



Tarım Arazilerinin Değerini Etkileyen Faktörlerin BWM ve FUCOM Yöntemleri ile Değerlendirilmesi

Tansu ALKAN^{1*} , Süleyman Savaş DURDURAN² 

¹ Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Niğde, Türkiye

² Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author) e-posta :tansualkan93@gmail.com

Geliş Tarihi: 15.02.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 12.03.2024 Kabul Tarihi: 12.06.2024

ÖZ

Tarımsal değerlendirme sürecinde değeri etkileyen faktörlerin belirlenmesi en zor aşamalardan biridir. Tarım arazilerinin değerinin objektif bir şekilde belirlenebilmesi için öncelikle değeri etkileyen faktörlerin tespit edilmesi gerekir. Bu çalışmanın amacı tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlerin Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri ile incelenmesidir. Ülkemizde tarımsal değerlendirme ile ilgili yapılan akademik çalışmalar incelenmiş ve bu çalışmalarda en çok kullanılan faktörler belirlenmiştir. Faktörler; çevresel ve sosyal faktörler, fiziksel ve yapısal faktörler, tarımsal faktörler ve konumsal faktörler olmak üzere dört ana grupta toplanmıştır ve yirmi üç alt faktörden oluşmaktadır. Faktörlerin önem dereceleri BWM (Best-Worst Method–En İyi En Kötü Yöntemi) ve FUCOM (Full Consistency Method–Tam Tutarlılık Yöntemi) kullanılarak hesaplanmıştır. Her iki yöntemde göre hesaplanan faktör ağırlıkları incelenmiş ve ana faktörler önem derecelerine göre tarımsal, fiziksel ve yapısal, konumsal ve çevresel ve sosyal faktörler olarak sıralanmıştır. Tarımsal faktörlerin alt faktörü olan sulama durumu en önemli faktörken, çevresel ve sosyal faktörlerin alt faktörü olan nüfus en önemsiz faktördür. Faktörler BWM ve FUCOM ile elde edilen önem derecelerine göre sıralanmış ve aralarında benzerlik olup olmadığı Spearman'ın sıralama korelasyon katsayısı hesaplanarak test edilmiştir. 0.98 olarak hesaplanan korelasyon katsayısına göre iki yöntem arasında oldukça güçlü bir benzerlik vardır.

Anahtar kelimeler: Tarımsal değerlendirme, değeri etkileyen faktörler, ÇKKV, BWM, FUCOM.

Evaluation of the Factors Affecting the Value of Agricultural Lands with BWM and FUCOM Methods

ABSTRACT

Determining the factors that influence the value of agricultural land is one of the most challenging stages in the agricultural valuation process. To determine the value of agricultural land objectively, it is essential to first identify the factors that influence its value. This study aims to analyze the factors that affect the value of agricultural lands using Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods. The academic studies on agricultural valuation in Turkey have been analyzed and the most commonly used factors in these studies have been determined. The factors are classified into four main groups: environmental and social factors, physical and structural factors, agricultural factors, and spatial factors. These groups consist of twenty-three sub-factors. The importance levels of the factors were calculated using the Best-Worst Method (BWM) and the Full Consistency Method (FUCOM). The factor weights calculated according to both methods were analyzed and the main factors were ranked according to their importance as agricultural, physical and structural, spatial and environmental and social factors. The most important factor was irrigation status, a sub-factor of agricultural factors, while the least important factor was population, a sub-factor of environmental and social factors. The importance degrees of the factors were ranked using BWM and FUCOM, and the similarity between the rankings was tested by calculating Spearman's rank correlation coefficient. According to the correlation coefficient calculated as 0.98, there is a very strong similarity between the two methods.

Key words: Agricultural valuation, factors affecting value, MCDM, BWM, FUCOM.

GİRİŞ

Taşınmaz, yüksek getirisi ile en ideal yatırım araçlarından biridir (Peter ve ark., 2020). Ayrıca, vergi kaynağı olmasıyla ülke ekonomisine katkı sağlayan taşınmazın değerinin bilinmesi gerekir. Taşınmaz değerlendirme, bir ya da çok sayıda taşınmazın ve bu taşınmazlara ait hak ve faydaların objektif kriterlerle alım-satım günündeki değerinin tarafsız bir şekilde belirlenmesidir (Alkan ve Durduran, 2021). Taşınmaz değerlemede kullanılan birçok yöntem vardır ve bu yöntemler taşınmazın kullanım amacına göre belirlenebilmektedir (Yurdakul ve ark., 2023). Taşınmazlar, kullanım amacına ve bulunduğu konuma göre kentsel ve kırsal olarak nitelendirilebilir. Kırsal alanlarda arazinin tarımsal üretim için temel faktör ve sınırlı bir kaynak olması tarımsal değerlemeye olan ilgiyi ve önemi artırmıştır. Çünkü tarım arazilerinin değerini belirlemek ve sürdürülebilir kullanımını sağlamak, gıda güvenliği ve ekonomik kalkınma açısından hayati öneme sahiptir.

Arazi toplulaştırma, kamulaştırma, vergilendirme, kredilendirme, sigortalandırma ve miras gibi farklı sebeplerle tarım arazilerinin değerlendirilmesi yapılmakta ve elde edilen değerlendirme sonuçları hem bireyleri hem de kurumları etkilemektedir. Bu yüzden, tarım arazilerinin değerinin objektif bir şekilde belirlenmesi için tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlerin matematiksel olarak ifade edilip değerlendirme sürecine dahil edilmesi gerekir. Tarım arazilerinin değeri tarımsal, konumsal, demografik ve ekonomik birçok faktör tarafından belirlenmektedir (Sklenicka ve ark. 2013; Karakayacı, 2015). Arazi değerleri bölgeden bölgeye değişebilmekte ve her bölgede değere etki eden faktörler de farklılık gösterebilmektedir (Öztürk ve ark., 2017). Bu yüzden tarımsal değerlendirme sürecinde kapsamlı bir analiz yapılması ve doğru bir şekilde değere etki eden faktörlerin tespit edilmesi önem arz etmektedir.

Tarım arazisinin değerini etkileyen faktörler değer üzerinde farklı önem derecelerine sahiptir. Faktörlerin değere etki derecesini ölçmek için matematiksel ve istatistiksel yöntemler kullanılarak her bir faktörün ağırlık katsayısı hesaplanır. Faktör ağırlıklarının belirlenmesinde genellikle Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler aynı anda birden fazla faktörün değerlendirilmesi sonucu en iyi alternatifin belirlenmesine imkân sağlayan yöntemlerdir (Alkan ve Durduran, 2021). Taşınmaz değerlemede faktör ağırlıklarının belirlenmesinde ÇKKV yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) sıklıkla kullanılan bir yöntemdir (Demirel ve ark., 2018; Doldur ve Alkan, 2021; Satılmışoğlu ve ark., 2022). 2015 yılında geliştirilen BWM (Best-Worst Method–En İyi En Kötü Yöntemi) ile 2018 yılında geliştirilen FUCOM (Full Consistency Method–Tam Tutarlılık Yöntemi) yöntemleri faktör ağırlıklarının tespit edilmesinde son yıllarda kullanılmaya başlayan ÇKKV yöntemleridir. AHP, BWM ve FUCOM yöntemlerinin temelinde ikili karşılaştırma vardır. AHP yönteminde n faktör sayısını ifade etmek üzere $n(n-1)/2$ tane ikili karşılaştırma yapılırken, BWM yönteminde $2n-3$ tane, FUCOM yönteminde ise $n-1$ tane ikili karşılaştırma yapılmaktadır. AHP’de en fazla FUCOM’da ise en az sayıda ikili karşılaştırma yapılır. AHP ve BWM yöntemlerinde tutarlılık oranı hesaplanırken FUCOM yönteminde tutarlılık matematiksel geçişlilik temeline dayanır.

Literatürde tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlerin AHP (Karakayacı, 2015; Karakayacı ve ark., 2016; Bayramoğlu ve Özdemir, 2021), regresyon analizi (Nilsson ve Johansson, 2013; Sklenicka ve ark., 2013; Uematsu ve ark., 2013; Awasthi, 2014; Karakayacı, 2018) ve hedonik yöntem (Vural ve Fidan, 2009; Öztürk Çoşar ve Engindeniz, 2013; Borchers ve ark., 2014; Choumert ve Phelinas, 2015; Öztürk ve ark., 2017; Çınar ve ark., 2018; Başaran Caner ve ark., 2022; Susam Serez ve ark., 2022) ile incelendiği çalışmalar mevcuttur. BWM ve FUCOM yöntemleri kullanılarak yapılan çalışmalar ise Çizelge 1’de özetlenmiştir.

Bu çalışmada, tarım arazisinin değerini etkileyen faktörlerin etki derecesinin BWM ve FUCOM yöntemleriyle değerlendirilmesi ve bu yöntemlerin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Tarım arazisinin değerini etkileyen faktörler literatür araştırması yapılarak belirlenmiş ve çevresel ve sosyal, fiziksel ve yapısal, tarımsal ve konumsal faktörler olarak gruplandırılmıştır. Dört ana faktörün ve yirmi üç alt faktörün değerlendirilmesinde ziraat ve harita mühendisliği alanında uzman olan dört karar vericiden görüş alınmıştır. BWM ve FUCOM yöntemleri ile elde edilen ağırlıklara göre faktörler önem derecelerine göre sıralanmıştır. 0,98 olarak hesaplanan Spearman’ın sıralama korelasyon katsayısına göre yöntemlerin birbirine benzer olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışma, tarım arazilerinin değerinde etkili olan faktörlerin farklı ÇKKV yöntemleri ile analiz edilmesiyle tarımsal değerlendirme alanına ve bu yöntemlerin ilk kez böyle bir amaç için kullanılmasıyla literatüre katkı sağlamaktadır.

Çizelge 1. Literatür taraması

Kaynak	Konu	Yöntem
(Ghaffari ve ark., 2017)	Teknolojik yenilik geliştirmede temel başarı faktörlerinin araştırılması	BWM
(Durmić, 2019)	Sürdürülebilir tedarikçi seçimi faktörlerinin analizi	FUCOM
(Çalık, 2020)	Hedef pazar seçiminde ÇKKV yöntemlerinin kullanılması	BWM, ARAS
(Demir ve Bircan, 2020)	Özel okul seçiminde etkili olan faktörlerin analizi	BWM, FUCOM
(Moslem ve ark., 2020)	Karayolu güvenliği ile ilgili sürücü davranış faktörlerinin incelenmesi	AHP, BWM
(Ayçin ve Aşan, 2021)	İş zekası uygulamaları seçimini etkileyen faktörlerin analizi	FUCOM
(Bilgiç ve ark., 2021)	Yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi	BWM
(Ecer, 2021)	Rüzgâr çiftliği yer seçiminde etkili olan faktörlerin incelenmesi	FUCOM
(Koca ve Akçakaya, 2021)	Giyilebilir teknolojik ürünlerin tasarımını etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi	BWM
(Özdağoğlu ve ark., 2021)	Peyzaj sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için ticari araç seçimi	FUCOM, PROMETHEE
(Abdullah ve ark., 2022)	Sağlık hizmetleri performans yönetiminde ÇKKV kullanımı	FUCOM, MARCOS
(Akar, 2022)	Tedarik zincirindeki sürdürülebilir imalatın önündeki engelleyici faktörlerin incelenmesi	FUCOM
(Badi ve ark., 2022)	Sürdürülebilirlik performans göstergelerinin incelenmesi	FUCOM, MARCOS
(Ekin ve Sarul, 2022)	Akıllı şehir bileşenlerinin analizi	AHP, DEMATEL, BWM, FUCOM,
(Genç ve ark., 2022)	Otomobil motor yağı alternatiflerinin değerlendirilmesi	FUCOM, MAIRCA, MABAC, BWM
(Ulu ve ark., 2022)	Trafik kazalarında etkili olan faktörlerin değerlendirilmesi	BWM, SWARA
(Çevik Aka, 2023)	Endüstri 4.0'ın örgütsel çeviklik üzerindeki etkilerinin incelenmesi	FUCOM
(Khan ve ark., 2023)	Birleşik Arap Emirlikleri'nde üretim odaklı projeleri etkileyen kritik risk faktörlerinin değerlendirilmesi	BWM
(Mercan ve Can, 2023)	İşgören seçiminde etkili olan faktörlerin analizi	FUCOM
(Öztaş ve Öztaş, 2023)	İngilizce dil bilgisi denetleyicilerinin seçiminde etkili olan faktörlerin analizi	FUCOM, BWM
(Yücel ve Bağdat, 2023)	Akademisyenlerin muhasebe eğitiminde paket program tercihi etkili olan faktörlerin analizi	BWM

MATERYAL ve METOT

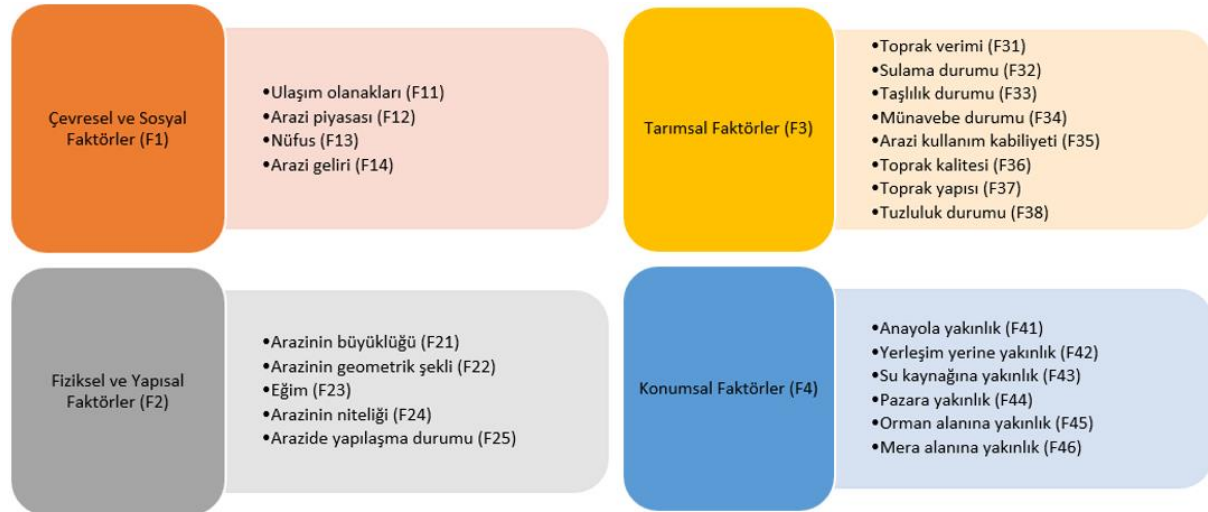
Tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörler

Tarım arazilerinin değerinin objektif bir şekilde belirlenebilmesi için değeri etkileyen faktörleri belirlemek gerekir. Değeri etkileyen faktörler bölgeden bölgeye, kişiden kişiye değişebilmektedir. Bu çalışmada ülkemizdeki tarımsal değerlendirme ile ilgili akademik çalışmalar incelenerek tarım arazisinin değerini etkileyen faktörler belirlenmiş ve bu faktörlerin farklı ÇKKV yöntemleri ile önem derecelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Tarım arazisinin değerini etkileyen faktörler ve ilgili literatür Çizelge 2'de verilmiştir.

Tarım arazisinin değerini etkileyen faktörler dört ana grupta toplanmıştır. Bunlar; çevresel ve sosyal faktörler (F1), fiziksel ve yapısal faktörler (F2), tarımsal faktörler (F3) ve konumsal faktörler (F4)'dir. Çevresel ve sosyal faktörlerin dört tane, fiziksel ve yapısal faktörlerin beş tane, tarımsal faktörlerin sekiz tane ve konumsal faktörlerin altı tane olmak üzere toplamda yirmi üç tane alt faktör vardır. Ana ve alt faktörler Şekil 1'de verilmiştir.

Çizelge 2. Tarım arazisinin değerini etkileyen faktörler ve literatürdeki yeri

Kaynaklar	Faktörler
(Hurma, 2007)	Arazinin büyüklüğü, arazinin geometrik şekli, eğim, toprak verimi, taşlılık durumu, sulama durumu, anayola yakınlık, yerleşim yerine yakınlık, pazara yakınlık, orman alanına yakınlık
(Öztürk Çoşar ve Engindeniz, 2013)	Arazinin büyüklüğü, arazinin geometrik şekli, eğim, toprak verimi, toprak kalitesi, taşlılık durumu, anayola yakınlık, yerleşim yerine yakınlık, arazideki yapılaşma durumu
(Karakayacı, 2015)	Arazinin büyüklüğü, arazi geliri, toprak verimi, yerleşim yerine yakınlık, yola yakınlık, ulaşım tesisleri, sulama tesisleri, arazi piyasası, nüfus.
(Karakayacı ve ark., 2016)	Nüfus, yerleşim yerine yakınlık, yola yakınlık, ulaşım olanakları, sulama olanakları, arazi piyasası, arazi kullanım kabiliyeti, bitki deseni, su kaynağına yakınlık, arazi genişliği, arazi verimi
(Öztürk ve ark., 2017)	Arazinin büyüklüğü, arazinin geometrik şekli, eğim, toprak verimi, toprak kalitesi, toprak yapısı, taşlılık durumu, tuzluluk durumu, sulama durumu, anayola yakınlık, yerleşim yerine yakınlık, pazara yakınlık, münavebe durumu, arazideki yapılaşma durumu
(Bayramoğlu ve Özdemir, 2021)	Arazi verimliliği, arazi genişliği, arazinin şekli, eğim, yola yakınlık, yerleşim yerine yakınlık, sulama olanakları, arazi satışının hareketli olması, toprak yapısı
(Başaran Caner ve ark., 2022)	Arazinin büyüklüğü, arazinin geometrik şekli, eğim, toprak verimi, toprak kalitesi, taşlılık durumu, arazideki yapılaşma durumu, anayola yakınlık, yerleşim yerine yakınlık
(Karaduman ve Karataş, 2023)	Arazinin şekli, yerleşim yerine yakınlık, ana yola yakınlık, mera alanına yakınlık, arazi kullanım kabiliyeti, sulama olanağı, eğim



Şekil 1. Tarım arazisinin değerini etkileyen ana ve alt faktörler

BWM

BWM yöntemi, Rezaei tarafından 2015 yılında literatüre kazandırılmış bir ÇKKV yöntemidir (Rezaei, 2015). Bu yöntemde ilk olarak en iyi ve en kötü faktör karar vericilerin görüşleri doğrultusunda belirlenir. Daha sonra en iyi faktör diğer faktörlerle ve diğer faktörler en kötü faktörle kıyaslanır ve böylelikle $(2n-3)$ tane ikili karşılaştırma yapılmış olur. Bu yöntemle ikili karşılaştırma sistemi kullanılarak basit bir optimizasyon modeli oluşturulur ve faktörlerin optimal ağırlıkları ile matrislerin tutarlılıkları hesaplanır.

BWM yönteminin beş adımdan oluşan uygulama aşamaları şu şekildedir (Rezaei, 2015; Koca ve Akçakaya, 2021):

Adım 1: İlk olarak karar problemine etkisi olan faktörler (C_1, C_2, \dots, C_n) belirlenir.

Adım 2: En iyi (en önemli) ve en kötü (en az önemli) faktörler belirlenir.

Adım 3: En iyi faktörün diğer faktörlere göre tercihi 1-9 ölçeği kullanılarak belirlenir. Bu ölçekte 1 eşit derece önemli, 3 orta derecede önemli, 5 çok önemli, 7 çok daha önemli, 9 çok önemli olarak ifade edilir. En iyi

faktörün diğer faktörlere göre üstünlük vektörü $A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn})$ oluşturulur. Bu vektördeki her bir a_{Bj} , en iyi faktörün (B) j faktörüne göre tercihini ifade eder ve $a_{BB} = 1$ 'dir.

Adım 4: Diğer faktörlerin en kötü faktöre göre tercihi 1-9 ölçeği kullanılarak belirlenir ve $A_W = (a_{1W}, a_{2W}, \dots, a_{nW})^T$ vektörü oluşturulur. Bu vektörde her bir a_{jW} , j faktörünün en kötü kriter W faktörüne göre tercihini belirtir ve $a_{WW} = 1$ 'dir.

Adım 5: Bu adımda faktörlerin ağırlıkları belirlenir. Faktörlerin optimal ağırlıklarının belirlenmesi için tüm j'ler için maksimum mutlak farkın en aza indirilmesi gerekir. Öncelikle $|w_B - a_{Bj}w_j|$ ve $|w_j - a_{jW}w_w|$ farklarının maksimum değerinin minimum olmasını sağlayan doğrusal programlama modelinin oluşturulması gerekir. Bu modelin oluşturulabilmesi için problem Eşitlik (1)'de verildiği gibi min-max modeli şeklinde ifade edilir.

$$\begin{aligned} \min \max_j \{ & |w_B - a_{Bj}w_j|, |w_j - a_{jW}w_w| \} \\ & \sum_j w_j = 1 \\ & w_j \geq 0 \forall j \end{aligned} \quad (1)$$

Problem denklemini Eşitlik (2)'de verilen doğrusal programlama modeline dönüştürülür.

$$\begin{aligned} \min \xi \\ & \left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right| \leq \xi \\ & \left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jW} \right| \leq \xi \\ & \sum_j w_j = 1 \\ & w_j \geq 0 \forall j \end{aligned} \quad (2)$$

Eşitlik (2)'nin çözülmesiyle faktörlerin optimal ağırlıkları (w_1, w_2, \dots, w_n) ve ξ hesaplanır.

Son olarak yapılan değerlendirmelerin tutarlı olup olmadığı test edilir. Çizelge 3'te verilen tutarlılık endeks değerleri yardımıyla Tutarlılık Oranı (TO) hesaplanır (Eşitlik (3)).

$$TO = \xi / \text{Tutarlılık endeks değeri (TE)} \quad (3)$$

Tutarlılık endeks değeri belirlenirken en iyi faktörün en kötü faktöre göre tercih düzeyi dikkate alınmaktadır. Tutarlılık oranının sıfıra yaklaşması tutarlılığın arttığını, bire yaklaşması ise tutarlılığın düştüğünü göstermektedir.

Çizelge 3. Tutarlılık endeks değeri

a_{BW}	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TE	0.00	0.44	1.00	1.63	2.30	3.00	3.73	4.47	5.23

FUCOM

FUCOM, oldukça yeni bir ÇKKV yöntemidir ve Pamucar ve ark. tarafından 2018 yılında literatüre kazandırılmıştır. Faktör ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan subjektif yöntemlerden biridir. FUCOM yönteminin modeli (n-1) tane ikili karşılaştırmaya dayanmaktadır. Model, karşılaştırmanın tam tutarlılıktan sapmasını belirleyerek modeli doğrulama yeteneğine sahip basit bir algoritmaya sahiptir ve modelin tutarlılığı, matematiksel geçişlilik koşullarının karşılanması temelinde tanımlanmaktadır (Pamucar ve ark., 2018).

FUCOM, daha az sayıda ikili karşılaştırma ile sonuca ulaşması, faktörlerin tutarlı bir şekilde ikili karşılaştırmasına olanak tanıması ve faktör ağırlıklarının daha güvenilir şekilde hesaplanmasını sağlaması özellikleri ile diğer ÇKKV yöntemlerinden avantajlıdır (Mercan ve Can, 2023).

FUCOM yönteminin üç adımdan oluşan uygulama aşamaları şu şekildedir (Pamucar ve ark., 2018; Ecer, 2021):

Adım 1: İlk olarak karar vericiler tarafından faktörler en önemliden en az önemliye doğru sıralanır. Böylece faktörlerin beklenen ağırlık katsayılarına göre sıralanmış faktörler elde edilir (Eşitlik (4)).

$$C_{j(1)} > C_{j(2)} > \dots > C_{j(k)} \quad (4)$$

Eşitlik (4)'te k, faktörlerin derecesini temsil etmektedir ve aynı öneme sahip faktör olduğu düşünülüyorsa ">" yerine "=" işareti kullanılabilir.

Adım 2: Karar vericiler tarafından sıralanan faktörlerin karşılaştırmalı öncelikleri $\varphi_{k/(k+1)}$ belirlenir ve böylece faktörlerin karşılaştırmalı öncelik vektörü elde edilir (Eşitlik (5)). $\varphi_{k/(k+1)}$, $C_{j(k)}$ faktörünün sıralamasının $C_{j(k+1)}$ faktörünün sıralamasına göre avantajını ifade etmektedir.

$$\Phi = (\varphi_{1/2}, \varphi_{2/3}, \varphi_{3/4}, \dots, \varphi_{k/(k+1)}) \quad (5)$$

Bu yöntemde, faktörlerin ikili karşılaştırması için ondalık değerler, tamsayı ya da önceden tanımlanmış bir ölçeğin değerleri kullanılabilir. Bu çalışmada 1-9 ölçeği kullanılmıştır.

Adım 3: Son adımda, faktörlerin nihai ağırlıkları (w_1, w_2, \dots, w_n) T hesaplanır. Ağırlıkların hesaplanması için aşağıda verilen iki koşulun sağlanması gerekir.

Koşul 1: Faktörlerin ağırlık katsayılarının oranı Adım 2’de belirtilen faktörlerin karşılaştırmalı öncelik değerine $\varphi_{k/(k+1)}$ eşittir (Eşitlik (6)).

$$\frac{w_k}{w_{k+1}} = \varphi_{k/(k+1)} \quad (6)$$

Koşul 2: Ağırlık katsayılarının elde edilen nihai değerleri matematiksel geçişliliğe uymalıdır. Bu şu demektir:

$$\varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)} = \varphi_{k/(k+2)}. \text{ Ayrıca } \varphi_{k/(k+1)} = \frac{w_k}{w_{k+1}} \text{ ve } \varphi_{(k+1)/(k+2)} = \frac{w_{k+1}}{w_{k+2}} \text{ olduğundan } \frac{w_k}{w_{k+1}} \otimes \frac{w_{k+1}}{w_{k+2}} = \frac{w_k}{w_{k+2}} \text{ elde edilir. Böylece ikinci koşul elde edilir (Eşitlik (7)).}$$

$$\frac{w_k}{w_{k+2}} = \varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)} \quad (7)$$

Tam tutarlılık koşul 1 (Eşitlik (6)) ve koşul 2’ye (Eşitlik (7)) tam olarak uyulduğunda sağlanır. Yani bu şartların sağlanması ile tam tutarlılıktan sapma (TTS) değeri minimum olur ve maksimum tutarlılık sağlanır. Ağırlık katsayılarının nihai değerleri için TTS değeri $\chi = 0$ olur.

Son olarak faktör ağırlıklarının nihai değerlerini hesaplamayabilmek için Eşitlik (8)’de verilen doğrusal programlama modelinin çözülmesi gerekir.

$$\min \chi \quad \left\{ \begin{array}{l} \left| \frac{w_j^{(k)}}{w_j^{(k+1)}} - \varphi_{k/(k+1)} \right| \leq \chi, \forall j \\ \left| \frac{w_j^{(k)}}{w_j^{(k+2)}} - \varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)} \right| \leq \chi, \forall j \\ \sum_{j=1}^n w_j = 1 \geq 0, \forall j \end{array} \right. \quad (8)$$

Eşitlik (8)’de verilen modelin çözülmesi ile faktörlerin nihai ağırlıkları (w_1, w_2, \dots, w_n) T ve TTS (χ) değeri hesaplanmış olur..

BULGULAR ve TARTIŞMA

Uzman görüşlerinin alınması

Bu çalışmada, tarım arazisinin değerini etkileyen faktörlerin önem derecelerini belirlemek için ziraat ve harita mühendisliği alanında uzman dört farklı karar vericiden görüş alınmıştır. BWM ve FUCOM yöntemleri kapsamında faktörlerin puanlandırılması için üç aşamalı hibrit bir anket formu hazırlanmıştır. İlk aşamada FUCOM yöntemi için faktörlerin etki derecesine göre büyükten küçüğe doğru sıralanması istenmiştir. Bu sıralamaya göre BWM yöntemi için en önemli ve en az önemli faktör belirlenmiştir. İkinci aşamada en önemli faktörün diğer faktörlere göre ne kadar önemli olduğunu, üçüncü aşamada ise diğer faktörlerin en önemsiz faktörden ne kadar önemli olduğunu 1-9 ölçeğine göre değerlendirmeleri istenmiştir. Karar vericiler tarafından faktörlerin değerlendirilmesi Çizelge 4-7’de verilmiştir.

Çizelge 4. Karar verici- 1’in değerlendirmeleri

Ana faktörlerin sıralaması: F3> F2> F4> F1					
En önemli faktör: F3	En az önemli faktör: F1				
F3 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F1	F2	F3	F4	
	9	5	1	8	
Diğer faktörlerin F1 faktörüne göre önem düzeyleri	F1	F2	F3	F4	
	1	5	9	3	
Çevresel ve Sosyal Faktörlerin (F1) Sıralanması: F14> F12> F11> F13					
En önemli faktör: F14	En az önemli faktör: F13				
F14 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F11	F12	F13	F14	
	6	3	9	1	
Diğer faktörlerin F13 faktörüne göre önem düzeyleri	F11	F12	F13	F14	
	3	4	1	9	
Fiziksel ve Yapısal Faktörlerin (F2) Sıralanması: F24> F21> F23> F22> F25					
En önemli faktör: F24	En az önemli faktör: F25				
F24 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F21	F22	F23	F24	F25
	2	4	3	1	8

Diğer faktörlerin F25 faktörüne göre önem düzeyleri	F21	F22	F23	F24	F25			
	7	5	6	8	1			
Tarımsal Faktörlerin (F3) Sıralaması: F31> F32> F35> F36> F37> F38> F33> F34								
En önemli faktör: F31	En az önemli faktör: F34							
F31 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F31	F32	F33	F34	F35	F36	F37	F38
	1	2	7	9	3	4	5	6
Diğer faktörlerin F34 faktörüne göre önem düzeyleri	F31	F32	F33	F34	F35	F36	F37	F38
	9	8	3	1	6	5	5	4
Konumsal Faktörlerin (F4) Sıralaması: F43> F46> F45> F42> F41> F44								
En önemli faktör: F43	En az önemli faktör: F44							
F43 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F41	F42	F43	F44	F45	F46		
	8	7	1	9	5	4		
Diğer faktörlerin F44 faktörüne göre önem düzeyleri	F41	F42	F43	F44	F45	F46		
	2	3	9	1	4	6		

Çizelge 5. Karar verici- 2'nin değerlendirmeleri

Ana faktörlerin sıralaması: F3> F2> F4> F1								
En önemli faktör: F3	En az önemli faktör: F1							
F3 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F1	F2	F3	F4				
	6	3	1	4				
Diğer faktörlerin F1 faktörüne göre önem düzeyleri	F1	F2	F3	F4				
	1	3	6	2				
Çevresel ve Sosyal Faktörlerin (F1) Sıralanması: F11> F12> F14> F13								
En önemli faktör: F11	En az önemli faktör: F13							
F11 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F11	F12	F13	F14				
	1	3	7	4				
Diğer faktörlerin F13 faktörüne göre önem düzeyleri	F11	F12	F13	F14				
	7	4	1	3				
Fiziksel ve Yapısal Faktörlerin (F2) Sıralanması: F23> F24> F22> F21> F25								
En önemli faktör: F23	En az önemli faktör: F25							
F23 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F21	F22	F23	F24	F25			
	7	4	1	3	8			
Diğer faktörlerin F25 faktörüne göre önem düzeyleri	F21	F22	F23	F24	F25			
	2	5	8	6	1			
Tarımsal Faktörlerin (F3) Sıralaması: F31> F36> F35> F32> F34> F37> F33> F38								
En önemli faktör: F31	En az önemli faktör: F38							
F31 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F31	F32	F33	F34	F35	F36	F37	F38
	1	4	8	6	3	2	7	9
Diğer faktörlerin F38 faktörüne göre önem düzeyleri	F31	F32	F33	F34	F35	F36	F37	F38
	9	6	2	4	7	8	3	1
Konumsal Faktörlerin (F4) Sıralaması: F43> F41> F42> F46> F45> F44								
En önemli faktör: F43	En az önemli faktör: F44							
F43 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F41	F42	F43	F44	F45	F46		
	3	4	1	7	6	5		
Diğer faktörlerin F44 faktörüne göre önem düzeyleri	F41	F42	F43	F44	F45	F46		
	5	4	7	1	2	3		

Çizelge 6. Karar verici- 3'ün değerlendirmeleri

Ana faktörlerin sıralaması: F3> F4> F2> F1								
En önemli faktör: F3	En az önemli faktör: F1							
F3 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F1	F2	F3	F4				
	9	5	1	3				
Diğer faktörlerin F1 faktörüne göre önem düzeyleri	F1	F2	F3	F4				
	1	4	9	7				
Çevresel ve Sosyal Faktörlerin (F1) Sıralanması: F14> F11> F12> F13								
En önemli faktör: F14	En az önemli faktör: F13							

F14 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F11	F12	F13	F14				
	2	4	7	1				
Diğer faktörlerin F13 faktörüne göre önem düzeyleri	F11	F12	F13	F14				
	6	4	1	7				
Fiziksel ve Yapısal Faktörlerin (F2) Sıralanması: F24> F23> F22> F21> F25								
En önemli faktör: F24	En az önemli faktör: F25							
F24 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F21	F22	F23	F24	F25			
	5	4	3	1	9			
Diğer faktörlerin F25 faktörüne göre önem düzeyleri	F21	F22	F23	F24	F25			
	5	6	7	9	1			
Tarımsal Faktörlerin (F3) Sıralaması: F32> F35> F36> F31> F37> F38> F33> F34								
En önemli faktör: F32	En az önemli faktör: F34							
F32 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F31	F32	F33	F34	F35	F36	F37	F38
	4	1	7	9	2	3	5	6
Diğer faktörlerin F34 faktörüne göre önem düzeyleri	F31	F32	F33	F34	F35	F36	F37	F38
	6	9	3	1	8	7	5	4
Konumsal Faktörlerin (F4) Sıralaması: F43> F41> F42> F44> F46> F45								
En önemli faktör: F43	En az önemli faktör: F45							
F43 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F41	F42	F43	F44	F45	F46		
	3	5	1	6	9	7		
Diğer faktörlerin F45 faktörüne göre önem düzeyleri	F41	F42	F43	F44	F45	F46		
	6	5	9	4	1	3		

Çizelge 7. Karar verici- 4'ün değerlendirmeleri

Ana faktörlerin sıralaması: F3> F4> F2> F1								
En önemli faktör: F3	En az önemli faktör: F1							
F3 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F1	F2	F3	F4				
	9	5	1	4				
Diğer faktörlerin F1 faktörüne göre önem düzeyleri	F1	F2	F3	F4				
	1	5	9	5				
Çevresel ve Sosyal Faktörlerin (F1) Sıralanması: F14> F12> F11> F13								
En önemli faktör: F14	En az önemli faktör: F13							
F14 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F11	F12	F13	F14				
	5	2	9	1				
Diğer faktörlerin F13 faktörüne göre önem düzeyleri	F11	F12	F13	F14				
	4	7	1	9				
Fiziksel ve Yapısal Faktörlerin (F2) Sıralanması: F24> F23> F22> F21> F25								
En önemli faktör: F24	En az önemli faktör: F25							
F24 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F21	F22	F23	F24	F25			
	4	3	2	1	7			
Diğer faktörlerin F25 faktörüne göre önem düzeyleri	F21	F22	F23	F24	F25			
	3	4	5	7	1			
Tarımsal Faktörlerin (F3) Sıralaması: F32> F31= F35= F36= F37> F38> F33> F34								
En önemli faktör: F32	En az önemli faktör: F34							
F32 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F31	F32	F33	F34	F35	F36	F37	F38
	2	1	6	8	2	2	2	4
Diğer faktörlerin F34 faktörüne göre önem düzeyleri	F31	F32	F33	F34	F35	F36	F37	F38
	6	8	3	1	6	6	6	4
Konumsal Faktörlerin (F4) Sıralaması: F43> F41> F44> F45= F46> F42								
En önemli faktör: F43	En az önemli faktör: F42							
F43 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F41	F42	F43	F44	F45	F46		
	4	8	1	5	6	6		
Diğer faktörlerin F42 faktörüne göre önem düzeyleri	F41	F42	F43	F44	F45	F46		
	5	1	8	4	3	3		

Tüm karar vericilere göre en önemli ana faktör tarımsal faktörler, en az önemli ana faktör ise çevresel ve sosyal faktörlerdir. Çevresel ve sosyal faktörlerde karar vericilerden üçü en önemli faktörün arazi geliri olduğunu düşünürken diğeri ulaşım olanakları olduğunu düşünmektedir. En az önemli faktörün ise nüfus olduğu ifade edilmiştir. Fiziksel ve yapısal faktörlerde karar vericilerden üçü en önemli faktörün arazinin niteliği olduğunu ifade ederken diğeri eğim olduğunu ifade etmiştir. En az önemli faktör ise arazide yapılaşma durumudur. Tarımsal faktörlerde karar vericilerden ikisi en önemli faktörün toprak verimi olduğunu, diğeri ikisi ise sulama durumu olduğunu düşünmektedir. Karar vericilerden üçü münavebe durumunu, diğeri ise tuzluluk durumunu en az önemli faktör olarak belirtmiştir. Konumsal faktörlerden su kaynağına yakınlık faktörünün en önemli faktör olduğu düşünülmektedir. Karar vericilerin ikisine göre pazara yakınlık, diğerlerine göre orman alanına yakınlık ve yerleşim yerine yakınlık en az önemli faktörlerdir.

Faktör ağırlıklarının belirlenmesi

Karar vericiler tarafından 1-9 ölçeğine göre değerlendirilen faktörlerin BWM ve FUCOM yöntemleri ile ağırlıkları hesaplanmıştır. Her bir karar verici için ayrı ayrı hesaplanan ağırlıkların ortalama değeri belirlenirken geometrik ortalamadan faydalanılmıştır. Aritmetik ortalamanın uç değerlerden etkilenmesi sorunu gidermek için geometrik ortalama kullanılmıştır. Geometrik ortalama ile elde edilen ortalama ağırlık değerlerinin toplamı 1 olmadığı için ağırlıklar normalize edilmiştir.

BWM ve FUCOM yöntemleri elde edilen ana faktör ağırlıkları ile alt faktör ağırlıkları Çizelge 8’de verilmiştir.

Çizelge 8. Ana ve alt faktörlerin ağırlıkları

Ana Faktörler	BWM Sonuçları					FUCOM Sonuçları				
	KV1	KV2	KV3	KV4	Ortalama	KV1	KV2	KV3	KV4	Ortalama
F1	0.060	0.085	0.051	0.054	0.062	0.077	0.095	0.068	0.071	0.078
F2	0.163	0.203	0.140	0.148	0.164	0.139	0.190	0.122	0.128	0.144
F3	0.676	0.559	0.577	0.614	0.612	0.696	0.571	0.608	0.641	0.634
F4	0.102	0.153	0.233	0.184	0.163	0.087	0.143	0.203	0.160	0.143
TO	0.026	0.017	0.023	0.024						
Alt Faktörler	KV1	KV2	KV3	KV4	Ortalama	KV1	KV2	KV3	KV4	Ortalama
F11	0.112	0.561	0.294	0.121	0.245	0.103	0.579	0.264	0.110	0.234
F12	0.224	0.211	0.147	0.302	0.241	0.207	0.193	0.132	0.276	0.224
F13	0.060	0.070	0.059	0.050	0.067	0.069	0.083	0.075	0.061	0.082
F14	0.604	0.158	0.500	0.527	0.448	0.621	0.145	0.528	0.552	0.460
TO	0.013	0.019	0.029	0.015						
	KV1	KV2	KV3	KV4	Ortalama	KV1	KV2	KV3	KV4	Ortalama
F21	0.250	0.087	0.119	0.120	0.141	0.226	0.077	0.106	0.111	0.129
F22	0.125	0.152	0.149	0.160	0.155	0.113	0.135	0.132	0.148	0.142
F23	0.167	0.507	0.199	0.240	0.267	0.151	0.540	0.176	0.222	0.257
F24	0.417	0.203	0.490	0.427	0.387	0.453	0.180	0.528	0.444	0.402
F25	0.042	0.051	0.043	0.053	0.050	0.057	0.068	0.059	0.074	0.069
TO	0.019	0.023	0.020	0.014						
	KV1	KV2	KV3	KV4	Ortalama	KV1	KV2	KV3	KV4	Ortalama
F31	0.333	0.341	0.101	0.148	0.217	0.370	0.380	0.092	0.141	0.225
F32	0.200	0.104	0.330	0.258	0.219	0.185	0.095	0.370	0.282	0.225
F33	0.057	0.052	0.057	0.049	0.058	0.053	0.048	0.053	0.047	0.054
F34	0.029	0.069	0.029	0.028	0.038	0.041	0.063	0.041	0.035	0.048
F35	0.133	0.138	0.201	0.148	0.164	0.123	0.127	0.185	0.141	0.154
F36	0.100	0.207	0.134	0.148	0.152	0.092	0.190	0.123	0.141	0.144
F37	0.080	0.059	0.080	0.148	0.093	0.074	0.054	0.074	0.141	0.087
F38	0.067	0.030	0.067	0.074	0.060	0.062	0.042	0.062	0.071	0.063
TO	0.013	0.014	0.014	0.008						
	KV1	KV2	KV3	KV4	Ortalama	KV1	KV2	KV3	KV4	Ortalama
F41	0.078	0.176	0.191	0.147	0.144	0.068	0.159	0.171	0.131	0.127
F42	0.089	0.132	0.114	0.049	0.093	0.079	0.119	0.102	0.066	0.090
F43	0.514	0.446	0.476	0.490	0.495	0.551	0.478	0.512	0.524	0.524
F44	0.045	0.052	0.095	0.118	0.073	0.061	0.068	0.085	0.105	0.079
F45	0.125	0.088	0.042	0.098	0.085	0.110	0.080	0.057	0.087	0.083
F46	0.157	0.106	0.082	0.098	0.110	0.138	0.096	0.073	0.087	0.097
TO	0.021	0.022	0.018	0.022						

Tarım arazisinin değerini etkileyen faktörlerin BWM yöntemi kullanılarak elde edilen ağırlıkları incelendiğinde en önemli ana faktör %61.2 ile tarımsal faktörlerdir. Bu faktörü sırasıyla %16.4 ile fiziksel ve yapısal faktörler, %16.3 ile konumsal faktörler ve %6.2 ile çevresel ve sosyal faktörler takip etmektedir.

Çizelge 9. Faktörlerin nihai ağırlıkları ve sıralamaları

BWM					FUCOM				
Ana Faktörler	Alt Faktörler	Yerel Ağırlıklar	Global Ağırlıklar	Sıra	Ana Faktörler	Alt Faktörler	Yerel Ağırlıklar	Global Ağırlıklar	Sıra
F1 (0.062)	F11	0.245	0.0151	17	F1 (0.078)	F11	0.234	0.0183	15
	F12	0.241	0.0149	19		F12	0.224	0.0174	17
	F13	0.067	0.0041	23		F13	0.082	0.0064	23
	F14	0.448	0.0277	11		F14	0.460	0.0359	10
F2 (0.164)	F21	0.141	0.0230	15	F2 (0.144)	F21	0.129	0.0187	14
	F22	0.155	0.0253	12		F22	0.142	0.0205	13
	F23	0.267	0.0437	8		F23	0.257	0.0371	9
	F24	0.387	0.0633	6		F24	0.402	0.0580	6
	F25	0.050	0.0081	22		F25	0.069	0.0100	22
F3 (0.612)	F31	0.217	0.1326	2	F3 (0.634)	F31	0.225	0.1426	1
	F32	0.219	0.1343	1		F32	0.225	0.1426	1
	F33	0.058	0.0352	10		F33	0.054	0.0344	11
	F34	0.038	0.0234	13		F34	0.048	0.0304	12
	F35	0.164	0.1001	3		F35	0.154	0.0979	3
	F36	0.152	0.0932	4		F36	0.144	0.0911	4
	F37	0.093	0.0567	7		F37	0.087	0.0554	7
	F38	0.060	0.0366	9		F38	0.063	0.0400	8
F4 (0.163)	F41	0.144	0.0234	13	F4 (0.143)	F41	0.127	0.0182	16
	F42	0.093	0.0151	17		F42	0.090	0.0130	19
	F43	0.495	0.0804	5		F43	0.524	0.0750	5
	F44	0.073	0.0119	21		F44	0.079	0.0114	21
	F45	0.085	0.0137	20		F45	0.083	0.0118	20
	F46	0.110	0.0179	16		F46	0.097	0.0139	18

Çevresel ve sosyal faktörlere ilişkin alt faktörler önem derecesine göre %44.8 ile arazi geliri, %24.5 ile ulaşım olanakları, %24.1 ile arazi piyasası ve %6.7 ile nüfus olarak sıralanmıştır.

Fiziksel ve yapısal faktörlerin alt faktörlerinde %38.7 ile arazinin niteliği en önemli faktördür. Diğer faktörler ise önem derecesine göre %26.7 ile eğitim, %15.5 ile arazinin geometrik şekli, %14.1 ile arazinin büyüklüğü ve %5 ile arazide yapılaşma durumu olarak sıralanmıştır.

Tarımsal faktörlere ilişkin alt faktörlerden en önemlisi %21.9 ile sulama durumudur. Bu faktörü %21.7 ile toprak verimi, %16.4 ile arazi kullanım kabiliyeti, %15.2 ile toprak kalitesi, %9.3 ile toprak yapısı, %6 ile tuzluluk durumu, %5.8 ile taşlılık durumu ve %3.8 ile münavebe durumu takip etmektedir.

Konumsal faktörler incelendiğinde en önemli faktör %49.5 ile su kaynağına yakınlıktır. Diğer faktörler ise önem derecelerine göre %14.4 ile anayola yakınlık, %11 ile mera alanına yakınlık, %9.3 ile yerleşim yerine yakınlık, %8.5 ile orman alanına yakınlık ve %7.3 ile pazar alanına yakınlık olarak sıralanmıştır.

BWM yönteminde tutarlılık oranı sifıra yaklaştıkça tutarlılık artmaktadır. Tutarlılık oranları incelendiğinde değerlerin sifıra çok yakın olması karar vericilerin değerlendirmelerinin tutarlı olduğunu göstermektedir.

Tarım arazisinin değerini etkileyen faktörlerin FUCOM yöntemi kullanılarak elde edilen ağırlıkları incelendiğinde en önemli ana faktörün %63.4 ile tarımsal faktör olduğu tespit edilmiştir. Bu faktörü sırasıyla %14.4 ile fiziksel ve yapısal faktörler, %14.3 ile konumsal faktörler ve %7.8 ile çevresel ve sosyal faktörler takip etmektedir.

Çevresel ve sosyal faktörlere ilişkin alt faktörler önem derecesine göre %46 ile arazi geliri, %23.4 ile ulaşım olanakları, %22.4 ile arazi piyasası ve %8.2 ile nüfus olarak sıralanmıştır.

Fiziksel ve yapısal faktörlerin alt faktörlerinde %40.2 ile arazinin niteliği en önemli faktördür. Diğer faktörler ise önem derecesine göre %25.7 ile eğitim, %14.2 ile arazinin geometrik şekli, %12.9 ile arazinin büyüklüğü ve %6.9 ile arazide yapılaşma durumu olarak sıralanmıştır.

Tarımsal faktörlere ilişkin alt faktörlerden %22.5 ile sulama durumu ve toprak verimi en önemli faktörlerdir. Bu faktörleri %15.4 ile arazi kullanım kabiliyeti, %14.4 ile toprak kalitesi, %8.7 ile toprak yapısı, %6.3 ile tuzluluk durumu, %5.4 ile taşlılık durumu ve %4.8 ile münavebe durumu takip etmektedir.

Konumsal faktörler incelendiğinde en önemli faktör %52.4 ile su kaynağına yakınlıktır. Diğer faktörler ise önem derecelerine göre %12.7 ile anayola yakınlık, %9.7 ile mera alanına yakınlık, %9 ile yerleşim yerine yakınlık, %8.3 ile orman alanına yakınlık ve %7.9 ile pazar alanına yakınlık olarak sıralanmıştır.

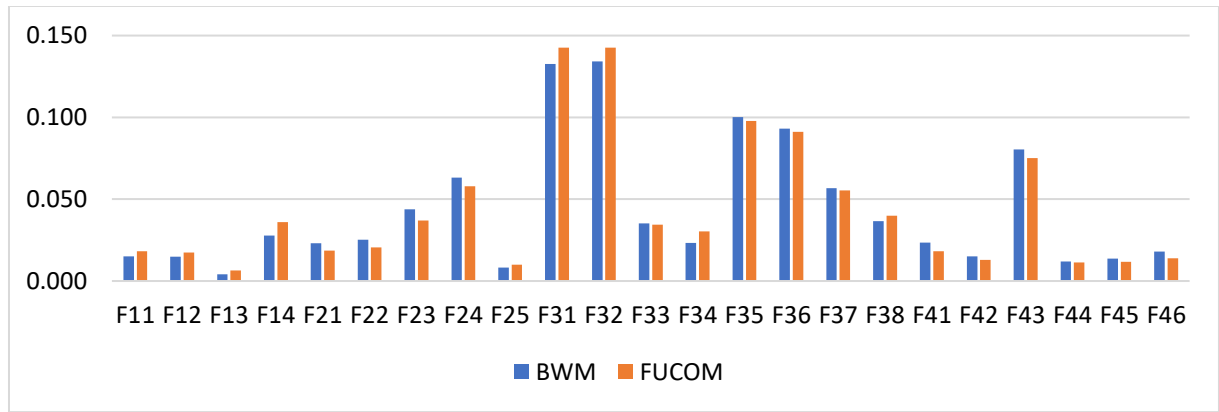
Faktörlerin nihai ağırlıkları ve yöntemlerin karşılaştırılması

BWM ve FUCOM yöntemleri kullanılarak hesaplanan ana faktörlerin ağırlıkları ile alt faktörlerin yerel ağırlıkları çarpılarak her bir faktörün global ağırlığı hesaplanmıştır. Faktörlerin nihai ağırlıkları ve sıralamaları Çizelge 9’da verilmiştir.

BWM ile hesaplanan faktör ağırlıkları incelendiğinde tüm faktörler arasından en önemli faktörün tarımsal faktörlerden sulama durumu (F32) olduğu tespit edilmiştir. En az önemli faktör ise çevresel ve sosyal faktörlerden nüfus (F13) faktörüdür. Tarımsal faktörlerden münavebe durumu (F34) faktörü ile konumsal faktörlerden ana yola yakınlık (F41) faktörünün ağırlığı birbirine eşittir. Ayrıca çevresel ve sosyal faktörlerden ulaşım olanakları (F11) faktörü ile konumsal faktörlerden yerleşim yerine yakınlık (F42) faktörünün ağırlığı da birbirine eşittir.

FUCOM ile hesaplanan faktör ağırlıkları incelendiğinde tarımsal faktörlerden toprak verimi (F31) faktörü ile sulama durumu (F32) faktörünün önem dereceleri birbirine eşittir ve bu faktörler en önemli faktörlerdir. En az önemli faktör ise çevresel ve sosyal faktörlerden nüfus (F13) faktörüdür.

Faktör ağırlıklarının karşılaştırılmasına ilişkin grafik Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Faktör ağırlıklarının yöntemlere göre kıyaslanması

Şekil 2 incelendiğinde, tarım arazisinin değerinde etkili olan en önemli faktörlerin toprak verimi (F31) ve sulama durumu (F32) olduğu, en az önemli olan faktörlerin ise nüfus (F13) ve arazide yapılaşma durumu (F25) olduğu görülmektedir.

FUCOM ve BWM yöntemlerinin etkinliğini ve benzerliğini belirlemek için Spearman’ın sıralama korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Bu katsayı faktör sıralamaları arasındaki korelasyonu belirlemekte kullanılır ve 0-1 aralığında değer alır. BWM ve FUCOM yöntemleri ile elde edilen faktör sıralamaları arasındaki korelasyon 0,98 olarak hesaplanmıştır. İki farklı sübjektif faktör ağırlıklandırma yöntemi olan BWM ve FUCOM yöntemlerinin arasındaki bu güçlü benzerlik sonuçların güvenilir ve tutarlı olduğunu ve ayrıca uzman görüşlerinin de doğru ve tutarlı olduğunu göstermektedir.

Faktörlerin değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan bu yöntemlerden FUCOM yönteminde n faktörlü bir karar verme problemi için (n-1) adet ikili karşılaştırma yapılırken BWM yönteminde (2n-3) adet ikili karşılaştırma yapılır. BWM yöntemi tutarlılık oranının hesaplanmasına olanak sağlamaktadır fakat bu yöntemde, FUCOM yöntemine göre daha fazla sayıda ikili karşılaştırma yapıldığı için tutarsızlık sorunlarıyla karşılaşmaktadır. FUCOM yönteminde ise BWM yöntemine göre daha az sayıda ikili karşılaştırma yapılması hesaplama kolaylığı sağlamaktadır ve bu yöntemin matematiksel yapısı sayesinde tutarsızlık sorunu yaşanmamaktadır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Tarım arazileri, başta gıda olmak üzere insanlığın temel ihtiyaçlarını karşılayan ve hayati önem taşıyan sınırlı kaynaklardır. Bu arazilerin korunması ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılması, gıda güvenliğinin ve

ekonomik kalkınmanın temelini oluşturur. Tarım arazilerinin alım-satım, kamulaştırma, toplulaştırma, vergilendirme, sigortalandırma gibi faaliyetlerde gerçek değerinin belirlenmesi için tarımsal değerlemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Tarım arazilerinin değerinin belirlenmesi için öncelikle değere etki eden faktörlerin tespit edilmesi gerekir. Değeri etkileyen çok sayıda faktör vardır ve her faktörün değer üzerindeki önem derecesi farklıdır. Değerleme sürecinin doğru bir şekilde yönetilebilmesi için bu faktörlerin matematiksel olarak ifade edilip ağırlıklarının hesaplanması gerekir. Böylelikle ekonomik kalkınma ve çevresel sürdürülebilirlik açısından büyük önem taşıyan tarımsal değerlendirme uygulamaları öznellikten uzak objektif bir şekilde yürütülür.

Bu çalışmada, tarımsal değerlendirme süreci için önemli bir adım olan değere etki eden faktörlerin belirlenmesi ve önem derecelerinin tespit edilmesi amacıyla bir uygulama yapılmıştır. Bu kapsamda, ülkemizde tarımsal değerlendirme için yapılan akademik çalışmalar incelenerek tarım arazisinin değerini etkileyen faktörler derlenmiştir. Faktörlerin etki derecesinin ölçülmesinde yakın tarihlerde literatüre kazandırılan ÇKKV yöntemlerinden BWM ve FUCOM yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemlerin tercih edilmesinin sebebi daha az ikili karşılaştırma yapması ile hesaplama kolaylığıdır. Diğer bir sebep ise BWM yönteminde tutarlılık oranının hesaplanması, FUCOM yönteminde ise tutarsızlık sorunuyla karşılaşılmasıdır. Elde edilen faktör ağırlıkları incelendiğinde tarımsal değeri etkileyen en önemli faktör sulama durumu, en az önemli faktör ise nüfus olmuştur. Yöntemler arasındaki yüksek korelasyon, yöntemlerin benzerliğini ve sonuçların tutarlı ve güvenilir olduğunu göstermektedir.


Tarımsal değerlendirme üzerinde durulması gereken ve daha fazla çalışma ve araştırma yapılması gereken bir konudur. Bu alanda yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışmanın tarımsal değerlendirme alanına katkı sağlayacağı düşünülmekte ve gelecekteki çalışmalarda tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlerin önem derecelerinin belirlenmesinde farklı ÇKKV yöntemlerinin kullanılabilmesi önerilmektedir.

Teşekkür: Tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlerin değerlendirilmesinde görüş bildiren uzmanlara teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti:

YAZAR ORCID NUMARALARI

Tansu ALKAN  <http://orcid.org/0000-0001-8293-2765>

Süleyman Savaş DURDURAN  <http://orcid.org/0000-0003-0509-4037>

KAYNAKLAR

- Abdullah, A., Ahmad, S., Athar, M. A., Rajpoot, N., Talib, F. 2022. Healthcare performance management using integrated FUCOM-MARCOS approach: The case of India. *The International Journal of Health Planning and Management*, 37(5), 2635-2668.
- Akar, G. S. 2022. Tedarik zincirlerinde sürdürülebilir imalatın önündeki engelleyici faktörlerin tam tutarlılık yöntemiyle (FUCOM) değerlendirilmesi. *Bucak İşletme Fakültesi Dergisi*, 5(2), 298-318.
- Alkan, T., Durduran, S. S. 2021. Turizm kentlerinde taşınmaz değerlemenin CBS ve AHP yöntemi yardımıyla incelenmesi: Alanya kenti örneği. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(1), 178-187.
- Awasthi, M. K. 2014. Socioeconomic determinants of farmland value in India. *Land use policy*, 39: 78-83.
- Ayçin, E., Aşan, H. 2021. İş zekası uygulamaları seçimindeki kriterlerin önem ağırlıklarının FUCOM yöntemi ile belirlenmesi. *KOCATEPEİİBFD*, 23(2), 195-208.
- Badi, I., Muhammad, L. J., Abubakar, M., Bakır, M. 2022. Measuring sustainability performance indicators using FUCOM-MARCOS methods. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 5(2), 99-116.
- Başaran Caner, C., Engindeniz, S., Öruk, G. 2022. Kentsel saçaklanmanın tarım arazisi değerlerine etkilerinin analizi: Aydın ili Efeler ilçesi örneği. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 57(4), 2590-2604.
- Bayramoğlu, Z., Özdemir, Ş. 2021. Analysis of factors affecting the value of agricultural lands: the case of Evren district of Ankara province. *Turkish Journal of Agriculture -Food Science and Technology*, 9(5), 848-854.
- Bilgiç, S., Torğul, B., Paksoy, T. 2021. Sürdürülebilir enerji yönetimi için BWM yöntemi ile yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi. *Verimlilik Dergisi*, (2), 95-110.

- Borchers, A., Ifft, J., Kuethe, T. 2014. Linking the price of agricultural land to use values and amenities. *American Journal of Agricultural Economics*, 96(5), 1307-1320.
- Choumert, J., Phélinas, P. 2015. Determinants of agricultural land values in Argentina. *Ecological Economics*, 110: 134-140.
- Çalık, A. 2020. Hedef pazar seçimi için hibrit BWM-ARAS karar verme modeli. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(3), 196-210.
- Çevik Aka, D. 2023. Evaluation of the effects of industry 4.0 on organizational agility with FUCOM: Implementation in the textile industry. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (40), 33-48.
- Çınar, G., Altınok, A. C., Özcan, H., ve Aslan, F. 2018. Aydın ilinde tarımsal arazi değerini etkileyen faktörlerin hedonik fiyatlandırma modeli ile tahmin edilmesi. Ahtamara, 25-26 Ağustos 2018, Van.
- Demirel, B., Yelek, A., Alağaç, H. M., Eren, T. 2018. Taşınmaz değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi ve kriterlerin önem derecelerinin çok ölçütlü karar verme yöntemi ile hesaplanması. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(2), 665-682.
- Durmić, E. 2019. Evaluation of criteria for sustainable supplier selection using FUCOM method. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 2(1), 91-107.
- Ecer, F. 2021. FUCOM subjektif ağırlıklandırma yöntemi ile rüzgâr çiftliği yer seçimini etkileyen faktörlerin analizi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 27(1), 24-34.
- Ekin, E., Sarul, L. S. 2022. Investigation of smart city components by AHP-BWM-FUCOM and DEMATEL methods. *Alphanumeric Journal*, 10(2), 197-222.
- Demir, G., Bircan, H. 2020. Kriter ağırlıklandırma yöntemlerinden BWM ve FUCOM yöntemlerinin karşılaştırılması ve bir uygulama. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(2), 170-185.
- Doldur, M., Alkan, R. M. 2021) Nominal değerlendirme yöntemi ile CBS destekli taşınmaz değer haritalarının oluşturulması: Avanos/Nevşehir örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(4), 846-863.
- Genc, V., Ozdagoglu, A., Keles, M. K. 2022. Otomobil motor yağı alternatiflerinin FUCOM, MAIRCA, MABAC ve BWM yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Journal of Transportation and Logistics*, 7(1), 55-82.
- Ghaffari, S., Arab, A., Nafari, J., Manteghi, M. 2017. Investigation and evaluation of key success factors in technological innovation development based on BWM. *Decision Science Letters*, 6(3), 295-306.
- Hurma, H. (2007). Çevre kalitesinin tarımsal arazi değeri üzerine etkilerinin analizi: Trakya örneği. Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karaduman, H., Karataş, K. 2023. Real estate assessment of agricultural lands outside the zoning plan with artificial neural networks and multiple regression analysis methods: The case of Aksaray, Bahçesaray and Kırımlı rural districts. *Turkish Journal of Geosciences*, 4(1), 1-11.
- Karakayacı, Z. 2015. Using of analytic hierarchy process on evaluating the affecting factors in the value of farmlands. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21(4), 719-724.
- Karakayacı, Z., Oğuz, C., Reis, S. 2016. Konya ili Çumra ilçesindeki tarım arazilerinin değerlerini etkileyen faktörlerin farklı yaklaşımlarla analizi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 22(2), 17-27.
- Karakayacı, Z. 2018. Regression analysis for the factor affecting on farm land/urban land value in urban sprawl. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(10), 1357-1361.
- Khan, S. A., Ojiako, U., Marshall, A., Dalalah, D., Ceylan, S., Ali Shabani, N. N., Al Sharqawi, S. I. 2023. The critical risk factors that influence production-oriented projects in the United Arab Emirates: a 'best-worst method'(BWM) analysis. *Engineering Management Journal*, 35(2), 144-160.
- Koca, G., Akçakaya, E. D. U. 2021. Giyilebilir teknolojik ürünlerin tasarımında etkili olan faktörlerin best-worst metodu (BWM) ile değerlendirilmesi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 136-150.
- Mercan, T., Can, A. 2023. İşgören seçiminde etkili olan faktörlerin FUCOM yöntemi ile değerlendirilmesi: Bir havayolu işletmesinde uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 14(40), 1311-1329.
- Moslem, S., Farooq, D., Ghorbanzadeh, O., Blaschke, T. 2020. Application of the AHP-BWM model for evaluating driver behavior factors related to road safety: A case study for Budapest. *Symmetry*, 12(2), 243.
- Nilsson, P., Johansson, S. 2013. Location determinants of agricultural land prices. *Jahrbuch für Regional Wissenschaft*, 33(1), 1-21.
- Özdağoğlu, A., Keleş, M. K., Genç, V. 2021. FUCOM ve PROMETHEE yöntemleri ile ticari araç seçimi: peyzaj firmasında bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25 (Özel Sayı), 231- 253.
- Öztaş, T., Öztaş, G. Z. 2023. A comparative analysis of factors affecting the selection of english grammar checkers with FUCOM and BWM. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(3), 1026-1051.
- Öztürk Çoşar, G., Engindeniz, S. 2013. Tarım arazisi değerlerinin hedonik analizi: İzmir'in Menemen ilçesi örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(3), 241-250.

- Öztürk, G., Engindeniz, S., Bayraktar, Ö. V. 2017. İzmir'deki sulanabilir tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlerin analizi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 31(3), 75-87.
- Pamučar, D., Stević, Ž., Sremac, S. 2018. A new model for determining weight coefficients of criteria in mcdm models: Full consistency method (FUCOM). *Symmetry*, 10(9), 393.
- Peter, N. J., Okagbue, H. I., Obasi, E. C., Akinola, A. O. 2020. Review on the application of artificial neural networks in real estate valuation. *International Journal*, 9(3), 5-11.
- Rezaei, J. 2015. Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53: 49-57.
- Satılmışoğlu, Ö., Yılmaz, B., Kurt, M. 2022. Kentsel alanda değerlendirme haritalarına yönelik model geliştirme. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 37-42.
- Sklenicka, P., Molnarova, K., Pixova, K. C., Salek, M. E. 2013. Factors affecting farmland prices in the Czech Republic. *Land Use Policy*, 30(1), 130-136.
- Susam Serez, B., Engindeniz, S., Örük, G. 2022. Tarım arazisi değerlerini etkileyen faktörlerin analizi: Yortanlı Baraj Havzası örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(2), 320-329.
- Uematsu, H., Khanal, A. R., Mishra, A. K. 2013. The impact of natural amenity on farmland values: A quantile regression approach. *Land Use Policy*, 33: 151-160.
- Ulu, M., Türkan, Y. S., Mengüç, K. 2022. Trafik kazalarını etkileyen faktörlerin ağırlıklarının BWM ve SWARA yöntemleri ile belirlenmesi. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 5(2), 227-238.
- Vural, H., Fidan, H. 2009. Land marketing and hedonic price model in Turkish markets: Case study of Karacabey district of Bursa province. *African Journal of Agricultural Research*, 4(2), 71–75.
- Yurdakul, Ö., Saklan, A., Durduran, S. S. 2023. Examination of today's real estate valuation methods from legal and economic perspectives. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5(2), 299-308.
- Yücel, S., Bağdat, A. 2023. Üniversitelerde muhasebe eğitiminde akademisyenlerin paket program tercihini etkileyen faktörlerin incelenmesi. *Muhasebe ve Finans İncelemeleri Dergisi*, 6(2), 169-187.