

Araştırma Makalesi / Research Article

TOPLUMSAL FAYDA AÇISINDAN İSTANBUL-ANKARA YÜKSEK HIZLI TREN HATTI İÇİN OPTİMUM GÜZERGÂHIN BELİRLENMESİ

Doç. Dr. Hakan Murat ARSLAN 

Düzce Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Düzce, (muratarslan@duzce.edu.tr)

ÖZET

Asrımızda insanlar arasında, seyahat süresinin en az olması, konfor ve güven gibi isteklerin karşılanması için Yüksek Hızlı Tren (YHT) sistemleri geliştirilmiştir. Bu çerçevede T.C. Ulaştırma Bakanlığı tarafından projelendirilen Ankara-İstanbul YHT hattının Türkiye'nin geleceği açısından çok önemli bir hamle olabileceği düşünülmektedir. Ancak bakanlığın toplumsal fayda açısından farklı güzergâhların varlığını göz ardı ettiği düşünülmektedir. Çalışmada projelendirilen hattın dışında üç farklı güzergâh daha önerilmiş ve güzergâhlar dokuz kritere göre üç farklı çok kriterli karar verme yöntemi (ÇKKV) ile analiz edilmiştir. Gerçekleştirilen analizlere göre; birinci sırada A1:Ankara-Gerede-Bolu-Düzce-Sakarya-İzmit-İstanbul ve ikinci sırada A2: Ankara-Beyazari-Bolu-Düzce-Sakarya-İzmit-İstanbul hatları bulunmuştur. Sonuç olarak, bakanlık toplumsal fayda açısından projelendirilen İstanbul-Ankara YHT hattı güzergâhını tekrar gözden geçirmelidir.

Anahtar Kelimeler: Yüksek Hızlı Tren Güzergâhı, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, Toplumsal Fayda.

DETERMINATION OF OPTIMUM ROUTE FOR ISTANBUL-ANKARA HIGH SPEED TRAIN LINE IN TERMS OF SOCIAL BENEFIT

ABSTRACT

In our century, High Speed Train (HST) systems have been developed to meet the demands of people such as minimum travel time, comfort and confidence. In this context, projected by the Turkey Ministry of Transport Ankara-Istanbul HST line is thought that very important breakthrough for the future of Turkey. However, it is thought that the ministry ignores the existence of different routes in terms of social benefit. In the study, three different routes were proposed outside the projected route and the routes were analyzed with three different Multi Criteria Decision Making Method (MCDM) with respect to nine criteria. According to the conducted analyzes; A1 (Ankara-Gerede-Bolu-Düzce-Sakarya-İzmit-Istanbul) was the first line and A2 (Ankara-Beyazari-Bolu-Düzce-Sakarya-İzmit-Istanbul) was the second. As a result, the ministry should reconsider the route of the Istanbul-Ankara YHT line projected for social benefit.

Keywords: High Speed Train Route, Multi Criteria Decision Making Methods, Social Benefit.

1. Giriş

İktisadi kalkınmanın en temel dinamiklerinin başında ulaştırma sistemlerinin gelişmişliği gelmektedir. Günümüzde insanoğlu hızla gelişen teknolojiler karşısında ancak YHT gibi nakil araçları ile bu gelişmişliğe ayak uydurabilir. Ancak bu tür vasıtalar yüksek maliyetli olduğundan ekonomi, sürdürülebilirlik ve toplumsal fayda gibi kriterler dikkate alınmalıdır.

Tarihi bakış açısı ile değerlendirildiğinde, gücün devamlı hızlı olanda olduğu bilinmektedir. Bu küçükten büyüğe kadar tüm canlılarda olduğu gibi milletler arasında da böyledir (Toffler, 1992: 393). Tarihi belgelere bakıldığında, ne zaman bir millet baharat yolu veya ipek yolu gibi ticaret hattını ele geçirmişse hâkimiyeti de sağlamış olduğu yazılıdır.

Medeniyetler, kültürler ve devletlerin oluşmasında bu gibi ticari güzergâhların önemi büyük olmuştur. Toplumun her açıdan gereksinimlerini karşılamak amacı ile oluşturulmuş bu yollar asırlardır birçok milletin birbiri ile olan iletişimini sağlamış ve toplumlar arasındaki bilgi alışverişini temin etmiştir.

Ulaşım araçlarının farklılaşması ve özelliklerinin artması insanlar arasında seyahat etme isteğini arttırmış ve çok farklı kültürlerle iletişime geçmesini sağlamıştır. Bu açıdan teknoloji toplumların kültürel şekillenmesinde çok önemli bir paya sahiptir (Kılıç, 2017). Orta çağda baharat veya ipek yolu şeklinde adlandırılan ticari güzergâhların yerine günümüzde tren, kara, deniz ve hava yolları kullanılmaktadır. Modern manada ilk demiryolu 19. yüzyılda İngiltere’de görülmüştür (Pektaş, 2018).

Çalışmanın esas konusunu teşkil eden yüksek hızlı trenler, ilk olarak 1960’lı yıllarda Japonya’da görülmüş ve 9 milyon nüfusa sahip Tokyo gibi büyük şehirlerin nüfus yoğunluğunu çevre yerleşim birimlerine yayma düşüncesinden hareketle Tokyo-Osaka arasında 1960’ta yapılan YHT hattının bu amacı gerçekleştirdiğini söylemek yanlış olmaz (Pektaş, 2018).

Aslında bazı sosyolojik değişimler planlanır ancak değişim sürecinin çok uzun olmasından genellikle istenen değişim gerçekleşemez. YHT hatları bu değişim sürecini o kadar kısaltmıştır ki bir nesil gibi kısa zamanda dahi hissedilir değişiklikler olabilmektedir (Kılıç, 2017). Çalışmada, İstanbul’un aşırı kalabalık olan nüfusunun çevre illere yayılması gerekliliği düşüncesi ve T.C. Ulaştırma Bakanlığı tarafından projelendirilen Sincan-Çayırhan-İstanbul YHT hattının dışında farklı alternatif güzergâhların olabileceği düşüncesi ile veriler toplanmış ve çalışmanın analizleri gerçekleştirilmiştir.

Günümüzde demiryollarının daha tercih edilir olmasını sağlayan nedenlerin başında dünya çapında karayolu taşımacılığının sıradan hâle gelmesi ve insanoğlunun çevre ile etkileşimli seyahat etme isteği gelmektedir. Ayrıca karayollarında yaşanan trafik yoğunluğu ve kazalar gibi problemlerin alternatif çözümünde ilk sırada tren yolu taşımacılığı gelmeye başlamıştır. Bunun yanı sıra enerji sarfiyatı bakımından diğer ulaştırma araçlarına göre daha ekonomik, daha fazla miktarda yük ve yolcu taşıma özelliğine sahiptir (Demir & İnan, 2017).

Günümüzde hızlı trenleri yoğunlukla kullanan ülkeler sıralandığında; Japonya, Çin, Fransa, Almanya, İspanya, İtalya ve Güney Kore gelmektedir. YHT hatlarının öncüsü olan Japonya en çok yolcu yoğunluğuna sahip ülkedir. Dünyada ilk YHT uygulamaları 1960 yılında

Japonya’da başlamıştır. YHT teknolojisindeki ilerleme Fransa’da 2007’de bir hızlı trenin 574,8 km/saat hıza ulaşması ile devam etmektedir (Şamandar, 2017).

2009 yılından itibaren Türkiye’de hizmet veren yüksek hızlı trenler ile yolculuk yapanların sayısı 22 milyonu geçmiştir. Dört ayrı hatta toplam 1213 kilometre uzunluğa sahip YHT Hatları ’nın 2023’e kadar 13 000 km olması hedefleniyor (Özkanoglu, 2015). Hâlihazırda Ankara-İstanbul, Ankara-Eskişehir, Ankara-Konya ve Konya-İstanbul hatları olmak üzere dört hat faâl olarak çalışmaktadır.

T.C. Ulaştırma Bakanlığı tarafından projelendirilen Sincan-Çayırhan-İstanbul hattına alternatif teşkil eden hatlar arasında Ankara-Gerede-Düzce-Sakarya-İzmit-İstanbul ve Ankara-Beypazarı-Kıbrısçık-Bolu-Düzce-Sakarya-İzmit-Gebze-İstanbul hatları üzerinde bulunan Düzce’nin demiryolu hayalinin anlaşılması için sırası ile gelen başlıklar incelenmelidir.

2. Düzce’den Demiryolu Geçmesi Meselesi ve Geçmişi

2.1. Osmanlı Döneminde Yapılan Girişimler

Osmanlı Devleti, özellikle 19. asırda Batı’daki teknolojik gelişmeleri yakından takip etmekteydi. Bunun en önemli örneği olan İngiltere’de 19. yüzyılda ilk defa geliştirilen tren ve onun hattı olan demiryolu çalışmalarını eş zamanlı olarak Osmanlılarda başlatmıştır.

1873’te Sultan Abdülaziz tarafından Rumeli demiryolları projesi başmühendisliğine getirilen Alman başmühendis Wilhelm Von Pressel “*Anadolu Hatları Projesini*” hazırladı (Can, 2016). Bu projeye göre İstanbul-Bağdat hattı üzerinde bulunan Adapazarı istasyonundan iki hat ayrılacaktı. Bu hatlar Adapazarı-Bolu ve Adapazarı-Ereğli’dir. Düzce üzerinden geçen Ereğli hattı vasıtası ile Zonguldak kömür rezervlerine ulaşılacak ve Ereğli limanından da istifade edilecekti (Can, 2016).

Bu teklif neticesinde bir heyet teşkil olunmuş ve heyetin sekiz ay süren tetkikinden sonra 16 Ağustos 1886’da rapor çıkmıştır. Bu rapora göre İzmit-Ereğli sahil demiryolu hattı değil de İzmit- Düzce- Ereğli demiryolu hattı önerilmiştir (Başbakanlık Osmanlı Arşivi, Y. PRK. ASK. 34/55 LEF:4).

Sultan Abdülhamit demiryolu hattının Arifiye’ye kadar ulaşmasını temin etti, ancak Düzceliler için 70 km uzaklıktaki bu istasyondan faydalanmak kolay değildi. Mutlaka bu hattın Düzce’ye oradan da Bolu üzerinden Ankara’ya kadar ulaştırılması gerektiğini düşünüyorlardı. Bu düşünce çerçevesinde Düzceliler başkent İstanbul’da İzmit-Arifiye hattının Arifiye-Düzce kısmının da Ereğli’deki kömür rezervlerini delil göstererek inşa edilmesi gerekliliği hakkında ilgili nezarete dilekçeler verdiler (Özçelik, 2017: 36).

2.2. Cumhuriyet Döneminde Yapılan Girişimler

İlk olarak 1925’te Bolu mebusu Mehmed Vasfi Bey Adapazarı-Düzce-Bolu hattının gerekliliği ve ekonomik faydalarını içeren planlanan bu hattın niçin başlamadığını o zamanın maliye bakanlığından sorulmasını talep etmiştir (Başbakanlık Cumhuriyet Arşivi, Fon kodu: 03010742, Yer No: 4312).

İnönü devrinde Maliye Bakan Ali Fuat Cebesoy 1939'da Millet Meclisinde yaptığı bir konuşmasında Adapazarı-Bolu demiryolu hattının yaptırılması ve ayrılacak tahsis hakkında ayrıntılı bilgiler vermiştir (Polatel, 2007: 899). Bu hattın yapımı ile ilgili 1940'da ihale yapıldı. Ancak bu dönemde karayolu taşımacılığı daha fazla gelişme gösterince Demokrat Parti dönemine kadar ihale durduruldu (Konukçu, 2005: 607).

1957 yılında Demokrat parti iktidarı Düzce'den geçecek demiryolu projesini gündeme getirdi. Hatta bu proje ile ilgili etütler ve keşifler yaptırarak 1958'de keşif raporlarının neticesi olarak yapımına karar verildi. Ancak ülkenin içinde bulunduğu karışıklıklar nedeni ile yine akim kaldı (Düzce Postası Gazetesi, 26 Eylül 1958).

2.3. Ulaştırma Bakanlığı tarafından Projelendirilen Sincan-Çayırhan-İstanbul Demiryolu Hattı

Sincan-Çayırhan-İstanbul Demiryolu hattı projesi iki kısımdan oluşmaktadır. 1. kısım, Ankara Sincan'dan başlayıp Bolu il merkezine uğramadan güney tarafından geçerek Sakarya ve İzmit'e varılan ve 2. kısım ise 3. Boğaz Köprüsünden sonra Sarıyer'den başlayıp Başakşehir'de biten kısımdır. Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) raporu verilerine göre projenin son durumunu açıklayan harita Şekil 1'de ifade edilmektedir.

Şekil 1: ÇED Raporu Verilerine Göre Projenin Son Durumu



Kaynak: Şamandar (2017).

Şekil 2'de ilgili bakanlığın planladığı güzergâh ve çalışmanın sonucuna göre önerilen güzergâh birlikte görülmektedir. Önerilen hat uzunluk olarak planlanandan 30 km uzun olmasına rağmen önerilen hattın planlanan hatta göre kendini finansal açıdan telafi etme süresi bir hayli kısadır. Çalışmanın sırası ile gelen bölümlerinde ayrıntılı olarak açıklandığı üzere toplumsal ve kültürel yönleri ile de önerilen hattın faydaları planlanan hatta göre bir hayli fazladır.

Şekil 2: Önerilen Hat ve Mevcut Yapılması Planlanan Hat



Kaynak: Şamandar (2017).

Gelinen nokta itibari ile Türkiye'deki YHT hatları Şekil 3'te ifade edildiği üzere 1213 km uzunlukta ve dört farklı hatta faaliyet göstermektedir. Halî hazırda Ankara- İstanbul YHT hattı olmasına rağmen ikinci bir hattın planlanmasının nedeni beklentileri karşılamamış olmasındandır.

Şekil 3: Türkiye'deki Mevcut YHT Hatları



Kaynak: Uysal (2015).

2.4. En Uygun Güzergâh Seçimi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Brauers vd. (2008) çalışmalarında özellikle oran analizi temelli çok amaçlı optimizasyon (MOORA) yönteminin yol yapımlarının güzergah belirlenmesinde kullanılabilirliğini göstermişlerdir. Çalışmalarının ayrıcalıklı yönü kriterlerinin ayrıık değerlerden oluşmasıdır. Ayrıık değerlerden oluşan veriler için MOORA yönteminin uygun olacağı düşüncesi ile analizlerini bu yöntemlerle gerçekleştirmişler ve optimum güzergâh tespitinde ilgililere alternatifleri sıralamışlardır.

Groer vd. (2010) araç rotalama problemlerinin zor-kombinatorik problem yapısında olduğu varsayımı ile bu tür problemler için tam sayılı sezgisel yerel arama tabanlı bir model önermişlerdir. Çalışmalarının analizini 129 işlemci ile yürütmüş ve yüksek kalitede çözüm standartlarına ulaşmışlardır. Çok sayıdaki alternatif farklı senaryolar için yerel arama yapabilen tam sayılı programlama tabanlı analiz yöntemi ile hesaplamalarını gerçekleştirmişlerdir.

Wang vd. (2011) çalışmalarında YHT güzergah belirleme problemlerine çözüm bulabilmek adına simülasyon tabanlı iki aşamalı bir optimizasyon modeli önerilmiştir. Modelde, birinci aşama, hizmet frekansları ile en uygun durma zamanlamasını elde etmeyi amaçlar ve genetik algoritma ile çözülen doğrusal olmayan bir program olarak formüle edilir. İkinci aşamada, toplam işletme maliyetini ve hizmet dışı yolcu hacmini en aza indirmek amaçlanmıştır. Bu aşamada analizler tam sayılı programlama ile gerçekleştirilmiştir. Tayvan YHT hattı verileri önerilen modelle diğer alternatiflere göre değerlendirildiğinde daha iyi durumda olduğu görülmüştür. Ayrıca model Çin'deki Pekin-Şangay YHT içinde uygulanmıştır. Sonuçta, oluşturulan iki aşamalı modelin hesaplama karmaşıklığını azalttığı ve daha az hesaplama süresiyle her zaman en uygun durma zamanlama veri setini üretilbildiği gözlemlenmiştir.

Yıldırım & Yomralıoğlu (2013) CBS destekli oluşturdukları optimum doğal gaz iletim hattı güzergâhının tespit edilmesi modelinde etki eden unsurların ağırlıklarını AHP ile belirlemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, en etkin doğal gaz iletim hattı güzergâhı tespit edilmiş ve yetkililere bu güzergâhın avantajları ile ilgili önerilerde bulunulmuştur.

Dedemen (2013) çalışmasında en etkin güç transfer hattının belirlenmesinde GIS tabanlı ÇKKV yöntemlerini kullanmıştır. Önceki çalışmaların aksine tezinde çok sayıda karar vericinin görüşleri doğrultusunda AHP ve PROMETHEE yöntemlerini uygulamıştır. Karar vericilerin ortak görüşü ile dört alternatif hat belirlenmiş ve karar vericilerin her bir kriteri tek tek puanlaması ile kriterlerin ağırlıkları tespit edilmiştir. Sonuçta alternatif hatlar içinden en etkin olanı belirlenmiş ve analiz çıktıları ilgililerle paylaşılmıştır.

Ghedari & Pehlevani (2015) çalışmalarında en uygun nakil vasıtasının tespitinde benzetim tavlama ve bulanık AHP yöntemlerini birleştirerek kullanmışlardır. Modelin analiz sürecinde kriterlerin ağırlıklarını bulanık AHP ile tespit etmişlerdir. Kriterlerin ayrıntılı ve daha az hata payı ile kıyaslanmasında bulanık sayıların daha etkili olacağı düşüncesi ile bu yola başvurmuşlardır. Alternatif vasıtalar arasından en uygun olanının tespit edilmesinde benzetim tavlama metodunu uygulayarak sonuca ulaşmışlardır. Çalışmalarında beş alternatif nakil vasıtası birimi kullanılmıştır. Çalışma Tahran şehir merkezinde uygulanmıştır.

Ferreria vd. (2015), geri dönüşüm için toplanan atıkların özellikle en kısa sürede ve kapasite kısıtlarını dikkate alarak atık merkezine ulaşması için alternatif rotalar arasından en etkin olanının belirlenmesinde ÇKKV yöntemlerinin kullanılabilceğini göstermişlerdir. Bu en uygun rotanın belirlenmesi optimizasyon probleminde hücresel genetik algoritma diye adlandırdıkları bir modeli kullanmışlardır. Ayrıca çalışmanın modeli AHP ve SMART yöntemleri ile de analiz edilmiştir. Oluşturulan karar destek modeli gerçek yaşam verileri ile test edilmiştir.

Wodecki vd. (2015) çalışmalarında, ulaştırma problemlerinin optimizasyonu için kullanılan algoritmaların değişkenlerine odaklanılmıştır. Araştırmacılara göre, lojistik problemlerin rotalarının planlanmasında paralelleştirme diye isimlendirdikleri bir yöntemin uygun olacağını düşünmüşler ve yol yapım mimarilerinde maliyet fonksiyonunun optimizasyonunda paralelleştirme yöntemini önermişlerdir. Yapılan test uygulamaları sonucunda yöntemin meta sezgisel algoritmalar ve kesikli veriler için daha uygun bir yaklaşım olduğu kanısına varmışlardır.

Saat & Serrano (2015) çalışmalarında öncelikle YHT hatlarının belirlenmesi ile ilgili ayrıntılı literatür taraması gerçekleştirmişler ve YHT hattı güzergah tespitinde ÇKKV yöntemlerinin kullanılabilirliğini göstermişlerdir. Çalışma Malezya'nın Kuala Lumpur ve Singapur şehirleri için uygulanmıştır. Çalışmalarında optimum güzergahın belirlenmesi için ELECTRE I yöntemini kullanmışlardır. Çalışmanın sonuçlarını Malezya'da yetkililer ile paylaşmışlar ve modellerinin geliştirilerek diğer rota optimizasyon problemlerinde kullanılabilceğini savunmuşlardır.

Keser vd. (2016), sezgisel çok kriterli güzergah belirleme modeli oluşturmuşlar ve AHP yöntemi ile analizlerini gerçekleştirmişlerdir. Analiz sürecinde gerçek ve sezgisel verileri dikkate alarak hesaplamalı gerçekleştiren AHP metodunu tercih etmişlerdir. Optimum güzergahın belirlenmesinde; hattın uzunluğu, seyahat süresi, güvenlik ve yakıt tüketimi gibi kriterler tercih edilmiştir. Bu kriterler çerçevesinde alternatif güzergahlar kıyaslanmış ve optimum olanı tespit edilmiştir. Modelin geçerliliği açısından literatürdeki benzer çalışmaların verileri alınarak çalışmanın modeli test edilmiştir. Bu çalışma Eskişehir'de demiryolu hattı için optimum güzergah tespitinde kullanılmış ve yetkililerle sonuçları paylaşılmıştır.

Taş vd. (2017) Bu çalışma, kentsel ulaşım planlarında yer alan monoray ulaşım hattının kararıyla ilgilidir. Monoray, zeminden yükseltilmiş kolonlarla, kendi özel hattı boyunca hizmet veren kentsel bir toplu taşıma aracıdır. Bu ulaşım sisteminin kurulması tek hat tipi ve çift hat tipi olmak üzere ve yol güvenliği bakımından çeşitlilik göstermektedir. Bu çalışmada, Çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve PROMETHEE kullanılarak alternatif hat tipi seçenekleri arasından en uygun hat tipi seçimi yapılmıştır.

Küçükpehlivan & Doğru (2017) çalışmalarında, AHP yöntemini kullanarak Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) veri tabanında oluşturdukları modellerini analiz etmişlerdir. Çalışmalarının sonucunda Bursa'nın Nilüfer İlçesinde faaliyete girecek olan bisiklet yolu için optimum güzergahın belirlenmesinde yetkililere tavsiyelerde bulunmuşlardır.

Hamurcu & Eren (2017) Ulaştırma projeleri yüksek maliyet, mühendislik, nüfus, teknoloji vb. gibi unsurlar içerdiğinden ÇKKV yöntemlerinin kullanımı zorunlu hâle getirmektedir.

Çalışmalarında, Analitik Ağ Süreci (AAS) ve AHP yöntemleri ayrı ayrı kullanılarak projelerin kriterlerinin ağırlıklandırılması yapılmıştır. Geliştirilen model Hedef Programlama (HP) yöntemi analiz edilmiştir. Çalışmanın uygulaması İstanbul’da raylı sistem projeleri arasında en uygun olanının belirlenmesi için yapılmıştır. Geliştirilen model öncelikle AHP ardından sırasıyla AAS, AHP-HP ve AAS-HP hibrit yöntemleri ile ayrı ayrı analiz edilmiştir. Sonuçlar kıyaslanmıştır. HP ile hibrit gerçekleştirilen analizlerin sonucunda tutarlık görülmüştür.

Eren vd. (2017) çalışmada öncelikle optimum istasyon yerlerinin belirlenmesindeki kriterler tespit edilmiştir. Ardından inşa hâlinde olan Ankara-Sivas hızlı tren hattının üzerindeki Kırıkkale’de alternatif istasyon yerleri belirlenen kriterler bazında çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuçta alternatif istasyonlar arasında en uygun konum belirlenmiş, tespit edilen konumun uygunluğu yetkililerle tartışılmıştır.

Zhou vd. (2017) araştırmalarında, farklı mekân ve zamanlarda geleneksel olarak ele alınan makro düzeydeki tren zaman çizelgesi ve mikro düzeydeki tren yolu hesaplamaları problemlerini sistematik olarak entegre etmeyi amaçlamışlardır. Zaman ve mesafe değişkenlerine ait verilerini uzay-zaman-hız üç boyutu şeklinde varsayan bir model geliştirmişlerdir. Oluşturdukları modellerini Lagrange gevşetmesi temelli bir analiz yöntemi ile çözümlenmişlerdir. Önerilen model ve algoritmaların etkinliğini ve verimliliğini test etmek için Pekin-Şanghay YHT hattında uygulamalar yapılmıştır.

3. Metodoloji

Çalışmanın uygulama bölümüne geçmeden önce çalışmanın yöntem kısmını oluşturan unsurların ayrıntıları hakkında bilgilendirme yapılması daha uygun olacaktır.

3.1. Problemin Tanımlanması

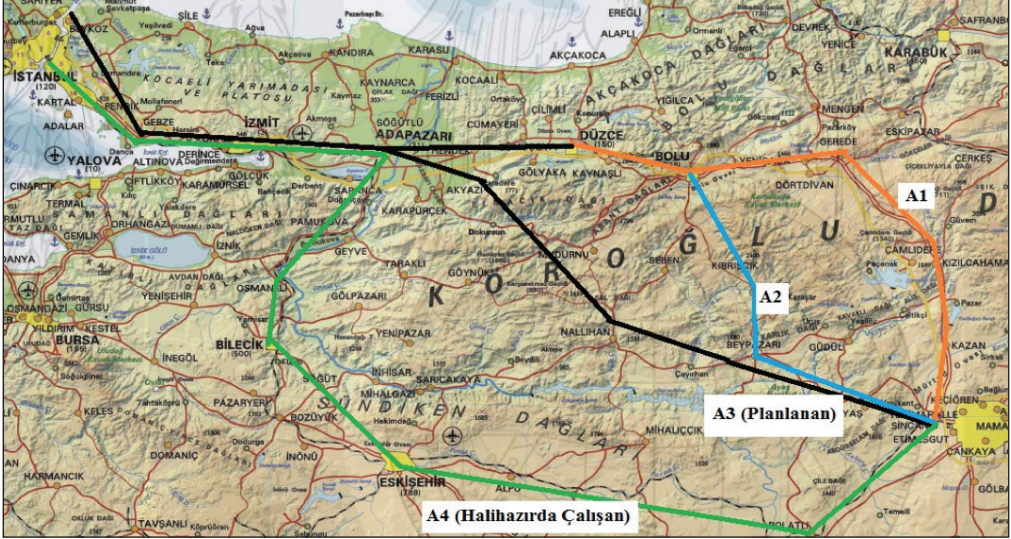
Çalışmanın önceki kısımlarında bahsedildiği üzere Ankara-İstanbul arasına yapılması planlanan YHT hattı için ilgili bakanlığın önerdiği güzergâha alternatif olarak optimum fayda temin edecek farklı hatlarında olabileceği varsayımı çalışmanın ortaya çıkmasında en önemli görüş ve çalışmanın tanımlayıcı problemi olarak ifade edilebilir. Şekil 4’te ilgili bakanlığın önerdiği ve alternatif hatların şematik görüntüsü ifade edilmiştir.

3.2. Verilerin Toplanması ve Karar Vericilerin Belirlenmesi

Verilen oluşturulması öncelikle probleme özgü kriterlerin tespit edilmesi ile başlamıştır. İlgili kriterler optimum faydayı temin edecek şekilde karar vericiler ve literatür taranarak belirlenmiştir. Çalışmanın karar vericilerini; 1999 Düzce depreminden sonra özellikle Düzce ve çevresinde bilimsel çalışmalar yürüten iki Japon bilim insanı (Tokyo Teknoloji Enstitüsü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Shigeru Kakumoto & Osaka Sangyo Üniversitesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Koji Yoshikawa), Düzce Üniversitesi yetkilileri ve İstanbul-Ankara YHT güzergâhının geçmesi muhtemel illerinde görev yapan valilik yetkileri oluşturmaktadır.

Kriterlerin oluşturulmasında; insan hayatı, kaza riskleri, eğitim, maliyet, İstanbul nüfusunun yatay olarak dağılımı gibi unsurlar göz önünde bulundurulmuştur. Ayrıca çalışmanın söz konusu alternatifleri, ilgili YHT hattının yapımını üstlenen T.C. devletin ve

Şekil 4: Alternatif Ankara-İstanbul YHT Hattı Güzergâhlarının Değerlendirilmesi



faaliyete geçtikten sonra kullanacak halkın optimum faydası dikkate alınarak tespit edilmiştir. Alternatiflerin kriterler bağlamında aldığı değerler verilerin toplanması aşamasında T.C. Ulaştırma Bakanlığı arşivlerinden ve konu ile ilgili yapılmış çalışmalardan elde edilmiş ikincil verilerdir. Söz konusu alternatif hatlar Şekil 4’te açıkça ifade edilmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda kriterler ve alternatifler aşağıda belirtildiği şekildedir;

Kriterler

- K1:** Kaç Üniversite Öğrencisinin Faydalanabileceği (*1000) Max.
- K2:** Kaç Yerleşim Merkezinin Faydalanacağı (Adet) Max.
- K3:** Toplam Güzergâh Uzunluğu (Km)Min
- K4:** İstanbul-Ankara Otoyoluna Paralellik (Km) Max
- K5:** Muhtemel Kaç Kişiye Hizmet Edeceği (*1000000) Max.
- K6:** Güzergâhın Fay Hattı Üzerinde Olma Durumu (Km)Min.
- K7:** Yaklaşık Yapım Maliyetleri (Milyar \$) Min.
- K8:** İstanbul Nüfusunu Yatay Olarak Yayabileceği Yerleşim Merkezi Sayısı (Adet) Max.
- K9:** Ulaşım Süresi (Toplam Güzergâha Ait) (Dak.) Min.

Alternatifler

- A1:** Ankara- Gerede-Bolu- Düzce-Sakarya-İzmit-Gebze-İstanbul
- A2:** Ankara-Beyazır- Kırıbrıfık-Bolu-Düzce- Sakarya-İzmit-Gebze-İstanbul
- A3:** Ankara-Beyazır-Nallıhan-Akyazı- Sakarya-İstanbul
- A4:** Ankara- Polatlı- Eskişehir-Bilecik- Sakarya-İzmit-İstanbul (Hâlihazırda Çalışan Hat)

3.3. Problemin Sınırlılıkları

Çalışma T.C. Ulaştırma Bakanlığı tarafından planlanan Ankara-İstanbul YHT hattının Ankara-Bolu-Düzce-Sakarya-İzmit'ten geçmesi gerekliliği üzerine kurgulandığı için;

- Ankara, Bolu, Düzce, Sakarya ve İzmit Üniversitesi yetkilileri, bu mezkûr illerin valilik yetkilileri ve bu bölgede sismik araştırmalarda bulunan yabancı uyruklu bilim insanları karar vericiler olarak kabul edilmişlerdir.
- Önerilen YHT hattı üzerinde bulunan Bolu ve Sakarya gibi illerdeki sismik, coğrafi, eğitim ve nüfus verilerinden faydalanılmamıştır.
- Düzce ili tarihi tren hatları gelişimi ayrıntılı incelenmiş bahsedilen diğer illerdeki demir yolu hatları hakkında tafsilatlı araştırmalar yapılamamıştır.
- Alternatif hatlar üzerinde olan illerdeki halkın YHT hattı güzergâhı hakkındaki temayül araştırmaları yapılamamıştır.

3.4. Problemin Varsayımları

Çalışmada T.C. Ulaştırma Bakanlığının görüşleri doğrultusunda projelendirilen Ankara-İstanbul YHT hattının Ankara-Bolu-Düzce-Sakarya-İzmit'ten geçmesi gerekliliğine ait varsayımlar aşağıda sıralanmıştır;

- Can kaybı riskinin en aza indirilmesinde deprem fay hattına yakın olmaması gerekliliği
- Yapım maliyetlerinin en aza indirilmesi gerekliliği,
- Yolcuların en kısa sürede ulaşacakları yere varma isteği,
- Hattın en kısa uzunlukta olması,
- Herhangi bir kaza anında yaralılara erken müdahale için otoyollara yakın ya da paralel olması,
- Eğitim açısından özellikle öğrencilerinin İstanbul ve Ankara gibi metropol şehirlerdeki üniversitelere kolay ve en kısa sürede ulaşma istekleridir.

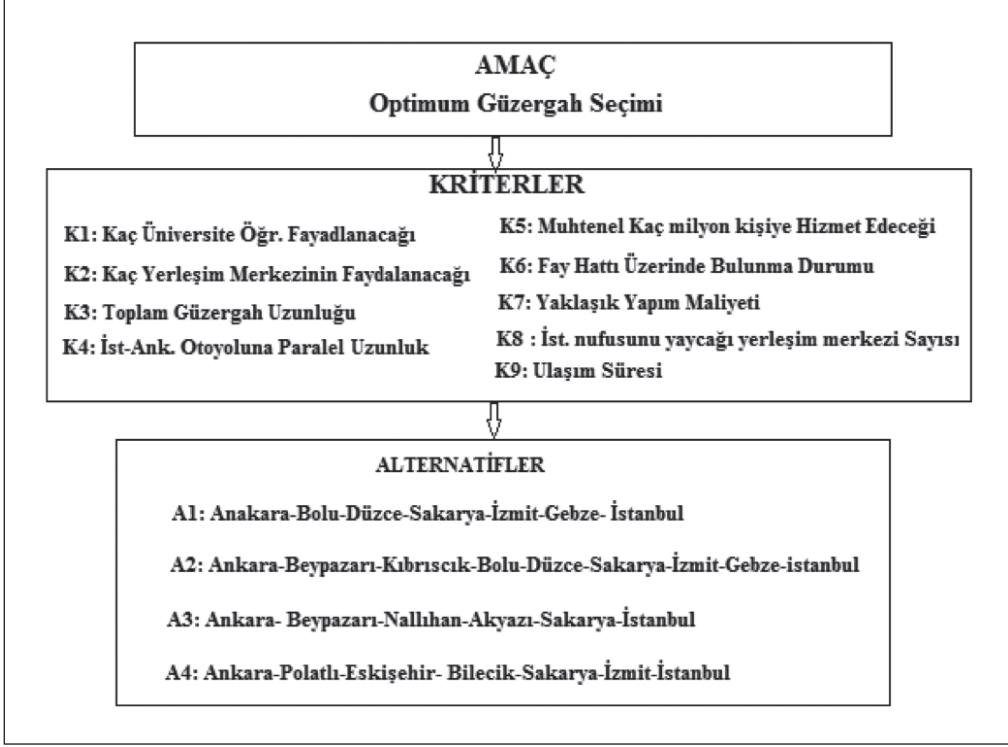
3.5. Problemin Çözüm Modeli

Çalışma için belirlenmiş kriterler ve alternatifler dikkate alınarak çözüm modeli Şekil 5'te ifade edilmiştir. Bu modelde hiyerarşik bir yapı dikkat çekmektedir. Bunun nedeni ÇKKV yöntemlerinin uygulanabilmesinde modelin amaç-kriterler-alternatifler bağlamında ifade edilmesi gerekliliğidir.

3.6. Optimum Güzergâh Seçimi Modelinin Analizi için Belirlenen Yöntemler

Çalışmanın geçen kısımlarında ifade edilen en uygun güzergâhın belirlenmesine ait analizlerin yapılabilmesi için literatürde son yıllarda sıklıkla kullanılan AHP yöntemi öncelikle tercih edilmiştir. Çünkü özellikle kriterlerin objektif olarak belirlenmesinin bu çalışma için önemi büyüktür. Ardından çok kriterli karar analizi yöntemlerinden gri ilişkisel analiz gibi bir metodun seçilmesinde en büyük etken karar vericilerin çok yönlü hükümlerinin bu yöntemde karşılığının büyük ölçüde ifade edilmesidir. Son olarak SMART yöntemi, hesaplamalarının kesin yargılar ve basit matematiksel analizler içermesinden dolayı tercih edilmiştir.

Şekil 5: Alternatif Ankara-İstanbul YHT Hattı Güzergâhı Seçim Modeli



4. Uygulama: ÇKKV Yöntemleri ile İstanbul-Ankara Yüksek Hızlı Tren Hattı için Optimum Güzergâhın Belirlenmesi

YHT güzergâh seçimi ile ilgili ÇKKV yöntemlerinden AHP, Gri İlişkisel Analiz ve Smart metotları ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Aşağıda bu yöntemler ile ilgili kısa bilgi verilmiştir.

4.1. AHP Yöntemi

Alternatiflerin kriterlere bağlı olarak ikili kıyaslanmalarını ve tüm alternatiflerin kriterlere göre ayrı ayrı performanslarının değerlendirilmesi üzerine tesis edilmiş bir yöntemdir (Triantaphyllou, 1995). 1986 yılının başlarında Saaty tarafından ilk defa kullanılan metodun çözüm adımları aşağıda sıralandığı gibidir;

1. Karar problemine ait verilerin açıkça ifade edilir.
2. Problemin sırası ile amacı, kriterleri ve alternatifleri bir hiyerarşi içinde ifade edilmelidir.
3. Alternatifler ve kriterler karşılaştırılırken Tablo 2’de belirtilen ölçek kullanılmalıdır. (Saaty, 1986).
4. Karar matrisi belli bir değer aralığında normalize edilir.

5. Normalize matris kullanılarak öncelik değerleri tespit edilir.
6. Karar matrisi verileri öncelik değerleri ile tek tek çarpılarak ağırlıklandırılmış matris belirlenir.
7. Kriterlerin karşılaştırılması sonucu elde edilen verilerin tutarlılığının hesaplanmasında tutarlılık göstergesi (CR) tespit edilmelidir (Saaty, 1990). Fakat bu göstergenin belirlenmesi için önce tutarlılık indeksi (CI) değeri bulunmalıdır. Bu değer aşağıdaki formül 1 ile hesaplanabilir.

$$CI = (\lambda \max - n)/(n-1) \quad (1)$$

8. Tablo 1' de belirtilen N ve RI (Rassallık Göstergesi) değerleri ile tutarlılık oranı (CR) aşağıdaki formül 2 ile bulunabilir. Tutarlılık oranı 0.10 den büyük olmamalıdır (Saaty, 1980: 21).

$$CR = CI/RI \quad (2)$$

Tablo 1: Rassal İndeks (RI) Tablosu

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Kaynak: Saaty (1980).

Tablo 2: İkili Karşılaştırma Ölçeği

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit derecede önemli	Seçilen iki kriter eşit derecede önemlidir.
3	Orta derecede önemli	Karar vericilerce verilen hükümlere göre, belli bir kriter diğer kritere göre daha fazla derecede önemli ise.
5	Kuvvetli derecede önemli	Karar vericilerce verilen hükümlere göre, bir kriter diğer kriterden kuvvetli ölçüde önemli ise.
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Karar vericilerce verilen hükümlere göre, bir kriter diğer kritere göre çok kuvvetli derecede önemli ise.
9	Kesin önemli	Karar vericilerce verilen hükümlere göre, bir kriter diğer kriterden kesin olarak önemli ise.
2,4,6,8	Çift dereceli değerler	1,3,5,7 ve 9 da yer alan hükümler arasında kalındığında kullanılabilir değerler.

Kaynak: Saaty (1986).

4.2. Gri İlişkisel Analiz

Çok kriterli karar verme yöntemleri, birbirinden farklı kriterleri dikkate alarak muhtemel alternatifler arasından optimum olanın belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında

en dikkat çekenlerden biri de gri ilişkisel analizdir. İlk olarak 1989'da Julong Deng tarafından bilimsel dünyaya tanıtılan gri sayılar teorisi, günümüzde Gri ilişkisel Analiz (GİA) ismi ile yaygın olarak bilinen yöntemin esasını oluşturmaktadır.

Çok değişkenli istatistiki durumlarda dağılım cinsi ayırt etmeyen, temel veri seti ile işlem yapabilen ve belirsizlikler nedeni ile modellenme güçlüğü bulunan problem yapılarında gri teori tavsiye edilmektedir (Üstünışık, 2007).

Gri teoriyi temel alan GİA kesinlik gerektirmeyen ve yeterli bilgi kaynağının olmadığı durumlarda kullanılabilen işletme yöneticilerine doğru kararın verilmesinde destek olan ÇKKV yöntemidir (Chan & Thomas, 2007). GİA analiz aşamaları altı adımdan oluşmaktadır. Bunlardan birincisi temel veri setinin ifade edilmesi olup, altıncısı da alternatiflere ait gri ilişkisel derecelerin belirtilmesidir (Peker & Birdoğan, 2011).

4.3. Smart Yöntemi

Çok Ölçütlü Değer Teorisi olarak bilinen SMART (Simple Multi Attribute Rating Technique) yöntemi ilk defa 1971 ve 1977 yılları arasında Edwards tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntem çok kriterli karar analizinin gerçekleştirilebileceği basit bir yöntemdir. Bu yöntemde her biri değişik ölçü birimine sahip alternatifler tek bir ölçüyle ağırlıkları da dikkate alınarak sonuca ulaşmayı hedefleyen bir tekniktir. Diğer ÇKKV yöntemlerinde olduğu gibi alternatifler her kritere göre tek tek değerlendirilir. Elde edilen matrisin satır ve sütun değerleri ile kriter ağırlıkları tek tek çarpılır ve alternatiflerin genel puanlaması ortaya çıkar (Edwards, 1977).

SMART yöntemi aslında MAUT yönteminin basit hâlidir. Karar problemindeki kriterlerin fayda veya maliyet unsurunu içermesindeki verileri dikkate alır (Chen vd., 2010:666). Bu yöntem kriterler için belirlenen uygun ağırlıkları güncel nicel değerlere dönüştürür. SMART yönteminin temel avantajı kullanımının basit olması ve herhangi bir ağırlık belirleme yönteminin kullanımına izin vermesidir (Konidari & Mavrakıs, 2007:6238). SMART yöntemi daha çok çevre, inşaat, lojistik, askeri, imalat ve montaj sektörlerine ait karar problemlerinin analizinde kullanılmıştır.

4.4. AHP Yöntemi ile İstanbul-Ankara Yüksek Hızlı Tren Hattı için Optimum Güzergâhın Belirlenmesi

4.4.1. Temel Veri Setinin İfade Edilmesi

Tablo 3: Alternatif Güzergâhlara Ait Kriterlere göre Temel Veri Seti

	<i>K1</i>	<i>K2</i>	<i>K3</i>	<i>K4</i>	<i>K5</i>	<i>K6</i>	<i>K7</i>	<i>K8</i>	<i>K9</i>
<i>A1</i>	525	20	430	430	25	1	4	10	130
<i>A2</i>	425	14	420	260	24	2	4.7	10	135
<i>A3</i>	250	12	400	150	21,5	30	5	6	120
<i>A4</i>	430	13	533	200	22	3	4.2	6	260

4.4.2. AHP yöntemine Göre Kriterlerin Ağırlıklarının Belirlenmesi

Tablo 3'teki veriler dikkate alınarak karar vericilerin kriterler hakkında yaptıkları ikili kıyaslamalar Super Decisions programındaki ara yüzlere aktarılmıştır. Program çalıştırıldığında kriterlerin ağırlıkları Tablo 4'te ifade edildiği gibi hesaplanmıştır. Karar vericilerin kriterler hakkındaki kıyaslamalarının tutarlılığı konusunda tutarsızlık indeksinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu değer 0,03291 çıkmıştır. 0,1 den küçük olması dolayısı ile karar vericilerin kriterlerin kıyaslanmasındaki hükümleri tutarlıdır denilebilir.

Tablo 4: AHP Yöntemi ile Belirlenen Kriterlere Ait Ağırlıklar

Kriterler	Ağırlıkları
K1: Kaç Üniversite Öğrencisinin Faydalanabileceği (*1000) Max.	0.0482
K2: Kaç Yerleşim Merkezinin Faydalanacağı (Adet) Max.	0.0184
K3: Toplam Güzergâh Uzunluğu (Km) Min	0.0256
K4: İstanbul-Ankara Otoyoluna Paralellik (Km) Max	0.0740
K5: Muhtemel Kaç Kişiye Hizmet Edeceği (*1000000) Max.	0.2226
K6: Güzergâhın Fay Hattı Üzerinde Olma Durumu (Km)Min.	0.3125
K7: Yaklaşık Yapım Maliyetleri (Milyar \$) Min.	0.1556
K8: İstanbul Nüfusunu Yatay Olarak Yayabileceği Yerleşim Merkezi Sayısı (Adet) Max.	0.1076
K9: Ulaşım Süresi (Toplam Güzergâha Ait) (Dak.) Min.	0.0352

4.4.3. AHP Yöntemine Göre Alternatiflerin Sıralanması

Karar vericilerin her bir kritere göre dört alternatif hakkındaki kıyaslamaları ayrı ayrı ilgili karar analizi programının ara yüzlerine kaydedildikten sonra program çalıştırılmıştır. Elde edilen veriler nezdinde Tablo 5'te ifade edilen değerlere ulaşılmıştır.

Tablo 5: AHP Yöntemine Göre Alternatiflerin Öncelik Sıralanması

Alternatifler	Öncelik Değerleri	Sıralama
A1: Ankara- Gerede-Bolu- Düzce-Sakarya-İzmit-Gebze-İstanbul	0.449	1.
A2: Ankara-Beypazarı-Kırıbrıçık-Bolu-Düzce-Sakarya-İzmit-Gebze-İstanbul	0.255	2.
A3: Ankara-Beypazarı-Nallıhan-Akyazı-Sakarya-İstanbul	0.123	3.
A4: Ankara- Polatlı- Eskişehir-Bilecik- Sakarya-İzmit-İstanbul (Hâlihazırda Çalışan Hat)	0.173	4.

4.5. Gri İlişkisel Analiz Yöntemi ile İstanbul-Ankara Yüksek Hızlı Tren Hattı için Optimum Güzergâhın Belirlenmesi

Tablo 3'te ifade edilen temel veri setine göre AHP yöntemi ile elde edilen kriterlerin ağırlıkları dikkate alınarak Gri İlişkisel Analiz yönteminin analiz adımları uygulandığı takdirde, öncelikle referans serisi belirlenmiş ve fayda-maliyet unsurları dikkate alınarak normalizasyon matrisi oluşturulmuştur. Sonra her bir sütunda oluşan en büyük değerden diğer verilerin çıkarılması suretiyle mutlak değer tablosu oluşturulmuştur. Ardından Gri İlişkisel katsayı matrisi oluşturulmuştur. Bu oluşan katsayı değerleri Tablo 6'da ifade edilmiştir.

Tablo 6: Alternatiflere ait Gri İlişkisel Katsayı Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
A1	1	1	0.688	1	1	1	1	1	0.874
A2	0.578	0.4	0.768	0.451	0.688	0.934	0.416	1	0.822
A3	0.333	0.333	1	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	1
A4	0.591	0.363	0.333	0.378	0.368	0.878	0.714	0.333	0.333
Δ_{\max}	1								
Δ_{\min}	0								
ξ	0.5								

Tablo 7 incelendiğinde ağırlıklı ortalamalar sütunu oluşturulurken her bir alternatifin katsayı değerleri AHP yönteminden gelen kriter ağırlıkları ile tek tek çarpılmıştır ve en büyük değer karşılığında birinci alternatifin (A1) yer aldığı ve en küçük değer karşılığında (A4) alternatifinin yer aldığı Microsoft Excell aracılığı ile belirlenmiştir. Bu hâli ile alternatiflere ait sıralama Tablo 7'da belirtildiği gibidir.

Tablo 7: Gri İlişkisel Analiz Yöntemine göre Alternatiflerin Öncelik Sıralaması

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	Ağr. Ort.	Sıralama
W_i	0.048	0.018	0.026	0.074	0.223	0.313	0.156	0.108	0.035		
A1	1.000	1.000	0.688	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.874	0.987	1
A2	0.578	0.400	0.768	0.451	0.688	0.944	0.416	1.000	0.822	0.738	2
A3	0.333	0.333	1.000	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	1.000	0.373	4
A4	0.591	0.363	0.333	0.378	0.368	0.878	0.714	0.333	0.333	0.587	3

4.6. Smart Yöntemi ile İstanbul-Ankara Yüksek Hızlı Tren Hattı için Optimum Güzergâhın Belirlenmesi

Tablo 3'te ifade edilen temel veri seti dikkate alınarak kriterlerin ağırlıkları karar vericilerin her bir kriteri objektif olarak değerlendirmeleri neticesinde Microsoft Excell programı aracılığı ile tespit edilmiştir. Objektif puanlamalar ve oluşan kriter ağırlıkları Tablo 8'de ifade edilmiştir.

Tablo 8: Kriterlerin Puan Değerleri ve Oluşan Ağırlık Değerleri

Kriterler	Objektif Puanlamalar	Kriter Ağırlıkları
K1	45	0.089
K2	12	0.024
K3	23	0.046
K4	56	0.111
K5	89	0.177
K6	100	0.198
K7	78	0.155
K8	67	0.133
K9	34	0.067
Toplam	504	

Sonra her bir alternatif kriterlere göre objektif puanlanmıştır. Smart yöntemi analiz adımları gereğince işlemler yapıldığında Tablo 9'nin W_i değerlerine bağlı satırı elde edilmiştir. Bu değerler ilgili alternatiflerin öncelik sıralamasının ortaya çıkartılması açısından belli bir sıra dâhilinde gerçekleştirilmiştir. Smart yönteminin uygulanması ile ortaya çıkan nihai sıralama Tablo 9'da belirtildiği gibidir.

Tablo 9: SMART Yöntemine göre Alternatiflerin Öncelik Sıralaması

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	Ağr. Ort.	Sıralama
W_i	0.089	0.024	0.046	0.111	0.177	0.198	0.155	0.133	0.067		
A1	1.000	1.000	0.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500	0.932	1
A2	0.250	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.250	1.000	0.250	0.488	2
A3	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.113	4
A4	0.500	0.250	0.000	0.250	0.250	0.250	0.500	0.000	0.000	0.249	3

4.7. Bulgular ve Yorumlar

Çalışmada T.C. Ulaştırma Bakanlığı tarafından planlanan ancak maliyetlerin minimizasyonu ve toplumsal fayda açısından defalarca düşünülerek karar verilmesi gereken bir konu olan İstanbul-Ankara YHT hattı için optimum güzergâhın belirlenmesi meselesi bir karar problemi olarak kabul edilmiştir. Bu varsayımdan yola çıkarak ilgili karar problemi Üç farklı ÇKKV yöntemi ile analiz edilmiştir. Sonuçlara bakıldığında ilgili bakanlığın planladığı hattın dışında da hatların mevcudiyeti ortaya çıkmış ve bu hatların mutlaka bakanlık tarafından değerlendirilmeye alınması gerekliliği vurgulanmıştır. Çünkü özellikle yapım aşamasına gelindikten sonra plan değişikliği hem yetkililer hem de toplum tarafından telafisi maliyetli olacaktır.

Ayrı ayrı gerçekleştirilen analiz bulguları incelendiğinde; hem AHP hem de Smart yöntemi ile gerçekleştirilen kriter ağırlıkları hesaplamalarından K6, K5 ve K7 sıralaması çıkmıştır. Yani karar vericiler öncelikle fay hattı üzerinde olmama, sonra kaç kişiye hizmet edeceği ve en üçüncü olarak maliyet unsurlarını dikkate almışlardır. Bu kriter ağırlıkları dikkate alınarak gerçekleştirilen sonuçlara göre; A1: Ankara- Gerede-Bolu- Düzce-Sakarya-İzmit-Gebze-İstanbul birinci sırada, A2: Ankara-Beyazır- Kıbrısçık-Bolu-Düzce-Sakarya-İzmit-Gebze-İstanbul ikinci sırada olduğu gözlenmektedir. Çünkü bu alternatiflere ait temel karar matrisindeki K6, K5 ve K7 performans değerleri oldukça yüksektir. Ancak İlgili bakanlığın planladığı A3: Ankara-Beyazır-Nallıhan-Akyazı-Sakarya-İstanbul güzergâhının üçüncü sırada olduğu belirlenmiştir.

Bu durumda ilgili Bakanlığın İstanbul-Ankara YHT hattı için optimum güzergâhı belirleme konusunda birtakım güncel çalışmalar yapması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Aksi takdirde telafisi güç olan zararlarla karşılaşılması muhtemeldir.

5. Sonuç ve Öneriler

Son zamanlardaki teknolojik gelişmeler insanların zamanı tasarruflu kullanmalarını zorunlu hâle getirmiştir. Belki de son 50 yıllık süreçte elde edilen gelişmeler insanlık tarihi boyunca elde edilenden çok daha fazladır. Çok değişik kültürlerle etkileşim içinde olmanın en temel unsuru ulaşım araçlarıdır denilebilir. Birçok ulaşım aracına göre daha güvenli olarak görülen trenlerin daha hızlı ve konforlu hâle getirilmesi ile farklı ulaşım araçlarına rakip hâle gelmişlerdir. Bu konuda yapılan araştırmalara göre toplumun yüksek hızlı trenleri kısa sürede benimsedikleri gözlenmiştir. Çünkü iyi bir planlama neticesinde; örneğin iki saat gibi kısa bir sürede Ankara'dan İstanbul'a ulaşılabilir. Özellikle İstanbul-Ankara arasında inşa edilecek YHT hattının coğrafik ve demografik açıdan Japonya'daki Tokyo-Osaka hattı ile çok benzerlikler göstermesi bağlamında, Kocaeli, Sakarya, Düzce ve Bolu illerinin Sosyo-ekonomik açıdan olumlu yönde gelişebileceğini göstermektedir.

Dünya'daki YHT uygulamaları incelendiğinde güzergâhlarının kent merkezlerinden geçmesi inşa maliyetlerinin daha hızlı kendini finanse etmesini hem de ilgili bölgede kalkınma hızına önemli katkı sağlamaktadır (Kara, 2017) .

Sonuç olarak çalışmanın uygulama kısmında ayrıntılı olarak bahsedilen analizler neticesinde önerilen A1: Ankara- Gerede-Bolu- Düzce-Sakarya-İzmit-Gebze-İstanbul alternatif hattının yetkililerce uygulamaya konulduğu takdirde aşağıda belirtilen olumlu gelişmelerin izlenmesi beklenmektedir;

- 1- İstanbul'un nüfusu paralel olarak doğru yayılacaktır.
- 2- Bakanlıkça planlanan hatta göre önerilen daha fazla kişiye hizmet götüreceğinden kendi masraflarını telafi etme süresi daha kısa olacaktır.
- 3- Bakanlıkça planlanana göre önerilen hattın yapım maliyetleri daha az olacaktır.
- 4- Deprem fay hattı üzerinde olması açısından önerilen (A1:İstanbul-İzmit-Sakarya-Düzce-Bolu-Ankara) güzergâh diğer alternatiflere göre özellikle planlanan güzergâha göre çok daha az risklidir.

- 5- Önerilen hat İstanbul-Ankara otoyoluna paralelliği bakımından; herhangi bir kaza veya arıza durumunda can kaybının az olması ve tamirat süresinin kısalığı açısından daha avantajlıdır.
- 6- Ayrıca İstanbul-Ankara otoyoluna paralellik yeni yapılacak YHT güzergâhının yapımını aşırı kolaylaştıracaktır. Çünkü malzemenin nakli çok daha hızlı ve ekonomik olacaktır.
- 7- Hatta İstanbul-Ankara otoyoluna paralellik bağlamında doğal tabiat dengesi daha az bozulmuş olacaktır. Çünkü hâlihazırda mevcut otoyol için tabiat müsait duruma getirilmiş durumdadır.
- 8- İstanbul ve İzmit üzerinde yer alan birçok organize sanayi bölgesinin Sakarya ve Düzce'ye doğru kaydığı gerçeği düşünüldüğünde; buralarda çalışanların ağırlıklı olarak kullanabilecekleri ulaşım vasıtası olacaktır.
- 9- Bakanlıkça planlanana göre önerilen hat daha fazla nüfusa ve öğrenciye hitab edeceğinden; hattın geçeceği iller üzerinde olan Üniversiteler daha tercih edilir hâle gelecek ve bilimsel manada ileri seviyede gelişmeler kaydedilecektir.
- 10- Hatta önerilen hattın uygulanması hâlinde T.C. Devletinin Sakarya, Düzce ve Bolu gibi illere birinci dereceden havalimanı yapması gerekliliği ortadan kalkacaktır. Çünkü halk ortalama bir saatte İstanbul veya Ankara havalimanlarına ulaşabilecektir.

Kara, deniz, hava ve demiryolu ulaşımı için optimum güzergâhların belirlenmesi konusunda gelecekte yapılacak çalışmalarda daha farklı hibrit ÇKKV yöntemleri kullanılabilir. Hatta güncel yaklaşımlardan yapay zekâ ve bulanık mantık temelli optimizasyon yöntemlerinin kullanılması önerilir.

Kaynakça

- Brauers, W. K. M., Zavadskas, E. K., Peldschus, F., & Turskis, Z. (2008). Multi objective decision making for road design. *Journal of Transport*, 23(3), 183-193.
- Can, T. (2016). *Modernizmin padişahu /1861–1876*. Erişim Tarihi: 10.04.2019, <https://medium.com/@Cantaha/sultan-abd%C3%BClaziz-bef64cbb6a8f>.
- Chan, J., & Thomas T. (2007). Multi criteria material selections and-of-life product strategy: Grey relation analysis approach, *Materials and Design*, 28(5), 1539-1546.
- Chen, Y., Okudan, G., & Riley, D. (2010). Decision support for construction method selection in concrete buildings: Prefabrication adoption and optimization. *Automation in Construction*, 19(6), 665-675.
- Dedemen, Y. (2013). *A multi-criteria decision analysis approach to GIS-based route selection for overhead power transmission lines* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Deng, J. L. (1989). Introduction to grey system. *The Journal of Grey System*, 1(1), 1024.
- Düzce Üniversitesi. (2018). Üniversitemiz yüksek hızlı tren hattının Düzce ve Bolu'dan geçmesine öncülük ediyor. Erişim Tarihi: 10.05.2019, <https://www.duzce.edu.tr/14059-duyurus-universitemiz-yuksek-hizli-tren-hattinin-duzce-ve-bolu%E2%80%99dan-gecmesine-onculuk-ediyor>
- Edwards, W. (1977). How to use multi attribute utility measurement for school decision making, *IEEE transactions and systems, Man and Cybernetics*, 7 (5), 326-340.
- Eren, T., Hamurcu M., & Alağaç, H. M. (2017). *Çok kriterli karar verme yöntemleri ile Kırıkkale yüksek hızlı tren istasyon yerinin seçimi*. Engineering and Science Sempozyumu (ISITES 2017), 29-30 Eylül, Bakü, Azerbaycan.

- Ferreira, J. A., Costa, M., Tereso, A., & Oliveira, J. A. (2015). *A multi-criteria decision support system for a routing problem in waste collection*. Switzerland: Springer International Publishing.
- Ghaderi, F., & Pahlavani, P. (2015). A new multimodal multi-criteria route planning model by integrating a fuzzy-AHP weighting method and a simulated annealing algorithm, the international archives of the photogrammetr. *Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XI-1/W5.
- Groër, C., Golden, B., & Wasil, E. (2010). A parallel algorithm for the vehicle routing problem. *Inform Journal on Computing*, 23(2), 1-32
- Hamurcu, M., & Eren, T. (2017). Raylı sistem projeleri kararında AHS-HP ve AAS-HP kombinasyonu. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3(3), 1-13.
- İnan, M., & Demir, M. (2017). Elazığ demiryolu ulaşımı ve Türkiye’de hızlı tren yatırımlarının etkileri: Eskişehir-Konya örneği. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 27(1), 99-120.
- Kara, O. (2017). Yüksek hızlı trenin ekonomik etkileri. İçinde F. Özçelik (ed.), *Teknik-Sosyal-İktisadi ve Tarihi Açından Türkiye’de Hızlı Tren* (ss. 101-120).
- Keser, S. B., Yazıcı, A., & Günal, S. (2016). A multi-criteria heuristic algorithm for personalized route planning. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 17(2), 299-313.
- Kılıç, M. (2017). Sosyo-kültürel yapının şekillenmesinde hızlı trenin rolü. İçinde F. Özçelik (ed.), *Teknik-Sosyal-İktisadi ve Tarihi Açından Türkiye’de Hızlı Tren* (ss. 59-74).
- Konidari, P., & Mavrakıs, D. (2007). A multi-criteria evaluation method for climate change mitigation policy instruments. *Energy Policy*, 35(12), 6235-6257.
- Konukçu, E. (2005). Sakarya yolları kara ve demir yolu ulaşımı. İçinde *Sakarya Tarihi Cilt 1* (ss. 595-631). Sakarya: Sakarya Üniversitesi Rektörlüğü Yayınları.
- Küçükpehlivan, G., & Doğru, A. Ö. (2017). Bisiklet yolu güzergâhlarının AHP ile kullanıcı odaklı olarak belirlenmesi. *Harita Dergisi*, 157.
- Özçelik, F. (2017). Kara şimendiferden hızlı trene giden süreçte Düzce’nin demir yolu rüyası. İçinde F. Özçelik (ed.), *Teknik-Sosyal-İktisadi ve Tarihi Açından Türkiye’de Hızlı Tren* (ss. 11-47).
- Özkanoğlu, F. (2015). 29 Ekim 2015 tarihli internet araştırma yazısı. *Yeni Şafak*. Erişim Tarihi: 08.04.2019, <https://www.yenisafak.com/ekonomi/turkiye-yht-ile-hizlandi-2332863>
- Peker, İ., & Birdogan, B. (2011). Gri ilişkisel analiz yöntemi ile Türk sigortacılık sektöründe performans ölçümü. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 4(7), 1017.
- Pektaş, İ. (2018). *Yüksek hızlı trenlerin dünü, bugünü ve yarını*. Erişim Tarihi: 28.04.2020, <https://www.anadoluraylisistemler.org/content/upload/document-files/hizli-trenlerin-tarihi-dr-20180428170750.pdf>
- Polatel, O. (2007). 19.Yüzyıldan günümüze gerçekleştirilemeyen bir proje İzmit- Karadeniz Ereğli demir yolu. İçinde I. Altun (ed.), *I. Uluslararası Kocaeli ve Çevresi Tarih ve Kültür Sempozyumu Bildirileri c. II* (ss. 886-908). Kocaeli: Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Kültür Yayınları.
- Saat, M. R., & Serrano, J. A. (2015). Multi criteria high-speed rail route selection: application to Malaysia’s high-speed rail corridor prioritization. *Transportation Planning and Technology*, 38 (2), 200–213.
- Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*. USA: McGraw Hill.
- Saaty, T. L. (1986). Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process. *Management Science*, 32(7), 841-855.
- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48(1), 9-26.

- Şamandar, A. (2017). *İstanbul-Ankara yüksek hızlı tren hattında güzergâh seçiminin çok yönlü analizi*. İçinde F. Özçelik (ed.), *Teknik-Sosyal-İktisadi ve Tarihi Açından Türkiye’de Hızlı Tren* (ss. 75-100).
- Taş, M., Özlemiş, Ş. N., Hamurcu, M., & Eren, T. (2017). Ankara’da AHP ve Promethee yaklaşımıyla monoray hat tipinin belirlenmesi. *JEBPIR*, 3(1), 65-89.
- Toffler. A. (1992). *The power shift*. Landon: Pan Books.
- Triantaphyllou, E., & Mann, S. H. (1995). Using the analytic hierarchy process for decision making in engineering applications: Some challenges. *Inter’s Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice*, 2(1), 35-44.
- Üstünışık, N. Z. (2007). *Türkiye’de iller ve bölgeler bazında sosyo ekonomik gelişmişlik sıralaması araştırması: Gri ilişkisel analiz ve uygulaması* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Uysal, O. (2015). *Türkiye’nin hızlı tren hatları rehberi*. Erişim Tarihi: 08.04.2019, <https://tr.railturkey.org/2015/06/17/turkiye-hizli-tren-hatlari/>
- Wang, Li, Jia, Li-M., Qin, Y., Xu, J., & Mo, W. (2011). Two-layer optimization model for high-speed railway line planning. *Journal of Zhejiang University (Science Applied Physics & Engineering)* ISSN 1673-565.
- Wodecki, M. L., Bozejko, W., Jagie, S., & Pempera, J. L. (2015). *Parallel cost function determination on GPU for the vehicle routing problem*. Switzerland: Springer International Publishing.
- Yıldırım, V., & Yomraloğlu, T. (2013). Coğrafi bilgi sistemleri ile çizgisel mühendislik yapılarında güzergâh optimizasyonu: Doğalgaz iletim hattı örneği. *AKÜ FEMÜBİD*, 13, 1-10.
- Zhou, L., Xuesong, Z., & Jinjin, T. L. T. (2017). Jointly optimize high-speed train route, timetable and trajectories: A unified modeling approach using space-time-speed grid networks. *Journal Transportation Research Part B: Methodological*, 97, 157-181.