

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

# COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ ve AHP ile ARICILIK FAALİYET ALANLARI İÇİN ARAZİ UYGUNLUK DEĞERLENDİRMESİ: BİTLİS/TÜRKİYE ÖRNEĞİ

## Land Suitability Assessment for Apiculture (Beekeeping) Activity Areas Using Geographic Information System and AHP: A Case Study Bitlis/Türkiye

Çağrı MERCAN

Mardin Artuklu Üniversitesi, Savur Meslek Yüksekokulu, Harita ve Kadastro Programı, 47860, Mardin, TÜRKİYE, ORCID No: 0000-0003-1694-0024, E-posta: cagrimercan@artuklu.edu.tr

Geliş Tarihi / Received: 31.01.2023

Kabul Tarihi / Accepted: 03.04.2023

DOI: 10.31467/uluaricilik.1245078

### ÖZ

Arıcılık, biyoçeşitliliğe katkı sunarak kırsal kalkınmaya sağladığı destekten ötürü önemli bir faaliyet türüdür. Arıcılıktan elde edilen verimin artırılabilmesi ve sürdürülebilirlik için bu faaliyet türünün yapılabileceği uygun yerlerin belirlenmesi gerekmektedir. Yapılan bu çalışmada, Bitlis ilinde Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ve Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılarak arıcılık için bir yer seçimi değerlendirme modeli önerilmektedir. Çalışmanın amacı yerel arıcılık faaliyetleri ile uğraşan kişilerin yanı sıra literatür verilerini de dikkate alan çok kriterli değerlendirmeye dayalı mekânsal bir karar destek sistemi oluşturmaktır. Çalışma ile Bitlis ili için arıcılığın yapılabileceği uygun alanlar belirlenmiştir. Çalışmada 11 kriter (84 alt kriter) seçilmiştir. Arıcılık faaliyetlerini olumsuz etkileyeceği için 5 alt kriter ise sınırlandırıcı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada arazi kullanımı/örtüsü, akarsulara mesafe, ortalama sıcaklık (mayıs-ağustos), NDVI, rüzgâr hızı (mayıs-ağustos), baki, yükseklik, yağış (mayıs-ağustos), eğim, yola uzaklık ve elektrik hatlarına uzaklık kriterleri kullanılmıştır ve bu kriterlere ait tematik haritalar oluşturulmuştur. Değerlendirme kriterlerinin ağırlıklarının hesaplanmasında AHP yöntemi kullanılmıştır ve CBS ortamında ağırlıklı bindirme yöntemi ile arazi uygunluk haritası elde edilmiştir. Arazi uygunluk haritasında arıcılığın yapılabileceği çok uygun ve uygun alanların sırasıyla 1.620,02 km<sup>2</sup> ve 2.003,81 km<sup>2</sup>, yüzey alanlarına sahip olduğu belirlenmiştir. Oluşturulan uygunluk haritasında en uygun yerlerin sırasıyla Mutki, Merkez, Hizan, Tatvan, Ahlat, Güroymak ve Adilcevaz ilçelerinde olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma, arıcılık faaliyetleri ile uğraşan insanların haricinde sürdürülebilir tarım ve hayvancılık stratejilerinin oluşturulmasında, karar vericiler için de önemli bir kılavuz olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP), Arıcılık, Çok Kriterli Karar Verme, Uygunluk Analizi

### ABSTRACT

Apiculture (Beekeeping) is a type of activity that stands out because it supports rural development by contributing to biodiversity. In order to increase the efficiency and sustainability of beekeeping, it is necessary to determine the suitable areas where this type of activity can be carried out. This study proposes a site selection evaluation model for beekeeping using Geographic Information System (GIS), and Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods in Bitlis province. The study aims to create a spatial decision support system based on the multi-criteria evaluation that considers the literature data and experts dealing with local beekeeping activities. The study determined suitable areas where beekeeping can be done in the province of Bitlis. 11 criteria (84 sub-criteria) were determined in the study. Five sub-criteria were considered restricted as they would adversely affect beekeeping

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

activities. In the study, land use/cover, distance to rivers, average temperature (May to August), NDVI, wind speed (May to August), aspect, elevation, precipitation (May to August), slope, distance to road, and distance to power lines were used. Thematic maps belonging to the criteria were created. AHP was used to calculate the weights of the evaluation criteria, and a land suitability map was obtained using the weighted overlay method in the GIS environment. In the land suitability map, it has been determined that very suitable and suitable areas where beekeeping can be done have surface areas of 1.620,02 km<sup>2</sup> and 2.003,81 km<sup>2</sup>, respectively. The suitability map created determined that the most suitable places were in Mutki, Merkez, Hizan, Tatvan, Ahlat, Güroymak and Adilcevaz districts, respectively. This study will be an essential guide for decision-makers in creating sustainable agriculture and livestock strategies, apart from people dealing with beekeeping activities.

**Keywords:** Analytical Hierarchy Process (AHP), Beekeeping, Multi-Criteria Decision Making, Suitability Analysis

### EXTENDED ABSTRACT

**Aim:** Apiculture (Beekeeping) is an essential type of activity due to many reasons, such as low cost and labor requirements, easy marketing, and helping pollinate plants. Increasing production efficiency due to this activity is very important for sustainable rural development. For this purpose, it is crucial to determine the suitable beekeeping areas. This study aims to propose a site selection evaluation model for beekeeping using Geographic Information System (GIS), and Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods. The study aims to create a spatial decision support system based on the multi-criteria evaluation that considers the data of the people dealing with local beekeeping activities and the literature. This study it is aimed to provide the most suitable beekeeping places to people who carry out local beekeeping activities to increase their productivity and support rural development. This study will also guide people who plan for the future in agriculture and animal husbandry.

**Material and Method:** Many criteria affect the selection of places where beekeeping activities can be carried out most appropriately. Evaluating these criteria and their sub-criteria and producing a result is a complicated process. Multi-Criteria Decision Making methods can ease challenges by providing an analytical decision-making solution. Analytical Hierarchy Process (AHP) is a Multi-Criteria Decision Making method widely used in the land suitability analysis. This study was determined by 11 criteria (84 sub-criteria) based on local experts and literature data. Five sub-criteria that may be negative for beekeeping activities were determined and evaluated as limiting criteria (restricted). Land use/cover, distance to rivers, average temperature (May-August), NDVI, wind speed (May-August),

aspect, elevation, precipitation (May-August), slope, distance to road, and distance to power lines were used in the study. The weights of the evaluation criteria were made according to the AHP method. Criteria weights were determined according to local experts and literature data. The land suitability map was obtained using the weighted overlay method in the GIS environment.

**Result and Discussion:** This study was prepared according to beekeeping requirements in Bitlis province. It can be used by being revised for different ecological regions. In order to evaluate the accuracy of the created model, spatial data about the places where beekeeping is carried out are needed. This evaluation could not be made because the data in the appropriate format could not be obtained. Honey production amounts of the districts of Bitlis show that the current potential of the district of Mutki does not fully correspond to the production data. Incentives and studies for developing beekeeping activities in the Mutki district are essential regarding rural development and honey production values. Honey production values of other counties are compatible with their current potential. The compatibility of production values and existing potentials is an essential indicator of the study's accuracy.

**Conclusion:** This study determined suitable places for beekeeping in Bitlis, where endemic plant species are rich. It shows that suitable and very suitable areas for beekeeping activities are in Mutki, Merkez, Hizan, Tatvan, Ahlat, Güroymak, and Adilcevaz districts, respectively. The suitability map is divided into five suitability classes. Very suitable areas cover 1.620,02 km<sup>2</sup>, suitable areas 2.003,81 km<sup>2</sup>, suitable medium areas 537.60 km<sup>2</sup>, less suitable areas 593.63 km<sup>2</sup>, and significantly less suitable areas 468.15 km<sup>2</sup>. The places where

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

beekeeping cannot be done legally or technically and the yield may be low are restricted. These areas are 3.069,39 km<sup>2</sup>.

### GİRİŞ

Küresel ısınma, artan nüfus ve çevre kirliliği insanların beslenme kaynaklarını tehdit etmektedir (Mercan ve Arpağ 2020). Bu sorun tarımsal alanları tehdit ederek hayvansal üretime de zarar vermektedir (Kutlu vd. 2016). Artan nüfusun beslenme ihtiyacının giderilebilmesi için bitkisel üretimin yanında hayvansal üretimin de verimli bir şekilde artırılması gerekmektedir. Hayvansal üretim kollarından birisi ise arıcılıktır. Arıcılık faaliyetleri sonucunda bal, arı zehri, propolis, balmumu ve arı sütü gibi katma değeri yüksek ürünler üretilebilmektedir (Estoque ve Murayama, 2010). Çoğunlukla kırsal kesimde yaşamını sürdüren insanlara gelir kazandırması, kolay pazarlanabilmesi, bozulmadan uzun süre saklanabilmesi, bitkilerdeki tozlaşmaya yardımcı olması, az masraf ve işgücü gerektirmesi, kullanım alanlarının fazla olması gibi pek çok faydalı nedenden ötürü arıcılık, yaygınlaştırılması gereken önemli bir hayvansal üretim şeklidir (Estoque ve Murayama 2010, 2011, Sıralı, 2010, Çevrimli ve Sakarya 2019, Fernandez vd. 2016, Sarı vd. 2020b, Elmastaş vd. 2022).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO), 2021 yılı dünya bal üretim verileri incelendiği zaman Türkiye'nin önemli bir bal üreticisi ülke olduğu görülmektedir (FAO 2023). 2021 yılında dünyadaki toplam 2.108.564 ton bal üretiminin %4,57'si (96.344 ton) Türkiye'de gerçekleşmiştir. Türkiye, Çin'den sonra dünya bal üretiminde ikinci sırada yer almaktadır (FAO 2023). Türkiye'nin sahip olduğu ekolojik çeşitlilik, zengin bitki örtüsü ve farklı genetik çeşitliliğe sahip bal arısı popülasyonlarının olması onu arıcılık açısından potansiyel bir ülke yapmaktadır (Sıralı 2010). Bu çalışmanın yapıldığı Bitlis ili de iklimi, topografyası ve endemik bitki örtüsünün zenginliği ile arıcılık açısından potansiyel bir havzadır (Çağlıyan 2015). Buna karşın, Türkiye İstatistik Kurumunun (TÜİK) bal üretim istatistiklerinde bu zenginlik yeterli ölçüde üretim verilerine yansımamaktadır. Bitlis, 2022 yılı için, Türkiye'nin en yüksek bal üretimi yapan 25. şehridir (TÜİK, 2023). TÜİK'in 2022 yılı bal üretim

istatistiğine göre Bitlis'in toplam bal üretimi 1.210,35 tondur ve bu değer Türkiye'deki toplam üretimin %1,02'sine tekabül etmektedir (TÜİK 2023). Bitlis gibi Türkiye'deki pek çok şehir, her ne kadar arıcılık için elverişli şartlara sahip olsa da bu potansiyel tam olarak değerlendirilememektedir (Çevrimli ve Sakarya 2019, Çağlıyan 2015).

İllerin doğal kaynaklarının ve ekolojik özelliklerinin rasyonel bir şekilde ortaya konularak arazi uygunluk analizlerinin yapılması bu sorunun çözümüne katkı sunabilir. Arazi uygunluk değerlendirmeleri neticesinde arazinin istenen özellik için en uygun olduğu yerler tespit edilebilmektedir. Böylelikle, üretimdeki verim artırarak kırsal kalkınmaya destek sağlanabilmektedir (Estoque ve Murayama 2011, Sarı vd. 2020b). Arazi uygunluk analizleri birçok değişkenin etkilerini ve ağırlıklarını kullanarak, istenilen amaç için en uygun yerlerin bulunmasını sağlamaktadır (Everest ve Gür 2022). Böylelikle üreticilerin yer seçim tercihlerine alternatifler sunularak potansiyel açıdan verimli arazileri tercih etmeleri sağlanabilir. Bu kapsamda Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile entegre Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri, uygun yerlerin tespit edilmesi konusunda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Estoque ve Murayama 2010, 2011, Abou-Shaara 2013, Fernandez vd. 2016, Widiatmaka vd. 2016, Sarı vd. 2020b, Yılmaz vd. 2021, Elmastaş vd. 2022). Bu yöntemler ile araştırmacılar hedefleri doğrultusunda en iyi alternatifi elde edebilirken, karmaşık karar verme sürecini ise basite indirgerler (Jankowski 1995). ÇKKV yöntemlerinden birisi ise Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP: Analytic Hierarchy Process)'dir.

Arıcılık faaliyetlerinden elde edilen ürünlerin verimi başta ekolojik şartlar olmak üzere pek çok unsurdan etkilenmektedir (Çağlıyan 2015, Kutlu vd. 2016, Sarı vd. 2020b). Arıcılık için uygun alanların belirlenmesinde ekolojik şartları dikkate alarak, ÇKKV yöntemlerini kullanarak uygun yer analizini yapan birçok çalışma bulunmaktadır (Tablo-1). Bu çalışmalarda AHP (Estoque ve Murayama 2010, 2011, Abou-Shaara vd. 2013, Ceylan ve Sarı 2017, Yalçın vd. 2019, Sarı vd. 2020a, 2020b), TOPSIS (Sarı vd. 2020a), VIKOR (Sarı vd. 2020a), ve PROMETHEE (Sarı vd.2020b) yöntemleri kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda kriter olarak, arazi örtüsü, yağış, yükselti, eğim, baki, su, yol ve yerleşim alanlarına mesafenin yoğun olarak kullanıldığı görülmektedir (Tablo 1).

# ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Tablo 1. Arıcılık için uygun yer analizi yapan araştırmacıların çalışmalarında kullanmış oldukları kriterler

Table 1. The criteria used by the researchers who make suitable site analyses for beekeeping in their studies.

Kriterler	Araştırmacılar	Estoque ve Murayama (2010)	Amiri ve Shariff (2012)	Abou-Shaara vd. (2013)	Abou-Shaara (2013)	Fernandez vd. (2016)	Widiatmaka vd. (2016)	Ceylan ve Sarı (2017)	Zocali vd. (2017)	Yalçın vd. (2019)	Sarı vd. (2020a)	Sarı vd. (2020b)	Yılmaz vd. (2021)	Elmastaş vd. (2022)
Arazi Örtüsü		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Yağış			+		+		+	+		+	+	+	+	+
Yükselti		+					+	+	+	+	+	+	+	+
Bakı								+		+	+	+	+	+
Eğim					+			+		+	+	+	+	+
Sıcaklık			+	+	+		+		+					
Yola uzaklık		+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Su kaynaklarına uzaklık		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Yerleşim alanlarına uzaklık						+	+	+		+	+	+	+	
Elektromanyetik alanlara uzaklık						+						+		
Bitkilere uzaklık					+									
Pazara uzaklık							+							
Tren ağına uzaklık												+		
Doğal afet			+									+		
Nem				+										
Güneş Radyasyonu						+								

Bu makalenin temel amacı, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ve ÇKKV yöntemlerini kullanarak arıcılık için uygun alanların haritalanmasıdır. Önerilen kriterler ve ağırlıkları benzer ekolojik özelliklere sahip bölgeler için de kullanılabilir. Kriterlere ait verilerin açık erişimli kaynaklardan elde edilebilmesi ise farklı bölgeler için benzer çalışmaların yapılabilmesini olanaklı kılmaktadır.

## GEREÇ VE YÖNTEM

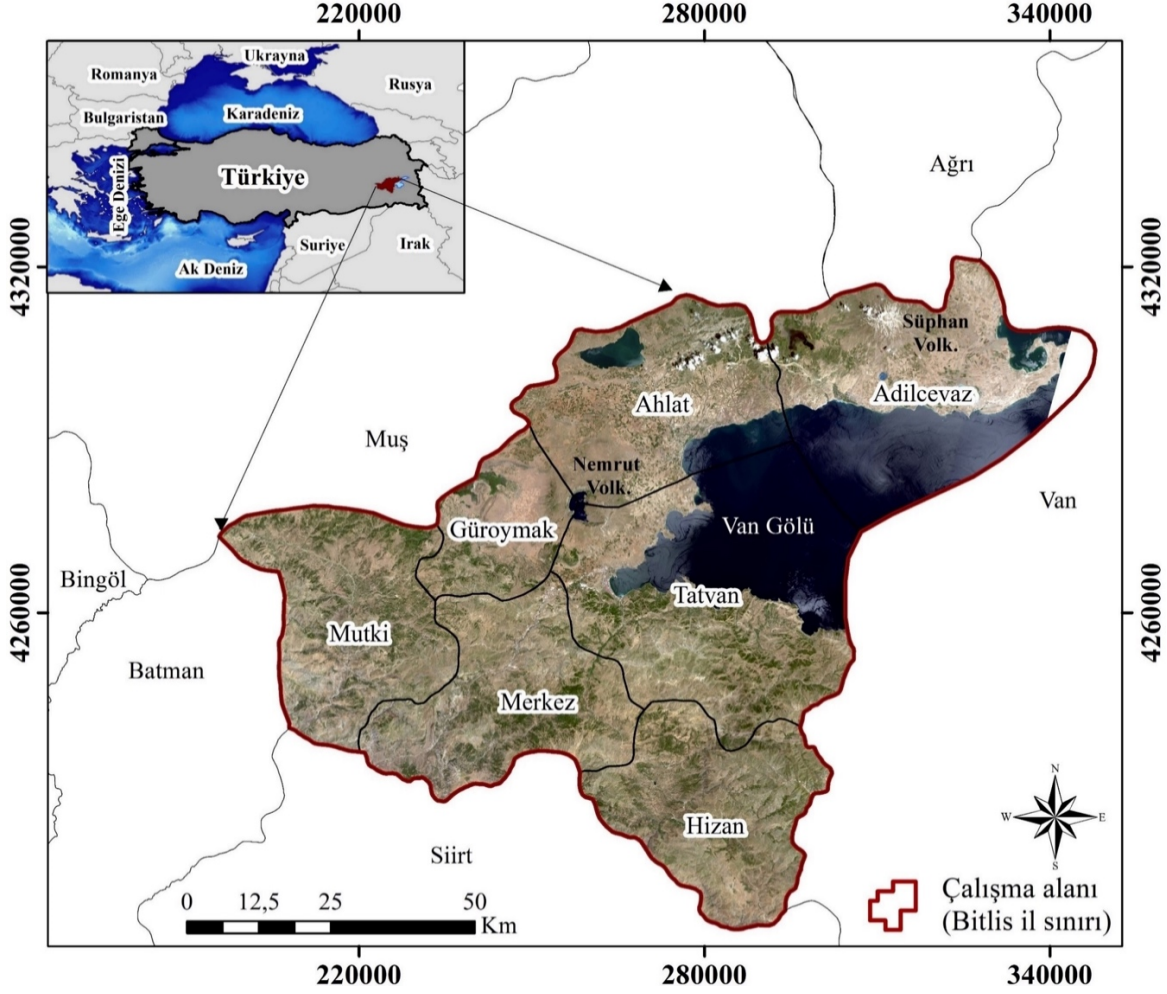
### Çalışma Alanı

Doğu Anadolu bölgesinde yer alan Bitlis ili, Yukarı Murat-Van bölümü ile, Yukarı Fırat bölümleri içerisinde yer almaktadır. Bitlis ilinin doğusunda Van, kuzeyinde Muş ve Ağrı, güneyinde Siirt ve batısında Batman bulunmaktadır (Şekil 1). Bitlis ilinin ilçeleri, Güroymak, Hizan, Merkez, Mutki, Ahlat, Adilcevaz ve Tatvan'dır. Bitlis, çoğunlukla dağlık arazilerden oluşmaktadır. Bu dağlık arazilerin yanında çeşitli

plato ve ovalar da şehirde yer almaktadır. Bitlis ilinde Nemrut ve Süphan olmak üzere iki büyük volkanik dağ vardır. Bitlis ili içerisinde Bitlis, Botan ve Garzan Çayı, Karasu, Oranz deresi, Güzeldere gibi birçok akarsu yer alır. İlde Van Gölü, Nazik, Nemrut, Arın ve Aygır Gölü bulunmaktadır. Bitlis ilinde sert karasal iklim şartları görülmektedir (Çağlıyan 2015). Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün (MGM) istatistiklerine göre, ilin 1991-2020 yılları arasındaki ortalama yıllık sıcaklığı 9 °C ve ortalama yağışı 1.046,6 mm'dir (MGM, 2023). Bitlis ilinde yaşayan insanlar geçimlerini çoğunlukla tarım ve hayvancılık ile sağlamaktadır. Bunlar arasında balıkçılık ve arıcılık önemli gelir kaynaklarıdır. Bitlis ilinde 2021 yılında 2.056,23 ton, 2022 yılında ise 1.210,35 ton bal üretilmiştir (TÜİK 2023). İlde sabit ve gezginci arıcılık faaliyetleri yürütülmektedir. Bunlardan gezginci arıcıların, bal verimleri sabit olanlara göre daha yüksektir (Çağlıyan 2015). Çalışma alanında, Bitlis arı yetiştiricileri birliği ve Hizan bal üreticileri birliği gibi mesleki örgütlenmelerin bulunması arıcılık faaliyetleri açısından önemlidir.



## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE



Şekil 1. Çalışma alanının lokasyon haritası (Bitlis il sınırları içerisinde, 2022 yılına ait Landsat uydu görüntüsünün doğal renk kombinasyonu kullanılmıştır).

Figure 1. Location map of the study area (within the provincial borders of Bitlis, the natural colour combination of the Landsat satellite image of 2022 was used).

### Çalışmanın Genel Çerçevesi

Yapılan bu çalışmada izlenen yol Şekil 2’te özetlenmiştir. Öncelikle bal arılarının ekolojik gereksinimleri literatür ve uzman görüşleri dikkate alınarak 11 kriter olarak belirlenmiştir. Uzman görüşü alınan kişiler, bölgede arıcılık faaliyeti yürüten 5 arıcı ve 1 ziraat mühendisinden oluşmaktadır. Çalışmada belirlenen kriterlere ait veriler öncelikle aynı projeksiyon sistemine (Universal Transverse Mercator (UTM), WGS 84, 38. dilim) dönüştürülerek tematik haritaları oluşturulmuştur (Şekil 4). Kullanılan kriterlerin veri kaynaklarına ait bilgiler Tablo 2’de sunulmuştur. Analiz yapılırken kriterlere ait tüm verilerin mekânsal

çözünürlüğü 30 metreye yeniden örneklendirilmiştir. Böylelikle analizi yapılan tüm kriterler aynı projeksiyon sistemine ve mekânsal çözünürlüğe sahip olmuştur. CBS ortamında kaydedilen bu veriler, AHP metodolojisi (Saaty 1977; 1980) kullanılarak ikili karşılaştırmaya tabi tutulmuş ve her bir kriterin ağırlığı belirlenmiştir (Şekil 3).

Yapılan bu ikili karşılaştırmalar sonucunda bazı düzeylerde tutarsızlıklar oluşabileceği için matrisin tutarlılığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Bundan ötürü Saaty (1980) tarafından önerilen tutarlılık oranı (CR) kullanılır (Saaty 1997, 1980, Malczewski, 1999; Akıncı vd. 2013, Orhan, 2021). Elde edilen değer 0,1’den küçük olması matrisin tutarlı olduğunu

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

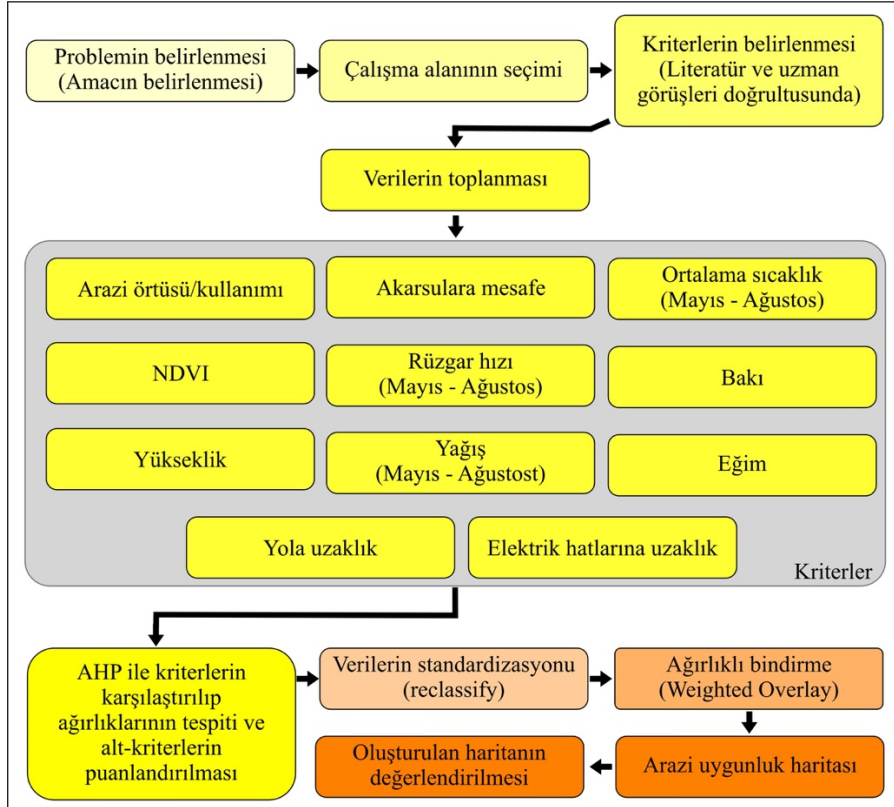
gösterir. Yapılan bu çalışmadaki tutarlılık oranı (CR) 0,0391 olarak hesaplanmıştır ve bu değer tutarlıdır. Seçilen kriterlerin alt kriterleri ise arıcılık açısından önem derecesine göre 1'den 9'a kadar olan rakamlarla puanlandırılmıştır. Arıcılık için önemli olan alt kriterler yüksek puanlandırılırken önemsiz olanlar ise düşük puanlandırılmıştır. Bazı alt kriterler

ise bu aşamada sınırlandırılmıştır. Sınırlandırma yapılan alt kriterler arıcılık faaliyetlerini olumsuz etkilemektedir. Kriterlere ait veriler, belirlenen ağırlıklarına ve puanlarına göre ArcGIS v.10.8 programındaki ağırlıklı bindirme (weigthed overlay) metodolojisi ile birleştirilmiş ve uygunluk haritası oluşturulmuştur (Şekil 5).

Tablo 2. Çalışmada kullanılan veriler ve kaynakları

Table 2. Data and data sources used in the study

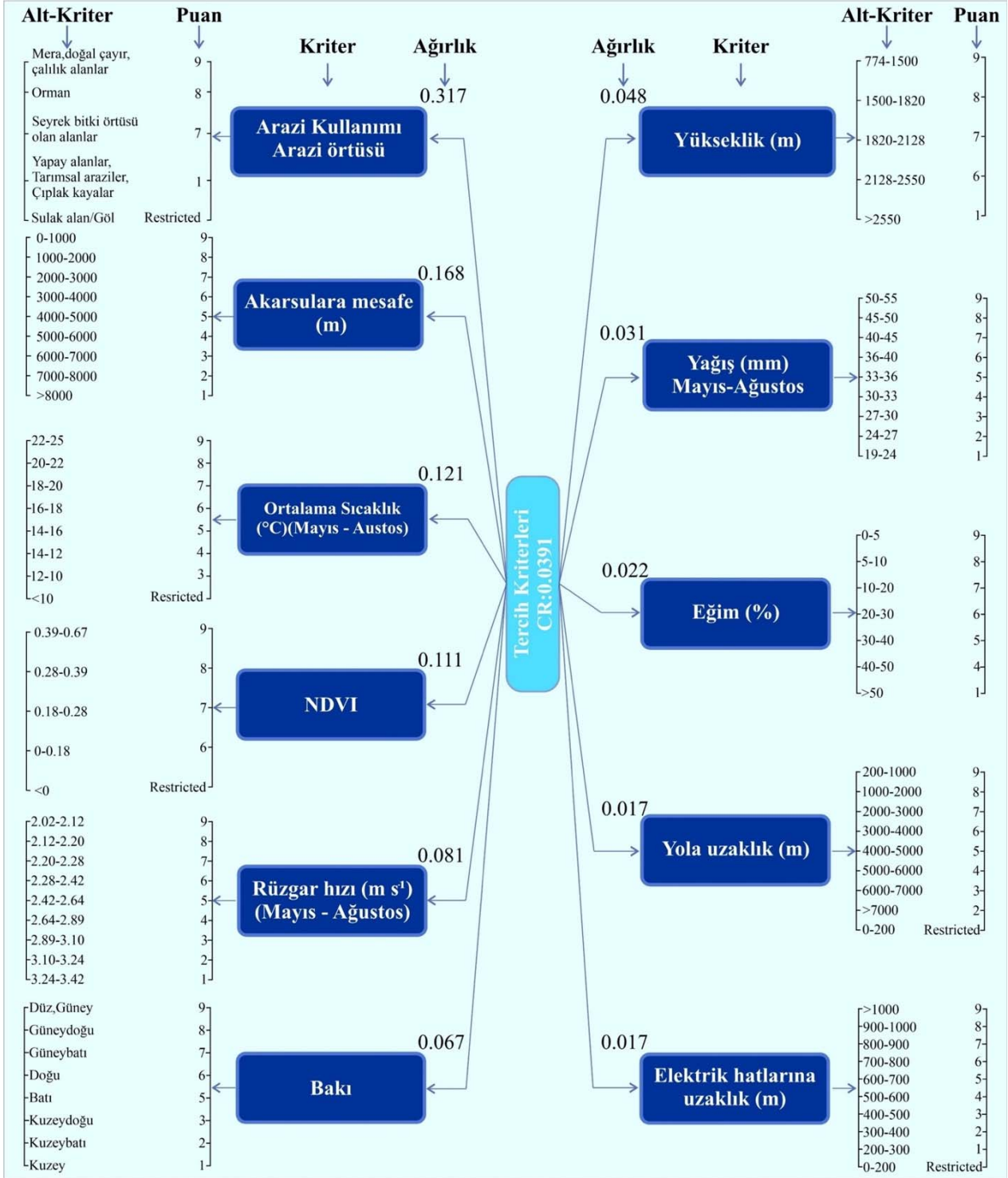
Kriterler	Veri Türü	Kaynak
Arazi Kullanımı/Örtüsü	Vektör	CORINE-2018 ( <a href="https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover">https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover</a> )
Akarsulara mesafe	Vektör	Copernicus River Data ( <a href="https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-hydro/eu-hydro-river-network-database?tab=download">https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-hydro/eu-hydro-river-network-database?tab=download</a> )
Sıcaklık, Rüzgâr ve Yağış	Raster	WorldClim Data (Fick ve Hijmans 2017) ( <a href="https://www.worldclim.org/">https://www.worldclim.org/</a> )
NDVI	Raster	USGS Earth Explorer ( <a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a> )
Yükselti	Raster	ALOS PALSAR ( <a href="https://search.asf.alaska.edu/#/">https://search.asf.alaska.edu/#/</a> )
Eğim ve Bakı	Raster	Yükselti verisinden üretilmiştir
Yol ve Elektrik hatlarına uzaklık	Vektör	Open Street Map ( <a href="https://www.openstreetmap.org/#map=7/39.031/35.252">https://www.openstreetmap.org/#map=7/39.031/35.252</a> )



Şekil 2. İş akış şeması

Figure 2. Work flow chart

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE



Şekil 3. Arazi uygunluk değerlendirme için kullanılan kriterlerin/alt-kriterlerin ağırlıkları ve puanları

Figure 3. Weights and scores of criteria/sub-criteria used for land suitability assessment

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

### Kriterlerin Seçimi

**Arazi Kullanımı/Örtüsü:** Arazi örtüsü (AÖ) terimi yerin yüzeyinde (toprak, kaya, bitki örtüsü gibi) bulunan bileşenleri ifade ederken, arazi kullanımı (AK) ise insanların bu örtüyü yöneme ve kullanma şekli olarak ifade edilmektedir (Mercan vd. 2022). Geçmişte bu terimler ayrı ayrı kullanılsa da günümüzde beraber (AKAÖ) kullanılmaktadır (Selçuk vd. 2021). AKAÖ arıcılık faaliyetlerinde verim, kalite ve balın çeşidini etkilediğinden önemli bir kriterdir (Estoque ve Murayama 2010, Elmastaş vd. 2022). Bu kriterle ait veri seti 2018 yılına ait CORINE (Coordination of Information on the Environment) verisinden oluşturulmuştur. Arılar faaliyetlerini sürdürebilmek için çiçekli bitkilerden elde edebildikleri nektara ve polene ihtiyaç duyarlar. Bu doğrultuda AKAÖ verilerinde mera, doğal çayırılık ve çalılık bölgeler, orman ve seyrek bitkili alanlar yüksek puanlandırılmıştır. Bölgedeki meralar ile çayırılık ve çalılık alanlar yonca, korunga, geven, kekik ve ballıbaba gibi bitkiler açısından oldukça zengin olduğundan arıların beslenmesi için en uygun alanlardır (Çağlıyan, 2015). Beşeri faaliyetlerin yoğun olduğu yapay alanlar hava kirliliği ve evsel/sanayi atıklarının varlığından ötürü düşük puanlandırılmıştır (Yılmaz vd. 2021). Arazinin çıplak olduğu bölgeler arıcılık için verimsiz olduğundan düşük puanlandırılmıştır. Tarımsal arazilerde bitkilerin yetişebilmesi için bir dizi zirai ilaç kullanılabilir. Kullanılan bu ilaçlar arılar için zararlıdır (Çakmak vd. 2003). Bundan ötürü bu bölgeler düşük puanlandırılmıştır. Göl yüzeyleri üzerinde arıcılık faaliyetinin yapılmasına olanak sağlamadığı için sınırlandırılmıştır.

**Akarsuya Uzaklık:** Arıcılık faaliyetlerindeki önemli kriterlerden birisi ise arıların su ihtiyacının karşılanabilmesidir (Abou-Shaara vd. 2013, Çağlıyan 2015, Elmastaş vd. 2022). Bu gereksinim bazen yapay sulukların yapılmasıyla karşılanırken, temiz su kaynağı olan akarsulara yakın alanlar seçilerek de bu ihtiyaç giderilebilmektedir. Yapay sulukların yapılması durumunda da sulukların sürekli olarak temiz su ile doldurulabilmesi için bir su kaynağına ihtiyaç vardır. Bundan ötürü akarsuya uzaklık kriteri bu çalışmada kullanılmıştır. Su bal üretimi ve bal arılarının yaşayabilmesi için temel bir ihtiyaçtır (Amiri ve Shariff 2012). Arılar bal üretmek için kovanlarından kilometrelerce uzaklıktaki mesafelere uçabilmektedirler. Ancak gereksinimlerini kovana yakın alanlardan karşılamaları daha verimlidir. Bu nedenle arıcılık yapılan yerin suya yakın olması istenilen bir

durumdur (Zoccali vd. 2017, Yılmaz vd. 2021). Bu bağlamda akarsulara yakın olan bölgeler yüksek puanlandırılırken, uzak alanlar düşük puanlandırılmıştır.

**Sıcaklık:** Arılar buldukları ortamın sıcaklığına karşı hassas oldukları için, arıcılık için uygun alanlarının belirlenmesinde kullanılması gereken önemli kriterlerden birisi sıcaklıktır (Abou-Shaara vd. 2013, Zoccali vd. 2017). Sıcaklığın 10 °C'nin altına inmesi veya 37 °C'nin üzerine çıkması sonucu arıların faaliyetleri durur (Tunçel 1992). Bundan dolayı sıcaklığın 10 °C'nin altına düştüğü alanlar sınırlandırılmıştır. Maksimum sıcak değerlerinin ise arıcılık faaliyetlerini olumsuz etkileyecek düzeyde olmamasından ötürü herhangi bir sınırlama yapılmamıştır. Bitlis ilinde arıcılığın yoğun olarak yapıldığı aylar mayıs-ağustos dönemleridir (Çağlıyan 2015). Bu aylara ait sıcaklık verileri WorldClim data setinden elde edilmiştir (Fick ve Hijmans 2017). Dört aya ait sıcaklık verilerinin ortalaması alınarak kullanılmıştır. Puanlama yapılırken yüksek sıcaklıklara yüksek puanlar verilmiş, sıcaklık azaldıkça puanlarda azaltılmıştır.

**NDVI (Normalized Difference Vegetation Index):** NDVI (normalize edilmiş fark bitki indeksi) bir bölgedeki canlı bitki örtüsünün tespitini kolaylaştırmaktadır ve uzaktan algılama çalışmaları sonucunda üretilen görüntüler ile hesaplanabilmektedir (Mercan 2020). NDVI değerleri bölgedeki canlı bitki yoğunluğunu ortaya koysa da bu bitkilerin bal üretimi için uygunluk durumlarını gösterememektedir. Arıcılar, yer seçimi konusunda bitkilerin yoğun olduğu alanları, bitkinin az olduğu veya olmadığı yerlere göre daha çok tercih ettiklerini belirtmektedir. Bitki miktarının artması, nektar ve polen miktarını etkileyebileceği için bu veri seti kullanılmıştır. NDVI değerlerinin hesaplanabilmesi için Amerika Jeoloji Araştırma Kurumu (USGS) tarafından sunulan Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bu verinin hazırlanması için 30/06/2022 tarihine ait, 30m mekansal çözünürlüklü, bulutluluk oranının %10'un altında olduğu Landsat 9 OLI-2 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bu uydu görüntüsünden hesaplanan NDVI değerleri formül 1'e göre yapılmıştır (Mercan 2020).

$$NDVI = \frac{(Bant\ 5) - (Bant\ 4)}{(Bant\ 5) + (Bant\ 4)} \quad (1)$$

Formüde belirtilen Bant 5 yakın kızılötesi bandı, Bant 4 ise kırmızı bandı ifade etmektedir. NDVI değerinin yüksek olması bitki yoğunluğunun arttığını,

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

düşmesi ise azaldığını göstermektedir. Değerlerin negatif olması ise bitkinin hiç olmaması veya su yüzeyi gibi arıcılık için uygun olmayacak alanları ifade etmektedir. Bundan ötürü NDVI değerlerinin yüksek olduğu yerlere yüksek puanlar verilirken, değerlerin azaldığı yerlerde puanlar azaltılmıştır. NDVI değerlerinin negatif olduğu yerler ise sınırlandırılmıştır.

**Rüzgâr:** Rüzgâr, arıların kovan dışındaki faaliyetlerini etkileyen önemli unsurlardan biridir (Çağlıyan 2015, Yalçın vd. 2019). Rüzgâra açık alanlarda yapılan arıcılık faaliyetlerinde bal verimi düşmektedir (Tunçel 1992). Bu nedenle arıcılığın yoğun olarak yapıldığı Mayıs-Ağustos dönemlerine ait rüzgâr verileri, WorldClim data setinden alınmıştır (Fick ve Hijmans 2017). Bu dört aya ait rüzgâr verilerinin ortalaması kullanılmıştır. Arılar için rüzgârın az olduğu yerler daha tercih edilebilir olduğundan, bu alanlara daha yüksek puanlar verilmiştir. Rüzgâr hızının arttığı yerlerde ise puanlar azaltılmıştır.

**Yükselti:** Topografyanın denizden yükseklik değerleri bitkilerin dağılımını ve sıcaklığı etkilediği için arıların bal verimini de etkileyebilmektedir (Elmastaş vd. 2022). Alaska Satellite Facility (ASF DAAC) tarafından sunulan 12.5 m mekânsal çözünürlüklü ALOS PALSAR veri seti yükselti haritasını oluşturmak için kullanılmıştır. Bölgedeki arıcılar mevsimsel olarak bitkilerin çiçek açma zamanlarına göre farklı yükselti değerlerinde faaliyet gösterebilseler de yükseltinin artması ile birlikte sıcaklık değerleri düşmektedir. Bundan dolayı yükseltinin düşük olduğu alanlar yüksek puanlandırılırken, yükseltinin arttığı yerlerde puanlar azaltılmıştır.

**Bakı:** Bakı haritası 12.5 m mekânsal çözünürlüklü sayısal yükselti haritasından oluşturulmuştur. Arı kovanlarının konulduğu bakı yönleri bal verimini etkileyebilmektedir (Elmastaş vd. 2022). Güney alanlar arıcılık için daha çok tercih edilebilirken, kuzey alanlar daha az tercih edilmektedir. Kovanların konulduğu yerin doğuya bakması, arıların daha erken saatlerde çalışmaya başlamasını sağlamaktadır ve batı yönüne göre daha uygun olmaktadır (Yalçın vd. 2019). Tüm bu hususlar dikkate alınarak bakı yönlerine, güney bakılarda yüksek, kuzey bakılarda ise düşük puanlar

verilmiştir. Doğu yönü ise batıya göre daha yüksek puanlandırılmıştır.

**Yağış:** Yağış verileri, bal üretiminin yoğun olarak yapıldığı Mayıs-Ağustos dönemlerine ait verilerden üretilmiştir. Bu veriler WorldClim data setinden alınmıştır (Fick ve Hijmans 2017). Bal üretiminin yoğun olarak gerçekleştirildiği dört aya ait verilerin ortalaması alınarak oluşturulmuştur. Yağış, bitkilerin yoğunluğunu ve çeşitliliğini etkileyen bir faktör olduğu için yağışın fazla olduğu yerler yüksek, az olduğu yerler ise düşük puanlandırılmıştır.

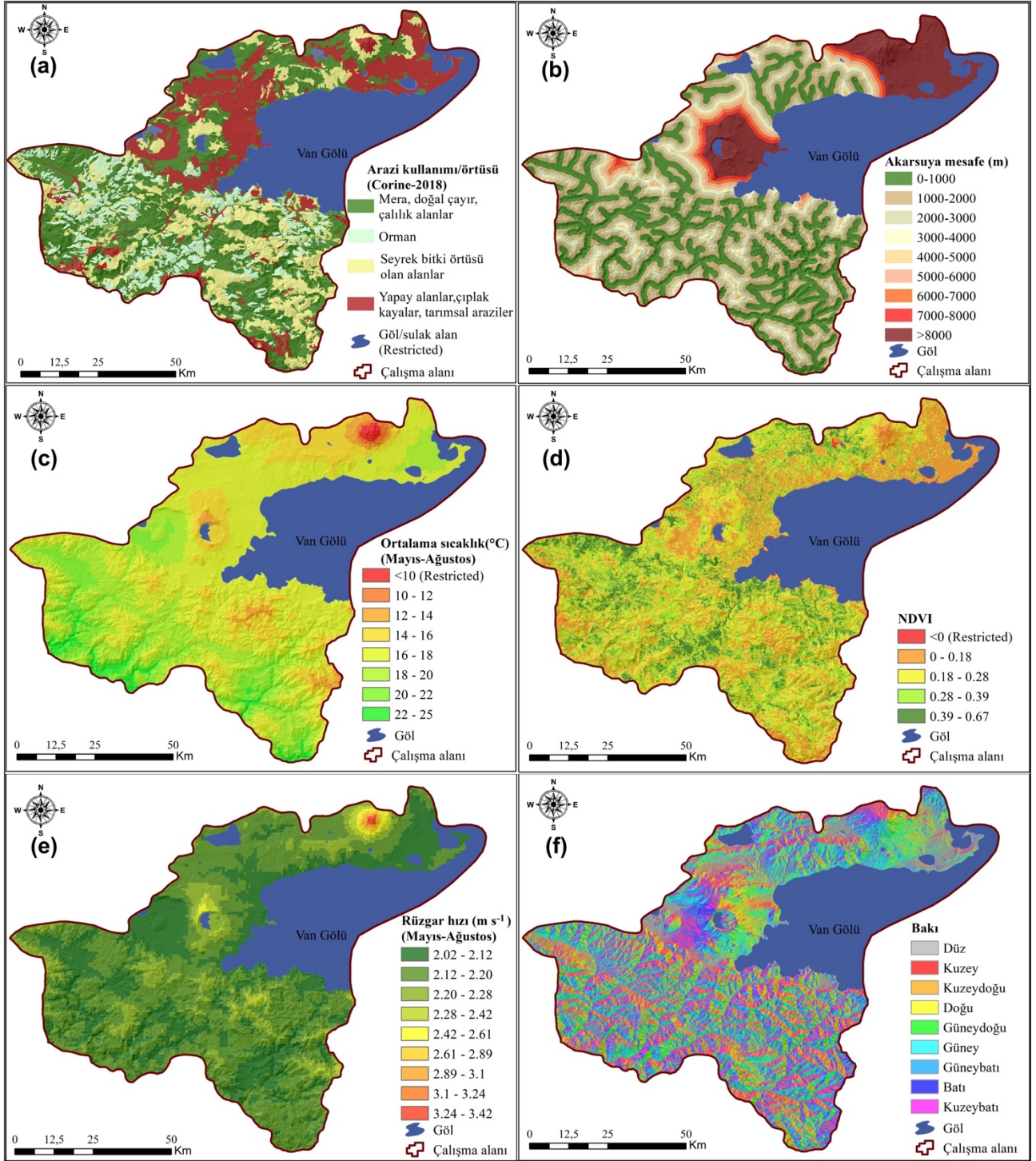
**Eğim (%):** Eğim değerleri yükselti gibi arıcılık faaliyetlerini etkileyen faktörlerdendir (Abou-Shaara 2013, Yılmaz vd. 2021, Elmastaş vd. 2022). Eğimin düşük olduğu yerler yüksek puanlandırılırken, eğimin arttığı alanlar düşük puanlandırılmıştır.

**Yola Uzaklık:** Yol veri seti Open Street Map'ten vektör formatında elde edilmiştir (<https://www.openstreetmap.org/>). Gezginci arıcılık ile ilgili yasal mevzuatta trafiğin yoğun olduğu alanlarda, kovanların yoldan 200 m, trafiğin az olduğu yerlerde ise en az 30 m uzakta olması gerektiği belirtilmiştir (Yılmaz vd. 2021). Bu çalışmada da yasal mevzuat gereği yola 200 m'lik tampon alanlar arıcılık için sınırlandırılmıştır. Bu sınırlandırma yapılırken yollardaki trafiğin yoğunluk durumu dikkate alınmamıştır. Arıcılıkla uğraşan kişilerin ulaşım gereksinimlerini sağlamak için yola yakın olmak tercih edilebilir bir durum olarak değerlendirilmiştir (Zoccali vd. 2017, Çevrimli ve Sakarya 2019). Bu amaçla sınırlandırılmış alandan sonra yola yakın kesimler yüksek, uzak kesimler ise düşük puanlandırılmıştır.

**Elektrik Hatlarına Uzaklık:** Bu veri seti Open Street Map'ten vektör formatında elde edilmiştir (<https://www.openstreetmap.org/>). Yüksek gerilimli elektrik hatlarının yaydığı elektromanyetik alanlar arıları olumsuz etkileyebilmektedir (Sarı vd. 2020b). Elektrik hatlarına çok yakın bölgelerin sınırlandırılması arıların sağlığı ve bal verimi açısından önemlidir. Bu amaçla elektrik hatlarının her iki yanı boyunca 200 m'lik tampon alanlar arıcılık faaliyetleri açısından sınırlandırılmıştır. Puanlamada elektrik hatlarından uzaklaştıkça puanlar artırılmıştır.



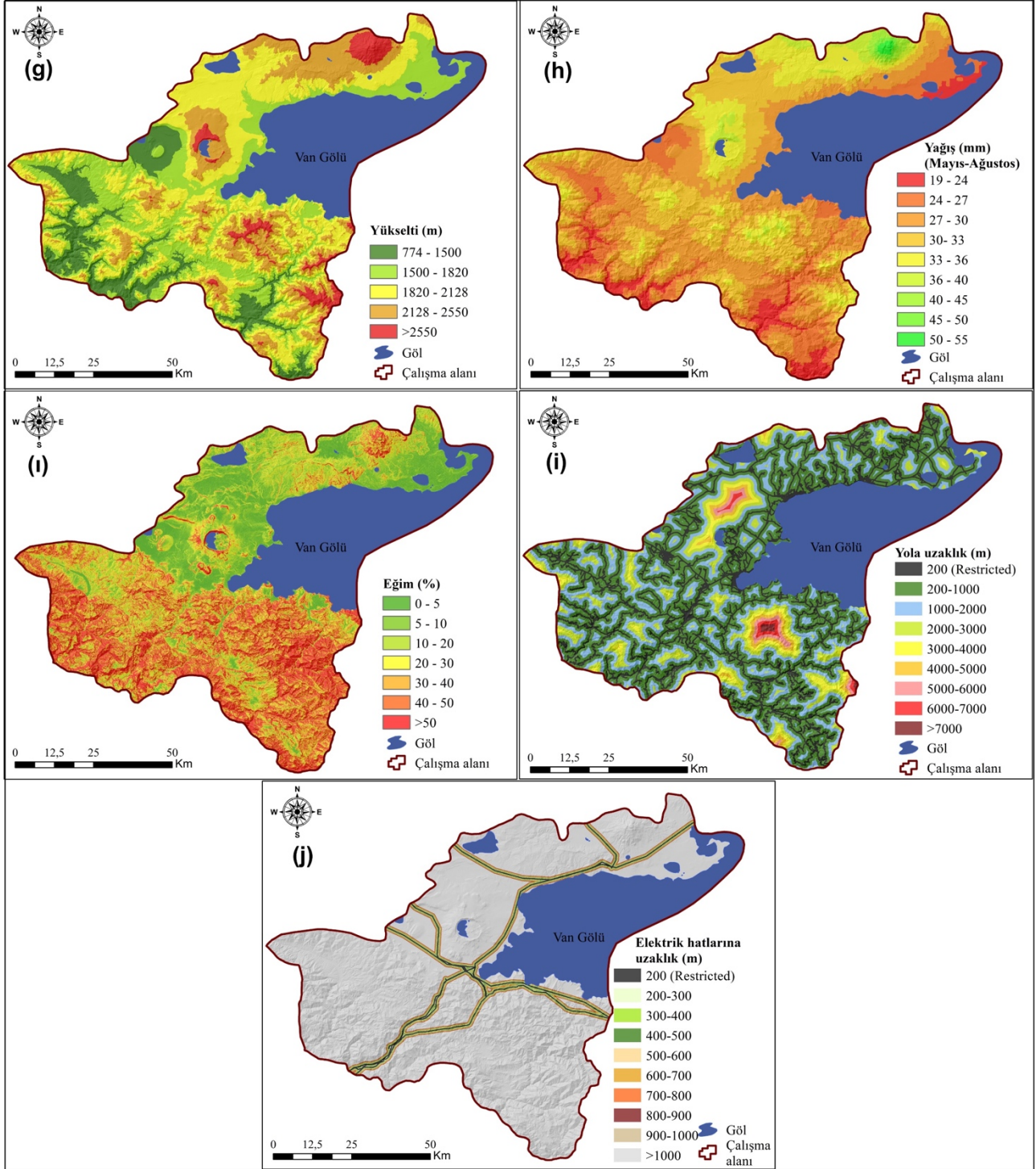
## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE



Şekil 4. Kullanılan kriterlerin tematik haritaları. (a); arazi örtüsü/kullanımı (b); akarsuya mesafe, (c); ortalama sıcaklık (Mayıs-Ağustos) (d); NDVI (e); rüzgâr hızı (f); bakı

Figure 4. Thematic maps of the criteria used. (a); land cover/use (b); distance to stream, (c); average temperature (May-August) (d); NDVI (e); wind speed (f); Aspect

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE



Şekil 4 devamı. (g); yükseklik, (h); yağış (Mayıs-Ağustos), (i); eğim (i); yola uzaklık, (j); elektrik hatlarına uzaklık haritası  
Figure 4 continuation. (g); height, (h); precipitation (May-August), (i); slope (i); distance to road, (j); distance map to power lines

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

### BULGULAR

Arıcılık için uygun yerlerin belirlenebilmesi için seçilen kriterlere ait haritalar ve bunların sınıf aralıkları Şekil 4'te sunulmuştur. Arazi kullanımı/örtüsü haritasında, zirai ilaçlamanın olabileceği tarımsal arazilerin ve bitki örtüsü açısından fakir çıplak kaya yüzeylerinin ilin çoğunlukla kuzey kesimlerinde yüzeylendiği görülmektedir. Mera ve çayır alanları birçok yerde bulunurken, ormanlık alanlar daha çok güney bölgelerde yoğunlaşmaktadır (Şekil 4a). Akarsuya mesafe haritasında ilin güney alanlarındaki drenaj ağlarının kuzey bölgelere göre daha yoğun olduğu görülmektedir (Şekil 4b). Ortalama sıcaklık haritasındaki en sıcak bölgeler, ilin güney kesiminde yer alan yükseltinin düşük olduğu kısımlardır. Sıcaklığın en düşük olduğu yer ise Süphan dağının yüksek kesimleridir. Bu bölgelerde yılın büyük bir kısmında buzul örtü bulunabilmektedir ve bu alanlar arıcılık faaliyetleri için sınırlandırılmıştır (Şekil 4c). NDVI haritası bitki örtüsünün daha çok ilin güney bölgelerinde (Mutki, Merkez, Hizan ilçeleri ile Tatvan ve Güroymak'ın güney kesimleri) yoğunlaştığını ve Adilceviz tarafında ise bitki örtüsünün daha cılız olduğunu göstermektedir (Şekil 4d). Rüzgâr hızı haritasında en yüksek hızın, Süphan dağının zirvesinde olduğu görülmektedir. Rüzgâr hızının yüksek olduğu bu alanlarda aynı zamanda sıcaklık değerleri de düşüktür (Şekil 4e). Yükselti haritasında volkanik dağların olduğu yerlerde yükselti değerlerinin arttığı görülmektedir. Dağların arasında bulunan vadilerde ise yükselti değerlerinin düşük olduğu görülmektedir. Yükseltinin arttığı yerlerde sıcaklık değerleri düşerken, rüzgâr hızı ise artmaktadır (Şekil 4g). Yağış haritasında, yükseltinin arttığı yerlerde yağış değerlerinin de fazlalaştığı görülmektedir. Yağışın en yüksek olduğu bölgeler Süphan ve Nemrut volkanlarının bulunduğu yerlerdir (Şekil 4h). Eğim haritası, ilin güney alanlarının yüksek eğim değerlerine, kuzey kesimlerin ise nispeten daha düşük eğim değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. Nemrut kraterinin bulunduğu kısımda ve Süphan dağının yamaçlarında eğimin yine yüksek olduğu görülmektedir. Eğim değerlerinin düşük olduğu kesimler AKAÖ haritasında çoğunlukla tarımsal araziler ve yapay alanlar olarak değerlendirilmiştir (Şekil 4ı).

Şekil 5'de üretilen uygunluk haritasındaki her sınıfın ilçelere göre hesaplanmış alan değerleri Tablo 3'de verilmiştir. Tabloya ayrıca ilçelerin 2021 ve 2022 yılı bal üretim istatistikleri de karşılaştırma yapılabilmesi

için eklenmiştir (TÜİK 2023). İlin 2021 ve 2022 yıllarına ait toplam bal üretim değerlerinde ciddi dalgalanmaların olduğu göze çarpmaktadır. Bitlis ilinde arıcılık faaliyetleri için çok uygun ve uygun olarak sınıflandırılan araziler alansal olarak sırasıyla çoktan aza doğru Mutki, Merkez, Hizan, Tatvan, Ahlat, Güroymak ve Adilceviz ilçeleridir (Tablo 3). Bu ilçelerden Hizan, Merkez ve Mutki ilçelerinin çok büyük bir kısmı arıcılık faaliyetleri için oldukça uygun görünmektedir. Bu ilçeler yapay alanlar, çıplak kayalar, yol ve elektrik hatlarından ötürü sınırlandırılmış bazı alanlar dışında büyük oranda uygun ve çok uygun arazi sınıflarını içermektedir. Tatvan ilçesinin güney kesimleri de (Van Gölünün güney tarafında kalan kısımlar) oldukça uygun araziler bulundurmaktadır.

Tatvan'ın kuzeybatı kesimleri (Van Gölünün batısı ile Nemrut volkanı arasındaki alanlar) ise arıcılık için çoğunlukla uygun olmayan arazileri içermektedir. Bu bölgelerde tarımsal araziler bulunmaktadır ve elektrik ile yol ağları bu kısımlarda yoğunlaşmıştır. Bundan ötürü arıcılık açısından pek uygun görülmemektedir. Güroymak ilçesinin güney kesimleri ile Nemrut volkanının bu ilçe sınırında olan kesimlerinde yer yer uygun araziler bulunmaktadır ancak bunların miktarı fazla değildir. Ahlat ilçesinin özellikle kuzey kesimlerinde uygun ve çok uygun araziler vardır. Nemrut volkanının kuzeyinde yer alan eğimin düşük olduğu ve tarımsal üretimin yapıldığı araziler ise arıcılık açısından pek uygun değildir. Bu durumun nedeni tarımsal arazilerde zirai ilaçların kullanılabilme durumundan dolayıdır. Adilceviz ilçesi arıcılık açısından en uygun olmayan ilçe olarak görülmektedir. Bu ilçenin yalnızca Ahlat'a sınır olan kesimlerinde uygun olabilecek araziler bulunmaktadır. Adilceviz ilçesinde akarsu ağının diğer ilçelere göre azlığı, NDVI değerlerinin düşüklüğü ve bu arazilerde mevsimsel olarak tarımsal üretimin yapıyor olması (zirai ilaçların kullanılma ihtimalinden ötürü) bu kısımları arıcılık açısından uygun kılmamaktadır (Şekil 5).

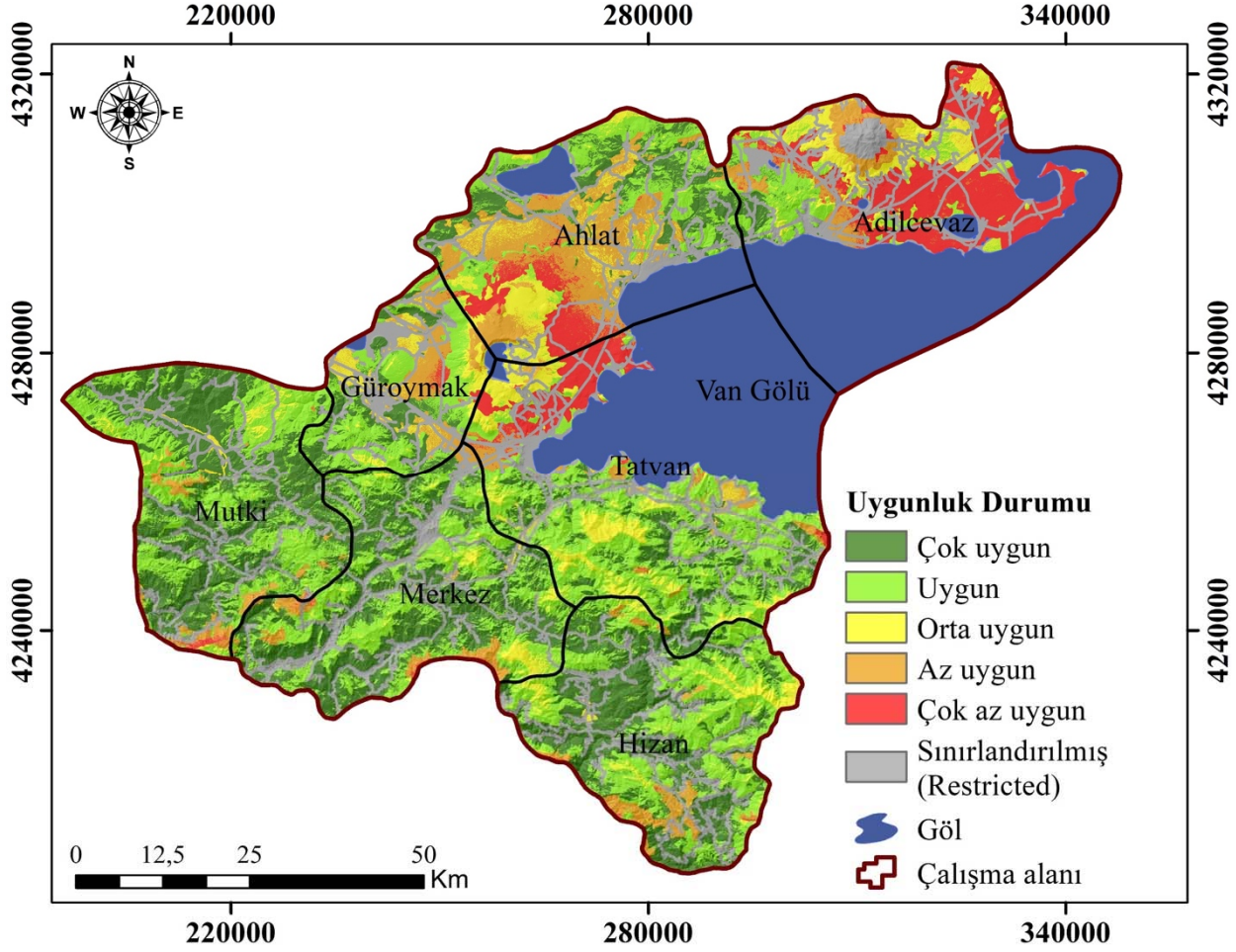
Tatvan'ın kuzeybatı kesimleri (Van Gölünün batısı ile Nemrut volkanı arasındaki alanlar) ise arıcılık için çoğunlukla uygun olmayan arazileri içermektedir. Bu bölgelerde tarımsal araziler bulunmaktadır ve elektrik ile yol ağları bu kısımlarda yoğunlaşmıştır. Bundan ötürü arıcılık açısından pek uygun görülmemektedir. Güroymak ilçesinin güney kesimleri ile Nemrut volkanının bu ilçe sınırında olan kesimlerinde yer yer uygun araziler bulunmaktadır ancak bunların miktarı fazla değildir. Ahlat ilçesinin özellikle kuzey kesimlerinde uygun ve çok uygun



## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

araziler vardır. Nemrut volkanının kuzeyinde yer alan eğimin düşük olduğu ve tarımsal üretimin yapıldığı araziler ise arıcılık açısından pek uygun değildir. Bu durumun nedeni tarımsal arazilerde zirai ilaçların kullanılabilme durumundan dolayıdır. Adilcevaz ilçesi arıcılık açısından en uygun olmayan ilçe olarak görülmektedir. Bu ilçenin yalnızca Ahlat'a

sınır olan kesimlerinde uygun olabilecek araziler bulunmaktadır. Adilcevaz ilçesinde akarsu ağının diğer ilçelere göre azlığı, NDVI değerlerinin düşüklüğü ve bu arazilerde mevsimsel olarak tarımsal üretimin yapıyor olması (zirai ilaçların kullanılma ihtimalinden ötürü) bu kısımları arıcılık açısından uygun kılmamaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. Bitlis ili arıcılık uygunluk haritası

Figure 5. Bitlis province beekeeping suitability map

### TARTIŞMA

İlçelerin bal üretim değerleri yüksekten düşüğe doğru Hizan, Merkez, Tatvan, Mutki, Güroymak ve Adilcevaz şeklinde sıralanmaktadır (Tablo 3). Bu ilçelerden Hizan, Merkez ve Tatvan'da görülen yüksek bal üretimi bu bölgelerde görülen uygun ve çok uygun arazilerin miktarları ile oldukça uyumludur. Ahlat ilçesinin kuzey kesimlerindeki

uygun arazilerin varlığı bal üretim değerleri ile paraleldir. Güroymak ve Adilcevaz ilçeleri uygun arazi varlığı açısından oldukça fakirdir ve bu durum bal üretim değerlerinde de kendini göstermektedir. Sonuç olarak Mutki dışındaki ilçelerde arıcılık için belirlenen uygun alanların miktarı ile bal üretim değerleri arasında uyum görülmektedir. Yüksek oranda çok uygun ve uygun arazi sınıflarının olduğu

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

ilçeler, bunların daha az olduğu ilçelere göre bal üretimini daha fazla miktarda yapmaktadır. Bu da yapılan çalışmanın doğruluğu açısından önemli bir göstergedir. Mutki ilçesi çok uygun ve uygun arazi sınıfları bakımından zengin bir yerdir. Bu ilçede

görülen düşük bal üretimi ise bu bölgede arıcılığın geliştirilebilmesi için teşviğe ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Sağlanacak desteklerle bu ilçedeki arıcılık faaliyetlerinden elde edilen ürün miktarının artması beklenmektedir.

Tablo 3. Bitlis ili bal üretim istatistikleri ve arazi uygunluk sınıflarının ilçelere göre alansal değerleri (TÜİK 2023)

Table 3. Bitlis honey production statistics and areal values of land suitability classes by districts (TUIK 2023)

Uygunluk Sınıfı	Mutki	Merkez	Hizan	Tatvan	Ahlat	Güroymak	Adilcevaz	Toplam
Sınırlandırılmış (km <sup>2</sup> )	169,79	219,02	186,93	1.019,11	339,26	138,61	996,67	3.069,39
Çok Az Uygun (km <sup>2</sup> )	5,54	3,17	2,37	87,08	89,87	6,65	273,47	468,15
Az Uygun (km <sup>2</sup> )	42,30	42,80	55,66	43,67	260,30	71,02	77,88	593,63
Orta Uygun (km <sup>2</sup> )	25,55	35,71	60,33	131,76	118,78	52,13	113,34	537,60
Uygun (km <sup>2</sup> )	374,51	348,67	377,16	442,26	194,45	162,05	104,71	2.003,81
Çok Uygun (km <sup>2</sup> )	451,80	414,78	337,99	161,90	150,24	84,96	18,35	1.620,02
2022 Yılı Bal Üretimi (ton)	48,25	179,56	750,84	110,87	58,43	35,00	27,40	1.210,35
2021 Yılı Bal Üretimi (ton)	46,53	529,00	900,00	442,00	76,00	38,85	23,85	2.056,23

Arıcılık faaliyetlerinde yer seçimini etkileyen pek çok unsur vardır. Bu unsurların tamamının modellenemesi zor bir durum olsa da yerel ölçekli bazı temel gereksinimlere göre bu modellerin oluşturulabilmesi mümkündür (Ceylan ve Sarı 2017). Arıcılık için uygun yerlerin belirlenebilmesi amacıyla, Suudi Arabistan (Abou-Shaara vd. 2013), Filipinler (Estonque ve Murayama 2010), İran (Amiri ve Shariff 2012), Mısır (Abou-Shaara 2015) ve Türkiye’de (Ceylan ve Sarı 2017, Sarı vd. 2020a, 2020b, Elmastaş vd. 2022) çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Türkiye’de yapılan çalışmalar Konya (Ceylan ve Sarı 2017, Sarı vd. 2020a, 2020b), Adıyaman (Elmastaş vd. 2022), İzmir (Yalçın vd. 2019) ve Artvin (Yılmaz vd. 2021) yörelerinde gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalarda kullanılan kriterlerin en önemlisi arazi örtüsü olarak değerlendirilirken diğer kriterler ise bölgelerin kendi gereksinimlerine göre seçilip ağırlıklandırılmıştır. Bu çalışmada seçilen kriterler, yapılan diğer çalışmalardaki kriterler ile benzerlikler göstermektedir (Tablo 1). Sıcaklık, NDVI ve rüzgâr kriterleri ise Türkiye’de yapılan çalışmalardan (Ceylan ve Sarı 2017, Yalçın vd. 2019, Sarı vd. 2020a, 2020b, Yılmaz vd. 2021, Elmastaş vd. 2022) farklı olarak bu çalışmada kullanılmıştır. Üretilen uygunluk haritalarının her biri kendi bölgelerinde arıcılık faaliyetleri için uygun yerleri ortaya koymaktadır ve her biri yapıldığı coğrafyaya özgüdür. Bundan dolayı farklı bölgelerin sonuçlarının kıyaslanması çok uygun değildir

(Yılmaz vd. 2021). Yapılan bu çalışmada, Bitlis ili özelinde arıcılık faaliyetleri için çeşitli kriterler değerlendirilerek arazi uygunluk haritası yapılmıştır. Bu haritanın hassasiyeti belirlenen kriterlerin, istenilen amacın gereksinimlerini karşılaması ve doğru bir şekilde ağırlıklandırılıp puanlandırılması ile mümkündür. Kriterlere ait veri kaynaklarının hassasiyeti de uygunluk haritalarının doğruluğunu etkilemektedir. Çalışmada kullanılan kriterler ve bunların ağırlıkları benzer ekolojik özelliklere sahip alanlarda da kullanılabilir niteliktedir. Farklı ekolojik özelliklere sahip yerlerde, belirlenen kriterler ve ağırlıklar bölgelerin gereksinimlerine göre yenilenip değerlendirme yapılabilir.

Yapılan çalışma için gerekli olabilecek bazı kriterler ise verilerin olmayışı veya elde edilememesinden dolayı oluşturulan modele dahil edilememiştir. Bunlardan bazıları biyoçeşitlilik, flora, çiçeklenme dönemlerinin mekânsal ve zamansal değişimidir. Bu verilerin olması, oluşturulan haritayı daha hassas yapacaktır. Bitlis ilinde yapılan gezginci arıcılık faaliyetlerinde, arıcılar çiçeklenme dönemlerine göre kovanlarının yerlerini değiştirmektedir (Çağlayan 2015). Bölgedeki floranın zamansal ve mekânsal değişimi ile ilgili bir verisinin olması durumunda oluşturulan uygunluk haritası farklı çiçeklenme dönemleri için yapılabilir. Yapılan bu çalışmada elde edilen uygunluk haritasının, mevcut arıcılık yapılan yerler ile uyumunun tespit edilmesi çalışmanın

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

geliştirilmesi açısından önemlidir. Bunun için mevcut arıcılık yerlerinin mekânsal verilerine ihtiyaç vardır. Bu amaçla mevcut arıcılık yerleri öğrenilmeye çalışılmıştır, ancak köy, mezra isimleri gibi geniş alanları kapsayan kayıtlara ulaşılmıştır. Konumsal dağılımları hakkında doğrulanmış bilgi toplamak mümkün olmadığından bu çalışmanın sonucunda elde edilen arıcılık için uygun alanların mevcut arıcılık sistemiyle karşılaştırması yapılamamıştır.

### Sonuç ve Öneriler

- 1- Yapılan bu çalışmada CBS ve ÇKKV yöntemlerinden AHP metodu kullanılarak ağırlıklı bindirme yöntemi (weighted overlay) ile arıcılık için uygun alanlar haritalandırılmıştır.
- 2- Oluşturulan uygunluk sınıflarının ilçelere göre alanları hesaplanmış ve bu değerler bal üretim istatistikleri ile kıyaslanmıştır. Bu veriler arasında görülen uyum çalışmanın doğruluğu açısından önemlidir.
- 3- Başta Mutki ilçesi olmak üzere ilde yapılacak teşvikler ile bal üretim değerlerinin arttırılabileceği düşünülmektedir.
- 4- Bölgedeki bitkilerin polen ve nektar içeriği bakımından sınıflandırılması, çiçek açma dönemlerinin zamansal ve mekânsal olarak çalışılması farklı çiçek açma dönemleri için uygunluk haritalarının oluşturulabilmesini olanaklı kılacaktır.
- 5- Tarımsal üretimde zirai ilaçların arılara verdiği zarardan ötürü bu alanlar düşük puanlandırılmıştır. Bu alanlarda kullanılan ilaçların kullanılmaması veya azaltılması durumunda arıcılık için uygun alanların miktarında artış görülebilir. Ayrıca zirai ilaçların kullanım zamanlarının kayıt altına alınarak belirlenmesi durumunda yine bu husus dikkate alınarak dönemsel haritalar oluşturulabilir.
- 6- Arıcılık yapılan yerlerin mekânsal kayıtlarının oluşturulması yapılan çalışmanın doğrulanması açısından önemlidir. Bu veri ayrıca gezgin arıcılık faaliyeti sürdüren kişilerin belli bölgelerde yoğunlaşmasının önüne geçerek arazinin uygun olduğu, koloni sayısının ise yoğun olmadığı bölgelere arıcıların yönlendirilmesinde kullanılabilir. Böylelikle arıcılık için uygun yerlerdeki birim alana düşen koloni sayısı kontrol altında tutularak verim kaybı azaltılabilir.
- 7- Bölgede arıcılığın gelecek yıllarda da sürdürülebilirliği için floranın korunması önemli bir konudur.

**Çıkar Çatışması:** Yazarın herhangi bir kişisel veya finansal çıkar çatışması bulunmamaktadır.

**Etik Belgesi:** Bu çalışma için etik belgesi gerekli değildir.

**Mali Kaynak:** Bu çalışma için sağlanmış mali kaynak bulunmamaktadır.

**Veri Sağlama Durumu:** Mevcut çalışma sırasında analiz edilen veri kümeleri, makul talep üzerine ilgili yazardan temin edilebilir.

### KAYNAKLAR

- Abou-Shaara HF. Wintering map for honey bee colonies in El-Behera governorate, Egypt by using Geographical Information System (GIS). *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*. 2013; 17(3): 403-408, <http://dx.doi.org/10.4314/jasem.v17i3.9>
- Abou-Shaara HF, Al-Ghamdi A, Mohamed A. suitability map for keeping honey bees under harsh environmental conditions using geographical information system. *Arabia Saudita. World Appl. Sci. J*, 2013, 22.8: 1099-1105, DOI: 10.5829/idosi.wasj.2013.22.08.7384
- Abou-Shaara, HF. Suitability of current and future conditions to apiculture in Egypt using Geographical Information System. *Journal of Agricultural Informatics*, 2015; 6 (2): 12-22, <https://doi.org/10.17700/jai.2015.6.2.189>
- Akıncı H, Özalp AY, Turgut B. Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique. *Computers and electronics in agriculture*. 2013; 97: 71-82, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2013.07.006>
- Amiri F, Shariff ARBM. Application of geographic information systems in land-use suitability evaluation for beekeeping: A case study of Vahregan watershed (Iran). *African Journal of Agricultural Research*. 2012; 7(1): 89-97, DOI: 10.5897/AJAR10.1037
- Ay YE, Yiğit Y. Bal, beslenme ve sağlık. 3rd International Congress on Social Sciences, China to Adriatic, Antalya-Türkiye, Book of Proceedings, 27-30 Ekim 2016.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Ceylan DA, Sarı F. Konya İli İçin Çok Ölçütlü Karar Analizleri ile En Uygun Arıcılık Yerlerinin Belirlenmesi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*. 2017;17(2):59-71, <https://doi.org/10.31467/uluaricilik.373637>
- Çağlıyan A. Bitlis İlinde Arıcılık Faaliyetleri. *Coğrafya Dergisi*. 2015; 0(30): 1-25.
- Çakmak İ, Aydın L, Seven S, Korkut M. Güney Marmara Bölgesi'nde arıcılık anket sonuçları. *Uludağ Arıcılık Dergisi*. 2003; 3(1): 31-36.
- Çevrimli MB, Sakarya E. Arıcılık Ekonomisine Giriş ve Saha Verileri ile Bir Değerlendirme. *Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni*. 2019;10(1), 40-48.
- Elmastaş N, Ölmez İ, Vural E. Suitability Analysis of Apiculture (Beekeeping) Activity Areas with Multi-Criteria Method: A Case Study of Adıyaman. *Coğrafya Dergisi*. 2022; (44): 19-30, DOI: 10.26650/JGEOG2022-894419
- Estoque RC, Murayama Y. Suitability analysis for beekeeping sites in La Union, Philippines Using GIS and Multi-Criteria Evaluation Techniques. *Research Journal of Applied Sciences*. 2010; 5(3): 242-253.
- Estoque RC, Murayama Y. Spatial Analysis and Modeling in Geographical Transformation Process. Ed. Murayama Y, Thapa, RB, "Suitability Analysis for Beekeeping Sites Integrating GIS & MCE Techniques" The GeoJournal Library, 2011, p.215-233, DOI: 10.1007/978-94-007-0671-2\_13
- Everest T, Gür E. A GIS-based land evaluation model for peach cultivation by using AHP: a case study in NW Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2022;194(4):1-15. <https://doi.org/10.1007/s10661-022-09898-6>
- FAO (2023). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, 2021 Yılı Dünya Bal üretim İstatistikleri, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim tarihi: 12/01/2023).
- Fernandez P, Roque N, & Anjos O. Spatial multicriteria decision analysis to potential beekeeping assessment. Case study: Montesinho Natural Park (Portugal). 19th AGILE International Conference on Geographic Information Science-Geospatial Data in a Changing World, Helsinki-Finlandiya, Book of Proceedings, 14-17 June 2016.
- Fick SE, Hijmans RJ. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International journal of climatology*. 2017; 37(12): 4302-4315, <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
- Jankowski P. Integrating geographical information systems and multiple criteria decision-making methods. *International journal of geographical information systems*. 1995; 9(3): 251-273, <https://doi.org/10.1080/02693799508902036>
- Kowalski S. Changes of antioxidant activity and formation of 5-hydroxymethylfurfural in honey during thermal and microwave Processing. *Food Chemistry*. 2013; (141): 1378-1382.
- Kutlu MA, Özdemir FA, Kılıç Ö. Hizan İlçesindeki (Bitlis) Arıcılık Faaliyetleri Üzerine Bir Araştırma. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2016; 21(2); 197-206.
- Malczewski J. GIS and multicriteria decision analysis, John Wiley & Sons Press, 1999.
- Mercan Ç. Yer yüzey sıcaklığının termal uzaktan algılama görüntüleri ile araştırılması: Muş ili örneği. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*. 2020; 2(2), 42-49.
- Mercan Ç, Acıbuca V, Ayyıldız AŞ. Mardin İli Tarımında Ekonomik Sürdürülebilirliğe Yönelik Akademik Yaklaşımlar, Editör: Doğan Y, Acıbuca V, "Mardin İli Tarım Arazilerinin 1990-2018 Yılı Arasındaki Mekânsal Değişimi" Mardin Artuklu Üniversitesi Yayınları, Mardin, 2022, p. 73-89.
- Mercan Ç, Arpağ S. Coğrafi Bilgi Sistem Analizleri Kullanılarak Toprak ve Arazi Özelliklerinin Değerlendirilmesi: Türkiye, Mardin İli Arazisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*. 2020; 7(1), 23-33. <https://doi.org/10.19159/tutad.644210>
- MGM 2023. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Resmi İstatistikler, <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=undefined&m=BITLIS> (Erişim tarihi: 10.01.2023).

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Orhan O. Land suitability determination for citrus cultivation using a GIS-based multi-criteria analysis in Mersin, Turkey. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2021; 190, 106433, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106433>.
- Saaty TL. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of mathematical psychology*. 1977; 15(3): 234-281, [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5).
- Saaty TL. The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resources allocation. McGraw Press, New York, 1980, p. 281.
- Saaty RW. The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. *Mathematical modelling*. 1987; 9(3-5): 161-176, [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8).
- Sarı F, Ceylan DA, Özcan MM. & Özcan, MM. A comparison of multicriteria decision analysis techniques for determining beekeeping suitability. *Apidologie*. 2020a; 51: 481-498.
- Sarı F, Kandemir İ, Ceylan DA, Gül A. Using AHP and PROMETHEE multi-criteria decision making methods to define suitable apiary locations. *Journal of Apicultural Research*. 2020b; 59(4): 546-557. DOI: 10.1080/00218839.2020b.1718341.
- Selçuk SF, Cebeci MS, Köker B, Yılmaz Z. Konya İli Arazi Kullanım/Örtüsü Değişim Analizi. *Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi*. 2021; 4(2): 100-114.
- Sıralı YD. Arıcılığın Türkiye İçin Önemi. *Arıcılık Araştırma Dergisi*. 2010; 4: 3-4.
- TÜİK 2023. Türkiye İstatistik Kurumu, Hayvancılık İstatistikleri, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr> (Erişim tarihi: 11.03.2023).
- Tunçel H. Türkiye'de (1966-1986 yılları arasında) arıcılığa genel bir bakış. *Türkiye Coğrafyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi*. 1992; 1: 97-126.
- Widiatmaka., Ambarwulan W, Sjamsudin CE, Syaufina L. Geographic information system and analytical hierarchy process for land use planning of beekeeping in forest margin of Bogor Regency, Indonesia. *Jurnal Silviculture Tropika*. 2016; 7(3): S50-S57, <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.7.3.S50-S57>
- Yalçın H, Ağaçasapan B, Çabuk A. Coğrafi bilgi sistemleri ile uygun arıcılık yerlerinin belirlenmesi. *GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies*. 2019; 1(2): 1-15.
- Yılmaz E, Sesli FA, & Uzun ÖF. Arıcılık Faaliyetleri İçin Uygun Yerlerin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Belirlenmesi: Şavşat İlçesi Örneği. *Black Sea Journal of Engineering and Science*. 2021; 4(3): 111-116.
- Zoccali P, Malacrinò A, Campolo O, Laudani F, Algeri GM, Giunti G, Palmeri V. A novel GIS-based approach to assess beekeeping suitability of Mediterranean lands. *Saudi journal of biological sciences*. 2017; 24(5): 1045-1050, <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.01.062>.