



G7 Ülkelerinin Yeşil Büyüme Performanslarının Analizi: Entropi Tabanlı Electre Yöntemi İle Bir Uygulama

Analysis Of Green Growth Performances Of G7 Countries: An Application With Entropy-Based Electre Method

Dr. Furkan Fahri ALTINTAŞ

Jandarma Genel Komutanlığı

ORCID: 0000-0002-0161-5862

ÖZET

Çalışmanın amacı, dünya ekonomisinin büyük çoğunluğuna hâkim olan G7 ülkelerinin en son ve güncel olan 2019 yılı için Küresel Yeşil Büyüme Endeksi boyutlarına ait değerler üzerinden söz konusu ülkelerin yeşil büyüme performanslarını Entropi tabanlı ELECTRE yöntemi ile ölçmektir. Araştırmada ilk olarak Entropi yöntemi kapsamında ülkelere göre Küresel Yeşil Büyüme Endeksi boyutlarının önemlilik dereceleri ölçülmüş ve söz konusu boyutların önemlilik dereceleri yeşil ekonomik fırsatlar, sosyal içerik, doğal sermayenin korunumu ve etkili ve sürdürülebilir enerji kullanımı olarak sıralanmıştır. Araştırmada ikinci olarak ülkelerin yeşil büyüme performansları Entropi tabanlı ELECTRE yöntemi ile hesaplanmıştır. Bulgulara göre, ülkelerin yeşil büyüme performanslarının net uyum ve uyumsuzluk sıralamalarının sıra baskınlık teorisine göre nihai sıralaması Almanya, Fransa-İngiltere-Japonya, İtalya-Kanada ve ABD olarak gözlenmiştir. Bu kapsamda ABD'nin yeşil büyüme performansının diğer ülkelere göre daha az olması açısından, ABD'nin diğer ülkeler ile yeşil büyüme konusunda uyum içinde olması için yeşil büyüme performansını artıracak stratejiler geliştirmesi gerektiği değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yeşil büyüme, yeşil büyüme performansı, Entropi, ELECTRE

ABSTRACT

The aim of the study is to measure the green growth performance of the G7 countries, which dominate the majority of the world economy, with the Entropy based ELECTRE method, over the values of the Global Green Growth Index for 2019, which is the latest and current. In the research, firstly, the importance levels of the Global Green Growth Index dimensions were measured according to the countries within the scope of the Entropy method, and the importance levels of these dimensions were listed as green economic opportunities, social inclusion, natural capital protection, and efficient and sustainable resource use. Secondly, the green growth performances of the countries were calculated with the Entropy-based ELECTRE method. According to the findings, the final ranking of the net harmony and mismatch rankings of the green growth performances of the countries according to the rank dominance theory was observed as Germany, France-England-Japan, Italy-Canada and the USA. In this context, it has been evaluated that the USA should develop strategies that will increase its green growth performance in order to be in harmony with other countries in terms of green growth performance, since the green growth performance of the USA is lower than that of other countries.

Keywords: Green growth, green growth performance, Entropy, ELECTRE

1. GİRİŞ

Yeşil büyüme terimi akademik olarak ilk defa Paul Ekins tarafından kullanılmış olup, kısaca çevreyi göz ardı etmeyen sürdürülebilir ekonomik büyüme olarak tanımlanmaktadır (Ekins, 2002'den akt. Ateş ve Ateş, 2015: 80). Fakat yeşil ekonomi konusunda uluslararası alanda tanımlar ve kurallar hakkında tam bir uzlaşma bulunmamaktadır. Örneğin yeşil büyüme düşük karbon salınımlı gelişme, sürdürülebilir ekonomi gibi farklı tanımlar içerisinde kendine yer bulmuştur. Birleşmiş Milletler Çevre Raporuna göre ise yeşil büyüme hem çevresel riskleri ve ekolojik bozulmaların seviyesini düşürmekte, hem de insan refah düzeyini artırıp sosyal eşitliği sağlayan

sonuçları sağlamaktadır. Yeşil Ekonomik Koalisyona göre ise yeşil büyüme, dünyanın ekolojik sınırları içerisinde herkes için daha iyi bir yaşam sağlayan esnek bir ekonomi olarak belirtilmektedir (Pezikoğlu, 2016: 1392).

Yeşil büyüme kavramı 2005 yılında Seul'da yapılan Çevre ve Kalkınma Bakanlar Konferansında daha anlamlı olarak tartışılmıştır. Söz konusu konferansta sürdürülebilir kalkınma boyutunun geliştirilmesi ve yeşil büyüme yönteminin uygulanması gerektiği kabul edilmiştir (Kararach vd., 2018'den akt. Al, 2019: 115). Bunun yanında 2012 yılında gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı çerçevesinde Rio+20'de yeşil büyümenin sürdürülebilir kalkınmayı sağlamasında bir strateji olduğunu belirtilmiştir (UNESCAP, 2012'den akt. Al, 2019:115).

Yeşil büyüme, hem doğal kaynakların ve refahımızın dayandığı kaynakları ve çevresel hizmetleri sağlamaya devam etmesinin sağlanması, hem de ekonomik büyüme ve gelişmeyi teşvik etmekle ilgilidir. Ayrıca yeşil büyüme stratejisinde önemli olan üretkenliğin, yenilikçiliğin ve insan sermayesinin teşvikinin sağlanmasıdır (OECD, 2011: 17). Buna göre yeşil büyümede temel amaç ekonomik büyümeyi dikkate alarak çevresel iyileştirmenin ve geliştirmenin oluşturulmasıdır (Şeker ve Çetin, 2015: 23).

Yeşil büyümenin temeli yeşil ekonomiye dayanmaktadır. Yeşil ekonomi ise insanın tabiat üzerindeki zararlı faaliyetlerini önlemek, ekonomik büyüme ve ekonomik kalkınma anlayışını sadece maddi gelir elde etme düşüncesi ile reddeden "küçük güzeldir" düşüncesi kapsamında doğayla barışık ve insani ölçekte üretim ve tüketim ilişkisine dayanan ekonomik düşüncedir (Şahin, 2017: 24). Yeşil büyümenin ekonomik kısmı sürdürülebilir üretme ve daha yeşil dostu teknolojilerle sağlanan yatırımların sosyal adalet, sosyal koruma ve düzgün işlerin temel işlevleri tarafından oluşturulan yapıtı olarak açıklamaktadır. Söz konusu bu yapı, kaynakların verimli, toplumsal olarak içerikli ve düşük karbon emisyonlu bir ekonomik olarak değerlendirilebilir. Yeşil ekonomiden beklenen gelir ve istihdamın artmasıyla özel sektör ve kamu yatırımları tarafından karbon salınımı ve kirlilik seviyesi düzeyinin düşmesi ile ekosistem hizmetleri ve biyolojik çeşitliliğin sağlanmasıdır (Yıldırım Özcan, 2019: 1014).

Yeşil büyüme kapsamında ekonomik, beşeri ve çevresel faydaların edinilmesi için ülkeler yeşil ekonominin gelişmesine yönelik hangi yatırımların desteklenmesi gerektiğini iyi analiz etmektedir (Günaydın, 2015: 510). Bu bağlamda birçok ülke, yeşil büyümeye önem vermekte ve yeşil büyüme ile ilgili olarak stratejiler geliştirmektedir. Çünkü yeşil büyüme, insanların yaşam kalitelerini, insani gelişmişlik düzeylerini, yaşam standartlarını, refahını, beşeri sermayeyi ve genel sağlık düzeyini artırıp ekonomik büyümeye fırsat sağlamaktadır (Alper ve Alper, 2017: 153). Ayrıca yeşil büyüme çevre kirliliğini ve küresel ısınmanın olumsuz etkilerini azalttığı için mutluluğu artıran önemli bir rolü bulunmaktadır (Anderson vd., 2016: 30). Bunun yanında yeşil büyüme ile doğal sermayenin sürdürülebilirliği sağlanabilecek (Fletcher vd., 2018: 14) ve doğal sermayenin verimliliği oluşabilecektir (Koondhar vd., 2021). Sonuç olarak su, enerji ve gıda kaynaklarının büyük bir baskı altına girmesi, iklim değişikliğinin ve çevresel bozulmanın artması çerçevesinde yeşil büyüme birçok uluslararası kurum ve kuruluş tarafından hem çevrenin korunmasında, hem de küresel ekonominin iyileşmesinde etkili bir yöntem olarak görülmektedir (Borel- Saladin ve Turok, 2013: 209).

Yeşil büyüme ile birçok sektör gelişim ve değişim gösterebilecektir. Dolayısıyla ülkeler yeşil büyümeye önem vermekte olup, söz konusu yeşil büyümeyle gelişim gösterecek sektörler ve sektörlerin gelişiminin açıklanması Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Yeşil Büyüme Sektörleri

Tanımlar	Açıklama
Yeşil Enerji	Güneş, rüzgâr jeotermal enerjiler gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının geliştirilmesi.
Yeşil Ulaşım	Yakıt tasarrufu sağlayan araçların elektrikli araçların, yenilenebilir yakıtların ve toplu ulaşım ile farklı ve çeşitli ulaşım türlerinin geliştirilmesi
Yeşil Dizayn ve İnşaat	Enerji ve su verimliliğinde geri dönüşümün, malzemelerin, altyapıların ve entegre kentsel çevre planlamasının gelişimi.
Yeşil Tarım	Toplum odaklı gıda sisteminin tarımsal korumanın ve organik tarımın gelişimi.
Yeşil Su Yönetimi	Yağmur suyunun kullanımının, suyun geri dönüşümünün ve ıslahının gelişimi.
Yeşil Atık Yönetimi	Gübreleştirilen ürünlerin ve kentsel dönüşümün geliştirilmesi.

Kaynak: Richardson, 2013'den akt. Demirtaş, 2019: 112-113.

Ülkeler kendilerinin yeşil büyüme performanslarını her zaman takip etmektedirler. Çünkü ülkeler, yeşil büyüme performanslarını analiz ederek ve yeşil büyüme performansları hakkında farkındalık sağlayarak kendilerinin yeşil büyüme konusundaki eksikliklerini, yeterliliklerini ve üstünlüklerini takip edebileceklerdir. Dolayısıyla ülkeler, yeşil büyüme performanslarının farkındalığıyla yeşil büyüme konusundaki eksikliklerini gidermek, yeterliliklerini geliştirmek ve üstünlüklerinin sürdürülebilirliğini sağlamak için politikalar, yöntemler, yönetimler ve stratejiler geliştirebileceklerdir. Ülkeler ayrıca birbirlerinin yeşil büyüme performanslarını da takip etmektedirler. Bu bağlamda ülkeler, yeşil büyüme performanslarını artırmak için yeşil büyüme performansı iyi olan ülkeler ile işbirlikleri ve ortaklıklar oluşturabilmektedirler. Buna göre ülkelerin yeşil büyüme performanslarının ölçümü büyük önem kazanmakta olup, ülkeler her zaman kendilerinin yeşil büyüme performanslarını ölçen ölçeklere ihtiyaç duymaktadır.

Literatürde ülkelerin yeşil büyüme göstergeleri hakkında çeşitli metrikler bulunmaktadır. Bunlardan ilki OECD tarafından oluşturulan ve en son 2017 yılında ölçülen Yeşil Büyüme Göstergeleri (Green Growth Indicators-GGI)'dir (OECD, 2017). Söz konusu göstergeler ilişkin bilgiler Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Yeşil Büyüme Göstergeleri

Gösterge Adı	Altbaşlıklar
Sosyo-Ekonomik Bağlam	Kişi başına düşen GSYİH (Gayri Safi Yurtiçi Hasıla), nüfus, nüfus yoğunluğu, işsizlik, gini endeksi, insani gelişme endeksi.
Doğal Varlık Tabanı	Yıllık ortalama ormansızlaşma, kişi başına yıllık tatlı su çekilmesi, tarım arazisi, karasal ve deniz koruma alanları.
Çevre ve Kaynak Verimliliği	Kişi başına düşen CO2 emisyon miktarı, karbon verimliliği.
Çevresel Yaşam Kalitesi	Nüfusun hava kirliliğine maruz kalması (PM 2.5), iyileştirilmiş sağlık sistemine erişim, geliştirilmiş su kaynağına erişim, elektriğe erişim.
Politikalar ve ekonomik fırsatlar	Fosil yakıt tüketimi sübvansiyonları, çevre ile ilgili vergi geliri, yenilenebilir elektrik.
Zenginlik değişiklikleri	Kişi başına düşen servetteki değişiklikler.

Kaynak: www.greengrowthknowledge.org/data-explorer#/line?startYear=2000&endYear=2015'den akt. Yılmaz, 2018: 86-87.

Ülkelerin yeşil büyüme performanslarını ölçen diğer bir metrik ise merkezi Seul'da bulunan Küresel Yeşil Büyüme Enstitüsü (Global Green Growth Institute-GLGGI) tarafından geliştirilen Küresel Yeşil Büyüme Endeksi (Global Green Growth Index-GGGI)'dir. Söz konusu endeks en son 2019 yılı için hazırlanmış olup, endeks 4 boyut, 4 boyuta bağlı 16 bileşen ve 16 bileşene bağlı 36 alt bileşenden oluşmaktadır. Ayrıca metodoloji olarak alt bileşenlerin aritmetik ortalaması ile bileşenler, bileşenlerin aritmetik ortalaması ile boyutlar ve boyutların aritmetik ortalaması ile ülkelerin GGGI değerleri hesaplanabilmektedir (GLGGI, 2019). GGGI, ülkelerin yeşil büyüme performansları hakkında bir klavuz niteliğinin olmasının yanında, gelecekte ülkelerin yeşil büyüme

performanslarına yönelik ülkelere farkındalık sağlamaktadır (O'Donnell, 2012:1). Bu kapsamda GGGI'ya ait boyutlar, bileşenler ve alt bileşenler Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3. GGGI Boyutları, Bileşen ve Alt Bileşenleri

Boyutlar	Bileşenler	Alt Bileşenler
Etkili ve Sürdürülebilir Enerji Kullanımı	Etkili ve Sürdürülebilir Enerji	Toplam enerji arzının GSYİH'ya oranı.
		Yenilenebilir enerjinin toplam enerji tüketimindeki payı.
	Etkili ve Sürdürülebilir Su Kullanımı	Etkili su kullanımı.
		Mevcut tatlı su kaynaklarına tatlı su çekilmesinin payı .
Sürdürülebilir Toprak Kullanımı	Toprak besin bütçesi.	
	Organik tarımın toplam tarım arazisi içindeki payı .	
Metaryalın etkili kullanımı	Toplam ev içi malzeme tüketimi.	
	Kişi başına toplam malzeme ayak izi .	
Doğal Sermaye Korunumu	Çevresel Kalite	PM2.5 hava kirliliği, ortalama yıllık nüfus ağırlıklı maruz kalma.
		Güvenli olmayan su kaynakları kapsamında DALY oranı.
		Çevresel katı atıklar.
		CO2 emisyonların nüfusa oranı (AFOLU dahil).
	Sera Gazı Salınımı Azalımı	CO2 emisyonların nüfusa oranı (AFOLU hariç).
		CO2 dışı emisyonların nüfusa oranı (AFOLU hariç).
		Tarımda CO2 dışı emisyonların nüfusa oranı.
	Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistemin Korunması	Korunan alanların kapsadığı önemli biyolojik çeşitlilik alanlarının ortalama oranı.
		Orman alanının toplam arazi alanına oranı.
		Ormandaki yer üstü biyokütle stoğu.
	Kültürel ve Sosyal Değerler	Kırmızı liste endeksi.
		Kıyı ve deniz alanlarında turizm ve rekreasyon .
Karasal ve deniz koruma alanlarının toplam karasal alanlara oranı.		
Yeşil Ekonomik Fırsatlar	Yeşil Yatırım	Partikül emisyonu hasarı dâhil olmak üzere ayarlanmış net tasarruflar
	Yeşil Ticaret	Çevresel mal ihracatının toplam ihracattaki payı (OECD ve APEC sınıfı).
	Yeşil İstihdam	Yeşil istihdamın toplam imalat istihdamı içindeki payı.
	Yeşil İnovasyon	Çevre teknolojisindeki patent yayınlarının toplam patentler içindeki payı.
Sosyal İçerik	Temel Hizmetlere ve Kaynaklara Erişim	Güvenli bir şekilde yönetilen su ve sanitoryona erişimi olan nüfus.
		Elektriğe ve temiz yakıtlara/teknolojiye erişimi olan nüfus.
		Sabit İnternet geniş bant ve mobil hücresel abonelikler.
	Cinsiyet Dengesi	Ulusal parlamentolarda kadınların sahip olduğu sandalye oranı.
		Bir finans kurumundaki veya mobil para hizmeti sağlayıcısındaki hesabın cinsiyet oranı.
		Ücret almak, eşit cinsiyet ücreti için yasa ve yönetmelikleri kapsama oranı.
	Sosyal Eşitlik	Palma oranına dayalı gelir eşitsizliği.
		Temel hizmetlerin (örneğin elektrik) kentsel-kırsal erişim oranı.
		Eğitimde, istihdamda veya eğitimde olmayan gençlerin (15-24 yaş arası) payı.
	Sosyal Koruma	Yasal emeklilik yaşının üzerinde emekli maaşı alan nüfusun oranı.
		Evrensel sağlık sigortası hizmet kapsamı endeksi.
		Gecekondularda yaşayanların kentsel nüfusun oranı.

Kaynak: GLGGI, 2020:8

Araştırmada G7 ülkelerinin en son ve güncel olan 2019 yılı için GGGI boyutlarına ait veriler ile söz konusu G7 ülkelerinin yeşil büyüme performansları Entropi tabanlı ELECTRE yöntemi ile ölçülmüştür. G7 grubu ülkeleri dünyanın en gelişmiş ekonomilerine sahip olup, küresel zenginliğin yaklaşık olarak %64'üne sahiptir (www.wikipedia.org/wiki/G7). Bu anlamda yeşil büyümenin amacının sürdürülebilir ekonomik büyüme ve kalkınma olması kapsamında G7 ülkelerinin yeşil büyüme performanslarının ölçümü çok büyük önem arz etmektedir. Çünkü G7 ülkelerinin yeşil büyüme konusundaki stratejileri, yöntemleri ve faaliyetleri dünya ekonomisini etkileyebilmektedir. Ayrıca ülkelerin yeşil büyüme performanslarını ölçen GGGI, OECD tarafından oluşturulan GGI'ya

göre daha ayrıntılı ve daha güncel bir düşünce ile oluşturulmuştur. Bunların dışında ELECTRE yöntemi birçok dünya problemin çözümünde kullanılan bir ÇKKV yöntemidir (Ayçin, 2019: 104). Bu kapsamda araştırmanın literatür kısmında yeşil büyüme ile Entropi ve ELECTRE yöntemi ile ilgili araştırmalar açıklanmıştır. Yöntem kısmında ise araştırmanın veri seti, analiz düzeyi ile Entropi tabanlı ELECTRE yöntemi açıklanmıştır. Sonuç kısmında ise bulgular kapsamında tespit edilen nicel değerlere istinaden çıkarımlar sağlanıp tartışılmıştır.

2. LİTERATÜR

Araştırmanın literatürü iki kısımdan oluşmaktadır. Bunlardan birincisi yeşil büyüme ile ilgili araştırmalar açıklanmıştır. İkincisinde ise Entropi ve ELECTRE yöntemini konu alan çalışmalar belirtilmiştir.

Ateş ve Ateş (2015), çoklu perspektif analizi yöntemi ile yeşil büyüme konseptinin Türkiye için gerekliliğini analiz etmiş olup, söz konusu konseptin hayata geçirilmesi için izlenecek yolları açıklamışlardır. Analize göre, sosyo-ekolojik dönüşümün zorunlu bir yol olduğu değerlendirilmiş olup, bu kapsamda analizde yeşil büyüme stratejisinin hayata geçirilmesi için çok kapsamlı ve uzun vadeli çalışma ile zihniyet dönüşümünün olması gerektiğini belirtilmiştir.

Şeker ve Çetin (2015), yeşil büyüme kapsamında Yoichi Kaya araştırmasında ortaya konulan üç temel CO₂ salınımı belirleyicilerin (ekonomik büyüme, enerji tüketimi, nüfus) karbondioksit salınımı üzerindeki etkisini Türkiye ekonomisi için 1961-2010 dönemi çerçevesinde ARDL sınır testi, Johansen-Juselius eş bütünleştirme ile VECM Granger nedensellik testi ile incelemişlerdir. Bulgulara göre, nüfus artışı ile karbondioksit salınımı arasında uzun dönemde pozitif bir ilişki ile söz konusu CO₂ salınımının belirleyicilerin karbondioksit salınımına doğru uzun dönemde bir nedensellik olduğu tespit edilmiştir.

Kunapatarawong ve Martinez-Ros (2016), 2007-2011 dönemi için İspanya Ulusal İstatistik Enstitüsü'nden sağladığı veriler ile İspanya'da yeşil büyüme kapsamında yeşil inovasyon ve istihdam ile istihdam oranı arasında anlamlı ve pozitif yönlü ilişki olduğunu belirlenmiştir.

Yue vd. (2016), 2004-2011 dönemi için Çin Halk Cumhuriyeti'ndeki 104 şehrin doğrudan yabancı yatırım (DYY) ile yeşil büyüme boyutlarına ilişkin veriler ile DYY'nin yeşil büyümeye olan etkisini panel veri analizi ile incelemişlerdir. Araştırmada, birinci olarak farklı şehirlerin yeşil büyümede farklılıklar olduğu ve Shenzhen şehrinde yeşil büyümede verimlilik sağladığı tespit edilmiştir. İkinci olarak DYY boyutunun tüm Çin şehirlerinde yeşil büyümeyi pozitif yönde ve anlamlı etkilediği gözlenmiştir. Üçüncü olarak DYY'lerin yeşil büyümeye olan etkisinin farklı sektörlerde farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Guo vd. (2017), Çin Halk Cumhuriyeti'ndeki 30 şehrin 2011-2012 yıl aralığındaki veriler ile çevresel düzenlemeler, teknolojik inovasyon ve yeşil büyüme performans boyutları arasındaki ilişkiyi yapısal eşitlik modeli (YEM) ile incelemişlerdir. Araştırma sonucuna göre, çevresel düzenlemelerin yeşil büyüme performansını anlamlı ve negatif yönde, teknolojik inovasyonu anlamlı ve pozitif yönde ve son olarak teknolojik inovasyonun yeşil büyüme performansını anlamlı ve pozitif yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Yılmaz (2018), sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir kalkınmanın yeni vizyonu olan yeşil büyüme kavramlarını inceleyerek söz konusu kavramlar arasındaki ilişkiyi inceleyerek genel bir değerlendirme yapmıştır. Çalışmada, yeşil büyüme kavramının temelini sürdürülebilir kalkınma olduğu, bu kapsamda sürdürülebilir kalkınma ve yeşil büyüme kavramlarının birlikte kullanıldığında hem sürdürülebilir kalkınma, hem de yeşil büyüme kavramlarının daha anlamlı olacağını ifade etmiştir.

Wang ve Shao (2019), G20 ülkelerinin 2001-2005 dönemi için söz konusu ülkelerin ilgili verileri ile heterojen çevre düzenlemelerin yeşil büyüme üzerindeki doğrusal olmayan etkisini panel eşik

regresyon yöntemi ile incelemişlerdir. Bulgulara göre, yeşil büyüme ile heterojen çevre düzenlemeleri arasında doğrusal olmayan anlamlı bir ilişki belirlenmiştir.

Yıldırım Özcan (2019), Kayseri, Samsun, Hatay ve Sakarya Büyükşehir Belediyelerinden elde edilen OECD yeşil büyüme göstergelerine ilişkin olarak elde edilen veriler ile Türkiye ve OECD ülkelerini yeşil büyüme konusunda karşılaştırma yapmışlardır. Araştırmada, Türkiye’de kentsel sürdürülebilirliğin oluşturulması ve yeşil büyüme ile yeşil işler konularında gelişme sağlanması için yeşil büyüme eylem planlarının hazırlanması ve uygulanması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Hao vd. (2021), G7 ülkelerinin 1991-2017 yıl aralığındaki dönem için yeşil büyüme ve sürdürülebilir çevre boyutlarına ilişkin veriler ile yeşil büyümenin sürdürülebilir çevreye olan etkisini ikinci jenerasyon panel veri analizi ile incelemişlerdir. Bulgulara göre, yeşil büyümenin doğrusal ve doğrusal olmayan yapısına göre CO2 salınımını azalttığı tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmada çevresel vergi, beşeri sermaye ve yenilenebilir enerjinin CO2 salınımını düşürdüğü ve gayri safi yurtiçi hasıla büyümesinin hem kısa, hem de uzun vadede çevrenin tükenmesini etkilediği belirlenmiştir. Buna göre araştırmada, yeşil büyümenin çevre kalitesini sağladığı sonucuna varılmıştır.

Literatürün ikinci kısmı çerçevesinde Entropi tabanlı ELECTRE yöntemi kapsamında yapılan çalışmalar Tablo 4’de gösterilmiştir.

Tablo 4. Entropi Tabanlı ELECTRE Yöntemi ile İlgili Araştırmalar

Araştırmacı (lar)	Yöntem	Konu
Shanian ve Savadogo (2006)	Entropi tabanlı ELECTRE 4	Polimer elektrotit yakıt pilleri uygulamaları için bipolar plakaların malzeme seçimi
Liu ve Zhang (2010)	Entropi tabanlı ELECTRE	Tedarik zinciri için tedarikçi seçimi
Shan (2012)	Entropi tabanlı ELECTRE	Güç ekipmanı tekliflerinin değerlendirilmesi.
Abedin (2015)	Entropi tabanlı ELECTRE	Emek verimliliğine etki eden faktörlerin değerlendirilmesi.
Wang ve Liu (2016)	Entropi tabanlı ELECTRE	Enerji santrallerinin enerji tasarımlarının değerlendirilmesi.
Tavassoli vd. (2018)	Entropi tabanlı ELECTRE	Tedarikçi seçimi
Keleş (2019)	Entropi tabanlı ELECTRE	B segmenti otomobil markalarının sıralanması
Liu ve Ming (2019)	Entropi tabanlı ELECTRE	Akıllı üretim hizmetlerinin birlikte uygulanması için arıza modlarının sınıflandırılması.
Wardaya vd. (2019)	Entropi tabanlı ELECTRE	Destek sistemi modelinde gen mutasyonu tespiti
Mahdiraji vd. (2020)	Entropi tabanlı BPM ve ELECTRE	Finansal piyasada iş süreci dönüşümü belirleme.
Singh vd. (2020)	Entropi tabanlı ELECTRE	Doğal elyaf bazlı fren sürtünme kompozitlerinin seçimi.
Esen (2021)	Entropi tabanlı ELECTRE	Mobilya ürünlerinin Türkiye ekonomisine olan katkısının analizi.
Karakış (2021)	Entropi tabanlı ELECTRE	Fotokopi makinası seçimi
Li vd. (2021)	Entropi tabanlı ELECTRE	Kentsel sürdürülebilirliğin dinamik değerlendirilmesi.
Şener ve Yılmaz (2021)	Entropi tabanlı ELECTRE ve K-ortalamalar Yöntemi	Ülkelerin refah düzeylerinin değerlendirilmesi.

3. YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Veri Seti ve Analiz Düzeyi

Araştırmada G7 ülkelerinin 2019 yılı için GGI boyutlarına ait değerler üzerinden söz konusu ülkelerin yeşil büyüme performansları Entropi tabanlı ELECTRE yöntemi ile belirlenmiştir. Araştırma kolaylık sağlama açısından veri setini oluşturan GGI boyutlarının kısaltmaları Tablo 5’de gösterilmiştir.

Tablo 5. GGGI Boyutları

RLI Bileşenleri	Kısaltmalar
Etkili ve Sürdürülebilir Enerji Kullanımı	GGGI1
Doğal Sermaye Korunumu	GGGI2
Yeşil Ekonomik Fırsatlar	GGGI3
Sosyal İçerik	GGGI4

3.2. Entropi Yöntemi

Entropi temel anlamda düzensizliği açıklamaktadır. Bu çerçevede bir ÇKKV durumunda bir kriterin entropisi ne kadar fazlaysa bu durum düzensizliğin daha fazla olduğu anlamına geldiğinden dolayı kriterin ağırlık değerleri daha fazla olması beklenir. Bu anlamda Entropi yöntemi, karar verme sürecinde etkin olarak uygulanabilmektedir. Çünkü Entropi yöntemi ile kriterler arasındaki zıtlıklar hesaplanabilmekte ve buna göre karar verici veya vericiler için bilgiler muğlak kalmamaktadır (Ecer, 2020: 55). Bunun dışında Entropi yöntemi kolay ve anlaşılır matematiksel işlemler içermektedir. Böylelikle karar verici boyutunda uzmanlık ve yargıya ihtiyaç yoktur (Aksakal ve Çalışkan, 2020: 171). Buna göre Entropi yönteminin uygulama aşamaları aşağıda açıklanmıştır (Ayçin, 2019: 122-124; Dinçer, 2019: 36-38; Aksakal ve Çalışkan, 2020: 171-172; Arslan, 2020: 22-25; Ecer, 2020: 57-58; Öztel ve Alp, 2020: 23-24; Uludağ ve Doğan, 2021: 395-396).

A_i : i. karar Alternatifi ($i=1,2,\dots,m$).

C_j : j. değerlendirme kriteri ($j=1,2, \dots,n$).

x_{ij} : j. değerlendirme kriterine göre i. alternatifin aldığı yer.

p_{ij} : j. değerlendirme kriterine göre i. alternatifin aldığı normalize değer.

k: Entropi katsayısı

e_j : Entropi değeri

d_j : Farklılaşma derecesi

w_j : j. Değerlendirme kriterinin ağırlığı ($j=1,2,\dots,n$).

1. Aşama: Karar Matrisinin Oluşturulması

$$D = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

2. Aşama: Karar Matrisinin Normalizasyonu

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad \forall i, j \quad (2)$$

3. Aşama: Kriterlerin Entropi Değerlerinin Bulunması

$$k = (\ln(m))^{-1} \quad 0 \leq e_j \leq 1 \quad (3)$$

$$e_{ij} = -k \cdot \sum_{j=1}^n p_{ij} \cdot \ln(p_{ij}) \quad i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n \quad (4)$$

4. Aşama: Farklılaşma Derecelerinin Hesaplanması

$$d_j = 1 - e_j \quad j=1,2,\dots,n \quad (5)$$

5. Aşama: Entropi Kriter Ağırlıklarının Tespiti

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (6)$$

3.3. ELECTRE Yöntemi

ELECTRE yönteminin amacı, her bir kriter ayrı olma üzere karar alternatiflerinin aralarındaki ikili karşılaştırmaları kullanılmaktadır. Söz konusu ikili karşılaştırma (A_i, A_j) kapsamında eğer $A_i \rightarrow A_j$ ise A_i, A_j 'ye göre tercih edilebilir üstünlüğü bulunduğu anlamına gelmektedir. Ayrıca eğer i . alternatif j . alternatife nicel olarak baskın değilse karar verici, A_i 'nin A_j 'ye nazaran daha iyi olduğu riskini göz önünde bulundurur. Bir karar alternatifi bir ya da birden fazla kritere göre değerlendirildiğinde diğerlerinden daha iyiyse ve kalan kriterlere göre hesaplandığında diğer kriterlere eşitse, diğer alternatiflere baskın olduğu anlamına gelmektedir (Ayçin, 2019: 104). Bu kapsamda ELECTRE yönteminin uygulama aşamaları aşağıda açıklanmıştır.

1.Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Eşitlik 1'de belirtilen m karar alternatif sayısını, n kriter sayısını ve a_{ij} ise m . Alternatifinin n . kriter açısından değerlendirme puanını göstermektedir.

2.Adım: Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

Fayda kriterleri için eşitlik 8, maliyet kriterleri için eşitlik 9 kullanılır.

$$x_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad i=1,2,K,\dots,m;j=1,2,K,\dots,n \quad (8)$$

$$x_{ij} = \frac{1/a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m \left(\frac{1}{a_{kj}}\right)^2}} \quad i=1,2,K,\dots,m;j=1,2,K,\dots,n \quad (9)$$

Eşitlik 8 ve eşitlik 9 sonucunda tespit edilen değerlere istinaden X_{ij} matrisi eşitlik 10'da gösterilen şekilde sağlanır.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (10)$$

3. Aşama: Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisinin Sağlanması

Karar vericiler için önem farklılıklarını ELECTRE yönteminde gösterebilmek için V matrisi hesaplanmalıdır. Bunun için ilk olarak değerlendirme kriterinin ağılıklarının (W_i) belirlenmesi gerekmektedir. Sonrasında normalize edilmiş X matrisinin her bir sütunundaki elemanlar eşitlik 11'de gösterildiği gibi W_i değeri ile çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi (V) oluşturulur. Söz konusu V matrisi eşitlik 12'de açıklanmıştır.

$$V_{ij} = W_j X_{ij} \quad (11)$$

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} W_1 X_{11} & W_2 X_{12} & W_n X_{1n} \\ W_1 X_{21} & W_2 X_{22} & W_n X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ W_1 X_{m1} & W_2 X_{m2} & W_n X_{mn} \end{bmatrix} \quad (12)$$

4. Aşama: Uyum ve Uyumsuzluk Kümelerinin Tespit Edilmesi

Uyum ve uyumsuzluk kümelerinin tespit edilmesi için V matrisinden istifade edilir. Karar noktaları birbirleriyle değerlendirme faktörleri açısından karşılaştırılır. İkili karar alternatiflerinin karşılaştırılması için kriterler iki ayrı kümeye ayrılır. A_p ve A_q ($1, 2, \dots, m$ ve $p \neq q$) uyum kümesinde, A_p karar alternatifi A_q 'ya tercih edilir. Buna göre uyum kümesi eşitlik 13'de gösterildiği şekilde oluşturulur.

$$C(p,q)=\{j|V_{pj} \geq V_{qj}\} \quad (13)$$

A_p alternatifi A_p 'dan daha kötü bir alternatif ise uyumsuzluk kümesi eşitlik 14'de gösterilen şekilde oluşturulur.

$$D(p,q)=\{j|V_{pj} < V_{qj}\} \quad (14)$$

ELECTRE yönteminde her uyum kümesine, bir uyumsuzluk kümesi denk gelmektedir. Diğer bir ifade ile uyum kümesi sayısı kadar uyumsuzluk kümesi sayısı bulunmaktadır.

5. Aşama: Uyum ve Uyumsuzluk Endekslerinin Hesaplanması

ELECTRE yönteminde bulunan elemanların ilişkisini hesaplamak için kullanılan uyum ve uyumsuzluk endeksleri bulunmaktadır. Uyum endeksi ile $C(a,b)$ a'nın en az b kadar iyi olup olmadığı ölçülmektedir. Uyum matrisi (C) sağlanması için uyum kümelerinde istifade edilir. C matrisinin elemanları eşitlik 15 ile gösterilen ilişki ile ölçülmektedir.

$$C_{pq} = \sum_{j^*} W_j^* \quad (15)$$

Eşitlik 15'de C_{pq} uyum endeksi, ikili karşılaştırmanın sonucunda ne kadar emin olunduğunu göstermektedir. j^* uyum kümesi $C(p,q)$ 'de yer alan faktörlerdir. Örneğin $C_{12} = \{1,3\}$ ise C matrisinin C_{12} elemanının değeri $C_{12} = W_1 + W_3$ olarak sağlanır. Bu çerçevede C matrisi eşitlik 16'da gösterilmiştir.

$$C = \begin{bmatrix} - & c_{12} & c_{13} & \dots & c_{1m} \\ c_{21} & - & c_{23} & \dots & c_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ c_{m1} & c_{m2} & c_{m3} & \dots & - \end{bmatrix} \quad (16)$$

Uyumsuzluk kümesinden yararlanılarak uyumsuzluk matrisi (D) oluşturulur. Uyumsuzluk matrisinin elemanları ise eşitlik 17 ile hesaplanır.

$$D_{pq} = \frac{\sum_{j=0} |V_{pj}^0 - V_{qj}^0|}{\sum_j |V_{pj}^0 - V_{qj}^0|} \quad (17)$$

Eşitlik 17'de j^0 , uyumsuzluk kümesi $D(p,q)$ 'de yer alan faktörlerdir. D matrisi eşitlik 18'de belirtilmiştir.

$$D = \begin{bmatrix} - & d_{12} & d_{13} & \dots & d_{1m} \\ d_{21} & - & d_{23} & \dots & d_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ d_{m1} & d_{m2} & d_{m3} & \dots & - \end{bmatrix} \quad (18)$$

6. Aşama: Üstünlük Karşılaştırılmasının Yapılması

A_p alternatifinin A_q 'ya ne kadar baskın olduğu, uyum endeksi C_{pq} 'nin ne kadar büyük ve uyumsuzluk endeksi D_{pq} 'nin ne kadar küçük olduğu ile tespit edilmektedir. Bunun için önce C ve D değerlerinin ortalamaları (\bar{C} ve \bar{D}) hesaplanmalıdır. Eğer $C_{pq} \geq \bar{C}$ ve $D_{pq} \geq \bar{D}$ ise A_p alternatifi A_p alternatifine tercih edilmektedir. ELECTRE yöntemi ile seçilen alternatifler bir çekirdek (K) oluşturmaktadır. Çekirdek (K) aşağıda belirtilen iki duruma göre sağlanır.

1. K'nın içindeki alternatif K'nın içinde mevcut diğer bir alternatifine göre daha baskın değildir.
2. K'nın dışındaki bir alternatif, tercih sıralamasında K'nın içindeki en az bir noktanın daha gerisinde bulunmaktadır.

6. Aşama: Net Uyum ve Uyumsuzluk Endekslerinin Hesaplanması

Net uyum endeks değeri en büyük, net uyumsuzluk endeksi ise en küçük olan alternatif çözüm kümesini oluşturmaktadır. C_p 'ler büyükten küçüğe, D_p 'ler ise küçükten büyüğe doğru sıralanmakta ve net uyum ve uyumsuzluk endeksleri eşitlik 19 ve eşitlik 20 ile tespit edilir.

$$C_p = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m C_{pk} - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m C_{kp} \quad (19)$$

$$D_p = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m D_{pk} - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m D_{kp} \quad (20)$$

Eşitlik 19 ve eşitlik 20 ile belirlenen C'nin en büyük, D'nin en küçük değeri seçilerek nihai sıralama sağlanır.

4. BULGULAR

Entropi yönteminde birinci aşamada eşitlik 1 ile karar matrisi oluşturulmuştur. İkinci aşamada ise eşitlik 2 yardımıyla karar matrisinin normalizasyon değerleri hesaplanmıştır. Yöntemin üçüncü aşamasında ise eşitlik 3 ve eşitlik 4 ile kriterlerin (bileşenlerin) entropi değerleri ölçülmüştür. Dördüncü aşamada eşitlik 5 ile bileşenlerin farklılaşma dereceleri, son aşamada eşitlik 6 ile ülkelerin GGI bileşenlerinin önemlilik dereceleri tespit edilmiştir. Bu bağlamda karar matrisi, karar matrisinin normalizasyon ve bileşenlerin entropi değerleri ile bileşenlerin farklılaşma dereceleri ve önemlilik dereceleri Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7. Karar Matrisi, Normalize Karar Matrisi, Entropi Değerleri, Farklılaşma Dereceleri ve Kriterlerin Ağırlıkları

Karar Matrisi				
Ülkeler	GGI1	GGI2	GGI3	GGI4
ABD	56,3	63,95	43,13	85,21
Almanya	75,83	70,37	82,37	63,73
Fransa	68,41	79,61	46,21	89,31
İngiltere	72,28	76,12	40,36	90,06
İtalya	68,06	72,57	80,82	41,91
Japonya	61,83	55,74	71,1	44,88
Kanada	59,17	56,24	41,73	87,91
Normalize Karar Matrisi				
Ülkeler	GGI1	GGI2	GGI3	GGI4
ABD	0,121893	0,134745	0,106305	0,1694
Almanya	0,164177	0,148272	0,203022	0,126697
Fransa	0,148112	0,167741	0,113896	0,177551
İngiltere	0,156491	0,160388	0,099477	0,179042

İtalya	0,147354	0,152908	0,199201	0,083318
Japonya	0,133866	0,117446	0,175244	0,089223
Kanada	0,128107	0,1185	0,102854	0,174768
Entropi Değerleri				
Ülkeler	GTAT1	GTAT2	GTAT3	GTAT4
ABD	-0,256538	-0,270079	-0,238276	-0,300769
Almanya	-0,296637	-0,283008	-0,323706	-0,261751
Fransa	-0,282862	-0,299474	-0,247436	-0,306897
İngiltere	-0,290253	-0,293535	-0,229577	-0,307977
İtalya	-0,282171	-0,287149	-0,321399	-0,207053
Japonya	-0,269193	-0,251543	-0,305201	-0,215618
Kanada	-0,263246	-0,252742	-0,233936	-0,304847
In(m)	0,513898			
ej	0,997425	0,995693	0,976166	0,97893
Farklılaşma Dereceleri				
dj	0,002575	0,004307	0,023834	0,02107
Kriter Ağırlıkları				
wj	0,049729	0,083162	0,460245	0,406864
Sıralama	4	3	1	2

Tablo 7'ye göre kriterlerin önemlilik dereceleri GGI3 (0,460245), GGI4 (0,406864), GGI2 (0,083162) ve GGI1 (0,049729) olarak sıralanmıştır. Kriterlerin önemlilik derecelerinin fazla olması açısından GGI3 ve GGI4 bileşenlerinin GGI1 ve GGI2 bileşenleri arasında belirgin farklılıkların olduğu tespit edilmiştir.

ELECTRE yöntemi kapsamında ilk olarak eşitlik 7 ile karar matrisi oluşturulmuştur. Yöntemin ikinci aşamasında kriterler fayda yönlü olduğundan dolayı eşitlik 8 ve eşitlik 10 ile karar matrisinin normalize değerleri ölçülmüştür. Devamında üçüncü aşamada normalize değerler eşitlik 11 ile ağırlıklandırılarak eşitlik 12 ile normalize karar matrisinin ağırlıklandırılmış değerleri hesaplanmıştır. Buna göre normalize karar matrisi ve ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Normalize Karar Matrisi ve Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

Normalize Karar Matrisi				
Ülkeler	GGI1	GGI2	GGI3	GGI4
ABD	0,320901	0,353591	0,26884	0,431987
Almanya	0,432219	0,389088	0,513433	0,32309
Fransa	0,389926	0,440178	0,288038	0,452772
İngiltere	0,411985	0,420881	0,251574	0,456574
İtalya	0,387931	0,401253	0,503771	0,21247
Japonya	0,352421	0,308197	0,443184	0,227527
Kanada	0,33726	0,310961	0,260113	0,445675
Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi				
ABD	0,015958	0,029406	0,123732	0,17576
Almanya	0,021494	0,032358	0,236305	0,131454
Fransa	0,019391	0,036606	0,132568	0,184216
İngiltere	0,020488	0,035002	0,115786	0,185763
İtalya	0,019292	0,033369	0,231858	0,086446
Japonya	0,017526	0,02563	0,203973	0,092572
Kanada	0,016772	0,02586	0,119716	0,181329
Ağırlık	0,049729	0,083162	0,460245	0,406864

Yöntemin dördüncü aşamasında eşitlik 13 ile uyum, eşitlik 14 ile uyumsuzluk kümesi sağlanmıştır.

Tablo 4. Uyum ve Uyumsuzluk Kümelerinin Belirlenmesi

UYUM					UYUMSUZLUK				
C(X,Y)	GGI1	GGI2	GGI3	GGI4	D(X,Y)	GGI1	GGI2	GGI3	GGI4
1,2	0	0	0	1	1,2	0	0	0	0
1,3	0	0	0	0	1,3	0	0	0	0
1,4	0	0	1	0	1,4	0	0	0	0
1,5	0	0	0	1	1,5	0	0	0	0
1,6	0	1	0	1	1,6	0	0	0	0
1,7	0	1	1	0	1,7	0	0	0	0
2,1	1	1	1	0	2,1	0	0	0	0
2,3	1	0	1	0	2,3	0	0	0	0
2,4	1	0	1	0	2,4	0	0	0	0
2,5	1	0	1	1	2,5	0	0	0	0
2,6	1	1	1	1	2,6	0	0	0	0
2,7	1	1	1	0	2,7	0	0	0	0
3,1	1	1	1	1	3,1	0	0	0	0
3,2	0	1	0	1	3,2	0	0	0	0
3,4	0	1	1	0	3,4	0	0	0	0
3,5	1	1	0	1	3,5	0	0	0	0
3,6	1	1	0	1	3,6	0	0	0	0
3,7	1	1	1	1	3,7	0	0	0	0
4,1	1	1	0	1	4,1	0	0	0	0
4,2	0	1	0	1	4,2	0	0	0	1
4,3	1	0	0	1	4,3	0	0	0	0
4,5	1	1	0	1	4,5	0	0	0	0
4,6	1	1	0	1	4,6	0	0	0	0
4,7	1	1	0	1	4,7	0	0	0	0
5,1	1	1	1	0	5,1	0	0	0	0
5,2	1	1	1	0	5,2	0	0	0	0
5,3	1	1	1	0	5,3	0	0	1	0
5,4	0	1	0	0	5,4	0	0	1	0
5,6	0	0	1	0	5,6	0	0	0	0
5,7	0	0	1	0	5,7	0	0	0	0
6,1	1	0	1	0	6,1	0	0	0	0
6,2	1	0	1	0	6,2	0	0	0	0
6,3	0	0	0	0	6,3	0	0	0	0
6,4	0	0	1	0	6,4	0	0	0	0
6,5	0	0	1	0	6,5	0	0	0	0
6,7	0	0	0	1	6,7	0	0	0	0
7,1	1	0	0	1	7,1	0	0	0	0
7,2	0	0	0	1	7,2	0	0	0	0
7,3	0	0	0	0	7,3	0	0	0	0
7,4	0	0	1	0	7,4	0	0	0	0
7,5	0	0	0	1	7,5	0	0	0	0
7,6	0	1	0	1	7,6	0	0	0	0

5. Aşama kapsamında uyum indeksleri hesaplanmıştır. Buna göre, uyum kümelerinden yararlanılarak ve eşitlik 15 ile C matrisinin elemanları ölçülerek eşitlik 16 ile C matrisi hesaplanmıştır. Bu bağlamda uyum endeks elemanları Tablo 5’de açıklanmıştır.

Tablo 5. Uyum Endeks Kümeleri ve Uyumluluk Endeksinin Hesaplanması

C(X,Y)	Kümeler			C	
1,2	0	0	0	0,406864	0,406864
1,3	0	0	0	0	0
1,4	0	0	0,460245	0	0,460245
1,5	0	0	0	0,406864	0,406864
1,6	0	0,083162	0	0,406864	0,490026
1,7	0	0,083162	0,460245	0	0,543407
2,1	0,049729	0,083162	0,460245	0	0,593136
2,3	0,049729	0	0,460245	0	0,509974
2,4	0,049729	0	0,460245	0	0,509974
2,5	0,049729	0	0,460245	0,406864	0,916838
2,6	0,049729	0,083162	0,460245	0,406864	1
2,7	0,049729	0,083162	0,460245	0	0,593136
3,1	0,049729	0,083162	0,460245	0,406864	1
3,2	0	0,083162	0	0,406864	0,490026
3,4	0	0,083162	0,460245	0	0,543407
3,5	0,049729	0,083162	0	0,406864	0,539755
3,6	0,049729	0,083162	0	0,406864	0,539755
3,7	0,049729	0,083162	0,460245	0,406864	1
4,1	0,049729	0,083162	0	0,406864	0,539755
4,2	0	0,083162	0	0,406864	0,490026
4,3	0,049729	0	0	0,406864	0,456593
4,5	0,049729	0,083162	0	0,406864	0,539755
4,6	0,049729	0,083162	0	0,406864	0,539755
4,7	0,049729	0,083162	0	0,406864	0,539755
5,1	0,049729	0,083162	0,460245	0	0,593136
5,2	0,049729	0,083162	0,460245	0	0,593136
5,3	0,049729	0,083162	0,460245	0	0,593136
5,4	0	0,083162	0	0	0,083162
5,6	0	0	0,460245	0	0,460245
5,7	0	0	0,460245	0	0,460245
6,1	0,049729	0	0,460245	0	0,509974
6,2	0,049729	0	0,460245	0	0,509974
6,3	0	0	0	0	0
6,4	0	0	0,460245	0	0,460245
6,5	0	0	0,460245	0	0,460245
6,7	0	0	0	0,406864	0,406864
7,1	0,049729	0	0	0,406864	0,456593
7,2	0	0	0	0,406864	0,406864
7,3	0	0	0	0	0
7,4	0	0	0,460245	0	0,460245
7,5	0	0	0	0,406864	0,406864
7,6	0	0,083162	0	0,406864	0,490026
				Ortalama	0,5

Ardından eşitlik 17 ile D matrisinin elemanları ölçülerek eşitlik 18 ile D matrisi oluşturulmuştur. Buna göre ölçülen D matrisi Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Uyumsuzluk Endeks Kümeleri ve Uyumluluk Endeksinin Hesaplanması (D Matrisi)

D(X,Y)	Kümeler				D(X,Y)	D TOPLAM	D
1,2	0	0	0	0	0	0,1653663	0
1,3	0	0	0	0	0	0,0279262	0
1,4	0	0	0	0	0	0,0280761	0
1,5	0	0	0	0	0	0,2047361	0
1,6	0	0	0	0	0	0,1687707	0
1,7	0	0	0	0	0	0,0139443	0
2,1	0	0	0	0	0	0,1653663	0
2,3	0	0	0	0	0	0,1628514	0
2,4	0	0	0	0	0	0,1784792	0
2,5	0	0	0	0	0	0,052668	0
2,6	0	0	0	0	0	0,0819083	0
2,7	0	0	0	0	0	0,1776835	0
3,1	0	0	0	0	0	0,0279262	0
3,2	0	0	0	0	0	0,1628514	0
3,4	0	0	0	0	0	0,0210313	0
3,5	0	0	0	0	0	0,2003964	0
3,6	0	0	0	0	0	0,17589	0
3,7	0	0	0	0	0	0,0291051	0
4,1	0	0	0	0	0	0,0280761	0
4,2	0	0	0	0,05431	0,05431	0,1784792	0,304293
4,3	0	0	0	0	0	0,0210313	0
4,5	0	0	0	0	0	0,2182182	0
4,6	0	0	0	0	0	0,1937118	0
4,7	0	0	0	0	0	0,0212223	0
5,1	0	0	0	0	0	0,0435157	0
5,2	0	0	0	0	0	0,2170534	0
5,3	0	0	0,004447	0	0,004447	0,2047361	0,021719
5,4	0	0	0,032332	0	0,032332	0,052668	0,613875
5,6	0	0	0	0	0	0,2003964	0
5,7	0	0	0	0	0	0,2182182	0
6,1	0	0	0	0	0	0,1739975	0
6,2	0	0	0	0	0	0,1687707	0
6,3	0	0	0	0	0	0,0819083	0
6,4	0	0	0	0	0	0,17589	0
6,5	0	0	0	0	0	0,1937118	0
6,7	0	0	0	0	0	0,0435157	0
7,1	0	0	0	0	0	0,0139443	0
7,2	0	0	0	0	0	0,1776835	0
7,3	0	0	0	0	0	0,0291051	0
7,4	0	0	0	0	0	0,0212223	0
7,5	0	0	0	0	0	0,2170534	0
7,6	0	0	0	0	0	0,1739975	0
						Ortalama	0,022378

6. aşamada karar alternatifleri (ülkeler) arasında üstünlük karşılaştırılması yapılmıştır. Buna göre belirlenen üstünlük karşılaştırması değerleri Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7. Ülkelerin Üstünlük Karşılaştırması

C(X,Y)	C	C>CORT	D(X,Y)	D	D<CORT	SONUÇ	
1,2	1	1	1,2	0	1	1	Evet
1,3	0	0	1,3	0	1	0	Hayır
1,4	1	1	1,4	0	1	1	Evet
1,5	1	1	1,5	0	1	1	Evet
1,6	2	1	1,6	0	1	1	Evet
1,7	2	1	1,7	0	1	1	Evet
2,1	3	1	2,1	0	1	1	Evet
2,3	2	1	2,3	0	1	1	Evet
2,4	2	1	2,4	0	1	1	Evet
2,5	3	1	2,5	0	1	1	Evet
2,6	4	1	2,6	0	1	1	Evet
2,7	3	1	2,7	0	1	1	Evet
3,1	4	1	3,1	0	1	1	Evet
3,2	2	1	3,2	0	1	1	Evet
3,4	2	1	3,4	0	1	1	Evet
3,5	3	1	3,5	0	1	1	Evet
3,6	3	1	3,6	0	1	1	Evet
3,7	4	1	3,7	0	1	1	Evet
4,1	3	1	4,1	0	1	1	Evet
4,2	2	1	4,2	0,298376	0	0	Hayır
4,3	2	1	4,3	0	1	1	Evet
4,5	3	1	4,5	0	1	1	Evet
4,6	3	1	4,6	0	1	1	Evet
4,7	3	1	4,7	0	1	1	Evet
5,1	3	1	5,1	0	1	1	Evet
5,2	3	1	5,2	0	1	1	Evet
5,3	3	1	5,3	0,016976	1	1	Evet
5,4	1	1	5,4	0,397483	0	0	Hayır
5,6	1	1	5,6	0	1	1	Evet
5,7	1	1	5,7	0	1	1	Evet
6,1	2	1	6,1	0	1	1	Evet
6,2	2	1	6,2	0	1	1	Evet
6,3	0	0	6,3	0	1	0	Hayır
6,4	1	1	6,4	0	1	1	Evet
6,5	1	1	6,5	0	1	1	Evet
6,7	1	1	6,7	0	1	1	Evet
7,1	2	1	7,1	0	1	1	Evet
7,2	1	1	7,2	0	1	1	Evet
7,3	0	0	7,3	0	1	0	Hayır
7,4	1	1	7,4	0	1	1	Evet
7,5	1	1	7,5	0	1	1	Evet
7,6	2	1	7,6	0	1	1	Evet

Yöntemin 7. aşamasında eşitlik 19 ve eşitlik 20'den yararlanılarak net uyum ve uyumsuzluk endeksleri hesaplanarak ülkelerin yeşil büyüme performansları sıralanmıştır.

Tablo 8. Net Uyum ve Uyumsuzluk Endeksleri

C(X,Y)	C	D(X,Y)	D		CP	Sıralama (CP)	DP	Sıralama (DP)	Nihai Sıralama
1,2	1	1,2	0	ABD	-10	7	0	5	7
1,3	0	1,3	0	Almanya	25,7	1	-1,001624	2	1
1,4	1	1,4	0	Fransa	10	2	-0,016976	4	2
1,5	1	1,5	0	İngiltere	3	3	-0,099108	3	2
1,6	2	1,6	0	İtalya	-2	4	0,414459	7	5
1,7	2	1,7	0	Japonya	-6,6	5	-1,6	1	2
2,1	3	2,1	0	Kanada	-7	6	0	5	5
2,3	2	2,3	0						
2,4	2	2,4	0						
2,5	3	2,5	0						
2,6	4	2,6	0						
2,7	3	2,7	0						
3,1	4	3,1	0						
3,2	2	3,2	0						
3,4	2	3,4	0						
3,5	3	3,5	0						
3,6	3	3,6	0						
3,7	4	3,7	0						
4,1	3	4,1	0						
4,2	2	4,2	0,298376						
4,3	2	4,3	0						
4,5	3	4,5	0						
4,6	3	4,6	0						
4,7	3	4,7	0						
5,1	3	5,1	0						
5,2	3	5,2	0						
5,3	3	5,3	0,016976						
5,4	1	5,4	0,397483						
5,6	1	5,6	0						
5,7	1	5,7	0						
6,1	2	6,1	0						
6,2	2	6,2	0						
6,3	0	6,3	0						
6,4	1	6,4	0						
6,5	1	6,5	0						
6,7	1	6,7	0						
7,1	2	7,1	0						
7,2	1	7,2	0						
7,3	0	7,3	0						
7,4	1	7,4	0						
7,5	1	7,5	0						
7,6	2	7,6	0						

Tablo 8 incelendiğinde, ülkelerin yeşil büyüme performansları net uyum endeksi açısından Almanya, Fransa, İngiltere, İtalya, Japonya, Kanada ve ABD, uyumsuzluk endeksi açısından ise ülkeler Japonya, Almanya, İngiltere, Fransa, ABD, Kanada ve İtalya olarak sıralanmıştır. Sıra baskınlık teorisine göre her iki endeks (net uyum ve uyumsuzluk) değerleri dikkate alındığında nihai sıralama Almanya, Fransa-İngiltere-Japonya, İtalya-Kanada ve ABD olarak gerçekleşmiştir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Ülkeler özellikle ekonomik büyümelerini çevresel faktörleri dikkate alarak sağladığında ülkeler hem enerji kaynaklarını etkin, etkili ve verimli olarak kullanabilecekler, hem de gelecek nesillere daha temiz bir dünya bırakabileceklerdir. Bu anlamda özellikle dünya ekonomisine hâkim olan G7 ülkelerinin çevresel faktörleri dikkate alarak dünya kaynaklarının kullanılabilirliğine ve daha temiz bir dünya oluşumuna katkıları olabilecektir. Bu kapsamda araştırmada G7 ülkelerinin yeşil büyüme performansları Entropi tabanlı ELECTRE yöntemi ile sıralanmıştır.

Bulgulara göre, ülkeler açısından yeşil büyüme performanslarının sağlanmasında kriterlerin önemlilik dereceleri GGI3, GGI4, GGI2 ve GGI1 olarak sıralanmıştır. Devamında Entropi tabanlı ELECTRE yöntemine göre net uyum endeksi açısından ülkelerin yeşil büyüme performansları Almanya, Fransa, İngiltere, İtalya, Japonya, Kanada ve ABD, uyumsuzluk endeksi açısından ise ülkeler Japonya, Almanya, İngiltere, Fransa, ABD, Kanada ve İtalya olarak sıralanmıştır. Sıra baskınlık teorisine göre nihai sıralama ise Almanya, Fransa-İngiltere-Japonya, İtalya-Kanada ve ABD olarak tespit edilmiştir.

Literatür değerlendirildiğinde, literatürde ülkelerin yeşil büyüme performanslarını ölçen bir araştırmaya rastlanılmamış olması açısından bu çalışmanın literatüre katkı sağladığı değerlendirilmiştir.

Öneriler kapsamında özellikle Almanya'nın birinci, Fransa, İngiltere ve Japonya'nın ikinci, İtalya ve Kanada'nın üçüncü, son olarak ABD'nin sonuncu sırada olduğu tespit edilmiştir. Bu kapsamda ABD'nin yeşil büyüme performansının son sırada olması açısından ABD'nin yeşil büyüme performansını artıracak stratejiler, politikalar, yöntemler ve yönetimler sağlayarak ABD'nin diğer G7 ülkeleri ile yeşil büyüme açısından uyum içinde olabilir. Bunun yanında gelecek çalışmalar için ülkelerin yeşil büyüme performanslarının daha kapsamlı ve gerçekçi ölçümüne yönelik olarak GGGI'nın bileşen sayısı artırılabilir ya da her ülkeye özgü yeşil büyüme boyutları, bileşenleri ve göstergeleri oluşturulabilir.

KAYNAKÇA

- Abedin, E. (2015). Prioritization of Affecting Factors on Labor Productivity Using Shannon Entropy and Electre Method (Case Study: Fars Transportation Company). *Asian Journal of Research in Social Sciences and Humanities*, 5(5), 206-224.
- Aksakal, E., & Çalışkan, E. (2020). Olimpiyatlarda Aday Şehirlerin Seçim Sürecinde Dikkate Alınacak Kriterlerin Entropi Yönetimi ile Değerlendirilmesi. M. Kabak, & Y. Çınar içinde, *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri MS Excel Çözümlü Uygulamalar*. Ankara: Nobel, 169-179.
- Al, İ. (2019). Sürdürülebilir Kalkınma ve Yeşil Ekonomi. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(1), 112-124.
- Alper, F. Ö., & Alper, A. E. (2017). Karbondioksit Emisyonu, Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi İlişkisi: Türkiye İçin Bir ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Sosyoekonomi*, 25(33), 145-156.
- Anderson, Z., Kusters, K., McCarthyc, J., & Obidzinski, K. (2016). Green Growth Rhetoric Versus Reality: Insights from Indonesia. *Global Environmental Change*, 38, 30-40.
- Arslan, R. (2020). ENTROPY Yöntemi. H. Bircan içinde, *Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde Kriter Ağırlıklandırma Yöntemleri* (s. 19-34). Ankara: Nobel.
- Ateş, S. A., & Ateş, M. (2015). Sosyo-Ekolojik Dönüşüm Karşısında Türkiye: Bir Alternatif Olarak Yeşil Büyüme. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 3(4), 69-94.
- Ayçin, E. (2019). *Çok Kriterli Karar Verme*. Ankara: Nobel Yayın.

- Borel Saladin, I., & Turok, N. (2013). The Green Economy: Incremental Change or Transformation. *Environmental Policy and Governance*, 23, 209-220.
- Demirtaş, I. (2017). Ekolojik ve Ekonomik Krizlere Alternatif Çözüm Olarak Yeşil Ekonomi Politikaları. *Alternatif Politika*(İklim Değişikliği ve Enerji Özel Sayısı), 107-132.
- Dinçer, S. E. (2019). *Çok Kriterli Karar Alma*. Ankara: Gece Akademi.
- Ecer, F. (2020). *Çok Kriterli Karar Verme*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Ersen, N. (2021). Analysis of Furniture Products' Contribution to Turkey's Economy with a Hybrid Multi-criteria Decision Making Method. *BioResources*, 16(1), 339-354.
- Fletcher, R., Dressler, W., Anderson, Z., & Büscher, B. (2019). Natural Capital Must Be Defended: Green Growth As Neoliberal. *The Journal of Peasant Studies*, 46(5), 1068–1095.
- GGLI. (2020). *Green Growth Index*. Seoul: Global Green Growth Institute.
- Guo, L. I., Qu, Y., & Tseng, M. L. (2017). The Interaction Effects of Environmental Regulation and Technological Innovation on Regional Green Growth Performance. *Journal of Cleaner Production*, 162, 894-902.
- Günaydın, D. (2015). Yeşil İşler ve İşgücü Piyasasına Etkileri. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 13(3), 503-525.
- Hao, L.-N., Umar, M., Khan, Z., & Ali, W. (2021). Green Growth and Low Carbon Emission in G7 Countries: How Critical The network of Environmental Taxes, Renewable Energy and Human Capital Is? *Science of the Total Environment*, 752, 1-10.
- Karakış, E. (2021). A Decision Model Proposal in Case of Uncertainty: Photocopy. *Pearson Journal of Social Sciences & Humanities*, 6(11), 82-92.
- Keleş, M. K. (2019). Entropi Temelli Electre III Yöntemi ile B Segmenti Otomobil Markalarının Sıralanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(33), 29-50.
- Koondhar, M. A., Aziz, N., Tan, Z., & Yang, S. (2021). Green Growth of Cereal Food Production under the Constraints of Agricultural Carbon Emissions: A New Insights from ARDL and VECM Models. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 47, 1-13.
- Kunapatarawong, R., & Martinez-Ros, E. (2016). Towards Green Growth: How Does Green Innovation Affect Employment. *Research Policy*, 45, 1218–1232.
- Li, H., Huang, X., Xia, Q., Jiang, Z., Xu, C., Gu, X., et al. (2021). Dynamic Evaluation of Urban Sustainability Based on ELECTRE: A Case Study from China. *Hindawi Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2021, 1-18.
- Liu, Z., & Ming, X. (2019). A Methodological Framework with Rough-entropy-ELECTRE TRI to Classify Failure Modes for Co-implementation of Smart PSS. *Advanced Engineering Informatics*, 42, 1-14.
- Mahdiraji, H. A., Hafeez, K., Hossein, S., & Hajiagha, R. (2020). Business Process Transformation in Financial Market A Hybrid BPM-Electre TRI fro Redesigning A Securities Company in the Iranian Stock Market. *Knowledge and Process Management*, 27(3), 211-224.
- O'Donnell, J. K. (2012). *The Global Green Growth Institute: On a Mission to Prove Green Growth*. New York: Council on Foreign Relations.
- OECD. (2017). *Towards Green Growth: Monitoring Progress OECD Indicators*. Paris: OECD.
- Özpinar, E., & Koyuncu, E. (2016). www.tepav.gov.tr. Türkiyev Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı: www.tepav.gov.tr/tr/haberler/s/4074 adresinden alınmıştır

Özgel, A., & Alp, İ. (2020). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi Seçiminde Yeni Bir Yaklaşım*. İstanbul: Kriter Yayınevi.

Pezikoglu, F. (2016). Yeşil Ekonomi Göstergeleri ve Yeşil Etiketler. *XIII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi*, Isparta, 1389-1398.

Shan, H. (2012). Research on Power Equipment Bidding Evaluation Combining The Entropy Method and The ELECTRE Method. *Advanced Materials Research*, 361-363, 1490-1494.

Shanian, A., & Savadogo, O. ((2006). A Non-compensatory Compromised Solution for Material Selection of Bipolar Plates for Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell (PEMFC) Using ELECTRE IV. *Electrochimica Acta*, 51, 5307-5315.

Singh, T., Pattnaik, P., Pruncu, C. I., Tiwari, A., & Fekete, G. (2020). Selection of Natural Fibers Based Brake Friction Composites Using Hybrid ELECTRE-Entropy Optimization Technique. *Polymer Testing*, 89, 1-10.

Şahin, Ü. (2017). Yeşil Düşünceden Yeşil Ekonomiye. A. A. Aşıcı, & Ü. Şahin içinde, *Yeşil Ekonomi* (s. 22-34). İstanbul: Tohum Yayıncılık.

Şeker, F., & Çetin, M. (2015). Düşük Karbonlu Yeşil Büyüme ve Karbondioksit Salınımının Temel Belirleyicileri: Türkiye Uygulması. *BJSS Balkan Journal of Social Sciences*, 4(8), 22-41.

Şener, S., & Koltan Yılmaz, Ş. (2021). Entropi Tabanlı ELECTRE TRI ve K-Ortalamalar Yöntemleriyle Ülkelerin Refah Düzeyine Göre Değerlendirilmesi. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 21(2), 191-209.

Uludağ, A. S., & Doğan, H. (2021). *Üretim Yönetiminde Çok Kriterli Karar Verme*. Ankara: Nobel.

Wang, P., & Liu, C. (2016). The Power Plant's Comprehensive Evaluation of Energy Saving Based on Entropy and ELECTRE Method. *5th International Conference on Environment, Materials, Chemistry and Power Electronics (EMCPE 2016)*. Zhengzhou: Atlantis Press, 878-883.

Wang, X., & Shao, Q. (2019)). Non-linear Effects of Heterogeneous Environmental Regulations on Green Growth in G20 Countries: Evidence from Panel Threshold Regression. *Science of the Total Environment*, 660, 1346-1354.

Wardoyo, R., Hartati, S., Harjoko, A., & Ermatita, E. (2012). ELECTRE-Entropy method in Group Decision Support System Model to Gene Mutation Detection. *International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence*, 1(1), s. 58-63.

Yıldırım Özcan, K. (2019). Yeşil Yeni Düzen ve Yeşil Büyüme Bağlamında Kayseri, Sakarya, Hatay ve Samsun Örnekleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(3), 1013-1031.

Yılmaz, V. (2018). Sürdürülebilir Kalkınma ve Yeşil Büyüme Arasındaki İlişki. *Journal of International Management, Educational and Economics Perspectives*, 6(2), 79-89.

Yue, S., Yang, Y., & Hu, Y. (2016). Does Foreign Direct Investment Affect Green Growth? Evidence from China's Experience. *Sustainability*, 8(158), 1-14.

İnternet Kaynakları

www.wikipedia.org/wiki/G7