



Journal of Turkish Operations Management

Geliştirilmiş bulanık SWARA ve bulanık CODAS yöntemleriyle tesis yeri seçimi: İmalat sektöründe bir uygulama

Bilge Nur Peker ^{1*}, Ali Görener ²

¹Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, Türkiye
e-mail: bilgenurpeker@gmail.com, ORCID No: <https://orcid.org/0000-0002-5364-3953>

²İşletme Fakültesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, Türkiye
e-mail: agorener@ticaret.edu.tr, ORCID No: <https://orcid.org/0000-0001-6000-5143>

*Sorumlu Yazar

Makale Bilgisi

Makale Geçmişi:

Geliş: 07.12.2022
Revize: 19.01.2023
Kabul: 21.03.2023

Anahtar Kelimeler:

İmalat sektörü,
Tesis yeri seçimi,
Geliştirilmiş bulanık SWARA,
Bulanık CODAS

Özet

Fabrika, depo gibi tesisler kuruldukları andan itibaren işletmeyi artık o bölgenin tüm koşullarına bağlı kılmaktadırlar. Yanlış bir karar, uzun yıllar sürecek problemleri beraberinde getirebilmektedir. Bu nedenle, birçok kriteri içerisinde barındıran yer seçimi süreci oldukça önemlidir. Makalemizde, kompozit pervane imalatı gerçekleştiren bir işletmenin, yeni tesis yerinin belirlenebilmesi için bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde Geliştirilmiş Bulanık Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi (GB-SWARA), alternatiflerin değerlendirilmesinde ise Bulanık Birleştirilebilir Uzaklık Tabanlı Değerlendirme Yöntemi (B-CODAS) yöntemleri kullanılmıştır.

Facility location selection with improved fuzzy SWARA and fuzzy CODAS methods: An application in the manufacturing industry

Article Info

Article History:

Received: 07.12.2022
Revised: 19.01.2023
Accepted: 21.03.2023

Keywords:

Manufacturing industry,
Facility location selection,
Improved Fuzzy SWARA,
Fuzzy CODAS

Abstract

Facilities such as factories and warehouses are now dependent on all the conditions of that region as soon as they are established. A wrong decision can cause problems that last for years. As a result, this selection process, which includes numerous criteria, is critical. In our paper, we demonstrate a study that was conducted to determine the new facility location of a company that manufactures composite rotor blades. To determine criterion weights, an Improved Fuzzy Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (IMF-SWARA) method was used, and Fuzzy Combinative Distance-based Assessment (F-CODAS) methods were utilized to evaluate alternative locations.

1. Giriş

Tesis yeri; işletmenin uzun dönemde amaçlarını gerçekleştirebileceği, en düşük maliyet ve en yüksek kârı sağlayabileceği alan olarak ifade edilmektedir (Ar, Baki ve Özdemir, 2014). Tesis yeri seçimi, bir firmanın operasyonları gerçekleştirebilmesi için belirli kriterler dikkate alınarak, gerekli coğrafi alanın belirlenmesidir (Nacar ve Erdebili, 2021). Tesis yeri seçimi problemi, işletmeler için oldukça önemli olan ve literatürde en fazla karşılaşılan problemlerden birisidir (Pourrezaie-Khaligh, Bozorgi-Amiri, Yousefi-Babadi ve Moon, 2022). Yer seçimi sadece ilk defa kurulan işletmeler için değil, yeni tesis kurmak kararı veren firmalar içinde önemli bir gündem maddesidir (Chithambaranathan, Rajkumar, Prithiviraj ve Palpandi, 2022). Tesis yeri bir kez seçildiğinde

ve tedarik zinciri kurgulandığında müşteri hizmet seviyesini, kaliteyi, verimliliği ve maliyeti doğrudan etkilemektedir. Tesisin uygun olmayan şekilde seçilmesinin telafi edilmesi zor olan sonuçları bulunmaktadır. Tesis yeri olarak seçilecek alternatiflerin, uygun yöntemlerle dikkatlice incelenmesi, büyük ekonomik ve sosyal öneme sahiptir (Liu, Huang ve Shao, 2022).

Çok kriterli karar verme (ÇKKV), bir karar sürecine yardım etmek için, çok sayıda nicel ve nitel kriterlerin belirlenmesini sağlayarak farklı ağırlıklardaki kriterlere göre, farklı özelliklere sahip alternatiflerden bir ya daha fazla seçeneği değerlendirmek, sıralamak ya da sınıflandırmak için gerekli metotlar topluluğudur (Özbek, 2019; Yenilmez ve Ertuğrul, 2022). ÇKKV yöntemleri; yöneticilere destek olabilecek ve seçenekleri değerlendirme sürecini kolaylaştırabilecek güvenilir ve birden fazla boyutu hesaba katabilen karar verme araçlarıdır. ÇKKV yaklaşımları, dikkate alınacak kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesi ve potansiyel alternatiflerin öncelik sıralanması olmak üzere, genellikle iki kısımda karar verme sürecini kolaylaştırmaktadır (Torkayesh ve Simic, 2022).

Net rakamlarla ifade edilmesi zor ve sübjektif özellikli kriterlerin var olduğu tesis yeri seçimi problemlerinin çözümlenmesinde çoğunlukla dilsel terimlerle değerlendirmeye başvurulmaktadır (Chithambarathan ve diğ., 2022). Bu çalışmada tesis yeri seçim probleminde dikkate alınacak kriterlerin ağırlıkları Geliştirilmiş Bulanık SWARA (GB-SWARA) yöntemiyle tespit edilmiştir. GB-SWARA; klasik SWARA yönteminin bulanık mantık ile bütünleştirilerek, eksiklerinin giderildiği ve belirsizlik içeren karar problemlerinde kullanılacak bir hale getirilmiş versiyonudur. Yöntem, karar vericilerin kriter değerlendirme sürecinde kendi önceliklerini belirlemelerine olanak tanımaktadır (Akpınar, 2022). Göreceli yeni bir yöntem olarak, daha az hesaplama işlemi içerdiği ve maksimum düzeyde tutarlı olduğundan, ek bir tutarlılık analizi gerektirmemektedir (Görçün, Zolfani ve Çanakçıoğlu, 2022). Alternatif lokasyonların değerlendirilmesinde ise Bulanık CODAS (B-CODAS) metodu kullanılmıştır. CODAS metodu uzaklık bazlı bir hesaplama sistematigi ile etkili bir analize imkân verebilmektedir (Aro, Selerio, Evangelista, Maturan, Atibing ve Ocampo, 2022). CODAS yönteminin bulanık uzantısı, belirsiz bir ortamda çok kriterli karar verme problemleriyle başa çıkmak için ilk olarak Ghorabae, Amiri, Zavadskas, Hooshmand ve Antuchevičienė (2017) tarafından geliştirilmiştir. Bulanık CODAS yöntemi ile alternatifler değerlendirilirken, kesin uzaklıklar yerine bulanık ağırlıklı Hamming uzaklığı ve bulanık ağırlıklı Öklid uzaklığı dikkate alınmaktadır (Katrancı ve Kundakçı, 2020). Literatürde her iki metodun birlikte olduğu çalışma sayısının sınırlı olmasının (Maghsoodi, Maghsoodi, Poursoltan, Antuchevičiene ve Turskis; Ulutaş, 2020) yanı sıra, metotların bulanık mantık uzantılarının birlikte kullanıldığı çok az sayıda çalışmaya (Gorcun, Senthil ve Küçükönder, 2021; Keleş, Özdağoğlu ve Işıldak, 2021) rastlanılmıştır. Bu çalışma kapsamında gerçek dünyadan bir tesis yeri seçimi problemini ele alınarak, hem benzer problemleri olan işletmelere yol göstermek hem de literatüre katkı sunmak amaçlanmıştır.

2. Tesis Yeri Seçimi

Tesis yeri seçimi, bir işletmenin faaliyetleri için kullanmayı hedeflediği coğrafi alanı belirleme sürecidir (Krajewski, Ritzman ve Malhotra, 2010). Endüstri firmaları için tesis yeri; tedarik, üretim, depolama, dağıtım gibi fonksiyonları ve bunlara bağlı ekonomik amaçlarını gerçekleştirebilecekleri en uygun yer olarak tanımlanmaktadır (Güneş, 2019). Tesis yeri seçimi; sık tekrarlanmayan, fonksiyonlar arası bir karar verme problemidir (Kumar ve Kumanan, 2011). Aynı zamanda firmanın operasyonları için bir coğrafi alanın belirlenmesidir (Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2008). Alternatif yerler arasından, en uygun olanının seçilmesi olarak da tanımlanmaktadır (Soyşekerci ve Erturgut, 2011). Tesis yeri seçimi, firmaların uzun vadeli stratejik kararlarından biridir ve pazar rekabetinde firmaların başarısı üzerinde derin bir etkiye sahiptir. Bu nedenle tesis yeri seçimi, çoklu kriterlerin karşılanmasını gerektiren kritik ve karmaşık bir stratejik karardır (Karande ve Chatterjee, 2018). Kötü bir tesis yeri seçimi; aşırı nakliye maliyetlerine, nitelikli iş gücü sıkıntısına, rekabet avantajının kaybolmasına, yetersiz hammadde tedarikine veya operasyonlara zarar verebilecek koşullara neden olabilmektedir (Gao, Yoshimoto ve Ohmori, 2010). Bu durum firmaların maliyet giderlerinin yüksekliği sebebiyle diğer firmalarla rekabet edemez duruma gelmesine neden olmaktadır (Mucuk, 2018). Tesis yeri seçimi, niceliksel ve niteliksel kriterleri içeren ÇKKV problemidir (Chakraborty, Kumar ve Athawale, 2010). Seçim süreci tipik olarak dört ana aşamayı içermektedir. Birinci aşamada, yer alternatiflerini değerlendirmek için kullanılacak kriterlere karar verilir (Gao vd., 2010). İkinci aşamada, en uygun yeri bulmak için alternatiflerin ayrıntılı bir incelemesi sunulur ve önemli olan kriterler belirlenir (Chang, Parvathinathan ve Breeden, 2008). Üçüncü aşamada; kriterlerin, sayısal temele göre karşılaştırılması ve sayısal olmayan temele göre değerlendirilmesi gerekir (Güneş, 2019). Dördüncü ve son aşamada ise alternatifler değerlendirilip, bir seçim yapılır (Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2008). Tablo 1'de literatürde yer alan tesis yeri seçimiyle ilgili çalışmalar özetlenmiştir.

Tablo 1. Tesis yeri seçiminde ÇKKV yöntemleri kapsamında literatür özeti

Sıra	Yazarlar	Kullanılan Yöntemler	Araştırma Konusu
1	Aydınöglü ve diğ. (2005)	Sezgisel ağ tabanlı konum tahsis analiz algoritmaları	İtfaiye tesisleri yer seçimi
2	Yong (2006)	Bulanık TOPSIS	İmalat sektöründe tesis yeri seçimi
3	Chou ve diğ. (2008)	Bulanık AHP	Uluslararası turistik otel yeri seçimi
4	Tuzkaya ve diğ. (2008)	ANP	Atık tesisi için yer seçimi
5	Ertuğrul ve Karakaşoğlu (2008)	Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS	Tekstil sektörü için fabrika yeri seçimi
6	Kuo ve Liang (2011)	Bulanık ANP	Dağıtım merkezi yeri seçimi
7	Dağ ve Önder (2013)	AHP ve VIKOR	Etiket üreticisi bir firmanın tesis yeri seçimi
8	Ar ve diğ. (2014)	Bulanık AHP ve Bulanık VIKOR	Otel yeri seçimi
9	Dey ve diğ. (2016)	Bulanık TOPSIS, Bulanık SAW Bulanık MOORA	Depo yeri seçimi
10	Yaşlıoğlu ve Önder (2016)	AHP ve TOPSIS	Plastik eşya üreticisi bir firmanın fabrika yeri seçimi
11	Hanine ve diğ. (2016)	Bulanık TODIM ve Bulanık AHP	Depolama alanı yer seçimi
12	Sennaroglu ve Celebi (2018)	AHP, PROMETHEE ve VIKOR	Askeri havaalanı yer seçimi
13	Cedolin ve diğ. (2018)	Bulanık Veri Zarflama ve Bulanık Hedef Programlama	Plastik enjeksiyon fabrikası yer seçimi
14	Aytekin (2018)	İkili Ölçekleme ve AHP	Kereste fabrikası yer seçimi
15	Wang ve diğ. (2018)	Bulanık AHP – TOPSIS	Rüzgâr santrali yer seçimi
16	Rahman ve diğ. (2018)	AHP	Plastik imalat firmasının tesis yeri seçimi
17	Yeşilkaya (2018)	AHP, TOPSIS ve PROMETHEE	Kâğıt fabrikası yer seçimi
18	Yücenur ve diğ. (2019)	SWARA ve COPRAS	Biyogaz üretim tesisi yer seçimi
19	Karagoz ve diğ. (2020)	Sezgisel Bulanık CODAS, WASPAS ve TOPSIS	Ömrünü tamamlamış araçlar için sökülme merkezi yer seçimi
20	Kaul ve diğ. (2020)	Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS	İmalat firmasının tesis yeri seçimi
21	Seker ve Aydın (2020)	Aralık Değerli Pisagor Bulanık Entropi ve TOPSIS	Hidrojen enerjisi üretim tesisi yer seçimi
22	Karaşan ve diğ. (2020)	Sezgisel Bulanık DEMATEL, Sezgisel Bulanık AHP ve Sezgisel Bulanık TOPSIS	Elektrikli araç şarj istasyonu yer seçimi
23	Kannan ve diğ. (2020)	BWM, Gri İlişkisel Analiz, VIKOR ve Monte Carlo Simülasyonu	Güneş enerjisi sitesi yer seçimi
24	Türk ve Özkök (2020)	Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS	Tersane yeri seçimi
25	Nacar ve Erdebilli (2021)	Katmanlı ÇKKV ve TOPSIS	Savunma sanayi firması yer seçimi
26	Karagöz ve diğ. (2021)	Aralıklı Tip-2 Bulanık ARAS	Ömrünü tamamlamış araçlar için geri dönüşüm tesisi yer seçimi
27	Simic ve diğ. (2021)	Bulanık (Picture) CODAS	Araç parçalama tesisi yer seçimi
28	Kieu ve diğ. (2021)	Küresel Bulanık AHP ve CoCoSo	Dağıtım merkezi yer seçimi
29	Durak ve diğ. (2021)	AHP ve TOPSIS	Teknopark tesisi yer seçimi
30	Tripathi ve diğ. (2021)	CBS Tabanlı AHP ve Bulanık AHP	Hastane yeri seçimi
31	Suman ve diğ. (2021)	AHP ve Bulanık AHP	Mobilya endüstrisi tesis yeri seçimi
32	Deveci ve diğ. (2021)	Hiyerarşik BWM ve Tip-2 Nötrosofik CODAS	Lityum iyon pili yeniden üretim tesisi yer seçimi
33	Kabadayı ve Esen (2021)	Gri TOPSIS	Depo yeri seçimi
34	Nong (2021)	ANP ve TOPSIS	Dağıtım merkezi yer seçimi
35	Feng ve diğ. (2021).	DEMATEL, Entropi ve WASPAS	Geri dönüştürülebilir atık taşıma aracı park merkezleri yer seçimi
36	Miç ve Antmen (2021)	TOPSIS, WASPAS ve MOORA	Üniversite yeri seçimi
37	Torkayesh ve Simic (2022)	Hiyerarşik BWM, CoCoSo ve WASPAS	Sağlık merkezlerinin plastik atıklarının geri dönüşüm tesisi yer seçimi
38	Xuan ve diğ. (2022)	SWARA, WASPAS, COPRAS, EDAS ve WSM	Güneş enerjili hidrojen üretimi tesis yeri seçimi
39	Effatpanah ve diğ. (2022)	SAW, TOPSIS, ELECTRE, VIKOR ve COPRAS	Temiz enerji tesisi yer seçimi
40	Terme ve diğ. (2022)	Bulanık AHP ve Bulanık VIKOR	İmalat firmasının tesis yeri seçimi
41	Asori ve diğ. (2022)	CBS tabanlı WLC ve AHP	Depolama alanlarına ilişkin yer seçimi

3. Kullanılan Yöntemler

3.1. Geliştirilmiş Bulanık SWARA

SWARA metodu, kriterlerin veya alternatiflerin tercih sırasına dizilerek, arda arda gelen seçenekler arasındaki ilişkinin göreceli önem değerlerinin belirlenmesine dayanmaktadır (Keršuliene, Zavadskas ve Turskis, 2010). Uzman görüşleri kapsamında değerlendirmeler çerçevesinde her bir kriterin önem ağırlıklarının tutarlı bir şekilde elde edilebilmesi söz konusudur (Moniri, Tabriz, Ayough ve Zandieh, 2021). Klasik SWARA metodu kullanılarak kesin olmayan bilgileri içeren karar problemlerini çözmek mümkün olmadığından, Bulanık SWARA metodu kullanılabilir (Mavi, Goh ve ZARBAKHSHNIA, 2017; Ghasemian Sahebi, Arab ve Toufighi, 2020).

Bulanık SWARA yöntemi, basit ve anlaşılması kolay bir yöntemdir. Ayrıca AHP, ANP ve BWM yöntemlerine kıyasla daha az ikili karşılaştırmaya sahip olduğu bilinmektedir (Alvand, Mirhosseini, Ehsanifar, Zeighami ve Mohammadi, 2021). Bulanık SWARA yönteminin mevcut haliyle, karar vericilerin bazı kriterlere eşit önem vermesi mümkün olamamaktadır. Ancak Vrtagić, Softić, Subotić, Stević, Dorđević ve Ponjavic (2021) tarafından önerilen, Geliştirilmiş Bulanık SWARA (GB-SWARA) ile değerlendirme ölçeği sorunu çözülmüş ve daha gerçekçi sonuçlar elde edilebilmiştir. Uzman görüşlerinin daha doğru yansıtılmasını sağlayan geliştirilmiş yöntem henüz az sayıda çalışmada kullanılmıştır (Singh, Upadhyay ve Powar, 2022; Vojinović, Stević ve Tanackov, 2022). GB-SWARA kullanarak kriterlerin göreceli ağırlıklarını hesaplama adımları şu şekilde ifade edilebilir (Vrtagić ve diğ., 2021):

Adım 1-Kriterleri beklenen önemlerine göre azalan düzende sıralama: Karar vericilerin dikkate aldığı değerlendirme kriterleri, önem derecelerine göre sıralanmakta ve en önemli kriter ilk sıraya, en az önemli kriter ise son sıraya atanmaktadır.

Adım 2-Her bir kriterin göreceli önem oranının belirlenmesi: İkinci ölçütten son ölçüte kadar Tablo 2'de gösterilen dilsel terimler kullanılarak, önceki ölçüt (S_j) ile ilgili j ölçütü için göreceli önem oranı (S_j) belirlenmektedir. Tüm karar vericilerden " S_j " değerleri toplandıktan sonra, aritmetik ortalama kullanılarak göreceli önem oranının (S_j) toplanması ile elde edilmektedir. Burada $S_j = (\tilde{S}_j^l, \tilde{S}_j^m, \tilde{S}_j^r)$ olarak ifade edilmektedir

Tablo 2. GB-SWARA için dilsel ifadelerin üyelik fonksiyon değerleri (Vrtagić ve diğ., 2021)

Dilsel İfadeler	Bulanık Sayı Değerleri
Kesinlikle daha az önemli (ALS)	(1,1,1)
Ağırlıklı olarak daha az önemli (DLS)	(1/2,2/3,1)
Çok daha az önemli (MLS)	(2/5,1/2,2/3)
Gerçekten daha az önemli (RLS)	(1/3,2/5,1/2)
Daha az önemli (LS)	(2/7,1/3,2/5)
Orta derecede daha az önemli (MDLS)	(1/4,2/7,1/3)
Zayıf derecede daha az önemli (WLS)	(2/9,1/4,2/7)
Eşit derecede önemli (ES)	(0,0,0)

Adım 3-Katsayının elde edilmesi: (1) numaralı denklem kullanılarak her bir kriter için karşılaştırmalı önem katsayısı (\tilde{k}_j) hesaplanmaktadır.

$$\tilde{k}_j = \begin{cases} \tilde{1} & j = 1 \\ \tilde{s} + \tilde{1} & j > 1 \end{cases} \quad (1)$$

Adım 4-Bulanık yeniden hesaplanmış ağırlıkların elde edilmesi: (2) numaralı denklem kullanılarak, yeniden hesaplanan ağırlık faktörleri olan " \tilde{q}_j " değeri bulunur.

$$\tilde{q}_j = \begin{cases} \tilde{1} & j = 1 \\ \frac{\tilde{q}_{j-1}}{\tilde{k}_j} & j > 1 \end{cases} \quad (2)$$

Adım 5-Her j kriterinin nihai görelî bulanık ağırlığının hesaplanması: Kriterlerin görelî önem ağırlıkları, (3) numaralı denklem kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$\tilde{w}_j = \frac{\tilde{q}_j}{\sum_{k=1}^n \tilde{q}_k} \quad (3)$$

Kriterlerin görelî ağırlıklarını “ \tilde{w}_j ” sembolü temsil etmektedir. Kriter numarası ise “n” sembolüyle gösterilmektedir.

Adım 6-Bulanık göreceli önem ağırlıklarını durulaştırma: Alan merkezi yöntemi kullanılarak; bulanık göreceli önem ağırlıkları (w_j), (4) numaralı denklemde gösterildiği şekilde bulanık olmayan değere (net değer) dönüştürülebilmektedir (Ansari, Kant, Shankar vd., 2020).

$$w_j = \frac{1}{3} \tilde{w}_j = \frac{1}{3} (\tilde{w}_j^l + \tilde{w}_j^m + \tilde{w}_j^r) \quad (4)$$

Burada w_j, j kriterinin durulaştırılmış görelî bulanık ağırlıklarını göstermektedir.

3.2. Bulanık CODAS

CODAS yöntemi 2016 yılında Ghorabae, Zavadskas, Turskis ve Antucheviciene tarafından geliştirilmiştir. Yöntemde bir alternatîfin performans skoru, negatif ideal çözüme olan Öklid ve Taxicab uzaklıkları kullanılarak tespit edilmektedir. Hassas sonuçlar elde edilebilmesini sağlayan güçlü bir yöntemdir (Ecer, 2020). Bulanık CODAS (B-CODAS) yönteminde CODAS yönteminden farklı olarak, bulanık tabanlı Öklid ve bulanık tabanlı Hamming mesafeleri kullanılmaktadır (Yalçın ve Pehlivan, 2019). Ghorabae ve diğ. (2017) net mesafeler yerine bulanık tabanlı Öklid ve bulanık tabanlı Hamming mesafelerini kullanarak B-CODAS yöntemini geliştirmişlerdir. Tablo 3’te B-CODAS yönteminde kullanılan dilsel ifadeler ve üçgensel bulanık sayı değerleri görülmektedir.

Tablo 3. Bulanık CODAS yönteminde dilsel ifadelerin üyelik fonksiyon değerleri (Chen, 2000)

Dilsel İfadeler	Bulanık Sayı Değerleri
Çok zayıf (VP)	(0,0,1)
Zayıf (P)	(0,1,3)
Orta zayıf (MP)	(1,3,5)
Orta (F)	(3,5,7)
Orta iyi (MG)	(5,7,9)
İyi (G)	(7,9,10)
Çok iyi (VG)	(9,10,10)

Alternatiflerin “n”, kriterlerin “m” ve karar vericilerin “q” olduğunu ifade ettiğimizde, B-CODAS yöntemi aşağıda verilen dokuz adımda açıklanmaktadır.

Adım 1: Her bir karar vericinin bulanık karar matrisi (\tilde{X}_l), (5) numaralı denklemde gösterildiği şekilde oluşturulur ve ortalama bulanık karar matrisi (\tilde{X}) (6) numaralı denklemde gösterildiği şekilde hesaplanır (Ghorabae ve diğ., 2017).

$$\tilde{X}_l = [\tilde{x}_{ijl}]_{n \times m} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11l} & \tilde{x}_{12l} & \cdots & \tilde{x}_{1ml} \\ \tilde{x}_{21l} & \tilde{x}_{22l} & \cdots & \tilde{x}_{2ml} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{x}_{n1l} & \tilde{x}_{n2l} & \cdots & \tilde{x}_{nml} \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$\tilde{X} = [\tilde{x}_{ij}]_{n \times m} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1m} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{x}_{n1} & \tilde{x}_{n2} & \cdots & \tilde{x}_{nm} \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$\tilde{x}_{ij} = \bigoplus_{l=1}^q \tilde{x}_{ijl} \quad (7)$$

(7) numaralı denklemde \tilde{x}_{ijl} , i . alternatifin ($i \in \{1, 2, \dots, n\}$) j . kriter ($j \in \{1, 2, \dots, m\}$) ve l . ($l \in \{1, 2, \dots, q\}$) karar vericisine göre bulanık performans değerini, \tilde{x}_{ij} ise j . kritere göre i . alternatifin ortalama bulanık performans değerini göstermektedir (Yalçın ve Pehlivan, 2019).

Adım 2: Her bir karar vericiden her bir kriterin bulanık ağırlıkları alınır ve ortalama bulanık ağırlıklar (8) numaralı denklemde gösterildiği şekilde hesaplanır (Ghorabae ve diğ., 2017).

$$\tilde{W}_l = [\tilde{w}_{jl}]_{1 \times m} \quad (8)$$

$$\tilde{W} = [\tilde{w}_j]_{1 \times m} \quad (9)$$

$$\tilde{w}_j = \bigoplus_{l=1}^q \tilde{w}_{jl} \quad (10)$$

Denklemlerde \tilde{w}_{jl} , j . kriter'in l . karar vericiye göre bulanık ağırlığını göstermekte ve \tilde{w}_j ise j . kriterin ortalama bulanık ağırlığını belirtmektedir (Yalçın ve Pehlivan, 2019).

Adım 3: (11) numaralı denklem kullanılarak her bir kriterin tipine göre, bulanık normalleştirilmiş karar matrisi belirlenir (Ghorabae ve diğ., 2017).

$$\tilde{N} = [\tilde{n}_{ij}]_{n \times m} \quad (11)$$

$$\tilde{n}_{ij} = \begin{cases} \tilde{x}_{ij} / \max_i D(\tilde{x}_{ij}) & j \in B \\ 1 - (\tilde{x}_{ij} / \max_i D(\tilde{x}_{ij})) & j \in C \end{cases} \quad (12)$$

(12) numaralı denklemde B ve C , sırasıyla fayda ve maliyet kriterleri kümelerini temsil etmekte ve \tilde{n}_{ij} normalleştirilmiş bulanık performans değerlerini belirtmektedir (Yalçın ve Pehlivan, 2019).

Adım 4: Bu adımda bulanık ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi hesaplanmaktadır. Bulanık ağırlıklı normalleştirilmiş performans değerleri (\tilde{r}_{ij}), (13) numaralı denklemde gösterildiği şekilde elde edilebilmektedir (Ghorabae ve diğ., 2017).

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{n \times m} \quad (13)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \tilde{w}_j \otimes \tilde{n}_{ij} \quad (14)$$

(14) numaralı denklemde \tilde{w}_j , j . kriterin bulanık ağırlığını ve $0 < D(\tilde{w}_j) < 1$ 'i göstermektedir.

Adım 5: Bulanık negatif ideal çözümü, (15) numaralı denklemde gösterildiği şekilde oluşturulmaktadır.

$$\tilde{N}\tilde{S} = [\tilde{n}\tilde{S}_j]_{1 \times m} \quad (15)$$

$$\widetilde{nS}_j = \min_i \widetilde{r}_{ij} \quad (16)$$

(16) numaralı denklemde $\min_i \widetilde{r}_{ij} = \{\widetilde{r}_{kj} \mid D(\widetilde{r}_{kj}) = \min_i (D(\widetilde{r}_{ij}))\}$, $k \in \{1, 2, \dots, n\}$ olarak ifade edilmektedir (Ghorabae ve diğ., 2017).

Adım 6. Bu adımda bulanık negatif ideal çözüm kullanılarak alternatiflerin bulanık ağırlıklı Öklid (ED_i) ve bulanık ağırlıklı Hamming (HD_i) uzaklıkları hesaplanır. Bu değerlerin hesaplanması için (17) ve (18) numaralı denklemler kullanılmıştır (Yalçın ve Pehlivan, 2019).

$$ED_i = \sum_{j=1}^m d_E(\widetilde{r}_{ij}, \widetilde{nS}_j) \quad (17)$$

$$HD_i = \sum_{j=1}^m d_H(\widetilde{r}_{ij}, \widetilde{nS}_j) \quad (18)$$

Adım 7. (19) ve (20) numaralı denklemler kullanılarak bağıl değerlendirme matrisi (RA) belirlenir (Ghorabae ve diğ., 2017).

$$RA = [p_{ik}]_{n \times n} \quad (19)$$

$$p_{ik} = (ED_i - ED_k) + (t(ED_i - ED_k) \times (HD_i - HD_k)) \quad (20)$$

Burada $k \in \{1, 2, \dots, n\}$ ve t değeri eşik değer olup (21) numaralı denklem yardımı ile hesaplanmaktadır.

$$t(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } |x| \geq \theta \\ 0 & \text{if } |x| < \theta \end{cases} \quad (21)$$

Bu fonksiyonun eşik değeri (θ) karar verici tarafından atanabilmektedir. Bu çalışmada literatür baz alınarak $\theta=0,02$ olarak hesaplanmıştır.

Adım 8. (22) numaralı denklem kullanılarak her bir alternatifin değerlendirme puanı (AS_i) hesaplanır (Yalçın ve Pehlivan, 2019).

$$AS_i = \sum_{k=1}^n p_{ik} \quad (22)$$

Adım 9. En yüksek değerlendirme puanına sahip alternatif, problemin çözümü kapsamındaki en uygun seçenek olarak ifade edilmektedir.

4. Uygulama

İmalat sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın fabrika yerinin seçilmesi, uygulamanın ana çerçevesini oluşturmaktadır. Firma, seri üretime geçmek ve üretim kapasitesini arttırmak istediğinden dolayı daha geniş bir alana ihtiyaç duymakta ve bu nedenle fabrika kurmak istemektedir. Firma 2018 yılında TÜBİTAK'ın teknoloji girişim sermaye desteği ile kompozit pervane alanında beş yıldan fazla bir süreden beri faaliyet gösteren ekibin bir araya gelmesiyle ticari hayatına İstanbul'da başlamıştır. Firma, genç ve hızlı büyüyen bir start-up şirkettir. Savunma sanayii, havacılık ve denizcilik sektöründe modern teknolojiler üretmek için kurulmuştur. Misyonu; yerli, milli ve yenilikçi tasarım içeren projeler yapmaktır. İşletme mevcut üretim tesislerinde; insansız hava araçları için karbon fiber, ahşap ve plastik malzemelerden üretilen pervaneler, havalandırma ve tekne pervaneleri, karbon levha ve boru, 250-1500 milimetre çap aralığında hava aracı pervanesi, 1-12 kW güçlerinde tekne pervanesi ürünlerinin üretimini yapmaktadır.

Çalışma kapsamında öncelikle, dokuz kişiden oluşan uzman karar verme grubu kurulmuştur. Grup üyeleri ile yüz yüze görüşmeler yapılmış ve literatürde yer alan kriterlerin açıklamaları detaylıca sunulmuştur. Çalışma için değerlendirilecek alternatifler ise firma yönetimi tarafından belirlenmiş olup İstanbul ve Kocaeli illerinde yer almaktadır. Alternatifler; A1 (Bayrampaşa), A2 (Esenyurt), A3 (Gebze), A4 (İkitelli), A5 (Teknopark İstanbul), A6 (Tuzla) ve A7 (YTÜ-Teknopark) olarak tanımlanmıştır.

Tablo 4'te karar verme grubu üyelerinin mesleği, deneyimi ve uzmanlık alanları detaylandırılmıştır.

Tablo 4. Karar vericilere ait bilgiler

Karar Verici	Deneyim (yıl)	Mesleği	Uzmanlık Alanı
KV ₁	8	İşletme Yöneticisi	İşletme Organizasyonu, Ürün Yaşam Döngüsü
KV ₂	8	İşletme Yöneticisi	Üretim Planlama, İş Geliştirme
KV ₃	13	İşletme Yöneticisi	Üretim Planlama, Kalite Kontrol, Ürün Yaşam Döngüsü
KV ₄	2	Mimar	Üretim Planlama, Tedarik Zincirleri
KV ₅	35	Endüstri Mühendisi	Personel Yönetimi, Kalite Yönetimi
KV ₆	2	Gemi Y. Mühendisi	Ürün Yaşam Döngüsü, Üretim Planlama
KV ₇	6	Gemi Y. Mühendisi	Pazarlama ve Satış, Personel Yönetimi
KV ₈	6	Mekatronik Y. Mühendisi	Tedarik Zincirleri, Personel Yönetimi, Üretim Planlama
KV ₉	7	Malzeme Y. Mühendisi	Ürün Yaşam Döngüsü, Kalite Yönetimi, Personel Yönetimi

Yer seçiminde kullanılacak kriterler ise literatür kapsamında tespit edilerek, karar verme grubunun da görüşleri doğrultusunda son halini almıştır. Coğrafi, çevre, ekonomik, sosyal ve teknik olmak üzere beş ana kriter kapsamında yirmi bir alt kriter mevcuttur. Tablo 5'te değerlendirme kriterleri ifade edilmiştir.

Tablo 5. Tesis yeri seçiminde kullanılan değerlendirme kriterleri

Kriter	Kısa Tanımı	Destekleyici Literatür	
C₁-Coğrafi			
C ₁₁	Enerji kaynaklarına yakınlık	Tesisin enerji kaynaklarına yakınlığını ve bu kapsamda enerjinin elde edilebilmesi için gerekli maliyeti ifade etmektedir.	Yaşhoğlu ve Önder (2016).
C ₁₂	Hammaddeye yakınlık	Hammadde tedarikçilerine yakınlık vurgulanmaktadır.	Yaşhoğlu ve Önder (2016), Cedolin ve diğ. (2018), Yücenur ve diğ., (2019).
C ₁₃	İklim	Tesisin çalışmasına etki edebilecek iklim şartlarını ifade etmektedir.	Kaul ve diğ., (2020), Seker ve Aydın (2020), Türk ve Özkök (2020).
C ₁₄	Müşterilere yakınlık	İşletmenin müşterilerine olan uzaklığı temsil etmektedir.	Yaşhoğlu ve Önder (2016), Suman ve diğ. (2021).
C ₁₅	Sanayi bölgelerine yakınlık	Tesisin endüstriyel bölgelere yakınlığını ifade etmektedir.	Dağ ve Önder (2013), Türk ve Özkök (2020).
C ₁₆	Ulaşım ağlarına yakınlık	Kara yolu, deniz yolu, hava yolu ve demir yolu ulaşımına yakınlığı kapsamaktadır.	Sennaroglu ve Celebi (2018), Durak ve diğ. (2021).
C₂-Çevre			
C ₂₁	Gürültü kirliliği	Bölgedeki gürültü kirliliğini ifade etmektedir.	Karagoz ve diğ. (2020, 2021); Simic ve diğ. (2021).
C ₂₂	Hava kirliliği	Bölgedeki hava kirliliğini ifade etmektedir.	Durak ve diğ. (2021), Deveci ve diğ., (2021).
C ₂₃	Karbon ayak izi	Karbon ayak izi bakımından avantajlı bir çevreye sahip olduğunu ifade etmektedir.	Torkayesh ve Simic (2022).
C₃-Ekonomik			
C ₃₁	Devlet teşvikleri	Devlet destek derecesi, sübvansiyonlar, arazi imtiyazları ve vergi teşvikleri.	Yaşhoğlu ve Önder (2016).
C ₃₂	İşletme ve bakım maliyetleri	İşletme maliyetleri ve bakım-onarıma harcanması gereken toplam maliyet.	Yaşhoğlu ve Önder (2016), Cedolin ve diğ. (2018), Yücenur ve diğ., (2019).
C ₃₃	Yatırım maliyeti	Projenin uygulanmasıyla ilgili maliyetler.	Yeşilkaya (2018), Kaul ve diğ., (2020), Türk ve Özkök (2020).
C₄-Sosyal			

C ₄₁	Çalışanlar için sosyal olanaklar	Sosyal yaşam alanlarının potansiyelini ifade edilmektedir.	Steyn ve Buys (2017), Aytekin (2018).
C ₄₂	İş gücü mevcudiyeti	Yeterli sayıda işçinin varlığını (mavi, beyaz yakalı vb.) ifade etmektedir.	Simic ve diğ. (2021).
C ₄₃	Topluluk yararı	Ortaya çıkabilecek iş sayısını ve kent için etkiyi ifade etmektedir.	Seker ve Aydın (2020).
C ₄₄	Toplumsal kabul	Toplumun işletmeye gösterdiği tutumdur.	Seker ve Aydın (2020), Kannan ve diğ. (2020), Karagöz ve diğ. (2021), Torkayesh ve Simic (2022).
C₅-Teknik			
C ₅₁	Arazi genişleme potansiyeli	Tesisin genişleyebilme potansiyelini ifade etmektedir.	Sennaroglu ve Celebi (2018).
C ₅₂	Arazi gereksinimi	Lokasyonun ilk etapta gereksinimini ne ölçüde karşıladığını belirtmektedir.	Torkayesh ve Simic (2022).
C ₅₃	Arazinin uygunluğu	Aday arazinin coğrafi uygunluğu olarak tanımlanmaktadır.	Karagoz ve diğ. (2020), Karagöz ve diğ. (2021).
C ₅₄	Ek depolama alanı	Firmanın; satış, üretim veya kullanım için ürün vb. depolayabileceği ek alan varlığını ifade etmektedir.	Karagoz ve diğ., 2020, Simic ve diğ., (2021).
C ₅₅	Trafik yoğunluğu	Bölgedeki trafik yoğunluğunu ifade etmektedir.	Yaşhoğlu ve Önder (2016), Sennaroglu ve Celebi (2018).

4.1. GB-SWARA Yöntemiyle Kriter Ağırlıklarının Tespiti

Öncelikle karar verme ekibinin kriterler kapsamındaki ayrı ayrı görüşleri alınmıştır. Tablo 6'da birinci karar vericinin ana kriterler ve alt kriterler kapsamındaki hesaplamaları sunulmuştur. Tüm karar vericiler için benzeri hesaplama sistemi uygulanmıştır.

Tablo 6. Birinci karar vericiye ait hesaplamalar

İfade	s_j	\tilde{k}_j	\tilde{q}_j	\tilde{w}_j	w_j
C ₃	0,000 0,000 0,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 0,297 0,310 0,327 0,312				
C ₅ WLS	0,222 0,250 0,286 1,222 1,250 1,286 0,778 0,800 0,818 0,231 0,248 0,268 0,249				
C ₁ MDLS	0,250 0,286 0,333 1,250 1,286 1,333 0,583 0,622 0,655 0,173 0,193 0,214 0,194				
C ₄ LS	0,286 0,333 0,400 1,286 1,333 1,400 0,417 0,467 0,509 0,124 0,145 0,167 0,145				
C ₂ RLS	0,333 0,400 0,500 1,333 1,400 1,500 0,278 0,333 0,382 0,083 0,103 0,125 0,104				
C ₁₃	0,000 0,000 0,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 0,267 0,280 0,296 0,281				
C ₁₁ WLS	0,222 0,250 0,286 1,222 1,250 1,286 0,778 0,800 0,818 0,207 0,224 0,242 0,224				
C ₁₄ WLS	0,222 0,250 0,286 1,222 1,250 1,286 0,605 0,640 0,669 0,161 0,179 0,198 0,179				
C ₁₆ MDLS	0,250 0,286 0,333 1,250 1,286 1,333 0,454 0,498 0,536 0,121 0,139 0,159 0,140				
C ₁₅ LS	0,286 0,333 0,400 1,286 1,333 1,400 0,324 0,373 0,417 0,086 0,104 0,123 0,105				
C ₁₂ RLS	0,333 0,400 0,500 1,333 1,400 1,500 0,216 0,267 0,312 0,058 0,075 0,093 0,075				
C ₂₃	0,000 0,000 0,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 0,404 0,413 0,424 0,414				
C ₂₁ WLS	0,222 0,250 0,286 1,222 1,250 1,286 0,778 0,800 0,818 0,315 0,330 0,347 0,330				
C ₂₂ MDLS	0,250 0,286 0,333 1,250 1,286 1,333 0,583 0,622 0,655 0,236 0,257 0,277 0,257				
C ₃₃	0,000 0,000 0,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 0,407 0,417 0,429 0,418				
C ₃₂ WLS	0,222 0,250 0,286 1,222 1,250 1,286 0,778 0,800 0,818 0,317 0,333 0,351 0,334				
C ₃₁ LS	0,286 0,333 0,400 1,286 1,333 1,400 0,556 0,600 0,636 0,226 0,250 0,273 0,250				

C ₄₂		0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,335	0,346	0,360	0,347
C ₄₁	WLS	0,222	0,250	0,286	1,222	1,250	1,286	0,778	0,800	0,818	0,261	0,277	0,295	0,277
C ₄₄	MDLS	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,583	0,622	0,655	0,196	0,215	0,236	0,216
C ₄₃	LS	0,286	0,333	0,400	1,286	1,333	1,400	0,417	0,467	0,509	0,140	0,162	0,183	0,162
C ₅₃		0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,297	0,310	0,327	0,312
C ₅₅	WLS	0,222	0,250	0,286	1,222	1,250	1,286	0,778	0,800	0,818	0,231	0,248	0,268	0,249
C ₅₁	MDLS	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,583	0,622	0,655	0,173	0,193	0,214	0,194
C ₅₂	LS	0,286	0,333	0,400	1,286	1,333	1,400	0,417	0,467	0,509	0,124	0,145	0,167	0,145
C ₅₄	RLS	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,278	0,333	0,382	0,083	0,103	0,125	0,104

Yapılan hesaplamalar sonucunda her karar verici için tüm ana ve alt kriterlerin önem dereceleri tespit edilmiştir. Karar vericilerin görüşlerini bütünleştirmek için, ortaya çıkan değerlerin aritmetik ortalaması alınmıştır (Ghorabae, Amiri, Zavadskas, Turskis ve Antuchevičienė, 2018; Alvand ve diğ., 2021). Elde edilen sonuçlar Tablo 7’de gösterilmiştir. Alt kriterlerin önem ağırlıkları, problemin bir sonraki aşamasında kullanılmak üzere üçgenel sayı olarak da ifade edilmiştir. Tesis yeri seçimindeki ana kriterlerin ortaya çıkan önem ağırlıkları incelendiğinde en fazla öneme sahip kriterin, ekonomik kriter olduğu ifade edilebilir. Alt kriterler bütünleşik olarak incelendiğinde ise en önemli beş kriterin; yatırım maliyeti, işletme ve bakım maliyetleri, devlet teşvikleri, karbon ayak izi ve arazi genişleme potansiyeli kriterleri olduğu görülmektedir.

Tablo 7. Kriterlerin Önem Ağırlıkları

Ana kriter	Ana kriter ağırlığı	Alt kriterler	Yerel ağırlık			Kriterin genel ağırlığı	Alt kriter sıralaması	
C ₁ -Coğrafi	0,221	C ₁₁	Enerji kaynaklarına yakınlık	0,032	0,039	0,047	0,039	12
		C ₁₂	Hammaddeye yakınlık	0,042	0,049	0,058	0,050	6
		C ₁₃	İklim	0,027	0,034	0,041	0,034	15
		C ₁₄	Müşterilere yakınlık	0,033	0,040	0,048	0,040	11
		C ₁₅	Sanayi bölgelerine yakınlık	0,021	0,027	0,034	0,028	21
		C ₁₆	Ulaşım ağlarına yakınlık	0,025	0,031	0,039	0,032	18
C ₂ -Çevre	0,149	C ₂₁	Gürültü kirliliği	0,037	0,045	0,055	0,046	9
		C ₂₂	Hava kirliliği	0,038	0,047	0,057	0,047	8
		C ₂₃	Karbon ayak izi	0,047	0,056	0,067	0,057	4
C ₃ -Ekonomik	0,292	C ₃₁	Devlet teşvikleri	0,071	0,081	0,092	0,082	3
		C ₃₂	İşletme ve bakım maliyetleri	0,093	0,102	0,114	0,103	2
		C ₃₃	Yatırım maliyeti	0,098	0,107	0,119	0,108	1
C ₄ -Sosyal	0,138	C ₄₁	Çalışanlar için sosyal olanaklar	0,026	0,033	0,041	0,033	16
		C ₄₂	İş gücü mevcudiyeti	0,036	0,044	0,054	0,044	10
		C ₄₃	Topluluk yararı	0,025	0,032	0,040	0,032	17
		C ₄₄	Toplumsal kabul	0,022	0,029	0,037	0,030	20
C ₅ -Teknik	0,204	C ₅₁	Arazi genişleme potansiyeli	0,045	0,052	0,062	0,053	5
		C ₅₂	Arazi gereksinimi	0,028	0,034	0,043	0,035	14
		C ₅₃	Arazinin uygunluğu	0,040	0,047	0,056	0,048	7
		C ₅₄	Ek depolama alanı	0,025	0,031	0,039	0,032	19
		C ₅₅	Trafik yoğunluğu	0,031	0,038	0,047	0,039	13

4.2. Bulanık CODAS Yöntemiyle Alternatiflerin Değerlendirilmesi

Çalışmanın bu kısmında yedi farklı alternatif lokasyonun uygunluğu analiz edilmiştir. Lokasyonlara ait veriler ışığında, mevcut karar verme grubu içerisinde alternatifler hakkında da ileri düzeyde bilgi sahibi olan altı kişilik bir alt grup, değerlendirmeler gerçekleştirmiştir. Karar vericiler tarafından oluşturulan sözel değerlendirmelerin üçgensel bulanık sayı karşılıkları (Tablo 3'te yer alan) kullanılarak ortalama bulanık karar matrisi oluşturulmuştur. Tablo 8'de aritmetik ortalama alınarak oluşturulmuş olan bulanık karar matrisi sunulmuştur.

Tablo 8. Ortalama Bulanık Karar Matrisi

Kriterler	Alternatifler																				
	A1			A2			A3			A4			A5			A6			A7		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
C ₁₁	3,7	5,7	7,5	3,3	5,3	7,3	6,0	7,8	9,0	6,0	7,7	8,7	4,7	6,5	8,0	5,7	7,7	9,0	5,2	6,7	8,0
C ₁₂	6,7	8,3	9,2	3,5	5,3	7,0	5,7	7,5	8,8	6,0	7,8	9,2	4,7	6,5	7,8	6,0	7,8	9,2	6,3	8,0	9,0
C ₁₃	3,7	5,7	7,5	2,7	4,7	6,7	2,7	4,7	6,7	2,8	4,7	6,7	3,2	5,0	6,8	2,5	4,2	5,8	3,7	5,7	7,3
C ₁₄	4,3	6,2	7,8	1,3	3,0	5,0	2,8	4,5	6,3	4,0	6,0	8,0	4,3	6,2	7,7	4,0	5,8	7,5	6,0	7,7	8,8
C ₁₅	4,0	5,5	6,8	2,8	4,5	6,2	4,2	6,0	7,7	6,7	8,3	9,2	3,0	5,0	7,0	4,5	6,3	7,8	3,8	5,3	6,7
C ₁₆	6,7	8,5	9,5	3,0	5,0	7,0	4,7	6,7	8,2	5,7	7,7	9,3	5,3	7,2	8,7	4,0	6,0	7,8	6,7	8,2	9,0
C ₂₁	2,5	4,2	5,8	3,3	5,2	6,8	6,7	8,3	9,2	4,3	6,2	7,8	7,3	8,7	9,2	6,3	7,8	8,8	6,7	8,0	8,7
C ₂₂	3,7	5,5	7,2	4,0	5,8	7,5	6,0	7,8	9,0	4,3	6,2	7,8	5,3	7,2	8,7	5,7	7,3	8,7	5,7	7,5	8,8
C ₂₃	4,7	6,7	8,5	4,0	6,0	7,7	4,3	6,3	8,0	4,0	6,0	7,7	6,7	8,5	9,7	5,3	7,0	8,2	5,7	7,7	9,2
C ₃₁	1,3	3,0	5,0	2,3	3,8	5,7	2,2	3,5	5,3	3,0	4,7	6,5	8,3	9,5	9,8	2,8	4,2	5,8	8,3	9,5	9,8
C ₃₂	5,7	7,7	9,2	6,0	7,8	9,0	6,7	8,5	9,7	7,0	8,7	9,5	6,7	8,2	9,2	7,3	8,8	9,7	6,3	8,0	9,2
C ₃₃	5,3	7,2	8,5	7,3	8,8	9,7	6,7	8,3	9,5	5,3	7,2	8,5	4,8	6,3	7,5	6,3	8,2	9,5	5,3	7,0	8,2
C ₄₁	3,2	5,0	6,8	1,0	2,2	4,0	2,3	4,3	6,3	3,2	5,0	7,0	7,0	8,7	9,7	3,2	4,8	6,5	6,7	8,5	9,7
C ₄₂	6,3	8,0	9,0	4,0	5,8	7,5	3,7	5,7	7,7	4,3	6,2	7,8	5,7	7,7	9,2	3,0	5,0	7,0	6,3	8,2	9,3
C ₄₃	1,8	3,7	5,7	1,8	3,3	5,2	3,8	5,3	6,7	3,0	5,0	6,8	5,7	7,5	8,8	6,0	7,7	8,8	5,8	7,3	8,3
C ₄₄	3,0	5,0	6,8	3,7	5,7	7,3	4,0	5,8	7,5	4,3	6,2	7,7	6,7	8,3	9,3	5,0	6,8	8,3	6,0	7,8	9,0
C ₅₁	2,0	3,3	5,0	4,8	6,5	8,0	5,3	7,3	8,8	2,8	4,5	6,2	2,0	3,5	5,3	5,7	7,5	8,8	1,5	2,7	4,3
C ₅₂	1,8	3,7	5,7	5,3	7,2	8,7	5,0	6,8	8,3	2,0	3,7	5,5	1,2	2,5	4,3	5,7	7,5	8,8	2,8	4,3	5,8
C ₅₃	4,5	6,3	7,8	5,0	7,0	8,5	6,3	8,2	9,3	4,3	6,3	8,0	6,7	8,3	9,5	7,0	8,5	9,3	6,0	7,8	9,2
C ₅₄	3,0	4,5	6,2	4,3	6,3	8,0	5,2	6,8	8,3	3,0	5,0	7,0	2,5	4,3	6,2	6,3	8,2	9,5	2,0	4,0	6,0
C ₅₅	2,7	4,3	6,2	3,2	5,0	6,8	5,3	7,3	9,0	3,7	5,5	7,2	6,3	8,2	9,3	5,3	7,2	8,7	5,7	7,5	9,0

Bulanık CODAS uygulaması kapsamında, çalışmamızdaki tüm kriterler fayda kriteri mantığında değerlendirildiğinden (Katrancı ve Kundakcı, 2020), eşitlik (10) kullanılarak normalize bulanık karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 9).

Tablo 9. Normalize bulanık karar matrisi

Alternatifler		Kriterler											
		C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	C ₃₁	C ₃₂	C ₃₃
A1	<i>l</i>	0,50	0,95	0,63	0,87	0,65	0,95	0,43	0,51	0,61	0,27	0,62	0,71
	<i>m</i>	0,77	1,19	0,97	1,23	0,89	1,21	0,71	0,77	0,87	0,60	0,84	0,96
	<i>u</i>	1,02	1,31	1,29	1,57	1,11	1,36	1,00	1,00	1,11	1,00	1,00	1,13
A2	<i>l</i>	0,45	0,50	0,46	0,27	0,46	0,43	0,57	0,56	0,52	0,47	0,65	0,98
	<i>m</i>	0,73	0,76	0,80	0,60	0,73	0,71	0,89	0,81	0,78	0,77	0,85	1,18
	<i>u</i>	1,00	1,00	1,14	1,00	1,00	1,00	1,17	1,05	1,00	1,13	0,98	1,29
A3	<i>l</i>	0,82	0,81	0,46	0,57	0,68	0,67	1,14	0,84	0,57	0,43	0,73	0,89
	<i>m</i>	1,07	1,07	0,80	0,90	0,97	0,95	1,43	1,09	0,83	0,70	0,93	1,11
	<i>u</i>	1,23	1,26	1,14	1,27	1,24	1,17	1,57	1,26	1,04	1,07	1,05	1,27
A4	<i>l</i>	0,82	0,86	0,49	0,80	1,08	0,81	0,74	0,60	0,52	0,60	0,76	0,71
	<i>m</i>	1,05	1,12	0,80	1,20	1,35	1,10	1,06	0,86	0,78	0,93	0,95	0,96

A5	<i>u</i>	1,18	1,31	1,14	1,60	1,49	1,33	1,34	1,09	1,00	1,30	1,04	1,13
	<i>l</i>	0,64	0,67	0,54	0,87	0,49	0,76	1,26	0,74	0,87	1,67	0,73	0,64
	<i>m</i>	0,89	0,93	0,86	1,23	0,81	1,02	1,49	1,00	1,11	1,90	0,89	0,84
A6	<i>u</i>	1,09	1,12	1,17	1,53	1,14	1,24	1,57	1,21	1,26	1,97	1,00	1,00
	<i>l</i>	0,77	0,86	0,43	0,80	0,73	0,57	1,09	0,79	0,70	0,57	0,80	0,84
	<i>m</i>	1,05	1,12	0,71	1,17	1,03	0,86	1,34	1,02	0,91	0,83	0,96	1,09
A7	<i>u</i>	1,23	1,31	1,00	1,50	1,27	1,12	1,51	1,21	1,07	1,17	1,05	1,27
	<i>l</i>	0,70	0,90	0,63	1,20	0,62	0,95	1,14	0,79	0,74	1,67	0,69	0,71
	<i>m</i>	0,91	1,14	0,97	1,53	0,86	1,17	1,37	1,05	1,00	1,90	0,87	0,93
	<i>u</i>	1,09	1,29	1,26	1,77	1,08	1,29	1,49	1,23	1,20	1,97	1,00	1,09

Tablo 9 (devamı). Normalize bulanık karar matrisi

Alternatifler		Kriterler							
		C ₄₂	C ₄₃	C ₄₄	C ₅₁	C ₅₂	C ₅₃	C ₅₄	C ₅₅
A1	<i>l</i>	0,90	0,35	0,44	0,46	0,42	0,57	0,50	0,43
	<i>m</i>	1,14	0,71	0,73	0,77	0,85	0,81	0,75	0,70
	<i>u</i>	1,29	1,10	1,00	1,15	1,31	1,00	1,03	1,00
A2	<i>l</i>	0,57	0,35	0,54	1,12	1,23	0,64	0,72	0,51
	<i>m</i>	0,83	0,65	0,83	1,50	1,65	0,89	1,06	0,81
	<i>u</i>	1,07	1,00	1,07	1,85	2,00	1,09	1,33	1,11
A3	<i>l</i>	0,52	0,74	0,59	1,23	1,15	0,81	0,86	0,86
	<i>m</i>	0,81	1,03	0,85	1,69	1,58	1,04	1,14	1,19
	<i>u</i>	1,10	1,29	1,10	2,04	1,92	1,19	1,39	1,46
A4	<i>l</i>	0,62	0,58	0,63	0,65	0,46	0,55	0,50	0,59
	<i>m</i>	0,88	0,97	0,90	1,04	0,85	0,81	0,83	0,89
	<i>u</i>	1,12	1,32	1,12	1,42	1,27	1,02	1,17	1,16
A5	<i>l</i>	0,81	1,10	0,98	0,46	0,27	0,85	0,42	1,03
	<i>m</i>	1,10	1,45	1,22	0,81	0,58	1,06	0,72	1,32
	<i>u</i>	1,31	1,71	1,37	1,23	1,00	1,21	1,03	1,51
A6	<i>l</i>	0,43	1,16	0,73	1,31	1,31	0,89	1,06	0,86
	<i>m</i>	0,71	1,48	1,00	1,73	1,73	1,09	1,36	1,16
	<i>u</i>	1,00	1,71	1,22	2,04	2,04	1,19	1,58	1,41
A7	<i>l</i>	0,90	1,13	0,88	0,35	0,65	0,77	0,33	0,92
	<i>m</i>	1,17	1,42	1,15	0,62	1,00	1,00	0,67	1,22
	<i>u</i>	1,33	1,61	1,32	1,00	1,35	1,17	1,00	1,46

Bir sonraki aşamada bulanık ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi hesaplanmıştır. GB-SWARA hesaplaması sonucu elde edilen kriter ağırlıkları da bu aşamada kullanılmıştır. Bulanık ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi Tablo 10’da sunulmuştur.

Tablo 10. Bulanık ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi

	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	C ₃₁	C ₃₂	C ₃₃	C ₄₁	C ₄₂	C ₄₃	C ₄₄	C ₅₁	C ₅₂	C ₅₃	C ₅₄	C ₅₅	
A1	<i>l</i>	0,02	0,04	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,06	0,07	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01
	<i>m</i>	0,03	0,06	0,03	0,05	0,02	0,04	0,03	0,04	0,05	0,05	0,09	0,10	0,04	0,05	0,02	0,02	0,04	0,03	0,04	0,02	0,03
	<i>u</i>	0,05	0,08	0,05	0,08	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,09	0,11	0,13	0,07	0,07	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,04	0,05
A2	<i>l</i>	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,06	0,10	0,01	0,02	0,01	0,01	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
	<i>m</i>	0,03	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,06	0,09	0,13	0,02	0,04	0,02	0,02	0,08	0,06	0,04	0,03	0,03	0,03
	<i>u</i>	0,05	0,06	0,05	0,05	0,03	0,04	0,06	0,06	0,07	0,10	0,11	0,15	0,04	0,06	0,04	0,04	0,11	0,09	0,06	0,05	0,05
A3	<i>l</i>	0,03	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,04	0,03	0,03	0,07	0,09	0,01	0,02	0,02	0,01	0,05	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03
	<i>m</i>	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03	0,03	0,06	0,05	0,05	0,06	0,09	0,12	0,04	0,04	0,03	0,02	0,09	0,05	0,05	0,04	0,05
	<i>u</i>	0,06	0,07	0,05	0,06	0,04	0,05	0,09	0,07	0,07	0,10	0,12	0,15	0,07	0,06	0,05	0,04	0,13	0,08	0,07	0,05	0,07
A4	<i>l</i>	0,03	0,04	0,01	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,04	0,07	0,07	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02

<i>m</i>	0,04	0,06	0,03	0,05	0,04	0,03	0,05	0,04	0,04	0,08	0,10	0,10	0,04	0,04	0,03	0,03	0,05	0,03	0,04	0,03	0,03
<i>u</i>	0,06	0,08	0,05	0,08	0,05	0,05	0,07	0,06	0,07	0,12	0,12	0,13	0,07	0,06	0,05	0,04	0,09	0,05	0,06	0,05	0,05
<i>l</i>	0,02	0,03	0,01	0,03	0,01	0,02	0,05	0,03	0,04	0,12	0,07	0,06	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01	0,03
A5 <i>m</i>	0,03	0,05	0,03	0,05	0,02	0,03	0,07	0,05	0,06	0,15	0,09	0,09	0,07	0,05	0,05	0,04	0,04	0,02	0,05	0,02	0,05
<i>u</i>	0,05	0,07	0,05	0,07	0,04	0,05	0,09	0,07	0,08	0,18	0,11	0,12	0,10	0,07	0,07	0,05	0,08	0,04	0,07	0,04	0,07
<i>l</i>	0,02	0,04	0,01	0,03	0,02	0,01	0,04	0,03	0,03	0,04	0,07	0,08	0,02	0,02	0,03	0,02	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03
A6 <i>m</i>	0,04	0,06	0,02	0,05	0,03	0,03	0,06	0,05	0,05	0,07	0,10	0,12	0,04	0,03	0,05	0,03	0,09	0,06	0,05	0,04	0,04
<i>u</i>	0,06	0,08	0,04	0,07	0,04	0,04	0,08	0,07	0,07	0,11	0,12	0,15	0,07	0,05	0,07	0,05	0,13	0,09	0,07	0,06	0,07
<i>l</i>	0,02	0,04	0,02	0,04	0,01	0,02	0,04	0,03	0,03	0,12	0,06	0,07	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,03
A7 <i>m</i>	0,04	0,06	0,03	0,06	0,02	0,04	0,06	0,05	0,06	0,15	0,09	0,10	0,07	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,02
<i>u</i>	0,05	0,08	0,05	0,09	0,04	0,05	0,08	0,07	0,08	0,18	0,11	0,13	0,10	0,07	0,06	0,05	0,06	0,06	0,07	0,04	0,07

Oluşturulan bulanık ağırlıklı normalleştirilmiş matristen (15) numaralı denklem kullanılarak bulanık negatif ideal çözüm değerleri (Tablo 11) oluşturulmuştur.

Tablo 11. Bulanık negatif ideal çözüm değerleri

Kriterler	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	Kriterler	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
C ₁₁	0,0146	0,0282	0,0471	C ₃₃	0,0638	0,0915	0,1201
C ₁₂	0,0211	0,0377	0,0584	C ₄₁	0,0064	0,0178	0,0411
C ₁₃	0,0117	0,0239	0,0412	C ₄₂	0,0154	0,0315	0,0536
C ₁₄	0,0088	0,0239	0,0482	C ₄₃	0,0088	0,0206	0,0403
C ₁₅	0,0098	0,0198	0,0344	C ₄₄	0,0098	0,0213	0,0371
C ₁₆	0,0107	0,0222	0,0387	C ₅₁	0,0155	0,0323	0,0619
C ₂₁	0,0156	0,0324	0,0553	C ₅₂	0,0074	0,0198	0,0426
C ₂₂	0,0195	0,0361	0,0572	C ₅₃	0,0227	0,0380	0,0560
C ₂₃	0,0244	0,0441	0,0672	C ₅₄	0,0082	0,0207	0,0390
C ₃₁	0,0191	0,0491	0,0936	C ₅₅	0,0135	0,0268	0,0465
C ₃₂	0,0560	0,0838	0,1120				

Takip eden adımda bulanık negatif ideal çözüm kullanılarak alternatiflerin bulanık ağırlıklı Öklid (ED_i) ve bulanık ağırlıklı Hamming (HD_i) uzaklıkları hesaplanmıştır. Öklid uzaklıkları hesaplanırken (17) numaralı denklem, Hamming uzaklıkları hesaplanırken (18) numaralı denklem kullanılmıştır (Tablo 12).

Tablo 12. Öklid ve Hamming Uzaklıkları

	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	C ₃₁	C ₃₂	
A1	<i>ED</i>	0,002	0,020	0,009	0,025	0,004	0,015	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000
	<i>HD</i>	0,002	0,020	0,009	0,024	0,004	0,015	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000
A2	<i>ED</i>	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,008	0,002	0,000	0,013	0,002
	<i>HD</i>	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,008	0,002	0,000	0,013	0,002
A3	<i>ED</i>	0,012	0,015	0,004	0,012	0,007	0,007	0,031	0,014	0,002	0,009	0,009
	<i>HD</i>	0,012	0,015	0,003	0,012	0,007	0,007	0,031	0,014	0,002	0,009	0,009
A4	<i>ED</i>	0,011	0,017	0,004	0,024	0,016	0,012	0,016	0,004	0,000	0,026	0,011
	<i>HD</i>	0,011	0,017	0,003	0,024	0,016	0,012	0,015	0,004	0,000	0,026	0,010
A5	<i>ED</i>	0,006	0,008	0,005	0,024	0,003	0,009	0,033	0,011	0,018	0,100	0,006
	<i>HD</i>	0,006	0,008	0,005	0,024	0,002	0,009	0,033	0,011	0,018	0,100	0,005
A6	<i>ED</i>	0,011	0,017	0,000	0,022	0,008	0,004	0,027	0,012	0,007	0,019	0,013
	<i>HD</i>	0,011	0,017	0,000	0,022	0,008	0,004	0,027	0,012	0,007	0,019	0,012
A7	<i>ED</i>	0,007	0,018	0,009	0,036	0,003	0,013	0,028	0,013	0,012	0,100	0,004
	<i>HD</i>	0,007	0,018	0,008	0,036	0,003	0,013	0,028	0,013	0,012	0,100	0,004

		C ₃₃	C ₄₁	C ₄₂	C ₄₃	C ₄₄	C ₅₁	C ₅₂	C ₅₃	C ₅₄	C ₅₅
A1	<i>ED</i>	0,012	0,023	0,018	0,002	0,000	0,008	0,009	0,000	0,003	0,000
	<i>HD</i>	0,012	0,022	0,018	0,002	0,000	0,008	0,009	0,000	0,003	0,000
A2	<i>ED</i>	0,035	0,000	0,005	0,000	0,003	0,045	0,036	0,004	0,012	0,004
	<i>HD</i>	0,035	0,000	0,005	0,000	0,003	0,045	0,036	0,004	0,012	0,004
A3	<i>ED</i>	0,028	0,018	0,004	0,012	0,004	0,055	0,034	0,011	0,014	0,018
	<i>HD</i>	0,028	0,017	0,004	0,012	0,004	0,054	0,033	0,010	0,014	0,018
A4	<i>ED</i>	0,012	0,024	0,007	0,010	0,005	0,022	0,009	0,001	0,005	0,007
	<i>HD</i>	0,012	0,023	0,007	0,010	0,005	0,021	0,009	0,001	0,005	0,007
A5	<i>ED</i>	0,000	0,051	0,016	0,025	0,014	0,010	0,000	0,012	0,002	0,023
	<i>HD</i>	0,000	0,051	0,016	0,025	0,014	0,010	0,000	0,012	0,002	0,022
A6	<i>ED</i>	0,026	0,021	0,000	0,026	0,008	0,057	0,038	0,012	0,021	0,017
	<i>HD</i>	0,026	0,021	0,000	0,026	0,008	0,056	0,038	0,012	0,021	0,017
A7	<i>ED</i>	0,009	0,050	0,019	0,023	0,011	0,000	0,014	0,009	0,000	0,019
	<i>HD</i>	0,009	0,050	0,019	0,023	0,011	0,000	0,014	0,009	0,000	0,019

Bir sonraki adım olarak görelî önem matrisi hesaplanmıştır. t değeri için literatürde de sıkça kullanılan $\theta=0,02$ olarak kabul edilip (21) numaralı denklem kullanılarak hesaplanmıştır (Ghorabae ve diğ., 2017). Değerlendirme matrisi Tablo 13'te ifade edilmiştir.

Tablo 13. Değerlendirme Matrisi

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
A1	0,00	-0,02	-0,09	-0,05	-0,10	-0,10	-0,11
A2	0,02	0,00	-0,07	-0,04	-0,09	-0,09	-0,10
A3	0,09	0,07	0,00	0,03	-0,02	-0,01	-0,02
A4	0,05	0,04	-0,03	0,00	-0,05	-0,05	-0,06
A5	0,10	0,09	0,02	0,05	0,00	0,01	0,00
A6	0,10	0,09	0,01	0,05	-0,01	0,00	-0,01
A7	0,11	0,10	0,02	0,06	0,00	0,01	0,00

Son kısımda ise (22) numaralı denklem kullanılarak alternatiflerin değerlendirme puanları hesaplanmıştır. Tablo 14'te B-CODAS yöntemi ile hesaplama sonucunda alternatiflerin almış oldukları değerlendirme puanları görülmektedir. Alternatifler içerisinde tesis yeri için en uygun seçenek, yedinci alternatif olan YTÜ-Teknopark olarak karşımıza çıkmıştır. İkinci sırayı yine başka bir teknopark bölgesi olan, Teknopark İstanbul almıştır. Üçüncü sırada ise Tuzla alternatifi bulunmaktadır.

Tablo 14. Alternatiflerin Sıralaması

Alternatifler	AS_i	Sıra
A1 Bayrampaşa	-0,474	7
A2 Esenyurt	-0,376	6
A3 Gebze	0,141	4
A4 İkitelli	-0,093	5
A5 Teknopark İstanbul	0,269	2
A6 Tuzla	0,239	3
A7 YTÜ-Teknopark	0,294	1

4. Sonuç

Tesis yerinin seçilmesi işletmeleri uzun yıllar boyunca, karar vermiş oldukları lokasyonun koşullarına bağlı kalmaya zorlamaktadır. Bu nedenle yer seçimi, üzerinde önemle durulması gereken bir karar problemidir. Çalışmamızda öncelikle kapsamlı bir literatür taraması yapılarak, uzman karar verme grubunun

değerlendirebilmesi için net bir kriter seti tespit edilmiştir. Kriterlerin önem ağırlıklarının güncel ve kabul görmüş yöntemlerden biri olan GB-SWARA yöntemiyle belirlenmesi sonrası, işletme tarafından öngörülen alternatiflerin değerlendirilmesi söz konusu olmuştur. Bu noktada B-CODAS yöntemiyle, en uygun seçeneğin tespiti gerçekleştirilmiştir.

Çalışmamızda; yatırım maliyeti (C33), işletme ve bakım maliyetleri (C32), devlet teşvikleri (C31), karbon ayak izi (C23), arazi genişleme potansiyeli (C51) en önemli değerlendirme kriterleri olarak karşımıza çıkmıştır. Ortaya çıkan sonuçların tamamen aynı sektörde yapılan çalışmalarla karşılaştırılabilmesi, literatürdeki boşluk nedeniyle mümkün olmadığından, maliyet kriterinin daha fazla ön plana çıktığı çeşitli çalışmaların (Yaşlıoğlu ve Önder, 2016; Rahman, Ali, Hossain ve Mondal, 2018) olduğu ifade edilebilir. Alternatiflerin sıralamalarına ilişkin sonuçlar irdelendiğinde ise çalışmamız sonucunda, Teknopark tabanlı alternatiflerin ön plana çıktığı görülmektedir. Teknoparkların belirtilen kriterler çerçevesinde avantajlı kurulum imkânları sunması dolayısıyla ortaya çıkan sonuçlar mantıklı olarak değerlendirilebilir. Arslan, Durak ve Özdemir (2021)'in yapmış olduğu yer seçimi çalışmasında da YTÜ-Teknopark, alternatifler arasında üst sıralarda yer almıştır. Durak, Arslan ve Özdemir (2022) tarafından yapılan başka bir çalışma da YTÜ-Teknopark ilk üç en iyi alternatif arasında göze çarpmaktadır.

Yapmış olduğumuz çalışmanın, işletmelerin tesis yer seçimi problemi konusunda bir çerçeve sunarak katkı sağlayabileceği ve uygulanan güncel yöntemler açısından da farklılık ortaya koyduğu düşünülmektedir. İlerleyen çalışmalarda, kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesi aşamasında, sektörden daha fazla firmaya veya uzmana ulaşılarak tesis yer seçimi probleminde dikkate alınacak kriterler için daha geniş katılımı bir kriter kümesi oluşturulabilir. Ayrıca önem ağırlıklarının hesaplanması aşamalarında farklı ÇKKV yöntemleri ile sonuçların karşılaştırılması gerçekleştirilebilir. Alternatif sayısı artırılarak ve farklı bulanık uzantılar kullanılarak, seçenekler değişik perspektiflerde değerlendirilebilir. Belirtilmesi gereken diğer husus ise şudur: Yazarların veya karar verme grubu üyelerinin, herhangi bir alternatif lokasyonu diğerine tercih etme noktasında özel bir kararı söz konusu değildir ve bireysel bir girişimleri olmamıştır. Seçeneklerden birinin, diğerinden üstün olduğuna dair kişisel bir yargıları bulunmamaktadır. Alternatifler arasında yer alan tüm ilçelerde tesis kurulabilir. Yapmış olduğumuz çalışmanın sonuçları, tespit edilen verilerin belirli yöntemlerle hesaplanması neticesinde elde ettiğimiz değerlere dayanmaktadır. Buradaki sıralama, sadece hibrit çok kriterli karar verme uygulamasının gerçekleştirilmesi neticesinde oluşturulmuştur. Yapılan hesaplama göz önünde bulundurularak, herhangi bir gerçek hayat ortamında, şu an için somut bir karar alınmamıştır. Türkiye'nin her ilçesi, tesis kurulumu açısından incelenmeye ve yatırım yapmaya değerdir.

Araştırmacıların Katkısı

Bu araştırmada; Bilge Nur Peker problemin tanımlanması, literatür taraması, makale yazımı, analizlerin gerçekleştirilmesi ve yorumlanmasında, Ali Görener ise araştırma çerçevesinin yapılandırılması, analizlerin kontrolü, metnin gözden geçirilmesi ve revizyonların gerçekleştirilmesi konularında katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması

Yazar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

Akpınar, M. E. (2022). Machine Selection application in a hard chrome plating industry using fuzzy SWARA and fuzzy ARAS methods. *Yönetim ve Ekonomi*, 29(1), 107-119. doi: <https://doi.org/10.18657/yonveek.848811>

Alvand, A., Mirhosseini, S. M., Ehsanifar, M., Zeighami, E. & Mohammadi, A. (2021). Identification and assessment of risk in construction projects using the integrated FMEA-SWARA-WASPAS model under fuzzy environment: a case study of a construction project in Iran. *International Journal of Construction Management*, 1-13. doi: <https://doi.org/10.1080/15623599.2021.1877875>

Ansari, Z. N., Kant, R. & Shankar, R. (2020). Evaluation and ranking of solutions to mitigate sustainable remanufacturing supply chain risks: A hybrid fuzzy SWARA-fuzzy COPRAS framework approach. *International Journal of Sustainable Engineering*, 13(6), 473-494. doi: <https://doi.org/10.1080/19397038.2020.1758973>

Ar, İ. M., Baki, B. ve Özdemir, F. (2014). Kuruluş yeri seçiminde bulanık AHS-VIKOR yaklaşımının kullanımı: Otel sektöründe bir uygulama. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (13), 93-114. doi: <https://doi.org/10.18092/ijeas.07453>

- Aro, J. L., Selerio Jr, E., Evangelista, S. S., Maturan, F., Atibing, N. M., & Ocampo, L. (2022). Fermatean fuzzy CRITIC-CODAS-SORT for characterizing the challenges of circular public sector supply chains. *Operations Research Perspectives*, 9, 100246. doi: <https://doi.org/10.1016/j.orp.2022.100246>
- Arslan, H. M., Durak, İ. ve Özdemir, Y. (2021). Entropi-Aras hibrit yöntemi ile bilişim işletmeleri için en uygun teknopark bölgesinin belirlenmesi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 17(3), 734-753. doi: <https://doi.org/10.17130/ijmeb.839584>
- Asori, M., Dogbey, E., Morgan, A. K., Ampofo, S. T., Mpobi, R. K. J., & Katey, D. (2022). Application of GIS-based multi-criteria decision making analysis (GIS-MCDA) in selecting locations most suitable for siting engineered landfills—the case of Ashanti Region, Ghana. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 33 (3), 800-826. doi: <https://doi.org/10.1108/MEQ-07-2021-0159>
- Aydinoğlu, A. Ç., Şişman, S. ve Ergül, İ. (2022). Sezgisel ağ tabanlı konum tahsis analiz algoritmaları ile tesis yeri optimizasyonu: İtfaiye tesisleri yer seçimi örneği. *Journal of Turkish Operations Management*, 6(1), 955-976.
- Aytekin, A. (2018). Using hybrid method in selecting timber factory location. *Drvna Industrija*, 69(3), 273-281. doi: <https://doi.org/10.5552/drind.2018.1736>
- Cedolin, M., Göker, N., Dogu, E., & Esra Albayrak, Y. (2017). Facility location selection employing fuzzy DEA and fuzzy goal programming techniques. In *Advances in Fuzzy Logic and Technology 2017* (pp. 466-476). Springer, Cham. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-66830-7_42
- Chang, N. B., Parvathinathan, G., & Breeden, J. B. (2008). Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region. *Journal of Environmental Management*, 87(1), 139-153. doi: [10.1016/j.jenvman.2007.01.011](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.01.011)
- Chakraborty, S., Kumar, R. & Athawale, V. M. (2010). Facility location selection using the UTA method. *The IUP Journal of Operations Management*, 9(4), 21-34. Retrieved from <https://ssrn.com/abstract=1744706>
- Chen, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy sets and systems*, 114(1), 1-9. doi: [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(97\)00377-1](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(97)00377-1)
- Chithambarathan, P., Rajkumar, A., Prithiviraj, D., & Palpandi, M. (2022). A multi criteria decision based approach for facility location selection with flexible criteria weights. *Materials Today: Proceedings*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.467>
- Chou, T. Y., Hsu, C. L., & Chen, M. C. (2008). A fuzzy multi-criteria decision model for international tourist hotels location selection. *International journal of hospitality management*, 27(2), 293-301. Doi: [10.1016/j.ijhm.2007.07.029](https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2007.07.029)
- Dağ, S. ve Önder, E. (2013). Decision-making for facility location using VIKOR method. *Journal of International Scientific Publication: Economy & Business*, 7(1), 308-330. Retrieved from <https://ssrn.com/abstract=2382495>
- Deveci, M., Simic, V., & Torkayesh, A. E. (2021). Remanufacturing facility location for automotive Lithium-ion batteries: An integrated neutrosophic decision-making model. *Journal of Cleaner Production*, 317, 128438. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128438>
- Dey, B., Bairagi, B., Sarkar, B., & Sanyal, S. K. (2016). Warehouse location selection by fuzzy multi-criteria decision making methodologies based on subjective and objective criteria. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 11(4), 262-278. doi: <https://doi.org/10.1080/17509653.2015.1086964>
- Durak, İ., Arslan, H. M. ve Özdemir, Y. (2022). Application of AHP–TOPSIS methods in technopark selection of technology companies: Turkish case. *Technology Analysis & Strategic Management*, 34(10), 1109-1123. doi: <https://doi.org/10.1080/09537325.2021.1925242>
- Effatpanah, S. K., Ahmadi, M. H., Aungkulanon, P., Maleki, A., Sadeghzadeh, M., Sharifpur, M., & Chen, L. (2022). Comparative analysis of five widely-used multi-criteria decision-making methods to evaluate clean energy technologies: a case study. *Sustainability*, 14(3), 1403. <https://doi.org/10.3390/su14031403>

- Ertuğrul, İ., & Karakaşoğlu, N. (2008). Comparison of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods for facility location selection. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 39(7), 783-795. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-007-1249-8>
- Feng, J., Xu, S. X., Xu, G., & Cheng, H. (2022). An integrated decision-making method for locating parking centers of recyclable waste transportation vehicles. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 157, 102569. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102569>
- Gao, Z., Yoshimoto, K., & Ohmori, S. (2010). Application of AHP/DEA to facility layout selection. In *2010 Third International Joint Conference on Computational Science and Optimization, China* (Vol. 2, pp. 252-254). IEEE.
- Ghasemian Sahebi, I., Arab, A., & Toufighi, S. P. (2020). Analyzing the barriers of organizational transformation by using fuzzy SWARA. *Journal of Fuzzy Extension and Applications*, 1(2), 84-97. doi: <https://doi.org/10.22105/jfea.2020.249191.1010>
- Ghorabae, M. K., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2016). A new combinative distance-based assessment (CODAS) method for multi-criteria decision-making. *Economic Computation & Economic Cybernetics Studies & Research*, 50(3), 25-44. Retrieved from <https://eds.p.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=f2b23750-01d9-4c63-a3d0-f2178fa19221%40redis>
- Ghorabae, M. K., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Hooshmand, R., & Antuchevičienė, J. (2017). Fuzzy extension of the CODAS method for multi-criteria market segment evaluation. *Journal of Business Economics and Management*, 18(1), 1-19. doi: <https://doi.org/10.3846/16111699.2016.1278559>
- Gorcun, O. F., Senthil, S., & Küçükönder, H. (2021). Evaluation of tanker vehicle selection using a novel hybrid fuzzy MCDM technique. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 4(2), 140-162. doi: <https://doi.org/10.31181/dmame210402140g>
- Görçün, Ö. F., Zolfani, S. H., & Çanakçıoğlu, M. (2022). Analysis of efficiency and performance of global retail supply chains using integrated fuzzy SWARA and fuzzy EATWOS methods. *Operations Management Research*, 1-25. doi: <https://doi.org/10.1007/s12063-022-00261-z>
- Güneş, M. (2019). *KOBİ'ler için girişimcilik*. İstanbul: Türkmen Kitabevi.
- Hanine, M., Boutkhoul, O., Tikniouine, A., & Agouti, T. (2016). Comparison of fuzzy AHP and fuzzy TODIM methods for landfill location selection. *SpringerPlus*, 5(1), 1-30. doi: <https://doi.org/10.1186/s40064-016-2131-7>
- Maghsoodi, A.I., Maghsoodi, A.I., Poursoltan, P., Antucheviciene, J., & Turskis, Z. (2019). Dam construction material selection by implementing the integrated SWARA—CODAS approach with target-based attributes. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 19(4), 1194-1210. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.acme.2019.06.010>
- Kabadayı, N. ve Esen, T. E. Ç. (2021). Gri İlişkisel temelli TOPSIS yöntemi ile depo yeri seçimi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(1), 169-184. doi: <https://doi.org/10.18506/anemon.761624>
- Karagoz, S., Deveci, M., Simic, V., Aydin, N., & Bolukbas, U. (2020). A novel intuitionistic fuzzy MCDM-based CODAS approach for locating an authorized dismantling center: a case study of Istanbul. *Waste Management & Research*, 38(6), 660-672. doi: <https://doi.org/10.1177/0734242X19899729>
- Karagöz, S., Deveci, M., Simic, V., & Aydin, N. (2021). Interval type-2 Fuzzy ARAS method for recycling facility location problems. *Applied Soft Computing*, 102, 107107. doi: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2021.107107>
- Karaşan, A., Kaya, İ., & Erdoğan, M. (2020). Location selection of electric vehicles charging stations by using a fuzzy MCDM method: a case study in Turkey. *Neural Computing and Applications*, 32(9), 4553-4574. doi: <https://doi.org/10.1007/s00521-018-3752-2>
- Kannan, D., Moazzeni, S., Mostafayi Darmian, S., & Afrasiabi, A. (2021). A hybrid approach based on MCDM methods and Monte Carlo simulation for sustainable evaluation of potential solar sites in east of Iran. *Journal of Cleaner Production*, 279, 122368. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122368>

- Karande, P., & Chatterjee, P. (2018). Desirability function approach for selection of facility location: A case study. In *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Paris, France (pp. 1700-1708).
- Kaul, A., Darbari, J. D., & Jha, P. C. (2020). A fuzzy MCDM model for facility location evaluation based on quality of life. In *Soft Computing for Problem Solving* (pp. 687-697). Springer, Singapore. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-15-0035-0_56
- Katrançı, A. ve Kundakçı, N. (2020). Bulanık CODAS yöntemi ile kripto para yatırım alternatiflerinin değerlendirilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(4), doi: 958-973. <https://doi.org/10.32709/akusosbil.599757>
- Keleş, M. K., Özdağoğlu, A. ve Işıldak, B. (2021). Yolcular Açısından Havalimanlarının Değerlendirilmesine Yönelik Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Bir Uygulama. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(2), 419-456. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/ahbvuibfd/issue/64683/795201>
- Keršulienė, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of Business Economics and Management*, 11(2), 243-258. doi: <https://doi.org/10.3846/jbem.2010.12>
- Kieu, P. T., Nguyen, V. T., Nguyen, V. T., & Ho, T. P. (2021). A spherical fuzzy analytic hierarchy process (SF-AHP) and combined compromise solution (CoCoSo) algorithm in distribution center location selection: A case study in agricultural supply chain. *Axioms*, 10(2), 53. doi: <https://doi.org/10.3390/axioms10020053>
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2010). *Operations management: Processes and supply chains*. 9th Edition, New Jersey: Pearson. Çeviri Editörü: Semra Birgün, Nobel Yayınları, Ankara
- Kumar, K., & Kumanan, S. (2011). An Integrated Fuzzy QFD and AHP Approach for Facility Location Selection. *IUP Journal of Supply Chain Management*, 8(4), 30-41. Retrieved from <https://ssrn.com/abstract=2138805>
- Kuo, M. S., & Liang, G. S. (2011). A novel hybrid decision-making model for selecting locations in a fuzzy environment. *Mathematical and Computer Modelling*, 54(1-2), 88-104. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2011.01.038>
- Liu, Z., Huang, R., & Shao, S. (2022). Data-driven two-stage fuzzy random mixed integer optimization model for facility location problems under uncertain environment. *AIMS Mathematics*, 7(7), 13292-13312. <https://doi.org/10.3934/math.2022734>
- Mavi, R. K., Goh, M., & Zarbakhshnia, N. (2017). Sustainable third-party reverse logistic provider selection with fuzzy SWARA and fuzzy MOORA in plastic industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 91(5), 2401-2418. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-016-9880-x>
- Miç, P., & Antmen, Z. F. (2021). A Decision-making model based on TOPSIS, WASPAS, and MULTIMOORA methods for university location selection Problem. *SAGE Open*, 11(3), 21582440211040115. doi: <https://doi.org/10.1177/21582440211040115>
- Moniri, M. R., Tabriz, A. A., Ayough, A., & Zandieh, M. (2021). Turnaround project risk assessment using hybrid fuzzy SWARA and EDAS method: case of upstream oil process industries in Iran. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 19(4), 966-988, doi: <https://doi.org/10.1108/JEDT-07-2020-0287>
- Mucuk, İ. (2018). *Modern işletmecilik* (21. Baskı). İstanbul: Türkmen Kitabevi.
- Nacar, E. N. ve Erdebilli, B. (2021). Tesis yeri seçimine yeni bir bakış: katmanlı çok kriterli karar verme yöntemi. *Verimlilik Dergisi*, (4), 103-117. doi: <https://doi.org/10.51551/verimlilik.832480>
- Nong, T. N. M. (2022). A hybrid model for distribution center location selection. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 38(1), 40-49. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2021.10.003>

- Özbek, A. (2019). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Excel ile Problem Çözümü*. 2. Baskı, Ankara: Seçkin Yayıncılık. ISBN:9789750245138
- Panchal, D., Chatterjee, P., Shukla, R. K., Choudhury, T. & Tamosaitiene, J. (2017). Integrated fuzzy AHP-CODAS framework for maintenance decision in urea fertilizer industry. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 3(51), 179-196. Retrieved from <https://ideas.repec.org/a/cys/ecocyb/v50y2017i3p179-196.html>
- Pourrezaie-Khaligh, P., Bozorgi-Amiri, A., Yousefi-Babadi, A., & Moon, I. (2022).: A case study. *Applied Mathematical Modelling*, 102, 243-267. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apm.2021.09.022>
- Rahman, M. S., Ali, M. I., Hossain, U., & Mondal, T. K. (2018). Facility location selection for plastic manufacturing industry in Bangladesh by using AHP method. *International Journal of Research in Industrial Engineering*, 7(3), 307-319. doi:<https://doi.org/10.22105/riiej.2018.135742.1049>
- Seker, S., & Aydin, N. (2020). Hydrogen production facility location selection for Black Sea using entropy based TOPSIS under IVPF environment. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(32), 15855-15868. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.12.183>
- Sennaroglu, B., & Celebi, G. V. (2018). A military airport location selection by AHP integrated PROMETHEE and VIKOR methods. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 59, 160-173. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.12.022>
- Simic, V., Karagoz, S., Deveci, M., & Aydin, N. (2021). Picture fuzzy extension of the CODAS method for multi-criteria vehicle shredding facility location. *Expert Systems with Applications*, 175, 114644. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.114644>
- Singh, S., Upadhyay, S. P., & Powar, S. (2022). Developing an integrated social, economic, environmental, and technical analysis model for sustainable development using hybrid multi-criteria decision making methods. *Applied Energy*, 308, 118235. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.118235>
- Soyşekerci, S. ve Erturgut, R. (2011). *Genel işletme*. İstanbul: Kriter Yayınları.
- Steyn, J. & Buys, C. (2017). Project optimisation techniques: Site selection for process plants, *Owner Team Consultation*, Retrieved from <https://www.ownerteamconsult.com/site-selection-for-process-plants/>
- Suman, M. N. H., MD Sarfaraj, N., Chyon, F. A., & Fahim, M. R. I. (2021). Facility location selection for the furniture industry of Bangladesh: Comparative AHP and FAHP analysis. *International Journal of Engineering Business Management*, 13, 18479790211030851. doi: <https://doi.org/10.1177/18479790211030851>
- Terme, B., Çiçek, İ., & Kiraz, A. Entegre Bulanık AHP ve Bulanık VIKOR Yöntemleriyle Tesis Yeri Seçimi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 37(2), 383-398. doi: <https://doi.org/10.21605/cukurovaumfd.1146098>
- Torkayesh, A. E., & Simic, V. (2022). Stratified hybrid decision model with constrained attributes: Recycling facility location for urban healthcare plastic waste. *Sustainable Cities and Society*, 77, 103543. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103543>
- Tripathi, A. K., Agrawal, S., & Gupta, R. D. (2021). Comparison of GIS-based AHP and fuzzy AHP methods for hospital site selection: a case study for Prayagraj City, India. *GeoJournal*, 1-22. doi: <https://doi.org/10.1007/s10708-021-10445-y>
- Tuzkaya, G., Önüt, S., Tuzkaya, U. R., & Gülsün, B. (2008). An analytic network process approach for locating undesirable facilities: An example from Istanbul, Turkey. *Journal of Environmental Management*, 88(4), 970-983. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.05.004>
- Türk, A., & Özkök, M. (2020). Shipyard location selection based on fuzzy AHP and TOPSIS. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 39(3), 4557-4576. doi: <https://doi.org/10.3233/JIFS-200522>

- Ulutaş, A. (2020). SWARA tabanlı CODAS Yöntemi ile kargo şirketi seçimi. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(3), 1640-1647. doi: <https://doi.org/10.33206/mjss.559351>
- Vojinović, N., Stević, Ž., & Tanackov, I. (2022). A Novel IMF SWARA-FDWGA-PESTEL analysis for assessment of healthcare system. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 5(1), 139-151. doi: <https://doi.org/10.31181/oresta070422211v>
- Vrtagić, S., Softić, E., Subotić, M., Stević, Ž., Dordevic, M., & Ponjavic, M. (2021). Ranking road sections based on MCDM model: New improved Fuzzy SWARA (IMF SWARA). *Axioms*, 10(2), 92. doi: <https://doi.org/10.3390/axioms10020092>
- Wang, C. N., Huang, Y. F., Chai, Y. C., & Nguyen, V. T. (2018). A multi-criteria decision making (MCDM) for renewable energy plants location selection in Vietnam under a fuzzy environment. *Applied Sciences*, 8(11), 2069. doi: <https://doi.org/10.3390/app8112069>
- Xuan, H. A., Trinh, V. V., Techato, K., & Phoungthong, K. (2022). Use of hybrid MCDM methods for site location of solar-powered hydrogen production plants in Uzbekistan. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 52, 101979. doi: <https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.101979>
- Yalçın, N., & Yapıcı Pehlivan, N. (2019). Application of the fuzzy CODAS method based on fuzzy envelopes for hesitant fuzzy linguistic term sets: A case study on a personnel selection problem. *Symmetry*, 11(4), 493,1-27. <https://doi.org/10.3390/sym11040493>
- Yaşlıoğlu, M. M. ve Önder, E. (2016). Solving facility location problem for a plastic goods manufacturing company in turkey using AHP and TOPSIS methods. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 14(28), 223-249. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/660898>
- Yenilmez, S. ve Ertuğrul, İ. (2022). Çok kriterli karar verme yöntemleri ile bir mermer fabrikası için kesintisiz güç kaynağı seçimi. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(3), 251-266. doi: [10.52791/aksarayiibd.1009308](https://doi.org/10.52791/aksarayiibd.1009308)
- Yeşilkaya, M. (2018). Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Kağıt Fabrikası Kuruluş Yeri Seçimi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 33(4), 31-44. doi: <https://doi.org/10.21605/cukurovaummfd.521775>
- Yong, D. (2006). Plant location selection based on fuzzy TOPSIS. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 28(7), 839-844. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-004-2436-5>
- Yücenur, G. N., Çaylak, Ş., Gönül, G., & Postalcıoğlu, M. (2020). An integrated solution with SWARA&COPRAS methods in renewable energy production: City selection for biogas facility. *Renewable Energy*, 145, 2587-2597. doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.08.011>