

# AVRUPA VE ORTA ASYA ÜLKELERİNDE BİT GELİŞİMİŞLİK DÜZEYİNİN ENTEGRE MPSI-RAPS YÖNTEMİ İLE ÖLÇÜLMESİ<sup>1</sup>



Kafkas Üniversitesi  
İktisadi ve İdari Bilimler  
Fakültesi  
KAÜİBFD  
Cilt, 15, Sayı 29, 2024  
ISSN: 1309 – 4289  
E – ISSN: 2149-9136

Makale Gönderim Tarihi: 23.01.2024 Yayına Kabul Tarihi: 05.04.2024

Nazife ŞAHİN MACİT  
Öğretim Görevlisi  
Gümüşhane Üniversitesi  
Kelkit Aydın Doğan Meslek  
Yüksekokulu,  
Gümüşhane/Kelkit, Türkiye  
nazfe.sahin@gmail.com  
ORCID ID: 0000-0002-7996-4704

**ÖZ** | Bu çalışma, 2023 BİT gelişim endeksi raporunda yer alan 10 göstergeye dayanarak Avrupa ve Orta Asya için seçilmiş 14 ülkenin Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT) gelişmişlik düzeylerini MPSI- RAPS entegre yöntemiyle objektif bir şekilde ele alarak gelecekteki politika ve stratejiler için temel bilgiler sunmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Kriter olarak dikkate alınan göstergelerin ağırlık değerleri MPSI yöntemi ile tespit edilmiş; ülkelerin kriterlere göre gelişmişlik düzeylerinin belirlenip karşılaştırılması ise RAPS yöntemi yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda en önemli kriterin sabit geniş bant internet sepet fiyatı (% GSMH/k.) olduğu; en önemsiz kriterin ise en az 3G mobil ağının kapsadığı nüfus (%) olduğu ortaya çıkmıştır. Avusturya BİT gelişmişlik düzeyinde en üst sırayı alırken, Azerbaycan en düşük düzeyde olan ülke olarak belirlenmiştir. Ayrıca, MPSI-RAPS entegre yöntemi analiziyle elde edilen sıralamalar ile BİT (Bilgi Teknolojileri) gelişmişlik indeksi raporundaki sıralamalar arasında anlamlı ve güçlü bir pozitif ilişki olduğu, Spearman Rho Korelasyon testi sonucunda ortaya çıkmıştır. Bu bulgu, MPSI-RAPS entegre yönteminin ülkelerin BİT gelişmişlik düzeylerini değerlendirmede kullanılabileceğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** BİT, MPSI yöntemi, RAPS yöntemi

**JEL Kodları:** C40, D81, C01

**Alan:** İşletme

**Türü:** Araştırma

**DOI:** 10.36543/kauiibfd.2024.002

**Atıfta bulunmak için:** Şahin Macit, N., (2024). Avrupa ve Orta Asya ülkelerinde bit gelişmişlik düzeyinin entegre MPSI-RAPS yöntemi ile ölçülmesi. *KAÜİBFD*, 15(29), 24-53.

<sup>1</sup> İlgili çalışmanın etik kurallara uygunluğu beyan edilmiştir.

# MEASURING THE ICT DEVELOPMENT LEVEL IN EUROPEAN AND CENTRAL ASIAN COUNTRIES USING THE INTEGRATED MPSI-RAPS METHOD



Kafkas University  
Economics and Administrative  
Sciences Faculty  
KAUJEASF  
Vol. 15, Issue 29, 2024  
ISSN: 1309 – 4289  
E – ISSN: 2149-9136

Article Submission Date: 23.01.2024 Accepted Date: 05.04.2024

Nafize ŞAHİN MACİT  
Lecturer  
Gumushane University  
Kelkit Aydın Doğan Vocational  
School,  
Gumushane/Kelkit, Türkiye  
nazfe.sahin@gmail.com  
ORCID ID: 0000-0002-7996-4704

**ABSTRACT** | This study was carried out to provide basic information for future policies and strategies by objectively considering the Information and Communication Technologies (ICT) development levels of 14 countries selected for Europe and Central Asia with the MPSI-RAPS integrated method, based on the 10 indicators included in the 2023 ICT development index report. . The weight values of indicators considered as criteria were determined by the MPSI method; The RAPS method was used to determine and compare the development levels of countries according to criteria. As a result of the analysis, the most important criterion is fixed broadband internet basket price (% GNP/k.); It turns out that the most important criterion is the population (%) covered by at least 3G mobile network. While Austria ranked highest in ICT development level, Azerbaijan was determined as the country with the lowest level. Additionally, it was revealed as a result of the Spearman Rho Correlation test that there is a significant and strong positive relationship between the rankings obtained by the MPSI-RAPS integrated method analysis and the rankings in the ICT (Information Technologies) development index report. This finding showed that the MPSI-RAPS integrated method can be used to evaluate the ICT development levels of countries.

**Keywords:** ICT, MPSI method, RAPS method  
**JEL Codes:** C40, D81, C01

**Scope:** Business administration  
**Type:** Research

## 1. GİRİŞ

Bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT), günümüzde ekonomik büyüme ve kalkınmanın temel itici güçleri olarak kabul edilmektedir. Bu teknolojilere erişim ve yaygın benimsenmesi, bir ülkenin bilgi tabanlı ekonomik büyümesini desteklemektedir. BİT'nin kullanımı, ekonomik, sosyal ve çevresel alanlarda derin etkilere sahiptir. Bu teknolojiler, daha adil, kapsayıcı, sürdürülebilir ve rekabetçi bir ekonomi ve toplum oluşturmada önünde önemli bir faktördür. Ayrıca, BİT, küresel düzeyde işbirliği, inovasyon ve değişimi teşvik ederek ekonomik ve sosyal dönüşümü hızlandırmaktadır. BİT'nin etkin bir şekilde kullanılması, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşma ve toplumsal eşitsizlikleri azaltma konularında kritik bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, ülkelerin BİT'ye erişimi ve kullanımını teşvik etmeleri, sürdürülebilir kalkınma ve büyüme stratejilerinin başarısı için önemlidir (Gouvea, Kapelinas, & Kassicieh, 2018, s. 39; Wu, Guo, Huang, Liu, & Xiang, 2018, s. 2390). Bu bağlamda, BİT'in kullanımının ülke düzeyinde ölçülmesi önemlidir. Bu ölçüm genellikle bir ülkenin BİT yeteneklerinin (örneğin, bilgisayarlı olan hanelerin yüzdesi) ve hizmetleri benimsenme düzeyinin (örneğin, İnternet kullanan bireylerin yüzdesi) farklı yönlerini birleştiren bir endeks olan BİT Gelişme Endeksi (IDI) aracılığıyla gerçekleştirilir. Bu endeks, ülkelerin BİT yeteneklerini ve ilerlemelerini değerlendirmek için kullanılır ve bir ülkenin BİT altyapısı ve hizmetlerine erişimini ölçmektedir. Bu tür endekslerin temel amacı, bir ülkenin telekomünikasyon sektörünü diğer ülkelerle karşılaştırarak güçlü ve zayıf yönlerini belirlemektir (Gerpott & Ahmedi, 2015, s. 174).

BİT Gelişme Endeksi (IDI), Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU) tarafından geliştirilen bir araçtır. IDI, BİT erişimi, kullanımı ve becerilerini ölçerek ülkeler arasındaki gelişme farklılıklarını ve potansiyellerini değerlendirir. Bu endeks, uluslararası performansı değerlendirir ve BİT büyümesi ve ilerlemesi konusunda karar vericilere rehberlik eder. BİT Gelişme Endeksi gibi araçlar, ülkelerin BİT performansını değerlendirmek ve geliştirmek için kullanılır. BİT'nin ekonomik ve sosyal yapıya etkileri bölgesel ve ülkesel düzeyde farklılık gösterebilir, bu nedenle teknik altyapı ve bilişim ekosisteminin her bölgede sağlanması önemlidir. BİT'nin ekonomik büyüme ve sürdürülebilirlik için bütünsel bir şekilde ekonomik ve sosyal hayata nüfuz etmesi gerekmektedir (Dobrota, Martić, Bulajic, & Jeremic, 2015, s. 407; Erkhembaatar, 2023, ss. 1-2; Guz, 2019, s. 128).

Bilgi ve iletişim teknolojisi (BİT), modern toplumların çeşitli sektörlerine büyük katkı sağlamaktadır. BİT'in hızlı büyümesi ve farklı sektörlerde yayılması nedeniyle artık BİT'in ekonomik ve sosyal büyüme üzerinde gözle görülür etkileri bulunmaktadır. Hem olumlu hem de olumsuz etkileri göz önünde

bulunduran hükümetler, BİT altyapılarını iyileştirmek için sürekli olarak daha iyi politikalar ve öneriler önermeye çalışıyor. Ancak daha iyi politikalar önermek, duruma ilişkin tam bir genel bakışa sahip olmak için büyük ölçüde geçmiş ve mevcut politikaların anlaşılmasına bağlıdır. BİT gelişimi, ülkeler arasında karşılaştırılabilir bir çerçevede değerlendirilir ve bu değerlendirme, BİT'nin davranışını ve durumunu anlamak için önemli bir ölçüttür. Ülkelerin BİT gelişimindeki performanslarının değerlendirilmesi, güçlü ve zayıf yönlerinin belirlenmesine yardımcı olur ve politika yapıcılarının iyileştirme alanlarını ve öncelikleri belirlemelerine olanak tanır. Karşılaştırmalı bir çerçeve, ülkelerin BİT altyapısı, erişim düzeyi, dijital beceriler ve yenilikçilik gibi faktörleri analiz etmeyi ve performanslarını diğer ülkelerle karşılaştırmayı sağlar. Bu sayede ülkeler, BİT gelişimindeki ilerlemelerini değerlendirerek politika ve stratejilerini buna göre şekillendirebilirler. Ancak BİT gelişiminin performansının diğer ülkelerle karşılaştırıldığında değerlendirilmesi karmaşık ve çok boyutlu bir sorundur. Çünkü BİT gelişiminin değerlendirilmesi birçok sosyal ve ekonomik göstergelere ve çeşitli alternatiflere dayanmaktadır. Bu bağlamda, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), çeşitli ülkelerin performansını karşılaştırmalı olarak değerlendirmek ve bunları puan değerlerine göre önceliklendirmek için güvenilir ve kullanışlı bir araç olarak uygulanabilir. ÇKKV yöntemleri, politika yapıcılara ve otoritelere ülkeleri kendi istatistiklerine göre ilgili sosyal ve ekonomik kriterlere göre değerlendirme konusunda iki şekilde yetki vermektedir. İlk olarak, ÇKKV yöntemleri BİT gelişimiyle ilgili göstergelerin göreceli önemini belirlemelerine olanak sağlar. BİT gelişimi, birçok ülkenin çeşitli göstergeler altında karşılaştırmalı olarak değerlendirilir. Bu değerlendirmenin etkili bir şekilde yapılabilmesi için basit ve güvenilir ÇKKV yöntemleri kullanılır. Bu yöntemler, düşük karmaşıklığa sahip esnek bir hesaplama yolunu temsil eder ve birçok ülkenin BİT gelişimini değerlendirmeyi kolaylaştırır. BİT gelişiminin karşılaştırmalı değerlendirmesi için iyi organize edilmiş ve etkili bir değerlendirme modeli kullanmak, karmaşıklığı ele almak ve doğru sonuçlar elde etmek için önemlidir (Torkayesh & Torkayesh, 2021, ss. 1-2).

Bu nedenle bu çalışmada BİT Gelişim Endeksi göstergelerini kullanarak ülkelerin bilgi iletişim teknoloji performanslarını MPSI temelli RAPS yöntemi ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Hem ağırlıklandırma hem de sıralama açısından birçok ÇKKV yöntemi mevcut olmasına rağmen, bu çalışmada aşağıdaki nedenlerden dolayı en son geliştirilen ÇKKV araçlarından ikisi kullanılmıştır. MPSI yöntemi, tutarlılık analizini kullanması, yöntemin basit ve anlaşılır olması, ağırlık katsayılarına daha objektif yaklaşması ve gerçekçi değerlere ulaşmayı hedeflemesi gibi nedenlerle tercih edilmişken; RAPS yöntemi ise basit geometrik formüller sayesinde basit ve hızlı sonuçlara ulaşmadaki

mantıksal prosedürleri, genellemesi, güvenilirliği ve geçerliliği nedeniyle seçilmiştir. Çalışmanın geri kalanı şu şekilde düzenlenmiştir. İlk olarak Bölüm 1'de bu çalışmanın giriş ve amacı anlatılırken, Bölüm 2'de Literatür Taraması anlatılmaktadır. Veri seti, kriterlerin ağırlıklandırılmasında kullanılacak olan MPSI yöntemi ve alternatiflerin kriterlere göre değerlendirilmesinde kullanılacak olan RAPS yönteminin ayrıntılı açıklamasına Bölüm 3'te yer verilmiştir. Veri seti üzerinde MPSI ve RAPS yöntemlerinin uygulanması sonucu elde edilen bulgular kısmı ise Bölüm 4'te ele alınmıştır. Son olarak analizler sonucu ortaya çıkan sonuçlar ve tartışmalar sonuç kısmında açıklanmıştır.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatür üç kısımdan oluşmaktadır. Bunlardan birinci kısımda BİT konusunun hangi alanlarda uygulandığına dair çalışmalar üzerinde durulmuş; ikinci kısımda ÇKKV yöntemleri ile BİT konusunu ele alan çalışmalar Tablo 1'de belirtildiği gibi ele alınmış ve son kısımda çalışmada kullanılacak olan MPSI ve RAPS yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar ise Tablo 2'de belirtilmiştir.

BİT konusu literatürde ekonomi (Meng & Li, 2002), ekonomik büyüme (Bahrini & Qaffas, 2019) ekonomik büyüme ve enerji tüketimi (Ishida, 2015), sağlık (Mahmud, Olander, Eriksén & Haglund, 2013), sürdürülebilir enerji tüketimi (Yan, Shi & Yang, 2018), ticaret (Nath & Liu, 2017), personel gelişimi (McCarney, 2004), eğitim (Sarkar, 2012; Özgür, Demirdöven & Kaya, 2023; Jocić vd., 2020; Maksimović, 2018), sürdürülebilir tedarik zinciri (Ramkumar & Jenamani, 2015), sürdürülebilirlik balıkçılık (Nthane, Saunders, Gallardo Fernández & Raemaekers, 2020), perakende (Pederzoli, 2016), turizm (Bhattacharya ve Dash, 2021), imalat işletmeleri (Skorupinska & Torrent-Sellens, 2017), çevresel sürdürülebilirlik (Higon, Gholami & Shirazi, 2017), kırsal kalkınma (Öztaş Karlı, 2021), ekonomik kalkınma (Herdon & Csordas, 2019), rekabet gücü (Zoroja & Bach, 2016) gibi birçok farklı başlık altında ele alınmıştır.

**Tablo 1:** ÇKKV Yöntemleri ile BİT Konusunu Ele Alan Çalışmalar

Yazar/lar (Yıl)	Amaç	Yöntem	Veri Seti	Kriter/Göstergeler
Zolfani, Sedaghat, ve Zavadskas (2012)	BİT merkezlerinin performansının değerlendirilmesi	BULANIK AHP, SAW-G VE GRİ TOPSIS	İranda'daki Gharnabad telemerkezi Livan telemerkezi Bala Jadeh telemerkezi	Klasik eğitim Halk eğitimi Özel Eğitim Kültürel hizmetler Sosyal Hizmetler Devlet hizmetleri Diğer servisler
Li ve Chou (2014)	BİT altyapısında güç planlaması	Bulanık TOPSIS	Tayvan'ın en büyük BİT operatörü olan	Oda özellikleri Personel alımı Başlangıç yük Büyüme tahmini

			Chunghwa Telecom (CHT) 255 telekom odası	Güç kaynağı
Bahnamiri, Khademabbasi, ve Valinataj (2015)	Ülkelerin BİT gelişmişlik düzeylerinin değerlendirilmesi	Bulanık ENTROPİ- Bulanık TOPSIS	69 Ülke	100 kişi başına sabit telefon aboneliği 100 kişi başına mobil hücresel abonelikler İnternet kullanıcı başına uluslararası internet bant genişliği Bit/S Bilgisayara sahip hanelerin yüzdesi İnternet erişimi olan hanelerin yüzdesi İnternet kullanan bireylerin yüzdesi 100 kişi başına sabit (kablolu) genişbant internet aboneliği 100 kişi başına aktif mobil geniş bant aboneliği İkincil brüt okullaşma oranı Üçüncül brüt okullaşma oranı Yetişkin okuryazarlık oranı
Afshari ve Kowal (2017)	BİT proje yönetici seçimi	PROMETHEE-DELPHİ Yöntemi	Tahran'da MAPNA şirketinde Profesyonel Proje Yönetimi (PMP) alanında uluslararası sertifikaya sahip 14 kişi	Yabancı Dil Bilgisayar Bilgisi Deneyim Yaş Eğitim İşçi Vardiyası Sigara İçmeyen
Rençber (2018)	Türkiye'de illerin BİT gelişmişlik düzeylerinin ölçülmesi	PROMETHEE	Türkiye'deki 81 il	Düzenli internet kullanıcısı, Geniş bant internet abone oranı, Mobil geniş bant internet abone oranı, Kişi başı düşen mobil telefon abone sayısı, Kişi başı düşen fiber optik kablo uzunluğu, Sabit geniş bant internet abone doluluk oranı, Sabit hat doluluk oranı, İnternet erişimli hane

				sayısı
Becker, Becker, Sulikowski ve Zdziebko (2018)	Ülkelerdeki işletmelerin BİT kullanımının değerlendirilmesi	Analitik Ağ Süreci (ANP), Küme Analizi (k-ortalamalar yöntemi)	Orta Avrupa'daki seçilmiş AB üyesi ülkeleri	İnternete bağlantı, Web siteleri ve sosyal medya kullanımı, E-ticaret, E-iş olmak üzere dört ana kriter ve bunlara bağlı 13 alt kriter
Al-Zahrani (2020)	Çok Fiberli WDM Ağlarının Hayatta Kalabilirlik Etkisini Değerlendirme	Kararsız-Bulanık TOPSIS, Kararsız-Bulanık AHP	Suudi Arabistan'ın Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT) sektörü	Koruma Arıza Sıklığı Arıza Onarım Oranı Özel Yol Koruması Ortak Yol Koruması Yol Koruması Restorasyon Kesinlikle Bekleme Süresi Kesinlik Sayısı Bağlantı Restorasyonu Kısmi Yol Restorasyonu Yol Restorasyonu
Yakut (2020)	Ülkelerin BİT kullanım gelişmişlik düzeylerinin değerlendirilmesi	MOORA, WASPAS, COPELAND	OECD Ülkeleri (29 ülke)	E-Ticaret ve E-Devlet, bilgisayar kullanım ve internet bağlantısı erişimi, internet kullanım aktiviteleri olmak üzere 3 ana kriter altında toplamda 17 kriter
Ersoy (2021)	Ülkelerin BİT gelişiminin değerlendirilmesi	PIV-ROV-COPRAS-LBWA-MARCOS	G7 Ülkeleri	Evden bilgisayara erişim, BİT istihdamı, BİT ürünleri ihracatı, BİT yatırımı, BİT katma değeri, internet erişimi
Torkayesh ve Torkayesh (2021)	Ülkelerin BİT gelişiminin değerlendirilmesi	LBWA-MARCOS	G7 Ülkeleri	BİT ürünleri ihracatı, BİT yatırımı, BİT katma değeri, internet erişimi
Karabasevic, Radanov, Stanujic, Popovic ve Predic (2021)	Yeşil BİT'in kullanımının Tekstil Endüstrisinde Değerlendirilmesi	Bulanık MULTIMOORA	Bir tekstil endüstrisi	Ekonomik ve enerji verimliliği; Çevre dostu; Teknoloji evrimi; Geliştirilmiş sistem performansı ve kullanımı; Yeşil BİT'in kuruluş üzerindeki genel etkisi
Demir (2022)	Ülkelerin BİT gelişiminin değerlendirilmesi	PSI-LOPCOW-Bayes Yaklaşımı-CRADIS-CoCoSo	G8 Ülkeleri	BİT katma değeri, BİT istihdamı, BİT yatırımı, BİT malları ihracatı, evde bilgisayara erişimi olan haneler, sabit geniş bant, e-devlet hazırlık endeksi, kablosuz geniş bant, toplam mobil

				hücreli abonelik
Ecemiş ve Çoşkun (2022)	Türkiye’de Bilişim Teknolojileri Kullanımının Değerlendirilmesi	PSI-WEDBA	İstanbul, Batı Marmara, Ege, Doğu Marmara, Batı Anadolu, Akdeniz, Orta Anadolu, Batı Karadeniz, Doğu Karadeniz, Kuzeydoğu Anadolu, Ortadoğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri	İnternet erişimi olan hane yüzdesi, Geniş bant erişimi olan hane yüzdesi, Sabit geniş bant erişimi olan hane yüzdesi, Mobil geniş bant erişimi olan hane yüzdesi, Düzenli İnternet kullanan hane yüzdesi, İnternet Kullanımı olan hane yüzdesi,
Nasri, Safaie, Sarabi, Eghbali ve Barkhordari (2022)	Performans Değerlendirme	Bulanık AHP- VIKOR	İran’daki 25 BİT Şirketi	Şirket içi yönetim faktörleri, teknolojik ve pazarlama faktörleri, finansal maliyetler, hükümet politikaları yerel özellikler olmak üzere beş kategoride toplam 21 kriter

**Tablo 2:** MPSI ve RAPS Yöntemini Kullanan Çalışmalar

Yazar/lar (Yıl)	Problem	MPSI	RAPS
Gligoric, Gligoric, Lutovac, Negovanovic ve Langovic (2022)	Bir yeraltı madeninde destek sistemi seçimi	√	
Yılmaz (2023)	Çok şubeli bankaların finansal performansını değerlendirme	√	
Urošević, Gligoric, Miljanovic, Beljic ve Gligoric (2021)	Madencilik endüstrisindeki mevcut karar verme süreçleri		√
Bafail., Abdulaal ve Kabli (2022)	Bir devlet üniversitesindeki mühendislik bölümlerinin verimliliğinin değerlendirilmesi		√
Alamoudi ve Bafail (2022)	Suudi menkul kıymetler piyasasında bankacılık sektörü şirketlerinin finansal performanslarının değerlendirilmesi		√

Literatürde BİT konusu farklı başlıklar altında incelenmiştir, ancak ülkelerin ve bölgelerin BİT kullanım gelişmişlik düzeylerini çok kriterli karar verme yöntemleriyle değerlendiren çalışmaların sınırlı sayıda olduğu görülmektedir. Bu çalışmalar genellikle ulusal düzeyde Türkiye (Rençber, 2018; Ecemiş & Çoşkun, 2022), İran (Zolfani vd., 2012), Suudi Arabistan (Al-Zahrani, 2020) gibi ülkeleri ele almıştır. Uluslararası düzeyde ise G7 (Ersoy, 2021; Torkayesh & Torkayesh, 2021), G8 (Demir, 2022), OECD (Yakut, 2020) ülkeleri



üzerinde yapılan BİT gelişmişlik düzeyi değerlendirmelerine rastlanmaktadır. Ancak, Avrupa ve Orta Asya için seçili ülkelerin BİT gelişmişlik düzeyini çok kriterli karar verme yöntemleriyle inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca MPSI ve RAPS yöntemlerinin birlikte dikkate alındığı herhangi bir çok kriterli karar verme problemine yönelik bir çalışmanın bulunmaması, bu alanda yeni bir araştırma yapma fırsatını ortaya koymaktadır. Ayrıca, MPSI ve RAPS yöntemlerini birlikte kullanarak BİT konusunu ele alan bir çalışma da mevcut değildir. Literatürdeki boşluğu doldurmak ve bu bölgedeki BİT gelişmişlik düzeyini analiz etmek için daha fazla araştırma ve çalışma yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda yapılan bu çalışmanın literatürdeki bu eksiklikleri kapatma adına sonraki yapılacak çalışmalara katkı sağlayacağı umut edilmektedir.

### 3. VERİ SETİ VE YÖNTEM

#### 3.1. Veri Seti

Bu çalışmada Avrupa ve Orta Asya için seçili ülkelerin BİT gelişmişlik düzeyini ölçmek için BİT gelişim endeksinde yer alan 10 göstergenin 2023 yılına ait verileri kullanılmıştır. Veriler International Telecommunication Union (ITU)'de yer alan BİT Gelişim Endeksi 2023 raporundan alınmıştır. BİT gelişmişlik düzeyinin ölçülmesinde kullanılacak olan göstergelere (kriterlere) ait bilgiler Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3:** Kriterlere Ait Bilgiler

Kriterler	Kriter Yönü	Kriter Kodu
İnternet kullanan bireyler (%)	max	K1
Evde internet erişimi olan haneler (%)	max	K2
100 kişi başına mobil geniş bant aboneliği	max	K3
En az 3G mobil ağının kapsadığı nüfus (%)	max	K4
En az 4G/LTE mobil ağının kapsadığı nüfus (%)	max	K5
Abonelik başına mobil geniş bant İnternet trafiği (GB)	max	K6
Abonelik başına sabit geniş bant İnternet trafiği (GB)	max	K7
Mobil veri ve ses yüksek tüketim sepet fiyatı (% GSMH)	min	K8
Sabit geniş bant İnternet sepet fiyatı (% GSMH/k.)	min	K9
Cep telefonu sahibi bireyler (%)	max	K10

### 3.2. MPSI Yöntemi

MPSI (Modified Preference Selection Index) yöntemi salınımın derecesine, yani her kriter için tercih değerindeki değişime dayanır. Bu varyasyon aslında normleştirilmiş değer ile kriter başına ortalama değer arasındaki mesafeyi sunar ve Öklid mesafesi kullanılarak ifade edilir. MPSI yöntemi, kriterlerin nesnel ağırlıklarının tanımlanmasında oldukça basit ve anlaşılması kolay bir yaklaşım olarak nitelendirilmektedir. Üstelik yeni geliştirilen bu yöntem, ağırlık katsayılarının hesaplanmasında çok zaman alıcı değildir. Bu, MPSI yöntemini çeşitli farklı MCDM problemlerini çözmek için oldukça esnek ve uygulanabilir bir yöntem haline getirir. Bu yeni yöntem aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır (Gligoric vd., 2022, ss. 4-5):

**Adım 1:** Başlangıç karar verme matrisinin oluşturulması:

$$(A/C) = [x_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} A/C & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ A_1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ A_2 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_m & x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Burada,

$A_1, A_2, \dots, A_m$  karşılık gelen alternatiflerin vektörünü temsil eder,

$C_1, C_2, \dots, C_n$  karşılık gelen kriterlerin vektörünü temsil eder,

$x_{ij}$   $j$ . kriterin  $i$ . alternatifine karşılık gelen değeri

$m$ : alternatiflerin sayısı

$n$ : kriterlerin sayısıdır.

**Adım 2:** Normleştirilmiş karar verme matrisi  $R$ 'nin oluşturulması:

Kriter eğilimine bağlı olarak, basit bir doğrusal normleştirme tekniği, farklı bir giriş veri değerini uyumlu bir ölçüğe, yani birlik aralığına  $[0, 1]$  dönüştürür.

Fayda yönlü (maksimizasyon) kriterler için:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

Maliyet yönlü (minimizasyon) kriterler için:

$$r_{ij} = \frac{\min x_{ij}}{x_{ij}} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

Normalleştirilmiş karar verme matrisi  $R$  şu şekilde oluşturulur:

$$R(A/C) = [r_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} A/C & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ A_1 & r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ A_2 & r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_m & r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Burada,  $r_{ij}$  karşılık gelen kriterin normalleştirilmiş değerini temsil eder,  $0 < r_{ij} < 1$ .

**Adım 3:**  $j$  kriterinin normalleştirilmiş değerlerinin ortalama  $v_j$  değerinin hesaplanması:

$$v_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m r_{ij} \quad (5)$$

**Adım 4:** Öncelik varyasyon değeri  $\rho_j$ 'nin hesaplanması:

$$\rho_j = \sum_{i=1}^m (r_{ij} - v_j)^2 \quad (6)$$

**Adım 5:** Kriter ağırlıkları  $w_j$ 'nin belirlenmesi:

$$w_j = \frac{\rho_j}{\sum_{j=1}^n \rho_j} \quad (7)$$

### 3.3. RAPS Yöntemi

RAPS (Ranking the Alternatives by Perimeter Similarity) tekniğinin metodolojisi aşağıdaki adımlarla açıklanabilir (Bafail vd., 2022, ss. 7-9).

**Adım 1:** Verilerin normalleştirilmesi

Karar uzayını boyutsuz hale getirmek için, bu adımda girdi verileri

normalleştirilir, böylece çok boyutlu verilerin karşılaştırılabilir ve anlamlı hale gelmesi sağlanır. Eşitlik (8) maksimum kriterlere yönelik normalleştirmeyi gerçekleştirmek için kullanılırken, Eşitlik (9) ise minimum kriterlere yönelik normalleştirmeyi gerçekleştirmek için kullanılır. Bu normalleştirme işlemi, farklı kriterlerin değerlerini karşılaştırılabilir hale getirmek ve çok boyutlu bir karar uzayını boyutsuz hale getirmek amacıyla kullanılır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_i(x_{ij})}, \forall i \in \{1,2, \dots, m\} \text{ ve } j \in S_{max} \quad (8)$$

$$r_{ij} = \frac{\min_i(x_{ij})}{x_{ij}}, \forall i \in \{1,2, \dots, m\} \text{ ve } j \in S_{min} \quad (9)$$

Burada  $i = 1,2, \dots, m$  ve  $j = 1,2, \dots, n$  olmak üzere  $x_{ij}$ ,  $m$  alternatif ve  $n$  kriterden oluşan karar verme matrisidir;  $S_{max}$ , belirlenen maksimizasyon kriterlerinin kümesi iken;  $S_{min}$ , minimizasyon kriterleri kümesidir.

#### Adım 2: Normalize karar matrisinin oluşturulması

Normalleştirme süreci Eşitlik (10)'da gösterildiği gibi normalleştirilmiş karar matrisini verir;

$$R = [r_{ij}]_{m \times n} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ A_1 & r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1j} \\ A_2 & r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2j} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_m & r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{matrix} \quad (10)$$

#### Adım 3: Ağırlıklı normalize karar matrisinin oluşturulması

Her normalleştirilmiş  $r_{ij}$  değerine Eşitlik (11)'deki ağırlıklı normalleştirme işlemi uygulanarak ağırlıklı normalleştirilmiş matris Eşitlik (12)'de ifade edildiği gibi oluşturulur.

$$u_{ij} = w_j r_{ij}, \forall i \in \{1,2, \dots, m\}, \forall j \in \{1,2, \dots, n\} \quad (11)$$

$$U = [u_{ij}]_{m \times n} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & \dots & u_{1j} \\ u_{21} & u_{22} & \dots & u_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ u_{m1} & u_{m2} & \dots & u_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (12)$$

**Adım 4:** Optimal alternatifin belirlenmesi

Eşitlik (14)'teki optimal alternatif setine yol açan Eşitlik (13)'ü kullanarak optimal alternatifin her bir elemanı belirlenir ve optimal alternatif tespit edilir;

$$q_j = \max(u_{ij} | 1 \leq j \leq n), \forall i \in \{1, 2, \dots, m\} \quad (13)$$

$$Q = \{q_1, q_2, \dots, q_j\}, j = 1, 2, \dots, n \quad (14)$$

**Adım 5:** Optimal alternatifin ayrıştırılması

Optimal alternatifin ayrıştırılması, optimal alternatifin iki alt kümeye veya iki bileşene ayrıştırılmasını ifade eder. Q kümesi, Eşitlik (15)'te gösterildiği gibi iki alt kümenin birleşimi olarak temsil edilebilir. Eğer  $k$ , maksimize edilmesi gereken toplam kriter sayısını temsil ediyorsa,  $h = n - k$ , minimize edilmesi gereken toplam kriter sayısını temsil eder. Dolayısıyla en uygun alternatif Eşitlik (16)'da gösterilmektedir;

$$Q = Q^{\max} \cup Q^{\min} \quad (15)$$

$$Q = \{q_1, q_2, \dots, q_k\} \cup \{q_1, q_2, \dots, q_h\}; k + h = j \quad (16)$$

**Adım 6:** Alternatiflerin ayrıştırılması

Alternatifin ayrıştırılması Adım5'e benzer. Bu adım, Eşitlik (17) ve (18)'de gösterildiği gibi her bir alternatifin ayrıştırılmasıdır;

$$U_i = U_i^{max} \cup U_i^{min}, \forall i \in \{1, 2, \dots, m\} \quad (17)$$

$$U_i = \{u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{ik}\} \cup \{u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{ih}\}, \forall i \in \{1, 2, \dots, m\} \quad (18)$$

**Adım 7:** Optimal alternatif ile alternatiflerin bileşenlerinin büyüklüğünün hesaplanması

Bu adım, optimal alternatifin her bir bileşeninin hesaplanması gereken bileşenin büyüklüğü ile ilgilidir. Bu nedenle, Eşitlik (19) ve (20)'yi kullanarak ve her alternatif için Eşitlik (21) ve (22)'yi kullanarak büyüklük hesaplanır;

$$Q_k = \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + \dots + q_k^2} \quad (19)$$

$$Q_h = \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + \dots + q_h^2} \quad (20)$$

$$U_{ik} = \sqrt{u_{i1}^2 + u_{i2}^2 + \dots + u_{ik}^2}, \quad \forall i \in \{1, 2, \dots, m\} \quad (21)$$

$$U_{ih} = \sqrt{u_{i1}^2 + u_{i2}^2 + \dots + u_{ih}^2}, \quad \forall i \in \{1, 2, \dots, m\} \quad (22)$$

**Adım 8:** Alternatiflerin RAPS Yöntemine Göre Sıralanması

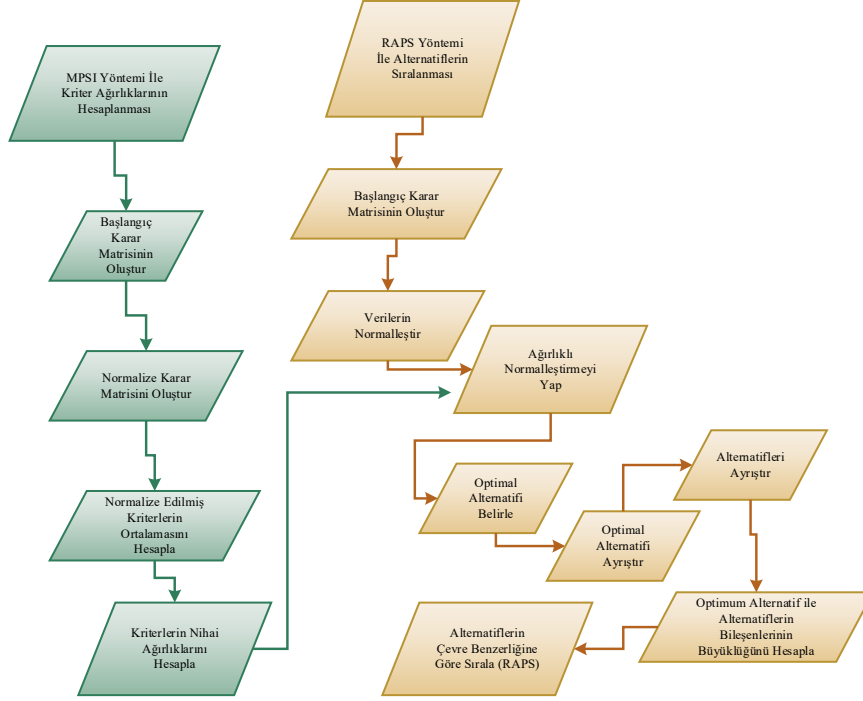
Optimum alternatif çevre, dik açılı üçgenin çevresi olarak temsil edilir. Bu üçgenin taban ve dik kenarları olan  $Q_k$  ve  $Q_h$  bileşenleri sırasıyla Eşitlik (23) ile ifade edilir. Her alternatif için Eşitlik (24)'ü kullanarak çevre hesaplanır. Her alternatifin çevresi ile optimal alternatif arasındaki oran Eşitlik (25)'te ifade edilir. Alternatifler her alternatifin  $PS_i$  değerlerinin azalan sırasına göre düzenlenir ve sıralanır.

$$P = Q_k + Q_h + \sqrt{Q_k^2 + Q_h^2} \quad (23)$$

$$P_i = U_{ik} + U_{ih} + \sqrt{U_{ik}^2 + U_{ih}^2} \quad (24)$$

$$PS_i = \frac{P_i}{P}, \forall i \in \{1, 2, \dots, m\} \quad (25)$$

Şekil 1, entegre MPSI-RAPS modelinin ayrıntılı akış şemasını göstermektedir.



Şekil 1: Entegre MPSI-RAPS Yönteminin Şeması  
Kaynak: (Urošević vd., 2021, s. 8; Gligorić vd., 2022, s. 8)

#### 4. BULGULAR

##### 4.1. MPSI Yöntemi Analizi Sonucunda Elde Edilen Bulgular

Çalışma kapsamına dâhil edilen kriterlerin MPSI yöntemi ile ağırlık değerlerinin hesaplanması için başlangıç karar matrisi Eşitlik (1)'de ifade edildiği gibi oluşturulmuş ve Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4:** Başlangıç Karar Matrisi

Kriter Yönü	max	max	max	max	max	max	max	min	min	max
Ülkeler/Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Ermenistan	78,600	90,100	90,600	100,000	100,000	83,100	4586,200	1,100	3,500	85,500
Avusturya	92,500	95,000	105,300	98,000	98,000	349,00	2024,300	0,200	0,800	96,900
Azerbaycan	86,000	86,500	68,800	99,500	94,000	27,500	316,200	2,300	1,700	84,000
Bulgaristan	75,300	83,500	110,400	100,000	99,900	63,400	3151,000	1,500	1,700	90,700
Kıbrıs	90,800	93,400	80,200	99,900	99,900	68,400	2977,300	1,100	1,000	98,300
Danimarka	98,900	96,100	141,800	100,000	100,000	176,800	4132,500	0,500	0,800	96,300
Almanya	91,400	91,900	94,400	99,800	99,800	69,300	2711,500	0,300	1,000	77,300
Yunanistan	78,500	85,100	94,500	99,700	98,800	61,900	1723,400	1,600	2,700	91,100
İtalya	81,700	81,500	96,800	100,000	100,000	142,600	2451,500	0,600	1,300	95,400
Portekiz	82,300	87,300	88,600	99,900	99,800	65,500	2823,300	0,800	1,600	96,900
Rusya	88,200	84,000	108,200	96,200	89,800	188,500	2250,000	0,800	0,700	98,100
Sırbistan	81,200	81,500	104,800	99,500	98,600	85,400	1822,400	2,600	2,700	95,500
İspanya	93,900	95,900	107,300	99,800	99,600	85,400	3236,800	0,800	1,900	99,200
Türkiye	81,400	92,000	82,600	98,800	96,800	117,100	2216,600	0,700	1,500	93,300

Eşitlik (2) ve Eşitlik (3) yardımları ile Tablo 4'teki fayda ve maliyet yönlü kriterlere normalizasyon işlemi yapılarak normalize karar matrisi Eşitlik (4)'teki gibi oluşturulmuş ve oluşturulan bu matris Tablo 5'te belirtilmiştir.



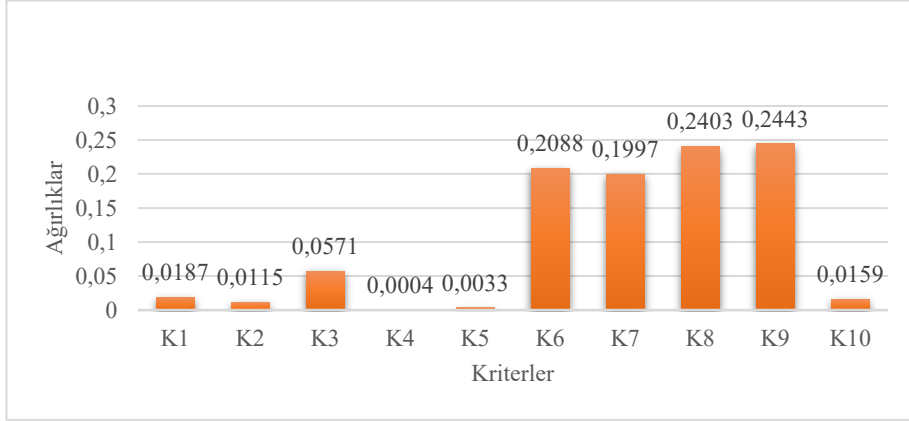
**Tablo 5: Normleştirilmiş Karar Matrisi**

	max	max	max	max	max	max	max	min	min	max
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Ermenistan	0,7947	0,9376	0,6389	1,0000	1,0000	0,2381	1,0000	0,1818	0,2000	0,8619
Avusturya	0,9353	0,9886	0,7426	0,9800	0,9800	1,0000	0,4414	1,0000	0,8750	0,9768
Azerbaycan	0,8696	0,9001	0,4852	0,9950	0,9400	0,0788	0,0690	0,0870	0,4118	0,8468
Bulgaristan	0,7614	0,8689	0,7786	1,0000	0,9990	0,1817	0,6871	0,1333	0,4118	0,9143
Kıbrıs	0,9181	0,9719	0,5656	0,9990	0,9990	0,1960	0,6492	0,1818	0,7000	0,9909
Danimarka	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,5066	0,9011	0,4000	0,8750	0,9708
Almanya	0,9242	0,9563	0,6657	0,9980	0,9980	0,1986	0,5912	0,6667	0,7000	0,7792
Yunanistan	0,7937	0,8855	0,6664	0,9970	0,9880	0,1774	0,3758	0,1250	0,2593	0,9184
İtalya	0,8261	0,8481	0,6827	1,0000	1,0000	0,4086	0,5345	0,3333	0,5385	0,9617
Portekiz	0,8322	0,9084	0,6248	0,9990	0,9980	0,1877	0,6156	0,2500	0,4375	0,9768
Rusya	0,8918	0,8741	0,7631	0,9620	0,8980	0,5401	0,4906	0,2500	1,0000	0,9889
Sırbistan	0,8210	0,8481	0,7391	0,9950	0,9860	0,2447	0,3974	0,0769	0,2593	0,9627
İspanya	0,9494	0,9979	0,7567	0,9980	0,9960	0,2447	0,7058	0,2500	0,3684	1,0000
Türkiye	0,8231	0,9573	0,5825	0,9880	0,9680	0,3355	0,4833	0,2857	0,4667	0,9405

Tablo 5, Eşitlik (5), Eşitlik (6) ve Eşitlik (7) kullanılarak her bir kriterin ağırlık katsayı değerleri hesaplanmış ve Tablo 6 ve Şekil 2’de bu kriterlerin ağırlıkları gösterilmiştir.

**Tablo 6: Kriterlerin MPSI Yöntemine Göre Ağırlık Değerleri**

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
$w_j$	0,0187	0,0115	0,0571	0,0004	0,0033	0,2088	0,1997	0,2403	0,2443	0,0159



**Şekil 2:** MPSI Yöntemiyle Elde Edilen Kriterlerin Ağırlıkları

En önemli kriterin K9 ile ifade edilen sabit geniş bant internet sepet fiyatı (% GSMH/k.) olduğu; en önemsiz kriterin ise K4 ile ifade edilen en az 3G mobil ağının kapsadığı nüfus (%) olduğu Tablo 6 ve Şekil 2'den anlaşılmıştır. Kriterlerin ağırlık değerlerine göre yapılan genel sıralamanın ise K9, K8, K6, K7, K3, K1, K10, K2, K5 ve K4 olduğu yine Tablo 6 ve Şekil 2'den tespit edilmiştir.

#### 4.2. RAPS Yöntemi Analizi Sonucunda Elde Edilen Bulgular

MPSI ve RAPS yönteminin ilk iki adımı aynı işlemleri gerektirdiğinden dolayı Tablo 4'te belirtilen başlangıç karar matrisi üzerinden işlemler gerçekleştirilmiştir. Bu matriste bulunan fayda ve maliyet yönlü kriterlere MPSI yönteminde olduğu gibi normalleştirme işlemi Eşitlik (8) ve Eşitlik (9) yardımlarıyla yapılmış, normalize edilmiş karar matrisi Tablo 5'te belirtildiği gibi oluşturulmuştur. Bu karar matrisi ve Eşitlik (11) kullanılarak ağırlıklı normalize karar matrisi Eşitlik (12)'deki gibi elde edilmiş ve Tablo 7'de ifade edilmiştir.

**Tablo 7:** Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

	max	max	max	max	max	max	max	min	min	max
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Ermenistan	0,014 9	0,010 8	0,036 5	0,000 4	0,003 3	0,049 7	0,199 7	0,043 7	0,048 9	0,013 7

Avusturya	0,017 5	0,011 3	0,042 4	0,000 4	0,003 2	0,208 8	0,088 2	0,240 3	0,213 7	0,015 6
Azerbaycan	0,016 3	0,010 3	0,027 7	0,000 4	0,003 1	0,016 5	0,013 8	0,020 9	0,100 6	0,013 5
Bulgaristan	0,014 3	0,010 0	0,044 4	0,000 4	0,003 3	0,038 0	0,137 2	0,032 0	0,100 6	0,014 6
Kıbrıs	0,017 2	0,011 2	0,032 3	0,000 4	0,003 3	0,040 9	0,129 7	0,043 7	0,171 0	0,015 8
Danimarka	0,018 7	0,011 5	0,057 1	0,000 4	0,003 3	0,105 8	0,171 0	0,096 1	0,213 7	0,015 5
Almanya	0,017 3	0,011 0	0,038 0	0,000 4	0,003 3	0,041 5	0,118 1	0,160 2	0,171 0	0,012 4
Yunanistan	0,014 9	0,010 2	0,038 0	0,000 4	0,003 3	0,037 0	0,075 1	0,030 0	0,063 3	0,014 6
İtalya	0,015 5	0,009 7	0,039 0	0,000 4	0,003 3	0,085 3	0,106 8	0,080 1	0,131 5	0,015 3
Portekiz	0,015 6	0,010 4	0,035 7	0,000 4	0,003 3	0,039 2	0,122 9	0,060 1	0,106 9	0,015 6
Rusya	0,016 7	0,010 0	0,043 5	0,000 4	0,003 0	0,112 8	0,098 0	0,060 1	0,244 3	0,015 7
Sırbistan	0,015 4	0,009 7	0,042 2	0,000 4	0,003 3	0,051 1	0,079 4	0,018 5	0,063 3	0,015 3
İspanya	0,017 8	0,011 5	0,043 2	0,000 4	0,003 3	0,051 1	0,141 0	0,060 1	0,090 0	0,015 9
Türkiye	0,015 4	0,011 0	0,033 2	0,000 4	0,003 2	0,070 1	0,096 5	0,068 7	0,114 0	0,015 0

Eşitlik (13)-(14) ve Tablo 7'nin kullanılmasıyla optimal alternatifin her bir elemanı belirlenmiş ve bu elemanların bir araya gelerek oluşturulan optimal alternatif Tablo 8'de gösterilmiştir.

**Tablo 8: Optimal Alternatif**

Optimal Alternatif / Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
	max	max	max	max	max	max	max	min	min	max
	$q_1$	$q_2$	$q_3$	$q_4$	$q_5$	$q_6$	$q_7$	$q_8$	$q_9$	$q_{10}$
$Q$	0,018 7	0,011 5	0,057 1	0,000 4	0,003 3	0,208 8	0,199 7	0,240 3	0,244 3	0,015 9

Tablo 8'deki verilere Eşitlik (15)-(16) uygulanarak optimal alternatife ait fayda ve maliyet yönlü kriterler ayrıştırılmış ve bu işlem sonucunda oluşturulan ayrıştırılmış optimal alternatif Tablo 9'da belirtilmiştir.

**Tablo 9: Optimal Alternatifin Ayrıştırılmış Hali**

Optimal Alternatif / Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
	max	max	max	max	max	max	max	min	min	max
	$q_1$	$q_2$	$q_3$	$q_4$	$q_5$	$q_6$	$q_7$	$q_8$	$q_9$	$q_{10}$

$Q^{max}$	0,018 7	0,011 5	0,057 1	0,000 4	0,003 3	0,208 8	0,199 7	-	-	0,015 9
$Q^{min}$	-	-	-	-	-	-	-	0,240 3	0,244 3	-

Optimal alternatifin ayrıştırma işlemine benzer şekilde Eşitlik (17) ve Eşitlik (18) kullanılarak Tablo 7'deki ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisindeki her bir alternatif  $U_i^{max}$  ve  $U_i^{min}$ 'e ayrıştırılmış ve Tablo 10'da alternatiflerin ayrıştırılmış hali ifade edilmiştir.

**Tablo 10:** Alternatiflerin Ayrıştırılmış Hali

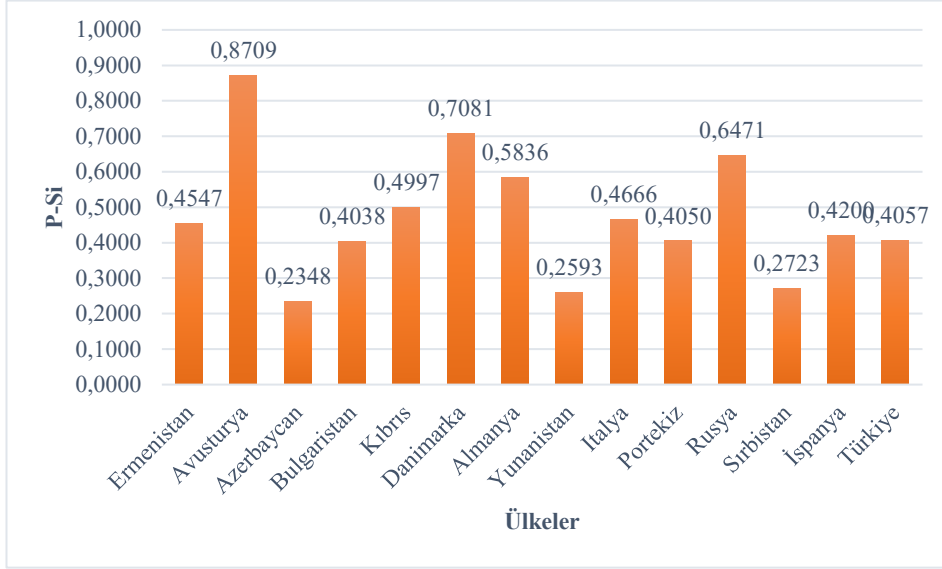
	max	max	max	max	max	max	max	min	min	max
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Ermenistan/ $U_i^{max}$	0,0149	0,0108	0,0365	0,0004	0,0033	0,0497	0,1997	-	-	0,0137
Ermenistan/ $U_i^{min}$	-	-	-	-	-	-	-	0,0437	0,0489	-
Avusturya/ $U_i^{max}$	0,0175	0,0113	0,0424	0,0004	0,0032	0,2088	0,0882	-	-	0,0156
Avusturya/ $U_i^{min}$	-	-	-	-	-	-	-	0,2403	0,2137	-
Azerbaycan/ $U_i^{max}$	0,0163	0,0103	0,0277	0,0004	0,0031	0,0165	0,0138	-	-	0,0135
Azerbaycan/ $U_i^{min}$	-	-	-	-	-	-	-	0,0209	0,1006	-
Bulgaristan/ $U_i^{max}$	0,0143	0,0100	0,0444	0,0004	0,0033	0,0379	0,1372	-	-	0,0146
Bulgaristan/ $U_i^{min}$	-	-	-	-	-	-	-	0,032034	0,100579	-
Kıbrıs/ $U_i^{max}$	0,0172	0,0112	0,0323	0,0004	0,0033	0,0409	0,1297	-	-	0,0158
Kıbrıs/ $U_i^{min}$	-	-	-	-	-	-	-	0,0437	0,1710	-
Danimarka/ $U_i^{max}$	0,0187	0,0115	0,0571	0,0004	0,0033	0,1058	0,1800	-	-	0,0155
Danimarka/ $U_i^{min}$	-	-	-	-	-	-	-	0,0961	0,2137	-
Almanya/ $U_i^{max}$	0,0173	0,0110	0,0380	0,0004	0,0033	0,0415	0,1181	-	-	0,0124
Almanya/ $U_i^{min}$	-	-	-	-	-	-	-	0,1602	0,1710	-
Yunanistan/ $U_i^{max}$	0,0149	0,0102	0,0380	0,0004	0,0033	0,0370	0,0751	-	-	0,0146
Yunanistan/ $U_i^{min}$	-	-	-	-	-	-	-	0,0300	0,0633	-
İtalya/ $U_i^{max}$	0,0155	0,0097	0,0390	0,0004	0,0033	0,0853	0,1068	-	-	0,0153
İtalya/ $U_i^{min}$	-	-	-	-	-	-	-	0,0801	0,1315	-
Portekiz/ $U_i^{max}$	0,0156	0,0104	0,0357	0,0004	0,0033	0,0392	0,1230	-	-	0,0156
Portekiz/ $U_i^{min}$	-	-	-	-	-	-	-	0,0601	0,1069	-
Rusya/ $U_i^{max}$	0,0167	0,0100	0,0435	0,0004	0,0030	0,1128	0,0980	-	-	0,0157

Rusya/ $U_i^{min}$								0,0601	0,2443	
Sırbistan/ $U_i^{max}$	0,0154	0,0097	0,0422	0,0004	0,0033	0,0511	0,0794			0,0153
Sırbistan/ $U_i^{min}$								0,0185	0,0633	
İspanya/ $U_i^{max}$	0,0178	0,0115	0,0432	0,0004	0,0033	0,0511	0,1410			0,0159
İspanya/ $U_i^{min}$								0,0601	0,0900	
Türkiye/ $U_i^{max}$	0,0154	0,0110	0,0332	0,0004	0,0032	0,0701	0,0965			0,0150
Türkiye/ $U_i^{min}$								0,0687	0,1140	

Tablo 9, Tablo 10 ve Eşitlik (19)-(25) kullanılarak optimum alternatif ve alternatiflere ait  $Q_k$ ,  $Q_h$ ,  $U_{ik}$ ,  $U_{ih}$ ,  $P$ ,  $P_i$  ve  $PS_i$  değerleri sırasıyla hesaplanmış ve Tablo 11’de verilmiştir.  $PS_i$  değerlerine göre alternatiflerin nihai sıralaması yapılmış ve Tablo 11 ve Şekil 3’te ifade edilmiştir.

**Tablo 11:** Her Alternatifin Çevre Benzerliği ve RAPS Yöntemine Göre Alternatiflerin Sıralanması

Ülkeler	max	min		$PS_i$	Sıralama	IDI Sıralama	IDI Score
	$Q_k$	$Q_h$	$P$				
	0,2958	0,3426	1,0911				
	$U_{ik}$	$U_{ih}$	$P_i$				
Ermenistan	0,2103	0,0655	0,4961	0,4547	7	10	85,1
Avusturya	0,2321	0,3216	0,9502	0,8709	1	2	92,5
Azerbaycan	0,0423	0,1027	0,2561	0,2348	14	12	79,0
Bulgaristan	0,1509	0,1056	0,4406	0,4038	11	8	85,6
Kıbrıs	0,1422	0,1765	0,5452	0,4997	5	5	87,4
Danimarka	0,2181	0,2343	0,7726	0,7081	2	1	96,9
Almanya	0,1330	0,2343	0,6367	0,5836	4	6	87,3
Yunanistan	0,0949	0,0701	0,2829	0,2593	13	11	83,7
İtalya	0,1441	0,1540	0,5091	0,4666	6	7	86,4
Portekiz	0,1361	0,1226	0,4419	0,4050	10	8	85,6
Rusya	0,1577	0,2515	0,7061	0,6471	3	4	88,9
Sırbistan	0,1061	0,0660	0,2971	0,2723	12	10	85,1
İspanya	0,1583	0,1082	0,4582	0,4200	8	3	91,4
Türkiye	0,1262	0,1331	0,4426	0,4057	9	9	85,8



**Şekil 3:** RAPS Yöntemine Göre Alternatiflerin Nihai Sıralaması

RAPS yöntemine göre Avrupa ve Orta Asya ülkelerinin Bilgi ve İletişim Teknolojileri gelişmişlikleri değerlendirildiğinde en yüksek performansa sahip olan ilk üç ülkenin Avusturya, Danimarka ve Rusya; gelişmişlik düzeyi en düşük olan son üç ülkenin ise Sırbistan, Yunanistan ve Azerbaycan olduğu yapılan incelemeler sonucunda tespit edilmiştir. Türkiye ise 14 ülke içerisinde dokuzuncu sırayı alarak konumunu belirlemiştir. Ülkeler arasında yapılan genel sıralamanın ise Avusturya, Danimarka, Rusya, Almanya, Kıbrıs, İtalya, Ermenistan, İspanya, Türkiye, Portekiz, Bulgaristan, Sırbistan, Yunanistan ve Azerbaycan şeklinde olduğu gözlemlenmiştir. BİT gelişmişlik endeksi (IDI) sıralamasına bakıldığında; Danimarka, Avusturya ve İspanya ülkeleri diğer ülkelerin önüne geçerek en üst sıralarda yer almışlardır. IDI skor değerlerinin aynı olması sebebiyle Portekiz-Bulgaristan ülkeleri sekizinci sırayı; Sırbistan-Ermenistan ülkeleri ise 10. sırayı paylaşmışlardır. Diğer taraftan Kıbrıs, Türkiye ve son üç sırada yer alan Sırbistan, Yunanistan ve Azerbaycan ülkelerinin hem MPSI-RAPS entegre yöntemi hem de IDI değerlerine göre aynı sıralamada yer almaları bu ülkeler için yapılan hesaplamaların tutarlı olduğunu göstermiştir. Diğer ülkeler ise farklı sıralamalarda yer almıştır. IDI'da yer alan ülkelerin sıralamaları ile entegre MPSI-RAPS yöntemi analizi sonucunda elde edilen sıralamalar arasında

benzerlikler ve farklılıklar gözlenmektedir. Bu durum, yapılan sıralamaların birbiriyle ilişkili olup olmadığı sorusunu gündeme getirmiştir. Spearman Rho korelasyonu kullanılarak, sıralamalar arasında bir korelasyonun var olup olmadığı test edilmiştir. Tablo 12, yapılan Spearman Rho korelasyon testinin sonuçlarını detaylı bir şekilde göstermektedir.

**Tablo 12:** Spearman Rho Korelasyon Testi Sonucu

	MPSI-RAPS Sıra	IDI Sıra
Ermenistan	7	10
Avusturya	1	2
Azerbaycan	14	12
Bulgaristan	11	8
Kıbrıs	5	5
Danimarka	2	1
Almanya	4	6
Yunanistan	13	11
İtalya	6	7
Portekiz	10	8
Rusya	3	4
Sırbistan	12	10
İspanya	8	3
Türkiye	9	9
$\rho = 0,852747 \rightarrow 1$		

Spearman Rho korelasyon katsayısı  $\rho$ 'nun 0,852747 olması, sıralamalar arasında güçlü bir pozitif ilişki olduğunu göstermektedir. Bu değer, MPSI-RAPS yöntemine göre elde edilen sıralama ile IDI sıralamasının yüksek derecede benzerlik gösterdiğini ve birbirleriyle tutarlı bir şekilde değiştiğini işaret etmektedir ki, bu da ülkelerin BİT gelişmişlik düzeylerini değerlendirmede MPSI-RAPS entegre yönteminin etkili olduğunu göstermiştir. Sonuçların benzer olmasının yanı sıra, Spearman Sıra korelasyon sonuçlarında sıralamadaki farklılıklara da özellikle odaklanılmalıdır. Örneklem genişletildiğinde, bu farklılıklar politik kararlar üzerinde önemli etkilere sahip olabilir ve karar vericilerin daha kapsamlı bir değerlendirme yapmalarına yardımcı olabilir. Politika yapımcılar, sıralama farklılıklarını analiz ederek, politikaları daha iyi

uyarlayabilir, potansiyel eşitsizlikleri tespit edebilir ve toplumsal sonuçları daha dikkatli bir şekilde değerlendirebilir. Bu nedenle, sıralama farklılıklarının politik kararlarda dikkate alınması, daha kapsayıcı ve adaletli politika yapma süreçlerine katkı sağlayabilir.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada 14 Avrupa ve Orta Asya ülkelerinin BİT gelişmişlik endeksinde yer alan 10 göstergesine (kriterine) ait 2023 yılı verileri dikkate alınarak BİT gelişmişlik düzeyleri MPSI ve RAPS yöntemleri kullanılarak ölçülmüştür. MPSI yöntemi, ağırlık katsayılarının hızlı ve kolay bir şekilde hesaplanabilmesi nedeniyle çeşitli MCDM problemleri için esnek ve uygulanabilir bir yöntemdir. Bu yöntem, farklı seçim problemleri için kullanılabilir ve karar vericilere değerli bir rehberlik sağlayabilir. Bu açıdan çalışmanın ilk aşamasında MPSI yöntemi ile kriterlerin ağırlıklandırılması gerçekleştirilmiş; alternatif ülkelerin kriter bazında değerlendirilip ölçülmesi ise RAPS yöntemi ile yapılmıştır.

MPSI yöntemi sonuçlarına göre kriterlerin göreceli ağırlık değerleri; 0,0187 (K1), 0,0115 (K2), 0,0571 (K3), 0,0004 (K4), 0,0033 (K5), 0,2088 (K6), 0,1997 (K7), 0,2403 (K8), 0,2443 (K9), 0,0159 (K10) olarak hesaplanmıştır. K9 ile temsil edilen sürekli geniş bant internetin sepet fiyatı (% GSMH/k.)'nin ağırlık değeri en büyük olduğundan bu kriterin en önemli belirleyici, K4 ile ifade edilen en az 3G mobil ağın kapsadığı nüfusun oranı en düşük ağırlık değeri ile en az öneme sahip olan belirleyici olarak tespit edilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre, Avrupa ve Orta Asya ülkelerinin BİT gelişmişliklerinin RAPS yöntemi kullanılarak değerlendirildiği görülmüştür. Bu değerlendirme sonucunda, Avusturya, Danimarka ve Rusya'nın en yüksek BİT performansına sahip olduğu tespit edilmiştir. Sırbistan, Yunanistan ve Azerbaycan ise en düşük BİT gelişmişliğine sahip olan ülkeler olarak belirlenmiştir. Türkiye, incelenen 14 ülke arasında dokuzuncu sıraya yer almıştır. Genel sıralamada ise Avusturya, Danimarka, Rusya, Almanya, Kıbrıs, İtalya, Ermenistan, İspanya, Türkiye, Portekiz, Bulgaristan, Sırbistan, Yunanistan ve Azerbaycan şeklinde bir sıralama elde edilmiştir. BİT gelişmişlik endeksi (IDI) sıralamasına göre, Danimarka, Avusturya ve İspanya ülkeleri en üst sıralarda yer almıştır. Portekiz ve Bulgaristan ise aynı skor değerine sahip oldukları için sekizinci sırayı paylaşmışlardır. Sırbistan ve Ermenistan ise 10. sırayı paylaşmışlardır. Kıbrıs, Türkiye, Sırbistan, Yunanistan ve Azerbaycan ülkelerinin hem MPSI-RAPS entegre yöntemi hem de IDI değerlerine göre benzer sıralamalara sahip olduğu gözlemlenmiştir, bu durum hesaplamaların güvenilirliğini desteklemektedir. Araştırmanın sonuçlarına göre, IDI



sıralamalarıyla entegre MPSI-RAPS yöntemi analizi sonucunda benzerlikler ve farklılıklar gözlenmiştir. Sıralamalar arasında bir korelasyonun var olup olmadığını test etmek için Spearman Rho korelasyon analizi kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda korelasyon katsayı değerinin 1'e yakın bir değer çıkması ülkelerin BİT gelişmişlik düzeylerini ölçmede MPSI-RAPS yönteminin elverişli olabileceğini gözler önüne sermiştir.

BİT gelişmişlik düzeyi düşük olan ülkeler, altyapı yatırımlarına odaklanarak internet erişimini genişletmeli, mobil ağ kapsamını artırmalı ve rekabetçi abonelik fiyatlarıyla erişilebilir hale getirmelidir. Ayrıca, eğitim ve farkındalık programlarıyla BİT becerilerini geliştirmeli, girişimciliği teşvik etmeli ve uluslararası işbirliklerine yönelmelidir. Fiyat politikalarını gözden geçirerek geniş bant internetin ekonomik olarak erişilebilir olmasını sağlamak da önemlidir.

BİT sektörünün gelişimi için güçlü bir altyapıya ihtiyaç vardır. İnternet erişimi, geniş bant altyapısı, iletişim ağları gibi temel altyapı unsurlarının güçlendirilmesi önemlidir. Bu, yüksek hızda ve güvenilir iletişim sağlamak için önemli bir adımdır. BİT sektöründe rekabetçi olmak için sürekli olarak Ar-Ge faaliyetleri ve yenilikçilik üzerinde çalışılmalıdır. Yeni teknolojilerin keşfedilmesi, uygulanması ve ticarileştirilmesi için destekleyici bir ekosistem oluşturulmalıdır. Üniversiteler, araştırma merkezleri ve özel sektör işbirliği bu alanda önemlidir. BİT sektörünün gelişimi için teşvik ve destek politikaları oluşturulmalıdır. Vergi avantajları, finansal destekler, girişimcilik ekosistemini güçlendirmek için teşvikler gibi önlemler alınabilir. Bu, yerel ve uluslararası yatırımcıların ve girişimcilerin sektöre ilgisini artırabilir. BİT sektörünün gelişimi için yerel ve uluslararası işbirlikleri önemlidir. Ortak projeler, bilgi paylaşımı, deneyim aktarımı ve yeni iş fırsatları yaratma potansiyeline sahiptir. Özellikle bölgesel veya küresel düzeyde işbirlikleri, sektörün büyümesini hızlandırabilir. Kamu, özel sektör ve sivil toplum kuruluşları, dijital dönüşüm stratejileri geliştirmeli ve bu alanda yatırımlar yapmalıdır. Bu, diğer sektörlerin verimlilik, inovasyon ve rekabetçiliklerini artırır.

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları vardır. İlk olarak, kullanılan veriler sadece 2023 yılına aittir ve bu da sonuçların zaman içinde değişebileceği anlamına gelir. Bilişim ve teknoloji sektörü hızla gelişen bir alandır ve yeni gelişmeler, teknolojik ilerlemeler ve politika değişiklikleri sonuçları etkileyebilir. İkinci olarak, çalışmada kullanılan 10 gösterge veya kriterin seçimi sınırlıdır. Diğer araştırmalarda farklı kriterlerin kullanılması durumunda sonuçlar farklı olabilir. Farklı kriterlerin eklenmesi veya çıkarılması, BİT gelişmişlik düzeyini farklı açılardan değerlendirebilir. Üçüncü olarak, çalışmada kullanılan MPSI ve RAPS yöntemleri, diğer BİT gelişmişlik ölçüm yöntemleriyle

karşılaştırılmamıştır. Farklı yöntemlerin kullanılması sonuçları etkileyebilir ve farklı bir sıralama veya değerlendirme elde edilebilir. Dördüncü olarak, incelenen 14 Avrupa ve Orta Asya ülkesi, tüm dünyadaki ülkelerin tamamını temsil etmemektedir. Bu nedenle, sonuçların genellemesi veya diğer bölgelerle karşılaştırılması sınırlı olabilir. Farklı coğrafi bölgelerden daha geniş bir örneklem seçimi yapılması daha kapsamlı sonuçlar elde etmeye yardımcı olabilir. Son olarak, BİT gelişmişlik düzeyini etkileyen çeşitli faktörler bulunmaktadır, ancak bu çalışmada yalnızca BİT altyapısı ve göstergeleri dikkate alınmıştır. Diğer faktörler, ekonomik, sosyal, politik ve kültürel faktörler gibi, sonuçları etkileyebilir. Bu sınırlamalar dikkate alınarak, çalışmanın sonuçları BİT gelişmişlik düzeyinin anlaşılmasına ve politika yapıcıların kararlarını desteklemesine katkıda bulunabilir. Ancak, daha kapsamlı araştırmalar ve IDOCRIW, LOPCOW, CILOS gibi güncel ağırlıklandırma yöntemleri ve COCOSO, AROMAN, ARWEN farklı yöntemlerin kullanılmasıyla daha güvenilir sonuçlara ulaşmak mümkün olabilir.

#### **6. ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI**

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### **7. MADDİ DESTEK**

Bu çalışmada herhangi bir fon veya destekten yararlanılmamıştır.

#### **8. YAZAR KATKILARI**

NŞM: Fikir;

NŞM: Tasarım;

NŞM: Denetleme;

NŞM: Kaynakların toplanması ve/veya işlemesi;

NŞM: Analiz ve/veya yorum;

NŞM: Literatür taraması;

NŞM: Yazıyı yazan;

NŞM: Eleştirel inceleme

#### **9. ETİK KURUL BEYANI VE FİKRİ MÜLKİYET TELİF HAKLARI**

Bu çalışmada yapılan analizler için etik kurul izni gerekmemektedir.

## 10. KAYNAKÇA

- Afshari, A. R., & Kowal, J. (2017). Decision making methods for the selection of ICT project manager. *Gospodarka Rynek Edukacja*, 18(4).
- Alamoudi, M. H., & Bafail, O. A. (2022). BWM—RAPS approach for evaluating and ranking banking sector companies based on their financial indicators in the Saudi stock market. *Journal of Risk and Financial Management*, 15(467). <https://doi.org/10.3390/jrfm15100467>
- Al-Zahrani, F. A. (2020). Hesitant-fuzzy sets-based computational approach for evaluating the survivability impact of multi-fiber WDM networks: Kingdom of Saudi Arabia perspective. *IEEE Access*, 8, 212409 – 212422, doi:10.1109/ACCESS.2020.3038798.
- Bafail, O. A., Abdulaal, R. M. S., & Kabli, M. R. (2022). AHP-RAPS approach for evaluating the productivity of engineering departments at a Public University. *Systems*, 10(107). <https://doi.org/10.3390/systems10040107>
- Bahnamiri, M. V., Khademabbasi, S., & Valinataj, M. (2015). A multi-criteria decision method using fuzzy TOPSIS technique for ranking countries based on ICT Development Index (IDI). *I J A B E R*, 13(6), 3851-3869.
- Bahrini, R., & Qaffas, A. A. (2019). Impact of information and communication technology on economic growth: evidence from developing countries. *Economies*, 7(1) 21.
- Becker, J., Becker, A., Sulikowski, P., & Zdziebko, T. (2018). ANP-based analysis of ICT usage in Central European enterprises. *Procedia Computer Science*, 126, 2173-2183. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.07.231>
- Bhattacharya, P., & Dash, A. K. (2021). Determinants of blue economy in Asia-Pacific island countries: A study of tourism and fisheries sectors. *Ocean & Coastal Management*, 211, 105774.
- Demir, G. (2022). Bilgi ve iletişim teknolojisinin G8 ülkelerindeki gelişiminin değerlendirilmesi. *Journal of Business and Communication Studies*, 1(2), 165-178.
- Dobrota, M., Martić, M., Bulajić, M., & Jeremić, V. (2015). Two-phased composite I-distance indicator approach for evaluation of countries' information development. *Telecommunications Policy*, 39, 406–420. <http://dx.doi.org/10.1016/j.telpol.2015.03.003>
- Ecemiş, O., & Çoşkun, A. (2022). Türkiye’de bilişim teknolojileri kullanımının ÇKKV yöntemleriyle incelenmesi: 2014 2021 dönemi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Özel Sayı 37*, 81-89.
- Erkhembaatar, N. (2023). Evaluation of indicators for ICT Development Index using an integrated Entropy weighting method. *ICTFocus*, 2(1). <https://doi.org/10.58873/sict.v2i1.43>
- Ersoy, N. (2021). G7 ülkelerinde BİT gelişiminin değerlendirilmesi için ÇKKV yöntemlerinin karşılaştırmalı bir analizi. *KAÜİİBFD*, 13(25), 55-73.

- Gerpott, T. J., & Ahmed, N. (2015). Composite indices for the evaluation of a country's information technology development level: Extensions of the IDI of the ITU. *Technological Forecasting and Social Change*, 98, 174-185. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.03.012>
- Gligoric, M., Gligoric, Z., Lutovac, S., Negovanovic, M., & Langovic, Z. (2022). Novel hybrid MPSI–MARA decision-making model for support system selection in an underground mine. *Systems*, 10(248). <https://doi.org/10.3390/systems10060248>
- Gouvea, R., Kapelianis, D., & Kassicieh, S. (2018). Assessing the nexus of sustainability and information & communications technology. *Technological Forecasting & Social Change*, 130, 39–44. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2017.07.023>
- Guz, T. (2019). Information and communication technologies development index: Regional analysis of Turkey. *Journal of Management, Marketing and Logistics (JMML)*, 6(3), 128-135. <http://doi.org/10.17261/Pressacademia.2019.1126>
- Herdon, M., & Csordas, A. (2019). Changes in the relationship between ICT use and economic development in Eu Member States 2010-2016. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce – Abstract*, 13(1-2), 91-100.
- Higon, D.A., Gholami, R., & Shirazi, F. (2017). ICT and environmental sustainability: A global perspective. *Telematics and Informatics*, 34(4), 85–95.
- Ishida, H. (2015). The effect of ICT development on economic growth and energy consumption in Japan. *Telematics and Informatics*, 32(1), 79-88.
- Jocic, K. J., Jocic, G., Karabasevic, D., Popovic, G., Stanujkic, D., Zavadskas, E. K., & Nguyen, P. T. (2020). A novel integrated PIPRECIA–interval-valued triangular fuzzy ARAS model: E-learning course selection. *Symmetry*, 12(6), 928; <https://doi.org/10.3390/sym12060928>
- Karabasevic, D., Radanov, P., Stanujkic, D., Popovic, G., & Predic, B. (2021). Going green: Strategic evaluation of green ICT adoption in the textile industry by using bipolar fuzzy MULTIMOORA method. *Industria Textila*, 72(1), doi: 10.35530/IT.072.01.1841.
- Li, S. T., & Chou, W. C. (2014). Power planning in ICT infrastructure: A multi-criteria operational performance evaluation approach. *Omega*, 49, 134-148. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.05.006>
- Mahmud, A. J., Olander, E., Eriksén, S., & Haglund, B. J. (2013). Health communication in primary health care-A case study of ICT development for health promotion. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 13(1), 1-15.
- Maksimović, M. (2018). IOT concept application in educational sector using collaboration. *Facta Universitatis, Series: Teaching, Learning and Teacher Education*, 1(2), 137–150.
- McCarney, J. (2004). Effective models of staff development in ICT. *European Journal of Teacher Education*, 27(1), 61-72.
- Meng, Q., & Li, M. (2002). New economy and ICT development in China. *Information Economics and Policy*, 14(2), 275-295.

- Nasri, S. A., Safaie, N., Sarabi, A., Eghbali, A., & Barkhordari, G. (2022). Performance evaluation of ICT companies using hybrid MCDM method in Iran. *Hindawi Mathematical Problems in Engineering*. <https://doi.org/10.1155/2022/5308343>
- Nath, H. K., & Liu, L. (2017). Information and communications technology (ICT) and services trade. *Information Economics and Policy*, 41, 81-87.
- Nthane, T. T., Saunders, F., Gallardo Fernández, G. L., & Raemaekers, S. (2020). Toward sustainability of South African small-scale fisheries leveraging ICT transformation pathways. *Sustainability*, 12(2), 743.
- Özgül, H., Demirdöven, B., & Kaya, B. (2023). Dijital Bilgi Ve İletişim Teknolojilerine (BİT) dair keşfedici bir çözümleme: Pamukkale Üniversitesi (PAU) Siyaset Bilimi Ve Kamu Yönetimi (SBKY) örneği. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(85), 246-273. <https://doi.org/10.17755/esosder.1201879>
- Öztaş Karlı, R. G. (2021). Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin kırsal kalkınmadaki rolünün A'WOT analizi ile değerlendirilmesi. *Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(2), DOI: 10.29133/yyutbd.788802.
- Pederzoli, D. (2016). ICT and retail: State of the art and prospects. *Information and Communication Technologies in Organizations and Society*, 329-336.
- Ramkumar, M., & Jenamani, M. (2015). Sustainability in supply chain through e-procurement: An assessment framework based on DANP and liberatore score. *IEEE Systems Journal*, 9(4), 1554 - 1564. <https://doi.org/10.1109/JSYST.2014.2336291>
- Rençber, Ö. F. (2018). İllerin bilgi ve iletişim teknolojileri gelişmişliklerine göre sıralanması: Promethee yöntemi ile örnek uygulama. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 33, 271-285.
- Sarkar, S. (2012). The role of information and communication technology (ICT) in higher education for the 21st century. *Science*, 1(1), 30-41.
- Skorupinska, A., & Torrent-Sellens, J. (2017). ICT, innovation and productivity: evidence based on eastern European manufacturing companies. *Journal of the Knowledge Economy*, 8(2), 768-788.
- Torkayesh, A. E., & Torkayesh, S. E. (2021). Evaluation of information and communication technology development in G7 countries: An integrated MCDM approach. *Technology in Society*, 66(101670). <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101670>
- Urosevic, K., Gligoric, Z., Miljanovic, I., Beljic, C., & Gligoric, M. (2021). Novel methods in multiple criteria decision-making process (MCRAT and RAPS): Application in the Mining Industry. *Mathematics*, 9(1980). <https://doi.org/10.3390/math9161980>
- Wu, J., Guo, S., Huang, H., Liu, W., & Xiang, Y. (2018). Information and communications technologies for sustainable development goals: state-of-the-art, needs and perspectives. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 20(3), 2389-2406.

- Yakut, E. (2020). OECD ülkelerinin bilgi ve iletişim teknolojileri gelişmişliklerinin MOORA ve WASPAS yöntemiyle değerlendirilerek kullanılan yöntemlerin COPELAND yöntemiyle karşılaştırılması. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24(3), 1275-1294.
- Yan, Z., Shi, R., & Yang, Z. (2018). ICT development and sustainable energy consumption: A perspective of energy productivity. *Sustainability*, 10(7), 1-15.
- Yılmaz, N. (2023). MPSI-MCRAT model for solving the bank selection problem in Montenegro. M. Mete & A. Toptaş (Ed.), *International studies in economics and administrative sciences* (119-132) içinde. Serüven Yayınevi.
- Zolfani, S. H., Sedaghat, M., & Zavadskas, E. K. (2012). Performance evaluating of rural ICT centers (telecenters), applying fuzzy AHP, SAW-G and TOPSIS GREY: A case study in Iran. *Technological and Economic Development of Economy*, 18(2), 364-387, doi:10.3846/20294913.2012.685110.
- Zoroja, J., & Bach, M. P. (2016). Editorial: Impact of information and communication technology to the competitiveness of European Countries - cluster analysis approach. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 11(1), doi: 10.4067/S0718-18762016000100001.