between Yenicekent (Denizli) and Atça (Aydın)</i> Tufan Tuğrul, Ali Bülbül .....	437
Zonguldak Filyos Çayı Seddeleri Altından Gececek Su Miktarının Hesaplanması / <i>Calculation of the Possible Leakage Under the Zonguldak Filyos River Embankments</i> Murat Mert Toklu, Nuray Piyade, Sermin Özsayın.....	445
<b>Jeoteknik Ölçüm ve İzleme Teknikleri / Geotechnical Measurement and Monitoring Techniques</b>	
A fundamental study on the pile foundations in Ryukyu Limestone Formation / <i>Ryukyu Kireçtaşı Formasyonunda Kazıklı Temeller Üzerine Bir Temel Çalışma</i> Naohiko Tokashiki, Ömer Aydan, Takashi Ito, Yuji Shuri.....	451
Development of a Shock Testing Device for Dynamic Properties of Rocks / <i>Kayaların Dinamik Özelliklerinin Belirlenmesi için Darbe Deney Düzenine Geliştirilmesi</i> Ömer Aydan, Takashi Ito, Naohiko Tokashiki, Shinya Kodate .....	461

Development of Acoustic Emission (AE) Monitoring System for Abandoned Lignite Mines and its Application / <i>Terkedilmiş linyit madenleri için Akustik Emisyon Sisteminin Geliştirilmesi ve Uygulamaları</i> Hisataka Tano, Koujiro Wada, Ömer Aydan .....	471
Drone and Laser Scanning Technology and its Applications in Rock Engineering / <i>Dron ve lazer tarama yöntemi ve kaya mühendisliğine uygulamaları</i> Naruyuki Okabe, Kouchi Suzuki, Ömer Aydan, Naohiko Tokashiki .....	481
An application of DInSAR technique for assessing long-term deformation response of Babadağ landslide in Denizli, Turkey / <i>Denizli (Türkiye) Babadağ heyelanı uzun dönem hareketinin DInSAR yöntemi ile değerlendirilmesi üzerine bir uygulama</i> Naoki Iwata, Kazuki Kanose, Ömer Aydan, Halil Kumsar.....	491
An Optical Fiber Early Warning System for Monitoring Mass Movements and for Assessing the Effect of the Triggering Factors / <i>Kütle Hareketlerinin İzlenmesi ve Tetikleyici Faktörlerin Etkilerinin Değerlendirmesi İçin Bir Fiber Optik Erken Uyarı Sistemi</i> Arzu Arslan Kelam, Mustafa Kerem Koçkar, Haluk Akgün .....	501
Harmandalı Katı Atık Depolama Alanı Heyelanının Mühendislik Jeolojisi / <i>Engineering Geology of the Landslide in the Harmandalı Waste Disposal Site</i> Cem Kıncal, Mehmet Yalçın Koca .....	509
Deniz Tabanı Koni Penetrasyon Deneyi Uygulaması / <i>The Application of Cone Penetration Test in Marine Environment</i> Fazıl Kıran, Ergün Toğrol, Ahmet Özgür Demir, Mehmet Bol, Recai Sergin, M. Sezerer Bulut.....	517
Menderes Masifi, Çine Asmasifi'nde Açılmış Maden Ocağında Meydana Gelen Heyelanın İnklinometre Kullanılarak İzlenmesi / <i>Monitoring The Landslide Occurred in the Open-Pit Mine in Menderes Massif, Çine Sub Massif by Inclinator</i> Saffet Deniz Karagöz, Mehmet Yalçın Koca .....	523
Derin Kazılarda Şev Duraylılığının Aletsel Ölçümü ve Ölçüm Aletlerinin Değerlendirilmesi / <i>Instrumental Monitoring of Slope Stability in Deep Excavations and Evaluation of Instruments</i> Veli Keskin, Sedat Türkmen .....	533
Denizli Yerleşim Alanına Ait Ağır Metal Dağılım Anomalilerinin Yüzeysel Manyetik Süseptibilite Ölçümleri İle İncelenmesi / <i>Investigation of Heavy Metal Distribution Anomalies of Denizli Settlement by Surface Magnetic Susceptibility Measurements</i> Fatih Akbay, Fatma Figen Altınoğlu, Ali Aydın.....	541

### **Mekansal Planlama / Spatial Planning**

INSPIRE ve TUCBS ile Mühendislik Jeolojisi / <i>INSPIRE and TUCBS with Engineering Geology</i> Can Ayday.....	549
Fiziksel Modele Dayalı Orta Ölçekli Toprak Akması Duyarlılık Modellemesi: Beşikdüzü (Trabzon, Kuzeydoğu Türkiye) Örneği / <i>Physical model based medium scaled earthflow susceptibility modeling: Example from Beşikdüzü (Trabzon, Northeastern Turkey)</i> Kübra Tezel, Aykut Akgün .....	555
Yer Seçiminde Jeolojik - Jeoteknik Çalışmaların Önemi: Ankara Örneği / <i>The Importance of Geological - Geotechnical Investigations for Site Selection: Ankara Example</i> Recep Kılıç, Sami Oğuzhan Akbaş.....	561



Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri ile Denizli Kent Merkezi Arazi Kullanım Değişimi / <i>Land Use Change in Denizli City Center using Remote Sensing and Geographical Information Systems Techniques</i> Tolga Çan, Mamadou Traore, Senem Tekin, Halil Kumsar.....	569
Coğrafi Bilgi Sistemleri, Uzaktan Algılama, Kanıt İnanç İşlevi, Entropi Endeksi ve Ağırlıklandırılmış Doğrusal Birleştirme Teknikleri Kullanılarak Erzurum Uzundere İlçesinin Heyelan Duyarlılık Haritalaması / <i>Landslide Susceptibility Mapping of Uzundere District of Erzurum by Using Geographic Information System, Remote Sensing, Evidential Belief Function, Index of Entropy and Weighted Linear Combination Techniques</i> Azimollah Aleshzadeh, Enver Vural Yavuz .....	575
İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Etüt Çalışmalarıyla Yerleşim Alanlarının Planlanması: Erzin, Payas, Dörtüyl (Hatay) Örneği / <i>Planning of Residential Areas with Microzonation Survey Studies Based on Zoning Plan:Case Study Erzin, Payas, Dörtüyl (Hatay)</i> Musa Eskiocak, Demet Över .....	583
Edirne-Tekirdağ Bölgesi Mevcut Kömür Alanlarının CBS ile İncelenmesi / <i>Study of Existing Coal Areas in Edirne-Tekirdağ Region by GIS</i> Abdurrahman Cihan Bayraktaroğlu .....	593
Yer Radarı Yönteminin Farklı Yapılarda Uygulama Örnekleri / <i>Application Examples of Ground Penetrating Radar Method in Different Structures</i> Elif Meriç İlkimen, Mohammed Salem Oudeika, Ali Aydın .....	599

#### **Mühendislik Jeolojisinde Tehlike ve Risk / Hazards and Risks in Engineering Geology**

Some considerations on the causes of cliff failures of Ryukyu Limestone in Ryukyu Archipelago / <i>Ryukyu Takımadaında Ryukyu Kireçtaşı Falezlerindeki yenilmelerin nedenleri üzerine bazı görüşler</i> Ömer Aydan, Kouki Horiuchi .....	607
An Integrated Study on the Risk Assessment of Abuchiragama Karst Underground Shelter (Okinawa, Japan) / <i>Abuchiragama (Okinawa, Japonya) Karstik Yeraltı Sığınağının Risk Değerlendirmesi Üzerine Birleşik Bir Çalışma</i> Takashi Ito, Ömer Aydan, Naohiko Tokashiki, Hidemasa Inoue.....	617
Mühendislik Yapıları Açısından Yüzey Faylanması Tehlikesinin Değerlendirilmesinde Temel Yaklaşımlar / <i>Basic Approaches in the Assessment of Surface Fault Hazards in Terms of Engineering Structures</i> Ömer Emre, Tamer Y. Duman .....	625
K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Yöntemiyle Deprem Kaynaklı Boru Hasarlarının İncelenmesi / <i>Investigation of Pipe Damages by K-Means Clustering Analysis Method</i> Engin Nacaroğlu, Selçuk Toprak, Gizem Dünder, Muhammet Ceylan.....	631
Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nde Sismik Tehlike Analizi Çalışmaları ve Cibuti Ambouli Dostluk Barajı Örneği / <i>The Study of Seismic Hazard Analysis in The General Directorate of Hydraulic Works, Turkey and a Case Study, Djibouti Ambouli Dam</i> Mustafa Genç, Haydar Şimşek, Rabia Parlak, Ayhan Koçbay.....	639

#### **Agregalar ve Endüstriyel Hammaddeler / Aggregates and Industrial Raw Materials**

Bala-Aşıkoğlu Alçıtaşı Yataklarında Karstlaşma ve Madencilğe Etkisi / <i>Carstification of Bala-Aşıkoğlu Gypsum Deposit and its Effect to Mining</i> Seyfi Kulaksız .....	647
--	-----

Pişme sıcaklığının seramik malzemelerin fiziksel özelliklerine etkileri: Karacasu (Aydın) Killeri / <i>Effects of firing temperature on physical properties of ceramic materials: Karacasu (Aydın) clays</i>	
Bariş Semiz .....	657
Kocaeli Hereke Dolayındaki Karbonatlı Kayaçların Malzeme Özelliklerine Göre Kullanım Alanlarının Belirlenmesi / <i>Usage Area Determination of Carbonate Rocks based on Material Properties around Kocaeli Hereke</i>	
Murat Öztürk, Ahmet Karakaş, Özkan Coruk .....	665
Sarıçay Barajı Gövdesinde Gnaysların Silindirle Sıkıştırılmış Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması / <i>Investigation of the Usability of Gneisses as Roller Compacted Concrete Aggregate Material in Sarıçay Dam Body</i>	
Mehmet Önder Atay, Ayşe Aydın, Veysi Gümüş, Orhan Erbiz .....	673

### **Doğal Afetler / Natural Hazards**

Yerel Zemin ve Kaya Koşullarının Derin Kazılardaki İksa Sistemlerine Etkileri / <i>Effects of Local Soil and Rock Conditions on Shoring Systems in Deep Excavations</i>	
Süleyman Dalgıç, İbrahim Kuşku .....	683
Büyük Menderes Havzasının Mantıksal Regresyon Yöntemi ile Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi / <i>Landslide Susceptibility Assessment of the Büyük Menderes Watershed Using Logistic Regression Method</i>	
Senem Tekin, Tolga Çan .....	693
20 Mart 2019 Mw 5.5 Acıpayam (Denizli) Depreminin Jeolojik ve Jeoteknik Açısından İncelenmesi / <i>Geological and Geotechnical Investigation of 20 March 2019 Mw 5.5 Acıpayam (Denizli) Earthquake</i>	
Halil Kumsar, Mehmet Özkul, Bariş Semiz .....	701
Detection of tectonic lineaments of SE Denizli, Turkey by using Bouguer gravity data / <i>Bouguer Gravite Anomali Verisi Kullanılarak Denizli GB'sının Tektonik Çizgiselliklerinin Belirlenmesi</i>	
Fatma Figen Altinoğlu, Ali Aydın .....	711

### **Doğal Yapı Malzemeleri / Natural Building Materials**

Traverten Plakalarda Gözenek Dolgu Malzemesi İçin Alternatif Bir Karışımın Kullanımının Değerlendirilmesi / <i>Evaluation of the Use of an Alternative Mixture for Pore Filling Material on Travertine Slabs</i>	
İbrahim Çobanoğlu, Sefer Beran Çelik .....	719
Ergene Formasyonunda (Trakya) Kum Üretiminden Sonra Kazanılacak Kil Potansiyeli Üzerine Bir Çalışma / <i>A Study on Clay Potential that can be Gained after Sand Production in the Ergene Formation (Thrace)</i>	
Fahri Esenli, Gökhan Şans, Bala Ekinci Şans, Ali Haydar Gültekin .....	727
Çan ve Ayvacık (Çanakkale) Çevresindeki Yapı Taşı Olarak Kullanılan Tüflerin Petrografik ve Jeomekanik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Karşılaştırılması / <i>Determination and Comparison of Petrographical and Geomechanical Properties of Tuffs Used as a Building Stone in Çan and Ayvacık (Çanakkale)</i>	
Merve Diler, Ayten Çalık, M. Celal Tunusluoğlu .....	735

Yüksek Sıcaklık Etkisinde Kalan Bayburt Tüfünün Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Sıcaklık Derecesi ve Süresine Bağlı Değişimi / <i>Variation of Physical and Mechanical Properties of Bayburt Tuff Under High Temperature Based on Temperature Degree and Duration</i>	
Murat Karahan, Hakan Ersoy, Muhammet Oğuz Sünnetci, Semih Peker .....	743
Püskürtme Betonun Kuzey Makedonya'daki Tarihçesi / <i>History of Shotcrete in North Macedonia</i>	
Bülent Sulooça, Sead Abazi .....	751
Yazar İndeksi / <i>Author Index</i> .....	757

## Denizli-Afyonkarahisar Demiryolu Bozkurt-Dinar Arası Hat Yenileme Projesinde Novocrete® Teknolojisi ile Zemin İyileştirme Uygulamaları Soil Improvement Applications with Novocrete® Technology in Bozkurt-Dinar Line of Denizli-Afyonkarahisar Railway Renewal Project

Özkan CORUK<sup>1,\*</sup>, Aydın KAVAK<sup>2</sup>, Adnan AYDINER<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kocaeli

<sup>2</sup>Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kocaeli

<sup>3</sup>Jags Innovative Products, İnşaat Sanayi Ticaret Limited Şirketi, İstanbul

(\*ozkancoruk@gmail.com)

**ÖZ:** TCDD Denizli-Afyonkarahisar Demiryolu Hat Yenileme Projesi kapsamında Bozkurt-Dinar arasında kalan yaklaşık 73 km uzunluğundaki bölümün yaklaşık 29 kilometresi NovoCrete® teknolojisi kullanılarak zayıf zemin tabakası iyileştirilmiştir. Proje kapsamında gerçekleştirilen iyileştirmenin büyük bir bölümü Acıgöl kıyısındaki oldukça düşük dayanımlı kil tabakasında uygulanmıştır. Bu tabakanın CBR değerleri %1-5 dolayındadır. Yeraltı seviyesi ise çoğunlukla iyileştirme derinliği ile aynı düzeyde veya daha üzerindedir. Zemin özellikleri ve yeraltı seviyesine göre 1 m<sup>2</sup> alanda 50 kg ile 56 kg arasında değişen çimento ve çimentonun %2 oranında NovoCrete® kullanılarak tüm kesitte 35 cm kalınlığında tam homojen tabaka imal edilmiştir. İmalattan sonra iyileştirilen taban zemin tabakasında yapılan arazi ve laboratuvar deneylerinde şartnamede istenilen değerlerinin oldukça üzerinde sonuçlar elde edilmiştir. Bu tabaka üzerine ray kotuna (kırmızı kota) göre 1 veya 4 metre güzergâh dolgusu serilmiş ve sıkıştırılmıştır. Yine proje şartnamesinde belirtilen ölçütlere göre 22 cm kalınlığında subbalast ve 40 cm kalınlığında balast tabakası serilmiş travers ve raylar döşenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Zeminlerin iyileştirilmesi, NovoCrete®, çimento stabilizasyonu

**ABSTRACT:** Within the scope of TCDD Denizli-Afyonkarahisar Railway Line Renovation Project, 73 km long section's approximately 29 km of weak soil layer has been improved by using NovoCrete® technology between Bozkurt and Dinar. A large part of the improvement in the project was carried out on a very low strength clay layer on the Acıgöl coast. The CBR values of this layer are about 1-5%. The groundwater level is usually at the same level or above the depth of improvement. According to the soil characteristics and groundwater level, 35 cm thick full homogeneous layer was produced in a 1 m<sup>2</sup> area, using 2% of NovoCrete® according to cement amount and cement ranging between 50 kg to 56 kg. The field and laboratory tests performed in the base ground layer which was improved after the production, results were found to be quite above the values desired in the specification. Above the layer, 1 or 4 meters of route filling according to the rail level (grade elevation) is laid and compressed. Again, according to the criteria specified in the project specification, 22 cm thick subballast and 40 cm thick ballast layer, traverses and tracks were laid.

**Keywords:** Soil improvement, NovoCrete®, cement stabilization

### 1. GİRİŞ

Dinamik ve statik yükler etkisindeki üst yapıların taşıyıcı sistemleri olan temel ve alttemel tabakalarının şartnamelerde tanımlanan mühendislik özelliklerine ulaştırılması, kullanılabilirlik ve taşıma gücü özelliklerinin artırılması genel anlamı ile zeminlerin iyileştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. NovoCrete® Teknolojisi zayıf zeminlerin yerinde iyileştirilmesinde kullanılan yöntemlerden biridir. Bu yöntemde, belli fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip toz halinde puzolonik, saf ve bağlayıcı nitelikli mineral özelliğine sahip NovoCrete® mevcut zeminin çimento ile birlikte reaksiyona girmesini sağlar. Böylece bu teknoloji sayesinde uygulama derinliğine göre, belirli kalınlığa sahip dayanımlı, esnek, geçirimsiz, homojen ve şartname ve/veya standartlarda istenilen mühendislik özelliklere sahip yerinde iyileştirilmiş bir zemin tabakası imal edilir. Uygulama arazide parçalayıcı ve bağlayıcı makinalarla, arazi ve laboratuvar sonuçları takip edilerek yapılmaktadır. İyileştirilen tabaka kalınlığı 25 cm ile 45 cm

arasında değişmektedir. Eğer daha kalın zemin istifine ve/veya daha yüksek dayanım değerlerine ulaşmak gerekir ise sandviç adı verilen tekrarlı tabaka tasarımları uygulanmaktadır. Çimento miktarı, zeminin kuru birim hacim ağırlığının %8 ile %12'u arasında değişmektedir. NovoCrete® ise çimento miktarının ağırlıkça % 2'si oranındadır. Uygulamada iyileştirme yapılacak zemin üzerine belirlenen oranda çimento ve daha sonra çimentonun %2'si oranında NovoCrete® serilir. Daha sonra iyileştirme derinliğine veya iyileştirilecek tabaka kalınlığına göre frezeleme derinliği ayarlanan yüksek kapasiteli özel makinelerle zemin üzerine serilen çimento ve NovoCrete® zeminle yüksek hız ve devirde optimum su muhtevasında karıştırılır. Karışım frezeleme sonrası, önce keçi ayak ve düz silindir ile sıkıştırılma ve greyder ile düzeltme yapılır. Kristalleşme, kür ve puzolonik reaksiyonu desteklemek amacıyla ve hava koşulları da dikkate alınarak sulama işlemi gerçekleştirilir. NovoCrete® Teknolojisi ile demiryolu, karayolu ve otoyollarda şartnamelere göre düşük mühendislik özellikleri ve dayanım ölçütlerine sahip yol altyapısını oluşturan doğal veya dolgu taban zemin tabakalarının kullanılabilirlik ve taşıma gücü özelliklerini artırır. Bu yöntemle yerindeki zeminler veya dışarıdan getirilen zayıf zeminler iyileştirilerek şartnamede tanımlanan subbalast, alttemel ve temel tabakası olarak da kullanılabilir. Bu amaçlarla birçok ülkede yaygın olarak kullanılmaktadır.

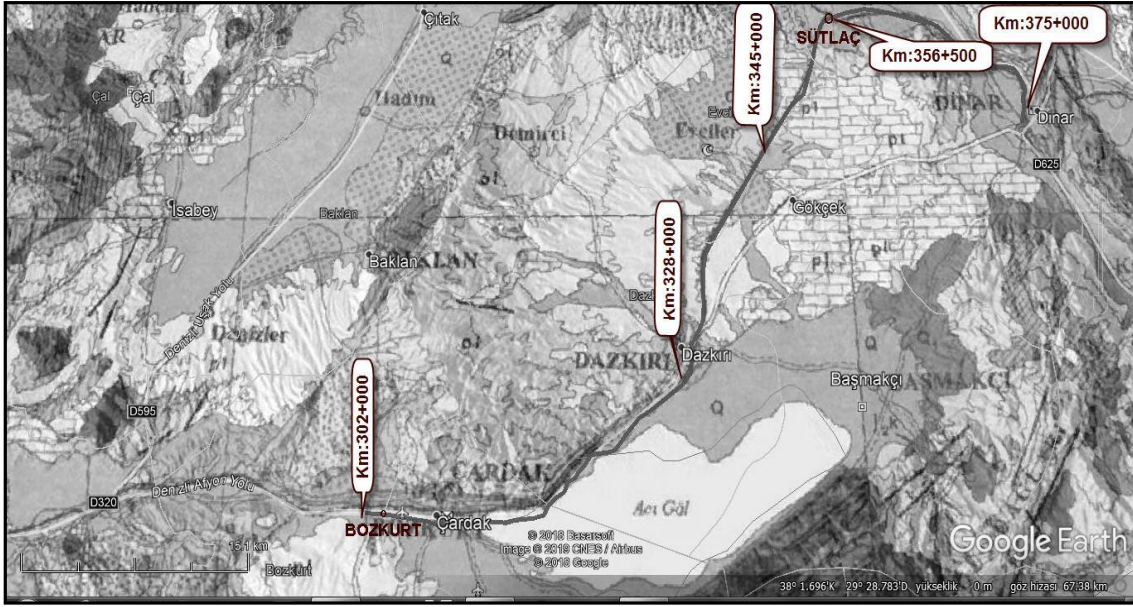
Ülkemizde, birkaç karayolu projesinde karayolu üst yapı katmanlarının altındaki zemin tabakasının iyileştirilmesinde deneme amaçlı NovoCrete® Teknolojisi uygulanmıştır. Ayrıca Karayolları Genel Müdürlüğü AR-GE Dairesi bünyesinde NovoCrete® Teknolojisi ile zeminlerin iyileştirilmesi ve yol üstü yapı katmanlarında bu teknolojinin uygulanma koşullarının araştırıldığı AR-GE projesi tamamlanmıştır. Bu proje verileri doğrultusunda yol üstü yapı katmanlarının NovoCrete® Teknolojisi ile imalatında tasarım parametreleri tanımlanmış ve "Karayolları Teknik Şartnamesinde" yayımlanmıştır (Coruk ve Kavak 2018). Demiryolu projeleri kapsamında ise "TCDD Irmak-Karabük-Zonguldak Demiryolu Hattı Rehabilitasyonu ve Sinyalizasyonu Projesinde" Çaycuma istasyon sahasında zayıf zeminlerin iyileştirilmesinde, "TCDD Samsun-Kalın Demiryolu Modernizasyonu Projesinin" ise yaklaşık 70 kilometresinde ve "TCDD Adana İncirlik-Ceyhan-Toprakkale Demiryolu 2. Hat Yapımı ve Mevcut Hattın Rehabilitasyonu Projesinde" ise yeni hattın yaklaşık 6 kilometrelik kısmında, NovoCrete® teknolojisini uygulanmıştır. Bu çalışmada Denizli- Afyonkarahisar arasındaki "Bozkurt-Dinar Demiryolu Hat Yenileme Projesine" ait uygulamalar hakkında bilgiler sunulmuştur.

## 2. ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ

### 2.1. Güzergâhın Mühendislik Jeolojisi

TCDD Denizli-Afyonkarahisar Bozkurt-Dinar Demiryolu Hat Yenileme Projesi kapsamında Bozkurt-Dinar arasında kalan yaklaşık 73 km uzunluğundaki bölümün toplam 28,88 kilometresi NovoCrete® teknolojisini kullanarak iyileştirilmiştir. Proje kapsamında gerçekleştirilen iyileştirme güzergâhtaki çok yumuşak, yumuşak ve orta katı kıvamında taşıma gücü düşük alüvyon düzeylerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Alüvyon, Çardak ile Dazkırı arasında Km:302+000 ile Km:328+000 kesiminde genelde çok yumuşak kıvamda yüksek plastisiteli (CH) az siltli Kil düzeylerinden oluşur. Acıgöl kıyı alüvyonlarının oluşturduğu bu düzeyin yaş CBR değerleri %1-2 dolayındadır. Yeraltı seviyesi ise çoğunlukla iyileştirme derinliği ile aynı düzeyde veya daha üzerindedir. Dazkırı ile Sütlaç arasında ise güzergâh Acıgöl'e ulaşan akarsuların vadi tabanlarında biriktirdiği alüvyonlara ait kil düzeyleri vardır. Bu düzeyler genelde orta katı kıvamda ve düşük plastisiteli killerden oluşur. Göreceli olarak taşıma gücü ve CBR değerleri daha yüksektir. Sütlaç ile Dinar arasında güzergâh Işıklı göl havzasında Dinar çayının alüvyon düzeylerini kat eder. Km:356+500 ile Km:375+000 arasındaki bu kesimde alüvyon yine ağırlıklı kil düzeylerinden oluşur. Yumuşak ve orta katı kıvamdaki bu düzeylerin yaş CBR değerleri %2-5 arasında değişir. Yer yer silt ve ince kum ara düzey veya mercikleri ile katkıları içeren bu düzey çoğunlukla düşük plastisiteli Kil (CL), kısmen ise yüksek plastisiteli Kil (CH) sınıfındadır. Özellikle Bozkurt-Dazkırı ve Sütlaç-Dinar arasındaki kesimde güzergâh boyunca kat edilen zemin tabakalarının taşıma gücü düşük ve taban zemin olarak yetersiz mühendislik jeolojisi özellikleri ve düşük jeoteknik parametrelere sahiptir.

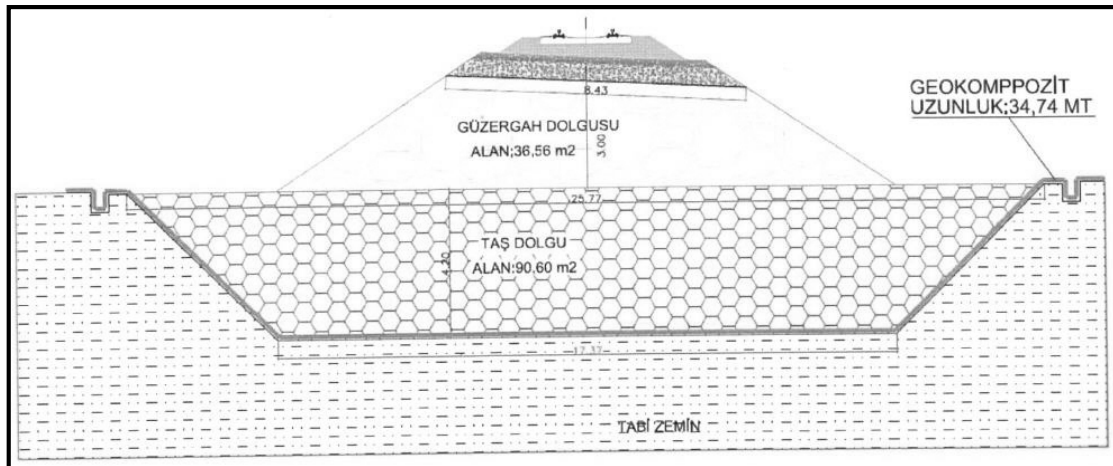




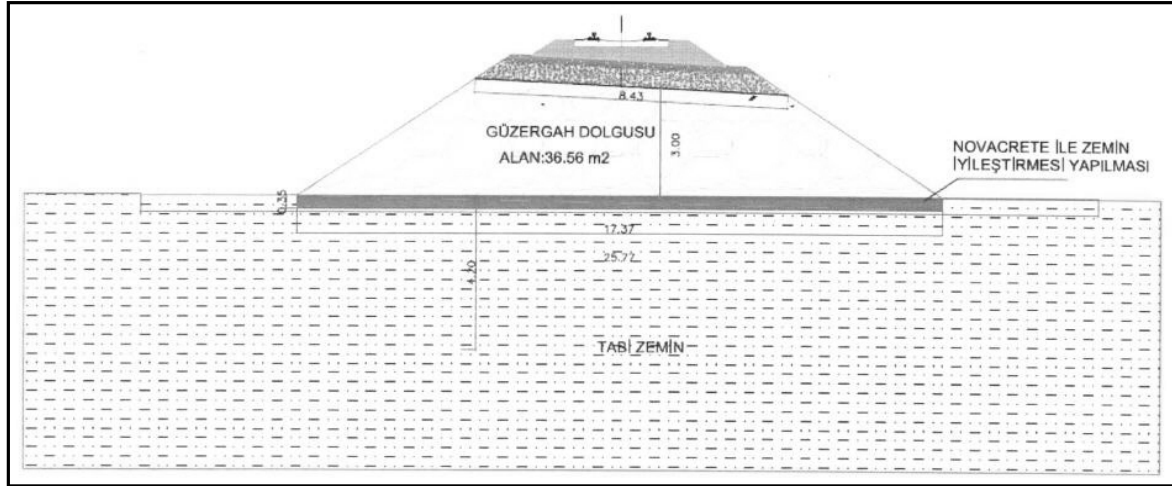
Şekil 1. Bozkurt-Dinar demiryolu hat yenileme proje güzergâhının bölgesel jeoloji haritasındaki izdüşümü (MTA 1/500.000 ölçekli jeoloji haritasından yararlanılmıştır).

## 2.2. NovoCrete Teknolojisi ile Zemin İyileştirme Çalışmaları

Hat yenileme projesi kapsamında güzergâhın mevcut zemin koşulları mühendislik jeolojisi ve jeoteknik çalışmalarla belirlenmiş, yenileme projesi kapsamında istenilen kriterleri sağlayacak farklı iyileştirme yöntemleri önerilmiş ve projelendirilmiştir. Öngörülen iyileştirme projesinde mevcut zeminin kaldırılarak 4,20 metre kalınlığında taş dolgu serilmesi tasarlanmıştır. 8,40 metre genişliğindeki demiryolu platformunda bu zonun tabanındaki zemin tabakasını iyileştirme için yaklaşık 25 metre genişliğinde 1D/1Y şev eğimli kazı ve 90 ila 53 m<sup>2</sup> kesit alanlı taş dolgu imalatı planlanmıştır (Şekil 2). Ancak, mevcut zeminin kaldırılması, döküm sahasına nakliyesi, ocaktan taş dolgu malzemesinin getirilmesi ve serilmesi gibi işlemler hem zaman hem de maliyet açısından önemli kayıplara neden olacağını ortaya koymuştur. Zeminlerin yerinde iyileştirilmesi önemli ölçüde ekonomik değerler yanında birçok çevresel katkı da sağlayacaktır. Bu istenmeyen koşulları gidermek amacıyla 4,20 metre kalınlıkta taş dolgu ile öngörülen iyileştirme yerine, NovoCrete® ile çimento stabilizasyonu yapılması kararlaştırılmıştır. Böylece projenin daha hızlı bir şekilde sonuçlandırılması ve NovoCrete® Teknolojisi ile çimento stabilizasyonun avantajlarından yararlanılması öngörülmüştür.

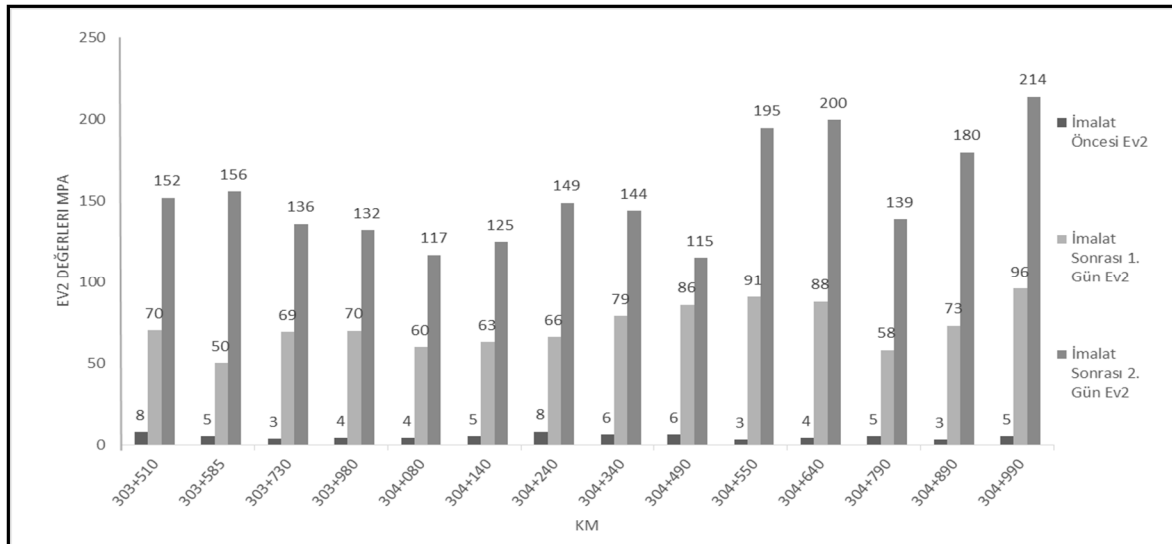


Şekil 2. Projedeki zayıf zeminler için öngörülen taş dolgu ile iyileştirme projesi (Yapıray, 2014).

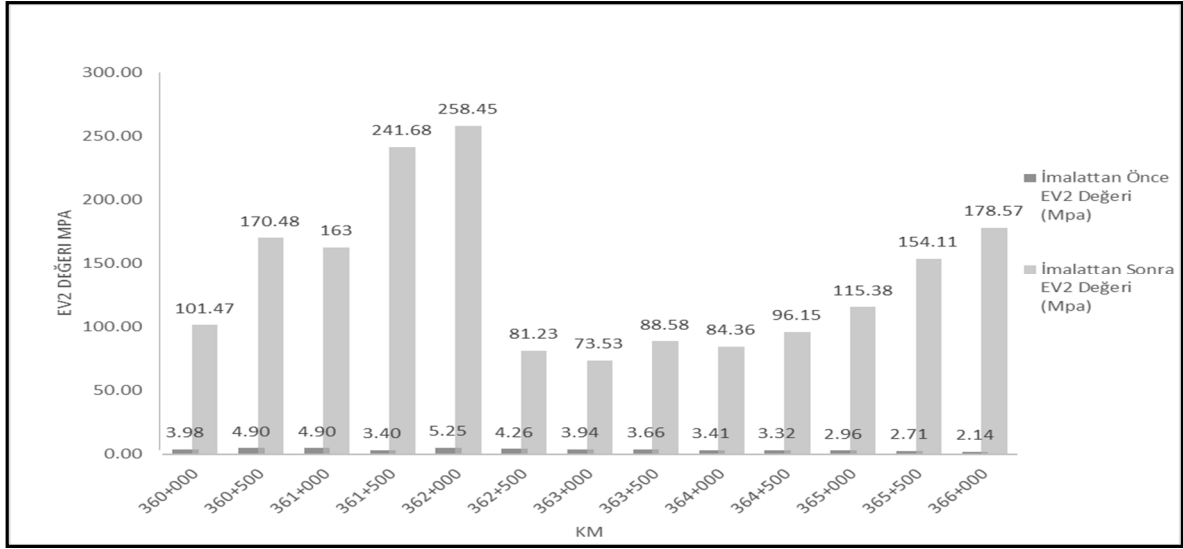


Şekil 3. NovoCrete® Teknolojisi ile maksimum dolgudaki iyileştirme projesi (Yapıray, 2014).

Bu öngörü doğrultusunda taş dolgu yerine zemin özelliklerine göre NovoCrete® Teknolojisi ile zemin iyileştirme projesi hazırlanmıştır. Arazi ve laboratuvar deney ve ölçümleri değerlendirilerek Çardak ile Dazkırı arasında Km:302+000 ile Km:328+000 kesimindeki çok yumuşak kıvamda yüksek plastisiteli (CH) az siltli Kil düzeylerinden oluşan Acıgöl kıyı alüvyonlarının yüzeleendiği kesimde 1 m<sup>2</sup> alanda 56 kg çimento ve çimentonun %2'si kadar NovoCrete® kullanılarak tüm kesitte 35 cm kalınlığında iyileştirme yapılmış ve subbalast veya güzergâh dolgusu altında tam homojen ve elastik bir tabaka imal edilmiştir. Sütlaç ile Dinar arasındaki güzergâhta ise 1 m<sup>2</sup> alanda 50 kg çimento ve çimentonun %2'si kadar NovoCrete® Teknolojisi kullanılarak tüm kesitte yine 35 cm kalınlığında iyileştirme yapılmış ve subbalast veya güzergâh dolgusu altında aynı şekilde tam homojen ve elastik bir tabaka imal edilmiştir (Şekil 3). İmalattan 1 gün sonra yapılan dinamik plaka yükleme testlerinde şartnamede subbalast tabakasında 60 Mpa olması istenen Ev<sub>2</sub> değeri iyileştirilen taban zemin tabakasında 2. Günde 258 Mpa değerlerine ulaşılmıştır. Ev<sub>2</sub> değerlerindeki değişimler her iki bölge için Şekil 4 ve 5'de ayrı ayrı sunulmuştur. NovoCrete® Teknolojisi ile iyileştirme sonrası geçirimsiz bir zon oluşturulduğu için özellikle Acıgöl kıyısındaki kesimde yeraltısuyunun güzergâh dolgusu ve subbalast altındaki zemin tabakasına olumsuz etkisi de ortadan kaldırılmıştır (Şekil 6). Yine NovoCrete® teknolojisini kullanarak imal edilen tabakadan alınan karot numuneler üzerinde yapılan serbest basınç dayanımı deneylerinde şartnamede en az 500 kPa olması istenen serbest basınç dayanımı  $\sigma_b$ : 960-1140 kPa olarak belirlenmiştir.



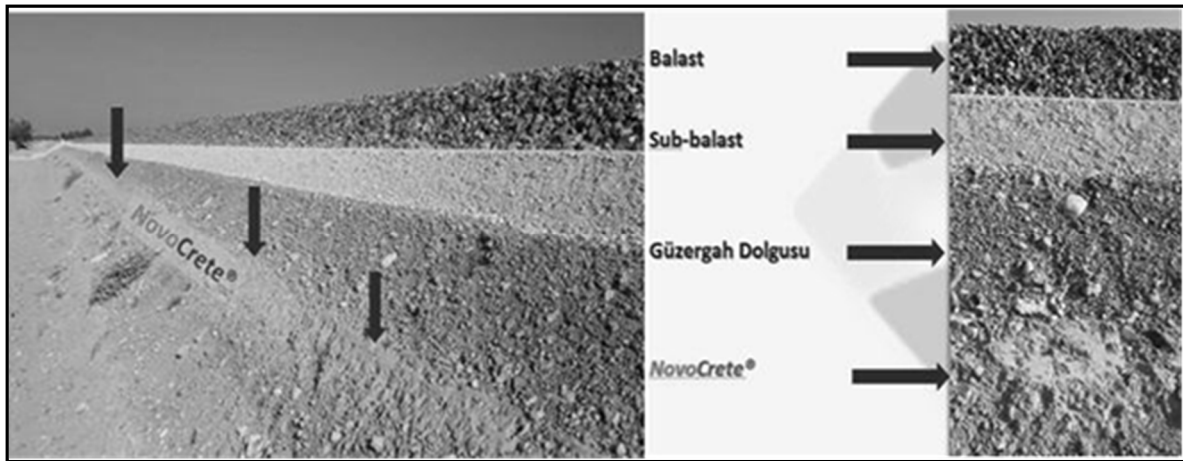
Şekil 4. Bozkurt-Dazkırı arasındaki kesimin bir bölümündeki imalat öncesi ve sonrası Ev<sub>2</sub> değerleri.



Şekil 5. Sütlaç-Dinar arasındaki kesimin bir bölümündeki imalat öncesi ve sonrası  $E_{v2}$  değerleri.



Şekil 6. NovoCrete® Teknolojisi ile iyileştirme öncesi ve sonrası zemin tabakasının ve yeraltısı seviyesinin görünümü.



Şekil 7. NovoCrete® teknolojisi kullanılarak iyileştirme sonrası imal edilen zemin tabakası üzerindeki üstyapı katmanlarının görünümü.

İyileştirilmiş bu tabaka üzerine ray kotuna (kırmızı kota) göre 1 veya 4 metre güzergâh dolgusu serilmiş ve sıkıştırılmıştır. Yine proje şartnamesinde belirtilen ölçütlere göre ilk aşamada 30 cm, NovoCrete® Teknolojisinin iyileştirme performansını avantajı sonrası ise 22 cm kalınlığında subbalast ve 40 cm kalınlığında balast tabakası serilmiş, travers ve raylar döşenmiştir (Şekil 7).

### 3. SONUÇLAR

Proje kapsamında yapılan mühendislik jeolojisi araştırmalarına göre söz konusu hat kesiminin yaklaşık 30 km'lik kısmında zemin iyileştirmesi yapılması öngörülmüştür.

Zemin iyileştirilmesi yapılan bölgelerde; taş dolgu ile yapılacak zemin iyileştirmesinin mukayese tablosunda NovoCrete® Teknolojisinin hız ve ekonomisi daha uygun bulunduğundan bu projede güvenle kullanılmasına karar verilmiştir. Projeye %20 dolayında ekonomik katkı sağlamıştır.

4,20 metre kalınlıkta taş dolgu zemin iyileştirilmesi durumu için yapılan 25 yıllık analiz sonucunda zemin oturmasının 15 cm değerine ulaştığı ve devam ettiği belirlenmiştir. Ancak bu durum NovoCrete® Teknolojisi ile yapılan iyileştirmede oturma değerleri kabul edilen sınır değerler içinde kalmıştır.

NovoCrete® Teknolojisi ile kısalan işçilik süreleri taş dolgu uygulamasına göre işin süresini 122 gün daha kısaltmıştır.

NovoCrete® Teknolojisi ile hem mevcut zeminin yerinden kaldırılarak taşınması hem de iyileştirmede kullanılacak daha iyi mühendislik özelliklere sahip yeni malzemenin ocaktan getirilmesine gerek kalmamaktadır. Böylece nakliye giderleri azalmakta ayrıca trafik yoğunluğunun çevreye oluşturduğu olumsuz etkiler ortadan kalkmaktadır.

NovoCrete® Teknolojisi kullanılarak oluşturulan temel, alt temel veya taşıyıcı tabaka homojen, geçirimsiz, yüksek dayanımlı ve düşük deformasyon değerlerine ulaşmaktadır.

NovoCrete® Teknolojisi yapılan çimento stabilizasyonunda zemin özelliklerine göre 1 m<sup>2</sup> zemin için 50 ila 56 kg çimento ve kullanılan çimento miktarının %2 oranında NovoCrete® karışımı ile 35 cm kalınlığında tabaka imal edilmiş, bu tabaka üzerinde yapılan arazi deneyleri ve mevcut zeminle aynı orandaki karışımlarla hazırlanan numuneler üzerinde yapılan laboratuvar deneylerinde CBR, dayanım ve elastik parametrelerde önemli ölçüde artışlar tespit edilmiştir.

İmalattan 2 yıl sonra güzergâh dolgusu kaldırılarak yapılan dinamik plaka testlerinde Ev<sub>2</sub> değerleri proje kriterlerinin oldukça üzerinde ölçülmüştür.

### 4. KATKI BELİRTME

Bu proje YAPIRAY Anonim Şirketi yükümlülüğünde, Jags Innovative Products, İnşaat Sanayi Ticaret Limited Şirketi tarafından 2014-2015 yıllarında gerçekleştirilmiş ve hat işletmeye açılmıştır. Hattaki ölçümler ve kontroller günümüzde tarafımızdan yapılmakta ve iyileştirmenin performansı takip edilmektedir. Proje bilgileri ve verilerinin bu makale kapsamında değerlendirilmesine izin veren YAPIRAY ve JAGS firmalarına ayrı ayrı teşekkür ederiz.

### 5. KAYNAKLAR

Bahar, E., Benazzouz, M., Kenai, S., 2004. Cement and Concrete Composites, Volume 26, Issue 7, 811–820.

Coruk, Ö., Kavak, A., 2018. Puzolanik, Toz, Saf Bağlayıcı Mineral ile Zeminlerin Yerinde Güçlendirilmesi ve fiziksel-Mühendislik Özelliklerinin Geliştirilmesi, KGM AR-GE Projesi, Proje No: KGM-ARGE/2016-3, 109s.

- Coruk, Ö., Kavak, A., Aydın, A., 2018. Demiryollarında Zemin İyileştirilmesinde NovoCrete® Uygulamaları, Demiryolu Mühendisliği Dergisi, Sayı: 6, 73-78.
- Kavak, A., Coruk Ö., Aydın A., 2016. A New Binder Mineral for Cement Stabilized Road Pavement Soils World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Civil and Environmental Engineering Vol:3, No:11.
- Kavak A., Baykal G., 2012. Long-term Behavior of Lime-Stabilized Kaolinite Clay, Environmental Earth Sciences 66, 1943–1955.
- Kavak A., Akyarlı A., 2007. A Field Application for Lime Stabilization. Engineering Geology, 51-6, 987–997.
- Kök B., Yılmaz M., Geçgil A., 2012. Çimento Stabilizasyonlu Zeminin Esnek Üstyapı Maliyetine Etkisi, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 18(3), 165-172.
- MTA, 2002. 1:500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası Denizli, Ankara ve İzmir paftaları, MTA yayınları, Ankara.
- Raymond N., Yonga, Vahid R., 2007. Experimental study on instability of bases on natural and lime/cement-stabilized clayey soils, Applied Clay Science Volume 35, Issues 3–4, Pages 238–249.
- Sulieman, I., Siddig, M., Elbadawi, A., 2008. Optical and Electrical properties of Novocrete Material, neelain.edu.sd.
- Yapıray, 2014. Bozkurt-Dinar istasyonları arasındaki yaklaşık 75 kilometrelik kesimin yenilenmesi yapım işi, Novocrete uygulaması ile zemin iyileştirilmesi proje raporu, Yapıray Demiryolu İnşaat Sistemleri Sanayi ve Ticaret A.Ş., 47 sayfa.
- Yemenici, B., Coruk, Ö., 2017. Zeminlerin Yerinde İyileştirilmesinde NovoCrete® Teknolojisi ve Uygulamaları, MÜHJEO'2017 Sempozyumu Bildiriler Kitabı, sayfa:239-244.