

IRB-3-O3. Petrol Jeolojisi Oturumu-II / Petroleum Geology Session-II**Organofacies Characteristics of Autochthon Mesozoic Sediments in Korkuteli
(Antalya), Turkey****Selin Hökerek and Orhan Özçelik***Akdeniz University, Department of Geological Engineering, TR-07058 Antalya/Turkey
(E-mail: selinhokerek@akdeniz.edu.tr)*

The purpose of this research is to determine the organofacies characteristics of exposed Jurassic-Cretaceous Beydağları Formation with over the coming discordance Senonian Çiğdemtepe Formation in the northeast of Antalya (Korkuteli-Bozova-Garipçe). The area is located in the western Isparta Angle which is western part of the Taurus Orogenic Belt. Beydağları Formation is the oldest unit of Beydağları Autochthonous which consist of neritic biomicritic limestone. The highest level of the Mesozoic carbonate sediments of Çiğdemtepe Formation is represented by intramicritic limestone.

Organofacies characteristics of Mesozoic units in this basin have been determined by means of total organic carbon (TOC) analysis, rock-eval pyrolysis of parameters and organic petrographic investigation. Based on these data the total organic carbon (TOC) content of Beydağları Formation is between the amount of 0,05-0,22%, while the Çiğdemtepe Formation is between 0,06-0,1%; units in terms of organic matter can be considered as very poor. Trace amounts of organic matter in the amorphous material is composed predominantly. Hydrogen Index (HI) values were determined from Rock-Eval pyrolysis of Beydağları Formation was found in the range of 100-611 mg HC/g TOC and 60-167 mg HC/g TOC for Çiğdemtepe Formation. Tmax values of Beydağları Formation have a broad trend which is between 332⁰ and 535⁰ C and then Çiğdemtepe Formation has been identified that is changed between 441-470 ⁰C so that the degree of mature is determined.

Both organic petrographic and geochemical parameters place the Mesozoic sediments of Northern Korkuteli region within the C-CD organic facies. Units located in parts of the mature level, total organic carbon analysis yield low organic matter and oxic environmental conditions to generate very little gas was determined.

Key words: *Beydağları Autochthon, organic facies, Taurus Carbonate Platform, organic matter, total organic carbon*

Korkuteli (Antalya) Kuzeyi Mesozoyik Otokton Çökellerinin Organofasiyes Özellikleri

Antalya kuzeydoğusunda (Korkuteli-Bozova-Garipçe) yüzeyleyen Jura-Kretase yaşı Beydağları Formasyonu ile üzerine uyumsuzlukla gelen Senonyen yaşı Çiğdemtepe Formasyonu'nun organofasiyes özelliklerini belirlemek amacıyla çalışılmıştır. Bölge, Toros Orojenik Kuşağı'nın batısında bulunan Isparta Büklümü'nün batı kanadında yer almaktadır. Beydağları Otoktonu'nun en yaşı birimi olan Beydağları Formasyonu neritik ortam ürünü olan biyomikritik kireçtaşından oluşur. Mesozoyik karbonat istifinin en üst seviyesini oluşturan Çiğdemtepe Formasyonu ise intramikritik kireçtaşı ile temsil edilir.

Havzadaki Mesozoyik birimlerin organofasiyes özellikleri toplam organik karbon (TOC) analizi, Rock-Eval pirolizinden elde edilen parametreler ve organik petrografik analizlerle tanımlanmıştır. Bu verilere dayanarak Beydağları Formasyonu'nun toplam organik karbon (TOC) miktarının %0,05-0,22 arasında, Çiğdemtepe Formasyonu'nun ise %0,06-0,1 arasında olduğu; birimlerin organik madde bakımından oldukça fakir olduğu söylenebilir. Eser miktardaki organik madde ağırlıklı olarak amorf malzemeden oluşmuştur. Rock-Eval pirolizinden elde edilen verilerden Hidrojen İndeksi (HI) değerleri Beydağları Formasyonu için 100-611 mg HC/g TOC; Çiğdemtepe Formasyonu için ise 60-167 mg HC/g TOC aralığındadır. Tmax değerlerinin Beydağları Formasyonu'nda 332-535 °C arasında geniş bir trend izlediği, Çiğdemtepe Formasyonu'nda da 441-470 °C arasında değiştiği belirlenerek olgunlaşmanın derecesi tespit edilmiştir.

Hem petrografik hem de jeokimyasal parametreler Korkuteli kuzeyindeki Mesozoyik çökellerin C-CD organik fasiyesinde olduğunu gösterir. Birimlerin olgun seviyesinde yer alan kısımlarındaki organik madde miktarının düşük olması ve oksik ortam koşulları nedeni ile çok az gaz türetme potansiyeline sahip birimlerden meydana geldiği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Beydağları Otoktonu, organik fasiyes, Toros Karbonat Platformu, organik madde, toplam organik karbon

Organic Geochemical Characteristics of the Cenomanian-Turonian Black Shales in the Western Taurus, SW Turkey

Reyhan Kara Gülbay^{a,*}, T. Şükrü Yurtsever^b, Sadettin Korkmaz^a & İ. Hakkı Demirel^c

^a Karadeniz Technical University, Department of Geological Engineering, Trabzon, Turkey
(E-mail: kara@ktu.edu.tr)

^b General Directorate of Mineral Research and Exploration, Division of Geology, Ankara, Turkey
^c Hacettepe University, Department of Geological Engineering, Ankara, Turkey

Black shales of Cenomanian-Turonian age that are rich in organic matter are exposed in Çataltepe (Dereköy Formation) and Alakırçayı (Ballık Formation) slices of Antalya nappes. According to their lithologic characteristics and geological age, these black shales correlate with organic matter-rich black shales those in the Atlantic and Tethyan realms so called Cenomanian-Turonian boundary event (CTBE) black shales. In this study, organic geochemical characteristics and source rock characteristics of black shales from the Dereköy and the Ballık formations were investigated by using Pyrolysis/TOC, gas chromatography (GC) and gas chromatography-mass spectrometry analysis.

The black shales from the Dereköy and the Ballık formations are characterized by high total of organic matter (TOC) (18.76, 29.47%), Potential Yield (PY) (110.88, 178.75 mg HC/g rock) and

hydrogen index (HI) (560, 567 mg HC/g TOC). Pyrolysis and TOC data show that black shales contain mixture of type I and II kerogen. The *n*-alkanes have unimodal distributions with dominancy of low carbon number *n*-alkanes (C_{13} - C_{20}) in gas chromatograms of black shale extracts and TAR (terrigenous/aquatic ratios) for black shales are quite low. The $(C_{19}+C_{20})/C_{23}$ tricyclic terpane ratios which are indicators of terrestrial organic matter input are very low. The black shales from the Dereköy and the Ballık formations have low C_{29}/C_{30} hopane, diasterane/sterane, Ts/(Ts+Tm) ratios and sterane distributions of black shales are similar ($C_{29}>C_{27}>C_{28}$). C_{24}/C_{23} tricyclic terpane ratios are high and C_{22}/C_{21} tricyclic terpane ratio are low for the black shale samples. Gammacerane, a typical biomarker for saline depositional environment, has been determined in m/z 191 mass chromatograms of all black shales. High $C_{31}\text{R}$ homohopane/ C_{30} hopane ratios indicate a marine type of depositional environment for these black shales. In general, the Ballık and the Dereköy formations have similar data of pyrolysis, GC and biomarker and they are well correlated to each other. These black shales probably deposited same depositional environment.

Average T_{\max} value of the Dereköy and the Ballık formations are 416°C and 417°C, respectively. The production index (PI) and bitumen/TOC ratio for black shales are very low. The isoprenoid/*n*-alkane ratios for the black shale samples are very high and there is a peak density in biomarker region. Low $20S/(20S+20R)$, $\beta\beta/(\beta\beta+\alpha\alpha)$ sterane, $22S/(22S+22R)$ homohopane, diasterane/sterane and C_{23} tricyclic terpane (C_{23} tricyclic terpane + C_{30} hopane) and Ts/(Ts+Tm) ratios and high moretane/hopane ratios were determined for black shales from the Dereköy and the Ballık formations. These data show that Dereköy and Ballık black shales are immature source rocks.

Key words: Black shale, *n*-alkane, biomarker, maturity

Batı Toroslarda'ki Senomaniyen-Turoniyen Yaşı Siyah Şeyllerin Organik Jeokimyasal Özellikleri

Batı Toroslar'da, Antalya Napları'nın Çataltepe diliminde (Dereköy Formasyonu) ve Alakırçayı diliminde (Ballık Formasyonu) Senomaniyen-Turoniyen yaşlı ve organik maddece zengin siyah şeyller yüzeyler. Bu siyah şeyler, jeolojik yaşları ve litolojik özellikleri bakımından Atlantik-Tetis bölgesinde bulunan ve Senomaniyen-Turoniyen sınırı olayı (CTBE) siyah şeylleri olarak adlandırılan, organik maddece zengin şeyller ile benzer özellikte olup, bu şeyllerle korele edilmiştir. Bu çalışmada Dereköy ve Ballık Formasyonu'na ait siyah şeyllerin organik jeokimyasal özellikleri ile kaynak kaya özellikleri Piroliz/TOK, GC ve GC-MS analiz yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

Dereköy ve Ballık formasyonlarına ait siyah şeyller oldukça yüksek toplam organik karbon (TOK) (%18.76, 29.47), potansiyel ürün (PÜ) (110.88, 178.75 mg HC/g kaya) ve hidrojen indeksi (HI) (560, 567 mg HC/g kaya) değerleri ile karakterize edilmektedir. Piroliz ve TOK verilerine göre siyah şeylerin Tip I ve Tip II kerojen içerdikleri tespit edilmiştir. Gaz kromatogramlarında tüm şeyl örnekleri düşük numaralı *n*-alkanların (C_{13} - C_{20}) yüksek numaralılara göre çok daha baskın olduğu unimodal dağılım göstermeye olup, TAR (karasal/sucul oranı) değerleri oldukça düşüktür. Karasal organik madde girdisini yansitan $(C_{19}+C_{20})/C_{23}$ trisiklik terpan oranı oldukça düşüktür. Her iki formasyona ait bitümlü şeyller de düşük C_{29}/C_{30} hopan, diasteran/steran, Ts/(Ts+Tm) oranlarına sahip olup, $C_{29}>C_{27}>C_{28}$ şeklinde bir steran dağılımı gözlenmektedir. Bütün siyah şeyl örnekleri yüksek C_{24}/C_{23} ve düşük C_{22}/C_{21} trisiklik terpan oranlarına sahiptir. Çökelme ortamının tuzluluğu için belirleyici bir biyomarker olan gammacerane siyah şeyler için yüksek değerlerde kaydedilmiştir. Yüksek $C_{31}\text{R}$ homohopan/ C_{30} oranı siyah şeyller için denizel bir çökelme ortamına işaret etmektedir. Genel olarak Ballık ve Dereköy siyah şeylleri piroliz, GC ve biyomarker verileri bakımında birbirleri ile oldukça iyi bir korelasyon sunmakta olup, muhtemelen aynı havzada çökelmişlerdir.

Dereköy ve Ballık formasyonlarına ait şeyllerin ortalama T_{max} değerleri sırasıyla 416°C ve 417°C olarak belirlenmiş olup, üretim indeksi ve bitüm/TOK değerleri de oldukça düşüktür. Siyah şeyller oldukça yüksek isoprenoid/n-alkan oranına sahip olup, gaz kromatogramlarında biyomarker bölgesinde pik yoğunluğu gözlenmektedir. Siyah şeyler için oldukça düşük 20S/(20S+20R), $\beta\beta/(\beta\beta+\alpha\alpha)$ steran, 22S/(22S+22R) homohopan, diasteran/steran ve C₂₃ trisiklik terpan/(C₂₃ trisiklik terpan+C₃₀ hopan) ve Ts/(Ts+Tm) oranı ve oldukça yüksek moretane/hopane oranı tespit edilmiştir. Bu verilere göre siyah şeyller olgunlaşmamış kaynak kaya özellikle dindedir.

Anahtar kelimeler: Siyah şeyl, n-alkane, biyomarker, olgunluk

Diagenesis and Reservoir Rock Properties of The Upper Oligocene and Mio-Pliocene Sandstones, East Anatolia Sub-basins, Turkey

Aynur Geçer Büyükkutku¹ ve Ömer Şahintürk²

¹Ankara University Engineering Faculty, Department of Geological Engineering, 06100 Besevler, Ankara, Turkey

E-mail: butku@eng.ankara.edu.tr

²Turkish Petroleum Exploration Corporation Group, 06531, Ankara, Turkey

E-mail: osturk@tpao.gov.tr

Petrography, diagenesis and reservoir quality of the Upper Oligocene and Mio-Pliocene sandstones are investigated in this study. Core and cutting samples from seven boreholes in the East Anatolia sub-basins are studied. Dominant textural modifications are the destruction of primary porosity by precipitation of authigenic minerals, primarily smectite-illite, feldspar overgrowths, illite, smectite, and quartz overgrowths, and porosity enhancement by dissolution of framework quartz minerals and calcite cement. Secondary porosity is a common diagenetic feature in the more deeply buried (13000 m) sediment in the East Anatolia sub-basins. Secondary porosity zones are important for hydrocarbon explorations.

Key words: Sandstone, diagenesis, secondary porosity, hydrocarbon, reservoir

Doğu Anadolu'da Yer Alan Üst Oligosen ve Miyo-Pliyosen Yaşı Kumtaşlarının Diyajenezi ve Rezervuar Kaya Özellikleri

Bu çalışmada Üst Oligosen ve Miyo-Pliyosen yaşlı kumtaşlarının petrografisi, diyajenezi ve rezervuar kalitesi incelenmiştir. Doğu Anadolu alt havzalarında açılmış olan yedi adet sondaj kuyusundan alınan karot ve kırıntı numuneleri çalışılmıştır. Baskın dokusal şekillenme başlıca simektit-illit, feldspat büyümeleri, illit, smektit ve kuvars büyümeleri şeklindeki otijenik mineral çökelimleri ile birincil porozitenin yıkımı ve kuvars mineralleri ile kalsit çimentonun çözünmesi sonucu porozitedeki artışlardır. İkincil porozite Doğu Anadolu Havzasında 3000 m den daha derin gömülü sedimanlarda izlenen yaygın bir diyajenitik özelliklidir. İkincil porozite zonları hidrokarbon aramaları için önem arz etmektedir.

Anahtar kelimeler: Kumtaşı, diyajenez, ikincil gözeneklilik, hidrokarbon, rezervuar

Source Rock Characteristics of Lower Cretaceous Çağlayan Formation in the Sinop Basin and Oil-Source Rock Correlation

Sadettin Korkmaz, Reyhan Kara Gülbay

Karadeniz Technical University, Department of Geological Engineering, 61080, Trabzon, Turkey
(korkmaz@ktu.edu.tr)

Liassic-Miocene sedimentary rocks are exposed in the Sinop Basin. Lower Cretaceous aged Çağlayan Formation is exposed in the basin consists of black coloured clay stone, siltstone, shale and marl and has source rock characteristics. An oil seep from Çağlayan Formation is located in the Ekinveren region of the Sinop Basin. In this study, organic geochemical characteristics of source rock samples from Çağlayan Formation in the Ekinveren and the Bürnük locations and crude oil sample from the Ekinveren oil seep were investigated and source rock-oil correlations were performed.

The average total organic carbon (TOC) values of the shale samples from the Çağlayan Formation in the Ekinveren and the Bürnük areas are 1.48, 1.26 % and hydrogen index (HI) values are 190, 244 mg HC/g TOC, respectively. The potential yield values of the sample from the Ekinveren and the Bürnük are >2 mg HC/g rock and these potential yield values indicate fair hydrocarbon potential for the Çağlayan Formation.

The unimodal n-alkane distribution with lower carbon number dominant is observed in the gas chromatograms of the shale samples from the Çağlayan formations in the Ekinveren and the Bürnük locations. Low TAR (terrigenous/aquatic ratios), $(C_{19}+C_{20})/C_{23}$ tricyclic terpane ratios and type II kerogen content indicate that the shale samples from the Çağlayan Formation comprise dominantly marine organic matter. Pr/Ph ratios for the Ekinveren and the Bürnük shale samples are 1.39 and 0.89, respectively. These Pr/Ph values indicate a suboxic-anoxic depositional environment for the Çağlayan Formation.

T_{max} values for the Ekinveren and the Bürnük locations are in the range of 425-432°C and 431-434°C, and average T_{max} values are 429 and 433°C, respectively. According to T_{max} data, Çağlayan Formation has immature-early mature characteristics in the Ekinveren location and early mature-mature characteristics in the Bürnük location. CPI values, isoprenoid/n-alkane ratio, $20S/(20S+20R)$ and $\beta\beta/(\beta\beta+\alpha\alpha)$ C_{29} sterane, $22S/(22S+22R)$ C_{32} homohopane ratios for the Ekinveren and Bürnük shale show that Bürnük shale are more mature than those of the Ekinveren shale.

A large UCM (unresolved complex mixture) and n-alkanes, isoprenoids that were recorded in low amount in gas chromatogram for oil sample from the Ekinveren seep indicate that the Ekinveren oil seep were heavily biodegraded. Similar tricyclic terpane (with C_{23} dominant), C_{24} tetracyclic terpan, norhopane, hopane and homohopane (with C_{31} dominant and decrease towards higher numbers) distributions were recorded in m/z 191 and m/z 127 mass chromatograms of samples from the Çağlayan Formation and the Ekinveren oil seep. Higher diasterane and pregnane content is typical for oil and shale samples. C_{27} , C_{28} , C_{29} sterane distribution for oil and shale samples is similar and there is general ranking of $C_{27}>C_{29}>C_{28}$. According to biomarker data, Çağlayan Formation and Ekinveren oil seep are well correlated to each other.

Key words: Source rock, oil seep, n-alkane, biomarker

Sinop Havzası'ndaki Alt Kretase Yaşı Çağlayan Formasyonu'nun Kaynak Kaya Özellikleri ve Petrol-Kaynak Kaya Korelasyonu

Sinop havzasında Liyas-Miyosen yaşı kırıntılı ve karbonatlı tortul istifler yüzeyler. Havzada yüzeyleyen Alt Kretase yaşı Çağlayan Formasyonu kumtaşı arakatmanlı, siyah renkli kiltası, silttaşlı, şeyl ve marn ardalanmasından oluşmekte ve kaynak kaya özelliği taşımaktadır. Ekinveren (Boyabat) yöresinde Çağlayan Formasyonu'nda bir petrol sızıntısı bulunmaktadır. Bu çalışmada Çağlayan Formasyonu'ndan iki ayrı lokasyondan (Ekinveren ve Bürnük) alınan örneklerin ve petrol sızıntısının organik jeokimyasal özellikleri belirlenmiş ve petrol-kaynak kaya korelasyonu yapılmıştır.

Ekinveren ve Bürnük yörelerine ait şeyl örneklerinin ortalama TOK değerleri sırasıyla % 1.48, 1.26 ve hidrojen indeksi (HI) değerleri 190, 244 mg HC/g TOK olarak hesaplanmıştır. Her iki lokasyona ait örneklerin potansiyel ürün değerleri 2 mg HC/g kaya'dan daha büyük olup, bu PÜ verielri Çağlayan Formasyonu'nun hidrokarbon potansiyelinin iyi olduğunu göstermektedir.

Ekinveren ve Bürnük lokasyonlarında Çağlayan Formasyonuna ait şeyl örneklerinin gaz kromatogramlarında düşük numaralıların baskın olduğu unimodal n-alkan dağılımı gözlenmektedir. Düşük TAR (karasal/sucul oranı), $(C_{19}+C_{20})/C_{23}$ trisiklik terpan oranı ve Tip II kerojen içeriği Çağlayan Formasyonuna ait örneklerin baskın olarak denizel organik madde içerdığını göstermektedir. Ekniveren ve Bürnük şeyleri için Pr/Ph oranı sırasıyla 1.39 ve 0.89 olarak belirlenmiş olup, bu Çağlayan Formasyonu için suboksik-anoksik bir çökelme ortamını göstermektedir.

T_{max} değerleri Ekinveren ve Bürnük lokasyonları için sırasıyla 425-432°C ve 431-434°C değerleri arasında olup, ortalama değerler ise 429 ve 433°C'dir. Bu verilere göre Ekinveren lokasyonunda Çağlayan Formasyonu olgunlaşmamış-erken olgun, Bürnük lokasyonunda ise erken olgun-olgun özellik taşımaktadır. CPI değerleri, isoprenoid/n-alkan oranları, 20S/(20S+20R) ve $\beta\beta/(\beta\beta+\alpha\alpha)$ C_{29} steran ve 22S/(22S+22R) C_{32} homohopan oranları Ekinveren yöresine ait örneklerin Bürnük lokasyonundakilere göre daha düşük olgunluğa sahip olduğunu yansıtmaktadır.

Ekinveren petrol sızıntısına ait gaz kromatogramlarında n-alkanlar ve isoprenoidler çok düşük bollukta kaydedilmiş olup, oldukça yüksek bir UCM (çözünmemiş kompleks karışım) gözlenmektedir. Bu veriler Ekinveren petrol sızıntısının oldukça yüksek oranda biyolojik bozunmaya maruz kaldığını göstermektedir. Çağlayan Formasyonu'na ve Ekinveren petrol sızıntısına ait örneklerin m/z 191 kütle kromatogramlarında benzer trisiklik terpan (C_{23} 'ün baskın olduğu), C_{24} tetrasiklik terpan, norhopan, hopan ve homohopan (C_{31} 'in baskın olduğu ve yüksek numaralı homohopanlara doğru bolluğun azlığı) dağılımları gözlenmektedir. m/z 217 kütle kromatogramlarında petrol sızıntısı ve kaynak kaya örnekleri yüksek diasteran ve pregnan içeriğile tipik olup, C_{27} 'nin baskın olduğu bir steran dağılımı göstermektedirler. Biyomarker verilerine göre Çağlayan Formasyonu ve Ekinveren petrol sızıntı oldukça iyi bir korelasyona sahiptir.

Anahtar kelimeler: *Petrol sızıntısı, kaynak kaya, biyomarker, n-alkan*

Geochemical Evaluation of Asmari and Bangestan Reservoirs in Marun Oilfield, Iran

Farid Tezheh¹, Manouchehr Daryabandeh², Bahram Alizadeh³ & Zahra Monjezi⁴

¹ Geochemistry Office, NIOC Exploration Directorate, Tehran, Iran
(E-Mail: f.tezheh@niocexp.ir)

² Geochemistry Office, NIOC Exploration Directorate, Tehran, Iran
(E-Mail: m.daryabandeh@niocexp.ir)

³ Shahid Chamran University, Science Faculty, Geology Department, Ahvaz, Iran
(E-Mail: alizadeh_b@cua.ac.ir)

⁴ Geology Office, Zar Yaban Company, Tehran, Iran
(E-Mail: z.monjezi@yahoo.com)

In this study, Asmari and Bangestan oils from Marun Oilfield were compared using biomarkers as well as carbon and sulfur isotopes. Also cause of H₂S pollution in Asmari reservoir was studied. Triangular diagram was drawn which show the chemical composition of two studied reservoirs as being praffinic. This approves that, these oils are having high maturity and were escaped from biodegradation. Pri/nC₁₇ versus Phy/nC₁₈, Terrigenous/Aquatic Ratio (TAR) and finally geochemical data, all show that the source rock for both Asmari and Bangestan reservoir is one and the same. This source rock was deposited in reducing environment with algae (kerogen type II) organic matter and without any higher plants as bacterial organic matter. Triangular diagram of C₂₇, C₂₈ and C₂₉ sterane, C₂₇, C₂₈ and C₂₉ monoaromatic triangular diagram and other geochemical parameters all show that both Asmari and Bangestan oils are generated from shaley carbonates, and carbonates had great effect on production of these oils. The values of ETR, Oleanane to Oleanane + Hopane ratio, C₂₈/C₂₉ sterane ratios All shows that the source rock of studied oils is shaley carbonates with middle Jurassic to lower Cretaceous. Since this formation is at great depth, it could not be sampled. Carbon Preference Index (CPI) for all studied oils is less than one, C₃₂-hopane 22S/(22S+22R) versus C₂₉-Sterane 20S/(20S+20R) and the geochemical parameters show high maturity of the crude oils being in the beginning of oil window. Stable carbon isotopes ($\delta^{13}\text{C}$) versus stable sulfur isotopes ($\delta^{34}\text{S}$), Galimov curves and methyldibenzothiophene ratio to dibenzothiophene (MDBTs/DBT) versus Dibenzothiophene to Phenanthrene ratio (DBT/Phen.), all indicate that H₂S gas pollution in Asmari reservoir is originated from Bangestan reservoir. Also thermal sulfate reduction could be the main process for H₂S formation.

Key words: Biomarker, Carbon and Sulfur Isotopes, H₂S pollution, Maturity, source Rock, Kerogen, Marun Oilfield.

Geochemical Evaluation of oil of Borgan and Ilam Reservoirs in one of Oilfield, in Abadan plain in Iran

Elham Tarhandeh¹, Farid Tezheh²

¹ Geochemistry Office, NIOC Exploration Directorate, Tehran, Iran

(E-Mail: e.tarhandeh@niocexp.ir)

² Geochemistry Office, NIOC Exploration Directorate, Tehran, Iran

(E-Mail: f.tezheh@niocexp.ir)

In this study, Borgan and Ilam oils were studied. Triangular diagram was drawn which show the chemical composition of two studied reservoirs as being Paraffinic –Naphthenic oils. Pri/nC17 versus Phy/nC18, Terrigenous/Aquatic Ratio (TAR) and finally geochemical data, all show that the source rock for both Borgan and Ilam reservoir is one and the same. This source rock was deposited in reducing environment with algae (kerogen type II) organic matter and without any higher plants as bacterial organic matter. Triangular diagram of C27, C28 and C29 sterane, C27, C28 and C29 monoaromatic triangular diagram and other geochemical parameters all show that both Borgan and Ilam oils are generated from marly carbonates, and carbonates had great effect on production of these oils. But in borgan oils shale has more effect on production because Kazhdumi source rock is near the this reservoir. The values of ETR, Oleanane to Oleanane + Hopane ratio, C28/C29 sterane ratios All shows that the source rock of studied oils is shaley carbonates with Jurassic to lower Cretaceous. however the result demonstrate the kazdumi and Garu formation could be source rock in this studied oil field. Carbon Preference Index (CPI) for all studied oils is less than one, C32-hopane 22S/(22S+22R) versus C29-Sterane 20S/(20S+20R) and the geochemical parameters show high maturity of the crude oils being in the beginning of oil window but maturity in Borgan is more than Ilam because brogan reservoir is deeper than Ilam reservoir

Key words: Abadan plan, Borgan, Ilam , Maturity, source Rock, Kerogen, kazdumi ,Garu.

IRB-3-O4. Stratigrafi Oturumu / Stratigraphy Session**Sequence Stratigraphy of Early Cretaceous at Central and Eastern Part of the Kopet-Dagh Basin, NE Iran****Nafiseh Hashemian Khakhki¹, A.A. Ariayi², Mohsen Allame², Yasaman Rafighdoust³**¹*Ferdowsi University of Mashad, Central lab, Faculty of Science, IR-9177948974, Iran
(E-mail: Nafiseh.Hashemian@gmail.com)*²*Azad university Mashad, Faculty of Science, Department of Geology, Iran*³*Ferdowsi University of Mashad, Faculty of Science, Department of Geology, Iran*

After the effect of late Kimirian in Iran and because of regression sings and development continental sediments in lower Cretaceous (except some regions) with siliciclastic and terrigenous matters in basal part and epicontinental part of Caspian sea . In structural-sedimentary unit of Kopet-Dagh in north-east of margin part, sediments of epicontinental shallow margin of basin Shurijeh Formation (Neocomian) deposited. In type-section at Khour synclinal lower contact with Mouzdoran Formation is tranzisionaly, but upper contact with Tigan Formation is completely distinguished and conformed. It has changed to thick and medium bedded oolitic biogenic facies. During the late Barremian and Early Aptian (about 120 million years ago) massive limestones with alternation of inter-bedded shales formed in Kopet-Dagh like other parts of Iran. For determination of sequence stratigraphy of this facies, three stratigraphic sections have been measured. Two of them is located in east parts of Kopet-Dagh near Ghorghore and Gheshghe villages. The other section is near Shotorpa village in central region of Kopet-Dagh basin. Lower boundary sequence of Tirgan in three sections is tranzisionaly. The sediments correspond to inner-ramp deposits of a homoclinal carbonate ramp. This sequence is equivalent to third order of sediments cycles temporally. It is composed of parasequences.

Key words: *Sequence stratigraphy, Early Cretaceous, Sediment cycle, parasequence*

Biostrathigraphy and Paleoecology of the Maastrichtian Corals in SW Iran (Zagros Thrust Zone)**Ali Amirkhani**

*N.I.O.C. Exploration Directorate, 1st Dead End, Seoul St., NE Sheikh Bahaei Sq. P.O. Box 19395-6669,
Tehran-IRAN
E mail:(a.amirkhani@niocexp.ir)*

The Maastrichtian sediments in south of Gandoman city which is a part of Zagros Thrust Zone are mainly composed of reefal limestone and calcareous shale. In this area, in order to determine macrofauna and microfauna of Maastrichtian sediments .The Maastrichtian sediments rest on Campanian beds (Shale and marl) disconformably and are overlain by Tertiary sediments(Sandstone and dolomite) disconformably too. The available macrofauna are corals, rudists, gastropods, bivalves and brachiopods. The microfossils such as Loftusia, Omphalocyclus and Siderolites are associated with this fauna . The main focus of this study lies on the corals determinations. A carbonate platform margin was prevailed during these time and coral-rudist bearing sediments deposited. Corals could be determined on the base of characteristics such as geometry, diameter ratio, calyx and preparation of the serial thin sections. Six species of four genus belonging to Scleractinia order such as *Aspidastraea orientalis* (Kuhn,1933), *Cyclolites rounded*

(Lamark,1801), *Cyclolites ellipticus* (Schlothe, 1820), *Paracycloseries elizabethae* (Wells,1934),*Paracycloseries* sp.(Wells,1934) and *Actinacis parvistella* (Oppenheim,1930) associated with five species of benthic foraminifera (*Loftusia persica*, *Loftusia coxi*, *Loftusia harrisoni*, *Omphalocyclus macroporous* and *Sidroliths cf. calcitrapoides*) are distinguished. All of these fauna introduce shallow-water with warm climate in the Maastrichtian stage. Based on the results of this study, high rate of carbonate and phosphate sedimentation led to the thick test in large benthic foraminifera and epitheca of corals. As a result this rock unit during of Maastrichtian stage has been located between 15° to 18° latitude above equator.

Key words: Maastrichtian, Paleoecology, Zagros, Coral , *Loftusia*, *Omphalocyclus*

Revised Biostratigraphy and new Biozonation for the Aptian Succession in Central and High Zagros

Mohsen Yazdi-Moghadam¹, Maryam Khorashahi² & Fatemeh Safari³

¹NIOC Exploration Directorate, Seoul Street, 1994814695 Tehran, Iran.

(E-mail: Mohsen.Moghadam@gmail.com)

²Islamic Azad University, Science and Research Branch, 1477893855 Tehran, Iran.

³Tehran University, Faculty of Science, 158785713 Tehran, Iran.

The Aptian sedimentary strata in Central and High Zagros are classically subdivided into three parts comprising of lower (carbonates), middle (marl and argillaceous limestone) and upper (carbonates) units. New and constrained biostratigraphic data of index larger benthic and planktonic foraminifera allowed us to propose a revision on the dating of these units. Four key surface sections were selected and measured through the outcrops of the study area in E-W direction from Shiraz to Gachsaran. Biostratigraphic analysis was resulted in distinguishing six biozones:

1) Choffatella decipiens zone 2) radiolaria blooming zone 3) Globigerinelloides blowi zone 4) Orbitolina (Mesorbitolina) lotzei zone 5) Orbitolina (M.) parva zone 6) Orbitolina (M.) parva - O. (M.) texana zone. The ammonite data were also used for calibration of the proposed biozonation. The lower unit including biozones 1 and 2 can be dated as lower part of the Lower Aptian. This dating is based on foraminiferal biostratigraphic information and calibration with *Deshayesites* ammonite data. The middle unit enriched by planktonic foraminifera is a diachronous interval. The available biostratigraphic data from the overlying and underlying units confirm its diachrony. Therefore, the middle unit with an age of the upper Lower Aptian including the biozone 3 in the east also extends to the Upper Aptian toward west. Similarly the upper unit characterizing by diversified orbitolinid fauna with an age range of the uppermost Lower Aptian to Upper Aptian in the east of area includes younger sediments of only Upper Aptian age in the west. Hence, the Lower Aptian sediments prograde westwardly and the Lower / Upper Aptian boundary gradually shifts from the upper unit into the middle one. These new biostratigraphic insights were led to correlate the Aptian succession in south of Iran with global time framework.

Key words: Zagros, Aptian, *Orbitolina*, Cretaceous, Biozonation, Biostartigraphy

The Biostratigraphy and Microfacies Properties of the Boundary of Upper Permian-Lower Triassic Rocks at Suna Hill (Yahyalı/Kayseri) and Surroundings in the Eastern Taurids

Zeki Ünal YÜMÜN

*University of Balikesir, Department of Geology Engineering, Çağış Campus, TR-10266 Balikesir, Turkey
zyumun@balikesir.edu.tr*

Upper Permian-Lower Triassic aged rocks are located at Suna Hill (Yahyalı/Kayseri) and surroundings. These unites are overlain tectonically by Middle Jurassic (Dogger)-Early Triassic aged carbonate rocks. At the previous studies pointed out that, Middle Jurassic (Dogger)-Early Cretaceous aged unit is located unconformably on Early-Middle Triassic aged Küçüksu Formation. At these study is aimed that, point out to properties of Upper Permian-Lower Triassic transition and relationship of between Divrikdağı Formation and Küçüksu Formation. Four measured stratigraphic columnar section are taken Scope of this study and micro texture and foraminiferal contents of a lot of pattern is investigated. As a result of these study is found out *Pachyphloia schwageri*, *Mizzia velebitana* and *sichotenella* sp. at Late Permian section and are seen that unite had been occurred at top of Upper Permian time. There are a non-fossiliferous zone between Permian and Triassic. *Rectocornuspira kalgori*, *Mendrospira pusilla* and *Hoyenella sinensis* fossils have been found on these levels. According to these fossils, it is understood that the age of this unit is Scythian-Anisian. Triassic starts on Permian with oolitic limestones consisting of small grained and regularly structured ooid. It is seen that the oolites are re-processed and the lower ooides used as a core from bottom to top. In the upper level of degradation and micro-faults are observed around ooids. The occurrence of micro-faults and deformation is a result of the settlement of the Middle Jurassic-Early Cretaceous carbonate that located on top.

This microfacies features have been shown that, starting from residents on a gradually rising energy environment suggests the existence of on algal and large bentonic fossiliferous Permian carbonate.

Key words: *Eastern Taurid, Yahyalı, Stratigraphy, Upper Permian, Lower Triassic, Foraminifera*

Doğu Toroslar'da Suna Tepe (Yahyalı/Kayseri) ve Yakın Çevresinde Yüzeyleyen Üst Permiyen-Alt Triyas Geçişindeki Kayaların Biyositratigrafisi ve Mikro Fasiyes Özellikleri

Suna Tepe (Yahyalı/Kayseri) ve yakın çevresinde Geç Permiyen ve Erken Kretase yaşı birimler yer almaktadır. Birimler tektonik olarak Orta Jura (Dogger)-Erken Kretase yaşı karbonat kayaları tarafından tektonik olarak üzerlenmiştir. Önceki çalışmalarla Orta Jura- Erken Kretase yaşı birim (Divrikdağı Formasyonu) Erken-Orta Triyas yaşı Küçüksu Formasyonu üzerinde uyumsuzlukla yer aldığı belirtilmiştir. Bu çalışmada, Üst Permiyen-Erken Triyas geçişinin özelliklerin hemde Divrikdağı Formasyonu ile Küçüksu Formasyonu arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda bölgede 4 adet ölçülu sütratigrafik kesit alınarak çok sayıda örneğin mikro dokusu ve foraminifer içeriği araştırılmıştır. Bu araştırmalar sonucunda Geç Permiyen yaşı bölümde *Pachyphloia schwageri*, *Mizzia velebitana* ve *sichotenella* sp. fosilleri bulunarak birimin permiyenin en üst düzeyinde olduğu görülmüştür. Permiyen Triyas arasında yaklaşık 1 metre kalınlığa sahip fosilsiz bir zon bulunmaktadır. Bu seviyenin üzerinde alttan üste doğru *Rectocornuspira kalgori*, *Mendrospira pusilla* ve *Hoyenella sinensis* fosilleri bulunmuştur. Bu fosillere dayanarak birimin Skityen-Anisiyen yaşıda olduğu anlaşılmıştır. Triyas, Permiyen üzerinde küçük taneli ve düzenli yapılı ooyid tanelerinden oluşan oolitik kireçtaşısı ile

başlamaktadır. Üste doğru oolitlerin tekrar işlendiği ve allt seviyedeki ooyidler çekirdek olarak kullanıldığı görülmektedir. Daha üst seviyelerde ise ooyidlerin etrafında bozunmaların olduğu ve mikro faylanmaların olduğu görülmektedir. Mikro fayların ve deformasyonların oluşumu, üstteki Orta Jura-Erken Kretase yaşlı karbonatların bölgeye yerleşimlerinin bir sonucudur.

Bu mikrofasiyes özellikleri Algı ve iri benük foraminiferli Permyen Karbonatları üzerine sakinden başlayarak giderek enerjisi yükselen bir ortamın varlığını ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: *Doğu Toroslar, Yahyalı, Stratigrafi, Geç Permyen, Erken Triyas, Foraminifer*

IRB-4-O1. Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Oturumu-II / Engineering Geology and Geotechnique Session-II**Use of Waste Pet Bottles for Soil Improvement****Osman Günaydin¹, Mustafa Fener¹, Sair KAHRAMAN² & Semiha AKÇAÖZÜĞLU³**¹Niğde Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 51200 Niğde, Türkiye
(E-mail:ogunaydin@nigde.edu.tr)²Niğde Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 51200 Niğde, Türkiye
³Niğde Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, 51200 Niğde, Türkiye

The term soil improvement covers all applications that shear strength of soil and rock masses, and lower the ability of permeability and shrinkage of reasons requirement that make soil improvement applications inevitable include rapid decrease in suitable areas for construction due to fast urbanization, forced use of unsuitable foundation environment, mandatory legal requirement for safety of neighboring constructions, and larger strain limits due to expanding physical sizes of constructions. Soil improvement provides enhancement of engineering characteristic of soil through emplacement of strengthening elements. Behaviors of reinforced soil vary based upon natural soil characteristic and raw material of thrust into strengthening soil.

While some industrial materials are used in certain applications some others are exploited as waste. Storage or dispose of the waste products could result in environmental pollution and contamination of natural resources such as drinking water. Recycling and reusing of these products is one of the popular research areas. In general, these studies focus on either producing new materials out of these waste products or using them as a variety of additives. Recycling reducing use of raw materials and natural reserves it also minimizes environmental risks due to their dispose or storage. In this project, soil improvement was attempted by using such waste products as additives into clays in controlled proportions (15%, 30%, 45%, and 60%). Various geotechnical tests were investigated on the samples acquired from improved soils were evaluated whether those can be used as lightweight materials. The compaction test results indicate that the dry densities of the pet mixtures are less than the dry density of typical soils including the clayey soil used in this study (1.41 g/cm³ between 1.28 g/cm³). P-wave velocity values were correlated with the pet mixtures. The results indicate that there are coefficient of determination R²=0.93, and R²=0.73 between P-wave velocity values and pet mixtures. Finally, the results show a good potential for using the waste pet as lightweight fill material.

Key words: *Soil improvement, compaction, ultrasonic, lightweight fill, recycle.*

Atık Pet Şişe Kırıklarının Zemin İyileştirilmesinde Kullanılması

Zemin iyileştirme terimi, zemin ya da kaya kütlesinin, makaslama dayanımını artıran; geçirimlilik ve hacimsel değişim yeteneğini azaltan her türlü işlem için kullanılır. Zemin iyileştirme çalışmalarını kaçınılmaz kıلان nedenler; hızlı kentleşmeden dolayı uygun yerleşim alanlarının hızla azalması, uygun olmayan alanların temel ortamı olarak seçilme zorunluluğu, komşu yapıların güvenliğini koruma ve yapıların giderek artan boyutlarının getirdiği büyük gerilme limitleri olarak sıralanabilir. Zemin iyileştirme, zemin içine güçlendirici elemanların yerleştirilmesi ile zeminin mühendislik özelliklerinin yükseltilmesini sağlar. Güçlendirilmiş zeminin davranışları, içine yerleştirilmiş malzeme ile tabii zeminin özelliklerine göre değişmektedir.

Endüstride hammadde belirli bir amaca göre işlenirken bazı maddeler de atık olarak kalır. Atık ürünlerin depolanması ya da doğal çevreye atılması çevre kirliliğine ve doğal kaynakların kirlenmesine neden olabilmektedir. Günümüzde atık ve artık olarak ortaya çıkan malzemelerin yeniden kullanımı ve geri dönüşüm konusunda yoğun olarak çalışılmaktadır. Bu çalışmalarda atıklardan yeni ürünler elde edilmesi veya bunların katkı maddesi olarak kullanılması amaçlanmaktadır. Atıkların yeniden kullanımı veya geri dönüşüm doğal kaynakların kullanımını azaltmaktadır. Ayrıca doğanın tahrif edilmesini önlemekte ve atık depolanması sonucu oluşan çevre problemlerini en aza indirmektedir.

Bu çalışmada killerin içerisindeki belirli oranlarında (%15, %30, %45, %60) atık pet şişe kırıntıları karıştırılarak zemin iyileştirme çalışması yapılmıştır. İyileştirilmiş örnekler üzerinde zemin mekanığı deneyleri yapılarak, zemin örneklerinin mühendislik özellikleri belirlenmiştir. Bulunan sonuçlar yardımcıyla iyileştirilen zeminlerin hafif dolgu malzemesi olarak kullanılıp kullanılmayacağı tespit edilmiştir. Sıkıştırma deneyleri sonucunda zemin örneği içerisindeki pet karışımının eklenmesi ile zemin örneğinden elde edilen kuru birim hacim ağırlıktan daha düşük kuru birim hacim ağırlıkları (1.41 g/cm^3 - 1.28 g/cm^3) elde edilmiştir. P dalgalarıyla pet karışım oranları karşılaştırılmış ve belirleme katsayıları $R^2 = 0,93$ ve $R^2 = 0,73$ bulunmuştur. Sonuçlar, atık pet'lerin hafif dolgu malzemesi olarak kullanılması için iyi bir potansiyele sahip oldukları göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Zemin iyileştirme, sıkıştırma, ultrasonik, hafif dolgu, geri dönüşüm.

Effect of Hot Water on the Swelling Clayey Soils and Mathematical Modeling Movement in Ground

Ahmed Samedov¹, Tevfik İsmailov²

¹ Kiev Technical University, Department of Civil Engineering, UA-03680 Kiev, Ukrayna

² Süleyman Demirel University, Department of Geological Engineering, TR-32260 Isparta, Turkey,
(E-Mail: tevfik@mmpf.sdu.edu.tr)

Deformation problems which are occurred with affect of water at foundations of engineering builds located on the swelling clayey soils observed in many countries. These problems performed with effect on build foundations of hot water which is infiltrated from thermonuclear power plants, industry and metallurgy facilities during cooling of heated mechanism. Effect of hot water and movement of water on the swelling clayey soils are not explained in the previous researches. Experimental studies aimed at solution to this problem made in soil mechanic laboratories of the Suleyman Demirel and Kiev Universities. For 20°C water, the swelling potential of bentonite clays investigated with determining relative swelling coefficient and cation exchange capacity related to time and pressure for the swelling clayey soils. In addition, changing of the relative swelling

coefficient of the same clays examined at constant temperature water (30°C , 50°C , 70°C) according to time with a special equipment in the Kiev Technical University.

In the study, mathematical modeling of movement of different temperature water within swelling clayey soils has been trying to do. Darcy laws identifying for cold water is constituted the essential of this theoretic research. Permeability coefficient which is constant according to the Darcy laws assessment as related to properties of water and movement in the unsaturated zone again examined. For solution to the problem, tension occurring from capillary strengths, velocity of infiltrate water in V_x and V_y directions and moistness values at start (W_o) and final (W_{sat}) are take into consideration and for able to do the modeling must be uninterrupted of hot water movement. In addition, effects of gravitation and adsorption strengths are important.

Key words: *Clayey soils, swelling potential, mathematical modeling*

Şişen Killi Zeminler Üzerinde Sıcak Suyun Etkisi ve Yeraltında Hareketinin Matematiksel Modellenmesi

Şişen killi zeminler üzerinde yapılan mühendislik yapılarının temellerindeki su etkisinden dolayı deformasyon problemlerine dünyanın birçok ülkesinde karşılaşılmaktadır. Bu problemler, daha çok termonükleer santraller, sanayi ve metalurji tesislerinde isınan mekanizmaların soğutulması sırasında açığa çıkan sızıntı sıcak suların temele etkisiyle gerçekleşmektedir. Bu tür ortamlarda yapılan önceki çalışmalar, şişen killi zeminler üzerinde sıcak suyun etkisinin ve yeraltındaki hareketinin yeterince açıklanmadığını göstermektedir. Bu problemin çözümüne yönelik olarak başlatılan araştırmaların deneyel çalışmalar Süleyman Demirel ve Kiev Üniversiteleri zemin mekanığı laboratuarlarında yapılmıştır. Bu deneylerde sıcaklığı 20°C 'deki suların bentonit türü killi zeminler üzerinde şişme etkisinin zamana, basıncı ve katyon değişime kapasitesine bağlı olan nispi şişme katsayısı değerlerinin tespit edilmesi ile şişme potansiyeli incelenmiştir. Sabit sıcaklıklarda 30°C , 50°C , 70°C olan sularda aynı bentonit türü killi zeminin serbest nispi şişme katsayısının zamana göre değişimi ise Kiev Teknik Üniversitesi'nin zemin mekanığı laboratuarında özel bir cihazın yardımı ile gerçekleştirılmıştır.

Bu çalışmada çeşitli sıcaklığa sahip suların şişen killi zeminlerdeki hareketinin matematiksel modellenmesi yapılmaya çalışılmıştır. Bu teorik çalışmanın temelini soğuk suların hareketini ifade eden klasik Darcy yasası oluşturmaktadır. Bu kanunda sabit değere sahip olan permeabilite katsayısı suyun özelliklerine bağlı olarak değerlendirilmiş ve doymamış bölgedeki hareketi yeniden incelenmiştir. Problemin çözümünde kapilar kuvvetlerden doğan gerilme, sızıntı suyun V_x , V_y yönlerindeki hızları ve zeminin başlangıç (W_o) ve son anındaki (W_{sat}) nemlilik değerleri dikkate alınarak sıcak suyun hareketinin kesintisiz olduğu durumda modelleme yapılabileceği belirlenmiştir. Burada gravitasyon ve adsorpsiyon kuvvetlerinin etkisinin de dikkate alınması gerektiği saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: *Killi zeminler, şişme potansiyeli, matematiksel model*

Engineering Properties of Soils of Lagoon Origin: Antalya Case

Nihat Dipova

*Akdeniz Üniversitesi, Department of Civil Engineering, Kampüs
Antalya-Turkey
e-posta: ndipova@akdeniz.edu.tr*

In this study, geological origin, facies distribution and engineering properties of soils of lagoon origin observed in Bogacay Plain (Antalya) were explained. Lagoons are coastal lakes that occur as a result of sea level rise in a bay, behind the consequent coastal barrier. Bogacay Plain, which is located at the west of Antalya city and behind the Konyaaltı beach, is a coastal plain of lagoon origin. The central part of the plain is dominated by olive-dark blue, soft silt-clay. There are bay-head delta deposits at the northern portion of the plain and alluvial deposits on the stream beds of Bogacay and Gokdere streams. The thickness of the deposits is 20 to 80 meters depending on bedrock topography. In this study, total 22 boreholes which are 10 to 35 meters depth were drilled. During drilling works Standard Penetration tests (SPT) were carried out, soil samples were gathered for laboratory tests, and Cone Penetration Tests were applied at 17 different locations. Soils of the plain start with brown clay-silt of CH character, which is 3.5 m thick crust. In the unit, mean SPT is $N=10$ and mean point resistance is $q_c = 20 \text{ kg/cm}^2$. Mean undrained shear strength is $c_u = 1 \text{ kg/cm}^2$ dir. According to consolidation test results; $m_v = 0,013 \text{ cm}^2/\text{kg}$ and $c_c = 0,20$ which shows low compressibility potential. Under the crust layer there is lagoon mud of blue-gray silty clay. This unit is a "CH-MH" class soil having mean SPT- $N=6$. Mean CPT point resistance is $q_c = 10 \text{ kg/cm}^2$, and undrained shear strength is $c_u = 0,3 \text{ kg/cm}^2$. According to consolidation test results; $m_v = 0,03 \text{ cm}^2/\text{kg}$ and $c_c = 0,45$. In the lagoon mud, black peat and sand layer was observed in 8-10 m depths almost all around the area, and this layer was evaluated as tidal flat. Deformations observed on the buildings constructed on the region, is due to excessive total and differential settlement. During site investigation works; geological evolution of the plain and facies distributions should be taken into account, a continuous sampling should be done by means of auger drilling, sufficient undisturbed samples should be gathered to represent the facies, and consolidation and strength parameters should be determined frequently using experimental and empirical methods.

Key words: *Antalya, Bogacay Plain, clay, lagoon.*

Lagün Kökenli Zeminlerin Mühendislik Özellikleri: Antalya Örneği

Bu çalışmada; Boğaçay Ovası'ndaki (Antalya) lagün kökenli zeminlerin jeolojik kökeni, fasiyes dağılımları ve mühendislik özellikleri belirlenmiştir. Lagünler deniz seviyesi yükselmesi sonrası bir körfezin önünde kıyı oku oluşumu sonucunda gelişen göllerdir. Antalya'nın batısındaki Konyaaltı kumsalı arkasındaki Boğaçay Ovası, lagün kökenli bir düzüktür. Ovanın özellikle orta bölümleri "yeşil-koyu mavı, yumuşak silt-kıl" ağırlıklıdır. Ovanın kuzeyinde lagün içi delta çökelleri, ovayı kat ederek Akdeniz'e ulaşan Gökdere ve Boğaçay yataklarında alüvyal çökeller bulunmaktadır. Ovada çökellerin kalınlığı anakaya topografyasına bağlı olarak değişkenlik göstermekle birlikte, 20 ile 80 m arasındadır. Bu çalışmada, araziyi temsil edecek biçimde, derinlikleri 10 m ile 35 m arasında değişen 22 adet araştırma sondajı açılmıştır. Sondajlar sırasında standard penetrasyon deneyi (SPT) ve alınan örnekler üzerinde laboratuvar deneyleri yapılmış, ayrıca 17 noktada Konik Penetrasyon Deneyi (CPT) gerçekleştirilmiştir. Ovada ortalama -3,5 m derinliğe kadar CH karakterinde "kahverengi kıl-silt" den oluşan "kabuk" bulunmaktadır. SPT deneylerinin sonuçlarına göre ortalama darbe sayısı $N=10$ ve CPT sonuçlarına göre ortalama üç direnci; $q_c = 20 \text{ kg/cm}^2$ dir. Drenajsız makaslama dayanımı ortalama, $c_u = 1 \text{ kg/cm}^2$ dir. Konsolidasyon deneyi

sonuçları ise: $m_v = 0,013 \text{ cm}^2/\text{kg}$, $c_c = 0,20$ değerlerini ve zeminin düşük sıkışma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Kabuk katmanının altında "mavi-gri kil"den oluşan lagün çamuru bulunmaktadır. Bu birim "CH-MH" zemin sınıfında olup, ortalama SPT -N=6 dir. CPT deneylerine göre ortalama uç direnci; $q_e = 10 \text{ kg/cm}^2$ dir ve drenajsız makaslanma dayanımı, $c_u = 0,3 \text{ kg/cm}^2$ olarak belirlenmiştir. Konsolidasyon deneyi sonuçları: $m_v = 0,030 \text{ cm}^2/\text{kg}$, $c_c = 0,45$ olduğunu göstermiştir. Lagün çamuru içinde 8-10 m derinliklerde yoğunlaşan ve tüm arazide gözlenen siyah renkli organik zemin (turba) ve kum katmanı da belirlenmiş ve bu katman gel-git düzluğu olarak yorumlanmıştır. Bölgedeki yapılarda gözlenen deformasyonlar aşırı ve farklı oturmadan kaynaklanmaktadır. Bölgede yürütülecek zemin etüdlerinde; ovanın jeolojik evrimi ve fasiyes dağılımları dikkate alınarak, burgulu sondaj yapılarak sürekli örnekleme sağlanması, her bir fasiyesi temsil edecek sayıda daha fazla örselenmemiş örnek alınması, deneysel ve empirik yöntemler uygulanarak dayanım ve konsolidasyon parametrelerinin sık aralıklarla belirlenmesi gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Antalya, Boğaçay Ovası, kil, lagün.

Atterberg Limitlerinin Tek ve Basit Bir Gereçle Tayini

Kamil Kayabaklı¹, Murat Mollamahmutoğlu², Oğuz Tüfenkçi³, Mustafa Topcu¹, Sevgi Özaydin¹, Ömer Beşparmak⁴

¹ Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tandoğan, Ankara 06100
(e-posta: kayabali@eng.ankara.edu.tr)

² Bayburt Üniversitesi Rektörii, Bayburt 69000

³ Akademi Zemin Araştırmaları Ltd. Şti., 1151 Sokak, 1/80, Ostim, Ankara 06374

⁴ KPM Mühendislik, 408 Sokak, No. 4, Çankaya, Ankara 06420

Bu çalışmanın amacı: likit limit, plastik limit ve büzülme limitinin zemin mekanığında oldukça yeni sayılabilenek ters ekstrüzyon yöntemiyle tayin edilmesidir. Ters ekstrüzyon gereci, bir tarafı kapalı silindirik bir hazne (iç çapı 3,8 cm) ile ortası delik bir malafadan (delik çapı 0,6 cm) oluşan son derece basit bir düzenektir. Değişik kıvamda hazırlıya yerleştirilen zemin malafa ile sıkıştırılmakta; sıkıştırma kuvveti belirli bir düzeye geldiğinde hazne içindeki zemin yenilerek delikten çıkmaktadır. Bu anda kaydedilen gerilmeye ekstrüzyon gerilmesi denilir. Yapılan yüzlerce deneysel çalışmaya göre, ekstrüzyon gerilmesinin logaritması ile su içeriği arasında mükemmel sayılabilenek doğrusal bir ilişki vardır.

Çalışmada malzeme olarak seksen çeşit zemin kullanılmıştır. Her bir zemin üzerinde istatistiksel değerlendirmeye yeterli sayıda büzülme limiti, plastik limit, likit limit ve ters ekstrüzyon deneyleri yapılmış; sonuçta deney sayısı binlerle ifade edilen bir veri seti oluşturulmuştur.

Değerlendirme aşamasında geleneksel yöntemlerle eide edilen ve her zemine ait büzülme limiti, plastik limit ve likit limit ortalama değerlerine karşılık gelen ekstrüzyon gerilmeleri su içeriği – ekstrüzyon gerilmesi grafiğinden tayin edilmiş; bulunan ekstrüzyon gerilmelerinin histogramları oluşturulmuştur. Buna göre: likit limite, plastik limite ve büzülme limitine karşılık gelen ekstrüzyon gerilmeleri büyük ölçüde ve sırayla 30, 3000 ve 9000 kPa etrafında yoğunlaşmaktadır. Sonuç olarak ters ekstrüzyonun üç kıvam limitini tayin edebilen, üç yöntemde ait belirsizlikleri büyük ölçüde gideren, operatörden bağımsız, tekrarlanabilirliği yüksek, basit, ekonomik ve standart olma potansiyeli çok yüksek bir yöntem olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: Büzülme limiti, plastik limit, likit limit, ters ekstrüzyon

A Single and Simple Tool to Determine Atterberg Limits

The scope of this investigation is to determine liquid, plastic and shrinkage limits using a single apparatus, the reverse extrusion test, a recently adopted method in soil mechanics. The setup of this test is extremely simple and includes a one-end closed cylindrical container (inner diameter is 3.8 cm) and a rammer with a die in the center (hole diameter is 0.6 cm). Soil with certain water content is placed inside the container and compressed by the rammer. When the compressive force reaches a certain level, the compressed soil fails and forms a soil worm extruding from the die. The stress recorded at this time is called the extrusion stress. Hundreds of reverse extrusion tests performed on different soils show that the logarithm of extrusion stress and the water content has an almost perfect linear relationship.

Eighty different types of soil were used in this investigation. A number of tests of each of shrinkage, plastic, and liquid limits as well as the reverse extrusion tests were conducted on each soil samples to facilitate a statistical analysis. In total, a database was constructed consisting of thousands of tests.

At the evaluation stage, the extrusion stresses corresponding to the average values of each of the three consistence limits were obtained using the curve of extrusion pressure versus water content. Three histograms were constructed using the extrusion stress versus shrinkage, plastic and liquid limits, respectively. It reveals that the most extrusion pressures corresponding to liquid, plastic and shrinkage limits concentrate around 30, 3000 and 9000 kPa, respectively. It was concluded that the reverse extrusion technique is capable of determining the three consistency limits alone, eliminates most of the uncertainties involved in conventional methods, independent of test operator, highly repeatable, simple, economical and bears a great potential to be a standard soil test.

Key words: Shrinkage limit, plastic limit, liquid limit, reverse extrusion test

Use of Static Compaction Method in Soil Improvement

Ebru Yüce, Kamil Kayabaklı

Ankara University, School of Engineering, Geological Engineering Department, Tandoğan, Ankara 06100
(e-mail: yuce.ebru@hotmail.com)

Modeling of mechanical stabilization of soils in a laboratory is commonly performed using the standard Proctor test. Two important disadvantage associated with this test are the energy loss and large quantity of material for testing. To eliminate these setbacks, the miniature static compaction test is developed. Both the diameter and the height of the compaction mold for the static compaction method is 5 cm. The energy applied by the static compaction method is the same as standard Proctor method (i.e., 592.7 kJ/m³).

The material used for the investigation includes ten samples of predominantly fine material with different plasticity. Each soil sample was subjected to standard Proctor and modified Proctor tests utilizing an automated compacter as well as the static compaction test by employing a conventional uniaxial compression apparatus. The load was recorded during the static compaction test performed at a constant speed and when the total energy reached the work of standard Proctor method (i.e., 592.7 kJ/m³) the loading was terminated.

Soil samples were recompacted at the optimum water content of each of the three compaction methods and the falling head permeameter and unconfined compression tests were conducted on the recompacted samples.

The maxima of static compaction curves fall mostly between those of the standard Proctor and modified Proctor methods. As expected, the undrained shear strengths and the permeabilities of recompacted soils at the optimum water contents using the static compaction method fell between those of standard Proctor and modified Proctor which were similarly recompacted at their optimum water contents.

The Shelby tube samples can provide sufficient material to conduct the proposed test. The major advantage of the proposed methods is its ability to test soils retrieved from greater depths where the open pit sampling is not feasible.

Key words: *Static compaction, soil improvement, mechanical stabilization, standard Proctor method, modified Proctor method*

Zemin İyileştirmesinde Statik Sıkıştırma Yönteminin Kullanılması

Zeminlerin mekanik iyileştirmesinin laboratuvara modellenmesi genellikle standart Proctor deneyi ile yapılmaktadır. Bunun başlıca dezavantajları deney sırasında enerji kaybı ile çok miktarda numune gerektirmesidir. Bu dezavantajları gidermek amacıyla minyatür statik sıkıştırma deneyi geliştirilmiştir. Bu yöntemde kullanılan sıkıştırma kalibrinin çapı ve yüksekliği 5 cm'dir. Belirli bir hızda statik olarak sıkıştırılan zemine uygulanan enerji standart Proctor enerjisi ile aynıdır ($592,7 \text{ kJ/m}^3$).

Çalışmada malzeme olarak değişik plastisiteli on çeşit ince taneli zemin kullanılmıştır. Her bir zemin üzerinde otomatik kompaktör makinasıyla standart Proctor ve modifiye Proctor deneyleri ve tek eksenli sıkıştırma düzeneği ile de statik sıkıştırma deneyleri yapılmıştır. Belirli bir hızda yapılan statik kompaksiyon deneyleri sırasında sıkıştırılan numuneye uygulanan yük kaydedilmiş ve toplam enerjinin $592,7 \text{ kJ/m}^3$ 'e ulaşmasıyla deneyler sonlandırılmıştır.

Çalışmada uygulanan üç çeşit sıkıştırma deneyinin her birine ait optimum su içeriğinde zemin numuneleri tekrar sıkıştırılmış ve sıkıştırılan malzeme üzerinde düşen seviyeli geçirgenlik ve serbest basınç deneyleri yapılmıştır.

Sıkıştırma deneyleri grafiğe aktarıldığında, statik sıkıştırma deneylerinin maksimumlarının çoğunlukla standart Proctor eğrisi ile modifiye Proctor eğrisinin arasında yer aldığı gözlenmiştir. Optimum su içeriğinde statik kompaksiyon yöntemi ile tekrar sıkıştırılan numunelerin drenajsız makaslama dayanımı ve geçirgenlik değerleri, bekendiği şekilde standart Proctor optimum su içeriğinde elde edilen değerler ile modifiye Proctor optimum su içeriğinde elde edilen değerler arasında kalmıştır.

Önerilen yöntem için malzeme olarak Shelby tüpü örnekleri yeterli olup, araştırma çukuru açılmasına olanak vermeyen büyük derinliklerdeki ait zeminlerin laboratuvara sıkıştırılması başlıca avantajıdır.

Anahtar kelimeler: *Statik sıkıştırma, zemin iyileştirme, mekanik iyileştirme, standart Proctor yöntemi, modifiye Proctor yöntemi*

Concrete Faced Rock Fill Dams Example: Dim Dam (Antalya)

Ayhan KOÇBAY

*Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı, Ankara*

Although application of concrete faced rock fill dams (CFRD) have a rather long history, these have begun to be widespread lately in Turkey. These dam types are preferred generally due to being secure, comply with land conditions, their construction being practical and economic. The geological situation of the dam location is a significant factor for rock fill dams. Concrete faced rock fill dams are constructed up to now successfully at great heights. Since the whole of the concrete faced rock fill dams are dry, the earthquake do not form cavity water pressure in the rock fill cavities. Because of this property, concrete faced rock fill dams is resistant to earthquake.

In this study the properties of concrete faced rock fill dams are briefly explained and Dim Dam (Antalya) is given as an example. Dim Dam is one of the most important concrete faced rock fill dams which construction continues. The dam is located on the Dim creek 13 km northeast of Antalya province Alanya town. The dam is being constructed for the purpose of energy, irrigation and fresh water and its height from the foundation is 134.50 m and crest length is 365 m. Bahçeli formation formed by Upper Permian aged schist with limestone blocks and Quaternary aged alluvium are outcropped in the dam location. Upstream face slope of the dam is 1.40 horizontal / 1 vertical, downstream face slope is 1.50 horizontal / 1 vertical. The impermeability of the dam is provided by the concrete coating on the upstream face.

Key words: *Dim Dam, Concrete faced rock fill dam (CFRD)*

Ön Yüzü Beton Kaplamalı Dolgu Barajlara Örnek: Dim Barajı (Antalya)

Ön yüzü beton kaya dolgu barajlar (ÖYBK) uygulamaları oldukça eski bir geçmişe sahip olmakla birlikte, ülkemizde son yıllarda yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu tip barajlar özellikle güvenli olmaları, büyük farklılıklar gösteren arazi koşullarına uyabilmeleri, yapımlarının pratik ve ekonomik olması gibi üstünlüklerinden dolayı çoğulukla tercih edilmektedir. Kaya dolgu barajlar için, baraj yerinin jeolojik durumu önemli bir faktördür. Ön yüzü beton kaplamalı kaya dolgu barajlar bugüne kadar çok büyük yüksekliklerde başarı ile inşa edilmiştir. Ön yüzü beton kaplamalı kaya dolgu barajların tamamı kuru olduğundan deprem kaya dolgu boşluklarında, boşluk suyu basıncı oluşturmaz. Bu özelliğinden dolayı da ön yüzü beton kaplamalı kaya dolgu baraj depreme karşı dayanıklıdır.

Bu çalışmada ön yüzü beton kaya dolgu barajların özellikleri kısaca açıklanmış ve Dim Barajı (Antalya) örnek olarak verilmiştir. Dim Barajı ülkemizde yapımı devam eden en önemli ön yüzü beton kaya dolgu barajlardan birisidir. Baraj yeri Antalya ili Alanya ilçesinin 13 km kuzeydoğusunda Dim çayı üzerindedir. Enerji, sulama ve içme-kullanma suyu amaçlı olarak yapılan barajın temelden yüksekliği 134.50 m, kret uzunluğu ise 365 m dir. Baraj yerinde Üst Permilen yaşlı kireçtaşlı bloklu şistlerden oluşan Bahçeli formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyon yer alır. Barajın memba yüzü eğimi 1.40 yatay/1 düşey mansap yüzü eğimi ise 1.50 yatay/1 düşeydir. Barajın geçirimsizliği memba yüzündeki beton kaplama ile sağlanmaktadır.

Anahtar kelimeler: *Dim Barajı, Ön yüzü beton kaya dolgu baraj (ÖYBK)*

IRB-4-O2. Afetler-Jeolojik Tehlikeler Oturumu / Disasters and Geological Hazards Sessions**Possible Geologic Hazards of the North Anatolian Shear Zone around Tokat Massif, Amasya**

G. Okan Yıldız¹, Timothy A. Shin², Elizabeth J. Catlos², Şebnem H. Düzgün³, and E. Burcu Özdemir³

¹: *Geological Engineering, Middle East Technical University, Ankara, 06531, Turkey
(e155334@metu.edu.tr)*

²: *Geological Sciences, University of Texas at Austin, Jackson School of Geosciences, 1 University Station C1100, Austin, TX 78712, USA*

³: *Mining Engineering, Middle East Technical University, Ankara, 06531, Turkey*

The 2009 National Science Foundation-International Research Experience for Students (NSF-IRES) program in Turkey provided an opportunity for Turkish and US students and professors to collaborate and investigate extensional dynamics in western Turkey, while strengthening cultural and scientific ties. Part of this research focused on the geologic hazards of the North Anatolian Shear Zone (NASZ or North Anatolian Fault) in the Tokat Massive of NE Turkey. The NASZ has been recognized as a significant and seismically active structure, accommodating the right lateral escape of the Anatolian block due to collision of the Arabian and Eurasian plates. Key unknowns regarding the NASZ in the Tokat Massif exist, including its (1) slip history, recurrence interval, depth, and sense of motion of structures, (2) petrological and geochronological data, (3) relationship of younger faults with other older structures, and (4) role in triggering rock falls/slides and liquefaction, which characterize the region. This lack of information is significant, as it precludes the development of a realistic hazard assessment map and inhibits understanding of the driving forces that facilitate mass movement along crustal-scale strike-slip faults in general. As part of the NSF-IRES program, our team visited the historically significant town of Amasya, which is greatly affected by these gaps in knowledge. Some key questions were developed, including: What is the relationship between earthquake movement and rock slope failures in Amasya? What is the possibility of occurrence of rock slide/falls due to seismic activity? How do older structures within the NASZ interact and accommodate lateral extrusion of the Anatolian block? Is the Tokat Massif's petrological and exhumation history important in terms of understanding the slip history of the NASZ or the geomorphologic evolution in the region? In this investigation, we visited mountain-side neighborhoods in Amasya to observe rock slide/fall damage and the relocation of families at risk of mass wasting. We had the opportunity to discuss geological hazards with families who remain in high-risk rock fall zones.

Key words: *Tokat Massif, Amasya, Fault Zone, Geologic Hazards, Rock Fall*

Kuzey Anadolu Yanal Atımlı Fay Zonu, Tokat Masifi, Amasya Dolaylarındaki Olası Jeolojik Tehlikeler

2009 Ulusal Bilim Vakfı (Amerika Birleşik Devletleri), Öğrenciler için Uluslararası Araştırma Deneyimi (NSF- IRES) Türkiye etkinliği olarak, Türk ve ABD öğrencileri ile eğitmenlerinin işbirliği ile Türkiyenin batısındaki gerilme dinamiklerini araştırmak ve bu süreçte kültürel ve bilimsel ilişkilerin güçlendirilmesini sağlamak için bir fırsat sundu. Bu araştırmanın bir parçası ise Türkiye'nin kuzey doğusunda yer alan Tokat Masifi'nin, Kuzey Anadolu Yanal Atımlı Fay Zonu

(KAFZ) kaynaklı etkileridir. KAFZ sismik olarak aktif ve önemli bir yapı olarak, Arap yarım adası ve Avrupa bloğunun çarpışması sonucu, sağ yanal kaçış konumundadır. Bu alanla ilgili önemli bilinmeyenlerden olan KAFZ ve Tokat Masifi hala bilinmezliğini, Slip geçmişi, tekarylama aralığı, yapıların hareket yönelimleri, derinlik ile petrolojik ve jeokronolojik yeri, genç fayların daha yaşlı yapılarla etkileşimi, kaya düşmeleri, heyelanlar ile sivilaşma alanlarının sebebi olan faktörler olarak görülmektedir. Bu bilgi eksikliği ise bölgenin tehlike değerlendirme alan haritaları ile kütle hareketleri tesbitini zorlaştırmaktadır. NSF'nın bir parçası olarak IRES ekibimiz tarihsel ve bu bilinmezlikler nedeniyle bilgi boşluğunu barındıran Amasya ilini inceledi. Bazı, önemli sorular bu sırada gelişti, bunlar; Amasya için, Deprem Hareketi ile Kaya Düşmelerinin ilişkileri nedir? Mümkinatı nedir? Yaşlı KAFZ yapıları ile Anadolu bloğunun yanal seyretmesinin, ilişkileri ile yerleşmesi olaylarının nasıl olduğu? Tokat Masifi ve Bölgenin Tarihi, slip tarihi ve jeomorfolojisi olmak önemlidir? Bunların sonucunda araştırma kapsamı olarak, heyelan bölgesindeki, hasar ve ailelerin yerdeğiştirmelerinin ana nedeni, kaya düşmesi incelenmiştir ve yüksek risk bölgesindeki ailelerle bu konu konuşulmuştur.

Anahtar kelimeler: *Tokat Masif, Amasya, Fay Zonu, Jeolojik Tehlike, Kaya Düşmesi*

Landslide Potential of the Units Located on the Right-Side of Kürtün (Gümüşhane) Dam and A Preliminary Assessment of Tsunami Occurrence Probability Related With These Landslides

**Aykut AKGÜN¹, Oğuzhan ERKAN², Şener CERYAN³, Şebnem DÜZGÜN⁴,
Mehmet ASLAN⁵ ve Güven KÖKSAL⁵**

¹Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TRABZON

²Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, GÜMÜŞHANE

³Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, BALIKESİR

⁴Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Coğrafi Bilgi Teknolojileri Bölümü, ANKARA

⁵Devlet Su İşleri, 22. Bölge, Jeoteknik Hizmetler ve Y.A.S. Şube Müdürlüğü, TRABZON

aykut.akgun@ktu.edu.tr

Eastern part of the Black Sea region is one of the most active region in Turkey in landslide occurrence, and many important loss of man and dwellings occurred due to the several big and small landslides, occurred in the region in the last five decades. Nevertheless, because of the hydrological suitability in this region, many dams, which serve for energy or consumption, have been constructed and are constructing yet on the existing streams. It is known that the landslides occurred and the landslides which will likely occur in the dam sites and the lake areas have seriously been investigated and for this purpose, preventive measures have been taken. To form a systematic baseline and to navigate the further studies of the present studies are essential.

In this study, a preliminary study was carried out to investigate the tsunami occurrence probability in the Kürtün dam lake in Özkuṛtün, Gümüşhane area. The debris flows to have a tsunami creation potential are investigated based on the past debris flows in the study region which consists of completely weathered dacite and granite units at the right-side of the Kürtün Dam. In the study area, the mass volume of the probable landslide was estimated using the drill core and electrical resistivity data, provided by D.S.İ 22nd. Region Directory, based on the areal extent of the mass and the depth of the slip surface, and a preliminary assessment which will be a baseline data to a detailed investigation was conducted by considering a threat of tsunami occurrence to the dam mass and Özkuṛtün district, located on the left-side of the dam, with a sudden landsliding into the dam lake. In addition to this, the areas with landslide susceptibility along the right-side of dam were determined by the topographical data and the existed landslide locations in a Geographical Information Systems environment. In the detailed stage of this study, determination of physico-

mechanical parameters of the滑动 mass, back and forward stability analysis and modelling of tsunami's effect which will be created by the probable landsliding were aimed.

Key words: *Landslide, tsunami, dam reservoir, Gümüşhane*

Kürtün (Gümüşhane) Barajı Sağ Sahilinde Yer Alan Birimlerin Heyelan Potansiyeli Ve Bu Heyelanlara Bağlı Tsunami Oluşma Olasılığına Yönelik Bir Ön Değerlendirme

Doğu Karadeniz Bölgesi, heyelan oluşumu açısından Türkiye'nin en aktif coğrafi bölgesi olup, bu bölgede son 50 yılda meydana gelmiş irili ufaklı bir çok heyelan sonucunda ciddi boyutlarda can ve mal kaybı söz konusu olmuştur. Yine bu bölgemizin hidrolojik koşullarının uygunluğu nedeniyle mevcut akarsular üzerinde gerek enerji ve gerekse kullanma amaçlı bir çok baraj inşa edilmiş ve halen de edilmektedir. Bu barajların aks ve göl alanlarında olmuş ve olması muhtemel potansiyel heyelanların giderek artan bir hızla incelendiği ve bunlara yönelik önlemlerin alındığı da bilinmektedir. Yapılan çalışmaların sistematik bir altyapı oluşturması ve gelecekte yapılan çalışmalara yön vermesi gerekmektedir.

Bu çalışma kapsamında, Gümüşhane ili, Kürtün ilçesinde yer alan, Kürtün Barajı sağ sahilindeki dasit ve granit birimlerinin tamamen bozunması ile meydana gelmiş yamaç molozlarında gelişebilecek heyelanlardan kaynaklı ani bir kütle hareketinin, baraj gölünde meydana getirebileceği bir tsunami oluşma potansiyelini irdelemek amaçlı ön değerlendirmeler sunulmuştur. Söz konusu inceleme sahasında, D.S.İ 22. Bölge tarafından yapılan sondaj verileri ve elektrik rezistivite ölçümleri kullanılarak kayması muhtemel kütlenin hacmi, alansal genişlik ve kayma yüzeyi derinliği göz önüne alınarak tahmin edilmiştir. Daha sonra, potansiyel heyelanın ani bir hareketi ile baraj gölüğe dolan kütlenin oluşturabileceği tsunami etkisi belirlenmiş ve bu etkinin, baraj gövdesi ve sol sahilde yer etkileri araştırılmıştır. Bulgular, olası bir tsunaminin Özgürtün yerleşimini tehdit edebileceği göstermiştir. Böylece bir tehlikein gerçekleşmesi durumunda gerekli olabilecek detaylı bir değerlendirme altyapı oluşturacak bir ön değerlendirme yapılmıştır. Yine bu alandaki topografik veriler ile mevcut heyelan lokasyonlarının yerleri kullanılarak sağ sahil boyunca heyelan duyarlılığı olan alanlar Coğrafi Bilgi Sistemleri ile analiz edilmiştir. Çalışmanın detay aşamasında, kayan kütlerlerin fiziko-mekanik parametrelerinin bulunması, bu verilerin yardımıyla geriye ve ileriye dönük duraylılık analizlerinin yapılması ve kayması muhtemel kütlenin oluşturacağı tsunami'nın etkisinin modellenmesi hedeflenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Heyelan, tsunami, baraj rezervuarı, Gümüşhane*

Effects of Natural Lakes On Preventing of Flood

İsmail KÜÇÜK

EİE İdareci Genel Müdürlüğü, TR- Ankara, Turkey
ismkck@gmail.com

Lakes develop special ecological life areas depending on hidrological, meteorological and geological characteristics. Manmade physical changes on lakes may change hydrological and ecological characteristics of lakes and also that may cause floods downstream of the lakes.

Floods which occur recent years have been tried to explain by climate change. However land use and especially manmade changes on river beds or natural structures of lakes have the main role on occurrence of floods. This means that trying to explain recent floods by using popular issue climate change is the way of escaping the origin of the problem.

Mogan and Eymir Lakes are situated in Sakarya River basin near Ankara. There is a direct relation between those two lakes. Also, marshy areas are the most important characteristics of the both lakes.

In terms of flood, Imrahor Valley is one of the risky basin for Ankara. Eymir and Mogan lakes are present upstream of the Valley. For reducing flood risks through Imrahor Valley, those two lakes have very considerable role. But structuring in the valley make the flood risks increase. From this point, it can say that flood risk downstream of those two lakes depend on structuring not climate change.

In this study, increase of flood risks depending on artificial changes in the lakes basins have been studied

Key words : *Flood, Marshy Area, Valley*

Doğal Göllelerin Taşkınların Önlenmesindeki Etkisi

Gölleler bulundukları bölgenin topografik, hidrolojik, meteorolojik ve jeolojik özelliklerine bağlı olarak özel ekolojik yaşam alanı oluşturmuşlardır. Göllelerin hidrolojik özelliklerini değiştirecek şekilde göllere yapılan müdahaleler, göllerin ekolojik özelliklerinin değişmesinin yanı sıra, göllerin akış aşağısında bulunan bölgelerde taşkınların oluşmasına neden olabilmektedir.

Son yıllarda yaşanan taşkınlar iklim değişimine bağlı olarak açıklanmaya çalışılmaktadır. Oysa arazi kullanımı ve özellikle akarsu yatakları ile doğal göllerin özelliklerinin değiştirilmesi taşın oluşumunda belirleyici olmaktadır. Ancak taşkınların nedenlerinin, son yılların popüler konusu olan iklim değişimiyle açıklanması işin özünden kaçınmaktan başka bir şey değildir.

Mogan ve Eymir Gölleri Sakarya Havzasında ve Ankara ili sınırları içerisinde birbirleriyle doğrudan ilişkili iki göldür. Bu göllerin en büyük özellikleri doğal sulak alanaya sahip olmalarıdır.

İmrahor vadisi Ankara için taşın riski taşıyan havzalardan bir tanesidir. Bu havzanın akış yukarısında ise Eymir ve Mogan göllerini bulunmaktadır. Bu iki göl, İmrahor vadisi boyunca oluşacak taşın riskini azaltması açısından ayrı bir öneme sahiptir. Ancak havzadaki yapılışmalarda taşın riskini artırmaktadır. Bu gerçeklerle bakıldığımda özellikle göllerin akış aşağısında oluşacak taşının iklim değişimine değil havzadaki yapılışmaya bağlı olduğu açıklıktır.

Bu çalışmada, Mogan ve Eymir göllerine ve yakın çevresinde yapılan değişimlerin havzada oluşabilecek taşın riskini ne şekilde artırdığı konusu araştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Taşın, Sulak Alan, Vadı*

Landslide Study and Mitigation Measures in the Hattia Bala Reservoir, Muzaffarabad, Kashmir, North Pakistan

M. Naseer Mughal

Geological Survey of Pakistan, Environmental and Engineering Geology Division, 84/3 H-8/1

Islamabad-44000 PAKISTAN

(E-mail: nmughalgsp@yahoo.com)

A detailed landslide investigation for landslide potential threat and their mitigation measures have been conducted along Karli Reservoir in hattian Bala area. In the earthquake of Oct. 8, 2005, seismic activity a large blocked mass collapsed and displaced two major streams of Karli and Salmia basins forming two reservoirs. By using 1:25000 scale topographic map, landslide inventory has been made. The study area has suffered with variety of mass movements and majority of mass movements belong to debris flows, rock falls, circular and gravitational landslides. Besides these movements 3 year old landslide has been reactivated, tensional cracks have been developed in the structurally disturbed areas which are posing high threat for reservoir and inhabitants residing at the toe of slopes.

In this paper potential threat of landslide study based on geomorphological, hydrological geological and geotechnical investigations of the area, a geohazard zonation map of the area has been prepared which will be very helpful for the development of the area.

Remedial counter measures: In the end conclusional remarks have been suggested for reservoir management authorities as well as for public management authorities.

Key words: *landslide, potential, mitigation, seismic, geohazard*

IRB-5-O1. Jeokimya Oturumu-I / Geochemistry Session-I**Phlogopite Occurrences Related to Ultramafics in Yıldızeli (Sivas) Area**

Hüseyin Yalçın¹, Ömer Bozkaya¹ & Hülya Yeşildağ²

¹Cumhuriyet University, Department of Geological Engineering TR-58140 Sivas, Turkey
(E-mail:yalcin@cumhuriyet.edu.tr)

²Afşin-Elbistan Lignite Enterprise TR-46500 Kahramanmaraş, Turkey

The different two series as Upper Cretaceous Karakoç ultramafic (hornblendite and partly pyroxenite) / mafic (gabbro, monzogabbro, diorite, monzodiorite and monzonite) and Paleocene felsic plutonic rocks belonging to Central Anatolian Plutonics are present in the Yıldızeli area. Magmatics as well as metamorphics are cut by intrusions of syenite- and granite-aplites. Packages of phlogopite plates (1-5 cm) are surrounded by a zone (10-15 m) with pyroxene and/or hornblendes in which garnet, epidote and scapolite layers and/or lenses are found in places. The ages obtained from K/Ar radiometric method (hornblende 69.7 ± 1.8 Ma; syenite-aplite 67.8 ± 1.7 Ma and phlogopite 63.6 ± 2.4 Ma) give an order of ultramafic rock-felsic dike intrusion and its hydrothermal alteration.

Phyllosilicates are formed of smectite, mixed-layers chlorite-smectite/C-S, phlogopite-vermiculite/illite-vermiculite/P-V/I-V and chlorite in the ultramafics, smectite, chlorite and illite-smectite/I-S in the mafics, smectite in the felsics, and 1M Fe-Al phlogopite, smectite, I-V/P-V and smectite-vermiculite/S-V in the pyrometasomatics. Phlogopite components Mg/(Mg+Fe) are 0.74 for the phlogopite and 0.67 for P-V.

Total trace element concentrations and the distributions of chondrite-normalized trace and rare earth elements decrease phlogopite-P-V-grossular-hastingsite-mizzonite and grossular-hastingsite-mizzonite-phlogopite-P-V trend, respectively. $\delta^{18}\text{O}$ and δD values are determined as +10.4 and -79 ‰ (SMOW) for phlogopite and +11.7 ‰ -105 ‰ for P-V. $\delta^{18}\text{O}$ and δD concentrations of phyllosilicate minerals reveal that the phlogopite and P-V have, respectively, hypogene and supergene origins. The decreasing δD and increasing $\delta^{18}\text{O}$ values indicate phlogopitization trend, whereas those of increasing δD and decreasing $\delta^{18}\text{O}$ suggest vermiculitization trend. On the other hand, taking the granitoid rocks as those reflecting initial values for isotopic fractionation, formation temperatures of phlogopite and P-V were obtained as ~280 and ~130 °C, respectively.

The mineralizations, representing mainly phlogopitization, found in the Yıldızeli area, are developed from the transformations of mafic minerals (pyroxene, hornblende) as a result of K-metasomatism related to the telescoped contact hydrothermal alteration and/or metasomatism (pyrometasomatism). Phlogopites are sometimes undergone vermiculite type of negative transformations passing into P-V interphases. The formation sequences of minerals deriving from products of neoformation and/or transformation of felsic and mafic minerals are of garnet-epidote-scapolite-phlogopite in the pyrometasomatic alteration zones. The epigenetic minerals, which are developed as post-phlogopitization, are smectite, chlorite, C-S, I-S, I-V and S-V that are formed by alteration of mafic/felsic minerals interacting the fluids within the weak planes and/or deposition within the fractures and pores of the rocks.

Key words: plutonic, pyrometasomatism, alteration, mineralogy, geochemistry

Yıldızeli (Sivas) Yöresi’nde Ultramafikler ile İlişkili Flogopit Oluşumları

Yıldızeli yöresinde Orta Anadolu Plütonikleri’ne ait Üst Kretase yaşlı Karakoç ultramafik (hornblendit ve kısmen piroksenit) / mafik (gabro, monzogabro, diyorit, monzodiyorit ve monzonit) ve Paleosen yaşlı felsik plütonik kayaçlar biçiminde farklı iki seri bulunmaktadır. Magmatiklerin yanı sıra, metamorfikler de siyenit- ve granit-aplit sokulumları ile kesilmektedir. Flogopit levhalarının oluşturduğu paketler (1-5 cm) piroksen ve/veya hornblendlerden oluşan zon (10-15 m) ile çevrelenmektedir. Bu zon içerisinde yer yer granat, epidot ve skapolit seviyeleri ve/veya mercekleri de bulunmaktadır. K/Ar yöntemi ile elde edilen yaşlar (hornblend 69.7±1.8 Ma; siyenit-aplit 67.8±1.7 Ma ve flogopit 60.1±1.6 Ma); ultramafik kayaç-felsik dayk sokulumu ve buna bağlı hidrotermal alterasyon sırasını vermektedir.

Filosilikatları ultramafiklerde smektit, karışık tabakalı klorit-smektit/C-S, flogopit-vermikülit/illit-vermikülit/P-V/I-V ve klorit; mafiklerde smektit, klorit ve illit-smektit/I-S; felsiklerde smektit; pirometasomatiklerde 1M Fe-Al flogopit, smektit, I-V/P-V ve smektit-vermikülit/S-V oluşturmaktadır. Flogopit bileşeni Mg/(Mg+Fe) flogopitte 0.74 ve P-V’de 0.67 dir.

Toplam eser element konsantrasyonu flogopit-P-V-grossular-hastingsit-mizzonit; kondrit-normalize iz ve nadir toprak element dağılımları ise grossular-hastingsit-mizzonit-flogopit-P-V yönünde azalmaktadır. Flogopitin $\delta^{18}\text{O}$ değeri ‰ +10.4 (SMOW) δD değeri ‰ -79 (SMOW), P-V’in değerleri ise sırasıyla $\delta^{18}\text{O} = \text{‰} +11.7$ (SMOW) ve δD = ‰ -105 olarak belirlenmiştir. Filosilikatların $\delta^{18}\text{O}$ ve δD derişimleri; flogopitin hipojen, P-V’in ise süperjen kökenli olduğunu ortaya koymaktadır. Azalan δD ve artan $\delta^{18}\text{O}$ değerleri flogopitleşme; buna karşın artan δD ve azalan $\delta^{18}\text{O}$ değerleri vermicülitleşme yönelikini vermektedir. Diğer taraftan, izotopsal ayrılma başlangıç değeri olarak alınan granitoyid kayaçlarına göre; flogopit için ~ 280 °C ve P-V için ~130 °C oluşum sıcaklıklarını bulunmuştur.

Yıldızeli bölgesinde plütoniklerle iç içe geçmiş kontakt hidrotermal alterasyon ve/veya metasomatizma (pirometasomatizma) ile ilişkili K-metasomatizması etkileşimi sonucunda koyu renkli minerallerin (piroksen, hornblend) transformasyonu ile gelişmiş başlıca flogopitleşme ile temsil edilen mineralizasyonlar bulunmaktadır. Flogopitler; yer yer P-V ara fazından geçerek, vermicülit türü negatif dönüşümlere uğramıştır. Pirometasomatik bozusma zonlarındaki minerallerin oluşum sonrası granat-epidot-skapolit-flogopit biçimindedir. Flogopitleşme-sonrası gelişen epigenetik mineraller ise smektit, klorit, C-S, I-S, I-V ve S-V olup; zayıf düzlemlerdeki sıvılar ile açık/koyu renkli minerallerin bozusması ve/veya kayaçların çatlak ve gözeneklerinde çökeltilmesiyle olmuştur.

Anahtar kelimeler: *plütonik, pirometasomatizma, bozusma, mineraloji, jeokimya*

Alabayır Ofiyolitik Melanjı'nın (Van-Türkiye) Jeolojisi ve Mafik Daykları'nın Jeokimyasal Karakteristikleri

Kurtuluş GÜNEY¹ Ali Rıza ÇOLAKOĞLU¹ & Üner Çakır²

¹Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Zeve Kampüsü, TR-65080 Van, Türkiye
(E-posta: kurtulusgunay@yyu.edu.tr)

²Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-06530, Beytepe-Ankara, Türkiye

Çalışma konusunu oluşturan Alabayır ofiyolitik melanjı Van Gölü'nün doğusunda, Doğu Anadolu yığışım Kompleksi içerisinde yer alır. KB-GD gidişli, 150-180 km genişlikte bir kuşak şeklinde gözlenen Doğu Anadolu Yığışım Kompleksi Üst Kretase-Oligosen döneminde, kuzeye doğru Avrasya kıtası altına dalan Neotetis okyanusal litosferi üzerinde gelişen bir karmaşık olarak yorumlanmaktadır. Kompleksin kuzey ve kuzeybatısı genç volkanik birimler ile örtülüdür. Alabayır ofiyolitik melanjı, yığışım kompleksinin kuzey – güney sıkışma rejimi altında gelişen bindirme hatları boyunca, tektonik karmaşık haline dönüşmüş bir çok ofiyolitik melanjından biridir.

Çalışma alanında Alabayır ofiyolitik melanjının dışında 4 formasyon tanımlanmıştır. Bunlar yaşıdan gence doğru Üst Paleosen-Eosen ? yaşılı Toprakkale Formasyonu, Alt-Orta Eosen yaşılı Tekmal Formasyonu, Üst Eosen yaşılı Çobanoğlu Formasyonu ve Üst Oligosen–Alt Miyosen yaşılı Van Formasyonudur. Miyosen sonrası gelişen tektonik hareketlere bağlı olarak Alabayır ofiyolitik melanjı Van Formasyonu ve Çobanoğlu Formasyonu üzerine bindirmiş şekilde bulunmaktadır. Alabayır ofiyolitik melanjının ultramafik ve mafik birimleri tektonit dokulu harzburjıt, dünit ve kümülat dokulu gabro ile temsil edilir. Bu ultramafik ve mafik birimler değişik kalınlık ve uzunluklara sahip diyabaz daykları tarafından kesilmektedir.

Mafik dayklar ana element bileşimlerine göre alkalin sub-alkalin geçiş ortamında bir bileşim gösterirler. N-MORB'a göre hazırlanan çoklu element örümcek diyagramlarında, örneklerin iz element dağılımları dikkate alındığında, iri katyonlu litofil (LIL- Cs, Rb, K, Ba, Sr) elementlerce, Okyanus Ortası Sırt Bazaltları (MORB) ve Okyanus Adası Toleyitlerine (OIT) göre daha fazla zenginleşmişlerdir. Çoklu element örümcek diyagramlarında örnekler Okyanus Adası Alkali Bazaltlarına (OIB) benzer bir dağılım sergilerler. Örneklerin Kondrit'e göre normalize edilmiş nadir toprak element (REE) dağılım desenlerinde, ağır nadir toprak elementlere göre (HREE-Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) hafif nadir toprak elementlerce (LREE-La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm) zenginleşme görülmektedir. Okyanus Adası Toleyitlerine göre benzer REE dağılımı sergilemelerine karşın, bu çalışmadaki örneklerin REE içeriklerinin daha zenginleşmiş olduğu görülür. Tektonomagmatik ayırtman diyagramlarında tüm örnekler plaka içi alanlarda yer almaktadır. Bu özelliklerden mafik daykların tüketilmemiş-az tüketilmiş bir manto kaynağının kısmi ergimesiyle oluştuğu sonucu çıkarılabilir.

Anahtar kelimeler: yığışım kompleksi, ofiyolitler, okyanus adası alkali bazaltları, mafik dayklar.

Geology of Alabayır Ophiolitic Melange and Geochemical Characteristics of Mafic Dykes (Van-Turkey)

The Alabayır ophiolite melange is situated within the Eastern Anatolian Accretionary Complex (EACC), east of Lake Van. The EAAC has a 150-180 km wide belt trending in a NW-SE direction and is interpreted as a remnant of a large accretion complex which has been developed on the Neotethys ocean lithosphere that has subducted northward to the Eurasian continent during the Late Cretaceous-Oligocene. The northern and northwestern parts of the EACC have been covered by young volcanic units. The Alabayır ophiolite mélange is one of the several mélange units which has became a tectonic complex as a result of a north-south compression regime along a thrust boundary.

In the study area, except the Alabayır ophiolite melange, four different lithological units have been recognized which, from oldest to youngest, are Upper Paleocene-Eocene Toprakkale Formation, Lower-Middle Eocene Tekmal Formation, Upper Eocene Çobanoğlu Formation and Upper Oligocene- Lower Miocene Van Formation. The Alabayır Ophiolite is thrust over Van Formation and Çobanoğlu Formation depending on the tectonic movements after the Miocene. The Alabayır ophiolitic melange consists of a tectonic-textured harzburgite, dunite and cumulate-textured gabbro. These ultramafic and mafic units are cut by diabase dykes having different dimensions.

Major element contents of the mafic dykes reveal a transition between alkaline and subalkaline composition. N-MORB normalized multiple element spider diagrams indicate that the samples show enrichment in large-ion lithophile elements (LILE- Cs, Rb, K, Ba, Sr) compared to MORB and OIT (ocean island tholeiites). Multiple element spider diagrams of the samples reveal a pattern similar to OIB (ocean island alkali basalts). Chondrite-normalized rare earth element (REE) patterns of the samples show enrichment of LREE (light rare earth element-La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm) relative to HREE (high rare earth element-Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu). Although REE patterns of the mafic dykes exhibit similar patterns with the OIT, the mafic dykes show higher enrichment of REE than OIT pattern. All samples plot in the within-plate field on tectonomagmatic diagrams. These geochemical properties may indicate that source of the mafic dykes were formed from partial melting of undepleted-less depleted mantle source material.

Key words: *accretionary complex, ophiolites, oceanic island alkali basalts, mafic dykes.*

The Ultimate Cause for Ir Concentration in the Late Devonian Marine Sediments

Mohammad Hosein Mahmudy Gharaie

Department of Geology, Ferdowsi University of Mashhad, 91775-1436, Mashhad, Iran
Gharaie2000@yahoo.com

Studied samples show evidence of Ir anomaly, by an average of fifty times enrichment in iridium compared to present day ocean crust. Ir anomalies are often considered unique indicators for cosmic events. Chondritic meteorites are rich in trace elements such as Ir, Se, Ni, Co and Cr compared to the means of earth's crust. Consequently, high concentration of these metallic elements, especially Ir in sedimentary layers has been reported of indication the meteorite impact at the sedimentation time. Positive Ir anomalies in Cretaceous/Tertiary (K/T) boundary sequences are commonly referred to as being caused by the impact of a Chondrite of about 10 km in diameter, which caused the extinction of many organisms including dinosaurs. High concentration of Ir has also reported on the Permian/Triassic boundary on the time of another mass extinction. The recognition of the Late Devonian mass extinctions is a relatively new in the geological literatures. However the meteorite impact is one of the most reported hypotheses as the ultimate or motive cause for the bio event on Frasnian/Famennian boundary. Participation of the meteorite in concentration of Ir at F/F boundary marine sediments is verified in this study by using of multiple gamma-rays in advanced method of Instrumental Neutron Activation Analysis (INAA-MG) for determination of Ir in carbonate rock samples from south China.

The Liujing section in Hengxian, Guangxi is one of the well known Devonian sections in South China. It crops out sixty kilometers east of Nanning. The uppermost part of the Gubi formation is characterized by dark gray micritic limestone intercalated with laminations of calcareous claystones corresponding to Famennian. The basal part of the Rongxiang Formation is thin bedded gray micritic limestone overlying massive and brecciated limestone, corresponding to Famennian. The boundary between the Gubi and the Rongxiang formations has been well documented by conodont zonations. In order to study Ir anomaly on the F/F boundary in Liujing section, only the uppermost Gubi and the lowermost Rongxiang formations have been measured on interval of about 8 m thick. The collected samples are micritic limestones from the upper part of Gubi Formation and the basal part of Rongxiang Formation.

Anomalously high concentration (~1000 ppt) was detected for two samples at F/F boundary, some of which are characterized by negative ^{13}C anomalies and high concentration of redox sensitive elements. Submarine volcanisms may have caused high concentration of Ir in oceanic sediments. Phanerozoic largest volcanic episodes occurred in northern Iran and East European platform at around the F/F boundary, but the Ir concentration of the alkali basalt is only 57 ppt, far below the observed anomalies. Microbial activities could concentrate Ir in sediments, though the community was common throughout the F/F boundary to the Famennian after mass extinction. Pelagic deep-sea sediments are likely to concentrate more cosmic dusts and Ir, because the sediment accumulation rate is very low. However, the maximum concentration of Ir in sediments from the eastern Philippine Sea and offshore Hawaii Islands is only 239 ppt, still quite lower than the observed F/F boundary strata.

Significant positive excursion in $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio at the F/F boundary interval suggests an increased ^{87}Sr contribution from intense continental weathering. The possibility of bolide impacts cannot be ruled out; but observed geochemical parameters seem to suggest that the continental weathering is the major source for Ir at the late Devonian. Ir anomaly cannot be used as sole evidence in support of bolide impacts. Ir anomalies have to be critically evaluated within the context of the overall PGE distribution pattern, the contemporaneous continental deep weathering as well as possible enrichment by sulfides under water column anoxia.

Mineralogy and Geochemistry of Platinum-Group Elements in Ophiolitic Chromitites of Orhaneli (Bursa, NW Turkey)

İbrahim Uysal¹, Federica Zaccarini², Necla Köprübaşı³, Yılmaz Demir⁴, Giorgio Garuti², Oskar Thalhammer²

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-61080 Trabzon, Turkey
(E-Mail: iuysal@ktu.edu.tr)

² University of Leoben, Dep. Applied Geological Sci. and Geophysics, A-8700 Leoben, Austria

³ Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-41380 Kocaeli, Turkey

⁴ Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-29000 Gümüşhane, Turkey

Turkey is emerging as one of the major suppliers of chromite ranking, in the recent years, 4th in chromite exports in the world, after South Africa, Kazakhstan and India. Most of the Turkish chromitites occur in the mantle peridotite of Mesozoic ophiolites, that are widespread throughout the country. Ophiolitic chromitites, apart from their importance from the perspective of chromium recovery, represent a target for future platinum group elements (PGE) exploration, since they are strongly enriched in these noble metals, especially in Os, Ir, Ru with respect to their host peridotite. The main goal of this contribution is to increase the data base on PGE geochemistry and mineralogy of Turkish chromitites providing, a detailed study on Bursa chromitite hosted in the Orhaneli (Bursa, NW Turkey) ophiolite. The Orhaneli ophiolite is part of the Izmir-Ankara-Erzincan Suture Zone and it is mainly composed of mantle tectonites, ultramafic cumulates, accompanied by minor mafic cumulates.

According to the field observation, chromite ore is mostly banded. However, massive and disseminated ore are also present. Most of the investigated samples can be classified as Cr-rich chromitite, with the trivalent site occupied by, in decreasing order of abundance as wt%, Cr₂O₃ (57.7–62.2), Al₂O₃ (14.2–16.1) and Fe₂O₃ (1–3.2). The bivalent site is mostly occupied by FeO and MgO with wt% values comprised between 12.2–17.2 and 9.6–13.3, respectively. TiO₂ content is always less than 0.25 wt%. The whole rock analyses show that the total PGE content varies from 83 to 507 ppb, with an average of 169 ppb. CI-chondrite normalized PGE patterns display a enrichment in Os+Ir+Ru (IPGE) relatively to Rh+Pd+Pt (PPGE), causing a negative slope between IPGE and PPGE with, however, a weak enrichment in Rh. The sample with the highest PGE content is also characterized by a strong positive anomaly in Ir and Rh.

Consistently with these geochemical data, the most abundant platinum group minerals (PGM) contain Os+Ir+Ru and minor Rh. Pt and Pd minerals are absent. The PGM form nano-crystals with a size comprised between 1 and 10 µm. Most of them occur enclosed in fresh chromite. According to their chemical composition, PGE sulphides (laurite, erlichmanite, cuproiridsite and unknown Ir-Ni-Fe sulphide), sulpharsenides (irarsite and hollingworthite) and alloys (iridium) have been encountered. Considering their morphology and textural position, the PGE sulphides are considered to be magmatic in origin. On the contrary, irarsite, hollingworthite and iridium probably are secondary, i.e. altered or reworked during some post-magmatic processes, being always associated with altered minerals (chlorite, serpentine, awaruite and ferrian chromite) and showing a complex and irregular morphology.

In conclusion, the absence of magmatic Os-Ir-Ru alloys and the presence of abundant Os-rich laurite, erlichmanite and other Ir bearing sulphides as primary PGM indicate that they crystallized at a temperature of about 1000 °C degrees under relatively high sulphur fugacity. Few PGM were altered and most of them are Ir and Rh phases, such as iridum, irarsite and hollingworthite. The alteration process is probably the reason of the enrichment of these two elements revealed in one sample.

Key words: ophiolite, chromitite, platinum-group element, platinum-group mineral, Orhaneli

Orhaneli (Bursa, KB Türkiye) Ofiyolitik Kromititlerinin Platin Grubu Element (PGE) Dağılımları ve Mineralojik Özellikleri

Türkiye, dünya kromit ihracatında Güney Afrika, Kazakistan ve Hindistan'dan sonra 4. sırada olup, son yıllarda krom üretiminde gelişmekte olan bir ülkedir. Türkiye kromitlerinin çoğu, ülke çapında oldukça yaygın olarak gözlenen Mesozoyik yaşılı ofiyolitlere ait manto peridotitleri ile ilişkilidir. Ofiyolitik kromititler, krom kaynağı bakımından önem arzemesinin yanında, ana kayacı olan peridotitlere kıyasla, özellikle Os, Ir ve Ru gibi soy metaller bakımından zenginleşmiş olmasından dolayı gelecekte platin grubu element (PGE) araştırmalarında hedef durumundadır.

Bu çalışmanın amacı, Orhaneli (Bursa, KB Türkiye) ofiyolitleri içinde bulunan kromititleri, kromit kimyası, PGE jeokimyası ve mineralojileri bakımından inceleyerek, Türkiye kromititlerine ait şu ana kadar elde edilmiş verilere katkı sağlamaktır. Orhaneli ofiyolitleri İzmir-Ankara-Erzincan kenet zonunun bir parçası olup, esas olarak manto tektonitleri ve az oranda mafik kümülatların eşlik ettiği ultramafik kümülatlardan oluşmaktadır.

Arazi gözlemlerine göre, masif ve saçılımlı cevher yapıları görülmekle birlikte, yöredeki kromititlerin çoklukla bantlı olduğu gözlenmiştir. İncelenen örneklerin çoğu, Cr₂O₃ (% ağ. 57.7–62.2), Al₂O₃ (% ağ. 14.2–16.1) ve Fe₂O₃ (% ağ. 1–3.2) değerlerine göre kromca zengin olarak sınıflandırılmıştır. FeO ve MgO değerleri sırasıyla % ağ. 12.2–17.2 ve % ağ. 9.6–13.3 arasında değişim göstermektedir. TiO₂ içeriği daima % ağ. 0.25'ten daha düşüktür. Tüm kayaç PGE içerikleri ortalama 169 ppb olmak üzere, 83–507 ppb arasında değişim göstermektedir. Cl-kondrit değerlerine oranlanmış PGE diyagramlarında, ofiyolitik kromititlerin tipik özelliği olarak, genellikle Rh, Pt ve Pd (PPGE) elementlerine karşılık Os, Ir ve Ru (IPGE) elementlerinde bir zenginleşme söz konusu olup, bunun yanı sıra, bazı örneklerde Rh pozitif anomalisi gözlenmektedir. En yüksek PGE içeriğine sahip örnek, Ir ve Rh pozitif anomalisi sunmaktadır.

Bu jeokimyasal verilerle uyumlu olarak, söz konusu kromititlerde gözlenen platin grubu mineraller (PGM) genellikle Os+Ir+Ru ve az miktarda Rh içermektedir. Pt ve Pd içeren minerallere rastlanılmamıştır. PGM'ler, çoklukla taze kromit kristalleri içerisinde kapanılmış olmak üzere, 1–10 µm arasında değişen nano boyutta kristalleşmişlerdir. PGE sülfidler (laurit, erliçmanit, kuproiridsit ve adlanmamış Ir-Ni-Fe-S), sülfarsenidler (irarsit ve hollingvortit) ve iridyum alaşımları, kromit kristalleri bünyesinde gözlenen PGM kapanımlarıdır. Morfolojik ve dokusal özelliklerine göre PGE sülfidler magmatik kökenlidir. Diğer taraftan irarsit, hollingvortit ve iridyum, daima altere olmuş minerallerle birlikte bulunması (klorit, serpentin, avaruit ve Fe³⁺ bakımından kısmen zengin kromit) ve karmaşık ve düzensiz morfolojileri nedeniyle, magmatik süreçler sonrasında gelişen alterasyon veya kimyasal bileşimlerindeki değişimler gibi nedenlerle muhtemelen ikincildir.

Sonuç olarak, Os-Ir-Ru alaşımının yokluğu ve birincil platin grubu mineraller (PGM) olan Os'ca zengin laurit, erliçmanit ve diğer Ir içeren sülfidlerin varlığı, bu minerallerin yaklaşık 1000 °C sıcaklık ve yüksek sülfür fugasitesi şartları altında kristallendiğini göstermektedir. Bazı PGM'ler alterasyondan etkilenmiş olup bunlar çoklukla Ir ve Rh fazları olan iridyum, irarsit ve hollingvortit gibi PGM'lerdir. Buna bağlı olarak, alterasyonun, bir örnekte gözlenen Ir ve Rh zenginleşmesinde muhtemel neden olduğu görüşüne varılmıştır.

Anahtar kelimeler: ofiyolit, kromitit, platin grubu element, platin grubu mineral, Orhaneli

IRB-5-O2. Jeokimya Oturumu-II / Geochemistry Session-II**The Behavior of Elements and Mass Changes during Hydrothermal Alteration/Mineralization of Eastern Black Sea Volcanites, Turkey****Muazzez Çelik Karakaya ve Necati Karakaya***Selçuk Üniversitesi Muh.-Mim. Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Konya, 42079, Türkiye
(e-mail: mzzclk@hotmail.com)*

The volcanic rocks are composed of lavas and pyroclastics predominantly andesitic to dacitic, and partly rhyolitic and rhyodacitic in composition. Widespread and intense hydrothermal alteration associated with volcanogenic massive sulfide and vein-type sulfide deposits are observed throughout Upper Cretaceous aged in the Eastern Black Sea volcanogenic province. The ore deposits are accompanied by intense potassic, phyllitic (sericitic), argillitic, silicic, propylitic and hematitic alteration. Orthoclase (adularia) and/or sanidine are the main minerals of the potassic alteration, together with biotite and quartz accompanied by varying quantities of other minerals i.e., albite, kaolinite. Argillic alteration is characterized by the formation of clay minerals illite, montmorillonite, kaolinite group minerals and partly alunite. Phyllitic alteration is typified by illite, quartz and pyrite. Low quartz, trydimite, cristobalite and opal are the most common minerals of the silicic alteration. Hematite, goethite, barite and jarosite are observed in the hematitic alteration. Epidote and/or zeosite, calcite and chlorite are main constituents of the propylitic alteration. To investigate the effects of hydrothermal alteration on the chemistry of the volcanic rocks, in addition to mineralogical analysis of the parent and altered rocks, chemical compositions (major and trace elements, including rare-earth elements (REE)) were analyzed.

The six main mineralization-related alteration episodes have been studied in terms of mass transfer and element mobility during the hydrothermal evolution of the Eastern Black Sea volcanics. The correlation coefficient of Al_2O_3 with major oxides, except SiO_2 , was moderately-strongly positive. TiO_2 is the most immobile element and shows high correlation coefficients with especially Fe_2O_3 ($r = 0.87$) and the other major elements. Major element composition reflects different types of alteration processes taking places in the hydrothermal system. All major oxides gained mass in all altered sample groups in different quantities, except CaO and MgO . The latter oxides showed enrichment in smectitic and propylitic alteration. Elements commonly assumed to be immobile (e.g. Y, Zr, Nb, Hf, TiO_2 , Al_2O_3 and REE) show variation in mass calculation. Mass gaining of LREEs are higher than other RE elements in all sample groups. LREE are nearly immobile whereas HRE elements show different behavior in different rock groups. The HFSE and TRTE are slightly mobilised in weakly-altered rocks, but enriched in other alteration types. HFSE, TRTE, REE and LILE show mass gaining nearly in all sample groups in different quantities. LREE are generally retained in illitic and smectitic samples, while HFSE and TRTE conserved in hematitic samples and LILE in potassic and illitic samples.

The results of the study demonstrate notable differences in the REE behavior in the different sample groups. The potassic, hematitic, illitic and smectitic altered rock groups are characterized by moderate LREE enrichment ((La/Yb)_{cn} = 8.18, 8.95, 10.49 and 11.03, respectively) while other rocks groups have slight LREE enrichment. Most of the samples have pronounced strong and/or slight negative Eu anomalies ranging from 0.35 to 0.88 while hematitic and propylitic rock samples have slight positive Eu anomalies (1.5 and 1.11, respectively). The positive anomaly of Eu may suggest that Eu is being concentrated in hydrothermal epidote and iron hydroxides after its release from plagioclase to the geothermal fluid. Most of samples show positive Ce anomalies, except hematitic (0.95) and smectitic (0.97) samples. The data reveal that Ce is only fractionated from other rare earth elements (REE) due to formation of Ce^{4+} under oxidizing conditions, while other REE remain trivalent

Key words: Eastern Black Sea, hydrothermal alteration, mass changes, trace element

Doğu Karadeniz Volkanitlerinin Hidrotermal Alterasyonu, Kütle Değişimleri ve İz Elementlerin Davranışı

Doğu Karadeniz volkanojenik provensi Üst Kretase yaşılı andezitik, dasitik ve kısmen riyolitik, riyodasitik lav ve piroklastiklerden oluşur. Söz konusu provens içerisinde volkanojenik masif sülfit ve damar tipi sülfit yatakları ile ilişkili olarak yaygın ve yoğun hidrotermal alterasyon gözlenir. Bölgedeki maden yatakları çevresinde yoğun potasik, fillik, arjilik, silisik, piropillitik ve hematitik alterasyonlar oluşmuştur. Ortoklaz (adularya) ve/veya sanidin potasik alterasyonun ana minerallerini oluştururken biyotit, kuvars ise kaolinit ve albit gibi minerallerle kısmi bollukta gözlenmiştir. Arjilik alterasyonda illit, montmorillonit, kaolinit gibi kil mineralleri ile kısmen de alunit belirlenmiştir. İllit, kuvars ve pirit fillik alterasyonun tipik mineralleridir. Düşük kuvars, tridimit, kristobalit ve opal silisik alterasyonun en yaygın minerallerini oluşturur. Hematit, götit, barit ve jarosit hematitik alterasyonu, epidot/zeosit, kalsit ve klorit piropillitik alterasyonda belirlenen minerallerdir. Volkanik kayaçların kimyasal bileşiminde oluşan değişiklikleri belirlenmek amacıyla mineralojik analizlere ilaveten ana ve altere kayaların kimyasal bileşimi (ana ve REE ile birlikte iz element analizleri yapılarak) belirlenmiştir.

Doğu Karadeniz volkaniklerinin hidrotermal alterasyonu sırasında element hareketliliği ve kütle değişimi, altı ana mineralizasyon/alterasyon ilişki üzerinde incelenmiştir. Al_2O_3 , SiO_2 dışındaki diğer ana element oksitlerle ilişkisi orta-kuvvetli pozitif korelasyon sunmuştur. TiO_2 ise özellikle FeO ile ($r = 0.87$) ve diğer oksitlerle kuvvetli pozitif ilişki sunar ve en az hareketli element olarak izlenmiştir. İncelenen numune gruplarının ana element oksit bileşimi hidrotermal sistemde farklı türde alterasyon olaylarının gelişliğini göstermiştir. Bütün oksitler, CaO ve MgO hariç, bütün numune gruplarında kütle kazanırken CaO ve MgO sadece piropilitik ve simektitik alterasyonda kütle kazanmıştır. Hareketsiz olarak kabul edilen elementler (örn. Y, Zr, Nb, Hf, TiO_2 , Al_2O_3 ve REE) kütle hesaplamalarında değişiklik göstermişlerdir. LRE elementlerinde gözlenen kütle kazanımı diğer RE elementlerine göre oldukça yüksektir. LRE hareketsizlik gösterirken HRE elementlerinin davranışı değişiklik göstermiştir. HFS ve TRT zayıf altere kayaçlarda hafif taşınma gösterirken diğer kayaçlarda zenginleşmiştir. HFSLIL elementlerinde REE elementlerine oranla aşırı zenginleşme olurken HFS, TRT, REE ve LIL elementleri genelde bütün örnek gruplarında farklı düzeye zenginleşmiştir. LRE elementlerinin kütle kazanımı diğer RE elementlerinden yüksek ise bu elementler genellikle illitik ve simektitik numunelerde zenginleşme gösterirken HFS ve TRT elementleri hematitik ve LIL elementleri potasik ve illitik numunelerde biriktirilmiştir. Elde edilen verilerle farklı kayaç gruplarında REE elementlerinin davranışlarında önemli farklılıklar belirlenmiştir. Potasik, hematitik, illitik ve simektitik kayaç gruplarında LRE elementleri orta düzeye zenginleşme gösterirken ($(\text{La/Yb})_{\text{cn}} = 8.18, 8.95, 10.49$ ve 11.03 , sırasıyla) diğer kayaç gruplarında hafif LRE elementleri zenginleşmiştir. Kayaç gruplarının çoğunda 0.35 ile 0.88 arasında değişen kuvvetli ve/veya hafif negatif Eu* anomalisi gözlenirken, hematitik ve piropillitik kayaçlarda hafif pozitif Eu* anomalisi belirlenmiştir (1.5 ve 1.11, sırasıyla). Pozitif Eu anomalisi, Eu'un plajiyoklazın bileşiminden çözeltilerle taşınması sonrasında hidrotermal epidot ve demir hidroksitlerde tutunması ile ilişkilidir. Kayaç gruplarının çoğunda hematitik (0.95) ve simektitik (0.97) örnekler hariç, pozitif Ce* anomalisi tespit edilmiştir. Hemen hemen tüm örnek gruplarında HFS, TRT, LIL ve RE elementlerinde artış olmuştur. Bu durum oksidasyon şartları altında Ce^{4+} oluşmasıyla diğer RE elementlerinden ayırmalarken diğer RE elementlerinin +3 değerliliklerini koruması sonucu olmuştur.

Anahtar kelimeler: Doğu Karadeniz, hidrotermal alterasyonu, kütle değişimi, iz element

Soil Geochemical Prospecting for Gold Deposit in Arzular Area (NE-Turkey)

Gülten Yaylalı-Abanuz¹, Necati Tüysüz¹, Enver Akaryalı²

¹ Department of Geological Engineering, KTU, 61080, Trabzon, Turkey
(gultenaylali@yahoo.com)

² Department of Geological Engineering, Gümüşhane University, Gümüşhane, Turkey

The Arzular Au mineralization is located in southern section of the eastern Pontide tectonic belt in the northeast of Turkey. Au mineralization is hosted by Eocene volcanic units. The deposit has a large hydrothermal alteration aureole. Illitization, silicification, argillic and propillitic alteration are observed from ore vein to basaltic andesite rocks. Ore mineralization is controlled by N70E and E-W trending fracture systems. Main ore minerals are native gold, silver, galena, sphalerite chalcopyrite, fahl-ore, pyrite and covellite, and gangue minerals are calcite, quartz, clay and gypsum.

Since the region is intensely covered with thick soil and rocks are exposed in limited areas, soil geochemistry studies is one of the most commonly used methods in the exploration of mineral deposits. In this study, the applicability of soil geochemistry surveys in the exploration of mineral deposits in areas of intense overburden is tested using statistical methods.

In this study the contents of 16 elements have been assayed in the 50 soil samples of Arzular area. Soil samples were collected from the B horizon. The data revealed elevated concentration of gold (0.20-259.2 µg/kg), silver (23-26972 µg/kg), arsenic (1.7-301.8 mg/kg), copper (54.09-170.7 mg/kg), zinc (5.1-261.3 mg/kg), and lead (2.6-385.45 mg/kg). The mean enrichment factors of Au and As in the soil samples are 68.32 and 63.06 respectively. The maximum EF values implied extremely high enrichment, whereas the minimum values pointed to deficiency and minimal enrichment of soil with gold and arsenic. There are generally good correlations between most elements especially As-Ag ($r = 0.83$), Au-Sb ($r = 0.76$), As-Sb ($r = 0.86$), Ag-Pb ($r = 0.93$), Ag-Sb ($r = 0.86$).

Key words: Soil geochemistry, Gold, Statistical Analyses, Enrichment Factor, Arzular, Gümüşhane.

Arzular Altın Cevherleşme Sahasındaki Toprak Jeokimyası Çalışması (KD-Türkiye)

Arzular altın cevherleşmesi Türkiye'nin kuzeyinde yer alan Doğu Pontid tektonik kuşağının güney kesiminde bulunmaktadır. Bölgedeki Eosen yaşılı volkanik kayaçlar altın cevherleşmesine ev sahipliği yapmaktadır. Çalışma sahasında çok geniş bir alterasyon zonu bulunmaktadır. Cevherli zondan bazaltik andezitik kayaçlara doğru gidildikçe ilitleşme, silisleme, arjillilik ve propillitik alterasyonlar gözlenmektedir. Cevherleşme K70D ve D-B doğrultulu kırık sistemleri tarafından kontrol edilir. Sahada gözlenen asıl cevher mineralleri nabit altın, gümüş, galen, sfalerit, kalkopirit, fahlerz, pirit ve kovellin olup, gang mineralleri kuvars, kalsit, kil mineralleri ve jipstir.

Bölgemin yoğun olarak toprak örtüsüyle kaplı olması, kalın toprak örtüsüne sahip olması ve kayaç yüzeylenmelerinin çok küçük alanlarda görülmESİ nedeniyle maden yatakları aranmasında en yaygın kullanılan yöntemlerden biri toprak jeokimyası çalışmalarıdır. Bu çalışmada ise toprak jeokimyası çalışmalarının sahada örtülü olarak bulunan madenlerin aranmasında ne kadar kullanılmış olduğu farklı istatistiksel yöntemler kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmada Arzular sahasından alınan 50 adet toprak örneğindeki 16 element konsantrasyonu belirlenmiştir. Toprak örnekleri toprağın B zonundan alınmıştır. Toprak verileri sahada yüksek altın (0.20-259.2 µg/kg), gümüş (23-26972 µg/kg), arsenik (1.7-301.8 mg/kg), bakır (54.09-170.7 mg/kg), çinko (5.1-261.3 mg/kg) ve kurşun (2.6-385.45 mg/kg) konsantrasyonlarını

göstermektedir. Toprak örneklerindeki ortalama Au ve As zenginleşme faktörleri sırasıyla 68.32 ve 63.06 olarak hesaplanmıştır. Maksimum zenginleşme faktörleri toprakta Au ve As bakımından oldukça yüksek zenginleşmeyi gösterirken, minimum zenginleşme faktörleri eksilme ve en düşük zenginleşmeyi göstermektedir. Korelasyon analizi sonucunda elementlerin genellikle iyi korelasyonlar sunduğu görülmektedir. En iyi ilişkisi gösteren elementler As-Ag ($r = 0.83$), Au-Sb ($r = 0.76$), As-Sb ($r = 0.86$), Ag-Pb ($r = 0.93$), Ag-Sb ($r = 0.86$)'dır.

Anahtar kelimeler: *Toprak jeokimyası, Altın, İstatistiksel Analizler, Zenginleşme Faktörü, Arzular, Gümişhane.*

A Combined Geochemical and Geophysical Prospection for Hunting Buried Antimony Deposits in Metalloid Province of W. Anatolia

Selçuk Tokel¹, Cafer Özkul² & Metin Aşçı³

¹ University of Kocaeli, Department of Geological Engineering,
TR-41380 Kocaeli, Turkey
(E-mail: stokel@kocaeli.edu.tr)

² University of Dumlupınar, Department of Geological Engineering,
TR-43100 Kütahya, Turkey

³ University of Kocaeli, Department of Geophysical Engineering,
TR-41380 Kocaeli, Turkey

In the Hisarcık (Kütahya) Neogene basin, which is located in the W. Anatolia metalloid (B, As, Sb) province, a geochemical soil survey was applied on the carbonate cover rocks in order to explore buried shallow antimony deposit.

Antimony deposits always occur in the triple contact where shallow felsic intrusions, metamorphic basement and limestones are seen near each other.

Antimony is assumed to be derived from leaching of the basement metamorphic rock by hydrothermal system associated with the collisional felsic intrusions of Neogene age. These irregular vein type deposits form where hydrothermal fluids interact with carbonate wall rocks.

The survey was carried out in two steps. At first, samples were collected using square grid with 1 km intervals covering approximately of 240 km² area. After reconnaissance statistical evaluation, the intensly anomalous area was sampled with 100 m. equal intervals. A total of 300 soil samples were analysed for 12 elements including B, As and Sb. Samples were collected from B horizon. Decompositions were made by A.R. solution and measurements were conducted by ICP-MS.

Normal background value of Sb in soil is about 2 ppm. Anomalous values in the area are found to be 100-400 times more than normal background, reaching up to 790 ppm.

Electrical resistivity and self potential measurements, carried out on the localized anomalous area (200x200 m.), revealed the shape, volume and burial depth of the mineralization.

This research has shown that soil geochemistry can be used to pinpoint the buried shallow antimony mineralizations if combined with evaluated self potential data.

Key words: *antimony, geochemical prospection, Kütahya (Turkey)*

Batı Anadolu Metalloid Provensinde Gömülü Antimon Birikimlerinin Saptanmasında Jeokimya-Jeofizik Prospeksiyonlarının Birlikte Kullanımı

Batı Anadolu metalloid (B, As, Sb) provensi içinde yer alan Hisarcık (Kütahya) Neojen basenindeki karbonatlı örtü kayaçlar üzerinde, sıg gömülü antimon birikimlerinin ortaya çıkarılması amacıyla jeokimyasal toprak prospeksiyonu uygulanmıştır.

Antimon birikimleri her zaman sıg felsik sokulumlar, metamorfik temel ve kireçtaşlarının birbirine yakın görüldüğü üçlü dokanak içinde oluşurlar.

Antimon elementinin Neojen yaşılı çarpışma ile eş zamanlı felsik sokulumların oluşturduğu hidrotermal sistemler nedeniyle temel metamorfik kayaçlardan söküldüğü düşünülmektedir. Düzensiz damar tipindeki bu antimon birikimleri hidrotermal akışkanların karbonatlı kayaçlarla temaslarından oluşmaktadır.

Sahada prospeksiyon iki etapta yürütülmüştür. Birincide, yaklaşık 240 km² lik alan, 1km. lik aralıklarla karelajlanarak örneklenmiştir. Analizlerin yorumlanmasıından sonra beliren anomali bölgesinin en yoğun kısmı 100 m. lik aralıklarla tekrar örneklenmiştir. Toplam 300 örneğin başta B, As, Sb olmak üzere 12 element için analizleri yapılmıştır. Örnekler toprak "B" seviyesinden alınmıştır. Çözdürme A.R. çözeltisiyle yapılmış, element derişimleri ICP-MS cihazı ile ölçülmüştür.

Antimonun topraktaki temel değeri 2 ppm.'dır. Çalışma alanı içinde 790 ppm.'e kadar ulaşan, normal temel değerin 100-400 katı anomali değerleri ortaya çıkmıştır.

Anomali bölgesinde seçilmiş alan (200x200 m.) içinde yapılan özdirenç ve self potansiyel ölçümelerinin birlikte yorumları mineralizasyonun şeklini, hacmini ve gömülme derinliğini ortaya çıkarmıştır.

Bu çalışma, toprak jeokimyası prospeksiyonunun özdirenç ve self potansiyel yöntemleriyle birlikte kullanıldığından gömülü antimon mineralizasyonlarında hedef saptayabileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: *antimon, jeokimyasal prospeksiyon, Kütahya (Türkiye)*

IRB-5-O3. Karma Jeoloji Oturumu / Mixed Geology Session**Reality of Hydro Power Plant on Energy****İsmail KÜÇÜK***EİE İdaresi Genel Müdürlüğü, TR- Ankara, Turkey
ismkck@gmail.com*

Usage of renewable energy sources is important to reduce greenhouse gasses causing climate change. Also, renewable energy is preferred in order to reduce dependence on foreign sources. Within this context, hydraulic energy is evaluated as a primary energy source that should be utilised. Water dependent facilities, water usage priorities and natural life should be planned by considering the assessment of the whole basin.

In this study, law 4628 in Turkey and hydro power plant projects according to water usage treaty depending on law 4628 have been examined. Especially; the technical problems encountered during the feasibility stage, present situation of watershed planning and possible problems may be faced in the future have been established. Furthermore, related water structures has been discussed in terms of environmental impact assessment.

Key words: *Basin, Energy, Hydro Power Plant, Environmental Impact*

Enerji de Hidrolik Santrallar Gerçeği

İklim değişimine neden olan sera gazlarının azaltılmasında yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması önemlidir. Ayrıca dışa bağımlılığın azaltılması içinde yenilenebilir enerji kaynakları tercih edilmektedir. Bu kapsamda hidrolik enerji, enerji kaynakları içerisinde yararlanılması gereken öncelikli kaynaklarından biri olarak değerlendirilmektedir.

Suya bağlı tesisler, havza bir bütün olarak değerlendirilerek su kullanım öncelikleri ve doğal yaşam mutlaka dikkate alınarak planlanmalıdır.

Bu çalışmada, Türkiye'de 4628 Sayılı Kanun ve bağlı olarak Su Kullanım Anlaşmasına göre ortaya konan Hidrolik santral projeleri incelenmiştir. Bu projelerin fizibilite aşamasından başlamak üzere yaşanan teknik sorunlar başta olmak üzere, havza planlaması özelinde gelinen durum ve ileride karşılaşılacak sorunlar tespit edilmiştir. Ayrıca bu tesislerin Çevresel Etki Değerlendirmelerindeki durumları irdelenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Havza, Enerji, Hidrolik Santral, Çevresel Etki*

Estimating Temporal Probability of Rainfall-induced Landslides by Rainfall-frequency Analyses

Tolga ÇAN¹, Engin ÇİL¹ ve Tamer Y. Duman²

¹ Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Balcalı, Adana

(E-posta: tolgacan@cukurova.edu.tr)

² Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, 06520 Ankara

Earthquake, rapid snow melting and heavy rainfall is the most common landslide triggering factors. The temporal probability of landslides could be estimated by discontinuous and continuous probability density functions. In this study, temporal probability of landslides around Mersin city were determined by continuous probability functions considering the historical landslide archive and long term maximum daily rainfall records.

In the study area, regional landslide events were occurred on December 1968 and 2001, corresponding maximum daily rainfall of 199 mm and 175mm, respectively. However, in landslide rainfall interaction, antecedent rainfall data should also be considered. As a result, cumulative maximum rainfall records from Mersin meteorology station of 1, 3, 5, 10, 15 and 30 days were calculated for each year from 1929 to 2009. Antecedent cumulative rainfall records for 3, 5, 10, 15 and 30 days prior to landslide generation for the years 1968 and 2001 were than considered. It has been seen that the 3 days cumulative rainfall data was about 300 mm and there was no considerable rainfall increment up to 15 days earlier to landslide events. Therefore, mean recurrence intervals of rainfall triggered landslides were evaluated according to the 3 days maximum cumulative antecedent rainfall values. In order to estimate recurrence intervals of rainfall induced landslides several distribution functions were considered during rainfall-frequency analyses. The goodness of fit of the used distribution functions were evaluated by Kolmogorov-Smirnov and Chi-square tests. The best fit model was obtained by LogGumbel distribution and the recurrence interval of 3 day, 300 mm cumulative rainfall was calculated as 50 years. According to the obtained recurrence interval of 50 years, exceedance probabilities of landslides for 5, 10, 25, 50 and 100 years time periods were calculated by Poisson distribution. It is believed that the obtained temporal probabilities will be contributed very much during the landslide hazard assessments of the region.

Key words: *landslide, temporal probability, rainfall-frequency analysis, recurrence interval, exceedence probability.*

Yağışlara Bağlı Gelişen Heyelanların Zamansal Olabilirliğinin Yağış-Frekans Analizleri ile Kestirimi

Heyelanlar genel olarak deprem, kar erimesi ve aşırı yağışlar gibi tetikleyici faktörlerin etkisi altında oluşmaktadır. Heyelanların zamansal olabilirlikleri kesikli veya sürekli olasılık yoğunluk fonksiyonları ile tahmin edilebilmektedir. Bu çalışmada Mersin ili çevresinde tarihsel heyelan arşiv kayıtları ve uzun yıllar maksimum günlük yağış değerleri göz önünde bulundurularak sürekli olasılık fonksiyonları ile heyelanların zamansal olabilirliği belirlenmiştir.

Çalışma alanında, bölgesel ölçekli heyelan olaylarının 1968 ve 2001 Aralık aylarında meydana geldiği, bu tarihlerdeki günlük maksimum yağış değerlerinin sırasıyla 199 mm ve 175 mm olduğu belirlenmiştir. Ancak, heyelan–yağış etkileşiminde, olay öncesi yağış değerlerinin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu nedenle, Mersin meteoroloji istasyonuna ait, 1929-2009 yılları arasında, her yıl için 1, 3, 5, 10, 15, ve 30 günlük kümülatif maksimum yağış değerleri hesaplanmıştır. Heyelan öncesi meydana gelen yağış değerlerinin hesaplanması, 1968 ve 2001 yıllarındaki heyelan olaylarının meydana geldiği günden 3, 5, 10, 15 ve 30 gün geriye gidilerek elde edilen kümülatif yağış değerleri dikkate alınmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda, 3 günlük kümülatif yağış değerlerinin 300 mm'ye yaklaşığı ve bu tarihlerden 15 gün öncesi yağış değerlerine kadar olağanüstü bir artışın olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle, yağışların tetiklemesi sonucu oluşan heyelanların, ortalama tekrarlanma periyodu 3 günlük maksimum yağış değerleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Heyelanların tekrarlanma periyodunun bulunması amacıyla yağış-frekans analizleri, farklı dağılım fonksiyonları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kullanılan dağılımların uyum iyiliği Kolmogorov-Smirnov ve Ki-Kare testleri ile belirlenmiştir. Buna göre LogGumbel dağılımı 3 günlük kümülatif yağış değerleri için uygun görülmüş ve yaklaşık 300 mm'lık yağış değeri için 50 yıllık tekrarlanma aralığı elde edilmiştir. Poisson dağılımı kullanılarak elde edilen 50 yıllık tekrarlanma aralığına ilişkin bölge içerisinde en az 1 defa heyelan olayının gerçekleşme (aşılma) olasılıkları, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık zaman dilimleri için hesaplanmıştır. Elde edilen zamansal olasılık değerlerinin, bölgede yapılacak heyelan olası tehlike değerlendirmelerine önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: *heyelan, zamansal olabilirlik, yağış-frekans analizi, tekrarlanma aralığı, aşılma olasılığı.*

**IRB-5-O4. Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Oturumu-III / Engineering Geology and
Geotechnique Session-III**

**A New Empirical Approach considering Strength Reducing Curve Zone for
Predicting of Strength of Rock Masses**

**Özge S. Dinç¹, HarunSönmez H², K. Erçin Kasapoglu², Aycan Coskun², M. Celal
Tunusluoglu¹**

¹ Canakkale Onsekiz Mart University, Department of Geological Engineering, Applied Geology Division,
Çanakkale, Turkey ² Hacettepe University, Department of Geological Engineering, Applied Geology Division,
06800 Beytepe,
Ankara, Turkey (E-mail: haruns@hacettepe.edu.tr)

Researchers have focused on developing empirical equations for predicting stress-strain behavior of a rock mass, including based on measurements of the discontinuity patterns yoğunlaşmışlardır (Yudhbir et al., 1983; Ramamurty, 1986; Aydan and Dalgıç, 1998; Kalamaris and Bieniawski, 1995; Sheorey, 1997, Hoek and Brown, 1997 ect.). However, most of these equations consider uniaxial compressive strength of rock material (UCS_i) as a scale parameter. At this point, the question of "which one is the best for prediction of the strength of a rock mass?" cannot be definitively answered. Each of them tried to represent their original database. For this reason, an empirical equation in a unique reducing curve form has limited application in generalizing on the prediction of UCS_{RM} from hard rock mass to soft rock mass. But these characterization schemes may not explicitly include the strength and deformability of rock material may play some important role on the strength behavior of particularly soft rock mass. A granite and a marl rock masses may be divided by same discontinuity pattern with same surface properties. For these two cases, it can be said that the values of GSI (Hoek and Brown, 1997) may be evaluated as same. For these two cases, the unique strength reducing ratios on UCS_i are obtained to predict UCS_{RM} when the proposed empirical equations in literature are considered. However, the degree of strength reducing on UCS_i may be expected higher for granite rock mass because full scale post-failure behaviors of hard and soft rock masses will be different. In literature, this situation was firstly discussed by Müller (1963) and Vardar (1977 and 1989). The empirical equation proposed by Vardar (1989) considers types of rock material not only as a scale parameter but also in the degree of reducing on UCS_i . However, the properties of discontinuities such as weathering, infilling, roughness were not considered in the empirical approach proposed by Vardar (1989). In this study, a new empirical approach was developed by considering the stress-strain curve from intact rock to crashed rock masses proposed by Muller (1963). While the structure of rock mass defined by structure rating of Sonmez and Ulusay (1999), the UCS_i and elastic modulus of rock material (E_i) were used together for defining the strength reducing zone. This study is a part of ongoing project of TUBITAK No.108Y002

Kew words: deformation, strength, rock mass

References

- Aydan, Ö. and Dalgic, S. (1998) Prediction of deformation behaviour of 3 lanes Bolu tunnels through squeezing rocks of North Anatolian Fault Zone (NAFZ), Reg. Symp. Sedimentary Rock Engineering, Taipei, pp.228-233.
- Hoek E, Brown ET. 1997. Practical estimates of rock mass strength. Int J Rock Mech Min Sci, 34 (8), 1165-1186.

- Kalamaris G.S., Bieniawski Z.T. 1995. A rock mass strength concept for coal incorporating the effect of time. Proc. of 8th Int. Cong. Rock Mechanics. ISRM, Balkema, Rotterdam, 1, 1995:295-302
- Müller, L. 1963. Felsbau Band I. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- Ramamurthy, T. 1986. Stability of rock mass, 8th Annual Lecture. Indian Geotech. J., 1986. pp.1-74.
- Sheorey P.R. 1997. Empirical Rock Failure Criteria. Balkema, Rotterdam, 1997, 176 pp.
- Sönmez H, Ulusay R. 1999. Modifications to the geological strength index (GSI) and their applicability to stability of slopes. Int J Rock Mech Min Sci 1999;(36),743-760.
- Vardar, M. 1989. Die Auswirkung der ingenieurgeologisch-felsmechanischen Verhältnisse auf die Planung und Verwirklichung der Istanbuler Abwasserstollen in Geologie Felsmechanik Felsbau (ed. Egger, P., Fecker, E., Reik, G.) Festkolloquium L. Müller-Salzburg 1988. Trans Tech Publications, Clausthal.
- Yudhbir, Lemanza, W. and Prinzl, F. An empirical failure criterion for rock masses. Proc. of the 5th International Congress Society of Rock Mechanics Melbourne, 1, 1983. pp.B1-B8.

Kaya Kütlelerinin Dayanımının Belirlenmesi için Eğrisel İndirceme Zonunu Dikkate Alan Yeni Bir Ampirik Yaklaşım

Araştırmacılar kaya kütesinin dayanım-deformasyon davranışının belirlenmesine yönelik süreksizlik özelliklerinin ölçümüne dayanan ampirik eşitliklerin geliştirilmesine yönelik ampirik yaklaşımlar üzerinde yoğunlaşmışlardır (Yudhbir vd., 1983; Ramamurthy, 1986; Aydan ve Dalgıç, 1998; Kalamaris ve Bieniawski, 1995; Sheorey, 1997, Hoek ve Brown, 1997 vb.). Bu eşitliklerin büyük çoğunluğunda kaya malzemesinin tek eksenli sıkışma dayanımı (UCS_i) ölçek parametresi olarak dikkate alınmaktadır. Bu noktada “hangi ampirik ölçütün kestirim performansı en iyisidir?” sorusu kesin olarak cevaplanamamaktadır. Her biri kendi orijinal veritabanını temsil etmeye çalışmaktadır. Bu nedenle, tek bir indirceme eğrisi şeklindeki bir ampirik eşitlik UCS_{RM} 'nin belirlenmesine yönelik sınırlı bir genelleme kapasitesine sahiptir. Bu yaklaşımlar özellikle yumuşak kaya kütlelerinin dayanım davranışında önemli rolü olan kaya malzemesinin dayanım ve deformasyon özelliklerini içermemektedir. Örneğin, bir granit kaya kütesi ve bir marn kütesi birbirleri ile özdeş süreksizlik ağına sahip olabilirler. Bu iki kaya kütesi için GSI (Hoek ve Brown, 1997) değerlerinin aynı olduğu söylenebilir. Bu durumda literatürdeki ampirik yaklaşımlarla UCS_i üzerinde tek bir indirceme oranı elde edilecektir. Yenilme sonrası yumuşak ve sert kaya kütlelerinin gerilim deformasyon davranışlarının farklı olmalarından dolayı granit kaya kütesi için daha yüksek bir indirceme oranı beklenmelidir. Literatürde bu durum ilk olarak Müller (1963) ve Vardar (1989) tarafından tartışılmıştır. Vardar (1989) tarafından önerilen eşitlikte kaya malzemesinin türünü sadece bir ölçek parametresi olarak değil aynı zamanda indirceme oranının derecesinde de dikkate almaktadır. Ancak Vardar (1989) tarafından önerilen eşitlikte bozunma, pürüzlülük ve dolgu gibi süreksizlik özellikleri dikkate alınamaktadır. Bu çalışmada, Müller (1963) tarafından önerilen sağlam kayadan tümüyle kırılmış kaya kütesine kadar tanımlayan gerilim-deformasyon eğrisi kullanılarak yeni bir ampirik yaklaşım geliştirilmiştir Kaya kütesinin yapısı Sönmez ve Ulusay (1999)'un yapısal puan (SR) kullanılarak tanımlanırken, UCS_i ve kaya malzemesinin elastik modülü (E_i) ise dayanım indirceme zonunun tanımlanmasında kullanılmıştır. Bu çalışma devam eden TÜBİTAK 108Y002 nolu, projenin bir parçasıdır.

Anahtar kelimeler: *dayanım, deformasyon, kaya kütesi*

Applicability of the Excavability Classification Systems in Underground Excavations: An Example of Konakönü Tunnel, Trabzon

Ayberk KAYA¹ & Fikri BULUT²

¹ Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-29100 Gümüşhane, Turkey
(E-mail: ayberkkaya@hotmail.com)

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-61080 Trabzon, Turkey

In this study, applicability of the excavability classification systems in underground excavations was investigated. For the purpose, the entrance portal of the Konakönü (Araklı-Trabzon) Tunnel was selected as the pilot area, excavated in volcanic rocks for the Blacksea Coastal Highway Project. The length of the double tube tunnel is 1908 m. The entrance portal of the tunnel was excavated through andesitic tuff, basaltic tuff, agglomerate and basalt which are belong to Eocene aged Kabaköy Formation. Based on the scan-line surveys and the laboratory data, the rock masses were classified according to Q and RMR classification systems. The rock mass strength was calculated by means of the Hoek-Brown empirical failure criterion.

Based on the results obtained by field and laboratory studies, rock masses classified in terms of excavability, according to the Franklin et al. (1971), Kristen (1982), Abdullatif and Cruden (1983), Pettifer and Fookes (1994), Hoek and Karzulovic (2000), Saroglou (2009). Due to the different input parameters were used in each classification system, different excavation methods came up for the same rock mass.

At the excavation stage, andesitic-basaltic tuffs and agglomerate-basalt were excavated by using hydraulic breaker and explosives. It was determined that the methods used in excavation stage have overlaped with the methods suggested by Pettifer and Fookes (1994), Tsiambaos and Saroglou (2009) exactly. Because timing and cost are the most important parameters in underground excavations, to be done the correct classifications before excavation stage will contribute to the applicability of engineering projects.

Key words: Konakönü tunnel, underground excavations, excavability classification systems, rippability.

Kazılabilirlik Sınıflama Sistemlerinin Yeraltı Kazlarında Uygulanabilirliği: Konakönü Tüneli Örneği, Trabzon

Bu çalışmada, kazılabilirlik sınıflama sistemlerinin yeraltı kazlarında uygulanabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla, Karadeniz Sahil Yolu Projesi kapsamında volkanik kayaçların içinde açılan Konakönü (Araklı-Trabzon) Tüneli'nin giriş portalı pilot bölge olarak seçilmiştir. Çift tüp olarak açılan tünelin uzunluğu 1908 m'dir. Giriş portalı Eosen yaşı Kabaköy Formasyonu'na ait bazaltik tuf, andezitik tuf, aglomera ve bazaltın içinde açılmıştır. Tünel içi hat etüdü çalışmaları ve kaya malzemeleri üzerinde yapılan laboratuvar deneyleri sonucunda elde edilen veriler kullanılarak kaya kütleleri Q ve RMR sistemlerine göre sınıflandırılmıştır. Kaya kütlelerinin dayanım özelliklerini de Hoek-Brown ampirik yenilme ölçüttüyle belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen veriler kullanılarak kaya kütleleri kazılabilirlik açısından, Franklin vd. (1971), Kristen (1982), Abdullatif ve Cruden (1983), Pettifer ve Fookes (1994), Hoek ve Karzulovic (2000), Tsiambaos ve Saroglou (2009) sınıflandırma sistemlerine göre sınıflandırılmıştır. Her bir kazılabilirlik sınıflama sisteminde farklı girdi parametreleri kullanıldığından, aynı kaya kütlesi için değişik kazı yöntemleri ortaya çıkmıştır.

Kazı aşamasına geçildiğinde bazaltik ve andezitik tüfler hidrolik kırıcı kullanılarak, aglomera ve bazalt ise patlayıcı kullanılarak kazılmıştır. Pettifer ve Fookes (1994), Tsiambaos ve Saroglou (2009) tarafından önerilen yöntemlere göre yapılan sınıflamaların, kazı sırasında uygulanan yöntemlerle tam olarak örtüsüği belirlenmiştir. Yeraltı kazalarında zamanlama ve maliyet en önemli parametreler olduğu için, kazıdan önce yapılacak olan doğru sınıflamalar mühendislik projelerinin uygulanabilirliğine katkı sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Konaköni tüneli, yeraltı kazaları, kazılabilirlik sınıflama sistemleri, sökülebilirlik.

Factors Affecting the Advancement of Full-Face Tunnel Boring Machine

Saffet Yağız¹, Taehong Kim², Charles Merguerian³

¹Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Denizli, 20020 Turkey

(E-mail: syagiz@pau.edu.tr)

²Parsons Brinckerhoff, Inc., One Penn Plaza, New York, NY 10119 USA

³Hofstra University, Director of Duke Geological Laboratory, Westbury, NY 11590 USA

Full-face tunnel boring machine (TBM) is one of the main mechanical excavators to use for variety of underground opening, because of their demonstrated capabilities in attaining high rates of advance in tunneling. TBM tunneling may differ from drilling and blasting method, due to the high level of machine-rock mass interaction. Accurate estimates of machine advancement are a crucial part of any mechanical tunneling. It is almost impossible to make realistic predict and evaluations of time and cost required for completing a project, without estimating the machine advancement.

Geological factors comprising the orientation, condition and frequency of discontinuities in rock mass, and also intact rock properties such as strength and brittleness are main geotechnical parameters for performance analysis. These geological data along with machine specifications such as thrust and power allow to the accurate TBM performance estimation in fractured rock mass conditions. In this study, the Queens freshwater (USA), Manapouri Second tailrace hydropower (New Zealand) and the Milyang hydropower (South Korea) tunnels are evaluated to investigate the affect of geological and rock mass conditions on the breakthrough of TBM.

The result of the research indicates that even though intact rock properties such as mineralogy, texture, metamorphic grade, hardness have an effect on the TBM penetration, the most significant and controlling geological parameters are the orientation, condition and frequency of discontinuities together with strength and brittleness of intact rock.

Key words: Tunnel boring machine, geology, rock mass, advance rate

Tam Cepheli Tünel Delme Makinelerinin İlerleme Hızına Etki Eden Faktörler

Tünelcilikte sahip oldukları kapasite ve elde edilen yüksek ilerleme hızı oranından dolayı, tam cepheli tünel delme makineleri (TBM), değişik yeraltı açıklıkları için kullanılan başlıca mekanik kazıcılarından biridir. TBM ve kaya kütlesi arasındaki ilişkiden dolayı, TBM tünelciliği delme patlatma yönteminden farklıdır. Makine ilerleme hızının doğru olarak kestirimi, her türlü mekanik tünelciliğe önemli bir aşamadır. TBM ilerleme hızının kestirilemediği durumlarda, tünelin tamamlanması için gerekli olan zaman ve ekonomikliğin gerçekçi olarak öngörülebilmesi pek olanaklı değildir.

Süreksizliklerin yönelimi, süreksızlık yüzey koşulları ve süreksızlık sıklığı ile aralığı gibi kaya kütlesi özellikleriyle birlikte dayanım ve gevreklik gibi kaya malzemesi özellikleri performans

analizi için gerekli başlıca jeoteknik özelliklerdir. Bastırma kuvveti ve güç gibi makine özelliklerini, bu özelliklerle birlikte çatlaklı kaya kütlesi ortamlarında TBM ilerleme hızının kestirimine olanak sağlar. Bu çalışmada, Queens (ABD), Manapouri (Yeni Zelanda) ve Milyang (Güney Kore) gibi tamamlanmış tünel projeleri incelenerek, kaya kütlesi özelliklerinin tam cepheli tünel delme makinelerinin ilerleme hızına olan etkisi araştırılmıştır.

Araştırma sonuçları: örneğin mineral, doku, metamorfizma derecesi ve sertlik gibi kaya malzemesi özelliklerinin TBM ilerleme hızı üzerinde etkisi olmasına rağmen, süreksızlıkların yönelimi, süreksızlık yüzey koşulları ve süreksızlık aralığı ile birlikte kaya malzemesinin dayanımı ve gevreklikliliğin, başlıca önemli kontrol parametreleri olduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: *Tünel delme makinesi, jeoloji, kaya kütlesi, ilerleme hızı*

Effect of Discontinuities in Underground Rock Structures: Gümüşler Monastery–Nigde Example

Mustafa Korkanç and F. Zafer Özgür

*Nigde University, Geological Engineering Department, 51245, Nigde
(E-mail: mkorkanc@nigde.edu.tr)*

Discontinuities have an important role in changes of the basic properties of rock masses like strength, deformability and permeability. In addition, discontinuities play an efficient role in the development of weathering effects on rock masses. In this study, the effects of discontinuities in underground rock structures carved in tuffs having different color and textural properties were determined. Study area is located in Gümüşler Town where is approximately 8 km northeast of Nigde, 4 km east of Nigde-Kayseri highway and consist of rock monastery - church and areas in different dimensions and used for various purposes and a small underground city. The Gümüşler monastery is an important settlement and tourism area that involves the most preserved frescos (wall paintings) in the Cappadocia region. The monastery was build by carving the single piece of rock and consists of square shaped courtyard which has a dimensions of 13,60 x 13,60 m. and is open at top. The church was build by carving the rock mass at the northern part of the courtyard. Engineering geological investigations were carried out to determine the negative effects of the discontinuities in underground rock structures in monastery and near surroundings. In detailed investigations for the monastery and its surroundings, orientation, opening, aperture, roughness, continuity, filling of the discontinuity planes and weathering effects on the discontinuity surfaces were evaluated. Rock falls were observed in the areas where discontinuities are highly dense and in the openings with discontinuities cutting each other diagonally. In the ignimbrites with a low degree of welding, decreasing strength with the moisture effects and superficial spallings on the joint surfaces were observed. Joint openings increase depending on the superficial spallings. In some areas, particularly at the north and south parts of the monastery, there is falling danger of large blocks that became free from discontinuities, remedial measures to support them and drainage preventions to minimize the moistening effects of the poorly welded tuffs should be taken.

Key words: *Nigde, Gümüşler monastery, discontinuities, weathering, tuff*

Yeraltı Kaya Yapılarında Süreksizliklerin Etkisi: (Gümüşler Manastırı- Niğde Örneği)

Süreksizlikler özellikle kaya kütlelerinin dayanım, deformabilite ve geçirgenlik gibi temel özelliklerinin değişmesinde, ayrıca kaya kütlelerinde ayrışma etkilerinin daha belirgin şekilde gelişmesinde etkin rol oynamaktadır. Bu araştırma kapsamında farklı doku ve renk özelliklerine sahip tüflerde açılmış yeraltı kaya yapılarında süreksizliklerin etkilerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. İncelenen alan, Niğde'nin yaklaşık 8 km kuzeydoğusunda, Niğde-Kayseri karayolunun 4 km doğusunda Gümüşler kasabasında yer alan kaya manastır-kilise ile değişik boyutlarda, çeşitli amaçlar için kullanılan alanlardan ve küçük bir yeraltı şehrinden oluşmaktadır. Gümüşler Manastırı, Kapadokya bölgesinde en iyi korunan duvar resimlerinin bulunduğu önemli yerleşim ve turizm alanıdır. Manastır; tek bir ignimbirit kütlesinden oyularak yapılmış, 13,60 x 13,60 m. boyutlarında kare şeklinde üstü açık bir avludan oluşmaktadır. Avlunun kuzey tarafındaki kaya kütlesinin oyulmasıyla kilise yapılmıştır. Manastırın ve yakın alanlardaki yeraltı kaya yapılarında süreksizliklerin olumsuz etkilerinin belirlenmesine yönelik olarak mühendislik jeolojisi araştırmaları gerçekleştirilmiştir. Manastır ve yakın alanlarında yapılan ayrıntılı incelemelerde süreksizlik düzlemlerinin; yönelimi, aralığı, açıklığı, pürüzlülük ve dalgalılığı, dolgusu ve süreksizlik yüzeylerindeki ayrışma etkileri değerlendirilmiştir. Süreksizliklerin yoğun olduğu alanlarda ve birbirini verev kesen süreksizliklerin olduğu açıklıklarda kaya düşmeleri gözlenmektedir. Bunların dışında kaynaşma oranı nispeten düşük ignimbritlerde nemliğinin etkisiyle doygunluğun artmasına bağlı olarak dayanım azalması, ayrışma etkilerine bağlı olarak da çatlak yüzeylerinde yersel dökülmeler gözlenmektedir. Bu yersel dökülmelere bağlı olarak çatlak açıklıkları giderek artmaktadır. Manastırın özellikle kuzey ve güney kesimindeki bazı alanlarda süreksizliklerle serbest hale gelmiş büyük blokların düşme tehlikesi bulunduğuundan desteklenmesine yönelik önlemler ile kaynaşma oranı düşük tüflerin nemlenme etkilerine karşı drenaj önlemlerinin alınması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Niğde, Gümüşler manastırı, süreksizlik, ayrışma, tiif

Assessment of the Weathering Degree of Anıtkabir Yellow Travertines Using P-Wave Velocity Measurements

Mutluhan Akın¹, Aydin Özsan², Mehmet Altıntaş³ & Selahattin Sarac³

¹*General Directorate of Bank of Provinces, Department of Survey, Planning and Road, Geotechnical Investigation Division, Opera, Ankara, Turkey
(E-mail: mutluhanakin@gmail.com)*

²*Ankara University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, 06100,
Tandoğan, Ankara, Turkey*

³*General Directorate of Railways, Harbours and Airports Construction, Department of Investigation,
Ankara, Turkey*

Anıtkabir, which is the memorial mausoleum of the great leader Atatürk, is one of the most important historical structures in Turkey. Stone cladding on concrete skeleton technique was applied during construction and yellow travertine was mostly preferred for cladding material. The yellow travertines were extracted from the stone quarries in Eskipazar (Karabük) town (General Staff, 1994). The yellow travertines may be quite sensitive to weathering effects due to their chemical composition and porous structure. The travertine cut slabs in Anıtkabir have been resisting to atmospheric conditions for almost 60 years since 1950s. Additionally, Anıtkabir is quite defenseless to atmospheric effects (rain, wind, etc.) since it is located on an elevated and unsheltered hill.

Sonic P-wave velocities parallel and normal to lamination were determined on different yellow travertine slabs in Anıtkabir to assess the weathering degree of yellow travertines. The investigations were carried out by only in-situ methods since sampling from the mausoleum for physico-mechanical testing was not allowed. The obtained sonic P-wave velocities were compared to the sonic velocities of fresh yellow travertine samples and various structural damage classifications. Additionally, the weathering degree was evaluated by means of the weathering classification proposed by Akın (2009) for the same rock type.

Finally, several limitations (no sampling allowance, problems during P-wave velocity measurements) were encountered during investigations in Anıtkabir mausoleum and it was determined that weathering is not very effective on Anıtkabir yellow travertines in accordance with the measured sonic P-wave velocities. However, the initiation of weathering problems can also be observed locally in some travertine slabs. These problems are more significant especially on the columns at the southwestern part of ceremony square and on the walls along the Lion Road due to intensive water (rain, irrigation of grass) and wind effects.

Key words: Anıtkabir, travertine, weathering, sonic P-wave velocity

Anıtkabir Sarı Travertenlerinde P Dalgası Hızı Ölçümleri ile Bozunma Derecesinin Değerlendirilmesi

Ulu önder Atatürk'ün anıt mezarı olan Anıtkabir, Türkiye'deki en önemli tarihi yapılardan bir tanesidir. İnşasında betonarme iskeletin üzerine taş kaplama yöntemi uygulanmış ve kaplamalarda çoğunlukla sarı traverten tercih edilmiştir. Sarı travertenler Eskipazar (Karabük) ilçesindeki taş ocaklarından çıkartılmıştır (Genelkurmay Başkanlığı 1994). Sarı travertenler kimyasal bileşim ve içerdiği gözenekli yapı sebebiyle bozunma etkilerine karşı hassasiyet gösterebilirler. Anıtkabir'de kullanılmış olan travertenler 1950'li yıllarda günümüz'e kadar yaklaşık 60 yıldır atmosferik koşullarla etkileşim halindedir. Öte yandan, Anıtkabir'in yüksek ve etrafı açık bir tepe üzerinde bulunması, onu atmosferik etkenlere (yağış, rüzgar vb.) karşı daha da korumasız hale getirmiştir.

Anıtkabir'deki sarı travertenlerin bozunma derecesinin değerlendirilmesi amacıyla bu çalışma kapsamında Anıtkabir yerleşkesi içerisinde farklı sarı traverten kaplamaları üzerinde lamineranmaya dik ve paralel yönde sonik P dalgası hızları belirlenmiştir. Anıtkabir'den fizikomekanik deneylerde kullanılabilen boyutta örnek alınmasına izin verilmemesi nedeniyle, sadece yerinde yöntemler yardımıyla araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonik P dalgası hızları aynı kayanın taze örneklerine ait sonik P dalgası hızları ve çeşitli yapısal hasar sınıflamaları ile karşılaştırılmıştır. Bunun yanı sıra aynı kaya türü için Akın (2009) tarafından önerilen bozunma sınıflaması yardımıyla bozunma derecesi değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak, Anıtkabir'de yapılan çalışmalarda çeşitli sınırlamalarla (örnekleme izninin olmaması, P dalgası hızı ölçümlerindeki sorunlar vb.) karşılaşılmış olup, elde edilen sonik P dalgası hızları yardımıyla yapılan değerlendirmelerde, Anıtkabir'deki sarı travertenlerde bozunmanın genel olarak etkili olmadığı belirlenmiştir. Ancak, noktasal olarak bazı sarı traverten bloklarında bozunmaya yönelik sorunların başladığı gözlenmektedir. Özellikle tören alanının güneybatı cephesindeki kolonlarda yer alan sarı traverten bloklarında ve Aslanlı Yol kenarındaki duvarlarda bu sorunlar, su (yağmur ve çim sulaması) ve rüzgar gibi etkenlerin yoğun olmasına da bağlı olarak daha belirgindir.

Anahtar kelimeler: Anıtkabir, traverten, bozunma, sonik P dalgası hızı

Değerlendirmeler

Akın, M., 2009. A quantitative weathering classification system for yellow travertines. Environmental Earth Sciences, DOI 10.1007/s12665-009-0319-7.

Genelkurmay Başkanlığı, 1994. Anıtkabir tarihçesi. Genelkurmay Basımevi, Ankara.

Prediction of Tensile Strength of Rocks by using Regression Analyses and Artificial Neural Networks and Comparison of the Models

Selçuk Alemdağ¹, Zülfü Gürocak², Musharraf M. Zaman³ ve Pranshoo Solanki³

¹Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane, Türkiye
(E-mail: selcukalemdag@gmail.com)

²Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Elazığ, Türkiye

³School of Civil Engineering and Environmental Science, University of Oklahoma, Norman, OK 73019-1024,
USA

Tensile strength of rocks is an important parameter used in engineering works. Although the tensile strength test is relatively simple, it is time-consuming and requires samples which are prepared according to standards. Therefore, indirect properties are often used to predict the tensile strength, such as Schmidt rebound number, point load strength index, unit weight and porosity. These tests are simpler, faster and more economical. These tests can also be carried out in the field.

The main objective of this study is to evaluate the indirect methods for estimating the tensile strength of rocks. A combined laboratory and modeling study was conducted to develop a database for predicting tensile strength of rocks. Six hundred eighty six rock samples from 24 different sites throughout eastern Turkey were collected and tested for the development of the database and evaluation of models. A total of 512 samples were used for developing the models and the remaining 174 were used to evaluate the dataset. The material parameters selected in the development of the models include tensile strength (σ_t), point load strength index ($Is_{(50)}$), Schmidt rebound number (N) and unit weight (γ). A total of four, two regression models, namely, simple linear regression and multiple regression, and two feed forward-type artificial neural network (ANN) models, namely, Radial Basis Function Network (RBFN) and Multi-Layer Perceptrons Network (MLPN) were developed. Overall, the coefficient of correlation (r) of the MLPN model was found 0.91, while the r values obtained from the multiple regression and the RBFN models were found as 0.83 and 0.87, respectively. The MLPN model exhibited the highest performance. A sigmoid equation was suggested by using weight values obtained from the MLPN analyses to predict tensile strength of rocks. The performance of this equation was evaluated using the evaluation dataset and the r was found 0.84.

Key words: *Tensile strength, multiple regression, Eastern Turkey, artificial neural network*

Kayaçların Çekme Dayanımının Regresyon Analizleri ve Yapay Sinir Ağları ile Tahmin Edilmesi ve Modellerin Karşılaştırılması

Kayaçların çekme dayanımı mühendislik çalışmalarında kullanılan önemli parametrelerden birisidir. Çekme dayanımı deneyi oldukça basit olmasına rağmen zaman alıcıdır ve standartlarda belirtilen boyutlara göre hazırlanmış karot örnekleri gerektirir. Bu nedenle çekme dayanımının tahmin edilmesinde Schmidt geri sıçrama sayısı, nokta yükü dayanım indeksi, birim hacim ağırlık ve porozite gibi dolaylı özellikler sıkılıkla kullanılır. Bu deneyler daha basit, hızlı ve ekonomiktir. Bu deneyleri arazide de yapmak mümkündür.

Bu çalışmanın ana amacı, kayaçların çekme dayanımının dolaylı yöntemlerle belirlenmesini değerlendirmektir. Bu amaçla, veri tabanı oluşturmak için laboratuvar ve modelleme çalışması gerçekleştirılmıştır. Veri tabanının oluşturulması ve modellerin geliştirilmesi için Doğu Türkiye'nin doğu kesiminde 24 farklı yerden toplam 686 örnek derlenmiş ve bu örneklerde laboratuvar deneyleri gerçekleştirilmiştir. Toplam 512 örnek modelleme için, diğer 174 örnek de

değerlendirme için kullanılmıştır. Modelleme için seçilen parametreler çekme dayanımı (σ_t), nokta yükü dayanım indeksi ($I_{s(50)}$), Schmidt geri sıçrama sayısı (N) ve birim hacim ağırlığını (γ) içermektedir. Basit doğrusal ve çoklu regresyon ile Radial Basis Function Network (RBFN) ve Multi-Layer Perceptrons Network (MLPN) modelleri olmak üzere toplam dört model geliştirilmiştir. Sonuçta, çoklu regresyon ve RBFN modelinin korelasyon katsayıları sırasıyla 0.83 ve 0.87 olarak bulunurken, MLPN modelinin korelasyon katsayısı 0.91 olarak bulunmaktadır. MLPN modeli en yüksek performansa sahip modeldir. Kayaçların çekme dayanımının tahmin edilmesi için MLPN analizlerinden ortaya çıkan ağırlık değerleri kullanılarak bir sigmoid eşitlik önerilmiştir. Bu eşitliğin performansı değerlendirme için ayrılmış olan veri tabanı kullanılarak değerlendirilmiş ve korelasyon katsayısı 0.84 olarak bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Çekme dayanımı, çoklu regresyon, Doğu Türkiye, yapay sinir ağı.

Engineering Properties of Weak Rocks Used as Building Stone: Examples from Historical Structures in the Niğde Region

Mustafa Korkanç¹ & Burak Solak²

¹ Nigde University, Geological Engineering Department, 51245 - Nigde
(E-mail: mkorkanc@nigde.edu.tr)

² Nigde University, the Institutes of Science, 51245 - Nigde

Weak rocks were widely used because of their easy treatment properties for different purposes by human being from past to present. Weak rocks are affected by outer factors because of their geological properties in comparison with hard rocks and this significantly reduces their performance in the usage area. Weak rocks are mainly or directly used in carved rock buildings or as a building stone in historical buildings built for different purposes. In this study, determination of the properties, that significantly affect the performance of the yellow tuffs and ignimbrites known as Niğde Yellow used in many historical buildings of the region, is aimed. The major cause of survival of the historical buildings till today is the durability of the building stones against external factors. Detailed investigations were carried out to determine the lithological, textural and engineering properties of the yellow tuffs and ignimbrites that have weak rock properties. In this context, chemical analysis, petrographic studies, XRD analysis and other experimental studies to determine the engineering properties of these rocks were carried out. As a result of the experimental studies, many engineering properties like dry and saturated unit weights, water absorption in weight, effective porosity, slake durability index, capillary water absorption, P-wave speed and uniaxial pressure strength were determined. In addition, in-situ Schmidt hammer rebound value measurements were made at different levels of the investigated historical buildings. In spite of the low engineering properties of the investigated rocks, the most important problem that affects the performance in the usage area is ground water. Local losses were observed as a result of the superficial spallings and ruptures in rocks because of the moistening especially in ignimbrites. Except the moistening effect, in rocks used in most of the structures investigated, although they have been extracted from the same quarries, because the stones have been from the parts of quarries where rocks exhibit different and weak characteristics, it was observed that weathering processes more effectively developed on these rocks used as building stone.

Key words: Niğde, weak rock, weathering, historical structure, ignimbrite, tuff

Yapı Taşı Olarak Kullanılan Zayıf Kayaların Mühendislik Özellikleri: Niğde Yöresi Tarihi Yapılarından Örnekler

Zayıf kayalar, çeşitli amaçlar için kolay işlenebilirliği nedeniyle, geçmişten günümüze kadar insanoğlu tarafından yaygın olarak kullanılmıştır. Zayıf kayalar, sert kayalara oranla, jeolojik özelliklerinden dolayı dış faktörlerden daha çok etkilenecek kullanım yerindeki performansı da önemli derecede düşürebilmektedir. Zayıf kayalardan çoğunlukla ya doğrudan doğruya içeri oyularak oluşturulmuş kaya yapıları, ya da değişik amaçlar için inşa edilmiş tarihi yapılarda yapı taşı olarak yararlanılmaktadır. Bu çalışmada yöreye özgü birçok tarihi yapıda kullanılan ve Niğde sarısı olarak bilinen sarı tüfler ile ignimbritlerin kullanım yerlerindeki performanslarını önemli derecede etkileyen özelliklerin belirlenmesine yönelik araştırmalar yapılmıştır. Günümüzde kadar ulaşan tarihi yapıların ayakta kalmasındaki nedenlerin başında kullanılan taşların dış etkilere karşı dayanıklılığı gelmektedir. Zayıf kaya özelliğindeki sarı tüf ve ignimbritlerin litolojik, dokusal ve mühendislik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla ayrıntılı araştırmalar yapılmıştır. Bu kapsamında kimyasal analizler, petrografik incelemeler, XRD analizleri ile bu kayaların mühendislik özelliklerinin belirlenmesine yönelik deneyel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Deneyel çalışmalar sonucunda incelenen taşların, kuru ve doygun birim ağırlıkları, ağırlıkça su emme, efektif porozite, suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi, kılcal su emme, P-dalga hızı ve tek eksenli basınç dayanımı gibi birçok mühendislik özelliklerini belirlenmiştir. Ayrıca incelenen tarihi yapıların farklı seviyelerinde yerinde Schmidt çekici geri sıçrama değeri ölçümleri de yapılmıştır. İncelenen taşların mühendislik özelliklerinin nispeten düşük olmasına karşın, kullanım yerindeki performansını etkileyen en önemli sorunun zemin suyu olduğu anlaşılmış olup, özellikle ignimbritlerde nemlenme sonucunda kayada yüzeysel dökülme ve kopmalar sonucunda yersel kayıplar gözlenmiştir. İncelenen yapıların çoğunda kullanılan kayalarda, nemlenme etkileri dışında, farklı dokusal özelliklerdeki kayaların birlikte kullanılması, aynı taş ocağında olmasına karşın farklı ve zayıf özellikler gösteren kesimlerden taş seçilmesi nedeniyle yapı taşı olarak kullanılan bu kayalarda bozunma sürecinin daha etkin geliştiği gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Niğde, zayıf kaya, bozunma, tarihi yapı, ignimbrit, tiif.