



## İnovasyon Performanslarının ENTROPİ Tabanlı Gri İlişkisel Analiz Yöntemi ile Değerlendirilmesi: G7 Grubu Ülkeleri Örneği



Furkan Fahri ALTINTAŞ<sup>1</sup>

### Özet

İnovasyon boyutunun sağladığı katkılar ve inovasyonun önemi kapsamında ülkeler inovasyon performanslarını artırmaları için kendi inovasyon yeterliliklerini takip etmek zorundadırlar. Dolayısıyla ülkelerin inovasyon performanslarının ölçümü büyük önem kazanmaktadır. Bu kapsamda araştırmanın birinci amacı, 2020 yılı için G7 ülkelerine göre ENTROPİ yöntemi kapsamında Küresel İnovasyon Endeksi bileşenlerinin önemlilik derecelerini tespit etmektir. Araştırmanın ikinci amacı ise ENTROPİ tabanlı Gri İlişkisel Analiz yöntemi kapsamında ülkelerin inovasyon performanslarını hesaplamak ve hesaplanan değerlerin sıralama ve oranlama değerleri ile ülkelerin Küresel İnovasyon Endeksi kapsamında inovasyon performans değerlerinin sıralama ve oranlama değerleri arasında kıyaslama yapmaktır. Bulgulara istinaden G7 ülkelerine göre en önemli inovasyon bileşeninin pazar gelişmişliği, ENTROPİ tabanlı Gri İlişkisel Analiz yöntemine göre ülkelerin inovasyon performansı en yüksek olan ülkelerin ABD ve Birleşik Krallık olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ENTROPİ tabanlı Gri İlişkisel Analiz ve Küresel İnovasyon Endeksi kapsamında ülkelere ait inovasyon performans değerleri arasında pozitif yönlü, anlamlı ve çok yüksek seviyede ilişki tespit edildiğinden dolayı ENTROPİ tabanlı Gri İlişkisel Analiz yöntemi ile ülkelerin inovasyon performansları hakkında genel anlamda değerlendirme yapılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** İnovasyon, Küresel İnovasyon Endeksi, Performans, ENTROPİ, Gri İlişkisel Analiz.

**Jel Kodları:** M20, M29, O50.

## Evaluation of Innovation Performances Using the Entropy Based Gray Relational Analysis Method: G7 Group Countries Example

### Abstract

Within the scope of the contributions provided by the innovation dimension and the importance of innovation, countries have to follow their innovation competencies in order to increase their innovation performance. Therefore, measuring the innovation performance of countries is of great importance. In this context, the first purpose of the research is to determine the significance levels of the global innovation index components within the scope of the ENTROPY method according to the G7 countries for 2020. The second purpose of the study is to calculate the innovation performance of countries within the scope of the ENTROPY-based Gray Relational Analysis method and to compare the ranking and proportioning values of the calculated values with the ranking and rating values of the innovation performance values of the countries within the scope of the Global Innovation Index. Based on the findings, it was determined that the most important innovation component compared to the G7 countries was market development, and the countries with the highest innovation performance according to the ENTROPY-based Gray Relational Analysis method were the USA and the United Kingdom. In addition, as a positive, significant and very high level of relationship was detected between the innovation performance values of countries within the scope of ENTROPY-based Gray Relational Analysis and Global Innovation Index, it was concluded that the ENTROPY-based Gray Relational Analysis method can be used to evaluate the innovation performance of countries in general.

**Keywords:** Innovation, Global Innovation Index, Performance, ENTROPY, Gray Relational Analysis.

**Jel Codes:** M20, M29, O50.

<sup>1</sup> Dr, Jandarma Genel Komutanlığı, ORCID: 0000-0002-0161-5862, furkanfahrialtintas@yahoo.com

## 1. Giriş

İnovasyon boyutu organizasyonların hemen hemen her yönden ilerlemelerini, gelişmelerini ve kalkınmalarını sağlayan en önemli etkenlerden biridir. İnovasyon boyutu, birim zamanda teknoloji ve sosyal konuların değişme hızı fazla olan dünyamızda organizasyonların ilişki içinde buldukları çevre veya çevreler ile koşul bağımlılık kuramı çerçevesinde uyum sağlamalarına (çevre içinde koşullara göre rasyonel faaliyetler göstermelerine), kurumsal kuram çerçevesinde çevre içinde kurumsallaşmalarına ve çevre içinde meşruiyet kazanmalarına, ekolojik kuram çerçevesinde ise çevre içinde tutunmalarına (seçilmelerine) ve yaşamlarına devam etmelerine fırsatlar ve kolaylıklar sağlamasından dolayı organizasyonlar inovasyon faaliyetlerine çok önem vermektedirler. Çünkü inovasyon faaliyetlerinin organizasyonların çevre içinde farklılaşmalarına, çeşitlenmelerine, organizasyonlar için rasyonel alternatifler oluşturmalarına yönelik ve organizasyonların hem kendi, hem de çevre için fayda getirici katma değer sağlayıcı işlevsellikleri bulunmaktadır. Bu kapsamda inovasyon faaliyetleri, organizasyonlar için bir artı değer olmasından daha çok bir gereklilik halini almıştır.

Büyük organizasyonlar olarak nitelendirilen ülkeler, inovasyonun hemen hemen her alanda sağladığı olumlu getiriyi fark etmelerinden dolayı inovasyon faaliyetlerine önem vermektedirler. Bu kapsamda ülkeler, kendilerinin ve birbirlerinin inovasyon konularında performanslarını takip ederler ve değerlendirirler. Çünkü ülkeler, mevcut inovasyon potansiyellerine göre kendilerinin inovasyon konusunda veya konularında daha iyi seviyeye getirmek için stratejiler geliştirirler veya inovasyon konusunda eksik kaldığı hususlarda inovasyon performansı iyi olan ülkeler ile işbirlikleri sağlayabilirler.

İnovasyonun ve inovasyon performansının tespitinin ülkeler için önemi kapsamında ülkelerin inovasyon performanslarının ölçülmesini sağlayan uluslararası ve bilimsel nitelikte olan ölçütlere her zaman gereksinim duyulmaktadır. Söz konusu ölçütlerden bir tanesi uluslararası platformda tanınan ve dikkate alınan INSEAD, Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü (WIPO) ve Cornell Üniversitesi tarafından hazırlanan Küresel İnovasyon Endeksi'dir. Söz konusu bu endeks ile ülkelerin farklı açılardan inovasyon performansları karşılaştırmalı olarak analizi yapılabilmektedir. Bu kapsamda bu çalışmada ilk olarak kavramsal çerçeve bölümünde inovasyon ve Küresel İnovasyon Endeksi ile ilgili açıklamalarda bulunulmuştur. İkinci olarak inovasyon ile ilgili olarak literatürde bulunan çalışmalar belirtilmiştir. Yöntem kapsamında araştırmanın amaçları, verilerin analizi ve veri seti açıklanmıştır. Buna göre, araştırmanın birinci amacına yönelik olarak 2020 yılı için Küresel İnovasyon Endeksi'ni oluşturan bileşenlere ait değerler kapsamında ENTROPİ yöntemi ile G7 ülkelerine göre (Almanya, ABD, Birleşik Krallık, Fransa, İtalya, Japonya, Kanada) inovasyon bileşenlerinin önemlilik dereceleri tespit edilmiştir. Araştırmanın ikinci amacı kapsamında ise ENTROPİ tabanlı Gri İlişkisel Analiz (GİA) yöntemine göre, G7 ülkelerin inovasyon performans değerlerini tespit edilmiş ve tespit edilen değerler, ülkelerin KİE değerleri ile sıralama ve oransal değerler açısından kıyaslanmış ve ilişkisel niceliği hesaplanmıştır.

## 2. Kavramsal Çerçeve

İnovasyon kelimesi Latince kaynaklı olup, kelimenin kökeni “innavatus” kelimesine dayanmaktadır (Kılıç, 2018). “Innavatus” kelimesi ise genel anlamda “yeniyi”, “yeniliği gerçekleştirmeyi”, “yenilemeyi” ve “yenilenmeyi” açıklamaktadır. Bu çerçevede inovasyon kavramı, çeşitlenme ve farklılaşma kapsamında mevcut yapıların niteliğinin değiştirilmesi veya mevcut yapılardan bağımsız olarak farklı yapıların oluşturulmasını belirtmektedir (Giunchiglia, 2013: 2). Türk Dil Kurumu'na göre ise inovasyon kısaca “yenileşim” olarak ifade edilmiştir (Merih vd, 2019: 175).

İnovasyonun doğuşu farklı düşüncelerin keşfedilmesi ile başlamaktadır. Bu kapsamda inovasyon, yeni düşüncelerin uygulanması ile oluşacak katma değeri veya olumlu getiriye açıklamaktadır. Buna bağlı olarak inovasyon, değişimlerle ve yeniliklerle meydana gelen faydayı belirtmektedir (Barutçugil, 2004). Yönetim ve organizasyon bilimi açısından inovasyon, organizasyonların amaçlarına yönelik olarak gerçekleştirdikleri faaliyetler çerçevesinde, organizasyon uygulamalarının organizasyonel yönetim için farklılaşmalarını, çeşitlenmelerini, değişmelerini ve katma değer oluşturmalarını içermektedir (Lee, 2015).

Özellikle 1950 yılından sonra inovasyonun çeşitli alanlarda fayda getirici özelliğinin anlaşılmasından dolayı inovasyon kavramı tüm alanlarda yenilikleri içeren bir nitelik kazanarak birçok araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. 1960 yılından sonra, inovasyon organizasyonlar için piyasa çözüm aracı olarak görülmüştür. Çünkü en iyiye ulaşmada inovasyon, amaçların ve araçların kombinasyonunu oluşturmuştur. 1980 yılından sonra inovasyon süreçsel bir nitelik kazanmıştır. Dolayısıyla inovasyon kavramı sadece süreç kapsamında yenilenme ve yenilemeyi ifade etmiştir. 1990 yılından sonra ise inovasyon tamamen bilimsel bir nitelik kazanarak birçok bilim dalında araştırma konusu olmuştur. Ayrıca 1990 yılından sonra inovasyon hem süreci, hem de sonucu içermiştir. Bu anlamda inovasyonun sonucu, yenilik faaliyetleri sonucunda elde edilen olumlu katma değer, fayda ve getiri olarak açıklanmıştır (Coccia, 2017).

İnovasyon kavramı ilk olarak Schumpeter tarafından “kalkınmanın ve ilerlemenin itici gücü” olarak açıklanmıştır (Cantwell, 2003). Buna bağlı olarak Schumpeter (1934), inovasyonu 5 farklı türde tasniflemiştir. Bunlar; “daha önceden olmayan yeni bir ürünün veya hizmetin çok fonksiyonlu olarak pazara arzının yapılması”, “bilimsel ve teknik anlamda ürünün ve hizmetin oluşturulmasında farklı yöntemlerin ve yönetimlerin sağlanması”, “ürünün ve hizmetin arzının öncekilerden farklı pazarlarda veya piyasalarda yapılması”, “ürünün oluşturulmasında öncekilerden farklı olarak yeni hammadde veya mamul kullanılması” ile “ürünün ve hizmetin sektörel anlamda pazarda rekabet gücünü artırması” olarak açıklanmıştır.

Christensen ise inovasyon boyutunu sunumsal, teknolojik ve organizasyonel olmak üzere üç grupta tasniflemiştir. Sunumsal inovasyon, rekabet üstünlüğünü oluşturmada mevcut pazarlama tekniklerin geliştirilmesi ve yeni pazarlama tekniklerin oluşturulmasını kapsamaktadır. Teknolojik inovasyon ise yeni oluşturulan veya mevcut ürünün geliştirilme, sağlama, çeşitlendirme ve farklılaştırma faaliyetlerini içermektedir. Son olarak organizasyonel inovasyon, organizasyonların faaliyetleri kapsamında yönetim anlayışında mevcut metotların geliştirilmesini ve yeni metotların bulunarak rekabet gücünü artırmayı hedeflemektedir (Çalıpınar ve Baç, 2007: 447).

Günümüzde inovasyon türleri Oslo klavuzu kapsamında Schumpeter’in inovasyon düşüncesini temel alınarak dört boyutta kategorize edilmiştir. Bu kapsamda söz konusu klavuzda belirtilen inovasyon türleri ve inovasyon türlerinin açıklamaları aşağıda sunulmuştur (OECD ve Eurostat, 2005: 52-55).

1. *Ürün ve Hizmet Yeniliği*: Ürün ve hizmet yeniliği, ürünün ve hizmetin önceki durumundan daha sağlama, iyileştirilmiş ve iyileştirilmiş olduğunu açıklamaktadır. Ürün ve hizmet yeniliği, ürünü ve hizmeti oluşturan bileşenlerdeki iyileşme ile üründen ve hizmetten yararlananlara kolaylık ve fayda sağlamaktadır.

2. *Süreç Yeniliği*: Üretim veya çıktıların nakliyat yöntemlerinin çok iyi derecede geliştirilmesini açıklamaktadır. Süreç yeniliğinde uygulanan yöntemler ile teknik uygulamalarda, ürünün oluşturulmasındaki malzemelerde ve yazılımlarda optimal gelişim ve

değişim sağlandığından dolayı üretim ve sevkiyat maliyetleri düşmekte ve üretim kalitesi yükselmektedir.

3. *Pazarlama Yeniliği*: Ürünün dizaynında, ambalajlanmasında, konumlandırılmasında, fiyatlandırılmasında ve piyasa veya pazara tanıtılmasındaki pazarlama yöntemlerini içermektedir. Pazarlama yeniliğinde, müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak ve ürünün öncekinden farklı bir yapıya sahip olduğunun piyasada veya pazarda algısal olarak oluşturmak hedeflenmektedir.

4. *Organizasyonel Yenilik*: Organizasyonel yenilik, organizasyonların ticaret kapsamında faaliyetlerinde ve iş ile ilgili dış ilişkilerinde organizasyona değişik alanlarda fayda ve getiri sağlayacak yeni yöntemlerin uygulanmasını belirtmektedir. Bu kapsamda organizasyonel yenilik uygulamalarıyla idari ve işlem maliyetlerini azaltmak, çalışanların iş ile ilgili olarak motivasyonlarını sağlamak, ticari olmayan varlıkların erişimini kolaylaştırmak ve organizasyonun her konuda performansını artırmak amaçlanmaktadır.

Özellikle organizasyonel inovasyon faaliyetleri, büyük çoğunlukla sosyal kaynakların ideal bir şekilde sistemli olmasına kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca organizasyonel inovasyonun önemli özelliklerden bir tanesi, bütünsellik (holistic) yaklaşımı çerçevesinde inovasyonun sağlanmasında bütün organizasyon üyelerinin katkılarını sağlayacak sistematik bir düzeni sağlamasına bağlı olarak organizasyonlara katılımcı bir yönetim anlayışı sunmasıdır (Yavuz, 2010: 147). Organizasyonel anlamda inovasyonun diğer özellikleri şu şekilde belirtilmiştir (Dinçer ve Fidan, 2013: 190);

- İnovasyon, bir organizasyondaki üyelerin kendi çabalarıyla oluşan grupsal faaliyetleri belirtmektedir,
- İnovasyon, organizasyonun değişme sürecini açıklamaktadır. Söz konusu değişme sürecinin organizasyonun hedeflerini etkin, etkili ve verimli bir şekilde sağlayan bir özelliği bulunmaktadır,
- İnovasyon, sadece ürünlerin ve hizmetlerin yeniliğini belirtmemektedir. İnovasyon aynı zamanda organizasyonların yöntemlerini, yönetimlerini ve iç ile dış ilişkilerindeki yapıları da farklılaştırmaktadır,
- İnovasyon üretim sürecinde ve sonucunda fark edilebilir niteliksel ve niceliksel etki sağlamaktadır.

Schumpeter'in inovasyon düşüncesi üzerine çeşitli teoriler ortaya atılmıştır. Bunlardan en önemlilerinden bir tanesi "oluşturucu yıkım" teorisidir. Söz konusu bu teoride inovasyon, iktisadi yapıyı sürekli olarak kökten değiştirerek ve eskisini elden çıkararak yenilik oluşturmanın sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi olarak belirtilmektedir (Sledzig, 2013: 90). Bu kapsamda değişim ve gelişim sonucu olarak inovasyon tedrici ve radikal özellikler taşımaktadır. Tedrici inovasyon mevcut üründe, hizmette ve teknolojide meydana gelen kısmi değişiklikleri içermektedir. Söz konusu bu tür inovasyonun ortaya çıkması bilimsel çalışmalar ile olmayabilmektedir. Buna karşın tedrici inovasyon, organizasyonların mevcut potansiyellerine, güçlerine, yeteneklerine, yöntemlerine, stratejilerine ve uygulamalarına göre oluşmaktadır. Radikal inovasyon ise bilimsel çalışmalar ile meydana gelmektedir. Radikal inovasyonun oluşmasındaki süreç, tedrici inovasyonlara göre biraz daha fazla sürmektedir. Ayrıca radikal inovasyon faaliyetleri genel olarak tüm organizasyonlar tarafından benimsenen ve tercih edilen bir yapısı bulunmaktadır. Çünkü bu tip inovasyonlarda yeniliği getirme derecesi ve yenilik alanı oluşturma alanı fazla olup, buna bağlı olarak çeşitlenme ve farklılaşma oluşmaktadır (Akça, 2018; Tuncel, 2011: 72).

İnovasyonun oluşturulmasındaki temel amaç bilgiyi oluşturmak, geliştirmek ve bilgi ile toplum için fayda sağlayıcı getiri ve katma değer sağlayacak yapılar oluşturmaktır. Dolayısıyla ülkelerin ve organizasyonların inovasyon sistemlerine önem vermesi kaçınılmaz olmaktadır (Işık ve Kılınç, 2012). Çünkü inovasyonun bilim, teknoloji, sosyal ve birçok alanları geniş bir perspektif ile çok yönlü etkilemesi veya söz konusu alanlardan etkilenmesine bağlı olarak inovasyonun alanları onarıcı, iyileştirici, sağlamlaştırıcı ve geliştirici yapısı bulunmaktadır (Asdonk, Bredeweg ve Kowol, 1991).

İnovasyon boyutu ülkelerin hemen hemen her alanda gelişmesine katkı sağlamaktadır. Öncelikli olarak ülkeler inovasyon ile sağladığı çeşitlenme ve farklılaşma ile ekonomik olarak gelişmelerini, büyümelerini ve kalkınmalarını sağlayabileceklerdir. Dolayısıyla bu durum ülkelerin yaşam kalitelerinin, yaşam standartlarının, insani gelişmişlik seviyelerinin ve refah düzeylerinin artmasına yol açabilecektir. Ülkeler inovasyonun sağladığı çeşitlenme ve farklılaşma sayesinde rekabet üstünlüklerini, rekabete katlanma seviyelerini ve küresel pazarda veya piyasalarda tutunmalarını sağlayabileceklerdir (Porter, 1990; Porter ve Van Der Linde, 1995; Drucker, 2002; Clark ve Guy, 2010).

İnovasyon boyutunun sağladığı çok yönlü faydalar kapsamında ülkeler çeşitli endekslerden ve ölçütlerden faydalanarak kendilerinin inovasyon performanslarını takip ve analiz etmektedirler. Çünkü inovasyon performansları ülkeler için inovasyon potansiyeli açısından kendilerinde farkındalık oluşturacak ve buna bağlı olarak ülkeler kendilerinin inovasyon konusunda eksik olan hususlara yönelik spesifik çalışmalar, stratejiler, yöntemler ve uygulamalar gerçekleştirebileceklerdir. Aynı zamanda ülkeler, kendi inovasyon kapasitelerinin farkındalığı ile mevcut inovasyon uygulamalarını geliştirecek, farklılaştıracak ve çeşitlendirecek araştırmalar ve faaliyetler yapabileceklerdir. Ülkeler aynı zamanda birbirlerinin inovasyon performanslarını da takip etmektedirler. Çünkü ülkeler, inovasyon kapsamında geliştirilmesi gereken konular hakkında inovasyon performansı iyi seviyede olan ülkeler ile işbirlikleri ve ortaklık gerçekleştirerek kendi inovasyon performanslarını arttırabilecekler ve geliştirebileceklerdir. Böylelikle ülkelerin inovasyon konularında birbirleri ile etkileşim oluşturması, inovasyonun küresel anlamda ilerlemesini, gelişmesini ve inovasyonun sinerji özelliğini kazanmasını sağlayarak toplum için daha fayda sağlayabilecek bir araç haline dönüşmesini imkân oluşturabilecektir. Bütün bunlara göre inovasyonun ülkeler için önemi kapsamında, ülkelerin inovasyon performanslarını ölçecek metriklere, endekslere veya ölçüklere her zaman gereksinim duyulmaktadır.

Ülkelerin inovasyon performanslarının ölçümü konusunda genel olarak patent sayıları ve AR-GE harcamaları değişkenleri kullanılmıştır. Buna rağmen sürekli değişen dünyada farklı beşeri ve teknik değişkenlerin zamana göre içinde bulunan koşullar kapsamında inovasyonu şekillendirdiği bilimsel olarak kanıtlanmıştır. Dolayısıyla ülkelerin güncel olarak inovasyon kapasitelerinin ölçülmesinde ülkeleri çok boyutlu olarak değerlendirebilen inovasyon endeksleri önemlilik arz etmektedir (Westlake vd. 2012; Donaso, 2016). Bu kapsamda dünya üzerinde ülkelerin inovasyon performanslarını ölçen çeşitli ölçütler bulunmaktadır. Bunlar; “Küresel Rekabetçilik Endeksi (The Global Competitiveness Index)”, “En Yenilikçi Ekonomi Sıralaması (Most Innovative Economy Ranking)”, “Bilgi Ekonomisi Endeksi (Knowledge Economy Index)”, “Avrupa İnovasyon Karnesi (European Innovation Scoreboard)” ve “Küresel İnovasyon Endeksi (Global Innovation Index)” olarak belirtilmektedir (Archibugi, Denni ve Filipetti, 2009; Aras vd, 2014: 89; Yıldız, 2018: 108).

Ülkelerin inovasyon performanslarını ölçmek için dünya çapında en yaygın olarak kullanılan ve kabul edilen metriklerden bir tanesi Küresel İnovasyon Endeksi (KİE)’dir (Pop ve Pop, 2018: 2). KİE ülke seviyesinden daha çok küresel olarak her ülkenin kendi inovasyon performanslarını değerlendirmesini olanak sağlayan çok yönlü ve ayrıntılı analizleri

açıklamaktadır. Bu kapsamda KİE, uzun vadeli büyüme, verimlilik, gelişim ve istihdam konularında ülkeler için farklı stratejiler sunmaktadır. Bunun yanında KİE, ülkelerin sosyal ve ekonomik değişikliklerine göre sürekli olarak güncellenmektedir (Alparslan, Yastioğlu ve Taş, 2018: 471).

KİE ilk olarak INSEAD (Institut Européen d'administration des Affaires) isimli Fransa ülkesinde işletme eğitimi veren yüksek öğrenim kuruluşu tarafından 2007 yılında hazırlanmıştır (Karaata, 2012: 11). Sonrasında ise KİE kapsamında ülkelerin inovasyon performanslarının tespit çalışmalarına 2011 yılında Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü (WIPO), 2013 yılında ise Cornell Üniversitesi iştirak etmiştir (Cornell University, INSEAD ve WIPO, 2020).

KİE, inovasyon girdi ve inovasyon çıktı alt dizinlerinden oluşmaktadır. İnovasyon girdi alt dizini; “kurumlar”, “beşeri sermaye ve araştırma”, “altyapı”, “pazar gelişmişliği” ve “iş gelişmişliği”, inovasyon çıktı alt dizini ise “bilgi ve teknoloji çıktısı” ile “yaratıcı çıktısı” bileşenlerinden oluşmaktadır (Ay Türkmen ve Aynaoglu, 2017: 262).

KİE, belirtilen bileşenlere ait 21 değişken ve 21 değişkene bağlı 103 alt değişkeni içermektedir. Ülkelere ait KİE, alt dizin, bileşen ve değişken performans nicelikleri “0” ile “100” değeri arasındadır. “0” ülkelerin inovasyon performanslarındaki en az, “100” ise en fazla değeri göstermektedir. Ülkelerin KİE değerleri, girdi ve çıktı alt dizinlerin aritmetik ortalamasıyla, girdi ve çıktı alt dizin değerleri bileşenlerin aritmetik ortalamasıyla, bileşenlerin değerleri ise değişkenlerin aritmetik ortalamasıyla hesaplanmaktadır (Cornell University, INSEAD ve WIPO, 2020). Bu kapsamda KİE’ni oluşturan alt dizinler, alt dizinlere ait bileşenler ve bileşenlere ait değişkenler Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. KİE Alt Dizinler, Bileşenler ve Değişkenler

<b>KÜRESEL İNOVASYON ENDEKSİ</b>			
<b>İNOVASYON GİRDİ ALT DİZİNİ</b>			
<b>Bileşenler</b>	<b>BİLEŞENLERE BAĞLI DEĞİŞKENLER</b>		
<b>Kurumlar</b>	Politik Ortam	Düzenleyici Ortam	İş Ortamı
<b>Beşeri Sermaye ve Araştırma</b>	Eğitim	Yüksek Öğretim	AE-GE
<b>Altyapı</b>	Bilgi ve İletişim Teknolojileri	Genel Altyapı	Ekonomik Sürdürülebilirlik
<b>Pazar Gelişmişliği</b>	Kredi	Yatırım	Ticaret ve Rekabet
<b>İş Gelişmişliği</b>	Kalifiye İşçi	Yenilik Bağlantıları	Bilgi Emilimi
<b>İNOVASYON ÇIKTI ALT DİZİNİ</b>			
<b>Bileşenler</b>	<b>BİLEŞENLERE BAĞLI DEĞİŞKENLER</b>		
<b>Bilgi ve Teknoloji Çıktısı</b>	Bilgi Yaratma	Bilgi Etkisi	Bilgi Yayılması
<b>Yaratıcı Çıktısı</b>	Maddi Olmayan Varlıklar	Yaratıcı Mal ve Hizmetler	İnternet Üzerinden Yaratıcılık

**Kaynak:** Cornell University, INSEAD ve WIPO, 2020’den uyarlanmıştır.

Tablo 1’de belirtilen inovasyon bileşenlerinin girdi ve çıktı alt dizinlerine ayrılmasıyla ülkelerin inovasyon etkililik performansları, ülkelere ait inovasyon çıktı alt dizininin, inovasyon girdi alt dizinine oranlanması ile hesaplanmaktadır (Hancıoğlu, 2016; 130; Taş, 2017: 112; Kılıç, 2018: 3). Bunun yanında Tablo 1’de KİE’nin girdi ve çıktı olarak bileşenlerin tasnif edilmesi ile çeşitli sayısal yöntemler kullanılarak ülkelerin inovasyon etkinlik ve verimlilik performansları da hesaplanabilmektedir. Ayrıca, Tablo 1’de belirtilen inovasyon bileşenlerinin diğer bir özelliği ise bileşenlerin birbirlerini tamamlayıcı bir yapıya sahip olmasıdır. Dolayısıyla bu duruma göre, inovasyon bileşenleri arasında pozitif yönlü ve anlamlı ilişkilerin olması beklenir (Cornell University, INSEAD ve WIPO, 2020).

### 3. Literatür

İnovasyon kavramının bilim, teknoloji, sanat, spor, sağlık ile diğer sosyal ve teknik alanlar ile olan ilişkileri çerçevesinde, inovasyon boyutunun söz konusu alanlarda oluşturduğu çözümler ve yenilikler ile inovasyon çok yönlü işlevselliği olan bir yapıya dönüşmüştür. Özellikle literatürde inovasyon boyutunun; ekonomik büyüme, ekonomik kalkınma, ekonomik performans, ekonomik özgürlük, rekabet gücü ve girişimcilik gibi daha çok ekonomi ile doğrudan veya dolaylı olarak boyutlar ile olan ilişkilerini açıklayan araştırmalar çoğunlukta bulunmaktadır. Araştırma sonuçlarının büyük bir kısmında, inovasyon boyutunun ekonomik büyümeyi, ekonomik kalkınmayı, ekonomik performansı, ekonomik özgürlüğü, rekabet gücünü sağladığı, ekonomik özgürlüğün ise inovasyonun önemli belirleyicilerinden olduğu tespit edilmiştir.

İnovasyon performanslarının ölçümü literatürde makro anlamda şehirler, bölgeler ve ülkeler, mikro anlamda ise organizasyonlar üzerinden sağlanmıştır. Buna bağlı olarak ilgili araştırmalarda şehirlerin, bölgelerin, ülkelerin ve organizasyonların inovasyon performans göstergeleri birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. Bu kapsamda Griffith vd. (2005), Almanya, Birleşik Krallık, İspanya ve Fransa ülkelerinin uluslararası olarak tanınan Topluluk İnovasyon Anketi ile elde edilen verilerine istinaden inovasyon ve verimlilik arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Araştırmada, söz konusu dört ülke için inovasyon ve verimlilik ilişkisi heterojenlik gösterdiği bulgusuna ulaşılmıştır. Ayrıca araştırmada, inovasyon faaliyetlerin üretkenliği anlamlı etkilemesi sadece Birleşik Krallık, Fransa ve İspanya ülkeleri için olduğu ifade edilmiştir. Kijek ve Kijek (2010), 2005 ve 2006 yıllarındaki 22 Avrupa Birliği ülkelerine ait KİE'sini oluşturan inovasyon bileşenlerine ait değerler üzerinden inovasyon girdi ve çıktı alt dizinlerini oluşturan bileşenler arasındaki ilişkiyi değerlendirmişlerdir. Araştırmada, inovasyon girdi ve çıktı alt dizinini oluşturan inovasyon bileşenlerin birbirlerini anlamlı ve pozitif yönde tamamladıkları bulgusuna ulaşılmıştır. Araştırma kapsamında özellikle AR-GE, bilgi ve iletişim teknolojileri ile beşeri sermaye faaliyetlerinin inovasyon çıktı bileşenlerini sağlayan temel belirleyiciler olduğu tespit edilmiştir. Chen ve Chen (2010), Tayvan ülkesindeki yükseköğrenim kurumlarının inovasyon performanslarını ölçmek için DEMATEL, Bulanık Analitik Ağ Süreci ve TOPSIS yöntemleri kapsamında bir destek sistemi oluşturmuşlardır. Araştırmacılar oluşturdukları destek sistemine göre, Tayvan ülkesindeki yükseköğretim kurumlarının inovasyon performanslarının yeterli seviyede olduklarını belirtmişlerdir. Yufan ve Yuying (2011), Çin Halk Cumhuriyeti ülkesindeki 30 bölgenin ilgili inovasyon verilerine istinaden söz konusu 30 bölgenin inovasyon performanslarını Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) tabanlı TOPSIS yöntemi uygulayarak tespit etmişlerdir. Araştırmada, AR-GE ve rekabet gücü çalışmaları sağlayan bölgelerin inovasyon performanslarının yüksek seviyede olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Crespi ve Zuniga (2012), Arjantin, Şili, Kolombiya, Kosta Rika, Panama ve Uruguay ülkelerinde büyük firmalara ait ilgili veriler üzerinden inovasyonun işgücü verimliliğine olan etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, bilgiye yatırım yapan firmaların yeni teknolojik gelişmeleri kavrayabildiğini, işbirliklerin ve ihracatın inovasyon faaliyetlerine olan yatırımın önemli belirleyicileri oldukları ve buna bağlı olarak inovasyonun işgücü verimliliğini sağlayabildiği tespit edilmiştir. Capello ve Lenzi (2013), Avrupa Birliği ülkelerine ait ilgili değerler üzerinden bölgesel kalkınma, inovasyon ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırmada inovasyon boyutu, bölgesel kalkınmanın ekonomik büyümeyi etkilemesinde moderatör değişken olarak ele alınmıştır. Araştırma kapsamında, AR-GE çalışmalarını içeren bölgesel kalkınmanın inovasyonu, inovasyonun ise ekonomik büyümeyi anlamlı ve pozitif yönde sağladığı açıklanmıştır. Hassan vd. (2013), depo yönetiminde faaliyet gösteren lojistik şirketlerine ait ilgili inovasyon verileri kapsamında ürün (çıkıtı), süreç, pazar (piyasa) ve örgütsel inovasyon

türleri arasındaki ilişkileri ölçmüşlerdir. Bulgular kapsamında; süreç inovasyonun, ürün, pazar ve örgütsel inovasyon türleri ile anlamlı, pozitif yönlü ve orta seviyede ilişkileri olduğu belirtilmiştir. Yun, Nadhirah ve Jung (2013), Güney Kore ve Endonezya ülkelerine ait endeks verilerine istinaden girişimcilik ve inovasyon boyutları arasındaki ilişkiyi değerlendirmişlerdir. Araştırma sonucuna göre, inovasyon ve girişimcilik boyutları arasında anlamlı, pozitif yönlü ve yüksek bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Jankowska vd. (2017), 2015 yılı için Polonya ve Bulgaristan ülkelerinin KİE'ni oluşturan veriler çerçevesinde söz konusu ülkelerin inovasyon performanslarını açıklamışlardır. Çalışmada, Polonya ülkesinin inovasyon çabalarının yoğun olmasına rağmen yüksek seviyede inovasyon çıktı performansına sahip ülkeler arasında yer almadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanında araştırma kapsamında, Bulgaristan ülkesinin ise inovasyon girdi performansının yeterli seviyede olmamasına karşın inovasyon çıktı düzeyinin yüksek düzeyde olduğu ifade edilmiştir. Lin, Wang ve Shih (2015), bankacılık sektörünün karmaşık işlemlerinin kolaylaşması için inovasyon çerçevesinde sistematik bir girişim sağlanması ve yine inovasyon çerçevesinde sınırlı kaynakların bankaların hedef programlarına ulaşma durumlarının formülasyonunu tasarlamışlardır. Buna göre, DEMATEL yöntemi ile bankaların kendilerini ilgilendiren kriterler arası uygun ilişkinin sağlanması ile karmaşık sistemlerin sistematik bir yapıya sahip olacağını ve Analitik Ağ Süreci Yöntemi ile mobil bankacılık sistemlerinin daha bilimsel ve verimli olabileceğine yönelik modellerin oluşturulabileceği belirtilmiştir. Noori (2015), uluslararası alanda faaliyet gösteren bir demir-çelik fabrikasına ait üç stratejik iş birimine göre finansal, süreç ve öğrenme kriterlerinin inovasyona yönelik faaliyetlerin önemlilik derecelerini ve söz konusu üç stratejik iş biriminin belirtilen kriterler üzerinden inovasyon performanslarını hesaplamıştır. Bulgulara göre, demir-çelik fabrikasındaki strateji iş birimlerine göre kriterlerin önemlilik dereceleri müşteri, finansal, süreç ve öğrenme olarak sıralanmıştır. Araştırmada ayrıca araştırmaya dahil olan üç strateji iş biriminin inovasyon konusunda yeterli seviyede kapasitelerinin olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Siddiquee, Jain ve Rajan (2015), Hindistan ülkesinde elektrik şirketlerinin tüketici ürünleri, endüstriyel sistemler ve güç sistemleri sektörlerinde çalışan uzmanların sektörlerindeki inovasyon algılamaları çerçevesinde söz konusu sektörlerin inovasyon performanslarını ölçmüşlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, her üç sektöre ait şirketlerin inovasyon performanslarının yüksek seviyede olduğu ve söz konusu değerlerin birbirlerine yakın olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada ayrıca üç sektöre ait firmaların inovasyon performanslarının, şirketlerin AR-GE, üretim, pazarlama ve organizasyon yetenekleri ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. Gupta ve Barua (2016), Hindistan ülkesindeki KOBİ'lerin teknolojik inovasyonlarının önemli sağlayıcılarını BWM (Best-Worst Method) yöntemi ile tespit etmişlerdir. Bulgulara göre; proje kaynaklarının, girişimcilerin yeteneklerinin, hükümet politikalarının ve girişimcilerin teknik bilgilerinin Hindistan ülkesindeki KOBİ'lerin teknolojik inovasyon sağlamasında en önemli faktörler olduğu belirlenmiştir. Liu vd. (2019), uluslararası faaliyet yürüten dört e-ticaret firmalarının tedarik sağlayıcıları, şirket stratejileri ve karar vericiler faktörlerinin inovasyon bileşenlerine ait değerleri üzerinden söz konusu firmaların AHS ile inovasyon performanslarını tespit etmişlerdir. Araştırma sonucuna göre, tedarik sağlayıcılar inovasyon faktörünün firmalara göre en önemli inovasyon bileşeninin soğuk tedarik zinciri ve şirket stratejileri inovasyon faktörünün en önemli inovasyon bileşeninin ise fiyat olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada ayrıca söz konusu e-ticaret firmaların yeterli seviyede inovasyon performanslarının olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Nalmpantis vd. (2019), İtalya, Yunanistan, Hollanda ve Almanya ülkelerinde toplu taşıma kullanan 97 örneklem üzerinden toplu taşıma inovasyon faaliyetlerine göre toplu taşıma inovasyon faaliyetlerini etkileyen kriterlerin AHS yöntemine göre önemlilik derecelerini ve toplu taşıma inovasyon faaliyetlerin genel anlamda inovasyon



performanslarını tespit etmişlerdir. Araştırma sonucunda toplu taşıma inovasyon faaliyetlerine göre inovasyon kriterlerinin önemlilik dereceleri fayda, fizibilite ve yenilikçilik olarak sıralanmıştır. Toplu taşımada inovasyon işlevsellik düzeyleri ilk üç sıra gerçek zamanlı seyahat-konfor ve çok fonksiyonlu bilgiler içeren hizmet platformu, tam donanımlı toplu taşıma ve seyahat süresi ile pazarlama seviyesi, son üç sıra ise marka konsepti, bilgi panel teknolojileri ve toplu taşıma finansmanı olarak sıralandığı belirtilmiştir. Silva, Gomes ve Junior (2019), 2018 yılı için Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü (WIPO) tarafından ülkelerin inovasyon durumlarını açıklayan rapordaki veriler üzerinden Afrika, Asya ve Okyanusya bölgesindeki ülkelerin inovasyon performanslarını TOPSIS yöntemi ile ölçmüşlerdir. Araştırma sonucuna göre, Merkez ve Kuzey Asya bölgesinden en fazla inovasyon performansına sahip ilk üç ülke Hindistan, Kazakistan, Sri Lanka, Kuzey Afrika ve Batı Asya bölgesinden İsrail, Kıbrıs ve Suudi Arabistan, Güney Asya ve Okyanusya bölgesinden Singapur, Honkong ve Güney Kore, Güney Afrika bölgesinden ise Mauritius, Senegal ve Güney Afrika ülkeleri olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında araştırmada WIPO tarafından ölçülen ülkelerin inovasyon performans sıralamaları ile TOPSIS yöntemi kapsamında tespit edilen ülkelerin inovasyon performans sıralamaları çoğu ülke için tutarlılık göstermiştir. Ayrıca araştırmada TOPSIS yöntemi ile hesaplanan ülkelerin inovasyon performans değerleri ile WIPO tarafından belirtilen ülkelerin inovasyon performans değerleri arasında anlamlı, pozitif yönde ve çok yüksek seviyede ilişki olmasından dolayı ülkelerin inovasyon performanslarının TOPSIS yöntemi ile genel anlamda açıklanabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Chen, Li ve Yi (2020), 2012-2016 zaman aralığında Çin Halk Cumhuriyeti ülkesindeki Liaoning eyaletine bağlı şehirlerin inovasyon performanslarını TOPSIS yöntemi ile ölçmüşlerdir. Araştırma sonucuna göre, Liaoning eyaletine bağlı çoğu şehirlerin inovasyon performanslarının düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında, araştırma kapsamında eyaletin güney kesimindeki şehirlerin batı kesimindeki şehirlere göre inovasyon performanslarının yüksek olduğu ve özellikle internet kullanıcılarının oranının fazla olması durumunun inovasyonu sağlayan belirleyicilerden olduğu ifade edilmiştir. Musaad vd. (2020), Suudi Arabistan ülkesindeki KOBİ'lere ait yeşil inovasyon faaliyet verileri üzerinden KOBİ'lere göre yeşil inovasyon faaliyetlerini belirleyen kriterlerin önemlilik derecelerini AHS ve dört tedarikçi KOBİ'nin yeşil inovasyon performanslarını AHS tabanlı TOPSIS yöntemi ile ölçmüşlerdir. Araştırma sonucuna göre, yeşil inovasyon faaliyetlerini sağlayan en önemli kriterlerin yeşil inovasyon girişimleri olduğu ve söz konusu dört tedarikçi KOBİ'nin yeterli seviyede yeşil inovasyon kapasitesine sahip oldukları belirtilmiştir. Silva, Costa ve Gomez (2020), 2016 yılı için 33 ülkeye ait KİE'sini oluşturan inovasyon bileşenlerine ait değerler üzerinden söz konusu ülkelerin inovasyon performanslarını BORDA, AHS tabanlı BORDA ve AHS tabanlı Promethee 2 yöntemleri ile tespit etmişlerdir. Her üç yöntemle tespit edilen ülkelerin inovasyon performans değerlerinin sıralamaları çoğu ülkeler için farklı olduğu tespit edilmiştir. Fakat araştırmada söz konusu yöntemlere göre tespit edilen ülkelerin inovasyon performans değerlerinin KİE performans değerleri ile pozitif yönlü, anlamlı ve yüksek değerde ilişkilerin olmalarından dolayı her üç yöntem ile genel anlamda ülkelerin inovasyon performanslarının değerlendirilebileceği ifade edilmiştir. Sumrit (2020), Tayvan ülkesinde otomobil parçaları üreten firmaların teknolojik inovasyon yeteneklerine ait ilgili veriler üzerinden söz konusu firmaların inovasyon performanslarını Bulanık DEMATEL, Analitik Ağ Süreci ve Bulanık Delphi teknikleri kullanılarak ölçmüştür. Araştırma bulgularına göre, inovasyon faaliyetlerin otomobil parçası üreten firmalar için çok önemli olduğu ve söz konusu firmaların inovasyon konusunda yeterliliklerinin olduğu tespit edilmiştir.

Bülbül (2014), Eskişehir ilinde süt ve süt ürünleri sektöründe faaliyet gösteren ilgili firmalara ait inovasyon göstergeleri üzerinden söz konusu firmaların AHS tabanlı Gri

İlişkisel Analiz yöntemi kullanılarak inovasyon performanslarını ölçmüştür. Araştırma sonucuna göre, ilgili firmaların yeterli inovasyon performanslarının olduğu ve bölgede süt sektöründe faaliyet gösteren firmaların az olması sebebiyle rekabet yoğunluğunun oluşmadığı ve bu durumun ise firmaların inovasyon faaliyetlerini olumsuz etkiledi tespit edilmiştir. Çakın ve Özdemir (2015), Türkiye İstatistik Bölge Birimleri Sınıflaması Düzey-1 kapsamında 12 bölgenin 2010, 2011 ve 2012 yıllarındaki inovasyon performanslarını DEMATEL tabanlı DANP ve TOPSIS yöntemleri ile analiz etmişlerdir. Araştırmada söz konusu belirtilen yöntemlere göre inovasyon performansı en fazla olan bölgelerin İstanbul, Doğu Marmara ve Ege olduğu, inovasyon performansı en düşük olan bölgelerin ise Kuzeydoğu Anadolu, Ortadoğu Anadolu, Doğu Karadeniz ve Batı Karadeniz olduğu tespit edilmiştir. Ayçin ve Çakın (2019), 2018 yılı için Avrupa Birliği ülkelerinin Avrupa İnovasyon Karnesi kapsamında yer alan inovasyon bileşenlerine ait değerler üzerinden ENTROPİ ve MABAC yöntemlerini bütünleşik olarak kullanarak ülkelere göre inovasyon bileşenlerinin önemlilik derecelerini ve söz konusu ülkelerin inovasyon performanslarını ölçmüşlerdir. Araştırmada yenilikçilik, fikri varlıklar, finansman ve destekler inovasyon bileşenlerinin ülkelere göre en önemli bileşenler olduğu ve inovasyon performansı en yüksek olan ülkelerin İsviçre, İsveç ve Danimarka olduğu bulgularına ulaşılmıştır. Belgin ve Apaydın Avşar (2019), Türkiye’de AR-GE ve yenilik performanslarını ölçmüşlerdir. Ölçümlere göre, AR-GE ve yenilik performansı en fazla olan bölgelerin Marmara ve İç Anadolu olduğu, AR-GE ve inovasyon performansı en fazla olan illerin ise sırasıyla İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa, Kocaeli, Manisa, Konya ve Eskişehir olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İnel ve Türker (2016), 2013 ve 2014 yılları için 34 ülkenin İnovation Union Scoreboard inovasyon metriğine ait ilgili inovasyon bileşenleri değerleri üzerinden söz konusu ülkelerin inovasyon performanslarını TOPSIS ve AHS yöntemleri ile hesaplamışlardır. Araştırma sonucuna göre, TOPSIS ve inovasyon endeksi değerleri arasındaki korelasyon katsayısı, AHS ve inovasyon endeksi arasındaki korelasyon değerinden fazla olduğunu tespit etmelerinden dolayı, ülkelerin İnovation Union Scoreboard kapsamında inovasyon performanslarının ölçümü AHS yöntemine kıyasla TOPSIS yöntemine göre daha anlamlı yapılabileceği tespit edilmiştir. Koğumtekin ve Yarlıkaş (2019), inovasyon yatırım maliyeti, işletme sermayeleri, inovasyon fikirleri, fikirleri uygulama ve uygulamaların karlılık oranları inovasyon bileşenlerine ait veriler üzerinden söz konusu havayolu şirketlerin GİA yöntemine göre inovasyon performanslarını ölçmüşlerdir. Araştırmada havayolu şirketlerin yeterli seviyede inovasyon kapasitelerinin sahip olduğu açıklanmıştır. Oralhan ve Büyüktürk (2019), 2018 yılı için Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye’ye ait Avrupa İnovasyon Karnesi bileşenlerine ait değerler kapsamında Avrupa Birliği ülkelerin ve Türkiye’nin TOPSIS ve MOORA yöntemleri kullanarak inovasyon performanslarını hesaplamışlardır. Araştırmacılar söz konusu yöntemlere göre inovasyon performansı en fazla olan ilk üç ülkenin İsviçre, İsveç ve Danimarka olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmada ayrıca Türkiye’nin dünya genelinde inovasyon performans sıralamasında TOPSIS yöntemine göre 31’inci, MOORA yöntemine göre 33.’üncü olduğunu ve Türkiye için en önemli inovasyon bileşeninin firma yatırımları olduğu ifade edilmiştir. Çınaroğlu (2020), Türkiye genelinde çalışan sayısı 10 ve üzeri olan çeşitli sektörler kapsamında sektörlerin ürün yeniliği ve iş süreci yeniliği kriterlerine ait değerler üzerinden söz konusu sektörlerin inovasyon performanslarını ENTROPİ tabanlı MABAC yöntemi ile ölçmüştür. Araştırmada sektörler göre en önemli yenilik kriterinin mal yeniliği olduğu ve yenilikçi performans kapsamında öncü sektörün toptan ticaret sektörü olduğu belirtilmiştir. Gürtüna ve Polat (2020), 2018 yılı için 126 ülkenin KİE’ni oluşturan bileşen değerleri üzerinden söz konusu ülkelere inovasyon performansları açısından kümeleme analizi uygulamıştır. Kümeleme analizine göre, ülkeler inovasyon performans açısından düşük-orta-yüksek ve düşük-düşük orta-orta-yüksek-

yüksek şekilde tasniflendiğini ifade edilmiştir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, ülkelerin en fazla 5 farklı kümede kategorik ve ordinal olarak sınıflandırılmasından dolayı ülkelerin inovasyon performanslarının birbirlerinden farklı olduğu belirtilmiştir. Özdemir (2020), Türkiye’deki 19 teknopark üst yönetici ile yapılan anket sonucu üzerinden AHS yöntemi ile teknoparkların başarısında önem arz eden kuruluş yer seçiminde faktörlerin önemlilik derecelerini tespit etmiştir. Araştırma bulgularına göre, teknopark kuruluş yer seçiminde en önemli kriterin lojistik olduğunu ve bunun sırasıyla iş gücü teşviği, altyapı, ulaşım, enerji maliyeti ve arsa ucuzluğu takip ettiğini bulgusuna ulaşılmıştır.

Ulusal ve uluslararası literatür incelendiğinde, 2020 yılı için G7 ülkelerinin KİE’ni oluşturan bileşenlere ait değerler kapsamında söz konusu ülkelerin inovasyon performanslarının önemlilik derecelerini ENTROPİ ve performans değerlerini ENTROPİ tabanlı GİA yöntemi ile tespit eden bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Bu kapsamda bu araştırma, belirtilen özelliklere uyan literatürde bulunan ilk araştırma ve araştırmada tespit edilen nicel değerler, ülkelerin inovasyon performansları hakkında çalışma yapacak araştırmacılar için veri seti niteliği kazanmakta olmasından dolayı bu çalışmanın literatüre katkı sağladığı değerlendirilmiştir.

#### 4. Yöntem

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

Araştırmanın birinci amacı, 2020 yılı için G7 ülkelere göre inovasyon göstergelerinin önemlilik derecelerini (ağırlık katsayılarını) ENTROPİ yöntemi ile belirlemektir. Araştırmanın ikinci amacı ise ENTROPİ tabanlı GİA yöntemine göre, G7 ülkelerin inovasyon performans değerlerini tespit etmek ve tespit edilen değerleri, ülkelerin KİE değerleri ile sıralama ve oransal değerler açısından kıyaslamak ve ilişki niceliğini tespit etmektir.

Araştırmanın veri seti; Cornell Üniversitesi, INSEAD ve Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü (WIPO) tarafından hazırlanan 2020 yılı için G7 ülkelerinin KİE’ni oluşturan inovasyon girdi ve çıktı alt dizinlerini oluşturan bileşenlerden oluşmaktadır. Araştırmada kolaylık sağlaması açısından söz konusu bileşenlerin kısaltmaları aşağıda Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. İnovasyon Girdi ve Çıktı Bileşenlerinin Kısaltması

İnovasyon Girdi Bileşenleri	Kısaltması	İnovasyon Çıktı Bileşenleri	Kısaltması
Kurumlar	G1	Bilgi ve Teknoloji Çıktısı	Ç1
Beşeri Sermaye ve Araştırma	G2		
Altyapı	G3		
Pazar Gelişmişliği	G4	Yaratıcı Çıktısı	Ç2
İş Gelişmişliği	G5		

Literatürde sık olarak karar alternatiflerine göre kriterlerin önemlilik derecelerini tespitinde ENTROPİ, karar alternatiflerinin kriterlere göre performanslarının tespitinde ise ENTROPİ tabanlı GİA yöntemi kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu kapsamda, ülkelere göre inovasyon bileşenlerinin önemlilik derecelerinin ENTROPİ, yine ülkelerin inovasyon performanslarının hesaplanmasının ve değerlendirilmesinin ayrıntılı ve kapsamlı olarak yapılabilmesi için ENTROPİ tabanlı GİA yöntemi tercih edilmiştir.

G7 ülkeleri dünya ekonomisinin yarısından fazlasına hâkimdir. Dolayısıyla G7 ülkelerinin inovasyon anlamında sağlayacağı yöntemler, stratejiler ve uygulamalar dünya ekonomisini ve diğer ülkelerin ekonomik ve inovasyon faaliyetlerini etkileyebilmektedir. Bu çerçevede G7 ülkelerinin inovasyon performanslarının tespit edilmesi önem kazanmaktadır. Buna bağlı

olarak araştırmada, araştırmanın amaçları kapsamında G7 ülkelerin KİE'ni oluşturan bileşenlerin değerleri dikkate alınmıştır.

## 5. Bulgular

ENTROPİ yönteminde ilk olarak karar matrisi hazırlanır. İkinci olarak hazırlanan karar matrisinde, ülkelere (karar alternatiflerine) karşılık gelen her bir bileşen (kriter) değeri, bileşenlerin ülkelere göre toplamına oranlanarak karar matrisinin normalizasyonu ve ağırlıklandırılması işlemi gerçekleştirilir. Bu kapsamda oluşturulan karar matrisi ile karar matrisinin normalizasyon ve ağırlıklandırılmış matrisi Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Karar Matrisi ve Karar Matrisinin Normalizasyonu ve Ağırlıklandırılması

Karar Matrisi							
Ülkeler	Girdiler					Çıktılar	
	G1	G2	G3	G4	G5	Ç1	Ç2
Almanya	84,6	61,1	58	56,1	53,7	51,7	49,1
ABD	88,9	56,3	54,7	81,4	62,8	56,8	47,7
Birleşik Krallık	86,1	58	60,3	74,4	51	54,4	52,7
Fransa	83,7	56,2	57,7	59,4	50,2	45,1	46,7
İtalya	74,6	43,7	56,6	50,5	36,7	42,3	35,9
Japonya	89,3	47,3	60	64,3	57,1	46,4	37,2
Kanada	90,2	51,8	53,3	78,5	50,5	39,1	40,2
Karar Matrisinin Normalizasyonu ve Ağırlıklandırılması							
Almanya	0,141614	0,163194	0,144783	0,120749	0,148343	0,153961	0,158643
ABD	0,148812	0,150374	0,136545	0,175204	0,173481	0,169148	0,15412
Birleşik Krallık	0,144125	0,154915	0,150524	0,160138	0,140884	0,162001	0,170275
Fransa	0,140107	0,150107	0,144034	0,127852	0,138674	0,134306	0,150889
İtalya	0,124874	0,11672	0,141288	0,108696	0,101381	0,125968	0,115994
Japonya	0,149481	0,126335	0,149775	0,138399	0,157735	0,138177	0,120194
Kanada	0,150988	0,138355	0,13305	0,168963	0,139503	0,116438	0,129887

ENTROPİ yöntemi kapsamında üçüncü olarak Tablo 3'de belirtilen normalize olan ve ağırlıklandırılan karar matrisi değerlerinin her biri, söz konusu değerlerin kendi doğal logaritması ile çarpılarak sj değerleri hesaplanır. Sonrasında  $\ln(m)$  sabitinin hesaplanması için araştırmadaki karar alternatif sayısının (ülke sayısının) doğal logaritma değerinin çarpma işlemine göre tersi bulunur.  $\ln(m)$ 'nin "-1" ile çarpılmış değerinin, bileşenlerin ülkelere göre sj değerlerinin toplamıyla çarpılarak bileşenlere ait entropi değerleri (ej) hesaplanır. Yöntemin dördüncü aşamasında, tespit edilen her bir bileşene ait ej değerleri "1" değerinden çıkarılarak bileşenlere ait farklılaşma değerleri (dj) tespit edilir. Son olarak ENTROPİ yönteminin beşinci aşamasında ise bileşenlere ait her bir dj değeri, bileşenlerin toplam dj değerlerine oranlanarak bileşenlerin önemlilik dereceleri (wj) bulunur. Bu kapsamda hesaplanan sj değerleri,  $\ln(m)$  sabiti değeri ile ej, dj ve wj değerleri aşağıda Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4. sj Değerleri ve  $\ln(m)$  Değeri ile ej, dj ve wj Değerleri

sj Değerleri							
Ülkeler	Girdiler					Çıktılar	
	G1	G2	G3	G4	G5	Ç1	Ç2
Almanya	-0,276806	-0,295841	-0,279796	-0,255268	-0,283072	-0,288069	-0,292077
ABD	-0,283497	-0,284903	-0,271875	-0,305171	-0,303884	-0,300573	-0,288208
Birleşik Krallık	-0,27918	-0,288897	-0,285037	-0,293328	-0,276107	-0,294867	-0,301444
Fransa	-0,275359	-0,284664	-0,279095	-0,262976	-0,273968	-0,269637	-0,285362
İtalya	-0,259795	-0,250712	-0,276494	-0,241218	-0,232048	-0,260971	-0,249876
Japonya	-0,284102	-0,261365	-0,284366	-0,273699	-0,291311	-0,273483	-0,254649
Kanada	-0,285451	-0,273657	-0,268366	-0,300429	-0,274775	-0,250388	-0,265111
$\ln(m)$	0,513898342						

Entropi Değerleri							
ej	0,852423	0,856351	0,861635	0,838508	0,853272	0,867255	0,859041
Farklılaşma Dereceleri							
dj	0,147577	0,143649	0,138365	0,161492	0,146728	0,132745	0,140959
Önemlilik Dereceleri							
wj	0,145897	0,142014	0,13679	0,159654	0,145058	0,131234	0,139354
Sıralama	2	4	6	1	3	7	5

İnovasyon Girdi Bileşenleri Önemlilik Derecesi Ortalaması=145,883, İnovasyon Çıktı Bileşenleri Önemlilik Derecesi Ortalaması=135,294.

Tablo 4'e istinaden inovasyon bileşenlerinin wj değerleri G4 (pazar gelişmişliği), G1 (kurumlar), G5 (iş gelişmişliği), G2 (beşeri sermaye ve araştırma), Ç2 (yaratıcı çıktısı), G3 (altyapı) ve Ç1 (bilgi ve teknoloji çıktısı) olarak sıralanmıştır. Tablo 4 değerlendirildiğinde, G1 (kurumlar) ve G5 (iş gelişmişliği) inovasyon bileşenleri arasında önemlilik dereceleri açısından belirgin fark bulunmamaktadır. Bu durum, G7 ülkelerin inovasyon performansını sağlamlarında G1 (kurumlar) ve G5 (iş gelişmişliği) inovasyon bileşenlerine eşit önem verdiğini göstermektedir. Bunun nedeninin, G7 ülkelerinin inovasyon faaliyetlerinde G1 (kurumlar) ve G5 (iş gelişmişliği) inovasyon bileşenlerinin diğer inovasyon bileşenlerini geliştirmesinde veya iyileştirmesinde (diğer inovasyon bileşenlerini etkilemesinde ve diğer inovasyon bileşenlerinden etkilenmesinde) hemen hemen aynı işlevsellik derecesine sahip olmasından kaynaklandığı değerlendirilebilir.

Tablo 4'e göre, G4 (pazar gelişmişliği) inovasyon bileşenini önemlilik derecesi ile diğer inovasyon bileşenlerinin önemlilik dereceleri arasında belirgin farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla G7 ülkeleri, G4 (pazar gelişmişliği) inovasyon bileşenine diğer inovasyon bileşenlerine göre daha fazla önem ve öncelik vermişlerdir. Bunun nedeni ise G7 ülkelerinin uluslararası pazarda daha çok faaliyet göstermek istemesinden oluşabilir. Diğer bir sebep ise, 2020 başlarından beri küresel bir salgına sebep olan COVID-19 virüsüne karşı alınan önlemler neticesinde oluşan dünya pazarlarının, ticaret faaliyetlerinin ve ekonomilerinin durgunluğu neticesinde belirli bir pazar potansiyeline sahip olan G7 ülkelerinin eski ekonomilerine sahip çıkma çabası kapsamında G4 (pazar gelişmişliği) inovasyon bileşeni ile ilgili olarak daha çok faaliyetler gerçekleştirmeye gereksinim duymalarından kaynaklanabilir.

Tablo 4 incelendiğinde, G7 ülkelerine göre önemlilik derecesi en az olan inovasyon bileşeninin Ç1 (bilgi ve teknoloji çıktısı) olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu durum, inovasyonun ekonomik büyümeyi ve gelişmeyi sağlamlarında dünyanın en gelişmiş ve büyük ekonomisine sahip olan G7 ülkelerinin inovasyonu sağlama için bilgi ve teknoloji altyapısının ve yeterliliğinin olduğunu göstermektedir.

Tablo 4 değerlendirildiğinde, inovasyon girdi bileşenlerinin önemlilik derecesi ortalaması (145,883), inovasyon çıktı bileşenlerinin önemlilik derecesi ortalamasından (135,294) fazla değerde olduğu tespit edilmiştir. Buna göre, G7 ülkeleri inovasyon girdilerine inovasyon çıktı değerlerine göre daha fazla önem verdiğini ve buna bağlı olarak G7 ülkeleri inovasyon konularında sonuç odaklı yaklaşımlardan daha çok temel yaklaşımlara öncelik gösterdiğini açıklamaktadır. Bunun nedeni ise insan ve toplum ihtiyaçları doğrultusunda küresel anlamda yeni inovasyon yaklaşımlarına ihtiyaç duyulmasına bağlanabilir.

GİA yönteminde ilk olarak karar matrisinin oluşturulması gerekmektedir. Söz konusu karar matrisi öncesinde Tablo 3'de belirtilmiştir. İkinci olarak Tablo 3'de belirtilen karar matrisindeki bileşen değerleri üzerinden maksimum ve minimum değerler tespit edilerek bileşenlerin yönlerine göre referans serisi oluşturulur. Bu kapsamda tespit edilen referans serisi değerleri Tablo 5'de gösterilmiştir.

Tablo 5. Referans Serili Karar Matrisi

Bileşenler	G1	G2	G3	G4	G5	Ç1	Ç2
<b>Yön</b>	<b>mak</b>	<b>mak</b>	<b>mak</b>	<b>mak</b>	<b>mak</b>	<b>mak</b>	<b>mak</b>
<b>min</b>	74,6	43,7	53,3	50,5	36,7	39,1	35,9
<b>mak</b>	90,2	61,1	60,3	81,4	62,8	56,8	52,7
<b>Referans Serisi</b>	90,2	61,1	60,3	81,4	62,8	56,8	52,7

Üçüncü olarak normalize matrisi hesaplanır. Normalize matrisi, tüm inovasyon bileşenlerinin yönü maksimum (mak) olması kapsamında normalize edilmiş matris bileşenlerine ait referans seri ve devamında karar matrisindeki bileşenlerin ülkelere karşılık gelen değerlerin bileşenlere ait karar matrisindeki minimum değer farkının, yine bileşenlere ait karar matrisindeki maksimum ile minimum değer farkına oranlanması ile hesaplanır. Bu kapsamda hesaplanan normalize değerler Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Normalize Edilmiş Matris

Bileşenler	G1	G2	G3	G4	G5	Ç1	Ç2
<b>Yön</b>	<b>mak</b>	<b>mak</b>	<b>mak</b>	<b>mak</b>	<b>mak</b>	<b>mak</b>	<b>mak</b>
<b>Referans Serisi</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Almanya</b>	0,641026	1	0,671429	0,18123	0,651341	0,711864	0,785714
<b>ABD</b>	0,916667	0,724138	0,2	1	1	1	0,702381
<b>Birleşik Krallık</b>	0,737179	0,821839	1	0,773463	0,547893	0,864407	1
<b>Fransa</b>	0,583333	0,718391	0,628571	0,288026	0,517241	0,338983	0,642857
<b>İtalya</b>	0	0	0,471429	0	0	0,180791	0
<b>Japonya</b>	0,942308	0,206897	0,957143	0,446602	0,781609	0,412429	0,077381
<b>Kanada</b>	1	0,465517	0	0,906149	0,528736	0	0,255952

Dördüncü olarak normalize matrisinin oluşturulmasından sonra mutlak değer tablosu oluşturulur. Mutlak değer tablosu, Tablo 6'da belirtilen normalize edilmiş matris tablosundaki bileşenlere ait referans serisi değerinin, yine bileşenlerin ülkelere göre değer farkının mutlak değerinin alınması ile hesaplanmaktadır. Bu kapsamda hesaplanan mutlak değerler Tablo 7'de açıklanmıştır.

Tablo 7. Mutlak Değerler Tablosu

Ülkeler	G1	G2	G3	G4	G5	Ç1	Ç2
<b>Almanya</b>	0,358974	0	0,328571	0,81877	0,348659	0,288136	0,214286
<b>ABD</b>	0,083333	0,275862	0,8	0	0	0	0,297619
<b>Birleşik Krallık</b>	0,262821	0,178161	0	0,226537	0,452107	0,135593	0
<b>Fransa</b>	0,416667	0,281609	0,371429	0,711974	0,482759	0,661017	0,357143
<b>İtalya</b>	1	1	0,528571	1	1	0,819209	1
<b>Japonya</b>	0,057692	0,793103	0,042857	0,553398	0,218391	0,587571	0,922619
<b>Kanada</b>	0	0,534483	1	0,093851	0,471264	1	0,744048

Beşinci olarak gri ilişkisel katsayı matrisinin oluşturulması gerekmektedir. Fakat bunun öncesinde Tablo 7'de belirtilen mutlak değerler tablosundan bulunan değerleri minimum, maksimum değerleri ve ayırıcı katsayısı değeri ( $\zeta$ ) tespit edilir. Tespit edilen değerler Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8. Mutlak Değer Maksimum, Minimum Değerleri ile  $\zeta$  Değeri

Kriterler	Değerler
<b>Maksimum</b>	1
<b>Minimum</b>	0
<b>Ayırıcı Katsayı (<math>\zeta</math>)</b>	0,5

Tablo 8'e göre, ayırıcı katsayı ( $\zeta$ ) değeri 0,5 olarak hesaplanmıştır. Gri ilişki katsayı matrisi değerlerinin hesaplanması için Tablo 8'de belirtilen ayırıcı katsayı ( $\zeta$ ) değerinin maksimum değer ile çarpım sonucunun minimum değer ile toplamının, yine ayırıcı katsayı ( $\zeta$ ) değerinin maksimum değer ile çarpımının, Tablo 7'de açıklanan her bir ülkeye veya bileşene karşılık gelen mutlak değer ile toplamına oranlanması ile hesaplanmaktadır. Buna göre hesaplanan gri ilişki katsayı matrisi Tablo 9'da belirtilmiştir.

Tablo 9. Gri İlişki Katsayı Matrisi

Bileşenler	G1	G2	G3	G4	G5	Ç1	Ç2
Yön	mak	mak	mak	mak	mak	mak	mak
w	<b>0,137811</b>	<b>0,149284</b>	<b>0,138875</b>	<b>0,133142</b>	<b>0,145377</b>	<b>0,146452</b>	<b>0,14906</b>
Almanya	0,58209	1	0,603448	0,379141	0,589165	0,634409	0,7
ABD	0,857143	0,644444	0,384615	1	1	1	0,626866
Birleşik Krallık	0,655462	0,737288	1	0,688196	0,525151	0,786667	1
Fransa	0,545455	0,639706	0,57377	0,41255	0,508772	0,430657	0,583333
İtalya	0,333333	0,333333	0,486111	0,333333	0,333333	0,379015	0,333333
Japonya	0,896552	0,386667	0,921053	0,474654	0,696	0,45974	0,351464
Kanada	1	0,483333	0,333333	0,841962	0,514793	0,333333	0,401914

Son olarak ülkelerin gri ilişki dereceleri tespit edilir. Gri ilişki dereceleri, ülkelerin inovasyon performanslarını göstermektedir. Gri ilişki derecesini tespit etmek için ilk olarak Tablo 9'da belirtilen her bir bileşene ve ülkeye karşılık gelen gri ilişki katsayı matrisi değerlerinin, daha öncesinde tespit edilen ülkelere göre inovasyon bileşenlerinin önemlilik dereceleri (w) ile çarpılarak bileşenlerin ülkelere karşılık gelen gri ilişki katsayı değerleri hesaplanır. Sonrasında ise ülkelere göre bileşenlere ait gri ilişki katsayı değerleri toplanarak ülkelerin gri ilişki derecesi ( $\Gamma$ ) veya ülkelerin inovasyon performans değerleri tespit edilir. Dolayısıyla ülkelerin  $\Gamma$  veya inovasyon performans değerleri Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10. Gri İlişkisel Katsayı ve  $\Gamma$  Değerleri

Ülkeler	Gri İlişkisel Katsayı Değerleri							Gri İlişki Derecesi ( $\Gamma$ )	Sıra
	G1	G2	G3	G4	G5	Ç1	Ç2		
	mak	mak	mak	mak	mak	mak	mak		
Almanya	0,08021	0,14928	0,08380	0,05047	0,08565	0,09291	0,10434	<b>0,64668</b>	<b>3</b>
ABD	0,11812	0,09620	0,05341	0,13314	0,14537	0,14645	0,09344	<b>0,78615</b>	<b>1</b>
Birleşik Krallık	0,09033	0,11006	0,13887	0,09162	0,07634	0,11520	0,14906	<b>0,77151</b>	<b>2</b>
Fransa	0,07517	0,09549	0,07968	0,05492	0,07396	0,06307	0,08695	<b>0,52926</b>	<b>6</b>
İtalya	0,04593	0,04976	0,06750	0,04438	0,04845	0,05550	0,04968	<b>0,36124</b>	<b>7</b>
Japonya	0,12355	0,05772	0,12791	0,06310	0,10118	0,06733	0,05238	<b>0,59328</b>	<b>4</b>
Kanada	0,137811	0,072154	0,046292	0,11210	0,074839	0,04881	0,05990	<b>0,55192</b>	<b>5</b>

Tablo 10'a göre, ülkelerin inovasyon performans değerleri ABD ( $\Gamma_{ABD}=0,78615$ ), Birleşik Krallık ( $\Gamma_{Birleşik\ Krallık}=0,77151$ ), Almanya ( $\Gamma_{Almanya}=0,64668$ ), Japonya ( $\Gamma_{Japonya}=0,59328$ ), Kanada ( $\Gamma_{Kanada}=0,55192$ ), Fransa ( $\Gamma_{Fransa}=0,52926$ ) ve İtalya ( $\Gamma_{İtalya}=0,36124$ ) olarak sıralanmıştır. Tablo 10 değerlendirildiğinde, ABD ve Birleşik Krallık ülkelerinin inovasyon performans değerleri arasında belirgin farklılıkların olmadığı ve İtalya ülkesinin inovasyon performans değeri, diğer ülkelerin inovasyon performans değerleri arasında ise belirgin farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla ekonomik, ticari ve yenilik anlamında küresel faaliyetlerin G7 ülkelerinin faaliyetlerine göre türevinin fazla olması, başka bir ifade ile küresel faaliyetlerin değişim ivmesinin G7 ülkelerinin daha çok oluşturması veya küresel faaliyetlerdeki değişim oranının G7 ülkelerinin faaliyetlerindeki değişim oranından fazla olması çerçevesinde, ABD ve Birleşik Krallık ülkeleri inovasyonun gelişimine diğer ülkelere kıyasla daha çok katkı sağladıkları düşünülebilir. Aynı zamanda ABD ve Birleşik Krallık



ülkelerinin inovasyon performans değerlerinin birbirlerine yakın değerde çıkması, söz konusu ülkelerin inovasyon konularında birbirlerini tamamlayan ortak faaliyetler gerçekleştirdiklerini göstermektedir.

Tablo 11. Ülkelerin GİA ve KİE Kapsamında Performans Değerlerinin Kıyaslanması

Ülkeler	ENTROPİ GİA	KİE	GİA Sıralama	KİE Sıralama	ENTROPİ GİA Oransal	KİE Oransal	r
Almanya	0,6466886	56,5	3	3	0,152518537	0,14817729	0,981*
ABD	0,7861535	60,6	1	1	0,185410699	0,15892998	
Birleşik Krallık	0,7715109	59,8	2	2	0,181957315	0,15683189	
Fransa	0,5292630	53,7	6	4	0,124824258	0,14083399	
İtalya	0,3612405	45,7	7	7	0,085196911	0,11985313	
Japonya	0,5932865	52,7	4	5	0,13992391	0,13821138	
Kanada	0,5519224	52,3	5	6	0,13016837	0,13716234	
Toplam	4,2400653	381,3	-----	-----	-----	-----	

\*= $p < .01$

Tablo 11'e göre, ülkelerin GİA ve KİE kapsamında inovasyon performans sıralamaları sadece Almanya, ABD, Birleşik Krallık ve İtalya için tutarlılık göstermiştir. Tablo 11'e göre ayrıca ülkelerin ENTROPİ-GİA ve KİE değerlerinin ülke bazında toplanarak, ilgili ülkenin ENTROPİ-GİA ve KİE değerlerinin, toplam ENTROPİ-GİA ve KİE değerlerine bölünmesi ile ENTROPİ-GİA oransal ve KİE oransal değerler tespit edilmiştir. Buna istinaden Tablo 11'e göre, sadece Almanya ve Japonya ülkelerinin yöntemlere göre inovasyon performans oransal değerleri arasında belirgin farklılıklar bulunmadığı gözlemlenmiştir. Fakat ülkelerin ENTROPİ-GİA ve KİE değerleri arasında Pearson korelasyonuna göre anlamlı ( $p < .01$ ), pozitif yönde ve çok yüksek seviyede ilişki ( $r = 0,981$ ) tespit edilmiştir. Dolayısıyla bütün bunlara göre, ülkelerin inovasyon performans durumları ENTROPİ-GİA yöntemine göre genel anlamda açıklanabileceğini göstermektedir.

## 6. Sonuç ve Tartışma

Araştırmanın kavramsal çerçeve bölümünde inovasyon ve KİE ile ilgili açıklamalarda bulunulmuştur. Araştırmanın literatür kısmında ise inovasyon kavramı ile ilgili olarak araştırmalar belirtilmiştir. Araştırmanın birinci amacı, ENTROPİ yöntemi kapsamında G7 ülkelerine göre inovasyon bileşenlerinin önemlilik derecelerini tespit etmektir. Araştırmanın ikinci amacı ise ENTROPİ tabanlı GİA yöntemine göre, G7 ülkelerin inovasyon performans değerlerini tespit etmek ve tespit edilen değerleri, ülkelerin KİE değerleri ile sıralama ve oransal değerler açısından kıyaslamak ve ilişkiyi niceliğini tespit etmektir.

Bulgulara istinaden ENTROPİ yöntemi kapsamında G7 ülkelerine göre inovasyon bileşenlerinin önemlilik dereceleri G4 (pazar gelişmişliği), G1 (kurumlar), G5 (iş gelişmişliği), G2 (beşeri sermaye ve araştırma), Ç2 (yaratıcı çıktısı), G3 (altyapı) ve Ç1 (bilgi ve teknoloji çıktısı) olarak sıralanmıştır. Sonuçlara göre, G7 ülkelerine göre G1 (kurumlar) ve G5 (iş gelişmişliği) inovasyon bileşenlerinin önemlilik dereceleri birbirlerine yakın değeredir. Bu durum, G7 ülkelerinin inovasyon gelişimi için G1 (kurumlar) ve G5 (iş gelişmişliği) inovasyon bileşenlerine eşit önem verdiklerini göstermektedir. Ayrıca araştırmada, G4 (pazar gelişmişliği) inovasyon bileşeninin önemlilik derecesi ile diğer inovasyon bileşenlerinin önemlilik dereceleri arasında belirgin farklılıklar bulunmaktadır. Dolayısıyla buna bağlı olarak G7 ülkeleri, COVID-19 küresel salgın hastalığın meydana getirdiği dünya üzerinde ekonomik ve ticari anlamda işlevsel durgunluğu canlı hale getirmek ve buna bağlı olarak inovasyon faaliyetlerinde bulunmak için G7 ülkelerinin pazar faaliyetlerine daha fazla önem vermesi gereksinimi duymuş oldukları düşünülebilir.



Araştırmada G7 ülkelerine göre, Ç1 (bilgi ve teknoloji çıktısı) önemlilik derecesi en az olan inovasyon bileşeni olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni, G7 ülkelerine göre inovasyon faaliyetlerini etkin, etkili ve verimli bir şekilde gerçekleştirmek adına bilgi ve teknoloji çıktısı inovasyon bileşeninden daha önemli olan ve fonksiyonel yapılarının güçlendirilmesi öncelik gerektiren diğer inovasyon bileşenlerinin olmasından kaynaklanabilir. Bunun yanında, G7 ülkelerine göre inovasyon girdi bileşenlerinin önemlilik derecesi, inovasyon çıktı bileşenlerinin önemlilik derecesinden fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca göre, G7 ülkelerinin inovasyon oluşumundaki sebepsel yaklaşımlara daha fazla önem verdiği ve buna bağlı olarak G7 ülkelerinin küresel gereksinimlere göre yeni inovasyon paradigmaları ve yaklaşımları ortaya çıkarabileceği değerlendirilmiştir.

ENTROPİ tabanlı GİA yöntemine göre ülkelerin inovasyon performansları ABD, Birleşik Krallık, Almanya, Japonya, Kanada, Fransa ve İtalya olarak sıralanmıştır. Ayrıca ABD ve Birleşik Krallık ülkelerinin inovasyon performans değerleri birbirine yakın değerdedirler. Dolayısıyla bu durum, ABD ve Birleşik Krallık ülkelerinin inovasyon konularında ortaklıklar, işbirlikleri gerçekleştirerek inovasyon konularında müşterek faaliyetler yürüttüklerini gösterebilmektedir. Bunların dışında, G7 ülkelerin uluslararası alanda ticaret ve ekonomik etkinlikleri düşünüldüğünde, ABD ve Birleşik Krallık ülkelerinin inovasyon performans değerlerinin birbirine yakın ve diğer G7 grubu ülkelere göre inovasyon performans değerlerinden yüksek olduğu için ABD ve Birleşik Krallık ülkeleri küresel anlamda inovasyon gelişimine diğer G7 grubu ülkelere göre daha fazla katkı sağlamışlardır.

Araştırmada tespit edilen diğer bir bulgu kapsamında ENTROPİ tabanlı GİA ve KİE yöntemlerine göre ülkelerin inovasyon performans değerleri sıralaması sadece ABD, Birleşik Krallık, Almanya ve İtalya ülkeleri için tutarlılık göstermiştir. Ülkelerin yöntemlere göre oransal yakınlıkları ise Almanya ve Japonya ülkeleri için oluşturulmuştur. Buna karşın yöntemlere ilişkin veriler arasında Pearson ilişki katsayısına göre anlamlı, pozitif yönlü ve çok yüksek seviyede ilişki olduğu tespit edilmiştir. Buna göre, ENTROPİ tabanlı GİA yöntemine göre ülkelerin genel anlamda inovasyon performansları hakkında değerlendirme yapılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Literatür değerlendirildiğinde, araştırma ülkelerin inovasyon performanslarının tespitine yönelik yabancı literatürde tespit edilen Jankowska vd.'nin (2015), Silva, Gomez ve Junior'un (2019), Silva, Costa ve Gomez'in (2020), yerli literatürde ise Ayçin ve Çakın'ın (2019), İnel ve Türker'in (2019), Oralhan ve Büyüktürk'ün (2019) ve Gürtuna ve Polat'ın (2020) çalışmalarına benzerlik göstermiştir. Yine bu çalışma, Çınaroğlu ile (2020) ile Koğumtekin ve Yarıkaş'ın (2019) çalışmalarında kullanılan çok kriterli karar verme yöntemleri açısından söz konusu çalışmalar ile ortak özellikler taşımaktadır. Literatürde, 2020 yılı için spesifik anlamda G7 ülkelere göre inovasyon bileşenlerinin önemlilik dereceleri ile yine G7 ülkelerin inovasyon performanslarının ölçümüne yönelik bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Dolayısıyla bu çalışma, belirtilen özelliklere uyan literatürdeki ilk çalışma olması ve teknik anlamda ülkelerin inovasyon performanslarının ENTROPİ tabanlı GİA yöntemi ile genel anlamda açıklanabileceği sonucuna varılması kapsamında hesaplanan değerler ve değerlere göre oluşturulan çıkarımlar, inovasyon konusunda çalışma yapacak araştırmacılar için veri seti niteliği taşımakta olup, literatüre katkı sağladığı değerlendirilmektedir.

İnovasyonun çok fonksiyonlu olarak teknik ve sosyal boyutlara sağladığı katkılar çerçevesinde, ülkeler her zaman kendilerinin ve diğer ülkelerin inovasyon performanslarını takip etmek durumundadırlar. Böylelikle ülkeler, inovasyon konusundaki eksikliklerinin ve üstünlüklerinin farkında olarak inovasyon performanslarının iyileşmesi konusunda daha etkin, etkili ve verimli stratejiler oluşturabilirler. Dolayısıyla ülkeler, inovasyon

performanslarının ölçümünde daha gerçekçi sonuçlara ulaşmak için inovasyon boyutunun neden-sonuç bağlantısı çerçevesinde daha çok ayrıntılı araştırmalar yapmalıdırlar. Böylelikle inovasyon boyutunun diğer teknik ve sosyal boyutları etkilemesinde, söz konusu boyutlardan etkilenmesinde, boyutları iyileştirmesinde ve boyutlar üzerinde onarıcı etkisinin hangi koşullar altında sağlanabileceğinin analizi yapılabilir. Ayrıca ülkelerin inovasyon performanslarının ölçümünde daha çok sayısal yöntemler veya teknikler kullanılarak yöntemlere veya tekniklere göre tespit edilen sonuçların tutarlılıkları veya farklılıkları nedensel analizler çerçevesinde değerlendirilebilir. Bunun yanında, ülkelerin inovasyon performanslarının ölçümünde bileşen veya değişken sayısı artırılabilir veya ülkelere özgü bileşenler veya değişkenler oluşturulabilir ve sadece ülkelerin inovasyon performanslarını ölçen standart sayısal yöntem veya yöntemler geliştirilebilir.

## Kaynakça

- AKÇA, H. S. (2018). *Ekonomik Büyüme ve İnovasyon İlişkisi*. KTO Karatay Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Konya.
- ALPARASLAN, A. M., YASTIOĞLU, S., & TAŞ, M. A. (2018). Ulusal Kültür Özelliklerinin Ülkelerin İnovasyon Düzeylerine Etkisi Üzerine Bir Analiz. *Ege Akademik Bakış*, 18(3), 469-481.
- ARAS, G., TEZCAN, N., KUTLU FURTUNA, Ö., & AYBARS, A. (2014). *Firmaların Ar-ge ve İnovasyon Performansının Stratejik Analizi*. İstanbul: İstanbul Ticaret Odası Özkaracan Matbaacılık.
- ARCHIBUGİ, D., DENNI, M., & FILIPPETTI, A. (2009). *The Global Innovation Scoreboard 2008: The Dynamics of The Innovative Performances of Countries*. Italy: Pro Inno Europa Inno Metrics, Italian National Research Council, CNR-IRPPS.
- ASDONK, J., BREDEWEG, U., & KOWOL, U. (1991). Zur Theorie und Empirie der Technikgenese am Beispiel der Produktionstechnik. *Zeitschrift für Soziologie*, 20(4), 290-304.
- AY TÜRKMEN, M., & AYNAOĞLU, Y. (2017). Küresel Rekabet Endeksi Göstergelerinin Küresel İnovasyon Üzerine Etkisi. *Business & Management Studies: An International Journal*, 5(4), 257-282.
- AYÇİN, E., & ÇAKIN, E. (2019). Ülkelerin İnovasyon Performanslarının Ölçümünde Entropi ve MABAC Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Bütünleşik Olarak Kullanılması. *Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(2), 326-351.
- BARUTÇUGİL, İ. (2004). *Stratejik İnsan Kaynakları Yönetimi*. İstanbul: Kariyer Yayıncılık.
- BELGİN, Ö., & APAYDIN AVŞAR, B. (2019). Türkiye’de Bölgeler ve İller Düzeyinde Ar-Ge ve Yenilik Performansının Gri İlişkisel Analiz Yöntemi İle Ölçülmesi. *Verimlilik Dergisi*(2), 27-48.
- BÜLBÜL, M. E. (2014). *İnovasyon Performansı Değerlendirme Sürecinde AHS ve GİA Bütünleşik Yaklaşımı: Süt Ürünleri Sektöründe Bir Uygulama*. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir.
- CANTWELL, J. (2003). Innovation and Competitiveness. R. R. Nelson, & D. Fagerberg içinde, *Handbook of Innovation* (s. 1-31). Oxford: Oxford University Press.
- CHEN, J.-K., & CHEN, I.-S. (2010). Using a Novel Conjunctive MCDM Approach Based on DEMATEL, Fuzzy ANP, and TOPSIS as An Innovation Support System for Taiwanese Higher Education. *Expert Systems with Applications*(37), 1981-1990.
- CHEN, Y., WEIWEI, L., & YI, P. (2020). Evaluation of City Innovation Capability Using the TOPSIS-based Order Relation Method: The Case of Liaoning Province China. *Technology in Society*(63), 301-330.
- CLARK, J., & GUY, K. (2010). Innovation and Competitiveness: A Review. *Technology Analysis & Strategic Management*, 10(3), 363-395.

- COCCIA, M. (2017). The Origins of The Economics of Innovation: John Rae (1824). (17). İtaly.
- CORNELL UNIVERSITY, INSEAD , & WIPO. (2020). *Global Innovation Index Report*.
- CRESPI, G., & ZUNIGA, P. (2012). Innovation and Productivity: Evidence from Six Latin American Countries. *World Development*, 40(2), 273-290.
- ÇAKIN, E., & ÖZDEMİR, A. (2015). Bölgesel Gelişmişlikte Ar-Ge ve İnovasyonun Rolü: Dematel Tabanlı Analitik Ağ Süreci (DANP) ve TOPSIS Yöntemleri ile Bölgelerarası Bir Analiz. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30(1), 115-144.
- ÇALIPINAR, H., & BAÇ, U. (2007). KOBİ'lerde İnovasyon Yapmayı Etkileyen Faktörler ve Bir Alan Araştırması. *Ege Akademik Bakış*, 7(2), 445-458.
- ÇINAROĞLU, E. (2020). Yenilikçi Girişimlere Ait Faaliyetlerin Entropi Destekli MABAC Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Girişimcilik ve İnovasyon Yönetimi Dergisi*, 9(1), 111-135.
- DİNÇER, Ö., & FİDAN, Y. (2013). *İşletme Yönetimine Giriş*. İstanbul: Alfa Yayıncılık.
- DONOSO, J. F. (2016). A Simple Index of Innovation with Complexity. *Universidad del Desarrollo Serie Working Papers 04*, 1-19.
- DRUCKER, P. F. (2002). The Discipline of Innovation, Harvard Business Review.
- GIUNCHIGLIA, F. (2013). *Innovazione Sociale La Fuora Frontiora*. Department Information Engineering and Computer Science, DISI - Via Sommarive 5 - 38123 Povo. Trento: University of Trento .
- GRIFFITH, R., HUERGO, E., MAIRESSE, J., & PETERS, B. (2006). Innovation and Productivity across Four European Countries. *NBER Working Paper(12722)*, 1-20.
- GUPTA, H., & BARUA, M. K. (2016). Identifying Enablers of Technological Innovation for Indian MSMEs Using Best–Worst Multi Criteria Decision Making Method. *Technological Forecasting & Social Change*, 107, 69-79.
- GÜRTUNA, F., & POLAT, U. (2020). Küresel İnovasyon Endeksi Verilerinin Kümeleme Analizi ile Değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 35(2), 551-565.
- HANCIOĞLU, Y. (2016). Küresel İnovasyon Endeksini Oluşturan İnovasyon Girdi ve Çıktı Göstergeleri Arasındaki İlişkinin Kanonik Korelasyon ile İncelenmesi:OECD Örneği. *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(4), 131-157.
- HASSAN, M., SHAUKAT, S., NAWAZ, M., & NAZ, S. (2013). Effects of Innovation Types on Firm Performance: an Empirical Study on Pakistan's Manufacturing Sector. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences*, 7(2), 243-262.
- İNEL, M. N., & TÜRKER, M. V. (2016). Ulusal İnovasyon Performansının Ölçümü İçin Çok Nitelikli Karar Verme Teknikleri ile Bir Model Denemesi. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 38(2), 147-166.
- İŞİK, N., & KILINÇ, E. (2012). İnovasyon-Güdümlü Kalkınma: Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye Üzerine Bir İnceleme. *Girişimcilik ve İnovasyon Yönetimi Dergisi*, 1(1), 31-68.
- JANKOWSKA, B., MATYSEK, A., JEDRYCH, K., & MROCZEK, D. (2017). Efficiency of National Innovation Systems – Poland and Bulgaria in The Context of the Global Innovation Index. *Comparative Economic Research*, 20(3), 77-94.

- KARAATA, E. S. (2012). *İnovasyonun Ölçümünde Yeni Arayışlar*. İstanbul: TÜSİAD—Sabancı Üniversitesi Rekabet Forumu.
- KIJEK, A., & KIJEK, T. (2010). The Analysis of Innovation Input–Output Relationships. *Comparative Economic*, 13(1), 193-106.
- KILIÇ, F. (2018). *Açık İnovasyon Kavramı ve Etkileri Üzerine Bir Uygulama*. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Denizli.
- KOĞUMTEKİN, F. B., & YARLIKAŞ, S. (2019). Havayolu Taşımacılığı Sektörünün İnovasyon Ölçütleri Açısından Gri İlişkisel Analiz Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Uluslararası Yönetim, Ekonomi ve Politika Kongresi (ICOMEPE)*. İstanbul: Pazıl Reklam, Danışmanlık, Matbaa ve Organizasyon, 655-665
- LEE, Y. (2015). Evaluating and Extending Innovation Indicators for Innovation Policy. *Research Evaluation*, 24(4), 471–488.
- LIN, W., WANG, Y., & SHIH, K. (2015). A Multi-Criteria Decision Making for Innovation Services Attributes: An Empirical Study of Mobile Banking System. *Journal of Testing and Evaluation*, 43(4), 938-947.
- LIU, A., ZHANG, Y., LU, H., TSAI, S. B., HSU, C. F., & LEE, C. H. (2019). An Innovative Model to Choose E-Commerce Suppliers. *IEEEAccess*, 7, 53956-53976.
- MERİH, Y. D., ALİOĞULLARI, A., KOCABEY, M. Y., GÜLŞEN, Ç., & SEZER, A. (2019). Hemşirelikte İnovasyon Kültürü Oluşturma; Bir Başarı Öyküsü. *Zeynep Kamil Tıp Bilteni*, 50(3), 175-181.
- MUSAAD, A. S., ZHUO, Z., SIYAL, Z. A., SHAIKH, G. M., SYED, A. A., SOLANGI, Y. A., et al. (2020). An Integrated Multi-Criteria Decision Support Framework for the Selection of Suppliers in Small and Medium Enterprises based on Green Innovation Ability. *Processes*, 8(418), 1-23.
- NALMPANTIS, D., ROUKOUNI, A., GENITSARIS, E., STAMELOU, A., & NANİOPOULOS, A. (2019). Evaluation of Innovative Ideas for Public Transport Proposed by Citizens Using Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA). *European Transport Research Review*, 11(22), 1-16.
- NOORI, B. (2015). Prioritizing Strategic Business Units in The Face of Innovation Performance: Combining Fuzzy AHP and BSC. *International Journal of Business and Management*, 3(1), 36-56.
- OECD, & EUROSTAT. (2005). Oslo Klavuzu: Yenilik Verilerinin Toplanması ve Yorumlanması İçin İlkeler. 1-117. Ankara: TÜBİTAK.
- ORALHAN, B., & BÜYÜKTÜRK, M. A. (2019). Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye'nin İnovasyon Performansının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Kıyaslanması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*(16), 471-484.
- ÖZDEMİR, Y. (2020). İnovasyon Odaklı Girişimlerin Desteklendiği Teknoparkların Kuruluş Yeri Seçiminde Etkili Olan Değişkenlerin AHP ile Önem Katsayılarının Belirlenmesi. *Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar*, 4(1), 74-83.
- POP, D. M., & POP, M. T. (2018). Measuring the Innovation of Economy through Global and European Tools. *Annual Session of Scientific Papers IMT ORADEA*(184), 1-5.

- PORTER, M. E. (1990). The Competitive Advantage of Nations. *Harvard Business Review*, 73-91.
- PORTER, M., & VAN DER LINDE, C. (1995). Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 97–118.
- ROBERTA, C., & CAMILLA, L. (2013). Territorial Patterns of Innovation and Economic Growth in European Regions. *Growth and Change*, 44(2), 195-227.
- SCHUMPETER, J. (1934). The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle. *Harvard Economic Studies*, 46.
- SIDDIQUEE, Q., JAIN, K., & RAJAN, S. (2015). An Approach to Measure Innovativeness of a Firm. *The International Journal of Management*, 4(1), 25-37.
- SILVA, M. D., COSTA, H. G., & GOMES, C. F. (2020). Multicriteria Decision Choices for Investment in Innovative Upper-Middle Income Countries. *Innovation & Management Review*, 17(3), 321-347.
- SILVA, M. D., GOMES, C. F., & JUNIOR, C. L. (2018). The use of TOPSIS for Ranking. *Innovar*, 29(73), 133-147.
- SLEDZIK, K. (2013). Schumpeter's View on Innovation and Entrepreneurship. *Journal of Social Science Research Network*, 89-94.
- SUMRIT, D. (2020). A Hybrid Multi-Criteria Decision Making Model for Technological Innovation Capabilities Measurement in Automotive Parts Industry. *Internatinoal Journal of Management and Decision Making*, 19(1), 1-43.
- TAŞ, S. (2017). İnovasyon, Eğitim ve Küresel İnovasyon Endeksi. *Bilge Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 1(1), 99-123.
- TUNCEL, C. O. (2011). *İnovasyon Sistemleri ve Ekonomik Gelişme: Bursa Bölgesi İmalat Sanayinde İnovasyon Süreçleri Üzerine Bir Alan Araştırması*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- WESTLAKE, S., MACAULAY, B., GRATZKE, P., BRAVO-BİOSCA, A., & BAKHSHİ, H. (2012). The Innovation Index: Measuring the UK's Investment in Innovation and Its Effects. P. Cooke, M. D. Parrilli, & J. L. Curbelo içinde, *Innovation Global Chnage and Territorial Ressilence*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 71-98.
- YAVUZ, Ç. (2010). İşletmelerde İnovasyon Performans İlişkisinin İncelenmesine Dönük Bir Çalışma. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 5(2), 143-173.
- YILDIZ, G. (2018). Teknolojik İnovasyonun Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi Türkiye-AB Ülkeleri Örneği. *International Journal of Economic and Administrative Studie, Prof. Dr. Harun Terzi Özel Sayısı*, 41-57.
- YUFAN, N., & YUYİNG, T. (2011). Evaluation on Regional Innovation System Based on AHP-TOPSIS Methodology. *Proceedings of 2011 International Conference on Computer Science and Network Technology*, Harbin, 1140-1143.
- YUN, J., NADHIROH, I., & JUNG, W. Y. (2013). The Relationship Between Open Innovation, Entrepreneurship, and Introduction of New Business Models in Korean and Indonesian Information Technology Enterprises. *Korean Social Science Journal*, 40(2), 81-99.