



Yüksek Hızlı Trenler ve Değişen Mekansal Erişilebilirlik

High Speed Railways and Changing Spatial Accessibility

Metin Pişkin *^a

Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:

10.33688/aucbd.995062

Makale Geçmişi:

Geliş: 14.09.2021

Kabul: 28.01.2022

Anahtar Kelimeler:

Ekonomik coğrafya

Erişilebilirlik

Bölgesel iktisat

Yüksek hızlı trenler

Türkiye

Öz

Yüksek hızlı tren (YHT) ile zaman-mekan boyutunda mesafeler kısaltıldığından, farklı bölgelerdeki ve farklı ekonomik faaliyetlerdeki insanlar arasındaki hareketlilik ve etkileşimler daha da artmaktadır. YHT hizmetlerinin sağladığı erişilebilirlik faydası nedeniyle Türkiye, yeni YHT hatlarını yapımına devam etmektedir. YHT'nin doğrudan faydalarından biri erişilebilirlikteki iyileşmedir. Bu bağlamda, bu çalışmanın amacı, 2003-2023 yılları arasında Türkiye'deki şehirlerin YHT ağındaki genişlemeden elde ettikleri veya edecekleri faydaların bir göstergesi olarak erişilebilirliği ve erişilebilirlik bağlamında bölgesel eşitsizliği incelemektir. Bu kapsamda kullandığımız üç gösterge: ağırlıklı ortalama seyahat süreleri (WATT), ekonomik potansiyel (PA) ve günlük erişilebilirlik (DA). Çalışma sonuçlarına göre ekonomik potansiyele erişilebilirlik açısından (PA) en erişilebilir şehir Sakarya, WATT göstergesine göre en erişilebilir şehir Eskişehir ve günlük erişilebilirlik açısından en erişilebilir şehir Bilecik'tir. Ayrıca varyasyon katsayısı değerlerine göre bölgesel erişilebilirlikteki eşitsizliğin azaldığı görülmektedir.

Article Info

Research Article

DOI:

10.33688/aucbd.995062

Article History:

Received: 14.09.2021

Accepted: 28.01.2022

Keywords:

Economic geography

Accessibility

Regional economics

High speed rail

Turkey

Abstract

The mobility and interactions among people in different regions and different economic activities can be promoted since the space-time distance is shorted by high speed railway (HSR). Due to the benefits of HSR services, Turkey is continuing to invest new HSR routes. One of the most direct benefits of HSR is the improvement in accessibility. In this context, the purpose of this study is to examine the disparity of accessibility as an indicator of the benefits that cities have received or will receive from the HSR network extension in Turkey between 2003 and 2023. Accessibility impact of the new infrastructure is measured by three indicators: weighted average travel times (WATT), economic potential (PA) and daily accessibility (DA). The most accessible city using the WATT indicator is Eskişehir. In the case of the PA indicator, the most accessible city is Sakarya. The most accessible city in terms of the DA is Bilecik. The inequality in regional accessibility decreases according to coefficient of variation values.

**Sorumlu Yazar/Corresponding Author: metin.piskin@izu.edu.tr

^a İstanbul S. Zaim Üniversitesi, İktisat Bölümü, İstanbul/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0002-1170-2273>.

1. Giriş

Hareketlilik (mobility) konusu altyapı yatırımlarının ve ulaştırma politikalarının bölgesel kalkınma üzerindeki etkilerini değerlendirmek üzere uzun süredir merkezi bir konumu teşkil etmektedir. Verimli ulaşım sistemlerine sahip gelişmiş ekonomiler yüksek erişilebilirlik (accessibility) seviyeleri sunarken, az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkeler daha düşük erişilebilirlik seviyelerine sahiptir. Bu nedenle erişilebilirlik son yıllarda çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Cao vd., 2013; Jiao vd., 2014). Bu alanda çeşitli çalışmalar farklı erişilebilirlik ölçümleri ile farklı ülkelerdeki karayolu ve demiryollarının etkilerini araştırmışlardır (Kim vd., 2009; Koopmans vd., 2012; Piskin vd., 2020).

Yüksek Hızlı Trenler (YHT) son yıllarda hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelere olağanüstü bir büyüme yaşamıştır. Türkiye bu alanda iddialı bir YHT inşa programı geliştirerek 2009 yılında 397 km olan YHT uzunluğunu 2023 yılına kadar 3500 km'ye çıkarmayı planlamaktadır (UAB, 2018). Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı planlarına göre Türkiye, toplam nüfusun %70'inden fazlasını barındıran şehirleri YHT hatları ile birbirine bağlayacaktır. Türkiye'nin YHT ağının bu boyutta genişlemesi karşımıza zaman-mekan yakınsaması olgusunu ve bölgesel erişilebilirliğin artmasını çıkarmaktadır. Harvey (2014) zaman ve mekan algılarımızın yine zaman ve mekan boyunca nasıl bir değişim gösterdiği ve bu değişimin bireylerin değerleri ve toplumsal süreçleri üzerinde nasıl etkili olduğunu ele almaktadır.

Bu çalışma 2003 yılını baz yıl olarak 2019'a kadar yapılmış mevcut YHT ağının erişilebilirlik etkisinin yanı sıra 2023 hedefleri çerçevesinde planlanan YHT ağının da erişilebilirlik etki analizini yapmayı amaçlamaktadır. Şehirlerin veya bölgelerin konumlarının erişilebilirliklerinin iyileştirilmesinin YHT yatırımlarının en önemli ekonomik etkilerinden biri olması sebebiyle ulaşım altyapısının ekonomik etkilerinin ölçülmesinde mekan/konum temelli ulaşılabilirlik indekslerinin kullanılması gerekmektedir (Gutierrez, 2001; Lopez vd., 2008; Monzon vd., 2013). Diğer taraftan Türkiye'deki birçok şehirde ya YHT mevcut değil ya da YHT durakları şehir merkezinden uzak mesafede olduğundan karayolu ağı mevcut en yakın YHT istasyonuna erişmek için tamamlayıcı bir ulaştırma yolu olarak ele alınmalıdır. Bu nedenle bu çalışmada çok modlu (karayolları ve HSR dahil) seyahat süresini değerlendirmek üzere kapıdan kapıya (door to door) yaklaşımı benimseyecektir.

Erişilebilirlik literatürde etkileşim fırsatları potansiyeli olarak tanımlanır (Hansen, 1959). Literatürde ağırlıklı ortalama seyahat süresi (weighted average travel time-WATT), günlük erişilebilirlik (daily accessibility-DA) ve potansiyel erişilebilirlik (potential accessibility-PA) en popüler erişilebilirlik göstergeleridir ve erişilebilirliğin farklı yönlerini yansıtır. Bu çalışmada, ağırlıklı ortalama seyahat süresi (WATT), günlük erişilebilirlik (DA) ve potansiyel erişilebilirlik (PA) olmak üzere üç erişilebilirlik göstergesi seçilmiştir. Seçilen erişilebilirlik göstergeleri coğrafi düzeyde tahmini seyahat süresi kullanılarak hesaplanmıştır. İlk gösterge WATT, bir nokta ile diğer tüm noktalar arasındaki ortalama seyahat süresinin, varış noktalarının ağırlığına göre (gayri safi yurtiçi hasıla ile ölçülür) hesaplanmasını içerir (Gutierrez, 2001). İkinci gösterge DA, şehirlerin diğer şehirlerdeki fırsatlara yakınlığına odaklanır ve belirli bir zaman diliminde (genellikle gününbirlik olacak şekilde) bir noktadan ulaşılabilen nüfusun büyüklüğünü ölçmeyi içerir (Black ve Conroy, 1977). Günlük erişilebilirlik (DA) endeksinde genellikle zaman sınırı 3 veya 4 saat olarak sabitlenir ve gidiş-dönüş toplam 6-8 saat zaman

diliminde erişilebilen nüfus veya ekonomik büyüklüğü ölçer (Lutter vd., 1992). Son olarak, üçüncü gösterge potansiyel erişilebilirlik göstergesi (PA), uzaklık ve ekonomik faaliyetlerin dağılımı arasındaki ilişkiyi vurgulayarak mekansal ayırım derecesi ile nüfus büyüklüğü veya ekonomik faaliyetleri birleştirerek nüfus veya ekonomik potansiyeli ölçer (Hou ve Li, 2011).

İnşaat maliyetleri ve günlük YHT operasyon maliyetlerini düşütülerek yeni hatlar ekonomik olarak en verimli ve yoğun nüfuslu koridorlarda inşa edilmiştir (Kim ve Sultana, 2015). Benzer şekilde, Japonya'daki Shinkansen hattının açılması ile YHT koridoru boyunca ekonomik faaliyetleri ve istihdamın yoğunlaşmasına neden olmuş ve bugün 'Pasifik kuşağı sanayi bölgesi' diye bilinen bölgenin oluşmasına yardımcı olmuştur (Nakamura ve Ueda, 1989). Genellikle, YHT hatlarındaki şehirler erişilebilirlikte çok daha büyük artışlar görür. Bu etkiye 'koridor etkisi' denir (Shaw vd., 2014). Mevcut araştırmalar farklı ülkelerde farklı sonuçlar sunduğundan, Türkiye'nin mevcut YHT ağının ve yapılması planlananların bölgesel erişilebilirlik ve bölgesel farklılıklar üzerindeki etkisi hala önemli bir araştırma sorusudur. Cevaplanması gereken en önemli soru bu noktada YHT ağının şehirler arasındaki erişilebilirlik eşitsizliklerini artırıp artırmadığı veya artırmayacağı ile ilgilidir. Bu çalışma aşağıdaki soruları yanıtlayarak literatüre katkıda bulunacaktır: YHT ağı ulusal zaman-mekan yakınsamasına etkisi ne ölçüde olacaktır? Sonuçlar kullanılan göstergeye göre nasıl farklılık gösteriyor? Erişilebilirlikte en fazla artış hangi şehirlerde yaşanıyor?

2. Çalışmanın Kapsamı

Aşağıdaki Şekil 1'de Türkiye'de yapılması planlanan (yeşil hatlar), yapılmakta olan hatlar (mavi) ve aktif hatlar (mor) gösterilmektedir. Bu hatların tamamı devreye girdiğinde 32 şehir YHT ağında yer alacak ve demiryolu taşımacılığı Türkiye'nin ulaşım altyapısında baskın bir rol oynamaya başlayacaktır.



Şekil 1. Planlanan yüksek hızlı tren ağı ve komşu ülkelerle olan bağlantıları

Türkiye'de YHT yatırımı ilk olarak başkent Ankara'dan İstanbul'a uzanan ana koridor boyunca 2008 yılında başlatılmıştır (Şekil 1). İkinci hat ise Ankara-Konya arasında 2011 yılında başlatılmıştır.

Bu koridor (Şekil 1'deki mor çizgi) tek başına Türkiye GSYİH'sının (2019) yaklaşık %49'unu ve ulusal nüfusun %33'ünü kapsamaktadır.

Yeni hat ve seyahat süre verileri Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı demiryolu sektör raporundan elde edilmiştir (UAB, 2018). 2003, 2019 demografik verileri ve 2023 için öngörülen demografik veriler Türkiye İstatistik Kurumu'ndan (TÜİK, 2021) elde edilmiştir. Ulusal resmi konvansiyonel demiryolu ve YHT ağının gelecek planları esas alınarak GAMS programında¹ demiryolu ağı ulaşım modeli oluşturulmuş ve erişilebilirlik dahil tüm hesaplamalar GAMS'de yapılmıştır. YHT istasyonu olmayan illerin en yakın YHT durağına karayolu seyahat süresi hesaplamaları Google Maps aracılığı ile gece 12:00'da trafiğin olmadığı şartlarda hesaplanmıştır.

Çalışma kapsamında 2003-2023 arası 3 ana dönem belirlenmiştir.

1. İlk dönem YHT'nin olmadığı 2003 yılıdır.
2. İkinci dönem olarak 2019 yılı seçilmiştir. Bu dönemde mevcut çalışan YHT hatları Ankara-İstanbul ve Ankara-Konya hatlarıdır.
3. Üçüncü dönem ise ilgili bakanlık tarafından 2023 hedefleri doğrultusunda planlanan tüm hatların faaliyete başladığı durumu kapsamaktadır. Bu hatlar İzmir-Ankara, Bursa-Bilecik, Antalya-Eskişehir, Samsun-Ankara, Ankara-Sivas, Sivas-Kars, Trabzon-Erzurum, Adana-Gaziantep güzergâhlarından oluşmaktadır.

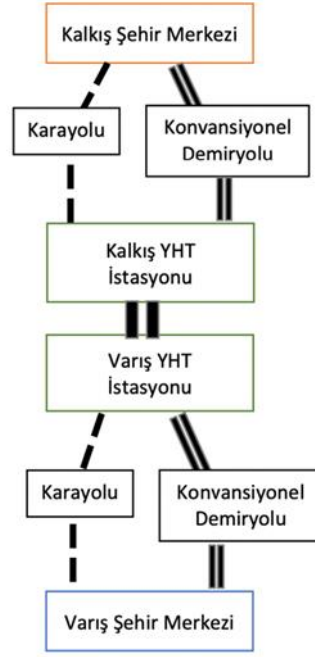
Seçilen bazı ana şehirler arasındaki demiryolu ulaşım süreleri aşağıdaki Çizelge 1'deki gibi olacaktır. Çizelge 1'de gösterilen süreler hızlı trenin olmadığı yıllardaki iller arası sürenin konvansiyonel trenle edilen seyahat süresini yansıtmaktadır. Görüldüğü gibi YHT seyahat sürelerini %40-70 arasında azaltmaktadır.

Çizelge 1. Tren ağındaki seçilen bazı ana şehirler arasındaki seyahat süreleri

Hatlar	2003	2019	2023	Seyahat Zaman Tasarrufu
İstanbul-Ankara	7s 50dk	4s 10dk	4s 10dk	3s 40dk
Ankara-İzmir	15s	13s 25dk	3s 50dk	11s 10dk
İstanbul- İzmir	14s 20dk	14s 20dk	6s 5dk	8s 15dk
Ankara-Adana	9s 30dk	8s 20dk	4s 10dk	5s 20dk
Ankara-Sivas	10s 10dk	10s 10dk	2s 50dk	7s 20dk
Ankara Konya	Konvansiyonel tren hattı mevcut değil	1s 50dk	1s 50dk	-

3. Metodoloji

Çalışmamız gerçekçi erişim kolaylığını yansıtmak için tüm şehirler arasında demiryolu ağırlıklı olarak en kısa seyahat süresini sağlamak adına YHT veya tren istasyonu olmayan iller ile en yakın YHT veya tren istasyonu arasında karayolu ulaşımı sağlayarak modele karayolu ulaşım ağını entegre etmektedir (Şekil 2). Bu şekilde YHT istasyonu olmayan illeri de çalışmaya dahil ederek yeni YHT hatlarının dahil olmasıyla yıllar arasında değişikliğin etkilerini tüm şehirleri kapsayacak şekilde görmemiz mümkün olacaktır. YHT ağı uzantılarındaki değişimlerin etkisini net olarak görmek adına karayolu ulaşım ağındaki uzunlukların yıldan yıla değişmediğini farz ediyoruz ve 2021 karayolu ağını baz alarak tüm yıllar için karayolu ağını sabit farz ediyoruz.



Şekil 2. Şehirden şehire demiryolu ile ulaşım adımları

2003-2023 yılları arasındaki yeni YHT hatlarının erişilebilirlik (accessibility) değişikliklerini hesaplamak için Dantzig (1958)'deki en kısa seyahat rotası algoritması GAMS'de uygulanmıştır. Algoritma adımları aşağıdaki gibidir:

- Her iki il arasındaki karayolu, konvansiyonel tren ve YHT dahil olmak üzere tüm ulaşım sürelerinin atanması noktaya bir seyahat süresi atama;
- Araba ile seyahat etme, geleneksel trenle seyahat etme ve başlangıç noktasından varış noktasına YHT ile seyahat etmeyi içeren seyahat süresinin hesaplanması (denklem 1'de olduğu gibi);
- Tren istasyonu olmayan illerde en yakın tren istasyonuna karayoluyla gidecek ve daha sonra trenle devam edecek şekilde modeli kısıtlayarak (iki il arasında doğrudan karayolu ile ulaşımı kısıtlayarak) demiryolu minimum seyahat süresi haritası oluşturmak.
- Yeni YHT istasyonlarının devreye girmesiyle iki şehir arasındaki seyahat sürelerinin kısalması ile model dahilinde demiryolu minimum seyahat sürelerini yeniden oluşturmak.

Demiryolu ağı modellenirken şehir düzeyindeki hatlar dikkate alınmıştır. Mevcut hatlar için mesafeler ve seyahat süreleri Türkiye Devlet Demiryolları Kurumu'ndan alınmıştır. Başlangıç (origin) noktasından varış (destination) noktasına olan seyahat süresi T_{od} farklı ulaşım modlarının (Araç, YHT ve Konvansiyonel Tren) en kısa seyahat süresini veren kombinasyonundan oluşmaktadır. Denklem 1'de tanımlanmıştır:

$$T_{od} = \min(T_{od}^{araç}, T_{od}^{konvansiyonel}, T_{od}^{YHT}) \quad (1)$$

Başlangıç noktasının bir istasyonu olduğunda, bu nokta ile hedef şehir arasındaki seyahat süresi, demiryolu hatlarındaki seyahat sürelerinin toplamına eşit olacaktır. Başlangıç noktasında istasyon yoksa en yakın istasyona karayoluyla erişim süresi eklenecektir.

Çıkış noktasından varış noktasına seyahat süresi tahmin edildikten sonra, ağırlıklı ortalama seyahat süresi (weighted average transit time - WATT), günlük erişilebilirlik (daily accessibility-DA) ve potansiyel erişilebilirliği (potential accessibility-PA) içeren üç klasik erişilebilirlik göstergesi hesaplanmıştır.

3.1. WATT Göstergesi

Ağırlıklı ortalama seyahat süresi (WATT), belirli bir i konumundan i konumuna bağlı diğer konumlara ortalama ağırlıklı seyahat süresini göstermektedir. WATT erişilebilirlik göstergesi hesaplanırken şehir büyüklüğünü dikkate alacak GSYİH ve nüfus verisi ağırlık olarak kullanılmaktadır. WATT'ın matematiksel gösterimi şu şekildedir:

$$WATT_i = \frac{\sum_{j=1}^n T_{ij} M_j}{\sum_{j=1}^n M_j} \quad (2)$$

$WATT_i$ i noktasının erişilebilirliğini ifade ederken, T_{ij} i konumundan j şehrine olan seyahat süresi, n çalışma alanındaki seçilen şehirlerin sayısını ve M_j j şehrinin kütlesini ifade eder. Şehrin kütlesi eşitlik üçteki gibi hesaplanır:

$$M_j = \sqrt{P_j \times RGDP_j} \quad (3)$$

Burada P_j j şehrinin nüfusunu ve $RGDP_j$ ise j şehrinin bölgesel gayri safi yurtiçi hasılasını ifade eder.

Kentsel yığılmanın bir göstergesi olarak ilgili şehrin kütlesi minimum zamanlı seyahat rotalarının önemini değerlendirmek için ağırlık olarak kullanılır. Burada bu göstergenin kısa mesafelere önem atfetmediğini vurgulamamız gerekir. Ortalama mesafeye dayalı bu gösterge, ekonomik açıdan değil, konum açısından yorumlanmalıdır. Bu gösterge ile elde edilecek sonuçlar şu şekilde yorumlanabilir: İstanbul'dan tüm diğer il merkezlerine ortalama seyahat süresi yeni YHT hattının olmadığı senaryoda 500 dakika ve yeni YHT hattının olduğu senaryoda ise 200 dakikalık ortalama zaman tasarrufu ile 300 dakika şeklindedir.

3.2. DA Göstergesi

Bu gösterge, belirli bir seyahat süresi içinde herhangi bir yerden ulaşılabilecek nüfus veya ekonomik faaliyet miktarını hesaplar. Zaman sınırı genellikle 3 veya 4 saat olarak belirlenir ve böylece aynı gün içinde gidip gelmek mümkündür. 4 saatlik seyahat sınırı, bu çalışmada eşik değer olarak kabul edilmiştir. Herhangi bir şehirden 4 saatten daha kısa sürede ulaşılabilecek toplam nüfusun düzeyi aşağıdaki denklem 4 ile hesaplanır:

$$DA_i = \sum_{j=1}^n q_{ij} P_j \quad (4)$$

Burada DA_i i şehrinin günlük erişilebilirliğini ifade eder. Eğer iki şehir arasındaki mesafe 4 saatten kısa ise $q_{ij} = 1$ değilse $q_{ij} = 0$ değerini almaktadır.

Elde edilecek sonuçlar şu şekilde yorumlanabilir: İstanbul'dan 4 saatlik seyahat süresi limiti içerisinde, YHT'nin olmadığı senaryoda 5 milyon, yeni YHT hattının devreye girdiği senaryo ile 10 milyon nüfusa ulaşılabilir şeklindedir.

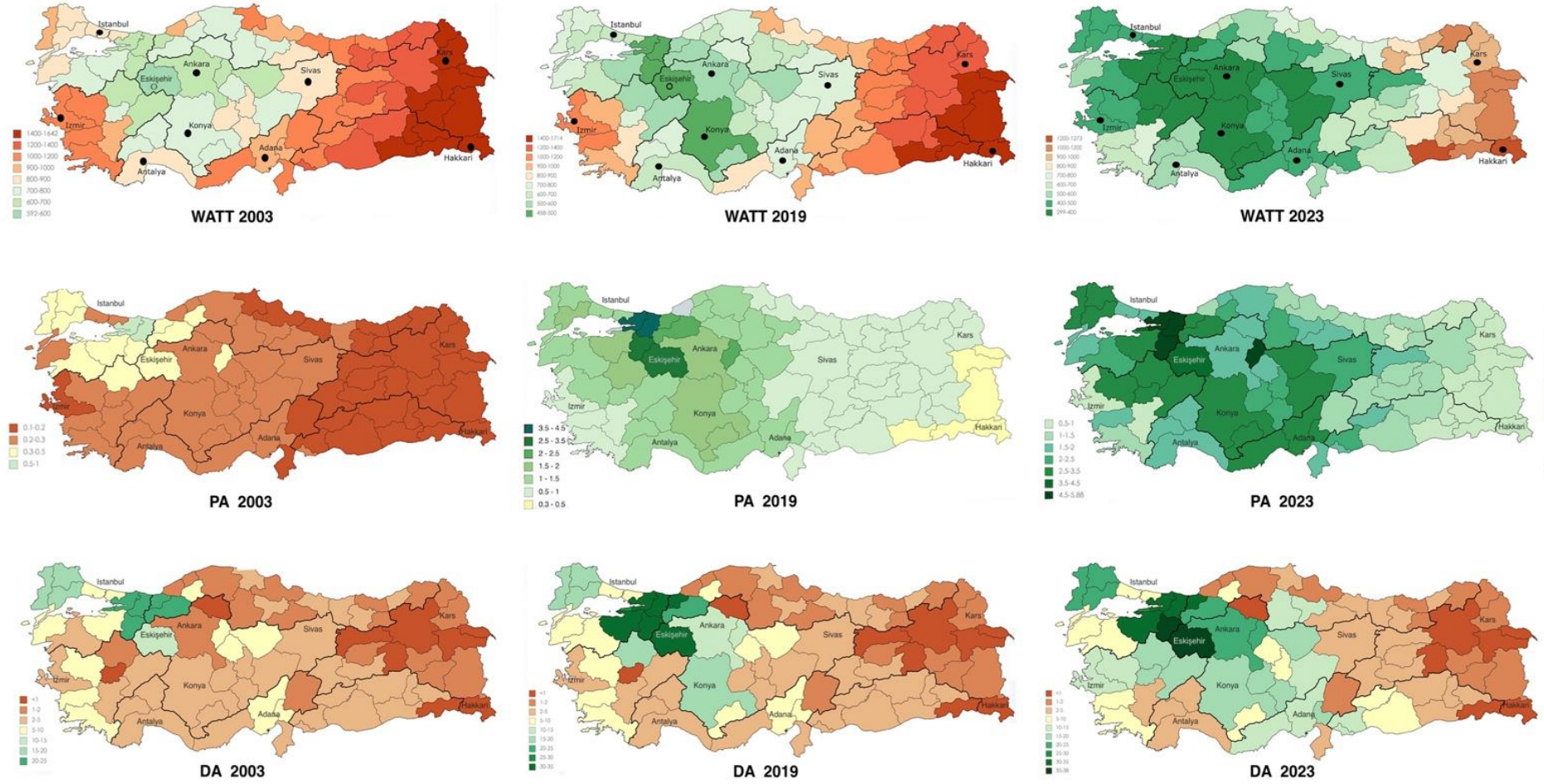
3.3. PA Göstergesi

Ekonomik potansiyel göstergesi her şehrin ekonomik potansiyelini ve yeni YHT hattının neden olduğu potansiyel değişimlerini ölçer. Belirli bir ekonomik faaliyet hacminin belirli bir bölgeye yakınlığının veya erişilebilirliğinin bir ölçüsüdür. Ekonomik faaliyet hacmine olan mesafeyi kat etmenin maliyeti/zamanı şeklinde yorumlanabilir (Dundon vd., 1994).

$$PA_i = \sum_{j=1}^n \frac{M_j}{T_{ij}} \quad (5)$$

Denklemler 5'den de anlaşılacağı gibi i şehri ve j şehri arasındaki erişilebilirlik düzeyi, bir şehrin nüfusu veya GSYİH'sı ile pozitif ilişkilidir ve i konumu ile j şehri arasındaki seyahat süresi ile ters orantılıdır.

PA (potential accessibility) göstergesi, yerçekimine (gravity) dayalı iktisadi açıdan çekim gücünü gösteren bir ölçüdür. Sonuç olarak, PA göstergesi mesafe ile ters orantılıdır ve kısa mesafeli rotalar PA endeksine çok büyük katkı sağlarken, uzun mesafeler çok az katkıda bulunur (Guttierrez, 2001).



Şekil 3. WATT, PA ve DA göstergelerine göre ulaşılabilirliğin bölgesel kompozisyonu

Çizelge 3 ilk senaryo ışığında (2003'ten 2019'a değişim) WATT, DA ve PA değerlerine göre en erişilebilir 10 ili ve bu göstergelerde en fazla değişiklik yaşayan 10 ili göstermektedir. Eskişehir, Bilecik, Sakarya, Kocaeli ve Yalova, her üç göstergede de en erişilebilir ilk 10 şehir arasında yer almaktadır. Erişilebilirlikte en yüksek artışa sahip şehirler ölçülen göstergeye göre farklılık arz etmektedir. Örneğin Konya, Karaman, Sakarya, İstanbul ve Ankara, sırasıyla WATT, DA ve PA bazında erişilebilirliklerini iyileştirme yüzdesinde en yüksek değere sahip şehirlerdir. Sakarya hem yüksek erişilebilirlik puanına hem de göstergelerinde en fazla artış yaşayan şehir olarak ortaya çıkmaktadır (Çizelge 2). Bunun nedeni Sakarya'nın hem nüfus büyüklüğü hem de yüksek bölgesel hasılaya sahip İstanbul ve Kocaeli'nin yakınında yer almasıdır. Dolayısıyla Sakarya'da hem erişilebilirlik puanları hem de iyileştirme yüzdeleri yüksektir.

Çizelge 3. Senaryo 1'e göre en erişilebilir 10 şehir

Sıra	Erişilebilirlik Endeksi			Erişilebilirlikteki Artış Oranı (İyileşme)		
	WATT	DA	PA	WATT	DA	PA
1	Eskişehir	Bilecik	Sakarya	Konya	Kütahya	Konya
2	Bilecik	Sakarya	Kocaeli	Karaman	Ankara	Eskişehir
3	Sakarya	Eskişehir	Bilecik	Sakarya	Konya	Ankara
4	Konya	Kocaeli	Eskişehir	Kocaeli	Bursa	Bilecik
5	Kocaeli	Bursa	Yalova	İstanbul	Karaman	Karaman
6	Kırıkkale	Düzce	Düzce	Niğde	Eskişehir	İstanbul
7	Kütahya	Yalova	Kırıkkale	Ankara	Balıkesir	Kütahya
8	Ankara	Bolu	Bolu	Bilecik	Kırıkkale	Bursa
9	Karaman	Tekirdağ	Konya	Yalova	İstanbul	Kocaeli
10	Yalova	Kırklareli	Kütahya	Düzce	Sakarya	Sakarya

Çizelge 4. Senaryo 2'ye göre en erişilebilir 10 şehir

Sıra	Erişilebilirlik Endeksi			Erişilebilirlikteki Artış Oranı (İyileşme)		
	WATT	DA	PA	WATT	DA	PA
1	Eskişehir	Bilecik	Sakarya	Erzincan	Uşak	Konya
2	Bilecik	Eskişehir	Kocaeli	Gaziantep	Ankara	Mersin
3	Kırıkkale	Sakarya	Bilecik	Mersin	Kütahya	Manisa
4	Sakarya	Kocaeli	Kırıkkale	Osmaniye	Karaman	Karaman
5	Ankara	Düzce	Eskişehir	Adana	Konya	Adana
6	Kocaeli	Yalova	Yalova	İzmir	Afyon	Osmaniye
7	Konya	Bursa	Düzce	Kilis	Aksaray	Uşak
8	Yozgat	Konya	Manisa	Konya	Kayseri	İzmir
9	Afyon	Karaman	Edirne	Manisa	Çorum	Ankara
10	Karaman	Bolu	Karaman	Karaman	Erzincan	Kayseri

Çizelge 4, WATT, DA ve PA değerlerine göre en erişilebilir 10 ili ve 2019'dan 2023'e kadar planlanan hatların açılması ile oluşabilecek erişilebilirlik değişikliklerini/iyleşmelerini göstermektedir. Bu senaryoya göre Eskişehir, Bilecik, Sakarya, Kocaeli ve Karaman, her üç göstergede de ilk 10'da yer almaktadır. Konya, Karaman, İstanbul ve Ankara, WATT, DA ve PA'ya göre erişilebilirlik iyileştirme yüzdesinde en yüksek olan illerdir. Bu senaryoda, Karaman ili hem yüksek erişilebilirlik puanına hem de yüksek erişilebilirlik iyileştirme yüzdesine sahip ilimiz olarak karşımıza çıkmaktadır.

Özet olarak WATT göstergesine göre en erişilebilir şehir her iki senaryoda da Eskişehir'dir. Günübürlük erişim açısından en erişilebilir şehir her iki senaryoda da Eskişehir'in kuzeybatısında yer alan Bilecik'tir. PA göstergesine göre ise ekonomik potansiyele erişilebilirlik noktasında her iki senaryoda da en erişilebilir şehir İstanbul'a yaklaşık 130 km uzaklıktaki Sakarya'dır.

3.1. Yüksek Hızlı Trenlerin Bölgesel Eşitlik Üzerine Etkileri

YHT hatlarının erişilebilirlik noktasında eşitsizliği artıran veya tam tersine azaltan bir etkiye sahip olup olmadığı literatürde karşımıza çıkan bir diğer önemli konudur. Bu bağlamda ulaştırma altyapı yatırımının bölgeler veya şehirler arasındaki erişilebilirlik noktasındaki eşitsizliklere ne ölçüde etki ettiği varyasyon katsayısı ile ele alınmıştır (Guttierrez, 2001; Lopez vd., 2008; Wang vd., 2016). Dolayısıyla bu çalışmada şehirler arasındaki farklılıkların artması veya azalması, varyasyon katsayısı (coefficient of variation) ile ölçülmüştür. YHT hatlarına yapılan ilaveleri yansıtan iki farklı senaryomuzda hesaplanan WATT ve PA değerlerinin varyasyon katsayısı değerleri şehirlere göre uzamsal eşitsizlik değişkenlik derecesinin değerlendirilmesi için ana gösterge olarak kullanılmıştır. Ağırlık ortalama seyahat süresinin (WATT) 2003'ten 2019'a artan varyasyon katsayısı değeri (%23,4), ülkedeki yeni YHT hatlarının işletilmesiyle seyahat süresinin azalmasından kaynaklanan (her ne kadar bazı bölgelerde yaşana azalış çok daha fazla olsa da) bölgeler arası eşitsizliği önemli ölçüde bertaraf ettiğini ifade etmektedir. 2023 projeleriyle WATT'ın varyasyon katsayısı değeri (%13,4) yeni projelerin bölgeler arası eşitsizliğin giderilmesine katkıda bulunduğunu göstermektedir. 2003'ten 2019'a yapılan YHT yatırımları ile ağırlıklı ortalama seyahat süresinde meydana gelen etkinin (WATT'ın CV değerleri) sadece büyük şehirlerle sınırlı olmadığı görülmektedir. Karaman, Sakarya, Konya, Kocaeli ve Niğde seyahat süresinde meydana gelen bölgesel farklılığın azaldığı anlamına gelen en yüksek varyasyon katsayısı değerlerine sahiptir. Karaman ve Niğde nispeten daha küçük şehirlerdir, ancak ülkedeki en yüksek seyahat süresi bölgesel eşitsizlik azalmasını yaşamışlardır.

İstanbul-Ankara YHT hattından sonra Türkiye'de ekonomik potansiyele erişilebilirliğin (PA) bölgesel değişkenliğindeki azalma (PA'nın CV değeri) %22,3'tür. Bu sonuca göre, 2003'ten sonra yeni YHT hatlarının erişilebilirlik noktasında bölgesel eşitsizliğin giderilmesine katkıda bulunduğunu göstermektedir. Ancak 2023 YHT projelerinden sonra Türkiye'de ekonomik potansiyele erişilebilirlik (PA) göstergesi açısından bölgesel eşitsizliklerin artacağı (PA'nın varyasyon katsayısı %12.2 azalmaktadır) sonucu karşımıza çıkmaktadır.

4. Sonuç

Bu çalışma kapsamında Türkiye için ulaşım ağı algoritması oluşturularak yapılması planlanan veya aktif kullanımda olan YHT koridorlarının erişilebilirlik etkisini inceledik. Çalışmada YHT

yatırımlarının tüm şehirlerdeki erişilebilirlik etkisini görmek adına karayolu ağıda modele dahil edilmiştir. Erişilebilirliği ölçmek için çalışmada ağırlıklı ortalama seyahat süresini (WATT), günlük erişilebilirliği (DA) ve potansiyel erişilebilirliği (PA) içeren üç erişilebilirlik göstergesi kullanılmıştır. Şehir düzeyinde erişilebilirlik sonuçları bu üç gösterge temelinde tartışılmaktadır.

İstanbul-Ankara YHT ve Ankara-Konya YHT hatlarının açılması ile her üç göstergede de en erişilebilir şehirler Eskişehir, Bilecik, Sakarya, Kocaeli ve Yalova olmakla beraber Sakarya sadece yüksek erişilebilirlik skoruna sahip bir şehir olmanın yanında büyük bir erişilebilirlik iyileştirme yüzdesine sahip olan bir şehirdir. 2023 hedefleri doğrultusunda yeni hatların devreye girmesiyle beraber WATT, DA ve PA değerlerine göre en erişilebilir ilk 10 şehir arasında Eskişehir, Bilecik, Sakarya, Kocaeli ve Karaman yer almaktadır. Bu senaryo sonuçlarına göre erişilebilirliğinde en yüksek iyileşme yaşayan şehirler Konya, Karaman, İstanbul ve Ankara olmaktadır. Karaman ili hem yüksek erişilebilirlik puanına hem de erişilebilirlikte yüksek iyileşme yaşayan bir il olarak karşımıza çıkmaktadır.

Eskişehir ortalama ağırlık seyahat süresi (WATT) göstergesine göre tüm durumlarda Türkiye'deki en ulaşılabilir kent durumundadır. Diğer taraftan günlük erişilebilirlik açısından (daily accessibility) en erişilebilir şehir, her iki senaryoda da Bilecik'tir. Mevcut tren ağı kapsamında Bilecik 4 saat seyahat süresi ile Türkiye'de en fazla nüfusa ulaşabilen şehir olurken 2023 projeleri doğrultusunda açılacak yeni hatlarla da günlük erişimde lider il konumunda olacağı görülmektedir. İktisadi potansiyelle erişilebilirlik (potential accessibility) göstergesine göre ise her iki senaryoda da en erişilebilir şehir Sakarya'dır. Sakarya ekonomik potansiyel açısından gerek Kocaeli gerekse de İstanbul'a olan yakınlığını YHT hatları ile daha da avantajlı hale getirerek Türkiye'nin ekonomik potansiyelle erişme noktasındaki en erişilebilir şehir konumundadır.

Son olarak çalışmanın sonuçlarına göre yapılması planlanan YHT koridorlarının şehir düzeyinde erişilebilirliği önemli ölçüde artıracaklarını göstermektedir. Yeni hatların erişilebilirlik üzerindeki etkileri sadece Türkiye'nin kuzeybatı kesiminde değil, Türkiye'nin diğer bölgelerinde de geçerli olacaktır. Ayrıca, korelasyon katsayısı istatistik sonuçları YHT yatırımlarının Türkiye'de (özellikle doğu bölgesi) erişilebilirlik açısından bölgesel eşitsizlikleri azalttığını göstermektedir.

Notlar

1. Matematiksel programlama ve optimizasyon yapmak için kullanılan üst düzey modelleme programıdır.

accessibility in the case of the Spanish HSR network, and that regional accessibility differences were reduced. As existing research offers different results in different countries, the impact of Turkey's HSR network on regional accessibility disparities is still an important research question. The most important question to be answered is related whether HSR network increase or decrease disparities in accessibility between cities. And this paper will contribute to the literature by answering the following questions: (1) How much does the HSR network result in national time–space convergence? How do the results differ according to the indicator used? (2) Which cities experiences most increase in accessibility?

2. Methodology

According to 2023 target of Transport and Infrastructure Ministry, new corridors running north–south and east–west corridors will initially be constructed as can be seen at fig. 1. These HSR lines will span 32 cities. Rail transport is therefore set to play the dominant part in the transport infrastructure of Turkey.

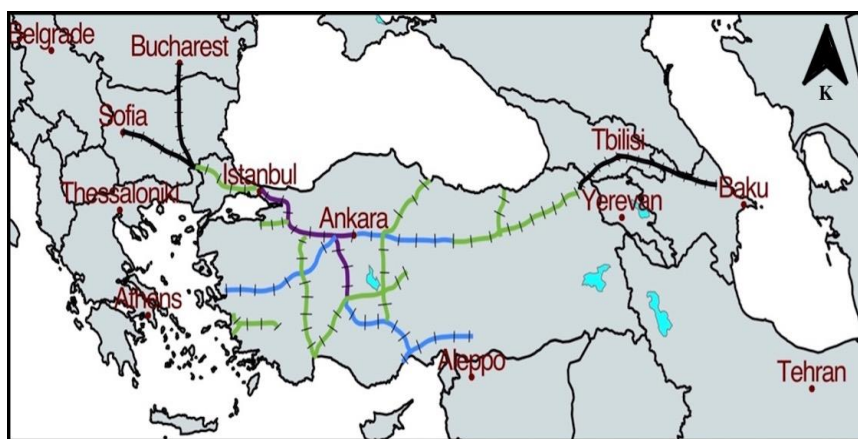


Figure 1. Spatial distribution of Turkey's HSR network

According to Transport and Infrastructure Ministry 2023 targets, three scenarios are designed in this study:

Scenario 1- There are no HSRs in 2003;

Scenario 2- HSR corridor from Istanbul to Ankara and from Ankara to Konya,;

Scenario 3- The phase 3 plan, i.e., Izmir-Ankara, Bursa-Bilecik, Antalya-Eskisehir, Samsun-Ankara, Ankara-Sivas, Sivas-Kars, Trabzon-Erzurum, Konya-Adana, Adana-Gaziantep routes are built and major cities in Turkey are connected.

This study includes all cities in Turkey for our accessibility analysis. To reach to this purpose, we integrated both railway and road networks to calculate a realistic accessibility of each stage of HSR. Our method allows us to account for the transfer time between road network and HSR connections and includes all cities and counties in the analysis instead of selected cities in the single railway network. Since cities are the focal point of our analysis, centroids of cities and counties are used as nodes for keeping evenness in the travel time and population of each city is used as size of the city. Our study also

considered both travel-time changes and population changes to examine the impact of HSR network changes.

The future railway network was acquired from the Transport and Infrastructure Ministry. Based on the future plans of the official national railway network was created in GAMS. The demographic data of 2003, 2019 and projected demographic data for 2023 were collected from Turkish Statistic Institute (TurkStat, 2021). All the calculations including accessibility were performed in GAMS. Google Maps were employed to validate the results of travel time calculations by the road and HSR travel modes.

3. Result

WATT focuses on travel-time reduction in cities, the PA measure focuses on the increase of competitiveness or attractiveness of cities in terms of enhancing accessibility. Reflected by the decreasing WATT and increasing PA values in each scenarios. Fig. 2 shows the changes in accessibility using the WATT, DA, and PA, to identify the geography of accessibility. After the Istanbul-Ankara HSR, cities experienced low WATT values were located along the Istanbul-Ankara HSR Line as can be seen in Figure 2. Significant travel-time reductions are received by Eskisehir, Bilecik, Sakarya and Kocaeli along the Istanbul-Ankara HSR Line. Cities near to the conventional rail lines such as Kutahya, Karaman and Kirikkale received substantial travel-time reduction benefits (Table 1).

After the implementation of Istanbul-Ankara HSR Line, cities with high PA are disproportionately concentrated again in North West part of the country (see Fig. 2). The most competitive or attractive cities are: Sakarya, Kocaeli, Bilecik, Eskisehir and Yalova. With the expansion of the HSR corridors from scenario 1 to scenario 2, more cities achieve a lower WATT. The result of WATT indicator gives the highest accessibility to cities near the transport network and the effect agglomerates in northwestern part of Turkey. However, the DA and PA accessibility indicators show a decreasing trend from the western region via the central region to the eastern region. In other words, cities in the central region and eastern part of mediterranean region have the highest accessibility on the WATT indicator, while the western region is most accessible according to the DA and PA in 2023. The DA indicator indicates the cities around Eskisehir, Istanbul, Konya and Ankara get higher accessibility scores in 2. and 3. scenario. No cities in Eastern and especially southeastern region appears in the figures using the DA indicator.

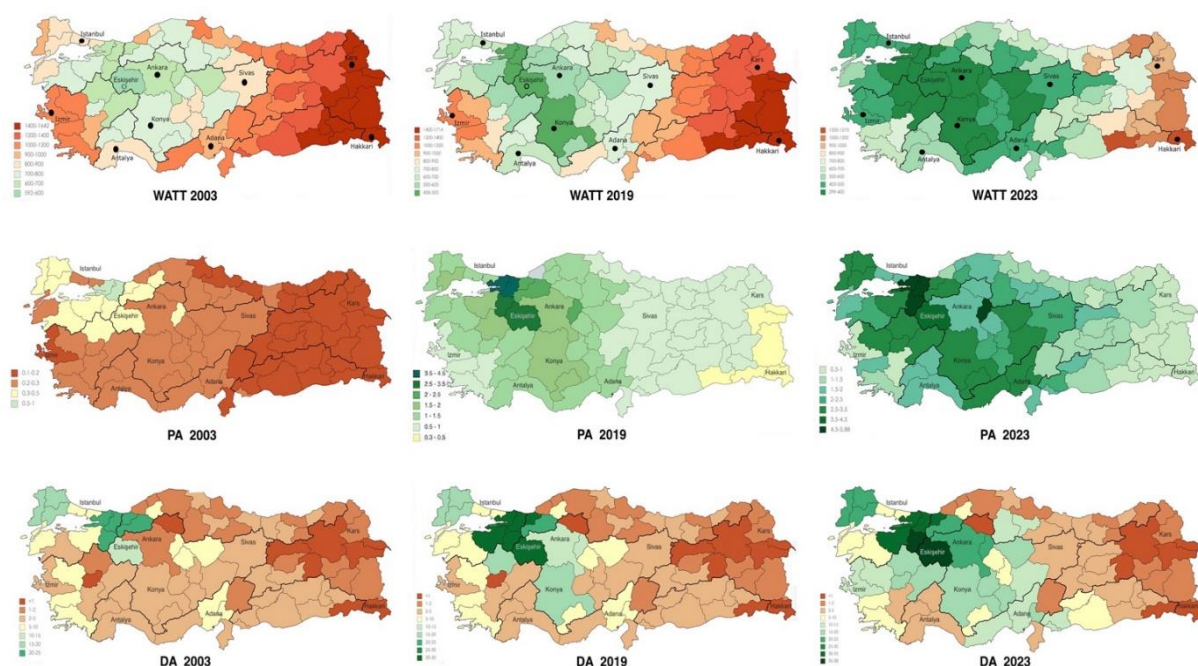


Figure 2. Spatial distribution of accessibility by WATT, PA and DA

Table 2 shows that the 10 most accessible cities according to the WATT, DA, and PA values and changes from scenario 2 to scenario 3. Eskişehir, Bilecik, Sakarya, Kocaeli and Yalova appear in the top 10 on all three indicators. The cities with the highest increases in accessibility are different using the three indicators. For example, Konya, Karaman, Sakarya, Istanbul and Ankara are the cities with the highest accessibility improvement percentage on the basis of the WATT, DA, and PA, respectively. Sakarya has not only high accessibility score but also great accessibility improvement percentage.

Table 1. 10 cities with highest accessibility and greatest increase in accessibility under scenario 1

Rank	Accessibility			Increase in Accessibility		
	WATT	DA	PA	WATT	DA	PA
1	Eskişehir	Bilecik	Sakarya	Konya	Kütahya	Konya
2	Bilecik	Sakarya	Kocaeli	Karaman	Ankara	Eskişehir
3	Sakarya	Eskişehir	Bilecik	Sakarya	Konya	Ankara
4	Konya	Kocaeli	Eskişehir	Kocaeli	Bursa	Bilecik
5	Kocaeli	Bursa	Yalova	Istanbul	Karaman	Karaman
6	Kırkkale	Düzce	Düzce	Nigde	Eskişehir	İstanbul
7	Kütahya	Yalova	Kırkkale	Ankara	Balıkesir	Kütahya
8	Ankara	Bolu	Bolu	Bilecik	Kırkkale	Bursa
9	Karaman	Tekirdağ	Konya	Yalova	İstanbul	Kocaeli
10	Yalova	Kırklareli	Kütahya	Düzce	Sakarya	Sakarya

Table 2. 10 counties with highest accessibility and greatest increase in accessibility under scenario 2

Rank	Accessibility			Increase in Accessibility		
	WATT	DA	PA	WATT	DA	PA
1	Eskişehir	Bilecik	Sakarya	Erzincan	Uşak	Konya
2	Bilecik	Eskişehir	Kocaeli	Gaziantep	Ankara	Mersin
3	Kırıkkale	Sakarya	Bilecik	Mersin	Kütahya	Manisa
4	Sakarya	Kocaeli	Kırıkkale	Osmaniye	Karaman	Karaman
5	Ankara	Düzce	Eskişehir	Adana	Konya	Adana
6	Kocaeli	Yalova	Yalova	İzmir	Afyon	Osmaniye
7	Konya	Bursa	Düzce	Kilis	Aksaray	Uşak
8	Yozgat	Konya	Manisa	Konya	Kayseri	İzmir
9	Afyon	Karaman	Edirne	Manisa	Çorum	Ankara
10	Karaman	Bolu	Karaman	Karaman	Erzincan	Kayseri

4. Discussion

Within the scope of this study, we examined the accessibility effect of current and future HSR corridors. The road network is also included in the model in order to see the accessibility effect of HSR investments in all cities. Three accessibility indicators, including weighted average travel time (WATT), daily availability (DA), and potential accessibility (PA), were used to measure accessibility. City-level accessibility outcomes are discussed on the basis of these three indicators.

With the opening of Istanbul-Ankara YHT and Ankara-Konya YHT lines, the most accessible cities in all three indicators are Eskişehir, Bilecik, Sakarya, Kocaeli and Yalova, but Sakarya is not only a city with a high accessibility score, but also a city with a large accessibility improvement percentage. With the new lines within the framework of 2023 targets, Eskişehir, Bilecik, Sakarya, Kocaeli and Karaman are among the top 10 most accessible cities according to WATT, DA and PA values. According to the results of this scenario, the cities with the highest improvement in accessibility are Konya, Karaman, Istanbul and Ankara. Karaman is a province that has both a high accessibility score and a high improvement in accessibility.

According to the average weight travel time (WATT) indicator, Eskişehir is the most accessible city in Turkey in all cases. On the other hand, in terms of daily accessibility, the most accessible city is Bilecik in both scenarios. Within the scope of the existing train network, Bilecik is the city that can reach the highest population in Turkey with a travel time of 4 hours, and it is seen that it will be the leading city in daily access with the new lines to be opened in line with the 2023 projects. According to the Potential Accessibility indicator, Sakarya is the most accessible city in both scenarios. Sakarya, in terms of economic potential, makes its proximity to both Kocaeli and Istanbul even more advantageous with YHT lines, making it the most accessible city in Turkey at the point of accessing its economic potential.

5. Conclusions

HSR corridors planned to be built according to the results of the study will significantly increase the accessibility at the city level. The impacts of the new lines on accessibility will apply not only to the northwestern part of Turkey, but also to other parts of Turkey.

Referanslar/References

- Black, J., Conroy, M. (1977). Accessibility measures and the social evaluation of urban structure, *Environ. Plann. A* 9 (9), 1013–1031. doi: 10.1068/a091013
- Cao, J., Liu, X.C., Wang, Y., Li, Q. (2013). Accessibility impacts of China's high-speed rail network, *Journal Transport Geography*, 28, 12–21. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2012.10.008
- Dantzig, G.B. (1958). On the Shortest Route through a Network, Report P-1345. The RAND Corporation, Santa Monica, California, 1958 [published in *Management Science* 6 (1960) 187–190].
- Dundon, D.M., Gibb, R.A. (1994). The Channel Tunnel and regional economic development. *Journal Transport Geography*, 2 (3), 178-189. doi: 10.1016/0966-6923(94)90003-5
- Gutierrez, J. (2001). Location, economic potential and daily accessibility: an analysis of the accessibility impact of the high-speed line Madrid-Barcelona-French border. *Journal Transport Geography*, 9, 229–242. doi:10.1016/S0966-6923(01)00017-5
- Hansen, W.G. (1959). How accessibility shapes land use. *J. Am. Inst. Planners*, 25 (2), 73–76. doi: 10.1080/01944365908978307
- Harvey, D. (2014) *Postmodernliğin Durumu*. (Çev. S. Savran). Metis Yayıncılık.
- Hou, Q., Li, S. (2011). Transport infrastructure development and changing spatial accessibility in the Greater Pearl River Delta, China, 1990–2020, *Journal Transport Geography*, 19, 1350–1360. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2011.07.003
- Jiao, J., Wang, J., Jin, F., Dunford, M. (2014). Impacts on accessibility of China's present and future network, *Journal Transport Geography*, 40, 123–132. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2014.07.004
- Kim, E., Hewings, G.J.D. (2009). An application of an integrated transport network multiregional CGE model to the calibration of synergy effects of highway investments, *Economic System Research*, 21, 377–397. doi: 10.1080/09535310903444758
- Kim, H., Sultana, S. (2015). The impacts of high-speed rail extensions on accessibility and spatial equity changes in South Korea from 2004 to 2018, *Journal Transport Geography*, 45, 48–61. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2015.04.007
- Koopmans, C., Rietveld, P., Huijg, A. (2012). An accessibility approach to railways and municipal population growth, 1840–1930, *Journal Transport Geography*, 25, 98–104. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2012.01.031
- Lopez, E., Gutiérrez, J., Gómez, G. (2008). Measuring regional cohesion effects of large-scale transport infrastructure investments: an accessibility approach, *European Planning Studies*, 16 (2), 277–301. doi: 10.1080/09654310701814629
- Lutter, H., Putz, T., Spangenberg, M. (1992). Accessibility and Peripherality of Community Regions: The Role of Road Long Distance Railway and Airport Networks. *Commission of the European Communities*, Brussels.
- Monzon, A., Ortega, E., López, E. (2013). Efficiency and spatial equity impacts of high-speed rail extensions in urban areas, *Cities*, 30, 18–30. doi: 10.1016/j.cities.2011.11.002
- Nakamura, H., Ueda, T. (1989). The impacts of the Shinkansen on regional development. In: *Selected Proceedings of the Fifth World Conference on Transport Research* (95–110). Yokohama, Japan.
- Piskin, M., Hewings, G.J.D., Hannum, C.M. (2020). Synergy effects of highway investments on the Turkish economy: An application of an integrated transport network with a multiregional CGE model, *Transport Policy*, 95, 78-92. doi:

10.1016/j.tranpol.2020.05.011

Shaw, S.L., Fang, Z., Lu, S., Tao, R. (2014). Impacts of high speed rail on railroad network accessibility in China, *Journal Transport Geography*, 40, 112–122. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2014.03.010

TÜİK, (2021). Nüfus Projeksiyonları. 01.08.2021 tarihinde <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Nufus-ve-Demografi-109> adresinden alındı.

Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı (2018). *Ulaşan ve Erisen Türkiye, Demiryolu Sektor Raporu*, Ankara. 01.07.2021 tarihinde <https://www.uab.gov.tr/uploads/pages/bakanlik-yayinlari/ulasan-ve-erisen-turkiye-2018.pdf> adresinden alındı.

Wang, L., Liu, Y., Sun, C., Liu, Y. (2016). Accessibility impact of the present and future high-speed rail network: a case study of Jiangsu province, China, *Journal Transport Geography*, 54, 161–172. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2016.05.015