

Kolankaya (Eşme/Uşak) Andezitik Bazaltlarının Konvansiyonel Demiryolu Hatlarında Demiryolu Balastı Olarak Kullanılabilirliği

Mehmet KOZAK¹

¹ TCDD 7. Bölge Demiryolu Bakım Servis Müdürlüğü, Afyonkarahisar, Türkiye

✉: mehmetkozak@tcdd.gov.tr  0000-0001-5306-3089

Geliş (Received): 19.07.2024

Düzeltilme (Revision): 11.10.2024

Kabul (Accepted): 22.10.2024

ÖZ

Bu çalışma ile Kolankaya (Eşme/Uşak) andezitik bazaltlarının konvansiyonel demiryolu hatlarında demiryolu balastı olarak kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında; söz konusu andezitik bazalt ocağında gözlem yapılarak deneylerde kullanılmak üzere kayaç numuneleri alınmıştır. Alınan kayaç numuneleri üzerinde kayacın fiziksel özelliklerin tespiti için Balast Teknik Şartnamesinde istenilen Los Angeles, tane yoğunluğu, su emme oranı, dona dayanıklılık, Mikro-Deval deneyleri yapılmıştır. Kayacın isim ve köken tespiti için petrografik analiz yapılmış ve polarizan mikroskop incelemesi sonucunda kayacın; magmatik kökenli yüzey kayacı olduğu ve Kayaçların Modal Minerolojik Sınıflamasına göre kayaç andezitik bazalt olarak tanımlanmıştır. Los Angeles aşınma direnci % 12, tane yoğunluğu 2,59 Mg/m³, dona dayanıklılık değeri % 1, aşınmaya karşı direnç (Mikro-Deval) % 8, su emme oranı ise % 1,2 olduğu belirlenmiştir. Yapılan deneysel çalışmalar Kolankaya (Eşme/Uşak) andezitik bazaltlarının konvansiyonel demiryolu hatlarında demiryolu balastı olarak kullanılabilirliğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Andezitik Bazalt, Balast, Demiryolu Balastı, Dona Dayanıklılık, Kolankaya Eşme

Usability Of Kolankaya (Eşme/Uşak) Andesitic Basalts As Railway Ballast On Conventional Railway Lines

ABSTRACT

This study aimed to investigate the usability of Kolankaya (Eşme/Uşak) andesitic basalts as railway ballast on conventional railway lines. Scope of work; Observations were made in the andesitic basalt quarry in question and rock samples were taken to be used in the experiments. Los Angeles, grain density, water absorption rate, frost resistance and Micro-Deval tests required in the Ballast Technical Specification were carried out on the rock samples taken to determine the physical properties of the rock. Petrographic analysis was performed to determine the name and origin of the rock, and as a result of polarizing microscope examination, the rock was; It is a surface rock of magmatic origin and according to the Modal Mineralogical Classification of Rocks, the rock is defined as andesitic basalt. Los Angeles abrasion resistance was determined as 12%, grain density as 2.59 Mg/m³, frost resistance value as 1%, abrasion resistance (Micro-Deval) as 8% and water absorption rate as 1.2%. Experimental studies have shown that Kolankaya (Eşme/Uşak) andesitic basalts can be used as railway ballast in conventional railway lines.

Keywords: Andesitic Basalt, Ballast, Railway Ballast, Frost Resistance, Kolankaya Eşme

GİRİŞ

Hat olarak isimlendirilen özel bir yol üzerinde, mekanik olarak hareket eden araçlarla çekilen yolcu ve yük taşıma sistemine demiryolu denir [1]. Demiryolu üstyapı ve altyapı olarak iki ana kısımdan oluşmaktadır [2].

Demiryolu araçlarının istenilen hızlarda emniyetli ve konforlu şekilde hareket edebilmesine olanak sağlamak için belirli kriterler dikkate alınarak inşa edilmiş, demiryolu araçlarının yol ile temasının gerçekleştiği yol bölümüne üstyapı denilir. Üstyapı; ray, travers, bağlantı malzemeleri ile balasttan oluşmaktadır [3].

Demiryolu balastı; platformun üzerine döşenen, traverslerin aralarını doldurarak ve traversler tarafından

üzerine iletilen tüm etkileri kalıcı çökmeye uğramadan ve taneleri arasındaki sürtünme ile yayarak platforma ileten, ayrıca traverse elastik bir yatak oluşturan demiryolu üst yapı elemanıdır. 63 mm açıklıklı kare gözlü elekten % 100 geçen, 22,4 mm açıklıklı kare gözlü elek üzerinde en az % 97'si kalan ve TCDD Balast Teknik Şartnamesinde istenilmekte olan gradasyonu sağlayacak şekilde kırılmış olan keskin kenarlı ve köşeli, sağlam ve sert kayaçlardan üretilmektedirler [4-7].

Bazalt, gabro, diyabaz, granit, granodiyorit, diyorit, riyolit, siyenit, porfir, gnays, andezit, silttaşı, kuvarsit, kumtaşı, kireçtaşı (kalker) ve dolomit gibi kayaçlar demiryollarında demiryolu balastı olarak kullanılmaktadır [7-12].

Demiryolu üstyapı elemanı olan balastın görevleri maddeler halinde aşağıda belirtilmiştir;

- Yolu zeminini yüksek gerilmelerden koruyabilmek için traverslerden gelen yükleri daha geniş bir alana homojen bir şekilde yayarak, yolu kalıcı oturmalarına karşı korumak ve kalıcı oturmaları sınırlandırmak,
- Yolu istenen eksende tutabilmek için traverslere uygulanan yanıl, düşey ve boyuna kuvvetlere karşı koymak,
- Yolu hat işleme ve yüzey bakımına olanak sağlamak,
- Demiryolu araçlarından gelen boyuna, yatay ve düşey kuvvetlere karşı traverslerin hareketlerini sınırlandırarak traversleri yerinde tutarak traverslere yataklık etmek,
- Yola gelen yağmur ve kar sularını sürerek dışarı atmak ve yolu ottan korumak,
- Dinamik yüklerin tesirini azaltmak için gerekli olan esnekliği yola vererek platforma elastik bir yatak oluşturmak,
- Demir ve ahşap traverslerin toprakla olan ilişkisini keserek çürümelerini engellemek,
- Kar ve yağmur sularının drenajını sağlayarak platformu donma çözülme etkisinden kurtarmak,
- Demiryolunda meydana gelecek gürültüyü azaltmak,
- Platformu buzlanmaya karşı korumak,
- Meydana gelecek gerilmeleri, altındaki malzemeler için kabul edilebilir seviyelere düşürmek [3, 11, 13-16].

Balast için uygun olan malzeme ocaklarının seçimi ve demiryolu balast olarak kullanılacak kayaların istenilen fiziksel özelliklerde olup olmadığının araştırılması demiryolu projeleri için büyük önem arz etmektedir. Bu çalışma ile Kolankaya (Eşme/Uşak) andezitik bazaltlarının konvansiyonel demiryolu hatlarında demiryolu balastı olarak kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma alanı Uşak ili, Eşme ilçesi, Kolankaya Köyü sınırları içerisinde bulunmaktadır. Uşak iline 50 km ve Eşme ilçesine 8 km, Ahmetler köyüne ise 2,7 km uzaklıkta yer almakta olup ulaşım Uşak-Eşme karayolu ile sağlanmaktadır. Şekil 1’de Kolankaya (Eşme/Uşak) andezitik bazalt ocağının yer buldur haritası verilmiştir. Bazalt ocağında yapılan saha çalışmalarında (Şekil 2); ocağın homojen bir yapı sergilediği ve malzeme üretimine uygun olduğu gözlenmiştir. Ocaktaki bazalt oluşumları, orta açık gri renklidir. Malzemenin çok fazla süreksizlik içermesinden dolayı sahadan blok halinde bazalt alımı mümkün değildir. Bu sebeple sahada var olanı bazaltı kırmataş üretimi için kullanmak daha avantajlıdır

Balast olarak kullanılacak kayacın petrografik özellikleri açısından ismi ve kökenin belirlenmesi için petrografik analiz yapılmıştır. Balastın TCDD Balast Teknik Şartnamesinde istenilen geometrik özellikleri ise, balastın üretiminde kullanılacak olan üretim prosedürleri sayesinde sağlanabilecektir.

Malzeme ocağından alınan kayaç örnekleri çeneli kırıcı yardımı ile balast boyutuna getirilmiştir. Balast Teknik

Şartnamesine göre balastın fiziksel özelliklerinin belirlenmesi için; su emme oranı, Los Angeles parçalanma direnci, Mikro-Deval aşınma dayanımı, tane yoğunluğu, dona dayanıklılık deneylerinin yapılması zorunludur. Kayacın fiziksel özelliklerinin belirlenmesi için yapılan deneylerde kullanılan standartlar Tablo 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Kolankaya (Eşme/Uşak) andezitik bazalt ocağının yer buldur haritası



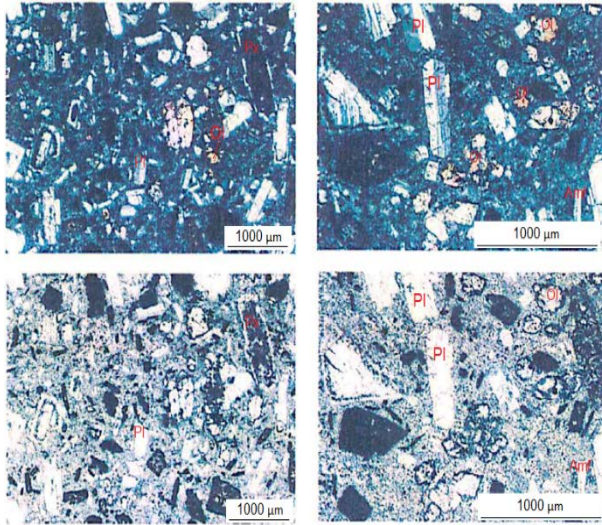
Şekil 2. Kolankaya (Eşme/Uşak) andezitik bazalt ocağı (bakış yönü kuzeydoğu)

Tablo 1: Kayacın fiziksel özelliklerinin belirlenmesi için yapılan deneylerde kullanılan standartlar [7, 13].

Deney	Standart	Numune Tane Boyutu
Parçalanma direnci tayini	TS EN 1097-2 [17]	31,5-50 mm
Su emme oranı	TS EN 1097-6 [18]	40-63 mm
Tane yoğunluğu	TS EN 1097-6 [18]	40-63 mm
Termal ve bozunma özelliği için MgSO ₄ deneyi	TS EN 1367-2 [19]	31,5-50 mm
Aşınmaya karşı direncin tayini	TS EN 1097-1 [20]	31,5-50 mm

BULGULAR ve TARTIŞMA

Polarizan mikroskop ile mineralojik ve petrografik özelliklerin incelenmesinde; yarı kristalli porfirik dokuya sahip kayacın, piroksen (% 15), plajiyoklaz (% 25), amfibol (% 10), olivin (% 5), mikrolit ve volkan camından (% 45), opak ve tali mineraller (% 1'den az) oluşan magmatik kökenli yüzey kayacı olduğu tespit edilmiştir. Kayaçların Modal Mineralojik Sınıflamasına göre kayaç andezitik bazalt olarak tanımlanmıştır.



Şekil 3. Kolankaya (Eşme/Uşak) andezitik bazaltına ait örneklerin ince kesit polarizan mikroskop görüntüleri (Pl: Plajiyoklaz, Px: Piroksen, Amf: Amfibol, Ol: Olivin)

Los Angeles (parçalanma direnci tayini) aşınma deneyi, demiryolu balastlarının parçalanmaya karşı direncini tespit etmek için etkili olan deneylerden birisidir. Demiryolu balastının servis ömrü boyunca demiryolu araçlarının yüklerinden nasıl etkilendiğini belirlemek için yapılan pratik ve etkili bir deneydir [21]. Çalışmada kullanılan Kolankaya (Eşme/Uşak) andezitik bazaltın parçalanma direnci (Los Angeles) % 12 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuca göre; andezitik bazalt numunesinin konvansiyonel (\leq %20) demiryolu hatları için uygun olduğu görülmüştür.

Demiryolu balastı olarak kullanılacak kayaç içerisindeki gözeneklerin varlığı, balastın mekanik ve fiziksel özelliklerini olumsuz yönde etkiler. Bu boşluk ve gözeneklerin çok küçük miktarda varlığı bile demiryolu balastın deformasyonu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir [22]. Demiryolu balastında bulunan boşluk ya da gözeneklerde biriken suyun donması-çözülmesi ile kayaçın mekanik özellikleri azalır ve bu olay aynı zamanda malzemede yeni çatlaklara ve ayrışmalara neden olur [23]. Bu sebeple balast olarak kullanılacak kayaçın seçiminde, kayaçın su emme oranı çok etkilidir. Çalışmada kullanılan Kolankaya (Eşme/Uşak) andezitik bazaltın su emme oranı % 1,2 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuca göre; andezitik bazalt numunesinin konvansiyonel (\leq %2) demiryolu hatları için uygun olduğu görülmüştür.

Demiryolu balastının tane yoğunluğu, balastın fiziksel özellikleri ve dayanımı hakkında fikir vermektedir. Tane yoğunluğu yüksek olan balastlar, genellikle düşük poroziteli ve düşük su emme oranına sahip kayaçlardan elde edilmektedir [24]. Bu sebeple balast olarak kullanılacak kayaçın seçiminde, kayaçın tane yoğunluğu çok etkilidir. Çalışmada kullanılan Kolankaya (Eşme/Uşak) andezitik bazaltın tane yoğunluğu 2,59 Mg/m³ olarak tespit edilmiştir. Bu sonuca göre; andezitik bazalt numunesinin konvansiyonel (\geq 2,50 Mg/m³) demiryolu hatları için uygun olduğu görülmüştür. Tane yoğunluğu bazalta göre düşük çıkmış olup ocakta geniş çaplı bir alanda ve bazı bölgelerde karot yardımı ile örnekler alınarak tane yoğunluğunun sonraki çalışmalarda araştırılması önerilebilir.

Isı farkları, demiryolu balastın stabilitesini olumsuz yönde etkilemekte ayrıca, fiziksel ayrışmalar neden olmaktadır. Atmosferik şartlara direk maruz kalan demiryolu balastları donma-çözünme etkisiyle mekanik olarak deformasyon meydana gelmektedir [25]. Bu nedenle demiryolu balastında don kaybının tespiti önemli bir parametredir. Çalışmada kullanılan Kolankaya (Eşme/Uşak) andezitik bazaltın termal ve bozunma özelliği için MgSO₄ deneyi (dona dayanıklılık) sonucu % 1'dir. Bu sonuca göre; andezitik bazalt numunesinin konvansiyonel (\leq %5) demiryolu hatları için uygun olduğu görülmüştür.

Mikro-Deval deneyi demiryolu balastının aşınmaya karşı direncini tespitinde yaygın olarak kullanılır [26]. Mikro-Deval deneyi, demiryolu balastının servis ömrü boyunca demiryolu araçlarının yüklerinden nasıl etkilendiğini belirlemek için yapılan pratik ve etkili bir deneydir. Çalışmada kullanılan Kolankaya (Eşme/Uşak) andezitik bazaltın aşınmaya karşı direnci (Mikro - Deval) % 8 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuca göre; andezitik bazalt numunesinin konvansiyonel (\leq %14) demiryolu hatları için uygun olduğu görülmüştür.

Kolankaya (Eşme/Uşak) andezitik bazaltlarının konvansiyonel demiryolu hatlarında demiryolu balastı olarak kullanılabilirliğinin tespiti için yapılan fiziksel deneylerden elde edilen sonuçlar ve konvansiyonel demiryolu hattı sınır değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Kolankaya (Eşme/Uşak) andezitik bazaltının deney sonuçları ve konvansiyonel demiryolu hattı sınır değerleri

Deney	Kolankaya (Eşme/Uşak) Andezitik Bazaltı Deney Sonuçları	Konvansiyonel Demiryolu Hattı Sınır Değerleri [13]
Parçalanma direnci tayini	%12	≤ %20
Su emme oranı	%1,2	≤ %2
Tane yoğunluğu	2,59 Mg/m ³	≥ 2,50 Mg/m ³
Termal ve bozunma özelliği için MgSO ₄ deneyi	%1	≤ %5
Aşınmaya karşı direncin tayini	%8	≤ %14

SONUÇ

Çalışma kapsamında; TCDD Balast Teknik Şartnamesinde istenilen sınır değerlere uygunluğu açısından Kolankaya (Eşme/Uşak) andezitik bazaltlarının; konvansiyonel demiryolu hatlarında demiryolu balastı olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Çalışma kapsamında TCDD Balast Teknik Şartnamesinde istenilen; kayacın petrografik özellikleri açısından ismi ve kökenin belirlenmesi için petrografik analiz yapılmıştır. Aynı şartnameye göre balastın fiziksel özelliklerinin belirlenmesi için ise; su emme oranı, parçalanma direnci (Los Angeles aşınma dayanımı), aşınmaya karşı direncin tayini (Mikro -Deval), tane yoğunluğu, termal ve bozunma özelliği için MgSO₄ deneyleri (Dona Dayanıklılık) yapılmıştır.

Yapılan deneysel çalışmalar; konvansiyonel demiryolu hatlarında, Kolankaya (Eşme/Uşak) andezitik bazaltlarının demiryolu balastı olarak kullanılabilirliğini göstermiştir. Demiryolu balastı olarak kullanılacak kayaların türlerinin belirlenmesi için farklı kayalar üzerinde ve aynı kayaç türü olsa da farklı agrega ocaklardan alınan kayalar ile yeni çalışmaların yapılmasının demiryolu balastı olarak kullanılabilirlik kayaların çeşitlenmesinde faydalı olacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda balast olarak kullanılacak kayaların çeşitlenmesinin, nakliye mesafelerinin azalması ile balast fiyatlarına olumlu yönde yansıtacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya katkılarından dolayı TCDD 7. Bölge Müdürlüğü ile Öztaşlar İnşaat Taah. ve Petrol Ürünleri San. Tic. A. Ş. yetkililerine teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKÇA

[1] Kozak M. Beton traversin gelişimi ve üretim aşamasının araştırılması. Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 6(2), 73-81, 2010.

[2] Kozak M. 2011. Demiryolunda rayların birleşim noktaları ve özelliklerinin araştırılması. Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 7(2), 40-49, 2011.

[3] Anonim. Yol mühendisleri kursu yol üstyapı ders notları. TCDD Eğitim ve Öğretim Dairesi Başkanlığı Yayınları, Ankara, 2016.

[4] Kozak M. Hemzemin geçitlerdeki kaplama çeşitleri ve güvenliğe etkisinin araştırılması. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 2(1), 1-11, 2012.

[5] Oğul K., Topal İ., Poşluk E. 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.

[6] Nålsund R. Railway ballast characteristics, selection criteria and performance. Doctoral Thesis, Norwegian University of Science and Technology, 2014.

[7] Kozak M. Demiryolu balastının ve özelliklerinin araştırılması. Demiryolu Mühendisliği, 13, 86-96, 2021.

[8] Raymond G.P. Research on railroad ballast specification and evaluation. Transportation Research Record, 1006, 1-8, 1985.

[9] Okonta F.N., Magagula S.G. Railway foundation properties of some south african quarry stones. Electronic Journal of Geotechnical Engineering EJGE, 179-197, 2011.

[10] Yılmaz A. Demiryolu üstyapısında balast kirliliği. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(1), 11-17, 2015.

[11] Bayrak M.Ç. Altyapı özelliklerinin demiryolu üstyapısının performansına etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 176s, Isparta, 2018.

[12] Bassey D., Ngene B., Akinwumi I., Akpan V., Bamigboye G. Ballast contamination mechanisms: a criterial review of characterisation and performance indicators. Infrastructures, 5(11), 94, 2020.

[13] Anonim. TCDD Balast teknik şartnamesi. TCDD Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2020.

[14] Yüzbaşı İ.B. Göksun ofiyoliti kabuksal kayaların demiryolu balast malzemesi olarak kullanılabilirliğinin incelenmesi. T. C. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü., Yüksek Lisans Tezi, 83s, Kahramanmaraş, 2019.

[15] Kumru F.M. Demiryolunda balastsız (slab track) ve balastlı üstyapı uygulamalarının maliyet analizi. Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 78s, Karabük, 2019.

[16] Ağbaba B. Balastlı demiryolu ve balastsız demiryolunun ansys programı yardımıyla analizinin yapılması ve karşılaştırılması. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 118s, Ankara, 2019.

[17] TS EN 1097-2. Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler bölüm 2: parçalanma direncinin tayini için metotlar. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2020.

[18] TS EN 1097-6. Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler-bölüm 6: tane yoğunluğunun ve su emme oranının tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2013.

[19] TS EN 1367-2. Agregaların termal ve bozunma özellikleri için deneyler-bölüm 2: magnezyum sülfat deneyi. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2011.

[20] TS EN 1097-1. Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler-bölüm 1: aşınmaya karşı direncin tayini (Mikro- Deval). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2011.

[21] Apaydın Ö.F., Yılmaz M. Bazaltik kayaların balast kirlenmesi yönünden karşılaştırılması. Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 8(1), 296-311, 2019.

[22] Teymen A. Bazı kayaların petrografik, fiziksel ve mekanik özellikleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 134s, Adana, 2005.

- [23] Güleç K. Kayaçların fiziksel ve mekanik özelliklerinin su muhtevası ile değişimi. Bilimsel Madencilik Dergisi, 13(3), 13-16, 1974.
- [24] Kozak M. İncehisar (Afyonkarahisar) mermerlerinin jeolojik ve jeomekanik özelliklerinin araştırılması. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Lisans Tezi, 121s, Afyonkarahisar, 2016.
- [25] Işlak H. Evciler (Gölbaşı/Ankara) bazaltının petrografik ve petrokimyasal özelliklerinin demiryolu balast ve balastlı malzemesi olarak kullanılabilirliği üzerine etkisi. Konya Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 97s, Konya, 2019.
- [26] Arsoy Z., Çiftçi H., Ersoy B., Uygunoğlu T., Arslan B. Afyonkarahisar bölgesi mermer parça atıklarının beton agregası olarak değerlendirilebilirliğinin araştırılması. El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi, 6(3), 503-516, 2019.