İllerin Yenilik Ekosistemine Dayalı AR-GE ve Yenilik Performanslarının Promethee Yöntemi İle Karşılaştırılması

Abdolvahap Yoğunlu

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1214-1014>

Fırat Kalkınma Ajansı, Elazığ – TÜRKİYE

Prof. Dr. Yusuf Cemalettin Çopuroğlu

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0350-0986>

Fırat Üniversitesi, İnsani ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Sosyoloji Bölümü, Elazığ – TÜRKİYE

Makale Geçmişi

Geliş: 07.01.2021

Kabul: 20.09.2021

On-line Yayın: 28.09.2021

Anahtar Kelimeler

Yenilik Ekosistem

AR-GE

Yenilik

Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri

Araştırma Makalesi

DOI:

<http://dx.doi.org/10.29228/JASSS.48786>

Öz

Teknoloji ve bilgi temelli yenilikçi ürün ve hizmetlerin ortaya çıkarıldığı Ar-Ge ve yenilik faaliyetleri, son zamanlarda ülkeler ve yerel idarelerin en önemli gündemleri arasında yer almaktadır. Ar-Ge ve yenilik olgusu bir canlı organizma gibi uygun bir çevre ve içerikte ortaya çıkar ve gelişir. Ar-Ge ve yenilik olgusu sosyal, ekonomik ve kültürel yapılar, destekleyici kurumlar ve ilgili yerel ve ulusal aktörler ile ilişkisini kapsayan bir sistem çerçevesinde gerçekleşir. Bu karmaşık, çok boyutlu, çok aktörlü ve sürekli karşılıklı etkileşimin olduğu sistem yenilik ekosistemi olarak ifade edilir. Ar-Ge ve yenilik olgularının yaşam niteliğini belirleyen yenilik ekosistemi, bu kapsamda çalışmanın temel faktörü olarak ele alınmıştır. Bu çalışma, temel olarak yenilik ekosistem kavramını temel alarak, illerin Ar-Ge ve yenilik performanslarının değerlendirilmesini ve illerin bu alandaki performanslarını karşılaştırılmasına imkan tanıyabilecek illerin Ar-Ge ve Yenilik Performans Endeksinin ortaya çıkarılmasını amaçlamaktadır. Bu noktada, çalışmamızda illerin Ar-Ge ve yenilik yaşam niteliklerini belirleyen yenilik ekosistemi yaklaşımı esas alınarak altı kriterden oluşan veri seti oluşturulmuştur. İllerin Ar-Ge ve yenilik performanslarının analiz edilmesi için belirlenen altı kriter Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden Entropi ve PROMETHEE yöntemleri ile değerlendirilmiş ve 81 il için Ar-Ge ve Yenilik Performans Endeksi oluşturulmuştur.

Atıf Bilgisi / Reference Information

Yoğunlu, A. ve Çopuroğlu, Y. C. (2021). İllerin Yenilik Ekosistemine Dayalı AR-GE ve Yenilik Performanslarının Promethee Yöntemi İle Karşılaştırılması. *Jass Studies-The Journal of Academic Social Science Studies*, 14(86): 421-438.

Comparison of R&D and Innovation Performances Based on the Innovation Ecosystem of the Provinces With Promethee Method

Abdulvahap Yoğunlu

Firat Development Agency, Elazig – TURKEY

Prof. Dr. Yusuf Cemal Çopuroğlu

Firat University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Department of Sociology, Elazig – TURKEY

Article History

Submitted: 07.01.2021

Accepted: 20.09.2021

Published Online: 28.09.2021

Keywords

Innovation Ecosystem

R&D

Innovation

Multi-Criteria Decision Making
Techniques

Abstract

Research and Development (R&D) and innovation activities, which technology and knowledge-based innovative products and services are revealed, have recently been among the most important agendas of countries and local administrations. The phenomenon of R&D and innovation arises and develops in a suitable environment and content like a living organism. The phenomenon of R&D and innovation takes place within the framework of a system that includes social, economic and cultural structures, supporting institutions and its relationship with relevant local and national actors. This complex, multi-dimensional, multi-actor and continuous interaction system is expressed as an innovation ecosystem. The innovation ecosystem, which determines the life quality of R&D and innovation phenomena, is considered as the main factor of not working in this context. This study basically aims to reveal the R&D and Innovation Performance Index of the provinces, which can enable the evaluation of the R&D and innovation performances of the provinces and compare the performances of the provinces in this field, based on the concept of innovation ecosystem. At this point, in our study, a data set consisting of six criteria was created based on the innovation ecosystem approach that determines the R&D and innovation life qualities of the provinces. Six criteria determined to analyze the R&D and innovation performances of the provinces were evaluated using the Multi-Criteria Decision Making Techniques Entropy and PROMETHEE methods and R&D and Innovation Performance Index was created for 81 provinces.

Research Article

DOI:

<http://dx.doi.org/10.29228/JASSS.48786>

GİRİŞ

Temel olarak bir biyoloji terimi olan “ekosistem” sözcüğü son yıllarda kavramsal analogi yoluyla, sosyal bilimlerde birtakım aktör ve yapıların belirli bir çevre içerisinde birbiri ile ilişkisini tarif etmek için kullanılmaya başlanmıştır (Akaydın, 2015: 37-38). Ekosistem ile iş (business) kavramlarını birlikte değerlendiren James Moore, rakip firmaların yenilik oluşturmak için birbirleri ile girdikleri rekabeti ve oluşturdukları iş birliklerini ve aynı zamanda bu ilişkilerin gerçekleştiği iş ortamını ekosistem kavramı ile paralellik kurarak açıklar. Moore iş (business) ortamını ifade etmek için iş ekosistemi kavramını kullanmıştır. Bu kapsamda, iş ekosistemi, diğer yapılar ile etkileşim içinde olan bireyler iş dünyasının organizmaları ve organizasyonların kuruluşları tarafından desteklenen iktisadi bir topluluk olarak tanımlanır. İş ekosistemlerinde, firmalar tıpkı türlerin biyolojik bir ekosistemde yer aldığı gibi konumlanır ve bu ekosistemin üyeleri olarak firmalar birlikte gelişir ve birlikte bir denge içerisinde yer alırlar (Moore, 1993: 75-80; 1996: 21-45). Söz konusu birliktelik yapılan iş ve girişimin kapsam ve niteliğini belirler.

Yenilik ekosistemi kavramı gerek akademik camiada gerekse yenilik üzerine çalışan, politika yapan ve yürüten ilgili kurumlarda son zamanlarda sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak kavramın çok farklı anlamlarda kullanıldığı ve anlam birliğinin tam olarak oluşmadığı görülmektedir. Bunun en önemli sebebi, söz konusu kavram ile ilgili gelişmelerin görece olarak yeni olmasıdır. Yine yenilik ekosistemi farklı anlamlarda kullanılsa bile her farklı anlamında, yenilik ekosisteminin, bir dinamik sistem içerisinde daha geniş ve çoklu aktörler-yapılar ile bunların içinde bulunduğu ilişkiler ağı kapsamında değerlendirildiği görülür. Bu unsurun, yenilik ekosistemi tanımlarının ortak noktası olduğu söylenebilir. Yenilik ekosistemi ile ilgili tanımlara geçmeden önce, yenilik kavramını farklı açılardan tarif etmek gerekir. Söz konusu kavramın bu çalışmada hangi anlamda kullanıldığının anlaşılması ve yenilik ekosistemi kavramına ilişkin yapılan çıkarımların tam olarak ifade edilebilmesi için yenilik kavramının farklı içerik ve kullanımlarını tahlil etmek faydalı olacaktır.

Yenilik kavramı ülkemizde inovasyon kelimesinin eş anlamlısı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Kökü Latince olan inovasyon, “yeni ve değişik bir şey yapmak” anlamında olan “innovatus”tan türemiştir (Drucker, 1998: 31-32). Yenilik sözcük anlamı olarak, mevcut alışılmış halin dışında, geleneksel olandan farklı yeni bir şeyin ortaya çıkması manasına gelir (Turanlı ve Sarıdoğan, 2010: 14). Söz konusu anlamlar yenilik kavramının bir değişim içerdiğini göstermektedir. Eskisinden farklı yeni bir ürün veya hizmet, yenilik kavramının kapsamına girer. Teknolojide meydana gelen gelişmeler sonucu ortaya çıkan yeni metotlar yenilik olgusunu hızlandırır. Bu metotların kullanılması ile üretim farklı bir tarzda yapılarak başka bir ürün oluşturulur. Bu durumdan anlaşılacağı gibi yenilik ürün ve üretim sürecindeki değişimlerin her ikisini de kapsar. Ayrıca yenilik, piyasaya ilk defa giren ve insanlar tarafından iktisadi olarak faydalı olarak kabul edilen yeni ürün, hizmetler ve üretim süreçleri olarak ifade edilir. Söz konusu yenilik üretim süreçlerinde meydana gelirse bu teknoloji veya organizasyon kapsamındaki değişimleri de içerir.

Yenilik kavramı mekânsal olarak da farklılaşır. Dünyada ilk defa üretilen ve kullanılmaya başlanan bir yenilik küresel yenilik olarak kabul edilirken, herhangi bir yerde daha önce kullanılmayan bir ürün kullanılmaya başlanmış ise bu durum mekansal yenilik olarak adlandırılır (Karagöz ve Albeni, 2003: 159). Aynı şekilde bir firma, var olan bir ürünü kendi tesisinde üretmeye başlar ise, bu da firma için bir yenilik olarak kabul edilebilir. Literatürde yapılan tanımlardan da görüldüğü gibi, yenilik süreci birçok yapı ve aktör arasındaki karmaşık ilişkiler ile meydana gelir. Söz konusu sürecin gerçekleştiği ortam yenilik ekosistemidir. Bu çoklu aktör ve yapıların oluşturduğu karmaşık ekonomik ilişkilerin işlevsel hedefi teknolojik gelişmeyi sağlamaktır. Bu bağlamda, yenilik ekosisteminin ilk bileşenleri, girişimciler, yöneticiler, araştırmacılar, akademisyenler, tüccarlardan oluşan beşeri kaynakları içeren iktisadi aktörlerdir. Yenilik ekosisteminin bir diğer önemli bileşeni şirketler, üniversiteler, araştırma

enstitüleri, ekonomik kalkınma organizasyonları gibi yapılardır. Sonuç olarak, yenilik kavramı tek başına veya birkaç aktör veya yapı odağında değerlendirilemez. Bu şekilde yapılan değerlendirmeler, yeniliğin oluşum ve gelişim süreci ile ilgili eksik bilgiler verecektir. Bilakis yenilik, ortaya çıktığı sosyal ve fiziki çevre içerisinde yer alan birçok aktör, kurum ve yapı ile ilgilidir. Ayrıca yenilik, fikir aşamasından, üretimin ve yeniliğin ticarileşmesi aşamasına kadar geçen süreçte birtakım ilişkiler çerçevesinde seçilir, gelişir ve değişir. Bu ilişkiler yeniliğin gerçekleştiği ortamdaki ilgili tüm aktör ve yapılar arasında gerçekleşir. Bu ilişkiler karmaşıktır ve belirli bir alan ile sınırlı değildir. Bu çalışmada, belirli bir süreç içerisinde yenilik ile ilgili aktör ve yapıların karmaşık ilişkilerinin meydana geldiği, her bir tarafın karşılıklı olarak birbirini beslediği, değiştirdiği ve geliştirdiği sosyal ve iktisadi ortam, yenilik ekosistemi olarak tarif edilmektedir.

Ülkelerin sanayilerinin küresel pazarda fark yaratabilmesini ve yüksek rekabet gücüne sahip olabilmesini sağlayan unsurların başında Ar-Ge süreçleri sonucunda yenilikçi ürünlerin geliştirilmesi faaliyetleri gelmektedir. Üniversite araştırma merkezleri ve laboratuvarları, firmaların Ar-Ge bölümleri ve kamunun farklı kuruluşlarının Ar-Ge birimleri söz konusu rekabet gücünün kazandırılması ve katma değerli ürünlerin üretilmesine yönelik ayrı ayrı çalışmalar yapmaktadır. Ancak teknoloji Geliştirme Bölgeleri (TGB) ile oluşturulan küme alanları kendi başına farklı taraflarca yürütülen Ar-Ge çalışmalarının entegrasyonu için uygun bir ortam hazırlar ve ortak projeler geliştirilmesine olanak sağlar. Ayrıca bu imkan başlangıç aşamasında olan ve girişim sermayesi sınırlı startup firmaları için de önemli bir fırsattır. Küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ'ler) daha düşük maliyetlerle, birtakım devlet desteklerinden de faydalanarak TGB'lerin girişimcilere sunduğu bazı ortak alanlardan istifade edebilir. Bu kapsamda TGB'ler Ar-Ge çalışmalarının tabana yayılmasında ve yenilikçi girişimcilerin bu tür faaliyetler gerçekleştirmesine imkan tanınması açısından önemli bir fırsat eşitliği işlevi görür. Söz konusu mekanizma uygun devlet destekleri ile birlikte akademik bilginin reel sektör ile entegre olup ticarileşmesine önemli katkı sunar.

On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023) çalışmaları kapsamında yetmiş beş farklı özel ihtisas komisyonu oluşturulmuştur. Bu komisyonlardan biri de Ar-Ge ve Yenilik Ekosisteminin Güçlendirilmesi Özel İhtisas Komisyonu'dur. Söz konusu komisyon çalışmaları ile bir rapor oluşturularak, planda bu alanda yer alacak politika önerileri belirlenmiştir. Komisyon raporunda Ar-Ge ve yenilik ekosisteminin önemi vurgulanmış ve gayri safi yurtiçi hasıladaki (GSYH) Ar-Ge harcamalarının oranının artırılması önerilmiştir (Kalkınma Bakanlığı, 2018: 2-80). Bu durum, ülkemizde Ar-Ge ve yenilik olgularının ulusal politika olarak geliştirilmesine ve yaygınlaştırılmasına ilişkin hedefleri önemli ölçüde vurgulamaktadır. Söz konusu gelişim ve yayınlışmanın görülmesi ve izlenebilmesi için illerin Ar-Ge ve yenilik performanslarını değerlendiren bir modele ihtiyaç duyulmaktadır.

Küreselleşme süreci ile birlikte ekonomik kalkınma açısından mekânsal birim olan bölgelerin/illerin yenilik performansının ortaya konulması önem arz etmektedir. Yenilik faaliyetlerinin bir sonucu olarak, ülkeler, bölgeler ve alt bölgeler önemli rekabet avantajları elde edebilmektedir. Bu avantajlar sayesinde katma değeri yüksek üretim gerçekleştiren bölge ve ülkeler göreceli üstünlük elde ederek, refah seviyelerini arttırabilmektedirler. Örneğin Türkiye'de her bir bölgenin öğrenme potansiyeli, bilgi birikimi ve yenilik yapabilme yeteneği farklılık göstermektedir. Söz konusu durum bölgesel dengesizliklere neden olmakta ve sürdürülebilir ekonomik büyümeyi olumsuz etkilemektedir (Belgin ve Avşar, 2019, 29). Ar-Ge ve yenilik olgularının iyi anlaşılması ve söz konusu olgulara yönelik faaliyetlerin geliştirilebilmesi için, bu olguların yenilik ekosistem kavramı kapsamında tahlil edilmesi gerekmektedir.

Bu doğrultuda ele alınan bu çalışmanın amacı 81 ilin yenilik ekosistemin önemli bir bileşeni olan Ar-Ge ve yenilik performansı bakımından sıralanması ve bu alanda literatüre katkı sağlayarak

illerin rekabetçiliğine, bölgesel politikalara ve illerdeki mevcut yenilik ekosistem durumuna katkı sağlamaktır.

1. YÖNTEM

1.1. Araştırmanın Modeli ve Kriter Seti

Araştırmada illerin Ar-Ge ve yenilik performanslarının karşılaştırılması amacıyla yenilik ekosisteme dayalı kriter seti oluşturulmuştur. Toplam teknolojik ürün ihracatı, tasarım-patent-faydalı model tescil sayıları, marka tescil sayısının il nüfusuna oranı, KOSGEB Ar-Ge İnovasyon Destek Bütçesi, TÜBİTAK TEYDEB Toplam Destek Bütçesi ve ARDEB Toplam Destek Bütçesi kriterlerinin 81 il verileri ilgili platformlardan temin edilmiştir. Kriterlere ait kısaltma, değerlendirme yönü, veri kaynağı, yıl ve birim bilgileri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Kriter Tablosu

	Ar-Ge ve Yenilik Kriterleri	Kısaltma	Kriter Yönü	Veri Kaynağı	Yıl	Birimi
1	Toplam Teknolojik Ürün İhracatı	AY1	Maksimum	TİM	2019	\$
2	Tasarım, Patent, Faydalı Model Tescil Sayıları	AY2	Maksimum	TÜRK PATENT	1995-2019	Sayı
3	Marka Tescil Sayısı	AY3	Maksimum	TÜRK PATENT	2019	Sayı
4	KOSGEB Ar-Ge İnovasyon Destek Bütçesi	AY4	Maksimum	KOSGEB	2010-2010	TL
5	TÜBİTAK TEYDEB Toplam Destek Bütçesi	AY5	Maksimum	TÜBİTAK	2016-2020	TL
6	ARDEB Toplam Destek Bütçesi	AY6	Maksimum	TÜBİTAK	2014-2018	TL

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Toplam Teknolojik Ürün İhracatı (AY1): İlde üretilen ve ihraç edilen teknolojik ürünlerin miktarı Ar-Ge ve yenilik kabiliyeti açısından hesaba katılması gereken bir göstergedir. Bu kriter kapsamında, Türkiye İhracatçılar Meclisi’nin (TİM) 2019 ihracat verileri kullanılmıştır. TİM’in yayımladığı sektör verilerinden, elektrik elektronik, iklimlendirme sanayi, otomotiv endüstrisi, savunma ve havacılık sanayi ve makine ve aksam sektörlerinde yer alan toplam ihracat rakamları 1000 ABD Doları birimi ile ifade edilmiştir. Beş farklı teknolojik ürünün ABD Doları cinsinden toplam ihracatı olarak hesaplanan kriter, değerlendirmede maksimum yönlü, en yüksek ihracat rakamı en iyi olacak şekilde ele alınmıştır.

Tasarım, Patent, Faydalı Model Tescil Sayısı (AY2): Girişimci ve kuruluşların kendi fikirleri ile ortaya çıkardıkları yeni ürün, hizmet ve süreçlerin fikri mülkiyet haklarını korumaya yönelik aldıkları tasarım, patent, faydalı model tescil sayılarının, yenilik ekosistemi için önemli bir gösterge olduğu değerlendirildiği için bu kriter çalışmada yer almıştır. Bu kriter kapsamında Türk Patent ve Marka Kurumu’nun 1996-2019 yılları arası için verdiği tasarım, patent, faydalı model tescil sayıları kullanılmıştır. Her il için belirtilen yıllar arasında tasarım, patent, faydalı model tescil sayılarının toplamı alınarak oluşturulan kriter, maksimum yönlü, en yüksek sayı en iyi olacak şekilde yer almaktadır.

Marka Tescil Sayısı (AY3): Türk Patent ve Marka Kurumu’nun 2019 yılında yayımladığı illerin marka tescil sayıları ile bu kriter oluşturulmuştur. Söz konusu sayı ile ortaya çıkan kriter, maksimum yönlü ve en yüksek sayı en iyi olarak değerlendirilmiştir.

KOSGEB Ar-Ge İnovasyon Destek Programı Toplam Destek Bütçesi (AY4): Ar-Ge ve yenilik projelerini desteklemek amacıyla KOSGEB tarafından uygulanan Ar-Ge ve İnovasyon Destek Programı kapsamında teknoloji temelli yeni iş fikirlerinin hayata geçirilmesine yönelik KOBİ firmaları ile girişimcilerin yenilikçi projeleri desteklenmektedir. Doğrudan ilin Ar-Ge yenilik ekosistemine etki eden

faaliyetler içeren bu programa ilişkin bilgilerin çalışmaya önemli katkı sunacağı öngörülmüş ve dahil edilmiştir. Bu kriter, KOSGEB'in 2010-2020 yılları arasında uyguladığı program kapsamında illere göre verilen TL cinsinden toplam destek miktarıdır. 2010-2020 yılları arasında belirtilen program kapsamında projesi bulunmayan iller, 0,01 TL olarak değerlendirmede yer almaktadır. Söz konusu kriter değerlendirmeye maksimum yönlü ve en yüksek sayı en iyi olarak dahil edilmiştir.

TÜBİTAK TEYDEB Programları Toplam Destek Bütçesi (AY5): TÜBİTAK Teknoloji ve Yenilik Destek Programları Başkanlığı (TEYDEB) reel endüstriyel sektörlerine yönelik araştırma, teknoloji geliştirme, sektörde yenilikleri geliştirme ve üniversite-sanayi iş birliğini desteklemek üzere bazı programlar yürütmektedir. Söz konusu programların illerin yenilik ekosisteminin potansiyelini doğrudan gösterdiği değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda çalışmada TEYDEB tarafından uygulanan 1501-TÜBİTAK Sanayi Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı, 1505-Üniversite-Sanayi İşbirliği Destek Programı, 1507-TÜBİTAK KOBİ Ar-Ge Başlangıç Destek Programı ve 1511-TÜBİTAK Öncelikli Alanlar Araştırma Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Destek Programı ile ilgili 81 ile ilişkin veriler yer almaktadır. Söz konusu programlar kapsamında 2016-2020 yılları arasında başarılı şekilde tamamlanan projelerin illere göre toplam destek bütçeleri TL cinsinde çalışmaya önemli bir kriter olarak dahil edilmiştir. 2016-2020 yılları arasında belirtilen programlarda projesi bulunmayan iller, 0,01 TL olarak değerlendirmede yer almaktadır. Belirtilen kriter, çalışmada maksimum yönlü ve en yüksek destek bütçe tutarı en iyi olarak değerlendirilmiştir.

TÜBİTAK ARDEB Toplam Destek Bütçesi (AY6): TÜBİTAK Araştırma Destek Programları Başkanlığı (ARDEB) tarafından yürütülen farklı destek programları kapsamında Ar-Ge ve yenilik proje fikirleri desteklenmektedir. ARDEB, bilimsel ve teknoloji temelli araştırma projelerini destekleyerek, yenilik ekosistemine önemli katkılar sunmaktadır. Özellikle akademisyenlerin bilgi ve teknoloji üretmeye yönelik proje fikirlerinin destek bulduğu ve üniversite-kamu-sanayi iş birliği projelerinin de desteklendiği ARDEB programları, illerin yenilik ekosisteminin niteliğini belirlemede önemli bir ölçüttür. ARDEB programları kapsamında başarılı olan projelere sağlanan toplam destek miktarı, teknoloji temelli araştırma ve geliştirme projelerine yapılan yatırımın mali büyüklüğünü ifade etmesi noktasında önemli bir göstergedir. Bu kriter, 2014-2018 yılları arasında ARDEB programları kapsamında desteklenen projelere verilen toplam destek miktarının milyon TL cinsinden ifadesidir. Bu kriter, maksimum yönlü ve illerin aldığı destek miktarının en yüksek olması en iyi olacak şekilde değerlendirilmiştir.

Araştırmada yukarıda belirtilen kriterler Entropi yöntemi ile ağırlıklandırılmış ve bu ağırlıklar kullanılarak PROMETHEE yöntemi ile 81 ilin karşılaştırılması yapılmıştır. İlgili platformlardan il bazında elde edilen kriter seti Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Kriter Seti

İl	AY1	AY2	AY3	AY4	AY5	AY6
Adana	19.780,97	300	1239	11239106,7	65374493	29,8
Adıyaman	154,68	3	79	0,01	8063481	1,7
Afyonkarahisar	2.339,26	32	210	902745,34	3154577	5,8
Ağrı	612,59	3	26	0,01	0,01	0,3
Aksaray	5.860,49	5	133	2832238,3	2309557	2,7
Amasya	593,45	64	73	3164051,34	2260232	0,2
Ankara	330.489,57	2700	5726	201278784,3	1597847361	2228,2
Antalya	10.148,61	449	2424	9118412,025	33863456	69,6
Ardahan	71,43	6	7	0,01	0,01	0,5

Artvin	603,39	2	22	121316,5	0,01	1,1
Aydın	15.553,99	403	478	1017136,26	14399478	18,9
Balıkesir	13.391,31	82	629	7192018,993	54434280	5
Bartın	36,59	1	29	457680,21	0,01	1,1
Batman	100,36	19	135	0,01	0,01	0,7
Bayburt	0,01	1	12	27956,25	0,01	1,3
Bilecik	233,49	101	54	606438,83	8394365	1,8
Bingöl	19,81	1	20	0,01	0,01	1,8
Bitlis	0,01	0	16	0,01	0,01	0,2
Bolu	1.708,93	7	155	6571372,265	563143	12,7
Burdur	1.527,26	9	76	772467,53	305535	6,6
Bursa	760.603,79	3474	3427	67059923,08	346192314	36,3
Çanakkale	12	41	263	520121,79	10093844	25,3
Çankırı	19.541,76	6	25	1480526,45	0,01	5,2
Çorum	10.598,15	28	144	4811476,35	2773661	2
Denizli	42.898,53	372	935	15066054,54	20004630	45,1
Diyarbakır	2.730,08	20	291	2593615,669	0,01	6,8
Düzce	3.686,99	56	153	6642851,453	21690155	6,9
Edirne	256,88	24	139	4890926,95	1226149	7,4
Elazığ	240,96	8	163	10167063,62	5918385	15,2
Erzincan	0,01	10	39	0,01	0,01	2
Erzurum	671,02	20	102	4678452,73	1850016	36,7
Eskişehir	63.836,51	223	926	30068269,48	65139430	139,9
Gaziantep	31.009,55	2018	2188	5196593,7	31196898	16,4
Giresun	1.600,71	7	96	2927550,21	0,01	2,4
Gümüşhane	0,01	1	28	0,01	0,01	3,5
Hakkari	62,69	0	12	0,01	0,01	0,01
Hatay	16.766,18	139	578	793504,002	4416286	10,4
İğdır	1.030,23	0	16	0,01	0,01	0,1
İsparta	3.201,20	77	185	25184246,44	15241805	33,5
İstanbul	1.515.423,05	15933	34346	208846175,3	2338735813	869,1
İzmir	203.528,28	1681	4585	61500477,08	302099215	285,8

Tablo 2. (devamı) Kriter Seti

İl	AY1	AY2	AY3	AY4	AY5	AY6
Kahramanmaraş	2.253,10	235	336	7965720,21	8228100	11,6
Karabük	548,94	6	60	778335,78	3103256	3,7
Karaman	1.239,26	105	121	2420393,068	2093355	9,9
Kars	0,01	0	20	0,01	0,01	1,8
Kastamonu	123,34	61	75	676667,35	0,01	2
Kayseri	38.625,32	2994	978	57958481,53	32052443	61,3
Kırıkkale	121,76	1	40	2165270,62	0,01	5,4

Kırklareli	519,53	109	116	2770322,05	10757241	1,9
Kırşehir	20.572,65	25	50	1490685,69	4050246	2,6
Kilis	273,63	2	41	0,01	0,01	1,1
Kocaeli	773.882,78	600	1441	50034644,91	630553300	766,4
Konya	86.997,18	1498	2041	52272284,99	118600278	56,1
Kütahya	2.325,70	377	208	2423394,67	9552720	5,3
Malatya	1.557,30	13	232	7746248,492	3634531	18,8
Manisa	308.226,47	344	563	17967486,76	189614559	8,2
Mardin	15.359,95	20	232	293592,45	0,01	0,4
Mersin	16.828,59	126	1081	42895801,29	35668548	19,1
Muğla	335,92	46	866	1021771,08	3767606	10,4
Muş	0,01	5	20	118132,44	0,01	0,1
Nevşehir	1.624,46	10	149	2726396,58	4890297	0,9
Niğde	1.274,53	1	102	3258218,53	777863	14,2
Ordu	1.245,37	32	158	175521,43	0,01	3,4
Osmaniye	921,22	13	63	388099,89	8364529	2,4
Rize	791,73	22	183	354646,415	389162	12,1
Sakarya	365.289,89	259	625	25089179,17	93508190	21,3
Samsun	21.632,54	40	512	19239219,72	5548580	25,3
Siirt	16,28	3	21	0,01	0,01	1,4
Sinop	183,17	5	42	4135249,69	518068	1,8
Sivas	3.103,02	45	139	3691351,63	2962487	14,2
Şanlıurfa	6.002,10	63	353	18821184,15	915898	4,1
Şırnak	4.753,38	2	44	0,01	0,01	0,8
Tekirdağ	35.973,43	202	416	3248455,29	58819837	9,9
Tokat	89,92	28	89	2715148,17	477280	9,5
Trabzon	4.332,53	100	365	9151730,957	2037834	43,8
Tunceli	0,01	1	9	0,01	0,01	4,5
Uşak	183,33	2	88	4560764,07	1057946	1,7
Van	904,03	8	89	6484320,22	269890	12,7
Yalova	1.611,89	21	122	1847129,72	16514834	10,4
Yozgat	383,83	5	55	2593330,13	0,01	1
Zonguldak	1.617,20	70	105	2151746,37	9468214	4,4

1.2. Entropi Yöntemi

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) tekniklerinin kullanımı ve çalışmada amaçlanan modelin ortaya çıkarılması için seçilen kriterlerin ağırlıklarının uygun şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaç doğrultusunda, 1865 yılında Alman fizikçi Rudolf Julius Emanuel Clausius tarafından geliştirilen Entropi yöntemi kullanılmıştır. Clausius bu yöntemi termodinamik ile ilgili yaptığı çalışmalarda düzensiz ve dağınık olan kriterlerini ağırlıklandırmak ve çalışmasında kullanacağı tüm kriterlere bir ölçüt geliştirmek amacıyla kullanmıştır. Daha sonraki dönemlerde Entropi aralıklı olasılık dağılımları ve belirsizliğin ölçütü olarak farklı akademik alanlarda kullanılmaya başlanmıştır (Zhang vd., 2011; 444). İlk kullanıldığı zamanlardan itibaren esas olarak alt kriterlerin ağırlığının hesaplanmasında kullanılan Entropi, belirsizliğin düzeyini belirlemek üzere birçok alanda sıklıkla kullanılmaktadır (Han-Liu vd., 2015: 217-219). Karar verme sürecinin en önemli problemi olan belirsizlik, karmaşık ve birbiri ile çelişen kriterler için referans bir ölçüt sunabilen Entropi bu anlamda kıymetli işlevler ile karar verme problemlerine önemli çözümler sunmaktadır.

Birden fazla kriterle dayalı karar verme süreçlerinde, kriterlerin uygun bir teknik ile ağırlıklandırılması problemin çözümünde oldukça önemli bir durumdur (Erol ve Ferrell, 2009; 1196-1198). Bu teknikğin asıl özelliği her bir seçeneğe ilişkin kriter veri setleri arasındaki tezatlıklar ve karşıtıklardan meydana gelmektedir. Nitekim kriterlerin objektif ağırlıkları, alternatiflerin her bir kriterle göre farklılık miktarları veya onlardan farklılaşması ile açıklanabilir. Söz konusu durum “zıtlıkların ağırlığı” ile ifade edilebilir. Zıtlıklar ne kadar fazla ise ilişkili kriterleri kapsayan veri ayrıca o kadar fazla olacaktır (Çınar, 2004; 103). Bir başka deyişle, objektif ağırlıkların her birinin belirlenen seçeneklerden ne kadar ayrı ve farklılaşmış olduğu bu şekilde belirlenir ve söz konusu değerin büyüklüğü belirtilen seçeneğe olan yakınlığı belirtir (Hwang ve Yoon, 1981; 52-53). Bu sayısal değerlendirmeler kullanılan kriterlerin karar verme problemlerine yönelik çözüm arayışında önemli uzlaştırıcı etki vermesini sağlar.

Kriterlerin ağırlıklarının objektif olarak hesaplanması için kullanılan bir ÇKKV tekniği olan Entropi yönteminde bir kriter için hesaplanan Entropi değerinin büyük olması, alternatifler arasındaki farkların küçük olmasından kaynaklanır. Söz konusu durum bu kriterin karar için az bilgi sağladığını belirtir, ve böylece Entropi ağırlığı küçük değer kazanır. Karar verici için gerekli datalardan yararlı bilginin sayısını ölçmek amacıyla kullanılan Entropi tekniğinde, Entropi değeri küçüldükçe sistemin anlamlı sonuç verme şansı artmakta ve sistemdeki bozukluk olasılığı düşmektedir (Wu vd., 2011: 5163; Li vd., 2011: 2087).

Adım 1. Başlangıç Karar Matrisinin Oluşturulması: İlk adımda başlangıç karar matrisi oluşturulur. Karar matrisinin satırlarında performansları sıralanmak istenen karar birimleri, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak değerlendirme kriterleri yer alır. Bu adımda m tane karar alternatifi ve n tane değerlendirme kriteri bulunan çok kriterli karar problemi için başlangıç karar matrisi aşağıdaki eşitlik (1)'de verilen şekilde oluşturulur.

Karar matrisi (X) aşağıdaki gibidir:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, m \\ j = 1, 2, \dots, n \end{matrix} \quad (1)$$

Adım 2. Başlangıç Karar Matrisinin Normalizasyonu: Birinci adımdan sonra farklı ölçü birimlerindeki farklılıkları ortadan kaldırmak için normalizasyon yapılarak r_{ij} hesaplanır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (2)$$

Burada i alternatif değerine, j kriter değerine ve r_{ij} ise normalize edilmiş değerlerine karşılık gelmektedir. Normalizasyon işleminden sonra elde edilen değerler $R = [r_{ij}]_{m \times n}$ matrisinde gösterilir.

Adım 3. Entropi Değerlerinin Hesaplanması: Her bir kriterin Entropi değeri (e_j) aşağıdaki eşitlik (3) yardımıyla hesaplanmaktadır:

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m r_{ij} \ln(r_{ij}) \quad (3)$$

Bu eşitlikte k değeri; $k = (\ln(m))^{-1}$ formülünden faydalanılarak hesaplanmaktadır. Burada k Entropi katsayısını, e_j ise j 'nci kriterin Entropi değerini göstermektedir.

Adım 4. Farklılaşma Derecesinin Hesaplanması: Entropi değerinin farklılaşma derecesi (d_j) aşağıdaki eşitlik (4) yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$d_j = 1 - e_j, \forall j \quad (4)$$

Adım 5. Entropi Ağırlığının Hesaplanması: Bütün kriterlerin nesnel ağırlığı (w_j), aşağıdaki eşitlik (5) yardımıyla hesaplanır:

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}, \forall j \quad (5)$$

Söz konusu adımlar takip edilerek Entropi yöntemi ile kriterlerin ağırlıkları belirlenir. Entropi yöntemi ile elde edilen ağırlık faydalı bilginin derecesini gösterdiğinden dolayı, ağırlığı fazla olan kriterin, karar verme açısından daha önemli olduğu sonucu elde edilmektedir (Çakır ve Perçin, 2013, s. 84).

1.3. PROMETHEE Yöntemi

PROMETHEE tekniği, ÇKKV yöntemleri arasında en yeni geliştirilenlerdendir. Jean-Pierre Brans tarafından 1982 yılında Brüksel'de geliştirilen bu tekniğin en önemli özellikleri diğer yöntemlere göre daha basit, açık ve dengeli olmasıdır (Dinçer vd., 2017: 107). Zamanla kullanım ve diğer unsurları geliştirilen PROMETHEE yöntemini görsel olarak interaktif şekilde destekleyen GAIA modülü entegre edilmiş, 1992 ve 1994 senelerinde kısıtlamalarını içeren ve insan beynini temsil eden modüller kullanılmaya başlanmıştır. PROMETHEE sıralama yaparken tercih fonksiyonlarını kullanarak, karar vericinin kararını kolay bir şekilde oluşturması için bütün parametrelerin açık bir şekilde belirlenmesini sağlar (Greco vd., 2005: 164). Böylece karar verici tüm kriterlerin bir sıra içinde birbiri ile ilişkisinin sonucunu görebilir. Bu yöntem ile karar alternatiflerinin sıralamasını belirlemek için değerlendirme faktörlerine göre ikili kıyaslamalar yapılır. Bu anlamda PROMETHEE tekniğini diğer ÇKKV tekniklerinden ayıran temel ayırt edici faktör, değerlendirmede, faktörlerin birbiri ile ilişkilerini gösteren önem dereceleri ve her bir değerlendirme faktörünün kendi iç ilişkisini ayrıca hesaba katmasıdır. Değerlendirme faktörlerinin iç ilişkisi veri kümesinin dağılımıyla ortaya konur ve yöntemde bu amaçla altı ayrı dağılım öngörülmüştür (Şenkayas ve Hekimoğlu, 2013: 69). Yöntem, karar vericiye karar vermeden seçeneklerin sıralanmasında kullanılacak kriterler üzerinde tercih tayin etme olanağı tanımaktadır. Ayrıca bu yöntemde seçeneklerin sıralanmasında hangi tercih fonksiyonunun kullanılacağı önceden belirlenmiştir. Bundan dolayı karar vericinin tercih fonksiyonunu seçme imkanı çoğu zaman mevcuttur. PROMETHEE tekniğinde aşağıda sırası ile açıklanan yedi adım bulunmaktadır.

Adım 1. Veri Matrisinin Oluşturulması: Veri matrisi oluşturulurken ilk önce alternatifler ve değerlendirme kriterleri belirlenmelidir. Bu aşamadan sonra kriter ağırlıkları belirlenir. Son aşamada alternatiflerin belirlenen kriterlere göre verileri belirlenir.

$w = (w_1, w_2, \dots, w_k)$ ağırlıkları ile " k " sayıda kriter $c = (f_1, f_2, \dots, f_k)$ tarafından değerlendirilen $A = (a, b, c, \dots)$ alternatiflerine ilişkin veri matrisi aşağıda Tablo 3'te verilmiştir (Dağdeviren ve Eraslan,

2008, 70-75).

Tablo 3. PROMETHEE Yöntemi Veri Matrisi

Kriterler	a	b	c	...	w
f_1	$f_1(a)$	$f_1(b)$	$f_1(c)$	...	w_1
f_2	$f_2(a)$	$f_2(b)$	$f_2(c)$	...	w_2
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$
f_k	$f_k(a)$	$f_k(b)$	$f_k(c)$	...	w_k

Adım 2. Kriterler İçin Tercih Fonksiyonlarının Tanımlanması: Karar verici, alternatifleri kriter bazında karşılaştırırken Brans (1982) tarafından tanımlanmış olan altı tercih fonksiyonundan bir tanesini kullanmaktadır. Değerlendirme faktörlerinin iç ilişkisini kullanan altı tip tercih fonksiyonu aşağıda Tablo 4'teki gibidir.

Tablo 4. PROMETHEE Tercih Fonksiyonları

Tip	Parametre	Fonksiyon	Grafik, $P(x)$
Birinci Tip (Olağan)	-	$p(x) = \begin{cases} 0, & \forall x \leq 0 \\ 1, & \forall x > 0 \end{cases}$
İkinci Tip (U-tipi)	l	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq l \\ 1, & x > l \end{cases}$
Üçüncü Tip (V-tipi)	m	$p(x) = \begin{cases} x/m, & x \leq m \\ 1, & x > m \end{cases}$
Dördüncü Tip (Seviyeli)	q, p	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ \frac{1}{2}, & q < x \leq q + p \\ 1, & x > q + p \end{cases}$
Beşinci Tip (Lineer)	s, r	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq s \\ (x-s)/r, & s < x < s+r \\ 1, & x \geq s+r \end{cases}$
Altıncı Tip (Gaussian)	σ	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1 - e^{-x^2/2\sigma^2}, & x > 0 \end{cases}$

Kaynak: Brans ve Mareschal, 2005: 170

Burada parametreler; q farksızlık değeri, p kesin tercih eşiği, s ise p ve q arasındaki ara değer ya da standart sapma olarak tanımlanmaktadır. q değeri değerlendirme faktörlerinin karar noktalarına

göre en büyük fark değeri iken, p değeri ise en küçük farktır. Burada s değeri, bir değerlendirme faktörü açısından iki karar noktası değerleri arasındaki farktır (Pavi ve Babi, 1991: 17).

Karar verici için ilgili değerlendirme faktörü bakımından herhangi bir tercih önem arz etmiyorsa, o değerlendirme faktörü açısından seçilecek tercih fonksiyonu Birinci Tip tercih fonksiyonu olması gerekmektedir. Karar verici ilgili değerlendirme faktörü bakımından kendi tayin ettiği bir değer üstünde değere sahip karar noktalarından taraf tercihinin kullanmak istiyorsa, seçilecek tercih fonksiyonunun İkinci Tip (U-tipi) tercih fonksiyonu olması lazımdır. Karar verici tercihinin, bir değerlendirme faktörü açısından ortalamanın yukarısında bir değere sahip karar noktalarından taraf kullanmayı tercih ediyorsa, ama söz konusu değer aşağısında kalan değerleri ayrıca hesaba katmak istemiyorsa, seçilecek tercih fonksiyonunun Üçüncü Tip (V-tipi) tercih fonksiyonu olması gerekmektedir. Karar vericinin bir değerlendirme faktörü açısından tercihinin belirli bir değer aralığı olarak tayin edecekse, seçilecek tercih fonksiyonu Dördüncü Tip tercih fonksiyonu olarak seçilmelidir. Karar verici, bir değerlendirme faktörü açısından tercihinin ortalamanın üstündeki değerlere sahip karar noktalarından taraf kullanmak istiyorsa, seçilecek tercih fonksiyonu Beşinci Tip (doğrusal) tercih fonksiyonu olmalıdır. Karar vericinin tercihinde, ilgili değerlendirme faktörü değerlerinin ortalamadan sapma değerleri belirleyici olacaksa, seçilecek tercih fonksiyonu Altıncı Tip (gaussian) tercih fonksiyonu olmalıdır (Ekin, 2014: 17-26). Bu kapsamda yapılacak değerlendirmeler karar vericinin amaçları doğrultusunda uygulanmaktadır.

Adım 3. Ortak Tercih Fonksiyonlarının Tanımlanması: Belirlenen tercih fonksiyonları hesaba katılarak, her bir değerlendirme faktörü için karar noktalarının ikili mukayeseleri yapılır ve ortak tercih fonksiyonları belirlenir. a ve b iki karar noktasını göstermesi durumunda müşterek tercih fonksiyonu için aşağıdaki eşitlik(6) kullanılır.

$$P(a, b) = \begin{cases} 0 & f(a) \geq f(b) \\ p[f(a) - f(b)] & f(a) < f(b) \end{cases} \quad (6)$$

Karar noktalarının ikili karşılaştırmaları yapılırken, değerlendirme faktörünün maksimizasyon veya minimizasyon yönlü olup olmadığı değerlendirme açısından çok önemlidir. Söz konusu uygulama yapılırken değerlendirme faktörünün yönü çıkacak sonucu önemli bir şekilde etkileyeceği için doğru olarak tayin edilmelidir.

Adım 4. Tercih İndekslerinin Belirlenmesi: Ortak tercih fonksiyonları kullanılarak her karar seçeneği çifti için tercih indeksleri belirlenir. w_i , ($i = 1, 2, \dots, k$) önem ağırlıklarına sahip olan k ölçüt tarafından değerlendirilen a ve b karar seçeneklerinin tercih indeksi eşitlik (7) ile hesaplanır.

$$\pi(a, b) = \sum_{i=1}^k w_i P_i(a, b) \quad (7)$$

Adım 5. Alternatifler İçin Pozitif $\emptyset^+$ ve Negatif $\emptyset^-$ Üstünlüklerin Belirlenmesi: Karar noktaları için pozitif $\emptyset^+$ ve negatif $\emptyset^-$ üstünlük değerleri sırasıyla eşitlik (8) ve eşitlik (9) kullanılarak belirlenir.

$$\emptyset^+ = \frac{1}{n-1} \sum_{x=1}^n \pi(a, x) \quad (8)$$

$$\emptyset^- = \frac{1}{n-1} \sum_{x=1}^n \pi(x, a) \quad (9)$$

Burada her iki eşitlikte de x , a dışındaki diğer karar noktalarını göstermektedir. Dolayısıyla her iki eşitlikte de " n " sayıda karar noktası için üstünlük değerleri, " $n-1$ " değerinin toplamından oluşacaktır.

Adım 6. PROMETHEE I ile Kısmi Önceliklerin Belirlenmesi: Bu noktada karar alternatiflerinin pozitif ve negatif üstünlük değerlerinin ikili karşılaştırmaları yapılır. Karar

seçeneklerinin farksızlığı, bir karar seçeneğinin diğerine üstünlüğü ve karar seçeneklerinin birbirleriyle karşılaştırılamaması durumları söz konusudur. a ve b karar seçenekleri için bu durumlar aşağıda verilmiştir.

Eğer altta verilen koşullardan herhangi biri sağlanıyorsa, a karar seçeneği b karar seçeneği ile farksızdır:

$$\emptyset^+(a) = \emptyset^+(b) \text{ ve } \emptyset^-(a) = \emptyset^-(b)$$

Eğer altta verilen koşullardan herhangi biri sağlanıyorsa, a karar seçeneği b karar seçeneğine üstündür:

$$\emptyset^+(a) > \emptyset^+(b) \text{ ve } \emptyset^-(a) < \emptyset^-(b) \text{ ya da}$$

$$\emptyset^+(a) > \emptyset^+(b) \text{ ve } \emptyset^-(a) = \emptyset^-(b) \text{ ya da}$$

$$\emptyset^-(a) < \emptyset^-(b) \text{ ve } \emptyset^+(a) = \emptyset^+(b)$$

Eğer altta verilen koşullardan herhangi biri sağlanıyorsa, a karar seçeneği b karar seçeneği ile karşılaştırılamaz:

$$\emptyset^+(a) > \emptyset^+(b) \text{ ve } \emptyset^-(a) > \emptyset^-(b) \text{ ya da}$$

$$\emptyset^+(a) < \emptyset^+(b) \text{ ve } \emptyset^-(a) < \emptyset^-(b)$$

PROMETHEE I birtakım sıralama problemlerinde değerlendirme matrisine bağlı olarak tam sıralama sağlayabilmektedir (Balali vd., 2014: 52). Bu anlamda karar vericilerin alternatiflerin ikili ilişkisi ve tüm kriterler ve unsurları içeren bir değerlendirmeyi görmesi mümkün olacaktır.

Adım 7. PROMETHEE II ile Tam Sıralama: PROMETHEE II ile karar seçeneklerinin tam sıralaması gerçekleştirilir. Karar seçeneklerinin tam öncelikleri eşitlik (10) ile tayin edilir.

$$\emptyset(a) = \emptyset^+(a) - \emptyset^-(a) \quad (10)$$

Hesaplanan tam öncelik değerleri büyükten küçüğe sıralanır. Bu şekilde tüm karar seçenekleri aynı düzlemde değerlendirilerek tam sıralamaya ulaşılmış olur. a ve b iki karar seçeneğinin hesaplanan tam öncelik değeri temel alınarak altta verilen karar alınır:

1. $\emptyset(a) > \emptyset(b)$ ise, a karar seçeneği daha üstündür.
2. $\emptyset(a) = \emptyset(b)$ ise, a ve b karar seçenekleri farksızdır.

2. BULGULAR

2.1. Entropi Yönteminin Uygulanması

Araştırmada illerin Ar-Ge ve yenilik performanslarının karşılaştırılmasında kullanılan kriterlerin değerleri Tablo 2’de verilmiştir. Bu kriter seti tablosu kullanılarak Entropi yönteminin uygulaması, yöntemin işlem adımlarında açıklandığı şekilde yapılmış ve her bir kritere karşılık gelen Entropi ağırlığı Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Kriterlerin Entropi Ağırlıkları

	Kriter	Entropi Ağırlığı
1	Toplam Teknolojik Ürün İhracatı	0,174177943
2	Tasarım, Patent, Faydalı Model Tescil Sayıları	0,174823127
3	Marka Tescil Sayısı	0,158409065
4	KOSGEB Ar-Ge İnovasyon Destek Bütçesi	0,116130483
5	TÜBİTAK TEYDEB Toplam Destek Bütçesi	0,19095636
6	ARDEB Toplam Destek Bütçesi	0,185503021

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

2.2. PROMETHEE Yönteminin Uygulanması

PROMETHEE tekniğinin uygulanmasında Visual PROMETHEE paket programı kullanılmıştır. Tablo 2’de yer alan kriter seti (karar matrisi) verileri Visual PROMETHEE programına 81 il ve 6 kriter oluşturularak girilmiş ve Tablo 5’te bulunan Entropi ağırlıkları ile değerlendirilmiştir. Değerlendirmede Tablo 4’te verilen PROMETHEE tercih fonksiyonlarından ilgili değerlendirme faktörü bakımından herhangi bir durum söz konusu olmadığı için Birinci Tip (Olağan) fonksiyon tercih edilmiştir (Şenkaya ve Hekimoğlu, 2013: 69-73). Kriterlerin yönünün maksimum veya minimum olmasına göre seçim yapılarak program işletilmiş ve her bir alternatif için Pozitif ($\emptyset+$) ve Negatif ($\emptyset-$) üstünlükler belirlenerek son sıralama yapılmıştır. Son sıralama sonucu alternatiflerin $\emptyset$, $\emptyset+$ ve $\emptyset-$ değerleri ile sıralamaları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. İllerin Ar-Ge ve Yenilik Performans Endeksi Sıralaması

İl	$\emptyset$ Değeri	Promethee Sırası	İl	$\emptyset$ Değeri	Promethee Sırası
İstanbul	0,9955	1	Aksaray	-0,0235	42
Ankara	0,9493	2	Edirne	-0,0407	43
Bursa	0,926	3	Diyarbakır	-0,0445	44
İzmir	0,8965	4	Bilecik	-0,0943	45
Konya	0,8438	5	Amasya	-0,0957	46
Kayseri	0,7924	6	Rize	-0,1018	47
Kocaeli	0,7821	7	Van	-0,1321	48
Sakarya	0,7499	8	Mardin	-0,1378	49
Eskişehir	0,7462	9	Osmaniye	-0,1459	50
Adana	0,7105	10	Niğde	-0,1729	51
Manisa	0,7092	11	Tokat	-0,1945	52
Denizli	0,7001	12	Ordu	-0,1967	53
Gaziantep	0,6949	13	Burdur	-0,2235	54
Antalya	0,6911	14	Giresun	-0,2562	55
Mersin	0,6636	15	Karabük	-0,2569	56
Tekirdağ	0,5523	16	Çankırı	-0,2732	57
Balıkesir	0,5083	17	Uşak	-0,3141	58
Aydın	0,4709	18	Kastamonu	-0,346	59
Samsun	0,4621	19	Sinop	-0,3534	60
Isparta	0,444	20	Adıyaman	-0,3696	61
Kahramanmaraş	0,4022	21	Yozgat	-0,4603	62
Trabzon	0,3693	22	Batman	-0,4727	63
Düzce	0,3263	23	Şırnak	-0,4742	64
Kütahya	0,3198	24	Kırıkkale	-0,5564	65
Şanlıurfa	0,2824	25	Artvin	-0,5985	66
Hatay	0,2604	26	Ağrı	-0,6146	67
Sivas	0,1767	27	Erzincan	-0,6265	68
Malatya	0,1631	28	Kilis	-0,6297	69
Muğla	0,1182	29	Bartın	-0,6855	70
Afyonkarahisar	0,1115	30	Iğdır	-0,7022	71
Yalova	0,1079	31	Siirt	-0,7173	72
Kırklareli	0,0967	32	Ardahan	-0,7195	73
Karaman	0,0744	33	Muş	-0,7302	74
Çorum	0,063	34	Gümüşhane	-0,7398	75
Elazığ	0,056	35	Bingöl	-0,758	76
Kırşehir	0,0468	36	Tunceli	-0,7866	77
Zonguldak	0,0369	37	Bayburt	-0,7915	78
Bolu	0,0287	38	Kars	-0,8151	79

Çanakkale	0,0241	39
Nevşehir	-0,0056	40
Erzurum	-0,0056	41

Hakkari	-0,8329	80
Bitlis	-0,8572	81

Tablo 6'da 81 ilin Ar-Ge ve Yenilik Performans Endeksi sıralama sonuçları ve PROMETHEE 0 değerleri bulunmaktadır. İller, kriter setinde yer alan Ar-Ge ve Yenilik Göstergeleri başlığı altında belirlenen 6 farklı kriter ve PROMETHEE Tekniği kullanılarak değerlendirilmiştir. Yenilik ekosistemi öğelerinin durumunu ve niteliğini gösteren en önemli kriterleri içeren bu sıralama ile iller yenilik ekosistemlerinin ülke içindeki durumunu görebileceklerdir. Ar-Ge ve Yenilik sıralamasında İstanbul 1. sırada yer almış ve sırası ile Ankara, Bursa, İzmir ve Konya ilk beş içinde yer almışlardır. Söz konusu sıralamanın en son sırasında Bitlis yer alırken, sırası ile Tunceli 77., Bayburt 78., Kars 79. ve Hakkari 80. sırada yer almışlardır.

Sonuç ve Öneriler

Ar-Ge ve yenilik olguları küreselleşme ile birlikte oluşan yeni pazar ortamında rekabet durumunu belirleyen önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Günümüzde küresel rekabet ülkeler ve firmalar için kitlesel üretimler yerine yenilikçi ürünlerin geliştirilmesi ve pazara arz edilmesi kapsamına dönüşmüştür. Yenilikçi üretimler için sürekli yeniyi arayan ve yeni ürün gelişimi için çalışmalar yapan girişimciler, bu sıkı rekabettin en önemli aktörü haline gelmiştir. Bu kapsama Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerine ilişkin kapasite girişimcilere sürdürülebilir verimlilik artışı sağlayarak, küresel rekabet ortamında belirleyici temel faktör haline gelmiştir. Nitekim Ar_Ge ve yenilik faaliyetleri işletmeler için üretilen katma değer artırılması, yeni fikirlerin oluşturulması ve bunların yeni ve kârlı ürünlere, süreçlere ve hizmetlere dönüştürebilme kabiliyetlerinin geliştirilmesinin altyapısının temelini teşkil eder. Ancak bu faaliyetlerin gerçekleşmesi için uygun yapı ve aktörlerin mevcut olduğu bir çevrenin olması gerekir. Teknoloji temelli yenilikler farklı aktör ve yapıların içinde bulunduğu, çok boyutlu ve karmaşık ilişkiler ağını içeren bir ekosistemde gerçekleşir. Bu ekosistem içerisinde üniversiteler, TGB'ler, girişimciler, işletmeler, kamunun ilgili kuruluşları, akademisyenler, TÜBİTAK ve KOSGEB gibi destek veren kurumlar, ilgili sivil toplum örgütleri, sosyal, kültürel ve fiziki altyapı gibi unsurlar bulunur. Yenilik ekosistemini oluşturan bu unsurlar, Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerinin kapsam ve niteliğini belirler. Yenilik ekosistemi ayrıca illerdeki Ar-Ge ve yenilik performansını etkiler. Bu nedenle yenilik ekosistem unsurlarına dayalı illerin Ar-Ge ve yenilik performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden PROMETHEE yöntemi ile değerlendirilmesi, ulusal politikalarda önemli bir strateji olan konun iller özelinde değerlendirilmesi ve izlenmesi anlamında önemli olacaktır. Bu noktada yenilik olgusunun gün geçtikçe rekabet yapısında, ürün ve üretim süreçlerde meydana getirdiği değişimler ve bu değişimler ile birlikte dönüşen pazar bu konuyu yerel kalkınmanın da önemli bir dinamiği haline getirmiştir. Yerel idareler, ilgili yerel paydaşlar ile birlikte bu rekabette yer alabilmek için bölgelerinde TGB ve Ar-Ge merkezlerinin kuruluşlarını artırmak ve geliştirmek için çeşitli faaliyetler yürüttüğü görülmektedir. Bu TGB ve Ar-Ge merkezleri gibi oluşumlar bölgesel olarak Ar-Ge ve Yenilik olgusunu geliştiren işlevlerinin yanında, yeni iş fırsatları ile bölgesel refahın artmasına da katkıda bulunmaktadır. Bu anlamda çalışmamız kapsamında oluşturduğumuz sıralama, yerel yönetimlerin kendi illerini Ar-Ge ve yenilik konusunda performanslarını değerlendirecekleri ve rakip bölge ve iller ile mukayese edebilecekleri bilimsel bir doküman niteliğindedir.

İllerin Ar-Ge ve yenilik performanslarının karşılaştırılmasına odaklanan bu çalışmada kullanılan yöntemlere alternatif yöntemlerle ve ilave kriterlerle de değerlendirme yapmak mümkündür. Entropi yöntemi ile kriter ağırlıklandırılmasının yapıldığı bu çalışmada en yüksek ağırlıklara sahip olan kriterler sırasıyla TÜBİTAK TEYDEB Toplam Destek Bütçesi, ARDEB Toplam Destek Bütçesi, Tasarım, Patent, Faydalı Model Tescil Sayıları ve Toplam Teknolojik Ürün İhracatı

kriterleri olmuştur. Buradan hareketle sıralamada gerilerde kalan illerin destek, tasarım-patent-faydalı model tescili ile teknolojik ürün ihracatını artırmaya odaklanmaları, bu illerin Ar-Ge ve yenilik performanslarını ve dolayısıyla yenilik ekosistemlerini geliştirecektir. Tablo 6'da oluşan sıralamada, İstanbul, Ankara, Bursa, İzmir ve Konya illerinin ilk beş sırada yer aldıkları görülür. Bu sonuç illerde bulunan TGB, üniversite, Ar-Ge ve Tasarım merkezlerinin sayılarının, illerin Ar-Ge ve yenilik performanslarını olumlu etkilediği değerlendirilmektedir. İlk beşte yer alan illerin hepsinde birden fazla TGB, üniversite ve çok sayıda Ar-Ge ve Tasarım merkezi bulunmaktadır. Yine Ar-Ge ve Yenilik performans sıralamasının Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından 2017 yılında yayımlanan İllerin ve Bölgelerin Sosyo Ekonomik Sıralaması (SEGE) ile uyumlu olduğu görülmektedir. SEGE çalışmasında ilk on içerisinde yer alan iller ile İllerin Ar-Ge ve Yenilik Performans sıralamasında sadece iki il farklı sıralarda yer almaktadır. İllerin Ar-Ge ve Yenilik Performans sıralamasında ilk on içerisinde yer alan Konya ve Kayseri, SEGE sıralamasında Konya 14. sırada ve Kayseri 17. Sırada yer almıştır. SEGE çalışmasında Ar-GE ve yenilik kriterlerinin dışında sosyal göstergelerin bu duruma neden olduğu söylenebilir. İllerin Ar-Ge ve Yenilik Performans sıralamasında son beş il içerisinde Tunceli 77. sırada, Bayburt 78. sırada, Kars 79. sırada, Hakkari 80. sırada ve Bitlis 81. sırada yer almaktadır. Bu illerin hiç birinde TGB ve Ar-Ge ve Tasarım Merkezleri bulunmamaktadır. Söz konusu iller ayrıca SEGE sıralamasında son sıralarda yer almıştır.

Ülkemizde Ar-Ge ve yenilik kapasitesinin geliştirilmesi ve bu kapasitenin bölgesel olarak dengeli şekilde yaygınlaştırılmasını sağlamak için öncelikle illerin beşeri kaynaklarının geliştirilmesi, illerin yatırım ortamlarının iyileştirilmesi ve illerde potansiyel ve öncelikli sektörlerin belirlenerek, ilgili sektörlerin girişimcilere sunulması önerilmektedir. Yine Ar-Ge yenilik olgusunun illerin sosyal ve kültürel altyapısı ile ilgili olduğu düşünülmektedir. İllerin yenilikçilik kavramına yönelik farkındalık faaliyetlerinin yürütülmesi ve bu konuda devlet tarafından sunulan teşviklerin kullanımının kolaylaştırılması, illerde hizmet veren üniversitelerin yenilik ekosistemine verdiği katkının değerlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca İllerin Ar-Ge ve Yenilik Performans sıralamasında son sırada yer alan illerde girişimcilerin Ar-Ge ve yenilik ile ilgili iş fikirlerinin geliştirilmesine yönelik melek yatırım ağlarının tertip edilmesi, yenilik ekosistemi zayıf illerin yenilik ekosistem kapasitesi yüksek iller ile eşleştirilmesi önerilmektedir. Bu şekilde son sıralarda yer alan illerde bulunan ilgili kurum ve girişimcilerin kendilerini geliştirecekleri ve ilgili alana ilişkin gelişmeleri takip edebilecekleri mekanizmalar oluşturulmuş olacaktır. Aynı zamanda yaptığımız çalışmada Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerini desteklemek ve geliştirmek maksadı ile hizmet veren TÜBİTAK ve KOSGEB gibi kuruluşların bazı illerde çok fazla proje üretmediği tespit edilmiştir. Bu durum illerde mevcut potansiyele sahip girişimcinin ve proje fikirlerinin olmayışı ile açıklanabilir. Bu gereceğe rağmen bu kurumların bu durumu iyileştirmek maksadı ile üniversite ve ilgili sanayi küme alanları ile işbirliği kurması, bölgede yer alan kalkınma ajansı ile birlikte çalışması, belirtilen illerdeki proje kapasitesini artırabileceği değerlendirilmektedir. KOSGEB'in 81 ilde hizmet müdürlükleri yer almaktadır. Ancak TÜBİTAK'ın merkezi yerler hariç taşra illerinde hizmet birimleri bulunmamaktadır. TÜBİTAK'ın belirli bölgelere kalkınma ajansları ile işbirliği kurarak hizmet birimleri oluşturması, illerin Ar-Ge ve yenilik kapasitelerinin gelişimine önemli katkı sunacağı değerlendirilmektedir. Sonuç olarak, illerin Ar-Ge ve yenilik performanslarının değerlendirilmesi ve izlenebilmesi amacıyla yenilik ekosistem kavramını esas alarak gerçekleştirilen çalışmamızın, kriter setinin geliştirilerek her yıl tekrarlanması ulusal ve yerel yöneticilerin illerde bu alanda yapılan çalışmalarının sonuçlarının ve etkisinin değerlendirilmesi noktasında önemli katkılar sunacaktır.

KAYNAKÇA

Akaydın, A., "İnovasyon Ekosisteminde Teknoparkların ve Rolü Geliştirilmesine Yönelik Bir Model

- Önerisi: Teknoloji Transfer Ve Geliştirme Merkezi", (Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi), Diyarbakır, 2015,s.177.
- Balali, V., Zahraie, B., Roozbahani, A., "A comparison of AHP and PROMETHEE family decision making methods for selection of building structural system", American Journal of Civil Engineering and Architecture, 2(5),2014, 149-159.
- Belgin, Ö., Avşar, B. A. "Türkiye’de Bölgeler Ve İller Düzeyinde Ar-Ge Ve Yenilik Performansının Gri İlişkisel Analiz Yöntemi İle Ölçülmesi". Verimlilik Dergisi, 2, 27-48.
- Brans, J. P., Mareschal, B., "PROMETHEE methods, in 'Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys", Edited by J. Figueira, S. Greco, M. Ehrgott, 2005.
- Çakır, S., Perçin, S., "AB Ülkeleri’nde Bütünleşik Entropi Ağırlık-Topsis Yöntemiyle Ar-Ge Performansının Ölçülmesi", Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 32(1), 2013, s.77-95.
- Çetin, M., (2007), Bölgesel Üretim Sistemleri: Endojen Kalkınma Odaklı Bir Değerlendirme, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9 (4), 269-287.
- Çınar, Y., "Çok Nitelikli Karar verme ve 'Bankaların Mali Performanslarının Değerlendirilmesi Örneği" Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2004.
- Dağdeviren, M., Eraslan, E. (2008). Supplier selection using PROMETHEE sequencing method. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 23(1), 69-75.
- Dinçer, S. E., Ekin, E., Karakaş, K. S., "Promethee Yöntemiyle Uçak Komponentlerinin Önceliklendirilmesi Problemlerine Çözüm Yaklaşımı", Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi, 6(3), 201 s.106-125.
- Ekin, E., "Promethee Yöntemi ile Personel Seçimi ve Bir Uygulama", Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Ana Bilim Dalı, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul, 2014.
- Erol, I., Ferrell Jr, W. G., "Integrated approach for reorganizing purchasing: Theory and a case analysis on a Turkish company", Computers & Industrial Engineering, 56(4), 2009, s.1192-1204.
- Greco, S., Figueira, J., Ehrgott, M. (2016). Multiple Criteria Decision Analysis. Springer, New York.
- Han, B., Liu, H., Wang, R., "Urban ecological security assessment for cities in the Beijing–Tianjin–Hebei metropolitan region based on fuzzy and entropy methods", Ecological Modelling, 318, 2015, s.217-225.
- Hwang, C.L., Yoon, K., "Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications" Springer-Verlag, Berlin/Hiedelberg, 1981.
- Kalkınma Bakanlığı, "AR-GE ve Yenilik Ekosisteminin Güçlendirilmesi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara, 2018, (http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/04/ArGe_ve_YenilikEkosistemininGuclendirilmesiOzelIhtisasKomisyonuRaporu.pdf) (Erişim 28.06.2020)
- Li, X., Wang, K., Liu, L., Xin, J., Yang, H., Gao, C., "Application of the entropy weight and TOPSIS method in safety evaluation of coal mines", Procedia Engineering, 26, 2011, s.2085-2091.
- Moore, J., "The death of competition: Leadership and strategy", In The Age Of Business Ecosystems, 1996.
- Pavić, I., Babić, Z., "The use of the PROMETHEE method in the location choice of a production system", International journal of production Economics, 23(1-3), 1991, s.165-174.
- Şenkayas, H., Hekimoğlu, H., "Çok kriterli tedarikçi seçimi problemine PROMETHEE yöntemi uygulaması", Verimlilik Dergisi, 2, 2013, s.63-80.
- Wu, J., Sun, J., Liang, L., Zha, Y., "Determination of weights for ultimate cross efficiency using Shannon entropy", Expert Systems with Applications, 38(5), 2011, s.5162-5165. Zerenler, M., Türker, N. Ve

- Şahin, E., (2007), Küresel Teknoloji, Araştırma Geliştirme (AR-GE) ve Yenilik İlişkisi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 17, 653-667.
- Zhang, H., Gu, C. L., Gu, L. W., Zhang, Y., "The evaluation of tourism destination competitiveness by TOPSIS & information entropy-A case in the Yangtze River Delta of China", Tourism Management, 32(2), 2011, s. 443-451.