



Üniversitelerde Sürdürülebilirliğin İncelenmesi: LOPCOW ve MEREC Tabanlı CoCoSo Yöntemleriyle Çevreci Üniversitelerin Analizi

Öğr. Gör. Esra YAŞAR

İstanbul Şişli Meslek Yüksekokulu, Ulaştırma Hizmetleri Bölümü, Sivil Havacılık Kabin Hizmetleri Programı, İstanbul. esra.yasar@sisli.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-0313-9126>

Merve ÜNLÜ

Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Havacılık Yönetimi Anabilim Dalı, Kayseri. merveunlu464@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0404-5463>

Özet

Yeşil üniversite kavramı, sürdürülebilir kalkınma ve doğal kaynakların kullanımına ilişkin kaygılar nedeniyle ortaya çıkmıştır. Çeşitli kurum ve kuruluşlar, üniversiteleri yeşil veya yeşil olmayan şeklinde sıralayarak, sürdürülebilirlik performanslarını karşılaştırabilmeyi mümkün kılmaktadır. UI GreenMetric tarafından yayınlanan raporlar da, günümüzde dünya çapındaki üniversitelerin sürdürülebilirlik performanslarını karşılaştırabilmek için en yaygın olarak benimsenen sistemlerden bir tanesidir. Bu bağlamda çalışmanın amacı, UI GreenMetric tarafından 2022 yılında Türkiye’de çevreci üniversite olarak seçilen 8 üniversitenin, 2018-2022 yılları arasındaki sürdürülebilirlik performanslarını değerlendirmektir. Çalışma kapsamında enerji ve iklim değişikliği, atık, su, ulaşım, eğitim ve araştırma kriterleri kullanılmıştır. ÇKKV yöntemlerinden LOPCOW ve MEREC yöntemleri kullanılmış ve bu iki yöntemin birbirine entegre edilmesiyle oluşan ortak ağırlıklandırma yöntemi ile kriterlerin önem düzeyleri belirlenmiş, CoCoSo yöntemiyle de ilgili üniversitelerin sürdürülebilirlik performansları sıralanmıştır. LOPCOW yöntemi sonucunda en önemli kriterin atık, MEREC yöntemi sonucunda ise en önemli kriterin enerji ve iklim değişikliği olduğu sonucuna ulaşılmıştır. CoCoSo yöntemi sonuçlarına göre, 2018-2022 yılları arasında sürdürülebilirlik performansı en yüksek olan üniversitenin ODTÜ olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çevreci Üniversite, Sürdürülebilirlik, MEREC, LOPCOW, CoCoSo.

Makale Gönderme Tarihi: 02.03. 2023

Makale Kabul Tarihi: 09. 05. 2023

Önerilen Atıf:

Yaşar, E., Ünlü, M. (2023). Üniversitelerde Sürdürülebilirliğin İncelenmesi: LOPCOW ve MEREC Tabanlı CoCoSo Yöntemleriyle Çevreci Üniversitelerin Analizi, *İşletme Akademisi Dergisi*, 4 (2): 125-142.



Examining Sustainability in Universities: An Analysis of Green Universities with LOPCOW and MEREC Based CoCoSo Methods

Öğr. Gör. Esra YAŞAR

İstanbul Şişli Vocational School, Civil Aviation and Cabin Services Program, İstanbul.
esra.yasar@sisli.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-0313-9126>

Merve ÜNLÜ

Erciyes University, Institute of Social Sciences, Civil Aviation Management, Kayseri.
merveunlu464@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0404-5463>

Abstract

The concept of a green university has emerged due to concerns about sustainable development and the use of natural resources. Various institutions and organizations make it possible to compare their sustainability performance by ranking universities as green or non-green. Reports published by UI GreenMetric are also one of the most widely adopted systems today to be able to compare the sustainability performance of universities worldwide. In this context, the aim of the study is to evaluate the sustainability performances of 8 universities selected by UI GreenMetric as environmentalist universities in Turkey in 2022 between 2018-2022. Within the scope of the study, energy and climate change, waste, water, transportation, education and research criteria were used. LOPCOW and MEREC methods, which are among the MCDM methods, were used and the importance levels of the criteria were determined by the common weighting method formed by integrating these two methods and the sustainability performances of the relevant universities were listed with the CoCoSo method. As a result of the LOPCOW method, it was concluded that the most important criterion was waste and the most important criterion as a result of the MEREC method was energy and climate change. According to the results of the CoCoSo method, it was determined that METU was the university with the highest sustainability performance between 2018-2022.

Keywords: Green University, Sustainability, MEREC, LOPCOW, CoCoSo.

Received: 02.03. 2023

Accepted: 09. 05. 2023

Suggested Citation:

Yaşar, E., Ünlü, M. (2023). Examining Sustainability in Universities: An Analysis of Green Universities with LOPCOW and MEREC Based CoCoSo Methods, *Journal of Business Academy*, 4 (2): 125-142.

1. GİRİŞ

Sürdürülebilirlik kavramının ortaya çıkışı Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu olan Brundtland Raporu'na dayanmaktadır (Brundtland vd., 1987). Sürdürülebilirlik, toplumun yaşam standartlarının yükselmesi için doğa ile olan etkileşimdir. Aynı zamanda çevresel kalitenin sürdürülmesi fikri ile ilişkilidir (Bell ve Mors, 2012). Günümüz dünyasında doğal kaynakların tükenmesi, doğal afetlerin artması gibi nedenlerden dolayı çevre bilinci oldukça artış göstermiştir (Lozano, 2006). Üniversitelerin toplumdaki kendine özgü misyonu, sürdürülebilirliğin sağlanmasında önemli bir rol oynamaktadır (Dagiliütė vd. 2018). Üniversite çevresinde uygulanan faaliyetler, eğitim, araştırma ve günlük operasyonlar yoluyla sürdürülebilir kalkınmaya önemli katkılar sağlamaktadır (Wright ve Horst, 2013). Sürdürülebilir kalkınma; sosyal, ekonomik ve çevresel faktörleri içerdiğinden üniversite faaliyetlerini de kapsamaktadır.

Sürdürülebilir bir üniversite, hem bölgesel hem de dünya çapında zararlı çevresel faaliyetlerin, sosyal ve sağlık anlamında etkilerinin azaltılmasını veya tamamen ortadan kaldırılmasını teşvik eden yükseköğretim kurumları olarak tanımlanabilmektedir. Üniversitelerin kaynak kullanımın analizi, belirli bir toplumda sürdürülebilir davranışların gelişimini etkileyebilmektedir (Velazquez vd., 2006). Çevresel sürdürülebilirlik konusunun üniversiteler açısından önemi, literatürde çok sayıda ulusal ve uluslararası bildiri ile doğrulanmaktadır (Lozano vd., 2013). Son yıllarda "BM Gündemi 2030" ve UNESCO "Sürdürülebilir Kalkınma İçin Eğitim" girişimleri, daha sürdürülebilir bir toplum inşa etmeye ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada üniversitelerin önemli rolü olduğuna işaret eden çalışmalar vurgulanmaktadır (Leal Filho vd., 2019).

Üniversitelerin belirli konulardaki performans düzeyleri çeşitli kurumlar tarafından incelenmekte ve sıralamaları kamuoyu ile paylaşılmaktadır. Yapılan değerlendirme sonucunda elde edilen sıralamalar, üniversitelerin benzer özellikteki diğer üniversitelere kıyasla mevcut performansını ortaya koymaktadır ve bu sayede kendilerini diğer üniversiteler ile kıyaslayarak performanslarını artırmaya yönelik politika geliştirmeye teşvik etmektedir. Dolayısıyla üniversitelerin sıralamalarının rekabeti artırdığını söylemek mümkündür. Sıralamaların yaratmış olduğu bu durum sayesinde dünya genelinde üniversitelerin çevresel anlamda bilinçlerinin artmasına neden olmaktadır (Shi ve Lai, 2013).

UI GreenMetric, Dünya Üniversitelerinin sıralamasını, üniversitelerin sürdürülebilir faaliyetlerini küresel anlamda bir sıralama yapmaya yönelik ilk girişimdir (Grindsted, 2011). Endonezya Üniversitesi (UI) 2010 yılında UI GreenMetric modeli olarak hayata geçirmiştir. Bu sistem sayesinde yeşil kampüs ve çevresel sürdürülebilirlik konuları değerlendirilebilmektedir. 2010 yılında 35 ülke ve 95 üniversiteyi inceleyen sistem, 2022 itibarıyla 85 ülkeden 1050 üniversiteyi değerlendirmektedir (<https://greenmetric.ui.ac.id/about/welcome>). Üniversitelerin çevreye duyarlı ve sürdürülebilir olması için, çevresel ölçüm göstergeleri geliştirilmiştir. Bu göstergeler 6 ana kategori ve 53 alt başlıktan oluşmaktadır (<https://greenmetrics.bartın.edu.tr/greenmetrics-hakkında/greenmetrics-nedir.html>).

Katılım sağlamak isteyen üniversiteler 1 yıllık kanıtlanmış verilerini, 6 ana kriterin 39 alt kriterine göre cevaplandırmaktadırlar. Ardından UI GreenMetric'in hesaplama sistemine göre ağırlıklar belirlenmektedir. UI GreenMetric'in sistemine göre her alt kriterin belirli ölçütleri vardır, üniversitenin verileri bu ölçütlere göre gerekli değerlendirme yapılarak ilgili kriterin payı belirlenmektedir (<https://greenmetric.ui.ac.id/publications/guidelines/2022/english>).

Bu çalışma kapsamında 2022 yılında GreenMetric tarafından belirlenmiş olan Türkiye'deki 8 çevreci üniversite, UI GreenMetric'te yer alan 6 kritere göre değerlendirilmiştir. İlgili üniversitelerin 2018-2022 yılları arasındaki sürdürülebilirlik performanslarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden LOPCOW, MEREC ve CoCoSo

yöntemleri kullanılmıştır. LOPCOW ve MEREC yöntemleri ile kriterlerin önem düzeyleri saptanmıştır. Ardından LOPCOW ve MEREC yöntemleri ortak ağırlıklandırma sistemine göre yeniden değerlendirilmiş ve her iki yönteme göre belirlenen kriter ağırlıkları tek bir paydada birleştirilmiştir. Ortak ağırlıklandırma sistemine göre elde edilen kriter ağırlıkları CoCoSo yöntemine entegre edilerek üniversitelerin sürdürülebilirlik sıralamaları belirlenmiştir.

Çalışmanın bir sonraki bölümünde literatür araştırması yer almaktadır. Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan yöntemler tanıtılmış ve yönteme ilişkin adımlara yer verilmiştir. Dördüncü bölümde yöntemlere ilişkin elde edilen bulgular, ardından tartışma ve sonuçlara yer verilmiştir.

2. LİTERATÜR

Literatürde üniversitelerin sürdürülebilirliğini konu edinen pek çok çalışma mevcuttur. Ancak araştırmalarda farklı kriterler ve farklı çözüm önerileri sunulmuştur. Bu doğrultuda literatürde UI GreenMetric kriterleri ile belirlenmiş olan dünya genelindeki üniversitelerin sıralamaları için çözüm önerileri sunan bazı çalışmalar şunlardır; Geng vd. (2013) çalışmalarında Çin’de yeşil bir üniversite projesi için model önerisi sunmuşlardır. Üniversitenin tüm kampüs faaliyetlerini sürdürülebilir bir temelde yönetebilmeyi amaçlayan bu araştırmalarında Shenyang Üniversitesi kapsamında bir vaka analizi gerçekleştirmişlerdir. Araştırma sonuçlarında ilgili üniversite kampüsü içerisinde atık su geri dönüşümü, entegre katı atık yönetimi, yeşil eğitim ve araştırma, verimli malzeme ve enerji kullanımı, sera gazı emisyonunun azaltılması gibi önemli ekonomik, çevresel ve sosyal faydalar elde etmişlerdir. Suwartha ve Sarı (2013) araştırmalarında UI GreenMetric’in 2011 yılı sıralama sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Elde ettikleri bulgularda, çevreci üniversite sayılarında artış olduğunu, sürdürülebilirlik açısından en önemli faktörün enerji ve iklim değişikliği olduğunu belirlemişlerdir.

Novo-Corti vd. (2018) çalışmalarında Romanya devlet üniversitelerini ele alarak sürdürülebilirlik performanslarının yüksek olabilmesi için ekonomik kalkınmanın önemini vurgulamışlardır. Presekal vd. (2018) araştırmalarında regresyon analizi ile üniversitelerin elektrik tüketimini değerlendirmişlerdir. Bazı üniversitelerde kişi başına kullanılan elektrik miktarının ortalamanın üzerinde olduğunu tespit etmişler ve buna yönelik çözüm önerilerinde bulunmuşlardır. Wikaningrum vd. (2018) çalışmalarında yeşil kampüslerin sürdürülebilirliği için genel bir çerçeve geliştirmişlerdir. Lemos vd. (2018) araştırmalarında, 2017 yılında UI GreenMetric sıralamasında önemli ölçüde artış gösteren Sao Paulo Üniversitesi’ni incelemişlerdir. İlgili üniversitenin çevresel politikalar oluşturma sürecinde, kampüsler arasında daha fazla entegrasyon sağlayabildiğini ve etkili eylemlerini hayata geçirerek sürdürülebilir bir üniversite olabilmeyi pekiştirmesine yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Üniversitenin özellikle kırsal çevrede bulunan kampüslerinde yeşil alanların ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına öncelik verdiğini, öğrenciler ve personeller için sağlıklı ve doğa ile yakın temas halinde olabildiği alanlar sağlandığını ve ayrıca üniversite içerisinde toplu taşıma ve bisiklete binme seçeneklerine teşvikte bulunduğu ifade etmişlerdir. Baricco vd. (2018) çalışmalarında UI GreenMetric’in değerlendirme kriterlerinden birisi olan enerji ve iklim değişikliği bağlamında Torino Üniversitesi’nin performansını ele almışlardır. Elde ettikleri bulgulara göre, ilgili üniversitenin üniversite sürdürülebilirlik raporu sayesinde 2013’ten bu yana karbon emisyonlarını azaltmak, binaların enerji verimliliğini arttırmak, su tüketimini azaltmak, atık yönetimini iyileştirmek, sürdürülebilir hareketliliği teşvik etmek ve ekolojik satın alımları arttırmak için çeşitli çabalar sarf ettiğini ifade etmişlerdir. Torino Üniversitesi’nin en önemli başarılarından birisinin ise enerji planını benimsemesi olduğunu belirlemişlerdir. Enerji planı sayesinde, yeni enerji tasarruflu LED’lerin kullanımı, akıllı bina sistemlerinin uygulanması ve yenilebilir enerji üretiminin artırılması gibi konuların gelişimi ve tasarımı üzerine odaklandıkları sonucuna ulaşmışlardır.

Lourrinx ve Budihardjo (2019) çalışmalarında Diponegro Üniversitesi'nde 2015-2019 dönemlerindeki UI GreenMetric programı kapsamında yürütülen çalışmaları incelemişlerdir. UI GreenMetric tarafından belirlenmiş olan değerlendirme kriterlerini gözlemlemişlerdir. Çalışma sonucunda, incelenen üniversitede daha fazla yeşil alan sağlanması, enerji verimliliğine yönelik çabaların yoğunlaşması, atık yönetimi faaliyetlerinin artırılması, su tasarrufu programlarının gerçekleştirilmesi ve çevre dostu toplu taşıma araçlarının kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir. Puertas ve Marti (2019) çalışmalarında UI GreenMetric'te kullanılan değişkenleri VZA yöntemi ile analiz etmişlerdir. Bu çalışmadaki amaçları, üniversitelerin sürdürülebilirliğe olan katkısını ölçmek ve kampüslerin sürdürülebilirlik sıralamasını elde etmektir. Elde ettikleri bulgulara göre, ABD ve İngiltere'nin sürdürülebilirliğin her alanında aktif olarak yer alan en çok sayıda üniversiteye ev sahipliği yapan ülkeler olduğunu ortaya koymuşlardır. Atıcı vd. (2021) çalışmalarında, sürdürülebilirliğin üniversitelerin akademik performanslarıyla ilişkisini incelemişlerdir. Gerçekleştirdikleri araştırmalar sonucunda, çevresel performanstaki yüksek puanların üniversitelerin akademik performansı üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Elde ettikleri bir diğer bulguya göre, kampüslerin yeşillendirilmesinin üniversiteler için rekabet avantajı sağlamanın yollarından biri olduğunu ifade etmişlerdir.

Çevreci üniversiteleri çok kriterli karar verme yaklaşımı ile değerlendiren çalışmalar da literatürde yer almaktadır (Amrina ve Imansuri, 2015; Özdoğan ve Civelekoğlu 2019; Süt vd., 2019; Gorgulu vd., 2021; Yapıcı vd., 2021; Karasan vd., 2022; Öztaş vd., 2022).

Amrina ve Imansuri (2015) çalışmalarında Andalus Üniversitesi'nin sürdürülebilir performansını incelemişlerdir. UI GreenMetric ile belirlenen 6 ana kriteri ve 35 alt kriteri AHP yöntemi ile değerlendirmiştir. Elde edilen bulgular neticesinde ana kriterlerin önem düzeyi sırasıyla; eğitim, su, atık, ulaşım, kurulum ve altyapı, enerji ve iklim değişikliği olarak saptanmıştır.

Özdoğan ve Civelekoğlu (2019) araştırmalarında, UI GreenMetric ile yapılan sürdürülebilirlik kapsamını inceleyerek üniversitelerde Ulusal Sürdürülebilirlik Endeksi (UNI-SE) geliştirmişlerdir. Önermiş oldukları endeksi çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHS yöntemiyle Süleyman Demirel Üniversitesi yerleşkeleri için analiz etmişlerdir. Analiz sonuçlarında değerlendirme kriterlerinin önem sıralaması, atık yönetimi, eğitim ve araştırma, alan yönetimi, su yönetimi, enerji korunumu ve ulaşım şeklinde olduğunu belirlemişlerdir. Süt vd. (2019) araştırmalarında, kampüs içi ulaşımında çevre dostu araçların en önemli özelliğini belirlemeyi ve çevreye en duyarlı ring aracının seçilmesini konu edinmişlerdir. AHP ve TOPSIS yöntemlerinin kullanıldığı analiz sonuçlarında, çevre dostu araç seçimindeki en önemli faktörlerin engelsiz erişim ile çevre ve yüksek enerji verimliliğine sahip olması olarak belirlemişlerdir. Çevreye en duyarlı ring aracının ise Teknoloji-1 kodlu aracın olduğunu tespit etmişlerdir.

Görgülü vd. (2021) çalışmalarında Türkiye'deki 56 üniversitenin UI GreenMetric aracılığı ile belirlenmiş olan 6 kritere göre sürdürülebilirlik performansını değerlendirmişlerdir. Araştırmada Entropi, TOPSIS ve COPRAS yöntemleri kullanılmıştır. Entropi yöntemi ile kriterler önem düzeyine göre sıralanmış ve en önem arz eden kriterin su olduğu, en az öneme sahip kriterin ise kurulum ve altyapı olduğu tespit edilmiştir. COPRAS ve TOPSIS yöntemi ile belirlenen üniversiteler sıralamaya tabii tutulmuştur. Elde edilen bulgulara göre sırasıyla İstanbul Teknik Üniversitesi ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi sürdürülebilirlik performansı kapsamında öne çıkan üniversiteler olmuştur. Yapıcı vd. (2021) çalışmalarında küresel iklim değişikliğinden kaynaklanan çevresel etkileri inceleyerek, alternatif bir çözüm üretebilmek amacıyla model önerisinde bulunmuşlardır. Yeşil çatı, sürdürülebilir eğitim, dikey bahçe, elektrikli taşıtlar ve güneş panelleri gibi bazı detayları kapsayan yeşil kampüs projesinin Kırıkkale Üniversitesi Merkez Kampüsü'nde yatırım alternatiflerini değerlendirmişlerdir. ANP

yöntemi ile gerçekleştirilen analiz sonucunda, ilgili üniversitenin sürdürülebilir yeşil kampüse geçişindeki en önemli projenin Dikey Bahçe Projesi olduğunu tespit etmişlerdir.

Karasan vd. (2022) araştırmalarında UI GreenMetric aracılığı ile belirlenen 6 ana ve 39 alt kriter kullanarak 6 üniversiteyi sürdürülebilirlik performansı açısından incelemiştir. Çalışmada çok boyutlu bir çözüm önerisi önerilmiş olup, DEMATEL, VIKOR, Bilişsel Haritalar ve Bulanık Çıkarım yaklaşımı kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre ana kriterlerden olan atıklar, alt kriterleri ile en çok ilişkili olan kriter olarak belirlenmiştir. Bir diğer bulgu ise, belirlenen kriterleri karşılama düzeyine göre sürdürülebilirlik performansı en yüksek olan 6. Sırada yer alan üniversite olduğunu tespit etmişlerdir. Öztaş vd. (2022) çalışmalarında, UI GreenMetric 2021 raporuna göre Avrupa'daki 35 yeşil üniversiteyi Gini katsayısına dayalı ÇKKV yöntemlerine göre analiz etmişlerdir. Elde ettikleri bulgularda, çok kriterli karar verme yöntemlerinin yeşil üniversitelerin sıralanması için kullanabileceğini belirtmişlerdir. UI GreenMetric kriterlerinin MABAC yöntemiyle analizi sonucunda ise en önemli kriteri kurulum ve altyapı olarak tespit etmişlerdir. İlgili sıralamayı takip eden kriterler ise, enerji ve iklim değişikliği, atık, su, toplu taşıma olarak belirlemişlerdir. En az öneme sahip kriterin ise eğitim ve araştırma olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

İlgili literatür incelendiğinde, UI GreenMetric sıralamalarını çok kriterli karar verme yöntemlerinden faydalanarak Türkiye'de faaliyet gösteren yüksek öğretim kurumlarını ele alan çalışmaların sayısının oldukça az olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın literatüre katkısı, UI GreenMetric tarafından Türkiye'de 2022 yılında "çevreci üniversite" olarak ilk sıralarda yer alan 8 üniversitenin 2018-2022 yılları arasındaki sürdürülebilirlik performansını güncel ÇKKV yöntemlerinden LOPCOW, MEREC ve CoCoSo yöntemleri ile analiz etmek olacaktır.

3.YÖNTEM

Çalışma kapsamında UI GreenMetric tarafından 2022 yılında en çevreci üniversite olarak belirlenen 8 üniversitenin 2018-2022 dönemlerini kapsayan 5 yıllık verilerinin ortalaması alınarak analize tabii tutulmuştur. ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalarda birden fazla yıla ait verilerin ortalaması alınarak çalışılması mümkündür. Ortalama değerler ile çalışan bazı araştırmalar şöyledir; Temizel ve Bayçelebi (2016) tekstil imalatı sektöründe faaliyet gösteren işletmelere ait finansal oranların 4 yıllık ortalamalarını kullanarak analiz etmişlerdir. Avcı ve Çınaroğlu (2018) havayolu işletmelerine ilişkin finansal oranların 5 yıllık ortalamalarını kullanmışlardır. Akçakanat vd. (2018) bankaları değerlendirdikleri araştırmalarında 6 yıllık ortalama değerler ile çalışmışlardır.

Alternatifler, kriterler ve kriterlerin maliyet/fayda yönleri UI GreenMetric aracılığı ile belirlenmiştir. Alternatif üniversiteler Tablo 1'de, çalışma kapsamında kullanılan kriterler Tablo 2' de yer almaktadır.

Tablo 1: Çalışmaya Dâhil Edilen Üniversiteler

Üniversiteler	Kodları
İstanbul Teknik Üniversitesi	İTÜ
Erciyes Üniversitesi	ERÜ
Özyeğin Üniversitesi	ÖZÜ
Yıldız Teknik Üniversitesi	YTÜ
Yeditepe Üniversitesi	YEÜ
Ege Üniversitesi	EÜ
Orta Doğu Teknik Üniversitesi	ODTÜ
Bartın Üniversitesi	BARÜ

Tablo 2: Çalışmada Kullanılan Kriterler

Üniversiteler	Kodları	Yönleri
Kurulum ve Altyapı	K1	Max
Enerji ve İklim Değişikliği	K2	Min
Atık	K3	Min
Su	K4	Min
Ulaşım	K5	Max
Eğitim ve Araştırma	K6	Max

Çalışmanın bazı kısıtlılıkları bulunmaktadır. 2022 yılında en çevreci seçilmiş olan 10 üniversitenin 5 yıllık sürdürülebilirlik performansı değerlendirilmesi amaçlanmıştır. İlgili sıralamada yer alan Aksaray Üniversitesi ve Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, 2018 yılında UI GreenMetric sıralamasında yer almaması nedeniyle analizlere dâhil edilmemiştir.

Bu çalışmada LOPCOW, MEREC ve CoCoSo yöntemleri kullanılmıştır. LOPCOW ve MEREC yöntemi ile kriterlerin önem düzeyleri tespit edilmiştir. Daha sonra ortak ağırlıklandırma yöntemine dayanarak LOPCOW ve MEREC yöntemi ağırlıkları birleştirilmiş ve tek ağırlıklandırma sistemine dönüştürülmüştür. Ortak ağırlık sisteminden elde edilen kriter ağırlıklarının CoCoSo yöntemine entegre edilmesi ile çevreci üniversitelerin, sürdürülebilirlik performansına göre sıralaması elde edilmiştir.

3.1. LOPCOW Yöntemi

Ecer ve Pamucar (2022) araştırması ile literatüre kazandırılan LOPCOW (Logarithmic Percentage Change-driven Objective Weighting) yöntemi objektif kriter ağırlıklandırmada çok yeni bir yöntemdir. Bu yöntemin diğer objektif yöntemlerden farkı ise serilerin ortalama kare ve standart sapmalarının yüzdesini ele alarak, serinin boyutundan kaynaklanan boşluğu ortadan kaldırmasıdır. Aynı zamanda LOPCOW yöntemi negatif ham verilerden etkilenmemektedir. Yöntemin adımları şu şekildedir (Ecer ve Pamucar, 2022):

1.Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar probleminin çözülebilmesi için m adet alternatif ve n adet kriterin Eşitlik 1'e göre oluşturulması gerekmektedir.

$$IDM = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

2.Adım: Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

IDM matrisinin doğrusal normalizasyon tekniği ile yani kriterlerin maksimum-minimum yönüne göre normalizasyon işlemi gerçekleştirilir. Kriter maliyet yönlü ise, diğer bir ifade ile minimum olması gerekiyorsa Eşitlik 2, eğer kriter fayda yönlü, yani maksimum olması isteniyorsa Eşitlik 3 kullanılmaktadır.

$$r_{ij} = \frac{x_{max} - x_{ij}}{x_{max} - x_{min}} \quad (2)$$

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (3)$$

3.Adım: Yüzdellik Değer Matrisinin Oluşturulması

Analizin bu aşamasında her kriter için yüzdellik değer Eşitlik 4'ten yararlanılarak belirlenir. Her kriterin standart sapmalarının yüzdesi olarak ortalama kare değeri, serinin boyutundan kaynaklanan boşluğu ortadan kaldıracak ölçüde hesaplanır.

$$PV_{ij} = \left| \ln \left(\frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}{m}}}{\sigma} \right) \cdot 100 \right| \quad (4)$$

4.Adım: Ağırlıkların Hesaplanması

Son olarak her kriter için Eşitlik 5 yardımı ile kriterlere ilişkin objektif ağırlıklar belirlenir.

$$W_j = \frac{PV_{ij}}{\sum_{i=1}^n PV_{ij}} \quad (5)$$

3.2. MEREC Yöntemi

MEREC yöntemi, Keshavarz- Ghorabae vd. (2021) tarafından literatüre kazandırılan objektif kriter ağırlıklandırma yöntemidir. Bir kriterin önem derecesi hesaplanırken, ilgili kriter hesaplama dışı bırakıldığında toplam kriter ağırlığındaki değişime odaklanır. Bu yönü ile diğer objektif kriter ağırlıklandırma yöntemlerinden farklıdır. Yöntemin aşamaları ise şu şekildedir (Keshavarz-Ghorabae vd., 2021);

1.Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar matrisi Eşitlik 1 formatında oluşturulur.

2.Adım: Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

Belirlenen kriterlerin normalize edilebilmesi için, kriterler fayda yönlü ise Eşitlik 6, maliyet yönlü ise Eşitlik 7 kullanılmaktadır.

$$n_{ij} = \frac{j \min x_{ij}}{x_{ij}} \quad (6)$$

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{j \max x_{ij}} \quad (7)$$

3.Adım: Genel Performans Değerinin Belirlenmesi

Alternatiflere ait genel performans değerleri Eşitlik 8 yardımı ile hesaplanır.

$$R_i = \ln \left(1 + \frac{\sum_{j=1}^n |\ln(n_{ij})|}{n} \right) \quad (8)$$

4.Adım: Kriter Etkisinin Ortadan Kaldırılması

Her bir kriterin etkisinin ortadan kaldırılması için kriterin etkisini göz önüne alan performans değeri Eşitlik 9 yardımı ile hesaplanır.

$$R'_{ij} = \ln \left(1 + \frac{\sum_{j=1, j \neq k}^n |\ln(n_{ij})|}{n} \right) \quad (9)$$

Eşitlik 8 ve Eşitlik 9 ile hesaplanan değerlerin mutlak farklarının toplamı Eşitlik 10 ile hesaplanır.

$$E_j = \sum_{i=1}^m |R'_{ij} - R_i| \quad (10)$$

5.Adım: Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Yöntemin son adımında ise kriter ağırlıkları Eşitlik 11 ile hesaplanır.

$$w_j = \frac{E_j}{\sum_{j=1}^n E_j} \quad (11)$$

3.3. Ortak Ağırlık Yöntemi

ÇKKV problemlerinde daha güvenilir bir analiz modeli oluşturabilmek için ortak ağırlıklandırma yapılması mümkündür. Söz konusu yöntemin uygulanması ile kriterler için daha uygun ve güvenilir, objektif ağırlıklar elde edilebilmektedir. Bu doğrultuda MEREC ve LOPCOW yöntemlerinden elde edilen kriter ağırlıkları Eşitlik 12 vasıtasıyla birleştirilerek her bir kriter için objektif ağırlıklar hesaplanmıştır (Bektaş, 2022).

$$w_{j \text{ ortak}} = \frac{w_j \text{ merec} w_j \text{ lopcow}}{\sum_{j=1}^m w_j \text{ merec} w_j \text{ lopcow}} \quad (12)$$

3.4. CoCoSo Yöntemi

Yazdani vd. (2019) tarafından geliştirilen yöntemin temeli bütünleşik basit ağırlıklı toplam ve üstel ağırlıklı çarpım modeline dayanmaktadır (Yazdani vd., 2019). İlgili yöntemin adımları ise şu şekildedir (Wang vd., 2022):

1.Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması

Başlangıç karar matrisi Eşitlik 1'deki gibi oluşturulur.

2.Adım: Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması

Fayda nitelikli kriterler için Eşitlik 13, maliyet nitelikli kriterler için Eşitlik 14 kullanılmaktadır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad (13)$$

$$r_{ij} = \frac{\max x_{ij} - x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad (14)$$

3.Adım: S_i ve P_i Değerlerinin Elde Edilmesi

Alternatifler için toplam ağırlıklı karşılaştırılabilirlik (S_i) ve toplam üssel ağırlıklı karşılaştırılabilirlik (P_i) değerleri sırasıyla Eşitlik 15 ve Eşitlik 16 kapsamında tespit edilmektedir.

$$S_i = \sum_{j=1}^n (w_j \times r_{ij}) \quad (15)$$

$$P_i = \sum_{j=1}^n (r_{ij})^{w_j} \quad (16)$$

4.Adım: Üçlü Değerlendirme Skorlarının Hesaplanması

Elde edilen S_i ve P_i değerleri sayesinde her karar alternatifi için üçlü değerlendirme skorları sırasıyla Eşitlik 17, Eşitlik 18 ve Eşitlik 19 yardımı ile hesaplanmaktadır.

$$k_{ia} = \frac{P_i + S_i}{\sum_{i=1}^m (P_i + S_i)} \quad (17)$$

$$k_{ib} = \frac{S_i}{\min S_i} + \frac{P_i}{\min P_i} \quad (18)$$

$$k_{ic} = \frac{\lambda(S_i) + (1-\lambda)(P_i)}{(\lambda \max S_i + (1-\lambda) \max P_i)} \quad (19)$$

Eşitlik 19'da yer alan λ değeri, 0 ile 1 arasında değer alabilmektedir. Karar vericiler tarafından genellikle 0,5 olarak kabul edilmektedir.

5.Adım: Alternatiflerin Sıralanması

Yöntemin son aşamasında ise k_i olarak ifade edilen performans skorları Eşitlik 20 aracılığı ile tespit edilmektedir.

$$k_i = (k_{ia} \times k_{ib} \times k_{ic})^{\frac{1}{3}} + (k_{ia} + k_{ib} + k_{ic}) \frac{1}{3} \quad (20)$$

Burada en yüksek performans skoruna sahip olan karar alternatifi en iyi alternatif olarak seçilmektedir.

4. BULGULAR

Çalışmada kullanılan yöntemlerin karar matrisleri Eşitlik 1 formatında oluşturulmuş ve Tablo 3’de yer verilmiştir.

Tablo 3: Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
İTÜ	1160	1272	1560	810	1465	1585
ERÜ	1200	1292	1095	670	1305	1465
ÖZÜ	880	1310	1260	690	1330	1465
YTÜ	965	1165	1065	680	1375	1270
YEÜ	910	1285	1290	575	1200	1165
EÜ	1080	1130	1260	620	1350	1305
ODTÜ	1175	1060	1245	665	1415	1515
BARÜ	1030	1067	1065	585	1295	1230

4.1.LOPCOW Yöntemi Bulguları

Yöntemin ilk adımı olan karar matrisi Tablo 3’te yer almaktadır. Karar matrisinin normalize edilerek, değerlerin 0 ile 1 aralığında değerler alması sağlanır. Normalizasyon işleminde kriterlerin yönünü dikkate alan bu yöntemde minimum değerler için Eşitlik 2, maksimum değerler için Eşitlik 3 kullanılarak normalize edilmiş karar matrisi oluşturulmuştur. Normalize edilmiş karar matrisi Tablo 4’te yer almaktadır.

Tablo 4: Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	MAX	MİN	MİN	MİN	MAX	MAX
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
İTÜ	0,875	0,152	0,000	0,000	1,000	1,000
ERÜ	1,000	0,072	0,939	0,596	0,396	0,714
ÖZÜ	0,000	0,000	0,606	0,511	0,491	0,714
YTÜ	0,266	0,580	1,000	0,553	0,660	0,250
YEÜ	0,094	0,100	0,545	1,000	0,000	0,000
EÜ	0,625	0,720	0,606	0,809	0,566	0,333
ODTÜ	0,922	1,000	0,636	0,617	0,811	0,833
BARÜ	0,469	0,972	1,000	0,957	0,358	0,155

Yöntemin 3.adımı olan yüzdeler hesaplanması için Eşitlik 4’ten faydalanılmıştır. Eşitlik 4 yardımı ile bulunan PV_j değeri ile ağırlıklar Eşitlik 5’e entegre edilerek kriterlerin ağırlık dereceleri hesaplanmıştır.

Tablo 5: Yüzdellik Değer ve Kriter Ağırlıkları

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
PV_j	28,302	21,653	40,965	40,669	36,197	28,550
W_j	0,144	0,110	0,209	0,207	0,184	0,145

LOPCOW yöntemi ile elde edilen ağırlıklar incelendiğinde en önemli kriterin 0,209 değeri ile K3 (Atık) olduğu tespit edilmiştir.

4.2.MEREC Yöntemi Bulguları

Yöntemin ilk adımı olan karar matrisi Tablo 3'te yer almaktadır. Değerlerin normalize edilmesi için kriterlerin yönlerine göre Eşitlik 6 ve Eşitlik 7 kullanılarak normalize edilmiş karar matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 6: Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	MAX	MIN	MIN	MIN	MAX	MAX
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
İTÜ	0,759	0,971	1,000	1,000	0,819	0,735
ERÜ	0,733	0,986	0,702	0,827	0,920	0,795
ÖZÜ	1,000	1,000	0,808	0,852	0,902	0,795
YTÜ	0,912	0,889	0,683	0,840	0,873	0,917
YEÜ	0,967	0,981	0,827	0,710	1,000	1,000
EÜ	0,815	0,863	0,808	0,765	0,889	0,893
ODTÜ	0,749	0,809	0,798	0,821	0,848	0,769
BARÜ	0,854	0,815	0,683	0,722	0,927	0,947

Normalizasyon işleminin ardından yöntemin 3.adımı olan genel performans değerlerinin belirlenmesi için Eşitlik 8 kullanılmış olup Tablo 7'de alternatiflerin genel performans ağırlıklarına yer verilmiştir.

Tablo 7: Genel Performans Değerleri

	R_i		R_i
İTÜ	0,071	YEÜ	0,052
ERÜ	0,102	EÜ	0,092
ÖZÜ	0,062	ODTÜ	0,116
YTÜ	0,086	BARÜ	0,104

Yöntemin 4.adımında her bir kriterin kriter etkisi yok edilerek performans değeri Eşitlik 9 ile hesaplanmaktadır. Kriter etkisinin ortadan kaldırılması ile elde edilen R'_{ij} değerleri Tablo 8'de yer almaktadır.

Tablo 8: Kriter Etkisi Ortadan Kaldırılmış Performans Değeri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
İTÜ	0,086	0,123	0,127	0,127	0,097	0,089
ERÜ	0,135	0,178	0,129	0,153	0,168	0,120
ÖZÜ	0,111	0,111	0,079	0,087	0,096	0,078
YTÜ	0,139	0,136	0,096	0,127	0,133	0,100
YEÜ	0,088	0,090	0,064	0,040	0,093	0,061
EÜ	0,134	0,142	0,133	0,125	0,147	0,107
ODTÜ	0,163	0,174	0,172	0,176	0,180	0,135
BARÜ	0,160	0,153	0,128	0,136	0,172	0,118

Eşitlik 10 ile Tablo 7 ve Tablo 8’de yer verilen performans değerlerinin mutlak değer içerisinde farkının alınıp toplanması ile elde edilen E_j değeri ve Eşitlik 11 ile hesaplanan kriterlere ilişkin ağırlık değerleri Tablo 9’da yer almaktadır.

Tablo 9: Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
E_j	0,332	0,422	0,243	0,310	0,400	0,122
W_j	0,181	0,231	0,133	0,169	0,219	0,067

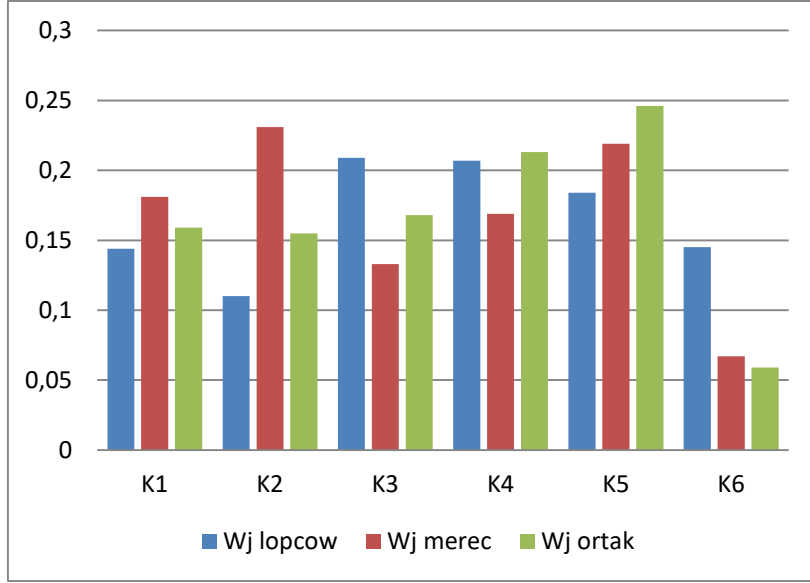
MEREC yöntemi ile elde edilen kriterlerin ağırlıkları incelendiğinde en önemli kriterin K2 (enerji ve iklim değişikliği) olduğu tespit edilmiştir.

Ortak ağırlık yöntemine göre LOPCOW ve MEREC yönteminden elde edilen kriter ağırlıkları Eşitlik 12’ de olduğu gibi formülize edilerek tek ağırlık değeri oluşturulmuştur. Ortak ağırlık ve diğer elde edilen ağırlık değerleri Tablo 10’da yer almaktadır.

Tablo 10: Ortak Ağırlık Yöntemi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
W_j <i>lopcow</i>	0,144	0,110	0,209	0,207	0,184	0,145
W_j <i>merec</i>	0,181	0,231	0,133	0,169	0,219	0,067
W_j <i>ortak</i>	0,159	0,155	0,168	0,213	0,246	0,059

Ortak ağırlık yöntemine göre en önem arz eden kriter K5 (ulaşım) olmuştur. Elde edilen kriter ağırlıkların daha kolay anlaşılabilmesi ve birbirine yakınlık durumunun görülebilmesi için Grafik 1 oluşturulmuştur.



Şekil 1: Yöntemlere Göre Kriter Ağırlıkları

Grafik 1 ve Tablo 10'da verilen sonuçlar incelendiğinde kriterlerin önem dereceleri görülebilmektedir. LOPCOW'a göre en önemli kriterler sırasıyla; atık (K3), su (K4) ve ulaşım (K5); ortak ağırlık yöntemi sonuçlarına göre en önemli kriterler; ulaşım (K5), su (K4) ve atık (K3); MEREC yöntemi incelendiğinde sırasıyla önem arz eden kriterler enerji ve iklim değişikliği (K2), ulaşım (K5) ve kurulum ve altyapı (K1) olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

MEREC ve Ortak ağırlık yöntemi bulgularına göre önem düzeyi en az olan kriter eğitim ve araştırma (K6) kriteridir. LOPCOW yöntemine göre en az önem arz eden kriter enerji ve iklim değişikliği (K2) kriteridir.

4.3.CoCoSo Yöntemi Bulguları

LOPCOW ve MEREC yöntemleri aracılığı ile elde edilen ortak ağırlık değerleri CoCoSo yöntemine entegre edilerek, ilgili üniversitelerin sürdürülebilirlik sıralaması hesaplanmıştır.

Yöntemin ilk adımı olan karar matrisi Tablo 3'te yer almaktadır. Karar matrisinin normalize edilmesi için kriterlerin niteliklerine göre Eşitlik 13 ve Eşitlik 14 kullanılmıştır. Normalize edilmiş karar matrisi Tablo 11'de yer almaktadır.

Tablo 11: Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	MAX K1	MIN K2	MIN K3	MIN K4	MAX K5	MAX K6
İTÜ	0,875	0,152	0,000	0,000	1,000	1,000
ERÜ	1,000	0,072	0,939	0,596	0,396	0,714
ÖZÜ	0,000	0,000	0,606	0,511	0,491	0,714
YTÜ	0,266	0,580	1,000	0,553	0,660	0,250
YEÜ	0,094	0,100	0,545	1,000	0,000	0,000
EÜ	0,625	0,720	0,606	0,809	0,566	0,333
ODTÜ	0,922	1,000	0,636	0,617	0,811	0,833
BARÜ	0,469	0,972	1,000	0,957	0,358	0,155
W_j	0,159	0,155	0,168	0,213	0,246	0,059

Normalize edilmiş karar matrisi üzerinden Eşitlik 15 ve Eşitlik 16 aracılığı ile toplam ağırlıklı karşılaştırılabilirlik (S_i) ve toplam üssel ağırlıklı karşılaştırılabilirlik (P_i) değerleri hesaplanmıştır. S_i ve P_i değerleri Tablo 12’de yer almaktadır.

Tablo 12: S_i ve P_i Değerleri

	S_i	P_i		S_i	P_i
İTÜ	0,467	3,726	YEÜ	0,336	3,290
ERÜ	0,595	5,327	EÜ	0,644	5,560
ÖZÜ	0,374	3,605	ODTÜ	0,788	5,755
YTÜ	0,595	5,435	BARÜ	0,695	5,546

Elde edilen S_i ve P_i değerleri sayesinde her karar alternatifi için üçlü değerlendirme skorları sırasıyla Eşitlik 17, Eşitlik 18 ve Eşitlik 19 yardımı ile hesaplanmaktadır. Üçlü değerlendirme skorları sayesinde performans skoru olan k_i değeri Eşitlik 20 sayesinde elde edilir. Elde edilen bu değerler Tablo 13’te yer almaktadır.

Tablo 13: Üçlü Değerlendirme Skoru ve Performans Değeri

	k_{ia}	k_{ib}	k_{ic}	k_i
İTÜ	0,098	2,525	0,641	1,141
ERÜ	0,139	3,392	0,905	1,620
ÖZÜ	0,093	2,209	0,608	1,012
YTÜ	0,141	3,426	0,922	1,645
YEÜ	0,085	2,000	0,554	0,911
EÜ	0,145	3,609	0,948	1,733
ODTÜ	0,153	4,099	1,000	1,960
BARÜ	0,146	3,756	0,954	1,793

CoCoSo yöntemi ile elde edilen skor değerlerine göre çevreci üniversiteler arasında 2018-2022 yılları arasında en iyi performansa sahip olan ODTÜ iken en düşük performansa sahip olan YEÜ olmuştur. ODTÜ’den sonra sırasıyla en iyi performansa sahip olan üniversiteler; BARÜ, EÜ, YTÜ ve ERÜ olarak tespit edilmiştir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çevresel faaliyetler, su kaynakları ve sürdürülebilirlik konularına duyarlılık her geçen gün artış göstermektedir. Günümüzde kaynaklarının hızla tükenmesi, sürdürülebilirlik ile ilgili faaliyetleri birer zorunluluk haline getirmiştir. Sürdürülebilirlik içerisinde özellikle yükseköğretim kurumlarının payı oldukça yüksektir. Üniversiteler günümüzde bölgesel ekonomik büyümenin itici gücü olan, gelecekteki karar vericileri eğiterek toplum değerlerinin şekillenmesinde rol oynayan kurumlardır. Bu sebeple, üniversitelerin sürdürülebilirlik anlayışını benimsemeleri, faaliyetlerini sürdürülebilir hale getirmeyi amaçlamalıdır. Bunun için öncelikle mevcut faaliyetlerinin ortaya konulması gerekmektedir. Daha sonra nasıl bir strateji izlemeleri gerektiği yönünde araştırmalar yapılmalıdır.

Bu çalışma UI GreenMetric tarafından 2022 yılında Türkiye’de faaliyet gösteren en çevreci 8 üniversitenin 2018-2022 dönemlerini kapsayan 5 yıllık verilerinin ortalaması alınarak sürdürülebilirlik değerlendirmesi yapılmıştır. Değerlendirme için çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılan çalışmada LOPCOW ve MEREC yöntemleri ile kriterlerin ağırlıkları tespit

edilmiştir. Her iki yöntemden elde edilen kriter ağırlıkları ortak ağırlıklandırma yöntemi ile yeniden hesaplanmış ve daha güçlü bir kriter ağırlıklandırma elde edilerek sonuçların güvenilirliğinin artırılması amaçlanmıştır. Belirlenen kriter ağırlıkları CoCoSo yöntemine entegre edilerek üniversitelerin sürdürülebilirlik performansları sıralanmıştır.

LOPCOW yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları incelendiğinde en önemli kriterin K3 (atık), en az öneme sahip olan kriterin ise K2 (enerji ve iklim değişikliği) olduğu tespit edilmiştir. MEREC yönteminde ise en önemli kriter K2 (enerji ve iklim değişikliği), en az öneme sahip olan kriterin K6 (eğitim ve araştırma) olduğu saptanmıştır. Literatürde MEREC ve LOPCOW oldukça yeni yöntemler olduğu için bu yöntemlerin birbirine göre kıyasını içeren çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalar, ortak ağırlıklandırma sisteminden fayda sağlayarak her iki güncel yöntemi ortak değerlendirmektedir. Ortak ağırlıklandırma yöntemine göre en önem arz eden kriter K5 (ulaşım), en az öneme sahip olan kriter ise K6 (Eğitim ve araştırma) olmuştur.

UI GreenMetric tarafından belirlenen ve üniversitelerin değerlendirilme kriterlerinde kullanılan ağırlıklandırma sistemi mevcuttur. Bu ağırlıklandırma sistemi yüzdeler sistemi üzerinden değerlendirilmektedir. Belirlenen kriter ağırlıkları şöyledir; Kurulum ve Altyapı 0.16, Enerji ve İklim Değişikliği 0.19, Atık 0.19, Su 0.15, Ulaşım 0.16, Eğitim ve Araştırma 0.15 şeklindedir (<https://greenmetric.ui.ac.id/city/berkas/guideline/2022>). UI GreenMetric'in belirlemiş olduğu bu kriter ağırlıklarına göre en çok önem arz eden kriterlerin Enerji ve iklim ile Atık olduğunu söylemek mümkündür. En az öneme sahip olan kriterler ise su, eğitim ve araştırmadır.

Bu çalışmada elde edilen kriter ağırlıklandırma ile GreenMetric ağırlıklandırma sistemi ele alındığında; LOPCOW yöntemi ile elde edilen en önemli kriter K3 (atık), MEREC yöntemine göre en önemli kriterin K2 (Enerji ve İklim Değişikliği) olarak tespit edilmesi UI GreenMetric tarafından belirlenmiş olan kriter ağırlıkları ile benzerlik göstermektedir. MEREC ve ortak ağırlıklandırma yönteminde en az öneme sahip olan kriterin K6 (eğitim ve araştırma) olması aynı şekilde UI GreenMetric ile benzerlik göstermektedir. Ancak ortak ağırlıklandırma sisteminde en önemli kriterin K5 (ulaşım) olması ve LOPCOW yönteminde en az öneme sahip olan kriterin K2 (enerji ve iklim değişikliği) olarak saptanması UI GreenMetric'in önem sıralamasından farklılık göstermektedir.

CoCoSo yöntemi adımlarında, ortak ağırlıklandırma yönteminden elde edilen kriter ağırlıkları kullanılmıştır. CoCoSo yöntemi, elde edilen kriter ağırlıklarına göre üniversiteleri sıralamak amacıyla çalışmada tercih edilmiştir. Sürdürülebilirlik konusunda en başarılı üniversite ODTÜ olurken, ilgili sıralamayı takip eden üniversiteler ise; BARÜ, EÜ, YTÜ, ERÜ, İTÜ, ÖZÜ şeklinde tespit edilmiştir. Sıralamada sonuncu olan üniversite ise YEÜ olarak belirlenmiştir.

Sürdürülebilirlik konusu, tüm kurum ve kuruluşlarda odak noktası haline gelen önemli konulardan bir tanesidir. Üniversitelerin sayılarındaki artışla birlikte çevreci ve sürdürülebilir üniversiteler yaratmak kaçınılmaz hale gelmektedir. Bu bağlamda üniversitelerin gerekli devlet teşvikleriyle sürdürülebilir olma yolunda ilerlemesi gerekmektedir. Atık yönetimi, enerji tasarrufu, ulaşımda çevre dostu araç kullanımının desteklenmesi veya öğrencilerin kampüs içerisinde bisiklet gibi çevre dostu ulaşım araçlarının kullanımının teşvik edilmesi gibi konulara önem göstermesi gerekmektedir.

Gelecek çalışmalarda, üniversitelerin sürdürülebilir ve çevreci olabilmesi için gerekli araştırmalar yapılarak, eksik noktalar belirlenebilir ve o alanlara odaklanması sağlanabilir. Türkiye ve dünyanın en çevreci üniversiteleri kıyaslanabilir. Farklı ÇKKV yöntemleri tercih edilerek, Türkiye ve Dünya'da farklı üniversitelerin kıyaslanması sağlanarak farklı öneriler sunulabilir.

KAYNAKÇA

- Akçakanat, Ö., Aksoy, E. & Teker, T. (2018). CRITIC ve MDL temelli EDAS yöntemi ile E Tr-61 Bölgesi Bankalarının Performans Değerlendirmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1 (32), 1-24.
- Amrina, E., & Imansuri, F. (2015). Key performance indicators for sustainable campus assessment: A case of Andalas University. In *Industrial Engineering, Management Science and Applications 2015* (pp. 11-18). Springer Berlin Heidelberg.
- Atici, K. B., Yasayacak, G., Yildiz, Y., & Ulucan, A. (2021). Green University and academic performance: An empirical study on UI GreenMetric and world university rankings. *Journal of Cleaner Production*, 291, 125289.
- Avcı, T. & Çınaroğlu, E. (2018). AHP temelli TOPSIS yaklaşımı ile havayolu işletmelerinin finansal performans değerlemesi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19 (1), 316-335.
- Baricco, M., Tartaglino, A., Gambino, P., Dansero, E., Cottafava, D. & Cavaglia, G. (2018). University of Turin performance in UI GreenMetric Energy and climate change. In *E3S Web of Conferences*, (vol. 48, p. 3003). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184803003>
- Bartın Üniversitesi, "GreenMetric Nedir?" <https://greenmetrics.bartın.edu.tr/greenmetrics-hakkında/greenmetrics-nedir.html> [Erişim Tarihi: 15.02.2023].
- Bektaş, S. Türk sigorta sektörünün 2002-2021 dönemi için MEREK, LOPCOW, COCOSO, EDAS ÇKKV yöntemleri ile performansının değerlendirilmesi, *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi*, 16(2), 2022, 247-283
- Bell, S., & Morse, S. (2012). Sustainability indicators: measuring the immeasurable?. *Routledge*.
- Brundtland, G. H., Khalid, M., Agnelli, S., Al-Athel, S. A., Chidzero, B. J. N. Y., Fadika, L. M., Singh, N. (1987). Our common future; by world commission on environment and development.
- Dagliūtė, R., Liobikienė, G., & Minelgaitė, A. (2018). Sustainability at universities: Students' perceptions from Green and Non-Green universities. *Journal of Cleaner Production*, (181), 473-482.
- Ecer, F., & Pamucar, D. (2022). A novel LOPCOW-DOBI multi-criteria sustainability performance assessment methodology: An application in developing country banking sector. *Omega*, (112), 102690.
- Geng, Y., Liu, K., Xue, B., & Fujita, T. (2013). Creating a "Green University" in China: A case of Shenyang University. *Journal of Cleaner Production*, (61), 13-19.
- Gorgulu, Y., Ozceylan, E., & Ozkan, B. (2021). UI GreenMetric ranking of Turkish Universities using Entropy weight and COPRAS methods. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bangalore, India, August* (pp. 16-18).
- GreenMetric, <https://greenmetric.ui.ac.id/city/berkas/guideline/2022> [Erişim tarihi: 15.02.2023].
- GreenMetric, <https://greenmetric.ui.ac.id/about/welcome> [Erişim Tarihi: 03.05.2023].
- GreenMetric, <https://greenmetric.ui.ac.id/publications/guidelines/2022/english> [Erişim Tarihi: 03.05.2023].

- Grindsted, T., S., Hol, T., 2012. Thematic development of declarations on sustainability in higher education. *Journal of Environmental Economics*, 3 (1), 32-40.
- Karasan, A., Kutlu Gündoğdu, F., & Aydın, S. (2022). Decision-making methodology by using multi-expert knowledge for uncertain environments: Green metric assessment of universities. *Environment, Development and Sustainability*, 1-30.
- Keshavarz-Ghorabae, M., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2021). Determination of objective weights using a new method based on the removal effects of criteria (MERECE). *Symmetry*, 13 (4), 525.
- Leal Filho, W., Shiel, C., Paço, A., Mifsud, M., Ávila, L. V., Brandli, L. L., & Caeiro, S. (2019). Sustainable development goals and sustainability teaching at universities: Falling behind or getting ahead of the pack?. *Journal of Cleaner Production*, (232), 285-294.
- Lemos, P. F. I., da Rocha Brando, F., Almeida, P., Mülfarth, R. C. K., Aprilanti, T. M. G., do Amaral Marques, L. O., ... & Malheiros, T. F. (2018). The University of São Paulo on the 2017's GreenMetric ranking. *E3S Web of Conferences*, 48, 02003. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184802003>
- Lourrinx, E., & Budihardjo, M. A. (2019). Implementation of UI GreenMetric at Diponegoro University in order to environmental sustainability efforts. *E3S Web of Conferences*, 125, 02007. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912502007>
- Lozano, R. (2006). Incorporation and institutionalization of sd into universities: Breaking through barriers to change. *Journal of Cleaner Production*, 14 (9-11), 787-796.
- Lozano, R., Lukman, R., Lozano, F. J., Huisinigh, D., & Lambrechts, W. (2013). Declarations for sustainability in higher education: becoming better leaders, through addressing the university system. *Journal of Cleaner Production*, (48), 10-19.
- Novo-Corti, I., Badea, L., Tirca, D. M., & Aceleanu, M. I. (2018). A pilot study on education for sustainable development in the romanian economic higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 19 (4), 817-838.
- Özdoğan, B., & Civelekoğlu, G. (2019). Üniversite yerleşkeleri için ulusal çevresel sürdürülebilirlik endeksinin geliştirilmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 7 (1), 65-80.
- Öztaş, T., Aytaç Adalı, E., Tuş, A., & Öztaş, G. Z. (2022). Ranking green universities from MCDM perspective: MABAC with Gini Coefficient-based weighting method. *Process Integration and Optimization for Sustainability*, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s41660-022-00281-z>
- Presekai, A., Herdiansyah, H., Harwahyu, R., Suwartha, N., & Fitri Sari, R. (2018). Evaluation of electricity consumption and carbon footprint of ui greenmetric participating universities using regression analysis. *e3s-conferences.org48*, 3007. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184803007>
- Puertas, R., & Marti, L. (2019). Sustainability in universities: DEA-greenmetric. *Sustainability*, 11(14), 3766. <http://dx.doi.org/10.3390/su11143766>
- Shi, H., & Lai, E. (2013). An alternative university sustainability rating framework with a structured criteria tree. *Journal of Cleaner Production*, (61), 59-69.
- Suwartha, N., & Sari, R. F. (2013). Evaluating UI GreenMetric as a tool to support green universities development: Assessment of the year 2011 ranking. *Journal of Cleaner Production*, (61), 46-53.

- Süt, N. İ., Hamurcu, M., & Eren, T. (2019). Kampüste yeşil ulaşım uygulaması: Ring araçlarının seçimi için bir karar verme süreci. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5 (1), 9-21.
- Temizel, D. D. F. & Bayçelebi, B. E. (2016). Finansal oranların TOPSIS sıralaması ile yıllık getiriler arasındaki ilişki: Tekstil imalatı sektörü üzerine bir uygulama. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16 (2), 159-170. DOI: 10.18037/ausbd.389248
- Velazquez, L., Munguia, N., Platt, A., & Taddei, J. (2006). Sustainable university: What can be the matter?. *Journal of Cleaner Production*, 14 (9-11), 810-819.
- Wang, C. N., Le, T. Q., Chang, K. H., & Dang, T. T. (2022). Measuring road transport sustainability using MCDM-based Entropy objective weighting method. *Symmetry*, 14 (5), 1033.
- Wiganingrum, R., Handayani, N. U. & Suliantoro, H. (2018). Framework development of campus sustainability assessment case study: Diponegoro University. In *E3S Web of Conferences* (73). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20187302004>.
- Wright, T., & Horst, N. (2013). Exploring the ambiguity: What faculty leaders really think of sustainability in higher education. *International Journal of Sustainability In Higher Education*, 14 (2), 209-227.
- Yapıcı, S., Oral, N., Yumuşak, R., & Eren, T. (2021). Sürdürülebilir yeşil kampüs için analitik ağ prosesi yöntemi ile yatırım alternatiflerinin değerlendirilmesi. *Kent Akademisi*, 14(3), 777-788.
- Yazdani, M., Zarate, P., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2019). A combined compromise solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision making problems. *Management Decision*, 57 (9), 2501-2519.