

# ORTOFOTO VE UZAKTAN ALGILAMA GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK HAFİF RAYLI SİSTEM AĞININ TASARLANMASI: TRABZON İLİ ÖRNEĞİ

## DESIGN OF LIGHT RAIL SYSTEM NETWORK USING ORTOOPHOTO AND REMOTE SENSING IMAGES: A CASE STUDY OF TRABZON

H. Çatal Reis <sup>a,\*</sup>, H. Yazıcı<sup>a</sup>, A. Birinci <sup>a</sup>,

<sup>a</sup> Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 29100 Gümüşhane, Türkiye –  
hatice.catal@yahoo.com.tr, hatice.yazici5@gmail.com, abdulqadirbirinci1461@gmail.com

### ABSTRACT:

Transportation is a big problem in metropolitan cities population of which increases rapidly. Nowadays, local governments often recommend using public transport to solve transportation problems.

In this study, a light rail network was designed for the province of Trabzon by using orthophoto and Landsat satellite images. While this railway network is being constructed, many criteria such as regional population density, slope, minimum service interval, integration with other transportation networks, geological structure, and proximity to public institutions and organizations have been used together. These criteria are shown with a GIS-based design model. Analysis maps were created by using the conditions/criteria and synthesis maps used in the design model. The total length of the railway network, which was 102 km and the total number of stations 205 in line.

It is foreseen that light rail system will provide the most suitable, modern, fast, comfortable and safe transportation in the long term considering the number of passengers and many criteria. This light rail system designed for the province of Trabzon is thought to be a pioneering work for the Black Sea region through the interpretation of the resulting map and route networks.

**KEY WORDS:** Light Rail System, GIS, Orthophoto, Landsat

### ÖZET:

Hızla nüfusu artan büyükşehirlerde ulaşım, büyük bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde ulaşım sorunlarının çözümü için çoğunlukla yerel yönetimler toplu taşıma araçlarını kullanmayı önermektedir.

Bu çalışmada, ortofoto ve Landsat uydu görüntüleri kullanılarak Trabzon ili için hafif raylı sistem ağı tasarlanmıştır. Bu demiryolu ağı geçkisi oluşturulurken ilin bölgesel nüfus yoğunluğu, eğim, asgari servis aralığı, diğer ulaşım ağları ile entegrasyonu, jeolojik yapı, kamu kurum ve kuruluşlarına yakınlık gibi pek çok ölçüt bir arada kullanılmıştır. Bu kriterler CBS tabanlı bir tasarım modeli ile gösterilmiştir. Tasarım modelinde kullanılan koşullar/ölçütler ile analiz haritaları oluşturularak sentez paftalar elde edilmiştir. Hattın toplam uzunluğu 102 km'dir ve hattaki toplam durak sayısı 205'tir.

Yolcu sayısı ve birçok ölçüt göz önüne alındığında hafif raylı sistemlerin uzun vadede en uygun, modern, hızlı, konforlu ve güvenli bir ulaşım sağlayacağı öngörülmektedir. Trabzon ili için tasarlanan bu hafif raylı sistemin, sonuç haritası ve güzergah ağlarının yorumlanması ile Karadeniz bölgesi için öncülük eden bir çalışma olacağı düşünülmektedir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Hafif Raylı Sistem, CBS, Ortofoto, Landsat

## 1. GİRİŞ

Gelişen şehirlerde trafik en önemli sorunlardandır. Özellikle çarpık kentleşme ve coğrafi yapı engeli bu sorunun temelini oluşturmaktaysa eğer problemi çözmek için ulaşım farklı yaklaşımlar sunmak gerekir. Bu durumda şüphesiz belediyelerin toplu taşıma için yeni ulaşım ağları tasarlaması gerekmektedir. Hafif raylı sistem ağları kalıcı dönüşüm ve trafiğe çözüm olabilir. Bu yeni sistemler bir takım karmaşık olguları da beraberinde getirmektedir. Hafif raylı sistem ağlarının mekansal, coğrafi, teknik, ekonomik, politik ve sosyal yönleri

vardır. Bu yüzden çoklu koşulların bir arada değerlendirildiği sistemleri tasarlayabilmek önem arz eder.

Literatürde raylı sistemler üzerine çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaların çoğunlukla maliyet, performans, çevreye etki, emlak etkisi (Esakov ve Vandegrift, 2018) ve fizibilite üzerine (Koloş ve Taczanowski, 2016) yapıldığı görülmüştür. Love vd., tarafından hafif raylı sistem projelerinin maliyet performans değerlendirmesi üzerine bir araştırma yapılmıştır (Love vd., 2017). Diğer bir sunulan çalışmada, Dallas (Teksas) hafif raylı sistemi "DART" öncesi ve sonrasında şehrin demografik ve ekonomik özelliklerini analiz etmişlerdir (Heilmann, 2018). Toplu taşıma odaklı yerleşim

“TOD” sistemi oluşturarak bölgenin konumu, durak sayısı ve boyutu hesaplanarak demiryolu hattı boyunca yeşil bir ulaşım sistemi amaçlanmıştır (Peng vd., 2017). Diğer bir çalışmada Sidney’de hafif raylı sisteme yakın konutlarda fiyat artışına etkisi araştırılmıştır (Mulley vd., 2018). Çin’de uygulanacak olan “URTSOPE” yaklaşımı farklı kriterler değerlendirilerek hazırlanmıştır. Çalışmada raylı ulaşım sisteminin işletme performansı; operatörün, yolcunun ve devletin bakış açıları ilişkilendirilerek ele alınmıştır (Huang vd., 2018).

Gelişen ve yakın geçmişte büyükşehir olan Trabzon’da yolculuk talebinin yüksek olması ve bu talebi karşılayacak yeterli toplu ulaşım altyapısının yetersiz olması sebebiyle ulaşımında büyük sıkıntılar yaşanmaktadır. Şehrin dağlık ve yeterli arazisinin bulunmaması bazı sorunları da beraberinde getirmektedir. Nüfusun ihtiyacını karşılayamayan dar yollar ve bu yolların bir alternatifinin olmamasının trafikte verdiği sıkışıklık, insanlar üzerindeki psikolojik etkileri, trafikte geçen zaman ve pahalı ulaşım gibi birçok sorunu beraberinde getirmektedir.

Bütün bunlar göz önüne alınarak hızlı, konforlu, trafik sıkışıklığı giderecek, şehrin bütün mahallelerine optimum düzeyde ulaşan bir ulaşım ağı ve projesi tasarlamak önem arz eder. (Arıkan vd., 2018) Raylı sistemler, ulaşımında yaşanan olumsuzluklara ve temiz çevre için çözüm yöntemlerinden biri olarak görülmektedir.

Bu çalışmada, Trabzon ilinin fiziki ve beşeri coğrafi koşulları göz önünde bulundurularak en doğru şekilde hafif raylı sistem tasarımı hazırlanmıştır.

Landsat uydu görüntüsü ve ortofoto görüntüleri altlık olarak kullanılarak raylı sistem güzergah ağı, İstatiksel ve Coğrafi Bilgi Teknolojisi tabanlı bir model ile oluşturulmuştur. Çeşitli kriterler bir arada değerlendirilerek gelecekte uygulanacak raylı sistem ağının hangi bölgelerden geçmesi gerektiği (Kırlangıçoğlu, 2016), nüfus haritası, eğim haritası, baki haritası, kabartma haritası, akarsu haritası, yol haritası oluşturularak ve bu bilgilerin birlikte kullanılmasıyla yöreye özgü geçki/hat tasarımı yapılmıştır.

Çalışma giriş, materyal ve yöntem, sonuç ve öneriler bölümlerinden oluşmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1 Çalışma Alanı

Trabzon, Doğu Karadeniz Bölgesinde 38° 30' - 40° 30' doğu meridyenleri ile 40° 30' - 41° 30' kuzey paralelleri arasında yer almaktadır (URL1) (Şekil 1). Dar bir sahil şeridinin ardında denize dikey uzanan dağlık bir araziye sahiptir. Şehrin yüzölçümü 4.685 km<sup>2</sup>, nüfusu yaklaşık 807.903 (2018) kişidir (URL2).

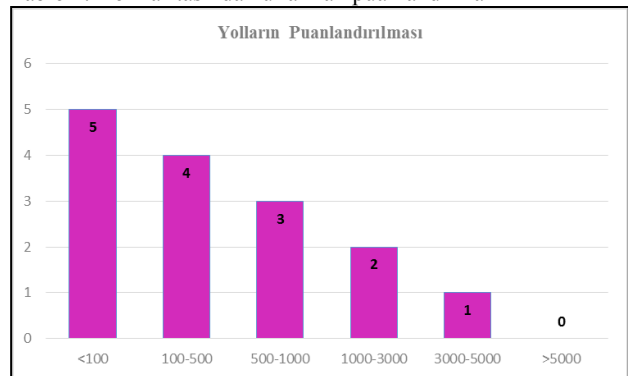


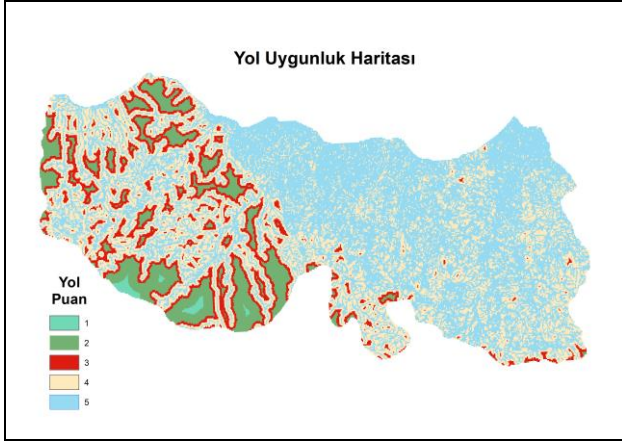
Şekil 1. Çalışma alanı

### 2.2 Veri Seti ve Görüntü İşleme

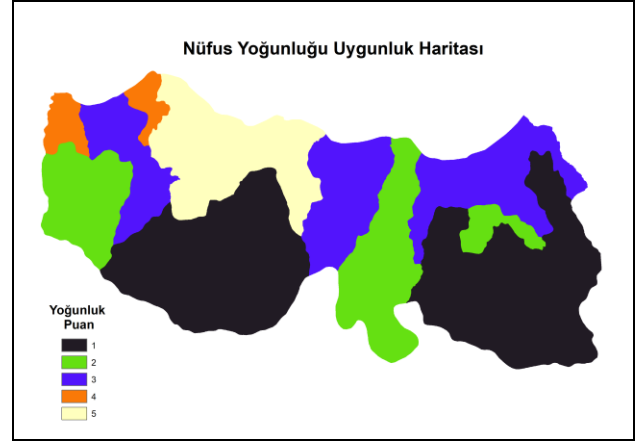
Çalışmada 2018 yılına ait Landsat-8 uydu görüntüsü ve 2015 yılına ortofoto görüntüleri kullanılmıştır. Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri kullanılarak hafif raylı sistem ağı tasarımı yapılması amaçlanmıştır. CBS ve CAD yazılımları kullanılarak sisteme etki eden tüm faktörler bir arada değerlendirilerek güzergah ortaya çıkarılmıştır. Çalışma için yol, baki, eğim, nüfus, akarsu, yükseklik haritaları puanlandırılma sistemi kullanılarak oluşturulmuştur (Tablo 1, Tablo 2, Tablo 3, Tablo 4, Tablo 5; Şekil 2a, Şekil 2b, Şekil 3a, Şekil 3b, Şekil 4a, Şekil 4b, Şekil 5a, Şekil 5b, Şekil 6a, Şekil 6b, Şekil 7a, Şekil 7b)

Tablo 1. Yol haritasında kullanılan puanlandırma

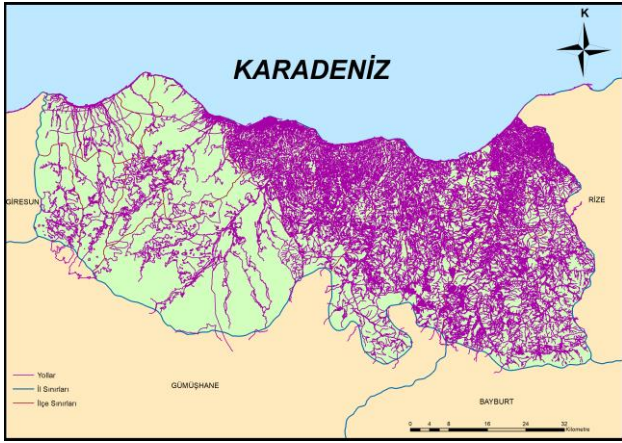




Şekil 2a. Trabzon ili yol puanlandırma haritası



Şekil 3a. Trabzon ili nüfus yoğunluğu puanlandırma haritası



Şekil 2b. Trabzon ili yol ağı haritası

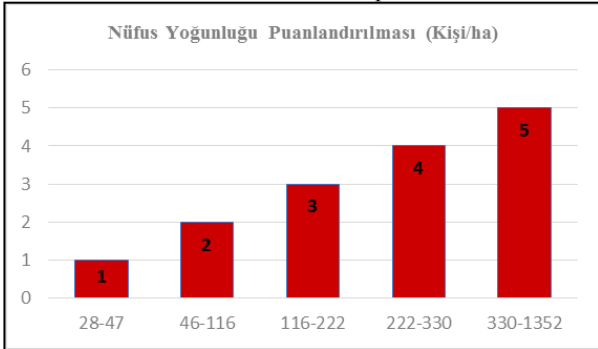


Şekil 3b. Trabzon ili nüfus yoğunluğu haritası

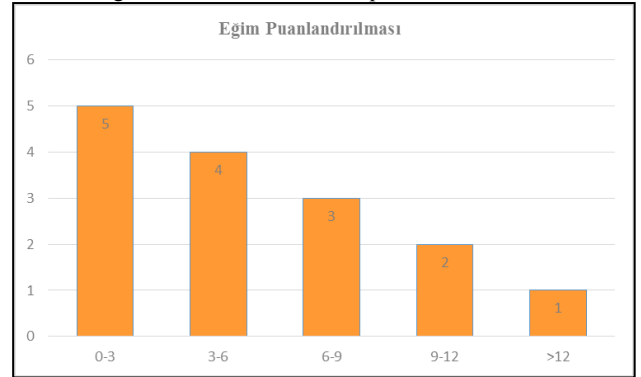
Sistemin gürültülü olmaması, doğayı daha az kirletmesi, iklim şartlarına uygun olması, yolcu güvenliğinin maksimum düzeyde olması, fayda-maliyet oranlarına bakıldığında uzun vadede diğer sistemlere göre avantaj sağlaması gerekliliği kriterleri uygulamada hedef konulmuştur.

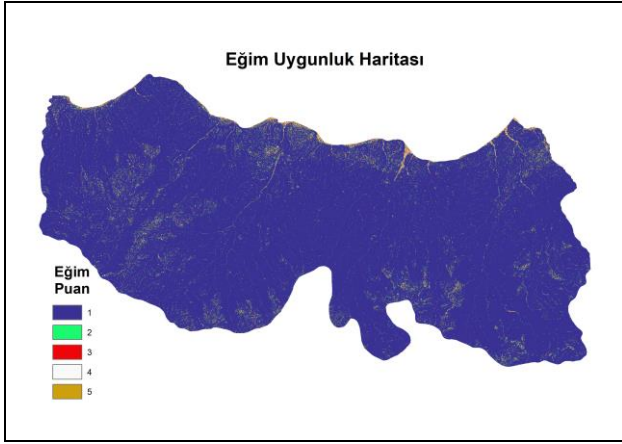
Raylı sistem planlamasında ilin bölgesel nüfus yoğunluğu, eğim, asgari servis aralığı, diğer ulaşım ağları ile entegrasyonu, jeolojik yapı, kamu kurum ve kuruluşlarına yakınlık gibi kriterler kullanılmıştır.

Tablo 2. Nüfus haritasında kullanılan puanlandırma

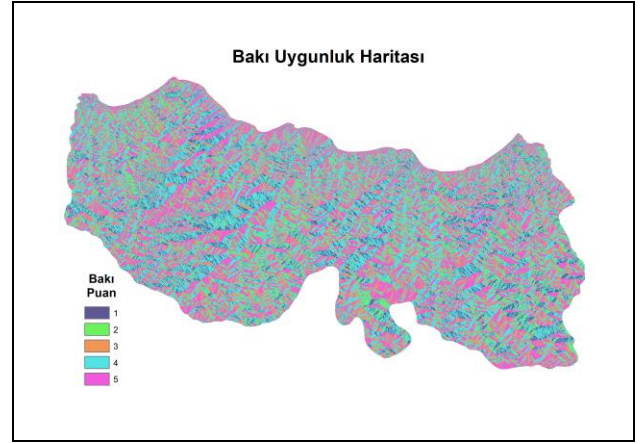


Tablo 3. Eğim haritasında kullanılan puanlandırma

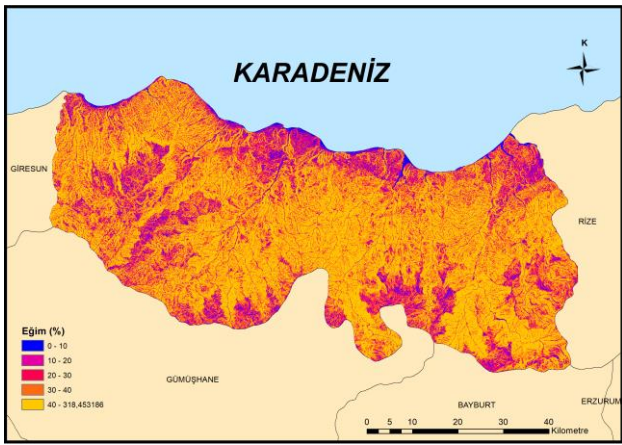




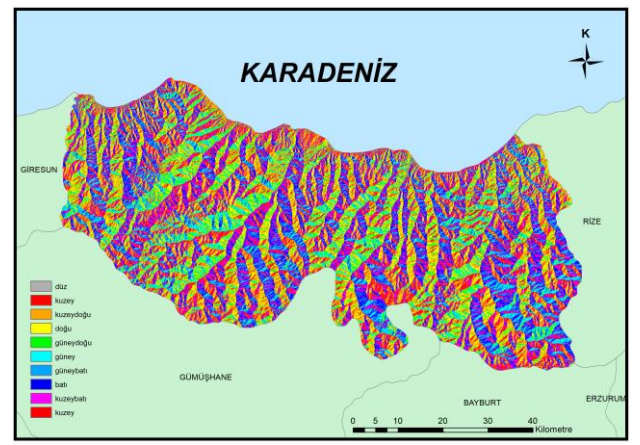
Şekil 4a. Trabzon ili eğim puanlandırma haritası



Şekil 5a. Trabzon ili bakı puanlandırma haritası

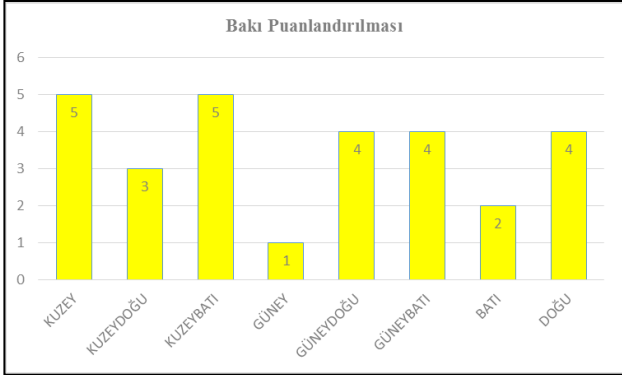


Şekil 4b. Trabzon ili eğim haritası

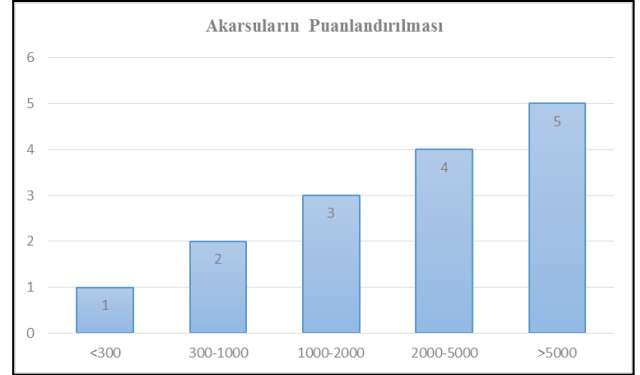


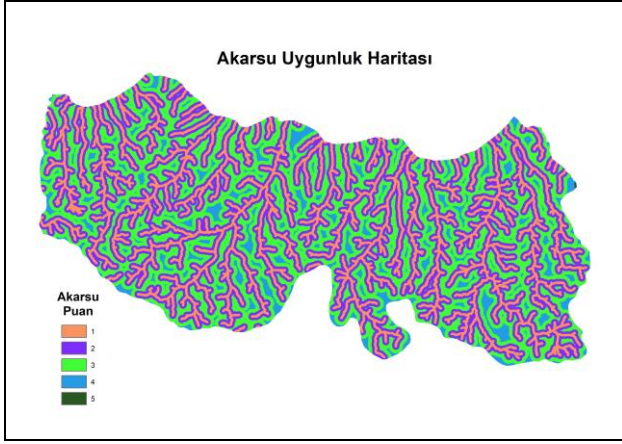
Şekil 5b. Trabzon ili bakı haritası

Tablo 4. Bakı haritasında kullanılan puanlandırma

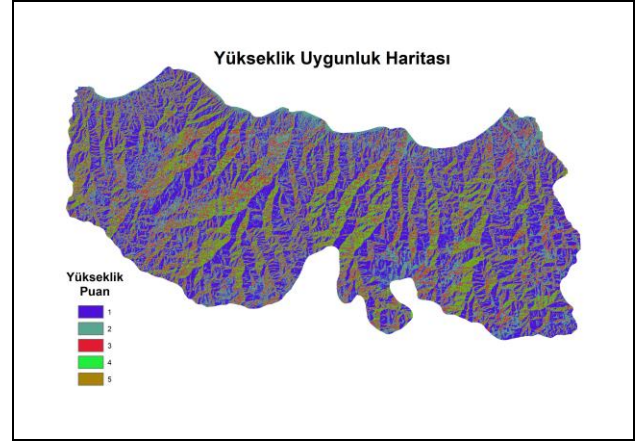


Tablo 5. Akarsuların puanlandırma





Şekil 6a. Trabzon ili akarsu puanlandırma haritası



Şekil 7a. Trabzon ili yükseklik puanlandırma haritası

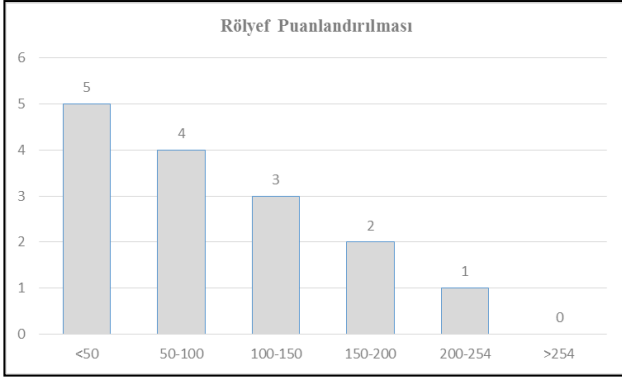


Şekil 6b. Trabzon ili akarsu haritası



Şekil 7b. Trabzon ili yükseklik haritası

Tablo 6. Yükseklik haritasında kullanılan puanlandırma



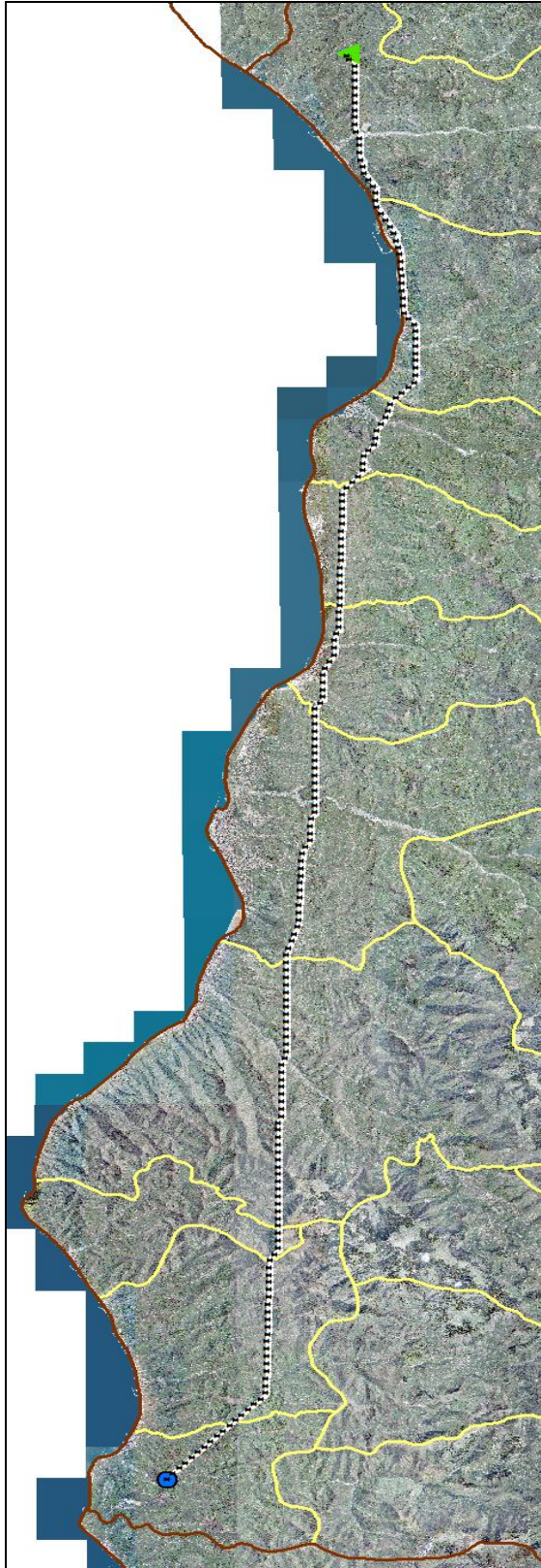
### 3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Trabzon'daki hızlı nüfus artışı, hızlı kentleşme oranı, son dönemlerdeki yayla turizmüne olan ilgi ulaşım sorunlarını artırmıştır. Dağlık arazi ve çarpık kentleşmenin önüne geçilemeyeşinin sonucu hafif raylı sistemin acilen projelendirilmesi önem arz eder. Bu çalışmada, ortofoto kullanılarak trafik yoğunluğunu azaltan, çevreye dost, bölgenin jeolojik yapısına uygun hafif raylı sistem güzergahı tasarlanmıştır (Şekil 8). Hattın toplam uzunluğu 102 km'dir.



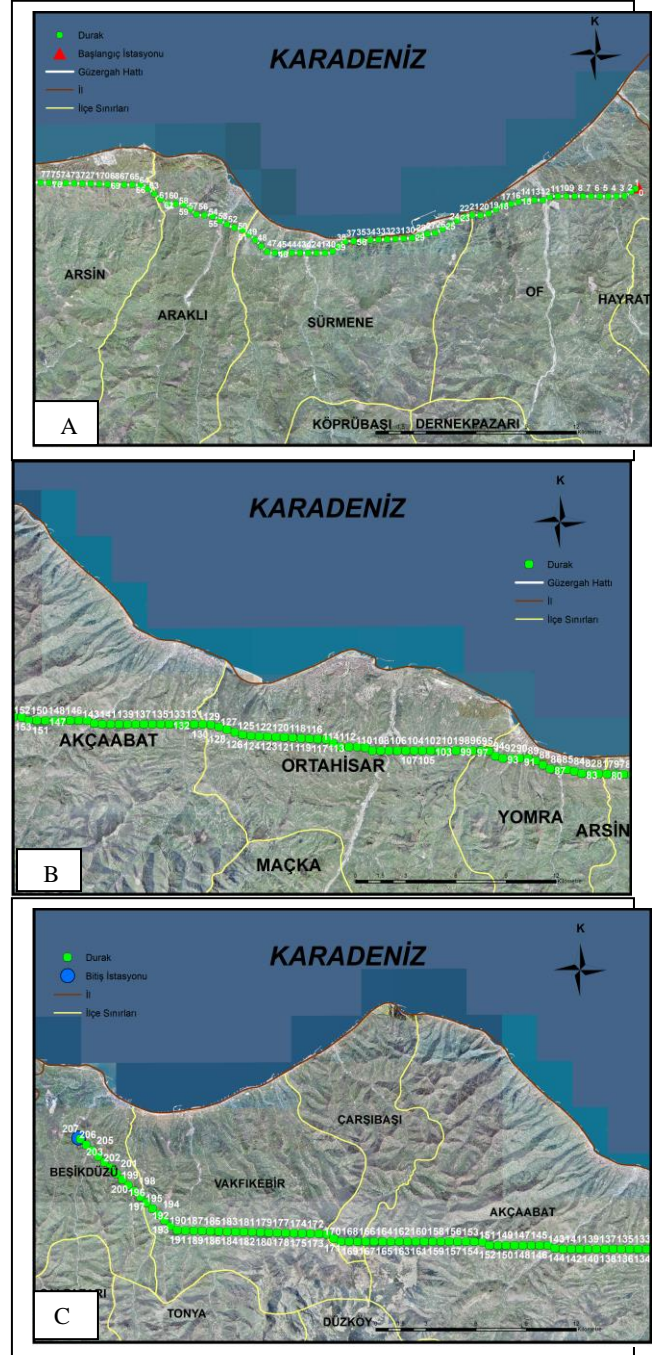
Şekil 8. Hafif raylı sistem için tasarlanan hat

Çok ölçütlü karar verme modeli kullanılarak istasyon/durakları belirlenmiş (Şekil 9), analizler sonucunda hafif raylı sistemin uygulanabilirliği tespit edilmiştir.



Şekil 9. Hafif raylı sistem için uygunluğu tespit edilen 102 km tasarlanan hatta ait duraklar

Hafif raylı sistem tasarımında 205 adet durak/istasyon olması gerektiği hesaplanmıştır. Şekil 10'da hatta ait duraklar üç parça halinde detaylı olarak gösterilmiştir.



Şekil 10. A, B, C Hatta ait durakların üç bölümde gösterilmesi

Çalışmada, kriterlerin önem dereceleri sırasıyla nüfus yoğunluğu ve eğim %25, yükseklik ve yollar %15, bakı ve akarsu %10 şeklinde hesaplanmıştır.

Bütün kriterler bir arada değerlendirilerek gelecekte tasarlanacak raylı sistemin hangi bölgelerden ağın/güzergahın geçmesi gerektiği saptanmıştır.

## KAYNAKLAR

Arıkan, Y., Akkaş, Ö.P., Çam, E., 2018. Kırıkkale ili hafif raylı sistem etüdünün gerçekleştirilmesi, Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 10(3), sf. 6-11.

Kırlançoğlu, C., 2016. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile kent içi raylı sistem koridor planlaması, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi, 33, sf. 53-71.

Love, P.E.D., Ahiaga-Dagbui, D., Welde, M., Odeck, J., 2017. Light rail transit cost performance: Opportunities for future-proofing, Transportation Research Part A, 100, pp. 27–39.

Heilmann, K., 2018. Transit access and neighborhood segregation. Evidence from the Dallas light rail system, Regional Science and Urban Economics, 73, pp. 237–250.

Peng, Y., Li, Z., Choi, K., 2017. Transit-oriented development in an urban rail transportation corridor, Transportation Research Part B, 103, pp. 269–290.

Mulley, C., (Patrick) Tsai, C., Ma, L., 2018. Does residential property price benefit from light rail in Sydney?, Research in Transportation Economics, 67, pp. 3-10.

Camins-Esakov, J., Vandegrift, D., 2018. Impact of a light rail extension on residential property values, Research in Transportation Economics, 67, pp. 11-18.

Huanga, W., Shuaia, B., Suna, Y., Wanga, Y., Antwi, E., 2018. Using entropy-TOPSIS method to evaluate urban rail transit system operation performance: The China case, Transportation Research Part A, 111, pp. 292–303.

Kołos, A., Taczanowski, J., 2016. The feasibility of introducing light rail systems in medium-sized towns in Central Europe, Journal of Transport Geography, 54, pp. 400–413.

<http://www.trabzon.gov.tr/cografik-ozellikleri>, Erişim Tarihi: 15.04.2019.

<https://tr.wikipedia.org/wiki/Trabzon>, Erişim Tarihi: 15.04.2019.