

Makalenin Geliş Tarihi: 22.02.2021

1. Hakemin Rapor Tarihi: 23.03.2021

2. Hakemin Rapor Tarihi: 03.04.2021

3. Hakemin Rapor Tarihi: 06.04.2021

Kabul Tarihi: 10.05.2021

## EKONOMİK ÖZGÜRLÜK İLE LOJİSTİK PERFORMANS BOYUTLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN DOĞRUSAL OLMAYAN KANONİK KORELASYON İLE ÖLÇÜLMESİ (Araştırma Makalesi)

Furkan Fahri ALTINTAŞ<sup>(\*)</sup>

### Öz

Ülkelerin ekonomik özgürlük ile lojistik boyutlarının birbirlerini pozitif yönde ilgilendirecek faaliyetler yapması, ülkelerin ekonomik özgürlüklerinin ve lojistik performanslarının gelişmesine neden olmaktadır. Ekonomik özgürlüklerin ve lojistik performansın gelişmesi ise ülkelerin ekonomik yönden iyileşmesine katkıda bulunmaktadır. Bu kapsamda araştırmanın amacı, 2018 yılı için Heritage Kurumu Ekonomik Özgürlük Endeksi ve Lojistik Performans Endeksi raporlarında belirtilen 154 ülkenin ilgili verileri üzerinden ekonomik özgürlük ile lojistik performans boyutları arasındaki ilişkiyi Doğrusal Olmayan Kanonik Korelasyon Analizi ile belirlemektir. Bulgulara göre, ekonomik özgürlüğü olan ülkelerin lojistik dostu, ekonomik özgürlüğü olmayan ülkelerin lojistik dostu olmayan ve ekonomik özgürlük kapsamında çoğunlukla özgür olan ülkelerin ise istikrarlı lojistik performans sağlayan ülkeler olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada ayrıca ekonomik özgürlük açısından orta derecede özgür ve çoğunlukla özgür olan ülkeler ile lojistik performans açısından kısmi performans sergileyen ülkeler ekonomik özgürlük ile lojistik boyutları arasındaki ilişkiye en az katkı sağlayan ülkeler olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla söz konusu boyutlar arasındaki ilişkiye en az katkı sağlayan ülkelerin ekonomik özgürlüklerini ve lojistik performanslarını artırmaları için ekonomik özgürlük ve lojistik performans boyutlarının birbirlerini pozitif yönde tamamlayacak faaliyetler gerçekleştirmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Ekonomik Özgürlük, Lojistik, Heritage Kurumu Ekonomik Özgürlük Endeksi, Lojistik Performans Endeksi, Doğrusal Olmayan Kanonik Korelasyon Analizi.

**Jel Kodları:** H11, B49, P49

\*) Dr. Yönetici, Jandarma Genel Komutanlığı, Yönetim ve Organizasyon Ana Bilim Dalı  
(e-posta: furkanfahrialtintas@yahoo.com). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0161-5862>

## ***Measuring the Relationship between Economic Freedom and Logistics Performance Dimensions by Non-Linear Canonic Correlation***

### **Abstract**

*The economic freedom and logistics dimensions of the countries are positively related to each other causes the economic freedom and logistics performance of the countries to improve. The development of economic freedoms and logistics performance contributes to the economic recovery of countries. In this context, the purpose of the study is to determine the relationship between economic freedom and logistics performance dimensions with Nonlinear Canonical Correlation Analysis, based on the relevant data of 154 countries specified in the Heritage Foundation Economic Freedom Index and Logistics Performance Index reports for 2018. According to the findings, countries with economic freedom are logistics-friendly, countries without economic freedom are not logistics-friendly, and countries that are mostly free within the scope of economic freedom are countries that provide stable logistics performance. In the research, it was determined that countries that are moderately free and mostly free in terms of economic freedom and countries that exhibit partial performance in terms of logistics performance are countries that contribute the least to the relationship between economic freedom and logistics dimensions. Therefore, it has been concluded that countries that contribute the least to the relationship between these dimensions should carry out activities that complement each other positively in terms of economic freedom and logistics performance in order to increase their economic freedom and logistics performance.*

**Keywords:** *Economic Freedom, Logistics, Heritage Foundation Economic Freedom Index, Logistics Performance Index, Nonlinear Canonical Correlation Analysis*

**Jel Codes:** *H11, B49, P49*

### **1. Giriş**

Ekonomik özgürlük, yasal çerçeve içinde bireylerin özgürce ekonomik girişimlerde bulunabilmesi ile bireylerin kendilerine ait kaynakları istediği miktarda ve zamanda tasarrufta bulunmalarında, devretmelerinde ve mübadelelerinde serbest olmaları olarak tanımlanmaktadır (Gwartney, Block ve Lawson, 1992; Beach ve Kane, 2008). Ekonomik özgürlük ayrıca bireylerin bireysel tercihlerinin öncelikli olmasını, serbest piyasanın oluşumunu, bireylerin piyasaya veya pazarlara serbest girişimleri ile rekabet ve sözleşme özgürlüğünü içermektedir (Gwartney ve Lawson, 2003; Miller, Kim, Roberts, Riley ve Whiting, 2017).

Ülkeler, kendilerinin ekonomik özgürlük performanslarını sürekli olarak takip etmektedirler. Bu sayede ülkeler, ekonomik özgürlük alanında üstünlüklerinin ve eksiklerinin tespitini yapabilmektedirler. Ülkeler, ekonomik özgürlük alanında üstünlüklerinin sürdürülebilirliğini sağlamak ve eksiklerini gidermek için yöntemler, stratejiler, yönetimler, planlar ve faaliyetler gerçekleştirebilmektedirler. Ayrıca ülkeler, birbirlerinin ekonomik

özgürlük performanslarını da analiz etmektedirler. Çünkü ülkeler, ekonomik özgürlük konusunda iyi olan ülkeler ile işbirlikleri ve ortaklıklar sağlayabilmektedirler. Ayrıca ülkeler, birbirlerinin ekonomik özgürlüklerini takip ederek optimal yatırımlarını ekonomik özgürlüğü iyi olan ülkelere sağlayabilmektedirler. Bu durum yatırım sağlanan ülkenin ekonomisinin gelişmesine ve yatırım sağlayacak ülkenin ise kâr marjlarının artmalarına neden olabilmektedir. Dolayısıyla ülkelerin ekonomik özgürlük performanslarının ölçümü önem kazanmakta olup, ülkeler her zaman kendilerinin ekonomik özgürlüklerini ölçen metriklere, ölçeklere veya endekslere gereksinim duymaktadırlar (Kaya ve Çalışkan, 2016).

Ülkelerin ekonomik özgürlük performanslarının ölçümü ile ilgili olarak uluslararası alanda çeşitli endeksler oluşturulmuştur. Bunlar; Fraser Enstitüsü Ekonomik Özgürlük Endeksi (Fraser Institute Economic Freedom Index - FIEFI), Freedom House Ekonomik Özgürlük Endeksi (Freedom House Economic Freedom Index – FHEFI) ve Heritage Kurumu Ekonomik Özgürlük Endeksi (Heritage Foundation Economic Freedom Index – HFEFI) olarak belirtilebilir (Keşeljevic, 2007). Ayrıca FIEFI 1970, FHEFI 1973 ve HFEFI ise 1995 yılından itibaren ülkelerin ekonomik özgürlük performanslarını ölçmektedir (Altman, 2008; Freedom House, 2020; Miller, Kim ve Roberts, 2020).

Ekonomik özgürlük literatürü kapsamında ülkelerin ekonomik performanslarının ölçümü için yapılan araştırmalarda HFEFI'dan sık olarak faydalanılmaktadır (Akıncı, Erkal ve Yılmaz, 2015). HFEFI dört faktör ve dört faktöre bağlı 12 bileşen, 12 bileşene bağlı 54 değişken ile 21 alt değişkenden oluşmaktadır. Alt değişkenlerin aritmetik ortalamaları ile değişkenler, değişkenlerin aritmetik ortalamaları ile bileşenler, bileşenlerin aritmetik ortalamaları ile faktörler ve faktörlerin aritmetik ortalamaları ile HFEFI hesaplanabilmektedir (Miller, Kim, Roberts ve Tyrrell, 2020). HFEFI faktörleri ile faktörlere bağlı bileşenler Tablo 1'de açıklanmıştır.

**Tablo 1.** HFEFI Faktörleri ve Bileşenleri

Faktörler		Bileşenler	
Hukukun Üstünlüğü	Mülkiyet Hakları	Devlet Bütünlüğü	Yargı Etkisi
Sınırlı Devlet	Vergi Yüğü	Kamu Harcamaları	Mali Sağlamlık
Bürokrasi Etkinliği	İş Özgürlüğü	İşgücü Özgürlüğü	Parasal Özgürlük
Serbest Piyasa	Ticaret Özgürlüğü	Yatırım Özgürlüğü	Finansal Özgürlük

**Kaynak:** Miller, Kim ve Roberts, 2020, s. 489-503'den uyarlanmıştır.

HFEFI ülkelerin ekonomik özgürlük performanslarına göre 0 değerinden 100 değerine kadar puanlandırılmıştır. Buna göre 0-49,9 aralığında performansa sahip olan ülkeler “özgür olmayan”, 50-59,9 aralığında performansa sahip olan ülkeler “çoğunlukla özgür olmayan”, 60-69,9 aralığında performansa sahip olan ülkeler “orta derecede özgür”, 70-

79,9 aralığında performansa sahip olan ülkeler “çoğunlukla özgür” ve son olarak 80-100 aralığında performansa sahip olan ülkeler ise “özgür” olarak gruplandırılmıştır (Miller, Kim ve Holmes, 2014; Miller, Kim ve Roberts, 2020).

Lojistik kavramı ise köken olarak Fransızca olan “logistique” kelimesinden türetilmiştir. Lojistik kavramı, ilk olarak barış ve savaş şartlarında orduların personel, malzeme, mühimmat, silah vb. çeşitli ihtiyaçların belli bir sistem dâhilinde tedarik edilmesi anlamında kullanılmıştır. 1970 yılı sonrasında ise küreselleşme ile ticaretin ve tedarik zincirinin sağlanmasının önemi doğrultusunda lojistik kavramı bilgi sistemlerinde ve yönetim teorilerinde önemli bir konu haline gelmiştir. Dolayısıyla lojistik, üretim sektörünün ayrılmaz bir parçası haline almış ve alanında uzmanlaşılması gereken bir disiplin niteliğine sahip olmuştur (Lambert ve Cook, 1990).

Ülkelerin lojistik anlamda performansları lojistik faaliyetlerindeki kalite ölçüsünü göstermektedir (Li, 2005). Söz konusu ülkelerin göstermiş oldukları lojistik hizmet kalitesi ülkelerin kendi ekonomilerini iyileştirici ve onarıcı etkisi bulunmaktadır Horensh-teyn, 2009).

Uluslararası ticaretin ve ekonominin gelişim göstermesi ve lojistik ağının seçilebilmesi için ülkelerin lojistik performanslarının ölçülmesine ihtiyaç duyulmuştur (Ulutaş ve Karaköy, 2019). Ülkeler lojistik faaliyetlerini analiz ederek lojistiğe uygun doğa kapasitelerinden (jeopolitik ve jeostratejik) faydalanmak, lojistik konusunda uzun vadede yatırımlarını artırmak, deniz, hava ve kara taşımacılığındaki zaman performansını ve taşıma maliyetlerini değerlendirmek, kendilerine özgü lojistik performanslarını etkileyen faktörleri belirlemek, durumsallık yaklaşımı çerçevesinde lojistik faaliyetlerini yönlendirmek zorundadırlar. Böylece söz konusu faaliyetlere bağlı olarak ülkeler uluslararası alanda lojistik konusunda üstünlük sağlayabilirler ve lojistik kapasiteleri hakkında kendilerinde farkındalık oluşturabilirler. Ayrıca ülkeler, birbirlerinin lojistik performanslarını takip ederek etkin, etkili ve verimli lojistik sistemi ya da sistemleri oluşturmak için diğer ülkeler ile işbirlikleri ve ortaklıklar sağlayabilmektedirler. Dolayısıyla ülkelerin uygun lojistik sistemleri ve ağları oluşturmaları, uluslararası ticarete gelişim göstermeleri ve uluslararası ekonomide söz sahibi olmaları için kendilerinin lojistik performanslarını ölçen metriklere, ölçeklere ve endekslere gereksinim duymaktadırlar.

Uluslararası alanda ülkelerin lojistik performanslarının ölçülmesi ilk olarak 2007 yılında Dünya Bankası öncülüğünde oluşturulan program ile sağlanmıştır. Buna göre ülkelerin lojistik performanslarının ölçülmesi için Lojistik Performans Endeksi (Logistic Performance Index – LPI) oluşturulmuştur (Arvis ve diğerleri, 2018). Ülkelerin lojistik performans endeksi 6 bileşen üzerinden ölçülmektedir (İmamoglu, 2019). Söz konusu bileşenler Tablo 2’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** LPI Bileşenleri

GİRDİLER	MODERATÖR DEĞİŞKEN	ÇIKTILAR
<b>Politika Düzenlemeleri İçin Alanlar</b>		<b>Hizmet Dağıtım Performansı</b>
<b>BİLEŞENLER</b>	<b>Tedarik Zinciri Hizmet Dağıtımı</b>	<b>BİLEŞENLER</b>
Gümrükler		Zamanlama
Altyapı		Uluslararası Sevkiyatlar
Lojistik Kalite ve Yetkinlik		Takip ve İzleme

Arvis ve diğerleri, 2014, s. 7'den uyarlanmıştır

Tablo 2’de girdi LPI bileşenlerinin aritmetik ortalaması ile LPI girdi alt dizini ve çıktı LPI bileşenlerinin aritmetik ortalaması ile çıktı alt dizini hesaplanabilmektedir. Girdi ve çıktı alt dizinlerin aritmetik ortalamasıyla ise ülkelerin LPI değerleri ölçülmektedir (Arvis ve diğerleri, 2014). Ayrıca ülkelerin lojistik performansları 1 ile 5 değerleri arasında olup, 1 en az performansı 5 ise en yüksek performansı göstermektedir LPI kapsamında ülkeler lojistik performanslarına göre toplam dört kategoride gruplandırılmıştır. Lojistik performans değerleri 0-2,24 arasında olup birinci grupta yer alan ve ülkeler “lojistik dostu”, lojistik performans değerleri 2,25-2,99 arasında olup ikinci grupta yer alan ülkeler “istikrarlı performans sergileyen”, lojistik performans değerleri 3-3,49 arasında olup üçüncü grupta yer alan ülkeler “kısmi performans sergileyen” ve son olarak lojistik performans değerleri 3,50-4,25 arasında olup dördüncü grupta yer alan ülkeler ise “lojistik dostu olmayan” olarak belirtilmiştir. (Arvis ve diğerleri, 2016; Arvis ve diğerleri, 2018).

Ekonomik gelişme için dünya üzerinde birçok ülke lojistik performanslarını önemsemektedirler. Fakat lojistik faaliyetlerin gelişmesi için ticaretin kolaylaştırılması gerekmektedir (Arvis ve diğerleri, 2018). Ticaretin kolaylaştırılması ve bireylerin ticaret yapma olanaklarının genişletilmesi (sınırlı devlet, lojistik faaliyetleri, vergi politikaları vb.) ekonomik özgürlükler ile sağlanabilmektedir (Miller, Kim ve Roberts, 2020). Dolayısıyla ticaretin kolaylaşması ile gerçekleşen lojistik faaliyetlerin kalitesi ülkelerin ekonomik özgürlük politikalarına bağlı olmaktadır. Ayrıca lojistik faaliyetleri ile gelişen ticaretin ve ekonominin niteliği ise aynı zamanda ekonomik özgürlüğü etkilemektedir (Arvis ve diğerleri, 2018). Çünkü ülkeler lojistik faaliyetinin ekonomideki iyileştirici etkisi farkına vardıkları sürece lojistik konusunda olumlu faydaların sürekliliğinin sağlanması için ekonomik özgürlüklerini gözden geçireceklerdir. Dolayısıyla özgürlük ve lojistik boyutları birbirlerini pozitif yönde tamamlamakta (etki edici) olup, birbirleri üzerinde onarıcı etkisi bulunmaktadır. Araştırmada 2018 yılı için HFEFI ve LPI raporlarının birbirleri ile tutarlılık gösteren 154 ülkenin ilgili verileri üzerinden ekonomik özgürlük ile lojistik performans boyutları arasındaki ilişki Doğrusal Olmayan Kanonik Korelasyon Analizi (Non

Linear Canonical Correlation Analysis – NLCCA) ile belirlenmiştir. Araştırma ülkelerin ekonomik özgürlük ile lojistik performans boyutlarının birbirlerinin tamamlayıcı faaliyetler gerçekleştirmesinin önemi kapsamında literatüre katkı sağladığı değerlendirilmiştir. Çünkü araştırmada ekonomik özgürlük ile lojistik performans boyutları arasındaki ilişkiye hangi performans seviyesindeki ülkelerin katkı sağladığının veya az sağladığının tespiti yapılmıştır. Böylelikle araştırma kapsamında elde edilen bulgular, ekonomik özgürlük ve lojistik performans arasındaki ilişkiye az katkı sağlayan ülke grupları için bir farkındalık oluşturabilecektir. Söz konusu bu farkındalık ile ülkeler, boyutların birbirlerini pozitif yönde sağlayacak faaliyetler gerçekleştirerek kendilerinin ekonomik özgürlük ve lojistik performans boyutlarını geliştirebilecek, ekonomik iyileşmeyi sağlayabilecek ve bunlara bağlı olarak küresel ticarete ve ekonomiye katkıları olabilecektir. Bu yaklaşımla araştırmanın literatür kısmında ekonomik özgürlük, lojistik performans ve NLCAA ile ilgili araştırmalar açıklanmıştır. Araştırmanın üçüncü kısmında araştırmanın yöntemi çerçevesinde araştırmada kullanılan veri seti, araştırmanın amaçları ile NLCCA yöntemi belirtilmiştir. Devamında sonuç bölümünde bulgular çerçevesinde tespit edilen nicel değerlere istinaden tartışma ve çıkarımlar sağlanmış olup, önerilerde bulunulmuştur.

## 2. Literatür Taraması

Literatür iki açıdan değerlendirilmiştir. Bunlardan birincisinde, lojistik performans ve ekonomik özgürlük ile olan araştırmalar belirtilmiştir. İkincisinde ise NLCCA ile ilgili çalışmalar açıklanmıştır.

Andrejic ve Kilibarda (2014), Orta Avrupa’da bulunan 10 ülkenin 2007, 2010, 2012 ve 2014 yılları için LPI bileşenlerine ait veriler ile söz konusu ülkelerin lojistik etkinlik performanslarını Veri Zarflama Analizi ile ölçmüşlerdir. Araştırmada, söz konusu ülkeler içinde sadece Macaristan ve Hırvatistan ülkelerinin lojistik etkinlik performansı sağladıkları gözlenmiştir. Limcharoen, Jangkrajarn, Wisittipanich ve Ramingwong (2017), Tayland ülkesinin çeşitli yıllarına ait (2007, 2010, 2012) LPI ve ekonomik büyüme (EG) boyutlarına ait ilgili veriler ile LPI’nın EG üzerindeki etkisini panel veri analizi ile belirlemişlerdir. Araştırmada, LPI’nın EG’yi pozitif yönde anlamlı ve yüksek seviyede etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Aktaş ve Küçük (2018), G20 ile Avrupa Birliği ülkelerinin LPI ve HFEFI bileşenlerinin yıllara göre ortalama değerleri üzerinden ekonomik özgürlük boyutunun lojistik performansa olan etkisini hiyerarşik regresyon yöntemi ile incelemişlerdir. Araştırma sonucuna göre, ekonomik özgürlüğün LPI kapsamında gümrük etkinliği, altyapı kalitesi, lojistik kalite ve zamanında teslim bileşenlerini sağladığı, buna karşın uluslararası taşımacılığı ve takip edilebilirliği sağlamadığı bulgularına ulaşılmıştır. Sharipbekova ve Raimbekov (2018), lojistik performansı çok iyi olan 10 ülkenin 2018 yılı için LPI ile EG boyutlarına ait ilgili bileşenlerin verileri üzerinden lojistik performansın EG boyutu üzerindeki etkisini panel veri analizi ile incelemişlerdir. Bulgulara göre, LPI’nın EG’yi pozitif yönde anlamlı ve yüksek seviyede etkilediği tespit edilmiştir. Nyström (2008), 1972-2002 yıl aralığında OECD ülkelerine ait ekonomik özgürlük ve girişimci-

lik boyutlarına ait ilgili veriler ile ekonomik özgürlüğün girişimcilik üzerindeki etkisini doğrusal regresyon analizi ile araştırmışlardır. Araştırmada sınırlı devlet, yasal yapılar ve mülkiyet haklarının girişimciliği sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Kersten, Seidel ve Wagenstetter (2012) ile Lampe ve Stölzle (2012), dünya üzerinde uluslararası alanda lojistik faaliyeti sağlayan firmaların durumsallık ve koşul bağımlılık yaklaşımı içinde lojistiği etkileyen optimal inovasyon faaliyetleri sağladıklarında rekabet üstünlüğünü sağlayabileceklerini ifade etmişlerdir. Witkowski (2017), ADB'nin, Avrupa Ülkelerinin ve Çin Halk Cumhuriyeti'nin 2017 yılı için Endüstri 4 potansiyellerine ilişkin veriler ile söz konusu ülkelerin inovasyon faaliyetlerinin lojistik performansı etkileyecek faaliyetler sağlayarak ülkelerin lojistik performans konusunda etkin, etkili ve verimli olmalarının diğer ülkelere göre daha kolay sağlanabileceğini vurgulamışlardır. Fuinhas ve Marques (2020), Latin Amerika'da bulunan 24 gelişmekte olan ülkenin ekonomik özgürlük, küreselleşme ve EG boyutları ile ilgili veriler üzerinden ekonomik özgürlüğün ve küreselleşmenin EG üzerindeki etkisini panel veri analizi ile araştırmışlardır. Araştırmada, ekonomik özgürlüğün EG boyutunu kısa ve orta vadede, buna karşın küreselleşmenin sosyal ve siyasi bileşenlerinin EG'yi uzun vadede anlamlı ve pozitif yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Wu ve Hsich (2002), pasifik ülkelerdeki bazı coğrafi veriler üzerinden Tropikal Pasifik bölgesinde rüzgâr stresi ve deniz seviyesi değişkenleri arasındaki ilişkinin CCA ve NLCCA ölçüm sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Araştırmada, NCCA modeli ile sağlanan söz konusu değişkenler arasındaki ilişki ile kök ortalama kare hata değerleri CAA ile sağlanan ölçümlere göre daha gerçekçi olduğunu sonucuna ulaşılmıştır. Ouali, Chebona ve Ouarda (2016), Quebec, Arkansas ve Texas eyaletlerindeki 151 su istasyonlarından elde edilen hidroloji ve fizyografik setlerinin ilgili verileri ile söz konusu setler arasındaki ilişkiyi NLCAA ile incelemişlerdir. Araştırmada, ilişkiyel yapının daha az hata ile tespit edilmesi kapsamında NLCCA'nın CAA'dan daha iyi sonuçlar çıkardığı bulgusuna ulaşılmıştır. Van der Burg ve De Leeuw (1987) NLCCA kapsamında homojenlik testinin ve Overals yönteminin birlikte kullanılmasına yönelik bir yöntem geliştirmişlerdir. Araştırmacılar bu yöntemde değişkenler arasındaki ilişkiyi lineer olmayan bir yapıda incelenmesi Gifi yönteminden farklı olarak homojenlik testinin ve Overals yönteminin çoklu ölçkleme modeli ve uyum analizi ile birlikte bütünsel bir yapıda sağlandığında söz konusu değişkenler arasındaki ilişkilerin daha detaylı ve kapsamlı olacağını vurgulamışlardır. Sharma, Kruger ve Irwin (2006), NLCAA yöntemi kapsamında sayısı az olan parametreler arasındaki ilişkilerin deflasyon yöntemi ile sağlanabileceğini ifade etmişlerdir. Bu kapsamda, deflasyon yöntemi tabanlı NLCAA ile sayısı az olan değişken setleri arasındaki doğrusal olmayan ilişkilerin tespitinin grafiksel olarak yorumlanmasının araştırmacılara fayda sağlayacağını belirtmişlerdir. Painsky, Feder ve Tishby (2020), Alternatif Koşullu Beklenti (Alternative Conditional Expectation – ACE) algoritmasını NLCAA ile birlikte kullanıldığında, NLCCA'dan maksimum uygunluk çerçevesinde sonuçlar alındığını ifade etmişlerdir. Buna göre minimum örneklem ile ACE algoritmasının NLCAA yöntemiyle birlikte kullanılarak değişken setleri arasındaki ilişkilerin doğrusallık payının yüksek olacağını açıklamışlardır. Hsieh (2001), 1950-2000 yılları arasında

Tropikal Pasifik bölgede deniz seviyesi basıncı (Sea Level Press - SLP) ile deniz yüzeyi sıcaklığı (Sea Surface Temperature - SST) arasındaki ilişkiyi NLCCA ile incelemişlerdir. Araştırmada, SLP ve SST değişkenlerinin uzayda birbirleri ile uyumlu ve yakın oldukları gözlenmiştir. Volpi, de Morsier, Camps-Valls, Kanevski ve Tuia (2013), Landsat 5 verileri ile çok modlu ve çok sensörlü coğrafik görüntülerin analizi NLCAA yöntemi ile uyum sağladığını belirtmişlerdir. Bu kapsamda araştırmacılar, geometrik dağılımı hesaplanan bir düzenleme ile coğrafik yapılar arasındaki ilişkilerin NLCAA ile açıklanabileceğini ifade etmişlerdir. Frie ve Janssen (2009), Alman Araştırma Kurumunun Cologne şehrinde yaşayan 1938-1969 yıl aralığı doğumlu 695 kişiden elde ettiği veriler ile sosyal özellikler ile sağlık arasındaki ilişkiyi NLCAA ile incelemişlerdir. Araştırma sonucuna göre, yaş, eğitim, gelir ve cinsiyetin tüm sağlık verileri ile uzayda birbirlerine yakın ve uyumlu olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla araştırmacılar, sağlık verilerinin sosyo-demografik değişkenler ile olan ilişkilerinde NLCCA ile daha iyi yorum yapılabileceğini değerlendirmişlerdir. Thanoon, Adnan ve Safari (2015), Irak ülkesinde Musul şehrindeki yüksek tansiyonlu hastaların verileri ile kişisel, patolojik ve terapatik değişkenler arasındaki ilişkiyi NLCCA ile incelemişlerdir. Bulgulara göre, kalp krizi geçiren hastaların kalp krizi sebebinin genetik faktörlü olmadığı, 68-84 yaş aralığında olan kişilerin genel olarak tansiyon hastası ve spor yapanların kalp krizi riskinden uzak olduğu gözlenmiştir. Türk, Bıyık, Güven ve İşi (2013), Ankara ilinde gazetecilik işiyle uğraşan 165 gazetecinin demografik boyutu ile haber yayma kriterleri boyutuna ilişkin ilgili veriler üzerinden söz konusu boyutlar arasındaki ilişkiyi NLCAA ile belirlemişlerdir. Bulgulara göre, en önemli haber yayınlama kriterinin doğruluk olduğu ve boyutlar arasındaki ilişkilerin anlamlı, pozitif yönde ve çok yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Akça ve Yılmaz Işıkhah (2017), 2012-2013 öğretim yılında Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksek Okulunda öğrenim gören 617 öğrencinin demografik özellikleri, iş değerleri ve kariyer seçimleri boyutları ile ilgili veriler üzerinden söz konusu boyutlar arasındaki ilişkiyi NLCCA ile incelemişlerdir. Araştırma sonucuna göre; fedakârlık, estetik, yaratıcılık ve çevre faktörlerini önemli bulan öğrencilerin kariyer seçimlerinde sosyal ve araştırmacı tutumlara sahip oldukları ve okuldaki eğitiminin üçüncü veya daha fazla dönemde olan erkek öğrencilerin okudukları bölümü meslek olarak tercih etmedikleri gözlenmiştir. Turan ve Koldere Akın (2019), 2017-2018 eğitim öğretim yılında Trakya Üniversitesi'nde öğrenim gören 419 öğrencinin demografik özellikler ile öğrenci başarısını etkileyen örgütsel faktörlere ilişkin veriler üzerinden söz konusu örgütsel faktörler ve demografik özellikler arasındaki ilişkiyi NLCAA ile araştırmışlardır. Araştırma sonucuna göre, gelir düzeyi yüksek olmayan, ailesinin yanında yaşayan ve kardeş sayısı az olan erkek öğrenciler ile akademik başarıyı etkileyen faktörler arasında anlamlı, pozitif ve kuvvetli bir ilişki olduğu bulgularına ulaşılmıştır. Çağlar ve Gülel (2017), 1996 yılı için OECD Avrupa Yatırım Bankası çalışmasında Türkiye ile ilgili olan eğitim çıktıları ile aynı yıl için ÖSS ve ÖYS sonuçlarının il bazında puan ortalamaları ile öğretmen başına düşen öğrenci sayısı girdilerine ilişkin veriler ile söz konusu çıktılar ve girdiler arasındaki ilişkiyi NLCAA ile tespit etmişlerdir. Araştırmada, il bazında öğretmen başına düşen öğrenci sayısının önem-



li bir değişken olduğu ve sayısal alanlarda puanı yüksek olan illerde yabancı yatırımların daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Literatür incelendiğinde, ekonomik özgürlük boyutunun genel olarak ekonomik büyüme ve girişimcilik boyutları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Lojistik performans ise ekonomik büyüme inovasyon boyutları üzerindeki etkisi ile verimlilik kapsamında incelenmiştir. Literatür değerlendirildiğinde, ekonomik özgürlüğün lojistik performans arasındaki ilişkiyi açıklayan sadece Aktaş ve Küçük'ün (2018) araştırmasına rastlanılmıştır. Aktaş ve Küçük'ün (2018) araştırmasında HFEFI'nın LPI üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Bu çalışmada ise HEEFI ve LPI arasındaki ilişki durumu belirlenmiştir. Bu kapsamda ekonomik özgürlük ile lojistik performans boyutlarının birbirlerini pozitif yönde tamamlamasının önemi çerçevesinde söz konusu boyutlar arasındaki ilişkileri açıklayan daha çok araştırma yapılması gerektiği değerlendirilmiştir.

### 3. Yöntem

#### 3.1. NLCCA

NLCCA Von der Burg ve De Leeuw ile Gifi tarafından oluşturulan ve geliştirilen bir tekniktir. Bu teknikte Kanonik Korelasyon Analizi (Canonical Correlation Analysis – CCA) için oluşturulan varsayımlar aranmamaktadır. Bu kapsamda, değişkenlerin normal dağılım göstermesi, değişkenler arasında tam korelasyon bulunmaması, veri setini oluşturan örneklemin çok olması ve veri setinde aykırı değerlerinin bulunmaması gibi ön koşullar NLCCA'da bulunmamaktadır (Filiz ve Kolukısaoglu, 2012; Aydın, Görmüş ve Altıntop, 2014).

NLCCA Overals olarak da tanımlanmakta olup, söz konusu analizde amaç iki veya daha fazla değişken setinin birbirlerine ne kadar benzediğini hesaplamaktır (Bülbül ve Giray, 2012). NLCCA'da K adet değişken setinin her birinde yalnızca bir değişken bulunduğu ve bu değişken çoklu nominal düzeyde olduğunda NLCCA Overals'a dönüşecektir. Eğer değişkenler sayısal ise Overals Genelleştirilmiş CCA'ya dönüşür. Bunun yanında değişkenlerin sayısal ve değişken sayısının iki olması durumunda Overals Klasik CAA'ya dönüşmektedir. Bunların dışında her bir sette tek bir tekli nominal veya ordinal sayısallaştırılmaya uygun olan değişken olduğunda Principals, eğer değişkenler nicel ya da nominal olup sayısallaştırma tekli yapılacaksa Prinqual yöntemi uygulanmaktadır (Gürsaka, 2020).

NLCCA çerçevesinde Van der Burg ve De Leeuw (1987), verilerin optimal olarak nicelendirilmesi kapsamında ilk olarak kayıp fonksiyonun minimize edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Buna göre,  $Q_1$  matrisi ilk  $m_1$  tane kolonu  $q_1, q_2, \dots, q_{m_1}$  vektörleri ile  $m_2$  tane kolonun  $q_{m_1+1}, q_{m_1+2}, \dots, q_m$  vektörlerini içermektedir. Dolayısıyla kayıp fonksiyonun en küçük değer almasının sağlanması eşitlik 1'de ve gerekli diklik kısıtlamaları ise eşitlik 2, eşitlik 3, eşitlik 4 ve eşitlik 5'de açıklanmıştır.

$$\text{minimize} = \frac{KT (Q_1 A_1 - Q_2 A_2)}{np} \quad A_1, A_2 \text{ ve } q_1 \dots q_m \text{ için} \quad (1)$$

Kısıtlar:

$$A_1' Q_1' Q_1 A_1 = nI \quad (2)$$

$$A_2' Q_2' Q_2 A_2 = nI \quad (3)$$

$$q_j' q_j = n, j=1, \dots, m. \quad (4)$$

$$q_j' e = 0,$$

$$a_j \in C(h_j) \quad (5)$$

Yukarıda eşitlik 2'de, eşitlik 3'de, eşitlik 4'de ve eşitlik 5'de her bir grup için kanonik değişkenler, diğer kanonik değişkenler ile ilişkisi bulunmaktadır. Söz konusu bu kısıtlıklar Q nicelik matrisinin sağlanması için kullanılmaktadır (Demirhan, 2000).

Gifi ise kayıp fonksiyonların metodolojisini farklı şekilde uygulamıştır. Her bir set için sağlanan kanonik değişkenler birbirlerinden bağımsızdır. Başka bir ifade ile kanonik değişkenlerin vektörleri dik olmaktadır. Buna göre NLCCA matrisi sağlandığında bu matris birim matrise ( $R_{kk}$ ) dönüşecektir (Giray, 2011). Dolayısıyla k adet set için oluşturulan kayıp fonksiyon ve kısıtlık aşağıda belirtilen eşitliklerde açıklanmıştır (Özkan, 2019).

$$\sigma_m(X, Y) = \sum_k SSQ(X - (\sum_{j \in J(k)} G_j Y_j)) \quad (6)$$

$$\text{kısıtlar: } x' X' = nI,$$

$$n' x = 0 \quad (7)$$

X nesne skorları matrisini, Y kategori sayısallaştırmaları toplulaştırılmış matrisini, SSQ(-) vektör ya da matrisin köşegen değişkenlerinin karelerinin toplamını,  $J_{(k)}$  k. kümede yer alan değişken sayısını, M toplam değişken sayısını ve  $G_j$  j. değişken için gösterge matrisi belirtmektedir.

Set sayısı K adet alt matrise parçalandığında eşitlik 6'da belirtilen denklem farklı bir denkleme dönüşebilmektedir. Söz konusu bu denklem eşitlik 8'de açıklanmıştır (Demirhan, 2000; Giray, 2011; Özkan, 2019).

$$\min \sigma_m(X, Y) = K^{-1} \sum_k SSQ(X - (\sum_{j \in J(k)} G_{kj} Y_j)) \quad (8)$$

$$\text{Kısıtlar: } x' X = nI, u' x = 0, y_j = z_j a_j, z_j \in C_j$$

$$C_j \quad (9)$$

J J=(1,2,...,m) gösterge setini,  $J_{(k)}$  Gösterge setinin bölünmüş alt setlerini ve K set sayısını belirtmektedir.

NLCCA kapsamında değişken setleri arasında ilişki değeri  $R_{kk}$  matrisi kapsamında hesaplanan özdeğerler ile belirlenmektedir. Çünkü özdeğerler boyutlarda gösterilen iliş-

kiyi göstermektedir. Uyum ise özdeğerlerin toplanması ile sağlanmaktadır. Bunun yanında uyum, toplam açıklanan varyansı belirtmektedir. Uyum niceliğinin alabileceği maksimum değer en fazla analizdeki boyut sayısı kadardır. Dolayısıyla kayıp değeri, setler içindeki değişkenlerin ağırlık kombinasyonu tarafından açıklanamayan varyans miktarını göstermektedir. Kayıp değeri 0 değerine yaklaştıkça modelin uyumu ve açıklayıcılığı artmaktadır. Ortalama kayıp değeri ise gerçek uyum ile toplam uyum arasındaki fark ile açıklanmaktadır (Filiz ve Kolukısaoglu, 2012; Gürsakal, 2020). Ayrıca NLCAA özdeğerler ile ilişkili olmasından dolayı NLCCA’da kanonik korelasyon değeri boyut ve özdeğerler ile hesaplanmaktadır. Buna ilişkin olarak iki set arasındaki doğrusal olmayan kanonik korelasyon değeri eşitlik 10’da belirtilmiştir (Gürsakal, 2020).

$$P_d = \frac{(K * E_d) - 1}{(K - 1)} \quad (10)$$

$P_d$ : Doğrusal olmayan kanonik korelasyon katsayısı,  $d$ : boyut sayısı,  $K$ : Set sayısı,  $E$ : Özdeğer.

### 3.2. Araştırmanın Amacı, Verilerin Analizi ve Veri Seti

Araştırmanın amacı, ülke bazından tutarlılık gösteren 2018 yılı için ve 154 ülkenin HFEFI ile LPI raporlarına ait veriler ile ekonomik özgürlük ile lojistik performans arasındaki ilişkiyi NLCAA ile ölçmektir. LPI’nın en güncel raporu 2018 yılı içindir. Buna karşın HFEFI’nın en güncel raporu ise 2020 yılı için bulunmaktadır. Dolayısıyla ülkelerin HFEFI ve LPI raporlarının birbirleriyle yıl bazında tutarlılık göstermesi için 2018 yılı dikkate alınmıştır.

Ülkeler HFEFI raporunda 5 kategoride, buna karşın LPI raporunda ise dört kategoride tasniflenmişlerdir. Araştırmada kolaylık sağlaması açısından HFEFI ile LPI’ya ait kategorik değişkenlerin kısaltmaları aşağıda sunulmuştur.

**Tablo 3.** Veri Seti Kapsamında HFEFI ile LPI Değişkenlerinin Kısaltması

HFEFI		LPI	
Değişkenler	Kısaltma	Değişkenler	Kısaltma
Özgür Olan	HFEFI-Ö	Lojistik Dostu	LPI-LD
Çoğunlukla Özgür Olan	HFEFI-ÇÖ	İstikrarlı Performans Sergileyen	LPI-İPS
Orta Derecede Özgür Olan	HFEFI-ODÖ	Kısmi Performans Sergileyen	LPI-KPS
Çoğunlukla Özgür Olmayan	HFEFI-ÇÖÖ	Lojistik Dostu Olmayan	LPI-LDO
Özgür Olmayan	HFEFI-ÖÖ		

Ekonomik özgürlük ve lojistik performans literatürü kapsamında ülkelerin ekonomik özgürlük ile lojistik performans araştırmalarında HFEFI’den LPI’den sık olarak yararlanılmıştır. Ayrıca ülkelerin ekonomik özgürlük ve lojistik performansları HFEFI’da ve

LPI’da kümelendirilmiştir. Dolayısıyla HFEFI’den LPI literatüründe ülkelerin kategorik olarak tasniflenmiş olmaları HFEFI ile LPI arasındaki ilişkinin tespitinin yapılabilmesini NLCCA’ya göre göstermektedir. Bu yüzden araştırmanın amacına yönelik olarak HFEFI’nın ve LPI’nın ülkelere ait verileri araştırma kapsamında dâhil edilmiştir. Bunun yanında setleri oluşturan değişkenlerin uzayda birbirlerine olan uyum ve benzerlik durumu ile setler arasındaki ilişkiye katkı sağlama durumları görsel olarak kolayca yorumlanabildiğinden dolayı HFEFI ve LPI arasındaki ilişkinin tespitinde NLCCA tercih edilmiştir.

### 3.3. Araştırma Etiği

Bu araştırma etik kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır. Araştırma kapsamında sağlanan alıntılar bilimsel kurallar çerçevesinde hazırlanmış olup, kaynakça bölümünde kaynaklara yer verilmiştir.

### 4. Bulgular

NLCAA’da ilk olarak iterasyonlar ile yakınsama sağlanmaya çalışılmıştır. Buna ilişkin olarak iterasyon ile ilgili olarak yakınsama bilgileri Tablo 4’de açıklanmıştır.

**Tablo 4.** İterasyon Bilgileri

İterasyon No	Kayıp	Uygunluk	İterasyon Farkı
1	,887134	1,112866	,918485
2	,676715	1,323285	,210419
3	,557271	1,442729	,119443
4	,487415	1,512585	,069857
5	,441439	1,558561	,045976
6	,408524	1,591476	,032915
7	,385968	1,614032	,022556
8	,371849	1,628151	,014119
9	,363648	1,636352	,008201
10	,359107	1,640893	,004541
11	,356660	1,643340	,002448
12	,355359	1,644641	,001301
13	,354672	1,645328	,000687
14	,354310	1,645690	,000362
15	,354120	1,645880	,000190
16	,354020	1,645980	,000100
17	,353967	1,646033	,000053
18	,353940	1,646060	,000028
19	,353925	1,646075	,000015
20	,353917	1,646083	,000008

Tablo 4'e göre, analizde 20 iterasyon ile yakınsama sağlanmıştır. 20'inci iterasyon sonunda kesim noktasının altında bir fark değeri elde edilerek istenilen sonuca ulaşılmıştır. Buna göre 20 iterasyon ile çözüm sağlanmış olup, kategori sayısallaştırılmaları ve nesne skorları değerleri hesaplanmış ve kayıp fonksiyon en az değere sahip olmuştur.

**Tablo 5.** Model Özeti

DEĞERLER	Boyutlar		Toplam
	1	2	
<b>HFEFI</b>	,078	,276	,354
<b>Kayıp</b>			
<b>LPI</b>	,078	,276	,354
<b>Ortalama</b>	,078	,276	,354
<b>Özdeğer</b>	,922	,724	-----
<b>Uygunluk</b>	-----	-----	1,646
<b>Açıklanan Gerçek Uygunluk</b>	0,922/1,646=0,560	0,724/1,646=0,440	-----
<b>Maksimum Uyum</b>	2		-----
<b>Kanonik Korelasyonlar</b>	0,844	0,448	-----

Uyum ve kayıp değerleri, NLCCA çözümünün HFEFI ve LPI faktörleri arasındaki ilişkiye göre en uygun miktardaki veriye ne kadar seviyede uyduğunu açıklamaktadır. Tablo 5'de belirtilen boyutlara göre kayıp değerler, kanonik değişken değerlerine göre hesaplanamayan kısmını göstermektedir. Buna göre setlere ait ortalama kayıp değer 0,354 olarak tespit edilmiştir. Dolayısıyla her boyut için özdeğer, 1 değerinden setlere ait her bir boyut için ortalama kayıp değerinden farkı ile ölçülmektedir. Özdeğerlerin toplamı ise modelin uygunluğunu göstermektedir. Böylelikle uyum,  $0,922+0,724=1,646$  olarak hesaplanmıştır.

Tablo 5'değerlendirildiğinde, gerçek uygunluk birinci Boyutta %56, ikinci boyutta ise %44 oranında açıklanmıştır. Maksimum uyum boyut sayısına eşit olup, modeli maksimum uyum değerine yakın olması veya eşit olması modelin uyumunun mükemmelliğini göstermektedir. Bu kapsamda maksimum uyum ile gerçekleşen uyum arasındaki fark, boyutlara ait toplam ortalama kayıp değerini göstermektedir ( $2-1,646=0,354$ ). Tablo 5 incelendiğinde, boyutlara ait özdeğerlerin boyut sayısına çarpımının 1 değerinden farkı her bir boyuta ait kanonik korelasyon değerini belirtmektedir. Buna göre, EFI ile LPI faktörleri arasındaki ilişki 1. Boyutta 0,844, 2. Boyutta ise 0,448 değerinde olduğunu tespit edilmiştir.

**Tablo 6.** Faktörlerin Boyutlardaki Ağırlıkları

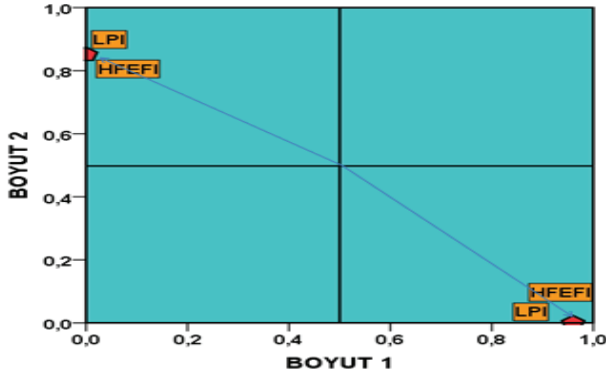
Faktörler	Boyutlar		Boyutlar	
			1	2
HFEFI	Boyutlar	1	,835	,000
		2	,000	,720
LPI	Boyutlar	1	,835	,000
		2	,000	,720

Tablo 6’de faktörlerin boyutlara göre ağırlıkları açıklanmıştır. Faktör ağırlıkları, kanonik değişkenlerin sağlanmasındaki katsayıları açıklamaktadır. Söz konusu faktörlerin ağırlık değerleri, modelin uyum değerine olan katkı değerlerini göstermektedir. Buna göre, birinci boyutta HFEFI ile LPI faktörleri ikinci boyuttan daha fazla katkıları olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 7.** Faktörlerin Boyutlardaki Yükleri

Faktörler	Boyutlar		Boyutlar	
			1	2
HFEFI	Boyutlar	1	,960	,000
		2	,000	,851
LPI	Boyutlar	1	,960	,000
		2	,000	,851

Tablo 7’de faktörlerin boyutlardaki yükleri belirtilmiştir. Faktör yük değerleri, sayısallaştırılmış faktör ile nesne ölçümleri arasındaki kanonik korelasyonu göstermektedir. Buna göre Tablo 7’de birinci boyutta HFEFI ile LPI faktörlerinin yük değerleri, ikinci boyuttan daha fazla olduğu gözlenmiştir. Bu durum ayrıca Şekil 1’de gösterilmiştir.

**Şekil 1.** Faktör Yükleri Grafiği

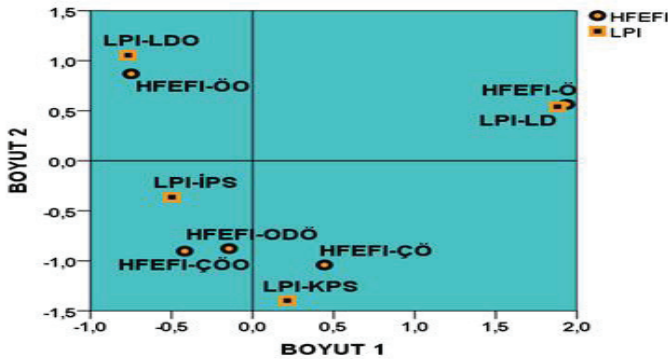
Şekil 1’e göre, HFEFI ve LPI’nın orjine olan uzaklıklarının boyutlara göre aynı oldukları tespit edilmiştir. Şekil 1’e göre faktörlerin boyut 1’deki uzaklıkları, boyut 2’den

fazla olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla faktörlerin orjin noktasından boyutlara göre uzaklıkları söz konusu faktörlerin yüklerini gösterdiği için Şekil 1’deki faktör grafiği ile Tablo 7’de belirtilen değerler tutarlılık göstermiştir.

**Tablo 8.** Uyumluluk Değerleri

Fak.	Çoklu Uyum			Tekli Uyum			Tekli Kayıp		
	Boyut	Boyut	Toplam	Boyut	Boyut	Toplam	Boyut	Boyut	Toplam
	1	2		1	2		1	2	
<b>HFEFI</b>	0,922	0,724	1,646	0,922	0,724	1,646	0,000	0,000	0,000
<b>LPI</b>	0,922	0,724	1,646	0,922	0,724	1,646	0,000	0,000	0,000

Tablo 8’e göre, çoklu uyumda, her değişken için çoklu kategori koordinatlarının varyansına eşit olur. Yine çoklu uyumda, faktörlerin boyutlara olan yükleri aynı olduğu için HFEFI ve LPI aynı ayırıcı güç sağladığı değerlendirilebilir. Tekli uyumda her bir faktörün Tablo 7’de belirtilen boyutlardaki yüklerinin karelerine eşittir. Dolayısıyla ağırlıklar tek kategori koordinatlarının varyansına eşit olur. Tekli kayıp ise faktörlerin ölçek türlerini kısıtlamaktan kaynaklanan kaybı belirtmektedir. Dolayısıyla tekli kayıp, çoklu uyumdaki değerler ile tekli uyumdaki değerler arasındaki farkı göstermektedir. Ayrıca Tablo 8’e göre tekli ve çoklu uyum tüm boyutlara göre eşit değerde olduğu gözlenmiştir. Buna göre, tekli kayıp değeri her bir faktör için 0 değerini aldığından dolayı faktörlerin ölçek düzeylerinin (sıralı) doğrusal olmayan kanonik korelasyon modeline uyumlu olduğu değerlendirilebilir. Bunun yanında HFEFI ve LPI faktörlerinin her ikisinin boyutlardaki çoklu ve tekli uyumda değerlerinin aynı olması, söz konusu faktörlerin her ikisinin beraber aynı seviyede her iki boyutta ayırıcı güç sağladığını belirtmektedir. Bu durum, çoklu koordinatlarının ağırlıklarının düz bir çizgide veya düz bir çizgiye yakın olduğunu göstermektedir. Şekil 1’de görüldüğü üzere faktörler birbirlerine çok yakın noktada bulunduğundan dolayı orjin noktasından faktörlere çizilen çizginin düze yakın olduğu gözlenmiştir



**Şekil 2.** HFEFI ve LPI Faktörlerine Ait Değişkenlerin Uzaydaki Konumları (CENTROIDS)

Şekil 2’de ise HFEFI ve LPI faktörlerinin değişkenlerinin uzaydaki konumları gösterilmiştir. Bu sayede faktörler arasındaki ilişkiye hangi ilişkilerin ve değişkenlerin katkısı olduğu değerlendirilebilmektedir. Buna göre faktörlere ait değişkenlerin birbirleri ile olan ilişkiler aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır.

- Ekonomik olarak özgür olan (HFEFI-Ö) ülkeler lojistik dostu (LPI-LD) olan ülkelerdir.
- Ekonomik olarak çoğunlukla özgür olan ülkeler (HFEFI-ÇÖÖ) lojistik konusunda istikrarlı performans sergileyen (LPI-İPS) ülkelerdir.
- Ekonomik olarak özgür olmayan (HFEFI-ÖÖ) ülkeler lojistik dostu olmayan (LPI-LDO) ülkelerdir.

Şekil 2’ye göre HFEFI-ODÖ, HFEFI-ÇÖÖ grubu ülkeleri herhangi bir lojistik değişkenine ve LPI-KPS ülkeleri ise herhangi bir HFEFI değişkenine olan uzaklıkları ve uyumsuzluğu fazladır. Dolayısıyla LPI-KPS, HFEFI-ODÖ ve HFEFI-ÇÖÖ değişkenlerinin ilişkisel yapıya katkısı diğer değişkenlere göre daha az olmuştur.

Şekil 2 incelendiğinde özellikle HFEFI-Ö↔LPI-LD, HFEFI-ÇÖÖ↔LPI-İPS ve HFEFI-ÖÖ↔LPI-LDO ilişkileri HFEFI ve LPI arasındaki ilişkisel yapıya katkı sağlamışlardır. Dolayısıyla Şekil 2 değerlendirildiğinde, HFEFI-Ö↔LPI-LD, HFEFI-ÇÖÖ↔LPI-İPS ve HFEFI-ÖÖ↔LPI-LDO ilişkileri HFEFI ile LPI arasındaki ilişkinin anlamlı ve pozitif yönlü olması sağlanmıştır. Bu durum, HFEFI-Ö ile LPI-LD, HFEFI-ÇÖ ile LPI-KPS kategorisinde olan ülkelerin ekonomik özgürlük ile lojistik performans konularının birbirlerini ilgilendiren, ilişkilendiren ve tamamlayan faaliyetler gerçekleştirdiğini göstermektedir. Buna karşın HFEFI-ÖÖ ile LPI-LDO grubunda olan ülkeler diğer ülkelere göre ekonomik özgürlük ve lojistik konularında hemen hemen hiçbir faaliyet göstermediğinden dolayı HFEFI ile LPI arasındaki ilişkiye katkı sağlamıştır. Fakat HFEFI-ÖÖ ile LPI-LDO grubundaki ülkeler temelden ekonomik özgürlük ile lojistik performansları faktörlerini geliştirerek ve faktörlerinin birbirlerini tamamlayan faaliyetleri gerçekleştirecek sistem veya sistemler sağladıklarında, ekonomik özgürlük ile lojistik performansı birbirlerini sağlama ivmesi HFEFI-ÇÖÖ, HFEFI-ODÖ ve LPI-KPS grubunda olan ülkelere göre daha fazla olabilecektir. Buna göre HFEFI ile LPI arasındaki ilişki değerleri Tablo 9’da sunulmuştur.

**Tablo 9.** HFEFI ile LPI Arasındaki İlişki Değerleri

<b>İlişki Katsayıları</b>	<b>Değer</b>	<b>p</b>
<b>Somers' d</b>	0,772	0,00
<b>Kendall's tau-b</b>	0,772	0,00
<b>Kendall's tau-c</b>	0,763	0,00
<b>Gamma</b>	0,831	0,00
<b>Ki-kare</b>	141,087	0,00

\*\*p<.01



Tablo 9'a göre, HFEFI ile LPI arasındaki ilişkiler Gamma ve ki-kare katsayılarına göre yüksek ( $r_{\text{Gamma}}=0,881$ ,  $X^2=141,087$ ), Somer's d ( $r_{\text{Somers d}}=0,772$ ), Kendall's tau-b ( $r_{\text{Kendall's tau-b}}=0,772$ ), Kendall's tau-c ( $r_{\text{Kendall's tau-c}}=0,763$ ) değerlerine göre yüksek seviyeye yakın değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar çerçevesinde ülkelere göre HFEFI ile LPI faktörlerinin birbirlerinin tamamlayıcısı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

## 5. Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Ülkeler ekonomik özgürlük ile lojistik performanslarını artırabilirler. Lojistik performansın artmasıyla ülkeler lojistik performanslarının sürdürülebilirliğini sağlamak ve lojistik konularında daha çok gelişmek için ekonomik özgürlüklerine önem verebilmektedirler. Dolayısıyla ülkelerin hem lojistik performans, hem de ekonomik özgürlük faktörlerinin gelişmesi için ülkelerin söz konusu faktörlerin birbirlerini tamamlayıcı faaliyetler sağlaması önem kazanmaktadır. Buna göre araştırmada 2018 yıllarının 154 ülkenin HFEFI ve LPI endeksini oluşturan bileşenlerine ait değerler üzerinden HFEFI ile LPI faktörleri arasındaki ilişki NLCCA ile tespit edilmiştir.

NLCCA'da kayıp fonksiyon değerinin az olması önemlidir. Bu kapsamda araştırmada 20 iterasyon ile yakınsama uygulanmış ve 20. iterasyon sonucunda kayıp fonksiyon değeri en az değerde olması sağlanmıştır. Ayrıca oluşturulan modelin kayıp değerinin az olması ve uyum değerinin boyut sayısına ( $k=2$ ) yakın olmasında dolayı modelin uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Bulgulara göre ayrıca HFEFI ve EPI faktörlerinin boyutlardaki ağırlıkları ve yükleri belirlenmiştir. Buna göre, faktörlerin ağırlıkların ve yüklerinin 1. Boyutta daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

NLCAA kapsamında diğer bir bulguya göre faktörlerin boyutlardaki tekli ve çoklu uyum değerlerinin aynı olması sebebiyle faktörlerin boyutlardaki tekli kayıplarının olmadığı gözlenmiştir. Dolayısıyla tekli kaybın olmaması faktörlerin ölçeklerinin NLCCA'ya uygun olduğunu göstermektedir. Ayrıca faktörlerin tekli ve çoklu uyum değerlerinin çok olması, her iki faktörün uzayda aynı seviyede ayırıcı güç sağladığını göstermektedir.

Araştırmada ayrıca faktörlere ait değişkenlerin NLCAA'ya göre uzaydaki konumları belirlenmiştir. Buna göre; ekonomik özgürlüğü olan ülkelerin lojistik dostu ülkeler, ekonomik özgürlüğü olmayan ülkelerin lojistik dostu olmayan ülkeler ve son olarak ekonomik özgürlükte çoğunlukla özgür olan ülkelerin ise istikrarlı lojistik performans sağlayan ülkeler olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla hem HFEFI-Ö↔LPI-LD, HFEFI-ÇÖÖ↔LPI-İPS ve HFEFI-Ö↔LPI-LDO ilişkiler, hem de ilişkileri oluşturan değişkenler HFEFI ve LPI arasındaki ilişkiyel yapıya katkı sağlamışlardır. Buna karşın HFEFI-ODÖ ve HFEFI-ÇÖÖ'nun herhangi bir EPI değişkenine ve aynı şekilde LPI-KPS'nin herhangi bir HFEFI değişkenine uyum ve yakınlık çok sağlayamamalarından dolayı HFEFI-ODÖ, HFEFI-ÇÖÖ ve LPI-KPS grubu ülkeler ilişkiyel yapıya katkısı az olmuştur. Bunun nedeni, HFEFI-ODÖ ve HFEFI-ÇÖÖ grubu ülkelerin lojistik performansını sağlayacak, LPI-KPS grubu ülkelerin ise ekonomik özgürlüğü geliştirecek faaliyetleri çok az yapmalarından kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Literatür incelendiğinde, ülkelerin ekonomik özgürlük ile lojistik performanslarının birbirleri arasındaki ilişkiye yönelik yalnızca Aktaş ve Küçük'ün (2018) araştırmasına rastlanılmıştır. Aktaş ve Küçük'ün (2018) araştırmasında HFEFI'nın LPI üzerindeki etkisi ölçülmüştür. Bu çalışmada da HFEFI'nın LPI'nın birbirleri arasındaki ilişki düzeyi hesaplandığından Aktaş ve Küçük'ün (2018) çalışması bu çalışmaya göre daha spesifik bir nitelik kazanmıştır. Bu çalışmada ise hangi HFEFI ile LPI düzeyinde olan ülkelerin HFEFI ile LPI arasındaki ilişkiye katkı sağlamış veya az katkı sağlamış olmasının tespiti açısından Aktaş ve Küçük'ün (2018) çalışmasına kıyasla farklı bir bakış açısı sunulduğu değerlendirilmiştir. Ayrıca bu çalışmada, HFEFI ile LPI arasındaki ilişkinin tespit edilmesinde HFEFI ile LPI raporlarında birbirleri ile tutarlılık gösteren 154 ülkenin değerleri dâhil olması, Aktaş ve Küçük'ün (2018) çalışmasına kıyasla küresel anlamda daha geçerli olduğu düşünülmüştür. Bunların dışında, bu çalışma yöntem açısından NLCCA literatüründe belirtilen araştırmalar ile ortak özellikleri bulunmakta olduğu gözlenmiştir.

HFEFI ve LPI raporlarında dünya üzerinde bulunan bazı ülkelerin değerleri eksik bulunmaktadır. Dolayısıyla araştırmanın kısıtı kapsamında ekonomik özgürlük ile lojistik performans boyutları arasındaki ilişkinin ölçülmesinde bazı ülkelerin bilgileri değerlendirmeye alınamamıştır.

Öncelikli olarak HFEFI-ODÖ ve HFEFI-ÇÖÖ grubunda olan ülkeler lojistik faaliyetlerini, LPI-KPS grubu ülkelerin ise ekonomik özgürlüğü sağlamaları gerekmektedir. Bu kapsamda ülkeler ilk olarak ekonomik özgürlük faaliyetlerini lojistik performansını, lojistik performansın ise ekonomik özgürlüğü ilgilendirecek, ilişkilendirecek ve geliştirecek düzeyde olmalıdır. Bu sayede ülkeler, ekonomik özgürlükle sağlanan lojistik performansın ve lojistik performanslar sağlanan ekonomik özgürlüğün farkındalığıyla ekonomik özgürlük ve lojistik konularında birtakım düzenlemelere giderek ekonomik özgürlüğün ve lojistik performansın gelişmelerini sağlayabileceklerdir. Dolayısıyla lojistik performans ve ekonomik özgürlük faktörlerinin gelişimi daha anlamlı olabilecektir. HFEFI-ÖÖ ve LPI-LDO grubu ülkelerinin ekonomik özgürlük ile lojistik performanslarının az olması kapsamında söz konusu ülke gruplarının birbirlerine uyumu sağlamış ve HFEFI ile LPI arasındaki ilişkiye katkı sağlamış olması, söz konusu ülkelerin ekonomik özgürlük ve lojistik performansı sağlayamayacak anlamına gelmemektedir. Buna bağlı olarak HFEFI-ÖÖ ve LPI-LDO grubundaki ülkeler, ekonomik özgürlük ile lojistik performans arasında uyum sağladığından dolayı LPI-KPS, HFEFI-ODÖ ve HFEFI-ÇÖÖ grubu ülkelere göre ekonomik özgürlükle lojistik performans ve lojistik performans ile ekonomik özgürlük sağlama ivmeleri daha fazla olacaktır. Eğer HFEFI-ÖÖ ve LPI-LDO grubundaki ülkeler temelden bir ekonomik özgürlük ile lojistik performans veya ekonomik özgürlük ile lojistik performans sağlayacak sistemi veya sistemleri sağlayacak olması halinde belirli bir ekonomik özgürlük ve lojistik performansı sağlayan LPI-KPS, HFEFI-ODÖ ve HFEFI-ÇÖÖ ülkelerine göre birim zamandaki faaliyete yönelik ekonomik özgürlük ve lojistik performans açısından olumlu getirisi daha fazla olacaktır. Dolayısıyla HFEFI-ÖÖ ve LPI-LDO ülkeleri birbirlerini tamamlayacak sistemli lojistik ve ekonomik özgürlükler faaliyetleri sağlamalarıyla lojistik ve ekonomik özgürlük konusunda etkin, etkili ve verimli olabileceklerdir.

Yöntem olarak ise HFEFI ve LPI faktörlerinin birbirlerini tamamlama ölçümü için farklı ilişki katsayı, yapısal eşitlik modellemesi (non-recursive model), regresyon (doğrusal, lojistik, karesel, kübik, üstel, S, logaritmik, ters, büyüme, bileşik), yapay sinir ağları, diskriminant, probit, kümeleme ve çoklu ölçekleme analizinden yararlanılarak yöntemler ile elde edilecek veriler arasındaki tutarlılıklar ve tutarsızlıklar neden sonuç ilişkisi çerçevesinde tartışılabilir. Bunların dışında, HFEFI ile LPI faktörlerinin boyutlarının ve bileşenlerin sayıları artırılabilir veya ülkelere özgü boyutlar ve bileşenler oluşturulabilir. Böylelikle ülkelerin ekonomik özgürlük ile lojistik performansı oluşturan boyutları ve bileşenleri birbirlerini sağlama dereceleri daha kapsamlı ve sağlıklı olarak ölçülebilecektir.

Bu araştırma, ekonomik özgürlük ve lojistik performans boyutları arasındaki ilişkiyi incelemek isteyen araştırmacılar için veri seti niteliği taşımaktadır. Ayrıca bu araştırma, ekonomik özgürlük ve lojistik performans boyutları arasındaki ilişkinin teorik altyapısına dayandırılarak tespiti açısından ekonomik özgürlük ve lojistik performans boyutları arasındaki ilişkiyi incelemesi çerçevesinde gelecek araştırmalar için bir referans olabilir. İleriki zamanlarda ekonomik özgürlük ve lojistik performans boyutları arasındaki ilişkiye yönelik çalışma çoğaldıkça bu araştırmanın bulguları söz konusu boyutlar arasındaki ilişkinin meta analizi ile genel ilişki durumunun tespit edilmesine katkı sağlayabilir.

### Kaynakça

- Akça, N., ve Yılmaz Işıkhani, S. (2017). Hacettepe Üniversitesi sosyal bilimler meslek yüksekokulu öğrencilerinin iş değerleri ve kariyer seçimlerinin doğrusal olmayan kanonik korelasyon analizi ile değerlendirilmesi. *İşletme Bilimi Dergisi (JOBS)*, 5(1), 49-70.
- Akıncı, M., Erkal, G., ve Yılmaz, Ö. (2015). Ekonomik özgürlükler ve yozsuzluk ilişkisi: Türkiye için bir zaman serisi analizi. *EMEK ve TOPLUM*, 4(8), 144-165.
- Aktaş, İ., ve Küçük, B. (2018). Ekonomik özgürlük endeksinin lojistik performans endeksi üzerine modaratör etkisinin araştırılması: G-20 ve Avrupa ülkeleri üzerine bir araştırma. *7. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi*, Bursa, 671-681.
- Altman, M. (2008). How much economic freedom is necessary for economic growth? Theory and evidence. *Economics Bulletin*, 15(2), 1-20.
- Andrejic, M., ve Kilibarda, M. (2014). Global Logistics Efficiency Index. *8th International Quality Conference*. Serbia: University of Kragujevac, 857-862.
- Arvis, J. F., Ojala, L., Wiederer, C., Shepherd, B., Raj, A., Dairabayeva, K. ve Kiiski T. (2018). *Connecting to compete 2018 trade logistics in the global economy the logistics performance index and its indicators*. Washington: The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank.
- Arvis, J. F., Saslavsky, D., Ojala, L., Shepherd, B., Busch, C., ve Raj, A. (2014). *Connecting to compete 2014 trade logistics in the global economy the logistics performance*

- index and its indicators*. Washington: The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank.
- Arvis, J. F., Saslavsky, D., Ojala, L., Shepherd, B., Busch, C., Raj, A., ve Naula, T. (2016). *Connecting to compete 2016 trade logistics in the global economy the logistics performance index and its indicators*. Washington: The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank.
- Beach, W. W., ve Kane, T. (2008). *Methodology: Measuring the 10 economic freedoms, 2008 Index of Economic Freedom*. Washington: The Heritage Foundation.
- Çağlar, A., ve Gülel, F. E. (2017,). Eğitimin toplumsal fayda üzerinde etkisi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(52), 317-339.
- Demirhan, D. (2000). *Doğrusal olmayan kanonik korelasyon analizi ile liderlik vasıflarını etkileyen etmenlerin incelenmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi, İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Filiz, Z., ve Kolkusaoğlu, S. (2012). Doğrusal olmayan kanonik korelasyon analizi ve bir uygulama. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 8(16), 59-74.
- Freedom House. (2020). *Freedom house report*. Washington: Freedom House.
- Frie, K. G., & Janssen, C. (2009). Social inequality, lifestyles and health – a nonlinear canonical correlation analysis based on the approach of pierre bourdieu. *Int J Public Health*, 54, 213–221.
- Giray, S. (2011). *Doğrusal olmayan kanonik korelasyon analizi ve yaşam memnuniyeti üzerine bir uygulama*. Yayınlanmamış doktora tezi, İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Gürsakal, S. (2019). *Sosyal bilimlerde spss uygulamalı çok değişkenli istatistiksel analiz*. Bursa: Dora Yayıncılık.
- Gwartney, J. D., Block, W., ve Lawson, R. A. (1992). *Measuring economic freedom*. (S. T. Easton, ve M. A. Walker, Dü) Vancouver: Fraser Institute.
- Gwartney, J., ve Lawson, R. (2003). The concept and measurement of economic freedom. *European Journal of Political Economy*, 19, 405–430.
- Horenshteyn, V. (2009). Chancen und risiken des russischen logistikmarktes aus der sicht deutschen logistikunternehmen. *Hochschule Mittweida (FH) University of Applied Sciences Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Diplomarbeit*. Leipzig.
- Hsieh, W. W. (2001). Nonlinear canonical correlation analysis of the tropical pacific climate variability using a neural network approach. *Journal of Climate*, 14, 2528-2539.
- İmamoğlu, İ. K. (2019). Türkiye ve Şanghay İşbirliği Örgütü (ŞİÖ) üyesi ülkelerin lojistik performanslarına göre karşılaştırılması. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12(68), 1143-1154.

- Kaya, A. İ., & Çalışkan, Z. (2016). Ekonomik özgürlüklerin sağlık ve eğitime etkisi. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisikültesi Dergisi*, 18(1), 81-102.
- Kešeljevic, A. (2007). Indexes of economic freedom-an outline and open issues. *Rad. Ekon. fak. Rij*, 25, 223-243.
- Lambert, D. M., ve Cook, R. L. (1990). Integrating marketing and logistics for increased profit. *Business*, 40(3), 22-29.
- Li, W. (2005). Research on the performance evaluation of logistics activities. *China-USA Business Review*, 4(4), 53-55.
- Limcharoen, A., Jangkrajarn, V., Wisittipanich, W., ve Ramingwong, S. (2017). Thailand logistics trend: Logistics performance index. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(15), 4882-4885.
- Miller, T., Kim, A. B., ve Holmes, K. R. (2014). *Highlights of the 2014 index of economic freedom promoting economic opportunity and prosperity*. Washington: The Heritage Foundation The Wall Street Journal.
- Miller, T., Kim, A. B., Roberts, J. M., ve Tyrrell, P. (2020). *Highlights of the 2020 index of economic freedom institute for economic freedom*. Washington: The Heritage Foundation.
- Miller, T., Kim, A. B., Roberts, J. M., Riley, B., ve Whiting, T. (2017). *Highlights of the 2017 index of economic freedom institute for economic freedom*. Washington: The Heritage Foundation.
- Nyström, K. (2008). The Institutions of economic freedom and entrepreneurship: Evidence from panel data. *Public Choice*, 136(3), 269-282.
- Ouali, D., Chebana, F., ve Ouarda, T. (2016). Non-linear canonical correlation analysis in regional frequency analysis. *Stoch Environ Res Risk Assess*, 30, 449-462.
- Özkan, M. (2019). Doğrusal olmayan kanonik korelasyon analizi ile seçilmiş demografik ve sosyo-kültürel kavramların değerlendirilmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 14(2), 391-408.
- Painsky, A., Feder, M., ve Tishby, N. (2020). Nonlinear canonical correlation analysis: A compressed representation approach. *Entropy* 2020, 22, 1-27.
- Santiago, R., Fuinhas, J. A., ve Marques, A. C. (2020). The impact of globalization and economic freedom on economic growth: The Case of the Latin America and Caribbean Countries. *Economic Change and Restructuring*, 53, 61-85.
- Serdar Aydın, Görmüş, A. Ş., ve Altıntop, M. Y. (2014). Öğrencilerin memnuniyet düzeyleri ile demografik özellikleri arasındaki ilişkinin doğrusal olmayan kanonik korelasyon analizi ile incelenmesi: Meslek yüksekokulu'nda bir uygulama. *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(14), 35-58.

- Sharipbekova, K., ve Raimbekov, Z. (2018). Influence of logistics efficiency on economic growth of the CIS countries. *European Research Studies Journal*, 21(2), 678-690.
- Sharma, S. K., Kruger, U., ve Irwin, G. W. (2006). Deflation based nonlinear canonical correlation analysis. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 86, 34-43.
- Şahamet , B., ve Giray, S. (2012). İş ve özel yaşam (iş dışı yaşam) memnuniyeti arasındaki ilişki yapısının doğrusal olmayan kanonik korelasyon analizi ile incelenmesi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(4), 101-114.
- Thanoona, T. Y., Adnan, R., ve Saffari, S. E. (2015). Generalized nonlinear canonical correlation analysis with ordered categorical and dichotomous data. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)* , 75(1), 91-99.
- Turan, C., ve Koldere Akın, Y. (2019). Sosyo-Demografik özellikler ve akademik başarıyı etkileyen örgütsel faktörler arasındaki ilişkinin doğrusal olmayan kanonik korelasyon analizi ile incelenmesi: Trakya Üniversitesi meslek yüksekokulu öğrencileri örneği. *Social Sciences Research Journal*, 8(4), 146-163.
- Türk, M., Bıyık, A., Güven, A., ve İşi, A. (2013). Türk gazetecilerin haber yayınlama kriterlerine yönelik bir araştırma. *E-Journal of New World Sciences Academy*, 8(4), 321-331.
- Ulutaş, A., ve Karaköy, Ç. (2019). G-20 Ülkelerinin lojistik performans endeksinin çok kriterli karar verme modeli ile ölçümü. *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20(2), 1-14.
- Van der Burg, E., ve de Leeuw, J. (1987). *Nonlinear canonical correlation analysis with K sets of variables*. Twente: University of Twente.
- Volpi, M., de Morsier, F., Camps-Valls, G., Kanevski, M., ve Tuia, D. (2013). Multi-Sensor change detection based on nonlinear canonical correlations. *IEEE International Symposium on Geoscience and Remote Sensing (IGARSS)*, Melbourne: IEEE, 1-4.
- Witkowski, K. (2017). Internet of things, big data, industry 4.0 innovative solutions in logistics and supply chains management. *Procedia Engineering*, 182, 763-769.
- Wu, A., ve Hsieh, W. W. (2002). Nonlinear canonical correlation analysis of the tropical pacific wind stress and sea surface temperature. *Climate Dynamics*, 19, 713-722.