

RESEARCH ARTICLE / ARAŞTIRMA MAKALESİ

Birleşmiş Milletler İnsani Gelişme Endeksi Verileri Kullanılarak Ülkelerin Sınıflandırılmasının Diskriminant Analizi İle Karşılaştırılması¹

Comparison Of Classification Of Countries Using The United Nations Human Development Index Data

Koray ÇİFTÇİ² & Mehmet GÜNGÖR³ & Necati ÇİFTÇİ⁴

Öz

Çok değişkenli istatistik yöntemlerinden verileri belli özelliklerine göre sınıflamak için kullanılan yöntemlerden biri de diskriminant analizidir. Bu çalışmada 2018 birleşmiş milletler kalkınma programının insani gelişme endeksi raporundaki veriler kullanılarak rastgele seçilen 55 ülkenin verilerine SPSS 22 paket programı ile diskriminant analizi uygulanmış ve ayırma fonksiyonları tahmin edilmiştir. Analize alınmayan Paraguay ülkesinin ayırma fonksiyonları kullanılarak doğru sınıflandırılıp sınıflandırılmadığı test edilmiştir. Analiz sonrasında diskriminant analizi ile %80 sınıflandırma başarısı elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İnsani Gelişme Endeksi, Diskriminant Analizi.

Abstract

Discriminant analysis is one of the multivariate statistical methods that is used to classify the data according to its specific characteristics. In the study, discriminant analysis is applied with the SPSS 22 package program by employing the data of randomly selected 55 countries in the human development index report prepared by the United Nations development program in 2018 and also the discriminant functions are estimated. Paraguay, which is not included in the analysis, is tested to see whether it is classified correctly in discriminant functions or not. Discriminant analysis provide an support thet 80% classification success is achieved.

Keywords: Human Development Index, Discriminant Analysis.

Giriş

Ülkelerin gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler olarak ikiye ayrıldığı II. Dünya Savaşı'ndan sonra ekonomi politikaları yeni bir boyut kazanmıştır. Bunun sonucunda gelişmiş ülkeler büyümeyi amaç edinirken gelişmekte olan ülkeler ise kalkınmayı esas amaç edinmiştir. II. Dünya Savaşı'ndan sonra birkaç on yıl büyüme ve kalkınma ölçümleri için sadece parasal parametreler kullanılmıştır. Bu dönemde ülkelerin milli geliri ve bu gelirden ülke vatandaşlarının aldığı pay, büyüme ve kalkınma

¹ Bu makale İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri ABD'nda savunulan yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

² İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri ABD, korayciftci44@gmail.com

³ Prof. Dr., İnönü Üniversitesi, İ.İ.B.F., Ekonometri Bölümü, m.gungor@inonu.edu.tr

⁴ Doç. Dr., Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, İ.İ.B.F., İktisat Bölümü, necati.ciftci@bilecik.edu.tr

politikaları hazırlanmasında birincil parametre olarak kullanılmıştır. Yalnız, milli gelir ve kişi başına düşen milli gelir rakamları yüksek olan ülkelerde yaşayan insanların özellikle gelir adaletsizliği nedeniyle ülkelerin gelişmişlik seviyeleriyle paralel refah içinde yaşayamadıkları, gelişmeye ve kalkınmaya ulaşamadıkları fark edilmiştir. Milli gelirdeki artışın toplumun ekonomik göstergeleri dışındaki eğitim, sağlık, sosyal, demografik vb. göstergeleri üzerinde etkisinin yetersizliğinden dolayı özellikle 1970’lerden sonra kullanılan parasal parametrelere ilave olarak ülkelerin sosyal, sağlık, eğitim, demografik özellik, teknolojiye erişim, adalet, siyaset vb. özelliklerini gösteren parametrelerin kullanılması gereği tartışmaları yapılmıştır. 1980’lere gelindiğinde “sürdürülebilir kalkınma” yeni bir kavram olarak önem kazanmış ve 1990’larda imzalanan uluslararası antlaşmalarla küresel bir uygulama planı haline gelmiştir. 1987’de Birleşmiş Milletler Dünya Komisyonu tarafından hazırlanan Brundtland Raporuna göre iktisadi kalkınma, sosyal eşitlik ve çevre üzerine dikkat çeken, odağına insanı yerleştiren çok boyutlu bir yaklaşıma geçilmiş ve bütüncül gelişme parametreleri üzerinde durulmuştur.

Sürdürülebilir kalkınma görüşü, ülkelerin sosyal ve ekonomik gelişme politikalarında ortak yanı “sürdürülebilirlik” olarak belirlenmektedir. Sürdürülebilirliğin çok boyutlu yapısındaki anlayışa bağlı olarak oluşturulan politikaların geri bildirimlerini gerçeğe en yakın şekilde hesaplayabilmek için bütün toplumsal yapıları birer faktör olarak hesaplama parametrelerine dahil eden analizler gerekmektedir. Ekonomik kalkınmanın, sosyal parametrelere tam olarak daima pozitif yönde etkilemediği ya da istenen düzeyde pozitif bir etkisinin olmadığını savunan görüşler teorik olarak halen tartışılmakta ve uygulamada çeşitli istatistiksel analizler yapılmaktadır(Günsoy, 2005). Bu analizlere çok büyük bir katkı da 1990 yılında başlanarak Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (United Nations Development Programme – UNDP) tarafından dünya ülkeleri dahil edilerek hesaplanan ve her yıl çeşitli parametreler ve faktörler de eklenerek raporlanan ve yıllık bazda yayımlanan gelişme raporlarıyla sağlanmaktadır(Karabulut ve ark., 2009). İlki 1990 yılında yayımlanan ve her yıl düzenli olarak yayımlanan bu raporlara İnsani Gelişme Endeksi (Human Development Index –HDI) adı verilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, farklı insani gelişmişlik düzeyindeki ülkelerin farklılıklarını Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı tarafından 2018 yılında yayınlanan İnsani Gelişme Raporu’nda yer alan ve ülkelerin gelişme farklılıklarını belirleyen ve World Bank Data’ dan alınan parametrelere diskriminant analizi uygulanarak ortaya çıkarmaktır.

Çalışmamız üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde İnsani Gelişme Endeksi tanıtılmış ve endeks bileşenleri ile metodolojisi hakkında bilgi verilmiştir. İkinci bölümde diskriminant analizi detaylı olarak tanıtılmıştır. Üçüncü bölümde Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı tarafından yayınlanan 2018 İnsani Gelişme Endeksi raporu kullanılarak dört farklı gelişmişlik düzeyinden seçilen 55 ülkeye 8 değişken üzerinden diskriminant analizi uygulanmıştır ve sonuçları yorumlanmıştır.

1. İnsani Gelişme Endeksi

Milli gelirden ciddi bir artışın olması bir ülke için gelişmiş olarak ifade edilmesinde yeterli değildir. Ekonomik yönden gelişmiş birçok ülkenin çeşitli sosyal sorunlarını çözemediklerinin görülmesiyle ekonomik büyüme ve insani gelişme arasındaki ilişkinin daha gerçekçi olarak doğru bir şekilde kurulması gereği ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak kalkınma fiziki ve ekonomik kalkınmanın yanı sıra, insanların seçeneklerini artırmasını da içerecek bir kavrama evrilmiştir. İlki 1990 yılında yayımlanan İnsani Gelişme Raporlarında (İGR), gelir dışında insani gelişmişliği ölçmek için gelir dışı parametrelerin de kullanıldığı bir takım endeksler yayınlanmaya başlanmıştır. Kişilerin seçeneklerini artırma süreci olan bu endekslerdeki temel anlayışın kısıtlarından en önemlisi bu seçeneklerin sonsuz ve değişken olmasıdır. Eğitim, sağlık, sosyal güvenlik hizmetlerine ve temiz suya erişim, elektrik ve internet hizmetlerine erişim, istihdam, toplumsal faaliyetlerde yer alabilme ile karar alma süreçlerine katılabilme bu parametrelerden sadece bazılarıdır. Yalnız bu yaşam standartlarının belirlenmesinde yukarıda belirttiğimiz alanlardaki parametrelerle ilgili ve mevcut durumda olan verileri bulmak oldukça zordur. Sonuçta, insani gelişmişlik için yaşam standartlarının belirlenmesinde olabildiğince kapsamlı parametrelerin içerilmiş olması gerekmektedir. Ancak, veriler söz konusu olduğunda bazı parametrelerden vazgeçmek durumunda kalınmaktadır. Tüm bunlar düşünüldüğünde gelirin bu hesaplamalarda sıklıkla kullanılan bir parametre olmasının temel nedeninin ölçülebilir ve ulaşılabilir bir veri olmasından kaynaklandığı görülecektir.

1.1. İnsani gelişme endeksi bileşenleri

Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP), ölçülebilir ve ulaşılabilir parametreler olması dolayısıyla gelir, sağlık, cinsiyet farklılıkları, eğitim, çevre, elektrik ve internet hizmetlerine erişim, istihdam vb. insani gelişmeyi ölçmeyi amaçlayan parametreler kullanmaktadır. İnsani Gelişme Endeksi hesaplamalarında kullanılan sağlık, gelir ve eğitim faktörleri bütün gelişim aşamalarında öne çıkan üç temel bileşendir. Bu üç temel faktörü ölçmek için kullanılan değişkenler ise doğumda beklenen yaşam süresi, beklenen okullaşma yılı, ortalama okullaşma yılı ve kişi başına Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH)'dir. İnsani Gelişme Endeksi (İGE), toplumun yaşam kalitesini belirlemek için sosyo-ekonomik bir endeks olarak dünyaca kabul görmektedir. İnsani Gelişme Endeksi birbiriyle ilişkili boyutları kapsayacak üç faktöre bölünür. Bu faktörler, topluma tam katılım için gerekli olan eğitim, sağlık ve asgari yaşam standardını yakalamayı sağlayacak düzeyde bir gelirdir (İGV İnsani Gelişme Nedir, 2019).

1.2. İnsani gelişme endeksi metodolojisi

İnsani Gelişme Endeksi'nin hesaplanmasında ana unsur olan üç endeksin hesaplanma yöntemleri aşağıdaki gibidir.

1. Gelir Endeksi: kişinin seçeneklerini artırmasına temel teşkil eden ve yaşam standardının kalitesine ifade eden endeks, kişi başı GSYİH esas alınarak hesaplanır.

$$I_I = \frac{\ln(GNI) - \ln(GNI)_{min}}{\ln(GNI)_{max} - \ln(GNI)_{min}} \quad (1)$$

(1) nolu formülde GNI, logaritması alınmış satın alma gücü paritesine (SGP) göre uyarlanan kişi başına GSYİH' yı, $\ln(GNI)_{min}$ 100 değerine eşitliği temsil eden notasyondur.

2. Sağlık Endeksi: Sağlıklı ve uzun bir yaşamı ifade eden endeksi doğumda yaşam beklentisini kullanarak formüle ederiz.

$$I_H = \frac{L - L_{min}}{L_{max} - L_{min}} \quad (2)$$

(2) nolu formülde L doğumda yaşam beklentisini, L_{min} 25yaş sınırını, L_{max} 85 yaş sınırını gösteren notasyondur.

3. Eğitim Endeksi: bilgiye ulaşmayı ifade eden endeksi ortalama okullaşma yıllarını ve okullaşma yıllarını kullanarak hesaplarız.

$$I_E = \frac{\left(\frac{MYS - MYS_{min}}{MYS_{max} - MYS_{min}} + \frac{EYS - EYS_{min}}{EYS_{max} - EYS_{min}} \right)}{2} \quad (3)$$

(3) nolu formülde MYS ortalama okullaşma yılını, EYS beklenen okullaşma yılını gösteren notasyonlardır. Hesaplama yapılırken EYS ve MYS'nin eşit ağırlıklandırılmış ortalamaları alınır.

İGE, ölçüm parametreleri faktörlerin her biri için hesaplanmış I_I , I_H ve I_E endeks değerlerinin geometrik ortalaması ile hesaplanır.

$$HDI = \sqrt[3]{I_I \times I_H \times I_E} \quad (4)$$

(4) nolu formülde hesaplanan endeks değeri 0 ile 1 arasında bir değer alır. Bu değer 0'a yakın olması durumunda düşük insani gelişmişliği, 1'e yakın olması yüksek insani gelişmişliği ifade eder.

Bu şekilde hesaplanan ülkelerin İGE skorları, ülkeleri gelişmişlik düzeyine göre dört gruba ayırır. Bu dört grup aşağıdaki tablodaki gibidir.

Tablo 1. İGE Skorlarına Göre Ülkelerin Gelişmişlik Seviyeleri.

İnsani Gelişmişlik Seviyesi	Skor Aralığı
Düşük İnsani Gelişmişlik	0-0.555
Orta İnsani Gelişmişlik	0.556-0.699
Yüksek İnsani Gelişmişlik	0.700-0.799
Çok Yüksek İnsani Gelişmişlik	0.800-1

Kaynak: UNDP Human Development Indices and Indicators 2018

2. Diskriminant Analizi

Diskriminant analizi, kategorik bağımlı değişkenler ile metrik bağımsız değişkenler arasındaki ilişkileri tahmin etmeyi amaçlayan çok değişkenli istatistik tekniklerinden biridir (Kalaycı vd., 2010, 335).

Diskriminant analizi, hatalı sınıflandırma olasılığını en aza indirgeyerek birimleri (bireyleri) ait oldukları gruplara ayırmak, çekilmiş oldukları kitleleri belirlemek amacıyla yönelik istatistiksel bir karar verme yöntemidir (Tatlıdil, 1992, 202).

Diskriminant analizi, gruplar arasında çeşitli değişkenlere bağlı olarak farklılıklarını belirlemesine olanak sağlamaktadır. Bireyleri en az hata ile ait oldukları gruplara atamak amaçlanmaktadır. Bunun için bireylerin ait olduğu kitlenin belirlenmesi için bunu sağlayacak ayırma fonksiyonunu bulmak esastır(Everitt, 1992). Bazı araştırmalar bu ayırma fonksiyonunun katsayılarının hesaplanmasında başvurulan yöntemlere göre diskriminant analizini, kanonik diskriminant analizi, en çok olabilirlik diskriminant analizi, Bayes diskriminant analizi gibi çeşitli şekillerde adlandırmaktadırlar.

Diskriminant analizinin temeli, incelenen bireyin kitesinin belirlenmesini sağlayacak bir fonksiyonun bulunmasıdır. Bu fonksiyonun bulunmasında, belirlenecek grupların ortalamaları arasındaki farklılığın maksimum olması amaçlanmaktadır (Tatlıdil, 1992, 203).

Diskriminant analizi, X veri setindeki değişkenlerin iki ve daha fazla gerçek gruplara ayrılmasını sağlayan, birimlerin p tane özelliğini ele alarak bu birimlerin doğal ortamdaki gerçek gruplarına, sınıflarına en uygun düzeyde atanmalarını sağlayacak fonksiyonlar türeten bir yöntemdir (Özdamar, 2004).

Diskriminant analizi, birbiriyle yakından ilişkili birkaç istatistiksel yaklaşımı kapsayan geniş bir kavramdır. Bu yaklaşımlar iki kategoride ele alınabilir. İlk kategori, gruplar arası farklılıkları yorumlama da kullanılırken ikincisi, birimleri gruplara ayırmak için kullanılır(Cooley, 1978). Eğer diskriminant analizi bir ayırma fonksiyonu belirlemek için kullanılmış ise buna Tanımlayıcı Diskriminant Analizi, birimleri sınıflamak için kullanılmışsa Tahmin Edici Diskriminant Analizi olarak adlandırılır.

Tahmin edici diskriminant analizi, geleceği öngermeye çalışan birçok bilimsel alanda kullanılmaktadır. Örneğin; yaşam beklentisi, ekonomik büyüme, akademik başarı, bir eğitim programının başarısı, seçmenin oy vermesi, satış gelirleri tahminleri, aile planlaması çalışmaları vb. birçok çalışmada kullanılabilir. Bu örneklerin her biri bir bağımlı değişken ile birlikte bir veya daha fazla bağımsız değişken içerir. Tanımlayıcı diskriminant analizi, bağımsız değişkenlerin grupları ayırmada etkinliğini araştırmak ve bunlardan yararlanarak ayırma fonksiyonu oluşturarak grupları tanımlamada hangi değişkenlerin etkili olduğunu göstermektedir.

Bu tanımlamalar doğrultusunda diskriminant analizinin tanımını şu şekilde yapabiliriz: Diskriminant analizi, bireylerin çok sayıdaki özelliğini (bağımsız değişkenler) dikkate alarak bireyleri en az hata ile optimal düzeyde mensubu oldukları gruplara ayırmak, gruplara ayırmada hangi özelliklerin (bağımsız değişkenler) etkili olduğuna karar vermek ve bireyin hangi gruptan çekildiğini belirlemede kullanılan çok değişkenli bir istatistik yöntemidir.

Diskriminant analizi bir veya birden çok amaç için kullanılabilir. Diskriminant analizinin amaçlarını maddeler halinde ifade edecek olursak:

- 1) Bireyin grup üyeliğini tahmin etmek, başka bir deyişle, bir verinin (gözlem, denek, vaka) hangi değişken grubuna gireceğine karar vermek için kullanılabilir.
- 2) Diskriminant (ayırma) fonksiyon eşitliğini kullanarak, verilerin gruplara ayrılması için kullanılabilir.
- 3) Bağımsız değişkenlerin aritmetik ortalamalarının gruplar arasında nasıl değiştiğini tespit etmek için kullanılabilir.
- 4) Bağımlı değişkenin varyansının ne kadarının bağımsız değişkenler tarafından açıklanabildiğini belirlemek için kullanılabilir.
- 5) Gruplara ayırmada etkili olan ve olmayan bağımsız değişkenleri belirlemek için kullanılabilir.
- 6) Verilerin tahmin edildiği gibi sınıflandırılıp sınıflandırılmadığını test etmek için kullanılabilir (Kalaycı vd., 2010, 335).

Diskriminant analizinde yanlış sınıflandırma olasılığını ortadan kaldırmak için kullanılan varsayımların bazıları şunlardır:

- 1) Değişkenlerin çoklu normal dağılıma sahip olmaları,
- 2) Bütün gruplar için kovaryans matrislerinin eşit olması ve
- 3) Bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı probleminin olmaması gerekir.

Bu varsayımlardan bazılarının hafif derecede ihmal edilmesinin diskriminant analizi sonuçlarını önemli ölçüde etkilemediği çeşitli araştırmacılar tarafından gösterilmiştir. Bunlardan Lachenbruch (1975), çoklu normal dağılım ve eşit kovaryans varsayımlarının hafif derecede ihmalinin analizi sonuçlarını önemli ölçüde etkilemediğini göstermişken, Klecka (1980), çoğu zaman normal dağılım kuralını ihlal eden dikotomi (iki sonuçlu) değişkenlerin analiz sonuçlarını etkilemeyebileceğini göstermiştir. Yine de araştırmalarda kullanılan veri grubunun bu varsayımlardan sapmalarının diskriminant analizi sonuçları tam olarak gerçeği yansıtmayacağı bilinmelidir.

3. Araştırma

Bu çalışmanın amacı çok yüksek insani gelişmiş, yüksek insani gelişmiş, orta insani gelişmiş, düşük insani gelişmiş ülkelerin farklılıklarını Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı tarafından 2018 yılında yayınlanan 'İnsani Gelişme Raporu' nda yer alan ve ülkelerin gelişme farklılıklarını belirleyen

Birleşmiş Milletler İnsani Gelişme Endeksi Verileri Kullanılarak Ülkelerin Sınıflandırılmasının Diskriminant Analizi İle Karşılaştırılması

ve World Bank Data' dan alınan parametrelere diskriminant analizi uygulanarak ortaya çıkarmaktır. Literatüre olan en önemli katkısı diskriminant analizinin kullanılmasının yöntemsel olarak araştırmacılara yol göstermesidir.

3.1. Araştırmanın kapsamı

Çalışmada Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) tarafından 2018 yılında yayımlanan İnsani Gelişme Raporu (HDR)'nun hesaplanmasında ve hazırlanmasında kullanılan 8 veri kullanılmıştır. Farklı dört grupta bulunan ülkelere rastgele seçilen 55 ülke verileri üzerine uygulama yapılmıştır.

3.2. Analize alınan değişkenler ve tanımları

Diskriminant analizi uygulaması için analize seçilen değişkenler ve seçilmiş bu değişkenlerin tanımları şöyledir:

Toplam Nüfus: Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) tarafından yayınlanan 2018 İnsani Gelişme Endeksi (İGE) raporunda yer alan seçilmiş ülkelere ait 2017 nüfuslarıdır.

Tüberküloz Oranı: Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) tarafından yayınlanan 2018 İnsani Gelişme Endeksi (İGE) raporunda yer alan seçilmiş ülkelere ait 2016 yılı verilerine göre her 100000 kişide görülen tüberküloz hastalığı sayısını göstermektedir.

Toplam Doğurganlık Oranı: Dünya Bankası veri tabanı (World Bank Data)'da yer alan seçilmiş ülkelere ait 2017 yılı için ülkelerdeki kadın sayısı başına doğurganlık oranını göstermektedir.

Doğumda Yaşam Beklentisi: Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) tarafından yayınlanan 2018 İnsani Gelişme Endeksi (İGE) raporunda yer alan seçilmiş ülkelere ait 2017 yılı verilerine göre doğumdan sonra insanlarda beklenen yaşam süresini yıl olarak göstermektedir.

Gayri Safi Yurtiçi Hasıla: Dünya Bankası veri tabanı (World Bank Data)'da yer alan seçilmiş ülkelere ait 2017 yılı verilerine göre ülkelerin ülke sınırları içerisinde üretmiş oldukları tüm mal ve hizmetlerin değerini USD cinsinden göstermektedir.

Elektrik Tüketimi: Dünya Bankası veri tabanı (World Bank Data)'da yer alan seçilmiş ülkelere ait 2017 yılı verilerine göre ülkelerin kişi başına tükettikleri elektrik miktarını kilowatt-saat (kW-h) cinsinden göstermektedir.

İlköğretim Brüt Kayıt Oranı: Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) tarafından yayınlanan 2018 İnsani Gelişme Endeksi (İGE) raporunda yer alan seçilmiş ülkelere ait ilköğretim çağındaki nüfusun yüzdesi olarak 2012-2017 yılları arasındaki ilköğretim brüt kayıt oranını göstermektedir.

Toplam İşsizlik: Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) tarafından yayınlanan 2018 İnsani Gelişme Endeksi (İGE) raporunda yer alan seçilmiş ülkelere ait 2017 yılı toplam işgücünün yüzdesi olarak verilmiş değerdir.

3.3. Araştırmaya alınan ülkelerin analiz öncesi grup üyeliklerinin gösterilmesi

Çalışmada yer alan ülkeler 2018 yılında UNDP tarafından yayımlanan 2018 HDR' daki dört gruptan, seçilmiş değişkenler doğrultusunda eksik veri olmayacak şekilde seçilmiş 55 ülkeden oluşmaktadır. Bu gruplar ve grup üyelikleri aşağıdaki gibidir.

Tablo 2. UNDP HDI 2018 raporuna göre seçilmiş 55 ülke.

<i>1. Grup</i>	<i>2. Grup</i>	<i>3. Grup</i>	<i>4. Grup</i>
<i>Norveç</i>	<i>Kosta Rika</i>	<i>Güney Afrika</i>	<i>Tanzanya</i>
<i>Avustralya</i>	<i>Türkiye</i>	<i>Endonezya</i>	<i>Zimbabve</i>
<i>İrlanda</i>	<i>Arnavutluk</i>	<i>Vietnam</i>	<i>Benin</i>
<i>İsviçre</i>	<i>Meksika</i>	<i>Bolivya</i>	<i>Senegal</i>
<i>Danimarka</i>	<i>Sri Lanka</i>	<i>El Salvador</i>	<i>Togo</i>
<i>A.B.D.</i>	<i>Brezilya</i>	<i>Kırgızistan</i>	<i>Kongo Demokratik Cumhuriyeti</i>
<i>Birleşik Krallık</i>	<i>Azerbaycan</i>	<i>Guatemala</i>	<i>Etiyopya</i>
<i>Finlandiya</i>	<i>Lübnan</i>	<i>Hindistan</i>	<i>Fil Dişi Sahili</i>
<i>İsrail</i>	<i>Ermenistan</i>	<i>Honduras</i>	
<i>Fransa</i>	<i>İran İslam Cum.</i>	<i>Bangladeş</i>	
<i>Estanya</i>	<i>Tayland</i>	<i>Gana</i>	
<i>Kıbrıs</i>	<i>Ukrayna</i>	<i>Kamboçya</i>	
<i>Litvanya</i>	<i>Peru</i>	<i>Nepal</i>	
<i>Şili</i>	<i>Kolombiya</i>	<i>Pakistan</i>	
<i>Macaristan</i>	<i>Jamaika</i>		
<i>Hrvatistan</i>			
<i>Arjantin</i>			
<i>Bulgaristan</i>			

1. Grup: Çok Yüksek İnsani Gelişmiş Ülkeler, 2. Grup: Yüksek İnsani Gelişmiş Ülkeler, 3. Grup: Orta İnsani Gelişmiş Ülkeler, 4. Grup: Düşük İnsani Gelişmiş Ülkeler.

3.4. Varsayımların test edilmesi

Diskriminant analizi daha önce de bahsedildiği gibi üç varsayımın gerçekleşmesine dayanan birçok değişkenli analiz yöntemidir. Varsayımların sonuçlarına göre analiz yapılmasına karar verilmektedir. Bu varsayımlar çok değişkenli normallik, kovaryans matrislerinin eşitliği ve çoklu bağlantı probleminin olmamasıdır. Bu varsayımlardan bir veya birkaçının esnetilmesi diskriminant analizinin doğru sınıflandırma gücünü olumsuz etkileyeceği daha önceki çalışmalarda gösterilmiştir.

Birleşmiş Milletler İnsani Gelişme Endeksi Verileri Kullanılarak Ülkelerin Sınıflandırılmasının Diskriminant Analizi İle Karşılaştırılması

İlk olarak çoklu normal dağılım incelenmeye çalışılmıştır. Bunun için her bir parametrenin ayrı ayrı tek değişkenli normallik testleri yapılmış ve tüm parametrelerin normal dağıldığı görülmüştür. Çoklu normal dağılım her bir değişkenin tek değişkenli normal dağılıma uyduğunu ve ilgili değişkenlerin kombinasyonlarının da normal olduğunu varsaymaktadır. Yani, bir değişken çoklu normal dağılıma uyuyorsa aynı zamanda tek değişkenli normal dağılıma da uyuyor demektir. Ancak, bunun tersi her zaman söylenemez. Bu nedenle, tüm değişkenlerin tek değişkenli normal dağılım göstermesi, garanti olmasa da, çok değişkenli normal dağılımı göstermeye yardım edecektir (Kalaycı vd., 2010: 209). Çoklu normallik için parametrelerin Mahalanobis uzaklıkları bulunarak ters kümülatif ki-kare değerleriyle arasında 0,793' lük yeteri derecede yüksek bir korelasyon bulunmuştur. Bu da verilerimizin çoklu normalliğe uyduğunu göstermektedir.

Kovaryans matrislerinin eşitliği varsayımını test için Box's M testi kullanılmıştır. Box's M testi sonucunda Anlamlılık (Significance) değeri 0,01 den büyük olduğundan kovaryans matrisleri eşittir diyebiliriz. .

Çoklu normallik ve kovaryans matrislerinin eşitliği test edildikten sonra analizimize alınan sekiz değişkenin çoklu doğrusal bağlantılarının olup olmadığına bakıldı. Bunun için bağımsız değişkenlerimizin korelasyon matrisleri incelenmiştir. Korelasyon matrisine bakıldığında bağımsız değişkenlerimiz arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığı görülmüştür. Ayrıca VIF ve tolerans değerlerine bakıldığında 10' dan küçük VIF değerlerinin ve 0,30 dan büyük tolerans değerlerinin olması da çoklu doğrusal bağlantının olmadığını göstermektedir.

3.5. Diskriminant analizi sonuçları

Gruplar arası ayırımı $m-1=4-1=3$ ayırma fonksiyonu gerçekleştirmektedir. Bu 3 ayırma fonksiyonunun özdeğerleri, ayırma fonksiyonlarıyla açıklanan varyans yüzdeleri ve bunların birikimli yüzdeleri ile ayırma fonksiyonları ile ayırıcı değişkenler arasındaki ilişkiyi veren kanonik korelasyonlar Tablo 3'de verilmiştir.

Ayırma fonksiyonlarımızın anlamlı olarak gruplarımızı birbirinden ayırıp ayıramadığını anlamamız için Wilks' Lambda ve Özdeğerler (Eigenvalue) tablolarımızı birlikte değerlendirmeliyiz(Geoffry, 2004).

Tablo 3. Ayırma Fonksiyonlarına Ait Wilks' Lambda ve Ki-Kare Değerleri (Wilks' Lambda).

Fonksiyonların Testi	Wilks' Lambda	Ki-Kare	df	Anlamlılık
1'den 3'e	.082	119.926	24	.000
2'den 3'e	.477	35.488	14	.001
3	.766	12.770	6	.047

Tablo 4. Ayırma Fonksiyonlarına Ait Özdeğerler, Varyans, Birikimli Varyans ve Kanonik Korelasyon Değerleri.

Fonksiyon	Özdeğerler	Varyans Yüzdesi	Kümülatif %	Kanonik Korelasyon
1	4.807	84.1	84.1	0.910
2	0.605	10.6	94.7	0.614
3	0.305	5.3	100.0	0.483

Tablo 3’de Anlamlık (Significance) değerlerinin hepsi 0,05 den küçük olduğundan her üç fonksiyonumuzun da gruplarımızı birbirinden anlamlı olarak ayırdığını söyleyebiliriz.

Tablo 4’deki Kanonik Korelasyon (Canonical Correlation) değerinin karesi açıklanan varyansımızı gösterir. 1. fonksiyonumuz için bu değer $0.910^2 = 0,83$ ’dir. Bu değer bağımlı değişkenimizde 1. fonksiyonun %83 varyans açıklayabildiğini gösterir. Aynı şekilde 2. fonksiyonun %38 ve 3. fonksiyonun %23 bağımlı değişkenimiz üzerinde varyans açıkladığı söylenebilir.

Özdeğerler (Eigenvalue) değerleri de fonksiyonlarımızın tüm değişkenlerdeki varyansı açıklayabilme gücünü göstermektedir(Hair, 2014). Tablomuzdaki değerlere bakacak olursak 1. fonksiyon 2. fonksiyona göre 2. fonksiyon da 3. fonksiyona göre daha fazla tüm değişkenlerdeki varyansı açıklayabilme gücüne sahiptir diyebiliriz.

Varyans yüzdeleri (% of Variance) değerimiz, toplam açıklanan varyansın ne kadarının yüzde olarak ayırma fonksiyonlarımız tarafından açıklandığını göstermektedir. Bu doğrultuda 1. fonksiyonumuz toplam varyansın % 84.1’ini açıklarken 2. fonksiyonumuz % 10.6’sını ve 3. fonksiyonumuz % 5.3’ünü açıklamaktadır.

Standartlaştırılmış kanonik ayırma fonksiyonlarımıza ait değişken katsayıları Tablo 5’de gösterilmektedir.

Tablo 5. Ayırma Fonksiyonlarına Ait Değişken Katsayıları
(Standartlaştırılmış Kanonik Diskriminant Fonksiyon Katsayıları).

	Fonksiyonlar		
	1	2	3
Toplam Nüfus	-.068	.265	.202
Tüberküloz Oranı	-.247	.855	.724
Toplam Doğurganlık Oranı	-.072	-.151	.054
Doğumda Yaşam Beklentisi	.842	.676	.159
GSYİH	.167	.018	-.144
Elektrik Tüketimi	.208	-.727	.618
İlköğretim Brüt Kayıt Oranı	.004	.356	-.001
Toplam İşsizlik	.479	-.099	-.663

Birleşmiş Milletler İnsani Gelişme Endeksi Verileri Kullanılarak Ülkelerin Sınıflandırılmasının
Diskriminant Analizi İle Karşılaştırılması

Tablo 5'te her bir bağımsız değişkenin 3 ayırma fonksiyonunda ayrı ayrı yükleri görülmektedir. Bu değerlerin mutlak değerce en büyük değere sahip olanları fonksiyondaki en büyük yüke sahip olanı olduğunu söyleyebiliriz. Örneğin; 1. fonksiyonda Doğumda Yaşam Beklentisi değişkenimizin en büyük yüke sahip olan değişken olduğu söyleyebilirken İlköğretim Brüt Kayıt Oranı değişkenimizin en az yüke sahip olan değişkenimiz olduğu söylenebilir. Benzer şekilde 2. fonksiyonumuz için Tüberküloz Oranı değişkeni en büyük yüke sahipken Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) değişkenimiz en az yüke sahip olan değişkenimizdir. 3. fonksiyonumuz için ise Tüberküloz Oranı değişkeni en büyük yüke sahipken İlköğretim Brüt Kayıt Oranı değişkenimizin en az yüke sahip olan değişkenimiz olduğu söylenebilir. Bu şekilde büyükten küçüğe sıraladığımız değişkenlerimizi aynı zamanda fonksiyon üzerlerindeki yüklerine göre de sıralanmış olur.

Her bir değişkenimizin her bir ayırma fonksiyonumuzla ne kadar korelasyona sahip olduğu Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Ayırma Fonksiyonlarındaki Her Bir Değişkene Ait Yapı Matrisi.

	Fonksiyonlar		
	1	2	3
Doğumda Yaşam Beklentisi	.868*	.193	.148
Tüberküloz Oranı	-.336	.418*	.408
Toplam Nüfus	-.060	.301*	.218
İlköğretim Brüt Kayıt Oranı	-.042	.228*	-.029
Elektrik Tüketimi	.392	-.500	.684*
Toplam İşsizlik	.156	.120	-.346*
Toplam Doğurganlık Oranı	-.209	.014	.246*
GSYİH	.069	.043	.194*

1. fonksiyonla en yüksek korelasyon değerine sahip değişken *Doğumda Yaşam Beklentisi* değişkenidir. 2. ve 3. fonksiyonlarda en yüksek korelasyon değerine sahip değişken ise *Elektrik Tüketimi* değişkenidir.

Tablo 7. Analiz sonrası sınıflandırma sonuçları.

	GRUPLAR	Tahmin Edilen Grup Üyeliği				Toplam
		Çok Yüksek	Yüksek	Orta	Düşük	
Orişinal	Çok Yüksek	13	5	0	0	18
	Yüksek	1	13	1	0	15
	Orta	0	3	10	1	14
	Düşük	0	0	0	8	8
%	Çok Yüksek	72.2	27.8	.0	.0	100.0
	Yüksek	6.7	86.7	6.7	.0	100.0
	Orta	.0	21.4	71.4	7.1	100.0
	Düşük	.0	.0	.0	100.0	100.0

Tablo.7’de yapılan sınıflandırma analiz sonrası gruplandırmaları göstermektedir. Buna göre;

- 1. gruptaki 18 ülkenin 13’ü doğru gruplandırılırken 5’i 2. gruba sınıflandırılarak yanlış sınıflandırılmıştır. Yani 1. gruptaki ülkelerin %72,2’si doğru gruplandırılırken %27,8’i yanlış gruplandırılmıştır.
- 2. gruptaki 15 ülkenin 13’ü doğru gruplandırılırken 1 ülke 1. gruba, 1 ülke de 3. Gruba sınıflandırılarak yanlış sınıflandırılmıştır. Yani 2. gruptaki ülkelerin %86,7’si doğru gruplandırılırken %13,4’ü yanlış gruplandırılmıştır.
- 3. gruptaki 14 ülkenin 10’u doğru gruplandırılırken 3 ülke 2. gruba, 1 ülke de 4. gruba sınıflandırılarak yanlış sınıflandırılmıştır. Yani 3. gruptaki ülkelerin %71,4’ü doğru gruplandırılırken %28,6’sı yanlış gruplandırılmıştır.
- 4. gruptaki 8 ülkenin 8’i de doğru gruplandırılmıştır.

Sonuçta ülkelerin %80’ninin doğru gruplandırıldığı söylenebilir.

Tablo 5’deki veriler kullanılarak ayırıcı faktör eşitliklerimiz aşağıdaki eşitliklerle ifade edilir.

$$f_1 = -0,068z_1 - 0,247z_2 - 0,072z_3 + 0,842z_4 + 0,167z_5 + 0,208z_6 + 0,004z_7 + 0,479z_8 \quad (5)$$

$$f_2 = 0,265z_1 + 0,855z_2 - 0,151z_3 + 0,676z_4 + 0,018z_5 - 0,727z_6 + 0,356z_7 - 0,099z_8 \quad (6)$$

$$f_3 = 0,202z_1 + 0,724z_2 + 0,054z_3 + 0,159z_4 - 0,144z_5 + 0,618z_6 - 0,001z_7 - 0,663z_8 \quad (7)$$

Buradaki z değişkenleri orijinal değişkenlerimizin standart normal dağılıma dönüştürülmüş formlarıdır.

Dört grup için Fisher (1976)’in doğrusal ayırma fonksiyon katsayıları aşağıda Tablo 8’de gösterilmiştir. Bu katsayılar ülkeleri, bağımsız değişkenlerimizin gruplara ayırmada hangisinin ne kadar katkıda bulunduğunu göstermektedir.

Tablo 8. Fisher’in Ayırma Fonksiyonlarının Katsayıları.

	Gruplar			
	1.0	2.0	3.0	4.0
Toplam Nüfus	-1.487E-8	-1.442E-8	-1.129E-8	-1.424E-8
Tüberküloz Oranı	.122	.124	.143	.127
Toplam Doğurganlık Oranı	.312	.274	.333	.510
Doğumda Yaşam Beklentisi	10.097	9.877	9.443	8.382
İlköğretim Brüt Kayıt Oranı	1.473	1.504	1.524	1.446
GSYİH	1.554E-12	1.542E-12	1.349E-12	1.240E-12
Elektrik Tüketimi	-.002	-.003	-.003	-.002
Toplam İşsizlik	1.007	1.021	.560	.461
(Sabit)	-476.658	-460.448	-430.444	-349.603

Birleşmiş Milletler İnsani Gelişme Endeksi Verileri Kullanılarak Ülkelerin Sınıflandırılmasının
Diskriminant Analizi İle Karşılaştırılması

Tablo 8'deki katsayılar kullanılarak dört grubumuz için Fisher'in ayırma fonksiyonlarını şu şekilde ifade edebiliriz.

$$f_1 = -476,658 - 1,487E - 8X_1 + 0,122X_2 + 0,312X_3 + 10,097X_4 + 1,473X_5 + 1,554E - 12X_6 - 0,002X_7 + 1,007X_8 \quad (8)$$

$$f_2 = -460,448 - 1,442E - 8X_1 + 0,124X_2 + 0,274X_3 + 9,877X_4 + 1,504X_5 + 1,542E - 12X_6 - 0,003X_7 + 1,021X_8 \quad (9)$$

$$f_3 = -430,444 - 1,129E - 8X_1 + 0,143X_2 + 0,333X_3 + 9,443X_4 + 1,524X_5 + 1,349E - 12X_6 - 0,003X_7 + 0,560X_8 \quad (10)$$

$$f_4 = -349,603 - 1,424E - 8X_1 + 0,127X_2 + 0,510X_3 + 8,382X_4 + 1,446X_5 + 1,240E - 12X_6 - 0,002X_7 + 0,461X_8 \quad (11)$$

Herhangi bir ülkeye ait sekiz değişkenin verileri bu fonksiyonlarda yerlerine ayrı ayrı yazılarak her bir fonksiyonun değeri bu ülke verileri için bulunur. Bunlardan maksimum olan değere Fisher'in karar kuralı gereği ülke sınıflandırılır.

3.6. Örnek seçilen ülkenin oluşturulan gruplara atanması

Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı-UNDP tarafından 2018 yılında yayınlanan İnsani Gelişme Endeksi sıralamasında 2. Grupta (Yüksek İnsani Gelişmiş Ülkeler) yer alan ve analize almadığımız bir ülke olan Paraguay'a ait veriler Tablo 9' da gösterilmiştir.

Tablo 9. Paraguay'a Ait İGE Verileri.

X_1 Toplam Nüfus	6811297
X_2 Tüberküloz Oranı	42.0
X_3 Toplam Doğurganlık Oranı	2.5
X_4 Doğumda Yaşam Beklentisi	73.21
X_5 İlköğretim Brüt Kayıt Oranı	106
X_6 GSYİH	36054281572
X_7 Elektrik Tüketimi	1563.505329
X_8 Toplam işsizlik	5.8

Bu değerler Fisher'in ayırma fonksiyonlarında yerine yazılarak fonksiyon değerleri şu şekilde bulunur:

$$f_1 = 5,8406, \quad f_2 = 5,9218, \quad f_3 = 3,2480, \quad f_4 = 2,6738$$

Fisher'in karar kuralı gereği fonksiyon değerlerinden hangisi en büyükse ülkemiz o gruba atanmalıdır. Dört fonksiyon değerine baktığımızda en büyük değer f_2 olduğu görülmektedir. Dolayısıyla Paraguay ayırma fonksiyonlarımız yardımıyla 2. gruba atanmalıdır. Paraguay 2. gruptan

analize almadığımız test için seçtiğimiz bir ülke idi. Ayırma analizimiz sonucunda elde ettiğimiz fonksiyonlar sayesinde Paraguay ülkesi doğru gruplandırılmıştır.

4. Sonuç

Çok değişkenli istatistik tekniklerinden verileri sınıflandırmak için kullanılan birçok yöntem vardır. Bağımlı değişkenlerin kategorik ve bağımsız değişkenlerin metrik ve grupların önceden belli olduğu veri setlerine uygulanan yöntemlerden biri diskriminant analizidir. Çalışmada Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) tarafından 2018 yılında yayımlanan İnsani Gelişme Raporu (HDR)'nun hesaplanmasında ve hazırlanmasında faydalanan endeks değerlerinin oluşturulmasında kullanılan 8 veri kullanılmıştır. Farklı dört grupta bulunan ülkelerden rastgele seçilen 55 ülke verileri üzerine uygulama yapılmıştır.

Diskriminant analizine geçmeden analizin varsayımları olan normallik varsayımı, kovaryans matrislerinin eşitliği varsayımı ve çoklu doğrusal bağlantı varsayımları incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda çoklu normal dağılım gösterilmiştir. Bulunan VIF ve tolerans değerleri sonucunda çoklu doğrusal bağlantı problemi olmadığı gösterilmiştir. Aynı şekilde kovaryans matrislerinin eşitliği varsayımı da gösterilerek doğrusal diskriminant analizinin uygulanmasına karar verilmiştir.

Çalışmada yapılan sınıflandırma sonucunda 1. gruptaki 18 ülkenin 13'ü, 2. gruptaki 15 ülkenin 13'ü, 3. gruptaki 14 ülkenin 10'u ve 4. gruptaki 8 ülkenin tamamının doğru sınıflandırıldığı görülmüştür. Doğru sınıflandırma yüzdesi böylece toplamda % 80 bulunmuş olup literatürde %65 ve üstü doğru sınıflandırma oranı diskriminant analizi için kabul edilebilir olduğundan diskriminant analizimizin doğru sınıflandırma oranının gayet iyi bir oran olduğu söylenebilir. Hatalı sınıflandırılan ülkeler incelendiğinde, çok yüksek gelişmişlik seviyesinde rapor edilen 5 ülke yüksek insani gelişmiş gruba hatalı sınıflandırılmış bu 5 ülkenin BM raporunda çok yüksek insani gelişmiş grubun alt sıralarında olduğu görülmüştür. Aynı şekilde yüksek insani gelişmişlik seviyesindeki bir ülke çok yüksek insani gelişmiş gruba bir tanesi de orta insani gelişmiş gruba hatalı sınıflandırılmıştır. Hatalı sınıflandırılan bu ülkelerin BM raporundaki sıralamalarına bakıldığında hatalı olarak çok yüksek insani gelişmiş gruba atanan ülkenin yüksek insani gelişmiş grubun üst sıralarında olduğu görülürken hatalı olarak orta insani gelişmiş gruba sınıflandırılan ülkenin yüksek insani gelişmiş grubun alt sıralarında olduğu görülmüştür. Yine gerçekte orta insani gelişmiş grupta olması gereken üç ülke yüksek insani gelişmiş, bir ülke de düşük insani gelişmiş gruba hatalı sınıflandırılmıştır. Yüksek insani gelişmiş gruba atanan üç ülkenin gerçekte orta insani gelişmiş grup içerisinde üst sıralarda olduğu düşük insani gelişmiş gruba atanan bir ülkenin gerçekte orta insani gelişmiş grubun alt sıralarında olduğu görülmüştür. Tüm bunların yanında gerçekte düşük insani gelişmiş gruptan analize alınan tüm ülkeler doğru sınıflandırılmıştır.

Birleşmiş Milletler İnsani Gelişme Endeksi Verileri Kullanılarak Ülkelerin Sınıflandırılmasının Diskriminant Analizi İle Karşılaştırılması

Analize alınmayan ve 2018 insani gelişme endeksi raporunda yüksek insani gelişmiş grupta yer alan Paraguay Fisher' in ayırma fonksiyonları yardımıyla yüksek insani gelişmiş gruba atanarak doğru sınıflandırıldığı görülmüştür.

Çok değişkenli analiz yöntemlerinden her biri çeşitli varsayımların sağlanmasına dayanmaktadır. Bu varsayımlardan bazılarının esnetilmesiyle oluşturulan çeşitli yöntemler analiz kolaylığı sağlasa da çoğu zaman analizin gücünü düşürmektedir. Bağımlı değişkeni iki veya daha çok gruptan oluşan diskriminant modellerinde modelin bağımsız değişkenleri grupları birbirinden en iyi ayıracak şekilde hesaplanmaktadır. Bağımsız değişkenlerin metrik ve normal dağıldığı, her grup düzeyinde kovaryans matrislerinin eşit olduğu veri setlerinde grupları birbirinden ayırmak için diskriminant analizi en iyi ayırma sonuçlarını vermektedir. Literatürde birçok iki gruplu diskriminant analizi çalışmaları varsa da ikiden fazla grup içeren veri setlerine uygulama örneği yorumlama zorluğundan çok fazla bulunmamaktadır. Çalışmamızın bu açıdan ikiden fazla grup içeren veri setleriyle çalışan araştırmacılara yardımcı olacağı düşünülmektedir

Uygulama sonucuna göre Diskriminant Analizinin ülkeler için yapılacak olan insani gelişme endeksi sınıflandırmasında kullanılabileceği söylenebilir.

Kaynakça

- Cooley, W. W. (1978) *Multivariate Data Analysis*, John Wiley & Sons, Inc., London.
- Doğan, H. G., Z., Gürler (2013) "Türkiye'nin İnsani Gelişme Endeksinin Analitik Olarak Değerlendirilmesi" , *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2013/3(2), ss. 69-76.
- Everitt, B. D. (1992) *Applied Multivariate Data Analysis*, Oxford University Press, New York.
- Fisher, R. A. (1976) "Discriminant Analysis, Data Analysis Strategies and Designs for Substance Abuse Research", 1976/1, ss. 201-220.
- Geoffry, J. M. (2004) *Discriminant Analysis And Statistical Pattern Recognition*, John Wiley & Sons, New Jersey.
- Günsoy, G. (2005) "İnsani Gelişme Kavramı ve Sağlıklı Yaşam Hakkı", *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 2005/1,(2), ss. 35-52.
- Hair, J. F. (2014) *Multivariate Data Analysis*. Harlow: Pearson.
- İnsani Gelişme Vakfı, <<http://ingev.org/hakkimizda/insani-gelisme-nedir>>, (24.03.2019).
- Kalaycı, Ş., vd. (2010) *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*, (5. Baskı), Öz Baran Ofset, Ankara.
- Karabulut, T. K. (2009). *Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü'ne Üye Ülkelerin 2006 Yılı İnsani Gelişmişlik Düzeylerinin Analizi*. 2(2), 1-18.
- Klecka, W. R. (1980) *Discriminant Analysis*, Sage Publication, London.
- Özdamar, K. (2002) *Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi-2*, Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Tatlıdil, H. (1992) *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz*, Akademi Matbaası, Ankara.
- UNDP, *Human Development Indicators*, http://hdr.undp.org/sites/default/files/2018_human_development_statistical_update.pdf, (25.03.2019).