



T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN  
ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**ÇOKLU AFET VE BİYOKLİMATİK  
DEĞERLENDİRMELER İLE UYGUN  
YERLEŞİM ALANLARININ BELİRLENMESİ**

**Ahmet Doğan DOĞRULUK**

**DOKTORA TEZİ**

**Harita Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Ağustos-2024  
KONYA  
Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Ahmet Doğan Doğruluk tarafından hazırlanan “Çoklu Afet ve Biyoklimatik Değerlendirmeler ile Uygun Yerleşim Alanlarının Belirlenmesi” adlı tez çalışması 01/08/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan

Prof. Dr. S. Savaş DURDURAN

.....

#### Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Abdullah VARLIK

.....

#### Üye

Prof. Dr. Murat UYSAL

.....

#### Üye

Doç. Dr. Nizar POLAT

.....

#### Üye

Doç. Dr. Osman ORHAN

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun ....../.../20.. gün ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Havvanur UÇBEYİAY  
FBE Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Ahmet Doğan DOĞRULUK

Tarih:

# ÖZET

## DOKTORA TEZİ

### ÇOKLU AFET VE BİYOKLİMATİK DEĞERLENDİRMELER İLE UYGUN YERLEŞİM ALANLARININ BELİRLENMESİ

Ahmet Doğan DOĞRULUK

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Abdullah VARLIK  
2. Danışman: Prof. Dr. Semih EKERCİN

2024, 180 Sayfa

Jüri

Dr. Öğr. Üyesi Abdullah VARLIK  
Prof. Dr. S. Savaş DURDURAN  
Prof. Dr. Murat UYSAL  
Doç. Dr. Nizar POLAT  
Doç. Dr. Osman ORHAN

Yerleşim alanlarında insan hayatını en çok etkileyen problemlerin başında doğal afetler ve iklim şartları gelmektedir. Kahramanmaraş, Asrın Felaketi olarak tarihe geçen 6 Şubat Depremleri ile binlerce insanını ve on binlerce bina stoğunu kaybetmiştir. Bölge için afetlere karşı dirençli, biyoklimatik açıdan uygun ve sürdürülebilir yerleşim alanlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada Kahramanmaraş ili için Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojileri kullanılarak çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile uygun yerleşim alanlarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Yükseklik, eğim, eğim şekli, bakı, litolojik yapı, toprak grupları, arazi kullanımı/örtüsü (AKAÖ), yağış, faya yakınlık, fay yoğunluğu, akarsuya yakınlık, drenaj yoğunluğu, yola yakınlık, yol yoğunluğu, PGA475, PGV475, NDVI, Topoğrafik Nemlilik İndeksi (TNİ), Akarsu Güç İndeksi (AGİ), Topoğrafik Pürüzlülük İndeksi (TPİ) parametreleri ve Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ile Deprem Etkisi Duyarlılık Haritası (DEDH), Heyelan Duyarlılık Haritası (HDH), Taşkın-Sel Duyarlılık Haritası (TSDH) üretilmiştir. Bu duyarlılık haritaları AHP ile birleştirilerek Çoklu Afet Duyarlılık Modeli (ÇADM) üretilmiştir. Biyoklimatik Konfor Modeli (BKM) için Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından işletilen 32 adet meteoroloji istasyonundan sıcaklık, nispi nem ve rüzgâr hızı verileri temin edilerek hem aylık hem de yıllık Rahatsızlık İndeksi (Rİ), Isı İndeksi (İİ), Rüzgâr Soğukluğu İndeksi (RSİ) haritaları üretilmiştir. Bu haritaların aritmetik ortalamaları hesaplanarak aylık ve yıllık BKM üretilmiştir. ÇADM ve BKM parametrelerine Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfları (AKKS), eğim, bakı parametreleri eklenerek AHP ile Kahramanmaraş için Çoklu Afet ve Biyoklimatik Değerlendirmeler ile Belirlenen Uygun Yerleşim Alanları Haritası üretilmiştir. İl geneli alanlar analiz edildiğinde; %3,8 (551,2 km<sup>2</sup>) uygun olmayan, %4,2 (616,4 km<sup>2</sup>) az uygun, %21,2 (3071,8 km<sup>2</sup>) ortalama uygun, %38,3 (5563,7 km<sup>2</sup>) uygun ve %32,5 (4716,9 km<sup>2</sup>) çok uygun alanlar olarak tespit edilmiştir. Ayrıca mevcut yerleşim alanlarında ilçe, mahalle ve nüfus ilişkileri analiz edilerek, yerleşime uygunluk durumları değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** AHP, Biyoklimatik konfor, Çoklu afet, Deprem, Heyelan, Kahramanmaraş, Taşkın-Sel, Yerleşim alanı

## ABSTRACT

### Ph.D THESIS

## DETERMINATION OF SUITABLE SETTLEMENT AREAS WITH MULTI-HAZARD AND BIOCLIMATIC ASSESSMENTS

**Ahmet Doğan DOĞRULUK**

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY  
DOCTOR OF PHILOSOPHY  
IN GEOMATIC ENGINEERING**

**Advisor: Asst. Prof. Dr. Abdullah VARLIK  
2. Advisor: Prof. Dr. Semih EKERCİN**

**2024, 180 Pages**

**Jury  
Asst. Prof. Dr. Abdullah VARLIK  
Prof. Dr. S. Savaş DURDURAN  
Prof. Dr. Murat UYSAL  
Assoc. Prof. Dr. Nizar POLAT  
Assoc. Prof. Dr. Osman ORHAN**

Natural disasters and climatic conditions are the most important problems affecting human life in residential areas. Kahramanmaraş lost thousands of people and tens of thousands of buildings in the February 6 Earthquakes, known as the Disaster of the Century. It is necessary to determine disaster-resistant, bioclimatically suitable and sustainable residential areas for the region. This study aims to determine suitable settlement areas for Kahramanmaraş through multiple disaster and bioclimatic evaluations using Remote Sensing and Geographic Information Systems technologies. Height, slope, slope shape, exposure, lithological structure, soil groups, land use/cover, precipitation, proximity to fault, fault density, proximity to stream, drainage density, proximity to road, road density, PGA475, PGV475, NDVI, Topographic Wetness Index, Stream Power Index, Topographic Roughness Index parameters and Analytical Hierarchy Process (AHP) as well as Earthquake-induced Susceptibility Map, Landslide Susceptibility Map, Flood Susceptibility Map were generated. These susceptibility maps were integrated using AHP to create the Multi-Hazard Susceptibility Model (MSM). For the Bioclimatic Comfort Model (BCM), temperature, relative humidity and wind speed data were obtained from 32 meteorological stations operated by the General Directorate of Meteorology and both monthly and annual Discomfort Index, Heat Index, Wind Chill Index maps were produced. Monthly and annual BCM was produced through calculating the arithmetic averages of these maps. Suitable Settlement Areas Map Determined by Multi-Hazard and Bioclimatic Assessments was produced for Kahramanmaraş using AHP by incorporating Land Capability Classes, slope and exposure parameters into MSM and BCM parameters. On analyzing the province-wide areas; it was determined that 3.8% (551.2 km<sup>2</sup>) were unsuitable, 4.2% (616.4 km<sup>2</sup>) were less suitable, 21.2% (3071.8 km<sup>2</sup>) were moderately suitable, 38.3% (5563.7 km<sup>2</sup>) were suitable and 32.5% (4716.9 km<sup>2</sup>) were very suitable for settlement. Besides, the suitability for settlement of existing areas, including districts, neighborhoods, and population relations, was evaluated.

**Keywords:** AHP, Bioclimatic comfort, Earthquake, Flood, Kahramanmaraş, Landslide, Multi-hazard, Settlement area

## ÖNSÖZ

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği programında hazırladığım bu doktora tez çalışmasının, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremler ile çok fazla kayıpların yaşandığı Kahramanmaraş ili için potansiyel afetlere karşı dirençli, iklimsel açıdan uygun ve sürdürülebilir yerleşim alanlarının belirlenmesi amacıyla yürütülecek çalışmalara ufak da olsa bir katkı sağlamasını temenni ediyorum.

2020 yılında danışmanlığımı üstlenerek hayatıma dokunan, desteğini her an üzerimde hissettiğim engin bilgisi ile bana yön veren ve daha sonra 2.danışmanım olan çok kıymetli hocam Prof. Dr. Semih EKERCİN'e müteşekkirim. Doktora eğitimimin en kritik zamanında danışmanlığımı alarak, her türlü sorunumu ivedilikle çözen ve mesleki tecrübesi ile yol gösteren çok değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Abdullah VARLIK'a minnettarım. Ayrıca tez sürecimde değerli önerileri ve önemli tecrübeleri ile bu tezin geliştirilmesinde büyük rol oynayan çok saygıdeğer tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Murat UYSAL'a ve Doç. Dr. Osman ORHAN'a teşekkür eder ve minnetlerimi sunarım. Tez savunma sınavına katılarak, değerli görüş ve önerileri ile katkı sağlayan Prof. Dr. Süleyman Savaş DURDURAN'a ve Doç. Dr. Nizar POLAT'a içtenlikle teşekkür ederim.

Tez çalışmamın her aşamasında yanımda olan Prof. Dr. Mehmet İPÇİOĞLU, Prof. Dr. İbrahim KALAYCI, Prof. Dr. İbrahim TIRYAKIOĞLU ve Doç. Dr. Mustafa YALÇIN hocalarıma saygılarımı ve sevgilerimi sunarım. Ayrıca süreç boyunca destek olarak, yardımlarını esirgemeyen değerli meslektaşlarım Öğr. Gör. Sümeyye AKÇOBAN, Öğr. Gör. Mustafa Emre DÖŞ, Öğr. Gör. Dr. Zülfü ALANOĞLU, Öğr. Gör. Ömer ACAR, Dr. Öğr. Üyesi Yakup KIZILELMA, Öğr. Gör. Dr. Mehmet DENİZDURDURAN, Arş. Gör. Alperen CALAPOĞLU, Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi'nde görevli Adil ŞAHİN ve N.E.Ü. Harita Mühendisliği Ailesi'ne teşekkür ederim.

Hayatımın her anında bana inanan ve bugünlere gelmem de büyük emekleri olan başta annem Ayşe DOĞRULUK ve babam Lutfullah DOĞRULUK, kardeşlerim Yük. Müh. Hatice Kübra ERDÖNMEZ, Edibe Betül DOĞRULUK KURT, Öğr. Gör. Dr. Siddık DOĞRULUK ve yengem Öğr. Gör. Dr. Seda BAYSAL DOĞRULUK'a sonsuz şükranlarımı sunarım.

***Bu tez çalışmasını, babam Merhum Gazi Lutfullah DOĞRULUK'a ve 6 Şubat Kahramanmaraş Depremlerinde hayatını kaybeden vatandaşlarımıza ithaf ediyorum.***

Ahmet Doğan DOĞRULUK  
KONYA-2024

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>ÇİZELGE LİSTESİ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>xvi</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Tezin Amacı.....	1
1.2. Tezin Önemi .....	3
1.3. Genel Kavramlar .....	4
1.3.1. Uzaktan algılama .....	4
1.3.2. Sayısal görüntü işleme .....	4
1.3.3. Coğrafi bilgi sistemleri .....	5
1.3.4. Analitik hiyerarşi prosesi .....	5
1.4. Kaynak Araştırması .....	9
1.4.1. Çoklu afet değerlendirme ile ilgili literatür çalışmaları .....	9
1.4.2. Biyoklimatik değerlendirme ile ilgili literatür çalışmaları .....	11
1.4.3. Uygun yerleşim alanı belirleme ile ilgili literatür çalışmaları .....	12
1.4.4. Araştırma alanı ile ilgili literatür çalışmaları .....	13
<b>2. DOĞAL AFETLER VE İKLİM</b> .....	<b>15</b>
2.1. Doğal Afetler ve Risk Yönetimi .....	15
2.1.1. Afet yönetimi .....	15
2.1.2. Risk yönetimi .....	15
2.1.2.1. Afet envanter haritaları .....	16
2.1.2.2. Tehlike ve tehlike haritaları .....	16
2.1.2.3. Risk ve risk haritaları .....	16
2.1.2.4. Duyarlılık ve duyarlılık haritaları .....	17
2.2. Çoklu Afet Duyarlılık Modeli (ÇADM).....	17
2.3. İklim ve Biyoklimatoloji.....	17
2.3.1. Biyoklimatik konfor ve biyoklimatik değerlendirme .....	18
2.3.2. Biyoklimatik konfora etki eden faktörler.....	18
2.3.2.1. Sıcaklık .....	18
2.3.2.2. Nispi nem.....	18
2.3.2.3. Rüzgâr .....	18
2.3.3. Biyoklimatik konfor indeksleri .....	19
2.3.3.1. Rahatsızlık İndeksi (Discomfort Index – Rİ).....	19
2.3.3.2. Isı İndeksi (Heat Index – İİ).....	19

2.3.3.3. Rüzgâr Soğukluğu İndeksi (Wind Chill Index – RSI).....	19
2.4. Biyoklimatik Konfor Modeli (BKM) .....	19
<b>3. ARAŞTIRMA ALANI VE COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ .....</b>	<b>20</b>
3.1. Afetsel Özellikler.....	20
3.1.1. Deprem.....	20
3.1.1.1. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri.....	22
3.1.2. Taşkın-Sel .....	23
3.1.3. Heyelan .....	23
3.2. İklimsel Özellikler .....	24
<b>4. ÇOKLU AFET VE BİYOKLİMATİK DEĞERLENDİRMELER İLE UYGUN YERLEŞİM ALANLARININ BELİRLENMESİ.....</b>	<b>25</b>
4.1. Çoklu Afet Duyarlılık Modelinin Üretilmesi.....	26
4.1.1. Çoklu afet parametreleri ve parametre haritaları .....	26
4.1.1.1. Yükseklik .....	27
4.1.1.2. Eğim.....	28
4.1.1.3. Eğim şekli .....	29
4.1.1.4. Bakı.....	30
4.1.1.5. Litolojik yapı.....	31
4.1.1.6. Toprak grupları .....	32
4.1.1.7. Arazi kullanımı/örtüsü (AKAÖ).....	33
4.1.1.8. Yağış .....	34
4.1.1.9. Faya yakınlık.....	35
4.1.1.10. Fay yoğunluğu .....	36
4.1.1.11. Akarsuya yakınlık .....	37
4.1.1.12. Drenaj yoğunluğu .....	38
4.1.1.13. Yola yakınlık.....	39
4.1.1.14. Yol yoğunluğu .....	40
4.1.1.15. PGA475 .....	41
4.1.1.16. PGV475 .....	42
4.1.1.17. NDVI .....	44
4.1.1.18. Topoğrafik Nemlilik İndeksi (TNİ) .....	46
4.1.1.19. Akarsu Güç İndeksi (AGİ).....	47
4.1.1.20. Topoğrafik Pürüzlülük İndeksi (TPI) .....	48
4.1.2. Deprem Etkisi Duyarlılık Haritası (DEDH) .....	49
4.1.2.1. Litolojik yapı.....	52
4.1.2.2. Faya yakınlık.....	52
4.1.2.3. PGA475 .....	53
4.1.2.4. PGV475 .....	54
4.1.2.5. Fay yoğunluğu .....	54
4.1.3. Kahramanmaraş DEDH .....	55
4.1.3.1. Kahramanmaraş DEDH doğruluk analizi .....	58
4.1.4. Heyelan Duyarlılık Haritası (HDH).....	61
4.1.4.1. Litolojik yapı.....	65
4.1.4.2. Eğim.....	66
4.1.4.3. Toprak grupları .....	67
4.1.4.4. AKAÖ.....	67
4.1.4.5. Yola yakınlık.....	68

4.1.4.6. Yağış .....	69
4.1.4.7. Akarsuya yakınlık .....	69
4.1.4.8. AGİ .....	70
4.1.4.9. Faya yakınlık .....	70
4.1.4.10. Eğim şekli .....	71
4.1.4.11. TNİ .....	72
4.1.4.12. Yükseklik .....	72
4.1.4.13. Bakı .....	73
4.1.4.14. TPİ .....	73
4.1.5. Kahramanmaraş HDH .....	74
4.1.5.1. Kahramanmaraş HDH doğruluk analizi .....	77
4.1.6. Taşkın-Sel Duyarlılık Haritası (TSDH) .....	78
4.1.6.1. Eğim .....	82
4.1.6.2. Akarsuya yakınlık .....	83
4.1.6.3. Yola yakınlık .....	84
4.1.6.4. Yağış .....	84
4.1.6.5. Eğim şekli .....	85
4.1.6.6. AKAÖ .....	85
4.1.6.7. Toprak grupları .....	86
4.1.6.8. Litolojik yapı .....	87
4.1.6.9. Yükseklik .....	87
4.1.6.10. Drenaj yoğunluğu .....	88
4.1.6.11. Yol yoğunluğu .....	89
4.1.6.12. TNİ .....	89
4.1.6.13. NDVI .....	90
4.1.6.14. AGİ .....	90
4.1.7. Kahramanmaraş TSDH .....	91
4.1.7.1. Kahramanmaraş TSDH doğruluk analizi .....	94
4.1.8. Çoklu Afet Duyarlılık Modeli (ÇADM) .....	95
4.1.9. Kahramanmaraş ÇADM .....	96
4.1.9.1 Kahramanmaraş ÇADM doğruluk analizi .....	99
4.2. Biyoklimatik Konfor Modelinin Üretilmesi .....	100
4.2.1. Biyoklimatik konfor parametreleri ve parametre haritaları .....	101
4.2.1.1. Sıcaklık .....	102
4.2.1.2. Nispi Nem .....	105
4.2.1.3 Rüzgâr Hızı .....	108
4.2.2. Rahatsızlık İndeksi (Rİ) .....	111
4.2.3. Isı İndeksi (İİ) .....	115
4.2.4. Rüzgâr Soğukluğu İndeksi (RSİ) .....	119
4.2.5. Kahramanmaraş BKM .....	123
4.3. Uygun Yerleşim Alanlarının Belirlenmesinde Kullanılan Diğer Parametreler .....	127
4.3.1. Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfları (AKKS) .....	128
4.3.2. Eğim .....	129
4.3.3. Bakı .....	129
4.4. Kahramanmaraş için Çoklu Afet ve Biyoklimatik Değerlendirmeler ile Belirlenen Uygun Yerleşim Alanları Haritası .....	130
4.4.1. Onikişubat ilçesi uygun yerleşim alanları .....	135
4.4.2. Dulkadiroğlu ilçesi uygun yerleşim alanları .....	137
4.4.3. Afşin ilçesi uygun yerleşim alanları .....	139
4.4.4. Andırın ilçesi uygun yerleşim alanları .....	141

4.4.5. Çağlayancerit ilçesi uygun yerleşim alanları .....	143
4.4.6. Ekinözü ilçesi uygun yerleşim alanları .....	145
4.4.7. Elbistan ilçesi uygun yerleşim alanları .....	147
4.4.8. Göksun ilçesi uygun yerleşim alanları .....	149
4.4.9. Nurhak ilçesi uygun yerleşim alanları .....	151
4.4.10. Pazarcık ilçesi uygun yerleşim alanları .....	153
4.4.11. Türkoğlu ilçesi uygun yerleşim alanları .....	155
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>157</b>
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>167</b>



## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

°C	: derece Celcius
°F	: derece Fahrenheit
km	: kilometre
m	: metre
mm	: milimetre
Mw	: moment magnitude scale
sn	: saniye
$\beta$	: eğim
T	: sıcaklık
V <sub>S30</sub>	: kayma dalga hızı (30 metre)
$\lambda$	: temel değer
$\mu\text{m}$	: mikrometre

### Kısaltmalar

AA	: Anadolu Ajansı
AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AGİ	: Akarsu Güç İndeksi
AHP	: Analitik Hiyerarşi Prosesi
AKAÖ	: Arazi Kullanımı/Örtüsü
AKKS	: Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfları
ALOS	: Advanced Land Observing Satellite
ANP	: Analytic Network Process
AUC	: Area Under the Curve
AW3D	: Advanced World 3D
BKM	: Biyoklimatik Konfor Modeli
BM	: Birleşmiş Milletler
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CI	: Consistency Index – Tutarlılık İndeksi
CORINE	: Coordination of Information on the Environment
CR	: Consistency Ratio – Tutarlılık Oranı
ÇADM	: Çoklu Afet Duyarlılık Modeli
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
ÇŞİDB	: Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
DAF	: Doğu Anadolu Fayı
DD-2	: Deprem Yer Hareketi Düzeyi – 2
DEDH	: Deprem Etkisi Duyarlılık Haritası
FAHP	: Fuzzy Analytic Hierarchy Process
FAO	: Food and Agriculture Organization
HDH	: Heyelan Duyarlılık Haritası
İİ	: Isı İndeksi
JAXA	: Japan Aerospace Exploration Agency
KBB	: Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü

NDVI	: Normalized Difference Vegetation Index
NIR	: Near Infrared
NWS	: National Weather Service
OLI/TIRS	: Operational Land Imager/Thermal Infrared Sensor
OSM	: OpenStreetMap
PET	: Physiologically Equivalent Temperature
PGA	: Peak Ground Acceleration
PGV	: Peak Ground Velocity
RG	: Resmî Gazete
RI	: Random Index – Rassal İndeks
Rİ	: Rahatsızlık İndeksi
ROC	: Relative Operating Characteristic
RSİ	: Rüzgâr Soğukluğu İndeksi
THI	: Temperature Humidity Index
TNİ	: Topoğrafik Nemlilik İndeksi
TO	: Tutarlılık Oranı
TPI	: Topoğrafik Pürüzlülük İndeksi
TSDH	: Taşkın-Sel Duyarlılık Haritası
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UA	: Uzaktan Algılama
UNDRR	: United Nations Office for Disaster Risk Reduction

## ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1.1. AHP ikili karşılaştırma ölçeği (Saaty, 1980).....	5
Çizelge 1.2. RI değerleri.....	9
Çizelge 2.1. Türkiye 2022 yılı doğa kaynaklı olay istatistikleri (AFAD, 2022) .....	15
Çizelge 4.1. NDVI sınıflaması (Holben, 1986).....	45
Çizelge 4.2. TPİ sınıflaması (Riley vd., 1999).....	49
Çizelge 4.3. DEDH ana parametrelerinin karşılaştırma matrisleri ve ağırlıkları .....	50
Çizelge 4.4. DEDH alt parametrelerinin karşılaştırma matrisleri, tutarlılık oranları ve ağırlıkları.....	51
Çizelge 4.5. Yıkık bina envanteri ile litolojik yapı sınıflarının frekans histogramı .....	52
Çizelge 4.6. Yıkık bina envanteri ile faya yakınlık sınıflarının frekans histogramı.....	53
Çizelge 4.7. Yıkık bina envanteri ile PGA475 sınıflarının frekans histogramı.....	53
Çizelge 4.8. Yıkık bina envanteri ile PGV475 sınıflarının frekans histogramı.....	54
Çizelge 4.9. Yıkık bina envanteri ile fay yoğunluğu sınıflarının frekans histogramı ....	55
Çizelge 4.10. İl ve ilçelerin DEDH'ye göre oransal (%) ve alansal (km <sup>2</sup> ) dağılımı .....	57
Çizelge 4.11. AKAÖ'nün DEDH'ye göre oransal (%) dağılımı.....	57
Çizelge 4.12. Bina stok verisi ve yıkık bina envanterinin DEDH dereceleri ve yıkım oranları.....	60
Çizelge 4.13. AUC sınıflaması (Wahono vd., 2014).....	61
Çizelge 4.14. HDH ana parametrelerinin karşılaştırma matrisleri ve ağırlıkları.....	62
Çizelge 4.15. HDH alt parametrelerinin karşılaştırma matrisleri, tutarlılık oranları ve ağırlıkları.....	63
Çizelge 4.16. Heyelan envanteri ile litolojik yapı sınıflarının frekans histogramı.....	66
Çizelge 4.17. Heyelan envanteri ile eğim sınıflarının frekans histogramı .....	66
Çizelge 4.18. Heyelan envanteri ile toprak grupları sınıflarının frekans histogramı .....	67
Çizelge 4.19. Heyelan envanteri ile AKAÖ sınıflarının frekans histogramı.....	68
Çizelge 4.20. Heyelan envanteri ile yola yakınlık sınıflarının frekans histogramı .....	68
Çizelge 4.21. Heyelan envanteri ile yağış sınıflarının frekans histogramı.....	69
Çizelge 4.22. Heyelan envanteri ile akarsuya yakınlık sınıflarının frekans histogramı .	70
Çizelge 4.23. Heyelan envanteri ile AGİ sınıflarının frekans histogramı .....	70
Çizelge 4.24. Heyelan envanteri ile faya yakınlık sınıflarının frekans histogramı .....	71
Çizelge 4.25. Heyelan envanteri ile eğim şekli sınıflarının frekans histogramı.....	71
Çizelge 4.26. Heyelan envanteri ile TNİ sınıflarının frekans histogramı.....	72
Çizelge 4.27. Heyelan envanteri ile yükseklik sınıflarının frekans histogramı.....	73
Çizelge 4.28. Heyelan envanteri ile bakı sınıflarının frekans histogramı .....	73
Çizelge 4.29. Heyelan envanteri ile TPİ sınıflarının frekans histogramı .....	74
Çizelge 4.30. İl ve ilçelerin HDH'ye göre oransal (%) ve alansal (km <sup>2</sup> ) dağılımı.....	76
Çizelge 4.31. AKAÖ'nün HDH'ye göre oransal (%) dağılımı .....	76
Çizelge 4.32. TSDH ana parametrelerinin karşılaştırma matrisleri ve ağırlıkları .....	79
Çizelge 4.33. TSDH alt parametrelerinin karşılaştırma matrisleri, tutarlılık oranları ve ağırlıkları.....	80
Çizelge 4.34. Taşkın-sel envanteri ile eğim sınıflarının frekans histogramı .....	83
Çizelge 4.35. Taşkın-sel envanteri ile akarsuya yakınlık sınıflarının frekans histogramı .....	83
Çizelge 4.36. Taşkın-sel envanteri ile yola yakınlık sınıflarının frekans histogramı .....	84
Çizelge 4.37. Taşkın-sel envanteri ile yağış sınıflarının frekans histogramı.....	84
Çizelge 4.38. Taşkın-sel envanteri ile eğim şekli sınıflarının frekans histogramı .....	85
Çizelge 4.39. Taşkın-sel envanteri ile AKAÖ sınıflarının frekans histogramı .....	86

<b>Çizelge 4.40.</b> Taşkın-sel envanteri ile toprak grupları sınıflarının frekans histogramı ..	86
<b>Çizelge 4.41.</b> Taşkın-sel envanteri ile litolojik yapı sınıflarının frekans histogramı .....	87
<b>Çizelge 4.42.</b> Taşkın-sel envanteri ile yükseklik sınıflarının frekans histogramı .....	88
<b>Çizelge 4.43.</b> Taşkın-sel envanteri ile drenaj yoğunluğu sınıflarının frekans histogramı .....	88
<b>Çizelge 4.44.</b> Taşkın-sel envanteri ile yol yoğunluğu sınıflarının frekans histogramı...	89
<b>Çizelge 4.45.</b> Taşkın-sel envanteri ile TNİ sınıflarının frekans histogramı .....	90
<b>Çizelge 4.46.</b> Taşkın-sel envanteri ile NDVI sınıflarının frekans histogramı .....	90
<b>Çizelge 4.47.</b> Taşkın-sel envanteri ile AGİ sınıflarının frekans histogramı .....	91
<b>Çizelge 4.48.</b> İl ve ilçelerin TSDH'ye göre oransal (%) ve alansal (km <sup>2</sup> ) dağılımı .....	93
<b>Çizelge 4.49.</b> AKAÖ'nün TSDH'ye göre oransal (%) dağılımı.....	93
<b>Çizelge 4.50.</b> ÇADM ana parametrelerinin karşılaştırma matrisleri ve ağırlıkları .....	95
<b>Çizelge 4.51.</b> ÇADM alt parametrelerinin karşılaştırma matrisleri, tutarlılık oranları ve ağırlıkları.....	96
<b>Çizelge 4.52.</b> İl ve ilçelerin ÇADM'ye göre oransal (%) ve alansal (km <sup>2</sup> ) dağılımı.....	98
<b>Çizelge 4.53.</b> Kahramanmaraş AKAÖ'nün ÇADM'ye göre oransal (%) dağılımı.....	98
<b>Çizelge 4.54.</b> İl ve ilçelerin aylık ortalama sıcaklık değerleri (°C) .....	103
<b>Çizelge 4.55.</b> Yıllık ortalama sıcaklık sınıflarının oransal (%) ve alansal (km <sup>2</sup> ) dağılımı .....	104
<b>Çizelge 4.56.</b> İl ve ilçelerin aylık ortalama nispi nem değerleri (%).....	106
<b>Çizelge 4.57.</b> Yıllık ortalama nispi nem sınıflarının oransal (%) ve alansal (km <sup>2</sup> ) dağılımı .....	107
<b>Çizelge 4.58.</b> İl ve ilçelerin aylık ortalama rüzgâr hızı değerleri (m/sn).....	109
<b>Çizelge 4.59.</b> Yıllık ortalama rüzgâr hızı sınıflarının oransal (%) ve alansal (km <sup>2</sup> ) dağılımı .....	110
<b>Çizelge 4.60.</b> Rİ sınıflaması (Thom, 1959) .....	111
<b>Çizelge 4.61.</b> Rİ ile belirlenen aylık biyoklimatik konfor alanlarının oransal (%) dağılımı .....	113
<b>Çizelge 4.62.</b> Rİ ile belirlenen yıllık biyoklimatik konfor alanlarının oransal (%) dağılımı .....	115
<b>Çizelge 4.63.</b> İİ sınıflaması (Fotso-Nguemo vd., 2023) .....	115
<b>Çizelge 4.64.</b> İİ ile belirlenen aylık biyoklimatik konfor alanlarının oransal (%) dağılımı .....	117
<b>Çizelge 4.65.</b> İİ ile belirlenen yıllık biyoklimatik konfor alanlarının oransal (%) dağılımı .....	119
<b>Çizelge 4.66.</b> RSİ sınıflaması (Blazejczyk vd., 2012).....	119
<b>Çizelge 4.67.</b> RSİ ile belirlenen aylık biyoklimatik konfor alanlarının oransal (%) dağılımı .....	121
<b>Çizelge 4.68.</b> RSİ ile belirlenen yıllık biyoklimatik konfor alanlarının oransal (%) dağılımı .....	123
<b>Çizelge 4.69.</b> BKM ile belirlenen aylık biyoklimatik konfor alanlarının oransal (%) dağılımı .....	125
<b>Çizelge 4.70.</b> Kahramanmaraş ili ve ilçelerinin BKM ile belirlenen yıllık biyoklimatik konfor alanlarının oransal (%) dağılımı.....	127
<b>Çizelge 4.71.</b> Kahramanmaraş AKAÖ'nün yıllık BKM'ye göre oransal (%) dağılımı	127
<b>Çizelge 4.72.</b> Kahramanmaraş çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası ana parametrelerinin karşılaştırma matrisleri ve ağırlıkları.....	131

<b>Çizelge 4.73.</b> Kahramanmaraş çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası alt parametrelerinin karşılaştırma matrisleri, tutarlılık oranları ve ağırlıkları.....	131
<b>Çizelge 4.74.</b> İl-ilçelerin yerleşime uygunluk sınıflarına göre oransal (%) ve alansal (km <sup>2</sup> ) dağılımı .....	133
<b>Çizelge 4.75.</b> AKAÖ'nün yerleşime uygunluk sınıflarına göre oransal (%) dağılımı .	133
<b>Çizelge 4.76.</b> Onikişubat ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları.....	136
<b>Çizelge 4.77.</b> Dulkadiroğlu ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları .....	138
<b>Çizelge 4.78.</b> Afşin ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları .....	140
<b>Çizelge 4.79.</b> Andırın ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları .....	142
<b>Çizelge 4.80.</b> Çağlayancerit ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları .....	144
<b>Çizelge 4.81.</b> Ekinözü ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları .....	146
<b>Çizelge 4.82.</b> Elbistan ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları .....	148
<b>Çizelge 4.83.</b> Göksun ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları .....	150
<b>Çizelge 4.84.</b> Nurhak ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları .....	152
<b>Çizelge 4.85.</b> Pazarcık ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları.....	154
<b>Çizelge 4.86.</b> Türkoğlu ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları .....	156

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1. Araştırma alanı lokasyon haritası .....	20
Şekil 3.2. Kahramanmaraş ilindeki aktif faylar (MTA, 2024b) .....	21
Şekil 3.3. Kahramanmaraş deprem öncesi ve sonrası (AA, 2024) .....	22
Şekil 3.4. Hatay deprem öncesi ve sonrası (AA, 2024).....	22
Şekil 3.5. Kahramanmaraş ilinde meydana gelmiş taşkın-sel fotoğrafları (AA, 2024)..	23
Şekil 3.6. Kahramanmaraş ilinde meydana gelmiş heyelan fotoğrafları (AA, 2024) ....	24
Şekil 4.1. Tez iş akış şeması .....	26
Şekil 4.2. Kahramanmaraş yükseklik haritası .....	27
Şekil 4.3. Kahramanmaraş eğim haritası .....	28
Şekil 4.4. Kahramanmaraş eğim şekli haritası .....	29
Şekil 4.5. Kahramanmaraş bakı haritası .....	30
Şekil 4.6. Kahramanmaraş litolojik yapı haritası .....	31
Şekil 4.7. Kahramanmaraş toprak grupları haritası .....	32
Şekil 4.8. Kahramanmaraş AKAÖ haritası .....	33
Şekil 4.9. Kahramanmaraş yıllık toplam yağış haritası .....	34
Şekil 4.10. Kahramanmaraş faya yakınlık haritası .....	35
Şekil 4.11. Kahramanmaraş fay yoğunluğu haritası.....	36
Şekil 4.12. Kahramanmaraş akarsuya yakınlık haritası.....	37
Şekil 4.13. Kahramanmaraş drenaj yoğunluğu haritası.....	38
Şekil 4.14. Kahramanmaraş yola yakınlık haritası .....	39
Şekil 4.15. Kahramanmaraş yol yoğunluğu haritası.....	40
Şekil 4.16. Kahramanmaraş PGA475 haritası .....	41
Şekil 4.17. Kahramanmaraş PGV475 haritası .....	42
Şekil 4.18. Kahramanmaraş NDVI haritası .....	44
Şekil 4.19. Landsat 9 OLI/TIRS uydusuna ait 24.07.2023 tarihli uydu görüntüleri .....	45
Şekil 4.20. Kahramanmaraş TNİ haritası .....	46
Şekil 4.21. Kahramanmaraş AGİ haritası .....	47
Şekil 4.22. Kahramanmaraş TPİ haritası .....	48
Şekil 4.23. DEDH için kullanılan parametreler ve ağırlıkları .....	50
Şekil 4.24. Kahramanmaraş DEDH.....	56
Şekil 4.25. Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi kent rehberi (KBB, 2024) .....	58
Şekil 4.26. Kahramanmaraş merkez ve yakın çevresindeki yıkık bina envanterinin DEDH dereceleri.....	59
Şekil 4.27. OSM bina stok verisi görünümü (OSM, 2023) .....	59
Şekil 4.28. DEDH için üretilen ROC eğrisi ve AUC değeri .....	60
Şekil 4.29. HDH için kullanılan parametreler ve ağırlıkları.....	62
Şekil 4.30. Kahramanmaraş HDH .....	75
Şekil 4.31. HDH için üretilen ROC eğrisi ve AUC değeri.....	77
Şekil 4.32. TSDH için kullanılan parametreler ve ağırlıkları.....	79
Şekil 4.33. Kahramanmaraş TSDH .....	92
Şekil 4.34. TSDH için üretilen ROC eğrisi ve AUC değeri .....	94
Şekil 4.35. ÇADM için kullanılan parametreler ve ağırlıkları .....	95
Şekil 4.36. Kahramanmaraş ÇADM.....	97
Şekil 4.37. ÇADM için üretilen ROC eğrisi ve AUC değeri .....	99
Şekil 4.38. Kahramanmaraş BKM.....	101
Şekil 4.39. Kahramanmaraş aylık ortalama sıcaklık haritası.....	102
Şekil 4.40. Kahramanmaraş yıllık ortalama sıcaklık haritası .....	104

<b>Şekil 4.41.</b> Kahramanmaraş aylık ortalama nispi nem haritası .....	105
<b>Şekil 4.42.</b> Kahramanmaraş yıllık ortalama nispi nem haritası .....	107
<b>Şekil 4.43.</b> Kahramanmaraş aylık ortalama rüzgâr hızı haritası .....	108
<b>Şekil 4.44.</b> Kahramanmaraş yıllık ortalama rüzgâr hızı haritası .....	110
<b>Şekil 4.45.</b> Rİ ile belirlenen aylık biyoklimatik konfor alanları .....	112
<b>Şekil 4.46.</b> Rİ ile belirlenen yıllık biyoklimatik konfor alanları .....	114
<b>Şekil 4.47.</b> İİ ile belirlenen aylık biyoklimatik konfor alanları .....	116
<b>Şekil 4.48.</b> İİ ile belirlenen yıllık biyoklimatik konfor alanları .....	118
<b>Şekil 4.49.</b> RSİ ile belirlenen aylık biyoklimatik konfor alanları .....	120
<b>Şekil 4.50.</b> RSİ ile belirlenen yıllık biyoklimatik konfor alanları .....	122
<b>Şekil 4.51.</b> Kahramanmaraş aylık BKM .....	124
<b>Şekil 4.52.</b> Kahramanmaraş yıllık BKM .....	126
<b>Şekil 4.53.</b> Kahramanmaraş AKKS haritası .....	128
<b>Şekil 4.54.</b> Kahramanmaraş çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası için kullanılan parametreler ve ağırlıkları .....	130
<b>Şekil 4.55.</b> Kahramanmaraş çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası .....	132
<b>Şekil 4.56.</b> Onikişubat ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası .....	135
<b>Şekil 4.57.</b> Dulkadiroğlu ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası .....	137
<b>Şekil 4.58.</b> Afşin ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası .....	139
<b>Şekil 4.59.</b> Andırın ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası .....	141
<b>Şekil 4.60.</b> Çağlayancerit ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası .....	143
<b>Şekil 4.61.</b> Ekinözü ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası .....	145
<b>Şekil 4.62.</b> Elbistan ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası .....	147
<b>Şekil 4.63.</b> Göksun ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası .....	149
<b>Şekil 4.64.</b> Nurhak ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası .....	151
<b>Şekil 4.65.</b> Pazarcık ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası .....	153
<b>Şekil 4.66.</b> Türkoğlu ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası .....	155

## 1. GİRİŞ

Dünyanın hem canlı hem de dinamik yapısından dolayı jeolojik, meteorolojik ve biyolojik doğa olayları sürekli ve döngüsel bir şekilde meydana gelmektedir. Depremler, taşkınlar, seller, heyelanlar, volkanik patlamalar, tsunamiler ve orman yangınları gibi doğa olayları insan hayatını önemli ölçüde etkilemektedir. Özellikle Türkiye, tektonik açıdan çok aktif bir coğrafyada bulunmaktadır. Günümüzde teknolojinin gelişimi ile birlikte bu tür doğa olayları için modeller ve tahminler geliştirilerek potansiyel zararlar önceden belirlenebilmektedir (Ekercin vd., 2003).

Küresel iklim değişikliği ve iklim krizlerinin sebep olduğu olumsuz etkiler gündelik yaşamda insan sağlığını ve enerji tüketimini önemli ölçüde etkilemektedir (Durduran ve Durduran, 2009). Doğal iklim koşullarının insan sağlığı açısından uygun olma durumu biyoklimatik konfor olarak tanımlanmaktadır ve iklim parametreleri ile hesaplanmaktadır (Olgyay, 2015).

Günümüzde deprem, taşkın-sel, heyelan gibi doğal afetlerin potansiyel zararları ve iklim değişikliğinin muhtemel etkileri coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama (UA) teknikleri ile belirlenebilmektedir (Uysal ve Polat, 2015; Polat, 2020). Ayrıca bu tür olayların hangi alanlarda meydana gelmesinin daha muhtemel veya hangi alanların bu olaylara daha duyarlı olduğu tespit edilebilmektedir (Orhan, 2018).

6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş ilinde saat 04:17’de ve 13:24’te sırasıyla 7,7 ve 7,6 büyüklüğünde iki deprem meydana gelmiştir. Bu depremler, “Asrın Felaketi” olarak isimlendirilmiş ve Kahramanmaraş, Hatay, Adıyaman, Malatya, Gaziantep, Osmaniye, Diyarbakır, Şanlıurfa, Adana, Kilis, Elâzığ gibi şehirlerde önemli can ve mal kayıplarına sebep olmuştur.

Kahramanmaraş ilinde depremlerin yol açtığı yıkımdan dolayı azalan bina stoğu, mevcut ve gelecekte planlanan yerleşim alanlarının uygunluk durumları bölge için büyük bir sorun oluşturmaktadır. Bu sebeple Kahramanmaraş ili için afetlere karşı dirençli, biyoklimatik konfor açısından uygun, düşük inşa maliyetli, tarıma elverişsiz ve güneş enerjisinin de kullanılabileceği uygun yerleşim alanlarının belirlenmesi gerekmektedir.

### 1.1. Tezin Amacı

Araştırma alanı olarak seçilen Kahramanmaraş, coğrafi olarak Arabistan ve Anadolu levhalarının sınırlarında bulunan Türkiye’nin tektonik olarak en aktif

şehirlerinden birisidir. Kahramanmaraş'ta hem tarihsel hem de aletsel dönemde meydana gelmiş en büyük depremlerin (7,7 Mw Kahramanmaraş-Pazarcık ve 7,6 Mw Kahramanmaraş-Elbistan) sonucunda önemli ölçüde can ve mal kaybı yaşanmıştır. Deprem felaketinin yanı sıra il genelinde sıklıkla meydana gelen, can ve mal kayıplarına sebep olan diğer afetler ise taşkın-sel ve heyelandır.

İl genelinde bina stoğunun azalması, mevcut yerleşim alanlarının afetlere karşı duyarlılıklarının analiz edilmesi ve sürdürülebilir yeni yerleşim alanlarının belirlenmesi hem kent sakinleri hem de karar vericiler için büyük önem arz etmektedir.

Bu tez çalışmasının temel amacı Kahramanmaraş ve ilçelerinde yapılacak olan kentsel planlamalarda yerel yönetimlerin ve karar vericilerin kullanabileceği, bilimsel bir temele göre modellenen çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile uygun yerleşim alanlarının belirlenmesidir. Bu tez çalışması ile aşağıdaki amaçlar hedeflenmiştir:

- Kahramanmaraş için AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) yöntemi ile Deprem Etkisi Duyarlılık Haritası (DEDH) üretilmesi,
- Kahramanmaraş DEDH için kullanılan parametrelerin yıkık bina envanteri ile frekans analizlerinin yapılması,
- Kahramanmaraş DEDH'ye göre il, ilçe ve arazi kullanımı/örtüsü (AKAÖ)'nün analiz edilmesi,
- Kahramanmaraş için AHP yöntemi ile Heyelan Duyarlılık Haritası (HDH) üretilmesi,
- Kahramanmaraş HDH için kullanılan parametrelerin heyelan envanteri ile frekans analizlerinin yapılması,
- Kahramanmaraş HDH'ye göre il, ilçe ve AKAÖ'nün analiz edilmesi.
- Kahramanmaraş için AHP yöntemi ile Taşkın-Sel Duyarlılık Haritası (TSDH) üretilmesi,
- Kahramanmaraş TSDH için kullanılan parametrelerin taşkın-sel envanteri ile frekans analizlerinin yapılması,
- Kahramanmaraş TSDH'ye göre il, ilçe ve AKAÖ'nün analiz edilmesi,
- Kahramanmaraş için Çoklu Afet Duyarlılık Modelinin (ÇADM) üretilmesi,
- Kahramanmaraş ÇADM'nin il, ilçe ve AKAÖ'nün analiz edilmesi,
- Kahramanmaraş için aylık formatta; ortalama sıcaklık, ortalama nispi nem ve ortalama rüzgâr hızı haritalarının üretilmesi,

- Kahramanmaraş için yıllık formatta; ortalama sıcaklık, ortalama nispi nem ve ortalama rüzgâr hızı haritalarının üretilmesi,
- Kahramanmaraş için aylık biyoklimatik konfor alanlarının Rİ (Rahatsızlık İndeksi), İİ (Isı İndeksi), RSİ (Rüzgâr Soğukluğu İndeksi) ile belirlenmesi,
- Kahramanmaraş yıllık biyoklimatik konfor alanlarının Rİ, İİ, RSİ ile belirlenmesi,
- Kahramanmaraş aylık Biyoklimatik Konfor Modelinin (BKM) üretilmesi.
- Kahramanmaraş yıllık BKM'nin üretilmesi,
- Kahramanmaraş yıllık BKM'ye göre il, ilçe ve AKAÖ'nün analiz edilmesi,
- Kahramanmaraş Çoklu Afet ve Biyoklimatik Değerlendirmeler ile Uygun Yerleşim Alanları Haritası üretimi,
- Kahramanmaraş ilçelerinin (Onikişubat, Dulkadiroğlu, Afşin, Andırın, Çağlayanerit, Ekinözü, Elbistan, Göksun, Nurhak, Pazarcık ve Türkoğlu) uygun yerleşim alanlarının belirlenmesi ve mevcut yerleşim alanlarının (mahalle) uygunluk analizinin yapılması,
- Bu uygun yerleşim alanı modelinin literatüre katkı sağlayarak hem Türkiye hem de dünya şehirleri için sürdürülebilir bir şehir planlama modeli olarak kullanılmasıdır.

Araştırma kapsamında üretilen haritalar ve yapılan analizler ilgili kamu kurum ve kuruluşları (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi ve ilçe belediyeleri) ile paylaşılacaktır.

## 1.2. Tezin Önemi

Literatürde bulunan yerleşim alanı belirleme ile ilgili araştırmalar incelenmiştir (Reis vd., 2008; Nayim, 2014; Akyol vd., 2015; Engin ve Şengün, 2016; Esen, 2019). Yapılan incelemeler sonucunda bu tez çalışmasının diğer araştırmalardan ayrılan özellikleri ve tezi önemli kılan nitelikleri aşağıda özetlenmiştir:

- Kahramanmaraş ili için güncel ve uygulanabilir Deprem Etkisi Duyarlılık Haritası (DEDH), Heyelan Duyarlılık Haritası (HDH), Taşkın-Sel Duyarlılık Haritası (TSDH) ve Çoklu Afet Duyarlılık Modeli (ÇADM)

üretilecek, afetlere hazırlık aşamasında bütünleşik bir afet modelinin bölge için altlık olarak kullanılacağı düşünülmektedir.

- Kahramanmaraş için iklimsel özelliklerin ve biyoklimatik konfor alanlarının belirlenerek rekreasyon, turizm ve yerleşim alanı gibi konularda yerel yönetimler tarafından planlama çalışmalarında altlık olarak dikkate alınacağı öngörülmektedir.
- 6 Şubat Depremleri ile önemli ölçüde bina stoğu azalan ve sürdürülebilir bir şehir tasarımı için hem afetlere dirençli hem de biyoklimatik açıdan uygun yerleşim alanlarının tespit edilerek, karar vericiler tarafından şehrin yeniden imar edilmesi noktasında temel bir altlık olarak kullanılacağı düşünülmektedir.
- Mevcut yerleşim alanlarının analizi ile mahalle ölçeğinde yerleşime uygunluk durumlarının belirlenerek mekânsal düzenleme çalışmalarına yardımcı olması planlanmaktadır.
- Hem Türkiye hem de dünya şehirleri için afetsel ve iklimsel açıdan sürdürülebilir bir şehir planlama örneği olarak literatüre katılı sağlanması beklenmektedir.

### **1.3. Genel Kavramlar**

#### **1.3.1. Uzaktan algılama**

Uzaktan algılama, nesnelere herhangi bir fiziksel temas gerçekleştirilmeden objeler hakkında bilgi elde etme sürecini ifade eden bir bilim dalıdır. Bu disiplin, nesnelere tanımlanması, çevrelerinden ayırılması ve bu bilgilerin görsel formatlarda temsil edilmesi süreçlerini içermektedir (Lillesand vd., 2004; Ekercin, 2007).

#### **1.3.2. Sayısal görüntü işleme**

Görüntü işleme genel olarak görsel verilerin değiştirilmesi ve değerlendirilmesi anlamına gelmektedir (Castleman, 1996). Sayısal görüntü işleme ise bilgisayar yazılımları ve dijital cihazlar kullanılarak sayısal (dijital) görsel verileri çeşitli matematiksel ve bilgisayar tabanlı işlemlerle analiz etme süreci olarak ifade edilmektedir.

Sayısal görüntü işleme, görüntülerin geliştirilmesi, analiz edilmesi ve görüntü özelliklerinin çıkartılarak işlenmesi gibi amaçlar için kullanılmaktadır (Varlık, 2008).

### 1.3.3. Coğrafi bilgi sistemleri

Coğrafi bilgi sistemleri, konum temelli işlemler ile üretilen verilerin derlenmesi, saklanması, yönetimi, analiz edilmesi ve sunulması gibi amaçları gerçekleştiren bütünleşik bir bilgi sistemidir. CBS günümüzde birçok farklı disiplin tarafından, birçok problemin çözülmesi amacı ile kullanılmaktadır (Yomralıoğlu, 2005).

### 1.3.4. Analitik hiyerarşi prosesi

1970'lerde Thomas Saaty tarafından geliştirilen analitik hiyerarşi prosesi, çok sayıda kriteri göz önünde bulundurarak çok sayıda alternatif arasından seçim yapılmasına yardımcı olan bir karar verme yöntemidir. AHP, karar verme sürecine hem nicel hem de nitel tercihleri dahil edebilen geniş kapsamlı bir yaklaşım sunmaktadır (Chen ve Wang, 2010; Harker ve Vargas, 1987; Saaty, 1980).

AHP hem bireysel kararlar hem de karmaşık planlama kararları için kullanılabilen çok kriterli karar verme yöntemidir (ÇKKV) yöntemidir. Bu yöntemin başarısı hem basitliği hem de farklı koşullarda uygulanabilir olmasından kaynaklanmaktadır (Lee ve Chan, 2008; Vargas, 1990). Ayrıca Saaty tarafından AHP için bir göreceli ölçek geliştirilmiştir (Çizelge 1.1.).

**Çizelge 1.1.** AHP ikili karşılaştırma ölçeği (Saaty, 1980)

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	Her iki parametrede amaca eşit katkı oluşturmaktadır.
3	Orta önemli	Deneyimler ve incelemeler sonucunda bir parametre diğer parametreye göre biraz daha fazla tercih edilir.
5	Güçlü önemli	Deneyimler ve incelemeler sonucunda bir parametre diğer parametreye göre çok daha fazla tercih edilir.
7	Çok güçlü önemli	Bir parametre diğer parametreye göre çok güçlü şekilde tercih edilir.
9	Aşırı önemli	Bir parametre diğer parametreye göre en yüksek derecede tercih edilir.
2,4,6,8	Ara değerler	Değerlendirme aşamasında hangi önem derecesinin verileceği belirlenemezse ara değer verilir.

Her bir düzeydeki parametre, diğer düzeylerdeki parametreler ile karşılaştırılmaktadır. Karşılaştırma sonucunda elde edilen sözel önem dereceleri ölçeğe göre sayısal değerlere dönüştürülür. Ölçek temelde 1 ile 9 arasındaki değerleri kullanarak parametreler arasındaki ilişkinin önem derecesini belirlemektedir.

Ölçek ile ilk ana parametreler varsa alt parametreler belirlenmektedir. Sonuç olarak ana ve alt parametrelerin birlikte bulunduğu genel hiyerarşik yapı oluşturulmaktadır. Tüm parametrelerin ikili şekilde karşılaştırılması ile diyagonal köşegenleri 1 olan kare karşılaştırma matrisleri tasarlanmaktadır. Diyagonal köşegenin üst kısmında bulunan önem dereceleri, alt kısımda bulunan önem derecelerinin çarpmaya göre tersi olduğu için  $n$  tane elemandan oluşan bir matris için toplamda  $n(n-1) / 2$  adet karşılaştırma yapılmaktadır.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} = 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} = 1/a_{1n} & a_{n2} = 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1.1)$$

A karşılaştırma matrisi hiyerarşik yapıdaki parametrelerin diğer parametrelere göre önem derecelerini göstermektedir.

Parametrelerin hiyerarşideki önem derecelerinin ve dağılımlarının belirlenmesi için A karşılaştırma matrisini oluşturan sütun vektörleri kullanılmaktadır. Burada  $n$  tane ve  $n$  bileşen içeren B sütun vektörleri oluşturulmaktadır. B sütun vektörü Eşitlik 1.2 ile hesaplanmaktadır.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (1.2)$$

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_{n1} \end{bmatrix} \quad (1.3)$$

Hiyerarşide kullanılan parametre sayısı kadar oluşan B sütun vektörlerinin birleştirilmesi ile normalize edilmiş C matrisi oluşturulmaktadır.

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix} \quad (1.4)$$

Eşitlik 1.5 ile C matrisindeki her bir satırın aritmetik ortalaması hesaplanarak W öncelik vektörü oluşturulmaktadır.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (1.5)$$

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad (1.6)$$

Parametreler için yapılan ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığı hesaplanarak hiyerarşinin araştırma için uygunluğuna karar verilmektedir. CR (Consistency Ratio – Tutarlılık Oranı) değerinin hesaplanması için hiyerarşide kullanılan parametre sayısı ile

Temel Değer ( $\lambda$ ) katsayıları kullanılmaktadır. A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün çarpımı D sütun vektörünü oluşturulmaktadır.

$$D = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} = 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} = 1/a_{1n} & a_{n2} = 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad (1.7)$$

Eşitlik 1.8 ile her bir değerlendirme faktörü hesaplanmaktadır.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1.8)$$

Eşitlik 1.9 ile her bir değerlendirme faktörünün aritmetik ortalaması hesaplanarak  $\lambda$  değeri elde edilmektedir.

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (1.9)$$

Eşitlik 1.10 ile CI (Consistency Index – Tutarlılık İndeksi) hesaplanmaktadır.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (1.10)$$

Eşitlik 1.11 ile CI ve RI (Rassal İndeks) değerleri kullanılarak CR (Tutarlılık Oranı – TO) değeri hesaplanmaktadır.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (1.11)$$

Parametre sayısına göre RI değerleri Çizelge 1.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 1.2. RI değerleri

Parametre Sayısı	RI	Parametre Sayısı	RI
1	0	9	1.45
2	0	10	1.49
3	0.58	11	1.51
4	0.90	12	1.53
5	1.12	13	1.56
6	1.24	14	1.57
7	1.32	15	1.59
8	1.41		

Hesaplanan TO (Tutarlılık Oranı) değeri yapılan karşılaştırma hakkında bilgi verir. TO için kabul edilebilir üst sınır değeri ise 0,10'dur. Tutarlılık analizi sonucunda 0,10'dan büyük bir değer hesaplanırsa karşılaştırmaların gözden geçirilmesi gerekmektedir.

#### 1.4. Kaynak Araştırması

##### 1.4.1. Çoklu afet değerlendirilmesi ile ilgili literatür çalışmaları

van Westen ve arkadaşları 2002 yılında Kosta Rika'da yaptıkları araştırmada doğal afetlerin etkilerinin azaltılması amacıyla afet risk değerlendirmesine dayalı bir coğrafi veri tabanı tasarlamışlardır. Deprem, sel ve heyelan envanter verileri ile afetler için risk modelleri oluşturmuşlardır. Kadastro haritaları ile risk modellerini birleştirerek kırılabilirlik haritaları, kırılabilirlik haritaları ile de bina ve bina inşaat maliyetlerini birleştirerek potansiyel zarar ve maliyet analizi yapmışlardır (van Westen vd., 2002).

Rawat ve arkadaşları 2012 yılında Hindistan'da yaptıkları araştırmada çoklu afet risk modeli oluşturarak bu modele göre potansiyel sosyo-ekonomik zararları belirlemişlerdir. Çoklu afet risk modeli için taşkın, kuraklık, erozyon ve toprak kayması risk haritalarını birleştirmişlerdir. Araştırma alanının arazi kullanımı/örtüsü ile çoklu afet risk modelini karşılaştırarak, mevcut tarım arazilerinin %16'sının tehlike altında olduğunu ve orman alanlarının artırılması gerektiğini önermişlerdir. Ayrıca belirtilen afetlere göre çevre ve sosyo-ekonomik zararın azaltılması için yeni bir arazi kullanımı/örtüsü haritası üretmişlerdir (Rawat vd., 2012).

Kaur ve arkadaşları 2018 yılında Hindistan'da yaptıkları araştırmada çoklu afet riski ve potansiyel zarar değerlendirilmesi yapmışlardır. Çoklu afet riski için deprem ve heyelan parametrelerini kullanmışlardır. Araştırma alanını risk durumuna göre beş sınıfa

ayırarak deprem, heyelan ve çoklu afet risk haritaları üretmişlerdir. Araştırma sonucunda bölgenin doğu ve batı kısımlarının daha yüksek afet riski altında olduğunu ve çok katlı binaların %7'sinin yüksek risk altında olduğunu tespit etmişlerdir (Kaur vd., 2018).

Skilodimou ve arkadaşları 2019 yılında Yunanistan'da yaptıkları araştırmada AHP yöntemine göre sel, heyelan ve deprem için tehlike haritaları üretmişlerdir. Bu haritaların birleştirilmesi ile çoklu afet tehlike haritası oluşturmuşlar. Çoklu afet tehlike haritasından üretilen yerleşime uygunluk haritası, uygunluk durumuna göre beş sınıfa ayrılmıştır. Yerleşime uygunluk haritası ile mevcut yerleşim alanları ve yolları karşılaştırmışlardır ve bu alanların %50 oranında doğal afetler açısından tehlikeli alanlarda olduğunu ortaya koymuşlardır (Skilodimou vd., 2019).

Pourghasemin ve arkadaşları 2020 yılında İran'da yaptıkları araştırmada CBS ve makine öğrenmesi yöntemleri ile sel, heyelan, orman yangınları için risk haritaları oluşturmuşlardır. Risk haritalarının birleştirilmesi ile çoklu afet risk haritası üretilerek analizler yapılmıştır. Araştırma alanının %65'inin en az bir afet riski %20'sinin ise birden fazla riski taşıdığını tespit etmişlerdir (Pourghasemi vd., 2020).

Bera ve Maiti 2021 yılında Hindistan'da yaptıkları araştırmada CBS ve AHP yöntemi ile afet riski ve potansiyel zararı belirlemişlerdir. Çoklu afet risk modeli için; deniz seviyesi yükselişi, 10 metrelik su dalgalanmaları, gelgit aralıkları, on yıllık nüfus büyüme oranları, arazi kullanımı/örtüsü, nüfus yoğunluğu, jeomorfoloji, kaya tipleri, erozyon oranları, sahilden uzaklık, yükseklik, gelişmişlik düzeyi, çocuk nüfusu ve okuryazarlık parametrelerini kullanmışlardır. Çoklu afet risk haritasını beş sınıfa ayrılarak araştırma alanının risk durumlarını tespit etmişlerdir (Bera ve Maiti, 2021).

Demir ve arkadaşları 2022 yılında Van ili Erciş ilçesi için yaptıkları araştırmada CBS ve AHP yöntemi ile deprem, çığ, heyelan, kaya düşmesi, taşkın ve erozyon parametreleri için tehlike haritaları üretmişlerdir. Afetlerin oluşma sıklığı, olası etkileri ve risk altındaki unsurlara göre ağırlıklandırma yaparak araştırma alanı için genel bir afet riski haritası üretmişlerdir (Demir vd., 2022).

Aleksova ve arkadaşları 2023 yılında Makedonya'da yaptıkları araştırmada erozyon ve heyelan risk haritaları üretmişlerdir. Bu haritaların birleştirilmesi ile çoklu afet risk modeli oluşturup analizler gerçekleştirmişlerdir. Analizler sonucunda araştırma alanının %3,13'ünün çok yüksek derecede çoklu afet riski altında olduğunu belirlemişlerdir (Aleksova vd., 2023).

Lyu ve Yin 2023 yılında Çin'de yaptıkları araştırmada CBS, AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi), FAHP (Fuzzy Analytic Hierarchy Process – Bulanık Analitik

Hiyerarşi Prosesi) ve ANP (Analytic Network Process – Analitik Ağ Prosesi) yöntemleri ile sel, çamur akışları ve heyelan risk haritaları üretmişlerdir. Ayrıca, FAHP yönteminin AHP ve ANP yöntemine göre daha üstün olduğunu ortaya koymuşlardır (Lyu ve Yin, 2023).

#### 1.4.2. Biyoklimatik değerlendirme ile ilgili literatür çalışmaları

Mayer 1993 yılında Almanya’da yaptığı çalışmada ağaçlı ve ağaçsız alanlar arasındaki biyoklimatik konfor farkını araştırmıştır. Meteorolojik veriler ve PET (Physiologically Equivalent Temperature – Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık) indeksi kullanmıştır. Araştırma sonucunda ağaçlı alanların, ağaçsız alanlara göre biyoklimatik konfor açısından daha uygun olduğunu belirlemiştir (Mayer, 1993).

Mayer ve Matzarakis 1998 yılında Almanya’da yaptıkları çalışmada PET indeksi kullanarak güneş ışınlarının direkt temas ettiği alanlar ile dolaylı yoldan güneş ışınlarına maruz kalan alanlar arasındaki biyoklimatik konfor farkını araştırmışlardır. Kış ve yaz aylarında güneş ışınlarına maruz kalan alanların küçük ölçekli mikroklima bölgeleri oluşturarak biyoklimatik açıdan daha konforlu alanlar olduğunu belirlenmişlerdir (Matzarakis ve Mayer, 1998).

Svensson ve Eliasson 2002 yılında İsveç’te yaptıkları çalışmada PET indeksi kullanarak yoğun yapılaşma alanlarındaki evler ile seyrek yapılaşma alanlarındaki evler arasındaki biyoklimatik konfor farklarını araştırmışlardır. Yerel iklim özelliklerinin de hesaplandığı bu çalışmada yoğun yapılaşma alanlarındaki evlerde, seyrek yapılaşma alanlarındaki evlere göre yıllık %11-20 arasında daha az enerji kullanıldığını ve biyoklimatik konforun daha uygun olduğunu belirlemişlerdir (Svensson ve Eliasson, 2002).

Topay ve Yılmaz 2004 yılında Muğla’da yaptıkları çalışmada biyoklimatik konfor alanlarını CBS ve 10 meteoroloji istasyonundan elde edilen sıcaklık, bağıl nem, rüzgâr parametreleri ile belirlemişlerdir. Üretilen tematik biyoklimatik konfor haritaları ile biyoklimatik açıdan uygun alanları tespit etmişlerdir (Topay ve Yılmaz, 2004).

Çetin ve arkadaşları 2010 yılında Kütahya’da yaptıkları çalışmada biyoklimatik konfor alanlarını CBS ve 9 meteoroloji istasyonundan elde edilen sıcaklık, bağıl nem ve rüzgâr parametreleri ile belirlemişlerdir. Üretilen tematik biyoklimatik konfor haritalarının analizleri sonucunda çalışma alanında biyoklimatik açıdan çok uygun alanların bulunmadığını ortaya koymuşlardır (Çetin vd., 2010).

Tseliou ve arkadaşları 2010 yılında Avrupa’da yaptıkları araştırmada 7 farklı şehir için biyoklimatik konfor alanlarını CBS ve PET, THI (Temperature-Humidity Index – Sıcaklık-Nem İndeksi), WCI (Wind Chill Index – Rüzgâr Soğukluğu İndeksi) indeksleri ile belirlemişlerdir. Araştırma alanında biyoklimatik açıdan uygun alanlarda yaptıkları anket çalışması ile karşılaştırdıklarında güçlü bir korelasyon tespit etmişlerdir (Tseliou vd., 2010).

Wan ve arkadaşları 2010 yılında Çin’de yaptıkları araştırmada 102 yıllık meteoroloji verileri ile hem yaz hem de kış için sıcaklık ve soğukluk streslerini araştırmışlardır. Sıcaklık artışının kış mevsimi için biyoklimatik konforu yükseltici, yaz mevsimi için azaltıcı etkisinin olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca soğukluk stresinin azaldığını, sıcaklık stresinin arttığını tespit etmişlerdir (Wan vd., 2010).

Dönmez ve arkadaşları 2018 yılında Karabük’te yaptıkları araştırmada 9 meteoroloji istasyonundan elde edilen sıcaklık, bağıl nem ve rüzgâr hızı verileri ile biyoklimatik konfor alanlarını belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarının biyoklimatik konfor açısından diğer aylardan daha uygun olduğunu belirlemişlerdir (Dönmez vd., 2018).

#### **1.4.3. Uygun yerleşim alanı belirleme ile ilgili literatür çalışmaları**

Reis ve arkadaşları 2008 yılında Rize’de yaptıkları araştırmada CBS ve AHP yöntemi ile jeoloji, eğim, bakı, arazi örtüsü, akarsuya mesafe, arazi kullanım kabiliyet sınıfları parametrelerini kullanarak yerleşime uygun alanları belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda yerleşime en uygun alanlarının oranını ise %3,2 olarak tespit etmişlerdir (Reis vd., 2008).

Nayim 2014 yılında Bartın’da yaptığı araştırmada LUCIS model ile yükseklik, jeoloji, toprak grupları, arazi kullanımı ve fay parametrelerini kullanarak uygun yerleşim alanlarını belirlemiştir. Araştırma sonucunda ise ilin büyük bir kısmının yerleşime uygun olmadığını ve il merkezinden daha uzak alanların nispeten yerleşime daha uygun olduğunu tespit etmiştir (Nayim, 2014).

Akyol ve arkadaşları 2015 yılında Denizli’de yaptıkları araştırmada AHP yöntemi ile zemin cinsi, standart penetrasyon, kayaçların mekanik özellikleri ve yeraltı su seviyesi parametrelerini kullanarak jeoteknik açıdan uygun yerleşim alanlarını belirlemişlerdir (Akyol vd., 2015).

Engin ve Şengün 2016 yılında Malatya’da yaptıkları araştırmada CBS ve AHP yöntemi ile toprak özellikleri, jeoloji, arazi kullanımı, gürültü, akarsuya mesafe ve arazi tipi parametrelerini kullanarak toplu konutlar için uygun alanları belirlemişlerdir (Engin ve Şengün, 2016).

Aburas ve arkadaşları 2017 yılında Malezya’da yaptıkları araştırmada CBS ve AHP yöntemi ile nüfus yoğunluğu, yükseklik, toprak dokusu, yollara mesafe, arazi örtüsü/kullanımı, akarsuya mesafe ve tesislere mesafe parametrelerini kullanarak uygun yerleşim alanlarını belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda ise bölgenin %48 oranında yerleşim açısından uygun olduğunu tespit etmişlerdir (Aburas vd., 2017).

Karakuş ve Cerit 2017 yılında Sivas’ta yaptıkları araştırmada CBS ve AHP yöntemi ile arazi yetenek sınıfları, jeoloji, eğim, erozyon, bakı, yükseklik parametrelerini değerlendirerek uygun yerleşim alanlarını belirlemişlerdir (Karakuş ve Cerit, 2017).

Esen 2019 yılında Bilgöl’de yaptığı araştırmada CBS ve AHP yöntemi ile jeomorfoloji, yükselti, eğim, bakı, jeoloji, faya uzaklık, büyük toprak grupları, arazi kabiliyet sınıfları, arazi kullanımı/örtüsü, sıcaklık, yağış, akarsulara mesafe parametrelerini kullanarak uygun yerleşim alanlarını belirlemiştir. Araştırma sonucunda bölgenin yaklaşık %36 oranında yerleşim açısından uygun olduğunu belirlemiştir (Esen, 2019).

Sharma ve Miyazaki 2019 yılında Papua Yeni Gine’de yaptıkları araştırmada uygun yerleşim alanlarını belirlemek için AHP yöntemi ile deprem, heyelan, taşkın ve volkan parametrelerini kullanmışlardır. Araştırma sonucunda bölgenin %26 oranında yerleşim açısından uygun olduğunu ortaya koymuşlardır (Sharma ve Miyazaki, 2019).

Mokhtar ve arkadaşları 2023 yılında Sri Lanka’da yaptıkları araştırmada uygun yerleşim alanlarını belirlemek için AHP yöntemi ile nüfus yoğunluğu, yükseklik, AKAÖ, arazi kullanımı ve tesis yoğunluğu parametrelerini kullanmışlardır. Sonuç olarak bölgenin %30 oranında yerleşime uygun olduğunu belirlemişlerdir (Mokhtar vd., 2023).

#### **1.4.4. Araştırma alanı ile ilgili literatür çalışmaları**

Karabulut ve Cosun 2009 yılında Kahramanmaraş’ta yaptıkları araştırmada ilin yağış trendini; lineer regresyon, parametrik olmayan testler ve yağış değişkenliği gibi istatistiksel yöntemler ile belirlemişlerdir. 30 yıllık yağış verisi ile yapılan araştırma sonucunda kış, ilkbahar ve yaz mevsimleri için yağışlarda çok düşük bir azalma ve sonbahar için çok düşük bir artış tespit etmişlerdir (Karabulut ve Cosun, 2009).

Biricik ve Korkmaz 2013 yılında Kahramanmaraş'ta yaptıkları araştırmada ilin jeolojik özelliklerini inceleyerek mevcut yerleşim alanlarının potansiyel depremlere karşı duyarlılığını ve sismik boşlukları tespit etmişlerdir (Biricik ve Korkmaz, 2013).

Sandal ve Karademir 2013 yılında Kahramanmaraş'ta yaptıkları araştırmada zemin ve deprem ilişkini analiz etmişlerdir. Jeoloji, zemin yapısı, toprak grupları gibi parametrelerle oluşturulan model ile potansiyel depremlere karşı bölgenin duyarlılığını belirlemişlerdir (Sandal ve Karademir, 2013).

Karaağaç ve arkadaşları 2019 yılında Kahramanmaraş'ta yaptıkları araştırmada ilin afetselliğini incelemişlerdir. Heyelan, kaya düşmesi, deprem ve su baskını parametreleri ile yerleşime uygun alanları belirlemişlerdir (Karaağaç vd., 2019).

Sarıgül ve Turoğlu 2020 yılında Kahramanmaraş'ta yaptıkları araştırmada sel ve taşkınlar için nüfus, jeoloji, bitki örtüsü, iklim, yükselti, eğim, morfometrik özellikler ile coğrafi analizler gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda il merkezindeki havzalar ve akarsular için taşkın ve sel duyarlılıklarını belirlemişlerdir (Sarıgül ve Turoğlu, 2020).

Eşit ve Yüce 2022 yılında Kahramanmaraş'ta yaptıkları araştırmada il geneli ve ilçeler için kurallık analizi ve risk değerlendirmesi yapmışlardır. Araştırma sonucunda kuraklık riskinin en az Kahramanmaraş merkezde ve en fazla Elbistan ilçesinde olduğunu tespit etmişlerdir (Eşit ve Yüce, 2022).

## 2. DOĞAL AFETLER VE İKLİM

### 2.1. Doğal Afetler ve Risk Yönetimi

Afet kelimesi BM (Birleşmiş Milletler) tarafından kabul gören tanımına göre, fiziksel, ekonomik ve sosyal alanlarda insanlara zarar veren, günlük yaşamı ve toplumsal faaliyetleri kesintiye uğratan veya durma noktasına getiren olaylardır. Doğal, teknoloji ya da insan kaynaklı olarak gerçekleşebilir. Ayrıca afet etkisindeki toplumun kendi imkanları ile afetin üstesinden gelmesi mümkün değildir (UNDRR, 2024). Doğal afet kavramı meydana gelen afetin doğa ile ilgili olarak oluştuğunu, şiddet, etki ve olumsuzluk anlamında büyüklüğünü ifade etmektedir.

Doğal afetlere deprem, sel, su taşkınları, çığ, heyelan, kaya düşmesi, tsunami, kasırga, yangın, obruk, volkan, çığ vb. örnek olarak verilebilir. Ayrıca 2022 yılında Türkiye’de meydana gelen doğa kaynaklı olaylar Çizelge 2.1.’de gösterilmiştir.

**Çizelge 2.1.** Türkiye 2022 yılı doğa kaynaklı olay istatistikleri (AFAD, 2022)

Afet türü	Afet sayısı
Deprem	21.054
Çığ	18
Fırtına, Dolu, Aşırı kış koşulları vb.	451
Heyelan	859
Kaya düşmesi	137
Obruk	13
Sel/Su baskını	450
Genel toplam	22.982

#### 2.1.1. Afet yönetimi

Afet yönetimi, doğal veya insan kaynaklı afetlerin toplum üzerindeki etkilerinden tamamen korunmayı veya en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Afet öncesi için hazırlıklı olmak, afet sırasında müdahale etmek ve afet sonrasında iyileştirmeler için planlama ve uygulama süreçlerinin bütünüdür (Kadıoğlu, 2008).

#### 2.1.2. Risk yönetimi

Risk yönetimi, potansiyel risklerin belirlenerek ortadan kaldırılması veya en aza indirilmesi için yapılan çalışmalar ve planların bütünüdür (Özkul ve Karaman, 2007).

Güncel risk yönetimi çalışmalarında risk unsurlarının belirlenerek, potansiyel afetler için uygun senaryolar geliştirilmektedir. Ayrıca güncel haritalar ve grafikler ile hem afet öncesi hem de afet sonrası için iyileştirme çalışmaları planlanmaktadır.

CBS ve UA teknolojileri afet yönetimi, risk yönetimi ve planlama çalışmalarında kullanılan yöntemlerden bazılarıdır. UA, araştırma bölgesi için verilerin detaylı bir şekilde toplanması amacı ile kullanılırken, CBS ise bu verilerin işlenmesi, analiz edilmesi ve tematik haritalarının üretilmesi aşamasında kullanılmaktadır. CBS ve UA entegrasyonu ile afetler için hem hızlı hem de etkili araştırmalar yapılabilmesine imkân vermektedir (Chan, 1997; Yomralıoğlu, 2005).

#### **2.1.2.1. Afet envanter haritaları**

Afet envanter haritaları bir bölgede geçmişte meydana gelen afetlerle ilgili olarak, konum, tarih, tür, şiddet, etki gibi öznitelik bilgilerinin gösterildiği haritalardır. Doğal afetler geçmişte ve gelecekte aynı şartlar altında meydana geldiği için bu haritalar afet ve risk yönetimi araştırmalarında kullanılmaktadır (Orhan, 2018).

#### **2.1.2.2. Tehlike ve tehlike haritaları**

Tehlike, doğal şekilde veya insanlar tarafından meydana gelen toplumu sağlık, ekonomi ve sosyal açıdan olumsuz etkileyen nadir gerçekleşen olaylar olarak ifade edilmektedir (Gigliotti ve Jason, 1991).

Tehlike haritaları, bir bölge için potansiyel tehlikeler için özellikleri, şiddetleri, konumları ve oluşma sıklıkları gibi konularda bilgi veren haritalardır (Horlick-Jones vd., 1995).

#### **2.1.2.3. Risk ve risk haritaları**

Risk, bir tehlikenin oluşma olasılığı ve bu tehlikenin oluşmasından sonra ortaya çıkacak olumsuz sonuçların tümünü olarak ifade edilir (Coburn vd., 1992; Okuyama ve Chang, 2004).

Risk haritaları, bir bölgede meydana gelebilecek herhangi bir afetin sebep olacağı hasarı ve kayıpları o bölge özellikleri ile birlikte gösteren haritalardır (Orhan, 2018).

#### **2.1.2.4. Duyarlılık ve duyarlılık haritaları**

Duyarlılık, bir nesnenin ya da sistemin belirli bir koşul veya değişkene verdiği tepkidir. Bu tepkinin nesnelere ya da sistemler üzerindeki etkisini belirlemek için kullanılmaktadır (Orhan, 2018).

Duyarlılık haritaları, bir bölgede afetin oluşması ile ilgili parametrelerin hem afeti hem de diğer parametreleri nasıl etkilediğini belirleyerek, potansiyel afetler için bu bölgenin duyarlılık derecesini gösteren tematik haritalardır. Duyarlılık haritaları afetlerin zamanını, sıklığını ve büyüklüğünü değil, bölgenin afetlere karşı davranışlarını gösterir (Orhan, 2018).

#### **2.2. Çoklu Afet Duyarlılık Modeli (ÇADM)**

Çoklu afet, bir bölgeyi veya toplumu aynı zamanda veya sıralı olarak etkileyen birden fazla doğal afetin meydana gelmesidir. Depremlerden sonra oluşan tsunamiler ve heyelanlar birer çoklu afet örneğidir.

Çoklu afet duyarlılık modeli ise bir bölgede meydana gelebilecek afetlere karşı bölgenin duyarlılıklarının belirlenerek, birlikte değerlendirilmesidir. Bu tez çalışması kapsamında ÇADM için deprem, taşkın-sel ve heyelan afetleri kullanılmıştır.

#### **2.3. İklim ve Biyoklimatoloji**

İklim, bir coğrafi bölge için uzun yıllar gözlemlenen atmosferik koşulların ortalama özellikleri, meteorolojik olayların zamansal dağılımı, ölçülen ekstrem değerleri ve bu durumlarla ilgili parametrelerin toplamı olarak ifade edilmektedir. İklim parametreleri genel olarak sıcaklık, basınç, yağış, rüzgâr vb. şeklinde sıralanmaktadır. Ayrıca sıcaklık diğer parametrelere göre daha hızlı değişim göstererek diğer parametreleri de etkileyebilmektedir (Atalay, 2010; Erol, 1964).

Biyoklimatoloji, iklim şartlarının canlılar üzerinde oluşturduğu etkiyi araştıran ve birçok disiplini içeren bir bilim dalı olarak tanımlanmaktadır (Landsberg, 1972; Maarouf ve Munn, 2005).

İnsanlar için sıcaklık dengesi fizyolojik yapı ve iklimsel parametreler ile belirlenmektedir. Fizyolojik yapıda kişinin cinsiyeti, yaşı, boyu, ağırlığı, sağlık problemleri, giyinme şekli ve aktivite durumu gibi değişkenler bulunurken, iklimsel

parametrelerde ise hava sıcaklığı, bağıl nem, güneş ışıınımı, bulutluluk, yağış ve hava kalitesi gibi değişkenler bulunmaktadır (Öngel ve Mergen, 2009).

### **2.3.1. Biyoklimatik konfor ve biyoklimatik değerlendirme**

Biyoklimatik konfor, insanların mevcut atmosferik koşullar altında fizyolojik ve psikolojik açıdan kendilerini sağlıklı ya da sağlıklısız hissetme durumu olarak ifade edilir (Olgay, 2015; Parsons, 2019). Biyoklimatik değerlendirme, bir bölge için bir veya daha fazla biyoklimatik konfor indeksi kullanılarak o bölgedeki mevcut biyoklimatik şartların belirlenerek analiz edilmesidir.

### **2.3.2. Biyoklimatik konfora etki eden faktörler**

Biyoklimatik konfor modelleri genel olarak insanların fizyolojik özellikleri ve atmosferik koşullara göre iç mekân ve dış mekân olarak ikiye ayrılmıştır. Biyoklimatik konforun belirlenmesinde sıcaklık, nispi nem, rüzgâr, bulutluluk, yağış ve hava kalitesi gibi parametreler kullanılmaktadır.

#### **2.3.2.1. Sıcaklık**

Sıcaklık, biyoklimatik konforun belirlenmesinde en önemli parametredir. Sıcaklığın ölçümü kuru veya ıslak hazneli termometreler ile gerçekleştirilmektedir. Ayrıca nem ve rüzgâr gibi parametreler hava sıcaklığına etki etmektedir (Toy, 2010).

#### **2.3.2.2. Nispi nem**

Nem, hava kütlesi içerisindeki su buharını ifade ederken, nispi nem ise havadaki mevcut su buharının havanın o anki sıcaklığında tutabileceği maksimum su buharına oranını ifade etmektedir (Feldman, 1983).

#### **2.3.2.3. Rüzgâr**

Rüzgâr, atmosferde bulunan hava kütlelerinin yüksek basınçlı alanlardan alçak basınçlı alanlara geçişi olarak tanımlanmaktadır. Rüzgarların hızları ve yönleri

belirlenebilmektedir. Ayrıca insanlar için ısıtma, üsütme ve serinletme şeklinde etki yapmaktadırlar (Erol, 1964).

### **2.3.3. Biyoklimatik konfor indeksleri**

Biyoklimatik konfor indeksleri, biyoklimatik konfor şartlarının belirlenmesi için oluşturulan matematiksel ve istatistiksel modeller olarak ifade edilmektedir (Toy vd., 2007).

#### **2.3.3.1. Rahatsızlık İndeksi (Discomfort Index – Rİ)**

Thom tarafından 1959 yılında dış mekanlar için geliştirilen bu indeks hava sıcaklığı ile nemin sıcaklığa etkisini birleştirerek tek bir sıcaklık değerine dönüştürmek için tasarlanmıştır (Thom, 1959).

#### **2.3.3.2. Isı İndeksi (Heat Index – İİ)**

Steadman tarafından 1979 yılında iç mekanlarda biyoklimatik konforunun hesaplanması için tasarlanmıştır. Güncelleştirilmiş şekli ile günümüzde dış mekanlar için de kullanılmaktadır (Steadman, 1979, 1984, 1994; Toy, 2010).

#### **2.3.3.3. Rüzgâr Soğukluğu İndeksi (Wind Chill Index – RSİ)**

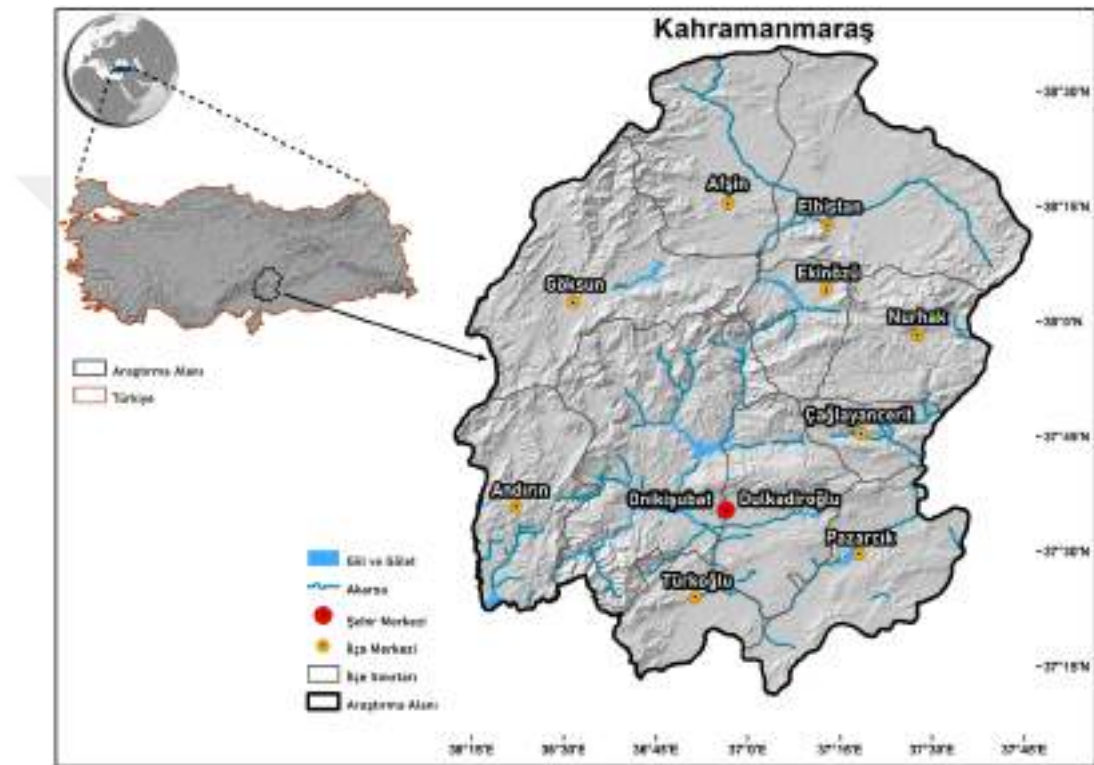
Siple ve Passel tarafından 1945 yılında sıcaklık ve rüzgâr etkisi ile hissedilen soğukluğu hesaplamak için tasarlanmıştır. 2001 yılında NWS (National Weather Service) tarafından testler yapılarak güncelleştirilmiştir (Siple ve Passel, 1945).

### **2.4. Biyoklimatik Konfor Modeli (BKM)**

Biyoklimatik konfor modeli, bir bölgenin bir veya birden çok biyoklimatik konfor indeksi ile biyoklimatik konfor alanlarının belirlenmesidir. Bu tez çalışması kapsamında üretilen BKM için Rİ (Rahatsızlık İndeksi), İİ (Isı İndeksi) ve RSİ (Rüzgâr Soğukluğu İndeksi) indeksleri kullanılmıştır (Olgay, 2015).

### 3. ARAŞTIRMA ALANI VE COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ

Kahramanmaraş ili Türkiye'nin güneyinde Akdeniz Bölgesi'nde  $37^{\circ}11'$  ve  $38^{\circ}36'$  kuzey enlemleri ile  $36^{\circ}15'$  ve  $37^{\circ}42'$  doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 3.1.). 14520 km<sup>2</sup>'lik yüz ölçümü ile Türkiye'nin 11. büyük vilayetidir. Onikişubat ve Dulkadiroğlu merkez ilçe olmak üzere 11 ilçesi vardır. İlin %59,7'sini dağlar, %24'ünü platolar ve %16,3'ünü ise ovalar oluşturmaktadır (KBB, 2023).



Şekil 3.1. Araştırma alanı lokasyon haritası

#### 3.1. Afetsel Özellikler

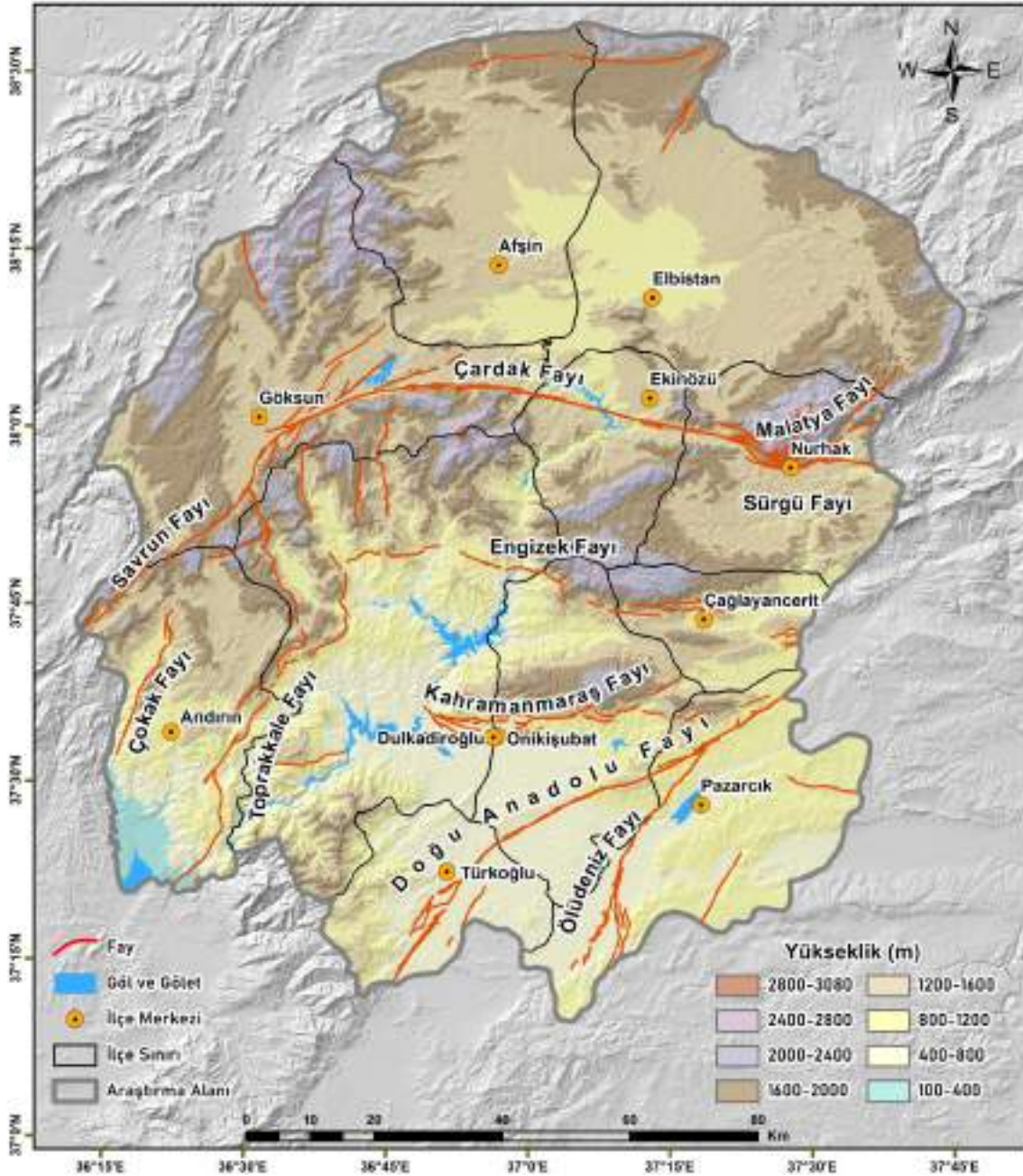
Kahramanmaraş, topografik ve jeolojik yapısından dolayı farklı afetlere maruz kalmaktadır. En sık yaşanan afetler deprem, taşkın-sel ve heyelan olarak ifade edilmektedir (AFAD, 2020).

##### 3.1.1. Deprem

Kahramanmaraş, Arabistan ve Anadolu levhalarının çarpışma alanında bulunmasından dolayı tektonik açıdan oldukça aktiftir. Hem tarihsel dönemde hem de

yakın geçmişte büyük depremler meydana gelmiştir ve ciddi sayılarda can kayıpları yaşanmıştır.

İl sınırları içerisinde ve çevresinde yıkıcı depremler üretme potansiyeli olan Doğu Anadolu Fayı (DAF) ve Ölüdeniz Fayının etkisi altındadır. Şekil 3.2.'de il sınırları içerisindeki aktif faylar gösterilmiştir (Biricik ve Korkmaz, 2013; Sandal ve Karademir, 2013; Varol vd., 2012).



Şekil 3.2. Kahramanmaraş ilindeki aktif faylar (MTA, 2024b)

### 3.1.1.1. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri

6 Şubat 2023 tarihinde 04:17'de 7,7 Mw Kahramanmaraş-Pazarcık ve 13:24'te 7,6 Mw Kahramanmaraş-Elbistan merkezli depremler meydana gelmiştir. Depremler Kahramanmaraş, Hatay, Malatya, Osmaniye, Adıyaman, Diyarbakır, Şanlıurfa, Gaziantep, Kilis, Adana ve Elâzığ olmak üzere 11 ili önemli ölçüde etkilemiştir (AFAD, 2023).

Depremlerin dış merkezlerinin ve artçılarının dağılımları saha üzerinde analiz edilmiştir. Pazarcık merkezli deprem ile Erkenek, Gölbaşı, Amanos ve Narlı parçasının kırıldığı, Elbistan merkezli depremin ise Çardak Fayı ve Doğanşehir Fay Zonu arasında kırılmalara sebep olduğu anlaşılmıştır (AFAD, 2023).

Yaşanan depremler sonucunda 50 binin üzerinde can kaybı, 100 binin üzerinde yaralanma, 500 binin üzerinde yıkılmış, acil yıkılacak veya ağır hasarlı bina tespit edilmiştir. Deprem öncesi ve deprem sonrasına ait görüntüler felaketin büyüklüğünü göstermektedir (AFAD, 2023). Ayrıca depremlerin sonucunda 11 ilde toplam 2826 adet heyelan yaşanmış ve 92 kişi hayatını kaybetmiştir (AA, 2024).



Şekil 3.3. Kahramanmaraş deprem öncesi ve sonrası (AA, 2024)



Şekil 3.4. Hatay deprem öncesi ve sonrası (AA, 2024)

### 3.1.2. Taşkın-Sel

Kahramanmaraş için depremde sonra en tehlikeli afet türü taşkın-sel afetidir. İl sınırlarının büyük bir kısmının Ceyhan Havzası'nda bulunması, yerleşim alanlarının genelde yüksek eğimli yamaçların etrafında toplanması, yamaçlarda oluşan dere yataklarının yerleşim alanlarından geçmesi gibi sebeplerden dolayı taşkın-sel tehlikesi artmaktadır. Onikişubat, Dulkadiroğlu, Elbistan ve Afşin gibi ilçelerde sıklıkla taşkın-sel oluşmaktadır. Günümüzde meydana gelen iklim değişikliklerine bağlı oluşan yağış değişiklikleri ile taşkın-sel afetlerinde artış görülmüştür (AFAD, 2020).



Şekil 3.5. Kahramanmaraş ilinde meydana gelmiş taşkın-sel fotoğrafları (AA, 2024)

### 3.1.3. Heyelan

Kahramanmaraş için deprem ve taşkın-sel afetlerinden sonra en etkili olan afet türü heyelan olarak ifade edilebilir. Heyelanlar genellikle bindirme hatları ve bu hatların ön cephelerinde meydana gelmektedir. İl geneli heyelan yoğunluğu Ahır Dağı'nın güney kısımlarından başlayarak il merkezinin doğusuna kadar uzanmaktadır. Ayrıca Çataldağ, Ulutaş, Göllü, Bulanık, Akyar, Küçüknacar, Kazanlıpınar, Karağaç ve Kuzucak hattı boyunca devam etmektedir (AFAD, 2020).

Litolojik yapının farklı türler içermesi, iklim ve topoğrafya özelliklerinden dolayı sık sık Onikişubat, Dulkadiroğlu ve Andırın ilçelerinin mahallelerinde meydana gelmektedir (AFAD, 2020).



Şekil 3.6. Kahramanmaraş ilinde meydana gelmiş heyelan fotoğrafları (AA, 2024)

### 3.2. İklimsel Özellikler

Kahramanmaraş Akdeniz Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin birbirine en çok yaklaştığı konumdadır. Coğrafi konumundan dolayı üç farklı iklim tipi görülmesine rağmen çoğunlukla Akdeniz iklimi hakimdir. Ayrıca ilin güney bölgelerinden kuzey bölgelerine doğru karasal iklim özellikleri artmaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022).

En yüksek sıcaklık değeri 47,2 °C, en düşük sıcaklık değeri -9,6 °C olarak ölçülmüştür. Ortalama güneşlenme süresi 6,7 saat ve ortalama yağışlı gün sayısı ise 74,4 gündür. Günlük en yüksek yağış 98,2 mm, en hızlı rüzgâr 45 m/sn ve en yüksek kar uzunluğu 37 cm olarak ölçülmüştür (MGM, 2023).

#### 4. ÇOKLU AFET VE BİYOKLİMATİK DEĞERLENDİRMELER İLE UYGUN YERLEŞİM ALANLARININ BELİRLENMESİ

Bu araştırmada, Kahramanmaraş ilindeki uygun yerleşim alanları; ÇADM (Çoklu Afet Duyarlılık Modeli), BKM (Biyoklimatik Konfor Modeli), AKKS (Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfları), eğim, bakı parametreleri ve AHP yöntemi ile belirlenmiştir.

Uygun yerleşim alanı belirleme modelinin birçok parametre içermesi, bu parametrelerin karşılaştırılmasının zorluğu, coğrafi özelliklerin çeşitliliği ve konunun disiplinlerarası bir çözüm gerektirmesinden dolayı uzman görüşüne dayalı AHP yöntemi kullanılmıştır.

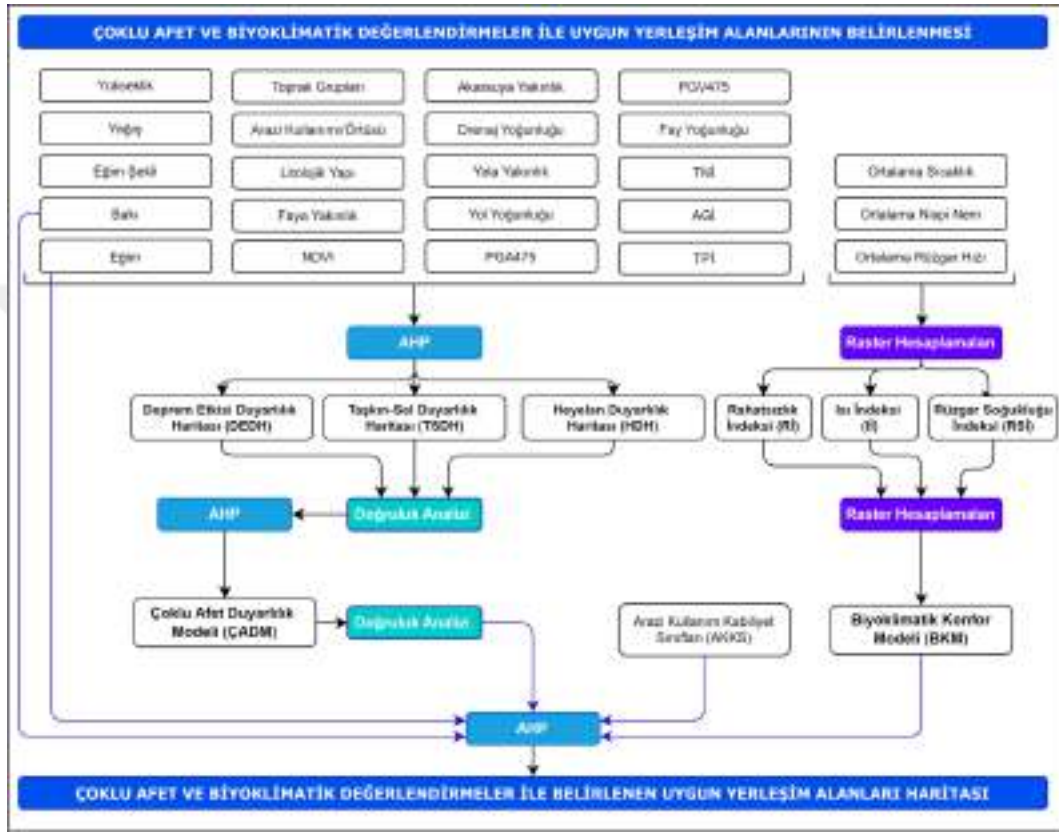
Parametrelerin ve parametrelerden üretilen modellerin AHP yöntemi için ağırlıklarının belirlenmesinde; araştırma alanına ve araştırma konularına hâkim coğrafya, jeoloji mühendisliği, jeofizik mühendisliği, harita mühendisliği, inşaat mühendisliği, şehir ve bölge planlama bilim dallarında mesleki uygulamalar, akademik araştırmalar yapan uzmanların görüşleri ve literatürdeki araştırmalar kullanılmıştır.

Uygun yerleşim alanı belirleme modeli için kullanılan temel parametreler uzman görüşleri, veri kısıtlılık durumu ve önceki araştırmalar ile belirlenmiştir. Bu parametreler; yükseklik, eğim, eğim şekli, bakı, litolojik yapı, toprak grupları, AKAÖ (Arazi Kullanımı/Örtüsü), yağış, faya yakınlık, fay yoğunluğu, akarsuya yakınlık, drenaj yoğunluğu, yola yakınlık, yol yoğunluğu, PGA475 (Peak Ground Acceleration – En Büyük Yer İvmesi), PGV475 (Peak Ground Velocity – En Yüksek Yer Hızı), NDVI (Normalized Difference Vegetation Index – Normalize Edilmiş Fark Bitki İndeksi), TNİ (Topoğrafik Nemlilik İndeksi - Topographic Wetness Index), AGİ (Akarsu Güç İndeksi – Stream Power Index), TPİ (Topoğrafik Pürüzlülük İndeksi - Terrain Ruggedness Index), AKKS, ortalama sıcaklık, ortalama nispi nem ve ortalama rüzgâr olarak belirlenmiştir.

ÇADM için ilk olarak AHP yöntemi ile DEDH (Deprem Etkisi Duyarlılık Haritası), HDH (Heyelan Duyarlılık Haritası) ve TSDH (Taşkın-Sel Duyarlılık Haritası) üretilmiştir. Üretilen bu duyarlılık haritaları tekrar AHP yöntemi ile birleştirilerek ÇADM üretilmiştir.

BKM için ilk olarak Rİ (Rahatsızlık İndeksi), İİ (Isı İndeksi), RSİ (Rüzgâr Soğukluğu İndeksi) hesaplamaları yapılarak hem aylık hem de yıllık biyoklimatik konfor alanları haritaları üretilmiştir. Üretilen bu biyoklimatik konfor haritalarının aritmetik ortalaması alınarak hem aylık hem de yıllık BKM üretilmiştir.

Modellerin oluşturulması, hesaplamaların yapılması, tematik haritaların üretilmesi ve analiz edilmesi aşamasında ArcGIS 10.8, ArcGIS Pro 2.5, Erdas Imagine 14, QGIS, GlobalMapper ile Google Earth yazılımları kullanılmıştır. Tüm parametre ve model haritaları 30 metre piksel boyutuna göre düzenlenmiştir. Ayrıca tezin iş akış şeması Şekil 4.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Tez iş akış şeması

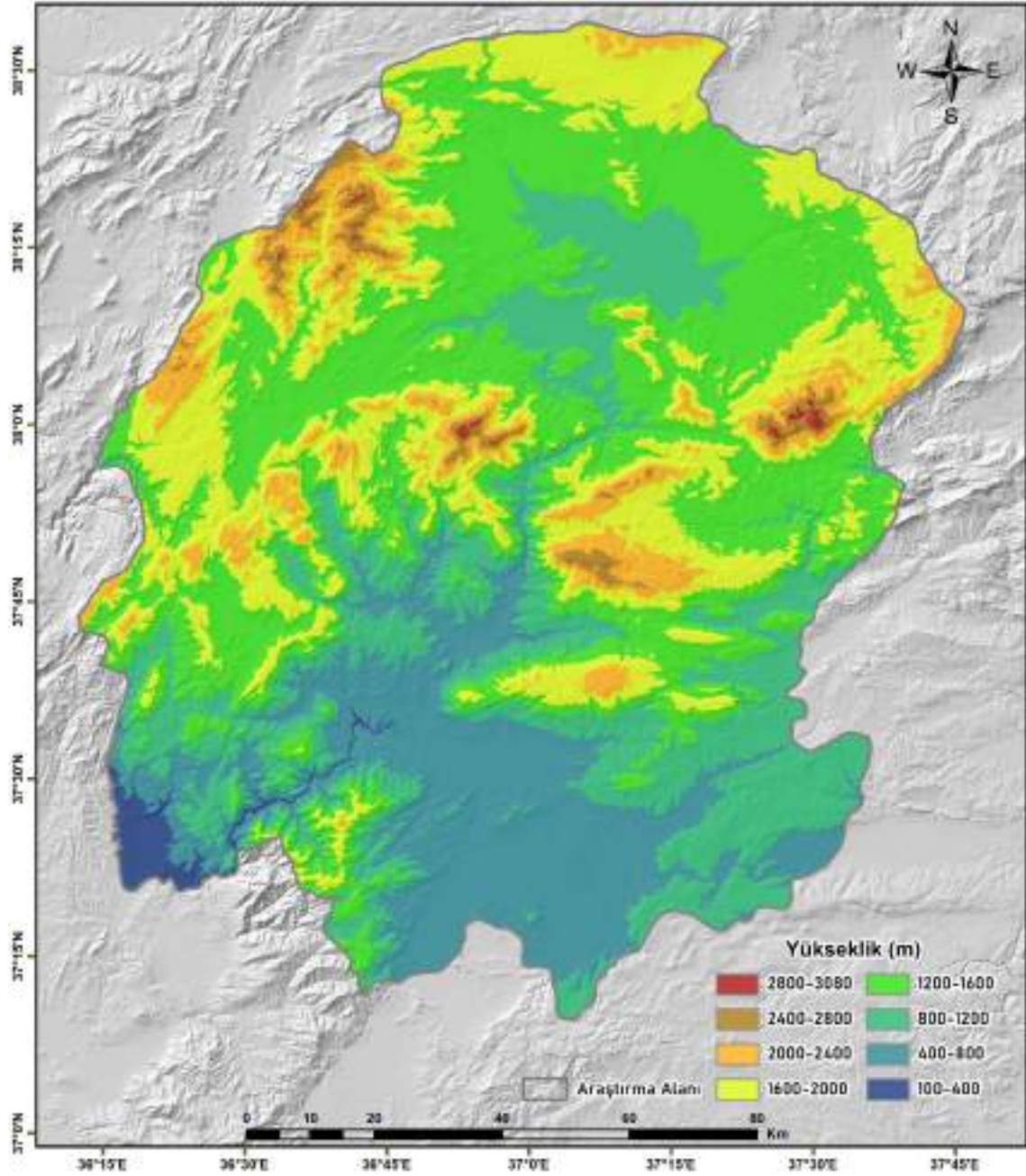
#### 4.1. Çoklu Afet Duyarlılık Modelinin Üretilmesi

Kahramanmaraş ili için oluşturulan çoklu afet duyarlılık modelinde daha çok can ve mal kaybına sebep olan deprem, heyelan ve taşkın-sel seçilmiştir.

##### 4.1.1. Çoklu afet parametreleri ve parametre haritaları

Afet duyarlılık haritalarının üretilmesinde ortak parametreler kullanıldığı için bu parametrelere ait bilgiler ve üretilen tematik haritalar toplu bir şekilde sunulmuştur. Ayrıca her bir parametrenin afet duyarlılığına etkisi duyarlılık haritalarının üretilmesi aşamasında açıklanmıştır.

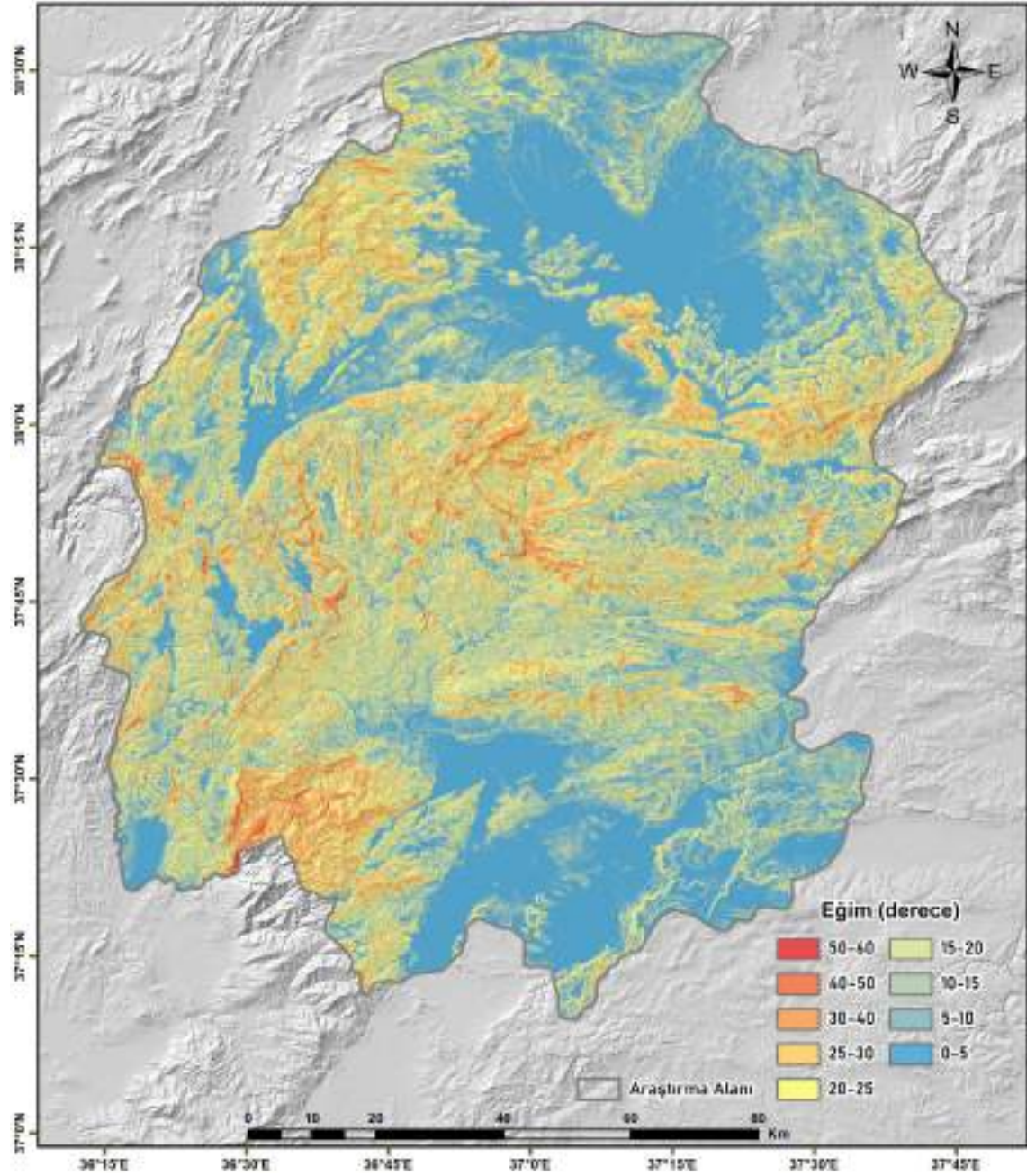
#### 4.1.1.1. Yükseklik



Şekil 4.2. Kahramanmaraş yükseklik haritası

Yükseklik parametresi için JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency - Japonya Uzay Araştırma Ajansı) tarafından işletilen ALOS (Advanced Land Observation Satellite) uydusu ile üretilen 30 m mekânsal çözünürlük ve 5 m yükseklik doğruluğu bulunan AW3D (Advanced World 3D – Gelişmiş 3B Dünya) sayısal yükseklik modeli kullanılmıştır (Tadono vd., 2015). Yükseklik verisi 100 – 3080 m aralığındadır ve 400 m aralıklarla 8 sınıfa ayrılmıştır.

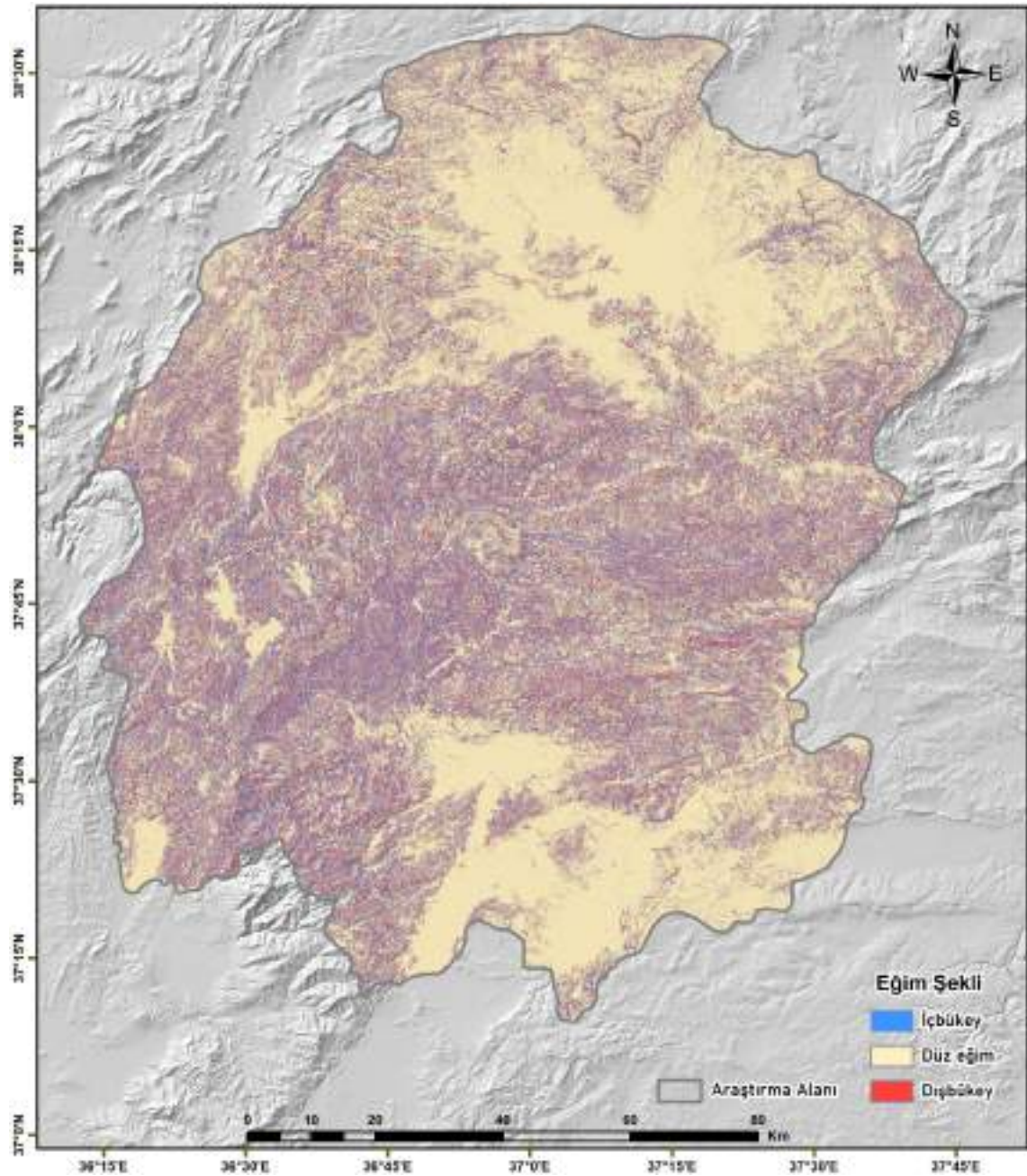
#### 4.1.1.2. Eğim



Şekil 4.3. Kahramanmaraş eğim haritası

Eğim temel olarak her bir hücre için çevresindeki diğer hücrelerle arasındaki yükseklik değişimi oranlarının hesaplanmasıdır. ArcGIS yazılımında yükseklik verisi ve eğim aracı kullanılarak hesaplanmıştır. Eğim verisi 0 – 60 derece aralığındadır ve 5 derecelik aralıklarla 9 sınıfa ayrılmıştır.

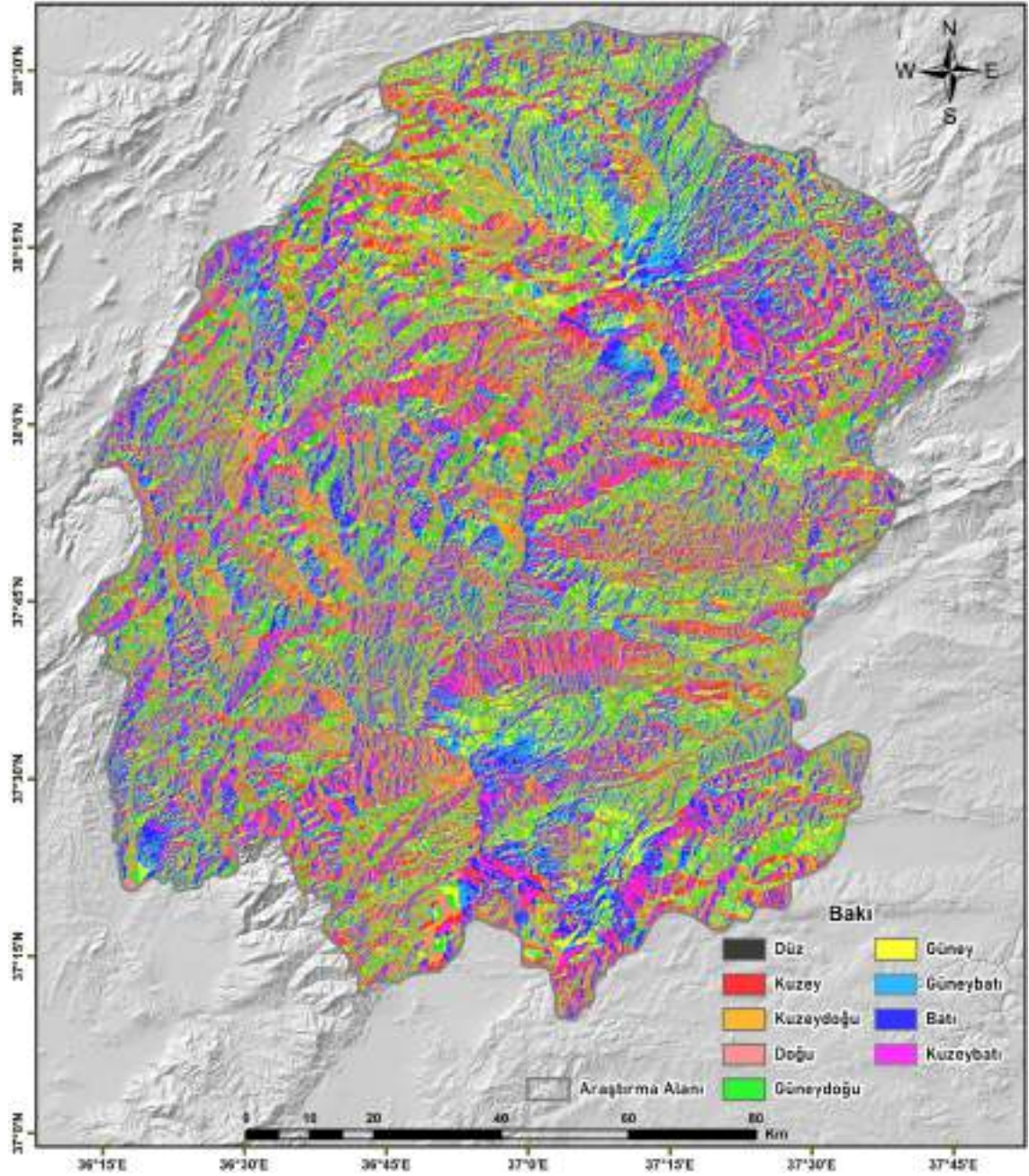
#### 4.1.1.3. Eğim şekli



Şekil 4.4. Kahramanmaraş eğim şekli haritası

Eğim şekli yüzeyin hem eğim yönündeki eğriliğini hem de eğim yönüne dik eğriliğini tanımlamaktadır. ArcGIS yazılımında yükseklik verisi ve eğrilik aracı kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler (-6,4) – (6,6) aralığındadır ve (-6,4) – (-0,5) aralığı içbükey, (-0,5 – 0,5) düz eğim, (0,5 – 6,6) dışbükey şeklinde 3 sınıfa ayrılmıştır.

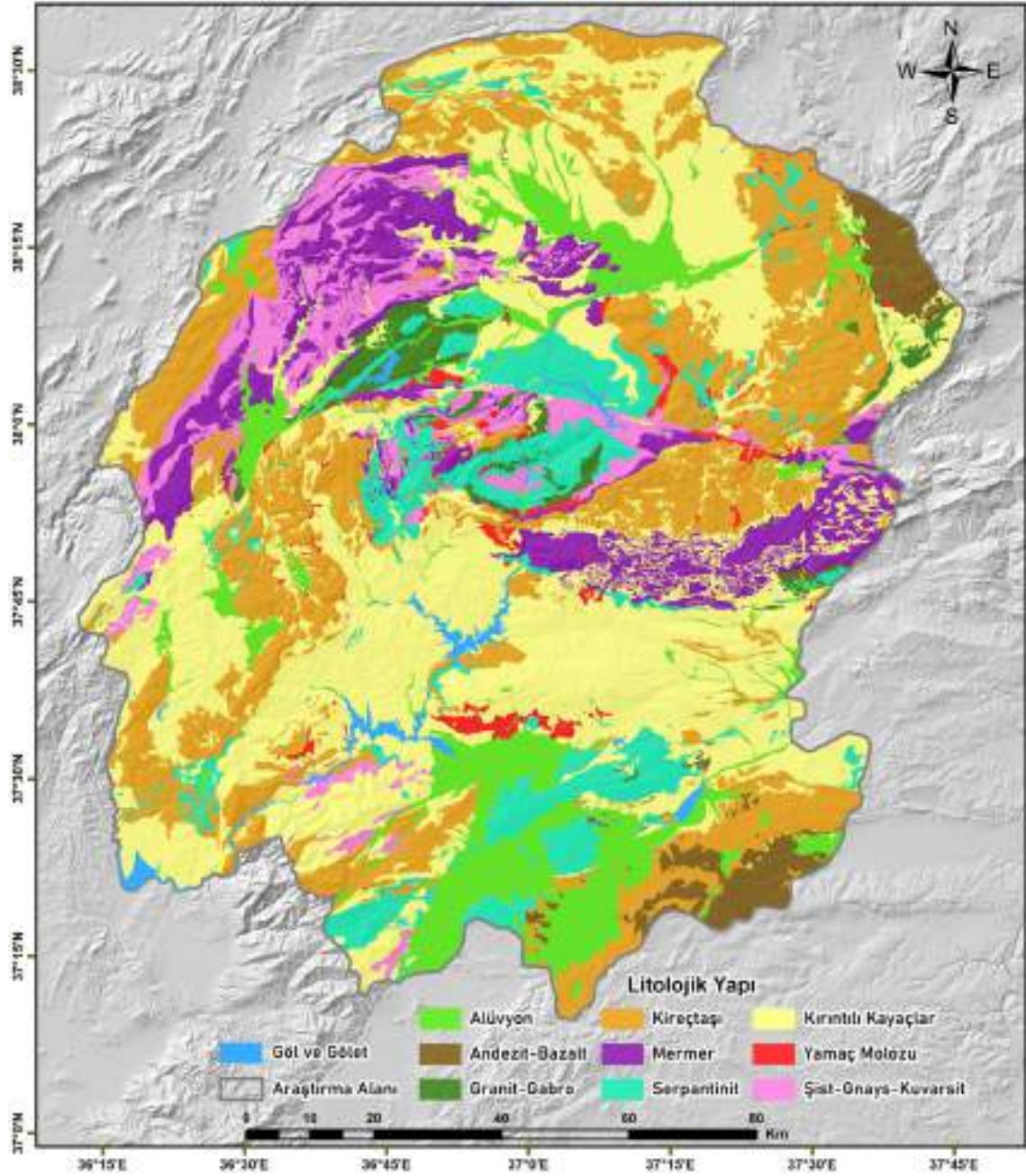
#### 4.1.1.4. Bakı



Şekil 4.5. Kahramanmaraş bakı haritası

Bakı piksellerin diğer komşu pikseller ile oluşturduğu eğim yönlerinin değişimleridir. ArcGIS yazılımında yükseklik verisi ve bakı aracı kullanılarak hesaplanmıştır. Düz yüzeyler (-1), kuzey (0–22,5 ve 337,5–360), kuzeydoğu (22,5–67,5), doğu (67,5–112,5), güneydoğu (112,5–157,5), güney (157,5–202,5), güneybatı (202,5–247,5), batı (247,5–292,5), kuzeybatı (292,5–337,5) olarak 45 derecelik aralıklarla 9 sınıfa ayrılmıştır.

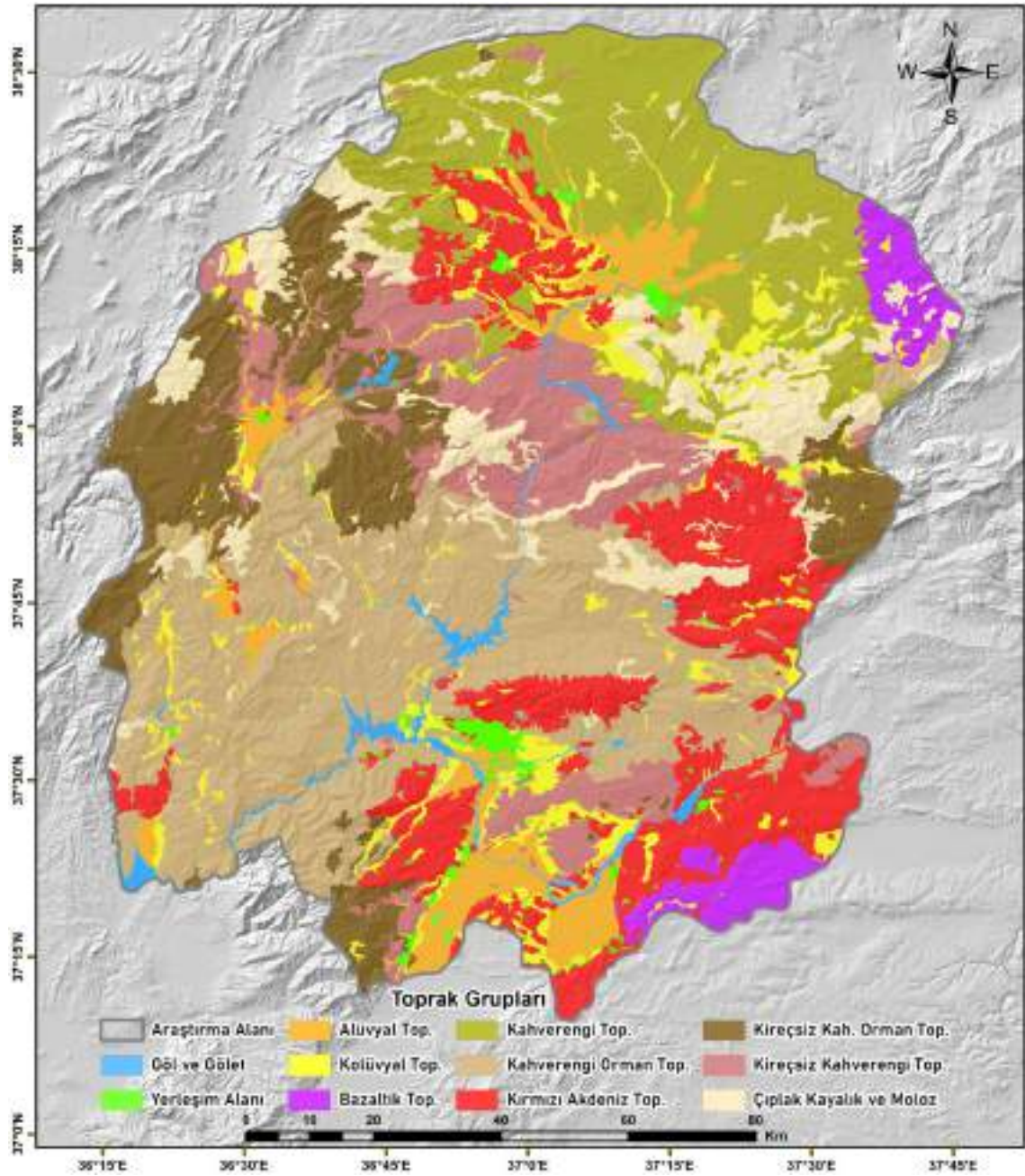
#### 4.1.1.5. Litolojik yapı



Şekil 4.6. Kahramanmaraş litolojik yapı haritası

Litolojik yapı parametresi benzer kayaç yapıları ve afetlere karşı davranışlarına göre alüvyon, andezit-bazalt, granit-gabro, kireçtaşı, mermer, serpantinit, kırıntılı kayaçlar, yamaç molozu ve şist-gnays-kuvarsit şeklinde 9 sınıf olarak düzenlenmiştir (MTA, 2023; Sarıgül ve Turoğlu, 2020).

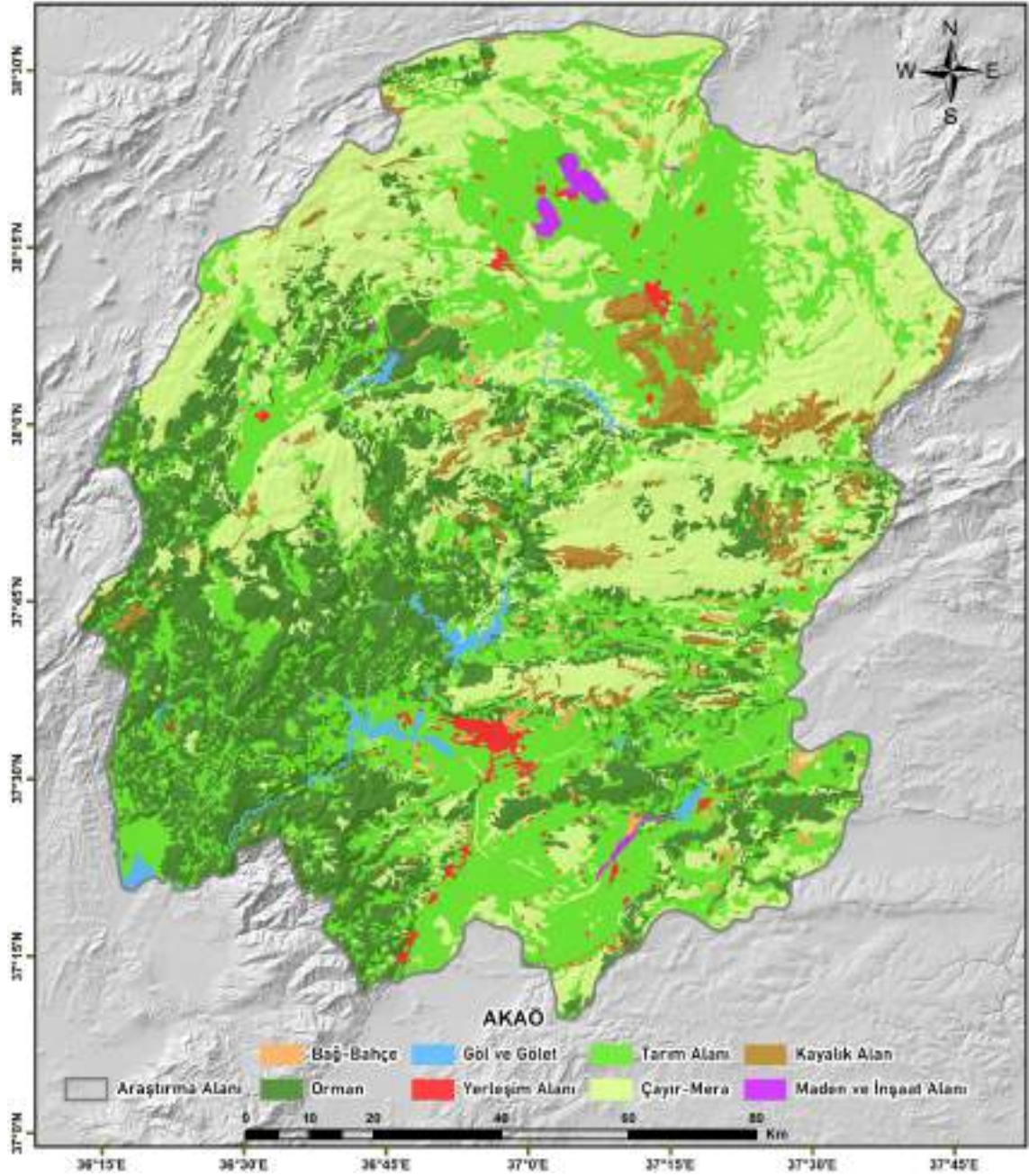
#### 4.1.1.6. Toprak grupları



Şekil 4.7. Kahramanmaraş toprak grupları haritası

Toprak grupları parametresi alüvyal topraklar, kolüvyal topraklar, bazaltik topraklar, kırmızı Akdeniz toprakları, kahverengi topraklar, kireçsiz kahverengi topraklar, kahverengi orman toprakları, kireçsiz kahverengi orman toprakları ve çıplak kayalık – moloz şeklinde 9 sınıfa ayrılmıştır (Atalay, 2010; FAO, 2023; Sandal ve Karademir, 2013; Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024a; Zengin ve Oğuz, 2012).

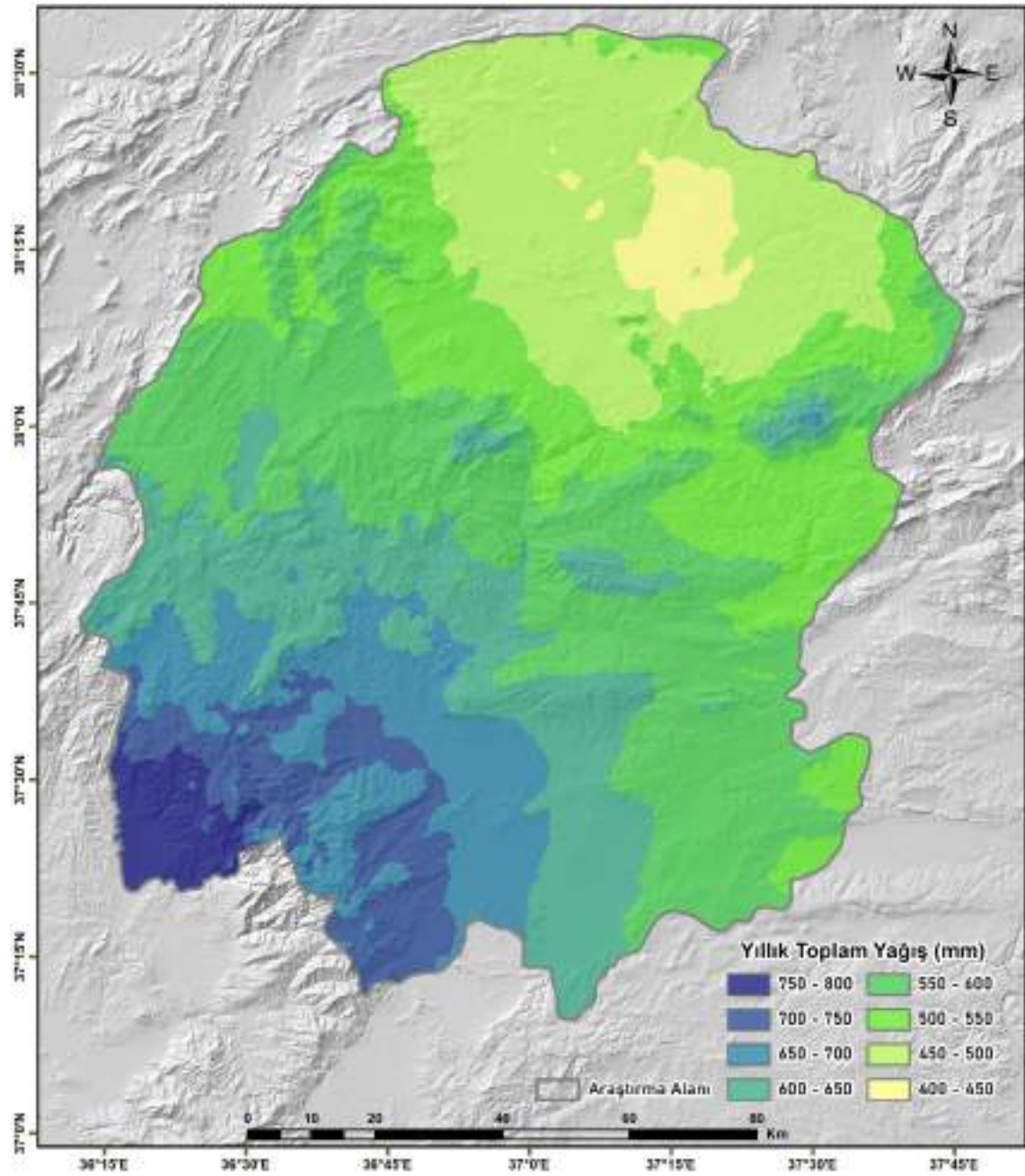
#### 4.1.1.7. Arazi kullanımı/örtüsü (AKAÖ)



Şekil 4.8. Kahramanmaraş AKAÖ haritası

AKAÖ parametresi için CORINE 2018 (Coordination of Information on the Environment - Çevresel Bilginin Koordinasyonu) verisi kullanılmıştır. CORINE verisi benzerliklerine ve afetlere karşı davranışlarına göre bağ-bahçe, orman, göl-gölet, yerleşim alanı, tarım alanı, çayır-mera, kayalık alan, maden ve inşaat alanı şeklinde 8 sınıf olarak düzenlenmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023).

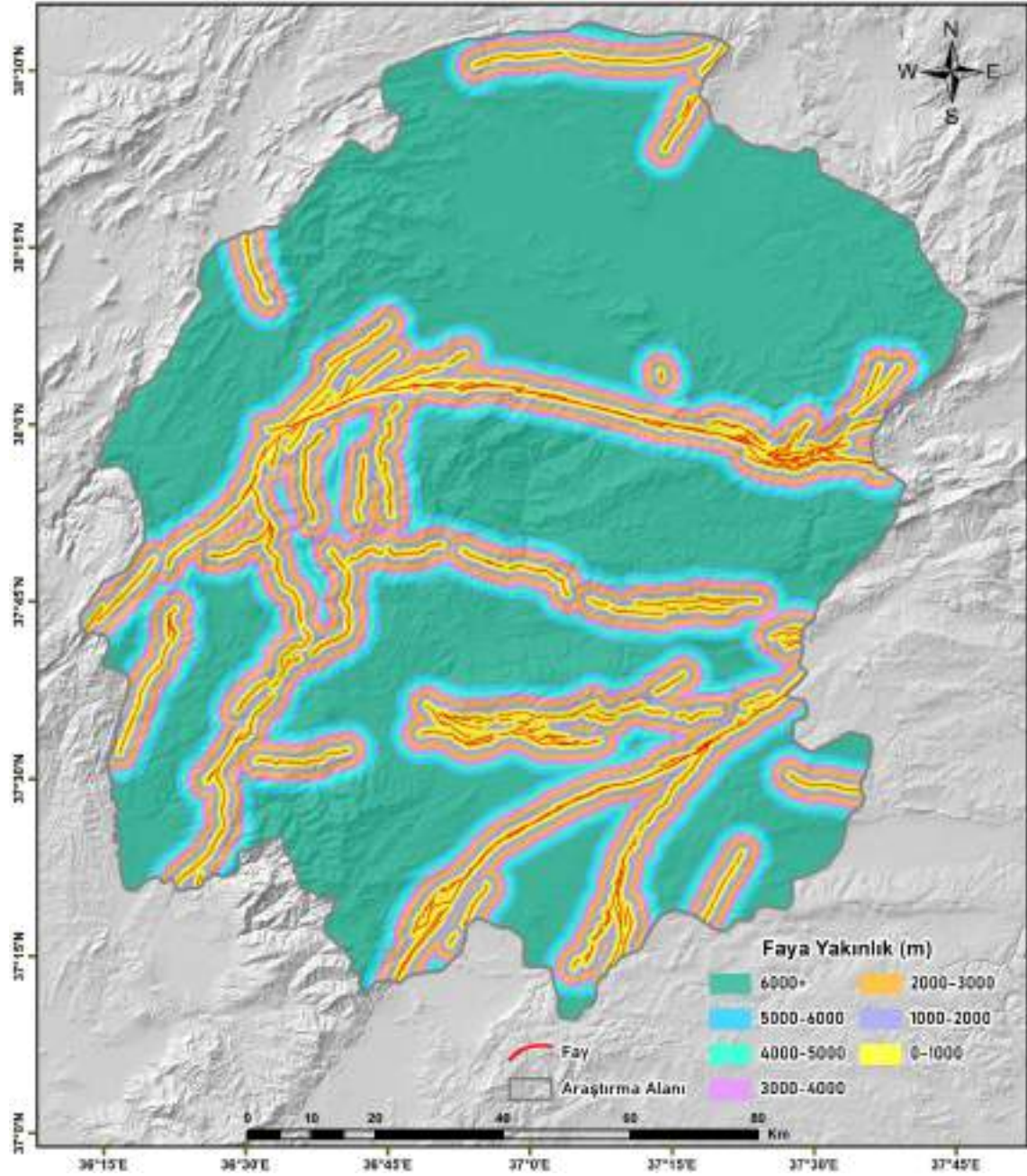
#### 4.1.1.8. Yağış



Şekil 4.9. Kahramanmaraş yıllık toplam yağış haritası

Yağış parametresi için için 2020 Ocak ayında yayınlanan 1970-2000 yıllarının iklim verilerini kapsayan WordClim 2.1 veri setinden yıllık toplam yağış verileri kullanılmıştır (Fick ve Hijmans, 2017). Yıllık toplam yağış verisi 400-800 mm aralığındadır ve 50 mm aralıklarla 8 sınıfa ayrılmıştır.

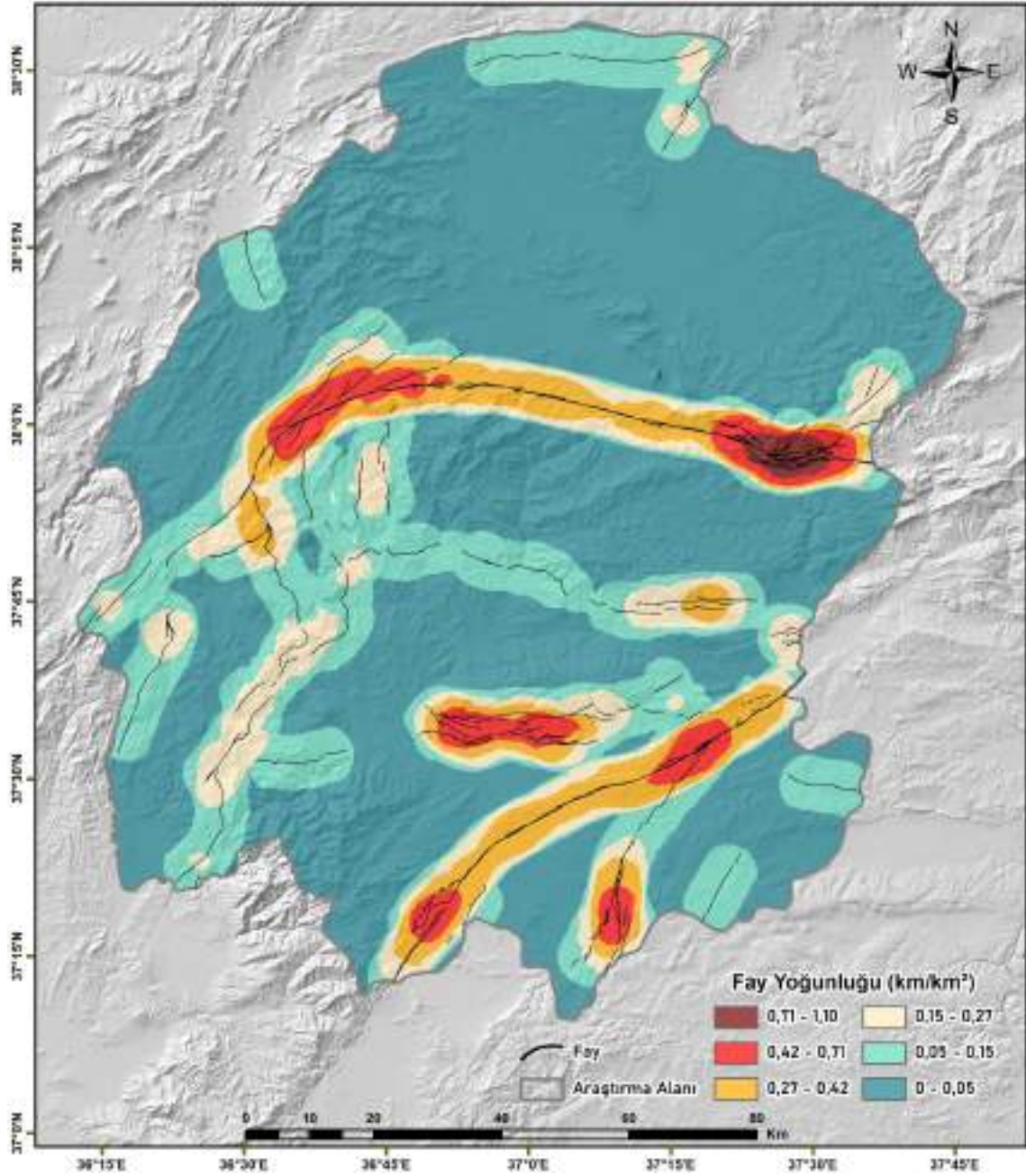
#### 4.1.1.9. Faya yakınlık



Şekil 4.10. Kahramanmaraş faya yakınlık haritası

Faya yakınlık parametresi için MTA tarafından yayınlanan fay verisi kullanılmıştır. ArcGIS yazılımında fay verisi ve çoklu tampon analizi aracı kullanılarak hesaplanmıştır. DEDH için 500 ve 1000 m aralıklarla 8 tampon bölge, HDH için 1000 m aralıklarla 7 tampon bölge oluşturulmuştur (MTA, 2024b).

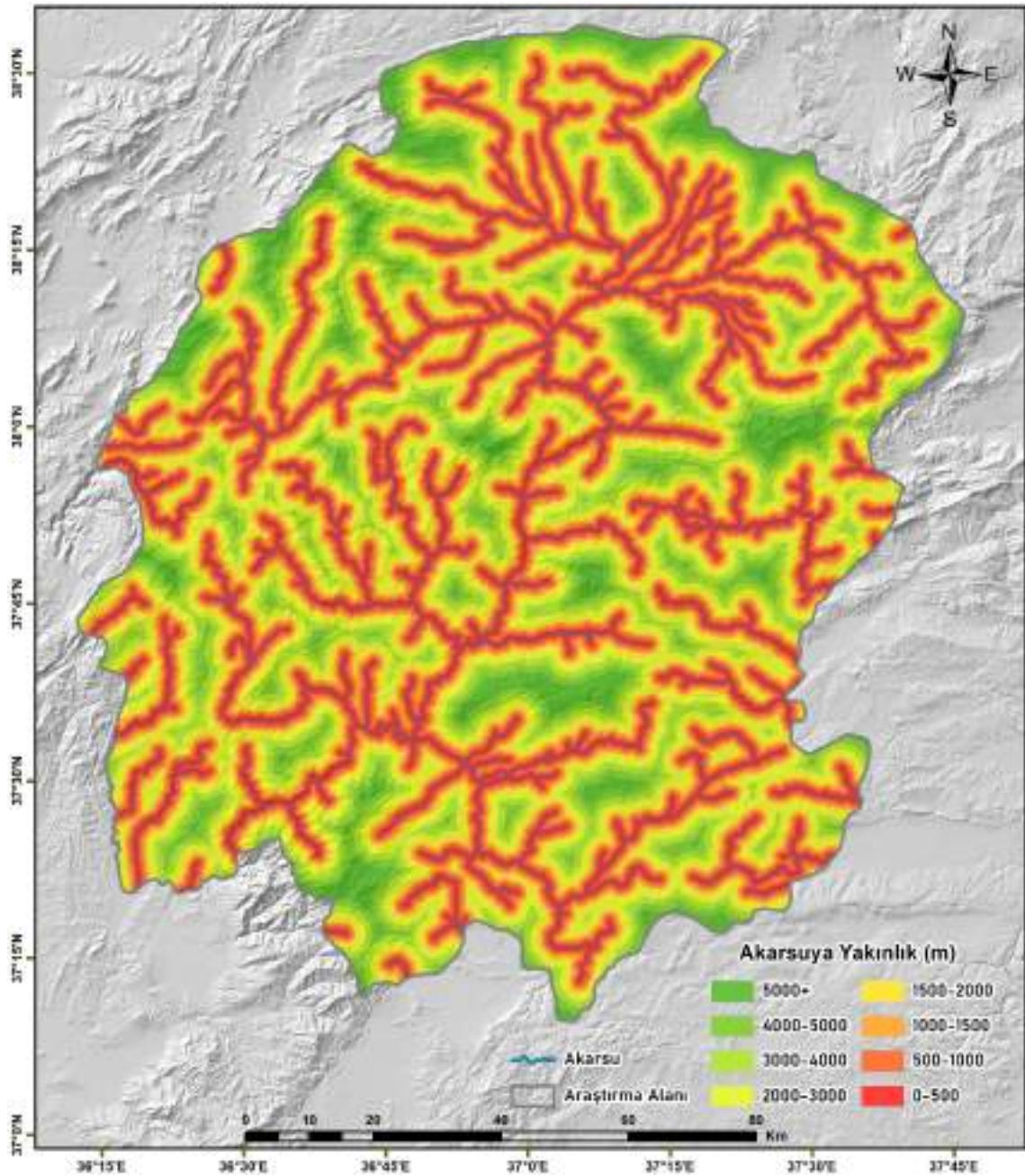
#### 4.1.1.10. Fay yoğunluğu



Şekil 4.11. Kahramanmaraş fay yoğunluğu haritası

Fay yoğunluğu parametresi için MTA tarafından yayınlanan fay verisi kullanılmıştır. ArcGIS yazılımında fay verisi ve çizgi yoğunluğu aracı kullanılarak hesaplanmıştır. Fay yoğunluğu verisi 0 – 1,10 km/km<sup>2</sup> aralığındadır. Veri değerlerinde nispeten büyük farklılıkların belirlendiği ve verileri doğal bir şekilde gruplama yöntemi olan “Natural Break Classification (Doğal Aralık Sınıflaması)” yöntemi ile 6 sınıfa ayrılmıştır (MTA, 2024b).

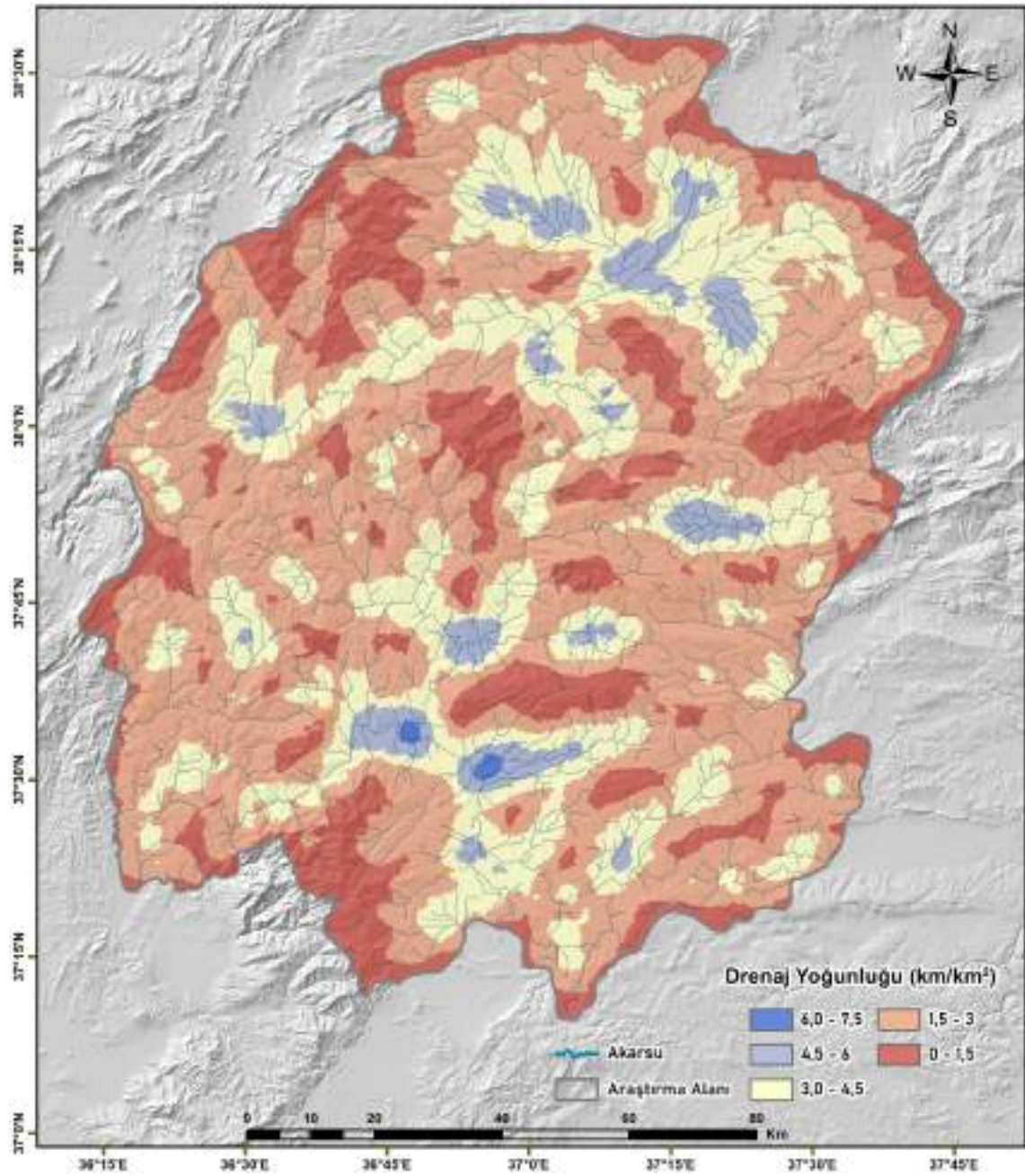
#### 4.1.1.11 Akarsuya yakınlık



Şekil 4.12. Kahramanmaraş akarsuya yakınlık haritası

Akarsuya yakınlık parametresi için ArcGIS yazılımında yükseklik verisi ve Strahler yöntemi kullanılmıştır (Strahler, 1957). Hidroloji araçlarından, akış yönleri, akış toplanma alanları ve akarsu ağları oluşturulmuştur. Akarsu ağları incelenerek, sürekli ve mevsimlik akarsular seçilmiştir. Çoklu tampon analizi aracı ile 500 m ve 1000 m aralıklarla 8 tampon bölge oluşturulmuştur.

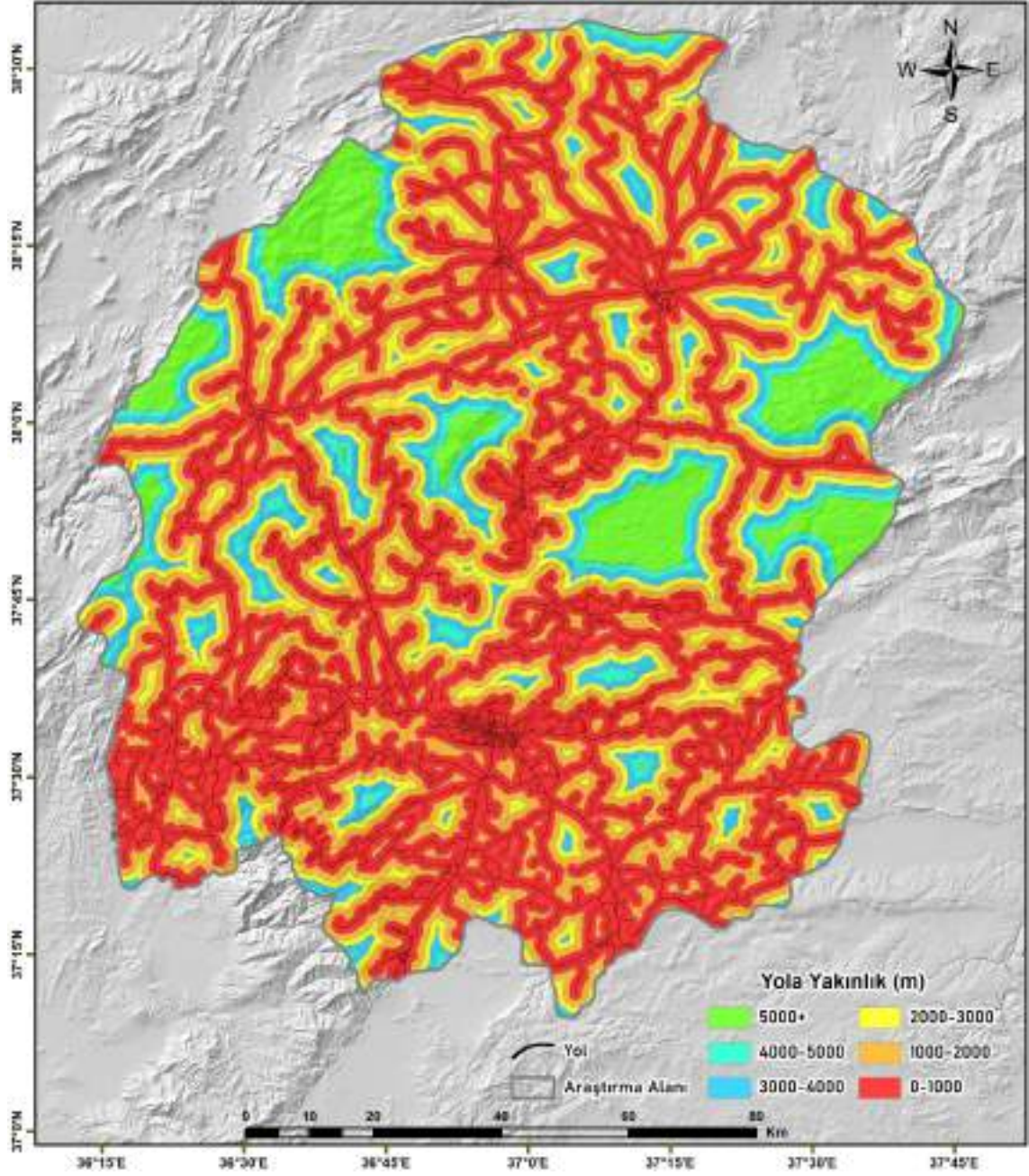
#### 4.1.1.12. Drenaj yoğunluğu



Şekil 4.13. Kahramanmaraş drenaj yoğunluğu haritası

Drenaj yoğunluğu parametresi ArcGIS yazılımında Strahler yöntemi ile üretilen akarsu ağları ve çizgi yoğunluğu aracı kullanılarak hesaplanmıştır. Drenaj yoğunluğu verisi 0 – 7 km/km<sup>2</sup> aralığındadır. 0 – 1, 1 – 2, 2 – 3, 3 – 4, 4 – 5, 5 – 7 km/km<sup>2</sup> şeklinde 6 sınıfa ayrılmıştır.

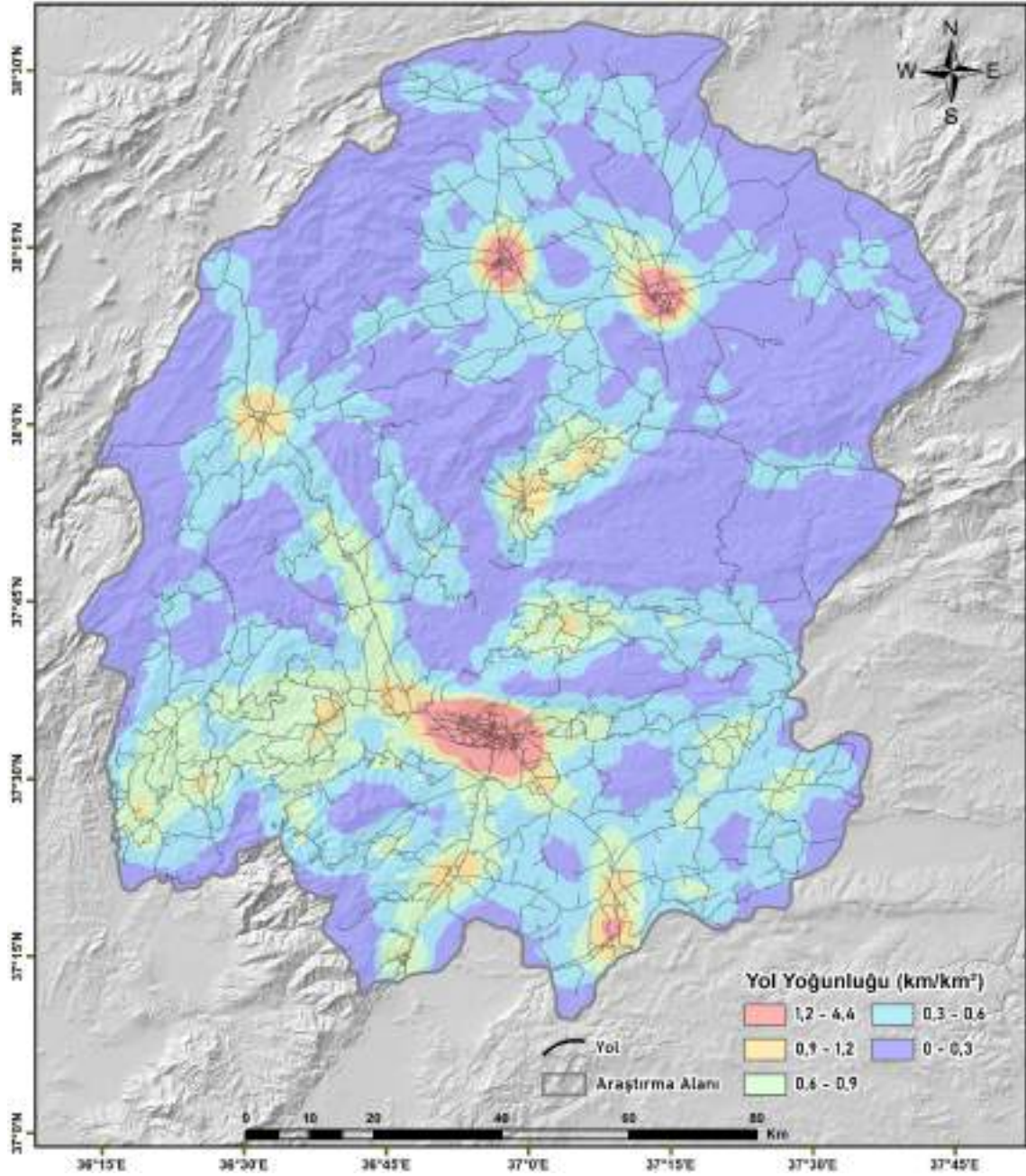
#### 4.1.1.13. Yola yakınlık



Şekil 4.14. Kahramanmaraş yola yakınlık haritası

Yola yakınlık parametresi için OSM (OpenStreetMap) tarafından yayınlanan yol verisi kullanılmıştır (OSM, 2023). ArcGIS yazılımında yol verisi ve çoklu tampon analizi kullanılarak hesaplanmıştır. 1000 m aralıklarla 6 tampon bölge oluşturulmuştur.

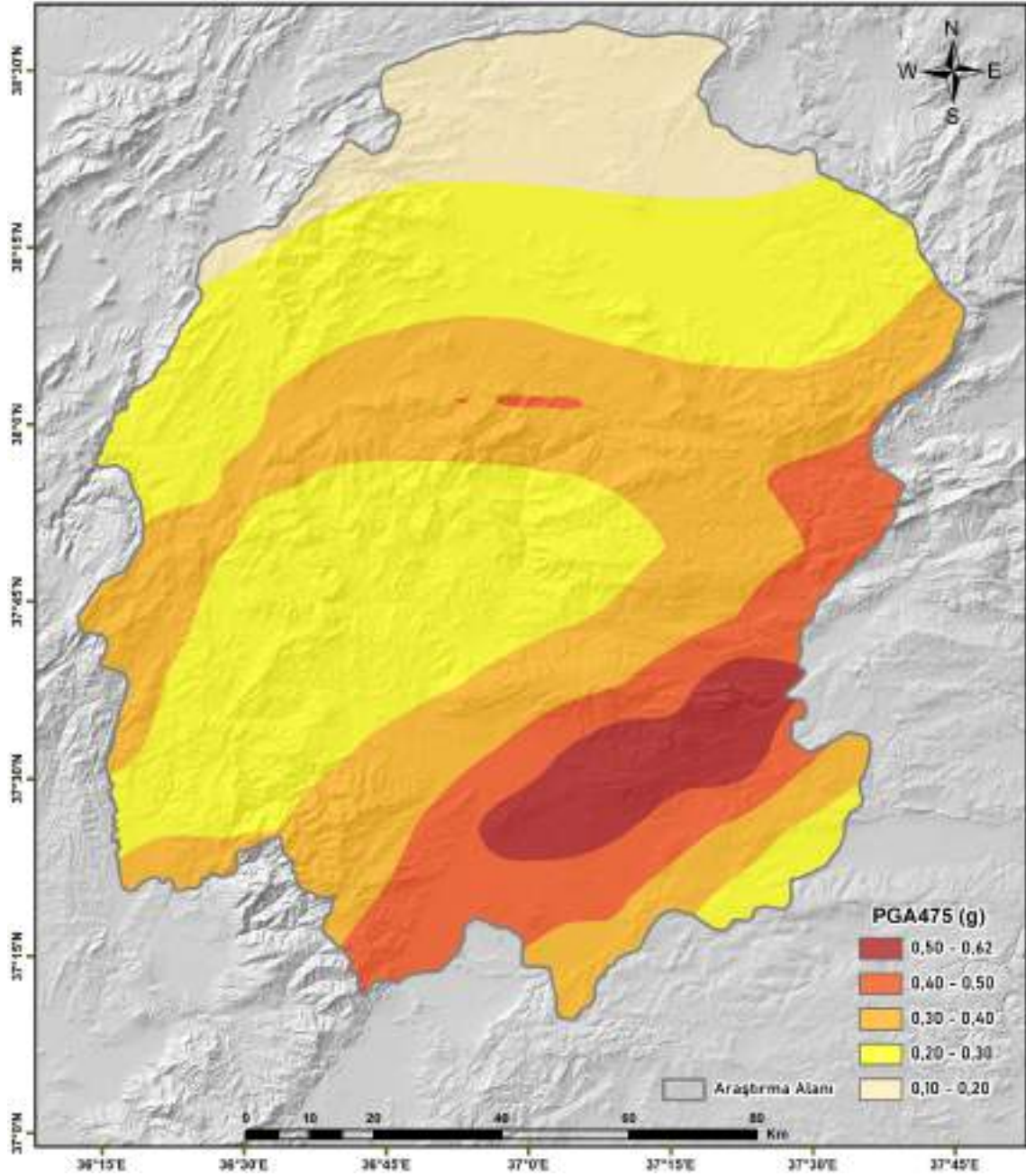
#### 4.1.1.14. Yol yoğunluğu



Şekil 4.15. Kahramanmaraş yol yoğunluğu haritası

Yol yoğunluğu parametresi için OSM tarafından yayınlanan yol verisi kullanılmıştır (OSM, 2023). ArcGIS yazılımında yol verisi ve çizgi yoğunluğu aracı kullanılarak hesaplanmıştır. İl ve ilçe merkezlerinde yol yoğunluğunun çok yüksek olmasından dolayı (0 – 0,3), (0,3 – 0,6), (0,6 – 0,9), (0,9 – 1,2) ve (1,2 – 4,4) şeklinde 5 sınıfa ayrılmıştır.

#### 4.1.1.15. PGA475

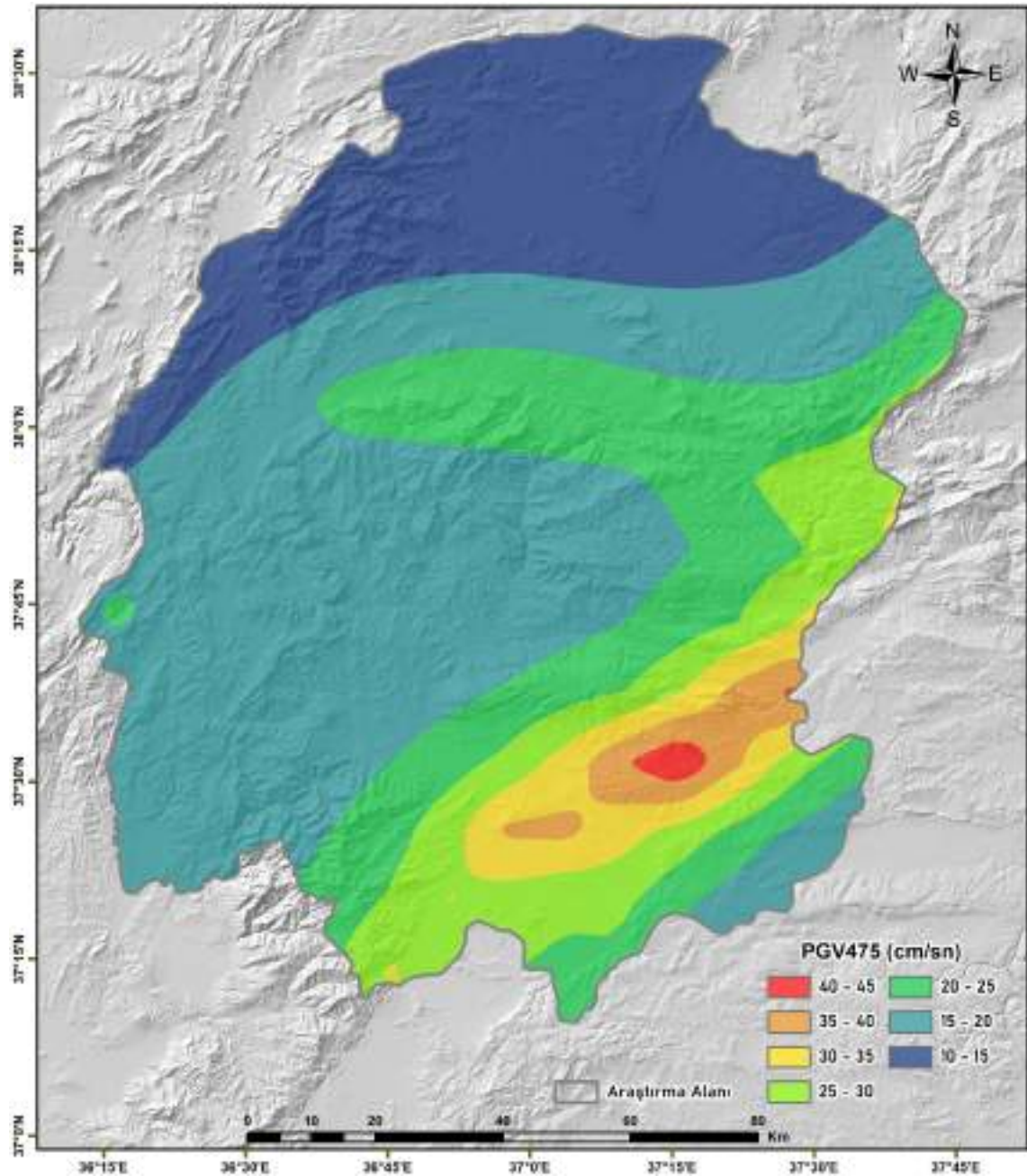


Şekil 4.16. Kahramanmaraş PGA475 haritası

PGA deprem titreşimleri sebebi ile belirli bir süre içinde bir alanın yüzeyinde oluşan en büyük yer ivmesi olarak tanımlanmaktadır (Massinai vd., 2016). PGA475 ise Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre DD-2 (Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2) düzeyinde standart tasarım deprem hareketi olarak isimlendirilen, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %10 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 475 yıl olan seyrek deprem yer hareketi için en büyük yer ivmesini göstermektedir (RG, 2018).

PGA475 parametresi ArcGIS yazılımında “22/1/2018 Tarihli 2018/11275 sayılı Türkiye Deprem Tehlike Haritası ve Parametre Değerleri Hakkında Kararnamenin Eki ile sunulan Türkiye Deprem Tehlike Haritasına İlişkin Parametre Değerleri” ve doğal komşu hücreleri ile kesişimlerin ağırlık değeri olarak atandığı enterpolasyon tekniği Natural Neighbor (Doğal Komşuluk) kullanılarak üretilmiştir. PGA475 verisi 0-0,62 aralığındadır ve 0,10 aralıklarla 5 sınıfa ayrılmıştır (RG, 2018).

#### 4.1.1.16. PGM475



Şekil 4.17. Kahramanmaraş PGM475 haritası

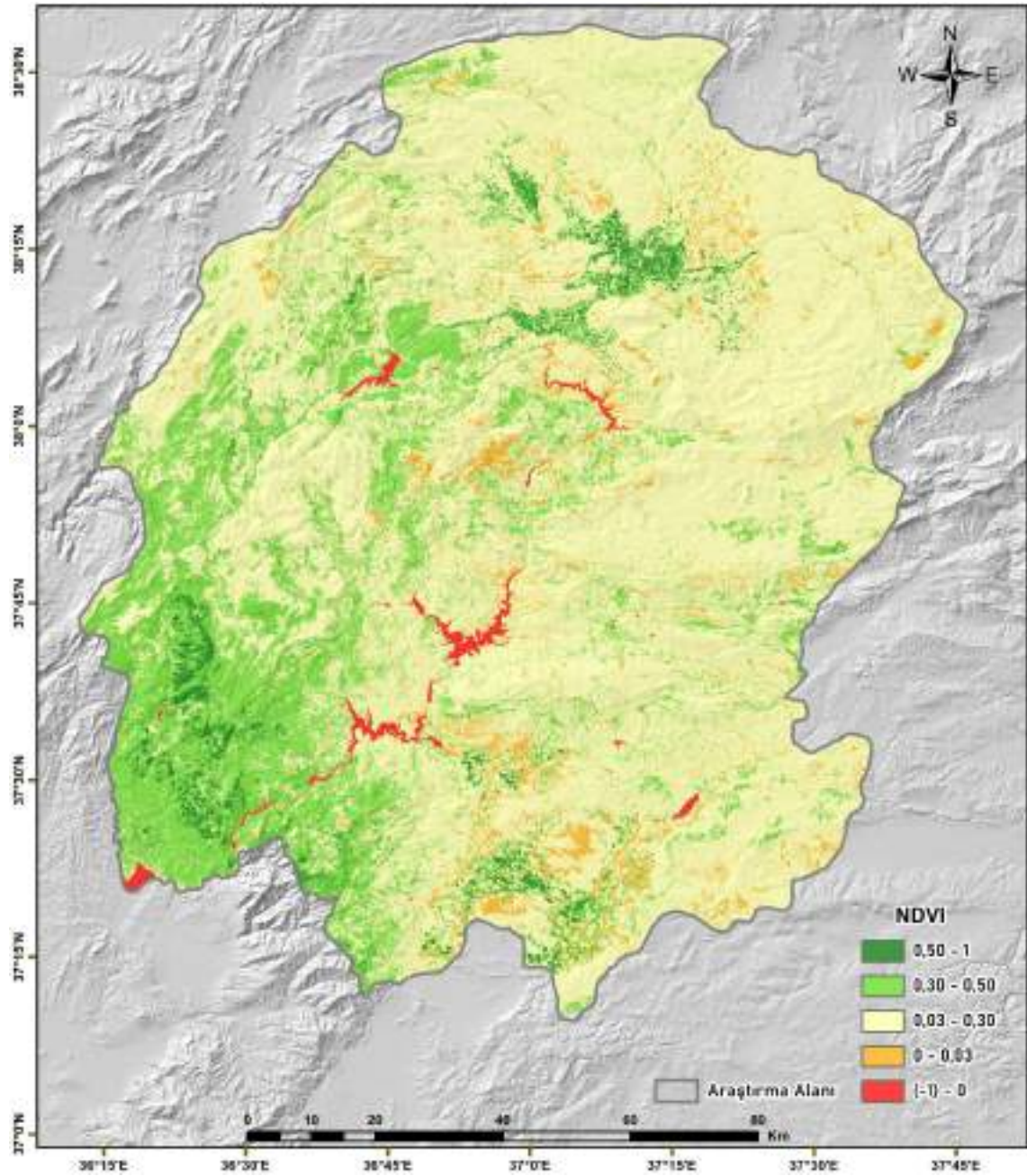
PGV deprem titreşimleri sebebi ile belirli bir süre içerisinde bir alanda meydana gelen yüzeydeki maksimum yer hızı değerlerini ifade etmektedir (Boatwright vd., 2001).

PGV 475 ise Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre DD-2 (Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2) düzeyinde standart tasarım deprem hareketi olarak isimlendirilen, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %10 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 475 yıl olan seyrek deprem yer hareketi için en yüksek yer hızını göstermektedir (RG, 2018).

PGV475 parametresi ArcGIS yazılımında “22/1/2018 Tarihli 2018/11275 sayılı Türkiye Deprem Tehlike Haritası ve Parametre Değerleri Hakkında Kararnamenin Eki ile sunulan Türkiye Deprem Tehlike Haritasına İlişkin Parametre Değerleri” ve “Natural Neighbor” kullanılarak üretilmiştir. PGV475 verisi 10-45 cm/sn aralığındadır ve 5 cm/sn aralıklarla 7 sınıfa ayrılmıştır (RG, 2018).

PGA475 ve PGV475 haritalarının üretiminde kullanılan zemin koşullarından kayma dalga hızı  $(V_s)_{30} = 760$  m/s kabul edilerek üretilmiştir. Yerel zemindeki diğer özelliklerden kaynaklanabilecek zemin büyütmesi, zemin sıvılaşması ve farklı oturma değerleri gibi durumlar için yerel ölçümler yapılmalıdır.

#### 4.1.1.17. NDVI



Şekil 4.18. Kahramanmaraş NDVI haritası

NDVI uzaktan algılama teknikleri ile elde edilen uydu görüntüleri veya hava fotoğrafları üzerinden bitki örtüsünün sağlık durumunu ve yoğunluğunu belirlemek için kullanılan -1 ile +1 aralığında değer alan bir indekstir (Tucker, 1979).

NDVI için araştırma alanını kapsayan Landsat 9 OLI/TIRS (Operational Land Imager/Thermal Infrared Sensor) uydusuna ait 24.07.2023 tarihli 2 adet uydu görüntüsü temin edilerek, düzeltme işlemleri uygulanmıştır (Şekil 4.19.).

NDVI verisi, ArcGIS yazılımında bu görüntüler ve raster hesaplama aracı kullanılarak Eşitlik 4.1'e göre hesaplanmıştır (Tucker, 1979).

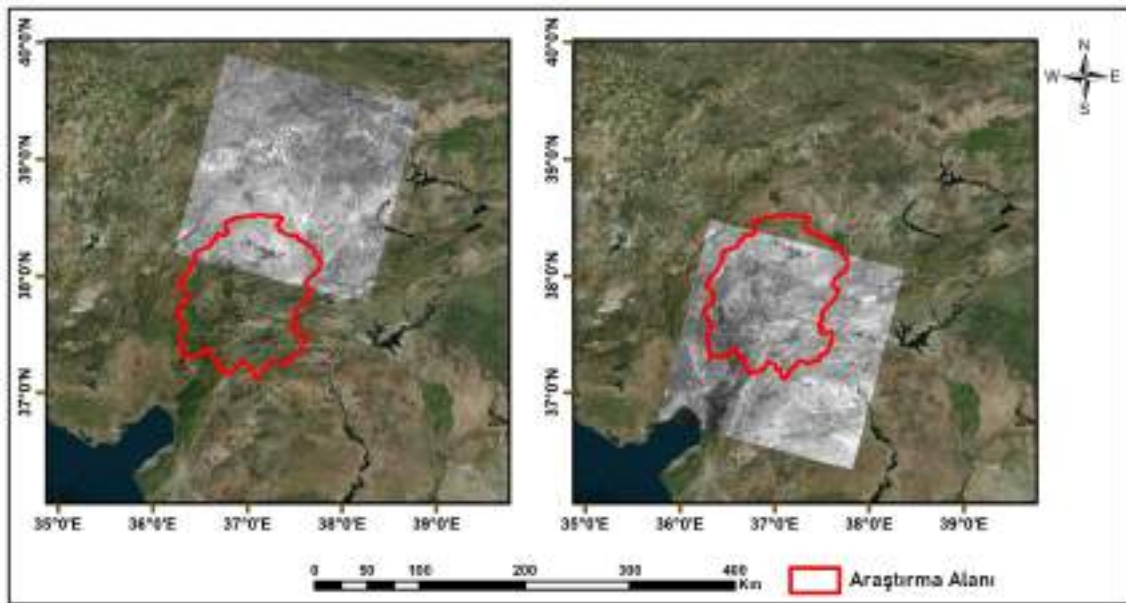
$$NDVI = \frac{NIR - red}{NIR + red} \quad (4.1)$$

Burada, *NIR* (Near Infrared – Yakın Kızılötesi): NIR bandı spektral yansımaya değeri, *red* (kırmızı): Red bandı spektral yansımaya değeri olarak ifade edilmektedir.

Landsat 8-9 için NIR: Band 5 ve red: Band 4 şeklindedir. NDVI verisi Çizelge 4.1.'e göre 5 sınıfa ayrılmıştır.

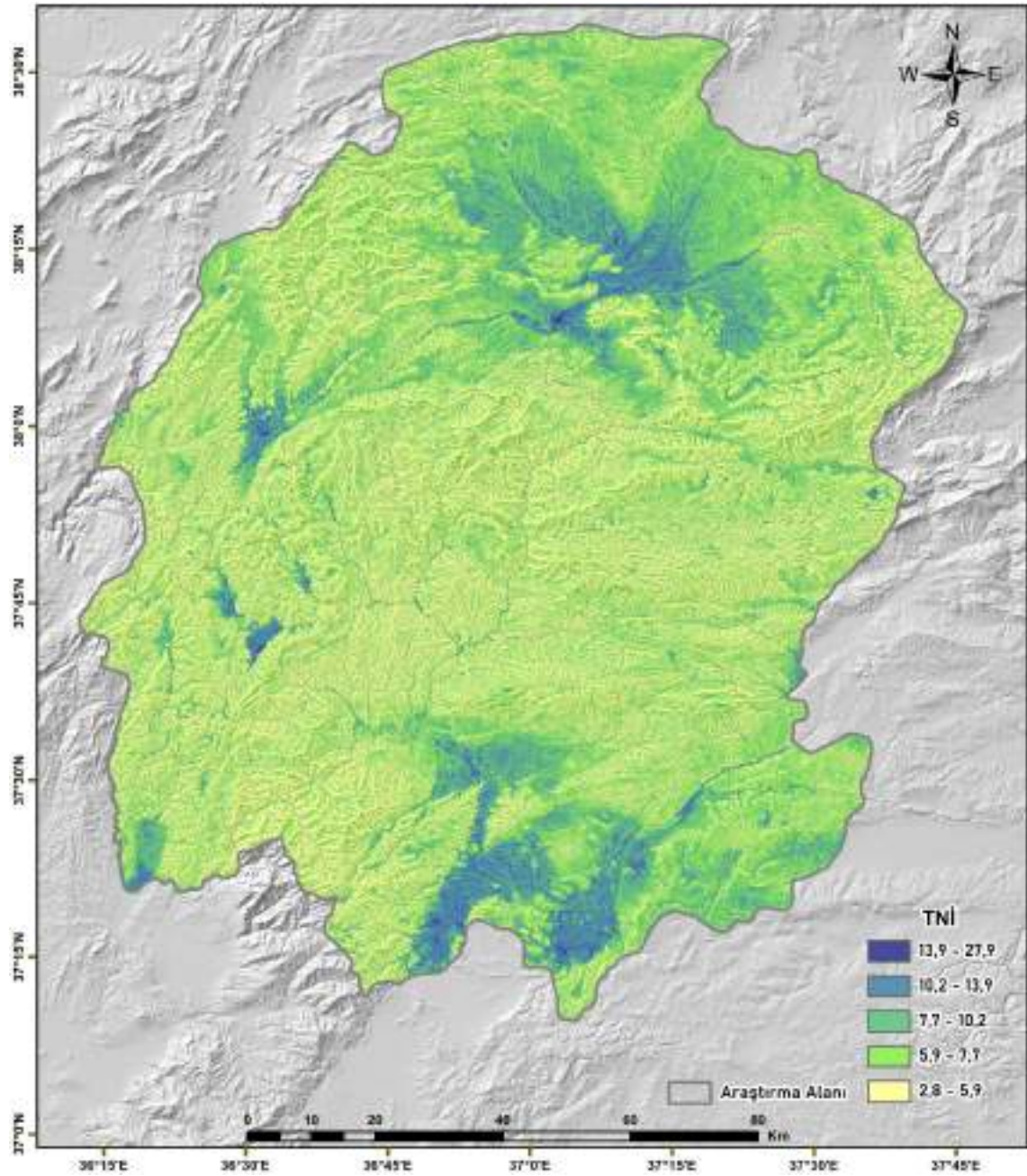
Çizelge 4.1. NDVI sınıflaması (Holben, 1986)

Piksel Değer Aralığı	Sınıf
(-1) – (0)	Su
0 – 0,03	Çıplak toprak
0,03 – 0,3	Seyrek bitki örtüsü
0,3 – 0,5	Orta yoğunlukta bitki örtüsü
0,5 – 1	Yoğun bitki örtüsü



Şekil 4.19. Landsat 9 OLI/TIRS uydusuna ait 24.07.2023 tarihli uydu görüntüleri

#### 4.1.1.18. Topoğrafik Nemlilik İndeksi (TNİ)



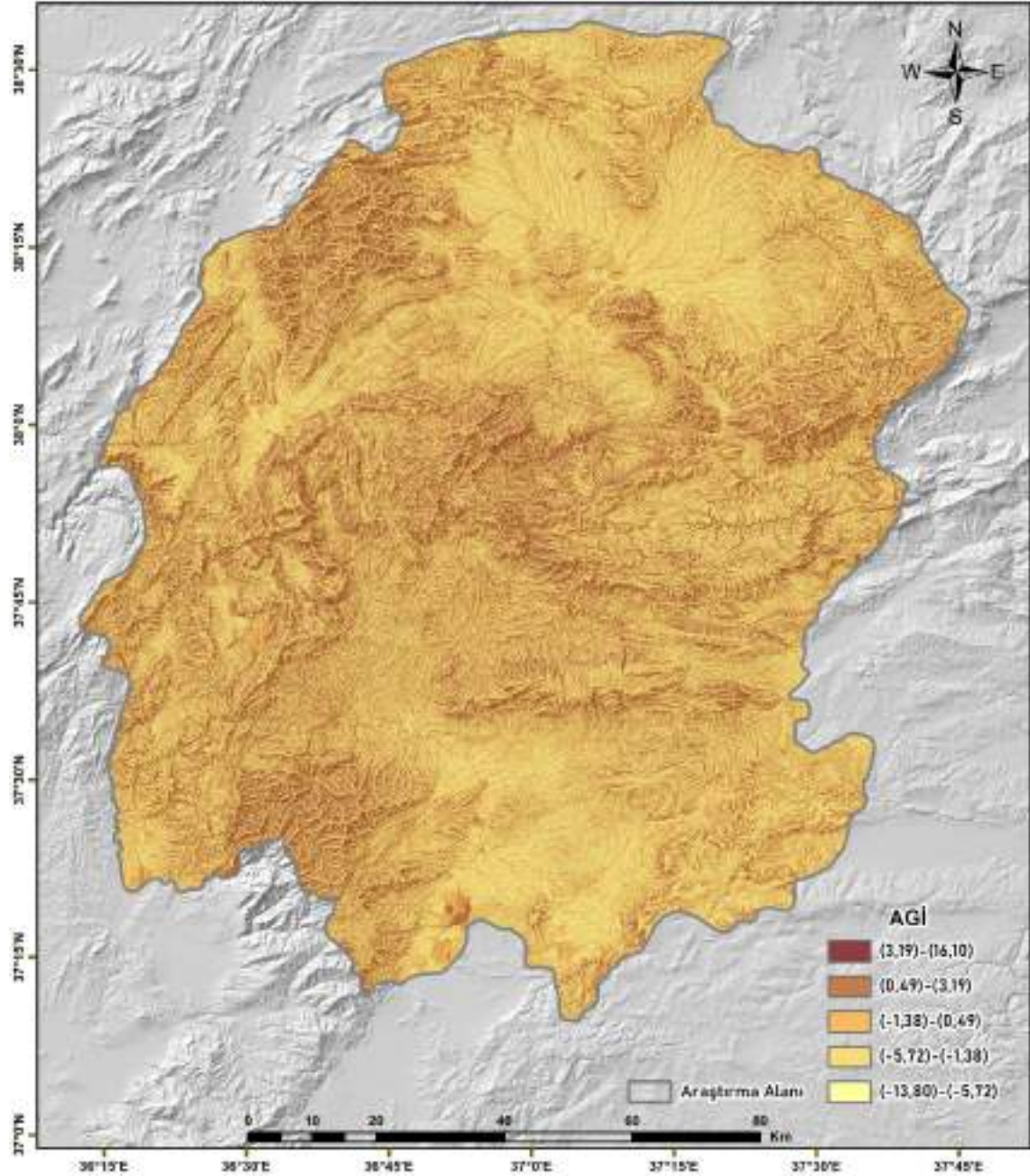
Şekil 4.20. Kahramanmaraş TNİ haritası

TNİ toprak nemi ve yüzeyin su doygunluğunu belirlemek için kullanılmaktadır. ArcGIS yazılımında yükseklik verisi ve raster hesaplama aracı kullanılarak Eşitlik 4.2'ye göre hesaplanmıştır (Beven ve Kirkby, 1979). TNİ verisi 2,8 – 27,9 aralığındadır ve doğal aralık sınıflaması ile 5 sınıfa ayrılmıştır.

$$TNİ = \ln(As / \tan \beta) \quad (4.2)$$

Burada;  $As$  : özgül havza alanı ve  $\beta$  : eğimdir

#### 4.1.1.19. Akarsu Güç İndeksi (AGİ)



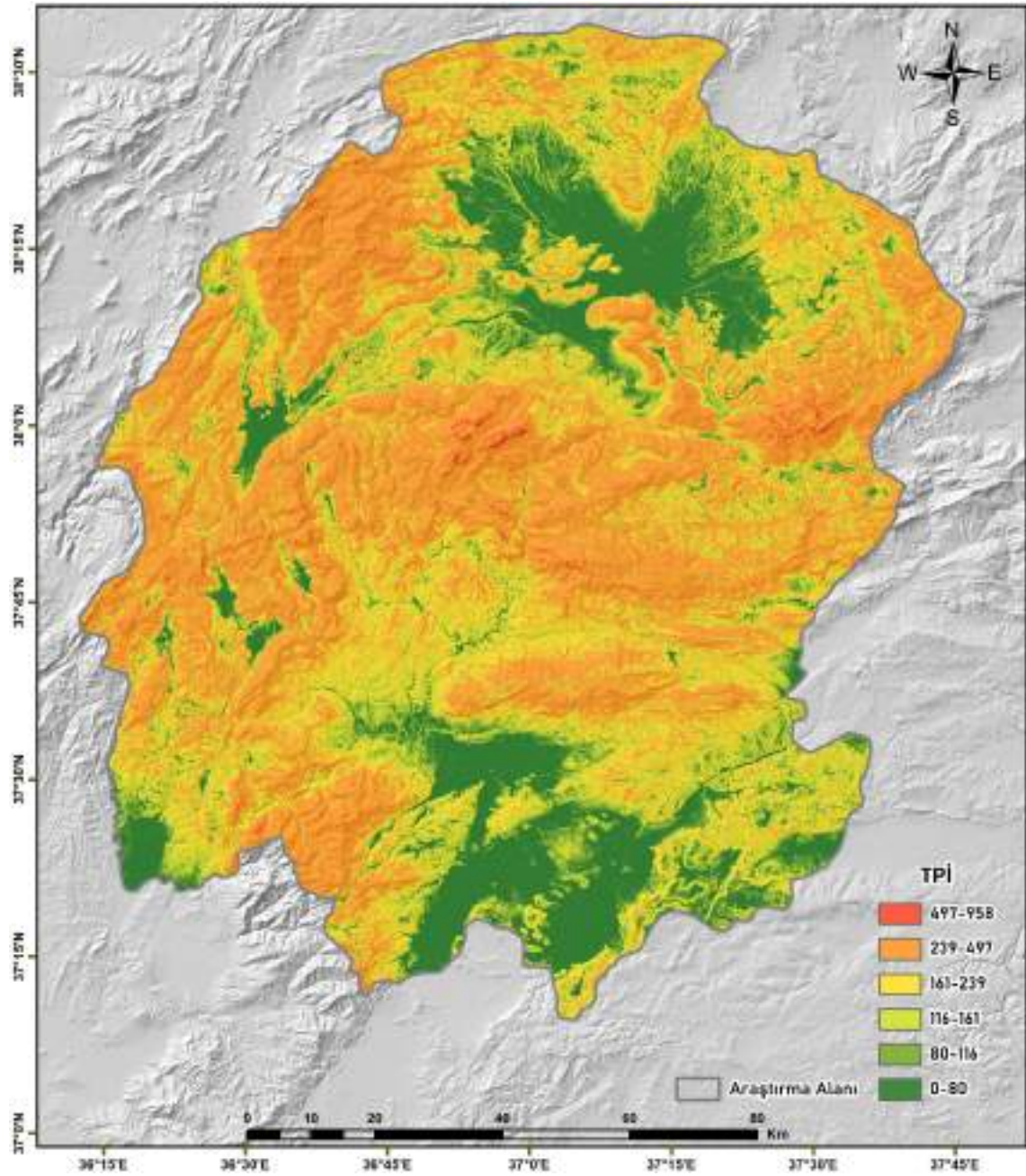
Şekil 4.21. Kahramanmaraş AGİ haritası

AGİ akarsuların hem erozyon potansiyelini hem de taşıma kapasitesini belirlemek için kullanılmaktadır. ArcGIS yazılımında yükseklik verisi ve raster hesaplama aracı kullanılarak Eşitlik 4.3'e göre hesaplanmıştır (Moore vd., 1991). AGİ verisi (-13,8 – 16,1) aralığındadır ve doğal aralık sınıflaması ile 5 sınıfa ayrılmıştır.

$$AGİ = As \times \tan \beta \quad (4.3)$$

Burada;  $As$  : özgül havza alanı ve  $\beta$  : eğimdir.

#### 4.1.1.20. Topoğrafik Pürüzlülük İndeksi (TPI)



Şekil 4.22. Kahramanmaraş TPI haritası

TPI topoğrafyanın yüzey pürüzlülüğünü belirlemek için kullanılmaktadır. ArcGIS yazılımında yükseklik verisi ve odak istatistikleri aracı kullanılarak hesaplanmıştır.

Her bir piksel için çevresindeki 8 komşu pikselin en büyük ve küçük değerleri Eşitlik 4.4 ile hesaplanarak Çizelge 4.2.'ye göre 6 sınıfa ayrılmıştır (Riley vd., 1999).

$$TPI = \sqrt{|Max_z^2 - Min_z^2|} \quad (4.4)$$

Burada; z: Topoğrafik yüksekliktir.

**Çizelge 4.2.** TPI sınıflaması (Riley vd., 1999)

Pürüzlülük Derecesi	Yükseklik Farkı (m)
Düz	0 – 80
Neredeyse düz	80 – 116
Çok düşük derecede pürüzlü	116 – 161
Düşük derecede pürüzlü	161 – 239
Orta derecede pürüzlü	239 – 497
Yüksek derecede pürüzlü	497 – 958

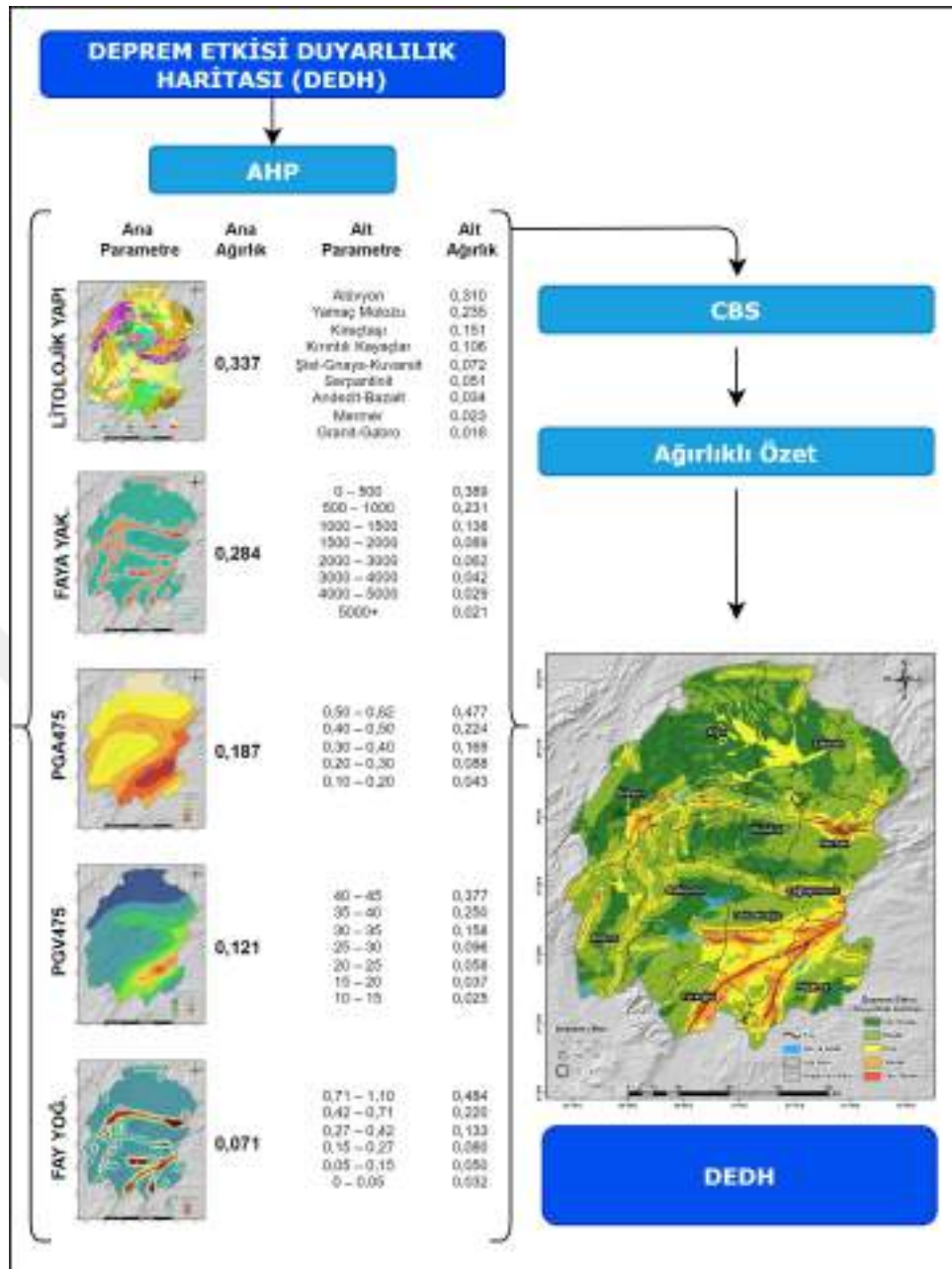
#### 4.1.2. Deprem Etkisi Duyarlılık Haritası (DEDH)

DEDH faylarda meydana gelebilecek muhtemel depremlerin etkilerini değiştiren parametrelerin belirlenerek, potansiyel deprem etkileri için bölgenin duyarlılığının dereceli bir şekilde modellenmesidir.

AHP yöntemi ile üretilen DEDH için; litolojik yapı, faya yakınlık, fay yoğunluğu, PGA475 ve PGV475 parametreleri kullanılmıştır (Şekil 4.23.).

Uzman görüşleri ve literatür taramaları ile DEDH için kullanılan ana parametrelerin ikili karşılaştırma matrisleri ve ağırlıkları üretilmiştir (Çizelge 4.3.).

DEDH için hem frekans hem de doğruluk analizlerinde kullanılmak üzere Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi (KBB) kent rehberi üzerinden yayınlanan 14000 yıkık bina verisi sayısallaştırılmıştır. Bu binalar, 6 Şubat 2023 yılında meydana gelen 7,7 Mw Kahramanmaraş-Pazarcık ve 7,6 Mw Kahramanmaraş-Elbistan depremleri ile deprem anında yıkılmış veya ağır hasarlı, acil yıkılacak duruma geldiği için kontrollü bir şekilde yıkılmış binalardan oluşmaktadır (KBB, 2024).



Şekil 4.23. DEDH için kullanılan parametreler ve ağırlıkları

Çizelge 4.3. DEDH ana parametrelerinin karşılaştırma matrisleri ve ağırlıkları

Ana Parametreler	1	2	3	4	5	Ana Ağırlık
(1) Litolojik Yapı	1	1	2	3	5	0,337
(2) Faya Yakınlık		1	2	2	3	0,284
(3) PGA475			1	2	3	0,187
(4) PGV475				1	2	0,121
(5) Fay Yoğunluğu					1	0,071

Parametreler ile oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri ve ağırlıklar için tutarlık analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda  $\lambda = 5.0804$ , CI (Tutarlılık İndeksi) = 0.0201, RI

(Rassal İndeks) = 1.12, TO (Tutarlılık Oranı) = 0.0179 olarak hesaplanmıştır. TO 0.10'dan küçüktür ve karşılaştırmalar tutarlıdır.

DEDH için kullanılan alt parametrelerin ikili karşılaştırma matrisleri, tutarlılık oranları ve ağırlıkları hesaplanmıştır (Çizelge 4.4.).

**Çizelge 4.4.** DEDH alt parametrelerinin karşılaştırma matrisleri, tutarlılık oranları ve ağırlıkları

<b>Ana ve Alt Parametreler</b>										<b>Alt Ağırlık</b>	
<b>Litolojik Yapı</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>		
Alüvyon	1	1	2	4	8	3	7	5	9	9	0,310
Yamaç Molozu	2		1	3	7	2	7	5	9	8	0,235
Kırıntılı Kayaçlar	3			1	4	1/2	3	2	7	5	0,106
Andezit-Bazalt	4				1	1/5	1/2	1/3	3	2	0,034
Kireçtaşı	5					1	4	3	7	7	0,151
Serpantinit	6						1	1/2	5	3	0,051
Şist-Gnays-Kuarsit	7							1	5	4	0,072
Granit-Gabro	8								1	1/2	0,018
Mermer	9									1	0,023
<b>TO = %6</b>											
<b>Faya Yakınlık</b>											
0 – 500	1	1	3	5	6	7	8	9	9		0,389
500 – 1000	2		1	2	4	5	6	7	9		0,231
1000 – 1500	3			1	2	3	5	6	7		0,138
1500 – 2000	4				1	2	3	4	5		0,089
2000 – 3000	5					1	2	3	4		0,062
3000 – 4000	6						1	2	3		0,042
4000 – 5000	7							1	2		0,029
5000+	8								1		0,021
<b>TO = %8</b>											
<b>PGA475</b>											
0,50 – 0,62	1	1	3	4	5	7					0,477
0,40 – 0,50	2		1	2	3	5					0,224
0,30 – 0,40	3			1	3	5					0,169
0,20 – 0,30	4				1	3					0,088
0,10 – 0,20	5					1					0,043
<b>TO = %7</b>											
<b>PGV475</b>											
40 – 45	1	1	2	3	5	7	8	9			0,377
35 – 40	2		1	2	3	5	7	9			0,250
30 – 35	3			1	2	3	5	7			0,158
25 – 30	4				1	2	3	5			0,096
20 – 25	5					1	2	3			0,058
15 – 20	6						1	2			0,037
10 – 15	7							1			0,025
<b>TO = 3%</b>											
<b>Fay Yoğunluğu</b>											
0,71 – 1,10	1	1	3	5	7	8	9				0,484
0,42 – 0,71	2		1	2	3	5	7				0,220
0,27 – 0,42	3			1	2	3	5				0,133
0,15 – 0,27	4				1	2	3				0,080
0,05 – 0,15	5					1	2				0,050
0 – 0,05	6						1				0,032
<b>TO = 4%</b>											

DEDH için kullanılan parametreler aşağıda sıralı şekilde açıklanmış ve bu parametrelerin yıkık bina envanteri ile frekans analizleri gerçekleştirilmiştir.

#### 4.1.2.1. Litolojik yapı

Deprem dalgasının gücü depremin büyüklüğüne, derinliğine, litolojik yapının sertliğine ve yumuşaklığına göre değişmektedir. Alüvyon, kireçtaşı, kırıntılı kayalar (çamur taşı, kil taşı, çakıl taşı, kum taşı) gibi yumuşak kayalar granit, gabro, mermer, andezit, bazalt gibi sert kayalara göre deprem etkisine daha fazla duyarlılık göstermektedir. Yumuşak ve gevşek özelliklere sahip kayalar buldukları alanda taban suyu ile birleştiklerinde deprem etkisine duyarlılıkları daha fazla artmaktadır (Aghataher vd., 2008; Değerliyurt, 2013; Erden ve Karaman, 2012; Erinç vd., 2000; Jena vd., 2020; Sarvar vd., 2011; Siyahi vd., 2013).

Litolojik yapı verisi benzerliklerine ve deprem etkisi duyarlılıklarına göre 9 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca yıkık bina envanteri ile litolojik yapı sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.5.).

**Çizelge 4.5.** Yıkık bina envanteri ile litolojik yapı sınıflarının frekans histogramı

Litolojik Yapı	Yıkık Bina Dağılımı (%)
Alüvyon	35
Yamaç Molozu	10
Kırıntılı Kayalar	32
Andezit-Bazalt	0
Kireçtaşı	9
Serpantinit	4
Şist-Gnays-Kuarsit	6
Granit-Gabro	3
Mermer	1

Alüvyon, kırıntılı kayalar, yamaç molozu ve kireçtaşı gibi litolojik zeminler deprem etkisine daha çok duyarlılık göstererek üzerindeki yapılar için daha fazla yıkım etkisi oluşturmuştur. Andezit-bazalt, mermer, granit-gabro, serpantinit gibi birimler ise deprem etkisine daha az duyarlılık göstermiştir.

#### 4.1.2.2. Faya yakınlık

Faylar deprem etkisini arttırıcı bir etkiye sahiptir. Muhtemel bir deprem sırasında fayların üzerinde veya yakınlarında daha fazla sarsıntı meydana gelerek, hasar

potansiyelini arttırmaktadır (Ceylan ve Yılmaz, 2020; Erinç vd., 2000; Karimi ve Najafi, 2015; Ocak ve Bahadır, 2022).

Faya yakınlık verisi 8 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca yıkık bina envanteri ile faya yakınlık sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.6.).

**Çizelge 4.6.** Yıkık bina envanteri ile faya yakınlık sınıflarının frekans histogramı

Faya Yakınlık (m)	Yıkık Bina Dağılımı (%)
0 – 500	22
500 – 1000	16
1000 – 1500	10
1500 – 2000	8
2000 – 3000	9
3000 – 4000	8
4000 – 5000	6
5000+	21

Faya yakınlıkla ilgili 0 – 500 m ve 500 – 1000 m sınıflarında yıkımlar diğer sınıflara göre oldukça yüksektir. 0 – 1500 m aralığında yıkık bina dağılımı ise %46 oranındadır. 5000 m ve üzeri alanda yıkık bina dağılımının %21 olması bu alanlarda diğer parametrelerin deprem etkisine daha duyarlı olması veya bina tasarımından kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### 4.1.2.3. PGA475

PGA değeri arttıkça deprem titreşimlerinin yüzeyde oluşturduğu etki ve potansiyel hasar artmaktadır (Bayrak, 2019; Demir ve Altaş, 2024; Douglas, 2003; Massinai vd., 2016).

PGA475 verisi 5 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca yıkık bina envanteri ile PGA475 sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.7.).

**Çizelge 4.7.** Yıkık bina envanteri ile PGA475 sınıflarının frekans histogramı

PGA475 (g)	Yıkık Bina Dağılımı (%)
0,50 – 0,62	8
0,40 – 0,50	37
0,30 – 0,40	33
0,20 – 0,30	17
0,10 – 0,20	5

PGA475 ile ilgili 0,40 – 0,50 g ve 0,50 – 0,62 g sınıfları araştırma alanında oldukça az oranda olmasına rağmen toplamda %45'lik yıkık bina dağılımı göstermişlerdir. 0,10 – 0,20 g ve 0,20 – 0,30 g sınıfları ise araştırma alanında fazla oranda olmasına rağmen toplamda %22 oranında yıkık bina dağılımı göstererek deprem etkisine daha düşük derecede duyarlı davrandığı ifade edilebilir.

#### 4.1.2.4. PGV475

PGV değeri arttıkça deprem titreşimlerinin yüzeyde oluşturduğu etki ve potansiyel hasar artmaktadır (Bozorgnia ve Bertero, 2004; McGuire, 2008).

PGV475 verisi 7 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca yıkık bina envanteri ile PGV475 sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.8.).

**Çizelge 4.8.** Yıkık bina envanteri ile PGV475 sınıflarının frekans histogramı

PGV475 (cm/sn)	Yıkık Bina Dağılımı (%)
40 – 45	3
35 – 40	7
30 – 35	12
25 – 30	28
20 – 25	25
15 – 20	15
10 – 15	10

Araştırma alanında 20 cm/sn'den küçük PGV475 sınıfları daha büyük alanı kaplamasına rağmen sınıflarda toplam %25 oranında yıkık bina dağılımı meydana gelmiştir. Düşük PGV475 sınıflarındaki yıkımın sebebi bu alanlardaki diğer parametrelerin duyarlılıkları ve bina tasarımı ile ilgili olarak ifade edilebilir.

#### 4.1.2.5. Fay yoğunluğu

Faylar deprem şiddetini arttırıcı bir etkiye sahip olduğundan, fay yoğunluğu yüksek alanlarda sarsıntı miktarları daha fazla artarak potansiyel hasarı büyütmektedir (Karimi ve Najafi, 2015; Lyu vd., 2020).

Fay yoğunluğu verisi 6 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca yıkık bina envanteri ile fay yoğunluk sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.9.).

**Çizelge 4.9.** Yıkık bina envanteri ile fay yoğunluğu sınıflarının frekans histogramı

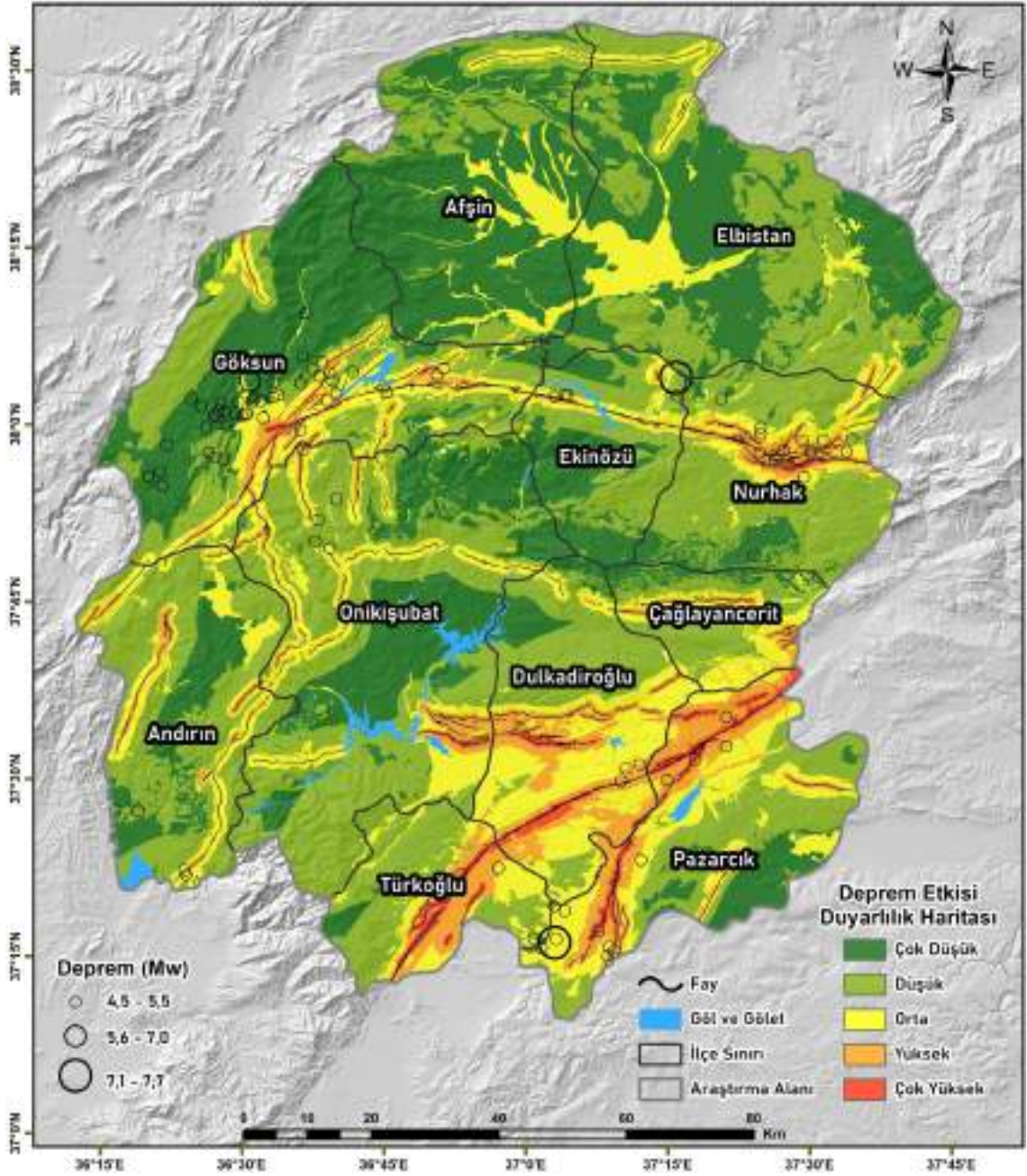
<b>Fay Yoğunluğu (km/km<sup>2</sup>)</b>	<b>Yıkık Bina Dağılımı (%)</b>
0,71 – 1,10	7
0,42 – 0,71	19
0,27 – 0,42	17
0,15 – 0,27	17
0,05 – 0,15	15
0 – 0,05	25

Araştırma alanı büyük oranda 0 – 0,05 fay yoğunluğuna sahip olmasına rağmen diğer sınıflarda %75 oranında yıkım meydana gelmiştir. Bu durumun temel sebebi yerleşim alanlarının genellikle fay yoğunluğunun fazla olduğu alanlarda olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### **4.1.3. Kahramanmaraş DEDH**

Uzman görüşleri ile literatürdeki araştırmalar kullanılarak belirlenen parametreler AHP yöntemi ile değerlendirilerek Kahramanmaraş DEDH üretilmiştir (Şekil 4.24.).

Üretilen DEDH'nin hem gösterimi hem de değerlendirilmesi için doğal aralık sınıflaması kullanılmıştır. DEDH duyarlılık derecelerine göre çok düşük (0,027 – 0,068), düşük (0,068 – 0,117), orta (0,117 – 0,186), yüksek (0,186 – 0,263) ve çok yüksek (0,263 – 0,359) şeklinde 5 sınıf olarak oluşturulmuştur.



Şekil 4.24. Kahramanmaraş DEDH

Kahramanmaraş DEDH analiz edildiğinde; %30,9 (4488 km<sup>2</sup>) çok düşük derecede duyarlı, %41,6 (6045,9 km<sup>2</sup>) düşük derecede duyarlı, %19,2 (2785,3) orta derecede duyarlı, %6,9 (994,4 km<sup>2</sup>) yüksek derece duyarlı ve %1,4 (201,4 km<sup>2</sup>) çok yüksek derecede duyarlı alanlar olarak belirlenmiştir.

İl ve ilçelerin DEDH'ye göre hem oransal (%) hem de alansal (km<sup>2</sup>) dağılımı Çizelge 4.10.'da AKAÖ'nün DEDH'ye göre oransal dağılımı ise Çizelge 4.11'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.10.** İl ve ilçelerin DEDH'ye göre oransal (%) ve alansal (km<sup>2</sup>) dağılımı

İl – İlçe / Duyarlılık Dereceleri	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Kahramanmaraş	%30,9 4488	%41,6 6045,9	%19,2 2785,3	%6,9 994,4	%1,4 201,4
Onikişubat	%30,5 741,2	%48,5 1178,1	%17,2 417,4	%3,5 86,2	%0,3 6,1
Dulkadiroğlu	%7 82,6	%32,6 383,4	%37,2 436,9	%19,9 233,9	%3,3 39,2
Afşin	%64,9 974,8	%21,7 325,3	%13,4 201,9	- -	- -
Andırın	%20 239,8	%58,2 700	%17,6 211,4	%4,2 50,7	- -
Çağlayancerit	%12,9 60,6	%44,1 207,4	%33,5 157,7	%9,2 43,4	%0,2 0,9
Ekinözü	%38,9 255,3	%47,9 314,1	%11,3 74,1	%1,8 12,1	%0,1 0,5
Elbistan	%44,1 971	%42,4 932,2	%13,2 291,4	%0,3 6,4	- -
Göksun	%43,9 851,9	%32,3 626,9	%17,5 339,3	%5,6 108,9	%0,8 15
Nurhak	%11,8 120,9	%61,5 632,7	%15,8 162,8	%10 102,4	%0,9 9,2
Pazarcık	%13,1 164,4	%31,7 397,3	%29 363,7	%19,6 245,2	%6,6 82,4
Türkoğlu	%3,9 25,9	%52,6 347,2	%19,5 128,8	%16,7 110,2	%7,3 48

**Çizelge 4.11.** AKAÖ'nün DEDH'ye göre oransal (%) dağılımı

AKAÖ / Duyarlılık Dereceleri	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Yerleşim Alanı	%20,8	%12,4	%31,6	%29,4	%5,7
Kayalık Alan	%17,4	%61,6	%17,5	%3,5	-
Orman	%28,4	%49,9	%16,4	%4,8	%0,4
Tarım Alanı	%32,1	%26,3	%27,4	%11	%3,2
Bağ-Bahçe	%15,5	%32,9	%28,6	%20,7	%2,2
Çayır-Mera	%33,8	%50,6	%11,7	%3,5	%0,3
Maden ve İnşaat Alanı	%48,0	%7,7	%32,2	%9,5	%2,5

Kahramanmaraş DEDH analiz edilerek aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

- İl geneli alanların %72,5'i çok düşük ve düşük, %8,3'ü ise yüksek ve çok yüksek duyarlılık derecesindedir.
- İl geneli alanların 10533,9 km<sup>2</sup>'si çok düşük ve düşük, 1195,8 km<sup>2</sup>'si ise yüksek ve çok yüksek duyarlılık derecesindedir.
- Çok düşük ve düşük derece duyarlılık sınıflarının oransal toplamına göre en az duyarlı ilçeler sırası ile Ekinözü, Afşin, Elbistan'dır.
- Yüksek ve çok yüksek derece duyarlılık sınıflarının oransal toplamına göre en çok duyarlı ilçeler sırası ile Pazarcık, Türkoğlu, Dulkadiroğlu'dur.

- Çok düşük ve düşük derece duyarlılık sınıflarının alansal toplamına göre en az duyarlı ilçeler sırası ile Onikişubat, Elbistan, Göksun'dur.
- Yüksek ve çok yüksek derece duyarlılık sınıflarının alansal toplamına göre en çok duyarlı ilçeler sırası ile Pazarcık, Dulkadiroğlu ve Türkoğlu'dur.
- Mevcut yerleşim alanlarının oransal olarak %33,2'si çok düşük ve düşük, %35,1'i ise yüksek ve çok yüksek duyarlılık derecesindedir.
- Mevcut yerleşim alanlarının alansal olarak 54,8 km<sup>2</sup>'si çok düşük ve düşük, 57,9 km<sup>2</sup>'si ise yüksek ve çok yüksek duyarlılık derecesindedir.

#### 4.1.3.1. Kahramanmaraş DEDH doğruluk analizi

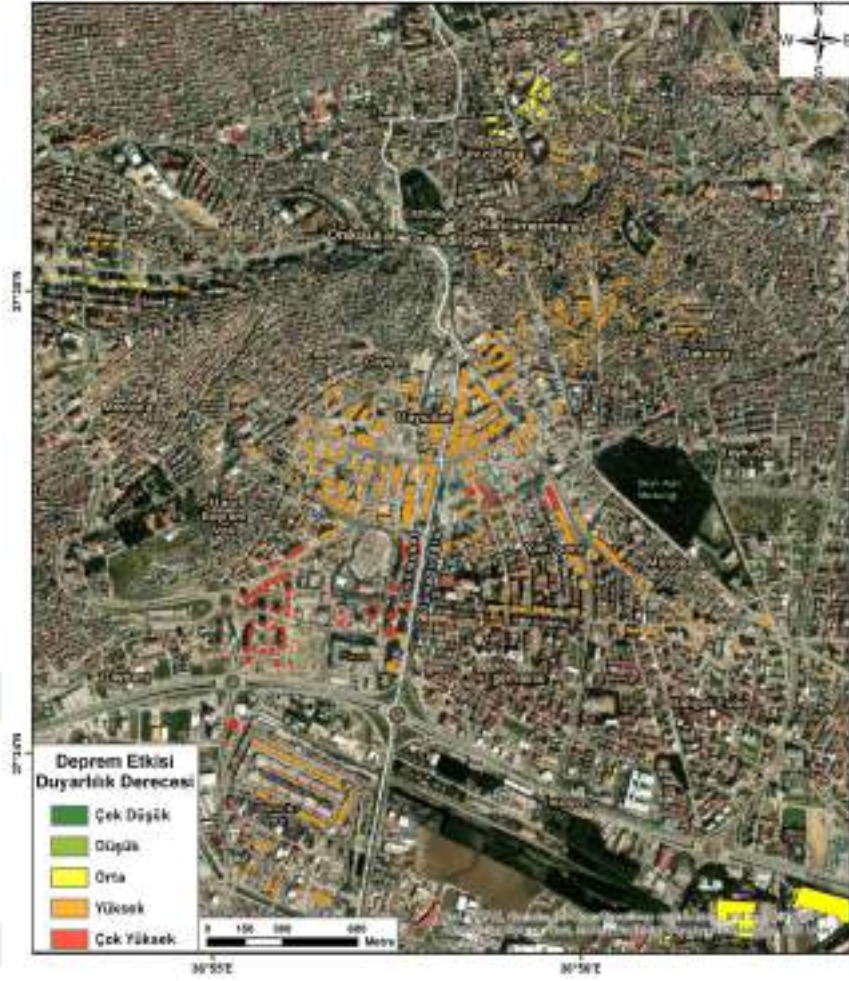
Kahramanmaraş DEDH doğruluk analizleri için Şekil 4.25.'te gösterilen KBB kent rehberinde 14000 yıkık bina envanteri temin edilmiştir (KBB, 2024)



Şekil 4.25. Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi kent rehberi (KBB, 2024)

Araştırma kapsamında üretilen Kahramanmaraş DEDH için iki farklı yöntemle doğruluk analizi yapılmıştır. DEDH için yapılan birinci doğruluk analizi genel doğruluk analizidir. Bu analiz deprem öncesi bina stok verisine ve yıkık bina envanterine DEDH derecelerinin tanımlanarak karşılaştırılmasına dayanmaktadır.

ArcGIS yazılımında maskeleyme ile çıkartma (extract by mask) aracı kullanılarak yıkık bina envanterine DEDH dereceleri tanımlanmıştır (Şekil 4.26.).



Şekil 4.26. Kahramanmaraş merkez ve yakın çevresindeki yıkık bina envanterinin DEDH dereceleri

6 Şubat depremleri öncesine ait bina stok verisi için OSM tarafından yayınlanan 217462 adet bina verisi alan (polygon) formatında .shp uzantılı dosya olarak temin edilmiştir (Şekil 4.27.).



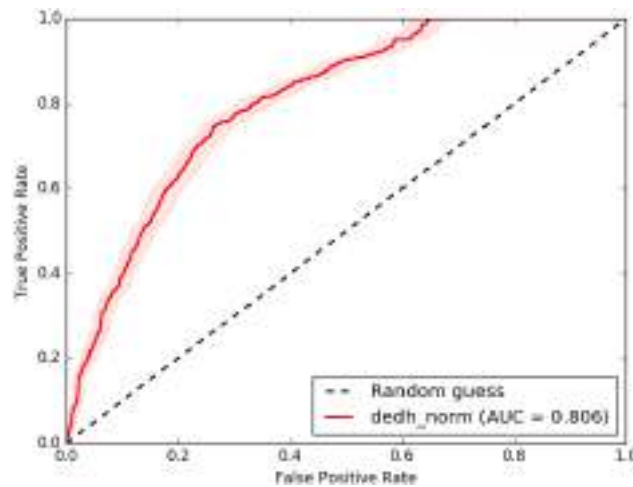
Şekil 4.27. OSM bina stok verisi görünümü (OSM, 2023)

Deprem öncesi bina stok verisine ve deprem sonrası yıkık bina envanterine ArcGIS yazılımı ile alandan noktaya dönüşüm (polygon to point) aracı uygulanmış ve nokta (point) formatına dönüştürülmüştür. Bu iki veri setine değerleri noktaya aktar (extract values to points) aracı ile buldukları konuma ait DEDH dereceleri tanımlanmıştır. DEDH duyarlılık sınıflarında deprem öncesinde bulunan bina sayısı ile deprem sonrasında yıkılan bina sayısı karşılaştırılarak doğruluk analizi gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.12.).

**Çizelge 4.12.** Bina stok verisi ve yıkık bina envanterinin DEDH dereceleri ve yıkım oranları

DEDH Duyarlılık Derecesi	Deprem Öncesi Bina Stoğu	Deprem Sonrası Yıkık Bina Envanteri	Oran
Çok Düşük	59652	2869	%4,8
Düşük	61606	2792	%4,5
Orta	45466	4187	%9,2
Yüksek	41853	3135	%7,5
Çok Yüksek	8885	1017	%11,4
Toplam	217462	14000	%6,4

DEDH için yapılan ikinci doğruluk analizi ise ROC (Relative Operating Characteristic) eğrisi ve ona bağlı olan üretilen AUC (Area of Under the Curve) analizidir. ROC eğrisi sınıflandırmanın performansını farklı eşikler için değerlendirirken, AUC ise ROC eğrisinin altında kalan alanı ölçer ve sınıflandırmanın genel performansını 0,5 – 1 arasında sayısal bir şekilde ifade eder. AUC değeri 0,5 için sınıflandırmanın neredeyse rastgele yapıldığını, 1 değeri ise sınıflandırmanın mükemmel bir şekilde yapıldığını göstermektedir. 14000 yıkık bina envanterinden rastgele 800 tanesi seçilerek ROC ve AUC analizleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.28.).



**Şekil 4.28.** DEDH için üretilen ROC eğrisi ve AUC değeri

ROC yöntemi ile yapılan değerlendirmeler sonucunda AUC değeri 0,806 olarak hesaplanmıştır. AHP yöntemi ile üretilen DEDH, AUC sınıflamasına göre yüksek sınıflandırma doğruluğuna sahiptir.

**Çizelge 4.13.** AUC sınıflaması (Wahono vd., 2014)

AUC Değeri	Sınıflandırma Doğruluğu
0,9 – 1,0	Mükemmel
0,8 – 0,9	Yüksek
0,7 – 0,8	Kabul edilebilir
0,6 – 0,7	Zayıf
0,5 – 0,6	Çok Zayıf

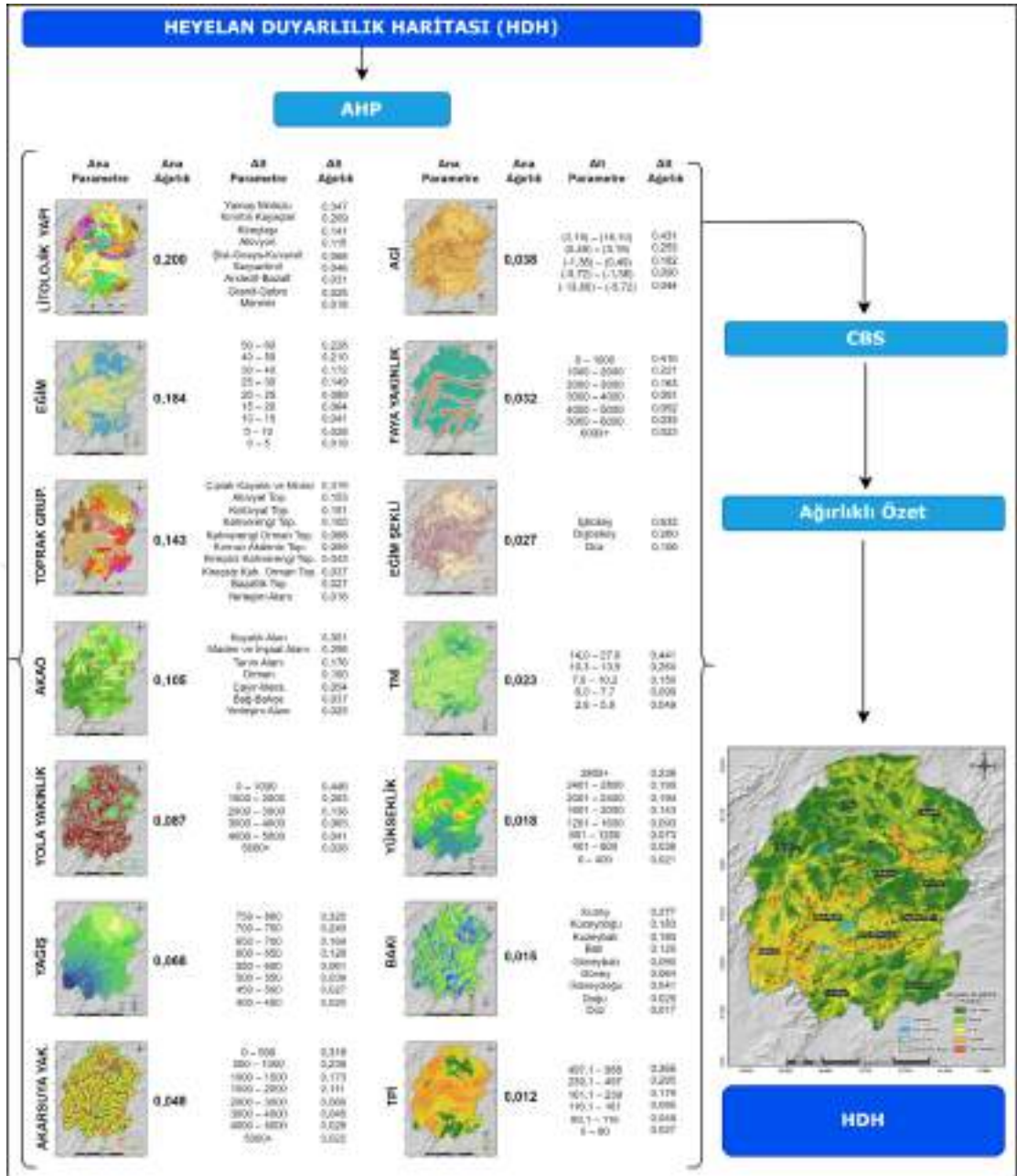
#### 4.1.4. Heyelan Duyarlılık Haritası (HDH)

HDH heyelan oluşumuna sebep olan parametrelerin belirlenerek potansiyel heyelanlar için bölgenin duyarlılığının dereceli bir şekilde modellenmesidir.

AHP yöntemi ile üretilen HDH için; litolojik yapı, eğim, toprak grupları, AKAÖ, yola yakınlık, yağış, akarsuya yakınlık, AGİ, faya yakınlık, eğim şekli, TNİ, yükseklik, bakı ve TPİ parametreleri kullanılmıştır (Şekil 4.29.).

Uzman görüşleri ve literatür taramaları ile HDH için kullanılan ana parametrelerin ikili karşılaştırma matrisleri ve ağırlıkları üretilmiştir (Çizelge 4.14.).

HDH için hem frekans hem de doğruluk analizlerinde kullanılmak üzere MTA tarafından yayınlanan heyelan envanteri temin edilmiştir (MTA, 2024a).



Şekil 4.29. HDH için kullanılan parametreler ve ağırlıkları

Çizelge 4.14. HDH ana parametrelerinin karşılaştırma matrisleri ve ağırlıkları

Ana Parametreler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Ana Ağırlık
(1) Eğim	1	2	1/2	4	5	3	3	7	8	7	6	8	8	9	0,184
(2) Toprak Grupları		1	1/2	3	4	3	2	6	7	6	5	6	7	8	0,143
(3) Litolojik Yapı			1	4	5	3	3	6	8	7	5	7	8	9	0,200
(4) Yağış				1	2	1/2	1/3	3	5	4	3	4	5	5	0,068
(5) Akarsuya Yakınlık					1	1/3	1/3	2	3	3	2	3	4	4	0,048
(6) Yola Yakınlık						1	1/2	4	5	5	3	5	5	6	0,087
(7) AKAÖ							1	5	6	5	3	5	6	6	0,105

(8) Faya Yakınlık	1	2	2	1/2	2	3	4	0,032
(9) Yükseklik	1	1/2	1/3	1/2	2	2	0,018	
(10) Eğim Şekli	1	1/2	2	3	4	0,027		
(11) AGİ	1	2	3	3	0,038			
(12) TNİ	1	2	3	0,023				
(13) Bakı	1	2	0,015					
(14) TPI	1	0,012						

Parametreler ile oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri ve ağırlıklar için tutarlık analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda  $\lambda = 15.1945$ ,  $CI = 0.0919$ ,  $RI = 1.58$ ,  $TO = 0.0582$  olarak hesaplanmıştır.  $TO < 0,10$ 'dan küçüktür ve karşılaştırmalar tutarlıdır.

HDH için kullanılan alt parametrelerin ikili karşılaştırma matrisleri, tutarlılık oranları ve ağırlıkları hesaplanmıştır (Çizelge 4.15.).

**Çizelge 4.15.** HDH alt parametrelerinin karşılaştırma matrisleri, tutarlılık oranları ve ağırlıkları

Ana ve Alt Parametreler											Alt Ağırlık	
<b>Litolojik Yapı</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>		
Yamaç Molozu	1	1	4	3	8	7	9	5	7	9	0,347	
Kireçtaşı	2		1	1/2	5	4	7	2	3	7	0,141	
Kırıntılı Kayaçlar	3			1	7	6	8	3	5	8	0,209	
Andezit-Bazalt	4				1	1/2	2	1/5	1/3	2	0,031	
Serpantinit	5					1	3	1/3	1/2	3	0,046	
Granit-Gabro	6						1	1/7	1/5	3	0,025	
Alüvyon	7							1	3	7	0,115	
Şist-Gnays-Kuarsit	8								1	5	0,068	
Mermer	9									1	0,018	
<b>TO = %8</b>												
<b>Eğim</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>		
50 – 60	1	1	1	2	2	3	3	5	7	9	0,228	
40 – 50	2		1	2	2	3	3	5	7	9	0,210	
30 – 40	3			1	1	2	3	5	7	9	0,172	
25 – 30	4				1	2	3	5	5	7	0,149	
20 – 25	5					1	2	3	3	5	0,089	
15 – 20	6						1	2	3	3	0,064	
10 – 15	7							1	2	3	0,041	
5 – 10	8								1	2	0,028	
0 – 5	9									1	0,019	
<b>TO = %2</b>												
<b>Toprak Grupları</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>		
Çıplak Kayalık ve Moloz	1	1	3	3	7	7	7	6	5	5	9	0,319
Alüvyal Top.	2		1	1	5	4	4	3	2	3	8	0,153
Kolüvyal Top.	3			1	5	4	4	3	2	3	7	0,151
Bazaltik Top.	4				1	1/2	1/2	1/3	1/5	1/4	2	0,027
Kireçsiz Kah. Or. Top.	5					1	1/2	1/2	1/3	1/3	3	0,037
Kireçsiz Kâh. Top.	6						1	1/2	1/3	1/3	3	0,043
Kırmızı Akdeniz Top.	7							1	1/2	1/3	4	0,059
Kahverengi Top.	8								1	2	7	0,105
Kâh. Orman Top.	9									1	5	0,088
Yerleşim Alanı	10										1	0,018

<b>TO = %4</b>										
<b>AKAÖ</b>										
Kayalık Alan	1	1	5	3	7	6	2	9		0,351
Orman	2		1	1/3	4	3	1/4	5		0,100
Tarım Alanı	3			1	6	5	1/3	7		0,176
Bağ-Bahçe	4				1	1/2	1/6	2		0,037
Çayır-Mera	5					1	1/5	3		0,054
Maden ve İnşaat Alanı	6						1	7		0,256
Yerleşim Alanı	7							1		0,025
<b>TO = %8</b>										
<b>Yola Yakınlık</b>										
0 – 1000	1	1	3	5	7	8	9			0,446
1000 – 2000	2		1	3	7	8	9			0,283
2000 – 3000	3			1	2	5	7			0,136
3000 – 4000	4				1	2	3			0,065
4000 – 5000	5					1	2			0,041
5000+	6						1			0,028
<b>TO = %9</b>										
<b>Yağış</b>										
750 – 800	1	1	2	3	4	5	7	8	9	0,320
700 – 750	2		1	2	3	5	7	8	9	0,240
650 – 700	3			1	2	3	6	7	8	0,164
600 – 650	4				1	2	6	7	8	0,128
550 – 600	5					1	2	3	3	0,061
500 – 550	6						1	2	3	0,039
450 – 500	7							1	2	0,027
400 – 450	8								1	0,020
<b>TO = %6</b>										
<b>Akarsuya Yakınlık</b>										
0 – 500	1	1	2	2	4	5	7	9	9	0,318
500 – 1000	2		1	2	3	4	5	9	9	0,238
1000 – 1500	3			1	2	3	5	7	7	0,173
1500 – 2000	4				1	2	3	5	7	0,111
2000 – 3000	5					1	2	3	3	0,066
3000 – 4000	6						1	2	3	0,045
4000 – 5000	7							1	2	0,028
5000+	8								1	0,022
<b>TO = %3</b>										
<b>AGİ</b>										
(3,19) – (16,10)	1	1	2	3	5	7				0,431
(0,49) – (3,19)	2		1	2	3	5				0,253
(-1,38) – (0,49)	3			1	3	5				0,182
(-5,72) – (-1,38)	4				1	3				0,090
(-13,80) – (-5,72)	5					1				0,044
<b>TO = %4</b>										
<b>Faya Yakınlık</b>										
0 – 1000	1	1	3	5	6	7	8	9		0,416
1000 – 2000	2		1	2	3	5	8	9		0,221
2000 – 3000	3			1	2	5	7	8		0,163
3000 – 4000	4				1	2	4	5		0,091
4000 – 5000	5					1	2	3		0,052
5000 – 6000	6						1	2		0,033
6000+	7							1		0,023
<b>TO = %8</b>										
<b>Eğim Şekli</b>										
İçbükey	1	1	3	5						0,633
Dışbükey	2		1	3						0,260
Düz	3			1						0,106
<b>TO = %5</b>										
<b>TNİ</b>										

13,9 – 27,9	1	1	2	3	5	7					0,441
10,2 – 13,9	2		1	2	3	5					0,260
7,7 – 10,2	3			1	2	3					0,150
5,0 – 7,7	4				1	3					0,099
2,8 – 5,9	5					1					0,049
<b>TO = %2</b>											
<b>Yükseklik</b>											
2800+	1	1	1	2	2	3	3	5	9		0,238
2400 – 2800	2		1	1	2	2	3	5	7		0,199
2000 – 2400	3			1	2	3	3	5	7		0,194
1600 – 2000	4				1	2	3	5	7		0,143
1200 – 1600	5					1	2	3	5		0,093
800 – 1200	6						1	3	5		0,073
400 – 800	7							1	3		0,038
100 – 400	8								1		0,021
<b>TO = %3</b>											
<b>Bakı</b>											
Kuzey	1	1	2	2	3	4	5	7	8	9	0,277
Kuzeydoğu	2		1	1	2	3	5	5	7	9	0,183
Kuzeybatı	3			1	2	3	5	5	7	9	0,183
Batı	4				1	2	3	3	5	7	0,120
Güneybatı	5					1	2	3	5	7	0,090
Güney	6						1	2	3	5	0,064
Güneydoğu	7							1	2	4	0,041
Doğu	8								1	2	0,025
Düz (-1°)	9									1	0,017
<b>TO = %4</b>											
<b>TPI</b>											
497 – 958	1	1	2	2	5	7	9				0,366
239 – 497	2		1	2	5	7	8				0,285
161 – 239	3			1	2	5	7				0,179
116 – 161	4				1	3	5				0,095
80 – 116	5					1	3				0,048
0 – 80	6						1				0,027
<b>TO = %6</b>											

HDH için kullanılan parametreler aşağıda sıralı şekilde açıklanmış ve bu parametrelerin heyelan envanteri ile frekans analizleri gerçekleştirilmiştir.

#### 4.1.4.1. Litolojik yapı

Litolojik birimler yapısal özelliklerinden dolayı jeomorfolojik süreçlerde farklı etkiler oluşturmaktadır. Kayaçlar türlerine ve ayrışma özelliklerine göre heyelan oluşumunda farklı duyarlılıklar göstermektedir (Bednarik vd., 2010; Dai vd., 2001).

Litolojik yapı verisi benzerliklerine ve heyelan duyarlılıklarına göre 9 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca heyelan envanteri ile litolojik yapı sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.16.).

**Çizelge 4.16.** Heyelan envanteri ile litolojik yapı sınıflarının frekans histogramı

<b>Litolojik Yapı</b>	<b>Heyelanlı Piksel Dağılımı (%)</b>
Yamaç Molozu	11
Kireçtaşı	10
Kırıntılı Kayaçlar	68
Andezit-Bazalt	0
Serpantinit	7
Granit-Gabro	0
Alüvyon	0
Şist-Gnays-Kuvarsit	4
Mermer	0

Heyelan oluşumlarının %89'u kırıntılı kayaçlar (çamur taşı – kil taşı – çakıl taşı – kum taşı), kireçtaşı ve yamaç molozu bulunan zeminlerde meydana gelmiştir. Bu tür kayaçlar heyelanlar için çok yüksek derecede duyarlılık göstermişlerdir. Ayrıca serpantinit, şist – gnays – kuvarsit gibi zeminler orta derece duyarlılık gösterirken, mermer ve alüvyon zeminlerde heyelan meydana gelmemiştir.

#### 4.1.4.2. Eğim

Eğim arttıkça, hem yer çekiminin toprak kütleleri üzerindeki etkisi hem de hızlı yüzeysel akıştan dolayı zemin doygunluğu artmaktadır. Bu sebeplerle genellikle eğimin artması ile heyelan duyarlılığı da artmaktadır (Ayalew vd., 2004; Milevski vd., 2009; Santacana vd., 2003; Wilson ve Gallant, 2000).

Eğim verisi heyelan duyarlılıklarına göre 9 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca heyelan envanteri ile eğim sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.17.).

**Çizelge 4.17.** Heyelan envanteri ile eğim sınıflarının frekans histogramı

<b>Eğim (derece)</b>	<b>Heyelanlı Piksel Dağılımı (%)</b>
50 – 60	0
40 – 50	0
30 – 40	5
25 – 30	12
20 – 25	19
15 – 20	25
10 – 15	23
5 – 10	13
0 – 5	3

Eğimle ilgili 40 derece üzerinde heyelan meydana gelmemiştir. Bu durumun temel sebebi bu sınıfların araştırma alanında çok az oranda bulunmasıdır. Ayrıca geçmiş heyelanların %84'ü 10 – 40 derece aralığında meydana gelmiştir.

#### 4.1.4.3. Toprak grupları

Toprağın türü, tane büyüklüğü, organik madde oranı gibi yapısal özellikler yüzey sularının sızmasını ve geçirimsizliğini etkilemektedir. Suların sızma kapasitesi ince ve orta tanecikli topraklarda daha az, iri taneleri topraklarda ise daha fazladır. Suyun sızma kapasitesi arttıkça heyelan duyarlılığı azalmaktadır (Ekinci, 2011; Lee ve Min, 2001; Nagarajan vd., 2000; Pektezel, 2015).

Toprak grupları verisi heyelan duyarlılıklarına göre 10 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca heyelan envanteri ile toprak grupları sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.18.).

**Çizelge 4.18.** Heyelan envanteri ile toprak grupları sınıflarının frekans histogramı

Toprak Grupları	Heyelanlı Piksel Dağılımı (%)
Çıplak Kayalık ve Moloz	4
Alüvyal Top.	0
Kolüvyal Top.	0
Bazaltik Top.	0
Kireçsiz Kahverengi Orman Top.	6
Kireçsiz Kahverengi Top.	4
Kırmızı Akdeniz Top.	4
Kahverengi Top.	3
Kahverengi Orman Top.	77
Yerleşim Alanı	1

Geçmiş heyelanların %77'si kahverengi orman topraklarında meydana gelmiştir. Yapısal olarak ince – orta tanecikli ve yüksek organik madde içeriğinden dolayı su tutma kapasitesi yüksek olan bu topraklar heyelanlara karşı yüksek derecede duyarlı olarak ifade edilebilir. Alüvyal, bazaltik ve kolüvyal topraklar ise heyelanlara karşı çok düşük derecede duyarlılık göstermişlerdir ve bu topraklarda heyelan meydana gelmemiştir.

#### 4.1.4.4. AKAÖ

İnsan faaliyetleri ve bitki örtüsünün yoğunluğu zemin örtüsünü etkilemektedir. Bitkiler ve ağaçlar kökleri ile hem toprağı tutarak hem de zemin sularını kullanarak

heyelan oluşumunu azaltmaktadır. Bitki örtüsünün az yoğun olduğu veya tahrip edildiği alanlar, tarım alanları, boş alanlar ve yerleşim alanlarının heyelan duyarlılığı orman alanlarına göre daha yüksektir (Bhatt vd., 2013; Dağ ve Bulut, 2012).

AKAÖ verisi heyelan duyarlılıklarına göre 7 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca heyelan envanteri ile AKAÖ sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.19.).

**Çizelge 4.19.** Heyelan envanteri ile AKAÖ sınıflarının frekans histogramı

AKAÖ	Heyelanlı Piksel Dağılımı (%)
Kayalık Alan	1
Orman	17
Tarım alanı	68
Bağ – Bahçe	1
Çayır – Mera	12
Maden ve İnşaat Alanı	0
Yerleşim Alanı	1

Geçmiş heyelanların %68'i tarım alanlarında meydana gelmiştir. Bitki örtüsünün tahribatı, toprak yapısının bozulması, toprak sıkışması, aşırı sulama ve yetersiz drenaj gibi sorunlar bu durumu oluşturmaktadır. Orman ve çayır-mera gibi alanlar ise heyelanlara karşı orta derece duyarlılık gösterdiği ortaya konmuştur.

#### 4.1.4.5. Yola yakınlık

Yolların yapım aşamasında yamaç dengesinin bozulması yük dağılımını etkilemektedir. Yük dengesinin değişmesi yamaç gerilimini ve heyelan duyarlılığını arttırmaktadır (Larsen ve Parks, 1997; Pachauri ve Pant, 1992; Reis vd., 2009).

Yola yakınlık verisi heyelan duyarlılıklarına göre 6 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca heyelan envanteri ile yola yakınlık sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.20.).

**Çizelge 4.20.** Heyelan envanteri ile yola yakınlık sınıflarının frekans histogramı

Yola Yakınlık (m)	Heyelanlı Piksel Dağılımı (%)
0 – 1000	74
1000 – 2000	19
2000 – 3000	5
3000 – 4000	1
4000 – 5000	0
5000+	1

Yola yakınlıkla ilgili doğrusal bir şekilde heyelan duyarlılığı değişimi görülmüştür. Yola yakınlık arttıkça heyelan duyarlılığı keskin bir şekilde artmıştır.

#### 4.1.4.6. Yağış

Yağış ve kar erimesi sonucu yüzey suları toprağa sızarak toprak kütlelerini ve su doygunluğunu arttırmaktadır. Ayrıca yeraltı su seviyesinin yükselmesi ile toprak içindeki tabakaların kayganlığı ve heyelan duyarlılığı artmaktadır (Hoşgören, 1992; Reis vd., 2009).

Yağış verisi heyelan duyarlılıklarına göre 8 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca heyelan envanteri ile yağış sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.21.).

**Çizelge 4.21.** Heyelan envanteri ile yağış sınıflarının frekans histogramı

Yağış (mm)	Heyelanlı Piksel Dağılımı (%)
750 – 800	6
700 – 750	15
650 – 700	28
600 – 650	22
550 – 600	26
500 – 550	2
450 – 500	1
400 – 450	0

Geçmiş heyelanların %97'si 550 mm ve üzeri yıllık toplam yağış alanlarında oluşmuştur. Yağışların daha az olduğu alanlar ise heyelanlara karşı daha düşük duyarlılık göstermiştir.

#### 4.1.4.7. Akarsuya yakınlık

Yamaçlardaki toprak ve kaya gibi malzemelerin suya doygunluğu yamaç stabilitesini etkilemektedir. Akarsular yamaçlardaki su doygunluğunu ve heyelan oluşumunu arttırmaktadır (Aydınöğlü ve Altürk, 2021; Dai vd., 2001; Furniss vd., 1991; Gökceoglu ve Aksoy, 1996).

Akarsuya yakınlık verisi heyelan duyarlılıklarına göre 8 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca heyelan envanteri ile akarsuya yakınlık sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.22.).

**Çizelge 4.22.** Heyelan envanteri ile akarsuya yakınlık sınıflarının frekans histogramı

<b>Akarsuya Yakınlık (m)</b>	<b>Heyelanlı Piksel Dağılımı (%)</b>
0 – 500	15
500 – 1000	17
1000 – 1500	13
1500 – 2000	10
2000 – 3000	16
3000 – 4000	13
4000 – 5000	14
5000+	2

Akarsuya yakınlık ile ilgili 0 – 500 m ve 500 – 1000 m sınıflarında toplamda geçmiş heyelanların %32'si meydana gelmiştir. Heyelan dağılımı için doğrusal bir artış ya da azalış olmamasına rağmen alansal olarak az yer kaplayan akarsuya yakın alanlarda daha fazla heyelan meydana gelmiştir.

#### 4.1.4.8. AGİ

AGİ akarsuyun akış gücünü ve bu güçten kaynaklı oluşabilecek erozyon potansiyelini belirleyen bir indeks olduğu için AGİ değerleri ile birlikte heyelan duyarlılığı da artmaktadır (Moore vd., 1991).

AGİ verisi heyelan duyarlılıklarına göre 5 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca heyelan envanteri ile AGİ sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.23.).

**Çizelge 4.23.** Heyelan envanteri ile AGİ sınıflarının frekans histogramı

<b>AGİ</b>	<b>Heyelanlı Piksel Dağılımı (%)</b>
3,19 – 16,1	13
0,49 – 3,19	39
-1,38 – 0,49	34
-5,72 – -1,38	5
-13,80 – -5,72	9

Geçmiş heyelanların %86'sı -1,38 ve üzeri AGİ değerlerinde meydana gelmiştir. Düşük AGİ sınıfları ise heyelanlar için daha düşük duyarlılıklar göstermiştir.

#### 4.1.4.9. Faya yakınlık

Faylar depremlerle ortaya çıkan sismik dalgaların daha güçlü yayıldığı alanlardır. Zeminde meydana gelen bu hareketler yamaçların stabilitesini bozarak heyelan

oluşumunu tetiklemektedir (Lee ve Evangelista, 2006; Pachauri ve Pant, 1992; Ramli vd., 2010).

Faya yakınlık verisi heyelan duyarlılıklarına göre 7 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca heyelan envanteri ile faya yakınlık sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.24.).

**Çizelge 4.24.** Heyelan envanteri ile faya yakınlık sınıflarının frekans histogramı

Faya Yakınlık (m)	Heyelanlı Piksel Dağılımı (%)
0 – 1000	26
1000 – 2000	18
2000 – 3000	12
3000 – 4000	10
4000 – 5000	8
5000 – 6000	6
6000+	20

Geçmiş heyelanlar incelendiğinde faya yaklaştıkça heyelanların genellikle doğrusal bir şekilde arttığı görülmüştür. 6000 m ve üzeri faya yakınlık sınıfında heyelanların artışının sebebi ise bu alanlardaki diğer parametrelerle ilgili olduğu düşünülmektedir.

#### 4.1.4.10. Eğim şekli

Yamaçların eğrilik şekilleri yüzey suyu akışını ve toprak kütlelerini etkilemektedir. Dış bükey yamaçlarda yüzey suları daha hızlı akarak birikmezken, iç bükey yamaçlarda yüzey suları birikme yapmaktadır (Akıncı vd., 2010; Kayastha vd., 2013; Ohlmacher, 2007).

Eğim şekli verisi heyelan duyarlılıklarına göre 3 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca heyelan envanteri ile eğim şekli sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.25.).

**Çizelge 4.25.** Heyelan envanteri ile eğim şekli sınıflarının frekans histogramı

Eğim Şekli	Heyelanlı Piksel Dağılımı (%)
İç Bükey	28
Dış Bükey	14
Düz	58

Geçmişte iç bükey alanlarda, dış bükey alanlara göre iki kat heyelan meydana gelmiştir. Bu durum iç bükey alanların dış bükey alanlara göre heyelanlara daha duyarlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca düz alanlarda meydana gelen heyelanların sebepleri diğer parametrelerle ilgili olduğu düşünülmektedir.

#### 4.1.4.11. TNİ

TNİ yüzey sularının toprak üzerinde hareketlerinin anlaşılmasında kullanılmaktadır. Yüksek TNİ değerleri suların biriktiğini ve daha nemli topraklar oluştuğunu, düşük TNİ değerleri ise suyun akışla birlikte birikmediğini göstermektedir (Kadirhodjaev vd., 2018; Moore vd., 1991; Rózycka vd., 2017).

TNİ verisi heyelan duyarlılıklarına göre 5 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca heyelan envanteri ile TNİ sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.26.).

**Çizelge 4.26.** Heyelan envanteri ile TNİ sınıflarının frekans histogramı

TNİ	Heyelanlı Pikel Dağılımı (%)
13,9 – 27,9	3
10,2 – 13,9	8
7,7 – 10,2	32
5,9 – 7,7	31
2,8 – 5,9	26

Yüksek TNİ değerleri göl, akarsu yüzeyleri ve çok nemli alanları temsil etmektedir ve bu bölgeler alansal olarak daha az yer kaplamaktadır. Geçmiş heyelanların %43'ü 7,7 ve üzeri TNİ sınıflarında meydana gelmiştir. Düşük TNİ sınıflarında meydana gelen heyelanlar daha çok diğer parametrelerle ilişkili olduğu ifade edilebilir.

#### 4.1.4.12. Yükseklik

Yüksek alanlarda eğimlerin daha dik, yağışın daha fazla olması gibi faktörlerden dolayı alçak alanlara göre daha sık heyelan oluşumu gözlenmiştir (Akıncı vd., 2010; Ercanoğlu vd., 2004).

Yükseklik verisi heyelan duyarlılıklarına göre 8 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca heyelan envanteri ile yükseklik sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.27.).

**Çizelge 4.27.** Heyelan envanteri ile yükseklik sınıflarının frekans histogramı

<b>Yükseklik (m)</b>	<b>Heyelanlı Piksel Dağılımı (%)</b>
2800+	1
2400 – 2800	1
2000 – 2400	6
1600 – 2000	12
1200 – 1600	30
800 – 1200	40
400 – 800	9
100 – 400	1

Araştırma alanı için özellikle heyelanların daha sık meydana geldiği yükseklik aralığı 800 – 2000 m aralığındadır.

#### 4.1.4.13. Bakı

Bakı durumu sıcaklık, güneşlenme süresi, rüzgâr etkisi ve yağış gibi faktörleri etkilediği için yamaçların heyelan duyarlılığını değiştirebilmektedir (Chen vd., 2016; Kayastha vd., 2013; Panchal ve Shrivastava, 2022).

Bakı verisi heyelan duyarlılıklarına göre 9 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca heyelan envanteri ile bakı sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.28.).

**Çizelge 4.28.** Heyelan envanteri ile bakı sınıflarının frekans histogramı

<b>Bakı</b>	<b>Heyelanlı Piksel Dağılımı (%)</b>
Kuzey	16
Kuzeydoğu	17
Kuzeybatı	13
Batı	8
Güneybatı	10
Güney	11
Güneydoğu	13
Doğu	12
Düz (-1°)	0

Geçmiş heyelanlar incelendiğinde kuzey yönlerinde, güney yönlerine göre daha fazla heyelan meydana gelmiştir.

#### 4.1.4.14. TPI

Yüksek TPI değerleri arazideki pürüzlü alanları göstermektedir ve bu alanlar heyelanlara karşı daha duyarlıdır (Gantimurova vd., 2021; Okoli vd., 2023).

TPI verisi heyelan duyarlılıklarına göre 8 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca heyelan envanteri ile TPI sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.29.).

**Çizelge 4.29.** Heyelan envanteri ile TPI sınıflarının frekans histogramı

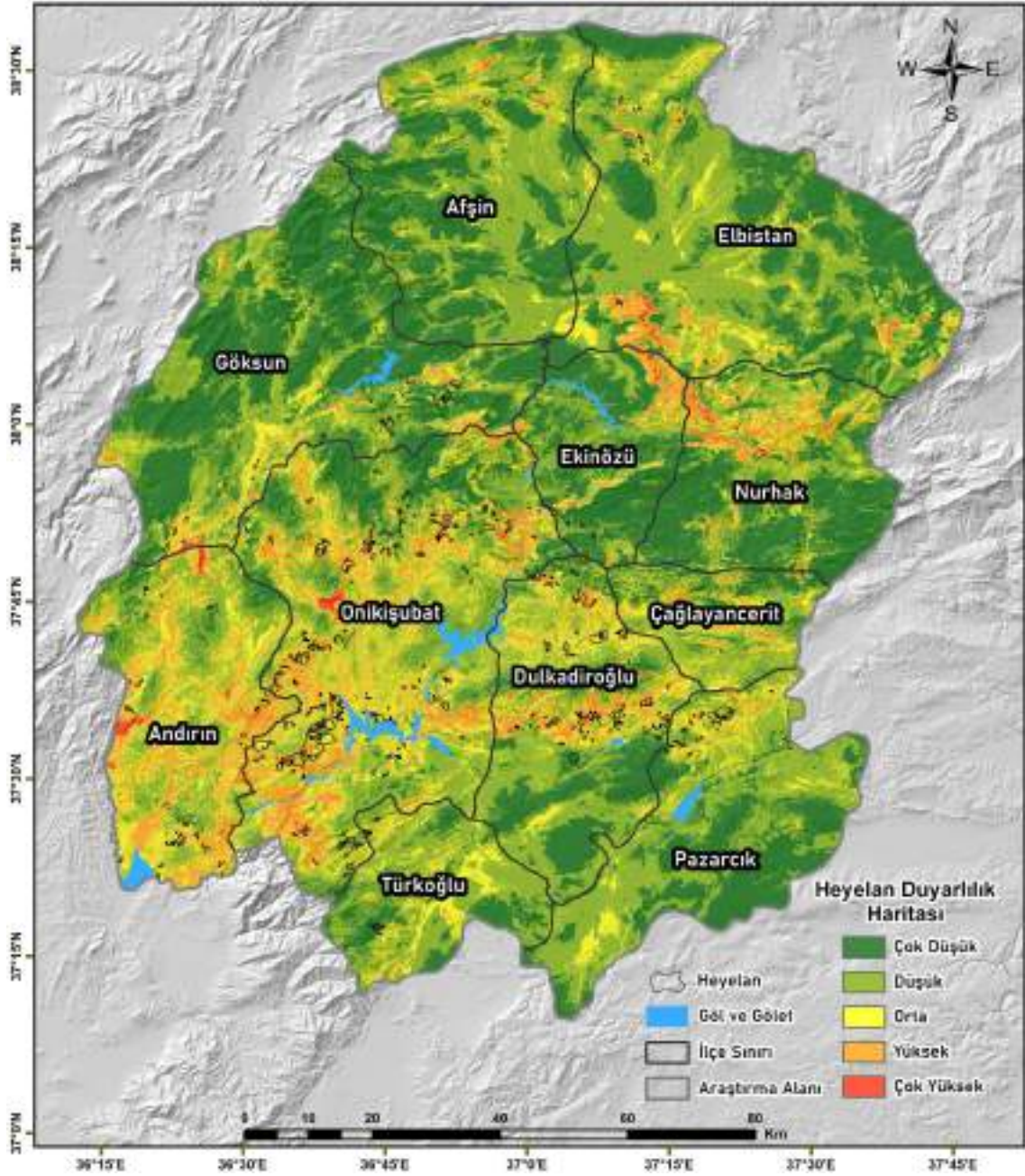
TPI	Heyelanlı Pikel Dağılımı (%)
497 – 958	2
239 – 497	40
161 – 239	38
116 – 161	15
80 – 116	4
0 – 80	1

Geçmiş heyelanların çoğu yüksek TPI değerlerinde meydana gelmiştir. TPI değerinin artışı heyelan duyarlılığını arttırmaktadır.

#### 4.1.5. Kahramanmaraş HDH

Uzman görüşleri ile literatürdeki araştırmalar kullanılarak belirlenen parametreler AHP yöntemi ile değerlendirilerek Kahramanmaraş HDH üretilmiştir (Şekil 4.30.).

Üretilen HDH'nin hem gösterimi hem de değerlendirilmesi için geometrik dağılım (geometrical interval) sınıflaması kullanılmıştır. HDH duyarlılık derecelerine çok düşük (0,036 – 0,116), düşük (0,116 – 0,150), orta (0,150 – 0,165), yüksek (0,165 – 0,198) ve çok yüksek (0,198 – 0,279) şeklinde 5 sınıf olarak oluşturulmuştur.



Şekil 4.30. Kahramanmaraş HDH

Kahramanmaraş HDH analiz edildiğinde; %32,9 (4770,5 km<sup>2</sup>) çok düşük derecede duyarlı, %42,9 (6223,9 km<sup>2</sup>) düşük derecede duyarlı, %13,7 (1982,7) orta derecede duyarlı, %9,9 (1435,9 km<sup>2</sup>) yüksek derece duyarlı ve %0,7 (107 km<sup>2</sup>) çok yüksek derecede duyarlı alanlar olarak belirlenmiştir.

İl ve ilçelerin HDH'ye göre hem oransal hem de alansal dağılımı Çizelge 4.30.'da AKAÖ'nün HDH'ye göre oransal dağılımı ise Çizelge 4.31.'de gösterilmiştir

Çizelge 4.30. İl ve ilçelerin HDH'ye göre oransal (%) ve alansal (km<sup>2</sup>) dağılımı

İl – İlçe / Duyarlılık Dereceleri	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Kahramanmaraş	%32,9 4770,5	%42,9 6223,9	%13,7 1982,7	%9,9 1435,9	%0,7 107,1
Onikişubat	%13,7 333,3	%41,1 998,2	%22,6 548,6	%21,4 519,4	%1,2 29,6
Dulkadiroğlu	%26,5 311,8	%44,3 520,7	%16,7 196,4	%11,8 138,6	%0,7 8,6
Afşin	%42,3 635,1	%48,5 728,1	%6,9 103	%2,2 33,6	%0,1 2,2
Andırın	%6,8 82,1	%36,8 442,5	%29 348,9	%25,5 306,4	%1,8 22,2
Çağlayancerit	%19,9 93,5	%50,8 238,9	%19,2 90,1	%9,8 46,2	%0,3 1,3
Ekinözü	%53,4 350,4	%34 223	%4,4 29,1	%7,3 48	%0,8 5,6
Elbistan	%36 791,9	%49,6 1092,6	%9 199	%4,7 102,9	%0,7 14,7
Göksun	%55,2 1072,5	%33,8 655,8	%6,9 133,5	%3,8 73	%0,4 7,2
Nurhak	%47,9 492,7	%32,0 328,6	%8,4 86,5	%10,3 105,4	%1,4 14,8
Pazarcık	%36,8 460,8	%50 626,7	%10,2 128	%3 37	%0,1 0,5
Türkoğlu	%22,4 147,7	%55,8 368,5	%18,0 118,7	%3,8 24,8	%0,1 0,3

Çizelge 4.31. AKAÖ'nün HDH'ye göre oransal (%) dağılımı

AKAÖ / Duyarlılık Dereceleri	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Yerleşim Alanı	%28,8	%54,9	%7,9	%8,3	%0,1
Kayalık Alan	%12,4	%25,7	%18,4	%37	%6,5
Orman	%29,7	%39,5	%16,2	%13,6	%1
Tarım Alanı	%14,9	%54,8	%19	%10,9	%0,5
Bağ-Bahçe	%23,2	%60,3	%9,9	%6,3	%0,2
Çayır-Mera	%56,2	%34,3	%5,9	%3,4	%0,2
Maden ve İnşaat Alanı	%18,1	%60,3	%14,6	%6,6	%0,3

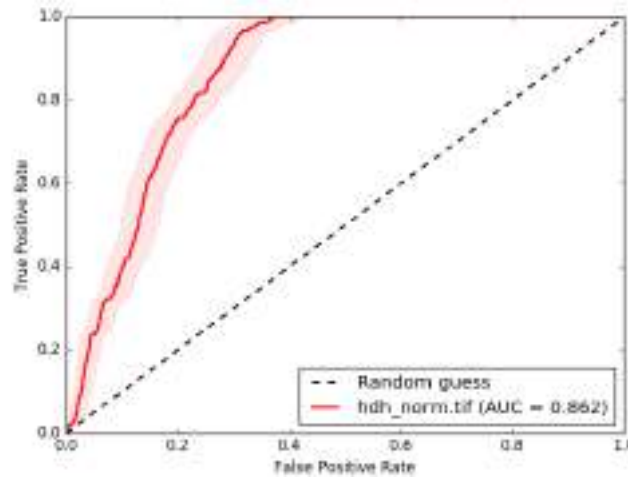
Kahramanmaraş HDH analiz edilerek aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

- İl geneli alanların %75,8'i çok düşük ve düşük, 10,6'sı ise yüksek ve çok yüksek duyarlılık derecesindedir.
- İl geneli alanların 10994,4 km<sup>2</sup>'si çok düşük ve düşük, 1543 km<sup>2</sup>'si ise yüksek ve çok yüksek duyarlılık derecesindedir.
- Çok düşük ve düşük derece duyarlılık sınıflarının oransal toplamına göre en az duyarlı ilçeler sırası ile Afşin, Göksun, Ekinözü'dür

- Yüksek ve çok yüksek derece duyarlılık sınıflarının oransal toplamına göre en çok duyarlı ilçeler sırası ile Andırın, Onikişubat ve Dulkadiroğlu'dur
- Çok düşük ve düşük derece duyarlılık sınıflarının alansal toplamına göre en az duyarlı ilçeler sırası ile Elbistan, Göksun, Afşin'dir
- Yüksek ve çok yüksek derece duyarlılık sınıflarının alansal toplamına göre en çok duyarlı ilçeler sırası ile Onikişubat, Andırın ve Dulkadiroğlu'dur.
- Mevcut yerleşim alanlarının oransal olarak %83,7'si çok düşük ve düşük, %8,4'ü ise yüksek ve çok yüksek duyarlılık derecesindedir.
- Mevcut yerleşim alanlarının alansal olarak 137,8 km<sup>2</sup>'si çok düşük ve düşük, 13,8 km<sup>2</sup>'si ise yüksek ve çok yüksek duyarlılık derecesindedir.

#### 4.1.5.1. Kahramanmaraş HDH doğruluk analizi

Kahramanmaraş HDH için ROC eğrisi ve ona bağlı üretilen AUC doğruluk analizi yapılmıştır. 567 heyelan envanterinden rastgele 167 tanesi seçilerek ROC ve AUC analizleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.31.).



Şekil 4.31. HDH için üretilen ROC eğrisi ve AUC değeri

ROC yöntemi ile yapılan değerlendirmeler sonucunda AUC değeri 0,862 olarak hesaplanmıştır. AHP yöntemi ile üretilen HDH, AUC sınıflamasına göre yüksek sınıflandırma doğruluğuna sahiptir.

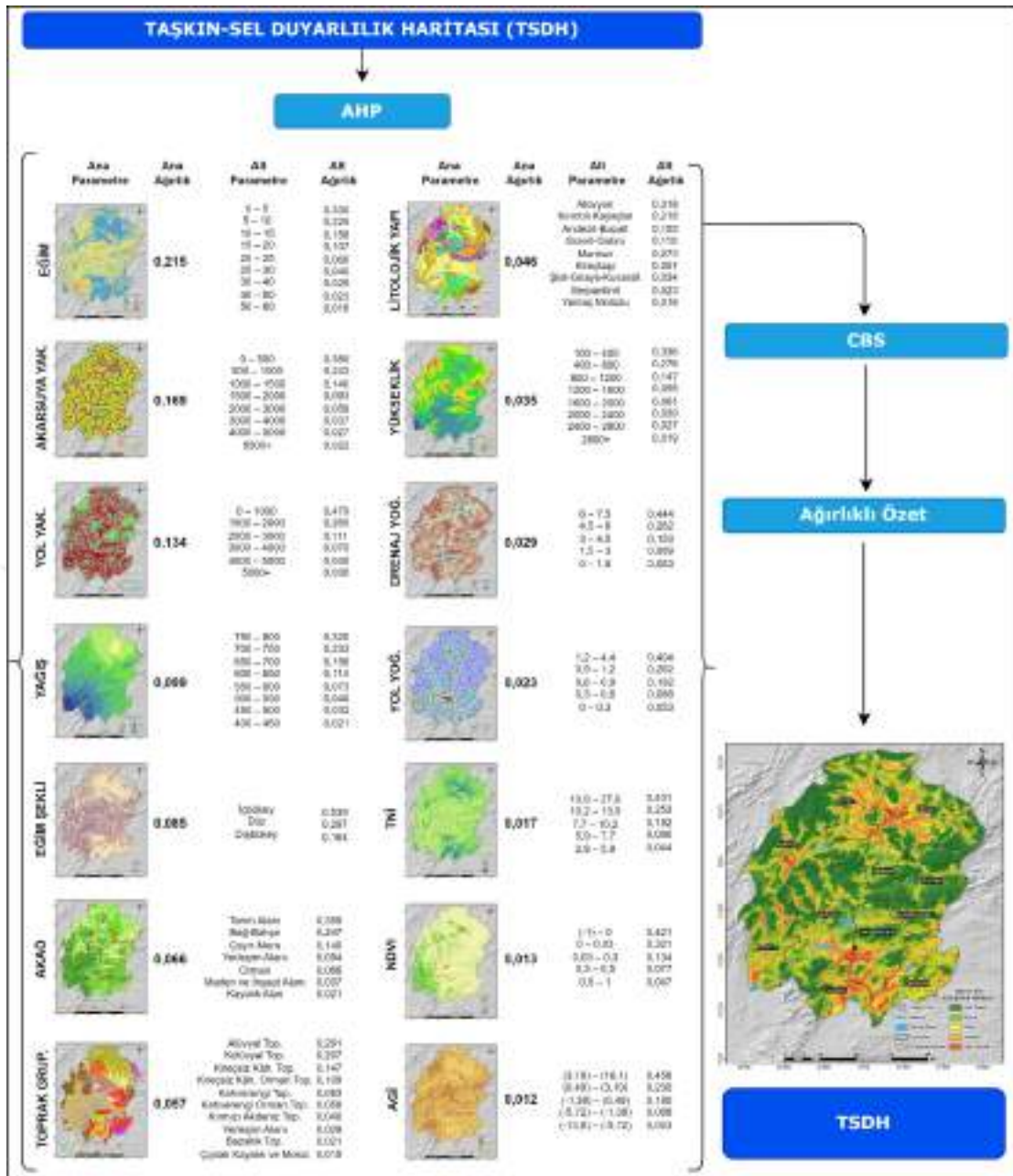
#### 4.1.6. Taşkın-Sel Duyarlılık Haritası (TSDH)

TSDH taşkın-sel oluşumuna sebep olan parametrelerin belirlenerek potansiyel taşkın-sel için bölgenin göstereceği duyarlılığın dereceli bir şekilde modellenmesidir.

AHP yöntemi ile üretilen TSDH için; eğim, akarsuya yakınlık, yola yakınlık, yağış, eğim şekli, AKAÖ, toprak grupları, litolojik yapı, yükseklik, drenaj yoğunluğu, yol yoğunluğu, TNI, NDVI ve AGİ parametreleri kullanılmıştır (Şekil 4.32.).

Uzman görüşleri ve literatür taramaları ile TSDH için kullanılan ana parametrelerin ikili karşılaştırma matrisleri ve ağırlıkları üretilmiştir (Çizelge 4.32.).

TSDH için hem frekans hem de doğruluk analizlerinde kullanılmak üzere literatürde bulunan taşkın-sel envanteri temin edilmiştir (Karaağaç vd., 2019; Sarıgül ve Turoğlu, 2020; Sunkar ve Denizdurduran, 2015).



Şekil 4.32. TSDH için kullanılan parametreler ve ağırlıkları

Çizelge 4.32. TSDH ana parametrelerinin karşılaştırma matrisleri ve ağırlıkları

Ana Parametreler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Ana Ağırlık
(1) Akarsuya Yakınlık	1	3	6	1/2	3	5	5	2	6	4	6	7	8	9	0,169
(2) Yağış		1	5	1/4	2	3	3	1/2	5	2	4	7	7	7	0,099
(3) Drenaj Yoğunluğu			1	1/6	1/4	1/3	1/3	1/5	2	1/3	1/2	3	3	4	0,029
(4) Eğim				1	4	5	5	3	7	5	5	8	9	9	0,215
(5) Eğim Şekli					1	3	3	1/3	5	2	3	6	7	7	0,085
(6) Litolojik Yapı						1	1/2	1/5	3	1/2	2	4	5	5	0,046

(7) Toprak Grupları	1	1/4	4	1/2	3	5	5	6	0,057
(8) Yola Yakınlık		1	6	3	5	7	7	8	0,134
(9) Yol Yoğunluğu			1	1/4	1/2	2	3	3	0,023
(10) AKAÖ				1	3	5	6	7	0,066
(11) Yükseklik					1	3	4	5	0,035
(12) TNİ						1	2	3	0,017
(13) NDVI							1	2	0,013
(14) AGİ								1	0,012

Parametreler ile oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri ve ağırlıklar için tutarlık analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda  $\lambda = 15.5871$ ,  $CI = 0.1221$ ,  $RI = 1.58$ ,  $TO = 0.0773$  olarak hesaplanmıştır.  $TO < 0,10$ ' dan küçüktür ve karşılaştırmalar tutarlıdır.

TSDH için kullanılan alt parametrelerin ikili karşılaştırma matrisleri, tutarlılık oranları ve ağırlıkları hesaplanmıştır (Çizelge 4.33.).

**Çizelge 4.33.** TSDH alt parametrelerinin karşılaştırma matrisleri, tutarlılık oranları ve ağırlıkları

Ana ve Alt Parametreler											Alt Ağırlık
<b>Eğim</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
0 – 5	1	1	2	3	5	7	9	9	9	9	0,330
5 – 10	2		1	2	3	5	7	8	9	9	0,229
10 – 15	3			1	2	3	5	7	7	9	0,158
15 – 20	4				1	2	3	5	7	7	0,107
20 – 25	5					1	2	3	4	5	0,066
25 – 30	6						1	2	2	3	0,040
30 – 40	7							1	2	2	0,029
40 – 50	8								1	2	0,023
50 – 60	9									1	0,018
<b>TO = %6</b>											
<b>Akarsuya Yakınlık</b>											
0 – 500	1	1	3	5	5	7	8	9	9	9	0,380
500 – 1000	2		1	3	4	5	7	9	9	9	0,243
1000 – 1500	3			1	2	3	5	7	7	7	0,140
1500 – 2000	4				1	2	3	5	5	5	0,093
2000 – 3000	5					1	2	3	3	3	0,058
3000 – 4000	6						1	2	2	2	0,037
4000 – 5000	7							1	2	2	0,027
5000+	8								1	1	0,022
<b>TO = %7</b>											
<b>Yola Yakınlık</b>											
0 – 1000	1	1	3	7	7	8	9				0,479
1000 – 2000	2		1	3	5	7	9				0,265
2000 – 3000	3			1	2	3	5				0,111
3000 – 4000	4				1	2	3				0,070
4000 – 5000	5					1	2				0,045
5000+	6						1				0,030
<b>TO = %7</b>											
<b>Yağış</b>											
750 – 800	1	1	2	3	4	5	6	7	9		0,325

700 – 750	2	1	2	3	4	5	7	9			0,233	
650 – 700	3		1	2	3	4	5	7			0,156	
600 – 650	4			1	2	3	5	7			0,114	
550 – 600	5				1	2	3	5			0,073	
500 – 550	6					1	2	3			0,048	
450 – 500	7						1	2			0,032	
400 – 450	8							1			0,021	
<b>TO = %4</b>												
<b>Eğim Şekli</b>												
İçbükey	1	1	2	3							0,539	
Düz	2		1	2							0,297	
Dışbükey	3			1							0,164	
<b>TO = %1</b>												
<b>AKAÖ</b>												
Yerleşim Alanı	1	1	1/4	1/2	2	1/5	3	7			0,094	
Bağ-Bahçe	2		1	3	5	1/3	7	9			0,247	
Çayır-Mera	3			1	3	1/4	5	8			0,140	
Orman	4				1	1/7	3	5			0,066	
Tarım Alanı	5					1	8	9			0,395	
Maden ve İnşaat Alanı	6						1	3			0,037	
Kayalık Alan	7							1			0,021	
<b>TO = %9</b>												
<b>Toprak Grupları</b>												
Alüvyal Top.	1	1	7	5	6	3	5	2	7	8	9	0,291
Kırmızı Akdeniz Top.	2		1	1/3	1/2	1/5	1/3	1/7	2	3	4	0,040
Kahverengi Top.	3			1	2	1/3	1/2	1/3	4	5	7	0,083
Kahverengi Or. Top.	4				1	1/3	1/3	1/5	3	4	5	0,058
Kireçsiz Kâh. Top.	5					1	2	1/2	6	7	8	0,147
Kireçsiz Kâh. Or. Top.	6						1	1/3	5	7	8	0,109
Kolüvyal Top.	7							1	7	8	9	0,207
Yerleşim Alanı	8								1	2	3	0,029
Bazaltik Top.	9									1	2	0,021
Çıplak Kayalık ve Moloz	10										1	0,015
<b>TO = %7</b>												
<b>Litolojik Yapı</b>												
Alüvyon	1	1	9	3	5	2	7	8	5	9		0,318
Serpantin	2		1	1/7	1/6	1/8	1/3	1/2	1/4	2		0,023
Andezit-Bazalt	3			1	2	1/2	5	5	3	7		0,155
Granit-Gabro	4				1	1/3	3	5	2	7		0,110
Kırıntılı Kayaçlar	5					1	5	7	4	9		0,218
Kireçtaşı	6						1	2	1/2	5		0,051
Şist-Gnays-Kuarsit	7							1	1/3	3		0,034
Mermer	8								1	5		0,073
Yamaç Molozu	9									1		0,018
<b>TO = %6</b>												
<b>Yükseklik</b>												
100 – 400	1	1	2	3	5	7	8	9	9			0,336
400 – 800	2		1	3	5	7	8	8	9			0,276
800 – 1200	3			1	2	3	5	7	8			0,147
1200 – 1600	4				1	2	3	5	7			0,095
1600 – 2000	5					1	2	3	5			0,061
2000 – 2400	6						1	2	3			0,039
2400 – 2800	7							1	2			0,027
2800+	8								1			0,019
<b>TO = %7</b>												
<b>Drenaj Yoğunluğu</b>												

6 – 7,5	1	1	2	3	5	7	0,444
4,5 – 6	2		1	2	3	5	0,262
3 – 4,5	3			1	2	3	0,153
1,5 – 3	4				1	2	0,089
0 – 1,5	5					1	0,053
<b>TO = %1</b>							
<b>Yol Yoğunluğu</b>							
1,2 – 4,4	1	1	2	3	4	5	0,404
0,9 – 1,2	2		1	2	3	5	0,262
0,6 – 0,9	3			1	3	5	0,192
0,3 – 0,6	4				1	2	0,088
0 – 0,3	5					1	0,053
<b>TO = %5</b>							
<b>TNİ</b>							
13,9 – 27,9	1	1	2	3	5	7	0,431
10,2 – 13,9	2		1	2	3	5	0,253
7,7 – 10,2	3			1	3	5	0,182
5,9 – 7,7	4				1	3	0,090
2,8 – 5,9	5					1	0,044
<b>TO = %4</b>							
<b>NDVI</b>							
(-1) – 0	1	1	2	3	5	7	0,421
0 – 0,03	2		1	3	5	7	0,321
0,03 – 0,3	3			1	2	3	0,134
0,3 – 0,5	4				1	2	0,077
0,5 – 1	5					1	0,047
<b>TO = %3</b>							
<b>AGİ</b>							
(3,19) – (16,1)	1	1	3	3	5	7	0,458
(0,49) – (3,19)	2		1	2	3	5	0,230
(-1,38) – (0,49)	3			1	3	5	0,180
(-5,72) – (-1,38)	4				1	3	0,088
(-13,8) – (-5,72)	5					1	0,043
<b>TO = %6</b>							

TSDH için kullanılan parametreler aşağıda sıralı şekilde açıklanmış ve bu parametrelerin taşkın-sel envanteri ile frekans analizleri gerçekleştirilmiştir.

#### 4.1.6.1. Eğim

Eğim yüzey sularının akış hızını ve sızma miktarını etkilemektedir. Yüksek eğimli alanlarda akış hızlı fazla ve sızma miktarı azdır. Bu nedenle yüksek eğimli alanların taşkın-sel duyarlılığının daha az olduğunu söylemek mümkündür (Choudhury vd., 2022; Ngo vd., 2021; Tehrany vd., 2015).

Eğim verisi taşkın-sel duyarlılıklarına göre 9 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca taşkın-sel envanteri ile eğim sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.34.).

**Çizelge 4.34.** Taşkın-sel envanteri ile eğim sınıflarının frekans histogramı

<b>Eğim (derece)</b>	<b>Taşkın-Sel Dağılımı (%)</b>
0 – 5	44
5 – 10	24
10 – 15	17
15 – 20	7
20 – 25	5
25 – 30	3
30 – 40	0
40 – 50	0
50 – 60	0

Eğim değeri azaldıkça taşkın-sel duyarlılığı doğrusal bir şekilde artmıştır. Geçmiş taşkın-sel olaylarının %85'i 0 – 15 derece eğim aralığında meydana gelmiştir. 30 derece ve üzeri eğim sınıflarında taşkın-sel meydana gelmemiştir.

#### 4.1.6.2. Akarsuya yakınlık

Akarsular doğal akış yataklarında yüksek kottan düşük kota doğru akmaktadır. Yağış, kar erimesi vb. şartlarda ortaya çıkan yüzey suları da bu doğal yataklarda birikmektedir. Ayrıca akarsu ağlarına yakın bölgelerin genellikle daha düz olmalarından dolayı taşkın-sel duyarlılıklarının daha yüksek olduğunu ifade etmek mümkündür (Ouma ve Omai, 2023; Ouma ve Tateishi, 2014).

Akarsuya yakınlık verisi taşkın-sel duyarlılıklarına göre 8 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca taşkın-sel envanteri ile akarsuya yakınlık sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.35.).

**Çizelge 4.35.** Taşkın-sel envanteri ile akarsuya yakınlık sınıflarının frekans histogramı

<b>Akarsuya Yakınlık (m)</b>	<b>Taşkın-Sel Dağılımı (%)</b>
0 – 500	41
500 – 1000	15
1000 – 1500	13
1500 – 2000	9
2000 – 3000	10
3000 – 4000	4
4000 – 5000	5
5000+	3

Akarsuya yaklaştıkça taşkın-sel olaylarının daha çok meydana geldiği ve duyarlılık derecesinin arttığı görülmüştür. Özellikle geçmiş taşkın-sel olaylarının %56'sı 0 – 1000 m yakınlıkta meydana gelmiştir.

#### 4.1.6.3. Yola yakınlık

Karayolları yapımında kullanılan malzemelerin su geçirimsizliği doğal zemine göre daha düşüktür. Bu nedenle yollarda ve yollara yakın alanlarda yüzey suları birikerek daha fazla akışa sebep olmaktadır (Pham vd., 2020; Shuster vd., 2005).

Yola yakınlık verisi taşkın-sel duyarlılıklarına göre 6 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca taşkın-sel envanteri ile yola yakınlık sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.36.).

**Çizelge 4.36.** Taşkın-sel envanteri ile yola yakınlık sınıflarının frekans histogramı

Yola Yakınlık (m)	Taşkın-Sel Dağılımı (%)
0 – 1000	85
1000 – 2000	5
2000 – 3000	4
3000 – 4000	1
4000 – 5000	1
5000+	4

Geçmiş taşkın-sel olaylarının %85'i yollara 0 – 1000 m mesafede meydana gelmiştir. Yolların taşkın-sel oluşumunu büyük oranda etkilediği ve yola yakınlık arttıkça taşkın-sel duyarlılığının da arttığı görülmüştür.

#### 4.1.6.4. Yağış

Yağış, su kütlesini direkt etkilemektedir. Ortalama yağış, sağanak yağışlar ve düzenli yağışlar topoğrafyanın da etkisi ile taşkın-sel duyarlılığını arttırmaktadır (Pham vd., 2020; Turoğlu, 2005).

Yağış verisi taşkın-sel duyarlılıklarına göre 8 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca taşkın-sel envanteri ile yağış sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.37.).

**Çizelge 4.37.** Taşkın-sel envanteri ile yağış sınıflarının frekans histogramı

Yıllık Toplam Yağış (mm)	Taşkın-Sel Dağılımı (%)
750 – 800	2
700 – 750	9
650 – 700	15
600 – 650	14
550 – 600	20
500 – 550	15

450 – 500	17
400 – 450	8

Yıllık toplam yağış ile taşkın-sel olayları arasında doğrusal bir ilişki bulunmamaktadır. Yağışın fazla olduğu bölgelerde taşkın-sel olaylarının çok fazla olmasının sebebi diğer parametrelerle ilgilidir.

#### 4.1.6.5. Eğim şekli

İç bükey yamaçlar yüzey sularını biriktirdiği için taşkın-sel duyarlılığını artırırken, dış bükey yamaçlar yüzey sularını hızlandırıp dağıttığı için taşkın-sel duyarlılığını azaltmaktadır. Düz alanların taşkın-sel duyarlılığı ise diğer parametrelerin özelliklerine bağlıdır (Sahana ve Patel, 2019; Wilson ve Gallant, 2000).

Eğim şekli verisi taşkın-sel duyarlılıklarına göre 3 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca taşkın-sel envanteri ile eğim şekli sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.38.).

Çizelge 4.38. Taşkın-sel envanteri ile eğim şekli sınıflarının frekans histogramı

Eğim Şekli	Taşkın-Sel Dağılımı (%)
İçbükey	29
Düz	68
Dışbükey	3

Geçmiş taşkın-sel olaylarının büyük bölümünün düz alanlarda meydana gelmiştir. Bu durumun sebepleri, iç bükey yamaçların biriktirdiği suyu düz alanlara aktarması, dış bükey yamaçlardaki suyun dağılarak düz alanlarda toplanması ve diğer parametre özelliklerinden kaynaklanmaktadır.

#### 4.1.6.6. AKAÖ

AKAÖ yüzey akışı, yüzey geçirimsizliği, buharlaşma gibi hidrolojik süreçleri etkilemesi ve AKAÖ'nün beşerî etkilerle yanlış kullanımı gibi sebepler taşkın-sel duyarlılığını değiştirmektedir (Rahmati vd., 2016; Souissi vd., 2020).

AKAÖ verisi taşkın-sel duyarlılıklarına göre 7 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca taşkın-sel envanteri ile AKAÖ sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.39.).

**Çizelge 4.39.** Taşkın-sel envanteri ile AKAÖ sınıflarının frekans histogramı

AKAÖ	Taşkın-Sel Dağılımı (%)
Yerleşim Alanı	20
Bağ-Bahçe	1
Çayır-Mera	7
Orman	1
Tarım Alanı	70
Maden ve İnşaat Alanı	0
Kayalık Alan	1

Geçmişte meydana gelen taşkın-sel olaylarının %70'si tarım alanlarında meydana gelmiştir. Bu durumun sebepleri tarım alanlarındaki yanlış sulama uygulamaları ve diğer parametre özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Orman, bağ-bahçe, maden ve inşaat alanı, kayalık alan gibi bölgeler ise taşkın-sel için çok düşük derecede duyarlılık göstermişlerdir.

#### 4.1.6.7. Toprak grupları

Toprağın geçirgenlik ve drenaj özellikleri yüzey sularının hareketini etkilemektedir. Yüzeyle biriken ve akışa sahip olan sular taşkın duyarlılığını artırırken, toprağa sızan veya geçirilen sular ise taşkın duyarlılığını azalmaktadır (Hammami vd., 2019; Nicholls ve Wong, 1990; Senanayake vd., 2016).

Toprak grupları verisi benzerliklerine ve taşkın-sel duyarlılıklarına göre 10 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca taşkın-sel envanteri ile toprak grupları sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.40.).

**Çizelge 4.40.** Taşkın-sel envanteri ile toprak grupları sınıflarının frekans histogramı

Toprak Grupları	Taşkın-Sel Dağılımı (%)
Alüvyal Top.	6
Kırmızı Akdeniz Top.	9
Kahverengi Top.	13
Kahverengi Or. Top.	19
Kireçsiz Kâh. Top.	9
Kireçsiz Kâh. Or. Top.	8
Kolüvyal Top.	10
Yerleşim Alanı	20
Bazaltik Top.	4
Çıplak Kayalık ve Moloz	2

Geçmiş taşkın-sel olaylarının %32'si kahverengi topraklar ve kahverengi orman topraklarında meydana gelmiştir. Kireçsiz topraklar kireçli topraklara göre daha yüksek

geçirgenliğe sahip olduğundan dolayı taşkın-sel olaylarına daha düşük derecede duyarlı davranmışlardır. Ayrıca yerleşim alanlarında daha sık gözlenen taşkın-sel olaylarının sebebi bu alanlardaki diğer parametrelerle ilgili olduğu ifade edilebilir.

#### 4.1.6.8. Litolojik yapı

Litolojik yapının cinsi, geçirgenliği, dokusunun sertliği ve tabakalarının uzanışları yüzey sularının akışını etkileyerek taşkın-sel duyarlılığını değiştirmektedir (Işık vd., 2020; Oikonomidis vd., 2015; Svoboda, 1991).

Litolojik yapı verisi benzerliklerine ve taşkın-sel duyarlılıklarına göre 9 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca taşkın-sel envanteri ile litolojik yapı sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.41.).

**Çizelge 4.41.** Taşkın-sel envanteri ile litolojik yapı sınıflarının frekans histogramı

Litolojik Yapı	Taşkın-Sel Dağılımı (%)
Alüvyon	33
Serpantinit	3
Andezit-Bazalt	4
Granit-Gabro	1
Kırıntılı Kayaçlar	29
Kireçtaşı	16
Şist-Gnays-Kuvarsit	5
Mermer	1
Yamaç Molozu	8

Geçmiş taşkın-sel olaylarının %86'sı alüvyon, kırıntılı kayaçlar, kireçtaşı ve yamaç molozu alanlarında meydana gelmiştir. Serpantinit, andezit-bazalt, granit gabro ve mermer gibi litolojik birimler taşkın-sel oluşumuna karşı daha düşük dereceli duyarlılık göstermişlerdir.

#### 4.1.6.9. Yükseklik

Yükseklik, yüzey sularının akış hızını ve birikmesini etkileyerek taşkın-sel duyarlılığını değiştirmektedir. Yüksek alanlarda yüksek akış hızından dolayı su birikmeleri azken, alçak alanlarda yavaş akış hızından dolayı su birikmeleri daha çoktur. Bu sebeple alçak alanlarda taşkın-sel duyarlılığı daha fazladır (Hammami vd., 2019; Nachappa vd., 2020; Pham vd., 2020).

Yükseklik verisi taşkın-sel duyarlılıklarına göre 8 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca taşkın-sel envanteri ile yükseklik sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.42.).

**Çizelge 4.42.** Taşkın-sel envanteri ile yükseklik sınıflarının frekans histogramı

Yükseklik (m)	Taşkın-Sel Dağılımı (%)
100 – 400	2
400 – 800	29
800 – 1200	26
1200 – 1600	28
1600 – 2000	15
2000 – 2400	0
2400 – 2800	0
2800+	0

Geçmiş taşkın-sel olaylarının %98'i 400 – 2000 m aralığında meydana gelmiştir. 2000 metre ve üzerinde taşkın-sel olayı gerçekleşmemiştir bunun sebebi bu alanlarda sık yükseklik değişimlerinden dolayı suların hızlanarak alçak alanlara akması olarak ifade edilebilir.

#### 4.1.6.10. Drenaj yoğunluğu

Drenaj yoğunluğu akarsuların toplam uzunluğunun havza alanına oranıdır ve akarsuların havzaları bölme derecesini belirtir. Drenaj yoğunluğunun artması yüzey suyu akışını artırarak taşkın-sel duyarlılığını arttırmaktadır (Mahmoud ve Gan, 2018; Msabi ve Makonyo, 2021).

Drenaj yoğunluğu verisi taşkın-sel duyarlılıklarına göre 5 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca taşkın-sel envanteri ile yükseklik sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.43.).

**Çizelge 4.43.** Taşkın-sel envanteri ile drenaj yoğunluğu sınıflarının frekans histogramı

Drenaj Yoğunluğu (km/km <sup>2</sup> )	Taşkın-Sel Dağılımı (%)
6 – 7,5	5
4,5 – 6	3
3 – 4,5	82
1,5 – 3	10
0 – 1,5	0

Geçmiş taşkın-sel olaylarının %82'si 3 – 4,5 km/km<sup>2</sup> drenaj yoğunluğu sınıfında meydana gelmiştir. 3 km/km<sup>2</sup>'den düşük drenaj yoğunluğu bulunan alanlar taşkın-sel olaylarına daha düşük derecede duyarlı davranmışlardır.

#### 4.1.6.11. Yol yoğunluğu

Yol yoğunluğu yolların toplam uzunluğunun toplam alana oranıdır. Yollar hem yapısal özelliklerinden dolayı yüzey sularının geçirimsizliğini azaltmakta hem de yamaç dengesini bozmaktadır. Bu sebeplerle yol yoğunluğunun artması ile taşkın-sel duyarlılığının da artması ifade edilebilir.

Yol yoğunluğu verisi taşkın-sel duyarlılıklarına göre 5 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca taşkın-sel envanteri ile yol yoğunluğu sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.44.).

**Çizelge 4.44.** Taşkın-sel envanteri ile yol yoğunluğu sınıflarının frekans histogramı

Yol Yoğunluğu (km/km <sup>2</sup> )	Taşkın-Sel Dağılımı (%)
1,2 – 4,4	10
0,9 – 1,2	9
0,6 – 0,9	19
0,3 – 0,6	34
0 – 0,3	28

Geçmiş taşkın-sel olaylarının %38'i araştırma alanında az bulunmasına rağmen 0,6 km/km<sup>2</sup> ve üzeri yol yoğunluğunda meydana gelmiştir. Düşük yol yoğunluklarında meydana gelen taşkın-sel olayları ise diğer parametrelerle ilişkili olduğu ifade edilebilir.

#### 4.1.6.12. TNİ

TNİ değerlerinin yüksekliği yüzey sularının birikmesi ve nemli toprakların varlığını göstermektedir. TNİ değerleri arttıkça taşkın-sel duyarlılığı da artmaktadır (Khosravi vd., 2016; Tehrany vd., 2015).

TNİ verisi taşkın-sel duyarlılıklarına göre 5 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca taşkın-sel envanteri ile TNİ sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.45.).

**Çizelge 4.45.** Taşkın-sel envanteri ile TNİ sınıflarının frekans histogramı

TNİ	Taşkın-Sel Dağılımı (%)
13,9 – 27,9	11
10,2 – 13,9	17
7,7 – 10,2	29
5,9 – 7,7	27
2,8 – 5,9	16

Geçmiş taşkın-sel olayları incelendiğinde karmaşık bir dağılım meydana gelmiştir. Bu dağılımın sebebi diğer parametrelerle ilişkilidir. 10,2 ve üzeri TNİ değerleri araştırma alanında oransal olarak az yer kaplamasına rağmen geçmiş taşkın-sel olaylarının %28'i bu alanlarda meydana gelmiştir.

#### 4.1.6.13. NDVI

NDVI özellikle bitki örtüsünün yoğunluğunu ve sağlığını belirlemek için kullanılmaktadır. Seyrek bitki örtüsünün veya tahrip edilmiş bitki alanlarının, yoğun ve sağlıklı bitki örtüsüne göre taşkın-sel duyarlılıkları daha yüksektir (Bhatt vd., 2013; Mind'je vd., 2019).

NDVI verisi taşkın-sel duyarlılıklarına göre 5 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca taşkın-sel envanteri ile NDVI sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.46.).

**Çizelge 4.46.** Taşkın-sel envanteri ile NDVI sınıflarının frekans histogramı

NDVI	Taşkın-Sel Dağılımı (%)
(-1) – 0 (Su)	0
0 – 0,03 (Çıplak Toprak)	0
0,03 – 0,3 (Seyrek Bitki Örtüsü)	86
0,3 – 0,5 (Orta Yoğunluklu Bitki Örtüsü)	14
0,5 – 1 (Yoğun Bitki Örtüsü)	0

Geçmişte meydana gelen taşkın-sel olaylarının tümü seyrek bitki örtüsü ve orta yoğunluklu bitki örtüsü alanlarında meydana gelmiştir. Yoğun bitki örtüsü ve çıplak topraklar taşkın-sel olaylarına karşı çok düşük derecede duyarlılık göstermişlerdir.

#### 4.1.6.14. AGİ

AGİ akarsuyun akış gücünü ve taşıma kapasitesini belirleyen indekslerden bir tanesidir. Yüksek AGİ değerlerinde taşkın-sel duyarlılığını artmaktadır (Moore vd., 1991; Saleh vd., 2020).

AGİ verisi taşkın-sel duyarlılıklarına göre 5 sınıf olarak düzenlenmiştir. Ayrıca taşkın-sel envanteri ile AGİ sınıfları arasındaki ilişkinin frekans histogramı analiz edilmiştir (Çizelge 4.47.).

**Çizelge 4.47.** Taşkın-sel envanteri ile AGİ sınıflarının frekans histogramı

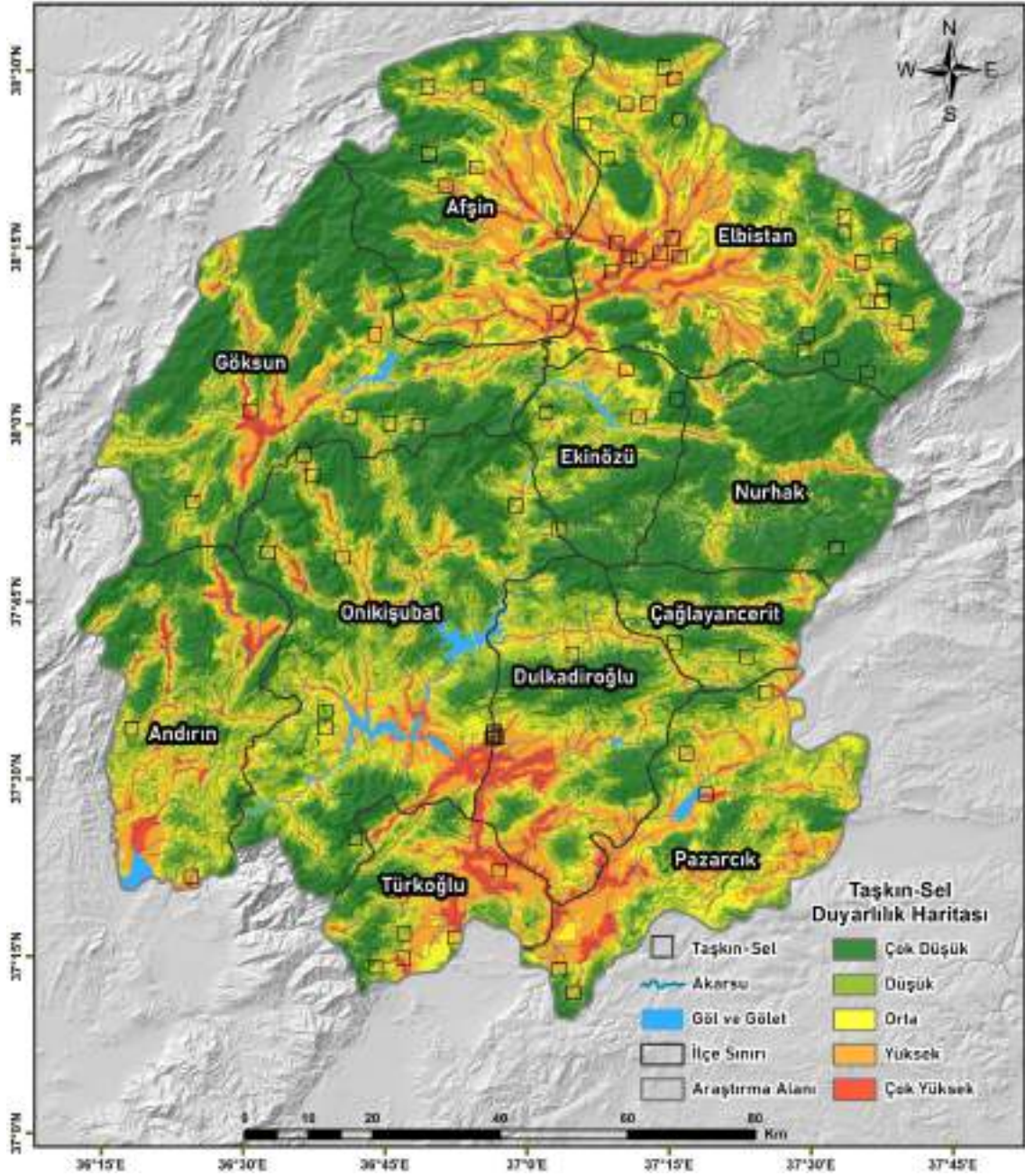
AGİ	Taşkın-Sel Dağılımı (%)
(3,19) – (16,1)	15
(0,49) – (3,19)	23
(-1,38) – (0,49)	32
(-5,72) – (-1,38)	21
(-13,8) – (-5,72)	9

Geçmiş taşkın-sel olayları ve AGİ sınıfları arasında karmaşık bir dağılım görülmüştür. Bunun sebebi diğer parametrelerle ilişkilidir. Ayrıca 3,19 ve üzeri AGİ değerleri araştırma alanında oransal olarak az bulunmasına rağmen %15 oranında taşkın-sel olayları meydana gelmiştir.

#### 4.1.7. Kahramanmaraş TSDH

Uzman görüşleri ile literatürdeki araştırmalar kullanılarak belirlenen parametreler AHP yöntemi ile değerlendirilerek Kahramanmaraş TSDH üretilmiştir (Şekil 4.33).

Üretilen TSDH'nin hem gösterimi hem de değerlendirilmesi için geometrik dağılım sınıflaması kullanılmıştır. TSDH duyarlılık derecelerine göre çok düşük (0,044 – 0,150), düşük (0,150 – 0,199), orta (0,199 – 0,232), yüksek (0,232 – 0,292) ve çok yüksek (0,292– 0, 364) şeklinde 5 sınıf olarak oluşturulmuştur.



Şekil 4.33. Kahramanmaraş TSDH

Kahramanmaraş TSDH analiz edildiğinde; %35,3 (5123,4 km<sup>2</sup>) çok düşük derecede duyarlı, %27,0 (3919,8 km<sup>2</sup>) düşük derecede duyarlı, %15,9 (2315,1) orta derecede duyarlı, %17,9 (2602,1 km<sup>2</sup>) yüksek derece duyarlı ve %3,9 (559,7 km<sup>2</sup>) çok yüksek derecede duyarlı alanlar olarak belirlenmiştir.

İl ve ilçelerin TSDH'ye göre hem oransal hem de alansal dağılımı Çizelge 4.48.'de AKAÖ'nün TSDH'ye göre oransal dağılımı ise Çizelge 4.49.'da gösterilmiştir.

**Çizelge 4.48.** İl ve ilçelerin TSDH'ye göre oransal (%) ve alansal (km<sup>2</sup>) dağılımı

İl – İlçe / Duyarlılık Dereceleri	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Kahramanmaraş	%35,3 5123,4	%27 3919,8	%15,9 2315,1	%17,9 2062,1	%3,9 559,7
Onikişubat	%37,1 901,1	%30,9 750,9	%15,9 385,9	%12,9 312,9	%3,2 78,3
Dulkadiroğlu	%27 317,8	%28,1 330,1	%16,1 189,7	%22 259,2	%6,7 79,2
Afşin	%31,7 475,6	%23,3 349,9	%17,2 257,9	%24,4 365,9	%3,5 52,6
Andırın	%27,9 334,8	%30,5 366,6	%17,6 211,5	%18,7 224,3	%5,4 64,7
Çağlayancerit	%37,9 178,3	%33,0 155,2	%16,5 77,7	%11,4 53,4	%1,2 5,5
Ekinözü	%42,6 279,2	%33,4 219,3	%16,4 107,5	%7,4 48,8	%0,2 1,2
Elbistan	%31,1 684,9	%24,5 540,2	%17,2 378	%23,1 508,3	%4,1 89,6
Göksun	%50,1 973,6	%24,1 467,8	%11,6 224,7	%11,6 225,1	%2,6 50,9
Nurhak	%65,4 672,1	%22,4 230,3	%7 72	%5 51,4	%0,2 2,1
Pazarcık	%14 175,1	%28,3 354,4	%24,3 304,1	%28,9 362,3	%4,6 57,1
Türkoğlu	%19,8 130,8	%23,4 154,5	%16 105,9	%28,8 190,4	%11,9 78,4

**Çizelge 4.49.** AKAÖ'nün TSDH'ye göre oransal (%) dağılımı

AKAÖ / Duyarlılık Dereceleri	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Yerleşim Alanı	%0,3	%13,1	%27,4	%50,5	%8,8
Kayalık Alan	%88,2	%10	%1,5	%0,2	-
Orman	%45	%38,2	%12,3	%4,3	%0,1
Tarım Alanı	%3,5	%19,9	%25,1	%41	%10,6
Bağ-Bahçe	%2,9	%27	%33,2	%34,5	%2,5
Çayır-Mera	%57,6	%28,1	%9,9	%4,2	%0,2
Maden ve İnşaat Alanı	%2,3	%36,8	%27,9	%32,5	%0,5

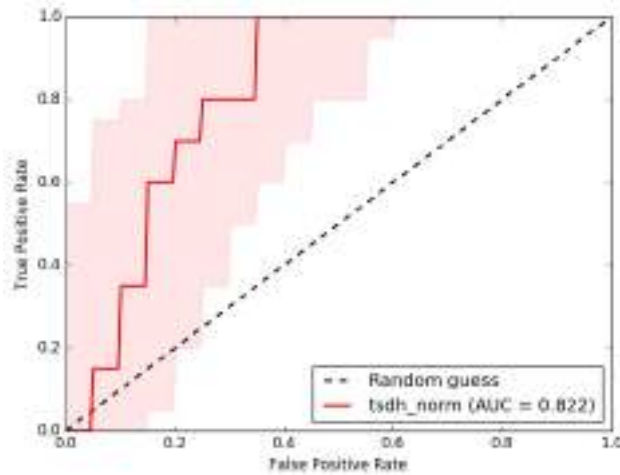
Kahramanmaraş TSDH analiz edilerek aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

- İl geneli alanların %62,3'ü çok düşük ve düşük, 20,9'u ise yüksek ve çok yüksek duyarlılık derecesindedir.
- İl geneli alanların 9043,2 km<sup>2</sup>'si çok düşük ve düşük, 2621,8 km<sup>2</sup>'si ise yüksek ve çok yüksek duyarlılık derecesindedir.
- Çok düşük ve düşük derece duyarlılık sınıflarının oransal toplamına göre en az duyarlı ilçeler sırası ile Nurhak, Ekinözü ve Göksun'dur.

- Yüksek ve çok yüksek derece duyarlılık sınıflarının oransal toplamına göre en çok duyarlı ilçeler sırası ile Türkoğlu, Pazarcık ve Dulkadiroğlu'dur.
- Çok düşük ve düşük derece duyarlılık sınıflarının alansal toplamına göre en az duyarlı ilçeler sırası ile Onikişubat, Göksun ve Elbistan'dır.
- Yüksek ve çok yüksek derece duyarlılık sınıflarının alansal toplamına göre en çok duyarlı ilçeler sırası ile Elbistan, Pazarcık ve Afşin'dir.
- Mevcut yerleşim alanlarının oransal olarak %13,4'si çok düşük ve düşük, %59,3'ü ise yüksek ve çok yüksek duyarlılık derecesindedir.
- Mevcut yerleşim alanlarının alansal olarak 22 km<sup>2</sup>'si çok düşük ve düşük, 97,7 km<sup>2</sup>'si ise yüksek ve çok yüksek duyarlılık derecesindedir.

#### 4.1.7.1. Kahramanmaraş TSDH doğruluk analizi

Kahramanmaraş TSDH için ROC eğrisi ve ona bağlı üretilen AUC doğruluk analizi yapılmıştır. Taşkın-sel envanterinden 20 tanesi seçilerek ROC ve AUC analizleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.34.).



Şekil 4.34. TSDH için üretilen ROC eğrisi ve AUC değeri

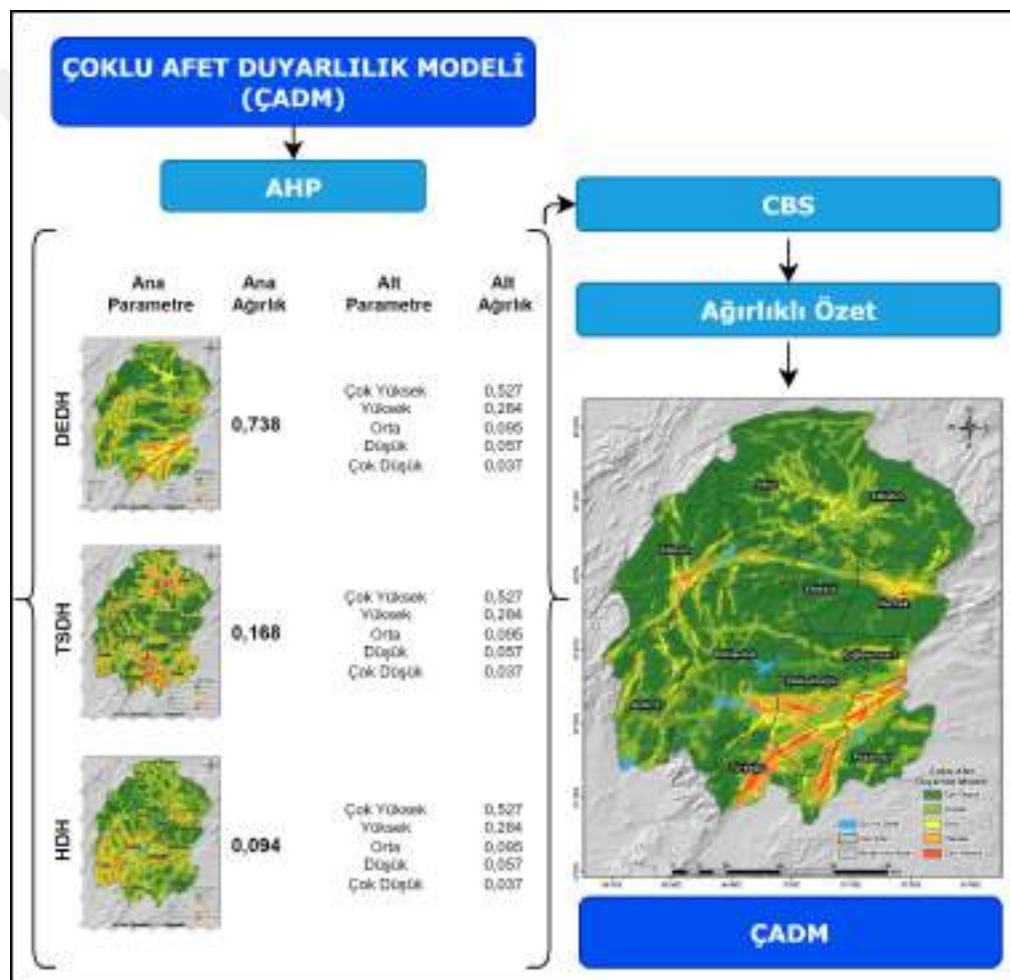
ROC yöntemi ile yapılan değerlendirmeler sonucunda AUC değeri 0,822 olarak hesaplanmıştır. AHP yöntemi ile üretilen TSDH, AUC sınıflamasına göre yüksek sınıflandırma doğruluğuna sahiptir.

#### 4.1.8. Çoklu Afet Duyarlılık Modeli (ÇADM)

ÇADM araştırma yapılan bölge için üretilen afet duyarlılık haritalarının birleştirilmesi ile bölgenin potansiyel afetlere göstereceği duyarlılığın dereceli bir şekilde modellenmesidir.

AHP yöntemi ile üretilen ÇADM için; DEDH, TSDH ve HDH modelleri kullanılmıştır (Şekil 4.35).

Uzman görüşleri ve literatür taramaları ile ÇADM için kullanılan ana parametrelerin ikili karşılaştırma matrisleri ve ağırlıkları üretilmiştir (Çizelge 4.50.).



Şekil 4.35. ÇADM için kullanılan parametreler ve ağırlıkları

Çizelge 4.50. ÇADM ana parametrelerinin karşılaştırma matrisleri ve ağırlıkları

Ana Parametreler	1	2	3	Ana Ağırlık
(1) DEDH	1	5	7	0,738
(2) TSDH		1	2	0,168
(3) HDH			1	0,094

Parametreler ile oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri ve ağırlıklar için tutarlık analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda  $\lambda = 3.0247$ ,  $CI = 0.1235$ ,  $RI = 0.58$ ,  $TO = 0.0213$  olarak hesaplanmıştır.  $TO < 0,10$ 'dan küçüktür ve karşılaştırmalar tutarlıdır.

ÇADM için kullanılan alt parametrelerin ikili karşılaştırma matrisleri, tutarlılık oranları ve ağırlıkları hesaplanmıştır (Çizelge 4.51.).

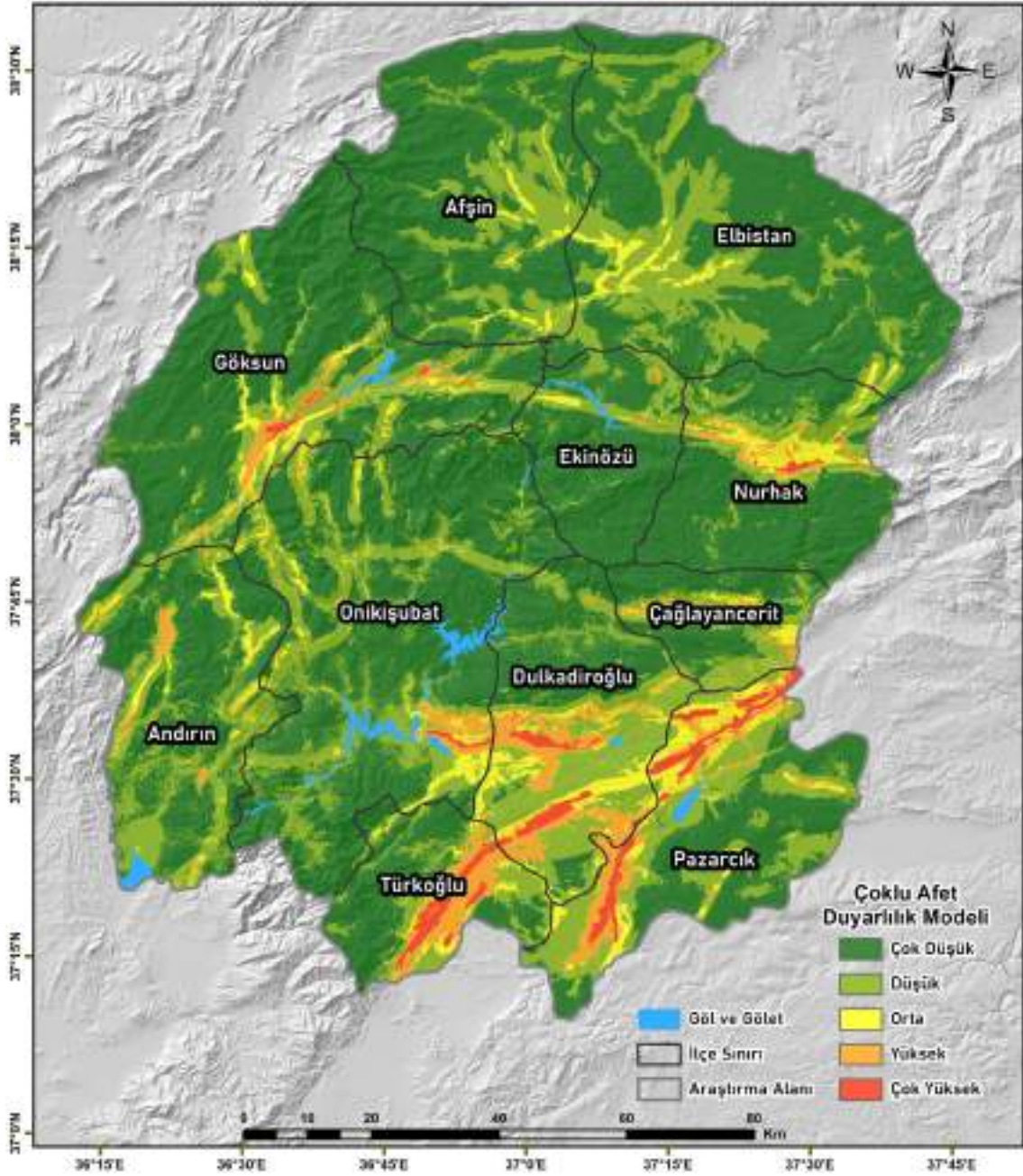
**Çizelge 4.51.** ÇADM alt parametrelerinin karşılaştırma matrisleri, tutarlılık oranları ve ağırlıkları

Ana ve Alt Parametreler						Alt Ağırlık	
<b>DEDH</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>		
Çok Yüksek	1	1	3	7	8	9	0,527
Yüksek	2		1	3	7	9	0,284
Orta	3			1	2	3	0,095
Düşük	4				1	2	0,057
Çok Düşük	5					1	0,037
<b>TO = %6</b>							
<b>TSDH</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>		
Çok Yüksek	1	1	3	7	8	9	0,527
Yüksek	2		1	3	7	9	0,284
Orta	3			1	2	3	0,095
Düşük	4				1	2	0,057
Çok Düşük	5					1	0,037
<b>TO = %6</b>							
<b>HDH</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>		
Çok Yüksek	1	1	3	7	8	9	0,527
Yüksek	2		1	3	7	9	0,284
Orta	3			1	2	3	0,095
Düşük	4				1	2	0,057
Çok Düşük	5					1	0,037
<b>TO = %6</b>							

#### 4.1.9. Kahramanmaraş ÇADM

Uzman görüşleri ile literatürdeki araştırmalar kullanılarak belirlenen parametreler AHP yöntemi ile değerlendirilerek Kahramanmaraş ÇADM üretilmiştir (Şekil 4.36.).

Üretilen ÇADM'nin hem gösterimi hem de değerlendirilmesi için doğal aralık sınıflaması kullanılmıştır. ÇADM duyarlılık derecelerine göre çok düşük (0,037 – 0,069), düşük (0,069 – 0,143), orta (0,143 – 0,233), yüksek (0,233 – 0,346) ve çok yüksek (0,346 – 0,527) şeklinde 5 sınıf olarak oluşturulmuştur.



Şekil 4.36. Kahramanmaraş ÇADM

Kahramanmaraş ÇADM analiz edildiğinde; %60,8 (8823,2 km<sup>2</sup>) çok düşük derecede duyarlı, %28,9 (4203,2 km<sup>2</sup>) düşük derecede duyarlı, %5,1 (734 km<sup>2</sup>) orta derecede duyarlı, %3,8 (558,1 km<sup>2</sup>) yüksek derece duyarlı ve %1,4 (201,5 km<sup>2</sup>) çok yüksek derecede duyarlı alanlar olarak belirlenmiştir.

İl ve ilçelerin ÇADM'ye göre hem oransal hem de alansal (km<sup>2</sup>) dağılımı Çizelge 4.52.'de, AKAÖ'nün ÇADM'ye göre oransal dağılımı ise Çizelge 4.53.'te gösterilmiştir.

**Çizelge 4.52.** İl ve ilçelerin ÇADM'ye göre oransal (%) ve alansal (km<sup>2</sup>) dağılımı

İl – İlçe / Duyarlılık Dereceleri	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Kahramanmaraş	% 60,8 8823,2	%28,9 4203,2	% 5,1 734	%3,8 558,1	%1,4 201,5
Onikişubat	% 64,4 1563,7	%29,3 711,4	% 3,9 95,6	%2,1 52,1	%0,3 6,1
Dulkadiroğlu	% 34,1 401,2	%39 458,6	% 10,6 124,8	%12,9 152,1	%3,3 39,2
Afşin	% 70,1 1053,2	%27,5 413,4	%2,4 35,4	- -	- -
Andırın	% 55,9 672,1	%37 444,2	%4,8 58,2	%2,3 27,5	- -
Çağlayancerit	%52 244,3	%37,8 177,6	%5,8 27,3%	%4,2 19,8	%0,2 0,9
Ekinözü	% 78,6 515,9	%19,3 126,8	% 1,2 8	%0,7 4,7	%0,1 0,5
Elbistan	%67,3 1483,7	%29,6 651,5	%3,0 65,7	%0,1 0,1	- -
Göksun	% 70,2 1363,5	%22,3 432,5	%3,8 74,1	%2,9 56,9	%0,8 15,1
Nurhak	%68,6 705,1	%20,4 209,4	%6,8 70	%3,3 34,2	%0,9 9,3
Pazarcık	% 39,4 493,4	%33,5 420	% 11,2 139,8	%9,4 117,5	%6,6 82,3
Türkoğlu	%49,5 326,9	%23,8 157,1	%5,3 35,1	%14,1 92,9	%7,3 48

**Çizelge 4.53.** Kahramanmaraş AKAÖ'nün ÇADM'ye göre oransal (%) dağılımı

AKAÖ / Duyarlılık Dereceleri	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Yerleşim Alanı	% 18,8	%41,9	% 11,4	%22,3	%5,6
Kayalık Alan	% 54,8	%41,7	% 1,1	%2,4	-
Orman	% 70,9	%23,7	%4	%1	%0,4
Tarım Alanı	%36,6	%43,7	%8,1	%8,4	%3,2
Bağ-Bahçe	%37,5	%38,9	%10,1	%11,4	%2,2
Çayır-Mera	%81,2	%14,9	%3	%0,7	%0,3
Maden ve İnşaat Alanı	%45	%42,9	%2	%7,7	%2,4

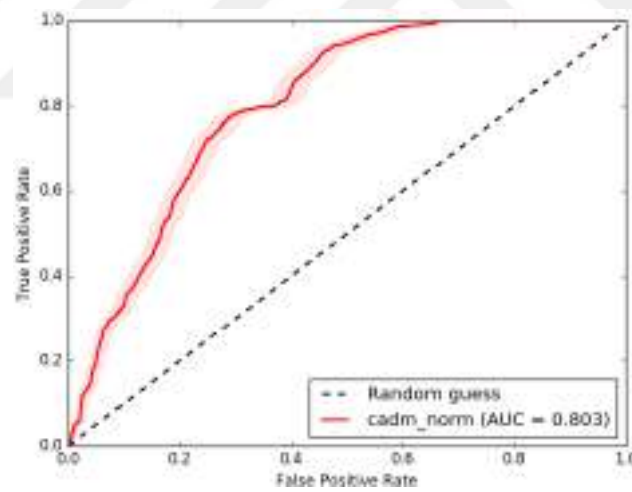
Kahramanmaraş ÇADM analiz edilerek aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

- İl geneli alanların %89,7'si çok düşük ve düşük, 5,2'si ise yüksek ve çok yüksek duyarlılık derecesindedir.
- İl geneli alanların 13026,4 km<sup>2</sup>'si çok düşük ve düşük, 759,6 km<sup>2</sup>'si ise yüksek ve çok yüksek duyarlılık derecesindedir.
- Çok düşük ve düşük derece duyarlılık sınıflarının oransal toplamına göre en az duyarlı ilçeler sırası ile Ekinözü, Afşin ve Elbistan'dır.
- Yüksek ve çok yüksek derece duyarlılık sınıflarının oransal toplamına göre en çok duyarlı ilçeler sırası ile Türkoğlu, Dulkadiroğlu ve Pazarcık'tır

- Çok düşük ve düşük derece duyarlılık sınıflarının alansal toplamına göre en az duyarlı ilçeler sırası ile Onikişubat, Elbistan ve Göksun'dur.
- Yüksek ve çok yüksek derece duyarlılık sınıflarının alansal toplamına göre en çok duyarlı ilçeler sırası ile Pazarcık, Dulkadiroğlu ve Türkoğlu'dur.
- Mevcut yerleşim alanlarının oransal olarak %60,7'si çok düşük ve düşük, %27,9'u ise yüksek ve çok yüksek duyarlılık derecesindedir.
- Mevcut yerleşim alanlarının alansal olarak 100 km<sup>2</sup>'si çok düşük ve düşük, 46 km<sup>2</sup>'si ise yüksek ve çok yüksek duyarlılık derecesindedir.

#### 4.1.9.1 Kahramanmaraş ÇADM doğruluk analizi

Kahramanmaraş ÇADM için ROC eğrisi ve ona bağlı üretilen AUC doğruluk analizi yapılmıştır. DEDH, HDH ve TSDH için doğruluk analizlerinde kullanılan 800 yıkık bina, 167 heyelan ve 20 taşkın-sel envanteri birleştirilerek ROC ve AUC analizleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.37.).



Şekil 4.37. ÇADM için üretilen ROC eğrisi ve AUC değeri

ROC yöntemi ile yapılan değerlendirmeler sonucunda AUC değeri 0,803 olarak hesaplanmıştır. AHP yöntemi ile üretilen ÇADM modeli AUC sınıflamasına göre yüksek sınıflandırma doğruluğuna sahiptir.

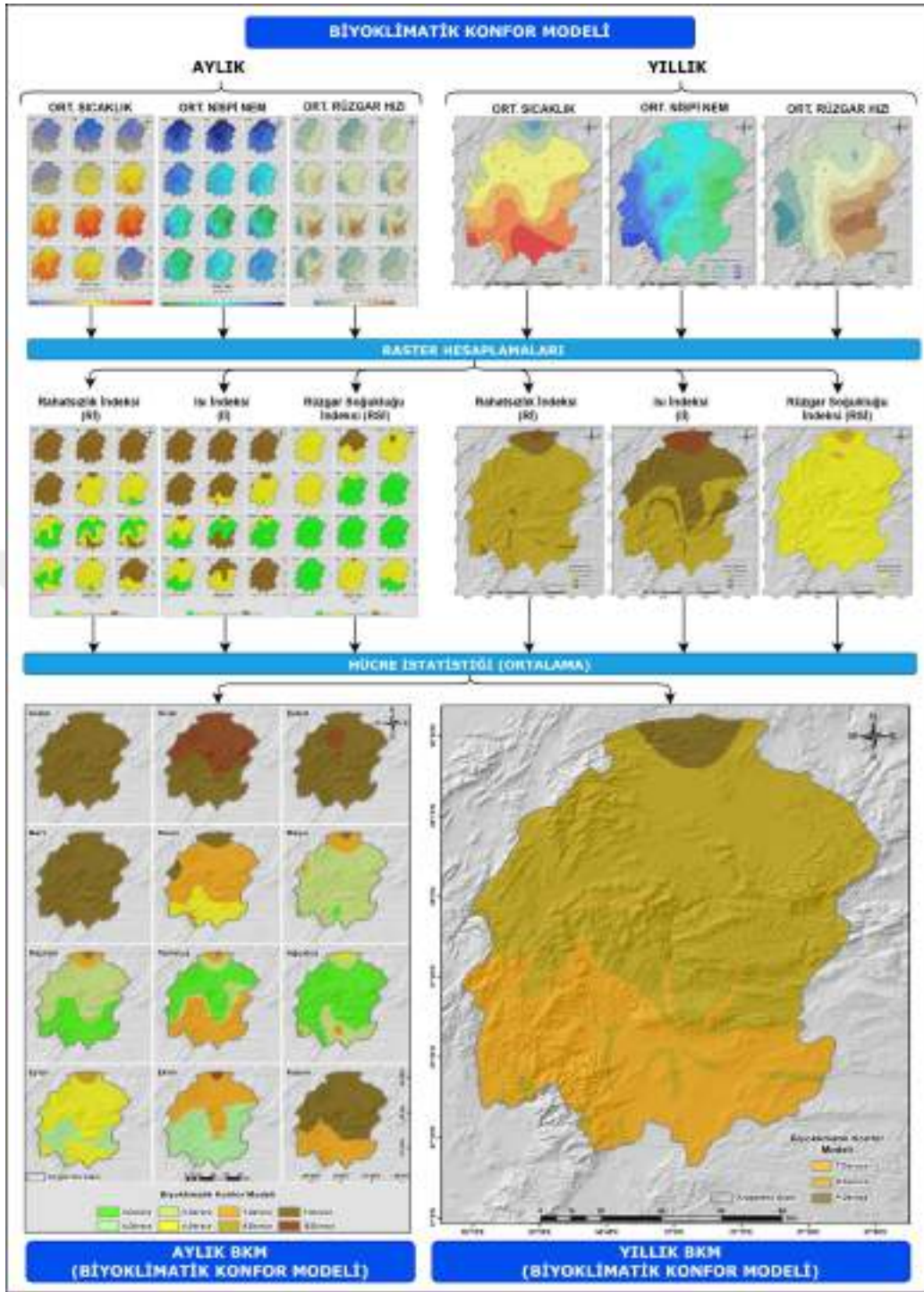
Sonuç olarak yüksek sınıflandırma doğruluklarına sahip, kullanılabilir DEDH, HDH, TSDH ve ÇADM üretilmiştir.

## 4.2. Biyoklimatik Konfor Modelinin Üretilmesi

Kahramanmaraş BKM (Biyoklimatik Konfor Modeli) için Rİ (Rahatsızlık İndeksi), İİ (Isı İndeksi), RSİ (Rüzgâr Soğukluğu İndeksi) kullanılmıştır. Üç farklı indeksin kullanılmasının sebepleri; araştırma alanının geniş bir alanı kapsaması, farklı iklim özelliklerinin gözlenmesi ve tek bir biyoklimatik konfor indeksinin yetersiz olması olarak ifade edilebilir.

Rİ ile İİ sıcaklık ve bağıl neme bağlı üretilirken, RSİ sıcaklık ve rüzgâr hızına bağlı üretilmektedir. Bu sebeple MGM (Meteoroloji Genel Müdürlüğü) tarafından işletilen ve ilin tümünü kapsayan 32 adet meteoroloji istasyonu seçilmiştir. Bu istasyonlardan 1965 – 2022 yılları arası ortalama sıcaklık, ortalama nispi nem ve ortalama rüzgâr hızı verileri temin edilmiştir.

Biyoklimatik konfor parametreleri (sıcaklık, nispi nem, rüzgâr hızı) ile hem aylık hem de yıllık formatta Rİ, Hİ ve RSİ üretilmiş ve ortalamaları alınarak hem aylık hem de yıllık BKM üretilmiştir (Şekil 4.38.).

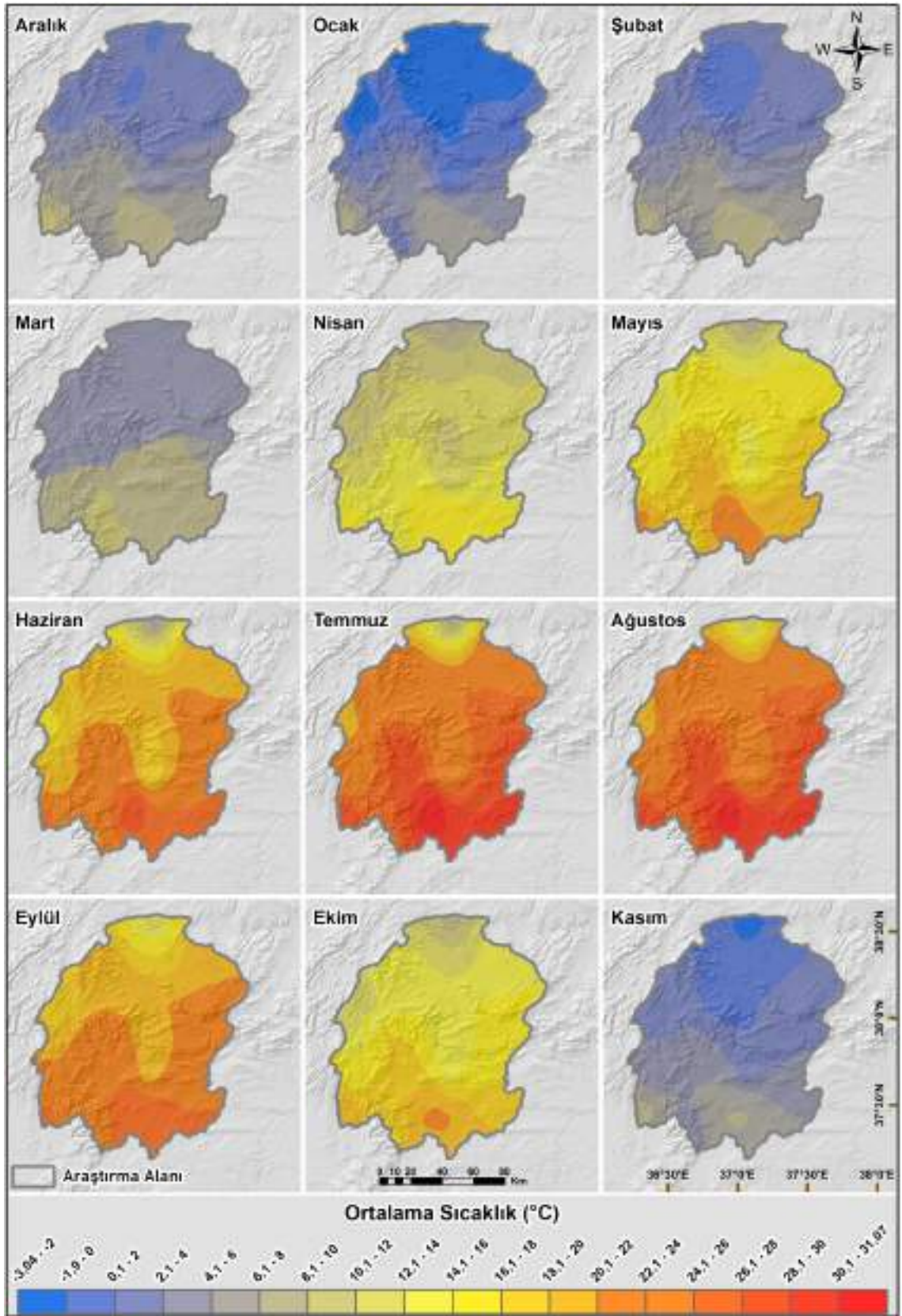


Şekil 4.38. Kahramanmaraş BKM

#### 4.2.1. Biyoklimatik konfor parametreleri ve parametre haritaları

Araştırma kapsamında seçilen biyoklimatik konfor indekslerinin hesaplanması için ortalama sıcaklık, ortalama nispi nem ve ortalama rüzgâr hızı parametreleri kullanılmıştır.

## 4.2.1.1. Sıcaklık



Şekil 4.39. Kahramanmaraş aylık ortalama sıcaklık haritası

Meteoroloji istasyonlarından temin edilen aylık ortalama sıcaklık verileri düzenlenerek, Kriging interpolasyonu (Kriging interpolation) ile aylık ortalama sıcaklık haritası üretilmiştir (Şekil 4.39.). Ayrıca il ve ilçelerin aylık ortalama sıcaklık değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.54.).

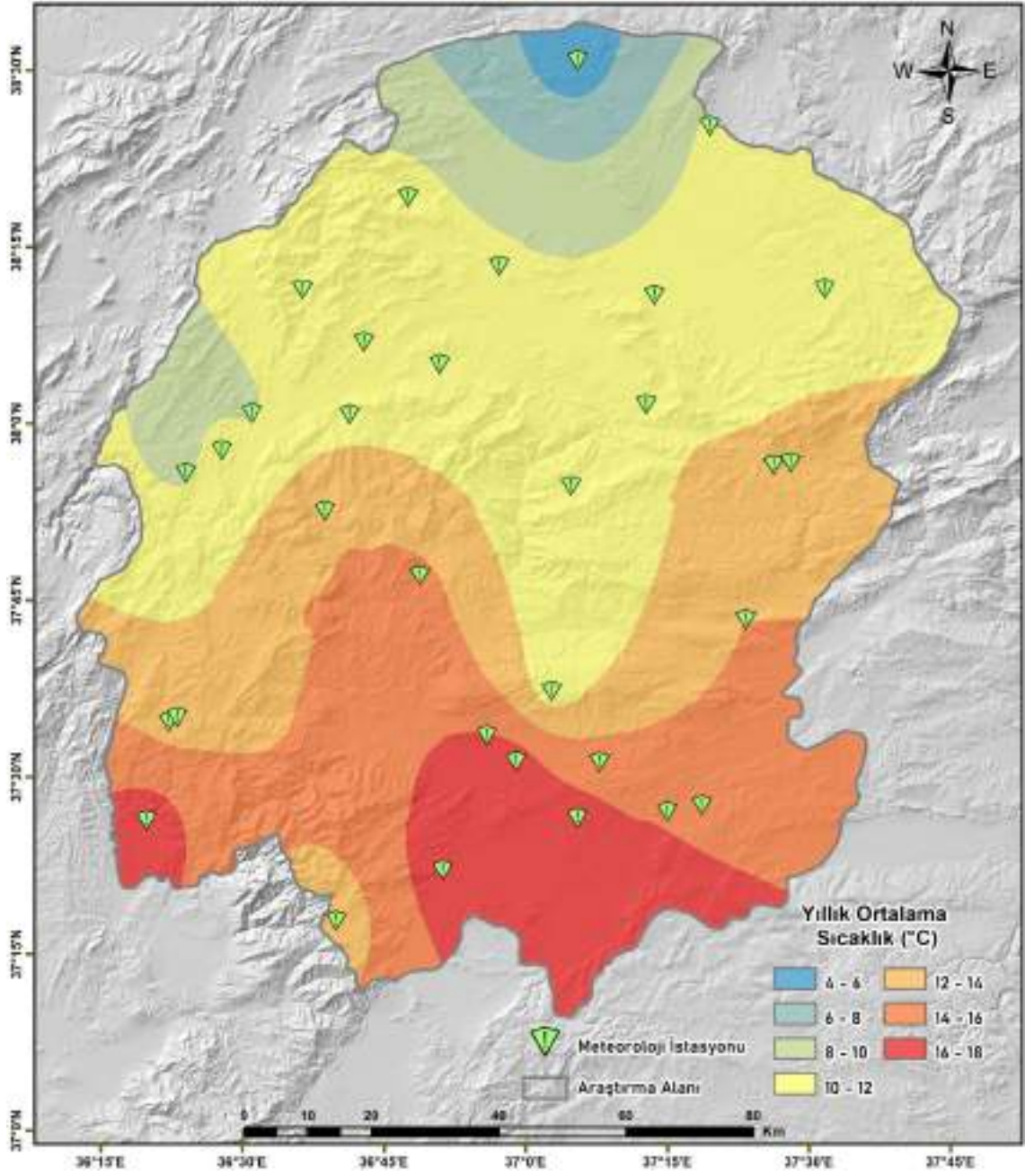
**Çizelge 4.54.** İl ve ilçelerin aylık ortalama sıcaklık değerleri (°C)

İl-İlçe / Aylar	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Kahramanmaraş	0,1	2,4	5,6	11,3	15,7	20,0	23,9	24,2	20,5	14,5	7,7	2,8
Onikişubat	1,6	3,7	6,2	12,4	17,2	21,7	25,7	25,9	22,1	16,0	8,9	4,1
Dulkadiroğlu	2,1	4,4	7,5	12,9	17,1	21,5	25,9	25,4	22,3	16,3	9,4	1,8
Afşin	-2,7	-0,3	3,9	8,9	12,5	15,7	19,0	20,1	16,8	11,3	4,8	0,2
Andırın	3,0	4,6	6,4	12,4	16,6	20,1	23,7	24,2	21,6	16,1	10,0	5,5
Çağlayancerit	0,4	3,0	6,8	11,9	16,5	21,4	25,9	25,8	21,6	14,9	7,9	3,0
Ekinözü	-2,0	0,9	4,9	10,2	14,5	19,0	23,1	23,4	19,5	13,4	6,2	1,2
Elbistan	-2,4	0,5	4,3	9,5	13,7	17,8	21,5	22,2	18,3	12,4	5,7	0,6
Göksun	-1,9	0,5	4,4	9,5	13,9	17,9	21,6	21,6	18,6	12,5	6,5	1,4
Nurhak	-1,0	1,6	5,4	11,0	16,0	21,0	25,4	25,5	21,1	14,6	7,2	1,8
Pazarcık	3,5	5,3	7,4	14,5	19,2	24,3	28,4	28,4	24,2	17,6	10,2	5,3
Türkoğlu	3,2	5,6	8,0	14,5	19,4	24,1	28,2	28,3	24,6	18,6	10,9	5,8

Kahramanmaraş ve ortalama sıcaklık ilişkisi analiz edilerek aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

- İl geneli yıllık ortalama sıcaklık 12,4 °C'dir. 12,5 °C ile ortalamaya en yakın ilçe Nurhak, 15,9 °C ile ortalamaya en uzak ilçe ise Türkoğlu'dur.
- İl genelinde mevsimsel ortalama sıcaklıklar kış için 1,8 °C, ilkbahar için 10,9 °C, yaz için 22,7 °C ve sonbahar için 14,2 °C olarak tespit edilmiştir.
- İl genelinde ortalama sıcaklığın en düşük olduğu ay ocak, en yüksek olduğu ay ise ağustostur.
- Yıllık ortalama sıcaklık en yüksek 15,9 °C ile Türkoğlu'nda, en düşük ise 9,2°C ile Afşin ilçesindedir.
- En yüksek aylık ortalama sıcaklık 28,4 °C ile temmuz ve ağustos ayında Pazarcık'ta, en düşük aylık ortalama sıcaklık ise -2,7 °C ile ocak ayında Afşin'de tespit edilmiştir.

Raster hesaplama aracı ile aylık ortalama sıcaklık değerlerinin ortalamaları hesaplanarak yıllık ortalama sıcaklık haritası üretilmiştir (Şekil 4.40).



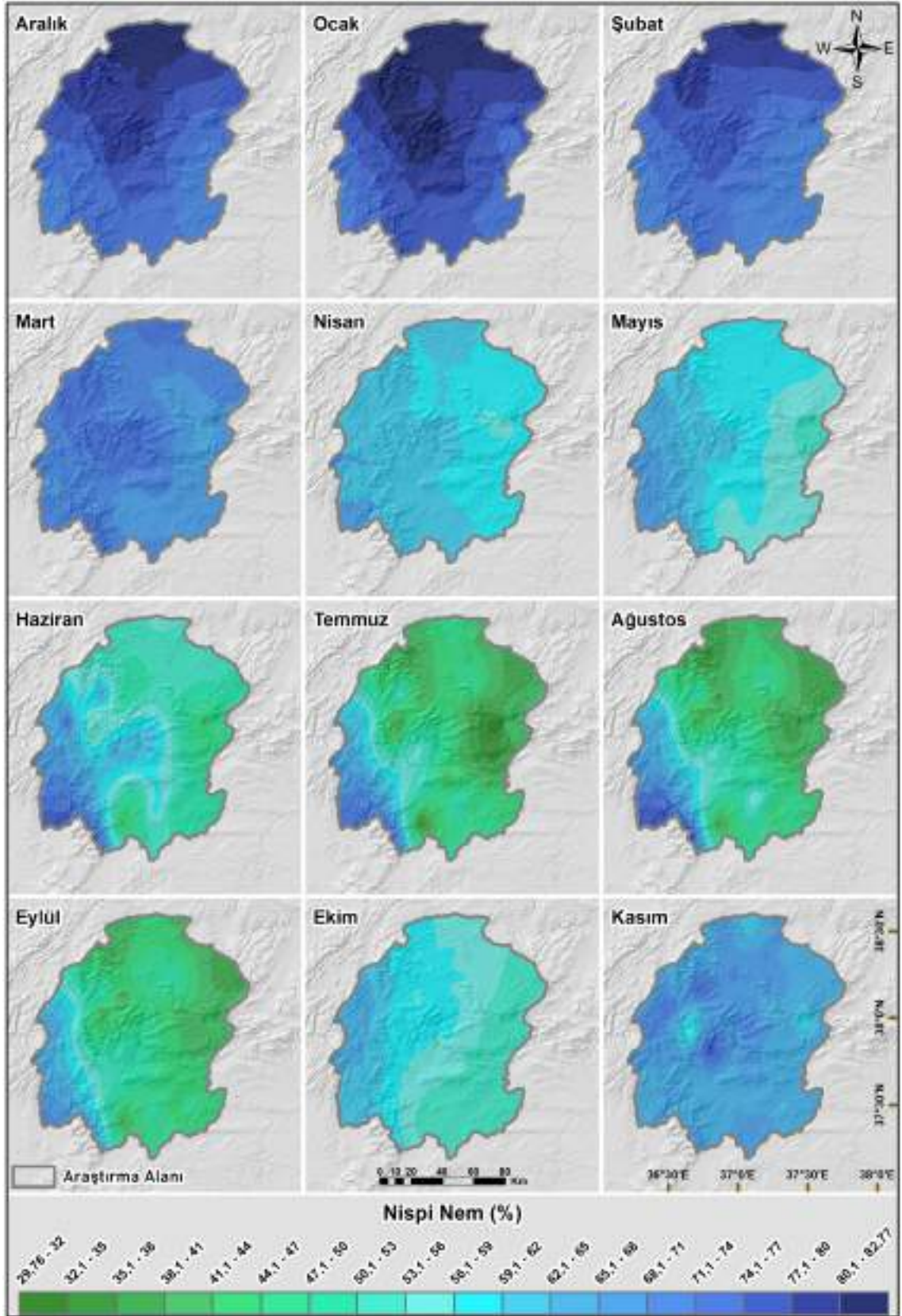
Şekil 4.40. Kahramanmaraş yıllık ortalama sıcaklık haritası

Kahramanmaraş yıllık ortalama sıcaklık haritası analiz edilerek yıllık ortalama sıcaklık sınıflarının oransal ve alansal dağılımı hesaplanmıştır (Çizelge 4.55.).

Çizelge 4.55. Yıllık ortalama sıcaklık sınıflarının oransal (%) ve alansal (km<sup>2</sup>) dağılımı

Yıllık Ortalama Sıcaklık Sınıfları (°C)	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18
Oransal (%)	%0,9	%3	%8	%39,2	%20,3	%18,7	%9,9
Alansal (km <sup>2</sup> )	133,1	429	1168,1	5693,8	2941	2722,5	1432,6

## 4.2.1.2. Nispi Nem



Şekil 4.41. Kahramanmaraş aylık ortalama nispi nem haritası

Meteoroloji istasyonlarından temin edilen aylık ortalama nispi nem verileri düzenlenerek, Kriging interpolasyonu ile aylık ortalama nispi nem haritası üretilmiştir (Şekil 4.41.). Ayrıca il ve ilçelerin aylık ortalama nispi nem değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.56.).

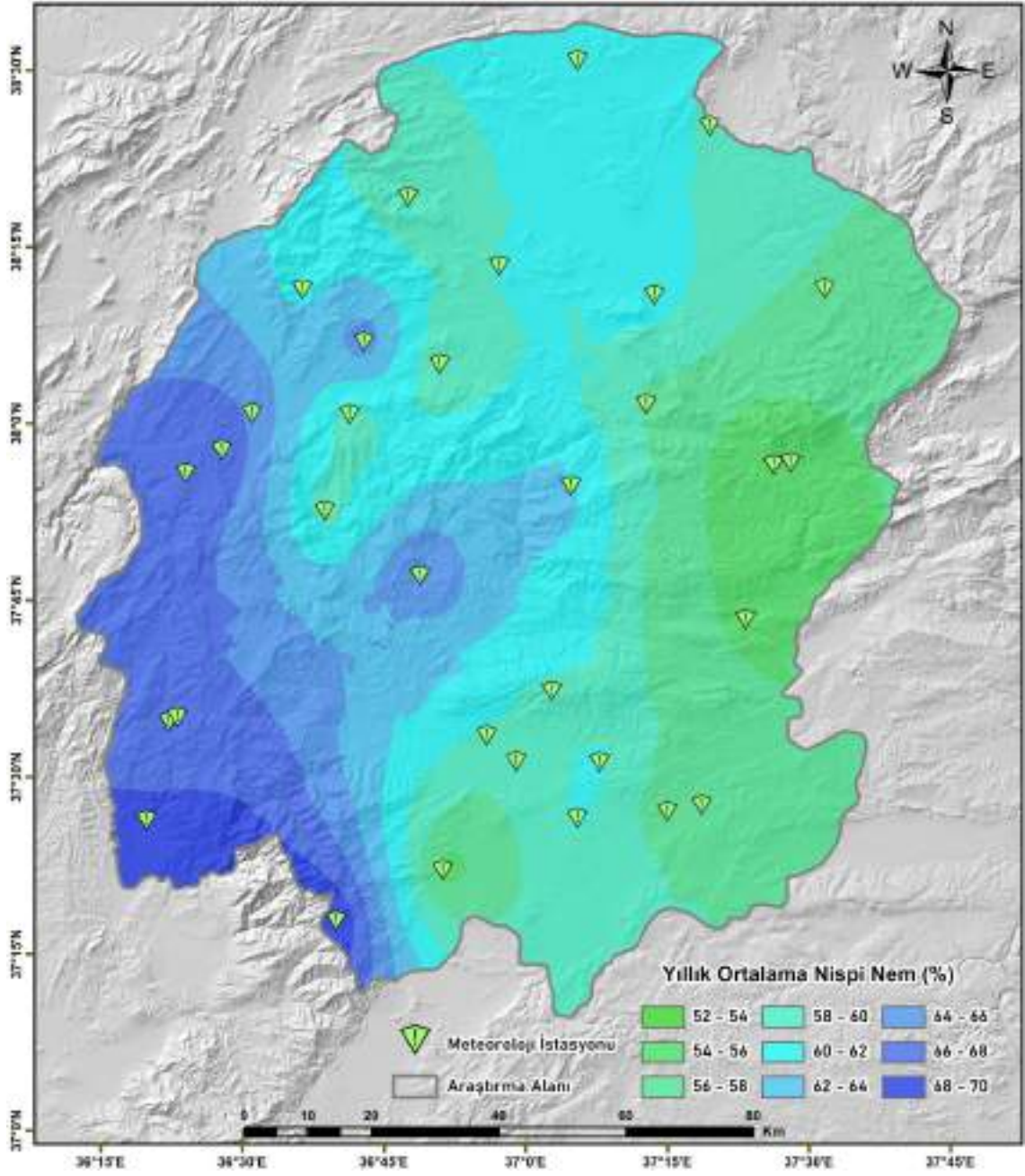
**Çizelge 4.56.** İl ve ilçelerin aylık ortalama nispi nem değerleri (%)

İl-İlçe / Aylar	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Kahramanmaraş	77,4	73,6	69,2	60,3	58,2	54,6	46,4	47,2	46,9	55,6	65,0	75,2
Onikişubat	77,6	73,9	71,0	65,5	60,2	59,3	52,4	53,5	50,4	57,0	65,3	74,9
Dulkadiroğlu	77,0	70,9	68,5	59,1	56,5	54,0	44,3	48,2	45,7	52,4	64,7	73,6
Afşin	80,9	77,7	69,6	59,4	57,8	50,9	41,2	39,0	42,0	56,3	65,6	80,5
Andırın	72,2	70,5	69,5	64,8	65,3	69,1	66,4	67,1	63,0	61,4	64,9	71,3
Çağlayancerit	75,0	70,0	66,4	57,2	54,2	48,6	37,1	41,2	41,8	52,1	63,7	70,9
Ekinözü	78,9	73,4	69,5	58,5	57,2	54,2	41,1	42,8	43,6	55,5	66,5	76,7
Elbistan	79,6	76,5	69,1	58,2	56,6	50,8	40,6	39,9	41,5	53,9	64,9	78,1
Göksun	79,2	75,7	71,1	62,1	61,2	57,7	48,8	49,1	50,5	60,5	66,9	77,3
Nurhak	75,0	70,9	65,8	56,4	53,4	45,9	36,6	38,5	40,3	51,7	62,8	72,5
Pazarcık	73,9	69,1	66,4	58,6	54,3	48,6	43,9	44,9	44,1	51,1	63,8	70,5
Türkoğlu	75,6	72,1	68,9	62,6	57,5	53,2	48,5	50,8	48,9	53,5	64,4	73,1

Kahramanmaraş ve ortalama nispi nem ilişkisi analiz edilerek aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

- İl geneli yıllık ortalama nispi nem %60,8'dir. %60,7 ile ortalama en yakın ilçe Türkoğlu, %55,8 ile ortalamaya en uzak ilçe ise Nurhak'tır.
- İl genelinde mevsimsel ortalama nispi nem değerleri %75,4 kış, %62,6 ilkbahar, %49,5 yaz ve %55,8 sonbahar olarak tespit edilmiştir.
- İl genelinde ortalama nispi nem en düşük olduğu ay temmuz, en yüksek olduğu ay ise ocaktır.
- Yıllık ortalama nispi nem en yüksek %67,1 ile Andırın'da, en düşük ise %55,8 ile Nurhak ilçesindedir.
- En yüksek aylık ortalama nispi nem %80,9 ile ocak ayında Afşin'de, en düşük aylık ortalama nispi nem ise %36,6 ile temmuz ayında Nurhak'ta tespit edilmiştir.

Raster hesaplama aracı ile aylık ortalama nispi nem değerlerinin ortalamaları hesaplanarak yıllık ortalama nispi nem haritası üretilmiştir (Şekil 4.42.).



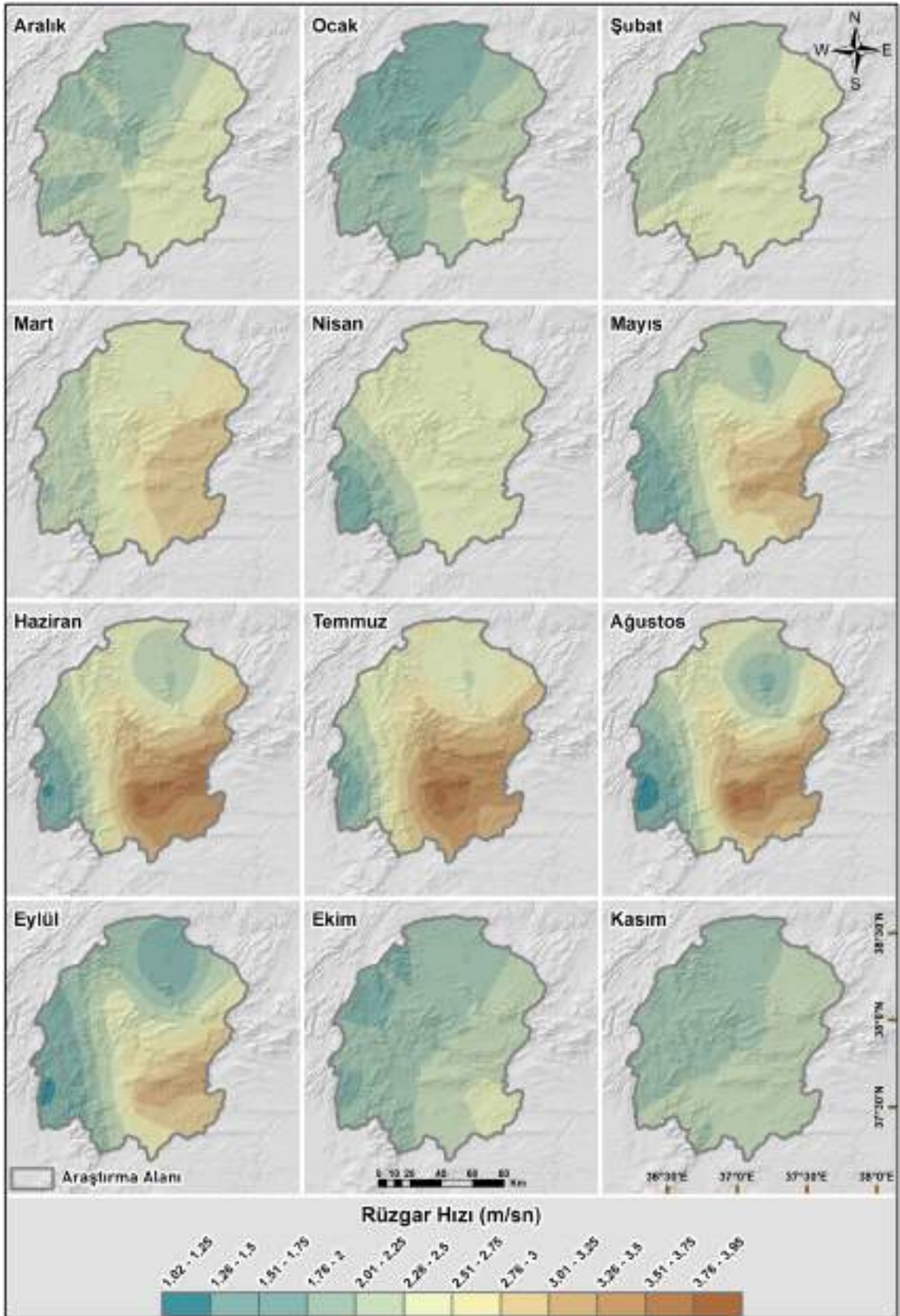
Şekil 4.42. Kahramanmaraş yıllık ortalama nispi nem haritası

Kahramanmaraş yıllık ortalama nispi nem haritası analiz edilerek yıllık ortalama sıcaklık sınıflarının oransal ve alansal dağılımı hesaplanmıştır (Çizelge 4.57.).

Çizelge 4.57. Yıllık ortalama nispi nem sınıflarının oransal (%) ve alansal (km<sup>2</sup>) dağılımı

Yıllık Ortalama Nispi Nem Sınıfları (%)	52-54	54-56	56-58	58-60	60-62	62-64	64-66	66-68	68-70
Oransal (%)	%0,1	%6	%17,8	%22	%23,8	%10,8	%6,9	%10,3	%2,5
Alansal (km <sup>2</sup> )	7,3	865,3	2578,6	3189,8	3459,3	1561,9	1006,7	1493,5	357,5

### 4.2.1.3 Rüzgâr Hızı



Şekil 4.43. Kahramanmaraş aylık ortalama rüzgâr hızı haritası

Meteoroloji istasyonlarından temin edilen aylık ortalama rüzgâr hızı verileri düzenlenerek, Kriging interpolasyonu ile aylık ortalama rüzgâr hızı haritası üretilmiştir (Şekil 4.43.). Ayrıca il ve ilçelerin aylık ortalama rüzgâr hızı değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.58.).

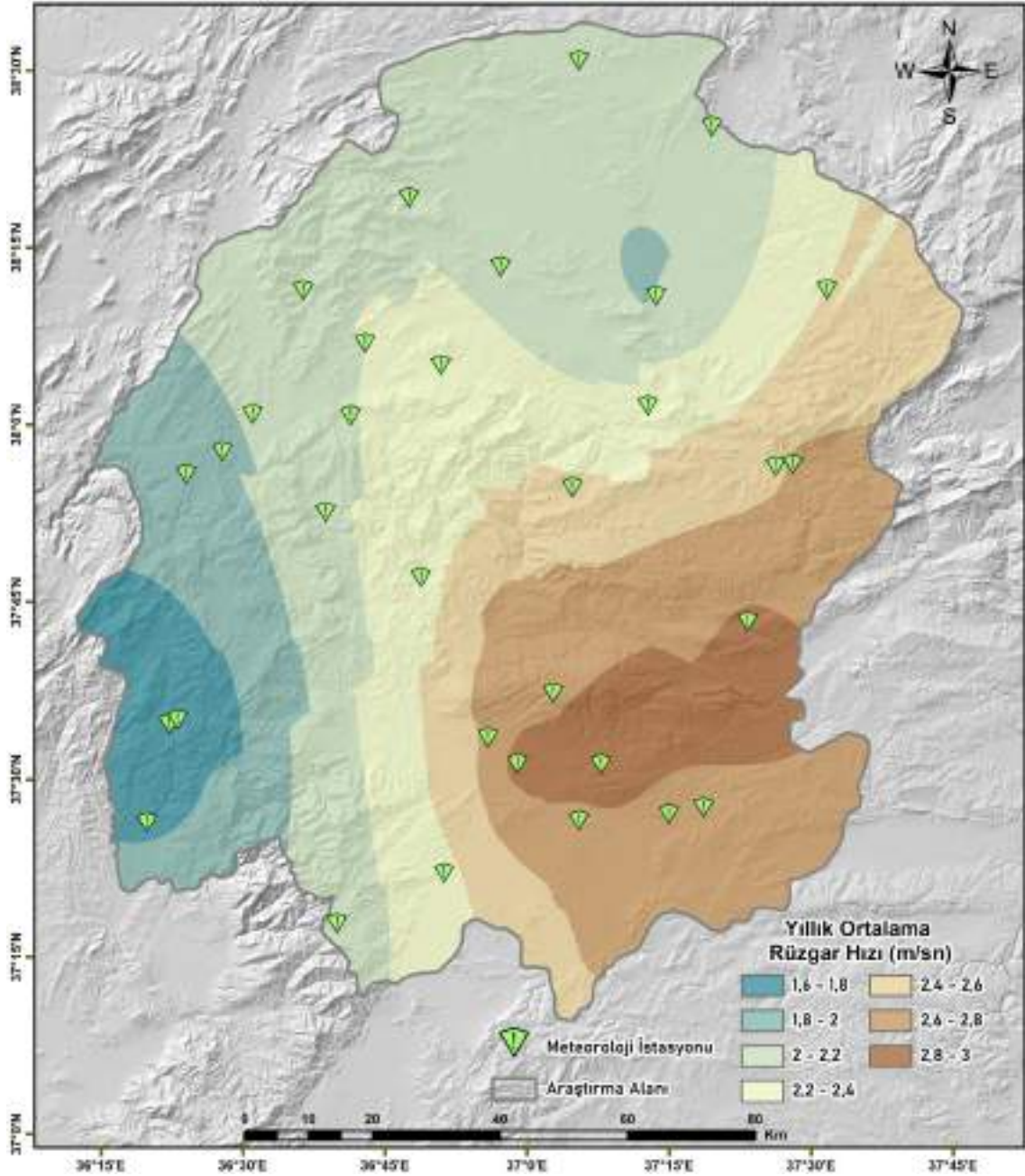
**Çizelge 4.58.** İl ve ilçelerin aylık ortalama rüzgâr hızı değerleri (m/sn)

İl-İlçe / Aylar	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Kahramanmaraş	2,2	2,3	2,5	2,5	2,4	2,6	2,7	2,4	2,2	2,0	2,0	2,1
Onikişubat	2,1	2,2	2,3	2,3	2,2	2,6	2,8	2,4	2,1	1,9	1,9	2,1
Dulkadiroğlu	2,4	2,4	2,8	2,8	2,9	3,5	3,6	3,4	2,9	2,2	2,1	2,3
Afşin	1,9	2,1	2,3	2,5	2,1	2,3	2,5	2,3	1,9	1,8	1,9	2,0
Andırın	2,1	2,2	2,1	1,7	1,5	1,5	1,8	1,4	1,4	1,8	1,9	2,1
Çağlayancerit	2,4	2,4	2,9	2,9	3,0	3,4	3,4	3,3	2,9	2,2	2,1	2,3
Ekinözü	2,2	2,2	2,6	2,7	2,5	2,6	2,8	2,4	2,2	2,0	2,0	2,1
Elbistan	2,1	2,3	2,5	2,4	2,3	2,3	2,5	2,2	1,9	2,0	2,0	2,2
Göksun	1,9	2,1	2,3	2,4	2,1	2,3	2,4	2,2	1,9	1,8	1,8	2,0
Nurhak	2,4	2,4	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	2,7	2,5	2,1	2,1	2,3
Pazarcık	2,5	2,4	2,9	2,8	2,8	3,4	3,3	3,1	2,9	2,2	2,1	2,4
Türkoğlu	2,2	2,3	2,4	2,2	2,2	2,7	2,9	2,5	2,2	2,0	2,0	2,2

Kahramanmaraş ve ortalama rüzgâr hızı ilişkisi analiz edilerek aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur;

- İl geneli yıllık ortalama rüzgâr hızı 2,3 m/sn'dir. 2,3 m/sn ile ortalama ile aynı olan ilçe Türkoğlu, 1,8 m/sn ile ortalamaya en uzak ilçe ise Andırın'dır.
- İl genelinde mevsimsel ortalama rüzgâr hızı değerleri kış için 2,2 m/sn, ilkbahar için 2,5 m/sn, yaz için 2,6 m/sn ve sonbahar için 2,1 m/sn olarak tespit edilmiştir.
- İl genelinde ortalama rüzgâr hızının en düşük olduğu aylar ekim ve kasım, en yüksek olduğu ay ise temmuzdur.
- Yıllık ortalama rüzgâr hızı en yüksek 2,8 m/sn ile Dulkadiroğlu ve Çağlayancerit'te, en düşük ise 1,8 m/sn ile Andırın ilçesindedir.
- En yüksek aylık ortalama rüzgâr hızı 3,6 m/sn ile temmuz ayında Dulkadiroğlu'nda, en düşük aylık ortalama rüzgâr hızı ise 1,4 m/sn ile temmuz ve ağustos ayında Andırın'da tespit edilmiştir.

Raster hesaplama aracı ile aylık ortalama rüzgâr hızı değerlerinin ortalamaları hesaplanarak yıllık ortalama rüzgâr hızı haritası üretilmiştir (Şekil 4.44.).



Şekil 4.44. Kahramanmaraş yıllık ortalama rüzgâr hızı haritası

Kahramanmaraş yıllık ortalama rüzgâr hızı haritası analiz edilerek yıllık ortalama rüzgâr hızı sınıflarının oransal ve alansal dağılımı hesaplanmıştır (Çizelge 4.59.).

Çizelge 4.59. Yıllık ortalama rüzgâr hızı sınıflarının oransal (%) ve alansal (km<sup>2</sup>) dağılımı

Yıllık Ortalama Rüzgâr Hızı Sınıfları (m/sn)	1,6-1,8	1,8-2	2-2,2	2,2-2,4	2,4-2,6	2,6-2,8	2,8-3
Oransal (%)	%4,6	%9,4	%31,6	%17,8	%13,5	%17,2	%5,9
Alansal (km <sup>2</sup> )	670,1	1368,9	4587,7	2588,4	1955,3	2494,7	854,9

#### 4.2.2. Rahatsızlık İndeksi (Rİ)

Rİ, hava sıcaklığı ve nemin sıcaklığa etkisi ile biyoklimatik konfor şartlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır (Kyle, 1994; Thom, 1959; Toy vd., 2007). Rİ'nin hesaplanması;

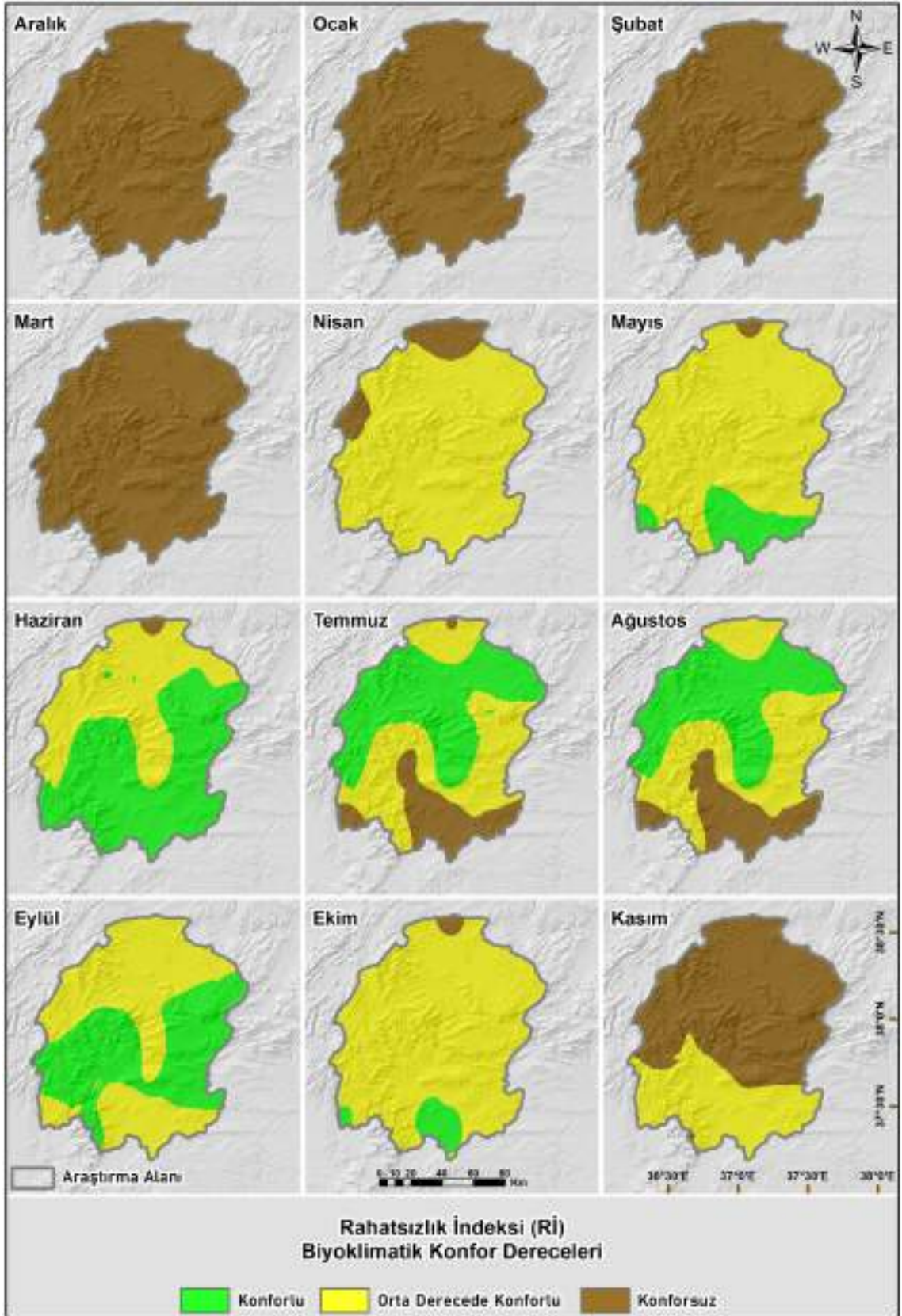
$$RI = T - (0,55 - 0,0055RH)(T - 14,5) \quad (4.5)$$

eşitliği ile gerçekleştirilir. Burada;  $T$ : Sıcaklık ( $^{\circ}C$ ) ve  $RH$ : Nispi nem (%) olarak ifade edilir.

Eşitlik 4.5 ve raster hesaplama aracı ile elde edilen Rİ değerleri Çizelge 4.60.'ya göre sınıflandırılarak aylık biyoklimatik konfor alanları belirlenmiştir (Şekil 4.45).

**Çizelge 4.60.** Rİ sınıflaması (Thom, 1959)

<b>Rİ Değeri</b>	<b>Hissedilen Konfor</b>
10'dan küçük	Konforsuz
10 – 18	Orta derece konforlu
18 – 21	Konforlu
21 – 27	Orta derece konforlu
27'den büyük	Konforsuz



Şekil 4.45. Rİ ile belirlenen aylık biyoklimatik konfor alanları

Rİ ile belirlenen aylık biyoklimatik konfor alanlarının oransal dağılımı hesaplanarak Çizelge 4.61.'de gösterilmiştir.

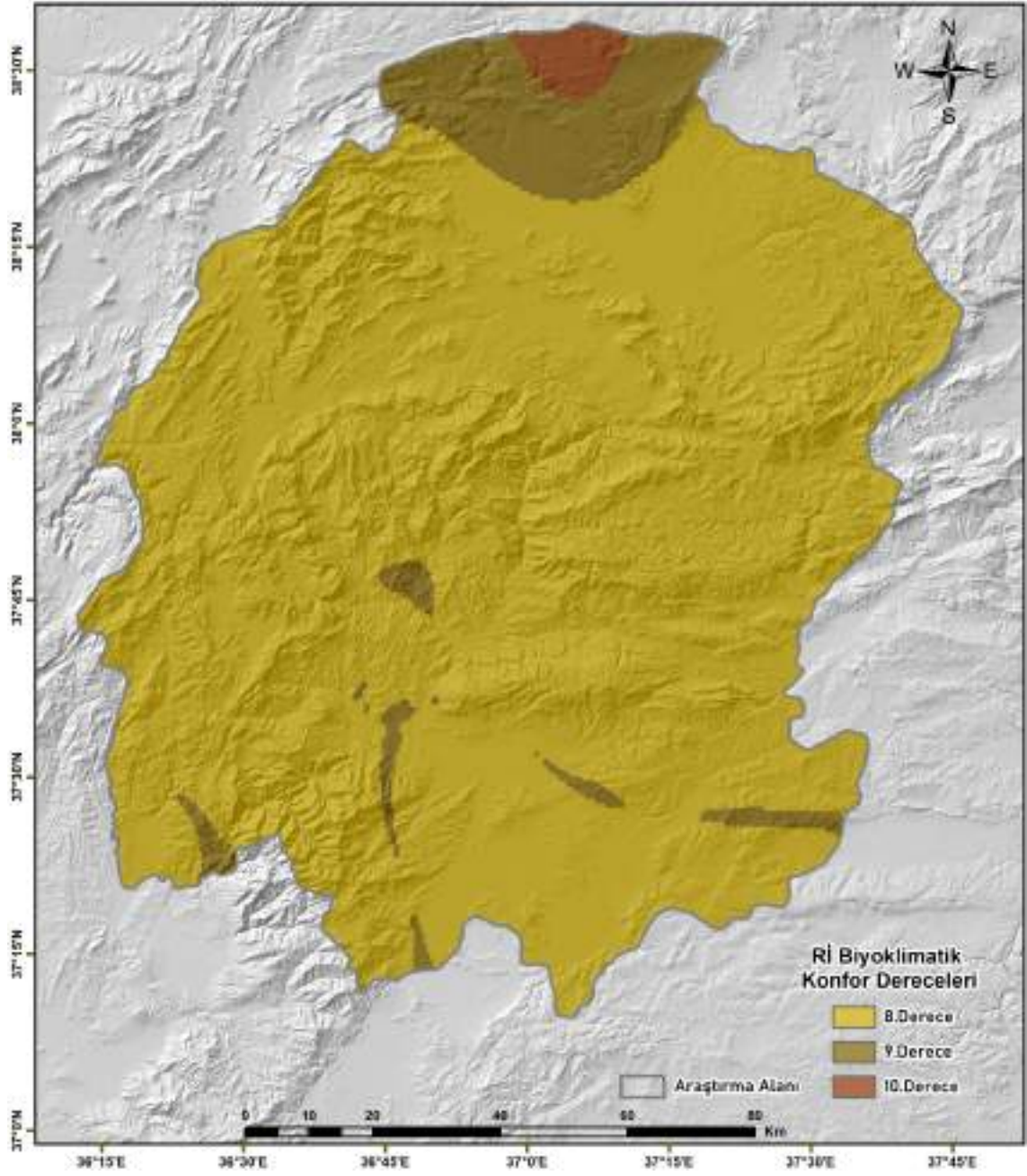
**Çizelge 4.61.** Rİ ile belirlenen aylık biyoklimatik konfor alanlarının oransal (%) dağılımı

Aylar / Biyoklimatik Konfor Dereceleri	Konforsuz	Orta Derece Konforlu	Konforlu
Aralık	%100	-	-
Ocak	%100	-	-
Şubat	%100	-	-
Mart	%100	-	-
Nisan	%9,8	%90,2	-
Mayıs	%1,1	%86,3	%12,6
Haziran	%1	%42,4	%56,6
Temmuz	%16	%40,3	%43,7
Ağustos	%18,2	%40,3	%41,5
Eylül	%55,7	%44,3	-
Ekim	%1,2	%93,1	%5,7
Kasım	%67,8	%32,2	-

Rİ ile belirlenen aylık biyoklimatik konfor alanları; konforlu alanlara 2 puan, orta derece konforlu alanlara 1 puan ve konforsuz alanlara 0 puan tanımlanarak yeniden sınıflandırılmıştır.

Aylık Rİ değerlerinin raster hesaplama aracı ile ortalamaları hesaplanarak yıllık Rİ değerleri belirlenmiştir. Ortalama sonuçları 0 – 2 puan aralığındadır. 0,3333 puan aralıklarla 10 sınıfa ayrılmıştır.

En yüksek konfor sınıfı 1.derece ve en düşük konfor sınıfı 10.derece olacak şekilde Rİ ile yıllık biyoklimatik konfor alanları belirlenmiştir (Şekil 4.46.).



Şekil 4.46. Rİ ile belirlenen yıllık biyoklimatik konfor alanları

Rİ ile belirlenen yıllık biyoklimatik konfor alanları analiz edildiğinde; %91,9 (13343,9 km<sup>2</sup>) 8.derece konforlu, %7,1 (1030,9 km<sup>2</sup>) 9.derece konforlu ve %1 (145,2 km<sup>2</sup>) 10.derece konforlu alanlar olarak belirlenmiştir.

Rİ ile belirlenen yıllık biyoklimatik konfor alanlarının il geneli ve ilçelere göre oransal dağılımı hesaplanarak Çizelge 4.62.'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.62.** Rİ ile belirlenen yıllık biyoklimatik konfor alanlarının oransal (%) dağılımı

<b>İl – İlçe / Biyoklimatik Konfor Dereceleri</b>	<b>8.Derece Konfor</b>	<b>9.Derece Konfor</b>	<b>10.Derece Konfor</b>
Kahramanmaraş	%91,9	%7,1	%1,0
Onikişubat	%97,1	%2,9	-
Dulkadiroğlu	%98,4	%1,6	-
Afşin	%60,7	%33,2	%6,1
Andırın	%97,3	%2,7	-
Çağlayancerit	%100	-	-
Ekinözü	%100	-	-
Elbistan	%82,2	%15,4	%2,3
Göksun	%100	-	-
Nurhak	%100	-	-
Pazarcık	%96,3	%3,7	-
Türkoğlu	%97,2	%2,8	-

### 4.2.3. Isı İndeksi (İİ)

İİ, hava sıcaklığı ve nem etkisi ile dış mekanlardaki biyoklimatik konfor şartlarının belirlenmesi için kullanılmaktadır (Steadman, 1979, 1984, 1994; Toy, 2010). İİ'nin hesaplanması;

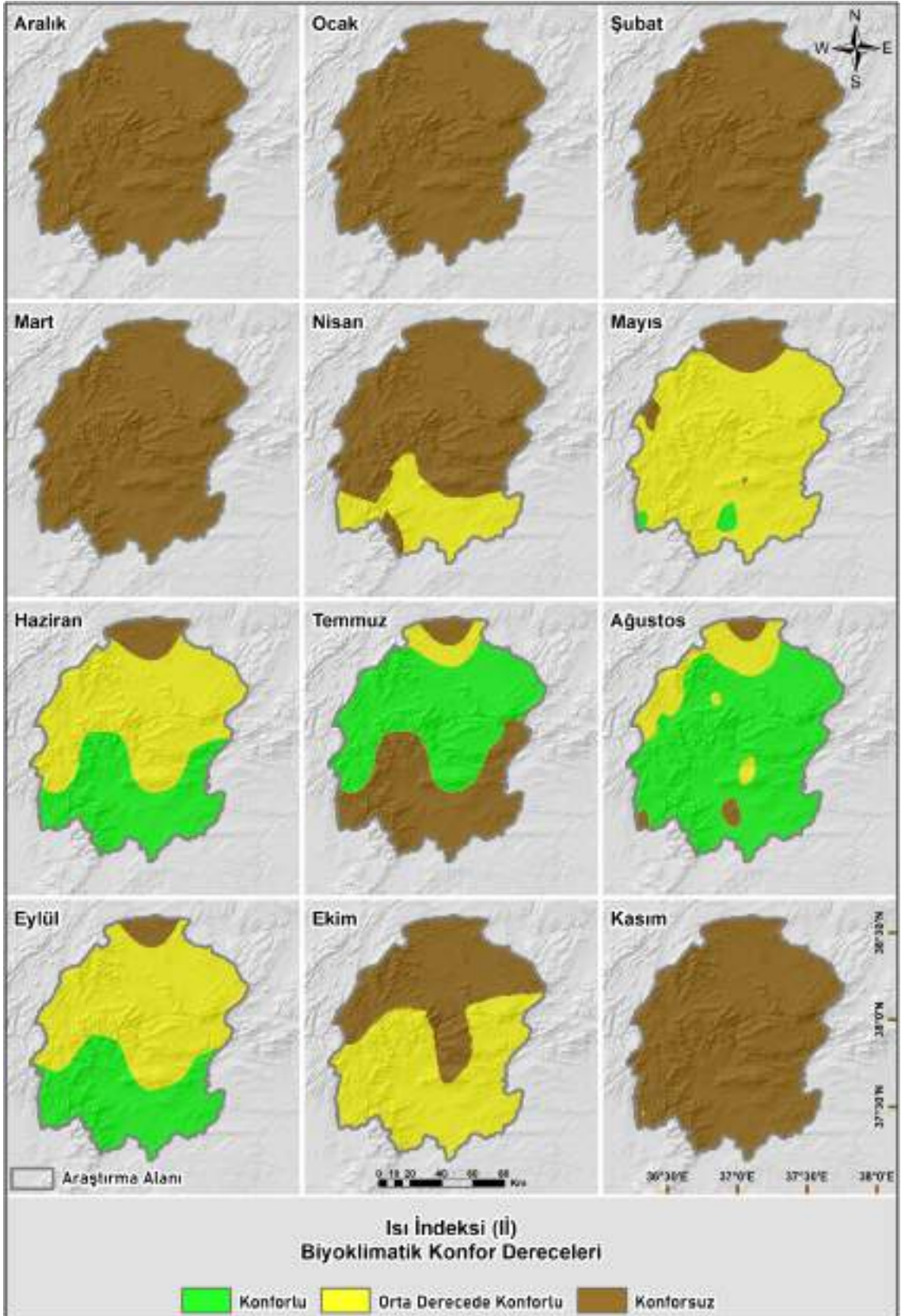
$$II = 0,5 * [T + 61 + ((T - 68) * 1,2) + (RH * 0,0094)] \quad (4.6)$$

eşitliği ile gerçekleştirilir. Burada;  $T$ : Sıcaklık (°F) ve  $RH$ : Nispi nem (%) olarak ifade edilir.

Eşitlik 4.6 ve raster hesaplama aracı ile elde edilen İİ değerleri Çizelge 4.63.'e göre sınıflandırılarak aylık biyoklimatik konfor alanları belirlenmiştir (Şekil 4.47.).

**Çizelge 4.63.** İİ sınıflaması (Fotso-Nguemo vd., 2023)

<b>İİ Değeri</b>	<b>Hissedilen Konfor</b>
10'dan küçük	Konforsuz
15 – 17	Orta derece konforlu
17 – 25	Konforlu
25 – 28	Orta derece konforlu
28'den büyük	Konforsuz



Şekil 4.47. İİ ile belirlenen aylık biyoklimatik konfor alanları

İİ ile belirlenen aylık biyoklimatik konfor alanlarının oransal dağılımı dağılımı hesaplanarak Çizelge 4.64.'te gösterilmiştir.

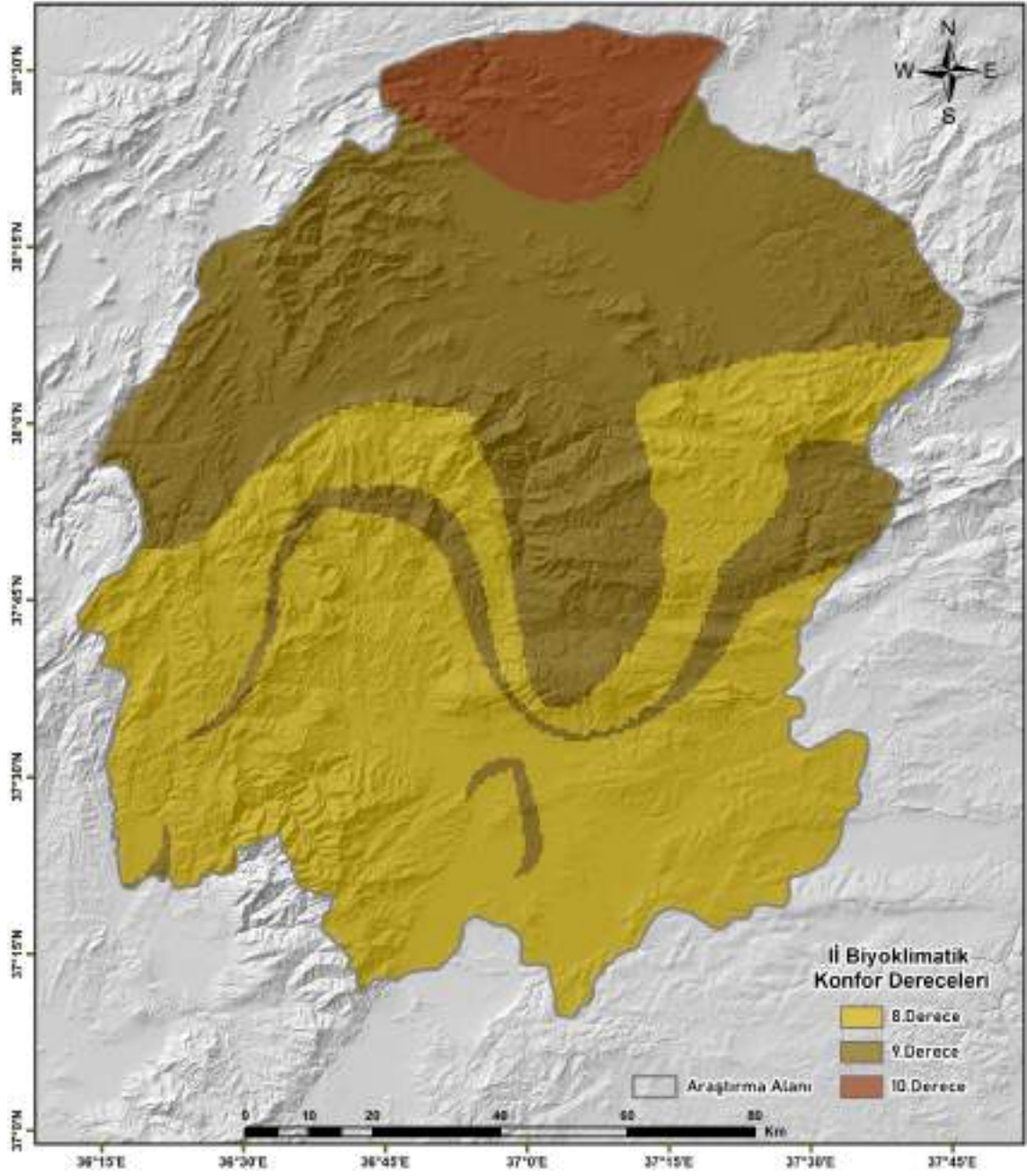
**Çizelge 4.64.** İİ ile belirlenen aylık biyoklimatik konfor alanlarının oransal (%) dağılımı

Aylar / Biyoklimatik Konfor Dereceleri	Konforsuz	Orta Derece Konforlu	Konforlu
Aralık	% 100	-	-
Ocak	% 100	-	-
Şubat	% 100	-	-
Mart	% 100	-	-
Nisan	%75,9	%24,1	-
Mayıs	%11,2	%87,1	%1,8
Haziran	%6,7	%57,5	%35,9
Temmuz	%41	%5,3	%53,6
Ağustos	%3,8	%15,9	%80,3
Eylül	%3,6	%60,7	%35,6
Ekim	%43,9	%56,1	-
Kasım	% 100	-	-

İİ ile belirlenen aylık biyoklimatik konfor alanları; konforlu alanlara 2 puan, orta derece konforlu alanlara 1 puan ve konforsuz alanlara 0 puan tanımlanarak yeniden sınıflandırılmıştır.

Aylık İİ değerlerinin raster hesaplama aracı ile ortalamaları hesaplanarak yıllık İİ değerleri belirlenmiştir. Ortalama sonuçları 0 – 2 puan aralığındadır. 0,3333 puan aralıklarla 10 sınıfa ayrılmıştır.

En yüksek konfor sınıfı 1.derece ve en düşük konfor sınıfı 10.derece olacak şekilde İİ ile yıllık biyoklimatik konfor alanları belirlenmiştir (Şekil 4.48.).



Şekil 4.48. İli ile belirlenen yıllık biyoklimatik konfor alanları

İli ile belirlenen yıllık biyoklimatik konfor alanları analiz edildiğinde; %50,8 (7376,2 km<sup>2</sup>) 8.derece konforlu, %42,5 (6171 km<sup>2</sup>) 9.derece konforlu ve %6,7 (972,8 km<sup>2</sup>) 10.derece konforlu alanlar olarak belirlenmiştir.

İli ile belirlenen yıllık biyoklimatik konfor alanlarının il geneli ve ilçelere göre oransal dağılımı hesaplanarak Çizelge 4.65.'te gösterilmiştir.

**Çizelge 4.65.** İ ile belirlenen yıllık biyoklimatik konfor alanlarının oransal (%) dağılımı

İl – İlçe / Biyoklimatik Konfor Dereceleri	8.Derece Konfor	9.Derece Konfor	10.Derece Konfor
Kahramanmaraş	%50,8	%42,5	%6,7
Onikişubat	%85,7	%14,3	-
Dulkadiroğlu	%67,2	%32,8	-
Afşin	-	%60,4	%39,6
Andırın	%95,5	%4,5	-
Çağlayancerit	%62,4	%37,6	-
Ekinözü	%16,4	%83,6	-
Elbistan	%7,4	%76,0	%16,6
Göksun	%12,1	%87,9	-
Nurhak	%65,2	%34,8	-
Pazarcık	%100	-	-
Türkoğlu	%99,7	%0,3	-

#### 4.2.4. Rüzgâr Soğukluğu İndeksi (RSİ)

RSİ, hava sıcaklığının ve rüzgarın soğutma etkisinin birleştirilerek biyoklimatik konfor şartlarının belirlenmesi için kullanılmaktadır (Osczevski, 1995). RSİ'nin hesaplanması;

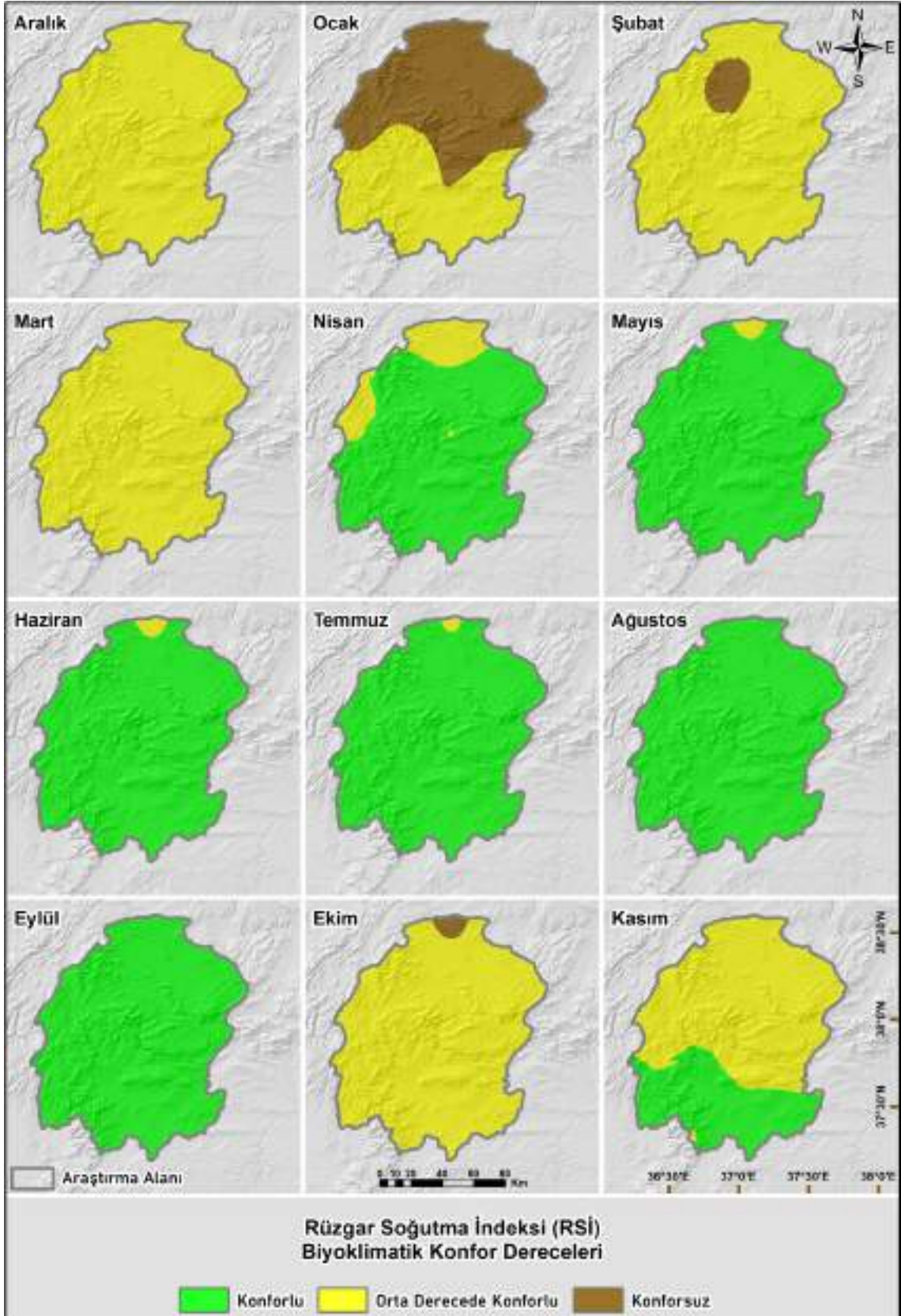
$$RSİ = 13,12 + 0,6215T - 11,37V^{0,16} + (0,3965T * V^{0,16}) \quad (4.7)$$

eşitliği ile gerçekleştirilir. Burada;  $T$ : Sıcaklık ( $^{\circ}C$ )  $V$ : Rüzgar hızı (km/saat) olarak ifade edilir.

Eşitlik 4.7 ve raster hesaplama aracı ile elde edilen RSİ değerleri Çizelge 4.66.'ya göre sınıflandırılarak aylık biyoklimatik konfor alanları belirlenmiştir (Şekil 4.49.).

**Çizelge 4.66.** RSİ sınıflaması (Blazejczyk vd., 2012)

RSİ Değeri	Hissedilen Konfor
-10'dan küçük	Konforsuz
0 – (-10)	Orta derece konforlu
0'dan büyük	Konforlu



Şekil 4.49. RSI ile belirlenen aylık biyoklimatik konfor alanları

RSİ ile belirlenen aylık biyoklimatik konfor alanlarının oransal dağılımı hesaplanarak, Çizelge 4.67.'de gösterilmiştir.

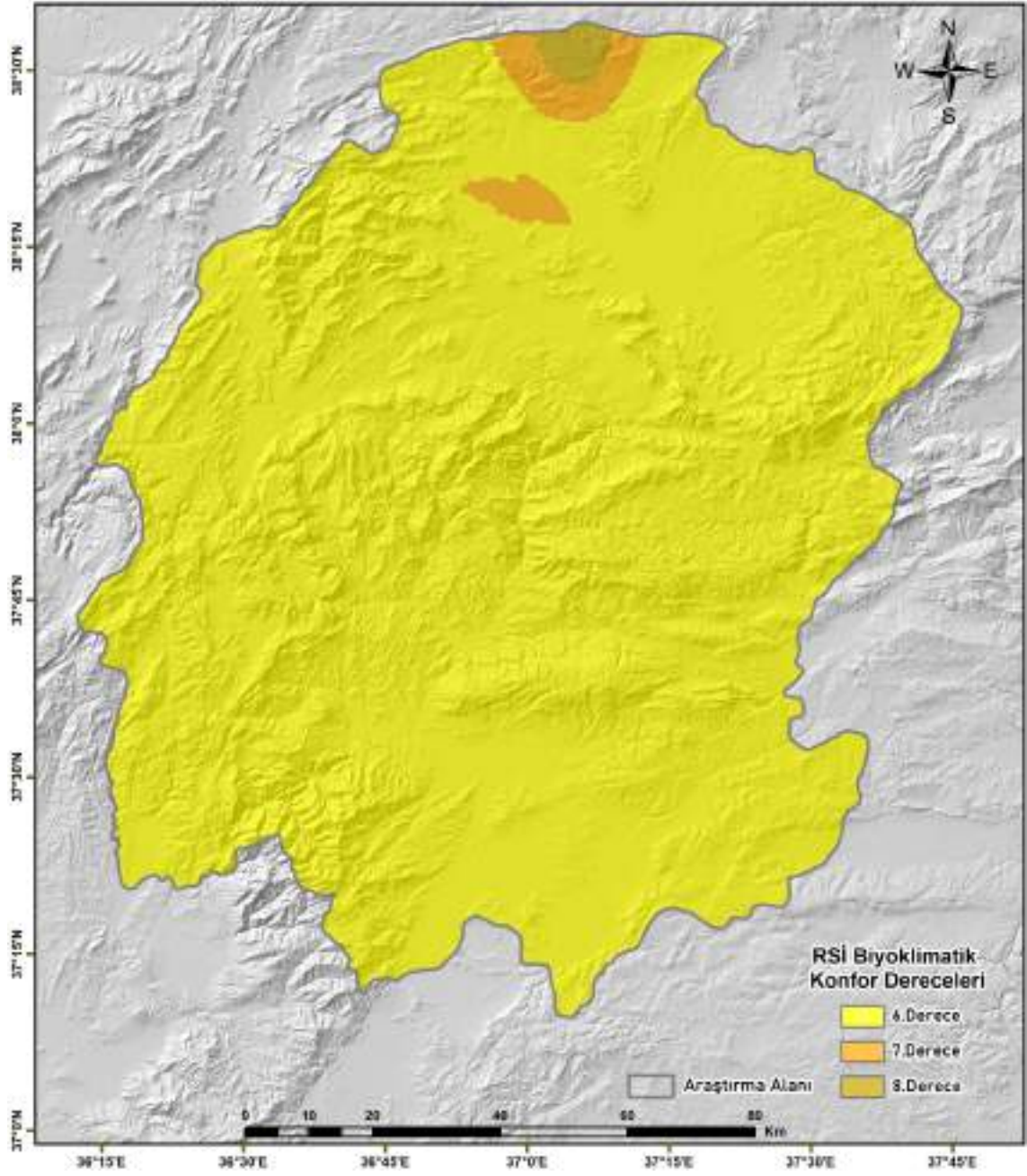
**Çizelge 4.67.** RSİ ile belirlenen aylık biyoklimatik konfor alanlarının oransal (%) dağılımı

Aylar / Biyoklimatik Konfor Dereceleri	Konforsuz	Orta Derece Konforlu	Konforlu
Aralık	-	%100	-
Ocak	%55,7	%44,3	-
Şubat	%5,6	%94,4	-
Mart	-	%100	-
Nisan	-	%13,5	%86,5
Mayıs	-	%1,5	%98,5
Haziran	-	%1,3	%98,7
Temmuz	-	%0,6	%99,4
Ağustos	-	%100	-
Eylül	-	%100	-
Ekim	%1,7	%98,3	-
Kasım	-	%68,6	%31,4

RSİ ile belirlenen aylık biyoklimatik konfor alanları; konforlu alanlara 2 puan, orta derece konforlu alanlara 1 puan ve konforsuz alanlara 0 puan tanımlanarak yeniden sınıflandırılmıştır.

Aylık RSİ değerlerinin raster hesaplama aracı ile ortalamaları hesaplanarak yıllık RSİ değerleri belirlenmiştir. Ortalama sonuçları 0 – 2 puan aralığındadır. 0,3333 puan aralıklarıyla 10 sınıfa ayrılmıştır.

En yüksek konfor sınıfı 1.derece ve en düşük konfor sınıfı 10.derece olacak şekilde RSİ ile yıllık biyoklimatik konfor alanlarını belirlenmiştir (Şekil 4.50.).



Şekil 4.50. RSİ ile belirlenen yıllık biyoklimatik konfor alanları

RSİ ile belirlenen yıllık biyoklimatik konfor alanları analiz edildiğinde; %97,8 (14200,6 km<sup>2</sup>) 6.derece konforlu, %1,5 (217,8 km<sup>2</sup>) 7.derece konforlu ve %0,6 (87,1 km<sup>2</sup>) 8.derece konforlu alanlar olarak belirlenmiştir.

RSİ ile belirlenen yıllık biyoklimatik konfor alanlarının il geneli ve ilçelere göre oransal dağılımı hesaplanarak Çizelge 4.68.'de gösterilmiştir.

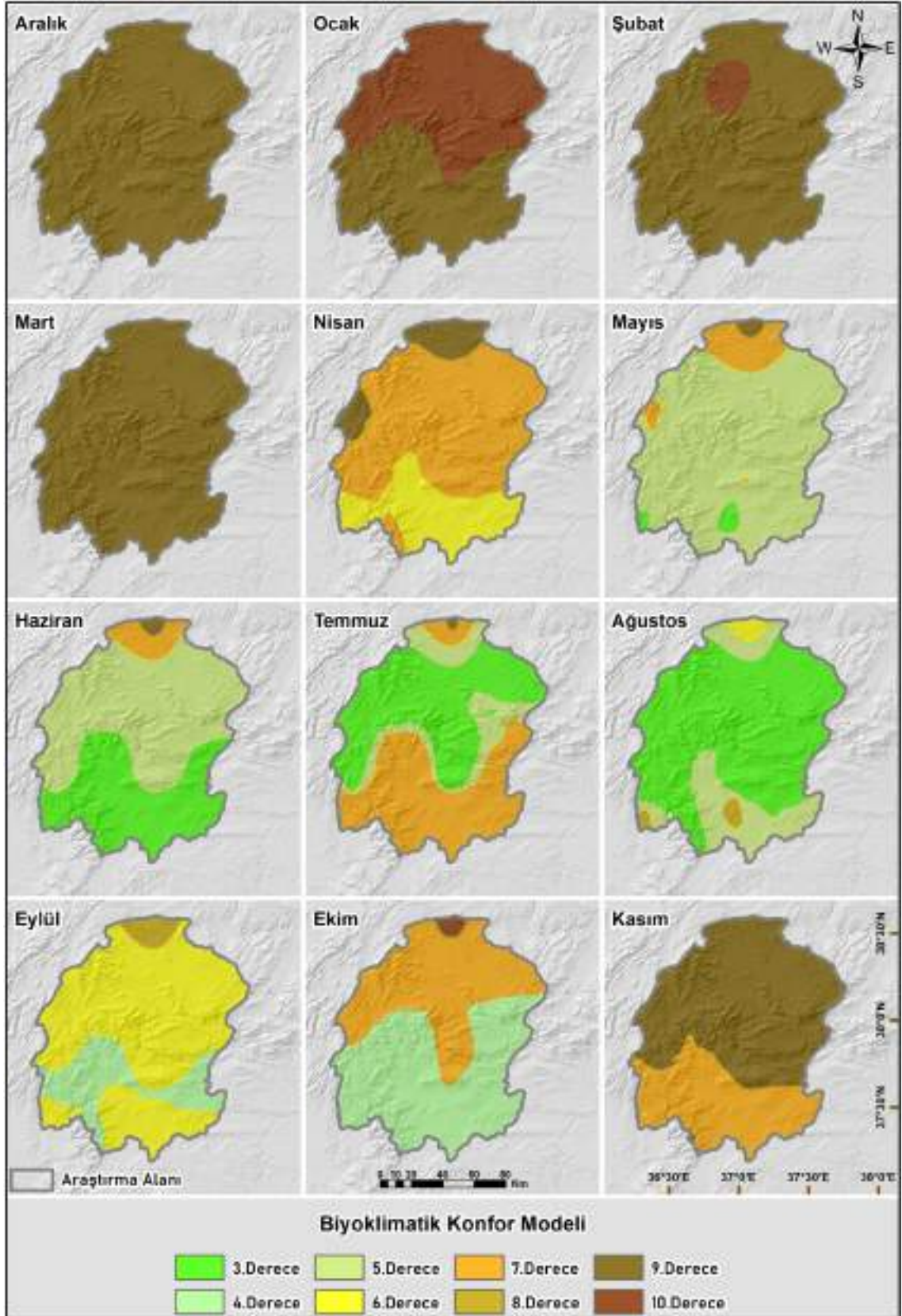
**Çizelge 4.68.** RSİ ile belirlenen yıllık biyoklimatik konfor alanlarının oransal (%) dağılımı

<b>İl – İlçe / Biyoklimatik Konfor Dereceleri</b>	<b>6.Derece Konfor</b>	<b>7.Derece Konfor</b>	<b>8.Derece Konfor</b>
Kahramanmaraş	%97,8	%1,5	%0,6
Onikişubat	%100	-	-
Dulkadiroğlu	%100	-	-
Afşin	%85,9	%9,9	%4,2
Andırın	%100	-	-
Çağlayancerit	%100	-	-
Ekinözü	%100	-	-
Elbistan	%95,5	%3,2	%1,3
Göksun	%100	-	-
Nurhak	%100	-	-
Pazarcık	%100	-	-
Türkoğlu	%100	-	-

#### 4.2.5. Kahramanmaraş BKM

Aylık formatta üretilen Rİ, İİ ve RSİ ile belirlenen biyoklimatik konfor sınıflarının raster hesaplama aracı ile ortalama hesaplanmıştır. Ortalama sonuçları 0 – 2 puan aralığındadır. 0,3333 puan aralıklarla 10 sınıfa ayrılmıştır.

En yüksek konfor sınıfı 1.derece ve en düşük konfor sınıfı 10.derece olacak şekilde Kahramanmaraş aylık BKM üretilmiştir (Şekil 4.51.).



Şekil 4.51. Kahramanmaraş aylık BKM

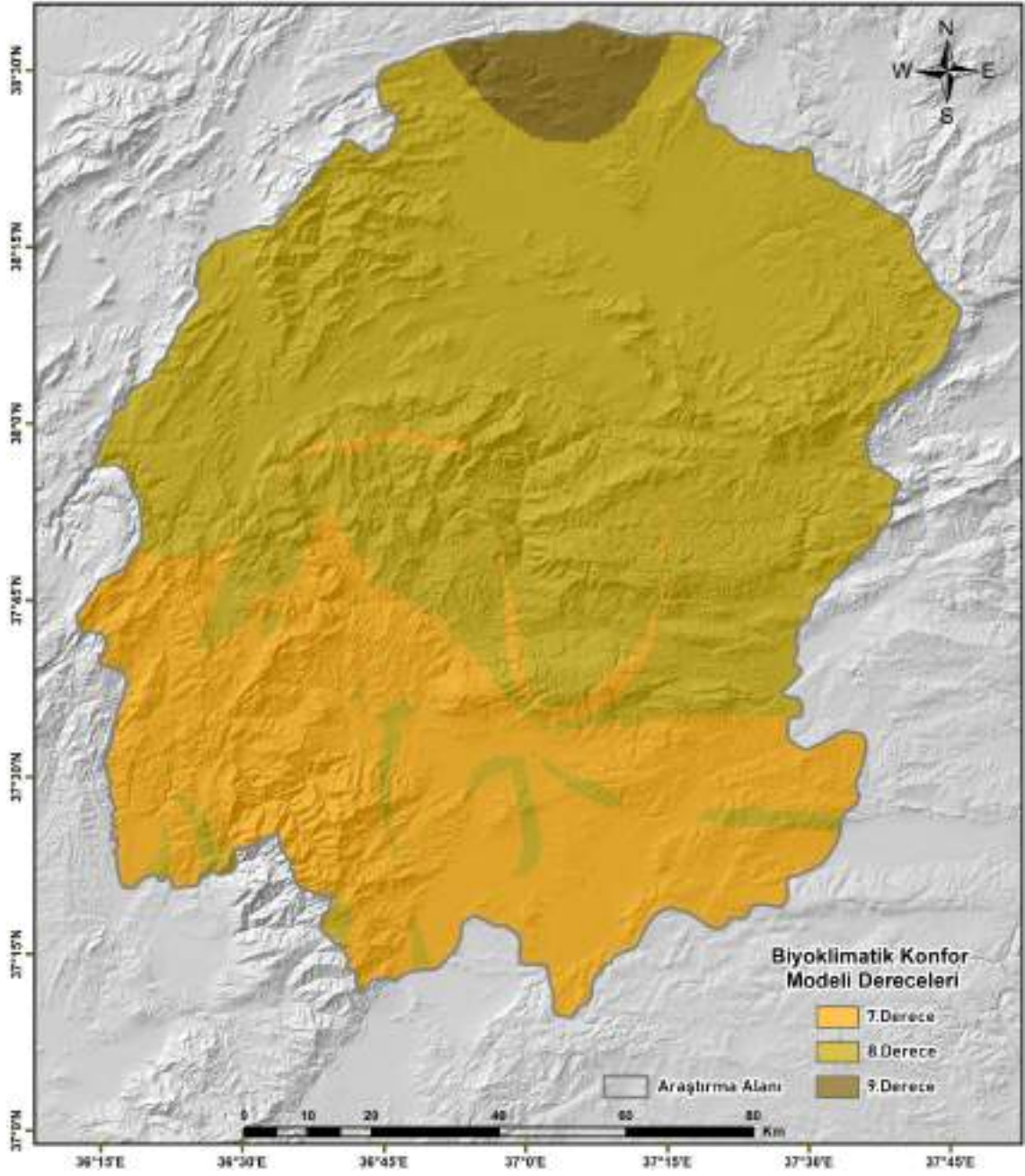
Kahramanmaraş aylık BKM'nin konfor sınıflarının oransal dağılımı hesaplanarak Çizelge 4.69.'da gösterilmiştir.

**Çizelge 4.69.** BKM ile belirlenen aylık biyoklimatik konfor alanlarının oransal (%) dağılımı

Aylar / Biyoklimatik Konfor Dereceleri	3. Derece Konfor	4. Derece Konfor	5. Derece Konfor	6. Derece Konfor	7. Derece Konfor	8. Derece Konfor	9. Derece Konfor	10. Derece Konfor
Aralık	-	-	-	-	-	-	%100	-
Ocak	-	-	-	-	-	-	%44,3	%55,7
Şubat	-	-	-	-	-	-	%94,4	%5,6
Mart	-	-	-	-	-	-	%100	-
Nisan	-	-	-	%24,1	%62,3	%3,7	%9,8	-
Mayıs	%1,8	-	%87,1	-	%10	-	%1,1	-
Haziran	%35,9	-	%57,5	-	%5,7	-	%1	-
Temmuz	%43	-	%15,9	-	%40,6	%0,1	%0,3	-
Ağustos	%75,3	-	%21	%2	-	%1,8	-	-
Eylül	-	%18,9	-	%77,5	-	%3,6	-	-
Ekim	-	%56,1	-	-	%42,2	%0,5	-	%1,2
Kasım	-	-	-	-	%32,6	-	%67,4	-

Aylık BKM değerlerinin raster hesaplama aracı ile ortalamaları hesaplanarak yıllık BKM değerleri belirlenmiştir. Ortalama sonuçları 0 – 2 puan aralığındadır. 0,3333 puan aralıklarla 10 sınıfa ayrılmıştır.

En yüksek konfor sınıfı 1.derece ve en düşük konfor sınıfı 10.derece olacak şekilde yıllık BKM üretilmiştir (Şekil 4.52.).



Şekil 4.52. Kahramanmaraş yıllık BKM

BKM ile belirlenen yıllık biyoklimatik konfor alanları analiz edildiğinde; %34,4 (4994,9 km<sup>2</sup>) 7.derece konforlu, %62,7 (9104 km<sup>2</sup>) 8.derece konforlu ve %2,9 (421,1 km<sup>2</sup>) 9.derece konforlu alanlar olarak belirlenmiştir.

BKM ile belirlenen yıllık biyoklimatik konfor alanlarının il geneli ve ilçelere göre oransal dağılımı Çizelge 4.70.'te, AKAÖ'nün BKM'ye göre oransal dağılımı ise Çizelge 4.71.'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.70.** Kahramanmaraş ili ve ilçelerinin BKM ile belirlenen yıllık biyoklimatik konfor alanlarının oransal (%) dağılımı

<b>İl – İlçe / Biyoklimatik Konfor Dereceleri</b>	<b>7.Derece Konfor</b>	<b>8.Derece Konfor</b>	<b>9.Derece Konfor</b>
Kahramanmaraş	%34,4	%62,7	%2,9
Onikişubat	%58,8	%41,2	-
Dulkadiroğlu	%55,9	%44,1	-
Afşin	-	%83,0	%17,0
Andırın	%90,4	%9,6	-
Çağlayancerit	%3,1	%96,9	-
Ekinözü	%0,5	%99,5	-
Elbistan	-	%92,3	%7,7
Göksun	%2,0	%98,0	-
Nurhak	%1,2	%98,8	-
Pazarcık	%89,3	%10,7	-
Türkoğlu	%93,5	%6,5	-

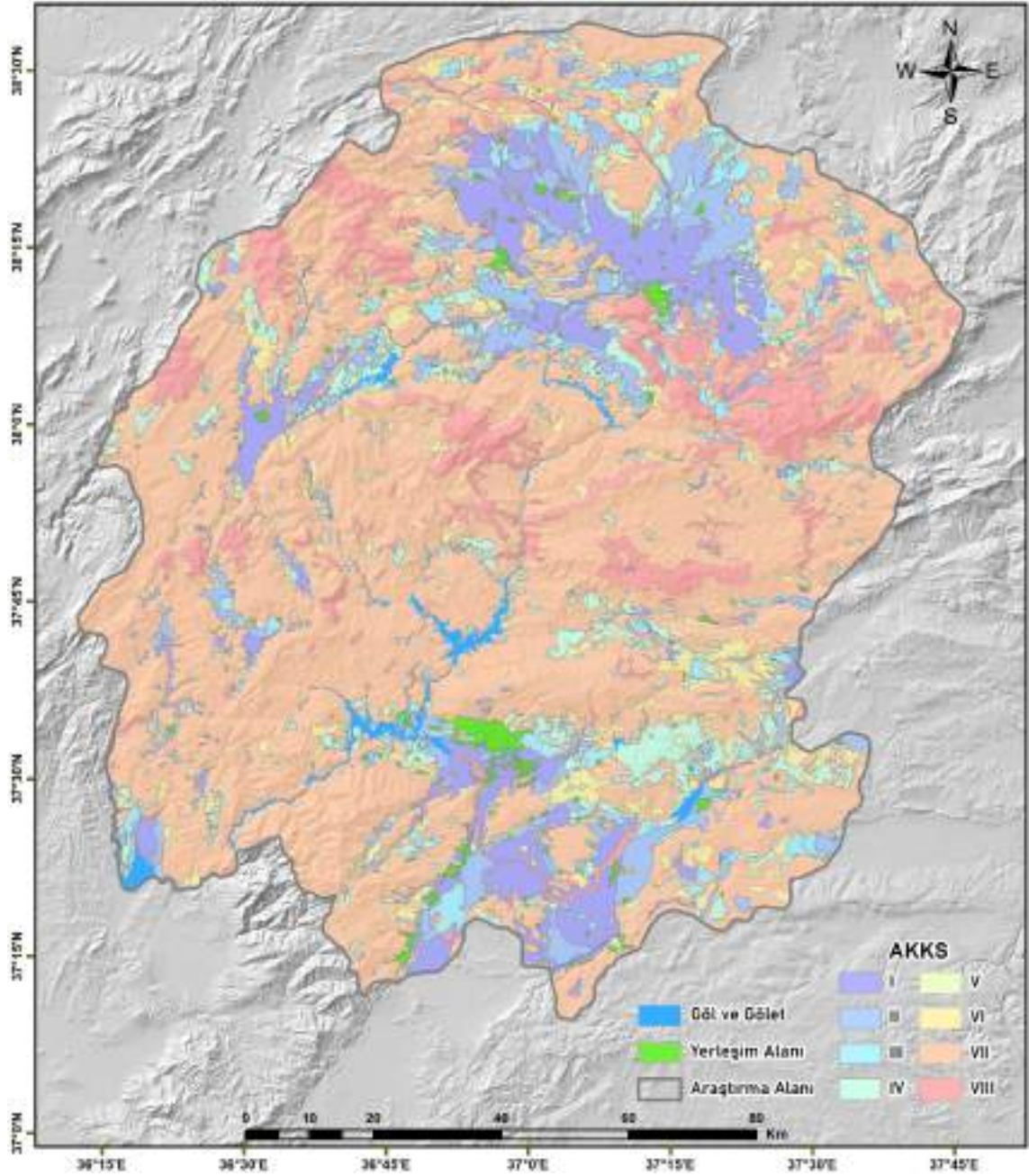
**Çizelge 4.71.** Kahramanmaraş AKAÖ'nün yıllık BKM'ye göre oransal (%) dağılımı

<b>AKAÖ / Biyoklimatik Konfor Dereceleri</b>	<b>7.Derece Konfor</b>	<b>8.Derece Konfor</b>	<b>9.Derece Konfor</b>
Yerleşim Alanı	%58,4	%40,6	%1
Kayalık Alan	%7	%92	%0,9
Orman	%54,7	%44,9	%0,3
Tarım Alanı	%40,1	%57,1	%2,8
Bağ-Bahçe	%48,1	%47,8	%4
Çayır-Mera	%13,8	%80,7	%5,5
Maden ve İnşaat Alanı	%20,1	%79,9	-

### 4.3. Uygun Yerleşim Alanlarının Belirlenmesinde Kullanılan Diğer Parametreler

Uygun yerleşim alanlarının belirlenmesinde ÇADM ile BKM'ye ek olarak inşaat maliyeti ile ilgili eğim, güneş verimliliği ile ilgili bakı ve tarımsal verimlilik için ise AKKS parametreleri kullanılmıştır.

### 4.3.1. Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfları (AKKS)



Şekil 4.53. Kahramanmaraş AKKS haritası

Araziler için hem sürdürülebilir hem de verimlilik açısından arazi kullanım kabiliyet sınıfları önemli bir planlamadır. Uygun yerleşim alanlarının tarımsal verimin olmadığı ya da çok az tarım yapılabilen alanlarda belirlenmesi arazi yönetimi açısından önemlidir. Aşağıda arazi kullanım kabiliyet sınıflarının genel özellikleri açıklanmıştır (Bozdoğan, 2023; ÇŞİDB, 2023; Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021, 2024a, 2024b).

I. sınıf arazi: Standart ziraat yöntemlerinin uygulanabildiği, verimli ve kolay işlenebilen düz veya düze yakın arazilerdir.

II. sınıf arazi: Basit tedbirlerle verimli hale getirilen ve kolay şekilde işlenebilen çok hafif engebeli arazilerdir.

III. sınıf arazi: Belirli ziraat yöntemleri ve orta tedbirlerle işlenebilen, verimliliği ve engebe durumu orta derecede olan arazilerdir.

IV. sınıf arazi: Çok sınırlı derecede ziraat yapılabilen, düşük verimli ve yüksek engebeli, sürekli çayır olarak kullanılabilen arazilerdir.

V. sınıf arazi: Ziraata uygun olmayan daha çok çayır ve orman bitkilerine uygun arazilerdir.

VI. sınıf arazi: Orta dereceli önlemler ile çayır veya orman alanı olarak kullanılabilen arazilerdir.

VII. sınıf arazi: Çok fazla tahribatın meydana geldiği, çok yüksek tedbirler ile çayır veya orman olarak kullanılabilen arazilerdir.

VIII. sınıf arazi: Genellikle taş veya kayalık içeren, çayır veya orman olarak kullanılmayan verimsiz arazilerdir.

Arazi kullanım kabiliyet sınıfları 8 sınıf olarak kullanılmıştır.

#### 4.3.2. Eğim

Eğim parametresi uygun yerleşim alanlarının belirlenmesinde inşaat maliyeti açısından önemli bir parametredir. İnşaat maliyeti eğimle doğru orantılı şekilde artmaktadır (Simpson ve Purdy, 1984).

Afet duyarlılık haritaları için üretilen eğim haritası yeniden sınıflandırılarak 0 – 10, 10 – 20, 20 – 30 ve 30 – 60 derece olarak 4 sınıfta düzenlenmiştir.

#### 4.3.3. Bakı

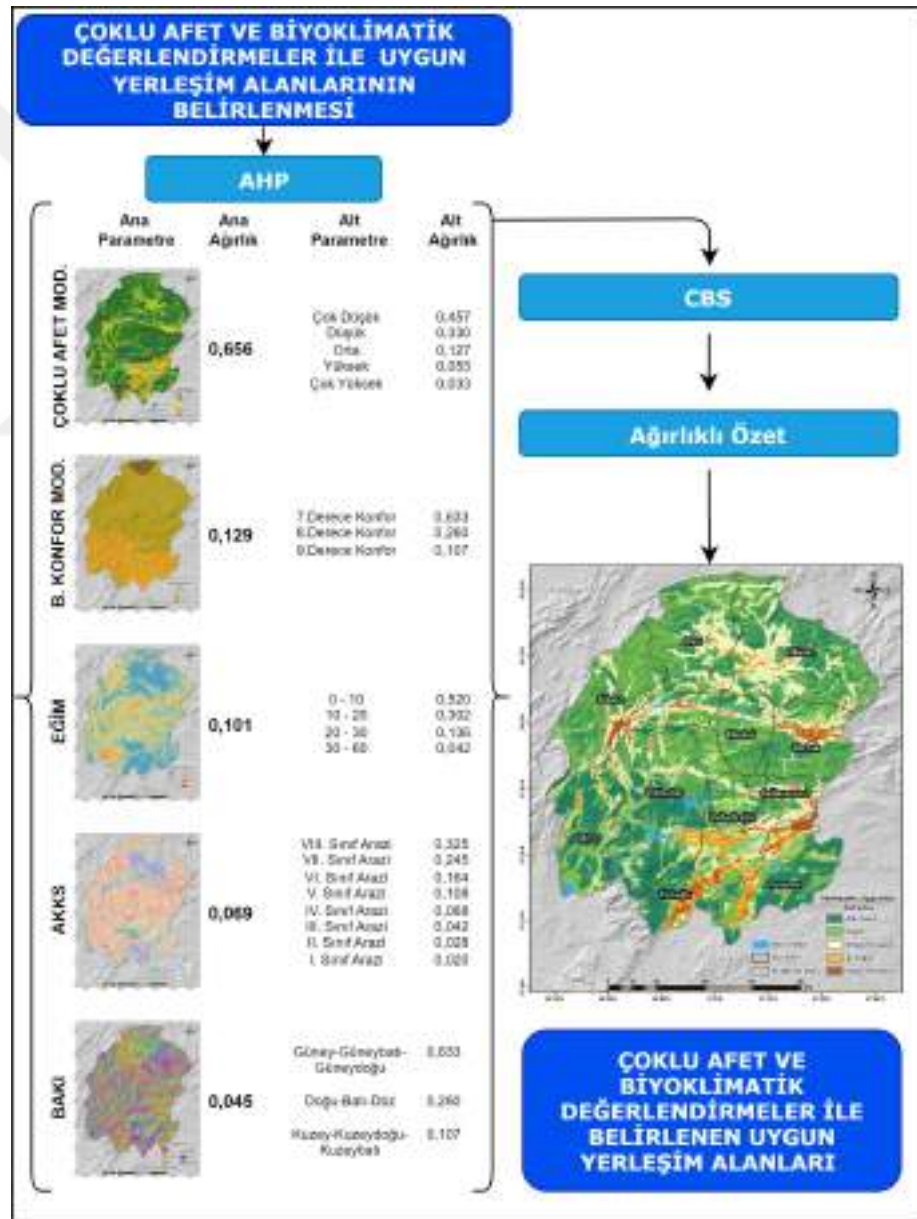
Bakı parametresi uygun yerleşim alanlarının belirlenmesinde ısınma, aydınlatma, güneş enerjisinin depolanması ve kullanımı gibi özelliklerinden dolayı önemli bir parametredir.

Afet duyarlılık haritaları için üretilen bakı haritası yeniden sınıflandırılarak, güney – güneydoğu – güneybatı, doğu – batı – düz ve kuzey – kuzeydoğu – kuzey batı olarak 3 sınıfta düzenlenmiştir.

#### 4.4. Kahramanmaraş için Çoklu Afet ve Biyoklimatik Değerlendirmeler ile Belirlenen Uygun Yerleşim Alanları Haritası

Kahramanmaraş için çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirme ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası; ÇADM, BKM, AKKS, eğim, bakı parametreleri ve AHP yöntemi ile üretilmiştir (Şekil 4.54.).

Uzman görüşleri ile oluşturulan Kahramanmaraş için çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirme ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası için kullanılan ana parametrelerin ikili karşılaştırma matrisleri ve ağırlıkları üretilmiştir (Çizelge 4.72.).

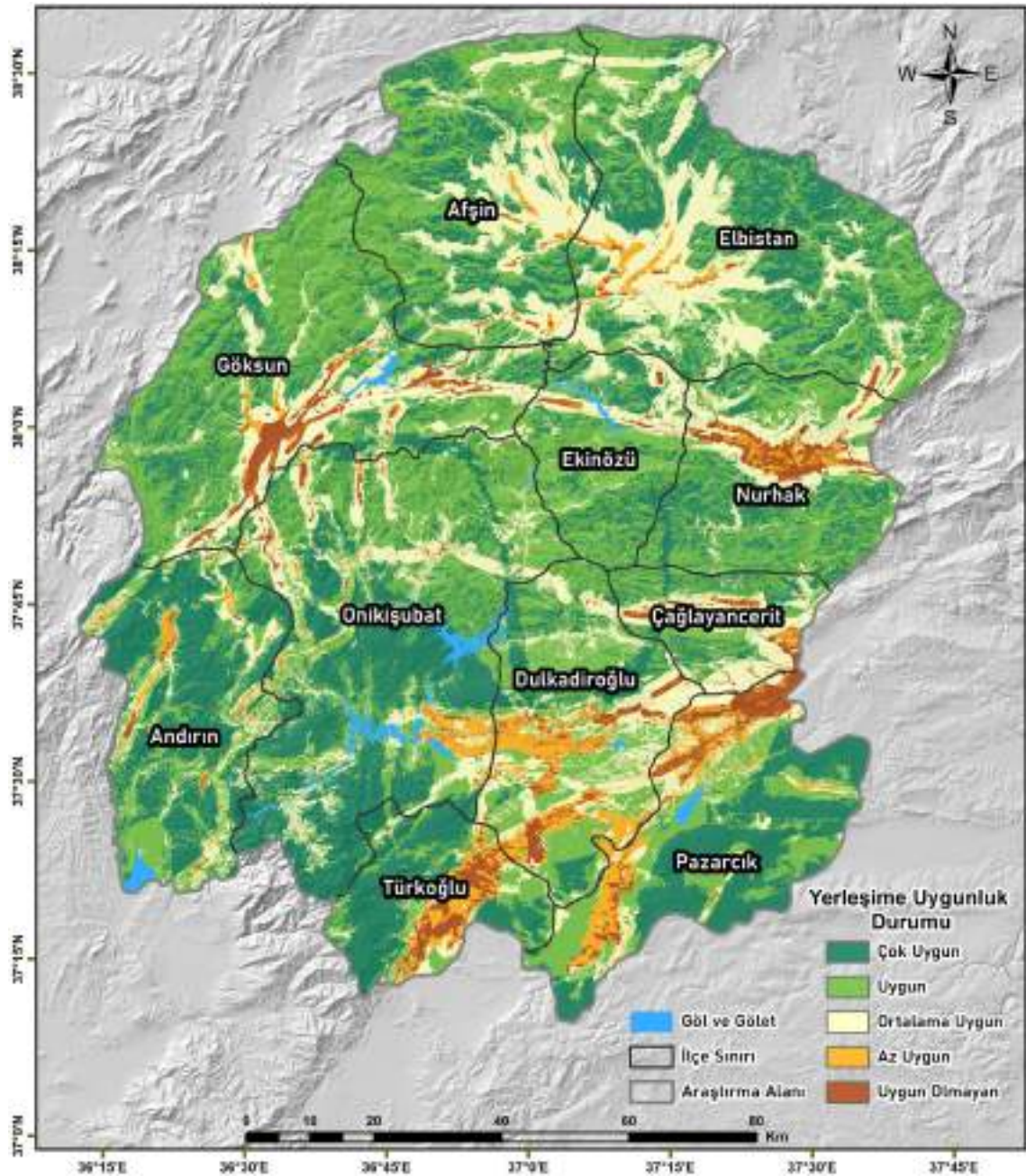


Şekil 4.54. Kahramanmaraş çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirme ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası için kullanılan parametreler ve ağırlıkları



0 – 10	1	1	2	5	9	0,520
10 – 20	2		1	3	7	0,302
20 – 30	3			1	5	0,136
30 – 60	4				1	0,042
<b>TO = %6</b>						

Uzman görüşleri ile literatürdeki araştırmalar kullanılarak belirlenen parametreler AHP yöntemi ile değerlendirilerek Kahramanmaraş çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası üretilmiştir (Şekil 4.55.).



Şekil 4.55. Kahramanmaraş çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası

Haritanın gösterimi ve değerlendirilebilmesi için doğal aralık sınıflaması kullanılmıştır. Yerleşime uygunluk durumuna göre; uygun olmayan (0,069 – 0,179), az uygun (0,179 – 0,216), ortalama uygun (0,216 – 0,347), uygun (0,347 – 0,403) ve çok uygun (0,403 – 0,485) şeklinde 5 sınıf olarak oluşturulmuştur.

Kahramanmaraş çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası analiz edildiğinde; %3,8 (551,2 km<sup>2</sup>) uygun olmayan, %4,2 (616,4 km<sup>2</sup>) az uygun, %21,2 (3071,8 km<sup>2</sup>) ortalama uygun, %38,3 (5563,7 km<sup>2</sup>) uygun ve %32,5 (4716,9 km<sup>2</sup>) çok uygun alanlar olarak belirlenmiştir.

İl ve ilçelerin yerleşime uygunluk sınıflarına göre hem oransal hem de alansal dağılımı Çizelge 4.74.'te, AKAÖ'nün yerleşime uygunluk sınıflarına göre oransal dağılımı ise Çizelge 4.75.'te gösterilmiştir.

**Çizelge 4.74.** İl-ilçelerin yerleşime uygunluk sınıflarına göre oransal (%) ve alansal (km<sup>2</sup>) dağılımı

İl – İlçe / Yerleşime Uygunluk Durumu	Uygun Olmayan	Az Uygun	Ortalama Uygun	Uygun	Çok Uygun
Kahramanmaraş	3,8% 551,2	4,2% 616,4	21,2% 3071,8	38,3% 5563,7	32,5% 4716,9
Onikişubat	1,4% 33,0	2,5% 61,2	19,0% 460,8	35,3% 858,4	41,8% 1015,6
Dulkadiroğlu	6,2% 72,9	12,7% 149,6	25,4% 298,3	39,8% 467,7	16,0% 187,6
Afşin	0,7% 10,9	1,6% 24,4	27,1% 407,5	43,3% 649,6	27,3% 409,6
Andırın	1,4% 16,3	2,6% 30,7	15,1% 180,9	29,8% 358,1	51,2% 615,9
Çağlayancerit	6,4% 29,9	3,5% 16,5	35,1% 165,1	34,9% 163,9	20,1% 94,6
Ekinözü	1,6% 10,3	0,4% 2,9	18,3% 120,1	53,3% 349,8	26,3% 172,9
Elbistan	0,8% 17,3	2,2% 48,1	28,6% 629,2	36,1% 794,6	32,3% 711,8
Göksun	5,7% 110,5	1,8% 34,4	20,8% 404,2	49,4% 958,6	22,4% 434,4
Nurhak	7,3% 74,6	3,7% 37,6	19,5% 200,3	42,0% 432,2	27,6% 283,3
Pazarcık	8,6% 107,2	10,9% 136,0	12,1% 151,8	30,2% 378,5	38,3% 479,4
Türkoğlu	10,4% 68,4	11,3% 74,9	8,2% 53,9	23,1% 152,5	47,0% 310,3

**Çizelge 4.75.** AKAÖ'nün yerleşime uygunluk sınıflarına göre oransal (%) dağılımı

AKAÖ / Yerleşime Uygunluk Dereceleri	Uygun Olmayan	Az Uygun	Ortalama Uygun	Uygun	Çok Uygun
Yerleşim Alanı	5,6%	24,8%	34,6%	23,2%	11,8%
Kayalık Alan	3,1%	0,3%	39,8%	37,1%	19,7%
Orman	1,9%	1,6%	15,9%	34,2%	46,4%
Tarım Alanı	7,0%	8,7%	31,4%	31,4%	21,5%

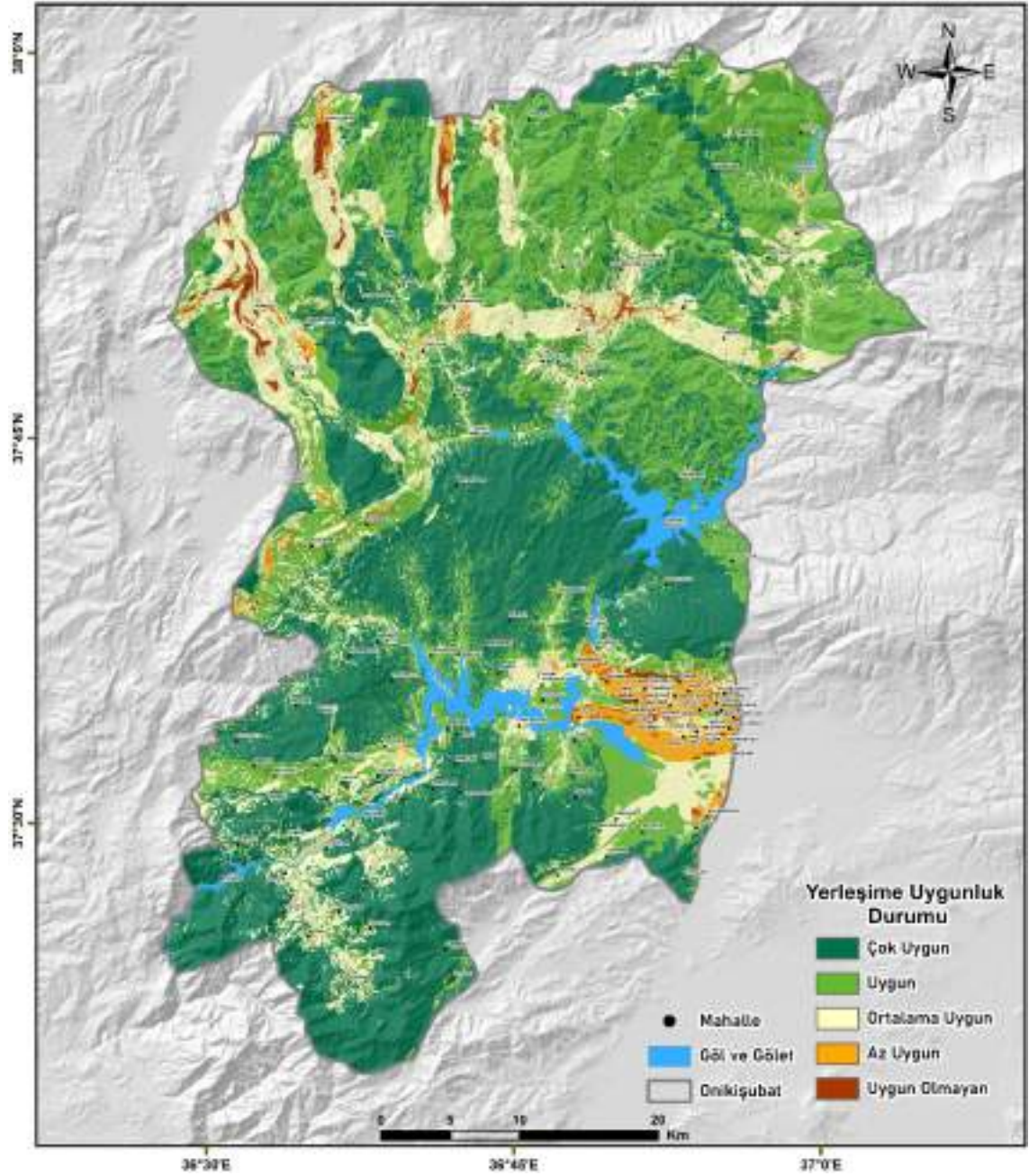
Bağ-Bahçe	4,9%	10,5%	31,5%	29,9%	23,3%
Çayır-Mera	2,0%	1,3%	11,6%	49,2%	35,8%
Maden ve İnşaat Alanı	1,3%	4,8%	43,7%	21,7%	28,5%

Kahramanmaraş çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası analiz edilerek aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

- İl geneli alanların %8'i uygun olmayan ve çok az uygun, %70,8'i ise uygun ve çok fazla uygun sınıflarındadır.
- İl geneli alanların 1167,6 km<sup>2</sup>'si uygun olmayan ve çok az uygun, 10280,6 km<sup>2</sup>'si ise uygun ve çok fazla uygun sınıflarındadır.
- Uygun olmayan ve çok az uygun sınıflarının oransal toplamına göre en az uygun ilçeler sırası ile Türkoğlu, Pazarcık, Dulkadiroğlu'dur.
- Uygun ve çok fazla uygun sınıflarının oransal toplamına göre en çok uygun ilçeler sırası ile Andırın, Ekinözü ve Onikişubat'tır.
- Uygun olmayan ve az uygun sınıflarının alansal toplamına göre en az uygun ilçeler sırası ile Pazarcık, Dulkadiroğlu ve Göksun'dur.
- Uygun ve çok uygun sınıflarının alansal toplamına göre en çok uygun ilçeler sırası ile Onikişubat, Elbistan ve Göksun'dur.
- Mevcut yerleşim alanlarının oransal olarak %30,4'ü uygun olmayan ve az uygun, %35'i ise uygun ve çok uygun alanlardadır.
- Mevcut yerleşim alanlarının 50,2 km<sup>2</sup>'si uygun olmayan ve az uygun, 57,6 km<sup>2</sup>'si ise uygun ve çok uygun alanlardadır.

Kahramanmaraş için çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritasının hem daha açık gösterilmesi hem de mahalle bazlı analizlerinin yapılabilmesi için ilçelere ayrılmıştır. Ayrıca TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) tarafından yayınlanan adrese dayalı nüfus kayıt sisteminden mahalle nüfus verileri temin edilerek, analizlere dahil edilmiştir (TÜİK, 2024).

#### 4.4.1. Onikişubat ilçesi uygun yerleşim alanları



Şekil 4.56. Onikişubat ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası

Onikişubat ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası analiz edildiğinde; %1,4 (33 km<sup>2</sup>) uygun olmayan, %2,5 (61,2 km<sup>2</sup>) az uygun, %19 (460,8 km<sup>2</sup>) ortalama uygun, %35,3 (858,4 km<sup>2</sup>) uygun ve %41,8 (1015,6 km<sup>2</sup>) çok uygun alanlar olarak belirlenmiştir. Ayrıca Onikişubat ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları tespit edilmiştir (Çizelge 4.76.).

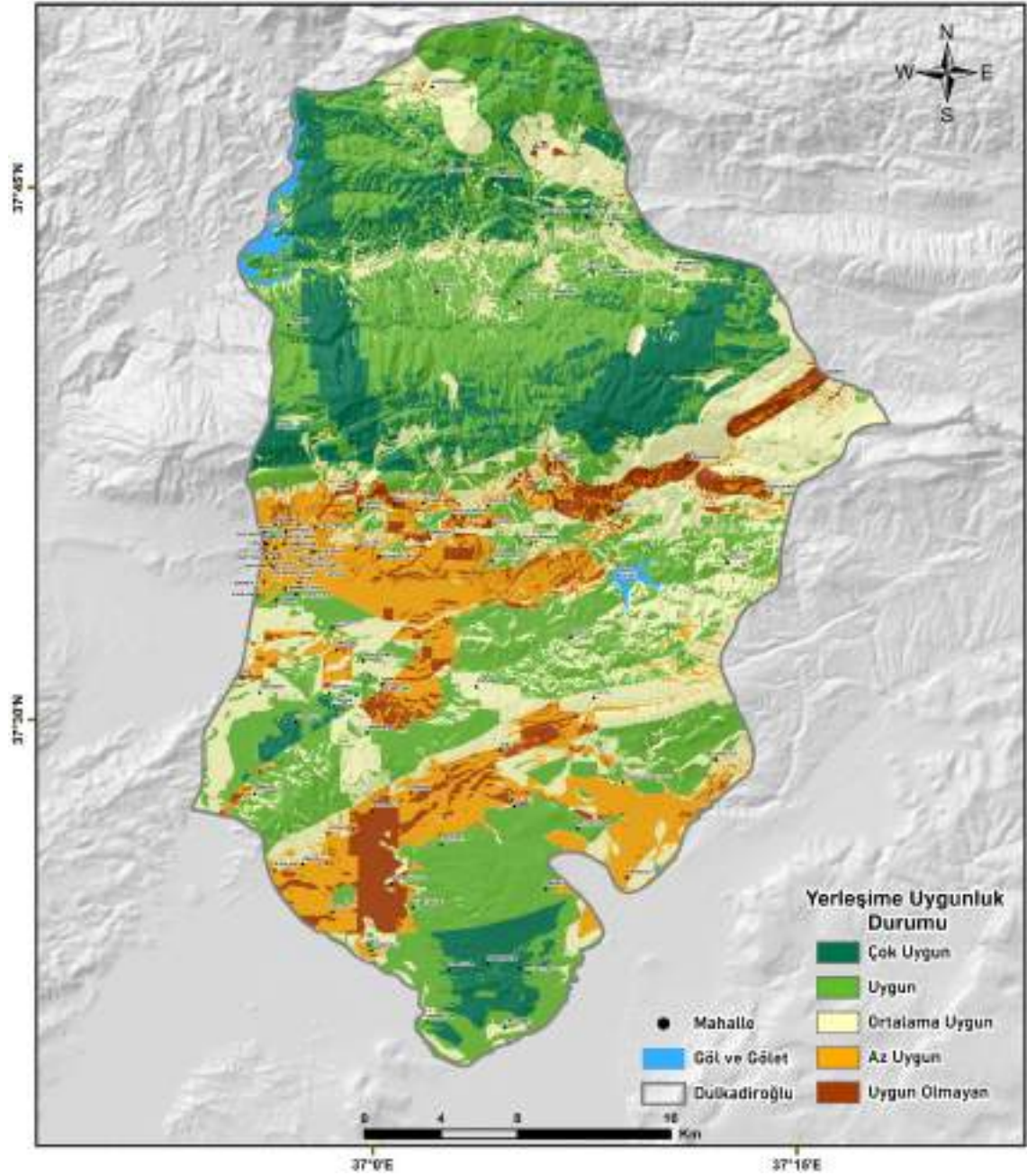
Çizelge 4.76. Onikişubat ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları

Yerleşime Uygunluk Sınıfı	Mahalle			
<b>Çok Uygun</b>	Avgasır	Beşbağlar	Çevrepinar	Demrek
	Dereboğazı	Fatmalı	Hacıbudak	Hacılar
	Hartlap	Ilica	Kale	Karadere
	Kerimli	Kısıklı	Kızılseki	Köseli
	Kurtlar	Kürtül	Muratlı	Önsen
	Sarıçukur Zeytindere	Sarıgüzel	Yenicekale	Yolyanı
<b>Uygun</b>	Abdülhamid Han	Altınova	Ayşepınarı	Bulutoğlu
	Ceyhan	Cüceli	Çağırkan	Çakırdere
	Çakırlar	Çamlıca	Döngel	Döngel
	Gölpınar	Hasancıklı	İsmaili	Kalakaya
	Karamanlı	Kavlaklı	Kaynar	Kertmen
	Kılavuzlu	Kozcağız	Köşürge	Kümperli
	Maksutlu	Orhangazi	Öşlü	Payamlı
	Reyhanlı	Sadıklı	Sarımollalı	Selimiye
	Suçatı	Suluyayla	Şehit Evliya	Tekir
Topçalı	Yenidemir	Yeniyapan	Yeşilyurt	
<b>Ortalama Uygun</b>	Ağcalı	Avcılar	Barbaros	Beşen
	Bin Evler	Boğaziçi	Büyüksır	Cumhuriyet
	Çağlayan	Çamlıbel	Çokran	Çukurhisar
	Dadağlı	Dönüklü	Ertuğrul Gazi	Hacıağlar
	Hacıbrahimuşağı	Hacımustafa	Hacımınoglu	İstiklal
	Kapıkaya	Karacaoğlan	Kazım Karabekir	Kızıldamlar
	Kumarlı	Kumaşır	Küçüksır	Malik Ejder
	Mercimektepe	Mevlâna	Oruç Reis	Öztürk
	Piri Reis	Rahmacılar	Saygılı	Süleymanlı
Şahinkayası				
<b>Az Uygun</b>	5 Nisan	Akçakoyunlu	Akif İnan	Avşar
	Çamlık	Dumlupınar	Fatih	Gayberli
	Gedemen	Hacı Bayram Veli	Haydar Bey	Hayrullah
	Hürriyet	Mağralı	Mimar Sinan	Molla Gürani
	Necip Fazıl	Osman Gazi	Saçaklızade	Selçuklu
	Serintepe	Süleymanşah	Şazi Bey	Ş. Abdullah Çavuş
	Tavşan Tepe	Tekerek	Üngüt	Vadi
Yamaçtepe	Yirmiikigün	Yörükselim	Yunus Emre	
<b>Uygun Olmayan</b>	Kurucaova	Maarif	Yusuflar	

Onikişubat ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları ile nüfus ilişkisi analiz edilerek aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

- Çok uygun sınıfta 25 mahalle ve 31164 kişi bulunmaktadır.
- Uygun sınıfta 40 mahalle ve 56205 kişi bulunmaktadır.
- Ortalama uygun sınıfta 37 mahalle ve 101560 kişi bulunmaktadır.
- Az uygun sınıfta 32 mahalle ve 232438 kişi bulunmaktadır.
- Uygun olmayan sınıfta 3 mahalle ve 6269 kişi bulunmaktadır.

#### 4.4.2. Dulkadiroğlu ilçesi uygun yerleşim alanları



**Şekil 4.57.** Dulkadiroğlu ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası

Dulkadiroğlu ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası analiz edildiğinde; %6,2 (72,9 km<sup>2</sup>) uygun olmayan, %12,7 (149,6 km<sup>2</sup>) az uygun, %25,4 (298,3 km<sup>2</sup>) ortalama uygun, %39,8 (467,7 km<sup>2</sup>) uygun ve %16 (187,6 km<sup>2</sup>) çok uygun alanlar olarak belirlenmiştir. Ayrıca Dulkadiroğlu ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları tespit edilmiştir (Çizelge 4.77.).

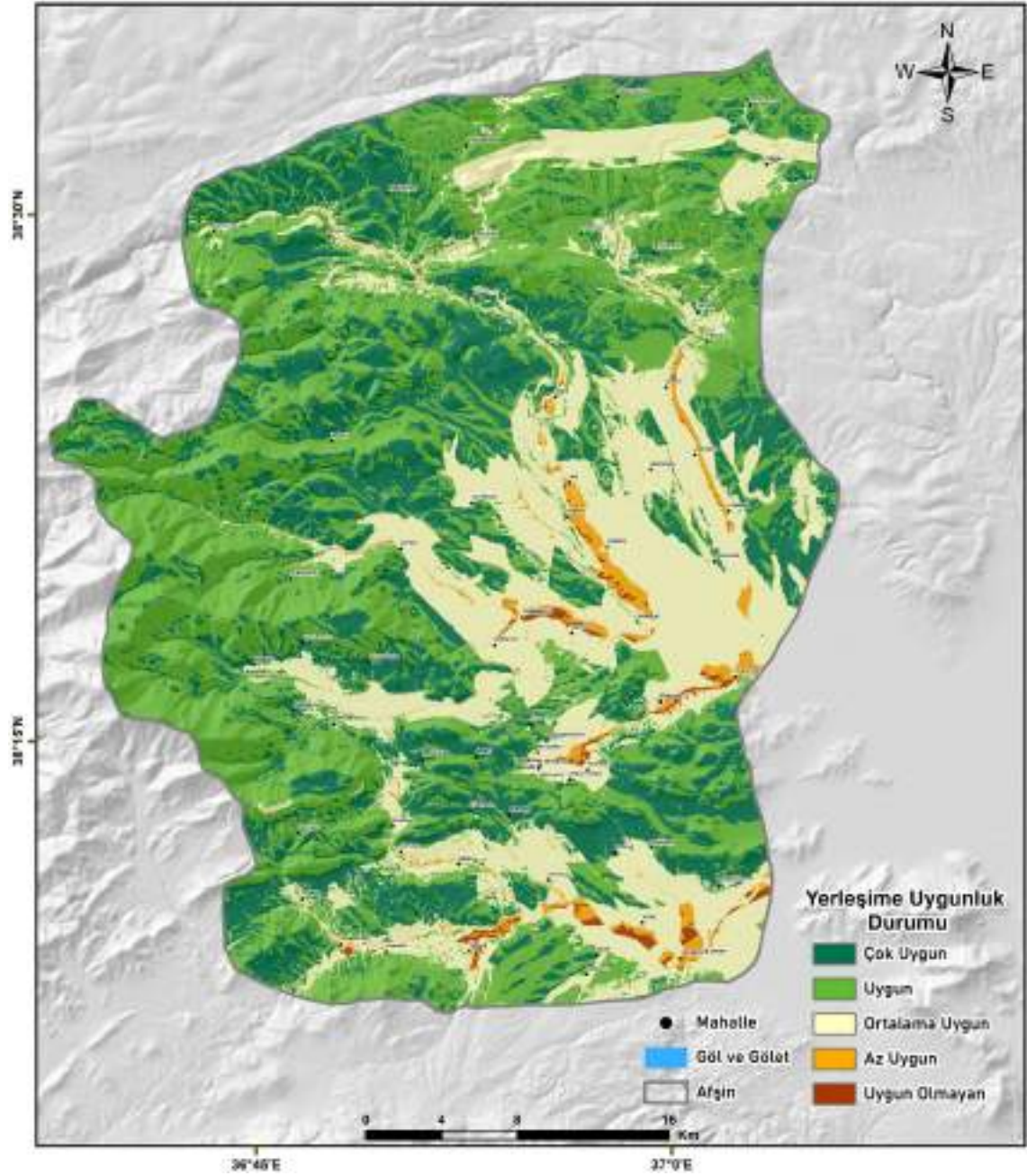
Çizelge 4.77. Dulkadiroğlu ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları

Yerleşime Uygunluk Sınıfı	Mahalle			
<b>Çok Uygun</b>	Ağabeyli	Çatmayayla	Halkaçayırı	Maksutuşağı
<b>Uygun</b>	Abbaslar Budaklı Denizli Gazi Paşa Kılağlı Sümer	Alibeyuşağı Çınarlı Elmalar Genç Osman Kuzucak Yenişınar	Bayazıtlı Çobanlı Eyüp Sultan İstasyon Mamaraş Yenişurt	Baydemirli Demirciler Ferhuş Karşıyaka Seyrantepe
<b>Ortalama Uygun</b>	Arslanbey Çokyaşar Güzelyurt Karataş Kırım Söğütlü	Bahçeli Dereköy Hacıyüplü Karaziyaret Osmanbey Şerefoglu	Başdevrişli Fevzi Paşa Kabasakal Kartal Peynirdere Ulutaş	Boyalı Gaffarlı Karamanlı Kemallı Sarıkaya Yusufohalı
<b>Az Uygun</b>	Akyar Bahçelievler Divanlı Duraklı İsa Divanlı Kayabaşı Küpelikız Navruzlu Sütçü İmam Yavuz Selim	Aslan Bey Ballica Doğanlıkarahasan Egemenlik İsmet Paşa Kazanlıpınar Mehmet Akif Öksüzlü Şeyh Adil Yeni Şehir	Ayaklıcaoluk Bulanık Doğu Kent Ekberoğlu Kanuni Kocalar Menderes Sakarya Turan Yeşiltepe	Bağlarbaşı Çiğli Dulkadiroğlu Güneşevler Karıçam Kurtuluş Namık Kemal Senem Ayşe Yahya Kemal
<b>Uygun Olmayan</b>	Aksu Erkenez Küçüknacar Tevekkelli	Beşenli Eskinarlı Pınarbaşı	Dereli Göllü Sivricehüyük	Ekmekçi Kozludere Şeyh Şamil

Dulkadiroğlu ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları ile nüfus ilişkisi analiz edilerek aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

- Çok uygun sınıfta 4 mahalle ve 1573 kişi bulunmaktadır.
- Uygun sınıfta 23 mahalle ve 37547 kişi bulunmaktadır.
- Ortalama uygun sınıfta 24 mahalle ve 29674 kişi bulunmaktadır.
- Az uygun sınıfta 39 mahalle ve 123469 kişi bulunmaktadır.
- Uygun olmayan sınıfta 13 mahalle ve 22345 kişi bulunmaktadır.

#### 4.4.3. Afşin ilçesi uygun yerleşim alanları



**Şekil 4.58.** Afşin ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası

Afşin ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası analiz edildiğinde; %0,7 (10,9 km<sup>2</sup>) uygun olmayan, %1,6 (24,4 km<sup>2</sup>) az uygun, %27,1 (407,5 km<sup>2</sup>) ortalama uygun, %43,3 (649,6 km<sup>2</sup>) uygun ve %27,3 (409,6 km<sup>2</sup>) çok uygun alanlar olarak belirlenmiştir. Ayrıca Afşin ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları tespit edilmiştir (Çizelge 4.78.).

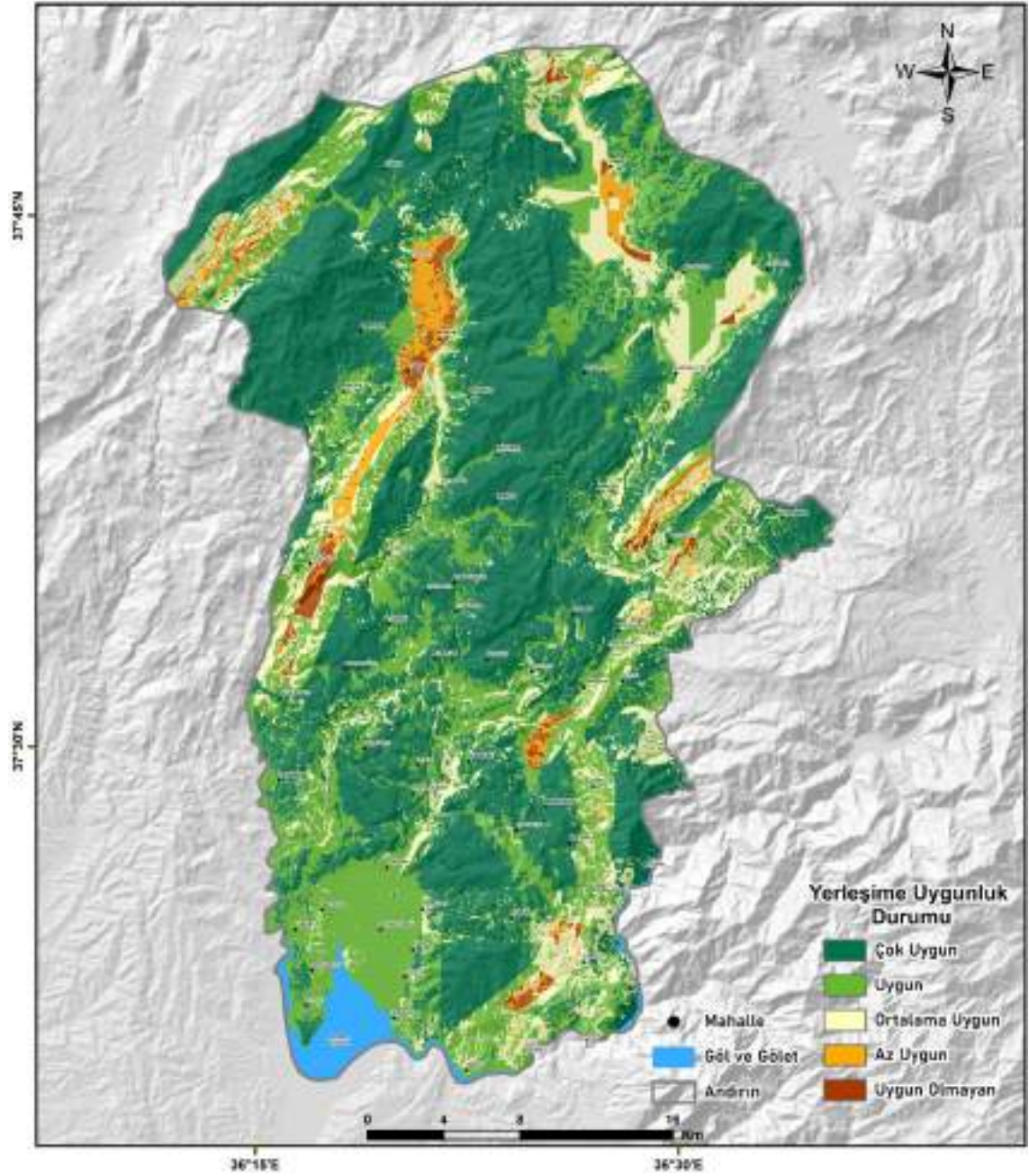
**Çizelge 4.78.** Afşin ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları

Yerleşime Uygunluk Sınıfı	Mahalle			
<b>Çok Uygun</b>	Alımpınar Binboğa Erçene Türksevin	Alpaslan Büyüksevin Gerger	Armutalan Büyüktatlı Kabağağaç	Başüstü Çukurpınar Nadir
<b>Uygun</b>	Ağcaşar Haticepınarı Oğlakkayası	Arıtış İncirli Söğütderesi	Efsus Turan Kaşanlı Tatlar	Emirli Koçovası Türkçayırı
<b>Ortalama Uygun</b>	Afşinbey Anzorey Büget Çomudüz Emirilyas Hurman Kale Mehre Pınarbaşı Yazıköy	Alemdar Bakraç Çağulhan Dağlıca Esence Hüyükülü Kangal Ördek Soğucak Yeşilyurt	Altaş Berçenek Çobanbeyli Dedebaba Gaziosmanpaşa İğdemlik Karagöz Örenderesi Tanır	Altınelma Beyceğiz Çoğulhan Dokuztay Gözpınar İnci Kötüre Örenli Topaktaş
<b>Az Uygun</b>	Kuşkayası	Yazidere		
<b>Uygun Olmayan</b>	Deveboynu			

Afşin ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları ile nüfus ilişkisi analiz edilerek aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

- Çok uygun sınıfta 13 mahalle ve 10322 kişi bulunmaktadır.
- Uygun sınıfta 12 mahalle ve 16879 kişi bulunmaktadır.
- Ortalama uygun sınıfta 38 mahalle ve 50145 kişi bulunmaktadır.
- Az uygun sınıfta 2 mahalle ve 553 kişi bulunmaktadır.
- Uygun olmayan sınıfta 1 mahalle ve 253 kişi bulunmaktadır.

#### 4.4.4. Andırın ilçesi uygun yerleşim alanları



Şekil 4.59. Andırın ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası

Andırın ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası analiz edildiğinde; %1,4 (16,3 km<sup>2</sup>) uygun olmayan, %2,6 (30,7 km<sup>2</sup>) az uygun, %15,1 (180,9 km<sup>2</sup>) ortalama uygun, %29,8 (358,1 km<sup>2</sup>) uygun ve %51,2 (615,9 km<sup>2</sup>) çok uygun alanlar olarak belirlenmiştir. Ayrıca Andırın ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları tespit edilmiştir (Çizelge 4.79.).

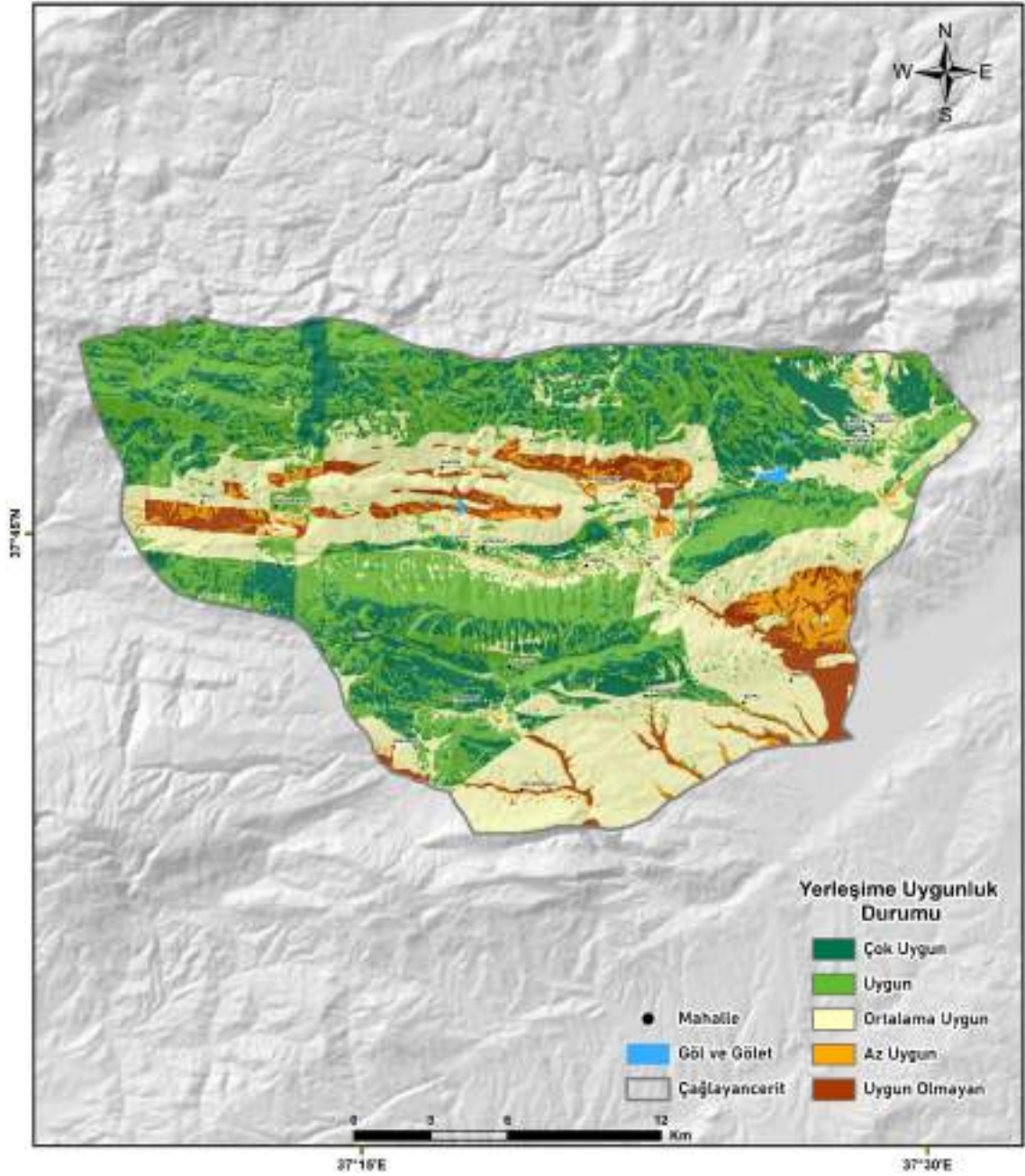
Çizelge 4.79. Andırın ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları

Yerleşime Uygunluk Sınıfı	Mahalle			
<b>Çok Uygun</b>	Akgümüş Bulgurkaya Gökçeli Pınarbaşı Yeniköy	Alınoluk Camuzluk Hacıveliüşağı Torlar Yenimahalle	Boğazören Çiğşar Kabaklar Torun	Boztopraklı Çuhadarlı Osmancık Tufanpaşa
<b>Uygun</b>	Akçakoyunlu Altınyayla Bektaşlı Çokak Gökahmetli Kıyıkçı Kumarlı Yeşilyurt	Alameşe Anacık Bostanlı Darıovası Gökgedik Kızık Kuzgun	Alanlı Arıklar Boynuyoğunlu Efırağızlı Kaleboynu Köklü Rıfatiye	Altınboğa Başdoğan Çiçekli Erenler Kargaçayırı Köleli Yeşilova
<b>Ortalama Uygun</b>	Beşbucak Sumaklı	Emirler Yeşiltepe	Karapınar	Orhaniye
<b>Az Uygun</b>	Akifiye	Cambaz		
<b>Uygun Olmayan</b>	Geben			

Andırın ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları ile nüfus ilişkisi analiz edilerek aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

- Çok uygun sınıfta 18 mahalle ve 13832 kişi bulunmaktadır.
- Uygun sınıfta 29 mahalle ve 13602 kişi bulunmaktadır.
- Ortalama uygun sınıfta 6 mahalle ve 2457 kişi bulunmaktadır.
- Az uygun sınıfta 2 mahalle ve 1159 kişi bulunmaktadır.
- Uygun olmayan sınıfta 1 mahalle ve 1531 kişi bulunmaktadır.

#### 4.4.5. Çağlayancerit ilçesi uygun yerleşim alanları



**Şekil 4.60.** Çağlayancerit ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası

Çağlayancerit ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası analiz edildiğinde; %6,4 (29,9 km<sup>2</sup>) uygun olmayan, %3,5 (16,5 km<sup>2</sup>) az uygun, %35,1 (165,1 km<sup>2</sup>) ortalama uygun, %34,9 (163,9 km<sup>2</sup>) uygun ve %20,1 (94,6 km<sup>2</sup>) çok uygun alanlar olarak belirlenmiştir. Ayrıca Çağlayancerit ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları tespit edilmiştir (Çizelge 4.80.).

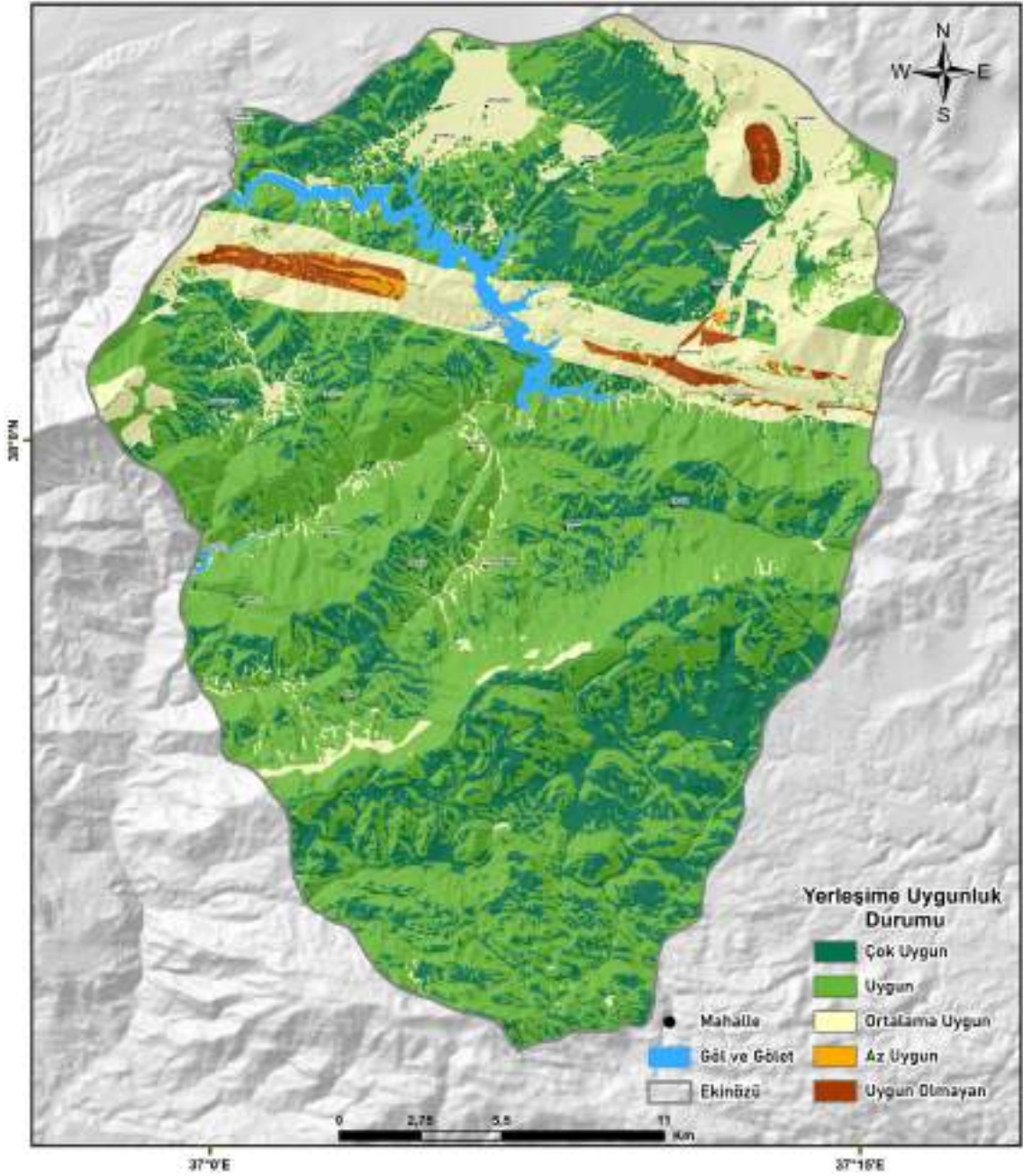
**Çizelge 4.80.** Çağlayancerit ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları

Yerleşime Uygunluk Sınıfı	Mahalle			
<b>Çok Uygun</b>	Zeynepuşağı			
<b>Uygun</b>	Akdere Oruçpınar	Aksu Soğukpınar	Boylu	Engizek
<b>Ortalama Uygun</b>	Bayırlı Helete Cumhuriyet Kale	Bozlar Helete Karadağ Küçükcerit	Emiruşağı Helete Yeşiloba Küçüküngüt	Fatih İstiklal
<b>Uygun Olmayan</b>	Bölükdamlar			

Çağlayancerit ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları ile nüfus ilişkisi analiz edilerek aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

- Çok uygun sınıfta 1 mahalle ve 201 kişi bulunmaktadır.
- Uygun sınıfta 6 mahalle ve 5313 kişi bulunmaktadır.
- Ortalama uygun sınıfta 11 mahalle ve 17594 kişi bulunmaktadır.
- Az uygun sınıfta mahalle bulunmamaktadır.
- Uygun olmayan sınıfta 1 mahalle ve 51 kişi bulunmaktadır.

#### 4.4.6. Ekinözü ilçesi uygun yerleşim alanları



Şekil 4.61. Ekinözü ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası

Ekinözü ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası analiz edildiğinde; %1,6 (10,3 km<sup>2</sup>) uygun olmayan, %0,4 (2,9 km<sup>2</sup>) az uygun, %18,3 (120,1 km<sup>2</sup>) ortalama uygun, %53,3 (349,8 km<sup>2</sup>) uygun ve %26,3 (172,9 km<sup>2</sup>) çok uygun alanlar olarak belirlenmiştir. Ayrıca Ekinözü ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları tespit edilmiştir (Çizelge 4.81.).

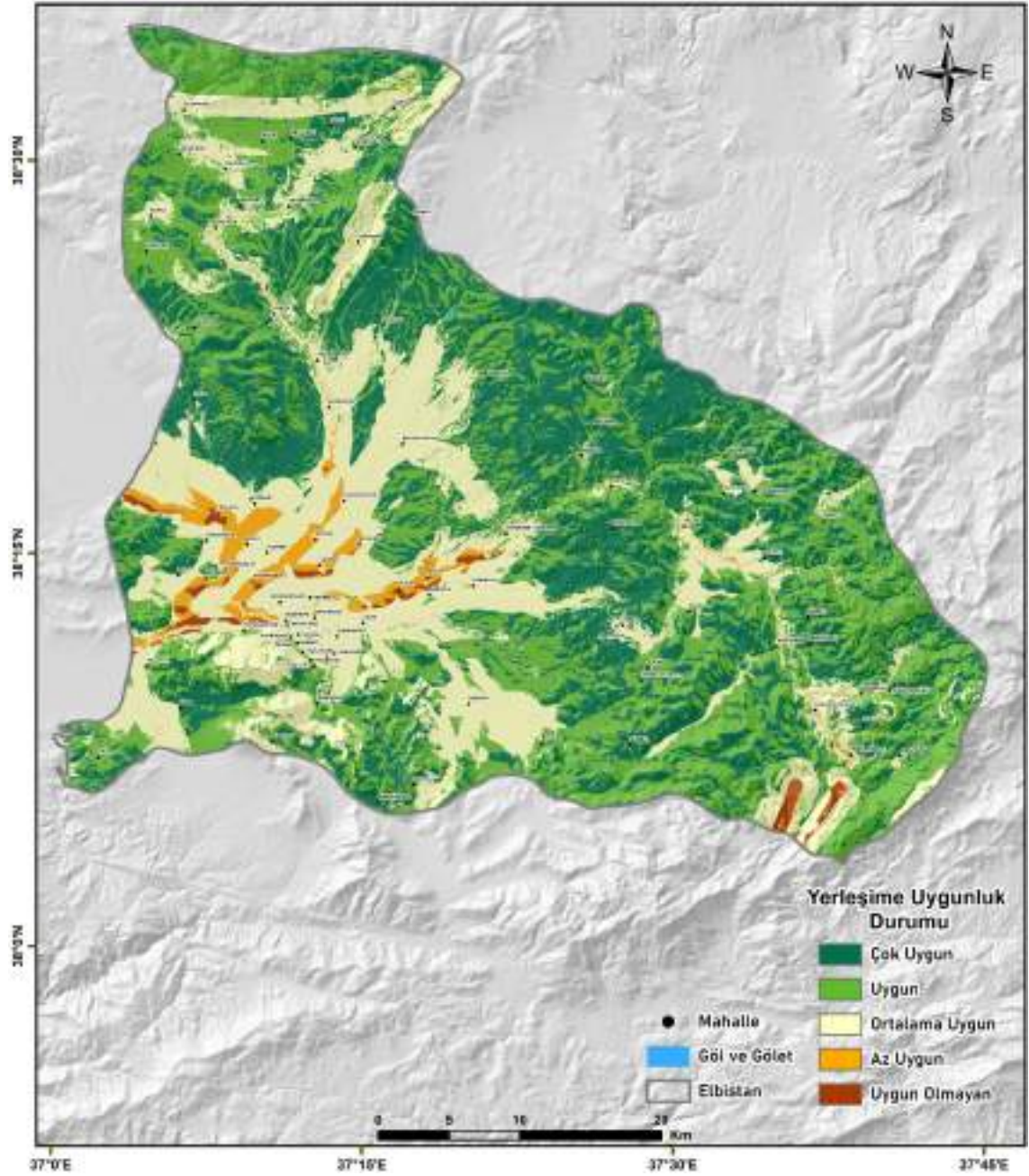
Çizelge 4.81. Ekinözü ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları

Yerleşime Uygunluk Sınıfı	Mahalle			
<b>Çok Uygun</b>	Çiftlik Türkeli	İçmeler	Kabaktepe	Öztürk
<b>Uygun</b>	Alişar Demirlik	Altunyaprak Kürtül	Anbar Türkmenler	Ataköy Yeniköy
<b>Ortalama Uygun</b>	Akpınar Maarif	Gaziler Ortaören	Gözpınar Soysallı	Kandil
<b>Uygun Olmayan</b>	Çiftlikkale			

Ekinözü ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları ile nüfus ilişkisi analiz edilerek aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

- Çok uygun sınıfta 5 mahalle ve 3958 kişi bulunmaktadır.
- Uygun sınıfta 8 mahalle ve 2577 kişi bulunmaktadır.
- Ortalama uygun sınıfta 7 mahalle ve 3590 kişi bulunmaktadır.
- Az uygun sınıfta mahalle bulunmamaktadır.
- Uygun olmayan sınıfta 1 mahalle ve 346 kişi bulunmaktadır.

#### 4.4.7. Elbistan ilçesi uygun yerleşim alanları



**Şekil 4.62.** Elbistan ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası

Elbistan ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası analiz edildiğinde; %0,8 (17,3 km<sup>2</sup>) uygun olmayan, %2,2 (48,1 km<sup>2</sup>) az uygun, %28,6 (629,2 km<sup>2</sup>) ortalama uygun, %36,1 (794,6 km<sup>2</sup>) uygun ve %32,3 (711,8 km<sup>2</sup>) çok uygun alanlar olarak belirlenmiştir. Ayrıca Elbistan ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları tespit edilmiştir (Çizelge 4.82.).

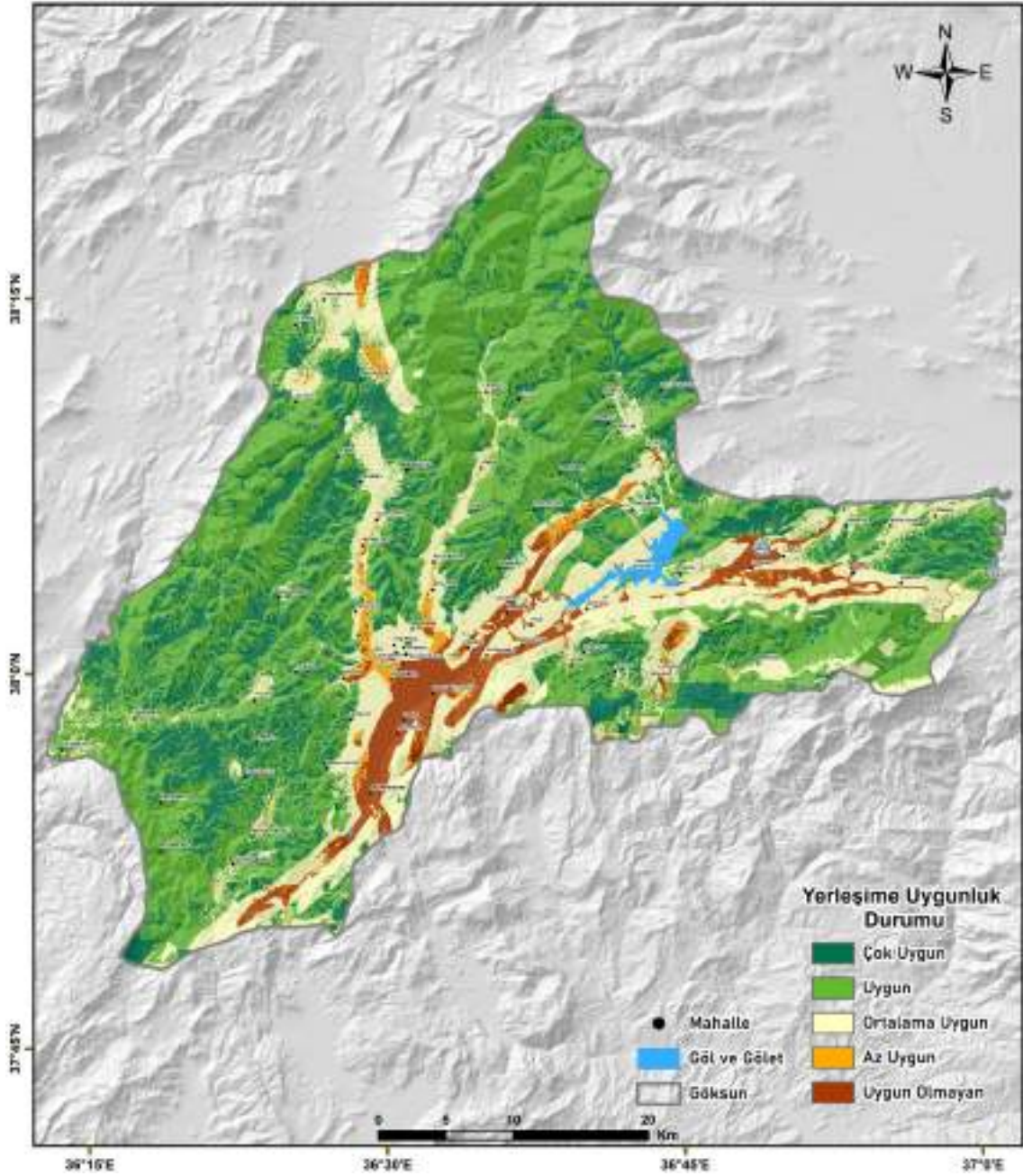
Çizelge 4.82. Elbistan ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları

Yerleşime Uygunluk Sınıfı	Mahalle			
<b>Çok Uygun</b>	Akarca	Beyyurdu	Dervişçimli	Gökçek
	Gümüşdöven	Günaltı	İğde	İkizpınar
	İncecik	Özcanlı	Sünnet	Tapkırın
	Yalıntaş	Yapılı		
<b>Uygun</b>	Aksakal	Atmalıktaşanlı	Bakış	Beştepe
	Çalış	Fakıoğlu	Güblüce	Gücük
	Kalaycık	Kalealtı	Kangal	Karamağara
	Kışla	Körücek	Köseyahya	Köşk
	Pınarbaşı	Taşburun	Tepebaşıkastal	Topallı
	Toprakhisar	Yapılıpınar	Yeşilyurt	Yoğunsöğüt
	Ağlıca	Akbayır	Akören	Alembey
<b>Ortalama Uygun</b>	Alkayaoğlu	Armutalan	Bahçelievler	Balıkçıl
	Battalgazi	Büyükyapalak	Ceyhan	Cumhuriyet
	Çatova	Çiçek	Demircilik	Doğan
	Eldelek	Elmalı	Esentepe	Evcihüyük
	Geçit	Gündere	Güneşli	Güvercinlik
	Hacıhasanlı	Hasanalili	Horhor	Izgın
	Kantarma	Karaelbistan	Karahasanuşağı	Karahüyük
	Kavaktepe	Kayageçit	Keçemağara	Kızılcaoba
	Köprübaşı	Küçükyapalak	Kümbet	Orhangazi
	Ovacık	Özbek	Sarıyatak	Sevdili
	Söğütlü	Tepebaşı	Türkören	Uncular
	Uzunpınar	Yalak	Yunus Emre	
<b>Az Uygun</b>	Çıtlık	Hasankendi	Tapkırankale	Yapraklı

Elbistan ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları ile nüfus ilişkisi analiz edilerek aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

- Çok uygun sınıfta 14 mahalle ve 3775 kişi bulunmaktadır.
- Uygun sınıfta 24 mahalle ve 27572 kişi bulunmaktadır.
- Ortalama uygun sınıfta 51 mahalle ve 94290 kişi bulunmaktadır.
- Az uygun sınıfta 4 mahalle ve 2118 kişi bulunmaktadır.
- Uygun olmayan sınıfta mahalle bulunmamaktadır.

#### 4.4.8. Göksun ilçesi uygun yerleşim alanları



Şekil 4.63. Göksun ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirme ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası

Göksun ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirme ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası analiz edildiğinde; %5,7 (110,5 km<sup>2</sup>) uygun olmayan, %1,8 (34,4 km<sup>2</sup>) az uygun, %20,8 (404,2 km<sup>2</sup>) ortalama uygun, %49,4 (958,6 km<sup>2</sup>) uygun ve %22,4 (434,4 km<sup>2</sup>) çok uygun alanlar olarak belirlenmiştir. Ayrıca Göksun ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları tespit edilmiştir (Çizelge 4.83.).

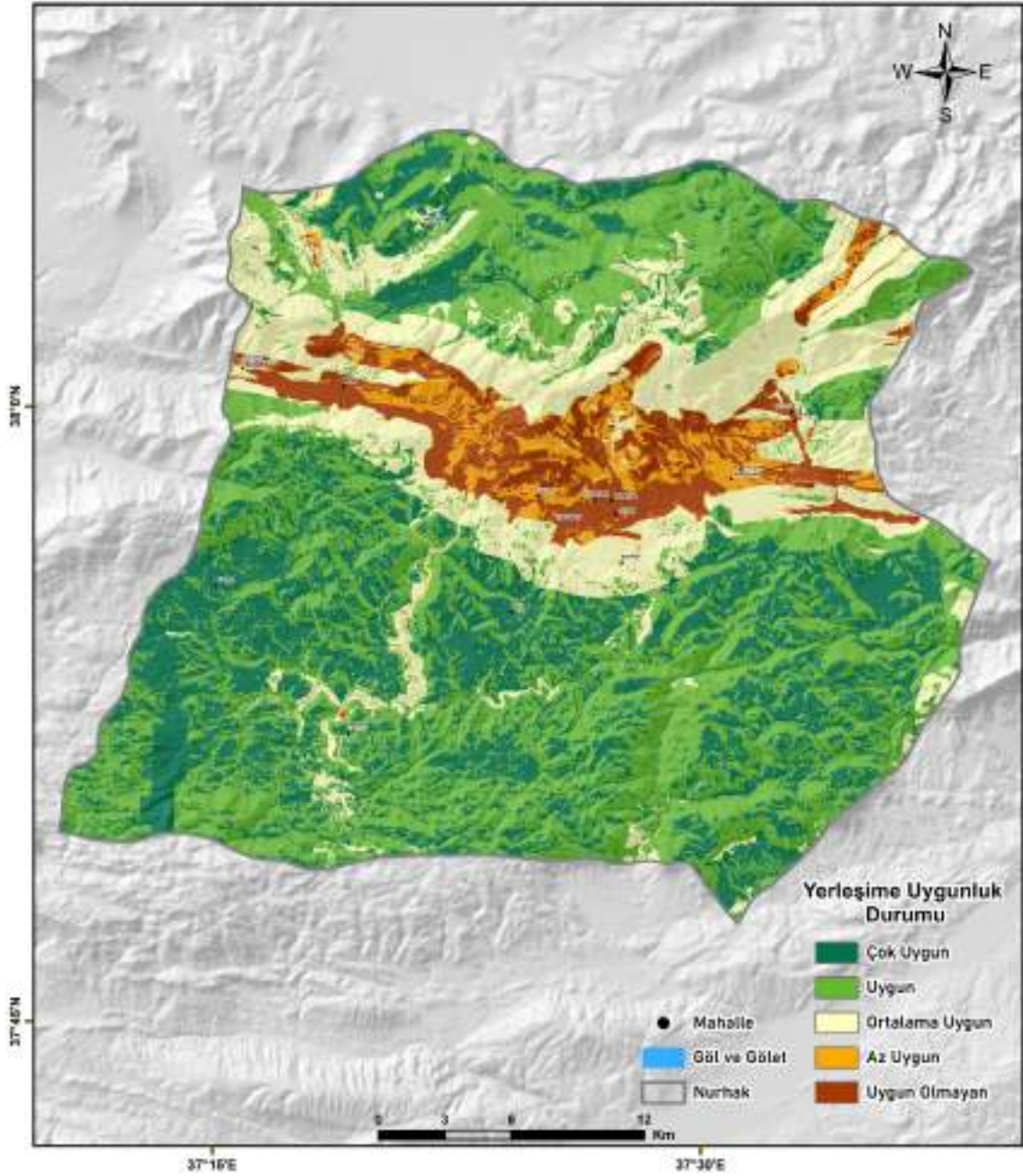
**Çizelge 4.83.** Göksun ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları

Yerleşime Uygunluk Sınıfı	Mahalle			
<b>Çok Uygun</b>	Bozarmut Kanlıkavak Sırmalı	Bozhüyük Kızılöz	Büyükkızılcık Mürsel	Güldağ Payamburnu
<b>Uygun</b>	Acielma Fındık Kamışcık Soğukpınar Yoğunluk	Ahmetçik Göynük Kavşut Taşoluk	Altınoba Hacıkodal Kazandere Yağmurlu	Esenköy Kaleboynu Keklikoluk Yeniyanan
<b>Ortalama Uygun</b>	Alıçlıbucak Cumhuriyet Doğankonak Güller Karaahmet Kemalpaşa Mahmutbey Tahirbey Yeşilköy	Apıklar Çağlıyan Elmalı Hacimirza Karaömer Kınıkkoz Mehmetbey Temurağa Yiricek	Bahçelievler Çamdere Fındıklıkoyak Harbiye Karatut Kömür Ortatepe Tepebaşı	Büyükçamurlu Çardak Gücüksu Huğtaş Kayabaşı Küçükçamurlu Pınarbaşı Tombak
<b>Az Uygun</b>	Köprübaşı			
<b>Uygun Olmayan</b>	Aslanbeyçiftliği Hacıömer Kurtuluş	Değirmendere Kale Saraycık	Ericcek Kireç Yantepe	Gölpınar Korkmaz Yeni

Göksun ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları ile nüfus ilişkisi analiz edilerek aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

- Çok uygun sınıfta 9 mahalle ve 5846 kişi bulunmaktadır.
- Uygun sınıfta 17 mahalle ve 5766 kişi bulunmaktadır.
- Ortalama uygun sınıfta 34 mahalle ve 25196 kişi bulunmaktadır.
- Az uygun sınıfta 1 mahalle ve 996 kişi bulunmaktadır.
- Uygun olmayan sınıfta 12 mahalle ve 11315 kişi bulunmaktadır.

#### 4.4.9. Nurhak ilçesi uygun yerleşim alanları



**Şekil 4.64.** Nurhak ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası

Nurhak ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası analiz edildiğinde; %7,3 (74,6 km<sup>2</sup>) uygun olmayan, %3,7 (37,6 km<sup>2</sup>) az uygun, %19,5 (200,3 km<sup>2</sup>) ortalama uygun, %42 (432,2 km<sup>2</sup>) uygun ve %27,6 (283,3 km<sup>2</sup>) çok uygun alanlar olarak belirlenmiştir. Ayrıca Nurhak ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları tespit edilmiştir (Çizelge 4.84.).

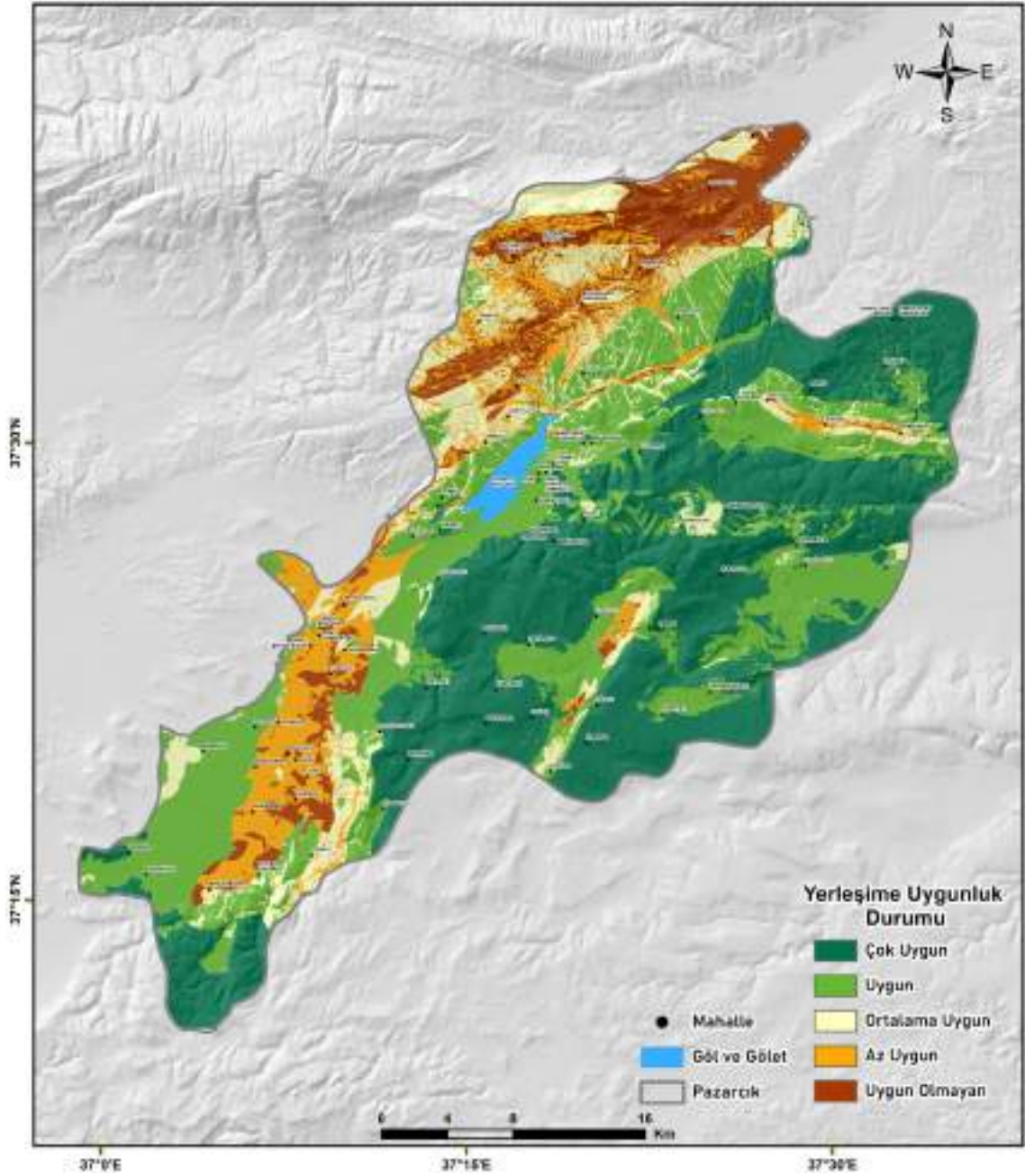
**Çizelge 4.84.** Nurhak ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları

Yerleşime Uygunluk Sınıfı	Mahalle			
	<b>Çok Uygun</b>	Gürsel	Umutlu	Biçin
<b>Ortalama Uygun</b>	Ağcaşar	Eskiköy	A.Değirmenkaya	
<b>Az Uygun</b>	Kullar	Karşıyaka	Kıyılar	Pınarbaşı
<b>Uygun Olmayan</b>	Tatlar	Barış	Yeni	Seyitaliler
	Karaçar	Hüyük		

Nurhak ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları ile nüfus ilişkisi analiz edilerek aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

- Çok uygun sınıfta 3 mahalle ve 292 kişi bulunmaktadır.
- Uygun sınıfta mahalle bulunmamaktadır.
- Ortalama uygun sınıfta 3 mahalle ve 1270 kişi bulunmaktadır.
- Az uygun sınıfta 4 mahalle ve 3366 kişi bulunmaktadır.
- Uygun olmayan sınıfta 6 mahalle ve 7056 kişi bulunmaktadır.

#### 4.4.10. Pazarcık ilçesi uygun yerleşim alanları



Şekil 4.65. Pazarcık ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası

Pazarcık ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası analiz edildiğinde; %8,6 (107,2 km<sup>2</sup>) uygun olmayan, %10,9 (136 km<sup>2</sup>) az uygun, %12,1 (151,8 km<sup>2</sup>) ortalama uygun, %30,2 (378,5 km<sup>2</sup>) uygun ve %38,3 (479,4 km<sup>2</sup>) çok uygun alanlar olarak belirlenmiştir. Ayrıca Pazarcık ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları tespit edilmiştir (Çizelge 4.85.).

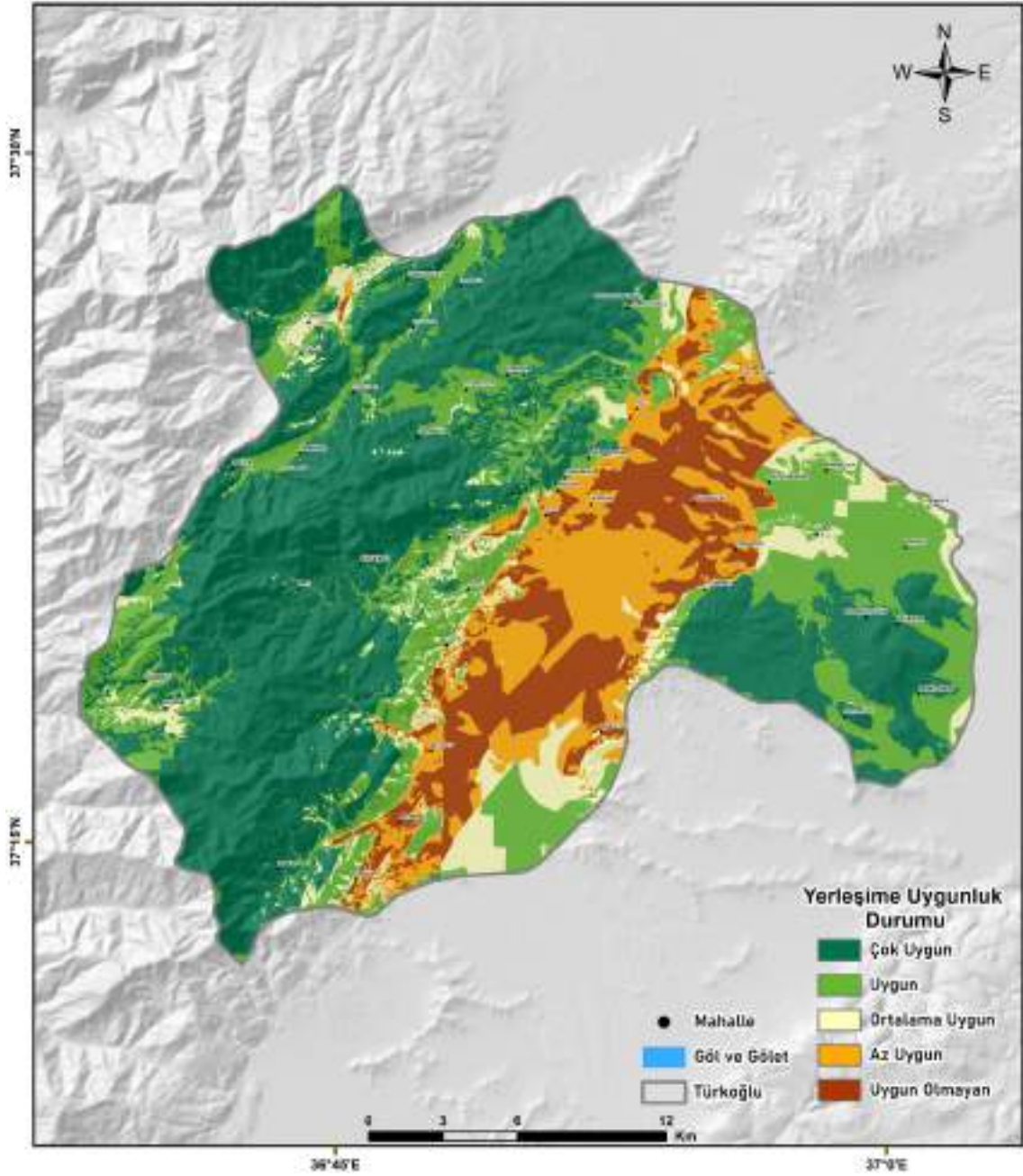
Çizelge 4.85. Pazarcık ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları

Yerleşime Uygunluk Sınıfı	Mahalle			
<b>Çok Uygun</b>	Akdemir Damlataş Karagöl Memişkahya Turunçlu	Beşçeşme Eğrice Keleş Sadakalar Ulubahçe	Cimikanlı Ganıdağketiler Kizirli Salmanlı Y.Bağlar	Çamlıtepe Hasankoca Kuzeykent Sultanlar Y.Cumhuriyet
<b>Uygun</b>	15 Temmuz Bağdınısağır Emiroğlu İncirli M. Emin Arıkoğlu Musolar Sarıl Ufacıklı Yolboyu	Ahmet Bozdağ Bölükçam Evri Pınarbaşı Karabıyıklı Memiş Özdal Salluşağı Şahintepe Yarbaşı Yukarıhöcükü	Akcakoyunlu Cengiz Topel Fatih Karahüyük Menderes Salmanpak Şeh.Nur.Ademoğlu Yeşilkent Yukarımülk	Aşağımülk Çöçelli Hürriyet Kızkapanlı Mezere Sarierik Taşdemir Yiğitler
<b>Ortalama Uygun</b>	Akçalar Göçer	Çamlıca Harmancık	Çiçekalanı	Evri Taşbişme
<b>Az Uygun</b>	B. Fatih Dedepaşa Kadıncık Narlı İsmetpaşa	B. Kocadere Eğlen Karaçay Osmandede	Çiçek Göynük Narlı Bahçelievler Ördekdede	Çiğdemtepe Hanobası Narlı Cumhuriyet Tetirlik
<b>Uygun Olmayan</b>	Armutlu Sakarkaya	M. Büyüknacar Soku	Karaağaç Tilkiler	Nefsidoğanlı

Pazarcık ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları ile nüfus ilişkisi analiz edilerek aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

- Çok uygun sınıfta 20 mahalle ve 11702 kişi bulunmaktadır.
- Uygun sınıfta 35 mahalle ve 40138 kişi bulunmaktadır.
- Ortalama uygun sınıfta 6 mahalle ve 1466 kişi bulunmaktadır.
- Az uygun sınıfta 16 mahalle ve 10491 kişi bulunmaktadır.
- Uygun olmayan sınıfta 7 mahalle ve 3465 kişi bulunmaktadır.

#### 4.4.11. Türkoğlu ilçesi uygun yerleşim alanları



**Şekil 4.66.** Türkoğlu ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası

Türkoğlu ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası analiz edildiğinde; %10,4 (68,4 km<sup>2</sup>) uygun olmayan, %11,3 (74,9 km<sup>2</sup>) az uygun, %8,2 (53,9 km<sup>2</sup>) ortalama uygun, %23,1 (152,5 km<sup>2</sup>) uygun ve %47 (310,3 km<sup>2</sup>) çok uygun alanlar olarak belirlenmiştir. Ayrıca Türkoğlu ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları tespit edilmiştir (Çizelge 4.86.).

Çizelge 4.86. Türkoğlu ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları

Yerleşime Uygunluk Sınıfı	Mahalle			
<b>Çok Uygun</b>	Bayramgazi Doluca Kelibişler Uzunsöğüt	Çakallı-Çullu Hopurlu Kırmakaya Yeşilyöre	Çakıroğlu İmalı Küçükimalı	Dedeler Kadioğluçiftliği Önsenhopuru
<b>Uygun</b>	Akçalı Cennetpınarı Kaledibi Tahtalıdedeler	Avşarlı Cumhuriyet Kızileniş Yeniköy	Aydınkavak Çakallı-Hasanağa Özbek Yenipınar	Ceceli Gaziosmanpaşa Pınarhüyük Yolderesi
<b>Ortalama Uygun</b>	Hacıbebek	Kumçatı	Yavuzlar	
<b>Az Uygun</b>	Beyoğlu Kılılı	Fatih Kuyumcular	Gaziler	İstasyon
<b>Uygun Olmayan</b>	Çobantepe Yeşilyurt	Güllühüyük	Minehüyük	Şekeroba

Türkoğlu ilçesi mahallelerinin yerleşime uygunluk sınıfları ile nüfus ilişkisi analiz edilerek aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

- Çok uygun sınıfta 14 mahalle ve 19372 kişi bulunmaktadır.
- Uygun sınıfta 16 mahalle ve 17014 kişi bulunmaktadır.
- Ortalama uygun sınıfta 3 mahalle ve 1105 kişi bulunmaktadır.
- Az uygun sınıfta 6 mahalle ve 27866 kişi bulunmaktadır.
- Uygun olmayan sınıfta 5 mahalle ve 8898 kişi bulunmaktadır.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ülkemiz coğrafi konumu ve jeolojik yapısından dolayı deprem, taşkın-sel, heyelan, çığ, orman yangınları gibi doğal afetlere ve küresel iklim değişikliklerinin olumsuz etkilerine sıklıkla maruz kalmaktadır. Araştırma alanı olarak belirlenen Kahramanmaraş konum, topoğrafya ve jeolojik yapı açısından doğal afetlere oldukça duyarlı, iklim değişimlerinin görüldüğü bir şehirdir. Asrın felaketi olarak tanımlanan, tarihsel ve aletsel dönemdeki en büyük depremlerden ikisini aynı gün içinde yaşamıştır. 6 Şubat Depremleri, yakın geçmişte ülkemizde meydana gelen en büyük can ve mal kayıplarına sebep olmuştur. Deprem gibi doğal afetler sonrasında heyelan, taşkın-sel gibi diğer afetleri tetikleyerek çoklu afet riskini ortaya çıkarmaktadır. İklim krizlerinin artması, enerji kaynaklarının verimli kullanılmaması ve yenilenebilir enerjinin günümüzde henüz yeterli olmaması ise biyoklimatik konfor alanlarının belirlenmesini önemli kılmaktadır.

Bu araştırma kapsamında Kahramanmaraş ili için uzaktan algılama ile coğrafi bilgi sistemi teknolojileri kullanılarak deprem etkisi, taşkın-sel ve heyelan duyarlılıkları ile biyoklimatik konfor alanları tespit edilmiştir. Uzman görüşleri, literatürdeki araştırmalar, afetlere ait frekans histogramları ve biyoklimatik konfor indeksleri kullanılarak, çoklu afet ve biyoklimatik konfor modelleri üretilmiştir.

Kahramanmaraş için afetsel ve iklimsel sebeplerle ortaya çıkabilecek kayıplarının azaltılarak, yeni yerleşim planlamalarında altlık olarak kullanılması amacıyla, bu araştırmada hem çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile uygun yerleşim alanları belirlenmiş hem de mevcut yerleşim alanlarının uygunluğu analiz edilmiştir.

Bu tez çalışması ile tespit edilen sonuçlar ve yapılan değerlendirmeler aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır.

### **Deprem Etkisi Duyarlılık Haritası (DEDH)**

- Kahramanmaraş iline ait Deprem Etkisi Duyarlılık Haritası; litolojik yapı, faya yakınlık, PGA475, PGV475, fay yoğunluğu parametreleri ve AHP yöntemi ile üretilmiştir. Parametrelerin önem derecelerinin belirlenmesi için araştırma alanına ve konusuna hâkim uzman görüşleri ile yıkık bina envanteri kullanılmıştır. Deprem etkisi duyarlılığının belirlenmesinde litolojik yapı, faya yakınlık ve PGA475 parametrelerinin diğer parametrelerden daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

- DEDH'ye göre il geneli alanların %30,9'u çok düşük, %41,6'sı düşük, %19,2'si orta, %6,9'u yüksek ve %1,4'ü çok yüksek derecede duyarlıdır. İlçe bazlı analizler sonucunda en az duyarlı ilçeler Ekinözü, Afşin, Elbistan, en çok duyarlı ilçeler ise Pazarcık, Türkoğlu, Dulkadiroğlu olarak belirlenmiştir.

- DEDH ile AKAÖ karşılaştırılarak mevcut yerleşim alanlarının duyarlılık dereceleri belirlenmiştir. Yerleşim alanlarının %33,2'sinin çok düşük ve düşük, %35,1'inin ise yüksek ve çok yüksek duyarlılık derecelerinde olduğu tespit edilmiştir. Alansal olarak incelendiğinde ise 54,8 km<sup>2</sup>'lik alanın duyarlılık açısından uygun, 57,9 km<sup>2</sup>'lik alanın ise uygun olmayan alanlarda bulunduğu tespit edilmiştir.

- DEDH için yapılan birinci doğruluk analizinde 6 Şubat Depremleri öncesine ait bina stok verisine ve deprem sonrası yıkık bina envanterine DEDH derecelerinin tanımlanarak karşılaştırılmıştır. Çok düşük ve düşük duyarlılık derecelerinde %9,3 oranında, yüksek ve çok yüksek duyarlılık derecelerinde ise %18,9 oranında binaların ağır hasarlı, acil yıkılacak ve yıkık duruma geldiği tespit edilmiştir.

- DEDH için yapılan ikinci doğruluk analizinde ise ROC ve ona bağlı üretilen AUC değeri kullanılmıştır. 14000 yıkık bina envanterinden rastgele 800 tanesi seçilerek yapılan analiz sonucunda AUC değeri 0,5 eşik değerinden büyük ve 0,806 olarak hesaplanmıştır. Bu değer haritanın kullanılabilir ve yüksek sınıflandırma doğruluğuna sahip olduğunu göstermektedir.

- DEDH ilin tümünü kapsayan temel bir altlık haritadır. DEDH'ye ek olarak daha küçük alanlarda uygun yerleşim alanlarının belirlenebilmesi için mikrobölgeleme çalışmalarının yapılması önerilmektedir. Yerleşim açısından deprem etkisinin araştırılacağı bölgelerde; yeraltı su seviyesi, taban suyu potansiyeli, zemin sıvılaşması, yerin ölçülen PGA ve PGV değerleri, zemin büyütmesi gibi parametrelerin belirlenmesi daha küçük alanlar için daha doğru çıkarımlara imkân vermektedir.

### **Heyelan Duyarlılık Haritası (HDH)**

- Kahramanmaraş iline ait Heyelan Duyarlılık Haritası; litolojik yapı, eğim, toprak grupları, AKAÖ, yola yakınlık, yağış, akarsuya yakınlık, AGİ, faya yakınlık, eğim şekli, TNİ, yükseklik, bakı, TPİ parametreleri ve AHP yöntemi ile üretilmiştir. Parametrelerin önem derecelerinin belirlenmesi için araştırma alanına ve konusuna hâkim uzman görüşleri ile heyelan envanteri kullanılmıştır. Heyelan duyarlılığının

belirlenmesinde litolojik yapı, eğim, toprak grupları parametrelerinin diğer parametrelerden daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

- HDH'ye göre il geneli alanların %32,9'u çok düşük, %42,9'u düşük %13,7'si orta, %9,9'u yüksek ve %0,7'si çok yüksek derecede duyarlıdır. İlçe bazlı analizler sonucunda en az duyarlı ilçeler Afşin, Göksun, Ekinözü, en çok duyarlı ilçeler ise Andırın, Onikişubat, Dulkadiroğlu olarak belirlenmiştir.

- HDH ile AKAÖ karşılaştırılarak mevcut yerleşim alanlarının duyarlılık dereceleri belirlenmiştir. Yerleşim alanlarının %83,7'sinin düşük ve çok düşük, %8,4'ünün ise yüksek ve çok yüksek duyarlılık derecelerinde olduğu tespit edilmiştir. Alansal olarak incelendiğinde ise 137,8 km<sup>2</sup>'lik alanın duyarlılık açısından uygun, 13,8 km<sup>2</sup>'lik alanın ise uygun olmayan alanlarda bulunduğu tespit edilmiştir.

- HDH için yapılan doğruluk analizinde ROC ve ona bağlı üretilen AUC değeri kullanılmıştır. 567 taşkın-sel envanterinden rastgele 167 tanesi seçilerek yapılan analiz sonucunda AUC değeri 0,5 eşik değerinden büyük ve 0,862 olarak hesaplanmıştır. Bu değer haritanın kullanılabilir ve yüksek sınıflandırma doğruluğuna sahip olduğunu göstermektedir.

- HDH ilin tümünü kapsayan temel bir altlık haritadır. HDH'ye ek olarak heyelan duyarlılıkların belirlenmesinde yeraltı su seviyesinin ölçülmesi, ani ve çok yağışlı alanların belirlenmesi, kar erimesinden kaynaklı su içeriğinin artacağı alanların tespiti, ormansızlaşma bölgelerinin belirlenmesi, sulama ve drenaj sistemlerinin kontrol edilmesi gibi parametrelerin araştırılması önerilmektedir.

### **Taşkın-Sel Duyarlılık Haritası (TSDH)**

- Kahramanmaraş iline ait Taşkın-Sel Duyarlılık Haritası; eğim, akarsuya yakınlık, yola yakınlık, yağış, eğim şekli, AKAÖ, toprak grupları, litolojik yapı, yükseklik, drenaj yoğunluğu, yol yoğunluğu, TNİ, NDVI, AGİ parametreleri ve AHP yöntemi ile üretilmiştir. Parametrelerin önem derecelerinin belirlenmesi için araştırma alanına ve konusuna hâkim uzman görüşleri ile heyelan envanteri kullanılmıştır. Taşkın-sel duyarlılığının belirlenmesinde eğim, akarsuya yakınlık, yola yakınlık parametrelerinin diğer parametrelerden daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

- TSDH'ye göre il geneli alanların %35,3'ü çok düşük, %27'si düşük %15,9'u orta, %17,9'u yüksek ve %3,9'u çok yüksek derecede duyarlıdır. İlçe bazlı

analizler sonucunda en az duyarlı ilçeler Nurhak, Ekinözü, Göksun, en çok duyarlı ilçeler ise Türkoğlu, Pazarcık, Dulkadiroğlu olarak belirlenmiştir.

- TSDH ile AKAÖ karşılaştırılarak mevcut yerleşim alanlarının duyarlılık dereceleri belirlenmiştir. Yerleşim alanlarının %13,4'ünün çok düşük ve düşük, %59,3'ünün ise yüksek ve çok yüksek duyarlılık derecelerinde olduğu tespit edilmiştir. Alansal olarak incelendiğinde ise 22 km<sup>2</sup>'lik alan duyarlılık açısından uygun, 97,7 km<sup>2</sup>'lik alanın ise uygun olmayan alanlarda bulunduğu tespit edilmiştir.

- TSDH için yapılan doğruluk analizinde ROC ve ona bağlı üretilen AUC değeri kullanılmıştır. 75 taşkın-sel envanterinden rastgele 20 tanesi seçilerek yapılan analiz sonucunda AUC değeri 0,5 eşik değerinden büyük ve 0,822 olarak hesaplanmıştır. Bu değer haritanın kullanılabilir ve yüksek sınıflandırma doğruluğuna sahip olduğunu göstermektedir.

- TSDH ilin tümünü kapsayan temel bir altlık haritadır. TSDH'ye ek olarak taşkın-sel duyarlılıklarının belirlenmesinde yağış dağılımı ve sıklığı, kar erime alanları, akarsu debisi takibi, sulama ve drenaj sistemlerinin kontrolü, yol yapımı ve altyapı sistemleri gibi parametrelerin araştırılması önerilmektedir.

### **Çoklu Afet Duyarlılık Modeli (ÇADM)**

- Kahramanmaraş iline ait Çoklu Afet Duyarlılık Modeli; araştırma kapsamında üretilen DEDH, TSDH ve HDH parametreleri ve AHP yöntemi ile üretilmiştir. Parametrelerin önem derecelerinin belirlenmesi için araştırma alanına ve konusuna hâkim uzman görüşleri kullanılmıştır.

- ÇADM'ye göre il geneli alanların %60,8'i çok düşük, %28,9'u düşük %5,1'i orta, %3,8'i yüksek ve %1,4'ü çok yüksek derecede duyarlıdır. İlçe bazlı analizler sonucunda en az duyarlı ilçeler Ekinözü, Afşin, Elbistan ve en çok duyarlı ilçeler ise Türkoğlu, Dulkadiroğlu, Pazarcık olarak belirlenmiştir.

- ÇADM ile AKAÖ karşılaştırılarak mevcut yerleşim alanlarının duyarlılık dereceleri belirlenmiştir. Yerleşim alanlarının %60,7'sinin düşük, %27,9'unun ise yüksek duyarlılık derecelerinde olduğu tespit edilmiştir. Alansal olarak incelendiğinde ise 100 km<sup>2</sup>'lik alanın duyarlılık açısından uygun, 46 km<sup>2</sup>'lik alan ise uygun olmayan alanlarda bulunduğu tespit edilmiştir.

- ÇADM için yapılan doğruluk analizinde ROC ve ona bağlı üretilen AUC değeri kullanılmıştır. DEDH, TSDH ve HDH için kullanılan test verileri birleştirilerek 987 afet envanter verisi ile yapılan analiz sonucunda AUC değeri 0,5 eşik değerinden büyük ve 0,803 olarak hesaplanması haritanın kullanılabilir ve yüksek sınıflandırma doğruluğuna sahip olduğunu göstermektedir.

- ÇADM ilin tümünü kapsayan temel bir altlık haritadır. TSDH'nin geliştirilmesi için; afet duyarlılıklarının birçok yöntemle üretilerek kontrol edilmesi, bölgedeki diğer etkili afetlerin modele dahil edilmesi gibi ek çalışmaların yapılması önerilmektedir.

### **Biyoklimatik Konfor Parametreleri**

- Kahramanmaraş il sınırında bulunan 32 meteoroloji istasyonundan 1965 – 2022 yılları arasını kapsayan gözlemler ile hem aylık hem de yıllık formatta ortalama sıcaklık, ortalama nispi nem ve ortalama rüzgâr hızı haritaları üretilmiştir.

- Aylık ortalama sıcaklık en yüksek ağustos, en düşük ocak ayında, yıllık ortalama sıcaklık ise en yüksek Türkoğlu, en düşük Afşin ilçesinde tespit edilmiştir.

- Aylık ortalama nispi nem en yüksek ocak, en düşük temmuz ayında, yıllık ortalama nispi nem ise en yüksek Andırın, en düşük Nurhak ilçesinde tespit edilmiştir.

- Aylık ortalama rüzgâr hızı en yüksek temmuz, en düşük ekim ve kasım aylarında, yıllık ortalama rüzgâr hızı ise en yüksek Dulkadiroğlu ve Çağlayancerit, en düşük Afşin ilçesinde tespit edilmiştir.

### **Biyoklimatik Konfor Modeli (BKM)**

- Sıcaklık, nispi nem ve rüzgâr hızı verileri kullanılarak Rİ, İİ, RSİ indeksleri kullanılarak hem aylık hem de yıllık formatta biyoklimatik konfor alanları haritaları üretilmiştir.

- Rİ'ye göre en konforsuz aylar ocak, şubat, mart, aralık en konforlu aylar ise haziran, temmuz, ağustostur.

- İİ'ye göre en konforsuz aylar ocak, şubat, mart, kasım aralık en konforlu aylar ise ağustos, temmuz, haziran ve eylülüdür.

- RSİ'ye göre en konforsuz aylar ocak, şubat, kasım, aralık en konforlu aylar ise temmuz, haziran, mayıs ve nisan olarak tespit edilmiştir.

- Aylık formatta üretilen Rİ, İİ ve RSİ indekslerinin kendi içlerindeki aritmetik ortalamasının hesaplanması ile yıllık formatta Rİ, İİ ve RSİ üretilmiştir. En yüksek uygunluk sınıfı 1.derece ve en düşük uygunluk sınıfı 10.derece olarak 10 sınıfa ayrılmıştır. Her üç indeks içinde 1., 2., 3., 4., 5. derece biyoklimatik konfor alanları tespit edilememiştir.

- Rİ'ye göre il geneli %91,9 oranında 8.derece, %7,1 oranında 9.derece ve %1 oranında 10.derece biyoklimatik konfor alanları bulunmaktadır. Ayrıca Çağlayancerit, Ekinözü, Göksun ve Nurhak diğer ilçelere nispeten biyoklimatik açıdan daha konforludur.

- İİ'ye göre il geneli %50,8 oranında 8.derece, %42,5 oranında 9.derece ve %6,7 oranında 10.derece biyoklimatik konfor alanları bulunmaktadır. Ayrıca Pazarcık, Türkoğlu, Andırın ve Onikişubat diğer ilçelere nispeten biyoklimatik açıdan daha konforludur.

- RSİ'ye göre il geneli %97,8 oranında 6.derece, %1,5 oranında 7.derece ve %0,6 oranında 8.derece biyoklimatik konfor alanları bulunmaktadır. Ayrıca Onikişubat, Dulkadiroğlu, Andırın, Çağlayancerit, Ekinözü, Göksun, Nurhak, Pazarcık ve Türkoğlu diğer ilçelere nispeten biyoklimatik açıdan daha konforludur.

- Kahramanmaraş iline ait Aylık Biyoklimatik Konfor Modeli; aylık formattaki Rİ, İİ ve RSİ indekslerinin aritmetik ortalamasının hesaplanması ile üretilerek 10 sınıfa ayrılmıştır. Biyoklimatik açıdan en konforlu aylar Ağustos, Temmuz, Haziran, Mayıs en konforsuz aylar ise Ocak, Şubat, Aralık ve Mart aylarıdır.

- Kahramanmaraş iline ait Yıllık Biyoklimatik Konfor Modeli; aylık formatta üretilen biyoklimatik konfor modelinin aritmetik ortalamasının hesaplanması ile üretilerek, en yüksek uygunluk sınıfı 1.derece ve en düşük uygunluk sınıfı 10.derece olarak 10 sınıfa ayrılmıştır. 1., 2., 3., 4., 5., 6., ve 10. derece biyoklimatik konfor alanları tespit edilememiştir.

- BKM'ye göre il geneli %34,4 oranında 7.derece, %62,7 oranında 9.derece ve %2,9 oranında 10.derece biyoklimatik konfor alanları bulunmaktadır. Ayrıca Türkoğlu, Andırın, Pazarcık, Onikişubat ve Dulkadiroğlu diğer ilçelere nispeten biyoklimatik açıdan daha konforludur.

- BKM ile AKAÖ karşılaştırılarak mevcut yerleşim alanlarının biyoklimatik konfor dereceleri belirlenmiştir. Yerleşim alanlarının %58,4'ü 7.derece, %40,6'sı 8.derece ve %1'i 9.derece konfor sınıflarında olduğu tespit edilmiştir.

- BKM ilin tümünü kapsayan temel bir altlık haritadır. BKM'nin geliştirilmesi için güneş radyasyonu, hava kalitesi, gürültü seviyesi gibi parametrelerinde araştırılarak modele eklenmesi önerilmektedir. Ayrıca BKM için literatürde bulunan diğer biyoklimatik konfor indekslerinin de modele eklenmesi, yerleşim alanı için yapılan araştırmalarda seçilen alanlarda yerinde ölçümler ile parametre doğruluklarının artırılması daha hassas ve daha doğru sonuçlar oluşturacaktır.

### **Çoklu Afet ve Biyoklimatik Değerlendirmeler ile Belirlenen Uygun Yerleşim Alanları ve Mevcut Yerleşim Alanlarının Uygunluğunun Belirlenmesi**

- Kahramanmaraş Çoklu Afet ve Biyoklimatik Değerlendirmeler ile Belirlenen Uygun Yerleşim Alanları Haritası; ÇADM, BKM, AKKS, eğim, bakı parametreleri ve AHP yöntemi ile üretilmiştir. Parametrelerin önem dereceleri için araştırma alanına ve konusuna hâkim uzman görüşleri ile literatür araştırmaları kullanılmıştır.

- Kahramanmaraş Çoklu Afet ve Biyoklimatik Değerlendirmeler ile Belirlenen Uygun Yerleşim Alanları Haritasına göre il geneli alanların %3,8'i uygun olmayan, %4,2'si az uygun, %21,2'si ortalama uygun, %38,3'ü uygun ve %32,5'i çok uygun alanlar olarak belirlenmiştir.

- Kahramanmaraş Çoklu Afet ve Biyoklimatik Değerlendirmeler ile Belirlenen Uygun Yerleşim Alanları Haritası ile AKAÖ karşılaştırılarak mevcut yerleşim alanlarının uygunluk durumları belirlenmiştir. Yerleşim alanlarının analiz edilmesi ile; %5,6 (9,2 km<sup>2</sup>) uygun olmayan, %24,8 (40,9 km<sup>2</sup>) az uygun, %34,6 (57,1 km<sup>2</sup>) ortalama uygun, %23,2 (38,3 km<sup>2</sup>) uygun, %11,8 (19,5 km<sup>2</sup>) çok uygun alanlarda tespit edilmiştir.

- Toplam 712 mahalle için yerleşime uygunluk analizi yapılmıştır. 126 tanesi çok uygun, 210 tanesi uygun, 220 tanesi ortalama uygun, 106 tanesi az uygun ve 50 tanesi uygun olmayan alanlarda tespit edilmiştir.

- Toplam 1116962 kişinin yerleşime uygunluk durumları analiz edilmiştir. 102037 kişinin çok uygun, 222613 kişinin uygun, 328347 kişinin ortalama uygun, 402436 kişinin az uygun, 61529 kişinin ise uygun olmayan alanlarda bulunduğu belirlenmiştir.

- Onikişubat ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası analiz edilmiştir. Yerleşime uygun ve çok uygun alanların toplamı 1874 km<sup>2</sup> (%77,1) olarak belirlenmiş ve bu alanlarda 87369 kişinin yaşadığı 65 mahalle tespit edilmiştir. Ayrıca yerleşime az uygun ve uygun olmayan alanların toplamı ise 94 km<sup>2</sup> (%3,9) olarak belirlenmiş ve bu alanlarda 238707 kişinin yaşadığı 35 mahalle tespit edilmiştir.

- Dulkadiroğlu ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası analiz edilmiştir. Yerleşime uygun ve çok uygun sınıfların toplamı 655,3 km<sup>2</sup> (%55,8) olarak belirlenmiş ve bu alanlarda 39120 kişinin yaşadığı 27 mahalle tespit edilmiştir. Ayrıca yerleşime az uygun ve uygun olmayan sınıfların toplamı ise 222,5 km<sup>2</sup> (%18,9) olarak belirlenmiş ve bu alanlarda 145814 kişinin yaşadığı 52 mahalle tespit edilmiştir.

- Afşin ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası analiz edilmiştir. Yerleşime uygun ve çok uygun sınıfların toplamı 1059,2 km<sup>2</sup> (%70,6) olarak belirlenmiş ve bu alanlarda 27201 kişinin yaşadığı 25 mahalle tespit edilmiştir. Ayrıca yerleşime az uygun ve uygun olmayan sınıfların toplamı ise 35,3 km<sup>2</sup> (%2,3) olarak belirlenmiş ve bu alanlarda 786 kişinin yaşadığı 3 mahalle tespit edilmiştir.

- Andırın ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası analiz edilmiştir. Yerleşime uygun ve çok uygun sınıfların toplamı 974 km<sup>2</sup> (%81) olarak belirlenmiş ve bu alanlarda 27434 kişinin yaşadığı 47 mahalle tespit edilmiştir. Ayrıca yerleşime az uygun ve uygun olmayan sınıfların toplamı ise 47 km<sup>2</sup> (%4) olarak belirlenmiş ve bu alanlarda 2690 kişinin yaşadığı 3 mahalle tespit edilmiştir.

- Çağlayancerit ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası analiz edilmiştir. Yerleşime uygun ve çok uygun sınıfların toplamı 258,5 km<sup>2</sup> (%55) olarak belirlenmiş ve bu alanlarda 5514 kişinin yaşadığı 7 mahalle tespit edilmiştir. Ayrıca yerleşime az uygun ve uygun olmayan sınıfların toplamı ise 46,4 km<sup>2</sup> (%9,9) olarak belirlenmiş ve bu alanlarda 51 kişinin yaşadığı 1 mahalle tespit edilmiştir.

- Ekinözü ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası analiz edilmiştir. Yerleşime uygun ve çok uygun sınıfların toplamı 522,7 km<sup>2</sup> (%79,6) olarak belirlenmiş ve bu alanlarda 6535 kişinin

yaşadığı 13 mahalle tespit edilmiştir. Ayrıca yerleşime az uygun ve uygun olmayan sınıfların toplamı ise 13,2 km<sup>2</sup> (%2) olarak belirlenmiş ve bu alanlarda 346 kişinin yaşadığı 1 mahalle tespit edilmiştir.

- Elbistan ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası analiz edilmiştir. Yerleşime uygun ve çok uygun sınıfların toplamı 1506,4 km<sup>2</sup> (%68,4) olarak belirlenmiş ve bu alanlarda 31347 kişinin yaşadığı 38 mahalle tespit edilmiştir. Ayrıca yerleşime az uygun ve uygun olmayan sınıfların toplamı ise 65,4 km<sup>2</sup> (%3) olarak belirlenmiş ve bu alanlarda 2118 kişinin yaşadığı 4 mahalle tespit edilmiştir.

- Göksun ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası analiz edilmiştir. Yerleşime uygun ve çok uygun sınıfların toplamı 1393 km<sup>2</sup> (%71,8) alandan oluşmaktadır ve 11612 kişinin yaşadığı 26 mahalle tespit edilmiştir. Ayrıca yerleşime az uygun ve uygun olmayan sınıfların toplamı ise 144,9 km<sup>2</sup> (%7,5) alandan oluşmaktadır ve 12311 kişinin yaşadığı 13 mahalle tespit edilmiştir.

- Nurhak ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası analiz edilmiştir. Yerleşime uygun ve çok uygun sınıfların toplamı 715,5 km<sup>2</sup> (%69,6) olarak belirlenmiş ve bu alanlarda 292 kişinin yaşadığı 3 mahalle tespit edilmiştir. Ayrıca yerleşime az uygun ve uygun olmayan sınıfların toplamı ise 112,2 km<sup>2</sup> (%11) olarak belirlenmiş ve bu alanlarda 10422 kişinin yaşadığı 10 mahalle tespit edilmiştir.

- Pazarcık ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası analiz edilmiştir. Yerleşime uygun ve çok uygun sınıfların toplamı 857,9 km<sup>2</sup> (%68,5) olarak belirlenmiş ve bu alanlarda 51840 kişinin yaşadığı 55 mahalle tespit edilmiştir. Ayrıca yerleşime az uygun ve uygun olmayan sınıfların toplamı ise 243,2 km<sup>2</sup> (%19,5) olarak belirlenmiş ve bu alanlarda 13956 kişinin yaşadığı 23 mahalle tespit edilmiştir.

- Türkoğlu ilçesi çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile belirlenen uygun yerleşim alanları haritası analiz edilmiştir. Yerleşime uygun ve çok uygun sınıfların toplamı 462,8 km<sup>2</sup> (%70,1) olarak belirlenmiş ve bu alanlarda 36386 kişinin yaşadığı 30 mahalle tespit edilmiştir. Ayrıca yerleşime az uygun ve uygun olmayan sınıfların toplamı ise 143,3 km<sup>2</sup> (%21,7) olarak belirlenmiş ve bu alanlarda 36764 kişinin yaşadığı 11 mahalle tespit edilmiştir.

Sonuç olarak Kahramanmaraş ili için çoklu afet ve biyoklimatik değerlendirmeler ile uygun yerleşim alanları belirlenmiş ve mevcut yerleşim alanlarının analizi gerçekleştirilmiştir. Sürdürülebilir, güvenli ve konforlu yerleşim alanlarının belirlenmesi için coğrafi, jeolojik, hidrolojik, ekonomik, sosyal, ulaşım, çevresel faktörlerinde dahil edildiği dengeli bir planlama yapılması gerekmektedir.



## 6. KAYNAKLAR

- AA, 2024, Deprem Görüntüleri [online] <https://www.aa.com.tr> [Ziyaret Tarihi: 15 Mart 2024].
- Aburas, M. M., Abdullah, S. H., Ramli, M. F., and Asha'ari, Z. H., 2017, Land suitability analysis of urban growth in Seremban Malaysia, using GIS based analytical hierarchy process, *Procedia engineering*, 198, 1128-1136.
- AFAD, 2020, İl Afet Risk Azaltma Planı 2020 [online] [https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/Mevzuat/Kilavuzlar/IRAP-KILAVUZ\\_tum\\_v7.pdf](https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/Mevzuat/Kilavuzlar/IRAP-KILAVUZ_tum_v7.pdf) [Ziyaret Tarihi: 26 Ocak 2024].
- AFAD, 2022, 2022 yılı doğa kaynaklı olay istatistikleri [online] [https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/e\\_Kutuphane/Istatistikler/2022-Yili-Doga-Kaynakli-Olay-Istatistikleri.pdf](https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/e_Kutuphane/Istatistikler/2022-Yili-Doga-Kaynakli-Olay-Istatistikleri.pdf) [Ziyaret Tarihi: 2 Ocak 2024].
- AFAD, 2023, Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu [online] <https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/yenilenmis-diri-fay-haritalari> [Ziyaret Tarihi: 20 Mart 2024].
- Aghataher, R., Delavar, M., Nami, M., and Samnani, N., 2008, A fuzzy-AHP decision support system for evaluation of cities vulnerability against earthquakes, *World Applied Sciences Journal*, 3(1), 66-72.
- Akıncı, H., Dogan, S., Kılıçoğlu, C., ve Keçeci, S. B., 2010, Samsun il merkezinin heyelan duyarlılık haritasının üretilmesi, *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2(3), 13-27.
- Akyol, E., Alkan, M., and Akgündüz, H., 2015, Determining Settlement Suitability by Geographic Information Systems and Analytical Hierarchy Process, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(6), 254-259.
- Aleksova, B., Lukić, T., Milevski, I., Spalević, V., and Marković, S. B., 2023, Modelling water erosion and mass movements (wet) by using GIS-based multi-hazard susceptibility assessment approaches: A case study—Kratovska Reka Catchment (North Macedonia), *Atmosphere*, 14(7), 1139.
- Atalay, İ., 2010, Uygulamalı klimatoloji, *META Basım Matbaacılık Hizmetleri*, Bornova/İzmir.
- Ayalew, L., Yamagishi, H., and Ugawa, N., 2004, Landslide susceptibility mapping using GIS-based weighted linear combination, the case in Tsugawa area of Agano River, Niigata Prefecture, Japan, *Landslides*, 1, 73-81.
- Aydınoğlu, A. Ç., ve Altürk, G., 2021, Heyelan Duyarlılık Haritalarının İstatistik ve Makine Öğrenmesi Teknikleri Kullanılarak Üretilmesi: Taşlıdere Havzası Örneği (Rize), *Coğrafya Dergisi*, 43, 159-176.

- Bayrak, E., 2019, Doğu Anadolu Bölgesi için en büyük yer ivmesi tahmini, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 17, 676-681.
- Bednarik, M., Magulová, B., Matys, M., and Marschalko, M., 2010, Landslide susceptibility assessment of the Kral'ovany–Liptovský Mikuláš railway case study, *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 35(3-5), 162-171.
- Bera, R., and Maiti, R., 2021, Multi hazards risk assessment of Indian Sundarbans using GIS based Analytic Hierarchy Process (AHP), *Regional Studies in Marine Science*, 44, 101766.
- Beven, K. J., and Kirkby, M. J., 1979, A physically based, variable contributing area model of basin hydrology/Un modèle à base physique de zone d'appel variable de l'hydrologie du bassin versant, *Hydrological sciences journal*, 24(1), 43-69.
- Bhatt, B. P., Awasthi, K. D., Heyojoo, B. P., Silwal, T., and Kafle, G., 2013, Using geographic information system and analytical hierarchy process in landslide hazard zonation, *Applied Ecology and Environmental Sciences*, 1(2), 14-22.
- Biricik, A. S., ve Korkmaz, H., 2013, Kahramanmaraş'ın Depremselliği, *Marmara Coğrafya Dergisi*, 3, 53-82.
- Błazejczyk, K., Epstein, Y., Jendritzky, G., Staiger, H., and Tinz, B., 2012, Comparison of UTCI to selected thermal indices, *International journal of biometeorology*, 56, 515-535.
- Boatwright, J., Thywissen, K., and Seekins, L. C., 2001, Correlation of ground motion and intensity for the 17 January 1994 Northridge, California, earthquake, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 91(4), 739-752.
- Bozdoğan, Y. E., 2023, Kahramanmaraş İli Deprem Risk Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Kahramanmaraş.
- Bozorgnia, Y., and Bertero, V. V., 2004, Earthquake engineering: From engineering seismology to performance-based engineering, *CRC press*.
- Castleman, K. R., 1996, Digital image processing, *Prentice Hall Press*.
- Çetin, M., Topay, M., Kaya, L. G., and Yılmaz, B., 2010, Efficiency of bioclimatic comfort in landscape planning process: Case of Kutahya, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri A*, 1, 83-95.
- Ceylan, Ş., and Yılmaz, I., 2020, Preparation of GIS-based medium-scale settlement suitability plans by using analytical hierarchy process (AHP): Sivas city province case study, *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 26(3), 545-558.
- Chan, S. L., 1997, The development of planning support systems by integrating urban models and geographic information systems: A framework and implementation, *University of Pennsylvania*.

- Chen, M. K., and Wang, S. C., 2010, The critical factors of success for information service industry in developing international market: Using analytic hierarchy process (AHP) approach, *Expert Systems with Applications*, 37(1), 694-704.
- Chen, W., Li, W., Chai, H., Hou, E., Li, X., and Ding, X., 2016, GIS-based landslide susceptibility mapping using analytical hierarchy process (AHP) and certainty factor (CF) models for the Baozhong region of Baoji City, China, *Environmental Earth Sciences*, 75, 1-14.
- Choudhury, S., Basak, A., Biswas, S., and Das, J., 2022, Flash flood susceptibility mapping using GIS-based AHP method, In *Spatial modelling of flood risk and flood hazards: Societal implications* (ss. 119-142), Cham: Springer International Publishing.
- Coburn, A. W., Spence, R. J., and Pomonis, A., 1992, Factors determining human casualty levels in earthquakes: Mortality prediction in building collapse. 10, 5989-5994, *Balkema Rotterdam*.
- ÇŞİDB, 2023, ATLAS uygulaması [online] <https://atlas.gov.tr> [Ziyaret Tarihi: 4 Kasım 2023].
- Dağ, S., ve Bulut, F., 2012, Coğrafi bilgi sistemleri tabanlı heyelan duyarlılık haritalarının hazırlanmasına bir örnek: Çayeli (Rize, KD Türkiye), *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 36(1), 35-62.
- Dai, F., Lee, C., Li, J., and Xu, Z., 2001, Assessment of landslide susceptibility on the natural terrain of Lantau Island, Hong Kong, *Environmental geology*, 40, 381-391.
- Değerliyurt, M., 2013, Kentsel Gelişim ve Deprem Arasındaki İlişkinin İncelenmesine Bir Örnek: İskenderun (Hatay), 2. *Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı Bildiriler Kitabı*, 1-6.
- Demir, A., Kemeç, S., ve İlke, F. D., 2022, Afet Riski Değerlendirmelerinde Çoklu Tehlike Analizi Erciş, Van Örneği, *Resilience*, 6(1), 15-38.
- Demir, M., ve Altaş, N. T., 2024, Kars kentinde deprem hasar risk potansiyeli taşıyan alanların CBS tabanlı AHP analizlerine dayalı olarak belirlenmesi, *Geomatik*, 9(1), 123-140.
- Douglas, J., 2003, Earthquake ground motion estimation using strong-motion records: A review of equations for the estimation of peak ground acceleration and response spectral ordinates, *Earth-Science Reviews*, 61(1-2), 43-104.
- Dönmez, Y., Özyavuz, M., Çabuk, S., and Çorbacı, Ö. L., 2018, Determination of Bioclimatic Comfort Zones by Geographic Information Systems: Karabük Province, Turkey, *Journal of International Environmental Application and Science*, 13(1), 41-49.

- Durduran, S. S., ve Durduran, Y., 2009, Coğrafi bilgi sistemi yardımıyla kalp ve solunum yolu hastalarının mekânsal dağılımının belirlenmesi: Konya örneği, *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 24(3), 19-28.
- Ekercin, S., 2007, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Entegrasyonu ile Tuz Gölü ve Yakın Çevresinin Zamana Bağlı Değişim Analizi, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Ekercin, S., Örmeci, C., and Gösel, Ç., 2003, Coastline change analysis of the Meric River by using multitemporal remotely sensed data, *Earsel Workshop Coastal Zone*, Ghent, Belgium.
- Ekinci, D., 2011, Zonguldak-Hisarönü Arasındaki Karadeniz Akaçlama Havzasının Kütle Hareketleri Duyarlılık Analizi, *Titiz Yayıncılık*, İstanbul.
- Engin, F., and Şengün, M. T., 2016, CBS yardımı ile toplu konut alanları yer seçimi; Malatya örneği, *In International Geography Symposium (13-14 Ekim 2016)* (pp. 826-844).
- Ercanoğlu, M., Gökçeoğlu, C., and Van Asch, T. W., 2004, Landslide susceptibility zoning north of Yenice (NW Turkey) by multivariate statistical techniques, *Natural Hazards*, 32, 1-23.
- Erden, T., and Karaman, H., 2012, Analysis of earthquake parameters to generate hazard maps by integrating AHP and GIS for Küçükçekmece region. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12(2), 475-483.
- Eriş, S., Ertek, A., and Güneysu, C., 2000, Jeomorfoloji I. *Der Yayınları*.
- Erol, O., 1964, Genel klimatoloji, *Ankara Üniversitesi Basımevi*.
- Esen, F., 2019, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan algılama (UA) ile Bingöl Şehri ve çevresindeki yerleşmelerin mekânsal gelişimi için uygun alanların tespit edilmesi, *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(2), 101-112.
- Eşit, M., ve Yüce, M. İ., 2022, Çok Değişkenli Kuraklık Frekans Analizi ve Risk Değerlendirmesi: Kahramanmaraş Örneği, *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 8(2), 368-382.
- FAO., 2023, Digital Soil Map of the World [online] <https://data.apps.fao.org/map/catalog/srv/eng/catalog.search#/home> [Ziyaret Tarihi: 22 Aralık 2023].
- Feldman, T. S., 1983, The history of Meteorology, 1750-1800: A study in the quantification of experimental Physics, *University of California*, Berkeley.
- Fick, S. E., and Hijmans, R. J., 2017, WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas, *International journal of climatology*, 37(12), 4302-4315.

- Fotso-Nguemo, T. C., Weber, T., Diedhiou, A., Chouto, S., Vondou, D. A., Rechid, D., and Jacob, D., 2023, Projected impact of increased global warming on heat stress and exposed population over Africa, *Earth's Future*, 11(1), e2022EF003268.
- Furniss, M., Roelofs, T., and Yee, C., 1991, Road construction and maintenance. *American Fisheries Society Special Publication*, 19, 297-323.
- Gantimurova, S., Parshin, A., and Erofeev, V., 2021, GIS-based landslide susceptibility mapping of the Circum-Baikal railway in Russia using UAV data, *Remote Sensing*, 13(18), 3629.
- Gigliotti, R., and Jason, R., 1991, Emergency planning for maximum protection. *Gulf Professional Publishing*.
- Gökceoglu, C., and Aksoy, H., 1996, Landslide susceptibility mapping of the slopes in the residual soils of the Mengen region (Turkey) by deterministic stability analyses and image processing techniques, *Engineering Geology*, 44(1-4), 147-161.
- Hammami, S., Zouhri, L., Souissi, D., Souei, A., Zghibi, A., Marzougui, A., and Dlala, M., 2019, Application of the GIS based multi-criteria decision analysis and analytical hierarchy process (AHP) in the flood susceptibility mapping (Tunisia), *Arabian Journal of Geosciences*, 12, 1-16.
- Harker, P. T., and Vargas, L. G., 1987, The theory of ratio scale estimation: Saaty's analytic hierarchy process, *Management science*, 33(11), 1383-1403.
- Holben, B. N., 1986, Characteristics of maximum-value composite images from temporal AVHRR data, *International journal of remote sensing*, 7(11), 1417-1434.
- Horlick-Jones, T., Amendola, A., and Casale, R., 1995, Natural risk and civil protection (C. 16050), *CRC Press*.
- Hoşgören, M., 1992, Hidrografya'nın Ana Çizgileri I (3. Baskı), *İstanbul Üniversitesi Yayınları*, 2619.
- Işık, F., Bahadır, M., Zeybek, H. İ., and Çağlak, S., 2020, Karadere Çayı taşkını (Araklı-Trabzon), *Mavi Atlas*, 8(2), 526-547.
- Jena, R., Pradhan, B., Al-Amri, A., Lee, C. W., and Park, H., 2020, Earthquake probability assessment for the Indian subcontinent using deep learning, *Sensors*, 20(16), 4369.
- Kadioğlu, M., 2008, Küresel iklim değişikliğine uyum stratejileri, *Kar Hidrolojisi Konferansı*, 27-28.
- Kadirhodjaev, A., Kadavi, P. R., Lee, C.-W., and Lee, S., 2018, Analysis of the relationships between topographic factors and landslide occurrence and their application to landslide susceptibility mapping: A case study of Mingchukur, Uzbekistan, *Geosciences journal*, 22, 1053-1067.

- Karaağaç, D., Karaman, H., ve Aktuğ, B., 2019, Coğrafi bilgi sistemleri ile Kahramanmaraş ilinin afetselliğinin incelenmesi, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası*, 17, 25-27.
- Karabulut, M., ve Cosun, F., 2009, Kahramanmaraş ilinde yağışların trend analizi, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7(1), 65-83.
- Karakuş, C. B., ve Cerit, O., 2017, Coğrafi bilgi sistemi kullanılarak Sivas kenti ve yakın çevresi için yerleşim açısından en uygun alanların belirlenmesi, *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 38(1), 131-145.
- Karimi, M., and Najafi, E., 2015, Earthquake Risk Assessment Using with AHP-Fuzzy Combined Model in Order to Urban Safety (Case Study: Region! Of Tehran Metropolitan).
- Kaur, H., Gupta, S., Parkash, S., and Thapa, R., 2018, Application of geospatial technologies for multi-hazard mapping and characterization of associated risk at local scale, *Annals of GIS*, 24(1), 33-46.
- Kayastha, P., Dhital, M. R., and De Smedt, F., 2013, Application of the analytical hierarchy process (AHP) for landslide susceptibility mapping: A case study from the Tinau watershed, west Nepal, *Computers & Geosciences*, 52, 398-408.
- KBB, 2023, Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi [online] <https://kahramanmaras.bel.tr> [Ziyaret Tarihi: 10 Ağustos 2023].
- KBB, 2024, Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi Kent Rehberi [online] [https://kentrehberi.kahramanmaras.bel.tr/kent\\_rehberi](https://kentrehberi.kahramanmaras.bel.tr/kent_rehberi) [Ziyaret Tarihi: 10 Mayıs 2024].
- Khosravi, K., Nohani, E., Maroufinia, E., and Pourghasemi, H. R., 2016, A GIS-based flood susceptibility assessment and its mapping in Iran: A comparison between frequency ratio and weights-of-evidence bivariate statistical models with multi-criteria decision-making technique, *Natural hazards*, 83, 947-987.
- Kyle, W., 1994, The human bioclimate of Hong Kong, 345-350.
- Landsberg, H. E., 1972, The assessment of human bioclimate, Secretariat of the World Meteorological Organization, Technical Note No.123, *Geneva*, Switzerland.
- Larsen, M. C., and Parks, J. E., 1997, How wide is a road? The association of roads and mass-wasting in a forested montane environment, *Earth Surface Processes and Landforms: The Journal of the British Geomorphological Group*, 22(9), 835-848.
- Lee, G. K., and Chan, E. H., 2008, The analytic hierarchy process (AHP) approach for assessment of urban renewal proposals, *Social indicators research*, 89, 155-168.
- Lee, S., and Evangelista, D., 2006, Earthquake-induced landslide-susceptibility mapping using an artificial neural network, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 6(5), 687-695.

- Lee, S., and Min, K., 2001, Statistical analysis of landslide susceptibility at Yongin, Korea, *Environmental geology*, 40, 1095-1113.
- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., and Chipman, J. W., 2004, Remote Sensing and Image Interpretation, *John Wiley & Sons Pres*, New York.
- Lyu, H.-M., Shen, S.-L., Yang, J., and Zhou, A.-N., 2020, Risk assessment of earthquake-triggered geohazards surrounding Wenchuan, China, *Natural Hazards Review*, 21(3), 05020007.
- Lyu, H.-M., and Yin, Z.-Y., 2023, An improved MCDM combined with GIS for risk assessment of multi-hazards in Hong Kong, *Sustainable Cities and Society*, 91, 104427.
- Maarouf, A., and Munn, R., 2005, Bioclimatology, *Encyclopedia of World Climatology*, Springer Dordrecht, 158-165.
- Mahmoud, S. H., and Gan, T. Y., 2018, Urbanization and climate change implications in flood risk management: Developing an efficient decision support system for flood susceptibility mapping, *Science of the Total Environment*, 636, 152-167.
- Massinai, M. A., Amaliah, K., Lantu, L., and Virman, V., 2016, Analisis Percepatan Tanah Maksimum, Kecepatan Tanah Maksimum dan MMI di Wilayah Sulawesi Utara, 5, SNF2016-EPA.
- Matzarakis, A., and Mayer, H., 1998, 9B. 6 Investigations of Urban Climate's Thermal Component in Freiburg, Germany.
- Mayer, H., 1993, Urban bioclimatology, *Experientia*, 49, 957-963.
- McGuire, R. K., 2008, Probabilistic seismic hazard analysis: Early history, *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 37(3), 329-338.
- MGM, 2023, Resmi İstatistikler [online] [www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.asp](http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.asp) [Ziyaret Tarihi: 15 Aralık 2023].
- Milevski, I., Markoski, B., Gorin, S., and Jovanovski, M., 2009, April, Application of remote sensing and GIS in detection of potential landslide areas, *In Proceedings of the international symposium geography and sustainable development*, Ohrid (pp. 453-463).
- Mind'je, R., Li, L., Amanambu, A. C., Nahayo, L., Nsengiyumva, J. B., Gasirabo, A., and Mindje, M., 2019, Flood susceptibility modeling and hazard perception in Rwanda, *International journal of disaster risk reduction*, 38, 101211.
- Mokhtar, E. S., Sharin, N. A. B. M., Idrees, M. O., Saad, N. M., Astuti, P., Sidek, N. Z. M., ... and Wahab, S. M. A., 2023, October, Geospatial analysis of sustainable living residential site suitability using analytical hierarchy process, *In AIP Conference Proceedings* (Vol. 2881, No. 1), AIP Publishing.

- Moore, I. D., Grayson, R., and Ladson, A., 1991, Digital terrain modelling: A review of hydrological, geomorphological, and biological applications, *Hydrological processes*, 5(1), 3-30.
- Msabi, M. M., and Makonyo, M., 2021, Flood susceptibility mapping using GIS and multi-criteria decision analysis: A case of Dodoma region, central Tanzania, Remote Sensing Applications: *Society and Environment*, 21, 100445.
- MTA, 2023, Türkiye Jeoloji Haritaları [online] [www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/500bas](http://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/500bas) [Ziyaret Tarihi: 7 Aralık 2023].
- MTA, 2024a, Heyelan Envanteri [online] <http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx> [Ziyaret Tarihi: 3 Ocak 2024].
- MTA, 2024b, Türkiye Yenilenmiş Diri Fay Haritaları [online] [www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/yenilenmis-diri-fay-haritalari](http://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/yenilenmis-diri-fay-haritalari) [Ziyaret Tarihi: 9 Şubat 2024].
- Nachappa, T. G., Piralilou, S. T., Gholamnia, K., Ghorbanzadeh, O., Rahmati, O., and Blaschke, T., 2020, Flood susceptibility mapping with machine learning, multi-criteria decision analysis and ensemble using Dempster Shafer Theory, *Journal of hydrology*, 590, 125275.
- Nagarajan, R., Roy, A., Vinod Kumar, R., Mukherjee, A., and Khire, M., 2000, Landslide hazard susceptibility mapping based on terrain and climatic factors for tropical monsoon regions, *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 58, 275-287.
- Nayim, B. N., 2014, Lucis Modeli ile Konut Yerleşimine Fiziksel Açından Uygun Alanların Belirlenmesi, Bartın Kenti Örneği, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 16(23), 44-58.
- Ngo, P.-T. T., Pham, T. D., Nhu, V.-H., Le, T. T., Tran, D. A., Phan, D. C., Hoa, P. V., Amaro-Mellado, J. L., and Bui, D. T., 2021, A novel hybrid quantum-PSO and credal decision tree ensemble for tropical cyclone induced flash flood susceptibility mapping with geospatial data, *Journal of Hydrology*, 596, 125682.
- Nicholls, N., and Wong, K., 1990, Dependence of rainfall variability on mean rainfall, latitude, and the Southern Oscillation, *Journal of climate*, 3(1), 163-170.
- Ocak, F., ve Bahadır, M., 2022, CBS teknikleri kullanılarak deprem duyarlılık analizi için Analitik Hiyerarşi Prosesi: Samsun Lâdik Gölü Havzası örneği, Türkiye, *Kesit Akademi Dergisi*, 8(33), 322-348.
- Ohlmacher, G. C., 2007, Plan curvature and landslide probability in regions dominated by earth flows and earth slides, *Engineering Geology*, 91(2-4), 117-134.
- Oikonomidis, D., Dimogianni, S., Kazakis, N., and Voudouris, K., 2015, A GIS/remote sensing-based methodology for groundwater potentiality assessment in Tirnavos area, Greece, *Journal of Hydrology*, 525, 197-208.

- Okoli, J., Nahazanan, H., Nahas, F., Kalantar, B., Shafri, H. Z. M., and Khuzaimah, Z., 2023, High-Resolution Lidar-Derived DEM for Landslide Susceptibility Assessment Using AHP and Fuzzy Logic in Serdang, Malaysia. *Geosciences*, 13(2), 34.
- Okuyama, Y., and Chang, S. E., 2004, Modeling spatial and economic impacts of disasters, *Springer Science & Business Media*.
- Olgyay, V., 2015, Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism, *Princeton University press*.
- Orhan, O., 2018, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Muhtemel Obruk Alanlarının Belirlenmesi, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Osczevski, R. J., 1995, The basis of wind chill, *Arctic*, 48(4), 372-382.
- OSM, 2023, OpenStreetMap [online] <https://www.openstreetmap.org/> [Ziyaret Tarihi: 14 Nisan 2023].
- Ouma, Y. O., and Omai, L., 2023, Flood susceptibility mapping using image-based 2D-CNN deep learning: Overview and case study application using multiparametric spatial data in data-scarce urban environments, *International Journal of Intelligent Systems*, 2023, 1-23.
- Ouma, Y. O., and Tateishi, R., 2014, Urban flood vulnerability and risk mapping using integrated multi-parametric AHP and GIS: methodological overview and case study assessment, *Water*, 6(6), 1515-1545.
- Öngel, K., ve Mergen, H., 2009, Isıl konfor parametrelerinin insan vücudundaki etkilerine yönelik, *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 16(1), 21-25.
- Özkul, B., ve Karaman, E., 2007, Doğal afetler için risk yönetimi, *TMMOB Afet Sempozyumu*, 5(7), 251-260.
- Pachauri, A., and Pant, M., 1992, Landslide hazard mapping based on geological attributes, *Engineering geology*, 32(1-2), 81-100.
- Panchal, S., and Shrivastava, A. K., 2022, Landslide hazard assessment using analytic hierarchy process (AHP): A case study of National Highway 5 in India, *Ain Shams Engineering Journal*, 13(3), 101626.
- Parsons, K., 2019, Human thermal comfort, *CRC press*.
- Pektezel, H., 2015, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi Kullanılarak Gelibolu Yarımadası'nda Heyelana Duyarlı Alanların Belirlenmesi, *Turkish Studies – International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic* Volume 10/6 Spring p. 789-814

- Pham, B. T., Avand, M., Janizadeh, S., Phong, T. V., Al-Ansari, N., Ho, L. S., Das, S., Le, H. V., Amini, A., and Bozchaloei, S. K., 2020, GIS based hybrid computational approaches for flash flood susceptibility assessment, *Water*, 12(3), 683.
- Polat, N., 2020, Mardin ilinde uzun yıllar yer yüzey sıcaklığı değişiminin incelenmesi, *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 2(1), 10-15.
- Pourghasemi, H. R., Gayen, A., Edalat, M., Zarafshar, M., and Tiefenbacher, J. P., 2020, Is multi-hazard mapping effective in assessing natural hazards and integrated watershed management? *Geoscience Frontiers*, 11(4), 1203-1217.
- Rahmati, O., Pourghasemi, H. R., and Zeinivand, H., 2016, Flood susceptibility mapping using frequency ratio and weights-of-evidence models in the Golastan Province, Iran. *Geocarto International*, 31(1), 42-70.
- Ramli, M., Yusof, N., Yusoff, M., Juahir, H., and Shafri, H., 2010, Lineament mapping and its application in landslide hazard assessment: A review, *Bulletin of engineering Geology and the Environment*, 69, 215-233.
- Rawat, P. K., Tiwari, P. C., and Pant, C. C., 2012, Geo-hydrological database modeling for integrated multiple hazards and risk assessment in Lesser Himalaya: A GIS-based case study, *Natural hazards*, 62, 1233-1260.
- Reis, S., Sancar, C., Nişancı, R., Atasoy, M., Yalçın, A., Bayrak, T., ve Ekercin, S., 2008, Sürdürülebilir Yerleşim Alanlarının Coğrafi Bilgi Sistemi ile Belirlenmesi: Rize İli Örneği.
- Reis, S., Yalçın, A., Atasoy, M., Nişancı, R., Bayrak, T., Sancar, C., ve Ekercin, S., 2009, CBS ve uzaktan algılama teknikleri ile heyelan duyarlılık haritalarının üretimi: Rize ili örneği, *Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği V. Teknik Sempozyumu*, 4-6.
- RG, 2018, Resmî Gazete 18 Mart 2018, Sayı 30364 (Mükerrer), 2018/11275 Türkiye Deprem Tehlike Haritası ve Parametre Değerleri Hakkında Karar ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği.
- Riley, S. J., DeGloria, S. D., and Elliot, R., 1999, Index that quantifies topographic heterogeneity. *intermountain Journal of sciences*, 5(1-4), 23-27.
- Rózycka, M., Migoń, P., and Michniewicz, A., 2017, Topographic Wetness Index and Terrain Ruggedness Index in geomorphic characterisation of landslide terrains, on examples from the Sudetes, SW Poland, *Zeitschrift für geomorphologie*, Supplementary issues, 61(2), 61-80.
- Saaty, T., 1980, The analytic hierarchy process, McGrawhill international, *New York*.
- Sahana, M., and Patel, P. P., 2019, A comparison of frequency ratio and fuzzy logic models for flood susceptibility assessment of the lower Kosi River Basin in India, *Environmental Earth Sciences*, 78, 1-27.

- Saleh, A., Yuzir, A., and Abustan, I., 2020, Flash flood susceptibility modelling: A review, 712(1), 012005.
- Sandal, E. K., ve Karademir, N., 2013, Kahramanmaraş'ta Depremsellik Bağlamında Zemin-Yerleşme İlişkisi, *In 3rd International Geography Symposium-GEOMED 2013 Symposium Proceedings* (pp. 474-488).
- Santacana, N., Baeza, B., Corominas, J., De Paz, A., and Marturiá, J., 2003, A GIS-based multivariate statistical analysis for shallow landslide susceptibility mapping in La Pobla de Lillet area (Eastern Pyrenees, Spain), *Natural hazards*, 30, 281-295.
- Sarıgül, O., ve Turoğlu, H., 2020, Kahramanmaraş şehri sel ve taşkınlarının coğrafi analizi ve öngörüler, *Coğrafya Dergisi*, 40, 275-293.
- Sarvar, H., Amini, J., and Laleh-Poor, M., 2011, Assessment of risk caused by earthquake in region 1 of Tehran using the combination of RADIUS, TOPSIS and AHP models, *Journal of Civil Engineering and Urbanism*, 1(1), 39-48.
- Senanayake, I., Dissanayake, D., Mayadunna, B., and Weerasekera, W., 2016, An approach to delineate groundwater recharge potential sites in Ambalantota, Sri Lanka using GIS techniques, *Geoscience Frontiers*, 7(1), 115-124.
- Sharma, A., and Miyazaki, H., 2019, Multi-hazard risk assessment in urban planning and development using AHP, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42, 363-371.
- Shuster, W. D., Bonta, J., Thurston, H., Warnemuende, E., and Smith, D. R., 2005, Impacts of impervious surface on watershed hydrology: A review. *Urban Water Journal*, 2(4), 263-275.
- Simpson, B. J., and Purdy, M. T., 1984, Housing on sloping sites: A design guide. (No Title).
- Siple, P. A., and Passel, C. F., 1945, Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures, *Proceedings of the American Philosophical Society*, 89(1), 177-199.
- Siyahi, B., Çetin, K. Ö., ve Bilge, H. T., 2013, Geoteknik deprem mühendisliği açısından zemin-temel-yapı etkileşimine kritik bakış, *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 484, 41-50.
- Skilodimou, H. D., Bathrellos, G. D., Chousianitis, K., Youssef, A. M., and Pradhan, B., 2019, Multi-hazard assessment modeling via multi-criteria analysis and GIS: a case study, *Environmental Earth Sciences*, 78, 1-21.
- Souissi, D., Zouhri, L., Hammami, S., Msaddek, M. H., Zghibi, A., and Dlala, M., 2020, GIS-based MCDM-AHP modeling for flood susceptibility mapping of arid areas, southeastern Tunisia, *Geocarto International*, 35(9), 991-1017.

- Steadman, R. G., 1979, The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science, *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 18(7), 861-873.
- Steadman, R. G., 1984, A universal scale of apparent temperature, *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 23(12), 1674-1687.
- Steadman, R. G., 1994, Norms of apparent temperature in Australia, *Aust. Met. Mag*, 43, 1-16.
- Strahler, A. N., 1957, Quantitative analysis of watershed geomorphology, *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 38(6), 913-920.
- Sunkar, M., ve Denizdurduran, M., 2015, Kahramanmaraş'ta yaşanan sel ve taşkın olaylarının sebep ve sonuçları causes and effects of flood and torrent events that occurred in Kahramanmaraş, *Proceedings of the UJES*, 15-16.
- Svensson, M. K., and Eliasson, I., 2002, Diurnal air temperatures in built-up areas in relation to urban planning, *Landscape and urban planning*, 61(1), 37-54.
- Svoboda, A., 1991, Changes in flood regime by use of the modified curve number method, *Hydrological sciences journal*, 36(5), 461-470.
- Tadono, T., Takaku, J., Tsutsui, K., Oda, F., and Nagai, H., 2015, Status of "ALOS World 3D (AW3D)" global DSM generation, 3822-3825.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021, TAD Portal [online] [tad.tarim.gov.tr](http://tad.tarim.gov.tr) [Ziyaret Tarihi: 15 Mart 2021].
- Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022, Kahramanmaraş ve Tarım [online] <https://kahramanmaras.tarimorman.gov.tr/Menu/25/Kahramanmaras-Ve-Tarim> [Ziyaret Tarihi: 30 Kasım 2022].
- Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023, Corine Verisi [online] <https://corinecbs.tarimorman.gov.tr> [Ziyaret Tarihi: 5 Kasım 2023].
- Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024a, Kahramanmaraş Tarım Master Planı 2006 [online] <https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/Belgeler/Master/kmaras.pdf> [Ziyaret Tarihi: 3 Şubat 2024].
- Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024b, Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı [online] [www.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Talimatlar/ToprakAraziSiniflamasiStandartlariTeknikTalimativeIlgiliMevzuat\\_yeni.pdf](http://www.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Talimatlar/ToprakAraziSiniflamasiStandartlariTeknikTalimativeIlgiliMevzuat_yeni.pdf) [Ziyaret Tarihi: 7 Ocak 2024].
- Tehrany, M. S., Pradhan, B., Mansor, S., and Ahmad, N., 2015, Flood susceptibility assessment using GIS-based support vector machine model with different kernel types, *Catena*, 125, 91-101.
- Thom, E. C., 1959, The discomfort index, *Weatherwise*, 12(2), 57-61.

- Topay, M., ve Yılmaz, B., 2004, Biyoklimatik konfora sahip alanların belirlenmesinde CBS'den yararlanma olanakları: Muğla ili örneği, *Proceedings of 3th GIS Days in Turkey*, 425-434.
- Toy, S., 2010, Biyoklimatik Konfor Değerleri Bakımından Doğu Anadolu Bölgesi Rekreatyonel Alanlarının İncelenmesi, Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.
- Toy, S., Yılmaz, S., and Yılmaz, H., 2007, Determination of bioclimatic comfort in three different land uses in the city of Erzurum, Turkey, *Building and environment*, 42(3), 1315-1318.
- Tseliou, A., Tsiros, I. X., Lykoudis, S., and Nikolopoulou, M., 2010, An evaluation of three biometeorological indices for human thermal comfort in urban outdoor areas under real climatic conditions, *Building and Environment*, 45(5), 1346-1352.
- Tucker, C. J., 1979, Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation, *Remote sensing of Environment*, 8(2), 127-150.
- Turoğlu, H., 2005, Bartın'da Sel ve Taşkınlar: Sebepler, Etkiler, Önleme ve Zarar Azaltma Önerileri, *Çantay Kitabevi*.
- TÜİK, 2024, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları [online] <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-SonucLari-2023-49684> [Ziyaret Tarihi: 15 Ocak 2024].
- UNDRR, 2024, Disaster [online] [www.undrr.org/terminology/disaster](http://www.undrr.org/terminology/disaster), [Ziyaret Tarihi: 1 Ocak 2024].
- Uysal, M., ve Polat, N., 2015, An investigation of the relationship between land surface temperatures and biophysical indices retrieved from Landsat TM in Afyonkarahisar (Turkey), *Tehnicki Vjesnik-Technical Gazette*, 22(1), 177-182.
- van Westen, C. J., Montoya, L., Boerboom, L., and Coto, E. B., 2002, Multi-hazard risk assessment using GIS in urban areas: A case study for the city of Turrialba, Costa Rica, *Regional Workshop on Best Practices in Disaster Mitigation*.
- Vargas, L. G., 1990, An overview of the analytic hierarchy process and its applications, *European journal of operational research*, 48(1), 2-8.
- Varlık, A., 2008, Dijital Fotogrametri Teknikleri ile Kişi Tanıma, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Varol, L., Alican, K., ve Darbaş, G., 2012, Koçlar-Sarıgözel (Kahramanmaraş Kuzeyi) Arasında Kalan Bölgenin Genel Jeolojik Özellikleri, Doğu Toroslar. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15(1), 43-56.

- Wahono, R. S., Herman, N. S., and Ahmad, S., 2014, A comparison framework of classification models for software defect prediction, *Advanced Science Letters*, 20(10-11), 1945-1950.
- Wan, K. K., Wong, S., Yang, L., and Lam, J. C., 2010, An analysis of the bioclimates in different climates and implications for the built environment in China, *Building and Environment*, 45(5), 1312-1318.
- Wilson, J. P., and Gallant, J. C., 2000, Digital terrain analysis, *Terrain analysis: Principles and applications*, 6(12), 1-27.
- Yomralioğlu, T., 2005, Coğrafi bilgi sistemleri: Temel kavramlar ve uygulamalar, Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Zengin, M., ve Oğuz, H., 2012, Afşin-Elbistan ilçeleri potansiyel orman alanlarının belirlenmesi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Doğa Bilimleri Dergisi*, 62-69.

