

ENTROPİ-CRITIC TEMELLİ EM ALGORİTMASI İLE İNTERNET KULLANIMI AÇISINDAN OECD ÜLKELERİNİN KÜMELENMESİ¹



Kafkas Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler
Fakültesi
KAÜİBFD
Cilt, 12, Sayı 24, 2021
ISSN: 1309 – 4289
E – ISSN: 2149-9136

Makale Gönderim Tarihi: 08.04.2021

Yayına Kabul Tarihi: 06.09.2021

Kemal Berkay AKTAŞ
Doktora Öğrencisi
Süleyman Demirel Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü,
Isparta, Türkiye
berkayaktas@gmail.com
ORCID ID: 0000-0003-2310-8439

Nuri ÖMÜRBEK
Prof. Dr.
Süleyman Demirel Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,
Isparta, Türkiye
nuriomurbek@sdu.edu.tr
ORCID ID: 0000-0002-0360-4040

Meltem KARAATLI
Doç. Dr.
Süleyman Demirel Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,
Isparta, Türkiye
meltemkaraatli@sdu.edu.tr
ORCID ID: 0000-0002-7403-9587

ÖZ | Çalışmada, OECD içerisinde yer alan 37 ülkenin, 2012-2019 yılları arasındaki mobil internet ve kablolu internet abonelik oranlarına göre kümelemesi yapılmış, mobil internet ve kablolu internet iki farklı kriter olarak belirlenmiştir. Kriterlerin ilk önce Entropi yöntemi ile sonrasında CRITIC yöntemi ile ağırlıkları hesaplanmıştır. Elde edilen ağırlıkların 37 OECD ülkesinin 2012-2015 ve 2016-2019 yıllarına ayrılan gruplar için oluşturulan verilere yansıtılarak toplamda 4 farklı kümeleme işlemi yapılmıştır. Sonuç olarak ortaya çıkan kümelere Entropi ve CRITIC temelli verilerin olması, kümelere bir değişikliğe sebep olmamıştır. Uygulamanın son adımında, OECD ülkelerinin yıllara göre internet abonelik oranlarındaki benzerlikleri ve farklılıkları saptanarak, oluşan kümeler arasındaki değişimler belirlenmiştir. Son olarak internet kullanımları arasındaki farkların anlamlılık düzeylerinin tespit edilmesi için Wilcoxon testi yapılmış ve EM Algoritmasına göre oluşan 5 küme arasındaki farklılıkların analizi için Kruskal Wallis-H testi uygulanmıştır. Elde edilen veriler incelendiği zaman 2016-2019 dönemindeki internet kullanımının, 2012-2015 döneminde kullanılan internet kullanımına göre artışının istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: EM algoritması, OECD, internet

JEL Kodu: M10, O30, C02

Alan: İşletme

Türü: Araştırma

DOI: 10.36543/kauiibfd.2021.027

Afta bulunmak için: Aktaş, K. B., Ömürbek, N. & Karaatlı, M. (2021). Entropi-Critic temelli EM algoritması ile internet kullanımı açısından OECD ülkelerinin kümelemesi. *KAÜİBFD*, 12(24), 648-679.

¹ İlgili çalışmanın etik kurallara uygunluğu beyan edilmiştir.

CLUSTERING OECD COUNTRIES REGARDING INTERNET USAGE WITH ENTROPY-CRITIC BASED EM ALGORITHM



Kafkas University
Economics and Administrative
Sciences Faculty
KAUEASF
Vol. 12, Issue 24, 2021
ISSN: 1309 – 4289
E – ISSN: 2149-9136

Article Submission Date: 08.04.2021

Accepted Date: 06.09.2021

Kemal Berkay AKTAŞ
PhD Student
Suleyman Demirel University
Social Sciences Institute,
Isparta, Turkey
berkayaktas@gmail.com
ORCID ID: 0000-0003-2310-8439

Nuri ÖMÜRBEK
Prof. Dr.
Suleyman Demirel University
Faculty of Economics and
Administrative Sciences
Isparta, Turkey
nuriomurbek@sdu.edu.tr
ORCID ID: 0000-0002-0360-4040

Meltem KARAATLI
Assoc. Dr.
Suleyman Demirel University
Faculty of Economics and
Administrative Sciences
Isparta, Turkey
meltemkaraatli@sdu.edu.tr
ORCID ID: 0000-0002-7403-9587

ABSTRACT In the study, mobile and cable internet subscription rates were determined as two different criteria and the clustering of 37 OECD countries between 2012 and 2019 was made. The weights of the criteria were respectively calculated using the Entropy method and CRITIC method. The weights are reflected in data created for the groups of 37 OECD countries divided into 2012-2015 and 2016-2019, making a total of 4 different clustering operations. By determining the similarities and differences in Internet subscription rates of OECD countries by year, changes between clusters were determined. Finally, the Wilcoxon test was performed to determine the significance levels of differences between internet uses, and the Kruskal Wallis-H test was performed to analyze the differences between 5 clusters formed according to the EM algorithm. It was concluded that the increase in internet use in the period 2016-2019 compared to internet use in the period 2012-2015 was statistically significant.

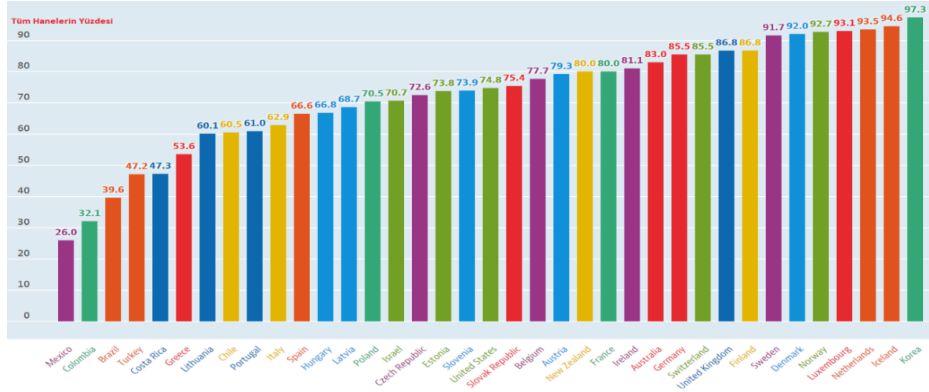
Keywords: EM algorithm, OECD, internet
Jel codes: M10, O30, C02

Scope: Business Administration
Type: Research

1. GİRİŞ

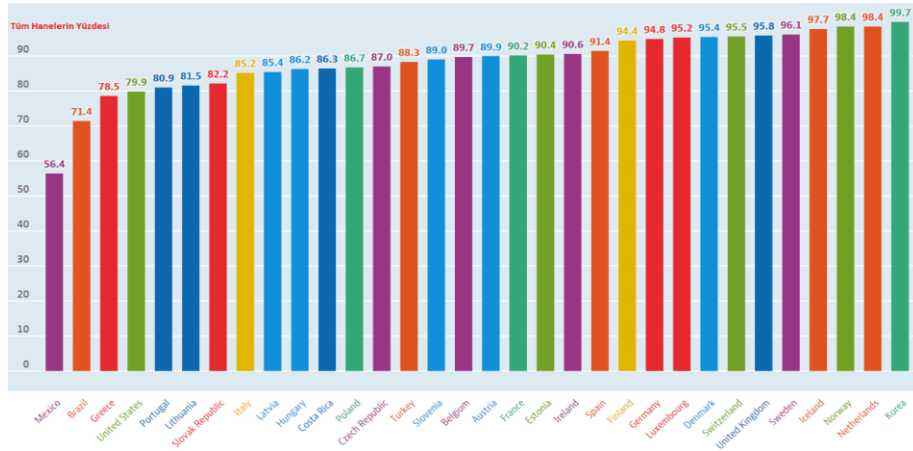
İnternet, çok uzun bir geçmişe sahip olmamasına rağmen dünya çapında yaygın bir kullanım alanı oluşturarak vazgeçilmez bir konuma erişmiş kitle iletişim aracıdır. İnternet; haberleşme, eğitim, turizm, sağlık, ekonomi, eğlence ve birçok sektörde kullanım alanı yaratmış ve dünya çapında insanların çok hızlı şekilde iletişim kurmasına olanak sağlamıştır. İnternet sayesinde insanlar ilgilerini çeken her türlü bilgiye hızlı bir şekilde ulaşabilmekte; dünya çapında tüm gelişmelere anında erişebilmekte ve bilgi sahibi olabilmekte; diledikleri kişi ile sohbet edip görüntülü konuşabilmekte, bankacılık işlemlerini uzaktan halledebilmekte ve alışveriş yapabilmektedirler. İnternetin en önemli özelliği interaktif iletişime olanak tanınmasıdır (Morris ve Ogan 2004, s. 141). İnternet kullanımı gün geçtikçe tüm dünyada artış göstermekte ve buna bağlı olarak neredeyse tüm sektörler fiziksel hizmetlerinin yanında internet üzerinden hizmete geçiş yapmaktadır. Özellikle COVID-19 pandemisi sonrasında uzaktan çalışma/egitim modellerine geçilmesi ile internet kullanımındaki artış, ülkelerin yaptığı internet altyapı yatırımları sayesinde kimi zaman yoğunluklardan dolayı aksaklıklar yaşansa da genel itibariyle sağlıklı şekilde ilerleme kaydetmiştir.

Dünya çapında internet yaygınlığının ölçülmesi, internet penetrasyonu ile yapılmaktadır. İnternet penetrasyonu, internet kullanımının toplam nüfusa oranı hesaplanarak bulunmaktadır. İnternet World Stats'ın 2020 yılı 3. çeyreği için açıkladığı verilere göre kıtaların internet penetrasyonu karşılaştırıldığında en yüksek oranın %90.3 ile Kuzey Amerika kıtasında olduğu, ikinci sırada ise %87.2 ile Avrupa olduğu görülmektedir. Sonrasında %71.5 ile Latin Amerika / Karayipler, %70.8 ile Ortadoğu, %67.7 ile Okyanusya / Avustralya, %59.5 ile Asya ve %47.1 ile Afrika kıtaları sıralamada yer almaktadır (İnternet World Stats, 2020). OECD ülkelerinin 2012 ile 2019 yılları arasındaki internet kullanımlarını karşılaştırmak gerekirse; 2012 yılında OECD ülkelerinde hanelerin yüzdesine göre internet erişimi Şekil 1.'de verilmiştir. Aynı şekilde 2019 yılında OECD ülkelerinde hanelerin yüzdesine göre internet erişimi ise Şekil 2.'de verilmiştir (OECD Data, 2020).



Şekil-1: 2012 Yılı İçin OECD Ülkelerinde Hanelerin Yüzdesine Göre İnternet Erişimi
Kaynak: (OECD Data, 2020)

Kısaca ülkeleri karşılaştırmak için çalışma sonucunda yer alan kümeleme işlemi neticesinde her farklı kümede yer alan bir ülkeyi inceleyecek olursak; Türkiye, ABD, Yunanistan, Almanya ve İtalya'yı örnek alabiliriz. 2012 yılında hanelerin toplam yüzdesine kıyasla Türkiye'deki vatandaşların %47.2'si internet erişimi sağlarken, ABD'de bu oran %78.4, Yunanistan'da %53.6, Almanya'da %85.5 ve İtalya'da %62.9'dur.



Şekil-2: 2019 yılı için OECD ülkelerinde hanelerin yüzdesine göre internet erişimi
Kaynak: (OECD Data, 2020)

Bir önceki karşılaştırmada olduğu gibi, Türkiye, ABD, Yunanistan, Almanya ve İtalya'yı ele alacak olursak, 2019 yılında hanelerin toplam yüzdesine kıyasla Türkiye'deki vatandaşların %88.3'ü internet erişimi sağlarken, ABD'de bu oran %79.9, Yunanistan'da %78.5, Almanya'da %94.8 ve İtalya'da %85.2'dir. Türkiye'de 2012-2019 yılları arasında OECD ülkelerinde hanelerin yüzdesine göre internet erişim oranı %41.1, ABD'de %1.5, Yunanistan'da %24.9, Almanya'da %9.3 ve İtalya'da %22.3 artış göstermiştir. Kümeleme analizi, birbiriyle benzerlik gösteren nesnelere aynı kümelerle toplanmasını hedeflemektedir. Bu sebeple diskriminant analizi ile yakınlık göstermektedir. Kümelere ayırma işlemi, seçilmiş iki gözlemin yakınlık ya da uzaklık özelliklerine göre yapılmaktadır (Çakmak, 1999, s. 188-189). Kümeleme analizinde, farklı çok değişkenli istatistik analizlerde yapıldığı şekilde verilerin normalligi varsayımı çok dikkate alınmayıp uzaklık değerlerinin normalligi çalışma için yeterli olmaktadır (Tatlidil, 1992, s. 252). Analizde yer alan değişkenler arasındaki ilişkilerin doğrusal olması gerekmemekte ve analiz, belirlenen kümeleme yöntemine istinaden sınıflayıcı, sıralayıcı, aralıklı, oransal veya kategorik olarak ifade edilebilen verilere uygulanabilmektedir (Hartigan, 1975, s. 9-10).

Yapılan literatür taramasında, bu çalışmada yer alan yöntemlerin birçok farklı araştırma konusunda kullanıldığı saptanmıştır. Fakat OECD ülkelerinin internet kullanım oranları ile ilgili bir çalışmaya rastlanamamıştır. Bu sebeple yapılan bu çalışmanın sonuçları neticesinde elde edilen bulguların ve önerilerin literatüre ve ülkelerin internet altyapılarını geliştirme konusunda ileriye dönük katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca çalışmada; ülkelerin mobil ve kablolu internet kullanımlarının Entropi ve CRITIC yöntemleri ile ağırlıklandırılarak kümeleme yapılması, iki farklı dönem arasında yapılan kümeleme arasında anlamlı bir farklılığın olup olmasının incelenmesi ve internet kullanımı açısından kümeler arası farklılığın incelenmesi açısından çalışmanın benzer diğer çalışmalardan farkını ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada da literatürün genişletilmesi amacıyla 37 OECD ülkesinin internet abonelik sayılarına göre internet kullanım oranları ülke bazında kümelendirilmiştir. Çalışmanın devam eden bölümünde literatür incelemesine yer verilecektir. İkinci bölümde kullanılan analiz yöntemlerinden Entropi ve CRITIC yöntemi ile EM Algoritması anlatılacaktır. Üçüncü bölümde uygulamadan bahsedilip bulgulara yer verilecek ve devamında uygulamanın adımlarına yer verilecektir. Sonuç ve Öneriler kısmında ise elde edilen bulgular tartışılacak ve öneriler sunulacaktır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatür taramasında kümeleme analizi, EM Algoritması, Entropi yöntemi ve CRITIC yöntemi ile yapılmış bazı çalışmalar Tablo 1.'de listelenmiştir. Tablonun devamında ise bu çalışmada yapılan araştırmaya benzer konular içeren internet kullanımının kümelenmesi ile ilgili literatürde yer alan çalışmalara değinilmiştir.

Tablo 1: Kümeleme analizi ile ilgili literatür taraması

Kümeleme Analizi ile Yapılan Bazı Çalışmalar	
Stratejik Yönetim Araştırmalarında Kümeleme Analizinin Uygulanması: Analiz ve Eleştiri	(Ketchen, 1996, s. 441-458)
Kümeleme Analizinde Geçerlilik Problemi ve Kümeleme Sonuçlarının Değerlendirmesi	(Çakmak, 1999, s. 187-205)
Kapasiteli Bir Konum Yönlendirme Probleminde Kümeleme Analizini Kullanma	(Barreto vd., 2007, s. 968-977)
Veri Madenciliğinde Kümeleme Algoritmaları ve Kümeleme Analizi	(Akin, 2008)
OECD'ye Üye Ülkelerin Seçilmiş Sağlık Göstergelerinin Kümeleme ve Ayırma Analizi ile Karşılaştırılması	(Ersöz, 2009, s. 1650-1659)
Parçacık Sürüsü Optimizasyon Algoritması ve Kümeleme Analizine Uygulanması	(Chen vd., 2012, s. 789-794)
Yarı Denetimli Sınıflandırmayı Geliştirmek İçin Kümeleme Analizini Kullanma	(Gan vd., 2013, s. 290-298)
Sağlık Göstergelerine Göre Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Örgütü Ülkelerinin Kümeleme Analizi	(Songur, 2016, s. 197-224)
Ülkelerin İnsani Özgürlük Endeksine Göre Kümelenmesi	(Karaatlı vd., 2020, s. 271-286)
EM Algoritması ile Yapılan Bazı Kümeleme Çalışmaları	
EM Algoritmasını Kullanırken Gözlemlenen Bilgi Matrisini Bulma	(Louis, 1986, s. 226-233)
EM Algoritmasını Kullanarak Üst Üste Bindirilmiş Sinyallerin Parametre Tahmini	(Feder vd., 1988, s. 477-489)
EM Algoritmasını Kullanarak Karışım Sonuçları ile Sonlu Karışım Modellemesi	(Muthén vd., 1999, s. 463-469)
Dengesiz Panel Veri Modeli ile EM Algoritması Sonuçlarının Karşılaştırılması	(Gürüş vd., 2017, s. 15-30)
Entropi ve EM Algoritması ile Yapılan Bazı Kümeleme Çalışmaları	
EM Algoritmasına Göre Kümelenen Havalimanlarının Borda Sayım Yöntemi ile Değerlendirilmesi	(Ömürbek vd., 2020, s. 491-514)
Gauss Karışım Modelleri İçin Entropi Tabanlı Bir EM Algoritması	(Benavent vd., 2006, s. 451-455)
Twitter'da 'Retweeting' Etkinliğinin Entropi Tabanlı Sınıflandırması	(Ghosh vd., 2011)
Entropi Maksimizasyonu ve Türlerin Mekansal Dağılımı	(Haegeman vd., 2017, s. 74-90)

CRITIC ve EM Algoritması ile Yapılan Bazı Kümeleme Çalışmaları	
Beton Yapılar için Yeni Onarım Malzemesi Seçim Metodolojisi ve İlgili Uzun Vadeli Performans Tahmin Modeli	(Kiani, 2017)
Türkiye'nin Sağlık Göstergeleri Açısından Kümelmesi ve Performans Analizi	(Eren vd., 2019, s. 421-452)

- İnternet Kullanımına Göre Yapılan Bazı Kümeleme Çalışmaları

Erman vd. (2006), birçok farklı bağlantı kurarak veri aktarımı sağlayan uygulamaların tespitinin zorlaştığından dolayı bu uygulamaların ayırt edici özellikleri tespit edilerek kümelendiğini hedeflemişlerdir. Yapılan çalışmada, daha önce ağ trafiğinin sınıflandırılmasında kullanılmayan K-Means ve DBSCAN kümeleme algoritmaları tercih edilmiş ve elde edilen sonuçlar AutoClass algoritması ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçta ise DBSCAN algoritmasının diğer iki algoritmaya göre daha iyi kümeler ürettiği sonucu çıkarılmıştır. Ding vd. (2010), önerdikleri platformda; internet, sosyal ağ ve nesnelerin internetini kümeleyerek verilerin izlenip özetlenebilmesini ayrıca bilim insanlarının, nesnelerin internetini ve kullanıcıları analiz etmesini kolaylaştırmayı amaçlamışlardır.

Vermaas ve Wijngaert (2007), çalışmasında OECD 2005 verilerinde Hollanda'nın ikinci en yüksek geniş bant penetrasyonuna sahip olduğunu belirterek Hollanda nezdinde farklı kategorideki insanların hangi türde internet uygulamalarını kullandığını tespit ederek ortalama bağlantı yöntemi ile kümeleme yapmış ve oluşan kümelerin zaman içerisindeki gösterdiği istikrarı analiz etmeyi amaçlamıştır. Çalışma sonucunda elde ettikleri veriler ile internet servis sağlayıcıların, normal ve profesyonel internet kullanıcılarına özel olarak bant genişliği sağlamaları ve ihtiyaçlarına uygun servis kalitesini sunabilmelerini hedeflemişlerdir.

Wang vd. (2013), yaptıkları çalışmada internet trafiğinin kümelendiğindeki doğruluğu artırabilmek için gözlemlenen trafik verilerine ek olarak geri planda bulunan bazı bilgileri kullanarak karar veren kısıtlı bir kümeleme şeması önerisinde bulunmuştur. Verileri Gauss karma yoğunluğu ile modelleyerek parametrelerin maksimum uygunluk durumu için bir algoritma uyarlamışlardır. Sonuçta ise önerilen yöntemin, internet trafiğinin kümelendiğine katkı sağladığı ve daha doğru sonuçlar alınabildiği belirtilmiştir.

Cerquitelli vd. (2016), kullanıcıların satın aldığı internet tarife hızlarının gerçek kullanımda ortaya çıkan farklılıklarını araştırmak ve kullanıcılara daha şeffaf bilgilendirme yapılarak sorunlu internet altyapılarının internet servis sağlayıcıları tarafından hızlıca müdahale edilmesini konu alan ve kümeleme tabanlı olan MiND (Mining Neubot Data) ile internet kullanım histogramlarını

çıkarmışlardır. Elde edilen kümeler ve sonuçları, kullanıcılar ve internet servis sağlayıcılar ile paylaşarak hizmet kalitesinin durumunu anlık olarak takip edilebilmesini sağlamışlardır.

- İnternet Kullanımı Alanında Yapılan Bazı Çalışmalar

Räsänen ve Kouvo (2007), çapraz tablolar ve lojistik regresyon modellerini kullanarak yaptıkları analiz çalışmasında Finlandiya, İngiltere, Fransa ve İtalya'da internet kullanım alışkanlığının kişilerde geleneksel sosyallik biçimlerini güçlendireceği ve yüz yüze sosyalleşmenin yerini alabileceği konusunu araştırmışlardır. Elde ettikleri bulgularda internet kullanımının artmasının her iki sosyallik biçimiyle de olumlu ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Martin ve Robinson (2007), çalışmasında ABD Nüfus Sayımı Bürosu'nun son verilerini inceleyerek 1997-2003 yılları arasındaki veriler ile ABD'de internet kullanım oranındaki değişimi analiz etmiştir. Çalışmada; aile gelirleri, eğitim durumları, yaş, cinsiyet ve etnik köken gibi bir çok kriter dikkate alınarak Avrupa ülkeleri ile ABD karşılaştırılmış ve analizde kullanılan değişkenler içinden gelir eşitsizliğinin artması ABD'ye özgü olarak internet kullanımının yaygınlaşmasına olumsuz etki bıraktığı sonucu vurgulanmıştır.

Artan ve Kalaycı (2009), yaptıkları çalışmada 30 OECD ülkesi üzerinde internet kullanımının uluslararası ticaret üzerine olan etkilerini analiz etmiştir. Analiz aşamasında genelleştirilmiş çekim modeli ve panel veri yöntemi kullanılmış, ülkelerin host ve internet kullanıcı sayıları ise internetin bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda internet kullanımının uluslararası ticaret üzerine olumlu etkiler yarattığını ortaya çıkarmışlardır. Ayrıca ülkelerin ortak sınır içerisinde ve ortak dili kullanmaları ticareti olumlu yönde etkilerken ülkeler arasındaki mesafelerin artması sonucu ticaretin olumsuz yönde etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır.

Hosman ve Howard (2010), yaptıkları çalışmada Bosna, Hırvatistan, Makedonya, Karadağ, Sırbistan ve Slovenya'nın zaman içerisinde telekom teknolojilerini benimseyip ülkelerde uygulanabilirliğini ve gelişmesi için yapılan çalışmaları incelemiş ve bu ülkeleri karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda, her devletin bireysel anlamda genel ekonomik ve sosyo-politik politika öncelikleriyle uyumlu şekilde telekom ile ilgili stratejileri izlemesinin ve bu önceliklerin belirlenmesinde çeşitli teşviklerin büyük rol oynadığı vurgusu yapılmıştır.

Baki (2020), yaptığı çalışmada teknolojinin sürekli gelişmesi ve rekabetin bu sebeple internet ortamında da artış göstererek işletmelere olumlu etki bırakmasından dolayı Kapadokya'da yer alan 5 otelin internet sitesini bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemleri ile değerlendirerek karşılaştırmasını konu alan bir araştırma yapmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen sıralama otel

yöneticilerinin rakiplerine karşı zayıf ve güçlü yanlarını görmelerine olanak sağlamıştır.

Yapılan literatür taramasında, OECD ülkelerinin internet kullanım oranları ile ilgili bir çalışmaya rastlanamamıştır. Bu sebeple yapılan bu çalışmada; hem EM algoritmasına göre kümelemede Entropi-CRITIC yöntemlerinin kullanılması, hem dönemler arası internet kullanımındaki farklılık ortaya konulması, hem kümeler arasındaki farklılıkların analizinin yapılması hem de sonuçları neticesinde elde edilen bulguların ve önerilerin literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3. YÖNTEM

Çalışmanın bu bölümünde Entropi Yöntemine, CRITIC Yöntemine ve Beklenti Maksimizasyonu Algoritmasına (EM) kısaca değinilmiştir.

3.1. Entropi Yöntemi

Entropi yöntemi literatüre bakıldığında ilk olarak Rudolph Clausius tarafından 1965 yılında bir sistemdeki belirsizliğin ve düzensizliğin ölçüsü şeklinde ifade edilmiştir (Zhang vd., 2011, s. 444). Entropi Yöntemi aşağıda belirtildiği şekilde 5 adımdan meydana gelmektedir (Karami ve Johansson, 2014, s. 523-524; Wang ve Lee, 2009, s. 8980-8985).

Adım 1: Karar matrisinin normalize edilmesi. Matristeki elemanlar fayda ve maliyet yönlerine göre sırasıyla Eşitlik (1) veya Eşitlik (2)'de gösterilen denklem uygulanarak normalize edilir.

$$r_{ij} = x_{ij} / \max_{ij} \quad (i = 1, \dots, m; J = 1, \dots, n) \quad (1)$$

$$r_{ij} = \min_{ij} / x_{ij} \quad (i = 1, \dots, m; J = 1, \dots, n) \quad (2)$$

Adım 2: Standartlaştırılmış değerlerin normalize edilmesi. Normalize işlemi Eşitlik (3) yardımı ile hesaplanır. Eşitlikteki P_{ij} değeri, r_{ij} değerinin normalize edilmiş halidir.

$$P_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}}; \forall j \quad (3)$$

Adım 3: Kriterlere ilişkin Entropi değerlerinin hesaplanması. Her kriterin Entropi değeri Eşitlik (4) yardımı ile hesaplanır.

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m [P_{ij} \ln P_{ij}]; \forall j \quad (4)$$

Adım 4: d_j belirsizliği hesaplanır.

$$d_j = 1 - E_j; \forall j \quad (5)$$

Adım 5: Son adımda, Eşitlik (6) yardımı ile her kriterin ağırlığı (w_j) hesaplanır.

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

3.2. CRITIC Yöntemi

CRITIC yöntemi, çok kriterli karar verme problemlerinin karar sürecinde bulunan kriterlerin önem düzeylerinin nesnel olarak ifade edilmesi için kullanılmaktadır. 1995 yılında, Diakoulaki vd. tarafından yapılan bir çalışma ile literatüre dahil olmuştur. CRITIC yönteminin adımları aşağıdaki şekilde ve 4 adımdan oluşmaktadır (Jahan vd., 2012, s. 413).

Adım 1: Karar matrisinin normalize edilmesi. Matristeki elemanlar fayda ve maliyet yönlerine göre sırasıyla Eşitlik (7) veya Eşitlik (8)'de gösterilen denklem uygulanarak normalize edilir ve r_{ij} şeklinde gösterilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{jmin}}{x_{jmax} - x_{jmin}} \quad (i = 1, \dots, m; J = 1, \dots, n) \quad (7)$$

$$r_{ij} = \frac{x_{jmax} - x_{ij}}{x_{jmax} - x_{jmin}} \quad (i = 1, \dots, m; J = 1, \dots, n) \quad (8)$$

Adım 2: Kriterler arası ilişki derecesinin belirlenmesi. Herhangi j kriteri ile k kriteri arasındaki korelasyon değeri Eşitlik (9)'da gösterildiği gibi hesaplanır ve ρ_{jk} şeklinde ifade edilir.

$$\rho_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)(r_{ik} - \bar{r}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2 \sum_{i=1}^m (r_{ik} - \bar{r}_k)^2}} \quad (j, k = 1, \dots, n) \quad (9)$$

Adım 3: C_j değerlerinin hesaplanması. σ_j , j . kriterin standart sapmasını ifade etmektedir.

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2}{m}} \quad (10)$$

$$C_j = \sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - \rho_{jk}) \quad (j = 1, \dots, n) \quad (11)$$

Adım 4: Kriter ağırlıklarının (w_j) hesaplanması.

$$w_j = \frac{c_j}{\sum_{k=1}^n (c_k)} \quad (j, k = 1, \dots, n) \quad (12)$$

3.3. EM Algoritması

EM (Expectation Maximization-Beklenti Maksimizasyonu) Algoritması, birimlerin hangi küme içerisinde yer alacağını bulmaya yardımcı olan bir

algoritmadır. EM algoritması, eksik veya gizli verilerin olduğu durumlarda maksimum olasılık tahminini hesaplamak için etkili bir yinelemeli prosedürdür. Maksimum olasılık tahmininde, gözlemlenen verilerin en olası ve anlamlı olduğu model parametrelerini tahmin etmek amaçlanmaktadır. EM Algoritması, tahminsel ölçütleri kullanarak dağıtım yapmayı tercih etmektedir. Algoritma, 1977 yılında Dempster vd. tarafından geliştirilmiştir. EM Algoritmasının her tekrarı iki adımdan oluşmaktadır. Bu adımlar; Beklenti (E) ve Maksimizasyon (M) şeklinde adlandırılmaktadır. E adımında mevcut veri kümesi için log-likelihood fonksiyonu üretir. M adımında ise üretilen log-likelihood fonksiyonu ile bir değer hangi kümeyle dahil olması durumunda kümenin log-likelihood değerinin maksimum olacağını belirler (Köse, 2018, s.169). Algoritmanın sağlıklı şekilde sonuç vermesi için ilk olarak verilere ait ortalama vektörü ve kovaryans matrisinin başlangıç değerlerinin hazırda olması gerekmektedir. Her iterasyon işlemi, bir önceki iterasyon sonucunda bulunan bilgiler kullanılarak gerçekleştiğinden dolayı daha fazla bilgi içermektedir (Madbully vd., 2013, s. 1437-1454; Acock, 2015, s. 1012-1 028). M adımında, eksik verilerin bulunduğu varsayımı altında olasılık fonksiyonu en üst düzeye çıkarılır. E-adımdaki eksik verilerin tahmini, gerçek eksik veriler yerine kullanılır. Algoritmanın her yinelemede olasılığını artırdığı garanti olduğundan yakınsama sağlanır (Bornman, 2004, s. 4).

3.4. Araştırmanın Etik İzinleri

Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

4. BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde OECD içerisinde yer alan 37 ülkenin, 2012-2019 yılları arasındaki mobil internet ve kablolu internet abonelik oranlarına göre kümelemesi yapılmış, mobil internet ve kablolu internet iki farklı kriter olarak belirlenmiştir. Uygulamanın temel amacı, OECD ülkelerinin yıllara göre internet abonelik oranlarındaki benzerlikleri ve farklılıkları saptamak ve oluşan kümeler arasındaki değişimleri belirlemektir. Veriler yıllık olarak ele alınmış ve 100 kişi başına mobil ya da kablolu internet abonelik sayısını ifade etmektedir. Ham veri, abonelik sayılarının her ülke nüfusuna bölünmesi ve 100 ile çarpılmasıyla her ülke için mobil internet ve kablolu internet verileri hesaplanmıştır. Veriler, 2012-2015 ile 2016-2019 yılları olarak iki gruba ayrılıp bu grupların ortalamaları alındıktan sonra veri matrisi oluşturulmuştur. Oluşturulan veri matrisi Tablo 2.’de görülmektedir. Literatür araştırmaları sonucu kriterlerin aynı önem ağırlığına

sahip olmadığına karar verilmiştir. Bu bağlamda grupların ayrı ayrı Entropi ve CRITIC yöntemleri ile ağırlıkları hesaplanmıştır. Ağırlık hesaplaması sonrasında toplam 4 farklı kümeleme işlemi yapılmıştır. Kümeleme işlemi WEKA programı ile yapılmış olup çalışma için yapılan literatür araştırmaları sonucunda WEKA programı içindeki EM Algoritması ile kümeleme yapılması ve 5 küme seçilmesi uygun görülmüştür. Kullanılan veriler OECD Data resmi web sitesinden elde edilmiştir (OECD Data, 2020).

Tablo 2: Veri Matrisi

2012-2015			2016-2019		
Ülkeler	Mobil İnternet	Kablolu İnternet	Ülkeler	Mobil İnternet	Kablolu İnternet
Avustralya	114.716	27.179	Avustralya	130.656	32.726
Avusturya	64.872	26.885	Avusturya	91.541	28.585
Belçika	49.759	34.973	Belçika	76.258	38.891
Kanada	53.370	35.078	Kanada	75.060	38.668
Çekya	59.992	27.215	Çekya	86.151	30.901
Danimarka	106.609	41.425	Danimarka	131.740	43.470
Finlandiya	121.811	31.624	Finlandiya	151.571	31.558
Fransa	60.964	38.465	Fransa	86.246	42.920
Almanya	58.272	36.083	Almanya	81.406	40.577
Yunanistan	39.916	27.919	Yunanistan	70.930	36.112
Macaristan	30.996	25.261	Macaristan	58.576	30.758
İzlanda	82.350	36.472	İzlanda	112.610	38.600
İrlanda	77.487	26.217	İrlanda	102.256	29.219
İtalya	65.435	23.545	İtalya	88.113	27.509
Japonya	114.966	28.552	Japonya	166.565	31.492
Kore	104.603	37.266	Kore	111.730	41.026
Lüksemburg	83.359	33.346	Lüksemburg	95.636	36.130
Meksika	36.538	10.812	Meksika	68.890	14.237
Hollanda	67.726	40.509	Hollanda	103.471	42.803
Yeni Zelanda	90.627	30.897	Yeni Zelanda	101.916	33.968
Norveç	86.551	38.131	Norveç	99.277	41.267
Polonya	57.350	18.214	Polonya	99.778	19.302
Portekiz	43.168	26.285	Portekiz	71.056	35.702
Slovakya	53.435	21.326	Slovakya	84.316	26.852
İspanya	70.725	26.864	İspanya	96.193	31.540
İsveç	112.706	33.640	İsveç	123.312	38.466
İsviçre	80.241	44.914	İsviçre	97.984	46.359
Türkiye	37.463	11.282	Türkiye	71.768	15.465
İngiltere	74.785	36.090	İngiltere	93.798	39.600
Amerika	100.547	30.614	Amerika	138.182	33.614
Şili	42.392	13.614	Şili	85.658	16.939
Estonya	97.064	27.787	Estonya	140.347	31.460
İsrail	68.569	25.264	İsrail	92.332	27.218
Slovenya	41.347	26.074	Slovenya	73.564	29.104

Kolombiya	29.735	10.270	Kolombiya	53.077	13.439
Letonya	70.567	24.679	Letonya	120.884	26.876
Litvanya	65.672	26.935	Litvanya	93.327	28.664

4.1. Entropi Yöntemi ile Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Bu bölümde Entropi yöntemi ile ağırlık hesaplaması yapılmış ve bulunan sonuçlar Tablo 5.'de verilmiştir.

Adım 1: Veri Matrisinin oluşturulması ve normalize edilmesi. Tablo 2'de yer alan karar matrisindeki elemanlar fayda ve maliyet yönlerine göre sırasıyla Eşitlik (1) veya Eşitlik (2)'de gösterilen denklem uygulanarak normalize edilir. Ancak çalışmada maliyet yönlü kriter bulunmadığı için yalnızca Eşitlik (1) kullanılarak normalize işlemi gerçekleştirilmiş ve Adım 2'ye geçilmiştir.

Adım 2: Standartlaştırılmış değerlerin normalize edilmesi. Normalize işlemi Eşitlik (3) yardımı ile hesaplanmış ve Tablo 3.'de gösterilmiştir. Eşitlikteki P_{ij} değeri, r_{ij} değerinin normalize edilmiş halidir.

Tablo 3: Normalize Edilmiş Veri Matrisi

2012-2015			2016-2019		
Ülkeler	Mobil İnternet	Kablolu İnternet	Ülkeler	Mobil İnternet	Kablolu İnternet
Avustralya	0.044	0.026	Avustralya	0.036	0.027
Avusturya	0.025	0.025	Avusturya	0.025	0.024
Belçika	0.019	0.033	Belçika	0.021	0.033
Kanada	0.020	0.033	Kanada	0.021	0.032
Çekya	0.023	0.026	Çekya	0.024	0.026
Danimarka	0.041	0.039	Danimarka	0.036	0.036
Finlandiya	0.047	0.030	Finlandiya	0.042	0.026
Fransa	0.023	0.036	Fransa	0.024	0.036
Almanya	0.022	0.034	Almanya	0.022	0.034
Yunanistan	0.015	0.026	Yunanistan	0.020	0.030
Macaristan	0.012	0.024	Macaristan	0.016	0.026
İzlanda	0.031	0.034	İzlanda	0.031	0.032
İrlanda	0.030	0.025	İrlanda	0.028	0.025
İtalya	0.025	0.022	İtalya	0.024	0.023
Japonya	0.044	0.027	Japonya	0.046	0.026
Kore	0.040	0.035	Kore	0.031	0.034
Lüksemburg	0.032	0.031	Lüksemburg	0.026	0.030
Meksika	0.014	0.010	Meksika	0.019	0.012
Hollanda	0.026	0.038	Hollanda	0.029	0.036
Yeni Zelanda	0.035	0.029	Yeni Zelanda	0.028	0.028
Norveç	0.033	0.036	Norveç	0.027	0.035
Polonya	0.022	0.017	Polonya	0.028	0.016
Portekiz	0.016	0.025	Portekiz	0.020	0.030

Slovakya	0.020	0.020	Slovakya	0.023	0.023
İspanya	0.027	0.025	İspanya	0.027	0.026
İsveç	0.043	0.032	İsveç	0.034	0.032
İsviçre	0.031	0.042	İsviçre	0.027	0.039
Türkiye	0.014	0.011	Türkiye	0.020	0.013
İngiltere	0.029	0.034	İngiltere	0.026	0.033
Amerika	0.038	0.029	Amerika	0.038	0.028
Şili	0.016	0.013	Şili	0.024	0.014
Estonya	0.037	0.026	Estonya	0.039	0.026
İsrail	0.026	0.024	İsrail	0.025	0.023
Slovenya	0.016	0.025	Slovenya	0.020	0.024
Kolombiya	0.011	0.010	Kolombiya	0.015	0.011
Letonya	0.027	0.023	Letonya	0.033	0.023
Litvanya	0.025	0.025	Litvanya	0.026	0.024

Adım 3: Kriterlere ilişkin Entropi değerlerinin hesaplanması. Her kriterin Entropi değeri Eşitlik (4) yardımı ile hesaplanmış ve Tablo 4. elde edilmiştir.

Tablo 4: Kriterlere İlişkin Entropi Değerleri

2012-2015			2016-2019		
Ülkeler	Mobil İnternet	Kablolu İnternet	Ülkeler	Mobil İnternet	Kablolu İnternet
Avustralya	-0.137	-0.094	Avustralya	-0.120	-0.099
Avusturya	-0.092	-0.093	Avusturya	-0.093	-0.089
Belçika	-0.075	-0.112	Belçika	-0.081	-0.112
Kanada	-0.079	-0.113	Kanada	-0.080	-0.111
Çekya	-0.087	-0.094	Çekya	-0.089	-0.095
Danimarka	-0.130	-0.127	Danimarka	-0.120	-0.121
Finlandiya	-0.143	-0.105	Finlandiya	-0.133	-0.096
Fransa	-0.088	-0.120	Fransa	-0.089	-0.120
Almanya	-0.085	-0.115	Almanya	-0.085	-0.115
Yunanistan	-0.064	-0.096	Yunanistan	-0.077	-0.106
Macaristan	-0.053	-0.089	Macaristan	-0.067	-0.094
İzlanda	-0.109	-0.116	İzlanda	-0.108	-0.111
İrlanda	-0.104	-0.091	İrlanda	-0.101	-0.091
İtalya	-0.092	-0.084	İtalya	-0.090	-0.087
Japonya	-0.137	-0.097	Japonya	-0.142	-0.096
Kore	-0.129	-0.118	Kore	-0.107	-0.116
Lüksemburg	-0.110	-0.109	Lüksemburg	-0.096	-0.106
Meksika	-0.060	-0.047	Meksika	-0.075	-0.053
Hollanda	-0.095	-0.125	Hollanda	-0.101	-0.119
Yeni Zelanda	-0.116	-0.103	Yeni Zelanda	-0.100	-0.101
Norveç	-0.113	-0.119	Norveç	-0.099	-0.116
Polonya	-0.084	-0.070	Polonya	-0.099	-0.067
Portekiz	-0.068	-0.092	Portekiz	-0.077	-0.105

Slovakya	-0.079	-0.078	Slovakya	-0.087	-0.085
İspanya	-0.098	-0.093	İspanya	-0.096	-0.096
İsveç	-0.135	-0.109	İsveç	-0.115	-0.111
İsviçre	-0.107	-0.134	İsviçre	-0.098	-0.126
Türkiye	-0.061	-0.048	Türkiye	-0.078	-0.056
İngiltere	-0.102	-0.115	İngiltere	-0.095	-0.113
Amerika	-0.125	-0.102	Amerika	-0.125	-0.101
Şili	-0.067	-0.056	Şili	-0.088	-0.060
Estonya	-0.122	-0.095	Estonya	-0.126	-0.096
İsrail	-0.095	-0.089	İsrail	-0.093	-0.086
Slovenya	-0.066	-0.091	Slovenya	-0.079	-0.091
Kolombiya	-0.051	-0.045	Kolombiya	-0.062	-0.051
Letonya	-0.097	-0.087	Letonya	-0.113	-0.086
Litvanya	-0.092	-0.093	Litvanya	-0.094	-0.090

Adım 4: d_j Belirsizliği hesaplanması. Eşitlik (5)'te gösterilen denklem uygulanarak d_j belirsizliği hesaplanmış ve Tablo 5.'de gösterilmiştir.

Adım 5: Kriter ağırlıklarının (w_j) hesaplanması. Eşitlik (6) yardımı ile her kriterin ağırlığı (w_j) hesaplanmış ve Tablo 5.'de gösterilmiştir.

Tablo 5: Entropi d_j Belirsizliği ve Kriter Ağırlık Değerleri

	2012-2015		2016-2019		
	Mobil İnternet	Kablolu İnternet	Mobil İnternet	Kablolu İnternet	
d_j	0.018	0.013	d_j	0.009	0.010
w_j	0.582	0.418	w_j	0.473	0.527
w_j Toplam	1		w_j Toplam	1	

Entropi yöntemi ile elde edilen kriter ağırlık değerleri yorumlandığında; en yüksek öneme sahip olan kriter 2012-2015 yılı için Mobil İnternet, 2016-2019 yılı için Kablolu İnternet kriteridir. En düşük öneme sahip olan kriter 2012-2015 yılı için Kablolu İnternet, 2016-2019 yılı için Mobil İnternet kriteri olmuştur.

Tablo 6: Entropi Yöntemi ile Ağırlıklandırılmış Veri Matrisi

Ülkeler	2012-2015		2016-2019		
	Mobil İnternet	Kablolu İnternet	Mobil İnternet	Kablolu İnternet	
Avustralya	66.751	11.364	Avustralya	61.798	17.247
Avusturya	37.748	11.241	Avusturya	43.297	15.065
Belçika	28.954	14.623	Belçika	36.068	20.496
Kanada	31.055	14.667	Kanada	35.502	20.379

Çekya	34.908	11.379	Çekya	40.748	16.285
Danimarka	62.034	17.321	Danimarka	62.310	22.909
Finlandiya	70.880	13.223	Finlandiya	71.690	16.632
Fransa	35.474	16.083	Fransa	40.792	22.619
Almanya	33.907	15.087	Almanya	38.503	21.385
Yunanistan	23.226	11.673	Yunanistan	33.548	19.031
Macaristan	18.036	10.562	Macaristan	27.705	16.210
İzlanda	47.918	15.250	İzlanda	53.262	20.343
İrlanda	45.088	10.962	İrlanda	48.365	15.399
İtalya	38.075	9.845	İtalya	41.676	14.498
Japonya	66.896	11.938	Japonya	78.782	16.597
Kore	60.866	15.581	Kore	52.846	21.621
Lüksemburg	48.505	13.942	Lüksemburg	45.234	19.041
Meksika	21.261	4.520	Meksika	32.584	7.503
Hollanda	39.409	16.938	Hollanda	48.940	22.558
Yeni Zelanda	52.734	12.919	Yeni Zelanda	48.204	17.902
Norveç	50.363	15.943	Norveç	46.956	21.748
Polonya	33.371	7.616	Polonya	47.193	10.172
Portekiz	25.119	10.990	Portekiz	33.608	18.816
Slovakya	31.093	8.917	Slovakya	39.880	14.152
İspanya	41.153	11.232	İspanya	45.497	16.622
İsveç	65.581	14.065	İsveç	58.324	20.272
İsviçre	46.691	18.779	İsviçre	46.345	24.432
Türkiye	21.799	4.717	Türkiye	33.945	8.150
İngiltere	43.516	15.090	İngiltere	44.365	20.870
Amerika	58.506	12.800	Amerika	65.357	17.715
Şili	24.667	5.692	Şili	40.515	8.927
Estonya	56.480	11.618	Estonya	66.381	16.580
İsrail	39.899	10.563	İsrail	43.671	14.344
Slovenya	24.059	10.902	Slovenya	34.794	15.338
Kolombiya	17.302	4.294	Kolombiya	25.105	7.083
Letonya	41.062	10.319	Letonya	57.176	14.164
Litvanya	38.213	11.262	Litvanya	44.142	15.106

4.2. CRITIC Yöntemi ile Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Bu bölümde CRITIC yöntemi ile ağırlık hesaplaması yapılmış ve bulunan sonuçlar Tablo 9.'da verilmiştir.

Adım 1: Veri matrisinin oluşturulması ve normalize edilmesi. Tablo 3.'de yer alan veri matrisindeki elemanlar fayda ve maliyet yönlerine göre sırasıyla Eşitlik (7) veya Eşitlik (8)'de gösterilen denklem uygulanarak normalize edilir ve r_{ij} şeklinde gösterilir. Ancak çalışmada kullanılan kriterler arasında maliyet yönlü değişken bulunmadığı için yalnızca Eşitlik (7) kullanılarak normalize işlemi gerçekleştirilmiş ve Tablo 7.'de gösterilmiştir.

Tablo 7: Normalize Edilmiş Veri Matrisi

2012-2015			2016-2019		
	Mobil İnternet	Kablolu İnternet		Mobil İnternet	Kablolu İnternet
Ülkeler/Kriter Yönü	max	max	Ülkeler/Kriter Yönü	max	max
Avustralya	0.923	0.488	Avustralya	0.684	0.586
Avusturya	0.382	0.480	Avusturya	0.339	0.460
Belçika	0.217	0.713	Belçika	0.204	0.773
Kanada	0.257	0.716	Kanada	0.194	0.766
Çekya	0.329	0.489	Çekya	0.291	0.530
Danimarka	0.835	0.899	Danimarka	0.693	0.912
Finlandiya	1.000	0.616	Finlandiya	0.868	0.550
Fransa	0.339	0.814	Fransa	0.292	0.896
Almanya	0.310	0.745	Almanya	0.250	0.824
Yunanistan	0.111	0.509	Yunanistan	0.157	0.689
Macaristan	0.014	0.433	Macaristan	0.048	0.526
İzlanda	0.571	0.756	İzlanda	0.525	0.764
İrlanda	0.519	0.460	İrlanda	0.433	0.479
İtalya	0.388	0.383	İtalya	0.309	0.427
Japonya	0.926	0.528	Japonya	1.000	0.548
Kore	0.813	0.779	Kore	0.517	0.838
Lüksemburg	0.582	0.666	Lüksemburg	0.375	0.689
Meksika	0.074	0.016	Meksika	0.139	0.024
Hollanda	0.413	0.873	Hollanda	0.444	0.892
Yeni Zelanda	0.661	0.595	Yeni Zelanda	0.430	0.624
Norveç	0.617	0.804	Norveç	0.407	0.845
Polonya	0.300	0.229	Polonya	0.412	0.178
Portekiz	0.146	0.462	Portekiz	0.158	0.676
Slovakya	0.257	0.319	Slovakya	0.275	0.407
İspanya	0.445	0.479	İspanya	0.380	0.550
İsveç	0.901	0.675	İsveç	0.619	0.760
İsviçre	0.549	1.000	İsviçre	0.396	1.000
Türkiye	0.084	0.029	Türkiye	0.165	0.062
İngiltere	0.489	0.745	İngiltere	0.359	0.795
Amerika	0.769	0.587	Amerika	0.750	0.613
Şili	0.137	0.097	Şili	0.287	0.106
Estonya	0.731	0.506	Estonya	0.769	0.547
İsrail	0.422	0.433	İsrail	0.346	0.419
Slovenya	0.126	0.456	Slovenya	0.181	0.476
Kolombiya	0.000	0.000	Kolombiya	0.000	0.000
Letonya	0.443	0.416	Letonya	0.597	0.408

Litvanya	0.390	0.481	Litvanya	0.355	0.462
----------	-------	-------	----------	-------	-------

Adım 2: Kriterler arası ilişki derecesinin belirlenmesi. Herhangi bir j kriteri ile k kriteri arasındaki korelasyon değeri Eşitlik (9)'da gösterildiği gibi hesaplanır ve ρ_{jk} şeklinde ifade edilir. Hesaplanan değerler Tablo 8.'de gösterilmiştir.

Adım 3: C_j değerlerinin hesaplanması. C_j değeri hesaplanırken Eşitlik (10) ve Eşitlik (11)'den yararlanır. σ_j , j . kriterin standart sapmasını ifade etmektedir. Hesaplanan değerler Tablo 8.'de gösterilmiştir.

Tablo 8: Kriterler Arası İlişki Derecesi Matrisi ve C_j Değeri

2012-2015			2016-2019		
Kriterler	Mobil İnternet	Kablolu İnternet	Kriterler	Mobil İnternet	Kablolu İnternet
Mobil İnternet	1.000	0.523	Mobil İnternet	1.000	0.275
Kablolu İnternet	0.523	1.000	Kablolu İnternet	0.275	1.000
C_j Değeri	Mobil İnternet	Kablolu İnternet	C_j Değeri	Mobil İnternet	Kablolu İnternet
σ_j	0.280	0.245	σ_j	0.228	0.256
C_j	0.134	0.117	C_j	0.165	0.186

Adım 4: Kriter ağırlıklarının (w_j) hesaplanması. Eşitlik (12) kullanılarak kriter ağırlıkları hesaplanması yapılmış ve Tablo 9.'da gösterilmiştir.

Tablo 9: CRITIC Kriter Ağırlık Değerleri

2012-2015			2016-2019		
Kriter Ağırlık Değeri	Mobil İnternet	Kablolu İnternet	Kriter Ağırlık Değeri	Mobil İnternet	Kablolu İnternet
w_j	0.534	0.466	w_j	0.471	0.529
Toplam	1		Toplam	1	

Tablo 10: CRITIC Yöntemi ile Ağırlıklandırılmış Veri Matrisi

2012-2015			2016-2019		
Ülkeler	Mobil İnternet	Kablolu İnternet	Ülkeler	Mobil İnternet	Kablolu İnternet
Avustralya	61.224	12.674	Avustralya	61.507	17.320
Avusturya	34.622	12.536	Avusturya	43.093	15.129
Belçika	26.556	16.308	Belçika	35.898	20.583
Kanada	28.483	16.357	Kanada	35.334	20.465
Çekya	32.017	12.690	Çekya	40.556	16.354
Danimarka	56.897	19.317	Danimarka	62.017	23.006
Finlandiya	65.010	14.746	Finlandiya	71.352	16.702

Fransa	32.536	17.936	Fransa	40.600	22.715
Almanya	31.099	16.825	Almanya	38.322	21.475
Yunanistan	21.303	13.018	Yunanistan	33.390	19.112
Macaristan	16.542	11.779	Macaristan	27.575	16.278
İzlanda	43.950	17.007	İzlanda	53.011	20.429
İrlanda	41.354	12.225	İrlanda	48.137	15.464
İtalya	34.922	10.979	İtalya	41.479	14.559
Japonya	61.357	13.314	Japonya	78.411	16.667
Kore	55.826	17.377	Kore	52.597	21.713
Lüksemburg	44.488	15.549	Lüksemburg	45.021	19.121
Meksika	19.500	5.041	Meksika	32.430	7.535
Hollanda	36.145	18.890	Hollanda	48.709	22.653
Yeni Zelanda	48.367	14.407	Yeni Zelanda	47.977	17.978
Norveç	46.192	17.781	Norveç	46.735	21.840
Polonya	30.608	8.493	Polonya	46.971	10.215
Portekiz	23.038	12.257	Portekiz	33.450	18.895
Slovakya	28.518	9.944	Slovakya	39.692	14.211
İspanya	37.745	12.527	İspanya	45.283	16.692
İsveç	60.151	15.686	İsveç	58.049	20.358
İsviçre	42.824	20.943	İsviçre	46.126	24.535
Türkiye	19.994	5.261	Türkiye	33.785	8.185
İngiltere	39.913	16.829	İngiltere	44.155	20.958
Amerika	53.662	14.275	Amerika	65.049	17.790
Şili	22.624	6.348	Şili	40.324	8.965
Estonya	51.803	12.957	Estonya	66.068	16.650
İsrail	36.595	11.781	İsrail	43.466	14.405
Slovenya	22.067	12.158	Slovenya	34.630	15.403
Kolombiya	15.869	4.789	Kolombiya	24.986	7.113
Letonya	37.661	11.508	Letonya	56.906	14.224
Litvanya	35.049	12.560	Litvanya	43.934	15.170

4.3. EM Algoritması ile Kümeleme İşlemi

Bölüm 3.3.'de bahsedilen EM Algoritmasına göre ilk olarak; Entropi yöntemi ile elde edilen ağırlıkların 37 OECD ülkesinin 2012-2015 ve 2016-2019 yıllarına ayrılan gruplar için oluşturulan verilere yansıtılarak 2 farklı kümeleme işlemi yapılmış ve ortaya çıkan kümeler Tablo 11.'de gösterilmiştir. Sonrasında da Bölüm 3.2.'de bahsedilen CRITIC yöntemi ile elde edilen ağırlıkların 37 OECD ülkesinin 2012-2015 ve 2016-2019 yıllarına ayrılan gruplar için oluşturulan verilere yansıtılarak 2 farklı kümeleme işlemi daha yapılmış ve ortaya çıkan kümeler Tablo 12.'de gösterilmiştir. Böylece toplamda 4 farklı kümeleme işlemi yapılmıştır.

Çalışmada, WEKA programı içerisindeki farklı kümeleme algoritmalarının test edilmesi neticesinde en tutarlı sonuçları EM Algoritmasının verdiği tespit edilmiştir. Kümeleme işlemi yapılırken küme sayısı literatürde en

çok kullanılan $k = (n/2)^{1/2}$ eşitliğinden faydalanılarak hesaplanmıştır. Burada k küme n ise kümelenecek birim sayısını göstermektedir (Turanlı vd., 2006, s. 100). Bu çalışmada da eşitlik kullanılarak yapılan hesaplama göre küme sayısı 5 olarak belirlenmiştir. Entropi ve CRITIC yöntemlerine göre ağırlıklandırılmış veriler (Tablo 6. ve Tablo 10.) EM Algoritmasında kullanılmış ve 4 farklı kümeleme sonucunda oluşan kümelerin WEKA programından elde edilen 2012-2015 yılları Entropi-EM Algoritması sonuçları Şekil 3.'de, 2016-2019 yılları arasında elde edilen sonuçlar ise Şekil 4.'de, yine 2012-2015 yılları arasındaki CRITIC-EM Algoritması sonuçları Şekil 5.'de ve 2016-2019 yılları arasındaki sonuçlar ise Şekil 6.'da program çıktısı olarak gösterilmiştir.

Şekillerde yer alan Clustered Instances (Kümelmiş örnekler) altında yer alan veriler, 5 farklı kümenin barındırdığı eleman sayılarını yani ülkelerin hangi küme içerisinde yer aldığını ifade etmekte ve bu sayıların yüzdesel olarak oranları görülmektedir. Ayrıca aşağıda yer alan Tablo 11. ve Tablo 12.'de ülkelerin yer aldığı kümeler listelenmiş ve detaylı olarak açıklanmıştır.

The screenshot shows the Weka Explorer interface with the EM clustering algorithm applied to the 2012-2015 dataset. The 'Clusterer output' section displays the following data:

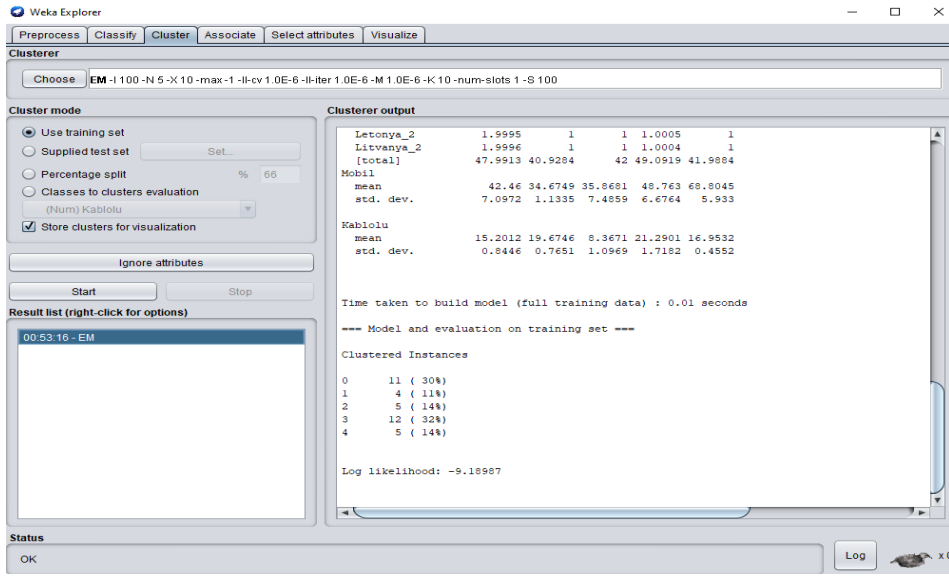
Cluster	Letonya	Litvanya	[total]	mean	std. dev.
0	1	1	40.9871	21.2468	2.6222
1	1	1	45.971	62.1755	5.6586
2	1	1	47.0142	40.7814	7.7196
3	1	1	44.8585	39.565	2.8229
4	1	1	43.1693	26.0643	5.278
5	1	1	10.1364	10.1364	1.4318

The 'Clustered Instances' section shows the following distribution:

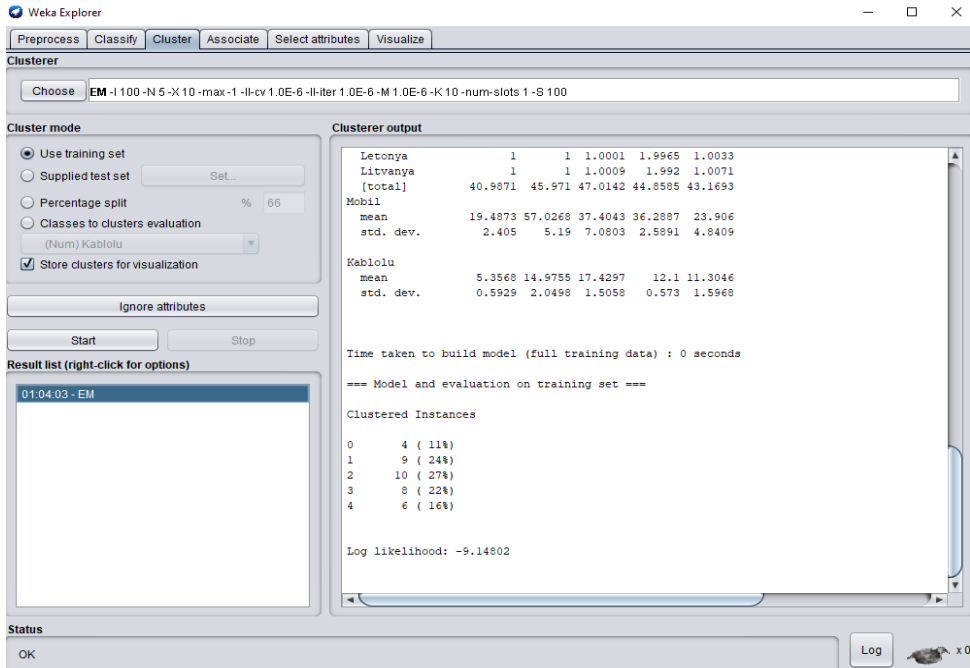
Cluster	Count	Percentage
0	4	11%
1	9	24%
2	10	27%
3	8	22%
4	6	16%

The 'Log likelihood' is -9.12538. The time taken to build the model is 0.02 seconds.

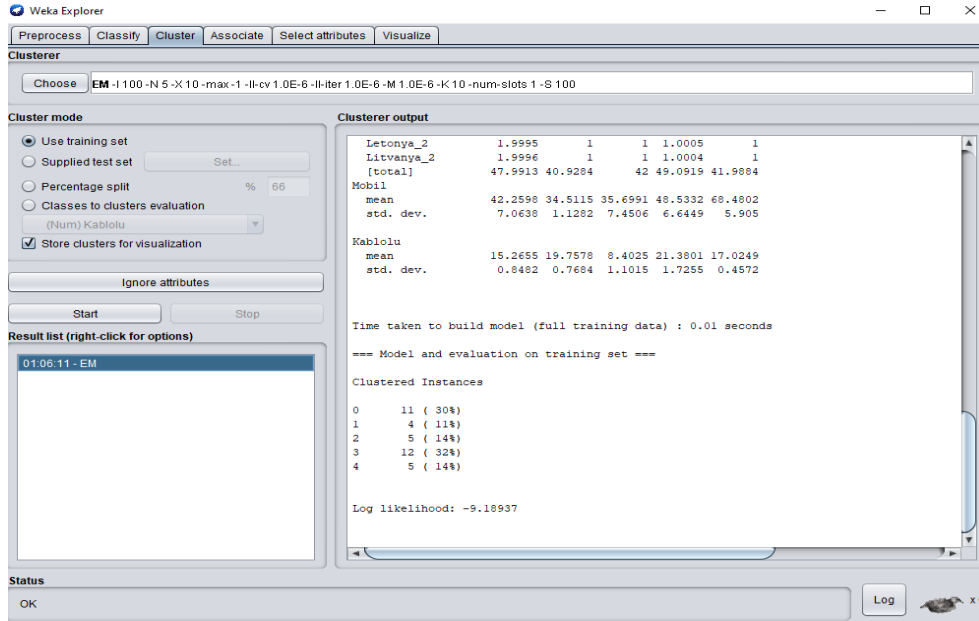
Şekil-3: Entropi-EM Algoritması 2012-2015 Yılı Kümeleme Sonuç Ekranı



Şekil-4: Entropi-EM Algoritması 2016-2019 Yılı Kümeleme Sonuç Ekranı



Şekil-5: CRITIC-EM Algoritması 2012-2015 Yılı Kümeleme Sonuç Ekranı



Şekil-6: CRITIC-EM Algoritması 2016-2019 Yılı Kümeleme Sonuç Ekranı

WEKA programı ile yapılan kümeleme analizi sonucunda elde edilen kümeler Tablo 11. ve Tablo 12.'de görülmektedir.

Tablo 11: Entropi Yöntemi ile Elde Edilen Sonuçların Kümelenmesi

2012-2015				
Küme 1	Küme 2	Küme 3	Küme 4	Küme 5
Meksika	Avustralya	Belçika	Avusturya	Yunanistan
Türkiye	Danimarka	Kanada	Çekya	Macaristan
Şili	Finlandiya	Fransa	İrlanda	Polonya
Kolombiya	Japonya	Almanya	İtalya	Portekiz
	Kore	İzlanda	İspanya	Slovakya
	Yeni Zelanda	Lüksemburg	İsrail	Slovenya
	İsveç	Hollanda	Letonya	
	Amerika	Norveç	Litvanya	
	Estonya	İsviçre		
2016-2019				
Küme 1	Küme 2	Küme 3	Küme 4	Küme 5
Avusturya	Belçika	Meksika	Danimarka	Avustralya
Çekya	Kanada	Polonya	Fransa	Finlandiya
Macaristan	Yunanistan	Türkiye	Almanya	Japonya

İrlanda	Portekiz	Şili	İzlanda	Amerika
İtalya		Kolombiya	Kore	Estonya
Slovakya			Lüksemburg	
İspanya			Hollanda	
İsrail			Yeni Zelanda	
Slovenya			Norveç	
Letonya			İsveç	
Litvanya			İsviçre	
			İngiltere	

Tablo 11.'e bakıldığında; 2012-2015 yılları arasında Küme 1'de Meksika, Türkiye Şili ve Kolombiya bulunurken, 2016-2019 yılları arasındaki kümeleme sonucunda bu ülkelerin yanına Polonya dahil olduğu görülmektedir. 2012-2015 yılları arasında Küme 2'de Avustralya, Danimarka, Finlandiya, Japonya, Kore, Yeni Zelanda, İsveç, ABD, Estonya yer alırken, 2016-2019 yıllarında Avustralya, Finlandiya, Japonya, ABD ve Estonya benzer şekilde aynı kümede yer almış ancak Danimarka, Yeni Zelanda, Kore ve İsveç farklı olarak Küme 4'te yer almıştır.

Tablo 12: CRITIC Yöntemi ile Elde Edilen Sonuçların Kümelenmesi

2012-2015				
Küme 1	Küme 2	Küme 3	Küme 4	Küme 5
Meksika	Avustralya	Belçika	Avusturya	Yunanistan
Türkiye	Danimarka	Kanada	Çekya	Macaristan
Şili	Finlandiya	Fransa	İrlanda	Polonya
Kolombiya	Japonya	Almanya	İtalya	Portekiz
	Kore	İzlanda	İspanya	Slovakya
	Yeni Zelanda	Lüksemburg	İsrail	Slovenya
	İsveç	Hollanda	Letonya	
	Amerika	Norveç	Litvanya	
	Estonya	İsviçre		
		İngiltere		
2016-2019				
Küme 1	Küme 2	Küme 3	Küme 4	Küme 5
Avusturya	Belçika	Meksika	Danimarka	Avustralya
Çekya	Kanada	Polonya	Fransa	Finlandiya
Macaristan	Yunanistan	Türkiye	Almanya	Japonya
İrlanda	Portekiz	Şili	İzlanda	Amerika
İtalya		Kolombiya	Kore	Estonya
Slovakya			Lüksemburg	
İspanya			Hollanda	
İsrail			Yeni Zelanda	
Slovenya			Norveç	
Letonya			İsveç	

Litvanya			İsviçre	
			İngiltere	

Tablo 12.'ye bakıldığında da; 2012-2015 yılları arasında Küme 3'de Belçika, Kanada, Fransa, Almanya, İzlanda, Lüksemburg, Hollanda, Norveç, İsviçre ve İngiltere yer alırken 2016-2019 yılları arasındaki kümeleme sonucunda, Belçika ve Kanada'nın Küme 2'de yer aldığı, 2012-2015 yılında Küme 2'de bulunan Danimarka ve Yeni Zelanda'nın, 2016-2019 yılında Küme 4'de yer aldığı; Danimarka, Fransa, Almanya, İzlanda, Kore, Lüksemburg, Hollanda, Yeni Zelanda, Norveç, İsveç, İsviçre ve İngiltere ile aynı kümede yer aldığı görülmektedir.

4.4. 2012-2015 Dönemi ile 2016-2019 Dönemi Arasında İnternet Kullanım Düzeyi Arasındaki İlişki

OECD üyesi ülkelerinin 2012-2015 dönemi mobil internet kullanımı ile 2016-2019 dönemi mobil internet kullanımı, 2012-2015 dönemi kablolu internet kullanımı ile 2016-2019 dönemi kablolu internet kullanımı ve 2012-2015 dönemi genel internet kullanımı ile 2016-2019 dönemi genel internet kullanımları arasındaki farkların anlamlılık düzeylerinin tespit edilmesi için Wilcoxon testi yapılmış ve sonuçları Tablo 13.'de görülmektedir.

Tablo 13: 2012-2015 Dönemi ile 2016-2019 Dönemi Arasındaki Farklılığın Anlamlılığını İçin Yapılmış Wilcoxon Testi Sonuçları

	N	Ortalama	Standart Sapma		N	Z	P
2016-2019 Mobil İnternet Kullanımı	37	98004,72	25870,56	Negatif Sıralar	0 ^a		
2012-2015 Mobil İnternet Kullanımı	37	70721,21	25804,22	Pozitif Sıralar	37 ^b	-5,303 ^b	0,000<0.001
				Eşit	0 ^c		
				Toplam	37		
2016-2019 Kablolu İnternet Kullanımı	37	32216,67	8436,93	Negatif Sıralar	1 ^d		
2012-2015 Kablolu İnternet Kullanımı	37	28694,75	8482,84	Pozitif Sıralar	36 ^e	-5,288 ^b	0,000<0.001
				Eşit	0 ^f		
				Toplam	37		

2016-2019 Toplan İnternet Kullanımı	37	130221,40	29336,00	Negatif Sıralar	0 ^g		
2012-2015 Toplan İnternet Kullanımı	37	99415,97	31095,91	Pozitif Sıralar	37 ^h	- 5,303 ^b	0,000<0.001
				Eşit	0 ⁱ		
				Toplam	37		
a. 2016-2019 mobil internet kullanımı < 2012-2015 mobil internet kullanımı b. 2016-2019 mobil internet kullanımı > 2012-2015 mobil internet kullanımı c. 2016-2019 mobil internet kullanımı = 2012-2015 mobil internet kullanımı d. 2016-2019 kablolu internet kullanımı < 2012-2015 kablolu internet kullanımı e. 2016-2019 kablolu internet kullanımı > 2012-2015 kablolu internet kullanımı f. 2016-2019 kablolu internet kullanımı = 2012-2015 kablolu internet kullanımı g. 2016-2019 toplam internet kullanımı < 2012-2015 toplam internet kullanımı h. 2016-2019 toplam internet kullanımı > 2012-2015 toplam internet kullanımı i. 2016-2019 toplam internet kullanımı = 2012-2015 toplam internet kullanımı							

Tablo 13.'den de anlaşılacağı gibi OECD üyesi ülkelerin 2012-2015 dönemi mobil internet kullanımı ile 2016-2019 dönemi mobil internet kullanımı, 2012-2015 dönemi kablolu internet kullanımı ile 2016-2019 dönemi kablolu internet kullanımı ve 2012-2015 dönemi genel internet kullanımı ile 2016-2019 dönemi genel internet kullanımları arasındaki farklar istatistiksel olarak $p < 0.001$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Söz konusu farklılıklar; 2016-2019 dönemi mobil internet kullanımı, 2016-2019 dönemi kablolu internet kullanımı ve 2016-2019 dönemi genel internet kullanımları lehine gerçekleşmiştir. Yani, ortalamalardan da görüldüğü gibi internet kullanımının 2016-2019 döneminde 2012-2015 dönemine göre (mobil, kablolu ve genel) anlamlı bir şekilde artmıştır. Sadece bir ülkede (Finlandiya) 2016-2019 dönemindeki kablolu internet kullanımı 2012-2015 dönemindeki kablolu internet kullanımından düşük çıkmıştır.

4.5. Kümeler Arası Farklılıklar Kruskal Wallis-H Testi ile Analizi

OECD üyesi ülkelerinin 2012-2015 dönemi mobil ve kablolu internet kullanım verileri ile uygulanan EM Algoritmasına göre oluşan 5 küme arasındaki farklılıkların analizi için Kruskal Wallis-H testi uygulanmıştır. Ortaya çıkan sonuçlar Tablo 14.'de görülmektedir.

Tablo 14: 2012-2015 Dönem Verilerine Göre Oluşan Kümeler Arasındaki Farklılıkların Analizi İçin Kruskal Wallis-H Testi Sonuçları

	Küme	N	Sıra Ort	sd	X ²	p
2012-2015 Mobil İnternet Kullanımı	Küme 1	4	3,75			
	Küme 2	9	33,00	4	29,986	0,000
	Küme 3	10	19,50			
	Küme 4	8	19,00			
	Küme 5	6	7,33			
	Toplam	37				
2012-2015 Kablolu İnternet Kullanımı	Küme 1	4	2,50			
	Küme 2	9	24,44	4	30,099	0,000
	Küme 3	10	30,90			
	Küme 4	8	12,50			
	Küme 5	6	10,67			
	Toplam	37				
2012-2015 Toplam İnternet Kullanımı	Küme 1	4	2,50			
	Küme 2	9	32,67	4	31,440	0,000
	Küme 3	10	21,90			
	Küme 4	8	16,88			
	Küme 5	6	7,50			
	Toplam	37				
p<0.05						

Kruskal Wallis-H Testi sonuçlarına göre 2012-2015 dönemi; mobil internet kullanımında ($X^2=29,986$, $p<0.001$) kablolü internet kullanımında ($X^2=30,099$, $p<0.001$) ve genel internet kullanımında ($X^2=31,440$, $p<0.001$) kümeler arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır. Kümelerin sıra ortalamaları dikkate alındığında 2012-2015 dönemi; mobil internet kullanımında küme 2, kablolü internet kullanımında küme 3 ve genel internet kullanımında küme 2 ilk sırada yer almaktadır. Diğer kümeler ise; her üç kullanım şeklinde de küme 2(3) > küme 3(2) > küme 4 > küme 5 > küme 1 şeklinde sıralanmaktadır. OECD üyesi ülkelerinin 2016-2019 dönemi mobil internet kullanımı ve kablolü internet kullanımı verileri kullanılarak uygulanan EM Algoritmasına göre oluşan 5 küme arasındaki farklılıkların analizi için Kruskal Wallis-H testi uygulanmıştır. Ortaya çıkan sonuçlar Tablo 15.'de görülmektedir.

Tablo 15: 2016-2019 Dönem Verilerine Göre Oluşan Kümeler Arasındaki Farklılıkların Analizi İçin Kruskal Wallis-H Testi Sonuçları

	Küme	N	Sıra Ort	sd	X ²	p
2012-2015 Mobil İnternet Kullanımı	Küme 1	11	16,00			
	Küme 2	4	6,50	4	22,929	0,000
	Küme 3	5	9,20			
	Küme 4	12	23,42			
	Küme 5	5	34,80			
	Toplam	37				
2012-2015 Kablolu İnternet Kullanımı	Küme 1	11	11,18			
	Küme 2	4	26,00	4	32,283	0,000
	Küme 3	5	3,00			
	Küme 4	12	30,67			
	Küme 5	5	18,60			
	Toplam	37				
2012-2015 Toplam İnternet Kullanımı	Küme 1	11	14,64			
	Küme 2	4	9,00	4	28,353	0,000
	Küme 3	5	5,00			
	Küme 4	12	25,75			
	Küme 5	5	34,40			
	Toplam	37				
p<0.05						

Kruskal Wallis-H Testi sonuçlarına göre 2016-2019 dönemi; mobil internet kullanımında ($X^2=22,929$, $p<0.001$) kablolu internet kullanımında ($X^2=32,283$, $p<0.001$) ve genel internet kullanımında ($X^2=28,853$, $p<0.001$) kümeler arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır. Kümelerin sıra ortalamaları dikkate alındığında 2016-2019 dönemi; mobil internet kullanımında küme 5, kablolu internet kullanımında küme 4 ve genel internet kullanımında küme 5 ilk sırada yer almaktadır. Diğer kümeler ise; mobil internet kullanımında $5>4>1>3>2$, kablolu internet kullanımında $4>2>5>1>3$ ve toplam internet kullanımında da $5>4>1>2>3$ şeklinde sıralanmaktadır..

5. SONUÇ

Gerçekleştirilen 4 farklı kümelemede de (2012-2015-Entropi-EM, 2012-2015-Critic-EM, 2016-2019-Entropi-EM ve 2016-2019-Entropi-EM) kümeler arası değişiklikler yalnızca yıllara ayrılan gruplar arasında (2012-2015, 2016-2019) meydana gelmiştir. Diğer bir ifadeyle; 2012-2015-Entropi-EM ile 2012-2015-Critic-EM sonuçlarında oluşan kümelerdeki ülkeler, 2016-2019-Entropi-EM ile 2016-2019-Critic-EM sonucunda oluşan kümelerdeki ülkeler aynıdır.

Entropi ağırlıklı yapılan kümelemede, Küme 1’de yer alan Meksika, Türkiye, Şili ve Kolombiya ülkeleri, CRITIC ağırlıklı yapılan kümeleme işleminde de Küme 1’de yer almışlar ve bu tüm kümelerde aynı şekilde gerçekleşmiştir. Yapılan çalışma, gelişmiş ve altyapılarına yatırım yapan ülkelerin genel itibariyle benzer kümelerde yer aldığını göstermiştir. Farklı kümelerde yer alan ülkeler ise nüfus ve diğer etkenlere bağlı olarak yıllar içerisinde birbirine yakın internet abonelik oranı ile karşımıza çıkmıştır. Ayrıca 2016-2019 dönemindeki internet kullanımının 2012-2015 döneminde kullanılan internet kullanımına göre artışın istatistiksel olarak $p < 0.001$ düzeyinde anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır. Sadece Finlandiya’da 2016-2019 dönemindeki kablolu internet kullanımı 2012-2015 dönemindeki kablolu internet kullanımından düşük çıkmıştır. Yine 2012-2015 ve 2016-2019 dönemlerinde EM algoritmasına göre oluşturulan kümeler arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Kümelerin sıra ortalamaları dikkate alındığında 2012-2015 dönemi; mobil internet kullanımında ve genel internet kullanımında küme 2, kablolu internet kullanımında da küme 3 ilk sırada yer almaktadırlar. 2016-2019 dönemi; mobil internet kullanımında ve genel internet kullanımında küme 5, kablolu internet kullanımında da küme 4 ilk sırada yer almaktadır.

Ortaya çıkan sonuçlar, gelişmiş ülkelerin yer aldığı kümelerin dışında kalan ülkelerin, vatandaşları için altyapı geliştirmeleri ve internet kullanımına teşvik edici çalışmalar yapması gerektiğini göstermiş ve bu durum özellikle uzaktan çalışma/egitim süreçlerinde vatandaşların internete ulaşımı hususunda güçlük çekmemeleri için önemli rol oynamaktadır.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgular göz önüne alındığında, ülkelerin internet altyapılarını geliştirme süreçlerinin daha hızlı ilerlemesi ve gelişmiş ülkelerin standardını diğer ülkelerin de yakalaması açısından yapılan bu çalışmanın önemli bir rol oynaması hedeflenmektedir. Elbette teknolojinin gelişmesi ile her geçen yıl internet abonelikleri ve internet kullanım miktarı artmakla birlikte aynı oranda ülkelerin internet altyapılarına yaptıkları geliştirmelerinde hız kazanması önem arz etmektedir. Bu sonuçlar ışığında vatandaşların gerekli kurumlara devamlı olarak altyapı geliştirme hususunda istek ve öneride bulunmaları önerilebilir. Ayrıca altyapı sağlayıcıları daha stabil ve yüksek bant genişliğine sahip teknolojiler kullanarak ya da teknoloji alanında öncülük gösteren firmalar ile anlaşarak geleceğe dönük çalışmalar yürütebilir. Literatür taramaları sonucunda elde edilen bilgiler neticesinde kümeleme ile ilgili yapılan araştırmalar birçok çalışmada yer edinmiş ancak OECD içerisinde yer alan ülkelerin internet kullanımları ile ilgili doğrudan bir kümeleme çalışmasına rastlanamamıştır. Bu sebeple yapılan çalışmanın literatüre zenginlik katarak gelişmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte çalışmanın

yapıldığı zaman diliminde pandemi dönemini kapsayan OECD verileri yayınlanmadığından dolayı pandemi öncesi ve sonrası şeklinde karşılaştırma yapılamamıştır. Bu doğrultuda OECD verilerinin yıllar içinde güncellenmesi ile birlikte gelecek çalışmalarda mevcut bulgulardan da yararlanılarak farklı kümeleme algoritmaları ile karşılaştırmalı analizler yapılabilir ayrıca pandemi dönemindeki internet kullanımı ve ülkelerin sahip olduğu internet altyapılarının pandemi gibi beklenmedik durumlarda kullanıcılara yeterli olup olmadığı gibi konular ele alınarak yapılacak çalışmalar ile literatür zenginleştirilebilir.

6. ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

7. MADDİ DESTEK

Bu çalışmada herhangi bir fon veya destekten yararlanılmamıştır.

8. YAZAR KATKILARI

KBA: Fikir;

KBA, NÖ: Tasarım;

NÖ, MK: Denetleme;

KBA: Kaynakların toplanması ve/veya işlenmesi;

KBA, NÖ, MK: Analiz ve/veya yorum;

KBA: Literatür taraması;

KBA: Yazıyı yazan;

MK: Eleştirel inceleme

9. ETİK KURUL BEYANI VE FİKRİ MÜLKİYET TELİF

HAKLARI

Bu çalışmada yapılan analizler için etik kurul izni gerekmemektedir.

10. KAYNAKÇA

- Acock, A. (2005). Working with missing values. *Journal of Marriage and Family*, 1012-1028.
- Akın, Y. K. (2008). Veri madenciliğinde kümeleme algoritmaları ve kümeleme analizi (Doktora Tezi).
- Artan, S., Kalaycı, C. (2011). İnternetin Uluslararası Ticaret Üzerindeki Etkileri: OECD Ülkeleri Örneği. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 10 (2), 175-187.
- Baki, R. (2020). Evaluating hotel websites through the use of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*.
- Barreto, S., Ferreira, C., Paixao, J., Santos, B. S. (2007). Using clustering analysis in a capacitated location-routing problem. *European Journal of Operational Research*, 179(3), 968-977.
- Benavent, A. P., Ruiz, F. E., Martinez, J. S. (2006, Augt). Ebem: An entropy-based em algorithm for gaussian mixture models. In 18th International Conference on Pattern Recognition (ICPR'06) (Vol. 2, pp. 451-455).

- Borman, S. (2004). The expectation maximization algorithm—a short tutorial. Introduces the Expectation Maximization (EM) algorithm and fleshes out the basic mathematical results, including a proof of convergence. The Generalized EM algorithm is also introduced, July 2004, 1-8.
- Cerquitelli, T., Servetti, A., & Masala, E. (2016). Discovering users with similar internet access performance through cluster analysis. *Expert Systems with Applications*, 64, 536-548.
- Chen, C. Y., Ye, F. (2012, May). Particle swarm optimization algorithm and its application to clustering analysis. In 2012 Proceedings of 17th Conference on Electrical Power Distribution, 789-794.
- Çakmak, Z. (1999). Kümeleme analizinde geçerlilik problemi ve kümeleme sonuçlarının değerlendirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (3), 187-205.
- Çelik, Ş. (2013). Kümeleme analizi ile sağlık göstergelerine göre Türkiye'deki illerin sınıflandırılması. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 14(2), 175-194.
- Dempster, A. P., Laird, N. M., & Rubin, D. B. (1977). Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 39(1), 1-22.
- Diakoulaki, D., Mavrotas, G., Papayannakis, L. (1995). Determining objective weights in multiple criteria problems: The critic method. *Computers & Operations Research*, 22(7), 763-770.
- Ding, L., Shi, P., & Liu, B. (2010, Eki). The clustering of internet, internet of things and social network. In 2010 Third International Symposium on Knowledge Acquisition and Modeling, 417-420.
- Eren, H., Ömürbek, N. (2019). Türkiye'nin sağlık göstergeleri açısından kümelenmesi ve performans analizi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(29), 421-452.
- Erman, J., Arlitt, M., & Mahanti, A. (2006, Eyl). Traffic classification using clustering algorithms. In Proceedings of the 2006 SIGCOMM workshop on Mining network data, 281-286.
- Ersöz, F. (2009). OECD'ye üye ülkelerin seçilmiş sağlık göstergelerinin kümeleme ve ayırma analizi ile karşılaştırılması. *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi*, 29(6), 1650-1659.
- Feder, M., Weinstein, E. (1988). Parameter estimation of superimposed signals using the EM algorithm. *IEEE Transactions on acoustics, speech, and signal processing*, 36(4), 477-489.
- Gan, H., Sang, N., Huang, R., Tong, X., Dan, Z. (2013). Using clustering analysis to improve semi-supervised classification. *Neurocomputing*, 101, 290-298.
- Ghosh, R., Surachawala, T., Lerman, K. (2011). Entropy-based classification of 'retweeting' activity on twitter. *arXiv preprint arXiv:1106.0346*.
- Güriş, S., & Kızıllarlan, Ş. (2017). Dengesiz panel veri modeli ile em algoritması sonuçlarının karşılaştırılması. *Journal Of Marmara University Social Sciences Institute/Öneri*, 12(47), 15-30.

- Haegeman, B., Etienne, R. S. (2010). Entropy maximization and the spatial distribution of species. *The American Naturalist*, 175(4), E74-E90.
- Hartigan, J. A. (1975). Clustering algorithms. John Wiley & Sons, 9-10.
- Hosman, L., & Howard, P. N. (2010). Information Policy and Technology Diffusion: Lessons from Bosnia, Croatia, Macedonia, Montenegro, Serbia and Slovenia. World Information Access Project Working Paper, 5.
- Internet World Stats, <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>, (19.12.2020).
- Jahan, A., Mustapha, F., Sapuan, S. M., Ismail, M. Y., Bahraminasab, M. (2012). A framework for weighting of criteria in ranking stage of material selection process. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 58(1), 411-420.
- Karaatlı, M., Karataş, T., Ömürbek, N. (2020). Ülkelerin insani özgürlük endeksine göre kümelenmesi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(3), 271-286.
- Karami, A., Johansson, R. (2014). Utilization of multi attribute decision making techniques to integrate automatic and manual ranking of options. *Journal of Information Science and Engineering*, 30, 519-534.
- Ketchen, D. J., & Shook, C. L. (1996). The application of cluster analysis in strategic management research: an analysis and critique. *Strategic management journal*, 17(6), 441-458.
- Kiani, B. (2017). Novel Repair Material Selection Methodology for Concrete Structures and Related Long-term Performance Prediction Model (Doctoral dissertation, University of Akron).
- Köse, İ. (2018). Veri Madenciliği Teori Uygulama ve Felsefesi, Papatya Bilim.
- Louis, T. A. (1982). Finding the observed information matrix when using the EM algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 44(2), 226-233.
- Madbully, D., Maravelakis, P., & Mahmoud, M. (2013). The effect of methods for handling missing values on the performance of the mewma control chart. *Communications in Statistics - Simulation and Computation*, 1437-1454.
- Martin, S. P., & Robinson, J. P. (2007). The income digital divide: Trends and predictions for levels of Internet use. *Social problems*, 54(1), 1-22.
- Morris, M., & Ogan, C. (2004). The internet as mass medium, d mcquail (ed.), *McQuail's Reader in Mass Communication Theory*, 134-145.
- Muthén, B., Shedden, K. (1999). Finite mixture modeling with mixture outcomes using the EM algorithm. *Biometrics*, 55(2), 463-469.
- OECD Data, "Broadband database", <https://data.oecd.org/innovation-and-technology.htm#profile-Broadband%20access>, (19.12.2020).
- OECD Data, "ICT access and Usage by Households and Individuals", <https://data.oecd.org/ict/internet-access.htm>, (19.12.2020).
- Ömürbek, N., Dağ, O., Eren, H. (2020). EM algoritmasına göre kümelenen havalimanlarının borda sayım yöntemi ile değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 34(2), 491-514.

- Räsänen, P., & Kouvo, A. (2007). Linked or divided by the web?: Internet use and sociability in four European countries. *Information, Community and Society*, 10(2), 219-241.
- Sonğur, C. (2016). Sağlık göstergelerine göre Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü ülkelerinin kümeleme analizi. *SGD-Sosyal Güvenlik Dergisi*, 6(1), 197-224.
- Tatlıdil, H. (1992). *Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel analiz*, Ankara, Engin Yayınevi.
- Turanlı, M., Özden, Ü. H., & Türedi, S. (2006). Avrupa birliği'ne aday ve üye ülkelerin ekonomik benzerliklerinin kümeleme analiziyle incelenmesi, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(9), 95-108.
- Vermaas, K., & Van De Wijngaert, L. (2007). Cluster analysis of internet users: A longitudinal examination. *Innovating For and by Users*, 39-52.
- Wang, T.C. & Lee, H.D. (2009). Developing a fuzzy TOPSIS approach based on subjective weights and objective weights. *Expert Systems with Applications*, 36 (5), 8980-8985.
- Wang, Y., Xiang, Y., Zhang, J., Zhou, W., Wei, G., Yang, L. T. (2013). Internet traffic classification using constrained clustering. *IEEE transactions on parallel and distributed systems*, 25(11), 2932-2943.
- Zhang, H., Gu, C.L., Gu, L.W., Zhang, Y. (2011). The evaluation of tourism destination competitiveness by TOPSIS & information entropy - A case in the Yangtze River Delta of China. *Tourism Management*, 32, 443-451.