



## Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Institute of Natural and Applied Science Journal

Dergi ana sayfası/ Journal home page: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kujs>



E-ISSN: 2587-2389

## AAS ve Bulanık AAS Yöntemleri ve Bir Uygulama

Zeynep GÖKKUŞ<sup>1\*</sup>, Nizami MUSTAFA<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> Kastamonu Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojisi Bölümü, Kastamonu, Türkiye

<sup>2</sup> Kafkas Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Kars, Türkiye

(İlk Gönderim / Received: 23. 07. 2022, Kabul / Accepted: 20. 11. 2022, Online Yayın / Published Online: 31. 03. 2023)

**Anahtar Kelimeler:**  
Çok kriterli karar verme,  
AAS,  
Bulanık AAS.

**Özet:** Geniş uygulama alanı ve popülerliği olan Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden AAS ve Bulanık AAS açıklanmış ve deneysel bir veriye uygulanmıştır. Uygulama sonuçları, her iki yöntemin de benzer sonuçlar verdiğini ve deneysel araştırmalarda kullanılabileceğini göstermektedir.

## ANP and Fuzzy ANP Methods and an Application

**Keywords:**  
Multi-criteria decision making,  
ANP,  
Fuzzy ANP.

**Abstract:** ANP and Fuzzy ANP, which are among the Multi-Criteria Decision Making Methods with wide application area and popularity, are explained and applied to an experimental data. The application results show that both methods give similar results and can be used in experimental research.

### 1. GİRİŞ

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri, seçim ve sıralama problemlerindeki belirsizlik ve kararsızlık durumlarının giderilmesi için geliştirilmiştir (İlbahar vd., 2022). Bu yöntemlerin amacı birtakım kriterler açısından seçenekleri sıralamak veya aralarından en iyisini seçmektir. Bu seçim işlemi karar vericilerin kriterleri ve seçenekleri değerlendirmeleri ile başlamaktadır (Atalık&Şentürk, 2019).

Son on yıldır özellikle bulanık ÇKKV yöntemleri hemen her bilim dalında popüler biçimde uygulanmaktadır. Bunların başında bilgisayar bilimleri, yapay zeka, kontrol sistemleri, üretim, mühendislik vb. sayılabilir (Stojčić vd., 2019; Kutlu Gündoğdu&Kahraman, 2020).

Literatürde yirminin üstünde ÇKKV yöntemi mevcuttur (Seker&Kahraman, 2021). Bu yöntemlerin hemen her birinin farklı bulanık sayı tiplerinde uyarıldığı çok sayıda yaklaşım da mevcuttur (Atalık&Şentürk, 2019; Kutlu Gündoğdu&Kahraman, 2020; Seker&Kahraman, 2021; Bakır&Atalık, 2021).

Bu çalışmada ÇKKV yöntemlerinden klasik Analitik Network Süreci (AAS) ve uygulama kolaylığı açısından üçgen sayılar için Bulanık Analitik Network Süreci (BAAS) çalışılmıştır. Öncelikle söz konusu iki yöntem açıklanmıştır. Ardından bir proje verisine her iki yöntem uygulanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

ÇKKV yöntemleri genellikle gözleme dayalı verilere uygulanmaktadır. Bu çalışmada ise deneysel bir veriye ÇKKV yöntemleri uygulanarak literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır.

### 2. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 2.1. AAS

Thomas L. Saaty'nin (1977) karmaşık problemlerin çözümü için geliştirdiği Analitik Hiyerarşi Süreci-Analitic Hierarchy Process (AHS-AHP) yöntemi, literatürde en yaygın uygulanan çok kriterli karar verme yöntemidir (Özbek&Eren, 2013; Kubler vd., 2016). AHS yöntemi, her bir seviyesi en az bir elemandan oluşan, en az üç hiyerarşik

seviyeli bir yapıya sahiptir (Özbek, 2017). Altındaki bir elemanın üstteki bir elemanı etkilediği varsayımına dayanarak ikili karşılaştırmalar yapılır ve hiyerarşik olarak alt düzeyde bulunan elemanların bir üst düzeydeki elemana göre nispi önemleri belirlenir. AHS yapısının en üstünde amaç bulunur. Bir alt seviyede (ana) kriterler ve varsa onun da altında alt kriterler yer alır. En alt basamakta ise karar seçeneklerine yer verilir (Ecer&Küçük, 2008).

Analitik Ağ Süreci-Analitic Network Process (AAS-ANP) ise AHS'nin geliştirilmesi ile elde edilmiş bir yöntemdir (Saaty, 1996). AAS yönteminde, AHS'den farklı olarak karar verme sürecinde, elemanlar arasındaki etkileşim hesaba katılır ve hiyerarşi zorunluluğu ortadan kalkar. AAS, bir karar verme problemini, elemanlar arasındaki ilişkileri ve bunların yönlerini tanımlayarak bir ağ biçiminde ele alır. Böylece, doğrudan ilişkilendirilmemiş elemanlar arasında olabilecek dolaylı etkileşimler ve geri bildirimler dikkate alınır (Saaty, 1996; Özbek, 2017).

AAS yöntemiyle bir karar verme probleminin çözümünde, kontrol hiyerarşisi oluşturulacaksa, kontrol kriterinin altında bir ağ yapısı olması gerekir (Peter&Zelewski, 2008). Kontrol hiyerarşisi, karar verme probleminin amaç, kriter ve ağ biçimindeki alt kriterlerden oluşan bir yapıdır. Bu ağ yapısında, kriterler arasında

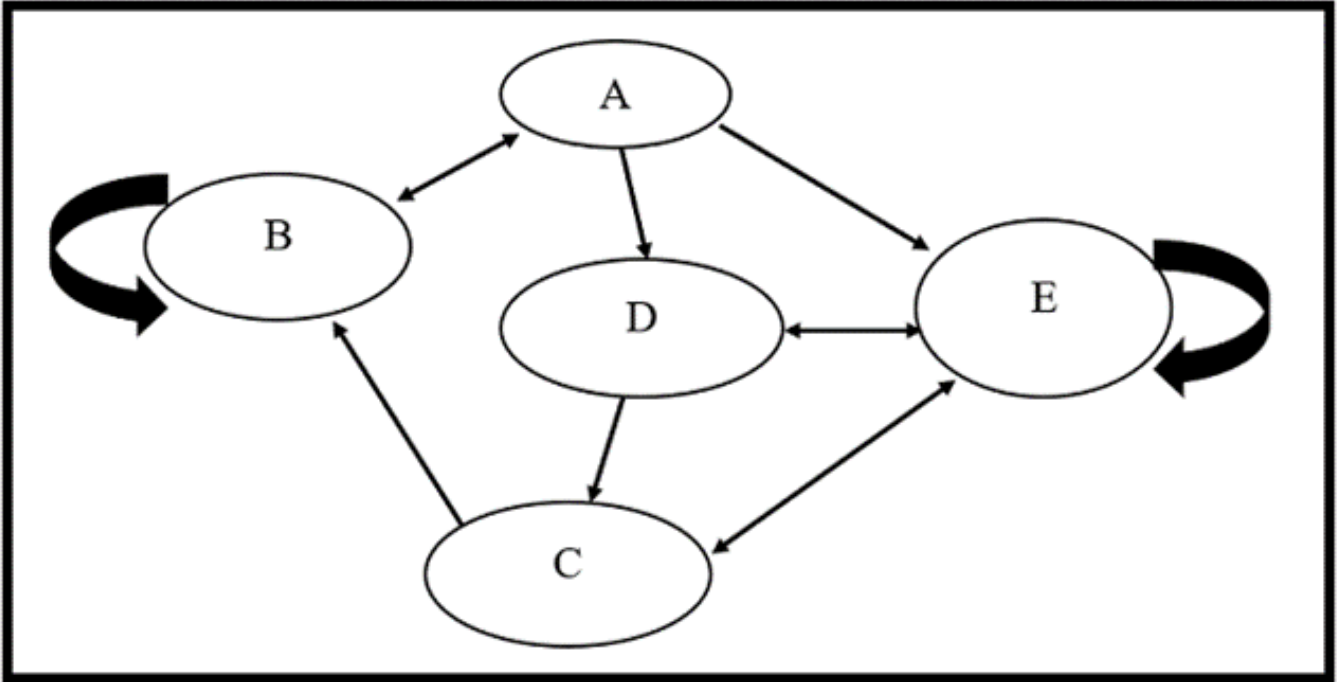
karşılıklı bir bağımlılık veya geri besleme ilişkisi olabilir. Bu durumda bu yapıya kontrol (veya karar) ağı denir.

En basit AAS yapısı tek ağdan oluşmaktadır. En karmaşık halde ise, her bir seçeneğin ortaya çıkarabileceği fayda (benefit), fırsat (opportunity), risk (risk) ve maliyet (cost) olmak üzere (BORC) dört kontrol kriteri vasıtasıyla dört ayrı yöntemle analiz edilmektedir (Saaty, 2001; Peters&Zelewski, 2008; Göze, 2008; Özbek, 2017).

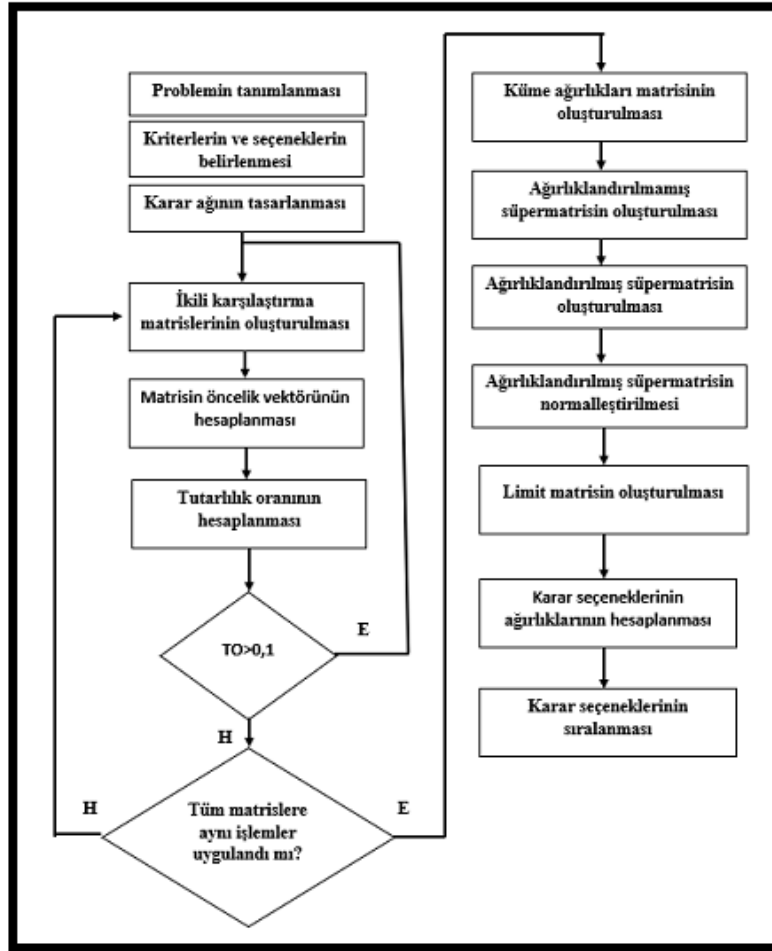
Bir karar ağı, kümeler, elemanlar ve etkiler veya bağımlılıklardan meydana gelmektedir. Her bir kümede en az bir eleman bulunur. Eleman ise kriter veya karar seçeneğidir (Saaty, 2001; Peters&Zelewski, 2008). Şekil 2.1'de örnek bir karar ağ yapısı bulunmaktadır.

Şekil 2.1'de A kümesi D ve E, D kümesi C ve C kümesi de B kümesinden etkilenmektedir (kümeler arası etkileşim veya dış bağımlılık). A ile B ve C ile D kümelerinin en az birer elemanı birbirinden etkilenmektedir (geri besleme). Son olarak B ve E kümelerinin kendi içindeki elemanlarla etkileşimdedir (küme içi etkileşim veya iç bağımlılık).

Bir karar verme probleminin AAS yöntemiyle çözümü için gerekli işlem adımları Şekil 2.2 ile temsil edilmiş ve ardından sıralanmıştır (Özbek, 2017).



Şekil 2.1. Karar ağı yapısı (Peters&Zelewski, 2008).



Şekil 2.2. AAS işlem adımları

Adım 1: Karar verme problemi tanımlanır. Amaç, kriterler ve karar seçenekleri belirlenir ve karar ağı tasarlanır.

Tablo 2.1. Karşılaştırma Ölçeği (Saaty, 2008)

Önem değeri	Önem değerinin tersi	Tanım
1	1	Eşit derecede önemli
3	1/3	Orta derecede önemli
5	1/5	Kuvvetli derecede önemli
7	1/7	Çok kuvvetli derecede önemli
9	1/9	Mutlak derecede önemli
2, 4, 6, 8	1/2, 1/4, 1/6, 1/8	Ara değerler

Adım 2: Karar verici (ler) Tablo 2.1 ile verilen ölçeği kullanarak, her bir ikili karşılaştırma için, Tablo 2.2 ile temsil edildiği gibi, birer ikili karşılaştırma matrisi oluşturur.

Tablo 2.2. İkili karşılaştırma matrisi (Wind &amp; Saaty, 1980)

A	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	...	Kriter n
Kriter 1	1	$a_{12}$	$a_{13}$	...	$a_{1n}$
Kriter 2	$a_{21} = 1/a_{12}$	1	$a_{23}$	...	$a_{2n}$
Kriter 3	$a_{31} = 1/a_{13}$	$a_{32} = 1/a_{23}$	1	...	$a_{3n}$
...	...	...	...	...	...
Kriter n	$a_{n1} = 1/a_{1n}$	$a_{n2} = 1/a_{2n}$	$a_{n3} = 1/a_{3n}$	...	1

İkili karşılaştırma matrisleri normalize edilir. Bu normalizasyon işlemi matristeki her elemana Eşitlik (1)'in uygulanmasıyla elde edilir.

$$a'_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (1)$$

Adım 3: Her bir sütununun toplamı 1 olan normalize edilmiş matrisin her bir satır toplamı, Eşitlik (2) ile, matris boyutuna bölünerek ortalaması alınır ve her bir kriter için önem ağırlıkları hesaplanır. Bu ağırlıklara öncelik vektörü denir.

$$w_i = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{j=1}^n a'_{ij}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Adım 4: Takipteki işlemlerin sonunda tutarlılık oranı hesaplanır (Millet&Saaty, 2000; Özbek&Eren, 2013; Souissi vd., 2020).

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[ \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j}{w_i} \right] \quad (\text{Özdeğer}) \quad (3)$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (\text{Tutarlılık indeksi}) \quad (4)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (\text{Tutarlılık oranı}) \quad (5)$$

CR<0,10 olan matrislerin tutarlı olduğu kanaatine varılır. Burada RI "Random Index" değeridir. Boyutu en çok 15 olan matrisler için hesaplanmıştır. Bir karar verme probleminde kriter sayısı çok fazla ise tüm kriterlerin birlikte değerlendirilmesi sonucunda tutarlı sonuç elde etme olasılığı zayıflamaktadır (Kwiesielewicz&Van Uden, 2004). Tablo 2.3 ile ikili karşılaştırma matrisleri için RI değerleri verilmiştir.

Adım 5: Amaca göre kümelerin kendi aralarındaki etkileri değerlendirilerek öncelik vektörleri oluşturulur. Öncelik vektörleri Eşitlik (6) ile verilen bir matrisle bir araya getirilerek B boyutunda bir küme ağırlıkları matrisi veya karar matrisi (Q) elde edilir (Özbek, 2017).

$$Q = \begin{bmatrix} q_{1.1} & \dots & q_{1.i} & \dots & q_{1.B} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ q_{i.1} & \dots & q_{i.j} & \dots & q_{i.B} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ q_{B.1} & \dots & q_{B.j} & \dots & q_{B.B} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Adım 6: AAS yönteminde, karar ağında bulunan tüm kümeler, elemanlar ve bunlar arasındaki her türlü etkileşim, öncelik vektörlerinden oluşan süpermatriste gösterilir (Saaty, 2001). Parçalı bir matris olan süpermatrisin her bir bölümü, bir sistemdeki iki faktör arasında olan ilişkiyi temsil eder.

Bir kümedeki elemanların herhangi biri başka bir kümenin elemanlarını etkilemiyorsa, ağırlıklandırılmamış süpermatriste ilgili yerlere sıfır yazılır. Ağırlıklandırılmamış süpermatrisin her bir  $W_{ij}$  bloğu Eşitlik (7) ile verilen bir matris yapısına sahiptir (Peters&Zelewski, 2008).

$$W_{i,j} = \begin{bmatrix} W_{i_1j_1} & W_{i_1j_2} & \dots & W_{i_1j_{sj}} \\ W_{i_2j_1} & W_{i_2j_2} & \dots & W_{i_2j_{sj}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ W_{i_{sj}j_1} & W_{i_{sj}j_2} & \dots & W_{i_{sj}j_{sj}} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Adım 7: Hiyerarşik bir yapıda ağırlıklandırılmış ve ağırlıklandırılmamış süpermatrisler birbirine eşittir (Saaty, 2004). Bu nedenle karar ağı hiyerarşik bir yapıda olmadığında, Eşitlik (8)'deki işlemle ağırlıklandırılmış süper matris oluşturulur. Bu matris stokastik olmalı ve normalize edilmelidir (Niemira&Saaty, 2004; Peters&Zelewski, 2008; Özbek, 2012).

$$U^{un} = \begin{bmatrix} W_{1.1} * q_{1.1} & W_{1.2} * q_{1.2} & \dots & W_{1.B} * q_{1.B} \\ W_{2.1} * q_{2.1} & W_{2.2} * q_{2.2} & \dots & W_{2.B} * q_{2.B} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ W_{B.1} * q_{B.1} & W_{B.2} * q_{B.2} & \dots & W_{B.B} * q_{B.B} \end{bmatrix} \quad (8)$$

Adım 8: Kriterlerin ve karar seçeneklerinin önceliklerini belirlemek için limit süpermatris hesaplanır. Bunun için, matrisin satırları durağanlaşacak kadar büyük bir n sayısı belirlenerek, ağırlıklandırılmış süpermatrisin n.inci dereceden kuvveti alınır (Saaty, 2001; Özbek, 2017).

Adım 9: Limit süpermatristeki karar seçeneklerine ait öncelikler azalan sırayla dizilir ve en iyi seçenek belirlenmiş olur (Peters&Zelewski, 2008).

## 2.1. Bulanık AAS

AAS yönteminde karar vericiler, karar seçeneklerini değerlendirirken belirsizlik ve kararsızlık ile karşılaşabilirler. Bu belirsizlik ve kararsızlığın bulanık bir ortamda çözümlenebilmesi için bulanık AAS yöntemi geliştirilmiştir.

**Tablo 2.3.** İkili karşılaştırma matrisleri için RI değerleri (Özbek, 2017)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,53	1,56	1,57	1,59

**Tablo 2.4.** Bulanık karşılaştırma ölçeği (Laarhoven&Pedrycz, 1983)

Dilsel değişken	FAHS (üçgen bulanık sayı tipi için)	
	Ölçek	Karşıt ölçek
Eşit derecede önemli	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Orta derecede önemli	(2, 3, 4)	(1/4, 1/3, 1/2)
Kuvvetli derecede önemli	(4, 5, 6)	(1/6, 1/5, 1/4)
Çok kuvvetli derecede önemli	(6, 7, 8)	(1/8, 1/7, 1/6)
Mutlak derecede önemli	(9, 9, 9)	(1/9, 1/9, 1/9)
Ara değerler	(1, 2, 3)	(1/3, 1/2, 1)
	(3, 4, 5)	(1/5, 1/4, 1/3)
	(5, 6, 7)	(1/7, 1/6, 1/5)
	(7, 8, 9)	(1/9, 1/8, 1/7)

AAS yönteminde önce tüm dış bağımlılıklar, iç bağımlılıklar ve geri beslemeler göz önüne alınarak karar ağının yapısı oluşturulur (Paksoy vd., 2013). Ardından, karar verme problemine ilişkin ana kriterler, alt kriterler ve alternatifler, karar vericiler tarafından değerlendirilerek ikili karşılaştırmalar yapılır (Bakır&Atalık, 2021). Bu karşılaştırmalar için, Tablo 2.1 üçgen bulanık sayılara uyarlanarak kullanılmaktadır. Bu ölçek Tablo 2.3'te verilmiştir

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  nesnel kümesi ve  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$  amaçlar kümesi olmak üzere, her bir nesneye her bir amaç ( $g_i$ ) için genişletme analizi uygulanır. Genişletme ifadesi ile bu nesnenin amacı ne kadar gerçekleştirdiği ifade edilmektedir. Sonuçta, her bir nesne için  $m$  tane genişletme analizi değeri  $M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m, i = 1, 2, \dots, n$  elde edilir.  $M_{g_i}^j, j = 1, 2, \dots, m$  değerlerinin hepsi üçgen bulanık sayıdır ve  $M_{g_i} = (a_i, b_i, c_i)$  biçiminde temsil edilir. Chang (1996)'in genişletme analizi yöntemi aşağıdaki işlem adımları ile gerçekleştirilir.

Adım 1:  $i$ . amaca göre bulanık sentetik genişletme değeri Eşitlik 9 ile elde edilir.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (9)$$

$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j$  değerini bulmak için  $m$  tane genişletme analizine sırasıyla Eşitlik 10, 11 ve 12 ile verilen işlemler gerçekleştirilir.

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left( \sum_{j=1}^m a_j, \sum_{j=1}^m b_j, \sum_{j=1}^m c_j \right) \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left( \sum_{j=1}^m a_j, \sum_{j=1}^m b_j, \sum_{j=1}^m c_j \right) \quad (11)$$

$$\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left( \frac{1}{\sum_{j=1}^m c_j}, \frac{1}{\sum_{j=1}^m b_j}, \frac{1}{\sum_{j=1}^m a_j} \right) \quad (12)$$

Bulanık sayıların karşılaştırılması için, bulanık sentetik değerlerin kullanılmasıyla hiyerarşinin her bir seviyesindeki elemanların ağırlık vektörleri elde edilir (Paksoy vd., 2013).

Adım 2:  $M_2 = (a_2, b_2, c_2) \geq M_1 = (a_1, b_1, c_1)$  'in olabilirlik derecesi Eşitlik 13 ile elde edilir.

$$\begin{aligned} V(M_2 \geq M_1) &= \sup_{y \geq x} \left[ \min \left( \mu_{M_1(x)}, \mu_{M_2(y)} \right) \right] \\ &= hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2(d)} \\ &= \begin{cases} 1, & b_2 \geq b_1 \\ 0, & a_1 \geq c_2 \\ \frac{(a_1 - c_2)}{(b_2 - c_2) - (b_1 - a_1)}, & \text{diğer.} \end{cases} \quad (13) \end{aligned}$$

Burada  $d, \mu_{M_1}$  ve  $\mu_{M_2}$  arasındaki en yüksek kesişim noktası olan  $D$ 'nin ordinatıdır.  $M_1$  ve  $M_2$ 'yi karşılaştırmak için hem  $V(M_2 \geq M_1)$  hem de  $V(M_1 \geq M_2)$  hesaplanmalıdır. Bu adıma ilişkin işlemler Şekil 2.3 ile gösterilmiştir (Chang, 1996).

Adım 3: Konveks bir  $M$  bulanık sayısının  $k$  tane  $M_i$  ( $i = 1, 2, \dots, k$ ) bulanık sayıdan büyük olabilirliğinin derecesi Eşitlik 14 ile hesaplanır.

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = \min V(M \geq M_i), i = 1, 2, \dots, k \quad (14)$$

Burada,  $k = 1, 2, \dots, n; i \neq k$  olmak üzere  $d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$  varsayımı yapılarak Eşitlik 15'te verilen bulanık olmayan ağırlık vektörü elde edilir.

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (15)$$

Ağırlık vektörü normalize edilerek Eşitlik 16 elde edilir (Karakuş vd., 2019).

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (16)$$

Adım 4: İlk üç adım tüm (ana ve alt) kriterlerin ve her bir alternatifin her bir alt kritere göre değerlendirildiği ikili karşılaştırma matrislerinden yararlanarak, alternatiflerin ağırlıklarını belirlemek için tekrarlanır.

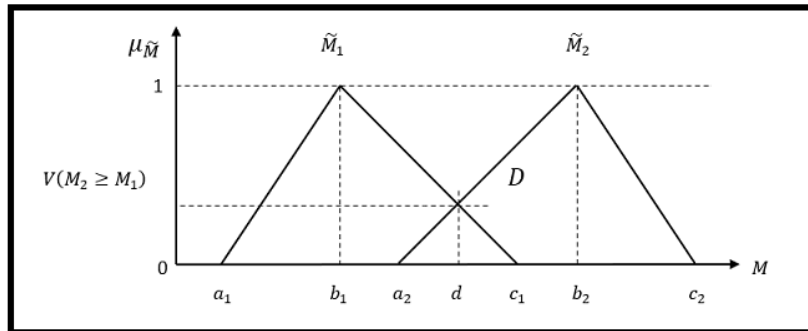
Adım 5: Karar ağında birbirini etkilediği belirlenen tüm kriterler için ilk üç adım uygulanır.

Adım 6: Adım 4 ve 5'ten elde edilen ağırlıklar kullanılarak ağırlıklandırılmış ve limit süper matrisler sırasıyla Eşitlik 7 ve 8'deki gibi elde edilir. Her bir karar seçeneğinin önceliği belirlenir. Öncelikler azalan sırayla yazılır ve en iyi karar seçeneği belirlenir (Karaşan&Kahraman, 2019).

### 3. UYGULAMA

#### 3.1. Veriler

En önemli yenilenebilir doğal kaynaklarımızdan biri meralarımızdır (Altın vd., 2011). Meralarımızın sosyal, ekonomik ve çevresel faydalarını ortaya koymak için vejetasyon etütleri vasıtasıyla meraları sınıflamak ve mera sınıflarına uygun ıslah ve yönetim modelleri oluşturmak için TAGEM koordinatörlüğünde birçok çalışma yürütülmüştür (Gökkuş vd., 2011; Aydoğdu vd., 2020).



Şekil 2.3.  $\tilde{M}_1$  ve  $\tilde{M}_2$  kesişimi

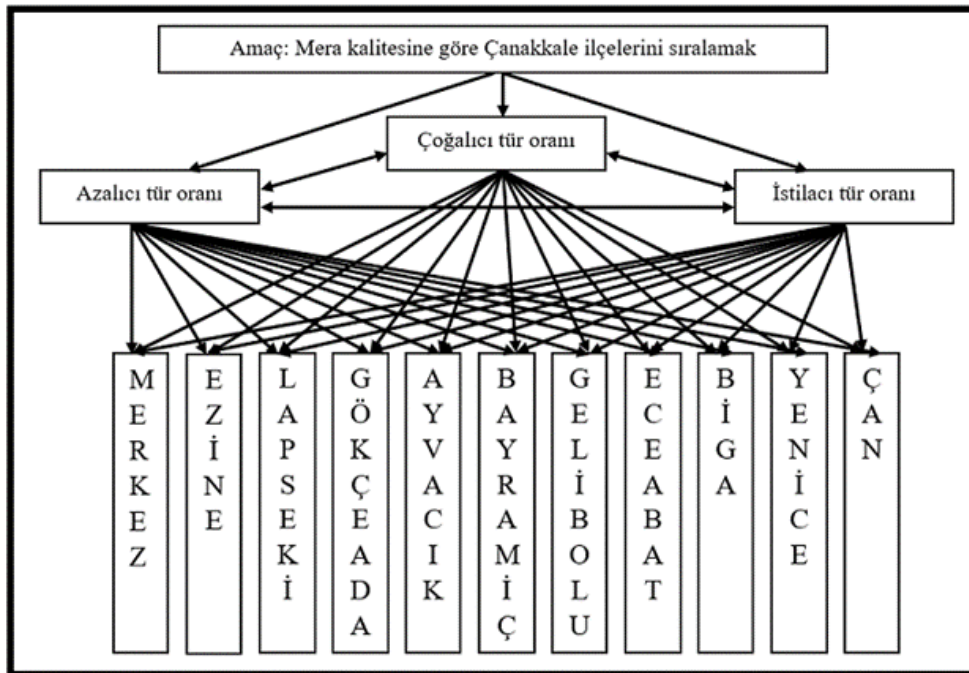
Bu çalışmanın uygulama verisi de yine TAGEM koordinatörlüğünde yürütülen “Mera Varlığının ve Mera Durum Sınıflarının Belirlenmesi Projesi” isimli projeden elde edilmiştir (Aydoğdu vd., 2020). Çanakkale’ye bağlı 11 ilçenin her birinden dört vejetasyon örnekleme yapılmıştır. Örnekleme sonuçlarının (birim alanda görülen tür oranı) aritmetik ortalamaları alınarak Tablo 3.1 oluşturulmuştur.

Tablo 2.1’in son iki sütununda sırasıyla doruk tür oranı ve mera durum sınıfları bulunmaktadır. Mera durum sınıfları, vejetasyon verilerine göre meraların durumunu belirtir (Gökkuş vd., 2011). Mera durum sınıflarının belirlenmesinde kullanılan birkaç yöntem mevcuttur. Bunlardan biri de vejetasyon verilerine göre doruk tür (klimaks) oranı hesaplanarak meraların sınıflanmasıdır. Bu yöntemde, botanik kompozisyonda yer alan azalıcı ve çoğalıcı tür oranları (gözlenen ot sayısı değil tür sayısı) toplanarak

(çoğalıcı tür oranı %20’den fazla ise hesaplama %20 olarak dahil edilir) doruk tür oranı belirlenir. Mera, eğer doruk tür oranı %25’ten küçükse zayıf, %26-50 aralığındaysa orta, %51-75 aralığındaysa iyi ve %76-100 aralığındaysa çok iyi durum sınıfındadır (Altın vd., 2011). Azalıcı ve çoğalıcı tür oranlarının mera durum sınıfı üzerinde olumlu, istilacı tür oranının ise olumsuz bir etkisi vardır (Aydoğdu vd., 2020). Bu çalışmada azalıcı ve çoğalıcı tür oranları fayda, istilacı tür oranı da maliyet yönlü kriterler ve ilçeler de karar seçenekleri olarak ele alınmıştır. Azalıcı, çoğalıcı ve istilacı tür oranlarının toplamı her bir ilçe için 1’e eşittir. Yani bu üç kriterin herhangi birindeki değişim diğerlerini etkilemektedir. Dolayısıyla bu çalışmada AAS ve bulanık AAS yöntemlerinin kullanılması uygundur (Rahiminezhad Galankashi vd., 2020). Bu karar verme probleminin ağ yapısı Şekil 3.1 ile verilmiştir.

**Tablo 3.1.** Mera durum sınıflarını etkileyen faktörlerin ilçelere göre dağılımı

İlçe	Azalıcı Tür (%)	Çoğalıcı Tür (%)	İstilacı Tür (%)	Klimaks	M.D.S.
Merkez	24.29575	7.1235	68.58075	31.41925	Orta
Ezine	8.9135	18.8345	72.2525	27.748	Orta
Lapseki	9.7615	4.8715	85.367	14.633	Zayıf
Gökçeada	6.25575	8.59325	85.151	14.849	Zayıf
Ayvacık	8.698	17.704	73.598	26.402	Orta
Bayramiç	10.12425	9.4665	80.40925	19.59075	Zayıf
Gelibolu	6.5305	20.311	73.1585	26.5305	Orta
Eceabat	7.41325	8.06575	84.521	15.479	Zayıf
Biga	18.2735	16.89775	64.82875	35.17125	Orta
Yenice	9.305	13.0095	77.6855	22.3145	Zayıf
Çan	12.57475	5.67175	81.753	18.2465	Zayıf



**Şekil 3.1.** Karar verme probleminin ağ yapısı

### 3.2. Problemin AAS ile çözümü

Anlatımın kısa olması adına sadece kriterlerin ve azalıcı tür oranı kriteri için karar seçeneklerinin ikili karşılaştırma matrislerine yer verilmiştir. İkili karşılaştırma matrislerinin normalleştirilmesi ve tutarlılık işlemlerinin ayrıntılarına yer verilmemiştir. Araştırmacı grup (tek karar verici) görüşü ile kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi Tablo 3.2 oluşturulmuştur. Kriterlerin her biri için karar seçeneklerinin ikili karşılaştırma matrisleri Tablo 3.1'in Tablo 2.1'e uyarlanması ile elde edilmiştir.

Tutarlılık oranı hesaplanırken, Tablo 3.2 üç ve Tablo 3.3 on bir boyutlu matrisler olduğundan, RI değerleri Tablo 2.3'ten sırasıyla 0,58 ve 1,51 olarak alınmıştır. Hem kriterlerin hem de kriterler için karar seçeneklerinin ikili karşılaştırma matrisleri tutarlı bulunmuştur ( $CR < 0,10$ ). Eşitlik 6 ile tanımlanan karar matrisi Tablo 3.4 ile verilmiştir.

Hiyerarşik bir ağ yapısı olmadığından, ağırlıklandırılmamış normalize süpermatris Tablo 3.5'te yer almaktadır. Ağırlıklandırılmamış normalize süpermatrisin 101.inci dereceden kuvveti alınarak elde edilen limit süpermatris Tablo 3.6'da yer almaktadır. Kalite sütununda yer alan koyu yazılmış öncelikler büyükten küçüğe sıralanarak aranan AAS sıralaması elde edilir.

### 3.3. Problemin Bulanık AAS ile Çözümü

(a, b, c) üçgen bulanık sayıyı temsil etmek üzere, Tablo 3.2'nin Tablo 2.3'e uyarlanmasıyla kriterlerin bulanık ikili karşılaştırma matrisleri ve bulanık olmayan (durulaştırılmış) kriter ağırlıkları takipte verilmiştir. Metnin sadeliği açısından bulanık ikili karşılaştırma işlemlerindeki sentetik değerlerin hesabı ve bu değerler üzerinden durulaştırılmış olasılıkların elde edilmesi işlemlerine yer verilmemiştir.

**Tablo 3.2.** Kriterlerin ikili karşılaştırılması

	Azalıcı tür	Çoğalıcı tür	İstilacı tür	Ağırlık (W)
Azalıcı tür	1	3	5	0.647947
Çoğalıcı tür	1/3	1	2	0.229871
İstilacı tür	1/5	1/2	1	0.122182

**Tablo 3.3.** Azalıcı tür kriterine göre seçeneklerin ikili karşılaştırılması

	Merke	Ezin	Lapsek	Gökçeada	Ayvaca	Bayram	Gelibolu	Eceabat	Biga	Yenice	Çan	Ağır
Merkez	1	4	4	5	4	3	5	5	1	4	2	0.21
Ezine	1/4	1	1	2	1	1/2	2	2	1/4	1	1/3	0.05
Lapseki	1/4	1	1	2	1	1/2	2	2	1/4	1	1/3	0.05
Gökçeada	1/5	1/2	1/2	1	1/2	1/3	1	1	1/5	1/2	1/4	0.03
Ayvaca	1/4	1	1	2	1	1/2	2	2	1/4	1	1/3	0.05
Bayram	1/3	2	2	3	2	1	3	3	1/3	2	1/2	0.09
Gelibolu	1/5	1/2	1/2	1	1/2	1/3	1	1	1/5	1/2	1/4	0.03
Eceabat	1/5	1/2	1/2	1	1/2	1/3	1	1	1/5	1/2	1/4	0.03
Biga	1	4	4	5	4	3	5	5	1	4	2	0.21
Yenice	1/4	1	1	2	1	1/2	2	2	1/4	1	1/3	0.05
Çan	1/2	3	3	4	3	2	4	4	1/2	3	1	0.14

**Tablo 3.4.** Karar matrisi

	Azalıcı	Çoğalıcı	İstilacı
Merkez	0.21504029	0.032198472	0.013587204
Ezine	0.05717333	0.183122613	0.023713473
Lapseki	0.05717333	0.015778356	0.192385201
Gökçeada	0.03329285	0.032198472	0.192385201
Ayvaca	0.05717333	0.183122613	0.034610651
Bayram	0.09577312	0.049023195	0.093681525
Gelibolu	0.03329285	0.258338777	0.034610651
Eceabat	0.03329285	0.032198472	0.192385201
Biga	0.21504029	0.09618181	0.023713473
Yenice	0.05717333	0.09618181	0.067952047
Çan	0.14557444	0.021655408	0.130975374

Tabloya göre çoğaltıcı tür oranının ağırlığı sıfır ve istilacı tür oranının ağırlığı da sıfıra yakındır. Dolayısıyla burada azaltıcı tür oranı üzerinden öncelikler belirlenebilir. Ancak yine de her üç kriter için de ilçelerin bulanık ikili karşılaştırmaları yapılmıştır. Azaltıcı tür oranı kriteri için ilçelerin ikili karşılaştırma matrisi Tablo 3.8 ile verilmiştir. Diğer ikili karşılaştırmalara yer verilmemiştir.

Problemin hiyerarşik bir ağ yapısı olmadığından, bulanık AAS için ağırlıklandırılmamış normalize süpermatris Tablo 3.9'da ve onun 101.inci dereceden kuvveti alınarak elde edilen limit süpermatris Tablo 3.10'da yer almaktadır

#### 4. SONUÇ

Çalışmada klasik ve bulanık AAS yöntemleri açıklanmış ve sayısal bir örnek üzerinden uygulanmıştır.

Uygulamada Çanakkale'nin on bir ilçesi mera kalitesi bakımından 11 vejetasyon faktörü göz önüne alınarak AAS ve bulanık AAS yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Her iki yöntemde elde edilen sıralamalar Tablo 3.11'dedir.

**Tablo 3.11.** AAS ve Bulanık AAS yöntemleri için elde edilen nihai sıralamalar

Sıra	AAS	Bulanık AAS
1	Biga	Biga
2	Merkez	Merkez
3	Çan	Çan
4	Ayvacık	Bayramiç
5	Gelibolu	Eceabat
6	Bayramiç	Lapseki
7	Ezine	Gökçeada
8	Yenice	Yenice
9	Lapseki	Ayvacık
10	Eceabat	Gelibolu
11	Gökçeada	Ezine

Tablo 3.1'e göre, her iki yöntemle de elde edilen ilk üç sıra aynıdır. Biga'nın en iyi mera kalitesine sahip ilçe olması, Merkez ve Çan'ın mera kalitesinin ise diğer ilçelere göre daha iyi olması örneklemeyi yapan araştırmacı ekibin beklentisi ile aynıdır (Aydoğdu vd., 2020). Diğer ilçelerin sıralamaları değişmektedir. Tablo 3.6 ve 3.10 da verilen koyu renkli öncelikler incelendiğinde, ilk üç sıranın dışındaki ilçelerin öncelik değerlerinin birbirine yakın olmakla birlikte düşük değerler oldukları görülmektedir. Dolayısıyla iki yönteme ilişkin sonuçların, ilk üç sıra haricindekilerin farklı bulunmalarının nedeni, mera kalitelerinin birbirine yakın ve zayıf olmaları olduğu kanısına varılmıştır. Yine de her bir ilçede örnekleme yapılan istasyon sayısı dolayısıyla vejetasyon örneği sayısı artırılırsa sıralamaların birbirine daha çok benzeyeceği tahmin edilmektedir.

Tablo 3.1'de verilen mera durum sınıfları ile bu çalışmada elde edilen sıralamalar incelendiğinde bazı ilçelerin mera durumlarının daha ayrıntılı ele alınması gerektiği görülmektedir. Birim alandaki ot verimine değil gözlenen tür sayısına göre belirlenen mera durum sınıfları tek başına

değerlendirildiğinde, Çan ilçesinin mera durum sınıfı *zayıf* olarak belirlenmiştir. Oysa hem AAS ve bulanık AAS sıralamaları hem de Gökkuş vd. (2011) ve Aydoğdu et al. (2020) Çan'ın sıralamada üstlerde olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle bu çalışma ile, benzer araştırmaların (mera durum sınıflarının belirlenmesi) ÇKKV yöntemleri ile desteklenmesi önerilmektedir.

Bulanık AAS'nin AAS'ye nazaran avantajlı olduğu durumlar söz konusu olabilmektedir. Bunların başında da bulanık AAS yönteminin ikili karşılaştırma sürecinde ortaya çıkabilecek belirsizlik ve kesin olmama hallerini daha iyi modelleyebilmesi gelmektedir (Muşdal, 2007). Ancak, bu çalışma için hem klasik hem de bulanık AAS yöntemi ile elde edilen sıralamaların kullanılması uygun görülmektedir.

Bu çalışma ile, deneysel verilere de ÇKKV yöntemlerinin uygulanabilirliği ve iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Bundan sonraki çalışmalarda farklı ÇKKV yöntemlerinin benzer deneysel verilere uygulanması planlanmaktadır.



**Tablo 3.5.** AAS için Ağırlıklandırılmamış normalize süpermatris

	Kalite	Azalıcı	Çoğalıcı	İstilaçlı	Merkez	Ezine	Lapseki	Gökçeada	Ayvacak	Bayramiç	Gelibolu	Eceabat	Biga	Yenice	Çan
Kalite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Azalıcı	0.648	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Çoğalıcı	0.230	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
İstilaçlı	0.120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Merkez	0	0.215	0.032	0.014	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ezine	0	0.057	0.183	0.024	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lapseki	0	0.057	0.016	0.192	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Gökçeada	0	0.033	0.032	0.192	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Ayvacak	0	0.057	0.183	0.035	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Bayramiç	0	0.096	0.049	0.094	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Gelibolu	0	0.033	0.258	0.035	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Eceabat	0	0.033	0.032	0.192	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Biga	0	0.215	0.096	0.024	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Yenice	0	0.057	0.096	0.068	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Çan	0	0.146	0.022	0.131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

**Tablo 3.6.** AAS için limit süpermatris

	Kalite	Azalıcı	Çoğalıcı	İstilaçlı	Merkez	Ezine	Lapseki	Gökçeada	Ayvacak	Bayramiç	Gelibolu	Eceabat	Biga	Yenice	Çan
Kalite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Azalıcı	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Çoğalıcı	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
İstilaçlı	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Merkez	<b>0.148</b>	0.215	0.032	0.014	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ezine	<b>0.082</b>	0.057	0.183	0.024	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lapseki	<b>0.064</b>	0.057	0.016	0.192	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Gökçeada	<b>0.052</b>	0.033	0.032	0.192	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Ayvacak	<b>0.083</b>	0.057	0.183	0.035	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Bayramiç	<b>0.085</b>	0.096	0.049	0.094	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Gelibolu	<b>0.085</b>	0.033	0.258	0.035	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Eceabat	<b>0.052</b>	0.033	0.032	0.192	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Biga	<b>0.164</b>	0.215	0.096	0.024	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Yenice	<b>0.067</b>	0.057	0.096	0.068	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Çan	<b>0.115</b>	0.146	0.022	0.131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

**Tablo 3.7.** Kriterlerin bulanık ikili karşılaştırma matrisi

	Azalıcı tür			Çoğalıcı tür			İstilacı tür			Ağırlık (W)
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	
Azalıcı tür	1	1	1	2	3	4	4	5	6	0.9976
Çoğalıcı tür	1/4	1/3	1/2	1	1	1	1/3	1/2	1	0.0000
İstilacı tür	1/6	1/5	1/4	1	2	3	1	1	1	0.0024

**Tablo 3.8.** Azalıcı tür alt kriterine göre seçeneklerin bulanık ikili karşılaştırma matrisi ve ağırlıkları

	Merkez	Ezine	Lapseki	Gökçeada	Ayvacak	Bayramiç	Gelibolu	Eceabat	Biga	Yenice	Çan	W
Merkez	(1, 1, 1)	(3, 4, 5)	(3, 4, 5)	(4, 5, 6)	(3, 4, 5)	(2, 3, 4)	(4, 5, 6)	(4, 5, 6)	(1, 1, 1)	(3, 4, 5)	(1, 2, 3)	0.315
Ezine	(1/5, 1/4, 1/3)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 2, 3)	(1, 1, 1)	(1/3, 1/2, 1)	(1, 2, 3)	(1, 2, 3)	(1/5, 1/4, 1/3)	(1, 1, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)	0
Lapseki	(1/5, 1/4, 1/3)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 2, 3)	(1, 1, 1)	(1/3, 1/2, 1)	(1, 2, 3)	(1, 2, 3)	(1/5, 1/4, 1/3)	(1, 1, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)	0
Gökçeada	(1/6, 1/5, 1/4)	(1/3, 1/2, 1)	(1/3, 1/2, 1)	(1, 1, 1)	(1/3, 1/2, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1/6, 1/5, 1/4)	(1/3, 1/2, 1)	(1/5, 1/4, 1/3)	0
Ayvacak	(1/5, 1/4, 1/3)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 2, 3)	(1, 1, 1)	(1/3, 1/2, 1)	(1, 2, 3)	(1, 2, 3)	(1/5, 1/4, 1/3)	(1, 1, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)	0
Bayramiç	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 2, 3)	(1, 2, 3)	(2, 3, 4)	(1, 2, 3)	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)	(2, 3, 4)	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 2, 3)	(1/3, 1/2, 1)	0.138
Gelibolu	(1/6, 1/5, 1/4)	(1/3, 1/2, 1)	(1/3, 1/2, 1)	(1, 1, 1)	(1/3, 1/2, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1/6, 1/5, 1/4)	(1/3, 1/2, 1)	(1/5, 1/4, 1/3)	0
Eceabat	(1/6, 1/5, 1/4)	(1/3, 1/2, 1)	(1/3, 1/2, 1)	(1, 1, 1)	(1/3, 1/2, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1/6, 1/5, 1/4)	(1/3, 1/2, 1)	(1/5, 1/4, 1/3)	0
Biga	(1, 1, 1)	(3, 4, 5)	(3, 4, 5)	(4, 5, 6)	(3, 4, 5)	(2, 3, 4)	(4, 5, 6)	(4, 5, 6)	(1, 1, 1)	(3, 4, 5)	(1, 2, 3)	0.315
Yenice	(1/5, 1/4, 1/3)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 2, 3)	(1, 1, 1)	(1/3, 1/2, 1)	(1, 2, 3)	(1, 2, 3)	(1/5, 1/4, 1/3)	(1, 1, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)	0
Çan	(1/3, 1/2, 1)	(2, 3, 4)	(2, 3, 4)	(3, 4, 5)	(2, 3, 4)	(1, 2, 3)	(3, 4, 5)	(3, 4, 5)	(1/3, 1/2, 1)	(2, 3, 4)	(1, 1, 1)	0.233

**Tablo 3.9.** Bulanık AAS için ağırlıklandırılmamış süpermatris

	Kalite	Azalıcı	Çoğalıcı	İstilacı	Merkez	Ezine	Lapseki	Gökçeada	Ayvacak	Bayramiç	Gelibolu	Eceabat	Biga	Yenice	Çan
Kalite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Azalıcı	0.9976	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Çoğalıcı	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
İstilacı	0.0024	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Merkez	0	0.3149	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ezine	0	0	0.2666	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lapseki	0	0	0	0.2398	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Gökçeada	0	0	0	0.2398	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Ayvacak	0	0	0.2666	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Bayramiç	0	0.1376	0	0.0951	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Gelibolu	0	0	0.3619	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Eceabat	0	0	0	0.2398	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Biga	0	0.3149	0.0525	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Yenice	0	0	0.0525	0.0154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Çan	0	0.2326	0	0.1701	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tablo 3.10. Bulanık AAS için limit süpermatris

	Kalite	Azalıcı	Çoğalıcı	İstilacı	Merkez	Ezine	Lapseki	Gökçeada	Ayvacık	Bayramiç	Gelibolu	Eceabat	Biga	Yenice	Çan
Kalite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Azalıcı	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Çoğalıcı	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
İstilacı	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Merkez	<b>0.3142</b>	0.3149	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ezine	0	0.2666	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lapseki	<b>0.0006</b>	0	0.2398	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Gökçeada	<b>0.0006</b>	0	0.2398	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Ayvacık	0	0.2666	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Bayramiç	<b>0.1375</b>	0.1376	0	0.0951	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Gelibolu	0	0.3619	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Eceabat	<b>0.0006</b>	0	0.2398	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Biga	<b>0.3142</b>	0.3149	0.0525	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Yenice	<b>4,00E-05</b>	0	0.0525	0.0154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Çan	<b>0.2324</b>	0.2326	0	0.1701	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Kalite sütununda yer alan koyu yazılmış öncelikler büyükten küçüğe sıralanarak aranan bulanık AAS sıralaması elde edilir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın verilerine erişimizi sağlayan Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Öğretim Üyeleri Ahmet GÖKKUŞ ve Fırat ALATÜRK'e içten teşekkürlerimizi sunarız.

## 5. KAYNAKLAR

- Altın, M., A. Gökkuş & A. Koç. (2011). Çayır ve Mera Yönetimi (2. Cilt). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Atalık, G., & Senturk, S. (2019, July). A New Ranking Method for Triangular Intuitionistic Fuzzy Numbers. In International Conference on Intelligent and Fuzzy Systems (pp. 33-38). Springer, Cham.
- Aydoğdu, M., H. Yıldız, E. Ünal, K.A. Özaydın, F. Dedeoğlu, S. Ataker, & V.Ö. Kuz, (2020). Mera Varlığının ve Mera Durum Sınıflarının Belirlenmesi. Tarım ve Orman Bakanlığı, TAGEM, Tarla Bitkileri Merkez Araş. Enst., Proje Sonuç Raporu.
- Fatih, E., & Küçük, O. (2008). Tedarikçi seçiminde analitik hiyerarşi yöntemi ve bir uygulama. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 11(1), 355-369.
- Bakır, M., & Atalık, Ö. (2021). Application of fuzzy AHP and fuzzy MARCOS approach for the evaluation of e-service quality in the airline industry. Decision Making: Applications in Management and Engineering, 4(1), 127-152.
- Chang, D. Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. European journal of operational research, 95(3), 649-655.
- Ecer, F., & Küçük, O. (2008). Tedarikçi seçiminde analitik hiyerarşi yöntemi ve bir uygulama. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 11(1), 355-369.
- Gökkuş, A., Alaturk, F., & Özasan Parlak, A. (2011). Çanakkale'de otlatma alanlarının hayvancılıktaki önemi. Çanakkale Tarımı Sempozyumu (Dünü, Bugünü ve Geleceği).
- Göze, E. A. (2008). Analitik ağ süreci ile sürdürülebilir bir üçüncü parti lojistik servis sağlayıcısı seçimi.
- İlbar, E., Kahraman, C., & Cebi, S. (2022). Risk assessment of renewable energy investments: A modified failure mode and effect analysis based on prospect theory and intuitionistic fuzzy AHP. Energy, 239, 121907.
- Karakuş, K., Yeşilyurt, B., & Tamer, E. (2019). Sağlık sektöründe IoT uygulamalarının analitik ağ süreci yöntemi ile değerlendirilmesi. Samsun Sağlık Bilimleri Dergisi, 4(2), 86-92.
- Karışan, A., & Kahraman, C. (2019). A novel intuitionistic fuzzy DEMATEL-ANP-TOPSIS integrated methodology for freight village location selection. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 36(2), 1335-1352.
- Kubler, S., Robert, J., Derigent, W., Voisin, A., & Le Traon, Y. (2016). A state-of the-art survey&testbed of fuzzy AHP (FAHP) applications. Expert Systems with Applications, 65, 398-422.
- Kutlu Gündoğdu, F., & Kahraman, C. (2020). A novel spherical fuzzy analytic hierarchy process and its renewable energy application. Soft Computing, 24(6), 4607-4621.
- Kwiesielewicz, M., & Van Uden, E. (2004). Inconsistent and contradictory judgements in pairwise comparison method in the AHP. Computers&Operations Research, 31(5), 713-719.
- Millet, I., & Saaty, T. L. (2000). On the relativity of relative measures-accommodating both rank preservation and rank reversals in the AHP. European Journal of Operational Research, 121(1), 205-212.
- Muşdal, H. (2007). Tıbbi atıkları işleme ve bertaraf etme teknolojisi seçme problemine bulanık analitik hiyerarşi prosesi ve bulanık analitik ağ prosesi yaklaşımı.
- Niemira, M. P., & Saaty, T. L. (2004). An analytic network process model for financial-crisis forecasting. International journal of forecasting, 20(4), 573-587.
- Özbek, A. (2012). Küçük Ölçekli İşletme İçin Analitik Ağ Süreci ile Ticari Araç Seçimi. Mesleki Bilimler Dergisi (MBD), 1(4).
- Özbek, A., & Eren, T. (2013). Multiple criteria decision making methods for selecting third party logistics firms: A literatur review. Sigma, 31, 178-202.
- Özbek, A. (2017). Çok kriterli karar verme yöntemleri ve excel ile problem çözümü. Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Paksoy, T., Güngör, A., Özceylan, E., & Hancılar, A. (2013). Mixed model disassembly line balancing problem with fuzzy goals. International Journal of Production Research, 51(20), 6082-6096.
- Peters, M., & Zelewski, S. (2008). Pitfalls in the application of analytic hierarchy process to performance measurement. Management Decision.
- Rahiminezhad Galankashi, M., Mokhtab Rafiei, F., & Ghezelbash, M. (2020). Portfolio selection: a fuzzy-ANP approach. Financial Innovation, 6(1), 1-34.
- Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. Journal of mathematical psychology, 15(3), 234-281.

- Saaty, T. L. (1996). Decision making with dependence and feedback: The analytic network process (Vol. 4922, No. 2). Pittsburgh: RWS publications.
- Saaty, T. L. (2001). Fundamentals of the analytic hierarchy process. In *The analytic hierarchy process in natural resource and environmental decision making* (pp. 15-35). Springer, Dordrecht.
- Saaty, T. L. (2004). Decision making the analytic hierarchy and network processes (AHP/ANP). *Journal of systems science and systems engineering*, 13(1), 1-35.
- Seker, S., & Kahraman, C. (2021). Socio-economic evaluation model for sustainable solar PV panels using a novel integrated MCDM methodology: A case in Turkey. *Socio-Economic Planning Sciences*, 77, 100998.
- Souissi, D., Zouhri, L., Hammami, S., Msaddek, M. H., Zghibi, A., & Dlala, M. (2020). GIS-based MCDM–AHP modeling for flood susceptibility mapping of arid areas, southeastern Tunisia. *Geocarto International*, 35(9), 991-1017.
- Stojčić, M., Zavadskas, E. K., Pamučar, D., Stević, Ž., & Mardani, A. (2019). Application of MCDM methods in sustainability engineering: A literature review 2008–2018. *Symmetry*, 11(3), 350.
- Van Laarhoven, P. J., & Pedrycz, W. (1983). A fuzzy extension of Saaty's priority theory. *Fuzzy sets and Systems*, 11(1-3), 229-241.
- Wind, Y., & Saaty, T. L. (1980). Marketing applications of the analytic hierarchy process. *Management science*, 26(7), 641-658.