

Selection Place for the High-Speed Train Network Structuring in Türkiye

Hulusi Aydemir^a, Burçin Paçacı^b, M. Kürşat Çubuk^c

Submitted: 15.12.2023 Revised: 06.09.2024 Accepted: 14.10.2024 doi:10.30855/gmbd.0705AR05

ABSTRACT

Keywords: Transportation planning, HST, railway, QGIS, AHP

^{a*} General Directorate of Turkish State Railways, Railway Modernization Department Directorate, Ankara, Türkiye
Orcid: 0000-0002-7989-4136

^b Gazi University, Engineering Faculty, Dept. of Civil Engineering 06560 - Ankara, Türkiye
Orcid: 0000-0001-6053-0458

^c Gazi University, Engineering Faculty, Dept. of Civil Engineering 06560 - Ankara, Türkiye
Orcid: 0000-0001-8155-7123

*Corresponding author:
hulusiaydemir1@gmail.com

High-speed trains (HST), which are environmentally friendly, economical and time-saving, have recently been among the important transportation projects in Türkiye. In this study, the optimal provincial selection has been made for a HST which is planned to be carried out in Türkiye. In this direction, five criteria were determined as 'Population', 'Tourism', 'Number of students', 'Socio-economic development' and 'Distance' by investigating relevant literature and taking the opinions of experts in the field. Alternatives which have a railway freight station and a railway network, but there are no existing high-speed train projects, have been determined taking into account the parameters of 'Tourism', 'Population' and 'Number of students' by experts. In the rankings obtained using the AHP method in accordance with the data obtained from the relevant institutions and the opinions of experts in the field, the first among the criteria was found to be the 'Tourism' criterion, and the top five most suitable provinces for construction were found respectively Aydın, Hatay, Şanlıurfa, Tekirdağ and Kütahya. According to the results of this study, it is beneficial for Aydın province, where tourism activities are active, to establish a connection with the high-speed train network, which is under construction in the surrounding provinces.

Türkiye'de Yüksek Hızlı Tren Ağı Yapılanması için Yer Seçimi

ÖZ

Çevre dostu, ekonomik ve zaman kazandıran yüksek hızlı trenler (YHT) son dönemde Türkiye'nin önemli ulaşım projeleri arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, Türkiye'de yapılması planlanan bir YHT için en uygun il seçimi yapılmıştır. Bu doğrultuda ilgili literatür araştırılarak ve alanında uzman görüşleri alınarak 'Nüfus', 'Turizm', 'Öğrenci sayısı', 'Sosyo-ekonomik kalkınma' ve 'Mesafe' olarak beş kriter belirlenmiştir. Demiryolu yük istasyonu ve demiryolu ağına sahip ancak mevcut hızlı tren projesi bulunmayan alternatifler, uzmanlar tarafından 'Turizm', 'Nüfus' ve 'Öğrenci sayısı' parametreleri dikkate alınarak belirlenmiştir. İlgili kurumlardan elde edilen veriler ve alanında uzman kişilerin görüşleri doğrultusunda AHP yöntemi kullanılarak elde edilen sıralamalarda kriterler arasında ilk sırada "Turizm" kriteri, yapıma en uygun ilk beş il sırasıyla "Aydın", "Hatay", "Şanlıurfa", "Tekirdağ" ve "Kütahya" bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçlarına göre turizm faaliyetlerinin aktif olduğu Aydın ilinin çevre illerde yapımı devam eden hızlı tren ağı ile bağlantı kurması faydalı olmaktadır.

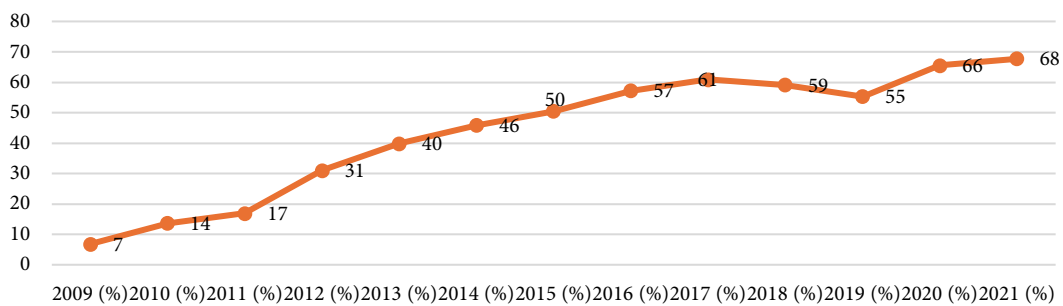
Anahtar Kelimeler: Ulaşım planlaması, YHT, Demir yolu, QGIS, AHP

1. Giriş (Introduction)

Son yıllarda ulaşım sistemleri arasında eğilimin söz konusu olduğu yüksek hızlı tren (YHT) ile taşımacılık, karayolu ve hava taşımacılığı ile rekabet etmektedir. Bu ulaşım türünün yüksek hız, konfor ve güvenlik gibi avantajlara sahip olması, YHT'nin birçok ülkede baskın hale gelmesini sağlamıştır [1]. Genellikle orta mesafeli yolculuklar için en iyi ulaşım aracı [2] olarak kabul edilen YHT'ler 19. yüzyılın başında geliştirilen demiryolu taşımacılığı prensibine dayanmakta olup günümüzde teknolojik gelişmelerle saatte 500 km'den fazla mesafe katetebilen hıza ulaşmış durumdadır [3].

YHT'lerin ulaşım sistemleri arasında birçok güçlü yönleri bulunmaktadır. Güvenli ve konforlu bir ulaşım türü olan YHT'ler sayesinde daha az karbon emisyon değeri ile çevre dostu ulaşım gerçekleştirilmektedir [4]. Ulaşımında sera gazını azaltmak amacıyla çok sayıda politika yürütüldüğünden dolayı [5] 2018 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) Kapsamında hazırlanan Türkiye'nin Yedinci Ulusal Bildirimi raporunda Türkiye'nin sera gazı emisyonu azaltım politikalarında hızlı tren politikalarının gerçekleştirilmesi yer almaktadır [6]. YHT'ler aynı zamanda enerji tasarrufu da sağlamaktadır [7]. Demir yolu, kara yolu ve hava yolu ulaşım sistemlerinin enerji tüketiminde büyük farklar söz konusudur. Kara yolu (otomobil), hava yolu (uçak) ve demir yolu (yüksek hızlı tren) taşımacılıklarında bir kilometrede taşınan 100 yolcu için tüketilen enerjinin sırasıyla 6.00, 7.70 ve 2.50 olduğu bilinmektedir. Buna göre otomobil ile yolcu taşımacılığı yüksek hızlı tren ile yolcu taşımacılığının iki katından fazla, uçak ile yolcu taşımacılığı ise yüksek hızlı tren ile yolcu taşımacılığının yaklaşık üç katı kadardır [8]. YHT'ler zamandan tasarruf sağladığı [9] gibi aynı zamanda yolculara düşük maliyetli hizmet sunmaktadır [10]. YHT'ye talebin artmasında YHT'lerin trafik sorunu olmaması [11], dakik olması [7], çalışmasında yenilenebilir enerji kullanılması, birim enerji miktarına göre yüksek taşıma kapasitesinin olması [12], gelişen teknoloji sayesinde daha az gürültü ile çevreyle uyumlu olması [13], hava koşullarından etkilenmemesi ve ulaşımında sürekliliğin sağlanması gibi etkenler önemli yer kaplamaktadır [7]. Bunlara ilaveten YHT, şehirlerin bölgenin cazibe merkezleri haline dönüştürülmesini de etkileyebilmektedir. Şehir alanlarına kurulan YHT istasyonları sayesinde şehirlerin erişilebilirliğine ve gelişimine katkı sağlanmaktadır [4,14]. Ayrıca yüksek hızlı tren ile bağlantı kurulan şehirler arası iletişim de artmakta [14] olup bölgelerin kalkınmasının desteklenmesinde YHT'ler önem teşkil etmektedir [7].

Türkiye'de 2000'li yılların başından bu yana kara yolu taşımacılığının demir yolu taşımacılığına aktarılmasına yönelik politikalar yürütülmektedir [10]. Bu kapsamda YHT, Türkiye'de ilk kez 2009 yılında Ankara-Eskişehir arasında faaliyete geçmiş ve gündün güne YHT kullanımında artış meydana gelmiştir. 2009-2021 yılları arasında YHT'yi kullanan yolcuların yüzdesel değişimi Şekil 1.'de yer almaktadır [15].



Şekil 1. Yıllara göre yolcuların yüzdesel değişimi [15]
(Percentage change of passengers in Türkiye)

Şekil 1 incelendiğinde Türkiye'de YHT'nin yolcu talebinde önemli artışlar olduğu görülmektedir. Fakat yüksek hızlı tren ile gerçekleşen taşımacılıkta sadece yolcu talebinde değil YHT ağında da artış olmuştur. 2009 yılında Türkiye'de YHT uzunluğu 237 km iken 2022 yılında bu uzunluk 1232 km'ye çıkmıştır [16,17]. Dünya genelinde işletimde olan YHT uzunluklarında ise Çin 40000 km'yi aşan YHT uzunluğu ile ilk sırada yer almaktadır [17]. Hem dünyada hem de Türkiye'de gittikçe yaygınlaşan YHT'ye ait Türkiye'de yapım, proje, etüt aşaması gibi birçok aşamada devam eden projeler mevcuttur. Hem yolcunun hem de ülke ekonomisinin kazanım sağladığı YHT projesinin hayata geçmesinde ise birçok faktör incelenmektedir. Bu doğrultuda literatürde YHT, metro ve istasyon gibi raylı sistem ağıyla bağlantılı yer ve güzergâh seçimi ile ilgili çok sayıda çalışma mevcuttur.

Wey ve arkadaşları tarafından Tayvan'da Bulanık AHP ve veri zarflama yöntemlerinin kullanılarak metro istasyonu için yer seçimi yapılmıştır. Çalışmada istasyon alanı, arazi kullanımı, ulaşım ve maliyet kriterleri dikkate alınmıştır [18]. Mateus ve arkadaşları Portekiz'de YHT istasyonu için alternatif lokasyonlar arasında en iyi istasyonu seçmek amacıyla inşaat aşamasında içsel (maliyet, risk, jeolojik vb.) ve dışsal (gürültü, titreşim, konut, trafik vb.) faktörler, işletim esnasında içsel (talep, erişilebilirlik, konfor vb.) ve dışsal (gürültü, titreşim, konut, trafik, erişilebilirlik vb.) faktörleri incelemiştir. Çalışmada çok kriterli yöntemlerden MACBETH yöntemi kullanılmıştır [19]. Hamurcu ve arkadaşları Türkiye'de çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP yöntemi ile istasyon yeri seçimi için kent merkezine yakınlık, erişilebilirlik, arazi yapısı, bölgenin genişleme potansiyeli, yatırım maliyeti, ekonomik katkı, güvenlik, çevresel faktörler, toplu taşıma imkânı ve kamulaştırma maliyeti kriterlerini kullanmıştır [20]. Shen ve arkadaşları istasyon yeri seçiminde Portekiz'de YHT istasyonu için bölgesel erişilebilirliğin gelişimi ve nüfusun gelişme potansiyeli gibi faktörleri değerlendirerek ajan tabanlı simülasyon tekniği ile öneride bulunmuştur [21]. Hamurcu ve arkadaşları Türkiye'de Ankara-Sivas YHT hattı için istasyon yeri seçiminde il ve ilçeleri içeren alternatif noktaların belirlenmesinde şehir merkezine yakınlık, güvenlik, ulaşım imkânı, kamulaştırma maliyeti ve erişilebilirlik kriterlerini kullanmıştır. Çalışmalarında AHP ve 0-1 hedef programlama kullanılmıştır [22].

Raylı sistemlerde güzergâh seçiminde de birçok çalışma yapılmıştır. Brunner ve arkadaşları 2011 yılında yaptıkları çalışmada Hawai'nin Honolulu kentinde, Salt Lake ve havaalanı arasında raylı sistem için uygun güzergâh belirlemişlerdir. Belirledikleri güzergâhın seçiminde teknik, ekonomik, sosyal ve çevresel kriterleri dikkate almışlardır. Karar vermede AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) yöntemini ve CBS'yi (Coğrafi Bilgi Sistemi) kullanmışlardır [23]. Sarımeşmet ve arkadaşlarının 2020 yılında yaptıkları çalışmada ise, Kırıkkale YHT istasyonu güzergâhı için belirlenen kriterler üzerinden AHP ve TOPSIS yöntemleri ile değerlendirilme yapılmış ve en uygun güzergâh seçilmiştir [24]. Ahmed ve Asmael 2015 yılında Irak'ın Bağdat şehri için metro güzergâhı seçiminde CBS'ye dayalı AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmalarında güzergâhların belirlenmesinde çevresel, mühendislik ve ekonomik kriterleri dikkate alınmıştır [25]. Kays 2014 yılında Avustralya'nın doğu kesimindeki YHT istasyonu için optimum konumu belirlemede karma tamsayı optimizasyon modelini kullanarak maliyet tasarrufunu maksimize etmeye çalışmıştır [26].

YHT'ye yönelik güzergâh seçimi ile ilgili pek çok çalışma mevcuttur. Eren ve arkadaşları tarafından hazırlanan bir çalışmada yapımı devam eden Ankara-Sivas YHT hattı güzergâhının değerlendirilmesi yapılmıştır. Değerlendirmede çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP kullanılmıştır. Mevcut ve yapılması düşünülen ulaşım projeleri ile entegrasyon, hattın geçtiği şehirler ve yakın bölge, bölgenin nüfus yoğunluğu, erişilebilirlik, yolculuk üreten önemli noktalara erişim ve talep kriterleri kullanılarak çok yönlü bir inceleme yapılmıştır [27]. 2015 yılında Saat ve Serrano, YHT hattı için optimum güzergâhın belirlenmesi amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında Malezya'da YHT hatları için güzergâh seçiminde maliyet, nüfus ve ekonomi kriterlerini dikkate alarak çok kriterli karar verme yöntemlerinden ELECTRE yöntemini kullanmışlardır [28].

Literatürde bir problemi çözmek amacıyla kullanılan çok kriterli karar verme yöntemleri arasında Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yaygın olarak tercih edilen bir yöntemdir. AHP yönteminin karmaşık problemleri çözebilmekte etkili ve bu alanda yapılan çalışmalarda yaygın kullanımının olması bu çalışmada da tercih edilme sebeplerindedir. Çalışmada alternatif illerin bulunmasında kullanılan Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yazılımı olan QGIS [29] ise mekânsal analizde yaygın olarak kullanılmaktadır. Literatürde Türkiye'de YHT ile ilgili çalışmalar incelendiğinde yapılan çalışmaların daha çok güzergâh seçimiyle ilgili olduğu ve mekânsal analizin kullanılmadığı anlaşılmaktadır. Hazırlanan bu araştırma makalesinin YHT ile ilgili yapılan diğer çalışmalardan farkı ise çalışmada YHT için il seçiminin yapılmış olması ve bu doğrultuda Türkiye'de demir yolu ağı ve yük istasyonları içeren tüm illeri kapsamasıdır. Ayrıca alternatif illerin tayini için Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yazılımı olan QGIS'in [29] kullanılmış olması da bu çalışmanın Türkiye'de YHT ile ilgili yapılan çalışmalardan farkıdır.

Türkiye'de YHT için en uygun il seçiminin yapılması amacıyla hazırlanan bu çalışmada uzman görüşlerinin ve ilgili çalışmaların dikkate alınmasıyla kriterler belirlenmiştir. Alternatif iller ise TCDD'den alınan Türkiye'deki demiryolu yük istasyonlarının, demiryolu ağının, yapım aşamasındaki ve işleme açılmış YHT projelerinin QGIS'e aktarılmasıyla belirlenmiştir. YHT için alternatif illerin belirlenmesinde böyle bir yol izlenmesi, çalışma sonucunda elde edilen en uygun ilde YHT ağının kolay bir şekilde faaliyete geçebilmesinin öngörülmesidir.

2. Metodoloji (Methodology)

YHT il seçimi için gerçekleşen bu çalışmada alternatif illerin belirlenmesi Coğrafi Bilgi Sistemi'nin QGIS yazılımıyla, elde edilen alternatif illerin belirlenen kriterler doğrultusunda sıralanması Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yönteminin kullanılmasıyla yapılmıştır.

2.1. Coğrafi bilgi sistemi (Geographic information system)

Açık kaynaklı bir coğrafi bilgi sistemi [29] olan QGIS, çalışmada YHT için alternatif illerin seçilmesinde kullanılmıştır. Alternatif iller, Türkiye'de demiryolu ağının, yük istasyonlarının ve herhangi bir YHT projesinin bulunduğu illerin dikkate alınmasıyla belirlenmiştir. Alternatif iller belirlenirken ilk olarak Türkiye'ye ait demir yolu ağı haritası üzerine TCDD'den alınan demir yolu yük istasyonlarının Google Map'ten alınan koordinatları QGIS'e nokta katman olarak aktarılmıştır. Bu işlem sonucunda 53 il elde edilmiştir. Bu illerden 22'sinde yapımı devam eden veya işleme açık YHT bulunmaktadır [15,30,31]. Demir yolu ağı ve yük istasyonuna sahip olan fakat herhangi bir YHT projesi olmayan (inşaat ve proje aşaması gibi) 31 il arasından alternatif iller, ulaşım ihtiyacının daha fazla olabileceği nüfus, turizm ve üniversitelerde öğrenim gören öğrenci sayısı parametrelerine göre bulunmuştur. İlgili kurumlardan temin edilen bu parametrelere ait 31 ilin verisi QGIS'e aktarılmış ve elde edilen sayısal veriden uzman görüşü yardımıyla QGIS'te seçim yapılmıştır. Bu işlemler doğrultusunda Türkiye'de en uygun YHT il seçiminde 14 il, bu çalışmada alternatif il olarak belirlenmiştir.

2.2. Analitik hiyerarşi prosesi (Analytical hierarchy process)

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan AHP, 1971 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiştir. AHP, karar vericilerin karmaşık problemler arasındaki ilişkiyi, problemin ana amacını, kriterlerini, alt kriterlerini ve alternatiflerini gösteren hiyerarşik bir yapıda modellemesine olanak sağlayan bir yöntemdir [32]. Zor ve anlaşılması güç problemleri çözebilen [33], sıralama ve en uygun alternatifi seçmeyi mümkün kılan AHP'nin en büyük avantajlarından biri, karar vericilerin karmaşık bir konuyu daha basit bir şekilde ayırmasına yardımcı olmasıdır [34]. AHP tekniğinin uygulanmasında ilk olarak bir hiyerarşi oluşturulmaktadır. Hiyerarşide amaç, kriterler ve alternatifler belirlenir [35]. Hiyerarşi oluşturulduktan sonra kriterlerin ve alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmaktadır. İkili karşılaştırma esnasında, değerlendirmede yer alan uzmanların tarafsız olması gereklidir [36]. Problemin çözümü için belirlenen kriterler ve her kriter için alternatif illerin ikili karşılaştırması Tablo 1.'de verilen Saaty'nin önem skalasındaki puanlamaya göre yapılmaktadır [35]. Bu tabloya göre puanlama yapıldıktan sonra tutarlılık hesaplanmakta ve son olarak elde edilen sıralamaya göre en uygun alternatif belirlenmektedir [36].

Tablo 1. Saaty'nin önem skalası [35] (Saaty's importance scale)

Ölçek/Skala	Sayısal Önem Değeri	Karşıt Önem Değeri
Eşit öneme sahip	1	1
Zayıf ya da hafif	2	1/2
Biraz önemli	3	1/3
Makul	4	1/4
Fazla önemli	5	1/5
Güçlü	6	1/6
Çok fazla önemli	7	1/7
Çok çok güçlü	8	1/8
Son derece önemli	9	1/9

YHT il seçimi için belirlenen kriterlerin birbirine göre üstünlükleri Saaty'nin önem skalası kullanılarak ulaşım alanında çalışan uzmanlar tarafından değerlendirilmiştir. Kriterlerin değerlendirmesini yapan uzmanlar yüksek öğretim kurumlarında ulaşım alanında çalışan akademisyenlerden (2 kişi) ve TCDD bünyesinde ulaşım planlaması üzerine karar verici mekanizmalarda çalışan (3 kişi) kişilerden oluşmaktadır. Kriterlerin birbirine göre durumları, uzman kişilerin bilgileri, deneyimleri ve görüşleri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Elde edilen değerlendirmelerin geometrik ortalaması ile AHP yöntemi uygulanmıştır. Alternatif illerin birbirine göre üstünlükleri ise her kriter için ilgili kurumlardan alınan verinin oransal olarak ikili karşılaştırılmasıyla elde edilmiştir. İkili karşılaştırma sonuçları Super Decision'a aktarılarak YHT için en uygun il sıralaması bulunmuştur.

3. Bulgular (Findings)

YHT il seçimi için yapılan bu çalışmada alternatif illerin elde edilmesinde QGIS'te gerçekleşen aşamalar, belirlenen kriterlerin AHP doğrultusunda birbirine göre üstünlükleri ve alternatif illerin sıralaması aşağıda yer almaktadır.

3.1. YHT için alternatif iller

Yapılan bu çalışmada Türkiye'de bulunan 81 ilde demir yolu yük istasyonunun ve demir yolu ağının bulunup bulunmaması, herhangi bir YHT projesinin olup olmaması ve uzmanlar tarafından belirlenen birey yoğunluğunu etkileyen parametrelerin dikkate alınması ile alternatif iller elde edilmiştir. Şekil 2'de Türkiye'de demiryolu ağı ve demir yolu yük istasyonları bulunan iller yeşil renk ile gösterilmektedir.



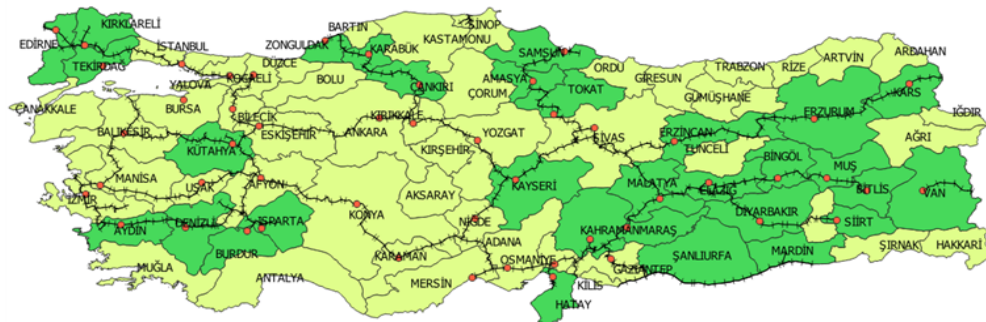
Şekil 2. Türkiye'de demir yolu yük istasyonu ve demir yolu ağı bulunan iller
(Provinces with railway freight stations and railway network in Türkiye)

Şekil 2 incelendiğinde demir yolu ağı ve demir yolu yük istasyonu bulunan 53 il yeşil renk ile gösterilmiştir. Bu iller arasında işleme açık YHT, yapım aşamasında YHT ve YHT projesi olan iller Şekil 3'te koyu yeşil renkle gösterilmiştir.



Şekil 3. Türkiye'de YHT bulunan iller
(Provinces with HST in Türkiye)

Şekil 3 incelendiğinde koyu yeşil ile gösterilen 22 il herhangi bir YHT projesine sahiptir. Demir yolu ağına sahip olmasına rağmen herhangi bir YHT projesi bulunmayan iller ise Şekil 4'te yeşil renkte gösterilmektedir.



Şekil 4. Türkiye’de YHT projesi bulunmayan iller
(Provinces that do not have a HST project in Türkiye)

Şekil 4 incelendiğinde demir yolu ağına ve demir yolu yük istasyonuna sahip olmasına rağmen herhangi bir YHT projesi olmayan 31 il elde edilmiştir. Bu illerde ulaşım ihtiyacıyla doğru orantılı olabilecek birey yoğunluğu dikkate alınmıştır. Bu kapsamda Şekil 4’teki iller arasında turizm, nüfus ve üniversitelerde öğrenim gören öğrenci sayısı parametrelerinin alanında uzman kişiler tarafından dikkate alınmasıyla alternatif iller elde edilmiştir. Şekil 5’te bu çalışmada YHT il seçimi için belirlenen 14 alternatif il yeşil renkle gösterilmektedir.

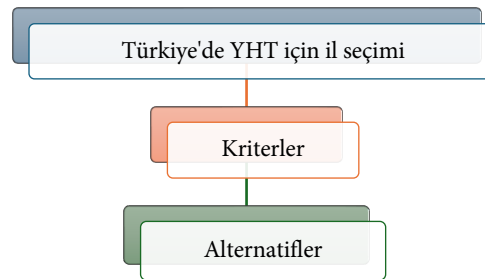


Şekil 5. Türkiye’de YHT için alternatif iller
(Alternative provinces for HST in Türkiye)

Şekil 5’e göre YHT için alternatif iller Adıyaman, Aydın, Diyarbakır, Edirne, Erzurum, Hatay, Kayseri, Kütahya, Malatya, Şanlıurfa, Tekirdağ, Tokat, Van ve Zonguldak olarak bulunmuştur.

3.2. YHT için AHP metodu

Türkiye’de YHT il seçimi için yapılan bu çalışmada kullanılan AHP metoduna göre oluşturulan hiyerarşi Şekil 6’da gösterilmektedir.



Şekil 6. YHT için AHP hiyerarşisi
(AHP design for HST)

Şekil 6’da gösterilen AHP hiyerarşisinde ilk sırada amaç, ikinci sırada kriterler ve son sırada ise alternatifler yer almaktadır.

3.2.1. YHT için belirlenen kriterler

Çalışmada literatür incelenmiş ve uzman görüşleri doğrultusunda kriterler belirlenmiştir. YHT için bu çalışmada kriterler “Mesafe”, “Nüfus”, “Sosyo-gelişmişlik düzeyi”, “Öğrenci sayısı” ve “Turizm” olarak belirlenmiştir. Kriterler belirlenirken ise birçok unsur göz önünde bulundurulmuştur. Çalışmada YHT il seçimi için genel olarak ulaşımın daha fazla ihtiyaç duyulabileceği durumlar dikkate alınmıştır. Bu doğrultuda bireylerin yer değişiminin, yoğun hareketliliğin meydana gelmesini etkileyen faktörler kriter tercihinde etkili olmuş ve “Nüfus”, “Turizm” ve “Öğrenci sayısı” çalışmada kriter olarak belirlenmiştir. Ekonomi, sağlık, istihdam gibi unsurlar ise çalışmada belirlenen “Sosyo-gelişmişlik düzeyi” kriteri kapsamındadır [30]. Bu sebeple bu faktörler tek bir kriter olan “Sosyo-gelişmişlik düzeyi” kriteri altında birleştirilmiştir. Mesafe kriterinin tercih edilmesindeki sebep ise işletimde olan YHT ili ile çalışmaya göre YHT yapımının uygun olduğu il arasında, YHT bağlantısının daha kolay kurulabilmesinin ve böylelikle daha kolay faaliyete geçmesinin öngörülmesidir. Çalışmada kullanılan kriterlere ait sayısal verinin elde edildiği ilgili kurumlar

aşağıda yer almaktadır.

Mesafe: YHT yapılması planlanan il ile işletmeye açılan yüksek hızlı trenin bulunduğu il arasındaki karayolu mesafesini ifade etmektedir. Veri, KGM'den [37] elde edilmiştir.

Nüfus: YHT'nin yapılması planlandığı ilin nüfusunu tanımlamaktadır. Veri, TÜİK'ten elde edilmiştir [38].

Sosyo-gelişmişlik düzeyi: YHT'nin yapılması planlandığı ilin sosyo-gelişmişlik düzeyini belirtmektedir. Veri, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'ndan temin edilmiştir [39].

Öğrenci sayısı: YHT yapılması planlanan ilde öğrenim gören üniversite öğrenci sayısını ifade etmektedir. Veri, YÖK'ten alınmıştır [40].

Turizm: YHT yapılması planlanan ildeki turistik konaklarda kalan kişi sayısı olarak tanımlanmaktadır. Veri, TÜİK'ten elde edilmiştir [41].

3.2.2. Kriterlerin önem ağırlıkları

Yüksek hızlı tren il seçimi için alternatif iller, uzman kişilerce değerlendirilen kriterlerin birbirine göre durumları ve her kriter için ilgili kurumdan alınan veriler doğrultusunda AHP yöntemi ile sıralanmıştır. Kriterlerin birbirine göre önem durumları Tablo 2'de gösterilmektedir.

Table 2. Kriterlerin önem ağırlıkları (Importance weights of the criteria)

Kriterler	Önem ağırlıkları
Turizm	0,433926637
Öğrenci Sayısı	0,217290692
Sosyal gelişim düzeyi	0,193175729
Nüfus	0,116240411
Mesafe	0,03936653

Tablo 2'ye göre 'Turizm' kriteri ilk sırada yer almaktadır. İllerin 'Öğrenci sayısı' ve 'Sosyo-gelişmişlik seviyesi' birbirine yakın bulunmuştur. 'Nüfus' kriteri ise 4. sıradadır. 'Mesafe' kriteri ise 5.sırada yer almakta olup diğer kriterlere göre büyük bir orana sahip bulunmamıştır.

3.2.3. YHT için alternatif illerin sıralaması

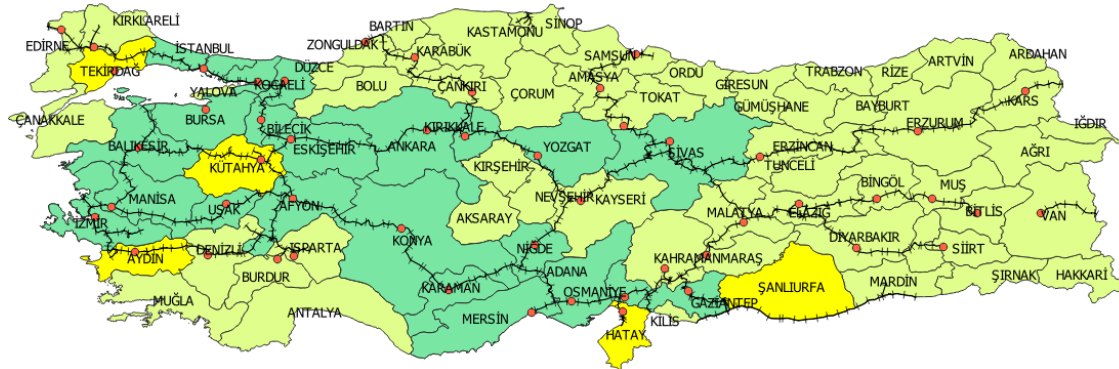
Tablo 3'te YHT ili için alternatif illerin sıralaması verilmiştir. Tablo 3'e göre Aydın ilk sırada yer almakta olup Aydın'ı Hatay takip etmektedir. Şanlıurfa, Tekirdağ ve Kütahya ise yüksek hızlı tren için birbirine göre yakın değerlerde bulunmuştur.

Tablo 3. Alternatif illerin sıralaması (Ranking of alternative provinces)

Sıra	Alternatif İller	Önem ağırlıkları
1	Aydın	0,123664
2	Hatay	0,092111
3	Şanlıurfa	0,083573
4	Tekirdağ	0,081409
5	Kütahya	0,080347
6	Kayseri	0,074808
7	Edirne	0,073838
8	Erzurum	0,072042
9	Diyarbakır	0,06111
10	Zonguldak	0,054244

11	Van	0,052932
12	Tokat	0,052792
13	Malatya	0,052146
14	Adıyaman	0,044982

Şekil 7’de projesi, yapımı ve işleme alınan YHT’si olan iller mavi renkle, bu çalışma sonucunda YHT’ye uygun bulunan ilk beş il ise sarı renkle gösterilmiştir.



Şekil 7. YHT için uygun bulunan iller
(Provinces that are suitable for HST)

Şekil 7’den anlaşıldığı üzere, Türkiye’de işleme açık, yapım ve proje aşamasında olan yüksek hızlı tren illeri ile bu çalışma sonucuna göre elde edilen sarı renk ile gösterilen illerin birbiri ile sınır komşusu olması, çalışma sonuçlarına göre önerilen bu illerde yüksek hızlı tren projelerinin hayata geçirilmesinin kolay ve uygun olduğunu göstermektedir.

4. Sonuçlar (Results)

Küreselleşen dünyada taşımacılık sektörünün birçok sektörle bağlantısı vardır ve taşımacılık sektörü dolaylı veya doğrudan birçok sektörü etkileyebilir. Taşımacılık sektöründe demir yolu ulaşım sistemleri öne çıkarken, demir yolunda ise güvenli, konforlu, çevre dostu ve seyahat süreleri gibi çeşitli faydalar nedeniyle daha verimli ulaşım olanakları sağlayan YHT’ler son yıllarda ön plana çıkmıştır. YHT ağlarının çeşitli avantajlar sağlaması nedeniyle, dünyanın dört bir yanındaki ülkeler çeşitli yatırımlar yapmakta ve YHT ağlarını genişletecek projelerin gerçekleştirilmesi için büyük bütçeler ayırmaktadır [22]. Ayrıca ülkeler, bunun için çeşitli yaklaşım ve metodolojiler kullanarak, alternatifler arasından en verimli il ve istasyonu seçmek için doğru illere YHT kurmak istemektedir. Çünkü ulaşımdaki verimliliği ve diğer sektörlerle olan alaka düzeyini dikkate alarak etkin bir yer seçimi yapmak kaçınılmaz bir gerekliliktir. Bu sayede kaynakları en uygun şekilde kullanmak mümkündür.

YHT için en uygun ili bulmak amacıyla yapılan bu çalışmada değerlendirilen kriterler arasında en yüksek değer ‘Turizm’ kriterine ait bulunmuştur. Bu durumda bu çalışmaya göre yüksek hızlı tren için il seçiminde turizm yoğunluğu belirleyici bir faktör olmuştur. YHT için en uygun ili bulmak amacıyla alternatif illerin sıralanmasında ise ilk sırada ‘Aydın’ ili bulunmuştur. İkinci sırada ‘Hatay’ ili yer almakta olup bu sıralamayı birbirine oldukça yakın değere sahip olan ‘Şanlıurfa’, ‘Tekirdağ’ ve ‘Kütahya’ illeri takip etmektedir. Gelecek YHT planlaması açısından bu sonucun karar vericiler için belirlenen kriterlere ve alternatiflere göre en uygun sonuç olduğu elde edilmiştir. Ayrıca bu çalışmanın ülkemizde rağbet edilen YHT planlamasına katkı sağlamasının yanı sıra farklı metodolojiler ve farklı kriterler de dikkate alınarak gelecekte yüksek hızlı tren ağ planlamasına yönelik farklı çalışmalara da katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Çalışmanın sınırlılıkları: Çalışmada YHT için belirlenen kriterler, bu kriterlerin uzmanların kendi görüşleri doğrultusunda değerlendirilmesi, alternatif illerin sadece demir yolu ağı ve demir yolu yük istasyonları bulunan iller arasından seçilmesidir.

Çıkar Çatışması Beyanı (Conflict of Interest Statement)

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması bildirilmemiştir.

Kaynaklar (References)

- [1] Z. Hang, "The impact of the high speed train in China," in *2011 International Conference on Management and Service Science*, Wuhan, China, 12-14 August 2011, *IEEE*, 2011. pp. 1-3. doi: [10.1109/ICMSS.2011.5998237](https://doi.org/10.1109/ICMSS.2011.5998237)
- [2] N. Ivanov, I. Boiko and A. Shashurin, "The problem of high-speed railway noise prediction and reduction," *Procedia Engineering*, vol. 189, pp. 539-546, 2017. doi: [10.1016/j.proeng.2017.05.086](https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.05.086)
- [3] M. F. Altan and M. Ç. Kızıldaş, "Yüksek hızlı demiryolları, yolcu ve yük taşımacılığı karşılaştırmaları bağlamında küresel ölçekli bir derleme çalışması," *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, vol.11, no.1, pp.319-328, 2020. doi: [10.24012/dumf.404832](https://doi.org/10.24012/dumf.404832)
- [4] M. İnan and M. Demir, "Demiryolu ulaşımı ve türkiye'de hızlı tren yatırımlarının etkileri: Eskişehir-Konya örneği," *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, vol:27, no:1, pp. 99-120, 2017. doi: [10.18069/firatsbed.346415](https://doi.org/10.18069/firatsbed.346415)
- [5] B. Paçacı, S. Erol and M.K. Çubuk, "Sürdürülebilir ulaşım ile lojistik merkez yer seçimi," *Toros Üniversitesi İİSBF Sosyal Bilimler Dergisi*, Uluslararası Sürdürülebilir Lojistik "Döğüsel Ekonomi" Sempozyumu Özel Sayı, vol:9, vo:2, pp. 97-106, 2022. doi: [10.54709/iisbf.1182554](https://doi.org/10.54709/iisbf.1182554)
- [6] T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, "Türkiye'nin Yedinci Ulusal Bildirimi," <https://webdosya.csb.gov.tr/>, 2018. Available: <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/icerikler/yed-nc-ulusal-b-ld-r-m-20190909092640.pdf> [Accessed: 10 Oct. 2023].
- [7] H.B. Tosun, "Türkiye'de yüksek hızlı trenlerin önemi ve diğer ulaşım türleri arasındaki tercih nedenleri," *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, vol:9, no:3, pp. 383-392, 2021. doi: [10.29130/dubited.873692](https://doi.org/10.29130/dubited.873692)
- [8] H. Aydemir and M.K. Çubuk, "Karayollarının Türkiye'de genel durumunun araştırılması ile yaşanan değişimler ve gelecek stratejilerine dair tavsiyeler," *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, vol:2, no:3, pp. 129-146, 2016.
- [9] Y. Sarı, A. Kılıçlar and C. Seçilmiş, "Yüksek hızlı tren (YHT) yolcularının kişisel değişkenler açısından memnuniyet algılamalarının değerlendirilmesi," *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, vol:22, no:2, pp. 127-138, 2011.
- [10] H. Tüdeş Yaman and G. Dalkıç, "Evaluation of the pricing preferences and value of time for High Speed Rail (HSR) users in Turkey," *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, vol:34, 2019. doi: [10.17341/gazimmfd.416487](https://doi.org/10.17341/gazimmfd.416487)
- [11] A.Y. Gündüz, M. Kaya and C. Aydemir, "Kentçi ulaşımında karayolu ulaşımına alternatif sistem: Rayli ulaşım sistemi," *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, vol:2, no:1, pp. 134-151, 2011.
- [12] Y. Sürmen, *Taşıma İşletmeleri Muhasebesi*, Kocaeli: Umuttepe Yayınları, 2015.
- [13] K. Ş. Oruç, "Hızlı trenin neden olduğu çevresel gürültü kirliliği," Yüksek lisans tezi, Gazi Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 2017.
- [14] M. Garmendia, C. Ribalaygua and J.M. Ureña, "High speed rail: implication for cities," *Cities*, Vol:29, pp. 26-31, 2012. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2012.06.005>
- [15] TCDD, "2017-2021 İstatistik yıllığı," Available: <https://static.tcdd.gov.tr/webfiles/userfiles/files/istrapor/ist20172021.pdf> [Accessed: 08 Sept.2022].
- [16] TCDD, *YHT Ağı*. Available: <https://www.tcdd.gov.tr/> [Accessed:2022].
- [17] UIC, "High speed lines in the world 2022 (Summary)," Available: https://uic.org/IMG/pdf/20231001_high_speed_lines_in_the_world.pdf [Accessed: 11 Oct. 2023].
- [18] W. M. Wey, "Smart growth and transit-oriented development planning in site selection for a new metro transit station in Taipei, Taiwan," *Habitat International*, vol:47, pp. 158-168, 2015. doi: [10.1016/j.habitatint.2015.01.020](https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.01.020)
- [19] R. Mateus, J.A. Ferreira and J. Carreira, "Multicriteria decision analysis (MCDA): Central Porto high-speed railway station," *European Journal of Operational Research*, vol.187, no.1, pp. 1-18, 2008. doi: [10.1016/j.ejor.2007.04.006](https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.04.006)
- [20] T. Eren, M. Hamurcu and H.M. Alağaç. "Çok kriterli karar verme yöntemleri ile Kırıkkale yüksek hızlı tren istasyon yerinin seçimi," in *5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, Baku, Azerbaijan, 29-30 September 2017 (ISITES2017 Baku-Azerbaijan)*, 2017, pp. 597-606.
- [21] Y. Shen, J.d.A. e Silva and L.M. Martínez, "HSR station location choice and its local land use impacts on small cities: A case study of Aveiro, Portugal," *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol:111, pp. 470-479, 2014. doi: [10.1016/j.sbspro.2014.01.080](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.080)
- [22] S. Dinç, M. Hamurcu and T. Eren, "Ankara-Sivas yüksek hızlı tren hattında istasyon yerlerinin seçiminde çok kriterli karar verme destekli 0-1 hedef programlama modeli," *Demiryolu Mühendisliği*, vol:9, pp. 1-16, 2019.
- [23] I. M. Brunner, K. Kim and E. Yamashita, "Analytic hierarchy process and geographic information systems to identify optimal transit alignments," *Transportation research record*, vol: 2215, no:1, pp. 59-66, 2011. doi: [10.3141/2215-06](https://doi.org/10.3141/2215-06)

- [24] B. Sarımeahmet, M. Hamurcu and T. Eren, "Çok kriterli karar verme: Kırıkkale YHT istasyonu-şehir bağlantısının sağlanması," *Demiryolu Mühendisliği*, vol:11, pp. 26-40, 2020.
- [25] N. G. Ahmed and N.M. Asmael, "A GIS-assisted optimal Baghdad metro route selection based on multi criteria decision making," *Journal of Engineering and Sustainable Development*, vol:19, no:6, pp. 44-58, 2015.
- [26] J. T., Kays, "Optimal locations of high-speed railway stations along Australias East Coast," *The Australian Mathematical Sciences Institute (AMSI)*, February, 2014. Available: https://vrs18.amsi.org.au/wp-content/uploads/sites/6/2014/09/Kays_AMSI-Paper.pdf [Accessed: 02 Augst. 2024].
- [27] N. İ. Süt, M. Hamurcu and T. Eren "Analitik hiyerarşi süreci kullanılarak Ankara-Sivas yüksek hızlı tren hat güzergahının değerlendirilmesi," *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, vol:3, no:3, pp. 22-30, 2018.
- [28] M. R. Saat and J. Aguilar Serrano, "Multicriteria high-speed rail route selection: application to Malaysia's high-speed rail corridor prioritization," *Transportation Planning and Technology*, vol:38, no:2, pp. 200-213, 2015. doi: [10.1080/03081060.2014.997446](https://doi.org/10.1080/03081060.2014.997446)
- [29] QGIS. Available: https://docs.qgis.org/2.18/tr/docs/user_manual/preamble/foreword.html [Accessed: 05 Jul. 2024].
- [30] TCDD, *Yapımı Devam Eden Projeler*. Available: <https://www.tcdd.gov.tr/projeler> [Accessed: 10 Dec. 2022].
- [31] TCDD, "Projects", [tcdd.gov.tr](https://www.tcdd.gov.tr/), 2022. [Online]. Available: <https://www.tcdd.gov.tr/> [Accessed:10 Dec. 2022].
- [32] A. Kuruüzüm and N. Atsan, "Analitik hiyerarşi yöntemi ve işletmecilik alanındaki uygulamaları," *Akdeniz İİBF dergisi*, vol:1, no:1, pp. 83-105, 2001.
- [33] M., Çetinbaş, "Çok kriterli karar verme yöntemleriyle ilgili excel uygulaması," *Pamukkale İşletme ve Bilişim Yönetimi Dergisi*, vol:4, no:1, pp. 12-29, 2017.
- [34] M. J. Liberatore and R.L. Nydick, "An analytic hierarchy approach for evaluating product formulations," *Computer Aided Formulation: A Manual for Implementation*, Alan H. Bohl, ed. VCH Publishing Company, 1990.
- [35] T. L. Saaty, "A scaling method for priorities in hierarchical structures," *Journal of mathematical psychology*, vol:15, no:3, pp. 234-281, 1977. doi: [10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5)
- [36] O. Kalan, "Analitik hiyerarşi prosesi ile Mersin-Gaziantep yüksek hızlı tren hattı için istasyon yeri seçimi," *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, vol.39, no:1, pp. 31-45, 2024. doi: [10.21605/cukurovaumfd.1459347](https://doi.org/10.21605/cukurovaumfd.1459347)
- [37] KGM, "Mesafe Sorgulama", [kgm.gov.tr](https://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Uzakliklar/ilcedenIlceyeMesafe.aspx), 2022. [Online]. Available: <https://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Uzakliklar/ilcedenIlceyeMesafe.aspx> [Accessed: 12 Dec. 2022].
- [38] TUIK, "Nüfus ve Demografi", [tuik.gov.tr](https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=nufus-ve-demografi-109&dil=1), 2022. [Online]. Available: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=nufus-ve-demografi-109&dil=1> [Accessed:12 Dec. 2022].
- [39] Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, "Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırmaları (SEGE)", [sanayi.gov.tr](https://www.sanayi.gov.tr/merkez-birimi/b94224510b7b/sege), 2022. [Online]. Available: <https://www.sanayi.gov.tr/merkez-birimi/b94224510b7b/sege> [Accessed: 18 Nov. 2022].
- [40] YÖK, "Öğrenci Sayısı", [yok.gov.tr](https://istatistik.yok.gov.tr/), 2022. [Online]. Available: <https://istatistik.yok.gov.tr/> [Accessed: 18 Nov. 2022].
- [41] TUIK, "Turizm İstatistikleri", [tuik.gov.tr](https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Egitim-Kultur-Spor-ve-Turizm-105), 2022. [Online]. Available: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Egitim-Kultur-Spor-ve-Turizm-105> [Accessed: 24 Dec. 2022].

This is an open access article under the CC-BY license

