



Kurtpınar (Ceyhan) Bazaltlarının Demiryolu Balastı Olarak Kullanımının Değerlendirilmesi

Esma KAHRAMAN*¹, Nil YAPICI¹

¹ Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye

*ekahraman@cu.edu.tr

(Alınış/Received: 03.03.2022, Kabul/Accepted: 06.04.2022, Yayınlama/Published: 31.07.2022)

Öz: Bazaltlar, demiryolu balastları, binalar, tarihi yapılar ve anıtlar gibi birçok mühendislik projesinde doğrudan yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada; Ceyhan Kurtpınar bazaltlarının, fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri belirlenerek demiryolu balastı olarak kullanım olanakları araştırılmıştır. Çalışma kapsamında; söz konusu bölgede incelemeler yapılmış ve yapılacak deneyler için kaya örnekleri alınmıştır. Kaya numunelerinin fiziksel (Los Angeles aşınma direnci tayini, Mikro-Deval aşınma direnci, su emme oranı, tane yoğunluğu ve MgSO₄ dona dayanıklılık direnci), mekanik (tek eksenli basınç dayanımı, nokta yük dayanımı, Brezilya Yarma Deneyi) ve mineralojik özellikleri incelenmiştir. Ayrıca P dalga hızı ve sertlik analizleri de yapılmıştır. Deneysel çalışmalar Ceyhan Kurtpınar Bazaltlarının konvansiyonel hatlarda demiryolu balastı olarak kullanılabilceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Bazalt, Balast, Don kaybı, Los Angeles Aşınma, Ceyhan Kurtpınar

Evaluation of Use of Kurtpınar (Ceyhan) Basalts as Railway Ballast

Abstract: Basalts are used directly as construction materials in many engineering projects such as railway ballasts, buildings, historical structures and monuments. In this study, the physical, mechanical, and petrographic qualities of Ceyhan Kurtpınar basalt rocks were investigated to determine their usage possibilities as railway ballast. Scope of work; surveys were made in the region and rock samples were taken for the experiments to be carried out. Physical (Los Angeles abrasion resistance, Micro-Deval abrasion resistance, water absorption rate, grain density and MgSO₄ frost resistance), mechanical (uniaxial compressive strength, point load strength, Brazilian splitting tensile strength) and mineralogical properties of rock samples were determined. In addition, P wave velocity and hardness analyzes were also performed. Experimental studies have shown that the Ceyhan Kurtpınar Basalts can be used as railway ballast on conventional lines.

Keywords: Basalt, Ballast, Frost loss, Los Angeles Abrasion, Ceyhan Kurtpınar

1. Giriş

Balast, raylı ulaşım hatlarında ray altında kullanılan, atmosferik şartlardan meydana gelebilecek suları ortamdan uzaklaştıran ve yük taşıyan 22,4 mm ila 63 mm çapında köşeli ve yeterli sertlikteki taşların kırılması ile elde edilen malzemelerdir [1, 2, 3]. Günümüzde demir yolu hatlarında bazalt, granit, granodiyorit, gabro, diyabaz, siyenit, diyorit, porfir ve sert kalker balast malzemesi olarak kullanılmaktadır [4, 5]. Balast olarak kullanılan kayaların uygun standartlarda olup olmadığının araştırılması ve uygun malzeme seçimi büyük yatırımlar gerektiren demiryolu projelerinde hayati önem arz etmektedir. Demiryolu hatlarında kullanılacak kayaların mineralojik ve petrografik özelliklerinin yanında fiziko-mekanik özelliklerinin de detaylı olarak araştırılması gerekmektedir.

Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD) Balast Teknik Şartnamesine [6] göre; balast olarak kullanılacak malzemelerin geometrik ve fiziksel özelliklerinin tespiti için yapılan

Atıf için/Cite as: E. Kahraman, N. Yapıcı, "Kurtpınar (Ceyhan) bazaltlarının demiryolu balastı olarak kullanımının değerlendirilmesi," *Demiryolu Mühendisliği*, no. 16, pp. 14-22, July. 2022. doi: 10.47072/demiryolu.1082366

kontroller TS 7043 EN 13450 [7] ile TS 699 [8] standartlarına ve bu standartların atıf yaptığı diğer standartlara göre yapılmalıdır. Yapılan değerlendirmeler ile uygunluğu beyan edilmelidir.

Ocaktan elde edilen balast malzemesi aşağıda verilen genel şartları sağlamalıdır;

- Yuvarlak, pürüzsüz dere çakılı kullanılmamalıdır.
- Keskin kenar ve köşelere sahip olacak şekilde parçalanmış olmamalıdır.
- Atmosferik koşullara karşı direnci yüksek olmalıdır.
- Aşınmaya karşı yüksek sertlik ve mukavemete sahip olmalıdır.
- Dayanımı yüksek ve dinamik-statik basınçlara karşı yüksek dirençli olmalıdır.
- Sürtünmeye karşı direnci yüksek olmalıdır.
- Uygun stabiliteye sahip ve drenaj kabiliyeti yüksek olmalıdır.
- Masif yapıda ve homojen olmalıdır.
- Zararlı bileşen, kil ya da toprak içeriği bulundurmamalıdır.

Demiryolu balastı olarak kullanılabilen malzemelerin özellikleri pek çok araştırmacı tarafından incelenmiştir.

Sabancı [9]; Pazarcık (Kahramanmaraş) ve Solhan (Bingöl) bölgesinde bulunan magmatik kayalar üzerinde yaptığı deneysel çalışmalar ile bu kayaların demiryolu balastı olarak kullanılabileceğini belirlemiştir. Sow [10] yaptığı çalışmada; Senegal’de bulunan Bandia kireçtaşı ve Diack bazalt ocaklarından elde ettiği numunelerin demiryollarında balast malzemesi olarak kullanılıp kullanılmayacağını değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda elde ettiği deneysel bulgular bazaltların balast olarak kullanılması için gereken özelliklere sahip olduğunu fakat kireçtaşının bu özellikleri taşımadığını göstermiştir. Vitton ve Breitenbucher [11], Chicago ve Detroit bölgesindeki balast malzemesinin mevcut kalitesini değerlendirmiş ve balast malzemelerinin planlanan yüksek hızlı demiryolu için standartları karşılayıp karşılamadığını belirlemişlerdir. Böylece bölgedeki agregaların balast olarak değerlendirilmesi için bir veri tabanı oluşturmuşlardır. Koralay ve ark. [1]; İnceler (Bozkurt/Denizli) bölgesinde bulunan gabroların balast malzemesi olarak kullanılabilirliğini değerlendirmişlerdir. Fiziksel, mekanik ve petrografik incelemeler sonucunda bu bölgedeki gabroların balast malzemelerinden istenilen standart değerleri karşıladığını belirtmişlerdir. Kenan ve ark. [2] yaptığı çalışmada Ankara-İstanbul arasında yapılan yüksek hızlı tren (YHT) hattı üzerinde bazalt ve granitin bir arada balast malzemesi olarak kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Malzemelerin balast olarak kullanımı sırasında birbirini aşındırıp aşındırmayacağını incelemişlerdir. Çalışmalarının sonucunda balast malzemelerinin ayrı ayrı veya bir arada kullanılabilmesi sonucuna varmışlardır.

Bu çalışma kapsamında; Kurtpınar (Ceyhan) bazaltlarının fiziko-mekanik, kimyasal ve petrografik özellikleri belirlenerek deney sonuçlarının “TCDD Balast Teknik Şartnamesine” ne [6] uygunluğu değerlendirilecektir. Ayrıca çalışma; hammadde sahasının Mersin-Gaziantep arasında yapılacak olan hızlı tren hattına oldukça yakın konumda olmasından dolayı hattın yapımında bazaltların balast malzemesi olarak kullanılabilirliği hakkında fikir sağlayacaktır.

2. Materyal ve Metot

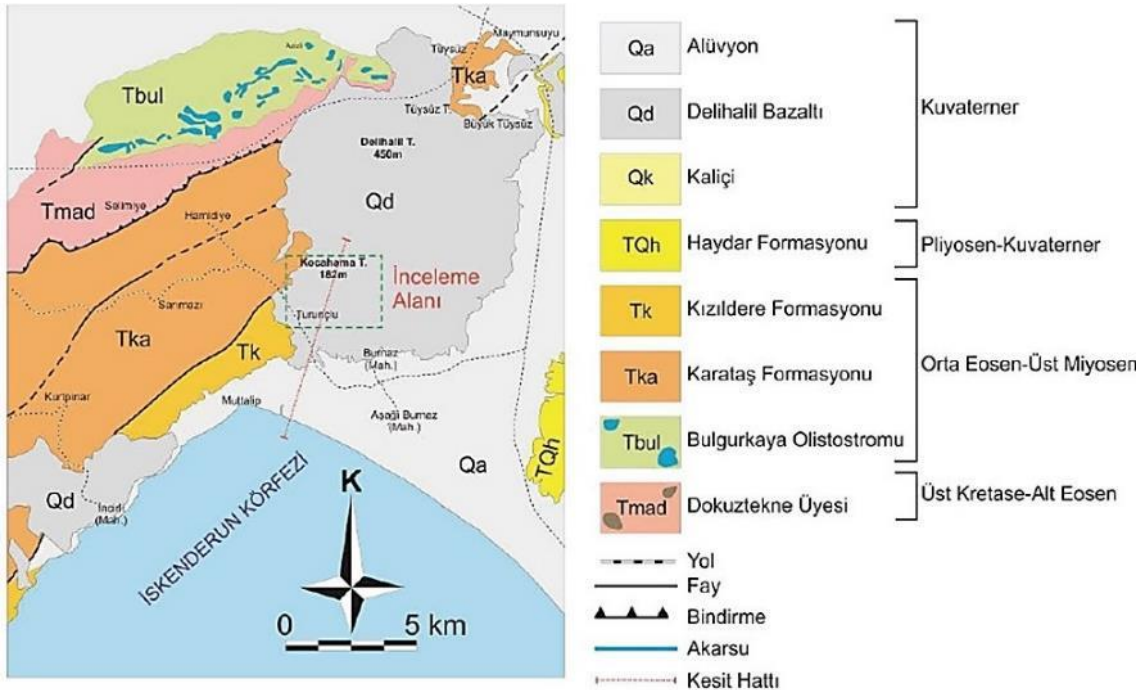
2.1. Materyal

Çalışma sahasında yapılan incelemelerde; ocağın genel yapısının balast üretimine uygun olduğu, süreksizlik ve ezilme zonları görülse de devamlılık arz etmediği, genel olarak homojen bir yapı sergilediği gözlenmiştir. İncelenen bazalt örneklerinin yeri ve jeolojisi aşağıdaki başlıklar altında verilmiştir.

İnceleme alanı Adana ili, Ceyhan İlçesi, Kurtpınar mahallesi sınırları içerisinde bulunmaktadır. Adana iline 67 km ve Ceyhan ilçesine 20 km uzaklıkta olup ulaşım D-52 ve D-817 karayolu ile sağlanmaktadır.

Bölge jeolojisi ve stratigrafisi önceki yıllarda birçok araştırmacı tarafından farklı başlıklar altında çalışılmış ve yorumlanmıştır [12, 13, 14, 15,16]. Çalışma sahası, Pliyo Kuvaterner yaşlı volkanik bileşimli Delihalil bazaltı olarak tanımlanan kayaçlar içerisinde bulunmaktadır. Bölgede piroklastik ve boşluklu özelliklere sahip kayaçların farklı yapısal ve dokusal özellik sergilemeleri bölgedeki volkanik aktivitenin tek seferde gerçekleşmediğini kanıtlamaktadır [12].

Yakın çevrede bulunan diğer birimler; Üst Kretase yaşlı spilitik volkanit, tüfit ve aglomera içerikli Dokuztekn üyesi, Orta Eosen-Oligosen yaşlı olistolitli mega breş, kil-kum- çakıltaşı- marn içerikli Bulgur kaya olistromu, Orta Miyosen yaşlı kumtaşı, kumlu kireçtaşı, marn, kireçtaşı ve konglomera ardalanmasından oluşan filiş içerikli Karataş formasyonu, Serravaliyen-Messiniyen yaşlı kumtaşı, marn, resifal kireçtaşı içerikli Kızıldere formasyonudur [12, 13, 14] (Şekil 1).



Şekil 1. Doğu Akdeniz bölgesinde inceleme alanını içeren jeolojik harita [12, 13, 14]

Volkanik faaliyet Alt-Orta Miyosen yaşlı sedimanter kayaçları keserek geniş ölçekli yayılım sunmuştur. Delihalil Tepe’de bazik volkanik çıkışlı koniler yer aldığı için birim Kozlu [16] tarafından Delihalil bazaltları olarak tanımlanmıştır [12].

2.2. Metot

Bazalt sahasından, yapılacak olan deney ve analizler için üretim sırasında elde edilen blok numuneler Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği bölümüne getirilmiştir. Üretim aynasına ve numunelere ait görüntü Şekil 2’de verilmiştir. Blok numunelerden kesici makine ve karot alma makinesi kullanılarak deneyler için numuneler hazırlanmıştır (Şekil 3).



Şekil 2. Çalışma sahasına ait örnek ayna görüntüsü ve getirilen blok numune örnekleri



Şekil 3. Deneyler için hazırlanan silindirik ve küp numunelerden örnekler

Balast olarak kullanılacak malzemelerden istenilen fiziksel, mekanik, petrografik ve indeks özellikler “TCDD yeni Balast Teknik Şartnamesi”nde [6] belirtilmiştir. Fiziksel özellikler için gerçekleştirilecek deneyler Los Angeles parçalanma direnci tayini, Mikro-Deval aşınma direnci, su emme oranı, tane yoğunluğu ve $MgSO_4$ dona dayanıklılık direnci tayinidir. Ayrıca standart donma çözünme dayanımı deneyi de uygulanmıştır. Fiziksel deneylerin uygulanmasında kullanılan standartlar Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Fiziksel deneylerde kullanılan standartlar

Deney	Standart
Los Angeles parçalanma direnci	TS EN 1097-2 [17]
Mikro-Deval aşınma direnci	TS EN 1097-1 [18]
Su emme oranı	TS EN 1097-6 [19]
Tane yoğunluğu	TS EN 1097-6 [19]
Donma-Çözünme dayanımı	TS EN 1367-1 [20]
$MgSO_4$ dona dayanım	TS EN 1367-2 [21]

Balast malzemelerden istenilen mekanik özellikler tek eksenli basınç dayanımı, nokta yük dayanımıdır. Buna ek olarak çalışmada Brezilya Yarma Deneyi de yapılmıştır. Mekanik deneylerin uygulanmasında kullanılan standartlar Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Mekanik deneylerde kullanılan standartlar

Deney	Standart
Tek eksenli basınç dayanımı	TS EN 1926 [22]
Nokta yük dayanımı	TS 699 [8]
Brezilya Yarma Deneyi	TS 7654 [23]

Deney numunelerinin bazı indeks özelliklerini belirlemek için Schmidt sertliği, Mohs sertliği, P dalga hızı, don sonrası P dalga hızı deneyleri uygulanmıştır. Deneylerin uygulanmasında kullanılan standartlar Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. İndeks deneylerde kullanılan standartlar

Deney	Standart
Schmidt sertliği	ISRM [24]
Mohs sertliği	TS 6809-T1 [25]
P dalga hızı	TS EN 14579 [26]

Kayaç numunesinin petrografik analizleri TS EN 12407 [27], TS EN 12440 [28], TS EN 12670 [29] standartlarına göre değerlendirilmektedir.

3. Bulgular

Balast olarak kullanılacak malzemelerden istenilen özellikler ve sınır değerler “TCDD yeni Balast Teknik Şartnamesi”nde [6] belirtilmiştir. Kayacın ortalama deney sonuçları ve istenilen sınır değerler Tablo 4’te verilmiştir.

Ayrıca çalışma kapsamında; kayaç numunesi üzerinde Donma-çözünme dayanımı, Brezilya yarma deneyi, Schmidt sertliği, Mohs sertliği, don öncesi ve don sonrası P dalga hızı, metilen mavisi deneyleri de gerçekleştirilmiştir ve ortalama deney sonuçları Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 4. TCDD balast teknik şartnamesine göre malzemeden istenilen sınır değerler ve Kurtpınar bazaltının sonuçları [6]

Deney	Kurtpınar Bazaltı değerleri	Hızlı tren-yüksek hızlı tren hattı için sınır değerler	Konvansiyonel Hatlar için Sınır Değerler
Los Angeles Aşınma Direnci	%19,86 ± 0,11	≤ %14	≤ %20
Mikro Deval Aşınma Direnç	%13,21 ± 0,13	≤ %12	≤ %14
Su Emme Oranı	%1,48 ± 0,04	≤ %1,5	≤ %2
MgSO ₄ Deneyi (Dona Dayanıklılık)	%4,36 ± 0,11	≤ %3	≤ %5
Tane Yoğunluğu	2,887 ± 0,009 g/cm ³	≥ 2,60 g/cm ³	≥ 2,50 g/cm ³
Tek Eksenli Basınç Dayanımı	118,08 ± 0,502 MPa	≥ 100 MPa	≥ 50 MPa
Nokta Yük Dayanımı	6,15 ± 0,109 MPa	≥ 5 MPa	≥ 2.5 MPa

Tablo 5. Kurtpınar bazaltının bazı indeks özelliklerinin sonuçları

Deney	Değer
Donma Çözünme Dayanımı	% 1,16 ± 0,05
Schmidt sertliği	43 ± 2,26
Mohs sertliği	5
P dalga hızı (don öncesi)	5,23 ± 0,123 km/s
P dalga hızı (don sonrası)	4,63 ± 0,083 km/s
Brezilya yarma deneyi	11,58 ± 0,128 MPa

Petrografik tanımlama, standartlara uygun olarak alınan örnekler üzerinde çıplak göz, lup, zoomlu stereo polarizan mikroskop kullanılarak incelemeler yapılmıştır.

Petrografik analizler ile kayacı oluşturan mineraller, kayacın dokusu, yapısı, minerallerin petrografik özellikleri, kayacın mikroskobik olarak alterasyona uğrayıp uğramadığı, çatlak ve kırık özellikleri ve kayaç adı tanımlanmıştır.

Örneklerin Lup İncelemeleri; siyah-koyu gri renkte, gözenekli magmatik orijinli bazik bileşimlidir. Kayaç puzolanik yapıdadır. Bazik bileşimli olup hidroklorik aside (HCl) tepki vermemektedir.

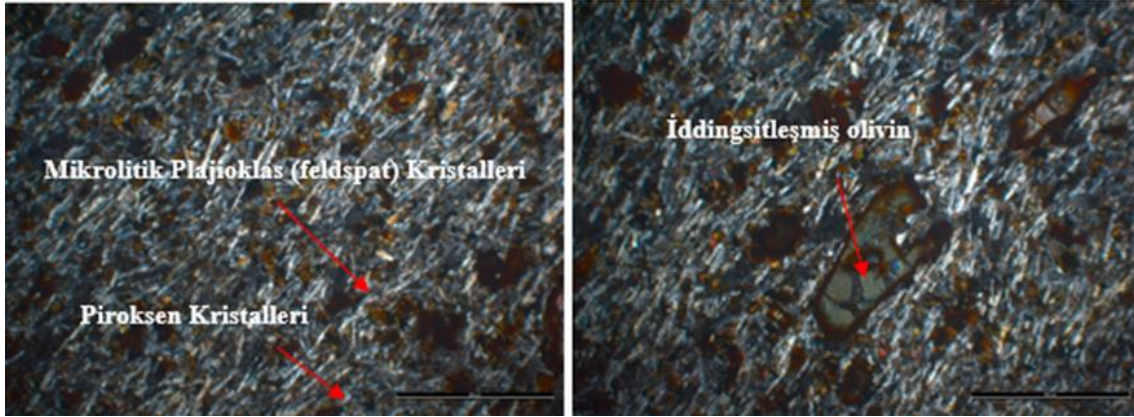
Çeneli kırıcı ile boyutu küçültülen kayaç parçacıklarının stereo mikroskop incelemelerinde; Ana mineral parajenezleri; kalsiyumlu feldspat, piroksen ve olivindir. Demir alterasyon görülmektedir. Fosil kavkıları yoktur (Şekil 4).

**Şekil 4.** Kayaç örneğinin stereo mikroskop görüntüsü

Örneklerin binoküler polarizan mikroskop incelemelerinde; ana kayaç mineralleri feldspat, piroksen ve olivin olduğu gözlenmiştir. Feldspatlar eş boyutlu mikrolitler halinde olup akıntı izleri belirgindir. Polisentetik ikizlenme çoğunluktadır ve sönme açılarına göre bazik bileşimli

olup %65-70 oranında bitownit bulunmaktadır. İkinci yoğunluklu olan mineral ise piroksendir (Şekil 5).

Piroksenler yarı özşekilli- özşekilsiz ve mikrokristalen hamur maddesi içerisinde bulunmakta olup %20-25 oranında Ojit bileşimlidirler. %6-7 oranında olivin kristalleri küçük fenokristaller halinde özşekilsiz fenokristaller demir ayrışmaları (iddingsitleşme) gözlenmiştir. Mafik mineral oranı %2-3 oranındadır. Yarı özşekilli demir minerallerinden oluşmaktadır. Kayaç mineral içeriğine göre olivin içeriği fazla olduğu için Olivinli Bazalt olarak tespit edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Mikrolitler halinde plajfoklas kristalleri, piroksen fenokristalleri ve iddingsitleşmiş olivin fenokristalleri (çift nikol)

4. Tartışma ve Sonuç

Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları tarafından kullanılacak olan balast malzemesi ile ilgili “Balast Teknik Şartnamesi” 2020 yılında güncellenmiştir. Bu güncelleme ile balast malzemelerinden istenilen sınır değerler hızlı-yüksek hızlı tren hatları ve konvansiyonel hatlar için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında; Ceyhan Kurtpınar bölgesi bazaltların teknik şartnamede belirtilen sınır değerlere uygunluğu araştırılmıştır.

Yapılan deneyler sonucunda;

- Los Angeles aşınma direnci % 19,86 olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre; bazalt numunesinin konvansiyonel hatlar için (\leq %20) uygun olduğu fakat hızlı tren-yüksek hızlı tren hattı için (\leq %14) sınır değerleri karşılamadığı gözlenmiştir.
- Mikro Deval aşınma direnci %13,21 olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre; bazalt numunesinin konvansiyonel hatlar için (\leq %14) uygun olduğu fakat hızlı tren-yüksek hızlı tren hattı için (\leq %12) sınır değerleri karşılamadığı gözlenmiştir.
- $MgSO_4$ don kaybı %4,36 olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre; bazalt numunesinin konvansiyonel hatlar için (\leq %5) uygun olduğu fakat hızlı tren-yüksek hızlı tren hattı için (\leq %3) sınır değerleri karşılamadığı gözlenmiştir.
- Tane yoğunluğu, su emme oranı, tek eksenli basınç dayanımı ve nokta yük dayanımı açısından bazalt numunesi hem konvansiyonel hatlar için hem de hızlı tren-yüksek hızlı tren hattı için sınır değerleri karşıladığı gözlenmektedir.
- Petrografik olarak kayacın olivince zengin olduğu ve alterasyon sonucu iddingsitleşmeye uğradığı tespit edilmiştir. Bu durum uzun vadede ışımaya ve aşınmaya karşı direnç düşüklüğüne sebebiyet verecektir.
- Diğer analizlere bakıldığında ise; kayaç sınıfının özelliklerini karşılamaktadır.
- Tüm analizlerin özellikle aşınma ve $MgSO_4$ don kaybı analizlerinin sahadaki üretiminin ilerlemesi ile tekrar değerlendirilmesi uygun olacaktır.

Teşekkür

Çalışmamıza katkısından dolayı Bozdoğan Madencilik İnş. Mak. Nak. San. ve Tic Ltd. Şti. yetkililerine teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynakça

- [1] M. Kozak, “Demiryolunda rayların birleşim noktaları ve özelliklerinin araştırılması,” *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(2), 40-49, 2011.
- [2] T. Koralay, İ. Çobanoğlu, M. Demir, “Ofiyolitler içerisindeki gabro dayklarının balast malzemesi olarak kullanılabilirliği inceler (Bozkurt-Denizli) örneği,” *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(2), 32-48, 2014.
- [3] O. Kenan, İ. Topal, E. Poşluk, “Ankara-İstanbul yüksek hızlı tren demiryolunda balast hammaddesi olarak granit ve bazaltın birlikte kullanılabilirliğinin araştırılması ve aşınma dayanımlarına etkisi,” *MT Bilimsel*, (1), 81-89, 2012.
- [4] M. Kozak, “Demiryolu balastının ve özelliklerinin araştırılması,” *Demiryolu Mühendisliği*, (13), 86-96, 2021.
- [5] M.Ç. Bayrak, “Altyapı özelliklerinin demiryolu üstyapısının performansına etkisi (PhD),” *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta, 176 s., 2018.
- [6] TCDD, “TCDD Balast Teknik Şartnamesi,” *Türkiye Cumhuriyeti Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Devlet Demir Yolları İşletmesi Genel Müdürlüğü Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı*, Ankara, 22 s., 2020.
- [7] TS 7043 EN 13450, “Demiryolu balastları için agregalar,” *TSE*, Ankara, 2020.
- [8] TS 699/T1, “Doğal yapı taşları - inceleme ve laboratuvar deney yöntemleri,” *TSE*, Ankara, 2016.
- [9] A. Sabancı, “Usability of Pazarcık (Kahramanmaraş) and Solhan (Bingöl) magmatics as railway ballast. (MSc),” *Inonu University, Institute of Natural and Applied Science*, Malatya, 54 p., 2018.
- [10] L. Sow, “Ballested railways in Senegal-Characterization of Bandia limestone and Diack Basalt for use as ballast materials,” *International Journal of Applied Engineering Research*, 14(15), 3396-3405, 2019.
- [11] S. Vitton, K. Breitenbucher, “Assessment of aggregate sources in Michigan for high speed railroad ballast (No. RC-1606),” Michigan. Dept. of Transportation. Office of Research and Best Practices, 2014.
- [12] A. Özvan, İ.A. Acar, “Kıyı koruma yapıları için Delihalil bazalt seviyelerinin (doğu Akdeniz) kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi,” *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 39 (1), 2015.
- [13] Z. Bilgin, T. Ercan, “Ceyhan – Osmaniye yöresindeki kuvaterner bazaltların petrolojisi,” *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 24, 22-30, 1981.
- [14] H. Kozlu, “Misis-Andırın dolaylarının stratigrafisi ve yapısal evrimi,” *Türkiye 7. Petrol Kongresi Dergisi*, 104 – 116, 1987.
- [15] H. Kozlu, “Doğu Akdeniz Bölgesinde yer alan Neojen basenlerinin (İskenderun, Misis-Andırın) Tektono-Stratigrafi birimleri ve bunların tektonik gelişimi,” *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*, 189 s, 1997.
- [16] H. Kozlu, “İskenderun baseni jeolojisi ve petrol olanakları,” *TPAO rapor no: 1921*, Ankara, 1982.
- [17] TS EN 1097-2, “Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler bölüm 2: parçalanma direncinin tayini için metotlar,” *TSE*, Ankara, 2020.
- [18] TS EN 1097-1, “Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler- Bölüm 1: Aşınmaya karşı direncin tayini (mikro- deval)”. *TSE*, Ankara, 2011.
- [19] TS EN 1097-6, “Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler-bölüm 6: Tane yoğunluğunun ve su emme oranının tayini,” *TSE*, Ankara, 2013.
- [20] TS EN 1367-1, “Agregaların ısıl ve bozunma özelliklerini tayin için deneyler- bölüm 1: Donmaya ve çözölmeye karşı direncin tayini,” *TSE*, Ankara, 2009.
- [21] TS EN 1367-2, “Agregaların termal ve bozunma özellikleri için deneyler-bölüm 2: Magnezyum sülfat deneyi,” *TSE*, Ankara, 2011.
- [22] TS EN 1926, “Doğal taşlar- Deney metotları- Basınç dayanımı tayini,” *TSE*, Ankara, 2007.
- [23] TS 7654. Kayaçların çekme mukavemetinin dolaylı (indirekt) metotla tayini. *TSE*, Ankara.
- [24] ISRM (1981). “Suggested methods for determining hardness and abrasiveness of rocks, part 3,” *Commission on standardisation of laboratory and field tests*, 101–102, 1989.
- [25] TS 6809/T1, “Mohs sertlik cetveline göre sertlik tayini,” *TSE*, Ankara, 2012.

- [26] TS EN 14579, “Doğal taşlar-Deney yöntemleri-Ses hızı ilerlemesinin tayini,” *TSE*, Ankara, 2006.
[27] TS EN 12407, “Doğal taşlar-deney yöntemleri-petrografik inceleme,” *TSE*, Ankara, 2019.
[28] TS EN 12440, “Doğal taşlar-İsimlendirme kriterleri,” *TSE*, Ankara, 2017.
[29] TS EN 12670, “Doğal taşlar-Doğal taşlar- terimler ve tarifler,” *TSE*, Ankara, 2019.

Özgeçmiş



Esmâ KAHRAMAN

Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümünde Doktor Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır. Lisans, Yüksek Lisans ve Doktora eğitimini Çukurova Üniversitesi’nde tamamlamıştır.
E-Posta: ekahraman@cu.edu.tr



Nil YAPICI

Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümünde Doktor Öğretim Üyesi olarak çalışmaktadır. Lisans, Yüksek Lisans ve Doktora eğitimini Çukurova Üniversitesi’nde tamamlamıştır.
E-Posta: nyapici@cu.edu.tr

Beyanlar:

Bu makalede bilimsel araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Yazarların katkıları: Esmâ KAHRAMAN: Kavramsallaştırma, Metodoloji, Yazılım. Kaynaklar, Doğrulama, Yazma-orijinal taslak hazırlama. Görselleştirme. Nil YAPICI: İnceleme. Kontrol. Gözden geçirme ve düzenleme.