

## KONYA İLİ İÇİN ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR ANALİZLERİ İLE EN UYGUN ARICILIK YERLERİNİN BELİRLENMESİ

### Determining Most Suitable Beekeeping Locations Via Multi Criteria Decision Analysis in Konya

(Extended Abstract in English can be Found at the End of Article)

Durmuş Ali CEYLAN<sup>1</sup>, Fatih SARI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Selçuk Üniversitesi Çumra Meslek Yüksekokulu, Konya (daliceylan@selcuk.edu.tr)

<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi Çumra Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Konya (fatih@sari@selcuk.edu.tr)

Geliş Tarihi: 09/10/2017

Kabul Tarihi: 24/10/2017

#### ÖZ

Arıcılık, günümüzde ülke genelinde önemi giderek artan ve özellikle biyoçeşitlilik, ekosistem, sürdürülebilir tarım ve insan sağlığı alanlarında ön plana çıkmaya başlayan faaliyetlerdendir. Arıcılık faaliyetlerinden elde edilen verimin artması ve üretimde sürdürülebilirliğin sağlanması amacıyla arıcılığa uygun yerlerin belirlenmesi gerekli hale gelmiştir. Özellikle arıcılığın kırsal kalkınma üzerindeki etkisi göz önüne alındığında en uygun arıcılık yerlerinin belirlenmesi işleminin önemi ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada Konya ilinde Çok Ölçütlü Karar Analizleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak en uygun arıcılık yerlerinin belirlenmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan uygunluk haritası ile mevcut arı konulan yerler karşılaştırılarak uygunluğun kullanılabilirliği ve güvenilirliği araştırılmıştır. Sonuçların uygunluk haritası ile karşılaştırılması sonucunda, tarımsal alanlar haricinde %82 oranında kesişmenin olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Arıcılık Yerleri, Uygunluk Analizi, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Çok Ölçütlü Karar Analizleri

#### ABSTRACT

Nowadays, beekeeping activities and its importance have been increased due to the contributions to sustainable agriculture, human health, ecosystem and biodiversity. It is being necessary to determine suitable beekeeping to provide sustainable productivity and efficiency to increase the yield. Especially, need for suitability analysis concept were revealed when considering the rural development.

In this study, beekeeping suitability analysis is performed via Multi Criteria Decision Analysis and Geographical Information Systems. Existing beekeeper locations are specified and intersected with suitability map to calculate the accuracy and reliability of the study. Considering the intersection of existing beekeeper locations and generated suitability map, 82% intersection rate is calculated.

**Keywords:** Beekeeping Locations, Site Suitability, Geographical Information Systems, Multi Criteria Decision Analysis

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

### GİRİŞ

Gelişen ülkelerdeki arıcılık faaliyetleri incelendiğinde, bal, balmumu, arı zehri, arı sütü ve propolis gibi insan sağlığı üzerinde önemli etkileri olan ürünlerin kırsal kalkınma üzerinde büyük etkisi olduğu görülmektedir (Ceylan, 2004; Estoque ve Murayama, 2010; 2011; Damián, 2016). Özellikle arıların polinasyonu artırıcı özelliğinin olması ve %33 oranındaki tarımsal ürünlerin polinasyonunda etkili olması nedeniyle kayda değer bir verim artışı sağlamaktadır (Maris ve ark., 2008; Oldroyd ve Nanork, 2009).

Türkiye İstatistik Kurumu verilerine bakıldığında her geçen yıl bal üretiminin ve arıcılık faaliyetlerinin arttığı görülmektedir (URL 1). Ülkemiz her ne kadar zengin ve uygun ekolojik şartlara haiz olsa da, arıcılık potansiyeli tam olarak değerlendirilememektedir. Bu nedenle, kaynakların tam olarak kullanılabilmesi, kovan başı verimliliğinin artırılması ve kırsal kalkınmanın en etkin şekilde sağlanması amacıyla sürdürülebilir yönetim ve izleme sistemlerinin devreye sokulması gerekmektedir. Bu kapsamda arıcılık faaliyetleri için en uygun yerlerin belirlenmesi sıralanan ihtiyaçları karşılamak için önemli çözümler sunmaktadır.

En uygun arıcılık yerlerinin sosyal, çevresel, ekonomik ve topoğrafik bazı gereksinimler ve kriterler kapsamında değerlendirilmesi gerekmektedir. Arıların gereksinimleri göz önüne alındığında bölgenin bir çok kriter açısından uygun değerleri taşıması gerekmektedir. Tüm etki faktörleri içerisindeki uygun olan ve olmayan değerlerin analiz edilerek ayrıştırılması ve bölgenin özellikleri de göz önüne alınarak karar verilmesi gerekmektedir.

Bu kapsamda Çok Ölçütlü Karar Analizleri (ÇÖKA) olarak adlandırılan yöntemler uygun yer bulma probleminin karmaşık yapısına çözüm getirerek karar vericilere en optimum sonucu bulmaya yarayan analizleri sağlamaktadır. Genel çerçevede bakıldığında uygunluk analizleri; yükseklik, eğim, atmosferik şartlar, arazinin topoğrafik özellikleri ve meteorolojik şartlar gibi kriterleri içerdiği görülmektedir (Wang ve ark., 1990; Joerin ve ark., 2001; Yu ve ark., 2011; Zolekar ve Bhagat, 2015). Arıcılık için en uygun yerlerin belirlenmesi işleminde göz önüne alındığında çoklu kriterlerin bir arada değerlendirilerek optimum değerlerin belirlenmesi gerektiği görülmektedir. Bu noktada en önemli konu arıcılık alanında uzman kişilerin hangi kriterlerin kullanılacağını ve belirlenen kriterlerin hangi

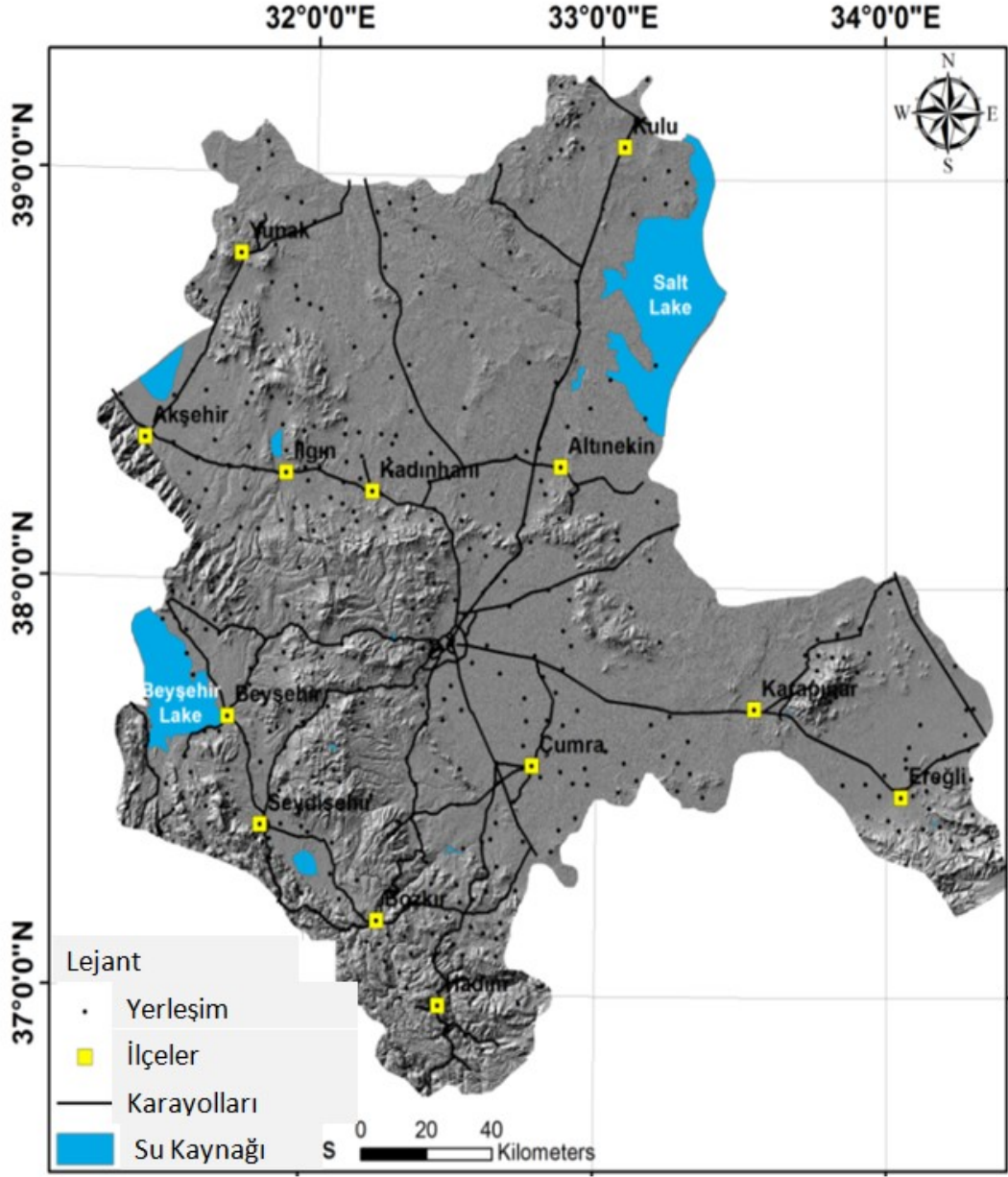
aralıklarda olması gerektiğini belirlemesidir. Oldukça karmaşık olan ve nitel/nicel verilerin bir araya getirilme gerekliliği olan bu işlemde karar vericilere uygunluk yerlerinin hesaplanmasını sağlamak için Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) olarak adlandırılan ve ÇÖKA içerisinde oldukça yaygın kullanılan bir metod Saaty tarafından geliştirilmiştir. AHY, gerçek problemlere farklı yaklaşımlar geliştirilerek, çok sayıda veri seti içerisinde en uygun değerlerin hesaplanmasını amaçlamaktadır (Saaty, 1977, 1980, 1994, 2001; Saaty ve Vargas, 1991). AHY kapsamında her bir kriter için bir ağırlık hesaplanması yapılarak uygunluk değerine katkıda bulunma oranları belirlenmekte ve esnek yapısı sayesinde bu ağırlıklar karar verici tarafından uzman görüşlerine göre hesaplanabilmektedir. Bu yöntem, her bir kriteri birbiri ile karşılaştırarak birbirlerine göre olan önem derecelerini belirlemektedir (Arentze ve Timmermans, 2000; Chen ve ark., 2010).

Yapılan çalışmalar incelendiğinde bu alanda oldukça az sayıda çalışma olduğu görülmektedir. Abou-Shaara ve ark., (2013), AHY yöntemi kullanarak bağıl nem, su kaynakları, arazi örtüsü ve sıcaklık gibi kriterleri kullanarak en uygun arıcılık yerlerini belirlemiştir. Maris ve ark., (2008) yağış, topoğrafya, yol ağı, nektar ve polen gibi kriterleri kullanarak uygunluk yerlerini belirlemiştir. Amiri ve Shariff, (2012), Coğrafi Bilgi Sistemleri'ni kullanarak yol, su kaynakları, sıcaklık ve yağış oranı gibi verileri kullanarak uygunluk değerlerini bulmuşlardır. Benzer olarak, Estaque ve Murayama, (2010), AHY yöntemi ile nektar ve polen verilerini, yükseklik, yol ve akarsu kriterlerini uygunluk analizine dahil etmişlerdir. Camargo ve ark., (2014), arazi kullanımı, flora ve bal üretkenliği kriterlerini kullanmışlardır. Diğerlerinden farklı olarak Fernandez ve ark., (2016), iklim koşulları, yerleşim alanlarına uzaklık, yol ağları, güneş radyasyonu ve elektromanyetik alanlar gibi kriterleri uygunluk değerine dahil etmişlerdir.

### GEREÇ VE YÖNTEM

En uygun arıcılık yerlerinin belirlenmesi çalışması Konya ili için gerçekleştirilmiştir. Konya, 31 ilçesi ve 40814 km<sup>2</sup> alanı ile Türkiye'nin yüzölçümü olarak en büyük ilidir. Arıcılık faaliyetleri açısından değerlendirildiğinde topolojik, meteorolojik ve arazi örtüsü bakımından çok çeşitlilik gösteren bir yapıya sahiptir. Şekil 1'de Konya ili ve sınırları gösterilmektedir.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE



Şekil 1: Çalışma alanı Konya ili ve sınırları

### Kriter Seçimi

Kriter seçimi arıcılık faaliyetleri için belirlenen gereksinimler, sınırlamalar ve beklentiler göz önüne alınarak gerçekleştirilmiştir. Meteorolojik, çevresel, ekonomik ve topoğrafik anlamda gereklilikler belirlenerek kriterlerin optimum değerleri belirlenmiştir. Belirlenen kriterler aşağıda sıralanmıştır.

**Baki:** Kovanların yerleşiminde yön kriteri bal arılarının faaliyetleri, aktiviteleri ve üretimlerinde önemli bir etkiye sahiptir. Arı konulacak yerler (arılık) belirlenirken öncelikli olarak güney yönler arıcılık için uygun olarak belirlenmektedir. Kuzey yönler ise tercih edilmemektedir.

**Yükseklik:** Çalışma bölgesine göre arıcılık için yükseklik değeri hem flora hem de meteorolojik

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

şartları belirleyici olmasından dolayı önemli bir kriterdir. Belirli bir yükseklikten sonra hem sıcaklığın çok düşmesi hem de bitki örtüsündeki seyrelme nedeniyle çalışma alanına göre maksimum yükseklik değeri belirlenmelidir.

**Flora:** Flora arıcılık faaliyetlerinde en belirleyici kriter olarak bilinmekte ve buna göre değerlendirilmektedir. Bal üretimi doğrudan bölgedeki floraya bağlı olduğundan bu kriter hem detaylı hem de hassas bir şekilde irdelenmeli ve belirlenmelidir. Ayrıca tarımsal alanlar ve bu alanlara ekilen ürün bilgileri de flora içerisine dahil edilmelidir.

**Yol ve Yerleşime Uzaklık:** Karayolları ve yerleşimler, gürültü kirliliği, hava kirliliği, endüstriyel alanlar, çevresel atıklar, vb gibi nedenlerden dolayı arıcılık faaliyetlerini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca yerleşim yerlerinde insanların ve diğer canlıların rahatsız edilmesi gibi olumsuzluklar da arıların bu bölgelerden uzak olmasını gerektirmektedir. Bu nedenlerden dolayı, arılık olarak belirlenen yerlerin bu bölgelerden uzak olması tercih edilmelidir.

**Su kaynaklarına uzaklık:** Arıcılık faaliyetlerinde bir diğer önemli husus ise su kaynağıdır. Su, bal arılarının yaşamları, aktiviteleri ve üretimleri için önemli bir kriterdir. Suyun kolay ve hızlı temini için kovanlar su kaynağına ne kadar yakın olursa o kadar etkili olacaktır.

**Eğim:** Eğim kriteri yine yüksekliğe ve topoğrafyaya bağlı olarak arıcılık faaliyetlerini etkileyen bir kriterdir. Bu nedenle yükseklik kriteri ile birlikte kullanılması gerekmektedir.

**Yağış:** Yağış kriteri, florayı ve bitkilerin çiçeklenme süresini doğrudan etkileyen önemli bir kriterdir. Ayrıca bitki örtüsündeki yoğunluk ve çeşitlilikte de belirleyici bir etken olmasından dolayı uygunluk değeri hesaplanırken kullanılması gereken kriterlerden birisidir.

### Analitik Hiyerarşi Yöntemi

Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) karmaşık karar problemlerinde alternatif ve kriterlere göreceli önem değerleri ve puanları verilmek suretiyle karar mekanizmasının çalıştırılması esasına dayanan bir "çok kriterli karar verme" yöntemidir. AHP, karar teorisinde zengin uygulamaları olan, nitel ve nicel faktörleri birleştirme olanağı sunan güçlü ve kolay anlaşılır bir yöntemdir.

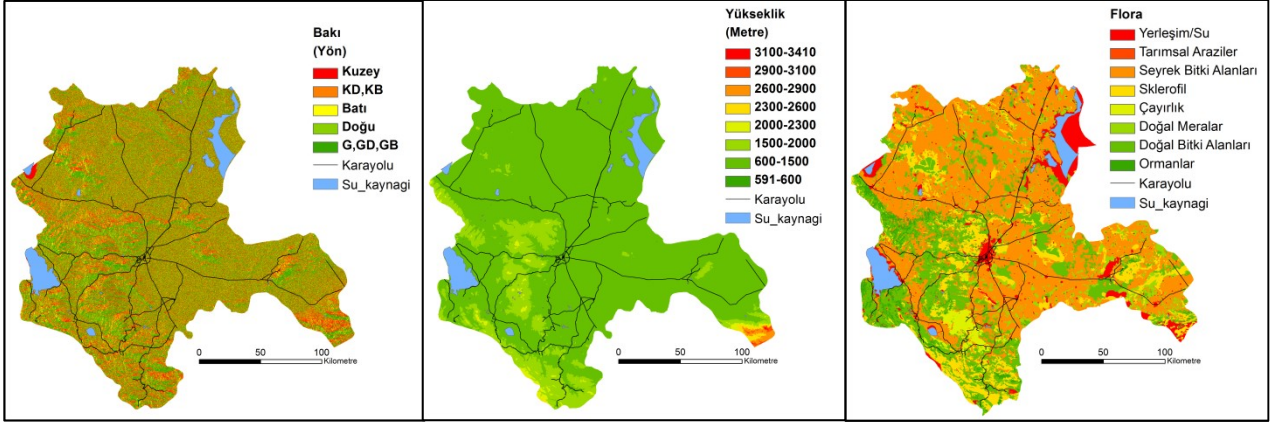
AHY temel olarak karar vermede kullanılacak olan kriterlerin birbirlerine göre kıyaslanmasını baz alan bir yapı sunmaktadır. Karşılaştırma matrisi olarak adlandırılan bu işlem, karar verilecek olan probleme etki eden kriterlerin birbirlerine olan önemini kıyaslayarak ağırlıklarını hesaplamaktadır. Bu önem derecesi problemin alanına göre uzman görüşü alınarak gerçekleştirilmektedir. Her bir kriterin birbirine olan kıyaslaması bittiğinde oluşan matris elemanları, her bir satırın toplamına bölünerek normalize edilmiş matris oluşturulmaktadır. Normalize edilmiş matrisin satır ortalama değerleri ise kriterlerin ağırlıklarını teşkil etmektedir.

### UYGULAMA

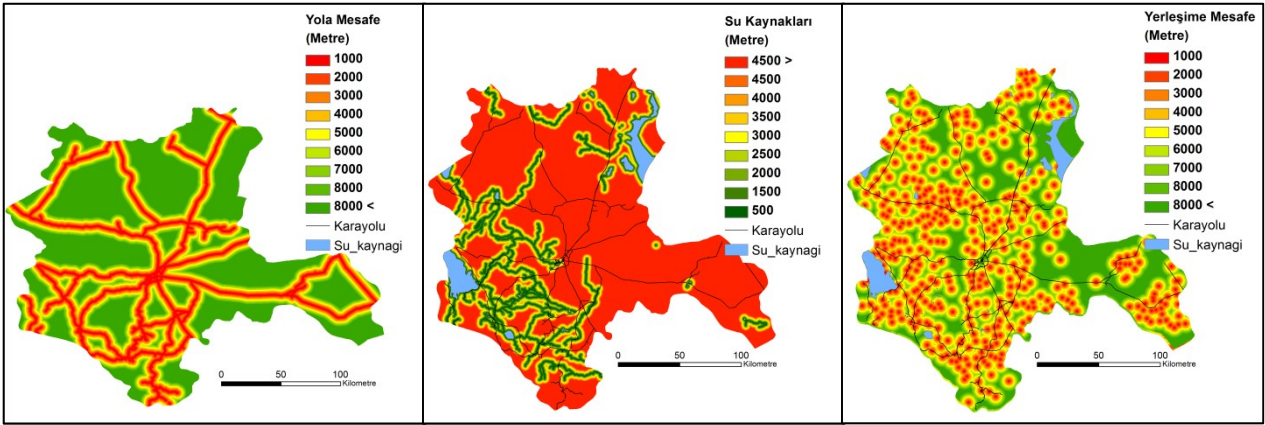
Her bir kriter çeşitli kurum, internet kaynakları ve enstitülerden elde edilerek ArcGIS yazılımı kullanılarak haritalanmıştır. Her bir kriterin veri aralıkları, başka deyişle sınıf değerleri arıcılık faaliyetleri için değişkenlik gösterecek eşik değerleri baz alınarak belirlenmiştir. Örneğin su kaynaklarına yakınlık verisi sınıfları 500 metrede bir değişirken karayollarına yakınlık verisi 1000 metrede bir sınıf olarak atanmıştır. Benzer şekilde eğim ve yükseklik verilerinin sınıf aralıklarının homojen olmadığı, tamamen bölgeye özgü kırılma noktalarının dikkate alındığına dikkat edilmelidir. Şekil 2'de her bir kriter için oluşturulan haritalar ve sınıf aralıkları gösterilmektedir. Haritalarda yeşil renkli alanlar uygunluk değerini, kırmızı olan bölgeler ise uygun olmayan yerleri temsil etmektedir.

Bu çalışmada kullanılan ve 1'den 9'a kadar olan önem derecelendirmesi ise her bir sınıf aralığı belirlendikten sonra ilgili sınıf değerlerine atanmıştır. Arıcılık için en önemli olan sınıf aralıklarına 9, en önemsiz olan sınıflara ise 1 değeri verilmiştir. Göreceli olarak ara değerler ise önem derecesine göre sınıflandırılmıştır. Bu kapsamda en önemli nokta, her bir kriter için belirlenen sınıf aralıkları ve puan değerleri çalışma bölgesine göre verilmiştir. Çalışma bölgesi değiştiğinde tüm değerler ve uygunluk puanları farklılık göstereceğinden uzman görüşüne göre bu değerlerin ataması ve sınıf aralıklarının belirlenmesi gerekmektedir. Çizelge 1'de kriterler ve sınıf aralıkları görülmektedir.

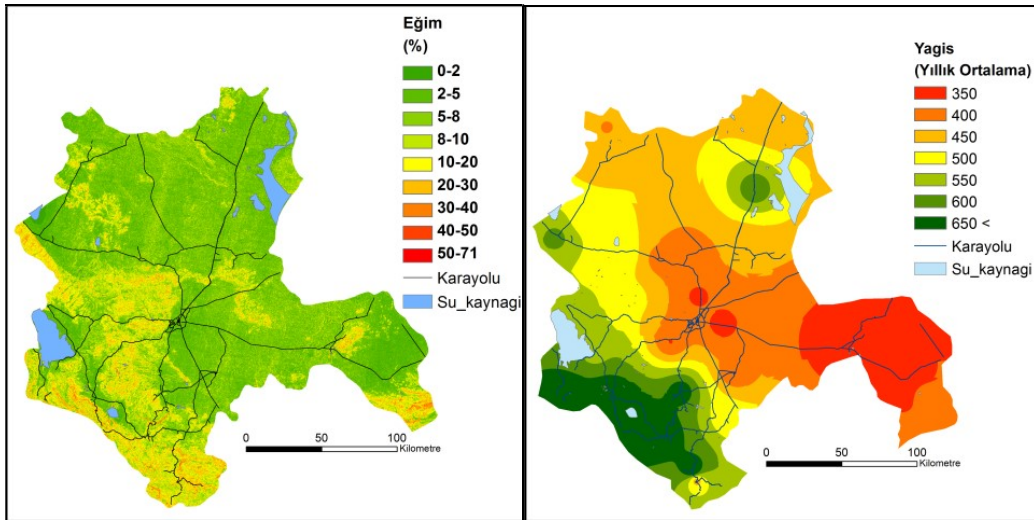
## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE



Şekil 2 a,b,c: Bakı haritası, Yükseklik haritası, Flora haritası



Şekil 2 d,e,f: Yollara uzaklık haritası, Su kaynaklarına uzaklık haritası, Yerleşime uzaklık haritası



## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Şekil 2 g,h: Eğim haritası, Yağış haritası

Çizelge 1. Kriter sınıf aralıkları ve önem derecelerinin atanması

Kriterler	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bakı	Kuzey	K.Doğu K.Batı	-	-	Batı	-	-	G.Doğu G.Batı	Güney
Flora	Şehir	Tarımsal	-	Seyrek bitki alanları	-	-	Meralar	Doğal bitki alanları	Ormanlar
Eğim (%)	50-71	40-50	30-40	20-30	10-20	8-10	5-8	2-5	0-2
Yükseklik (m)	3410<	3100- 3410	2900- 3100	2600-2900	2300- 2600	2000- 2300	1500- 2000	600-1500	600>
Yağış(mm)	250	300	350	400	450	500	550	600	650
Su kaynak. (m)	8000>	8000	7000	6000	5000	4000	3000	2000	1000
Yollar (m)	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	8000<
Yerleşim (m)	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	8000<

Her bir kriter haritasının oluşturulmasından ve 1'den 9'a kadar önem derecelerinin atanmasının ardından AHY karşılaştırma matrisinin uygulanması gerekmektedir. Bu aşamada her bir kriterin ağırlığı hesaplanarak uygunluk haritasına olan katkısı hesaplanacaktır. Ağırlıkların hesaplanmasında arıcılık uzmanlarının görüşleri önemli yer

tutmaktadır. Hangi kriterin ne kadar ağırlığı olması gerektiği uzmanlardan elde edilerek karşılaştırma matrisinde her bir kriterin diğeri ile karşılaştırılmasında kullanılacak değerlerin buna göre belirlenmesi gerekmektedir. Çizelge 2'de karşılaştırma matrisi elemanları gösterilmektedir.

Çizelge 2. Karşılaştırma matrisi ve önem derecelerinin ikili karşılaştırma yolu ile atanması

	Bakı	Yükseklik	Flora	Yollar	Su kay.	Yerleşim	Eğim	Yağış
Bakı	1	0,5	0,1	3	0,4	4	4	5
Yükseklik		1	0,3	2	0,5	4	1,5	1,2
Flora			1	9	6	8	7	7
Yollar				1	0,5	1	0,8	0,2
Su kay.					1	4	3	4
Yerleşim						1	0,8	0,3
Eğim							1	0,2
Yağış								1



## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Karşılaştırma matrisinin ardından ağırlık hesaplamasının tutarlı olup olmadığının araştırılması gerekmektedir. Bu nedenle AHY yöntemindeki tutarlılık oranı hesaplaması yapılarak sonucun tutarlı olması durumunda uygunluk haritası üretim aşamasına geçilmeli aksi takdirde ağırlık hesaplanması için karşılaştırma matrisinde atanan önem değerleri tekrar kontrol edilmelidir. Çizelge 3'te hesaplama sonucu elde edilen ağırlıklar görülmektedir.

**Çizelge 3.** Karşılaştırma matrisi sonrası hesaplanan ağırlıklar

Kriter	Ağırlık
Bakı	0.120
Yükseklik	0.100
Flora	0.440
Yollar	0.039
Su kay.	0.146
Yerleşim	0.033
Eğim	0.044
Yağış	0.076

Arıcılık için en uygun yerlerin belirlenmesi ise her bir kriterin belirlenen ağırlıklar oranında toplanması ile elde edilmektedir.

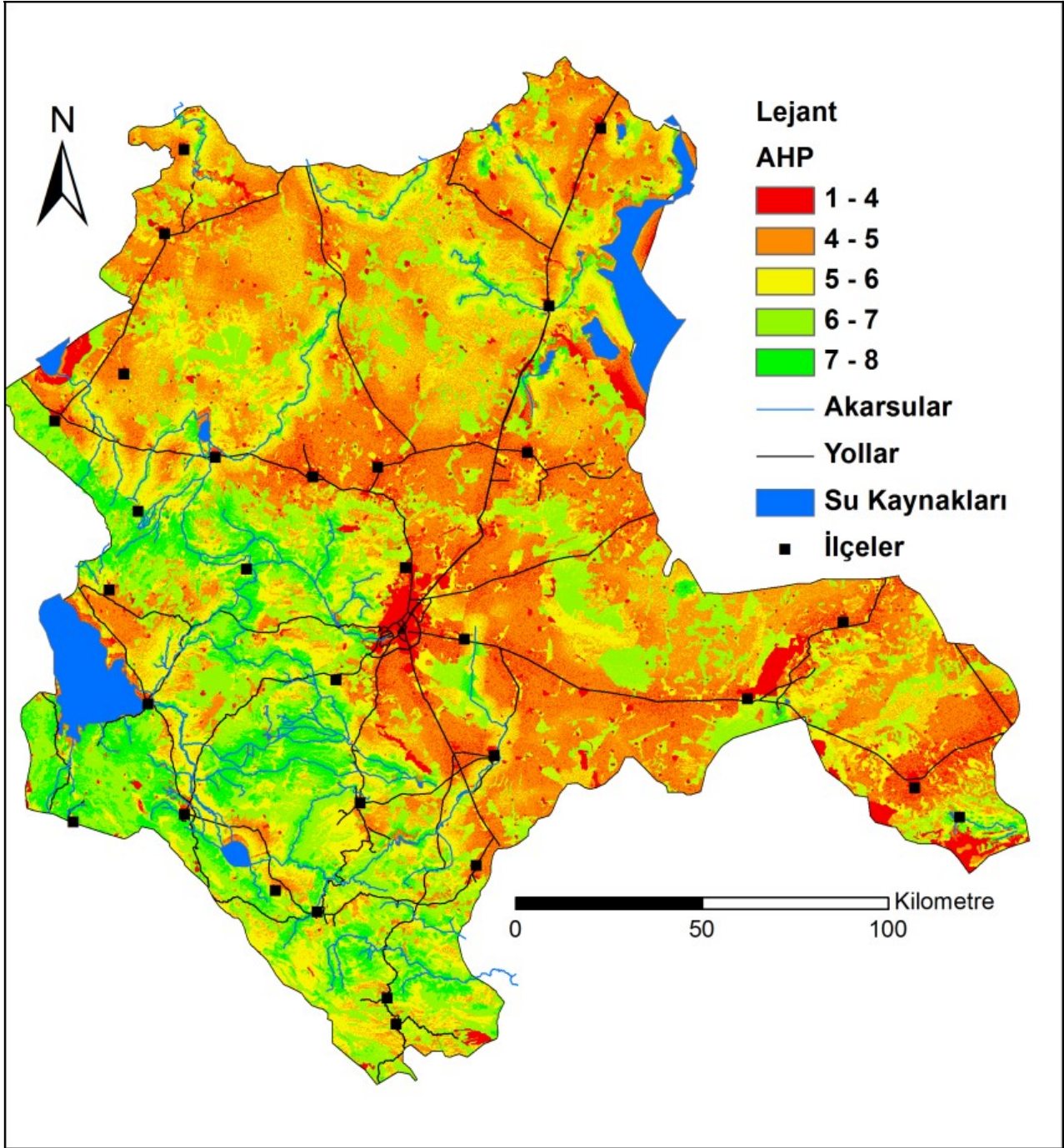
**Uygunluk Değeri** = (Bakı \* 0.120) + (Yükseklik \* 0.100) + (Flora \* 0.440) + (Yollar \* 0.039) + (Su

kaynakları \* 0.146) + (Yerleşim \* 0.033) + (Eğim \* 0.044) + (Yağış \* 0.076)

Hesaplama sonucu her bir kriterin ağırlığı oranında katkıda bulunduğu uygunluk haritası Şekil 3'te verilmiştir.

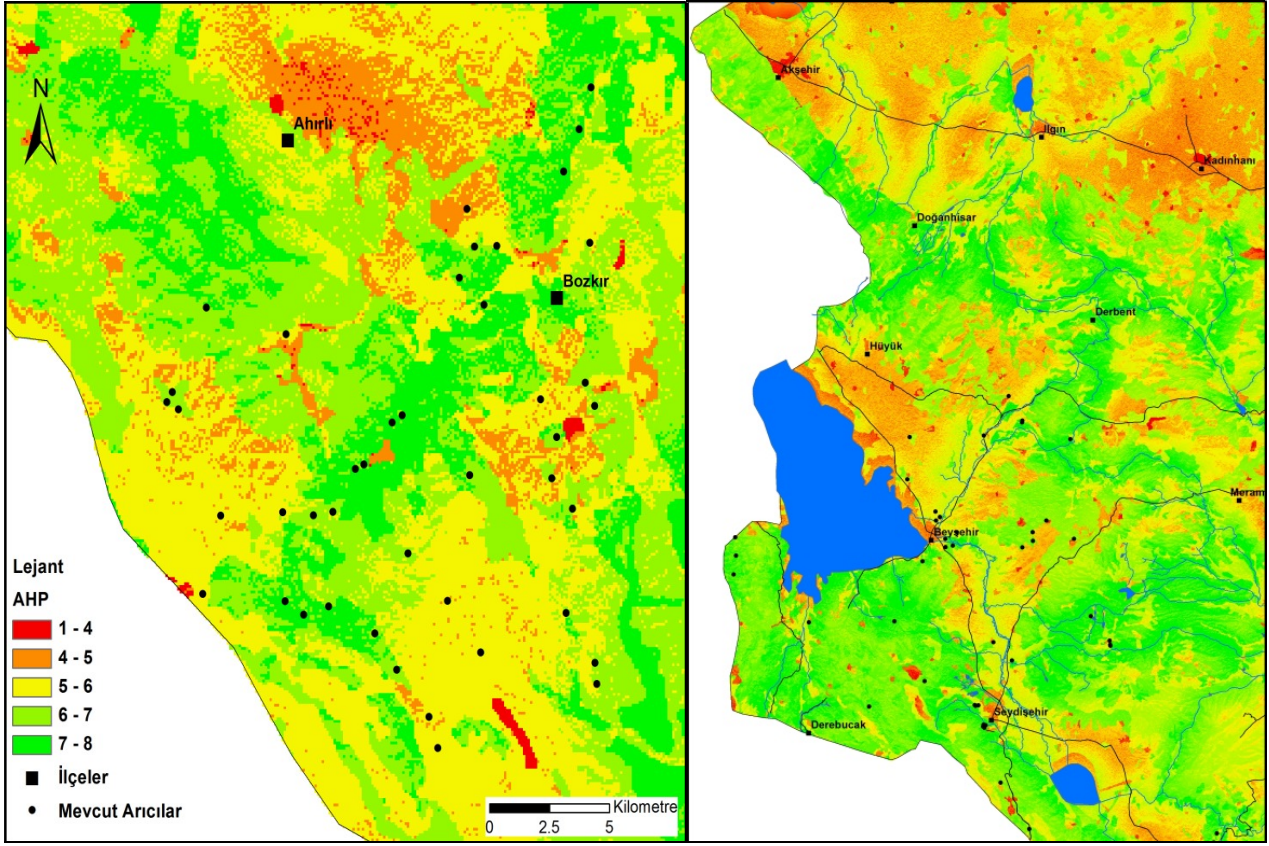
Sonuçlar incelendiğinde %48 oranında çalışma bölgesinin arıcılık faaliyetlerine uygun olduğu görülmektedir. Flora, su kaynaklarına yakınlık ve bakı kriteri toplamda %70 gibi bir ağırlık kapsadığından, uygunluk haritasının şekillenmesinde en çok bu kriterler katkı sağlamıştır. Uygun yerler incelendiğinde genel olarak doğal bitki alanları ve çayırıkların bulunduğu, suya yakın meralar ve arazilerin güney cephelerinin uygun olarak hesaplandığı görülmektedir. Uygun olmayan yerler ise karayolu ve yerleşime yakın olan bölgeler, tarımsal ürünlerin çok olduğu ve dolayısıyla tarımsal ilaçlamaya maruz kalan alanlar, çorak ve kurak yerler ile yüksekliğin çok aşırı olduğu bölgeler görülmektedir.

Çalışmanın güvenilirliğinin ve kullanılabilirliğinin araştırılması amacı ile mevcut arıcıların yerlerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle Beyşehir, Seydişehir ve Bozkır ilçelerinde faaliyet gösteren arıcıların lokasyonları GPS ile elde edilerek koordinatlandırılmıştır. Bu koordinatlar üretilen uygunluk haritası ile karşılaştırılarak hangi uygunluk değerlerine denk geldikleri belirlenmiştir. Şekil 4'te mevcut arıcılar ile uygunluk haritalarının karşılaştırılması gösterilmektedir.



Şekil 3: En uygun arıcılık yerleri haritası



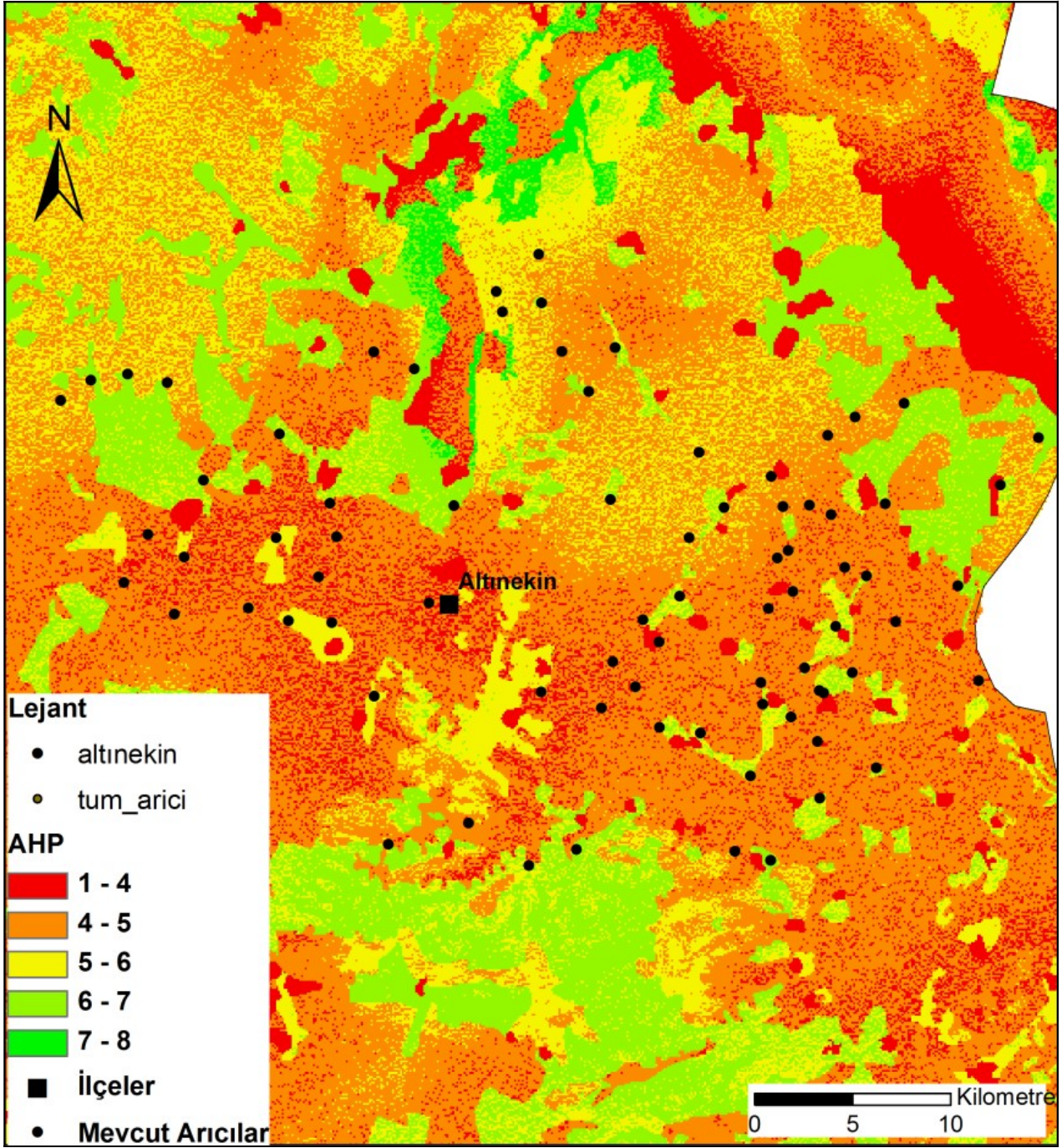


Şekil 4: Mevcut arıcılık noktaları ile uygunluk haritasının kesişimi

Toplamda 84 arıcı yeri tespit edilmiş ve bu arıcıların 52'si uygunluk değeri en yüksek yerler ile örtüştüğü görülmüştür. Geriye kalan 34 noktanın 18'i diğerlerine nispeten daha az uygun yerler ile kesişmiş olup 16 noktanın ise uygun olmayan yerlere denk geldiği görülmektedir. Çalışma kapsamında doğal bitki alanları, meralar, ormanlar ve çayırılık alanlara yüksek ağırlık verildiğinden uygunluk değerleri bu bölgelerde yüksek çıkmaktadır. Dolayısıyla mevcut arıcıların da bu bölgelerde yerleştiği göz önüne alındığında kesişimin yüksek çıktığı görülmektedir.

Bu çalışma kapsamında tarımsal arazilere ilaçlama nedeniyle nispeten daha az ağırlık verilmiştir. Ancak Konya ilinde Altınekin, Karatay ve Çumra ilçelerinde çok yoğun ayçiçeği ve yonca ekimi olduğundan, gezginci arıcıların büyük çoğunluğu bu bölgelere gelmektedir. Şekil 5'te Altınekin ilçesinde faaliyet gösteren 77 arıcı yerinin uygunluk haritası ile çakışması gösterilmektedir. Birçok arıcı noktasının uygun olmayan yerlere denk geldiği görülmektedir. Tarımsal ilaçlama kriteri çok değişken ve kayıt altına alınmayan bir veri olduğundan, kriter olarak eklenmesi çok zordur.





Şekil 5: Mevcut arıcılık noktaları ile uygunluk haritasının kesişimi

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

### ÖNERİLER

Her ne kadar arıcılık faaliyetlerinin gereksinimlerini modellemek çok zor olsa da, lokal uygulamalarda bölgeyi temsil edecek kriterlerin oluşturulması mümkün olmaktadır. Etkin ve kullanılabilir uygunluk haritalarının üretilmesinde temel nokta kriterlerin seçilmesi işlemidir. Uygunluğu tam anlamıyla etkileyecek ve önem derecesine sahip kriterlerin belirlenmesi uygunluk haritasının hassas olarak oluşturulmasını sağlayacaktır. Bu nedenle bu aralıkların uzman kişiler tarafından ve yöreyi iyi tanıyan, topolojik, meteorolojik ve flora alanlarında bölgeye hakim uzmanların bu değerleri belirlemesi hayati önem taşımaktadır.

Kriter sayısının artması uygunluk haritasının daha detaylı olmasına büyük katkı sağlayacaktır. Bölgenin iklim koşullarını, topoğrafik özelliklerini ve meteorolojik şartlarının tamamının eklenmesi ile daha hassas uygunluk haritalarının üretilmesi mümkün hale gelecektir. Özellikle rüzgar ve nem gibi parametrelerin kriter olarak dahil edilmesi gerekmektedir.

Ülkemizde arıcılık faaliyetlerine yön gösterecek bu kapsamda bir çalışma bulunmamaktadır. Arıcılık yerlerinin tespit edilmesi, işaretlenmesi, kayıt tutulması ve uzun yıllar saklanmasına yönelik çalışmaların ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından yapılması bu tür uygulamalara çok önemli bilgiler sağlayacak ve ışık tutacaktır.

Bu çalışma kapsamında bazı sınırlamalar ile karşılaşmıştır. Özellikle ülkemizde biyoçeşitlilik haritalarının üretilme sürecinin devam etmesi, bazı illerde başlamamış olması nedeniyle detaylı bir flora haritası ve paralelinde çiçeklenme süresi ve yoğunluğu gibi verilere ulaşılamamaktadır. Mevcut olan bazı haritalar ise çok çok küçük bölgeler için var olduğundan, il bazında detaylı flora ancak bu projelerin tamamlanması ile mümkün olabilecektir. Ancak mevcut arıcılar ile uygunluk haritalarının kesişmesine bakıldığında uygulamanın oldukça tatmin edici bir sonuç çıkardığı görülmektedir. Çalışma kapsamında yaşanan sınırlamalar, biyoçeşitlilik haritalarının elde edilmesiyle oluşturulacak büyük ölçekli projeler için önemli bilgi ve tecrübe sağlaması açısından uygulamayı önemli kılmaktadır.

### KAYNAKLAR

- Abou-Shaara, H, F., Al-Ghamdi, A, A., Mohamed, A, A., 2013. A Suitability Map for Keeping Honey Bees Under Harsh Environmental Conditions Using Geographical Information System. *World Appl. Sci. J.* 22, 1099 -1105.
- Amiri, F., Shariff, M, A., 2012. Application of geographic information systems in landuse suitability evaluation for beekeeping: A case study of Vahregan watershed (Iran). *African Journal of Agricultural Research* Vol. 7(1), 89-97.
- Arentze, T. A., Timmermans, H. J. P., 2000. ALBATROSS: A Learning-based Transportation Oriented Simulation System. EIRASS, Eindhoven University of Technology, The Netherlands.
- Camargo, S, C., Garcia, R, C., Feiden, A., Vasconcelos, E, S., Pires, B, G., Hartleben, A, M., Moraes, F, J., Oliveira, L., Giasson, J., Mittanck, E, S., Gremaschi, J R., Pereira, D, J., 2014. Implementation of a geographic information system (GIS) for the planning of beekeeping in the west region of Paraná. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 86(2), 955-971.
- Ceylan, D, A., (2004). A research on determination of the technical and structural characteristics of beekeeping in Konya province. Master Thesis. Mustafa Kemal University, Graduate School of Natural Sciences.
- Chen, Y., Yua, J., Khan, S., 2010. Spatial sensitivity analysis of multi-criteria weights in GIS-based land suitability evaluation. *Environmental Modelling & Software* 25, 1582-1591.
- Damián, G, C., 2016. GIS-based optimal localisation of beekeeping in rural Kenya Master degree thesis, 30/ credits in Master in Geographical Information Sciences Department of Physical Geography and Ecosystems Science, Lund University.
- Estoque, R, C., Murayama, Y., 2010. Suitability Analysis for Beekeeping Sites in La Union, Philippines, Using GIS and Multi-Criteria Evaluation Techniques. *Research Journal of Applied Sciences* 5(3), 242-253.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Estoque, R. C., Murayama, Y., 2011. Suitability Analysis for Beekeeping Sites Integrating GIS & MCE Techniques. Spatial Analysis and Modeling in Geographical Transformation Process. 978-94-007-0670-5. Springer Netherlands.
- Fernandez, P., Roque, N., Anjos, O., (2016). Spatial multicriteria decision analysis to potential beekeeping assessment. Case study: Montesinho Natural Park (Portugal). In: Sarjakoski, T., Santos, M.Y., Sarjakoski, L.T. (Eds.), 19th AGILE International Conference on Geographic Information Science - Geospatial Data in a Changing World, Helsinki, Finland.
- Maris, N., Mansor, S., Shafri, H., 2008. Apicultural Site Zonation Using GIS and Multi-Criteria Decision Analysis. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.* 31(2), 147 – 162.
- Joerin, F., Theriault, M., Musy, A., 2001. Using GIS and outranking multi-criteria analysis for land-use suitability assessment. *Int. J. Geogr. Inform. Sci.* 15 (2), 153–174
- Oldroyd, P. B., Nanork, P., 2009. Conservation of Asian honey-bees- *Apidologie Bee Conservation.* 40, 296-312.
- Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15, 234–281.
- Saaty, T. L., 1980. *The analytical hierarchy process.* New York: Wiley.
- Saaty, T. L., 1994. *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory With The Analytical Hierarchy Process,* RWS Publ. Pittsburg, 69-84.
- Saaty, T. L., *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process,* 2nd edition, PRWS Publications, Pittsburgh PA, 2001.
- Saaty, T.L., Vargas, L.G., 1991. *Prediction, Projection and Forecasting.* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 251 pp.
- Wang, F., Hall, G.B., Subaryono, 1990. Fuzzy information representation and processing in conventional GIS software: data base design and applications. *Int. J. Geogr. Inform. Syst.* 4 (3), 261–283.
- Yu, J., Chen, Y., Wu, J., Khan, S., 2011. Cellular automata-based spatial multi-criteria land suitability simulation for irrigated agriculture. *Int. J. Geogr. Inform. Sci.* 25 (1), 131–148.
- Zolekar, R.B., Bhagat, V, S., 2015. Multi-criteria land suitability analysis for agriculture in hilly zone: Remote sensing and GIS approach. *Computers and Electronics in Agriculture,* 118, 300–321.
- URL 1. Türkiye İstatistik Kurumu Resmi Web Sayfası.  
<https://biruni.tuik.gov.tr/hayvancilikapp/hayvancilik.zul> (06.10.2017).

### EXTENDED ABSTRACT

#### INTRODUCTION

In recent years, the importance of the beekeeping activities has been emphasized in the field of biodiversity, ecosystems, agriculture and human health both pollination and derived products. Due to this importance, deciding correct beekeeping activities seems essential to maintain, monitor and improve productivity in a sustainable platform. Addition to this, considering the economic contributions of beekeeping to the rural area, the need for suitability analysis (by evaluating all the parameters) concept has been revealed. At this point, Multi Criteria Decision Analysis (MCDA) and Geographical Information Systems (GIS) integration provides efficient solutions to the complex structure of decision-making process for beekeeping activities.

#### MATERIAL METHOD

In this study, site suitability analysis for beekeeping via AHP was carried out for Konya city in Turkey. Slope, elevation, aspect, distance to water resources, roads and settlements, precipitation and flora criteria were included to determine suitability. The requirements, expectations and limitations of beekeeping activities were specified with the participation of experts and stakeholders. The final suitability maps resulted from each method were validated with existing 117 beekeeping locations and Turkish Statistical Institute 2015 beekeeping statistics for Konya province.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

### RESULTS

The results indicate that 48% of the study area is assigned as suitable and 52% of the study area is not suitable according to the AHP calculation. When considering weights, flora criterion have 44%, distance to waters 14.60 % and aspect have 10% weights in total weight ranking. It is possible to say that approximately 70% of suitability is defined by these classes. Because distance from settlements and distance from roads criteria doesn't have an effect on beekeeping suitability directly, these classes have 3% and 4% weights in total

weight ranking. The suitability index maps are produced for each method respectively.

Nevertheless, the results and validation of the suitability are quite satisfactory considering the 82% intersection rate of existing locations with suitability maps and correlation analysis with beekeeping statistics. The results also indicated that the weight calculation, interval settings of each criterion and ranking each interval according to the bee requirements are quite successful considering the intersection of existing beekeeper locations.