

Araştırma Makalesi

ISO 37120 standardı ulaşım göstergelerinin kanonik korelasyon analizi ile incelenmesi

Emrah Akdamar^{1*}

¹ Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü, Denizcilik Fakültesi, Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Bandırma, Türkiye

*Sorumlu yazar: eakdamar@bandirma.edu.tr

DOI: 10.51513/jitsa.1128878

Özet: Kentlerde yaşayan nüfusun giderek artmasıyla birlikte pek çok alanda yönetsel problemler oluşmaktadır. Problemlere ilişkin bilimsel kararlar alabilmek için veri odaklı yönetim anlayışı benimsemek gerekmektedir. Kentin önemli göstergelerini belirlemek ve bu göstergeleri periyodik olarak izlemek, göstergeler arasında ilişkiler kurarak ortaya çıkan bulguları karar süreçlerine entegre etmek oldukça önemlidir. Bu çalışmanın amacı, kent göstergeleri konusunda uluslararası bir standart olan ISO 37120 standardı Ulaşım başlığında yer alan kent göstergeleri arasındaki ilişkileri incelemektir. Bu amaçla kanonik korelasyon analizinden yararlanılmıştır. Standartta “Ulaşım” anahtar performans göstergesi içerisinde yer alan 5 alt gösterge analize alınmıştır. Belirlenen 5 gösterge, girdiler ve çıktılar olmak üzere iki gruba ayrılmış, bu gruplar üzerinden analiz gerçekleştirilmiştir. İlgili iki küme arasında 0.741 olarak hesaplanan kanonik korelasyon katsayısı anlamlı bulunmuştur. Toplu taşıma kullanımını arttıran unsurun, otobüs, hafif raylı tramvayla, trolleybüs gibi düşük kapasiteli toplu taşıma sistemlerinden çok ağır raylı metro sistemleri, banliyo sistemleri gibi yüksek kapasiteli toplu taşımayla ilişkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, otomobil sayısı yüksek olan kentlerde düşük kapasiteli toplu taşıma eğiliminin bulunduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kanonik korelasyon analizi, ISO 37120, kent göstergeleri, ulaşım

Examination of ISO 37120 standard transportation indicators by canonical correlation analysis

Abstract: With the increasing population living in cities, administrative problems occur in many areas. To make scientific decisions about problems, it is necessary to adopt a data-oriented management approach. It is very important to determine the important indicators of the city and to monitor these indicators periodically, to integrate the findings into the decision processes by establishing relations between the indicators. This study aims to examine the relationships between city indicators in the ISO 37120 standard Transportation title, which is an international standard on urban indicators. For this purpose, canonical correlation analysis was used. 5 sub-indicators included in the "Transportation" key performance indicator in the standard were analyzed. The 5 indicators determined were divided into two groups as inputs and outputs, and analysis was carried out on these groups. The canonical correlation coefficient calculated as 0.741 between the two related clusters was found to be significant. It has been determined that the factor that increases the use of public transportation is related to high-capacity public transportation such as heavy rail metro systems and suburban systems, rather than low-capacity public transportation systems such as buses, light rail trams, and trolleybuses. In addition, it has been determined that there is a tendency for low-capacity public transportation in cities with a high number of automobiles.

Key words: Canonical correlation analysis, ISO 37120, city indicators, transportation

*Sorumlu yazar

E-mail address: eakdamar@bandirma.edu.tr

ORCID: 0000-0002-5136-3587

Received 10.06.2022; accepted 19.07.2022

Peer review under responsibility of Bandırma Onyedi Eylül University.

1. Giriş

Kentlerde yaşayan nüfusun artmasıyla, eğitim, ulaşım, sağlık, çevre gibi temel alanların yönetimi kent yöneticileri için daha da önemli hale gelmiştir (Mccarney, 2015). Kentlerin problemlerinin çözümünde, kentlerin ürettiği veriyi kentlere ilişkin kritik kararlara entegre ederek, verilere dayalı yönetim yaklaşımı ile hareket etmek bilimsel açıdan son derece önemlidir. Özellikle kentlerin bir büyük veri kaynağı olarak ele alınması, kentlere ilişkin kritik göstergeler arasında önemli ilişkilerin belirlenmesi, bu ilişkilere bağlı olarak çeşitli uygulamaların geliştirilmesi, günümüzün yönetim anlayışında olmazsa olmazdır (Akdamar, 2018). Bir başka deyişle, söz konusu problemlerin üstesinden gelebilmek için verilere dayalı yönetim yaklaşımı benimsemek gerekmektedir. Bu yaklaşımın ilk adımı, kentin hizmet verdiği alanları temsil eden ana başlıkların (anahtar performans göstergelerinin) ve ilgili alt göstergelerin belirlenmesidir. Literatürde, kentlerin performanslarını ölçebilmeleri amacıyla geliştirilen çeşitli göstergeler farklı kurum ve kuruluşlar tarafından önerilmiştir.

The Cities Alliance projesi (citiesalliance, 2022), sağlıklı kentler projesi (Who, 2022), Birleşmiş kentler ve yerel yönetimler projesi (Uelg, 2022), uluslararası çevre girişimleri merkezi projesi (Iclei, 2022), Uluslararası Şehir/İlçe Yönetim Ortaklığı projesi (Icma, 2022), Birleşmiş Milletler tarafından yürütülen küresel kent göstergeleri veri tabanı ve milenyum projesi (Unhabitat, 2022) (millennium-project, 2022), Küreselleşme ve Kent Performansı araştırması projesi (Leautier, 2022) ve OECD tarafından geliştirilen Sürdürülebilir Topluluk İndeksi bunlardan bazılarıdır.

Bu projeler incelendiğinde, geliştirilen göstergelerin ya belirli bölgelerdeki kentler ile sınırlı kaldığı ya da sınırlı konular etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu noktada, ISO tarafından geliştirilen “ISO 37120-Toplulukların sürdürülebilir kalkınması şehir hizmetleri ve yaşam kalitesi göstergeleri standardının”, her ölçekteki kent tarafından uygulanabilen yapısı ve kentin tüm alanlarını kapsayan özelliği ile ön plana çıktığı görülmektedir. ISO 37120 standardında, 17 adet anahtar performans göstergesi ve bu göstergelerin altında 100 adet alt gösterge bulunmaktadır. Ulaşım, standartta yer alan anahtar performans göstergelerinden biridir. Ulaşım, ISO 37120 standardında 9 adet alt gösterge ile temsil edilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, ISO37120 standardında yer alan 9 adet ulaşım göstergesi arasındaki ilişkileri incelemek ve belirlenen ilişkilerin kentlerin ulaşım politikalarında nasıl kullanılabileceklerini tartışmaktır. Bu amaçla çok değişkenli istatistiksel tekniklerden olan kanonik korelasyon analizi tercih edilmiştir. Literatür incelendiğinde bu yönde çalışmaların bulunduğu görülmektedir. Çemrek (2005), Türkiye’deki illerin gelir ve refah düzeyleri arasındaki ilişkiyi kanonik korelasyon analizi ile incelemiştir. Özçomak ve Demirci (2010), Afrika Birliği üyesi ülkelerin sosyal ve ekonomik göstergeleri arasındaki ilişkiyi kanonik korelasyon analiziyle ortaya koymuştur. Altaş ve Giray (2005), sağlık, eğitim ve ekonomi göstergeler arasındaki ilişkinin araştırılmasında kanonik korelasyon analizinden yararlanmışlardır. Ünlükaplan (2008), rekabetçilik ve inovasyon göstergeleri ile ekonomik kalkınma değişkenleri arasında kanonik korelasyon analizi kullanarak güçlü bir ilişki belirlemiştir. Ülkelerin ve kentlerin kritik göstergeleri arasındaki ilişkilerin incelendiği çalışmalarda kanonik korelasyon analizinin tercih edildiği görülmektedir. Bu çalışmada ise verilerine ulaşılabilen farklı ölçeklerdeki 29 kent için hesaplanan ISO 37120 standardı ulaşım göstergeleri arasındaki ilişkiler ilk defa ele alınmıştır.

2. ISO 37120 standardı ulaşım göstergeleri

Ulaşım, ISO 37120 standardında yer alan 17 anahtar performans göstergesinden biridir. Standart içerisinde her bir gösterge farklı sayıda alt gösterge ile temsil edilmektedir. Ulaşım göstergesini temsil eden 9 adet alt gösterge bulunmaktadır. Standart içerisinde her bir alt göstergenin hesaplanma yöntemi, verilerin temin edileceği kurumlar, varsa diğer ayrıntılar detaylı olarak açıklanmaktadır. ISO 37120 Standardı, ulaşım anahtar performans göstergesine ilişkin alt göstergeler şunlardır (ISO, 2014):

1. 100.000 Nüfus başına yüksek kapasiteli toplu taşıma sisteminin kilometresi: Bu gösterge, kent içerisindeki yüksek kapasiteli toplu taşıma sistemlerinin kilometresinin, toplam kent nüfusuna bölünmesiyle bulunur. Ağır raylı metro sistemleri, banliyo sistemleri vb. yüksek kapasiteli toplu taşıma kapsamında değerlendirilir.

2. 100.000 Nüfus Başına Düşük Kapasiteli Toplu Taşıma Sisteminin kilometresi: Bu göstergenin değeri, kent içinde faaliyet gösteren düşük kapasiteli toplu taşıma sistemlerinin kilometresinin, toplam kent nüfusuna bölünmesiyle bulunur. Hafif yolcu taşımacılığı hafif raylı tramvaylar, otobüs, trolleybüs ve diğer hafif yolcu taşımacılığı servislerini içerebilir.

3. Kişi başı yıllık toplu taşıma kullanım sayısı: Kent içinde faaliyet gösteren toplam toplu ulaşım sayısının toplam kent nüfusuna bölünmesiyle bulunur. Toplu taşıma sayısı hesaplanırken tüm düşük ve yüksek kapasiteli taşıma sistemleri dahil edilir.

4. Kişi başına düşen kişisel otomobil sayısı: Bu göstergenin değeri, kentte kayıtlı kişisel otomobil sayısının toplam kent nüfusuna bölünmesiyle bulunur. Kişisel otomobil sayısının hesabında, ticari işletmeler tarafından kullanılan otomobiller de dahil edilir. Ticari işletmeler tarafından mal ve hizmet tesliminde kullanılan kamyonlar ve kamyonetler dahil edilmez.

5. Kişisel bir araçtan başka bir seyahat şeklini kullanan yolcuların yüzdesi: Bu göstergenin değeri, işe giderken kişisel araçtan başka yol kullanan kişi sayısının işe giderken kullanılacak tüm araçları kullanan kişi sayısına bölünmesiyle bulunur. Çıkan sonuç 100 ile çarpılarak yüzde şeklinde ifade edilir. Tüm araçlardan kasıt, bisiklet, yürüme, otobüsler, mini otobüsler, tren, tramvay, hafif raylı sistem, feribot, motosiklet ve motorlu olmayan iki tekerlekli araçlardır.

6. Kişi başına düşen iki tekerlekli motorlu taşıt sayısı: Bu göstergenin değeri, kentteki iki tekerlekli motorlu taşıtların toplam sayısının kentin toplam nüfusuna bölünmesiyle bulunur. İki tekerlekli motorlu araçlar, scooter'lar ve motosikletleri kapsmalıdır. Bisiklet gibi motorlu olmayan araçları içermez.

7. 100.000 Nüfus başına bisiklet yolu ve şerit kilometresi: Bisiklet kullanımına imkan tanıyan bir ulaştırma sistemi, trafik tıkanıklığının azalması ve yaşam kalitesi iyileştirilmesi bakımından bir çok yarar sağlayabilir. Bu göstergenin değeri, toplam bisiklet yolu ve yol şeritleri kilometresinin, toplam kent nüfusunun 100binde birine bölünmesiyle bulunur.

8. 100.000 Nüfus başına trafik kazasında hayatını kaybeden kişi sayısı: Bu göstergenin değeri, kent sınırları içerisinde, trafik kazası nedeniyle ölen kişi sayısının toplam kent nüfusunun 100binde birine bölünmesiyle bulunur. Otomobil, toplu taşıma, yürüyüş, bisiklet vb. ulaşım şekillerindeki ölümler bu gösterge hesabına dahil edilmelidir.

9. Ticari hava taşımacılığı: Ticari hava taşımacılığı, kente hizmet veren tüm havaalanlarından kalkan duraksız ticari (yani tarifeli) uçuşların toplamı olarak ifade edilmelidir.

Söz konusu göstergelere ilişkin World Council of City Data (WCCD) açık veri portalından Belçika, Hollanda, ABD, Kanada, İspanya, Avustralya Ürdün, Arjantin, Meksika, Filipinler, Portekiz, Hırvatistan, Tayvan, Suudi Arabistan ve İngiltere olmak üzere toplam 15 ülkeden 29 kente ilişkin veriler toplanmıştır (Wccd, 2018).

3. Kanonik korelasyon analizi

Göstergeler arasındaki ilişkinin yönünün ve gücünün incelenmesinde korelasyon analizi kullanılmaktadır (Gögebakan, 2021). Kanonik korelasyon analizinin amacı ise, iki değişken kümesi arasındaki ilişkileri araştırmaktır. Eğer ilişkisi araştırılan kümeler arasında bağımlı-bağımsız küme ayrımı yapılabiliyorsa kanonik korelasyon analizi ile girdi kümesinin çıktı kümesini açıklama seviyesi belirlenebilir (Sharma, 1996). Çok değişkenli istatistiksel tekniklerden olan kanonik korelasyon analizi, ilk kez (Hotelling, 1935) tarafından tanımlanmıştır (Shafto, Degani, & Kirlik, 1997). Kanonik korelasyon analizi analitik olarak şu şekilde açıklanabilir:

İlk olarak, her bir değişken kümesine ilişkin bir kanonik değişken oluşturulur. Her bir kanonik değişken o kümedeki değişkenlerin doğrusal bir kombinasyonu olarak tanımlanır. Bu durumda U_1 kanonik değişkeni, X değişken kümesinde bulunan göstergelerin doğrusal kombinasyonunu ve V_1 kanonik değişkeni, Y değişken kümesinde bulunan göstergelerin doğrusal kombinasyonunu göstermek üzere (1) ve (2)'deki gibi oluşturulur.

$$U_1 = a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1p}X_p \quad (1)$$

$$V_1 = b_{11} Y_1 + b_{12} Y_2 + \dots + b_{1q} X_q \quad (2)$$

Kanonik değişkenler oluşturulduktan sonra, kanonik değişkenler U_1 ve V_1 arasındaki ilişkiyi belirlemek için, kanonik korelasyon katsayısı (ρ_1) hesaplanır. Kanonik korelasyon analizinde ρ_1 'i maksimize etmek için $a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1p}$ ve $b_{11}, b_{12}, \dots, b_{1q}$ tahmin edilmektedir. Analizin devamında, ikinci kanonik değişkenler U_2 ve V_2 , m. kanonik değişkenler U_m ve V_m için $\rho_2 \dots \rho_m$. kanonik korelasyon katsayıları hesaplanmaktadır. Hesaplanan bu kanonik korelasyon katsayıları arasından, istatistiksel olarak anlamlı bulunan katsayılar yorumlanır.

Kanonik korelasyon analizinde önemli bir aşama Stewart ve Love (1968) tarafından önerilen ve bir değişken kümesindeki varyansın ne kadarının diğer değişken kümesine ait kanonik değişken tarafından açıklandığını belirlemekte kullanılan redundancy index (artıklık endeksi) hesaplanmasıdır. Redundancy Index (RI);

$MEAN\left(\frac{Y}{V_i}\right)$; V_i kanonik değişkeni tarafından Y kümesinin açıklanan ortalama varyansı,

LY_{ij}^2 ; Y değişken kümesindeki i. kanonik değişken ile j. orijinal değişken arasındaki korelasyonu (j. Değişkenin kanonik yükünü),

ρ_{uv}^2 ; U_i ve V_i kanonik değişkenleri ile açıklanan ortak varyansı (Kanonik korelasyon katsayısının karesi),

RI_{U_i/V_i} ; Artıklık endeksini ifade etmek üzere,

$$MEAN\left(\frac{Y}{V_i}\right) = \sum_{j=1}^q \frac{LY_{ij}^2}{q} \quad (3)$$

$$RI_{U_i/V_i} = MEAN\left(\frac{Y}{V_i}\right) \rho_{uv}^2 \quad (4)$$

şeklinde hesaplanır. İki değişken kümesinden herhangi birinin diğerinde açıkladığı toplam varyans ise toplam artıklık endeksi (TRI) tarafından tanımlanmakta ve şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$TRI_{Y/X} = \sum_{i=1}^m RI_{U_i/V_i} = \sum_{i=1}^q \frac{RY_i^2}{q} \quad (5)$$

Tüm bu aşamalar herhangi bir Y kümesi için verilmiş olup aynı süreçler kullanılarak X kümesi için de aynı hesaplar yapılmaktadır.

3. Bulgular

Çalışmada, ISO 37120 standardı ulaşım anahtar performans göstergesinin 9 alt göstergesinden 29 kent için verilerine ulaşılabilen yalnızca 5 gösterge bulunmaktadır. Bu göstergeler, daha önce detaylı olarak açıklanan; Yüksek toplu taşıma, düşük toplu taşıma, kişi başı toplu taşıma, kişi başına otomobil ve trafik kazası ölüm göstergeleridir. Bu göstergeler girdi kümesi ve çıktı kümesi göstergeleri olmak üzere iki ayrı gruba ayrılmıştır. Kent yönetiminin kontrolü altında bulunan göstergeler girdi kümesinde, kontrolü altında bulunmayan göstergeler ise çıktı kümesinde yer almaktadır. Buradan hareketle kurulan kanonik korelasyon modelinde yüksek toplu taşıma ve düşük toplu taşıma göstergeleri girdi kümesine atanmıştır. Kişi başı toplu taşıma, kişi başına otomobil ve trafik kazası ölüm göstergeleri ise çıktı kümesinde yer almaktadır. Söz konusu göstergeler arasındaki ilişki Tablo 1.'de incelenmektedir.

Tablo 1. Girdi ve çıktı göstergeleri için korelasyon analizi

Pearson korelasyon katsayısı	Girdi kümesi		
	Yüksek toplu taşıma	Düşük toplu taşıma	
Çıktı kümesi	Kişi başı toplu taşıma	0.3911*	0.2900
	Kişi başına otomobil	0.3201	0.5154*
	Trafik kazası ölüm	0.0594	-0.0485

*Korelasyon katsayısı 0.05 anlamlılık seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı

Korelasyon analizi bulguları, yalnızca kişi başı toplu taşıma ile yüksek toplu taşıma arasında ve kişi başına otomobil ve düşük toplu taşıma arasında pozitif yönlü bir ilişkinin varlığını göstermektedir.

Kentlerde yüksek toplu taşıma yatırımlarının artması kişi başına toplu taşıma kullanım miktarını da arttırmaktadır. Buradan hareketle, kent sakinlerini toplu taşıma kullanımına iten toplu taşıma biçiminin ağır raylı metro, metro sistemleri ve banliyö demiryolu gibi yüksek kapasiteli toplu taşıma olduğu söylenebilir. Nitekim kişi başına toplu taşıma kullanımı ile düşük toplu taşıma arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

Diğer taraftan düşük toplu taşıma yatırımlarının yoğun olduğu kentlerde kişi başına düşen otomobil miktarının da yüksek olduğu (aralarında aynı yönlü ilişki bulunduğu) söylenebilir. Bu durum, nüfus bakımından yoğun olan kentlerde hem toplu taşıma hem de kişisel otomobil kullanımının aynı anda yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

İki değişkenli girdi kümesi ve üç değişkenli çıktı kümesi arasındaki ilişki kanonik korelasyon analizi ile incelenmiş ve iki adet kanonik korelasyon katsayısı elde edilmiştir. Bu katsayılardan ilki istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, ikinci katsayı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bulgular Tablo 2.'de sunulmuştur.

Tablo 2. Girdi ve çıktı kümeleri arasında kanonik korelasyon analizi bulguları

Kanonik korelasyon katsayıları ve anlamlılığı			
1	.741		
2	.177		
	Wilk's	Chi-Sq	DF
			Sig.
1	.437	20.708	6.000
2	.969	.800	2.000

Hesaplanan ilk kanonik korelasyon katsayısı anlamlı bulunduğu için ulaşım göstergelerine ilişkin girdi ve çıktı kümeleri arasında pozitif yönlü ve güçlü bir ilişki olduğu söylenebilir.

Sharma (1996) çalışmasında, küçük örneklerde her bir değişkenin kendi kümesine olan etkisini belirlemek amacıyla, standartlaştırılmış kanonik korelasyon katsayıları yerine kanonik yüklerin kullanılmasını önermektedir. Bu nedenle, Tablo 3. ve Tablo 4.'de girdi ve çıktı kümeleri için kanonik yükler hesaplanmıştır.

Tablo 3. Girdi kümesi için kanonik yükler

Göstergeler	Kanonik yükler
Yüksek toplu taşıma	-0.703
Düşük toplu taşıma	-0.820

Tablo 4. Çıktı kümesi için kanonik yükler

Göstergeler	Kanonik yükler
Kişi başı toplu taşıma	-0.589
Kişi başına otomobil	-0.753
Trafik kazası ölüm	-0.001

Kanonik yükler incelendiğinde, girdi kümesinde düşük toplu taşıma göstergesinin çıktı kümesinde ise kişi başına otomobil göstergesinin kendi kümelerindeki bilgiyi açıklamada en etkili değişken oldukları belirlenmiştir. Girdi göstergelerinin çıktı kümesine etkisini ve çıktı göstergelerinin girdi kümesine etkisini gösteren çapraz yükler, Tablo 5 ve Tablo 6.'da verilmiştir.

Tablo 5. Girdi kümesi için çapraz yükler

Göstergeler	Çapraz yükler
Yüksek toplu taşıma	-0.521
Düşük toplu taşıma	-0.607

Tablo 6. Çıktı kümesi için çapraz yükler

Göstergeler	Çapraz yükler
Kişi başı toplu taşıma	-0.437
Kişi başına otomobil	-0.558
Trafik kazası ölüm	0.000

Çıktı kümesi üzerinde en yüksek etkiye sahip olan gösterge düşük toplu taşıma olurken (-0.607), girdi kümesi üzerinde en etkili gösterge kişi başına otomobil göstergesi olmuştur (-0.,558).

Girdi/çıktı kümesi için oluşturulan kanonik değişkenlerin girdi/çıktı kümelerindeki değişimleri (varyansı) ne oranda açıkladığını belirlemek ve girdi/çıktı kümelerindeki göstergelerin kendi kümeleri için oluşturulan kanonik değişkenleri ne oranda açıkladığını ortaya koymak amacıyla Redundancy index (artıklık endeksi) sonuçları heaplanmış ve Tablo 7.'de sunulmuştur.

Tablo 7. “Ulaşım” anahtar performans göstergesi için artıklık endeksi sonuçları

Kendi kanonik değişkeni ile açıklanan girdi kümesi varyansının oranı	Karşıt kanonik değişkenle açıklanan girdi kümesi varyansının oranı	Kendi kanonik değişkeni ile açıklanan çıktı kümesi varyansının oranı	Karşıt kanonik değişkenle açıklanan çıktı kümesi varyansının oranı
0.305	0.167	0.583	0.320

Buradan hareketle, girdi kümesinin çıktı kümesini %32 oranında açıkladığı görülmektedir. Başka bir ifadeyle bir kentteki kişi başı toplu taşıma, kişi başına otomobil ve trafik kazası ölüm göstergelerinin değeri %32 oranında yüksek toplu taşıma ve düşük toplu taşıma değişkenlerinin değerlerine bağlı olarak belirlenir. Bu bulgular, bir kentteki toplu taşıma yatırımlarının önemini net bir biçimde ortaya koymaktadır. Korelasyon analizi bulgularıyla birlikte değerlendirildiğinde; İlk sırada ağır raylı metro, metro sistemleri ve banliyö demiryolu gibi yüksek toplu taşıma yatırımlarının artması toplu taşıma kullanımını arttıracak bir unsurdur. Bunun yanında hafif yolcu taşımacılığı olan hafif raylı tramvaylar, otobüs ve trolleybüs gibi düşük toplu taşıma yatırımlarının artması ise toplu taşıma kullanımını yüksek toplu taşıma yatırımları gibi arttırmamaktadır. Ancak düşük toplu taşıma yatırımları ile kişi başına otomobil sayısı arasında bir ilişki bulunması, bu tip yatırımların kalabalık (hali hazırda otomobil kullanımının yoğun olduğu) şehirlerde tercih edildiğini göstermektedir.

4. Sonuç

ISO 37120 Standardı, artan kent sorunları ile veriye dayalı yönetim yaklaşımını kullanarak baş etmede önemli yararlar sağlamaktadır. Söz konusu standardın geliştirilme sürecinde konusunda uzman birçok paydaşın yer alması, standardın konumu ve büyüklüğünden bağımsız bir şekilde kentler arasında bir dil birliği oluşturması, göstergelere ilişkin verilerin hesaplama ve toplanma yöntemlerini detay düzeyde sunması bakımından güvenilir ve yol gösterici bir standart olduğu görülmektedir. ISO 37120 Standardı göstergeleri, benzer konularda çalışan diğer kurum ve kuruluşların gösterge setlerine kıyasla, nitelik ve nicelik bakımından idealdir. Bununla birlikte, sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarını dengeli bir biçimde temsil etmektedir. Benzer şekilde, ISO 37120 Standardı içerisinde, 17 anahtar performans göstergesinden biri olan ulaşım ile ilgili, yeterli sayıda ve özellikle gösterge bulunmaktadır.

İlgili göstergeler, kent yönetimi tarafından kontrol edilebilen (girdiler) ve kent yönetimi tarafından kontrol edilemeyen (çıktılar) olmak üzere iki kümeye ayrılmış ve girdi kümesi ile çıktı kümesi arasındaki ilişkiler kanonik korelasyon analizi yardımıyla belirlenmiştir. Buna göre; girdi ile çıktı kümesi arasında %5 anlamlılık seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur (0.741, $p < 0.05$). Kanonik yükler incelendiğinde girdi kümesine en çok katkıyı veren değişken “100.000 nüfus başına düşük kapasiteli toplu taşıma sisteminin kilometresi” iken, çıktı kümesine en çok katkıyı veren

değişken, “Kişi başına düşen kişisel otomobil sayısı” göstergesidir. Çapraz yükler incelendiğinde de söz konusu iki gösterge karşıt kümede en çok etkiye sahip olan göstergelerdir. Artıklık endeksi sonucunda ise girdi kümesindeki değişkenler ile çıktı kümesindeki varyansın %32’sinin açıklandığı görülmektedir. Bulgular, Toplu taşıma kullanımının otobüs, hafif raylı tramvay, trolleybüs gibi düşük kapasiteli toplu taşıma sistemlerinden ziyade ağır raylı metro sistemleri, banliyo sistemleri gibi yüksek kapasiteli toplu taşımayla arttığını göstermektedir.

ISO 37120 standardında yer alan ulaşım göstergelerinden bir kısmı, veri bulunamadığı için bu çalışmada kullanılamamıştır. Çalışmanın bu kısıtının giderilmesi ve verilerine ulaşamayan değişkenlerin girdi ve çıktı kümelerine dağıtılmasıyla, bu çalışma güncellenebilir. Bununla birlikte, ulaşım göstergelerine ilişkin girdiler ve çıktılar arasındaki anlamlı ilişkiler bu çalışmada olduğu gibi belirlendiğinde, kentlerin ulaşım anahtar performans göstergesi altında verimli/etkin çalışıp çalışmadığı araştırılabilir.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Çalışma herhangi bir destek almamıştır. Teşekkür edilecek bir kurum veya kişi bulunmamaktadır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Çalışma kapsamında herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmamaktadır

Kaynakça

Akdamar, E. (2018, Mart 28). Akıllı kentlere ilişkin ISO 37120 standardı göstergelerinin çok değişkenli istatistiksel tekniklerle irdelenmesi . *Doktora Tezi*. Bursa, Türkiye: T.C Bursa Uludağ Üniversitesi.

Altaş, D., & Giray, S. (2005). Türkiye’nin Eğitim, Sağlık ve İktisadi Göstergeleri Arasındaki Etkileşiminin Kanonik Korelasyon Analizi ile İncelenmesi. *Uludağ Üniversitesi İİBF Dergisi*, 45-66.

Çemrek, F. (2014). Türkiye’deki İllerin Gelir ve Refah Düzeyi Değişkenleri Arasındaki İlişkinin Kanonik Korelasyon Analizi ile İncelenmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 7(2), 197-215.

Gögebakan, M. (2021). Ulaştırma Sistemlerinde Kullanılan Sayısal Yöntemler. A. Kılıç, & G. S. Denктаş, *Ulaştırma sistemleri: Temel Kavramlar, Ekonomi, Politika, Terminoloji ve Mevzuat*. (s. 385-416). Ankara: Nobel Kitabevi .

Hotelling, H. (1935). The most predictable criterion. *Journal of Educational Psychology*, 139-142.

ISO. (2014). *ISO37120 Sustainable development of communities - Indicators for city services and quality of life*. Cenevre

Leautier, F. (2022). *Cities in a Globalizing World, Governance, Performance & Sustainability*. DC: Dünya Bankası Yayınları.

Mccarney, P. (2015). The Evolution of Global City Indicators and ISO37120: The First International Standard on City Indicators. *Statistical Journal of the IAOS*, 31, 103-110.

Özçomak, M., & Demirci, A. (2010). Afrika Birliği Ülkelerinin Sosyal ve Ekonomik Göstergeleri Arasındaki İlişkinin Kanonik Korelasyon Analizi ile İncelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 261-274.

Shafto, M., Degani, A., & Kirlik, A. (1997). Canonical Correlation Analysis of Data on Human-Automation Interaction. *Proceedings of the 41st Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society*. (s. 1-7). Albuquerque NM: Human Factors Society.

Sharma, S. (1996). *Applied Multivariate Techniques*. Canada.: John Wiley & Sons, Inc.

Stewart, D., & Love, W. (1968). A General Canonical Correlation Index. *Psychological Bulletin*, 160-163.

Ünlükaplan, Y. (2008). Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlerin Peyzaj Ekolojisi Araştırmalarında Kullanımı. *Doktora Tezi*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Url-1 citiesalliance. <www.citiesalliance.org> Erişim tarihi: 07.06.2022

Url-2 Iclei <www.iclei.org> Erişim tarihi: 07.06.2022

Url-3 Icma <www.icma.org>Erişim tarihi: 07.06.2022

Url-4 <<http://www.millennium-project.org>> Erişim tarihi: 05.06.2022

Url-5 <www.uclg.org> Erişim tarihi: 06.06.2022

Url-6 <www.unhabitat.org> Erişim tarihi: 09.06.2022

Url-7 <www.dataforcities.org/wccd/> Erişim tarihi: 05.01.2018

Url-8 <www.euro.who.int> Erişim tarihi: 05.06.2022