

Bulanık Analitik Hiyerarşi Algoritması ile Sığırlarda Damızlık Seçimi

Breeder Selection in Cattle with Fuzzy Analytical Hierarchy Process

Rifai KUÇU¹, Ali Hakan IŞIK¹, Nimet IŞIK², Afşin KÖKER³

¹ Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Burdur, Türkiye

² Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Burdur, Türkiye

³ Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Klinik Bilimleri Bölümü, Burdur, Türkiye

Article Info

Research Article

DOI: 10.29048/makufebed.1338891

Corresponding Author

Rifai KUÇU

Email:

203012007@ogr.mehmetakif.edu.tr

Article History

Received: 07.08.2023

Revised: 14.01.2024

Accepted: 14.01.2024

Available Online: 15.06.2024

To Cite

Kuç, R., Işık, A. H., Işık, N., & Köker, A. (2024). Bulanık analitik hiyerarşi algoritması ile sığırlarda damızlık seçimi. *The Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences of Mehmet Akif Ersoy University*, 15(1), 11–21. <https://doi.org/10.29048/makufebed.1338891>

Öz: Sığır yetiştiriciliği konusunda bilgisi sınırlı olan ve yetiştirme zorluklarını dikkate alan damızlık sığır yetiştiricileri için tasarlanan uygulamamız, sığır seçiminde yardımcı olmaktadır. Bu uygulama, çok kriterli karar verme süreçlerini dinamik bir şekilde ele alarak her sektörde kullanılabilir niteliktedir. Uygulamanın arka kısmında Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHS) hesaplamaları kullanılmış, ölçeklendirme için ise Chang yöntemi adımları uygulanmıştır. Geliştirilen uygulamada PHP, Vue.js teknolojileri kullanılmış, verilerin kaydedilmesi için MySQL veritabanı tercih edilmiştir. Yetiştiricilerin görüşleri göz önünde bulundurularak belirlenen kriterler üzerinde matematiksel hesaplamalar yapılarak karmaşık karar verme süreçleri, geliştirilen uygulama üzerinden çözülmektedir. Çalışmada, yetiştiricilerin uygulamaya kaydettiği modeller üzerinden seçim testleri yapmalarına ve istedikleri alternatifleri yeni modeller oluşturarak değerlendirmelerine olanak tanınmıştır. Bu sayede belirlenen öncelik değerleri açısından bulanık ağırlık değeri en yüksek olan alternatif seçilerek en uygun damızlık sığır tercih edilmektedir. Uygulama sayesinde yetiştiriciler, maliyeti ve üretim açısından önemli verim elde edecekleri en uygun damızlık sığırı seçebilecektir. Bu uygulama, sığır yetiştiriciliği alanında bilgi eksikliğini gidermeye ve karar verme süreçlerini kolaylaştırmaya yardımcı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: BAHS, damızlık sığır seçimi, çok kriterli karar verme yöntemleri.

ABSTRACT: Our growth application assists breeders aiming to raise breeding cattle, addressing challenges in the breeding process for those with limited knowledge about current cattle quantities. This application handles multi-criteria decision-making processes dynamically and ensures its performance is consistent. Fuzzy Analytic Hierarchy (FAHP) programming in the back part of the application was used, and the Change method steps were applied for scaling. PHP and Vue.js technologies were used during the development, and MySQL database was preferred to save the records. Consistent programming on recorded intervals with growers in mind, complex decision-making parts are solved through separate application. The study allows breeders to conduct selection tests on the models in which they have recorded their applications and to evaluate the desired alternatives to create new models. In this way, suitable breeding cattle are preferred by choosing the alternative with the highest gloss value and weight value. Thanks to the application, breeders will be able to choose the most suitable breeding stock to achieve significant efficiency in terms of cost and production. This application will help fill the gap in knowledge in yield areas and facilitate decision-making processes.

Keywords: FAHP, breeding cattle selection, multi-criteria decision making methods.

1. GİRİŞ

Hayvansal üretimin artırılmasının temel hedefi, her bir hayvan için elde edilen ürün veya hizmetin miktarını ve kalitesini yükseltmek, aynı zamanda yüksek verimli ırkların sürdürülebilirliğini sağlamaktır (Demirel vd., 2008). Hayvancılık sektörü, insanların beslenmesinde temel bir rol oynayan hayvansal ürünleri üreten bir sektör olmasının yanı sıra, istihdam oluşturma ve ülke ekonomisine katkıda bulunma açısından önemli bir tarımsal faaliyet alanıdır (Xu ve Liao, 2013). Sığırların yetiştirilmesi, doğru beslenme, uygun barınak koşulları, veteriner bakımı ve genetik seçim gibi faktörleri içeren dikkatli bir yönetim gerektirir (Göksu ve Güngör, 2008). Sığırların yetiştiriciliği, sağlıklı bir hayvan popülasyonu ve sürdürülebilir bir tarım sistemi için büyük bir sorumluluk gerektiren önemli bir faaliyettir (Adar vd., 2016). Sığır yetiştiriciliğinde tahmin edilebilirlik, en karmaşık ve önemli konulardan biridir. Tüm seleksiyon yöntemlerinin temel amacı, damızlık adaylarının genetik değerlerini kolay ve yüksek bir doğrulukla tahmin edilebilmektedir (Harianja ve Lumbantoruan, 2019).

Geleneksel damızlık sığır yetiştirme yöntemleri, yeni teknolojilerin uygulanması ile daha verimli, sağlıklı ve karlı hale getirildi. İlk olarak, genetik üreme ve üreme programlarında kullanılan teknolojik yenilikler, damızlık sığırların korunmasını ve sınırlandırılmasını artırmakta önemli bir rol oynamaktadır (Mulubrhan vd., 2014). Hayvanların sağlık izlemelerini takip etmek için kullanılan sensörler, sığır yetiştiricilerine hayvanların hareketlerini, vücut koruma, yem tüketimini ve süt tüketimini takip etme imkânı sunmaktadır. Böylece, temizliği erken yıkama ve tedavisi sağlanarak sığırların sağlığını korumakta ve üretimleri artırılmaktadır (Tukimin vd., 2021). Yeni teknolojiler, damızlık sığır yetiştiriciliğinin verimliliğini artırırken aynı zamanda sağlık takibini ve hastalık kontrolünü geliştirmektedir (Naghadehi vd., 2009).

Damızlık sığır seçiminde yanlış verilebilecek kararı en aza indirgeyerek, belirlenen kriterler haricinde yetiştiricinin de kişisel fikirlerini göz ardı etmemek için Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHS) yönteminin karar verme sürecine uygun olacağı söylenmektedir (Hu vd., 2009). Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yönteminin tercih edilme sebeplerinden biri, yetiştiricinin belirsizliğini tolere edebilmesidir. (Dağdeviren, 2007). AHS yönteminde kesin değerler ele alınarak çözümlene sağlanırken BAHS yönteminde ikili kriter karşılaştırması sonucundaki belirsizlik, kullanılan üçgen bulanık sayıları sayesinde yok edilmektedir (Dağdeviren, 2005).

Türetilen kriterlerle birlikte objektif değerlendirmenin yanı sıra tüketicinin düşüncelerini de matematiksel hesaplamaya dökerek karmaşık problemleri çözümlen BAHS, diğer karar verme yöntemlerine göre önceliklidir (Bulut vd., 2012). BAHS, matematiksel ifade yeteneği sayesinde soyut kriterleri önem sırasına göre karşılaştırabilen bir yöntemdir. Bu çalışmada BAHS yöntemini kullanarak damızlık sığır seçimi yapmak isteyen

bir yetiştirici ele alınarak örnekleme yapılmıştır. Bu şekilde yetiştiricinin alternatifleri arasından yanlış karar vermesini minimize ederek bütçesi ve hedeflerine uygun en etkili kararı vermesi için hesaplamalar yapılmaktadır (Mikhailov ve Tsvetnov, 2004). BAHS yöntemi, yetiştiricinin kişisel tercihlerini ve önceliklerini matematiksel olarak hesaplamaya dökerek objektif bir değerlendirme yapmasına yardımcı olmaktadır (Noorollahi vd., 2016).

Bulanık AHS yaklaşımının literatürde sıklıkla kullanılmasına rağmen gerçekleştirilen uygulamalar üzerinde formüllerle birlikte açıklanan makalenin fazla olmadığı tespit edilmiştir (Ahmed ve Kilic, 2019). Yapılan bazı çalışmalar;

Türkiye 'de otomotiv ana sanayisinde faaliyet gösteren bir işletmenin sac parça tedariki için çalışma yapmış ve bu çalışmada bulanık AHS ve Bulanık Kalite Fonksiyon Göçerimi yardımıyla bulunması amaçlanmıştır (Uçkun vd., 2023). Çok kriterli karar verme yöntemini; tekstil sektöründe tedarikçi seçiminin önemini, tedarik zincirlerinde dış risklerin esas kaynağının tedarikçiler olduğunu, tedarik seçiminde BAHF kullanılarak uygulama ile önemi anlatılmaya çalışılmıştır (Çalık, 2022). İşletmeler, rekabet avantajını elde etmek ve kar marjlarını artırmak amacıyla uygun 3PL (üçüncü parti lojistik) firmaları ile iş birliği yapmaları gerekmektedir. 3PL firma seçiminde birden fazla kriter göz önünde bulundurularak yapılması gerektiğini Bulanık AHS ve Ortalama Çözüm Uzaklığına Dayalı değerlendirme yöntemi kullanılarak çalışma gerçekleştirilmiştir (Yürüyen ve Ulutaş,). Küreselleşme ve teknolojik gelişmeler pazar koşullarını ürünlerin tedariki için kullanılan yollarda geliştirmiştir. Kargo hava taşımacılığı önemli alternatiflerden biridir. Kargo uçağı seçiminde aynı anda birden fazla kriter göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Çok kriterli kargo uçak seçiminde Bulanık AHS ve Bulanık Gri ilişkisel analiz yöntemleri ile çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Akyurt ve Kabadayı, 2020). Günümüz firmalar arasındaki market payında sürdürülebilirliğini sağlamak ve kar oranını arttırmak için tedarik zincir yönetimini bulanık mantıktan faydalanarak; üç müşteri, üç ürün ve dört tedarikçiden oluşan problem ele alan bir çalışma gerçekleştirilmiştir (Aydın ve Çağır, 2020). Holştayn ırkı sığırlarda bazı verim özelliklerini ele alarak Burdur ili merkezinde yetiştirilen siyah alaca sığırlara ait bazı süt ve döl verim özellikleri ile ilgili çalışmasını gerçekleştirmiştir (Akkaş ve Şahin, 2008). Damızlık bir boğanın hangi yöntemlerle seçildiği ve kullanıma sunulan spermaların değerlendirilmesi ile ilgili çalışma gerçekleştirilmiştir (Tırpan ve Tekin, 2018).

Çalışmada, damızlık sığır seçimine yönelik BAHS 'in adım adım formülleriyle detaylı bir şekilde açıklandığı ve hem damızlık sığır seçimi hem de BAHS 'in bakımına büyük katkı sağlandığı belirtiliyor. BAHS için ayrı uygulama, farklı sektörlerde kullanım kolaylığı sunmaktadır. Uygulama, çoklu seçim kriterlerinde dinamik olarak kriter belirleme değerlendirmesini yaparak, kullanıcıların girdiği kriter ve değerleri en iyi sonuçlara dayanarak sunabilmektedir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Materyal

Bulanık küme, süreklilik dereceleri olan bir nesne sınıfıdır ve üyelik matematiksel olarak belirsizlikleri ve belirsizliği temsil etmek için "0" ile "1" arasındaki değer aralığını kullanır. Bulanık küme teorisi, AHP yöntemiyle karşılaştırıldığında klasik kümeler teorisinden daha geniş bir bilgi sağlar ve belirsiz verileri temsil etmede, gerçek dünyayı yansıtmada daha kullanışlıdır. Tablo 1'de belirlenen önem kriterlerinin değerleri gösterilmiştir.

Tablo 1. Bulanık önem değerleri

Dilsel ölçek	Bulanık sayı ölçeği	Bulanık sayı karşılık ölçeği
Aynı ö. s.	(1,1,3)	(1/3, 1, 1)
Az ö. s.	(1,3,5)	(1/5,1/3,1)
Kuvvetli ö. s.	(3,5,7)	(1/7,1/5,1/3)
Çok kuvvetli derece ö. s.	(5,7,9)	(1/9,1/7,1/5)
Aşırı derecede ö. s.	(7,9,9)	(1/9,1/7,1/7)

Ö.S.: Ölçeğe Sahip

Tüketici, genellikle karar vermesi zor olduğu durumlarda belirli değer aralıklarını tercih eder. Bu çalışmada, Chang tarafından önerilen Genişletilmiş Analiz Yöntemi kullanılarak diğer yöntemlere göre daha az hesaplama gerektiren, daha anlaşılır ve daha az zaman alan bir yaklaşım benimsenmiştir (Chang, 1996).

Bulanık üçgen sayı değerleri Şekil 1'de örnek olarak gösterilmiştir;

a değeri; olası en küçük değeri,

b değeri; en olası değer,

c değeri; olası en yüksek değeri,

BAHS hesaplamaları yapılırken üçgen bulanık sayıları için dört temel işleme ihtiyaç duyulmaktadır;

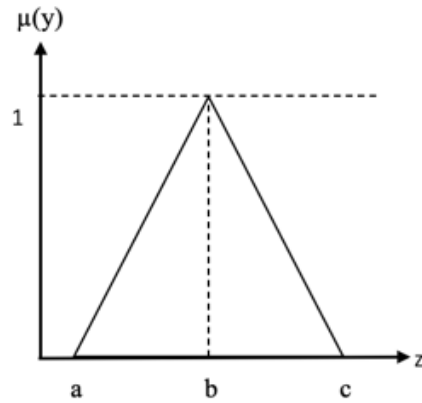
Toplama: $S1 + S2 = (a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2)$,

Çıkarma: $S1 - S2 = (a_1 - a_2, b_1 - b_2, c_1 - c_2)$,

Çarpma: $S1 * S2 = (a_1 * a_2, b_1 * b_2, c_1 * c_2)$,

Bölme: $S1 / S2 = (a_1 / a_2, b_1 / b_2, c_1 / c_2)$,

Bulanık sentez hesaplamaları yapılırken; a, b, c değişkenlerine sahip olan Chang'ın genişletilmiş analizinde aşağıdaki adımlar izlenerek yapılacaktır:



Şekil 1. Bulanık üçgen değerleri

2.2. Yöntem

$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, M_{g_i}^3, \dots, M_{g_i}^m, i = 1, 2, 3, \dots, n$; buradaki $M_{g_i}^m$ değeri l, m, u değişkenlerine karşılık gelmektedir.

BAHS yöntemine göre bulanık büyüklük değeri hesaplama i. Nesneye göre Formül 1'deki gibi hesaplanır;

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

İfadesinin m değerler üzerindeki toplamı işlemi gerçekleştirilir. Ardından oluşan denklemin vektörü Formül 2'deki gibi hesaplanır.

$$\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right)^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (2)$$

Kriterler için vektörün tersi hesaplandıktan sonra sonuçların olasılık değerleri hesaplanma işlemi yapılır. Hesaplama da olasılık değerleri ile her bir kriter için ağırlık değeri hesaplanır (Kahraman vd., 2004). Normalize edilmiş hali W olarak hesaplanır. Burada W değeri normalize işlemine tabi tutulduğu için bulanık sayı olmaktan çıkar (Kubler vd., 2016). Hesaplanan bulanık ağırlıkları ile seçime tabi tutulan kriterler tek tek ele alınarak bulanık öncelik değerleri hesaplanır. Chang'ın önerdiği dilsel parametreler ve bu parametreler için tanımlanan bulanık üçgen sayıların kullanılacağı, alternatiflerin kriterlere göre değerlendirilmesi planlanmaktadır.

Alternatifler için hesaplanan bulanık öncelik değerlerinin durulaştırılması için aşağıda adımları belirtilen durulaştırma algoritması kullanılacaktır. Bu algoritma, bulanık sayıların farklı α -kesme seviyelerinde işleme tabi tutulmasını içerir ve bu işlemler sayesinde durulaştırılmış öncelik değerinin bulanık sayıyı temsil etme derecesi artırılır. Bulanık ölçme değerlendirme skalası Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Bulanık değerlendirme skalası

Dilsel değişken	Üçgensel bulanık sayı
Çok iyi	(3,3,5)
İyi	(1,3,5)
Orta	(1,1,1)
Düşük	(0,2,0,33,1)
Çok düşük	(0,2,0,2,0,33)

Durulaştırma işlemi sırasında α -kesme işlemi için sırasıyla 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9 değerleri kullanılmıştır. Ayrıca, λ iyimserlik indeksi için uygun bir karar verebilmek amacıyla 0.5 değeri tercih edilmiştir. α -kesmeleri sonucunda alt ve üst sınırlar hesaplanır.

$W_{kA} = k$, alternatifte ait birleştirilmiş alt sınır öncelik değeri,
 $W_{kÜ} = k$, alternatifte ait birleştirilmiş üst sınır öncelik değeri,
Hesaplamalar sonucunda birleştirilmiş alt ve üst öncelik değerleri aşağıdaki ifade ile k . adaya ait durulaştırılmış öncelik değeri belirlenir;

W_{dk} : k . Adaya ait durulaştırılmış öncelik değeri

λ : iyimserlik indeksi

$$W_{dk} = \lambda W_{kÜ} + (1 - \lambda) W_{kA}. \lambda \in [0,1]$$

Pratik uygulamalarda λ iyimserlik indeksi için farklı değerler olan $\lambda=1$, $\lambda=0,5$ ve $\lambda=0$, karar vericinin sırasıyla iyi düşünen, ılımlı düşünen ve kötü düşünen görüşlerini belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Son aşamada, durulaştırma işlemi uygulanan bulanık öncelikler normalleştirilir ve böylece alternatif öncelikler belirlenir. En yüksek önceliğe sahip olan alternatif, sığır yetiştiricisi için en uygun karar olarak öngörülür.

BAHS akış şeması Şekil 2'de gösterilmiştir. BAHS ilk işlem olarak kriter ve kriterlere bağlı olarak alt kriterler belirlenerek devam edilir. Akış şemaları aşağıdaki gibidir;

Kriterlerin ve Alt Kriterlerin Belirlenmesi: Karar verme sürecini yönlendiren kriterler ve bu kriterlere bağlı alt kriterler belirlenir. Karar ağacı şeklinde düzenlenir.

İlişkisel Ağırlıkların Verilmesi: Kriterler arasındaki ilişkiler, uzmanların veya karar vericilerin subjektif değerlendirmeleriyle ağırlıklarla ifade edilir.

Fuzzy Çift Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması: Kriterlerin birbirine göre göreceli olarak önem düzeyleri belirtilir.

Bulanık Çift Karşılaştırma Matrisinin Dönüştürülmesi: Oluşturulan çift karşılaştırma matrisleri, bulanık çift karşılaştırma matrisine dönüştürülür.

Bulanık Çift Karşılaştırma Matrisinin Ağırlıklandırılması: Matrislerdeki bulanık değerler, kriterlerin birbirine göre göreceli önemini ifade eden ağırlıklara dönüştürülür.

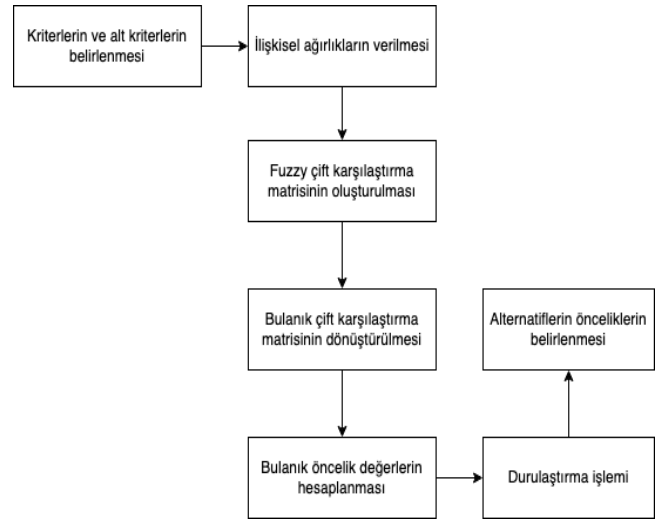
Bulanık Öncelik Değerlerinin Hesaplanması:

Ağırlıklandırılmış bulanık çift karşılaştırma matrisleri kullanılarak kriterlerin bulanık öncelik değerleri hesaplanır.

Durulaştırma İşlemi: Durulaştırma, bulanık sayıları net sayılara dönüştürme işlemidir.

Alternatiflerin Önceliklerinin Belirlenmesi: Son adımda, durulaştırma işlemi yapılan bulanık öncelikler normalleştirilir ve böylece alternatif öncelikler belirlenir.

Bu adımlar, BAHS işleminin temel süreçlerini açıklar. BAHS, bulanık ve karmaşık karar verme problemlerinde etkili bir şekilde kullanılabilir ve sonuçları kullanıcılar tarafından daha kolay anlaşılabilir hale getirir.

**Şekil 2.** BAHS akış şeması

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Geliştirdiğimiz uygulama da seçimi yapılmak istenen damızlık sığır yetiştiricilerin, belirledikleri öncelikler doğrultusunda BAHS yardımıyla en uygun seçimin yapılmasına yardımcı olmasını hedefleyen bir uygulama geliştirilmiştir. Bu çalışmada sığır yetiştiricilerin karar aşamasında iken dinamik olarak önceliklerini belirleyip gerekli veriler girildikten sonra en uygun kararın sonucunu gösteren web tabanlı uygulama geliştirilmiştir. Web tabanlı uygulamamızda açık kaynaklı programlama dillerinden PHP ile yazılmıştır. Veritabanı olarak MySQL kullanılmıştır.

Geliştirilen uygulamada kullanıcıların önceliklerini dinamik bir şekilde girilmesi, kullanıcılar yapılacak olan seçimde ana kriterleri ekleyerek kriter girişinin alt tarafına listelenmesi, listelenen kriterlerin yanında bulunan çarpı ikonu ile belirlenmiş olan kriter silinebilmektedir. Uygulamamızda örnek olarak damızlık sığır seçimi için dört ana kriter belirlenmiştir (Şekil 3).

Şekil 3. BAHS 'de ana kriterlerin belirlenmesi

BAHS hesaplaması yapılırken öncelikle kriterler belirlenmesi gerekmektedir. Hesaplamanın yapılabilmesi için devamında belirlenen kriterlere ait alt kriterlerin girilmesi gerekmektedir. Şekil 4'de girilen kriterlere ait alt kriterlerden bazıları girilerek gösterilmeye çalışılmıştır. Örnek olarak "Genel Görünüş" kriterinin kendine ait üç alt kriteri bulunmakta, "Sütçülük Karakteri" bir alt kriterden oluşmakta, "Beden Kapasitesi" ise iki farklı alt kriterden oluşmaktadır, "Meme sistemi" kriterinde ise henüz alt kriterin belirlenmediğini belirleyebilmek için "Alt Faktör Oluştur" butonu ile alt kriterlerin girilebileceği ekrana yönlendirmektedir. Alt kriter girilmediği sürece kriter ağırlığının hesaplanmadığı Şekil 4'de gösterilmiştir. BAHS işleminin devam etmesi için kriterlere ait olan alt kriterlerin girilmesi ve alt kriterlere ait BAHS ağırlıkları

hesaplanmalıdır.

#	Ana Faktörler	Alt Faktörler/Oluştur	Sonuçlar
1	Genel Görünüş	İrk Özelliği-baş Omuz-sırt-bel-sağın Bacaklar-ayaklar	Hesapla
2	Sütçülük Karakterleri	Boyun	Hesapla
3	Beden Kapasitesi	Göğüs Karın	Hesapla
4	Meme Sistemi	Alt Faktör Oluştur	Hesaplayabilmek için alt faktör giriniz

Şekil 4. BAHS kriterlerin listelenmesi

kullanıcı seçimde öncelikleri belirlenmesi ve ardından alt kategorileri belirlenmesinden sonra önceliklerin sırasıyla bulanık üçgen yöntemiyle ağırlıkları hesaplanarak seçme işlemlerine devam edilmektedir. Şekil 5'te Genel Görünüş önceliğine sahip üç farklı alt faktörü bulunmaktadır. Uygulama üzerinden kullanıcılara alt faktörlerin birbirlerine göre olan değerlerini girileceği alanlar üzerinden bulanık üçgen ağırlıkları uygulama üzerinden hesaplanmaktadır. Şekil 5'de sağ üst tarafta ölçek değerleri kullanıcılara bilgi olarak gösterilmiştir; 1,3,5,7,9 sayıları ana değerler, 2,4,6,8 değerleri ise ara değerler olarak gösterilmiştir.

#	İrk Özelliği-baş	Omuz-sırt-bel-sağın	Bacaklar-ayaklar
İrk Özelliği-baş	1	0,2 0,25 0,5	0,2 0,25 0,5
Omuz-sırt-bel-sağın		1	0,2 0,25 0,5
Bacaklar-ayaklar			1

Şekil 5. Ağırlık değerinin hesaplanması

Geliştirdiğimiz uygulama üzerinden bulanık değer ağırlıkları hesaplanmaya çalıştığımız alt faktörlerin ikinci aşama olarak geometrik değer sonuçları Şekil 6 'da gösterilmiştir.

Kriterler

- K1 => İrk Özelliği-baş
- K2 => Omuz-sırt-bel-sağrı
- K3 => Bacaklar-ayaklar

Bulanık ölçek değerleri

- Yeterli => 1
- Orta => 3
- Güçlü => 5
- Çok Güçlü => 7
- Ağır Güçlü => 9
- Ara değerler => 2, 4, 6, 8

Fuzzy AHP Değerleri

#	İrk Özelliği-baş	Omuz-sırt-bel-sağrı	Bacaklar-ayaklar	Geometrik D.
İrk Özelliği-baş	1,1,1	0,2,0,25,0,5	0,2,0,25,0,5	(0,34,0,4,0,63)
Omuz-sırt-bel-sağrı	2,4,5	1,1,1	0,2,0,25,0,5	(0,74,1,136)
Bacaklar-ayaklar	2,4,5	2,4,5	1,1,1	(1,59,2,52,2,92)
-	-	-	+	(2,67,3,92,4,91)

Geri

Şekil 6. Geometrik değerlerinin hesaplanması

Geometrik değerlerin hesaplanmasının ardından arka planda yapılan işlemlerle her bir alt faktörün bulanık ağırlıkları ve bulanık ağırlıklarına karşılık gelecek ağırlık ortalaması Şekil

7'de gösterilmiştir. Hesaplamalar sonucu seçimde etkili olacak olan faktörü (etkeni) alt kısma bilgi olarak yazdırılmıştır.

Kriterler

- K1 => İrk Özelliği-baş
- K2 => Omuz-sırt-bel-sağrı
- K3 => Bacaklar-ayaklar

Bulanık ölçek değerleri

- Yeterli => 1
- Orta => 3
- Güçlü => 5
- Çok Güçlü => 7
- Ağır Güçlü => 9
- Ara değerler => 2, 4, 6, 8

Fuzzy AHP Ağırlık Değerleri

#	Ağırlık Değerleri	Ağırlık Ortalaması
İrk Özelliği-baş	(0,068,0,104,0,233)	0,135
Omuz-sırt-bel-sağrı	(0,148,0,216,0,503)	0,304
Bacaklar-ayaklar	(0,318,0,655,1,08)	0,684

En iyi Seçim : Bacaklar-ayaklar, Değer = 0.684

Şekil 7. Bulanık ağırlıkları hesaplanması

Ağırlıkların ortalama değeri, bulanık üçgen olarak yazılan ağırlık değerlerin toplamının ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Aşağıda ağırlık ortalaması gösterilmiştir.

İrk Özelliği-baş ağırlık ortalaması:

$S\Delta = (0,068 + 0,104 + 0,233) / 3 = 0,135$ olarak hesaplanmaktadır.

0,068 değeri; Olası en küçük değeri simgeler,

0,104 değeri; En olası değeri simgeler,

0,233 değeri; Olası en büyük değeri simgelemektedir.

Yukarıda İrk Özelliği-baş ağırlık değerleri ve ağırlık değerleri detaylı bir şekilde anlatılmaya çalışılmıştır. Diğer alt faktörler için işlemler sırası ile yapılarak Şekil 8'deki sonuçlar elde edilmiştir.

#	Ana Faktörler	Alt Faktörler/Olaştur	Sonuçlar
1	Genel Görünüş	İrk Özellği-baş Omuz-sırt-bel-sağın Bacaklar-ayaklar	0.068,0.104,0.233 0.148,0.26,0.503 0.318,0.665,1.08
2	Sütçülük Karakterleri	Boyun	1,1,1
3	Beden Kapasitesi	Göğüs Karn	0.215,0.334,0.416 0.503,0.663,0.983
4	Meme Sistemi	Meme Genel Ön yan Arka Yan Meme Başları Meme damarları	0.051,0.088,0.103 0.065,0.066,0.104 0.158,0.134,0.234 0.185,0.341,0.356 0.392,0.395,0.425

Şekil 8. Alt kriterlerin ağırlık değerleri

Geliştirdiğimiz uygulama ile dinamik olarak belirlenen ana faktörlere ait alt faktörlerin değerleri hesaplanmıştır. Sıradaki yapılacak işlemde ise ana faktörlerin birbirleri arasındaki bulanık ağırlıkları hesaplanma işlemi yapılacaktır. Şekil 8’de bulanık ağırlıkları hesapla butonu ile ana kriterlerin alt kriterlerde olduğu gibi ilk olarak geometrik ortalaması daha sonra ağırlık değerleri ve

devamında ise ağırlık ortalamaları bulunacaktır. Şekil 9’da hesaplamaların nihai sonucu gösterilmiştir. Ana faktör ve alt faktörlere ait hesaplamalar uygulama üzerinden hesaplanmıştır. Ağırlık değerlerinin hesaplamasında değerlerin durulandırma işlemi için 0,5 değeri kullanılmıştır.

#	Ana Faktörler	Alt Faktörler/Olaştur	Sonuçlar
1	Genel Görünüş	İrk Özellği-baş Omuz-sırt-bel-sağın Bacaklar-ayaklar	0.068,0.104,0.233 0.148,0.26,0.503 0.318,0.665,1.08
2	Sütçülük Karakterleri	Boyun	1,1,1
3	Beden Kapasitesi	Göğüs Karn	0.215,0.334,0.416 0.503,0.663,0.983
4	Meme Sistemi	Meme Genel Ön yan Arka Yan Meme Başları Meme damarları	0.091,0.088,0.103 0.065,0.066,0.104 0.158,0.134,0.234 0.185,0.341,0.356 0.392,0.395,0.425

Şekil 9. Bulanık ağırlıkları hesaplanması

Geliştirdiğimiz uygulama üzerinden damızlık sığır seçimi için BAHS kullanılarak sonuçlar elde edilmiştir. İşlemler sonucunda damızlık sığır seçiminde faktörlerin seçiminde ne kadar etkili olacağı hesaplanarak sığırlar üzerinden test edilebilmektedir. Geliştirilen uygulama damızlık sığır seçimi özelinde tüm çoklu kriter seçimlerinde kullanılabilir. Uygulamaya kullanıcı girişi yapılarak kaydolunduğu takdirde hesaplanan model üzerinden

sisteme daha sonra girilerek geçmişte kaydettiğiniz model üzerinden yeni testler yapılabilmektedir.

Şekil 10’da sağ alt tarafta bulunan test ile seçime tabi tutmak istediğiniz sığırlara ait istenen veriler girilerek damızlık için uygun olup olmadığı test edilerek damızlık için en uygun olanın seçilmesi sağlanmıştır.

#	Ana Faktörler	Alt Faktörler ve Bulanık Ağırlıklar	Alt Faktör Global Bulanık Ağırlıkları
1	Genel Görünüş (0.09,0.058,0.117)	İrk Özellği-baş (0.068,0.104,0.233) Omuz-sırt-bel-sağın (0.148,0.26,0.503) Bacaklar-ayaklar (0.318,0.665,1.08)	(0.006, 0.006, 0.027) (0.013, 0.015, 0.059) (0.029, 0.038, 0.126)
2	Sütçülük Karakterleri (0.168,0.094,0.133)	Boyun (1,1,1)	(0.168, 0.094, 0.133)
3	Beden Kapasitesi (0.252,0.19,0.462)	Göğüs (0.215,0.334,0.416) Karn (0.503,0.663,0.983)	(0.054, 0.063, 0.192) (0.127, 0.126, 0.454)
4	Meme Sistemi (0.366,0.637,0.449)	Meme Genel (0.051,0.088,0.103) Ön yan (0.065,0.066,0.104) Arka Yan (0.158,0.134,0.234) Meme Başları (0.185,0.341,0.356) Meme damarları (0.392,0.395,0.425)	(0.019, 0.056, 0.046) (0.024, 0.042, 0.047) (0.058, 0.085, 0.105) (0.068, 0.217, 0.16) (0.143, 0.252, 0.191)

Şekil 10. Bulanık ağırlıkları değerleri

#	Alt Faktörler	Global Bulanık	Puanlama
1	İrk Özelliği-baş	(0.006, 0.006, 0.027)	0,00 0,00 0,00
2	Omuz-sırt-bel-sağn	(0.013, 0.015, 0.059)	0,00 0,00 0,00
3	Bacaklar-ayaklar	(0.028, 0.038, 0.126)	0,00 0,00 0,00
4	Boyun	(0.168, 0.094, 0.133)	0,00 0,00 0,00
5	Göğüs	(0.054, 0.063, 0.192)	0,00 0,00 0,00
6	Karnı	(0.127, 0.126, 0.454)	0,00 0,00 0,00
7	Meme Genel	(0.019, 0.056, 0.046)	0,00 0,00 0,00
8	Ön yan	(0.024, 0.042, 0.047)	0,00 0,00 0,00
9	Arka Yan	(0.058, 0.085, 0.105)	0,00 0,00 0,00
10	Meme Başları	(0.068, 0.217, 0.16)	0,00 0,00 0,00
11	Meme damarları	(0.143, 0.252, 0.191)	0,00 0,00 0,00

Şekil 11. Model testi veri girişi

Şekil 11’de damızlık sığır seçiminde etkili olacak tüm faktörlere ait global bulanık değerleri bilgi amaçlı gösterilmiştir. Teste tabi tutulacak olan sığırlar için değerler girilerek hesaplamalar sonucunda en uygun seçimi yapılmasında büyük bir katkı sağlamıştır

Geliştirilen uygulamada girilen veriler sonucu Şekil 12’de hesaplama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalar sonucunda model testini kaydetmek için Şekil 12 ’de en aşağıda test ismi veya kodu kaydedilerek diğer damızlıklar arasından ayırt edilmesi sağlanmıştır.

Uygulama da teste tabi tutulan sığırların sonuçları sonuç ekranında gösterilmiştir. Hesaplamalar sonucu damızlık seçimine en uygun olan adayın hangisi olduğunu listenin sonuna bilgilendirme amaçlı olarak yazdırılmıştır. Listede yalnız bir adayın sonucu olduğundan dolayı deneme testi

isimli aday en iyi sonuç olarak gösterilmiştir. Birden fazla aday olması halinde damızlık seçimine en uygun olan en iyi sonuç kısmında yazdırılmıştır.

Geliştirilen uygulamada çoklu seçim yapmak isteyen herkes tarafından kullanılabilir. Ana faktör ve alt faktörler dinamik olarak değerler girilebilmektedir. Bulanık mantık üçgeni, geometrik hesaplamalar, bulanık ağırlık değeri ve son olarak bulanık ağırlık ortalama değerleri bulunarak model oluşturulmaktadır. Oluşturulan modeller üzerinden onları seçim kriterlerine tabi tutarak en iyi seçim sonucu elde edilmesi sağlanmıştır. Uygulamaya kullanıcı girişi yapılarak model oluşturulduğu takdirde model kaydedilebilmektedir daha sonra tekrardan uygulamaya giriş yapıldığında geçmiş modellerim kısmından yeni bir aday seçime tabi tutularak geçmiş adaylar arasında kıyas yapılabilmektedir.

#	Alt Faktörler	Global Bulanık	Puanlama	Test Sonuçları
1	İrk Özelliği-baş	(0.006, 0.006, 0.027)	(0,3,0,11,0,11)	(0.0018,0.00066,0.00297)
2	Omuz-sırt-bel-sağn	(0.013, 0.015, 0.059)	(0,2,0,3,0,5)	(0.0026,0.0045,0.0295)
3	Bacaklar-ayaklar	(0.028, 0.038, 0.126)	(0,3,0,2,0,11)	(0.0087,0.0076,0.01386)
4	Boyun	(0.168, 0.094, 0.133)	(0,5,0,3,0,5)	(0.084,0.0282,0.0665)
5	Göğüs	(0.054, 0.063, 0.192)	(0,5,0,11,0,5)	(0.027,0.00693,0.096)
6	Karnı	(0.127, 0.126, 0.454)	(0,2,0,3,0,5)	(0.0254,0.0378,0.227)
7	Meme Genel	(0.019, 0.056, 0.046)	(0,3,0,11,0,2)	(0.0057,0.00616,0.0092)
8	Ön yan	(0.024, 0.042, 0.047)	(0,3,0,11,0,5)	(0.0072,0.00462,0.0235)
9	Arka Yan	(0.058, 0.085, 0.105)	(0,5,0,3,0,2)	(0.029,0.0255,0.021)
10	Meme Başları	(0.068, 0.217, 0.16)	(0,5,0,11,0,3)	(0.034,0.02387,0.048)
11	Meme damarları	(0.143, 0.252, 0.191)	(0,11,0,3,0,7)	(0.01573,0.0756,0.1337)
Toplam				(0.24113, 0.22144, 0.67123)

Şekil 12. Model test hesaplamaları

Geliştirdiğimiz web sitesi uygulamasının akış şeması Şekil 13’de gösterilmiştir. Kriterli seçim için yapılan işlemlerde kullanılabilecek uygulamamızda sisteme kaydolarak modellerini kaydedebilir ve akabinde tekrardan uygulama üzerinden geçmiş modeller üzerinden modeli test edebilir veya kullanıcı sisteme kaydolmadan da uygulamayı kullanabilmektedir.

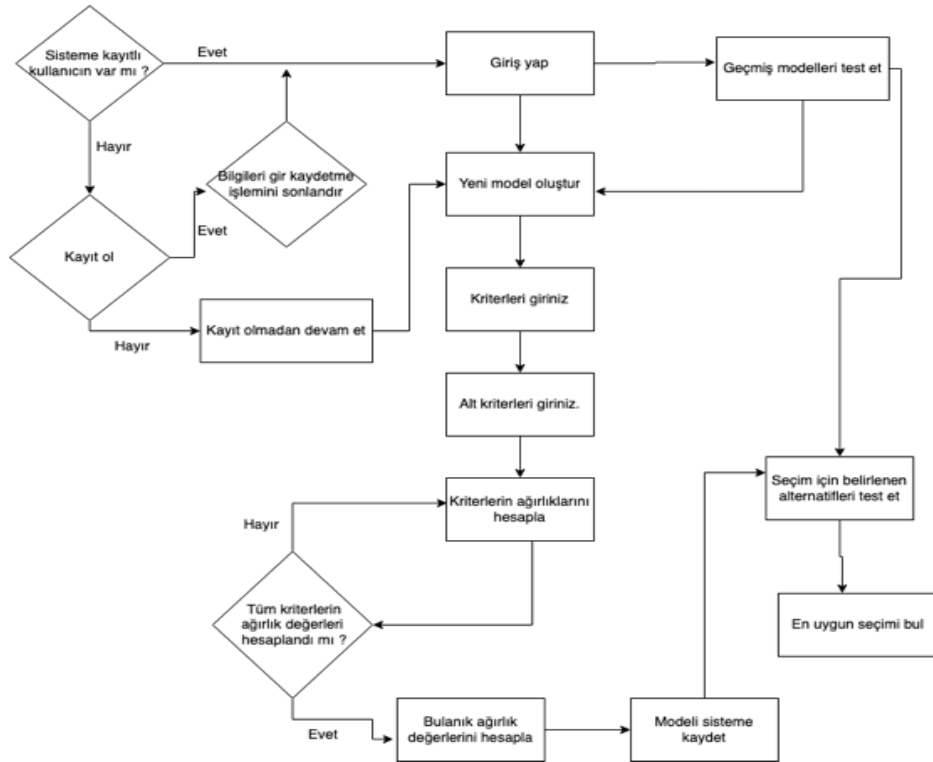
Çoklu kriter seçiminde uygulamada ilk olarak kullanıcı kriterleri ve kriterlere bağlı alt kriterleri belirleyerek sistemi

kullanmaya başlamaktadır. Akış şemasında da görüldüğü gibi kriterlerden sonra her bir kriterin bulanık ağırlık değerleri hesaplanmaktadır. Tüm kriterlerin bulanık değerleri hesaplandıktan sonra tüm kriterlere ait bulanık ağırlık değerleri bulanık üçgen sayı modelinde bulunur.

Model oluşturma işlemi tamamlandıktan sonra kullanıcı seçim alternatiflerini test eder ve test sonucunda en uygun damızlık sığır seçimini elde etmesine yardımcı olur. Sisteme

kullanıcı girişi yaparak kaydolduğu takdirde modeli sistemine kaydederek tekrar uygulamaya giriş yaptığında kaydettiği modeller üzerinden hızlıca test eder ve geçmişte

yaptıkları testler ile kıyas edilebilmektedir.



Şekil 13. Uygulama akış şeması

4. SONUÇLAR

BAHS yöntemi, damızlık sığır yetiştiriciliği gibi karmaşık ve çok kriterli karar verme problemlerine uygulandığında değerli sonuçlar sunabilir. Damızlık sığır yetiştiriciliği, verimli ve kaliteli hayvanların elde edilmesi için önemli bir sektördür ve bu alanda yapılan kararlar büyük etkilere sahiptir. BAHS kullanılarak damızlık sığır yetiştiriciliği için kriterler ve alt kriterler belirlenir. Örneğin, hayvanların sağlık durumu, genetik özellikleri, verimlilikleri, ırk özellikleri ve bakım maliyetleri gibi faktörler değerlendirilir. Uzmanlar veya yetiştiriciler tarafından sağlanan subjektif değerlendirmeler, kriterlerin önem dereceleri olarak ağırlıklarla ifade edilir.

Hesaplanan bulanık öncelik değerleri ve ağırlıklar kullanılarak, damızlık sığır yetiştiriciliği için en uygun alternatifler belirlenir. Bu sonuçlar, damızlık sığır yetiştiricilerinin daha bilinçli ve akılcı kararlar almasına yardımcı olur. En yüksek önceliğe sahip olan alternatifler, sektörde daha verimli ve kaliteli hayvanların yetiştirilmesini sağlar. BAHS, damızlık sığır yetiştiriciliği gibi karmaşık tarım alanlarında, karar vericilere ve uzmanlara önemli bir analitik araç sunarak sektörün sürdürülebilirliğine ve verimliliğine katkı sağlayabilir. Bu yöntem sayesinde, karar verme süreci daha sistematik ve açık bir şekilde yönetilebilir, böylece en uygun stratejiler ve yöntemlerin benimsenmesiyle damızlık sığır yetiştiriciliği sektörü önemli gelişmeler kaydedebilir.

Geliştirdiğimiz uygulamaya ek özellikler olarak BAHS yönteminin etkinliğini artırmak için düzenli olarak veri toplanması ve izlenmesi önemlidir. Bununla birlikte daha doğru sonuçlar elde edilmesine yardımcı olacaktır. Toplanan verilerin analiziyle yapay zekâ ve makine öğrenmesi teknikleriyle birleştirilerek daha karmaşık ve büyük veri kümeleri işleyerek daha isabetli sonuçlar elde edilmesi sağlanabilir. Uygulamada kullanılan teknolojiler sürekli güncel versiyonları tutulması kullanılabilirlik ve popülerliğini arttırmasını sağlayabilir.

Geliştirdiğimiz uygulamada, BAHS yöntemi kullanılarak çoklu kriterli seçimlerde kullanılacak bir web sitesi uygulamadır. Damızlık sığır seçiminde, sığır yetiştiricilerin kriterlerini belirleyerek BAHS hesaplamaları yapılır, hesaplamalar sonucunda oluşan modelde, sektörleri açısından en uygun ve karlı olan sığırı damızlık olarak seçebilmesi sağlanmıştır. Maliyetlerin artmasıyla doğru seçim yapılmasına yardımcı olunmuştur. Sığır yetiştiricilerin seçimlerinde en iyi sonucu verecek damızlık sığır seçiminde uygulamamız kullanılarak yatırımını daha doğru ve isabetli yapılabilmektedir. Uygulamada damızlık sığır yetiştiriciliğin yanında çoklu kriterli seçimli olan her alanda kullanılabilir.

Geliştirdiğimiz damızlık sığır seçimi uygulaması, n sayıda ana faktör ve bunlara bağlı alt faktörlerin esnek bir şekilde eklenmesini sağlayarak kullanıcılara geniş bir kullanım alanı

sunmaktadır. Çalışmada dört ana faktör ve bunlara sırasıyla üç, bir, iki ve beş alt faktör eklenmiştir. Her alt faktör için yapılan hesaplamalar, bulanık ağırlık değerlerini belirleyerek seçim sürecini desteklemiştir. Oluşturulan test modeli, belirlenen örnek sığırlara ait bulanık puan değerlerini kullanarak, kullanıcıya en uygun damızlık sığırın seçilmesini sağlamıştır.

Teşekkür

Bu yayın, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 0746-MP-21 nolu proje ile desteklenmiştir.

Yazar Katkıları

Rifai KUÇU: (a) Fikir, (b) Çalışma Tasarısı, Yöntemi, (c) Literatür Taraması, (i) Eleştirel İnceleme, (g) Analiz, Yorum, (h) Metin Yazma

Ali Hakan IŞIK: (f) Veri Toplama, İşleme, (g) Analiz, Yorum, (h) Metin Yazma, (i) Eleştirel İnceleme

Nimet IŞIK: (f) Veri Toplama, İşleme, (g) Analiz, Yorum, (h)

Metin Yazma, (i) Eleştirel İnceleme

Afşin KÖKER: (f) Veri Toplama, İşleme, (g) Analiz, Yorum, (h) Metin Yazma, (i) Eleştirel İnceleme

Etik Beyanı

Bu çalışmada, “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması gerekli tüm kurallara uyulduğunu, bahsi geçen yönergenin “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirinin gerçekleştirilmediğini taahhüt ederiz.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

KAYNAKLAR

- Adar, E., Karatop, B., İnce, M., & Bilgili, M.S. (2016). Comparison of methods for sustainable energy management with sewage sludge in Turkey based on SWOT-FAHP analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 429-440.
- Ahmed, F., & Kilic, K. (2019). Fuzzy analytic hierarchy process: A performance analysis of various algorithms. *Fuzzy Sets and Systems*, 362, 110-128.
- Akkaş, Ö., & Şahin, E.H. (2008). Holştayn ırkı sığırlarda bazı verim özellikleri. *Kocatepe Veterinary Journal*, 1(1), 25-32.
- Akyurt, İ.Z., & Kabadayı, N. (2020). Bulanık AHP ve bulanık gri ilişkiler analizi yöntemleri ile kargo uçak tipi seçimi: bir Türk havayolu firmasında uygulama. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 15(57), 38-55.
- Aydın, E., & Çağıl, G. (2020). Bulanık AHP ve bulanık hedef yaklaşımı ile hammadde tedarikçisi seçimi. *Journal of the Human & Social Science Researches*, 9(5), 3568-3597.
- Bulut, E., Duru, O., Keçeci, T., & Yoshida, S. (2012). Use of consistency index, expert prioritization and direct numerical inputs for generic fuzzy-AHP modeling: A process model for shipping asset management. *Expert Systems with Applications*, 39(2), 1911-1923.
- Chang, D.Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649-655.
- Çalık, A. (2022). Bulanık AHP-Bulanık ARAS Yöntemlerine Dayalı Dayanıklı Tedarikçi Seçimi. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(2), 275-296.
- Dağdeviren, M. (2005). *Performans değerlendirme sürecinin çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile bütünleşik modellenmesi* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Dağdeviren, M. (2007). Bulanık analitik hiyerarşi prosesi ile personel seçimi ve bir uygulama. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22(4), 791-799.
- Demirel, T., Demirel, N.Ç., & Kahraman, C. (2008). Fuzzy analytic hierarchy process and its application. In C. Kahraman (Ed.), *Fuzzy multi-criteria decision making: Theory and applications with recent developments* (pp. 53-55). Springer.
- Göksu, A., & Güngör, İ. (2008). Bulanık analitik hiyerarşik proses ve üniversite tercih sıralanmasında uygulanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(3), 1-26.
- Harianja, E., & Lumbantoruan, G. (2019). Integrating MLP with algorithm with AHP modification for car evaluation. *Journal of Physics: Conference Series*, 1361, 012022. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1361/1/012022>
- Hu, A.H., Hsu, C.W., Kuo, T.C., & Wu, W.C. (2009). Risk evaluation of green components to hazardous substance using FMEA and FAHP. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 7142-7147.
- Kahraman, C., Cebeci, U., & Ruan, D. (2004). Multi-attribute comparison of catering service companies using fuzzy AHP: The case of Turkey. *International Journal of Production Economics*, 87, 171-184.
- Kubler, S., Robert, J., Derigent, W., Voisin, A., & Le Traon, Y. (2016). A state-of-the-art survey and testbed of fuzzy AHP (FAHP) applications. *Expert Systems with Applications*, 65, 398-422.
- Mikhailov, L., & Tsvetnikov, P. (2004). Evaluation of services using a fuzzy analytic hierarchy process. *Applied Soft Computing*, 5(1), 23-33.

- Mulubrhan, F., Mokhtar, A.A., & Muhammad, M. (2014). Comparative analysis between fuzzy and traditional analytical hierarchy process. *MATEC Web of Conferences*, 13, 01006. <https://doi.org/10.1051/mateconf/20141301006>
- Naghadehi, M.Z., Mikaeil, R., & Ataei, M. (2009). The application of fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) approach to selection of optimum underground mining method for Jajarm Bauxite Mine, Iran. *Expert systems with applications*, 36(4), 8218-8226.
- Noorollahi, E., Fadai, D., Akbarpour Shirazi, M., & Ghodsipour, S.H. (2016). Land suitability analysis for solar farms exploitation using GIS and fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) - A case study of Iran. *Energies*, 9(8), 643. <https://doi.org/10.3390/en9080643>
- Tırpan, M.B., & Tekin, N. (2018). Seleksiyon ve damızlık boğa seçim kriterleri. *Veterinary Journal of Mehmet Akif Ersoy University*, 3(1), 85-95.
- Tukimin, R., Mahmood, W.H.W., Nordin, M.M., Muhamad, M.R., & Ayuni, N.S. (2021). Application of AHP and FAHP algorithm for supplier development evaluation. *Malaysian Journal on Composites Science and Manufacturing*, 5(1), 21-30.
- Uçkun, C., Dalgıç, N., & Yıldız, A. (2023). Yeşil tedarikçi seçiminde hibrit bulanık ahp ve bulanık QFD yaklaşımının kullanılması. *Computer Science, IDAP-2023*, 151-164. <https://doi.org/10.53070/bbd.1345822>
- Xu, Z., & Liao, H. (2013). Intuitionistic fuzzy analytic hierarchy process. *IEEE transactions on fuzzy systems*, 22(4), 749-761.
- Yürüyen, A. A., & Ulutaş, A. (2020). Bulanık AHP ve bulanık EDAS yöntemleri ile üçüncü parti lojistik firması seçimi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8, 283-294. <https://doi.org/10.18506/anemon.767354>