

**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI**

DOKTORA TEZİ

**TÜRKİYE DAĞLARI VE DAĞLIK ALANLARININ
SINIFLANDIRILMASI**

Neslihan DAL

2502170559

TEZ DANIŞMANLARI

Prof. Dr. Barbaros GÖNENÇGİL

Doç. Dr. Tolga GÖRÜM

İSTANBUL, HAZİRAN – 2023

ÖZ

TÜRKİYE DAĞLARI VE DAĞLIK ALANLARININ

SINIFLANDIRILMASI

NESLİHAN DAL

"Dağ nedir, nerededir?", "Dağların sınırları belirlenebilir mi?" ve "Dağların diğer coğrafi nesnelerle sınır ilişkileri tanımlanabilir mi?" Kantitatif olarak coğrafi fenomenlerin tanımlanması ve bu sorulara evrensel bir yanıt alınması önünde bazı zorluklar bulunmaktadır. Jeomorfoloji yer şekillerinin oluşum, gelişim ve özellikleri ile ilgilenirken coğrafi bilginin ele alınış biçiminin uğradığı değişimle birlikte jeomorfik nesnelerin biçimselleştirilmesi gündeme gelmiştir. Biçimselleştirme, özellikle genel ve özel jeomorfometri ve coğrafi bilgi sistemleriyle harmanlanmış olarak yer şekillerini nesnel ve otomatik bir yaklaşımla tanımlamalar ve sınırlamalar getirmektedir. Bu tanımlamaların avantajı, kullanılan sayısal yükseklik ya da arazi modelleri ve bunların türevleri olan morfolojik değişkenlerin daha az hata ve belirsizlikler içermesidir.

Bu tez çalışmasının coğrafi kapsamı Türkiye dağ ve dağlık alanlarıdır. Farklı karakterdeki levhaların çarpışma alanında yer alan Türkiye, jeolojik zamanlar içinde maruz kaldığı Paleotektonik ve Neotektonik hareketler ile farklı dağ oluşum evrelerinin görüldüğü bir morfolojik karakter sergilemektedir. Ana fizyografik karakterin dağlar olduğu ülkemizde dağ ve dağlık alanların oranı ve sınırları kantitatif olarak tanımlanmamıştır ve şimdiye kadar buna yönelik jeomorfometrik bir yaklaşım olmamıştır. Bu tez çalışmasında sayısal yükseklik modelleri tarafından temsil edilen yüzey formunun karakterizasyonu ile ilgili teknikler ve konular makro morfolojik yer şekli olan dağ ve dağlık alanlar özelinde ele alınmaktadır. Piksel tabanlı ve çok ölçekli oluşturulan temel veri matrisi, coğrafi bilgi sistemlerinde oluşturulan modelleme ile çeşitli analizlere tabi tutulmuştur. Ayrıca değişen ölçeklerde ve eşiklerde dağ tanım ve sınıflandırmasının nasıl değişim gösterdiği ortaya konmuştur.

Oluşturulan karakterizasyonun iki ana amacı vardır: Makro yer şekillerinin tanımlanmasındaki metodolojinin çerçevesini belirlemek, dağ ve dağlık alanı kantitatif olarak tanımlayan en optimum modeli belirlemek. Oluşturulan modele göre dağlar Türkiye'nin %61'ini kaplamaktadır. Bu kapsamda tez çalışması, dağ ve dağlık alan karakterizasyonunu jeomorfometrik olarak tanımlamak için bir model geliştirmenin yanında, makro morfolojik bir yer şekli olan dağlara ontolojik açıdan yaklaşıp başta sorduğumuz sorulara coğrafi epistomoloji açısından yaklaşmaktadır. Bu yönüyle tez geleneksel jeomorfoloji çalışmalarından ayrılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Türkiye Dağları, Jeomorfometri, Çok Ölçekli Analiz, Piksel-tabanlı Sınıflandırma, Coğrafi Bilgi Sistemleri.

ABSTRACT

THE CLASSIFICATION OF MOUNTAINS AND MOUNTAINOUS AREAS IN TURKEY

NESLİHAN DAL

"What is a mountain and where is it?", "Can the boundaries of mountains be determined?" and "Can the boundary relations of mountains with other geographical objects be defined?" There are some difficulties in quantitatively defining geographical phenomena and obtaining a universal answer to these questions. While geomorphology deals with the formation, development and characteristics of landforms, the formalization of geomorphic objects has come to the fore with the change in the way geographical knowledge is handled. Formalization, especially in combination with general and specific geomorphometry and geographic information systems, provides definitions and constraints to landforms in an objective and automated approach. The advantage of these descriptions is that the digital elevation or terrain models used and their derivative morphological parameters contain fewer errors and uncertainties.

The geographical scope of this thesis is the mountains and mountainous areas of Turkey. Turkey, located in the collision zone of plates of different character, exhibits a morphological character with different stages of mountain formation due to Paleotectonic and Neotectonic movements during geologic time. In Turkey, where the main physiographic character is mountains, the proportion and boundaries of mountains and mountainous areas have not been quantitatively defined and there has not been a geomorphometric approach to this until now. In this thesis, the techniques and issues related to the characterization of the surface form represented by digital elevation models are addressed in the context of macro morphological landforms of mountains and mountainous areas. The basic data matrix, which is pixel-based and multi-scale, is subjected to various analyzes with the modeling created in geographic information

systems. In addition, it is revealed how the definition and classification of mountains change at different scales and thresholds.

The characterization has two main purposes: To determine the framework of the methodology in the description of macro landforms and to determine the most optimum model that quantitatively defines mountain and mountainous area. According to the model, 61% of Turkey is mountainous. In this context, in addition to developing a model to define mountain and mountainous area characterization geomorphometrically, the thesis approaches mountains, which are a macro morphological landform, from an ontological perspective and approaches the questions we asked at the beginning in terms of geographical epistemology. In this respect, the thesis differs from traditional geomorphology studies.

Keywords: Mountains of Turkey, Geomorphometry, Multiscale Analysis, Pixel-based Classification, Geographic Information Systems.

ÖNSÖZ

Bilimsel araştırma tutkumun peşinden giderken hayatıma önemli bir yön veren, 2018 yılında başladığım doktora tez yolculuğumun sonuna gelmiş bulunmaktayım. Bu tez çalışmasının ana hedefi, Türkiye dağları ve dağlık alanlarının kantitatif olarak tanımlanması ve Türkiye’de dağların kapladığı alanın oransal olarak ortaya konmasıdır. Bu amaç doğrultusunda, "Türkiye Dağları ve Dağlık Alanlarının Sınıflandırılması" başlıklı doktora tez çalışmam, makro morfolojik yer şekli olan ve ülkemizin ana yer şekli sınıfını oluşturan dağları, genel jeomorfometriyle tanımlamakta ve sınıflandırmaktadır. Diğer yandan dağlık alanları karakterize etmek için oluşturulan algoritma ile mekânsal kapsam ve analiz pencere boyutu arasındaki ilişkilerin etkinlik ve belirleyicilikleri değerlendirilmiştir. Bu çok ölçekli analizler, arazi modellemede temel veri kaynakları olan farklı çözünürlükte sayısal yükseklik modelleri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Tez altı bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde jeomorfik nesneler olarak yer şekillerinin ontolojisi ve jeomorfometrik çerçevesi anlatılmıştır. İkinci bölümde, dağların epistemolojisi üzerinde durularak dağ tanımları ve sınıflandırma yaklaşımları değerlendirilmiştir. Üçüncü bölümde Türkiye dağları ve dağlık alanlarının sınıflandırma modeli hakkında bilgi verilerek tezin metodolojisi anlatılmıştır. Dördüncü bölümde piksel tabanlı Türkiye dağ ve dağlık alanlarının sınıflandırma çıktıları ve çok ölçekli jeomorfometrik analizlerin sonuçları verilmiş ve tartışılmıştır. Beşinci bölümde Türkiye dağlık alanları, üç farklı kategorideki haritalar ile karşılaştırılmıştır. Son bölümde ise bu tez çalışmasının bir diğer çıktısı olan Türkiye dağları ve dağlık alanlarının iki değişkenli haritası sunulmuştur.

Bu tezin argümanları çok çeşitlidir. Tez, makro yer şekillerinin otomatik sınıflandırma metodolojisini, farklı ölçek ve eşik değerlerine göre oluşturulan algoritmalar ile detaylandırmakta ve açıklamaktadır. Bu çerçevede dağları rölyef, eğim ve ortalama yüksekliklerine göre tanımlayan bir yöntem önermektedir. Bu yönleriyle tez, ülkemizde Türkiye’nin tamamını içeren CBS ve çeşitli istatistiksel teknikler kullanılarak yapılmış ilk kapsamlı jeomorfometrik çalışma olmuştur.

Bu tez çalışmasının başında dağlık alan çalışmalarına yönelmem için bana cesaret veren ve kendimi geliştirmem hususunda çeşitli yönlendirmelerde bulunan değerli danışmanım Prof. Dr. Barbaros GÖNENÇGİL'e teşekkür ederim. İkinci danışmanım olmayı kabul ettiği ve jeomorfolojik-jeomorfometrik olarak makro yer şekillerini tanımlama ve analiz teknikleriyle ilgili yardım ve rehberliği için değerli danışman hocam Doç. Dr. Tolga GÖRÜM'e teşekkür ederim. Ayrıca farklı teknikleri araştırıp uygulamam konusunda beni motive ettiği için kendisine minnettar olduğumu belirtmek isterim. Tez tamamlama sürecimde tez izleme komitesinde yer alan, öneri ve görüşlerini paylaşan Doç. Dr. Ahmet ERTEK ve Doç. Dr. Mehmet Fatih DÖKER hocalarıma teşekkür ederim. Bu süreçte işbirlikleri ve yardımları için Prof. Dr. İsa CÜREBAL, Doç. Dr. Cihan BAYRAKTAR, Dr. Öğr. Üyesi Serdar YEŞİLYURT, Dr. Öğr. Üyesi Volkan DEDE, Dr. Pankaj KUMAR ve Kartoğraf John NELSON'a teşekkür ederim. Benimle yayınlarını paylaşan, dağlık alanlara farklı bir anlayışla yaklaşmam için pencere aralayan, dağlık alan çalışmalarıyla bana ilham veren, proje ve bilimsel etkinlik başvurularımda desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Fausto O. SARMIENTO'ya teşekkür ederim.

Akademik çalışmalarımı beni her zaman destekleyen rahmetli babaannem Adalet DAL'a sonsuz teşekkür ederim. Tez dönemi boyunca özellikle zorlu geçen son yılımda gerek akademik gerek manevi anlamda desteğine, sevgi ve saygımı ifade etmek istediğim kardeşim Dr. Öğr. Üyesi Dilara DAL'a teşekkür ederim. Her zaman yanımda olan ve beni destekleyen annem, babam ve kardeşim Gizem Nur DAL'a teşekkür ederim. Gölhisar'da çalıştığım süre boyunca desteğini esirgemeyen arkadaşım Dr. Öğr. Üyesi Yasemin ÖZTÜRK'e ve manevi desteğini her zaman hissettiren arkadaşım Gülbahar ELVAN'a teşekkür ederim. Ve son olarak yaşamdaki tüm belirsizlikler içinde bir dağ gibi sabit, dayanıklı ama aynı zamanda tüm hassaslıkları farkındalıkla karşılamada bana ilham veren yeryüzündeki bütün dağlara teşekkür ederim. Bu yolda bana çok şey öğrettiniz.

Neslihan DAL

İSTANBUL, Haziran 2023

İÇİNDEKİLER

ÖZ	ii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ	vi
TABLolar LİSTESİ	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xv
KISALTMALAR LİSTESİ	xix
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

JEOMORFİK NESNELER OLARAK YER ŞEKİLLERİ

1.1. Yer Şekli Tanımları	16
1.1.1. Yer Şekli ve Ontoloji	17
1.1.2. Yer Şekli Karakterizasyonu	19
1.1.2.1. Morfometri	21
1.1.2.2. Jeomorfik Yüzeyin Parametrelendirilmesi	22
1.1.2.2.1. Yerel Arazi Yüzey Parametreleri	24
1.1.2.2.2. Bölgesel Arazi-Yüzey Parametreleri	24
1.2. Yer şekillerinin Sınıflandırılması	24
1.2.1. Temel Sınıflandırma Yaklaşımları	26
1.2.1.1. Otomatik Yerşekli Sınıflaması	27
1.2.1.2. Denetimli ve Denetimsiz Sınıflandırma	28
1.2.1.3. Nesne ve Piksel Tabanlı Sınıflandırma	29
1.3. Ölçek	30

1.3.1.	Kartoğrafik Genelleştirme	32
1.3.2.	Analiz (örneklem) Penceresi.....	33
1.3.3.	Ölçek ve Örneklem Çerçevesindeki Belirsizlikler.....	34
1.4.	Topoğrafik Yüzeyin Kantitatif Gösterimi.....	35
1.4.1.	Sayısal Yükseklik Modeli.....	36
1.4.2.	Yerçekli Sınıflaması ve SYM (DEM) İlişkisi.....	37

İKİNCİ BÖLÜM

DAĞ VE DAĞLIK ALANLAR TANIMLAR VE YAKLAŞIMLAR

2.1.	Dağların Epistomolojisi	38
2.2.	Dağ Nedir? Dağlık Alan Nedir? Tanımlar ve Önem	41
2.3.	Dağ ve Dağlık Alan Sınıflandırması –Parametreler ve Yaklaşımlar	52
2.3.1.	Sınıflandırmalarda Kullanılan Morfolojik Parametreler.....	52
2.3.2.1.	Hammond (1954-1964) Sınıflaması	65
2.3.2.2.	Hammond / Dikau v.d. 1991 yöntemi;	68
2.3.2.3.	Iwahashi ve Pike (2007) Sınıflaması.....	69
2.3.2.4.	Kapos v.d. (2000) Sınıflaması;.....	70
2.3.2.5.	Meybeck v.d. (2001) Sınıflaması	70
2.3.2.6.	Körner v.d. (2011) Sınıflaması.....	72
2.3.2.7.	Hammond (1964) Modifiye, Karagulle v.d. (2017) Sınıflaması	74

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE DAĞ VE DAĞLIK ALANLARI SINIFLAMA MODELİ

3.1.	Makro Yer Şekilleri – Dağlık Alanlar.....	77
3.1.1.	Zamansal ve Mekansal Ölçek	77
3.2.	Çalışmanın Yöntemi	81
3.2.1.	Veri Seti Özellikleri	81
3.2.2.	Yöntem Yaklaşımı	85
3.2.2.1.	Komşuluk / Analiz (örneklem) Penceresi.....	90
3.3.	Çalışma Alanı.....	92
3.4.	Türkiye’nin Genel Jeolojik ve Tektonik Özellikleri	97
3.5.	Türkiye Dağ Sistemi	106
3.5.1.	Türkiye’de Orojenik Evreler.....	107

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE DAĞ VE DAĞLIK ALANLARI PİKSEL BAZLI SINIFLANDIRILMASI

4.1.	Türkiye Dağları Sınıflandırma Kuralları.....	113
4.1.1.	Morfolojik Parametreler	115
4.1.1.1.	Topoğrafik Rölyef	115
4.1.1.2.	Ortalama Yükseklik.....	116
4.1.1.3.	Eğim	117
4.2.	Sınıflama Prosedürü	117

4.3.	Testlerde Kullanılan Sayısal Yükseklik Modelleri	118
4.3.1.	Farklı Çözünürlükteki SYM'nin Dağ Tanımına Etkisi.....	122
4.3.2.	Farklı Yarıçaplara Sahip Analiz (örneklem) Pencere Boyutlarının Dağ Tanımına Etkisi	127
4.3.3.	Makro Yer şekillerinin Çok Ölçekli Tanımı-Dağ Sınır İlişkileri Örneği	138
4.3.3.1.	Farklı Morfolojik Eşikler Dağ Tanımını Nasıl Etkiliyor?	143

BEŞİNCİ BÖLÜM

TÜRKİYE DAĞ VE DAĞLIK ALANLARININ DİĞER HARİTALAR İLE KARŞILAŞTIRMASI

5.1.	Küresel Karşılaştırmalar.....	150
5.1.1.	UNEP-WCMC-Küresel Dağlar Haritası (2000) (K1) Sınıflaması	150
5.1.3.	Karagülle v.d. (2018) (K3) Sınıflaması	153
5.1.4.	GMBA v2 (2022) Sınıflaması.....	156
5.1.5.	Meybeck v.d. (2001) Sınıflaması.....	157
5.1.6.	Iwahashi ve Pike'ın (2007) Sınıflaması.....	160
5.2.	Bölgesel Karşılaştırmalar	162
5.2.1.	Erol (1982) Haritası Karşılaştırma.....	162
5.2.2.	Görüm (2018) Haritası Karşılaştırma	165
5.3.	Uzman Karşılaştırmaları	165
5.3.1.	Uzman 1	167
5.3.2.	Uzman 2.....	170
5.3.3.	Uzman 4.....	173

5.3.4.	Uzman 5.....	176
5.3.5.	Uzman 6.....	179

ALTINCI BÖLÜM

TÜRKİYE DAĞ VE DAĞLIK ALANLARININ İKİ DEĞİŞKENLİ HARİTALANMASI

6.1.	İki değişkenli Haritalama Yöntemi	182
6.2.	İki değişkenli Harita Prosedürü.....	183
6.2.1.	Rölyef Sınıfı.....	183
6.2.2.	Ortalama Yükseklik Sınıfı	184
6.2.3.	İki Değişkenli Haritaya Doğru.....	188
SONUÇ		198
KAYNAKÇA		202
ÖZGEÇMİŞ		241

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1: Bazı Temel Kara Yüzeyi Parametreleri (Olaya, 2009'dan değiştirilerek)	23
Tablo 2.1: Farklı Sınıflandırmalarda Kullanılan Parametrelerin Dağılımları-I.....	55
Tablo 2.2: Farklı Sınıflandırmalarda Kullanılan Parametrelerin Dağılımları-II.....	57
Tablo 2.3: Yüksek Rölyef Alanlarının Tanımı	61
Tablo 2.4: Dünya'da Kullanılan Bazı Dağlık Alan Sınıflandırmaları	63
Tablo 2.5: Hammond (1964 A,B) Tarafından Yeryüzü Sınıflandırmasının Hazırlanmasında Kullanılan Manuel Yöntem ile Bilgisayar Yaklaşımı Arasındaki Karşılaştırma	68
Tablo 2.6: K3 Dağlık Alan Sınıfları (Karagülle v.d. 2017)	74
Tablo 2.7: K1, K2 Ve K3 Küresel Dağlık Alan Sınıflandırmasının Genel Özellikleri ...	75
Tablo 3.1: Testlerde Kullanılan Veri Setlerinin (SYM) Ana Özellikleri.....	83
Tablo 3.2: Topoğrafik Rölyef İçin Hesaplanan Farklı Yarıçaplara Sahip Örneklem Pencere Boyutları ve Alanları	91
Tablo 3.3: Türkiye Eğim Grupları (Erol, 1993' Göre) ve Kapladıkları Alan	96
Tablo 3.4: Türkiye'nin Tektonik Birliklere Göre Sınıflandırılmış Dağlık Alanları	111
Tablo 4.1: Harita Ölçeği ve Çözünürlüğü (Tobler, 1987'ye göre)	114
Tablo 4.2: Testlerde Kullanılan Sayısal Yükseklik Modellerinin İstatistiksel Özellikleri.....	118
Tablo 4.3: Farklı Sayısal Yükseklik Modellerinin Topoğrafik Rölyef Değer ve Alanları.....	123
Tablo 4.4: Farklı Çözünürlükte SYM'ler Üzerinde Dağ Ve Dağlık Alan Olmayan Alanların Oranları	126
Tablo 4.5: Topoğrafik Rölyef İçin Hesaplan Farklı Yarıçap Boyutuna Sahip Analiz Penceresi İçin İstatistiksel Değerler (çözünürlük 1000 x 1000 m)	128
Tablo 4.7: Topoğrafik Rölyef İçin Hesaplan Farklı Yarıçap Boyutuna Sahip Analiz Penceresi İçin İstatistiksel Değerler (çözünürlük 250 x 250 m)	131
Tablo 4.8: Topoğrafik Rölyef İçin Hesaplan Farklı Yarıçap Boyutuna Sahip Analiz Penceresi İçin İstatistiksel Değerler (çözünürlük 100 x 100 m)	132
Tablo 4.9: Topoğrafik Rölyef İçin Hesaplan Farklı Yarıçap Boyutuna Sahip Analiz Penceresi İçin İstatistiksel Değerler (çözünürlük 25 x 25 m)	134
Tablo 4.10: Türkiye Ölçeğinde Farklı NAW Boyutlarında Dağlık Alanların Oransal Dağılışı	142
Tablo 4.11: Türkiye Ölçeğinde Farklı NAW Boyutlarında Dağlık Alanların Oransal Dağılışı	145
Tablo 5.1: Uzman Karşılaşmasında Uzmanlara Ait Kısa Özellikler	166
Tablo 6.1: Türkiye İki Değişkenli Dağlık Alan Haritasındaki Dağ Sınıfları	191
Tablo 6.2: Türkiye İki Değişkenli Dağlık Alan Haritasındaki Dağ Sınıflarının Ortalama Yükseklik Verisine Göre İstatistiksel Özellikleri	194
Tablo 6.3: Türkiye Çift Değişkenli Dağlık Alan Haritasındaki Dağ Sınıflarının Eğim Verisine Göre İstatistiksel Özellikleri	195

Tablo 6.4: Türkiye İki Değişkenli Dağlık Alan Haritasındaki Dağ Sınıflarının Yüksekliğin Standart Sapmasına Verisine Göre İstatistiksel Özellikleri.....	197
---	-----

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Analiz Penceresinde İşlem Hücreleri.....	33
Şekil 2.1: Tarihteki En Eski Haritalar: A- Ga-Sur Kil Tablet ve B- Çatalhöyük Haritaları	41
Şekil 2.2: Dağ Jeomorfolojisinin Araştırma Konuları (Barsch ve Caine'den değiştirilerek 1984: 288)	43
Şekil 2.3: Alexander Von Humboldt'un Ekvador'daki Chimborazo Yanardağına İlişkin Ünlü İllüstrasyonu 1807 (www.smithsonianmag.com)	46
Şekil 2.4: Dağlık Alan ve Etkileşim Sahası- Demirkazık Köyü	48
Şekil 2.5: UNEP-WCMC Dağlık Alan Haritası.....	64
Şekil 2.6: Hammond'un Haritasından Bir Kesit (Hammond (1964) 'Classes of Land-Surface Form in The Forty Eight States, U.S.A.')	67
Şekil 2.7: 1 km Çözünürlükteki (SRTM30) SYM'den Küresel Topografyanın Sınıflandırmasını Gösteren Harita (Iwahashi ve Pike 2007).....	69
Şekil 2.8: Küresel Ölçekte Makro Yer Şekilleri (Meybeck v.d. 2001).....	71
Şekil 2.9: K2 Dağ Tanımına Göre Dünya'daki Dağların Dağılışı (Körner v.d. 2011)	73
Şekil 2.10: Yeni Hammond Küresel Yer Şekilleri Sınıfları (16 sınıf) (Karagülle v.d. 2018)	76
Şekil 3.2: Tekrarlanan Arazi Şekli Türleri ile Arazi Şekli Yüzeyleri Arasındaki Kavramsal Farklılıkların Profil Gösterimi (Macmillan ve Shary, 2009).	80
Şekil 3.3: Farklı Çözünürlükte Sayısal Yükseklik Modelleri ve Çözünürlüğün Görüntüde Yarattığı Farklılıklar (SYM'lerde 1. şekilden 5. şekle doğru değişen veri değerleri ve değişen çözünürlük farkından kaynaklanan piksel değişimi).	84
Şekil 3.4: Morfolojik Değişkenlerin Hesaplandığı Ölçek ve Sınıflama Algoritmasının Sınırları. 1. Şekil Morfolojik Değişkenlerin Hesaplandığı Çerçeveyi Göstermektedir. 2. Şekil İse Sınıflama Algoritmasına Dahil Edilmiş Sınırı Göstermektedir.	87
Şekil 3.6: Türkiye Yükseklik Basamaklarının Dağılışı (%).....	93
Şekil 3.7: A. Türkiye Yükseklik Basamakları, B. Türkiye Ortalama Yükseklik Haritası	94
Şekil 3.8: C. Türkiye Rölyef Haritası ve D. Türkiye Eğim Haritası (°).....	95
Şekil 3.9: Niğde Aladağlar – Demirkazık Zirve	97
Şekil 3.10: Neotetis'in Alt Jura Dönemi (~ 200 myö) ve Türkiye'yi Oluşturan Mikrokıta Parçalarının Konumları (Özdemir ve Palabıyık, 2020: 135)	98
Şekil 3.11: Dağ Oluşumunda Etkili Olan Süreçler, A-Sıkıştırma genleşmeye neden olmakta, B-Bantlı kayalar oluşur, C-Ters faylanma, D- Magmatik intrüzyon, E Mağmatizma, F- Bölgesel metamorfizma (Işık, 2012)	100
Şekil 3.12: Dağ Kuşakları (Kordillera, Apalaşlar, Andlar, Kalodenidler, Urallar, Alpler, Himalayalar) (Işık, 2012).....	101
Şekil 3.13: Geç Kretase-Paleosen Paleotektonik Haritası (Işık, 2012).....	103
Şekil 3.14: Geç Eosen – Erken Miosen Paleotektonik Haritası (Işık, 2012)	104
Şekil 3.15: Anadolu'nun Morfotektonik Haritası	107
Şekil 3.16: Türkiye ve Çevresinin Tektonik Haritası (Okay ve Tüysüz, 1999).....	110

Şekil 3.17: Türkiye'nin Tektonik Birimlerine Göre Dağlık Alanlar.....	112
Şekil 4.1: Topoğrafik Rölyefin Gösterimi	116
Şekil 4.2: Dağlık Alan Sınıflaması -İzlenen Adımlar	119
Şekil 4.3: Sayısal Yükseklik Modellerinin Frekans Dağılım Grafikleri (A: 25 x 25 m, B: 100 x 100 m, C: 250 x 250 m, D: 500 x 500 m, E: 1000 x 1000 m).....	122
Şekil 4.4: Farklı Çözünürlüklere Uygulanan Topoğrafik Rölyef Parametresi (A ve B şekilleri farklı çözünürlükte her bir SYM için daha yakın bir görüntü sağlar. A sahası Erciyes dağı ve çevresine yakınlaşmış, B sahası ise Muş ovası ve çevresine yakınlaşmış görüntü içermektedir).....	124
Şekil 4.5: Farklı çözünürlükte SYM'ler üzerinde Dağ ve Dağlık Alan Olmayan Alanların Dağılışı.....	126
Şekil 4.6: Farklı Çözünürlükte SYM'ler Üzerinde Dağ ve Dağlık Alan Olmayan Alanların Dağılışı-2.....	126
Şekil 4.7: Topoğrafik Rölyef İçin Hesaplan Farklı Yarıçap Boyutuna Sahip Analiz Penceresi İçin İstatistiksel Değerlerin Dağılımı (çözünürlük 1000 x 1000 m).....	128
Şekil 4.8: Topoğrafik Rölyef İçin Hesaplan Farklı Yarıçap Boyutuna Sahip Analiz Penceresi İçin İstatistiksel Değerlerin Dağılımı (çözünürlük 500 x 500 m).....	129
Tablo 4.6: Topoğrafik Rölyef İçin Hesaplan Farklı Yarıçap Boyutuna Sahip Analiz Penceresi İçin İstatistiksel Değerler (çözünürlük 500 x 500 m)	130
Şekil 4.9: Topoğrafik Rölyef İçin Hesaplan Farklı Yarıçap Boyutuna Sahip Analiz Penceresi İçin İstatistiksel Değerlerin Dağılımı (çözünürlük 250 x 250 m).....	131
Şekil 4.10: Topoğrafik Rölyef İçin Hesaplan Farklı Yarıçap Boyutuna Sahip Analiz Penceresi İçin İstatistiksel Değerlerin Dağılımı (çözünürlük 100 x 100 m).....	132
Şekil 4.11: Topoğrafik rölyef için hesaplan farklı yarıçap boyutuna sahip analiz penceresi için istatistiksel değerlerin dağılımı (çözünürlük 25 x 25 m)	133
Şekil 4.12: 100 m Çözünürlükteki SYM Verisi Üzerinden Hesaplanan Topoğrafik Rölyef'in Farklı Pencere Boyutlarında (R) Erciyes Dağ'ı ve Çevresine Ait Görüntüleri	135
Şekil 4.13: İki Farklı Yarıçapa Sahip Analiz-Örnekleme Penceresinin (500 m Ve 2.5 km NAW) Karşılaştırılması	137
Şekil 4.14: Farklı Ölçek ve Farklı NAW Boyutlarında Dağ-Ova Sınır İlişkilerinin Çok Ölçekli Hesaplanmış Haritaları	141
142	
Şekil 4.15 : Türkiye Ölçeğinde Farklı NAW Boyutlarında Dağlık Alanların Dağılışı..	142
Şekil 4.16: Faklı Morfolojik Eşik Değerleri İle Farklı Boyuttaki NAW'ların Local Bir Sahada (Erciyes Dağı) Gösterimi.....	145
Şekil 4.17: Türkiye Dağ ve Dağlık Alanları Göl Katmanının Etkisi	147
Şekil 4.18: Türkiye Dağları ve Dağlık Alanlarının Dağılışı (A-Türkiye Dağları, B-Türkiye Dağlık Alanları)	148
Şekil 5.1: K1 Dağlık Alan Karşılaştırması.....	151
Şekil 5.2: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	152
Şekil 5.4: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	153
Şekil 5.3: K2 Dağlık Alan Karşılaştırması.....	154
Şekil 5.5 : K3 Dağlık Alan Karşılaştırması.....	155

Şekil 5.6: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	156
Şekil 5.7: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	157
Şekil 5.8: GMBA v2 Dağlık Alan Karşılaştırması.....	158
Şekil 5.9: Meybeck (2001) Dağlık Alan Karşılaştırması	159
Şekil 5.10: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	160
Şekil 5.11: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	160
Şekil 5.12 : Iwahashi ve Pike'ın (2007) Dağlık Alan Karşılaştırması	161
Şekil 5.13: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	162
Şekil 5.14: Erol (1982) Dağlık Alan Karşılaştırması	163
Şekil 5.15 : Görüm (2018) Dağlık Alan Karşılaştırması.....	164
Şekil 5.16: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	165
Şekil 5.17: Uzman 1- Farklı 4 Local Sahada Dağlık Alan Karşılaştırması	167
Şekil 5.18: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	168
Şekil 5.19: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	168
Şekil 5.20: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	169
Şekil 5.21: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	169
Şekil 5.22: Uzman 2- Farklı 4 Local Sahada Dağlık Alan Karşılaştırması	170
Şekil 5.23: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	171
Şekil 5.24: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	171
Şekil 5.25: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	172
Şekil 5.26: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	172
Şekil 5.27: Uzman 4- Farklı 4 Lokal Sahada Dağlık Alan Karşılaştırması	173
Şekil 5.28: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	174
Şekil 5.29: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	174
Şekil 5.30: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	175
Şekil 5.31: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	175
Şekil 5.32: Uzman 5- Farklı 4 Lokal Sahada Dağlık Alan Karşılaştırması	176
Şekil 5.33: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	177
Şekil 5.34: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	177
Şekil 5.35: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	178
Şekil 5.36: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	178
Şekil 5.37: Uzman 6- Farklı 4 Lokal Sahada Dağlık Alan Karşılaştırması	179
Şekil 5.38: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	180
Şekil 5.39: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	180
Şekil 5.40: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	181
Şekil 5.41: Sınıflar Arası Değişim Oranları.....	181
Şekil 6.1: Rölyef Sınıflarının Yükseklik ve Alansal Dağılışı	184
Şekil 6.2: Ortalama Yükseklik Sınıflarının Yükseklik ve Alansal Dağılışı.....	185
Şekil 6.4: Sınıflandırma sonucu dağ olarak tanımlanmayan boşluklar	187
Şekil 6.5: Çift Değişkenli Haritadaki Verilerin Renk Kombinasyonunun Oluşumu	188
Şekil 6.6: İki Değişkenli Haritadaki Verilerin Renk Matrisi	189
Şekil 6.7: Türkiye Dağ ve Dağlık Alanları İki Değişkenli Haritası.....	190
Şekil 6.8: Dağ Sınıflarının Oransal Dağılışı.....	192
Şekil 6.9: Rölyefe Göre Dağ Sınıflarının Kategorik Dağılışı.....	193

Şekil 6.10: Dağ Sınıfları Standart Sapma Değerlerinin Dağılımı (Ortalama Yüksekliğe Göre) 195

Şekil 6.11: Dağ sınıfları Standart Sapma Değerlerinin Dağılımı (eğim değerlerine göre) 196



KISALTMALAR LİSTESİ

BM	: Birleşmiş Milletler
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
GEOBIA	: Coğrafi Obje Tabanlı Görüntü Analizi
GMBA	: Küresel Dağ Biyoçeşitliliği Değerlendirmesi
GMTED2010	: Küresel Çok Çözünürlüklü Arazi Yükseklik Verisi2010
GTOPO30	: Küresel Sayısal Yükseklik Modeli30
ICIMOD	: Uluslararası Entegre Dağ Kalkınması Merkezi
IMHE-CAS	: Dağ Tehlikeleri ve Çevre Enstitüsü
LER	: Yerel Yükseklik Aralığı
LR	: Yerel Rölyef
MAB	: İnsan ve Biyosfer
MYÖ	: Milyon Yıl Önce
NAW	: Komşuluk Analiz Penceresi
OBIA	: Nesne Tabanlı Görüntü Analizi
SAM	: Sayısal Arazi Modeli
STD	: Standart Sapma
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
UNEP	: Birleşmiş Milletler Çevre Programı
UNESCO	: Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü
WCMC	: Dünya Koruma İzleme Merkezi

GİRİŞ

Yer şekilleri, geosferde birçok süreç üzerinde etkili olan temel coğrafi unsurlardan biridir. Yer şekillerinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlere yaptığı doğrudan ya da dolaylı etkiler onların geometrik ve genetik özelliklerindeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Nihayetinde bu farklılıklar doğal ve beşeri sistemler üzerinde kilit bir rol oynamakta ve bu ilişkileri şekillendirmektedir. Topoğrafik yüzeyin bir parçası olan yer şekillerinin farklı ölçeklerde iç içe geçmiş karmaşık bir yapı sergilemeleri onları sınıflandırırken bir takım zorlukları beraberinde getirmektedir. Son yıllarda CBS teknolojilerindeki ilerlemeler ve farklı çözünürlüklerde SYM'lerin varlığı jeomorfolojik haritalamada farklı teknik ve analizlerin gerçekleştirilmesine olanak tanımıştır. Bu ilerlemeler otomatik sınıflandırmalar ile farklı ölçeklerde birçok analizin yapılmasına imkan tanımıştır. Özellikle yer şekli analizinin önemli bir parçası olan jeomorfometri ile yer şekillerinin tanımı, manuel tanımlamalara göre daha hassas ve güvenilir sonuçlar üretmekte ve morfolojik özellikler arasındaki sistematik ilişkilerin tanımlanmasına izin vermektedir.

Bu tez çalışmasında jeomorfometrik analizler kullanılarak Türkiye ölçeğinde makro yer şekli olan dağ ve dağlık alanların kantitatif tanımlaması yapılmıştır. Makro yerşekli olarak dağların seçilmesinin nedeni, dağların ülkemizin morfolojisini şekillendiren en önemli morfolojik birim olması ve küresel olarak bu alanların giderek önem kazanmasıdır. Şöyle ki; doğal ekosistemler özellikle tarım devriminden itibaren artan beşeri ve ekonomik baskılardan olumsuz yönde etkilenmiştir. Bu alanlar yanlış arazi kullanımıyla beraber degradasyona uğramaktadır. Dağlık alanlar diğer morfolojik yapılara göre yaşam şartlarının zorluğundan ötürü nispeten daha az zarar görse de günümüzde artan kaynak ihtiyacından dolayı baskı altında olan ekosistemler haline gelmiştir. Ekolojik taşıma kapasiteleri zorlanan bu hassas dağ ekosistemlerinin sürdürülebilir ekosistem tabanlı dağlık alan yönetime ihtiyaçları vardır.

Dağ ekosistemlerinin maruz kaldığı doğal ve beşeri kaynaklı baskıların vurgulandığı en önemli gelişmelerden biri 1992 Rio Çevre Zirvesi'nin ürünlerinden

olan Gündem 21'in 13. maddesidir. Bu madde kapsamında dağ ve dağlık alanların hassas ekosistemler olarak değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca dağların sahip olduğu habitat çeşitliliğine vurgu yapılarak tür kayıplarının fazlalığı ve var olan türlerin tehlike altında olduğu belirtilmiştir. Dağ ekosistemleri hakkında bilgi eksikliğinin olduğu bu nedenle küresel bir dağ veri tabanının oluşturulması gerekliliğinin altı çizilmiştir. Dolayısıyla dağ ekosistemlerinin sürdürülebilir kalkınmasına katkıda bulunacak programların başlatılmasının oldukça önemli olduğu belirtilmiştir (Agenda 21, 1992: 169; Beniston, 2000: 138). Bu programlar sayesinde dağ ve dağlık alanların mevcut şartlarına ve potansiyellerine göre değerlendirilmesi ve bu alanlardaki beşeri ve ekonomik faaliyetlerin koruma kullanma dengesi içinde yürütülmesi sağlanabilmektedir. Bu girişim ve programların oluşturulmasında başlangıç noktası, dağ ve dağlık alanların morfolojik olarak tanımlanmasıdır. Kantitatif yöntemlere dayalı bu morfolojik tanımlama ile dağ ve dağlık alanların nerede olduğu, ne kadar alan kapladığı, boyutları ve çevresindeki diğer morfolojik birimlerle ilişkilerinin tespiti sağlanacaktır. Ayrıca bu alanlardan beslenen diğer kaynak alanlarının (örneğin, sulak alanlar, ormanlar) yönetim ilkelerinin belirlenmesi için temel oluşturacaktır.

Günümüzde dağları niceliksel olarak tanımlayan çok az girişim mevcuttur. Yaygın olarak kullanılan niteliksel kavramlarda herhangi bir eşik değeri olmadan dağ, dağ alanı veya dağ bölgesi olarak ifade edilen bu alanların ortak özellikleri bulundukları sahalarda yüksek ve eğimli alanlar olmalarıdır. Yükseklik ve eğim sayısal olarak ifade edilebilen özelliklerdir. Peki bu özelliğin sabit bir değeri var mıdır? Dağları tanımlayıcı az sayıdaki küresel sınıflandırma incelendiğinde niceliksel kriterlerin her ülkede dağ ortamına karşılık gelmediği görülmektedir. Örneğin K1 sınıflamasına göre dağlık alanlar Dünya'nın yaklaşık %24'lük bir bölümünü (Kapos v.d. 2000: 4) kaplamakta ve bu sınıflamada 2500 m'den yüksek alanlar dağ olarak kabul edilmektedir. 2500 m'den yüksek plato ve ovaların varlığı düşünüldüğünde bu örnekten yola çıkarak sadece yüksekliğe dayalı evrensel bir tanımlama kriterinin oluşturulması gerçekçi görünmemektedir. Bu açıdan tanımsal niceliksel kriterler her ülke için tekrar gözden geçirilip uygulanması, doğru bir sınıflamanın belirlenmesi önem arz etmektedir. Örneğin Kuzeybatı Avrupa gibi ortalama yüksekliğin az olduğu

alanlarda 600 m yüksekliğe sahip bir morfolojik birim bir dağ olarak tanımlanırken Türkiye’de yaklaşık 1850 m olan Erzurum ovası bir dağ ortamına karşılık gelmemektedir. Yükseklikten kaynaklanan bu farklılıklar dağ ve dağlık alanları tanımlayıcı değişkenler ve eşik değerleri konusunda bir takım problemleri de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle, tanımlayıcı optimum değişken ve eşik değerlerine göre yapılan sınıflandırmalara ihtiyaç vardır. Bu şekilde farklı morfolojik birimlerdeki arazi kullanımı ve sorunları ile hem yüksek hem de yüksek eğim değerine sahip dağ ve dağlık alanlardaki kullanım ve sorunları arasındaki ayırım ve bakış açıları açıkça ortaya çıkacaktır (Gönençgil ve Dal, 2020: 2). Farklı sınıflandırmalarda dağ ve dağlık alanın oranı bir takım değişimler içerirse de Dünya geneli ile kıyaslandığında dağ ve dağlık alanlar ülkemizin en önemli coğrafi unsurudur. Bu nedenle dağ ve dağlık alanın morfolojik olarak tanımlanması ve diğer morfolojik birimler ile olan sınır ilişkilerinin optimum düzeyde tespit edilmesi gerekmektedir. Özellikle yer şekilleri çeşitliliğine sahip ve kısa mesafelerde eğim ve yükseklik şartlarının değiştiği ülkemizde, kantitatif olarak dağ ve dağlık alan sınıflandırmasının yapılması bu alanların yönetimi açısından oldukça önemli olacaktır.

Dağlık alanların tanımlanmasında ölçek ve tanımlayıcı değişkenlerin seçimi en önemli aşamaları oluşturur. Bu açıdan bu alanların niceliksel olarak tanımlanması, sınırlarının belirlenmesi ve sınıflandırılması zor bir mekânsal analiz problemidir. Yapılacak sınıflandırmaların alanın özellikleri çerçevesinde doğru tanımlamalar üretmesi özellikle heterojen bir yapı arz edebilen dağlık alanları homojen şekilde tanımlama sorununu gündeme taşımakta bu da tanımlamaları karmaşık hale getirebilmektedir. Bu tanımlamaların referans teşkil etmesi ve yeniden farklı amaçlarla uygulanabilmesini sağlayan en önemli araç coğrafi bilgi sistemlerdir. Bu amaçla dağ ve dağlık alanların sınıflandırılma ihtiyacının neden gerekli olduğu, bu alanların özellikleri ve tanımlama kriterleri, otomatik sınıflandırma ve sayısal veri tabanları ile coğrafi bilgi sistemi ilişkileri, bu çalışmanın ana ekseninde yer almaktadır. Bu yönüyle bu tez çalışması makro yerçekli sınıflama metodolojisine de ışık tutmaktadır.

Kapsam ve Hedefler

Türkiye’de dağ ve dağlık alanlara ilişkin yapılan lokal çalışmalar daha ziyade dağların jenetik özellikleri açısından bilgi vermektedir. Fakat dağları onun özelliklerine benzer yapıda diğer yer şekillerinden ayıran ve tam olarak alanlarının ne kadar olduğu hakkında bir bilgi bulunmamaktadır. Bu kapsamda çalışma alanı Türkiye sınırlarını içermekte, dağ ve dağlık alanlarımızın kapladıkları alan ve boyutlarıyla ilgili literatüre bir katkı verilmesi planlanmaktadır. Aynı zamanda farklı ölçeklerde yapılmış küresel ve yerel bazı dağ sınıflandırma yaklaşımları ile bu tez çalışmasındaki tanımın karşılaştırılması hedeflenmektedir. Çalışmanın iki ana omurgası bulunmaktadır. Birincisi makro yerşekli olan dağların çok ölçekli tanımı ve iki değişkenli haritalanmasıdır. Makro yer şekillerinin sınıflandırılması ve haritalanması konusunda kullanılacak niceliksel sınıflandırma kriterlerinin seçimi, morfolojik ve örneklem penceresi eşik değerlerinin belirlenmesi, otomatik sınıflandırma için algoritmanın oluşturulması ve bu adımlarda yapılacak değişikliklerin (farklı eşik değeri testleri) tanımlamalara olan etkisi metodolojik olarak bu tez çalışmanın en önemli katkılarındanıdır.

Problem Tanımı ve Motivasyon

Yer şekillerinin ayırt edici özellikleriyle beraber net olarak tanımlanması, topoğrafik ve ekolojik birimlerin ortam özelliklerinin daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır. Morfolojik özellikler ekosistemler için önemlidir çünkü ekosistemlerdeki enerji akışı ve hayati döngüler yer şekilleri ve iklimin denetimi altında çalışır. Fakat bu ortamlardaki süreçleri değerlendirebilmek ve farklı unsurlar ile ilişkileri belirleyebilmek için istatistiki verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Yeryüzü şekillerinin ekosistem gelişimi ve değişimi üzerindeki önemli etkilerinin olduğunu belirten Swanson v.d. (1988: 92-93) ekosistemlerin hem yer şekillerine hem de yüzey süreçlerine tepki verdiğini vurgulamıştır. Dağlık alanlar bulunduğu ortamda coğrafi izolasyon yaratarak morfolojik ve klimatolojik anlamda farklı ortam şartları yaratır. Bu açıdan insan ve diğer canlılar düşünüldüğünde dağ ve dağlık alan ekosistemlerinin hayati önemi bulunmaktadır. Bu alanlardaki ekolojik ilişkileri ve süreçleri anlamak için, dağ ve dağlık alanlarının kantitatif olarak tanımlanması, alan ve boyutlarının

belirlenmesi gerekmektedir. Bu çerçevede ülkemizin jeomorfolojik yapısı göz önüne alındığında yer şekilleri açısından dağ ve dağlık alanların daha fazla yer kaplaması bu alanların fiziki ve beşeri unsurlar açısından çeşitli değerlendirmelere tabi tutulmasını zorunlu kılmaktadır. Aynı zamanda jeomorfometrik olarak mekansal ölçek ve analiz ölçekleri ile parametreler üzerine uygulanan eşik değerlerindeki belirsizlikler makro yer şekillerinin tanımlanmasında bir problemdir. Bu faktörlerin tanımlayıcı algoritmalar üzerinde nasıl bir etki yaptığıda bu tez çalışmasında cevabını aradığımız bir soru olmuştur. Bu çerçevede problemin tanımı ve cevabı için aşağıdaki soruların sorulması ve bunlara cevap bulunması planlanmıştır. Bu sorular aşağıda belirtilmiştir;

1. Morfometrik olarak dağ nedir dağlık alan nedir, niceliksel olarak hangi değişkenler bu alanları tanımlamak için kullanılmalıdır?
2. Makro yeryüzü şekillerini sınıflandırırken kullanılan değişkenler hangi ölçekte uygulanmalıdır?
3. Makro yer şekillerinin sınır ilişkilerini belirlerken eşik değerlerinin önemi nedir?
4. Dağ ve dağlık alanlar ülkemizde nasıl bir dağılış gösterir ve kapladıkları alan ne kadardır? Dağ ve dağlık alan olarak nitelendirilmeyen alanların dağılışları ve kapladıkları alan ne kadardır?

Yukarıda yer alan sorular bu tez çalışmasının problemini oluşturmaktadır. Buna göre dağ ve dağlık alanların coğrafi bilgi sistemleri ve istatistiksel yöntemler kullanılarak kantitatif tanımlanması ulusal düzeyde ilk katkıyı oluşturacaktır.

Kuramsal Çerçeve ve Literatür

Birleşmiş Milletler Dünya Koruma İzleme Merkezi (UNEP-WCMC) sınıflandırmasına göre 35.8 milyon km² ile dünya karalarının % 24'ünü kaplayan (Kapos v.d. 2000: 4) dağlık alanlar yükseklik ve eğim ile karakterize edilen karmaşık ve kırılgan ekosistemlerdir. Dünya nüfusunun %20'sinin yaşadığı (Marston, 2008: 508) bu alanlar ve bu alanlardan etkilenen sahalar, aynı zamanda farklı iklim koşulları, su kaynakları ve zengin biyolojik çeşitliliğin yanı sıra toprak kaymaları, çığ, volkanik patlamalar ve deprem gibi yüksek riskli ortamlardır (Hofer, 2005: 1). Bu özelliklere

ulaşım sorunları da eklenince dağlık b6lgelerde kalkınma yavaşlamakta ve bu sahalar marjinalleşmektedir. Dağ ve dağlık alanların sorunlarındaki farkındalık küresel anlamda bir takım girişimlerin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu girişimler, 1973 yılında, Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü'nün (UNESCO), İnsan ve Biyosfer (MAB) programında orijinal on iki bileşenden biri olarak dağları (proje 6) içermekteydi (Ives ve Messerli, 1990: 102). MAB programı ve BM Dünya Zirvesi, çeşitli araştırma gruplarının ve enstitülerinin (örn. Uluslararası Entegre Dağ Kalkınması Merkezi (ICIMOD), Dağ Forumu ve Uluslararası Dağ Derneği), raporlarının ve yayınlarının geliştirilmesi için bir sıçrama tahtası sağlamıştır. Daha sonra, Haziran 1992'de Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı (UNCED, Rio de Janerio) Dünya Zirvesi'nde, 'Gündem 21 raporunun 13. Bölümünde *'Hassas Ekosistemlerin Yönetimi: Sürekli ve Dengeli Dağ Yönetimi'*, başlığı ile dağlara yer verilmiştir. Gündem 21/13'ün bir bölümünde dağların biyoçeşitliliğin depoları olduğu, nesli tükenmekte olan türlere ve küresel ekosistemin önemli bir parçasına ev sahipliği yaptığı fakat çoğu dağ bölgesinin çevresel bozulma yaşamakta olduğundan bahsedilmektedir. İlerleyen paragraflarda ise yoksulluk ve nüfus artışına dikkat çekilerek bu durumun marjinal alanlarda tarım yapılmasına, ormansızlaşmaya ve biyomas örtüsünün kaybıyla diğer çevre sorunlarına neden olduğu vurgulanmaktadır. 1992 yılındaki gelişmenin ardından ülkelerin bu alanlara olan ilgisi artmış ve Birleşmiş Milletler 2002 yılını Uluslararası Dağlar Yılı ilan etmiştir. Dağlar yılının sloganı ise 'Hepimiz Dağ İnsanınız' şeklinde olmuştur (Messerli, 2012: 57-60).

Günümüzde her yıl farklı bir temayla çeşitli etkinlikler düzenlenerek 'Dağlar Günü' (11 Aralık) kutlanmaktadır. Ülkeler ve uluslararası örgütler ve sivil toplum kuruluşları dağlarda sürdürülebilirlik konusuna önem vermektedirler. Bunun nedeni dağ ve dağlık alanlarda dağlık alan yönetimi ve sürdürülebilir kaynak yönetiminin nasıl olacağına dair evrensel bir çerçevenin oluşturulabileceği bir zemin hazırlamaktır. Buna rağmen dağ ve dağlık alan olarak tanımlayabileceğimiz alanlar her ortamda (ya da ülkede) aynı tanımlamalara karşılık gelmemektedir. Bu nedenle evrensel olarak dağlık alanlara uygulanabilecek genel çerçeve dahilinde bir yönetim planı olsa dahi evrensel bir dağ tanımının yapılamayacağı açık hale gelmektedir.

Yapılan kantitatif dağ tanımlarının daha doğru ve pratik olmasını sağlayan en önemli unsur coğrafi bilgi sistemlerinin ve sayısal yükseklik modellerinin varlığı olmuştur. Bilgisayar ve coğrafi bilgi sistemlerinin, herhangi bir boyut veya mekansal çözünürlüğe sahip alanlar için yüzey geometrisinden arazinin sınıflandırılmasına yönelik birçok engeli kaldırdığını belirten Iwahashi ve Pike (2007: 410) buna ek olarak arazi yüzeyinin bölgesel görünümleri, kabartma, eğim, yükseklik ve coğrafi konumun diğer türevlerini birleştirilerek ortaya çıkan sınıflandırmalara ait yüzey formlarının diğer mekansal verilerle birleştirilebilir olduğunu ve birçok jeomorfolojik şeklin tanımlanabileceğini belirtmişlerdir. Birçok araştırmacı CBS kullanarak bu tür çalışmaların farklı yönlerini tartışmış ve arazi özelliklerine ait bilgilerin peyzaj sınıflandırmaları için önemli olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca otomatik bir yeryüzü sınıflandırma metodolojisinin ekolojik uygulamalarının merkezi haline geleceğini, toprak modellemesi, heyelan tehlike alanları gibi özelliklerin oluşturulması için önemli olduğunu belirtmişlerdir (Drăguț ve Blaschke, 2006:342).

Bu kapsamda jeomorfometri ile yer şekillerinin kantitatif tanımlamasını yapan ve bu tezin yönteminin temelini oluşturan otomatik sınıflandırma ve makro yer şekillerini sınıflandıran temel algoritmalar için referans teşkil eden başlıca çalışmalar hakkında kısa bilgi verilecektir. Bu çalışmalar daha ziyade dağları sınıflandıran küresel az sayıdaki ve ilksel çalışmaları kapsamaktadır. Ayrıca ileriki bölümlerde benzer özellikteki otomatik sınıflandırma yaklaşımlarını içeren çalışmalar hakkında bilgi verilecektir. O nedenle bu kısımda o çalışmalara yer verilmemiştir.

Hammond (1954) '*Small-Scale Continental Landform Maps*', isimli çalışmasında 3 farklı morfolojik değişken ekseninde topoğrafyayı kantitatif olarak tanımlamıştır. Çalışmasında kullandığı değişkenler makro yer şekillerini sınıflandırmak için otomatik yaklaşımlara temel olmuş ve bir çok çalışmada kullanılmıştır. Makro yer şekillerini tanımlamak için; yerel yükseklik aralığı (local elevation range), eğim (slope) ve profil (profile) değişkenlerini kullanmıştır. Hammond bu çalışmasında, yer şekillerinin olası kökenleri hakkında bilgi verilmediğini vurgulamıştır.

Hammond (1964a) '*Analysis of Properties in Land Form Geography: An Application to Broad-Scale Land Form Mapping*' adlı çalışmasında yer şekli sınıflaması ile ilgili ayrıntılar vermektedir. Yapmış olduğu haritada yerşekli sınıflaması için seçilen dört karakterin varlığından söz etmiştir. Bunlardan eğim indeksi (an index of slope inclination) 'gentle' hafif-yumuşak eğimli olarak tanımlanan yamaçların kapladığı alanın yüzdesi olarak ifade edilir. Kullanılan 'gentle' tanımı, % 8'den az olan bir eğim değeri olarak belirtilmiştir. Dikey boyut (one of vertical dimension) için sınırlı bir alan içindeki maksimum yükseklik farkı seçilmiştir. Genel profil (one of general profile character) karakterinin analiz edilmesinin güç olduğu vurgulanmış ancak basit bir index düzenleyerek hafif eğimli arazilerin yerel yükseklik aralığının alt ve üst kısımlarına denk geldiği belirtilmiştir. Buna göre eğim, yerel yükseklik farkı ve profil indeksleri ile 3 kategorili bir sınıflama oluşturmuştur. Dört hafif-yumuşak eğim, altı yerel yükseklik aralığı ve dört profil tipi ile 96 tip yer şekli sınıfı tanımlanmıştır.

Hammond (1964b) '*Classes of Land-Surface Form in the Fort Eight States, U.S A.*' çalışmasında yapmış olduğu makro yer şekli haritasını sunmuştur. Haritadaki sınıflar; plains (ovalar), open hills and mountain (tepeler ve dağlar), tablelands (platolar), hills and mountain (tepeler ve dağlar), plains with hills or mountain (ovalara sahip tepeler ya da dağlar) şeklindedir.

Murphy'nin (1968) "*Annals Map Supplement Number Nine Landforms of the World*" isimli çalışması makro yer şekillerini gösteren diğer önemli bir çalışmadır. Bu çalışması ile Murphy, dört ana yeryüzü şekli (dağlar, tepeler, platolar ve ovalar) tipolojisini kapsayan ve genişleten sistematik bir jeomorfolojik tanım geliştirmiştir. Çalışmada yer şekilleri üç bağımsız tipin kombinasyonu kullanılarak sınıflandırılmıştır. Bu tiplerden birincisi yapısal bölgeler, ikincisi topoğrafik alanlar, üçüncüsü ise erozyon türlerini gösteren sahalardır. Bu haritada Türkiye'nin tamamı Alpin kuşakta dağ morfolojik bölgesi olarak tanımlanmıştır.

Dikau, Brabb ve Mark'ın (1991) ABD jeolojik araştırmalar departmanına sundukları '*Landform Classification of New Mexico by Computer*' isimli raporda, New Mexico'daki yer şekilleri ve heyelan süreçleri arasındaki ilişkileri tespit etmek

amacıyla otomatik yer şekilleri sınıflandırılması yer almıştır. Bu sınıflandırmanın önemi yukarıda da bahsedilen, Hammond (1954, 1964a, 1964b) tarafından manuel olarak yapılan ve 5 ana tipe ayrılan yer şekillerinin ilk kez dijital ortamında otomatikleştirilmesidir (manuel ve bilgisayar da hazırlanan haritaya ilişkin bilgileri içeren karşılaştırma ilgili bölümde verilecektir). Bu çalışmada yer şekilleri, alandaki hafif eğimli arazi miktarına, yerel yükseklik aralığına ve profil tipine göre 21 sınıfa ve 45 alt sınıfa ayrılmıştır. Çalışmada, bu özelliklerin kombinasyonunun 96 kadar yer şekli birimi sağlayabildiği ve Hammond'un bunların yarısından azının ABD'de yaygın olduğunu belirlediği için haritada sadece 45 sınıf kullanıldığı belirtilmiştir. Hammond'un manuel olarak yaptığı bu harita ile bilgisayar ortamında yapılan harita karşılaştırılmış ve bazı farklılıkların olduğu belirtilmiştir. Çalışmanın sonucunda Hammond'ın manuel metodolojisinin otomatik versiyonunun iyi çalıştığı ve dijital yöntemin çok daha fazla yer şekli sınıfı ve alt sınıfları barındırdığı belirtilmiştir. Ayrıca sayısal yükseklik modellerinin (SYM-DEM) sınıflandırmalarda kolaylık sağladığı vurgulanmıştır.

Brabyn (1998) '*GIS Analysis of Macro Landform*' çalışmasında, Dikau, Brabb ve Mark (1991) tarafından Hammond'ın (1964) manuel prosedürlerini otomatikleştiren bir süreç, Yeni Zelanda'nın Güney Adası'nın bir kesitine uygulanmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar gerçek yer şekilleriyle büyük ölçüde örtüşse de bazı sorunların olduğu vurgulanmıştır. Mevcut kantitatif manuel süreçlerin otomatikleştirilmesi, otomasyonun gelişiminde önemli bir adım olsa da, özneteliklerin çoğu kez farklı ölçüldüğü için tanımların kalibre edilmesi gerektiği belirtilmiştir. Çalışmada bu sorunları kısmen çözen yeni bir süreç sunulmuştur.

Kapos v.d. (2000) '*Developing A Map of the World's Mountain Forests*' adlı çalışmada otomatik sınıflandırma ile Dünya dağları ilk kez haritalanmışlardır. Yapılan bu küresel dağ haritasında üç morfolojik değişken kullanılmıştır ve 'Dünya Dağ Alanları Haritası 2000' başlığında altı dağ sınıfı tanımlanmıştır. Yaklaşık 1 km çözünürlükte SYM (GTOPO30) kullanılarak yapılan bu sınıflandırmada dağları tanımlamak için kullanılan değişkenler; yükseklik, eğim ve yerel yükseklik aralığı (LER) olmuştur. Ayrıntıları daha sonraki bölümlerde verilecek olan bu sınıflama, 2500

m den yüksek alanları başka ek bir kriter olmadan dağlık olarak tanımlamakta ve 300 m'nin altındaki sahaları bu tanımın içine dahil etmemektedir.

Meybeck v.d. (2001) '*A New Typology for Mountains and Other Relief Classes*' adlı çalışmada küresel ölçekte, 1 km çözünürlükte (GTOPO30) SYM kullanarak 15 makro yer şekli sınıflandırmıştır. Sınıflandırma, ana değişken olarak rölyef pürüzlülük göstergesini kullanmaktır. Makro yer şekli olarak dağlar, herhangi bir hücrede 500 m'yi aşması gereken ortalama yükseklikleri ve pürüzlülükleri ile tanımlanmaktadır. Çalışmanın sonuçlarına göre, dağlar Dünya'nın toplam kara alanının % 25'ini, yüzey akışının% 32'sini ve küresel nüfusun% 26'sını oluşturmaktadır.

Gallant, Brown ve Hoffer (2005) '*Automated Mapping of Hammond's Landforms*' çalışmasında Hammond'un (1964) geliştirdiği sınıflama sistemini uygulamışlar ve geliştirdikleri harita ile Hammond'un haritasın karşılaştırmışlar ve genel olarak uyumluluklar elde etmişlerdir. Çalışmada 1 km çözünürlükte SYM kullanarak Alaska'nın yer şekilleri haritalanmıştır. Çalışma alanı bölgesel nitelik taşısada küresel anlamda uygulanabilecek bir yaklaşıma odaklanılmak istenildiği için yer şekli haritalamasında bir standart olarak kabul edilen Hammod'un sınıflamasının kullanıldığı belirtilmiştir. Çalışmada Hammond'un bazı tahminlere dayalı sonuçlar ürettiğinden bahsedilmiş ve bilgisayarda gerçekleştirilen hesaplamaların daha doğru ve tutarlı olacağından söz edilmiştir.

Miliaresis, (2006) '*Geomorphometric Mapping of Asia Minor from GLOBE Digital Elevation Model*' isimli çalışmasında bölgesel jeomorfometrik haritalama için 1 km çözünürlükte (GTOPO30) SYM kullanılmıştır. Çalışmasının ana fikri, dağların bölgesel ölçekte temel morfo-tektonik birimleri temsil ettiği ve bunların SYM üzerinden karakterize edilebileceğidir. Bu çalışmada daha önceki çalışmalara (Miliaresis ve Argialas, 1999) ek olarak küçük Asya olarak nitelendirilen Türkiye sahası ve çevresindeki dağ özellikleri GLOBE30 SYM kullanılarak (Miliaresis ve Paraschou, 2002) çıkarılmış ve etiketlenmiştir (702 farklı nesne tanımlanmıştır).

Etzelmüller, Romstad ve Fjellanger (2007) '*Automatic Regional Classification of Topography in Norway*' isimli çalışmada Norveç'in bölgesel ölçekte ilk otomatik

yer şekli sınıflandırması yapılmıştır. Sınıflandırma, 500 m çözünürlüğe sahip bir SYM'den üretilen topografik nokta parametrelerine dayanmaktadır. Sınıflandırma, Norveç'in 25 yer şekli sınıfına ayrılmasıyla sonuçlanmıştır. Sınıflandırma sürecinde uygulanan adımlar 3 aşamadan oluşmaktadır. Bunlar; morfometrik değişkenlerin tanımlanması ve hesaplanması, ikinci olarak, değişkenler arasındaki ilişkilerin nicelleştirilmesi ve tanı değişkenlerinin seçilmesidir. Son olarak, topografyanın sınıflandırma süreciyle beraber algoritmanın uygulanmasıdır. Çalışmada sınıflandırma parametreleri olarak; ortalama yükseklik (mean elevation), yerel rölyef 1-2 (local relief), eğim (slope), eğimin standart sapması (standart deviation of slope), yüksekliğin standart sapması (standart deviation of elevation), yumuşak eğim (gentle slope), yüzey eyriliği (surface curvature), eyriliğin standart sapması (standart deviation of curvature), yüksekliğin çarpıklığı (elevation skewness) yükseklik-kabartma oranı (elevation-relief ratio), profil (profile type) ve topografik tane (topographic grain) kullanılmıştır.

Iwahashi ve Pike (2007) '*Automated Classifications of Topography from DEMs by an Unsupervised Nested-Means Algorithm and A Three-Part Geometric Signature*' isimli çalışmada, topoğrafik yüzeyin eğim, yerel dışbükeylik ve yüzey dokusu değişkenleriyle otomatik olarak sınıflandırılan bir sistem üzerinde durur. Bu değişkenler 1 km çözünürlükteki SYM (SRTM30) üzerinden gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan sınıflama 1 km çözünürlük için küresel olarak ve 270 m çözünürlükte 'de Japon Adaları ve 55 m çözünürlükte 'de Hokkaido'nun bir kısmı için 16 topografik türle örneklenmiştir. Çalışmada eğim ve yüzey dokusunun, dağların tanınmasında kritik öneme sahip değişkenler olduğu vurgulanmıştır. Dağlık alanları diğer topoğrafyadan ayırdıktan sonra prosedür, daha ince yüzey formlarına uyum sağlamak için kriterlerinin hassasiyetini otomatik olarak ayarlamaktadır. Ortalama eğimden daha az eğimli ızgara hücreleri, çalışma alanının ardışık olarak daha düşük eğimli alt kümeleri için parametre araçlarının ikili eşikler olarak atanmasıyla sınıflandırılır, böylece çıktı kategorilerinin sayısı minimum sekizden 12 veya 16'ya çıkarılmaktadır.

Aili (2008) '*DEM-based Analysis of Local Relief*' isimli çalışmasında yerel rölyef'in makro yer şekillerini tanımlamadaki etkisini araştırmıştır. Çalışmada 1 km çözünürlüğündeki SYM kullanılarak Çin'in jeomorfolojik özellikleri tartışılmıştır.

Yerel rölyef haritasının analizleri, Çin'deki çoğu alanın dağlık rölyefe ($200 < LR < 600m$) sahip olduğunu ve LR ne kadar yüksekse, dağlık alan oranının o kadar düştüğünü göstermiştir. Çalışmada, Çin'in tamamının jeomorfolojik özelliklerinin SYM'den türetilen LR ile iyi bir şekilde temsil edilebileceği vurgulanmıştır.

Hrvatın ve Perko (2009) '*Suitability of Hammond's Method for Determining Llandform Units in Slovenia*' isimli çalışmasında Hammond'un (1964) yer şekli sınıflandırmasını Slovenya üzerinde test etmişlerdir. 25 m çözünürlüğe sahip SYM kullanılarak orijinal sınıflandırma öğeleri dikkate alınmış ve Hammond tarafından belirtilen yer şekli birimlerinden sadece on üç birim seçilerek sınıflandırma yapılmıştır.

Körner, Paulsen ve Spehn'in (2011) '*A Definition of mountains and Their Bioclimatic Belts for Global Comparisons of Biodiversity Data*' isimli çalışmasında küresel bir dağ tanımı sunulmuştur. Bu tanımlama Kapos v.d. 2000 tanımından sonra ikinci küresel tanımlamadır. Bu tanımlama, Küresel Dağ Biyoçeşitliliği Değerlendirmesi (G MBA) tarafından dağlardaki küresel biyocoğrafik karşılaştırmalar ve dağ arazisinin iklim kuşaklarına ayrılması için bir referans olarak geliştirilmiştir. Çalışmada dağlık arazi tanımlamak için kullanılan topoğrafik rölyef parametresine 200 m'lik bir eşik değeri uygulanmıştır. Bu tanımlamanın sonuçlarına göre küresel dağ oranı % 12.3 olarak belirtilmiştir.

Cuomo, Guida ve Palmieri (2012) yapmış oldukları '*Digital Orographic Map of Peninsular and Insular Italy*' adlı çalışmada 1: 1,250,000 ölçeğinde İtalya'nın dijital orografik haritasının yöntemi ve içeriği sunulmuştur. 90 m çözünürlükte SYM (SRTM90) verisi kullanılarak 5 aşamada CBS tabanlı bir prosedürle dağları otomatik olarak tanımlamışlardır. Çalışmada uygulanan prosedürün orografik varlıklar arasındaki ana ilişkinin türetilmesine izin verdiği ve orografik bir hiyerarşi içinde sıralanmış dağları organize ettiği belirtilmiştir.

Karagulle v.d. (2017) '*Modeling Global Hammond Landform Regions from 250-m Elevation Data*' isimli çalışmada Hammond'un 1964'de kullandığı sınıflama kriterleri ile yaptığı ve Dikau, Brabb ve Mark'ın (1991) otomatikleştirdiği prosedür takip edilerek küresel yer şekli haritası yapılmıştır. Çalışmada diğer küresel

sınıflamalara göre daha yüksek çözünürlükte bir veri kullanılmıştır (250 m çözünürlükte-GMTED2010). Bu çalışmanın amacı küresel bir ekolojik kara birimi haritasına girdi olarak küresel arazi formu katmanı geliştirmektir. Daha önce araştırmacılar tarafından otomatikleştirilen Hammond modelinin incelenmesinin ardından bir takım iyileştirilmelere gidildiği vurgulanmıştır. Bunlardan en önemlisi komşuluk analiz penceresinin (NAW) büyüklüğünün (yarıçap) parametreler arasında değişmesine izin verilmiş olmasıdır.

Iwahashi v.d. (2018) '*Global Terrain Classification Using 280 m DEMs: Segmentation, Clustering, and Reclassification*' isimli çalışmada poligon tabanlı arazi sınıflandırma verileri, MERIT90 SYM'den enterpole edilen 280 m çözünürlükte SYM kullanılarak küresel olarak oluşturulmuştur. Oluşturulan 40 küme Japon jeolojik ve jeomorfolojik verileriyle karşılaştırılmış ve daha sonra farklı jeomorfolojik ve jeolojik özelliklere sahip 12 gruba yeniden sınıflandırılmıştır. Buna ek olarak, makro yer şekilleri, dağlar ve tepeler birleşik doku kullanılarak alt bölümlere ayrılmıştır. Son olarak, arazi grupları olarak 15 grup oluşturulmuştur. K-ortalamar kümelemesi ile elde edilen 40 küme, küresel olarak ortak bölümler için hazırlanmıştır. Japon tematik haritalarını kullanarak benzer özelliklere sahip kümeleri gruplandırarak dağlar ve tepeler yeniden sınıflandırılmıştır. Dağların eteklerindeki dar düzlüklerin yeterince iyi sınıflandırılmadığı vurgulanmıştır.

Snethlage v.d. (2022) '*A Hierarchical Inventory of the World's Mountains for Global Comparative Mountain Science*' ismiyle Küresel Dağ Biyoçeşitliliği Değerlendirmesi (GMBA) dağ envanteri v1.0'ın (K2) bir üst versiyonu olarak (v2.0) yeniden düzenlenmiş ve sunulmuştur. Araştırmacılar dağ biyoçeşitlilik envanteri için hazırlanmış olan son versiyonda K1-K2 ve K3 dağ tanımlarının kesişiminden yararlanarak hiyerarşik dağ tanımlaması gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmanın diğer tanımlamalardan farkı dağların alt bölümlere ayrılarak haritalanmasıdır. Daha önceki versiyonlarda yer alan dağ adları yeniden düzenlense de hala sorunlu olan yer adları mevcuttur. Ayrıca bazı dağlarda (örneğin Türkiye) alansal eksiklikler mevcuttur.

Türkiye'de jeomorfometriyle yer şekillerinin otomatik sınıflandırılmasına yönelik girişimler dolayısıyla bölgesel jeomorfometrik haritalama, küresel

gelişmelerin gerisindedir (Cürebal, 2020:57). Bu kapsamda geçmişten günümüze yapılan çalışmalara bakacak olursak;

Türkiye'nin jeomorfolojik özelliklerinin sayısal yöntemlerle analizine yönelik ilk çalışma "*Türkiye'nin İrtifa Kuşakları*" adıyla Tanoğlu (1947) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada 1/800.000 ölçekli Türkiye haritası üzerinden çeşitli hesaplamalar yapılarak ortalama yükseklik değerlerinin doğruya yakın değerlerle ortaya konduğu vurgulanmıştır. Tunçdilek (1969) "*Türkiye Eğim Haritası*" çalışmasıyla ilk olarak Türkiye'nin eğim özelliklerini haritalanmıştır. Bu çalışmada 1:200.000 ölçekli Türkiye topografya haritası kullanılarak eğim haritası üretilmiş (sekiz eğim grubu) ve sonuçları 1:1.150.000 ölçekli harita olarak yayımlanmıştır. Türkiye'nin tamamını kapsayan ve şimdiye kadar yapılmış en detaylı manuel jeomorfoloji haritası ise Erol (1982-1992) tarafından "*Türkiye Jeomorfoloji Haritası*" adıyla çizilmiştir. Harita 1:1.000.000 ölçekli olarak ve 3 pafta halinde üretilmiştir (genelleştirilmiş olarak 1/2.000.000). Haritada ana yer şekilleri, bazı yapısal özellikleriyle beraber sunulmuştur. Bu özellikler renkler, semboller, harf ve sayılarla gösterilmiştir. Bir diğer çalışmada Erinç v.d. 1985 "Batı Anadolu ve Trakya Uygulamalı Jeomorfoloji Haritası: 1:500.000" adlı proje kapsamında bölgesel ölçekte manuel harita oluşturulmuştur. Çizilen haritada yer şekillerinin yapısal özelliklerine yer verilmiştir. Söz konusu harita, Ertek v.d. (2015) tarafından dijital hale getirilerek tekrar çizilmiş ve "Digitizing and Updating of Applied Geomorphological Map of Western Anatolia and Thrace Using Geographical Information Systems" adlı yayında sunulmuştur.

Çalışmanın Yöntemi

Bu çalışmada makro morfolojik yer şekli olan dağ ve dağlık alanların piksel bazlı otomatik sınıflandırılması ile kantitatif dağ tanımı yapılmıştır. Daha sonra dağlar ortalama yüksekliklerine göre yeniden sınıflandırılmış ve 'Türkiye İki Değişkenli Dağ ve Dağlık Alan Haritası' üretilmiştir. Bunun yanısıra, tanımlanan dağlar tektonik birliklere göre sınıflandırılmış ve dağ sistemi haritası oluşturulmuştur. Yapılan analizler ve oluşturulan algoritmalar dolayısıyla üretilen haritalar ArcMap 10.6, ArcGIS Pro 2.8.4 ve Whitebox CBS yazılımları kullanılarak yapılmıştır. Yöntem genel

hatları ile iki aşamadan oluşmaktadır. Birincisi veri hazırlığı ve işleme, ikincisi sınıflandırmanın yapılması ve karşılaştırmalardır.

Birinci kısım (veri hazırlama-işleme): Farklı çözünürlükte küresel veri setleri (SYM-SAM) indirilerek Türkiye ölçeğinde hazırlanmıştır. Sınıflandırma için çeşitli morfolojik değişkenler üretilmiştir. Üretilen morfolojik değişkenlere çeşitli yarıçap boyutlarında komşuluk analiz penceresi (NAW) uygulanmıştır. Ayrıca dağ tanımı için farklı yüksekliklerde morfolojik eşikler uygulanmıştır. Bu noktada mekansal ölçek ile analiz ölçeğinin morfolojik tanımlamalarda etkisini anlamak üzere çeşitli testler uygulanmış ve haritalandırılmıştır. Yapılan testler sonucunda en uygun morfolojik eşik ile NAW eşiğine karar verilmiştir.

İkinci kısım (sınıflandırma-karşılaştırma): Belirlenen SYM ve eşikler doğrultusunda ana değişken sınıfları oluşturulmuştur (topoğrafik rölyef, ortalama yükseklik ve eğim). Belirli kategorilere ayrılan ve temel verilerini hazırladığımız küresel, bölgesel ve uzman haritalarının temel altlıkları oluşturulmuştur ve karşılaştırmalar yapılmıştır. İki değişkeni temel alara oluşturulan veri matrisi ile beraber 16 sınıftan oluşan iki değişkenli Türkiye dağları ve dağlık alanları haritası yapılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

JEOMORFİK NESNELER OLARAK YER ŞEKİLLERİ

Yeryüzünün ayrılmaz bir parçası/parçaları olarak yer şekilleri Dünya'nın farklı coğrafyalarında benzer ya da farklı süreçlerin etkisiyle oluşmuş ve hiyerarşik olarak değişen boyutlarda tanımlanmışlardır. Genel olarak benzer yer şekillerine ortak isimler verilse de insanların algısı ve onlara yükledikleri anlam yaşadıkları coğrafyanın etkisiyle değişiklik göstermiştir. İnsanların yaşadığı doğal ortamla bir bütün olması algıladıkları bu doğal coğrafi (jeomorfik) nesnelere, kültürel ve dinsel farklı anlamlar yüklemelerine neden olmuş ve toplum yapısını şekillendirerek etkilemiştir. Bu ilişkiler özellikle dağlık alanlarda üst seviyeye çıkmaktadır.

"Dünya Vishnu'ya sordu: Neden kendi formunda değil de dağ formunda geliyorsun?"

Vishnu cevap verdi:*

Dağlarda var olan lezzet, canlılarınkinden daha büyüktür; çünkü onlar sıcaklığı, soğukluğu, acıyı, öfkeyi, korkuyu, zevki hissetmezler. Biz, dağlar halinde insanların yararına yeryüzünde ikamet edeceğiz." (Douglas, 2020).

1.1. Yer Şekli Tanımları

Dünya'nın yüzeyi, zaman içinde; jeomorfolojik, jeolojik, hidrolojik, ekolojik ve toprak süreçlerinin kümülatif etkisinin bir sonucu olarak yer şekilleri ile yapılandırılmıştır. Böylece bir yer şekli, Dünya yüzeyinin doğal etkenlerle üretilmiş karakteristik, fiziksel bir özelliği haline gelmiştir. Bu özellikler onun, tanımlanabilen bir şekle sahip olan ve Dünya yüzeyini temel mekansal varlıklara bölen doğal nesneler olarak kabul edilmesine neden olmaktadır (MacMillan ve Shary, 2009: 228). Yer şekillerinin ekosferde yarattığı çok boyutlu etki ve etkileşimden dolayı farklı disiplinler tarafından farklı yönleri temel alınarak çeşitli tanımlamalar yapılmıştır. Bu tanımlamalardan birkaç örnek verecek olursak; Dehn, Gartner ve Dikau (2001: 1005), jeomorfolojinin merkezi bir araştırma nesnesi olarak, yüzey üzerinde etkili olan

* Hint mitolojisinde en yüksek tanrı ünvanıyla bilinen Vishnu, evrenin korutucusu kabul edilmektedir.

fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlerin etkileşiminden kaynaklanan yer şekillerinin, jeomorfoloji, hidroloji, meteoroloji ve diğer alanlardaki süreçler için statik sınır koşullarını tanımladığını belirtmiştir. Ekolojik bakış açısıyla; yer şekilleri, ekosistemdeki temel döngüler üzerinde büyük etkiler yaratmaktadır. Bu etki, yer şekillerinin yerçekimi gradyanlarını tanımlayarak, rüzgarın akış yollarını etkileyip, hareket için koridorlar oluşturarak bir manzara boyunca organizmalar, propagüller ve enerjinin hareketini düzenlemektedir (Swanson v.d. 1988: 93).

Yer şekilleri onları oluşturan farkı boyut ve konumdaki jeomorfolojik birimler olarak toprak oluşum süreçleri ve toprak özelliklerini tanımlamak açısından da önemlidir. Bu açıdan yer şeklinin tanımı ve sınıflandırmasının önemine vurgu yapan Chabala, Mulolwa ve Lungu (2013: 156) pedolojide, 'catena' kavramının toprak oluşumunun topoğrafyanın bir fonksiyonu olarak yer şekillerinin bir yansıması olduğunu vurgulamıştır. Yapısal jeolojide ise bu tanım ikiye ayrılmıştır; aşınma kuvvetlerinin müdahalesi olmaksızın doğrudan ve sadece yer kabuğundaki faaliyetlerden kaynaklanan tektonik yer şekilleri olarak ve yerkabuğundaki daha zayıf zonların dış etmenler tarafından aşındırılmasıyla oluşan yapısal yer şekilleri (Twidale, 1971:1) olarak, tanımlamada genetik unsurlar ön plana çıkarılmıştır.

Yer şekillerinin farklı ortamlarda ve farklı uzamsal ölçeklerde çok sayıda süreç damgası ile karakterize edilmesi (Schmidt ve Andrew, 2005:341) tanımlamalarda ve ilişkilerde belirsizlikleri beraberinde getirmiştir (Fisher, Wood ve Cheng, 2004:110). Bu belirsizlikler yer şekillerinin ne olup olmadığı, onları tanımlarken nasıl bir yol izlenmesi gerektiği ve tanımlanan alanın ölçek değişimine verdiği tepkiyle beraber sonuçların değişebilir olduğu gibi tartışmaları beraberinde getirmiştir. Bu tartışmalar yer şekillerinin varlığı hakkında sorgulamalara dolayısıyla onları, ontoloji de bir tartışma konusu haline getirmiştir.

1.1.1. Yer Şekli ve Ontoloji

"Ontoloji", Aristoteles'in ilk öğrencileri olan filozoflar tarafından Aristoteles'in "ilk felsefe" olarak adlandırdığı olguya atıfta bulunmak için kullanılan bir terim olan "metafizik" ile eşanlamlı olarak kullanılmaktadır. Bu kullanım içinde, "Evrende olup bitenlerin tam bir tanımı ve açıklaması için hangi varlık sınıflarına ihtiyaç vardır?"

veya "Tüm gerçekleri neyin doğru kıldığını açıklamak için hangi varlık sınıflarına ihtiyaç vardır?" gibi sorulara hizmet ederek varlığın tüm alanlarında varlıkların kesin ve ayrıntılı bir sınıflandırmasını sağlamaya çalışır (Smith, 2008: 155). Sonuç olarak ontolojinin varlığın doğası ile ilgilendiğini söyleyebiliriz. Bu çerçevede coğrafi ontolojide yeryüzüne ait nesne ve varlıkların mekânsal gerçeklikleri ("gerçekten var mı?") gerçekliğin her alandaki nesneleri, özellikleri, olayları, süreçleri ve ilişkileri sorgulanmaktadır. Coğrafi jeomorfik nesneler sınır ilişkileriyle ve konum bilgisiyle tanımlanmaktadır. Fakat sınırların tanımlayıcı ya da ayırt edici bir özellik olarak var olup olmadığı varsa da nasıl belirleneceği gibi soruların cevaplarında bir belirsizlik vardır. Örneğin; bir dağın zirvesinin nerede olduğu, tepeler, sırtlar, vadilerin nerede olduğu ve gerçekte var olup olmadıkları konusunda bir fikrimiz olabilir fakat iç içe geçmiş yüzeyde bir dağ ve etekleri arasındaki sınırın nerede olduğunu net bir şekilde cevaplamamız kolay olmayabilir (Smith ve Mark, 1998: 4). Yer şekilleri ontolojide gerçekliğin doğası perspektifinden büyük ölçüde sorgulanmaktadır. Örneğin dağların belirli ve eksiksiz sınırlarının olmayışı (Smith ve Mark, 2003), ontolojide tartışılan ve sıkça örneklendirilen bir konu olmuştur. Bunun nedeni bir dağın felsefi anlamda belirsiz olması gerektiği fikrinden gelmektedir. Belirsizlik tanımlanan sınır koşulu ya da sınıfın algıya göre değişebilir olmasından kaynaklanmaktadır. Şöyle ki; ya sınır koşulu gerçekte belirgin değildir ya da bir alanı tanımlayan sınıf, bu belirsizliklerin bulanık sınıflandırma yöntemlerinin dahil edilmesiyle yönetildiği algıya göre değişebilir (Sainsbury 1989: 102; Fisher, Wood ve Cheng, 2004: 107; Gale, 1972: 344).

"Ontoloji" terimi, günümüzde epistemolojistler tarafından, filozoflardan farklı bir anlamda, bu tür kavramsallaştırmaların, onları açık hale getirmek için tasarlanmış araçların geliştirilmesi yoluyla düzenlenmesini belirtmek için kullanılmaktadır (Guarino, 1998: 4; Smith ve Mark 2003: 412; Smith ve Welty, 2001: 8). Bu anlamda ontoloji, varoluş sorularıyla ilgilenirken verileri daha anlaşılır hale getirmek için yorumlar. Epistemoloji perspektifinden ise ontoloji, "Dağlar var mı?" gibi sorulardan ziyade kavramsallaştırmalarla ilgilenir. Gerçekte tanımlanacak olan şey her neyse ona karşılık gelen nesnelerin alanlarına ait bir tanıma gider. Dolayısıyla ontolojik açıdan epistemoloji "Dağ, bilgi tabanımızda bir kategori olmalı mıdır?" gibi sorularla

ilgilenirken "Eğer bir kategoriye nasıl tanımlanmalıdır? " ve "Tek bireyler olarak dağlar bir veritabanında nasıl temsil edilmelidir?" (Smith ve Mark, 2003: 415) gibi sorular ile devam etmektedir.

Bu sorular çerçevesinde yer şeklinin tanımı ile beraber onu tanımlayıcı özelliklerin onu hangi kategoride tanımlayacağına dair jeo-uzamsal ontoloji özelliklerine bakmak gerekir. Jeo-uzamsal ontolojilerde ifade edilen dil ne olursa olsun, bireyleri, kategorileri, nitelikleri, ilişkileri, kuralları, eylemleri ve olayları tanımlamaktadır (Claramunt, 2020: 3). Coğrafi bilgi sistemlerinde, yaygın olarak alıntılanan ontoloji tanımları, "ontoloji, bir kavramsallaştırmanın açık bir özelliğidir" ve "ontoloji, resmi bir kelime dağarcığının amaçlanan anlamını açıklayan mantıksal bir teoridir" şeklindedir (Agarwal, 2005: 504). Coğrafi varlıkların, özelliklerinin ve ilişkilerinin sistematik bir şekilde toplanması ve tanımlanmasında ontoloji, önemli bir rol oynar, çünkü CBS'nin farklı alanları arasında karşılıklı ilişkilerin kurulmasına izin verir (Fonseca v.d. 2002: 239). Ontoloji kullanımı, CBS'nin coğrafi dünyayı üst üste bindirilebilecek bağımsız bilgi katmanları olarak gören harita metaforunun ötesine geçmesine de yardımcı olabilmektedir (Kuhn, 1991: 261-262).

1.1.2. Yer Şekli Karakterizasyonu

Dünya'nın doğal yüzeyi, matematiksel veri olarak modellenenebilen nominal bir arazide kavramsallaştırılabilen ve soyutlanabilen fiziksel bir yapıdır. Arazi parametrelerinin, birliklerin, yer şekillerinin ve topografik yapının sistematik karakterizasyonu, farklı ölçeklerde süreçleri, mekanizmaları ve sistemleri anlamaya çalışan jeomorfolojinin önemli bir parçasıdır (Rasemann v.d. 2004: 133). Yer şekli türleri, jeomorfik özelliklerin boyut, ölçek ve şeklinde tanımlanmış bir varyasyon sergileyen ve bitişik jeomorfik özelliklere göre tanınabilir karakteristik bir arazi modelinden oluşur (MacMillan ve Shary, 2009: 228). Bu modelin kavramsallaştırması sayısal yükseklik modelleri ile daha pratik bir hale gelmiştir. Sayısal yükseklik modelleri, sayısallaştırılmış yükseklik verilerini depolamanın ve analiz etmenin çok uygun ve verimli bir yolu olarak karşımıza çıkmaktadır. Matematiksel bir model olarak SYM'ler çeşitli algoritmaların oluşturulduğu, enterpolasyon, genelleme ve gürültüden arındırma gibi işlemlerin yapıldığı ve jeomorfometrik değişkenlerin hesaplanmasını

sağlayan uygun bir alan sağlamaktadır (Guth v.d. 2021: 2-3). Yüzeyin morfolojisini bu çerçevede analiz etme yüzeyde meydana gelen fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçleri anlamak için gereklidir. Yer şekilleri, yüzey suyunun akışını, çeşitli unsurların taşınmasını, hem yerel hem de bölgesel ölçekte iklimi, bitki ve hayvan türleri için habitatların doğasını ve dağılışını etkilediği için arazi morfolojisi bilgisi, ekosistemi oluşturan tüm ortamların yönetimi ve uygulamaları için de gereklidir (Jacek, 1997: 183-184).

Topoğrafik yüzeyin, morfoloi (biçim), jenetik (süreç), kompozisyon ve yapı, kronoloji, çevresel ilişkiler (arazi örtüsü, topraklar, ekoloji) ve yüzey özelliklerinin (yer şekilleri) mekansal topolojik ilişkilerini içeren kriterlere dayalı olarak kavramsal mekansal varlıklara bölünmesi jeomorfometrik-jeomorfolojik haritalamayla mümkündür. Fakat yer şekillerinin ve diğer jeomorfolojik birimlerin hiyerarşik ve deterministik karakterizasyonu karmaşıktır ve uygulama aşamasında bir takım sorunları gündeme getirmektedir. Bu sorunlar;

- 1) Kapsamlı ve ilişkili taksonomik şemaların oluşturulması;
- 2) Farklı ölçeklerde jeomorfolojik haritalama;
- 3) Sınır belirsizliklerinin karakterize edilmesi;
- 4) Karakterizasyon için evrensel olarak uygulanabilir kriterler oluşturmak ve
- 5) Objektif tekrarlanabilir sonuçlar elde etmeyi sağlamak

Bu zorlukların kısmen aşılmasını sağlayan jeo-uzamsal teknolojiler, etkili yaklaşımlar ile araziye tanımlayabilmekte, sezgisel yöntemler olan parametre kombinasyonlarını uygulayarak jeomorfolojik haritalamayı kolaylaştırmaktadır. Haritalamaya yönelik yaklaşımların çoğu, yüzeyin makro varlıklarını veya nesnelerini oluşturmak için yerel kriterlere veya ilişkilere dayalı olarak alanın ayrıştırılmasını sağlamayı amaçlamaktadır (Bishop v.d. 2012: 5).

Büyük ölçekli sayısal yükseklik modelleri ve genelleştirme algoritmalarının artan küresel kapsamı arazi yüzeyinin nicel olarak tanımlanmasını çeşitlendiren veri kümeleri ile jeomorfolojik çalışmaların farklı bir boyuta erişmesini sağlamış, jeomorfometrik yaklaşımları yaygınlaştırmıştır. Bu aşamada önemli olan bu veri

kümelerinin nasıl kullanılacağıdır. Özellikle yer şekillerinin yerel geometrik tanımları sınıflandırmada önceliği oluşturur ve bu sayede temel morfolojik sınıflar elde edilir. Burada dikkat edilmesi gereken husus yukarıda da bahsedilen sınır ilişkilerinin belirsizliğidir. Bu nedenle yer şekillerinin jeomorfometrik bağlamla uyumlu olarak tanımlanması gerekir (Deng, Wilson ve Bauer, 2007: 187-188).

1.1.2.1. Morfometri

Yer şekli, jeomorfolojinin merkezi bir araştırma nesnesidir. Morfometri ise, yer şekillerinin geometrik özelliklerinin ölçümlere dayalı olarak oluşturulmasına odaklanmıştır. Arazi yüzeyi morfolojisi, jeomorfolojik haritalama ve birçok CBS uygulaması için temeldir. Başlangıçta kantitatif jeomorfolojinin bir unsuru olan ve daha sonra yer bilimlerinde bağımsız bir disiplin olan jeomorfometri haline gelen morfometri (Szypuła, 2017: 82) yeryüzünün niteliksel ve niceliksel olarak tanımlanması ve ölçülmesiyle ilgilenir (Dehn, Gartner ve Dikau 2001: 1005). Yer şekillerinin jeomorfometrik tanımı topoğrafyadaki diğer doğal unsurlar arasındaki modellemeler için sınır koşullarının belirlenmesi ve ilişkilerin yorumlanması açısından çok önemlidir. Matematiksel olarak, yer şekli, dünyayı kaplayan sürekli bir yüzeydir. Bununla birlikte, yeryüzü şeklini temsil eden yaklaşımlar, bu yüzeyi daha küçük birimlerden oluşmuş olarak ele alır. Günümüzde bu tür yaklaşımlar bilgisayar tabanlıdır ve çeşitli ölçek, kaynak ve türden sayısal yükseklik modellerine (SYM) dayanmaktadır. CBS'nin bir araç olarak kullanılması, jeomorfometri ve ilgili alanlarda (Pike, 1995) çok daha fazla çalışma yapılmasını sağlamakta ve yer şekillerinin tanımlanmasında oluşturulan algoritmalarda standardizasyon, daha fazla nesnellik ve prosedürün tekrarlanabilirliği avantajlarını getirmektedir (Metternicht, Klingseisen ve Paulus, 2005: 9).

Jeomorfolojik çerçeve genetik ve geometrik olarak saf jeomorfik bireyleri (platolar, rüzgar kumulları ve morenler gibi) ve elementleri (uçurumlar, kayma yüzeyleri ve kanallar gibi) tanımlamaktadır. Bunların amacı arazi yüzeyinin karmaşık hiyerarşilerinin bölümlenmesidir. Sınıflandırma kategorileri bölümlenen birimler "gerçek" yerine "ideal" modeller olarak adlandırılmaktadır. İdeal modellerin oluşturulmasında çeşitli segmentasyon teknikleri ile yüzeyin sürekli ve süreksiz

şemalara bölünmesi mümkün olmaktadır. Ayrıca arazi yüzeyinin segmentasyonunun karşılaştırılması, ortak özellikleri ortaya çıkarmakta ve segmentasyon ve segmentlerin ve bunların sınırlarının karakterizasyonu için geniş bir teorik temelin geliştirilmesine izin vermektedir (Minar ve Evans, 2008: 236-237; Miliareisis, 2008: 16-17). Böylece yüzeyin ideal temsili elde edilir.

1.1.2.2. Jeomorfik Yüzeyin Parametrelendirilmesi

Arazi yüzeyinin yer şekillerinin istatistiksel olarak tahmin edilebilirliğini gösteren karmaşık bir yüzey olması ve bazı bölgelerde engebe ve çizgisellik açısından düzensizlik sergilemesi onun topoğrafik değişkenlerle iyi şekilde tanımlanmasına imkan verir (Shary, 2008: 31-32). Bu noktada önemli olan ve ideal tanımlama ve sınıflandırma sürecinin başarısını sağlayacak olan uygun değişkenlerin/parametrelerin seçimidir. Bu seçim öncesi yapılan analizler yer şeklinin çevresinden nasıl ayırt edilebileceğine dair kriterlerin belirlenmesi için gerekli bilgileri sağlar. Bu kriterler yer şekli türüne bağlı olarak değişecektir ve topoğrafik parametrelerin seçiminde belirleyici olacaktır. Dolayısıyla yüzeyi oluşturan yer şekillerinin tümü için tek ya da benzer bir parameter seçimi doğru olmayacaktır (Sulebak, Etzelmüller ve Sollid, 1997: 44). İdeal olarak, jeomorfometrik özelliklerin tanımları mümkün olduğunca basit olmalı (Wang v.d. 2010: 306) ve farklı özellikteki yapıları karakterize etmek için parametrelerin etkili kombinasyonlarına dayanan algoritmalar/kural setleri oluşturulmalıdır. Jeomorfometrinin hem jeomorfoloji hem de sayısal arazi modelleme ile yakından ilişkisi, tanımlandığı arazi yüzeyinin kantitatif ölçümü ve analizine farklı yaklaşımlar getirmesine neden olmuştur. Bunlardan en önemlisi arazi karakterizasyonunu ortaya çıkartacak geometrik olarak tanımlanabilir arazi parametrelerinin belirlenmesidir. Bu parametreler bağlama bağlı olarak, "jeomorfometrik parametreler" (Mark 1975: 179), "topografik-jeomorfometrik değişkenler" (Gao, 1997: 200), "morfometrik değişkenler" (Shary v.d. 2002: 12), "arazi türevleri" (Kienzle, 2004: 108) veya "arazi yüzeyi parametreleri" (Reuter v.d. 2009: 87-88) olarak adlandırılmaktadır. Bu kapsamda farklı terminolojiler kullanılması çok önemli olmamaktadır (Straumann, 2010: 19). Jeomorfometrik parametreler, yerel yüzey şeklinin sayısal tanımlayıcılarıdır ve mevcut yöntemler yer

şekillerini jeomorfolojik değişkenler temelinde sınıflandırmaktadır. Bu noktada önemli olan husus yer şeklini tanımlamak için oluşturulacak algoritmalar için seçilebilecek çok sayıda potansiyel parametre olması, veri kaynaklarının çözünürlüklerinden kaynaklı potansiyel etkiler, hareketli pencerelerin ayrıntı düzeyi ve tüm bunların birleşik etkileri ile oluşturacak karakterizasyonun karmaşık olmasıdır (Maxwell ve Shobe, 2022: 18). Bu kritik noktalar, yüzeyin temel şekil özelliklerini tanımlayan niteliksel bir sistemin temeli haline gelmektedir (Maxwell,1870). Arazi yüzeyinin geometrik özelliklerini analiz etmek için kullanılan tüm parametreler arasında, eğim ve bakı ile eğrilikler ve bunlardan türetilen diğer değerler önemlidir. Temel kara yüzeyi parametreleri (Tablo 1.1) doğrudan bir SYM 'den oluşturulabilen yerel (geometrik ve istatistiksel) ve bölgesel parametrelerdir (Olaya, 2009: 142). Bu parametreler yüzeydeki bir çok jeomorfik nesnenin tanımlanması ve ilişkilerin yorumlanması açısından temel niteliktedir. Tüm jeomorfometrik parametreler arazi yüzeyinin morfolojisi ile ilgili olsa da, bunların bir kısmı, temsil edilen alan hakkında daha fazla bilgi sahibi olmadan doğrudan bir SYM'den türetilir. Morfometrik kara yüzeyi parametrelerinin incelenmesi, her noktanın yerel morfometrisi ile ilgili olanlarla başlamalıdır. Bunları iki ana gruba ayırabiliriz: (1) yerel ve (2) bölgesel.

Tablo 1.1: Bazı temel kara yüzeyi parametreleri (Olaya, 2009'dan değiştirilerek)

Parametreler	Tip	Neyi Tanımlar?
Eğim	Yerel	Akış hızı
Bakı	Yerel	Akış-Çizgi yönü teğetsel
Eğrilik	Yerel	1. biriktirme mekanizması
Profil eyriliği	Yerel	2. biriktirme mekanizması
Havza	Bölgesel	Akış büyüklüğü
Hipsometri	Bölgesel	Yükseklik değerlerinin dağılımı
Havza yüksekliği/eğimi	Bölgesel	Akış özellikleri
Güneşlenme	Bölgesel/yerel	Güneş ışınımının yoğunluğu
Pürüzlülük	Yerel	Yüzey karmaşıklığı

1.1.2.2.1. Yerel Arazi Yüzey Parametreleri

Geometrik parametreler, arazi yüzeyinin geometrik özelliklerinin analizine dayanan parametrelerdir. Bu, eğim ve bakı ile eğrilikleri ve bunlardan türetilen diğer değişkenleri içerir. Bunlar, bir kara yüzeyini karakterize etmek için kullanılan tüm parametreler arasında, en güçlü matematiksel temele sahip olanlardır. Bir kara yüzeyinin kendisinin matematiksel anlamda bir yüzey olduğu ve bu nedenle diferansiyel geometrinin tüm kavramları kullanılarak analiz edilebileceği vurgulanmıştır. İstatistiksel parametreler ise bir değer dağılımındaki ortalama değer, standart sapma, çarpıklık katsayısı ve basıklık katsayısıdır. Ayrıca ortalama yükseklik değerinin hesaplanması, diğer unsurların yanı sıra, gürültüyü azaltmak ve ortadan kaldırmak için bir filtre görevi görmektedir. En yaygın istatistiksel jeomorfometrik parametreler standart sapma, basıklık, arazi engebeliliği ve fraktal boyuttur (Olaya, 2009: 159). Genel jeomorfometri değişkenlerinin çoğu yereldir ve ölçeğe önemli bir bağımlılık göstermektedir (Shary, 2008: 30).

1.1.2.2.2. Bölgesel Arazi-Yüzey Parametreleri

Bölgesel morfometrik ölçümler temel olarak arazinin hidrolojik özellikleriyle bağlantılıdır. En yaygın parametreler; su toplama alanı, akış yolu uzunluğu, eğim uzunluğu ve yerel akarsulara ve sırtlara yakınlıktır. Yerel olanlar, her hücrenin etrafındaki sabit boyutlu bir pencere kullanılarak hesaplanırken, bölgesel olanlar hücreler arasındaki ilişkiyi dikkate alır ve sabit olmayan pencere kullanır.

1.2. Yer şekillerinin Sınıflandırılması

Arazi yüzeyinin temel mekansal varlıklara bölünmesi hiyerarşik düzeyde yer şekillerinin ve jeomorfik elemanların tanımlanmasını ve arazinin daha net algılanmasını sağlamaktadır. Arazi yüzeyinin karmaşık doğasını sınıflandırmak, tanımak ve yönetmek için yararlıdır (Mokarram ve Sathyamoorthy, 2018: 647). Yer şekillerinin sınıflandırılması ile morfolojik özelliklerin tanımlanması ve sınır ilişkilerinin ortaya çıkarılması başta coğrafya olmak üzere diğer doğa bilimleri için temel kaynak teşkil etmektedir. Spesifik olarak yeryüzünün niteliksel ve niceliksel

tanımlanması ve ölçülmesi jeomorfometrinin temel araştırma konusudur (Pike, 2002: 2-3; Dehn, Gartner ve Dikau, 2001: 1005). Bu noktada farklı çözünürlükteki SYM'lerin varlığı ve otomatik sınıflandırma yaklaşımlarındaki ilerlemeler yer şekli sınıflandırmalarını çeşitlendirmiştir. Günümüzde oluşturulan yüzey modellerinin ilk yaklaşımları yüzeyin türevlenebilir olarak kabul edildiği pürüzsüz bir arazi yüzeyi modeline dayanmaktaydı (Cayley 1859; Maxwell, 1870; Penck, 1894).

Bir takım morfolojik prametrelerin kombinasyonuna dayalı manuel olarak yapılmış en eski çalışmalardan biri daha önce bahsedilen Hammond'un (1964) çalışmasıdır. Hammond'un sınıflandırma kuralları ABD'de çok geniş bir şekilde uygulanmış ve diğer çalışmalara öncülük etmiştir. Yaklaşımı daha sonra çeşitli yazarlar tarafından uygulanmıştır. Bunun yanı sıra 1970'lerde yapılan çalışmalar (Evans.1972; Mark, 1975) genel ve özel jeomorfometri kavramları ile yeni yaklaşımlar getirirken 1990'lı yıllardan itibaren CBS'nin yaygın olarak kullanılmasıyla beraber daha karmaşık yüzey özelliklerinin analizi ve bazı algoritmalarla yüzey morfolojinin tanımlanması gibi yenilikler ilerleme sağlamıştır. Örneğin Hammond (1964) manuel yaklaşımı Dikau v.d. (1991) tarafından otomatikleştirilmiş daha sonra Brabyn (1998), Gallant v.d. (2005) ve Karagülle v.d. (2017) tarafından bazı değişiklikler yapılarak uygulanmıştır. Yer şekillerinin jeomorfometri ile tanımlanması ve dolayısıyla otomatik süreçler oluşum ve gelişiminde iki önemli aşama vardır. Birincisi bilgisayarlar ve ikincisi CBS'nin ortaya çıkışıdır. 1950'lerde bilgisayarların ortaya çıkması ve sayısal yükseklik modellerinin (SYM-DEM'ler) kullanılabilirliği ile başlayarak, otomatik ve yarı otomatik yöntemlerle araziye incelemek için çeşitli morfolojik parametreler üretilmiştir (Evans, 1972; Mark, 1975). Bununla birlikte, mekansal analizlerin kapsam genişliğinin artması, farklı çözünürlükte (özellikle yüksek çözünürlüklü verilere) sayısal yükseklik modellerine erişebilirlik ve yüzey parametrelendirilmesinin çeşitlenmesi bir çok avantajı getirmiştir. Özellikle Pike'ın ifade ettiği (1988) geometrik imza kavramı oldukça çarpıcıdır. Ona göre; yarı otomatik veya tam otomatik algoritmalar kullanarak yer şekillerinin ve yer şekli öğelerinin otomatik olarak çıkarılmasının amacı, yer şekillerinin geometrik imzasını bulmaktır.

Sonuç olarak, günümüzde jeo-uzamsal bilgideki artış ve veri çeşitliliği, otomatik sınıflandırma algoritmaların farklı bir boyuta ulaşması, yeni kavramların

ortaya çıkışı bu süreçleri karmaşık hale getirirse de sürekli test edilebilir olması ve tutarlılıkları bu alanda daha fazla çalışmanın yapılmasına neden olmaktadır.

1.2.1. Temel Sınıflandırma Yaklaşımları

Yer şekillerinin sınıflandırılması sonucu oluşturulmuş mekânsal bir veri katmanı; ekoloji, arazi kullanımı, kentsel ve çevresel planlamalar ve sosyo-ekonomik yapı için geniş bir haritalama kılavuzu olarak faydalı olabilmektedir. Yer şekillerini elde etmek için çok sayıda yöntem vardır. Bu çeşitlilik uygulama alanlarındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Artan uygulama sayısı ve SYM temelli analizler nedeniyle, yer şekilleri bileşenlerinin çok heterojenli tanımları ve uygulamaları arasında sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bunun nedeni, yer şekillerinin en az iki önemli özelliğe sahip olmasıdır: (1) geçmiş, jeomorfik ve jeolojik süreçlerin bir sonucudur ve (2) yer şekilleri jeomorfik süreçler için kontrol edici bir sınır koşuludur. Tartışılan süreçlere bağlı olarak, yeryüzü şekli bu nedenle oldukça farklı görülür ve modellenir (Vckovski, 1998). Evans (1972), arazi formunu sınıflandırma girişimlerini; "genel jeomorfometri" ve "özel jeomorfometri" olarak ayırmıştır. Genel jeomorfometride açıklanan özellikler, herhangi bir yüzeyin karakteristiği oldukları için jeomorfometrik olmaktan çok morfometrik olarak düşünülmektedir. Evans'ın (1972) yaptığı bu ayırım, morfometrik parametrelendirmeyi sınıflandırmak için bir çerçeve sağlar, böylece yer şekli sınıflandırmasına yönelik çeşitli yaklaşımlar nihayetinde bu geniş kategorilerden birine girmektedir (Wood, 1996:13).

Sınıflandırma yaklaşımları çeşitlidir. Bu çeşitlilik kullanılan veri tabanı farklılıkları ve algoritmalara göre değişebilmektedir. Örneğin, sınıf örneklerinin algoritmaya dahil edilmesi ile denetimli sınıflandırma, dahil edilmemesi ile denetimsiz sınıflandırma yapılabilmektedir. Ayrıca Raster ve vektör veri kullanımına göre, piksel ve obje tabanlı sınıflandırmalarda vardır. Piksel tabanlı yaklaşımlarda, belirlenen ölçütlere göre görüntüdeki her bir piksel, hedeflenen sınıf yada sınıflara atanmaktadır. Obje tabanlı yöntemlerde ise piksel gruplarından homojen segmentler oluşturularak, algoritmalar oluşturulmaktadır (Gül, 2018:19).

1.2.1.1. Otomatik Yer Şekli Sınıflaması

Kantitatif olarak, yer şekillerinin belli bir hiyerarşide sınıflandırılması manuel ve otomatik yaklaşımlarla mümkün olmaktadır. Manuel jeomorfik sınıflandırma sistemleri genellikle hiyerarşiktir. Mevcut otomatik yöntemler yeryüzü şekillerini "jeomorfometrik değişkenler" temelinde sınıflandırmaktadır (Olaya, 2009: 141-142). Bu değişkenler SYM'den hesaplanan gerçek değerli sayılardır. Mevcut farklı yaklaşımlar arasındaki farklar, jeomorfometrik değişkenlerde bulunan bilginin en iyi şekilde nasıl kullanılacağına ve sınıflandırmanın hedef birimlerinin seçimine odaklıdır (Jasiewicz ve Stepinski 2013: 147). Otomatik yöntemler genel olarak piksel tabanlı olanlar ve obje tabanlı olarak yüzeyi sınıflandırmaktadır (Drăguț ve Blaschke, 2006: 333; Van Asselen ve Seijmonsbergen, 2006: 310-312; Drăguț ve Blaschke, 2008: 141-142).

Topoğrafik yüzeyin bölümlere ayrılmasının temel jeomorfolojik amacı, morfolojik olarak homojen olan bölümleri (unsurları) ayırt etmek olsada, biçim ve onu yaratan süreçler arasındaki bağlantı her zaman açık değildir (Minár ve Evans, 2007: 236-237). Örneğin 'benzer yeryüzü şekilleri oldukça farklı süreçler ve geçmişler sonucunda ortaya çıkabilir' (Beven, 2006: 21) ve ölçek nedeniyle bu ilişkiler daha da karmaşık hale gelebilmektedir. Bu nedenle, geleneksel 'yeryüzü şekli' kavramının otomatik sınıflandırma yaklaşımlarına tam olarak aktarılması kolay değildir. Yer şekli geometrisi, otomatik yaklaşımlar kullanılarak doğrudan sınıflandırılabilirken, yeryüzü şekli morfolojisi daha ziyade insan yorumunun alanına girmektedir. Bu nedenle, yer şekli sınıflandırması için otomatik ve aktarılabilir bir sistem oluşturma girişimleri, 'yer şekli' kavramını morfometrik boyutuyla sınırlandırmalı veya yaklaşımı teraslar gibi belirli formların tanınmasıyla kısıtlamalıdır (Drăguț ve Blaschke, 2008: 155).

Otomatik arazi şekli sınıflandırma teknikleri, çeşitli morfometrik parametrelerin istatistiksel analizlerini kullanarak morfolojik ve yüzeyin diğer öğelerini tanımlar. Homojen topoğrafik unsurları tanımlamaya yönelik tekniklerin geliştirilmesi, önemli bilgiler sağlayarak klimatolojik, hidrolojik ve jeomorfolojik modellemede değerli bir araç haline gelebilir. Bilgisayarları ve SYM'leri kullanarak

bu tür tekniklerin uygulanması, jeomorfometrinin konusu olan arazi yüzeyinin nicel bir tanımına bağlıdır (Evans 1972).

SYM'lere dayalı otomatik arazi şekli sınıflandırması gerçekleştirmeye yönelik çoğu girişim, tipik olarak rölyef, bakı, eğim ve eğrilik gibi geleneksel morfometrik parametreleri kullanmış ve esas olarak morfometrik özelliklere odaklanmıştır (Brown, Lusch ve Duda, 1998: 233; Adediran v.d. 2004: 358). Bununla birlikte, bu tür arazi şekli sınıflandırmaları, yüzey süreçleri, malzemenin dağılımı veya arazinin oluşumu hakkında yeterli bilgi sağlamayabilir (Van Asselen ve Seijmonsbergen 2006: 309). Yükseklik verilerinin otomatik analizi, toprak, ekoloji, jeomorfoloji ve jeoloji alanlarındaki nesneleri tanımlamak ve tasvir etmek için manuel bir yorumlayıcı tarafından kullanılan kriterleri ve birçok parametreyi veya nesne varlıklarını tutarlı ve hızlı bir şekilde çıkartabilmektedir. Bu otomatik olarak hesaplanan dijital çıktılar, manuel fotoğraf yorumlama sürecinde dikkate alınan kriterler için yüzey formu, bağlam, desen ve doku ölçümleri sağlar (Hengl ve MacMillan, 2009: 434). Çok kriterli sınıflandırmalar, arazinin geometrik imzalarıyla bağlantılı olarak çeşitli algoritmalar aracılığıyla üretilen farklı SYM'ler ve SAM'larla yapılan denemelerden ortaya çıkmıştır (Iwahashi ve Pike, 2007). Ve bu denemeler ve farklı yaklaşımlar günümüzde uygulanan pek çok yöntemin temellerini oluşturmuştur. Özellikle jeomorfometrik analizlerin CBS ile uyum içinde çalışması dolayısıyla otomatik sınıflandırma yaklaşımları giderek daha karmaşık problemler ve tanımlamalar için uygulanabilir hale gelmektedir. Bu kapsamda, otomatik sınıflandırmalar bunlar arasındaki farklar, mekansal kapsam, ölçek sorunları, tanımlayıcı değişkenlerin belirlenmesi ve algoritmaların oluşturulması gibi argümanları beraberinde getirmiştir (Gül, 2018: 17).

1.2.1.2. Denetimli ve Denetimsiz Sınıflandırma

İki genel sınıflandırma metodolojisi vardır. Biri denetimsiz sınıflandırma, diğeri denetimli sınıflandırma olarak adlandırılır. Uzaktan algılama geleneksel olarak sınıflandırma ile meşgul olduğundan, her ikisi de uzaktan algılama literatüründe ele alınır. Denetimsiz sınıflandırma bir görüntüdeki (veya bir SYM'deki) pikselleri "kullanıcı bu sınıfların adlarını önceden bilmeden" (Richards, 1993: 78-79) ve "mevcut sınıflandırma sistemlerine başvurmadan" (Irvin, Ventura ve Slater, 1997:

141) sınıflara atamaktadır. Bu yaklaşımın uygulamaları, hem sınıf kümesini hem de dikkate alınan her bir ögenin sınıflardan birine atanmasını tanımlayan kümeleme yöntemleridir. Yeryüzü biçimi elemanları sınıflandırmasındaki çalışmalar ağırlıklı olarak ISODATA ve bulanık c-ortalama kümeleme algoritmalarını kullanmaktadır (Bezdek, Ehrlich ve Full: 191-192, 1984; Gül, 2018: 21).

Denetimli sınıflandırmada uzmanın sınıfları önceden tanımlamasını gerektirir, bu eşikler veya sınıf özelliklerinin belirlenmesi, deneyim, uzman görüşü ve literatürden alınan bilgilerle olabilmektedir. Algoritma daha sonra henüz sınıflandırılmamış pikselleri veya hücreleri bu sınıflara tahsis edebilecektir. Özellikle yerçekli sınıflandırmalarında denetimli yaklaşımın kullanıcıları, eşik değerler için sınıflandırma şemalarına atıfta bulunur. Pennock, Zebarth ve Jong (1987); Dikau (1989); MacMillan v.d. (2000); Wood (1996); Schmidt ve Hewitt (2004), yeryüzü elemanlarının ortak sınıflandırma şemalarının en önde gelen yazarlarıdır. Bu şemalar oldukça benzer değişkenler kullanmaktadır.

1.2.1.3. Nesne ve Piksel Tabanlı Sınıflandırma

Piksel tabanlı sınıflandırmalarda, normal ızgaradaki her piksel, belirli arazi özelliğinin yaklaşık ölçüm değerine sahiptir; örneğin; eğim, eğrilik gibi. Bu pikseller, istatistiksel kümeler veya sınıf benzerliklerine göre gruplara ayrılabilir. Bununla birlikte, arazi yüzeyindeki özelliklerin, peyzaj karakterinden bağımsız ve düzenli boyutlara sahip bireysel hücrelerle zayıf bir şekilde temsil edilmesi bir sorundur. Pikseller coğrafi nesneler değildir ve piksel topolojisi, peyzajın belirli organizasyonunu temsil etmede sınırlıdır (Hay ve Castilla, 2008: 76). Ayrıca, piksel tabanlı görüntü sınıflandırması, arazi verilerinde önemli ölçüde var olan uzamsal otokorelasyonları büyük ölçüde ihmal edebilmekte olduğu ve dağınık pikseller yerine nesnelerin elde edilmesinin daha etkili bir araç olduğu iddia edilmektedir (Gerçek, Toprak ve Strobl 2011: 1021).

Nesne Tabanlı Görüntü Analizi (OBIA) öncelikle uzaktan algılama uygulamaları için kurulmuş nispeten yeni bir sınıflama yöntemidir (Drăguț ve Blaschke, 2006; Lewinski ve Zaremski, 2004). Bu yöntem, eCognition (Definiens Imaging, 2006) ve SPRING (Brazil's National Institute for Space Research, 2006) gibi

yeni görüntü analiz araçlarını içeren yazılım paketleri tarafından kullanılır. Objeye yönelik sınıflandırma, pikseller ile çalışmak yerine bir veya daha çok parametre kullanarak alanı segmentlere ayırmak ve sonrasında da diğer parametrelerin incelenmesiyle segmentleri adlandırmak, sınıfları belirlemek şeklinde uygulanmaktadır. Segmentlerin boyutunu belirleyen bir ölçek faktörü, bunların oluşturulmasındaki temel parametredir (Lewinski ve Zaremski, 2004: 350). Segmentasyon kenar veya bölge tabanlı olarak uygulanabilmekte, sınıflandırmada bulanık kurallar veya en yakın komşuluk ilişkileri kullanılabilir (Gül, 2018; Van Asselen ve Seijmonsbergen, 2006). Bunun yanı sıra, OBIA'nın coğrafi mekanın analizine özgü olduğunu ve bu nedenle kavramın adının "Coğrafi Nesne Tabanlı Görüntü Analizi" (GEOBIA) olması gerektiği ileri sürülmekte ve GEOBIA'nın uzaktan algılama, görüntü analizi ve CBS analizi kavramları arasında köprü oluşturduğu belirtilmektedir (Blaschke v.d. 2014: 181).

1.3. Ölçek

Ölçek, ~ görelî veya mutlak büyüklükle ilgilidir ve coğrafyada temel ve önemli bir konudur. Ölçek kavramının çok referanslı oluşu mekânı algılamada karışıklıklara neden olabilmektedir. Örneğin mekânsal ölçek dışında zamansal ve tematik ölçeklerin farklı niteliklerle ilgilenmesi ve analizi coğrafyada ölçeğin farklı anlamlar içermesine neden olmaktadır. Olgular (fenomenler), nasıl çalışıldıklarına veya temsil edildiklerine bakılmaksızın, insan veya fiziksel dünya yapılarının veya süreçlerinin var olduğu boyuttan kaynaklanır. Yeryüzü şekilleri için sınıflandırmasında, analiz için uygun ölçeğin belirlenmesi önemlidir (Mokarram, Seif ve Sathyamoorthy, 2015: 46). Ölçeğin üç referansı sıklıkla bağımsız olarak ele alınsa da, aslında bunlar tüm coğrafyacıları ilgilendirecek derecede birbiriyle ilişkilidir.

(i) Kartografik Ölçek: Yeryüzündeki bir dokunun dünyadaki gerçek boyutuna göre, bir harita üzerinde gösterildiği boyutunu ifade eder.

(ii) Analiz Ölçeği: İl, ilçe sınırları düzeyinde olabileceği gibi, bazı problemlerin analiz edildiği birimin boyutunu ifade eder. Analiz ölçeği, olguların yeniden ölçüldüğü

birimlerin büyüklüğünü ve kümelenmiş haritalamada kullanılan birimlerin boyutunu içerir. Coğrafi fenomenleri anlama ölçeğidir (Montello, 2001: 13502).

(iii) Olgu (Fenomen) Ölçek: Dünyadaki coğrafi yapıların var olduğu ve coğrafi süreçlerin üzerinde işlediği boyutu ifade eder. Bu, coğrafi fenomenlerin 'gerçek' ölçeğidir. Olguların ölçeğini belirlemek, coğrafyada önemli bir araştırma hedefidir (Montello, 2001: 13503; Lam ve Quattrochi, 1992: 87-89)

Coğrafi verilerin tanımlanmasında birincil özelliklerden biri olan ölçek; biçim, süreç ve boyutla ilgili uzamsal özelliklerin benzersiz bir şekilde algılanmasını sağlar (Quattrochi ve Lam 1991). "Ölçek" terimi bağlama bağlı olarak, uzamsal, zamansal veya uzamsal-zamansal ölçekler gibi çeşitli sorun türlerine atıfta bulunabilir (Lam, 1990: 187). Ölçek kavramıyla ilgili önemli bir konu ise 'ölçek bağımlılığı yada bağımsızlığı'dır. Topografyanın yeryüzü şekilleri ve jeomorfometrik özellikleri ölçeğe bağlıdır. Bu ölçek bağımlılıkları, yer şekillerinin uzamsal bir hiyerarşide organize edilen iç içe geçmiş form toplulukları olduğunu ima eder (Dikau, 1989: 51-52; Brunsden, 1996: 273). Yer şekli analizinin temel amacı, uzaysal sürekliliği, araştırılan belirli süreçler veya fenomenlerle ilgili birimlere bölmektir (Rosemann, 2004: 106-107). Gözlem altındaki coğrafi model, ölçek değişikliği ile değişiyorsa, coğrafi fenomen ölçeğe bağlıdır. Bununla birlikte, örüntü ölçekte değişmiyorsa, fenomen ölçekten bağımsız olarak kabul edilebilir. Clarke (1988:173-174), nesneleri farklı ölçeklerde gözlemlediğinde iki olasılığın beklenebileceğini savunmaktadır. Bir olasılık, olgunun varlığının ölçeğe özgü olmasıdır. Bu tür fenomenler ölçeğe bağlıdır çünkü çalışmanın sonuçları gözlem ölçeğine bağlıdır. Ölçek etkisi ile ilgili diğer olasılık ise tam tersidir, yani analizin ölçeği ne olursa olsun gözlem sonuçları aynıdır (Cao, 1992: 13-14).

Ölçekle ilgili diğer bir kavram da uzamsal çözünürlüktür. Mekânsal ölçeğin bir çalışma alanının coğrafi "kapsamıyla" ilgilenirken, uzamsal çözünürlük verilerin ayrıntılarını detaylandırır. Sözlük tanımı olarak 'yapabilme yeteneği' olarak ifade edilen çözünürlük, bir nesnenin ayırt edilebilir en küçük parçalarını ifade eder (Tobler 1987: 12; Lam 1990:93). Gözlemlenebilen coğrafi detayın seviyesini belirlemeden önce, bir coğrafi veri depolama sisteminin uzamsal çözünürlüğünün bilinmesi

gerektiği sonucuna varılabilir. Çok fazla coğrafi ayrıntı taşıyan bir sistem amacına ulaşamayabilir ya da çok az coğrafi ayrıntı içeren bir sistem efektif olamayabilir. Bu nedenle, uygun uzamsal çözünürlük seviyesinin seçimi, bir coğrafi veri depolama sisteminin başarısı için kritik öneme sahiptir (Tobler, 1987:12-13). Sonuç olarak özellikle yer şekillerinin otomatik tanımlanmasında artan şekilde kullanılan SYM'ler ve onlardan üretilen yüzey parametreleri çözünürlüğe bağlıdır. Arazi-yüzey parametrelerinin ızgara çözünürlüğüne bağımlılığı Evans (1972) tarafından 'jeomorfometride temel bir problem' olarak tanımlanmıştır (Shary, Sharaya ve Mitusov, 2002: 9). Çoğu jeomorfometrik algoritma sabit bir komşuluk işlemi ile çalıştığından (Pike, Evans ve Hengl, 2009: 9-10) analiz ölçeği, giriş SYM'nin çözünürlüğüne bağlıdır ve çözünürlük değiştikçe değişir (Zhu v.d. 2009).

1.3.1. Kartografik Genelleştirme

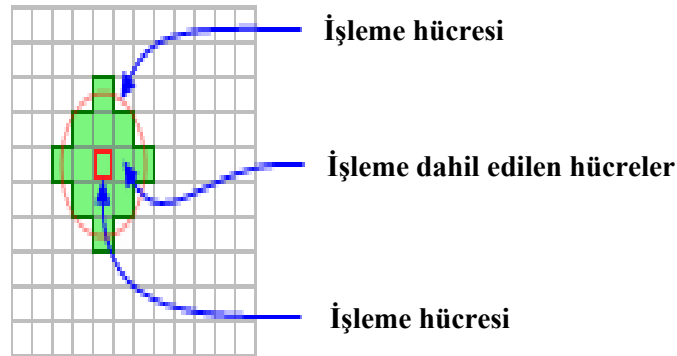
Kartografik genelleştirme, haritanın yorumlanma verimliliğini artırmakla ilgili bir dizi tekniktir. Bu nedenle teknikler belirsizliği gidermeyi ve bir temsilin kullanıcının beklentilerine en uygun niteliklerini korumayı amaçlar. Netliği korumak ve bilgiyi etkili bir şekilde temsil etmek için sembolleştirme, yumuşatma, basitleştirme, gruptama, geliştirme, yer değiştirme ve metin yerleştirme gibi bir dizi kartografik genelleştirme tekniği uygulanmaktadır (Mackaness ve Chaudhry, 2009: 349).

Genelleştirmenin ve ilgili ölçek kavramının kapsamlı bir şekilde anlaşılması amacına uygun haritalar oluşturmak için her zaman önemlidir. Tüm haritalar bir düzeyde genelleme içermektedir. Gerçek Dünya'nın her ögesinin bir harita üzerinde temsil edilmesi mümkün olmadığı gibi, böyle bir harita okuyucular tarafından da yorumlanamaz. Genelleme, uygulayıcılara optimum ayrıntı düzeyinde haritalar oluşturmaya izin verir (Monmonier, 2018: 39). Genelleme, ölçeğin üç anlamıyla ve uzamsal, zamansal ve tematik ölçeğin üç alanıyla ilgilidir. Harita genelleme, tanımlanmış ve okunabilir bir açıklama ile belirli bir ölçekte bir harita üretmek için coğrafi verilerin sunumunu basitleştiren sürecin adıdır. Daha küçük ölçekte okunabilmesi için bazı nesneler kaldırılabilir; diğerleri birleştirilebilir ve tüm nesneler basitleştirilebilir. Ölçek ne kadar küçük olursa, birim alan başına o kadar az bilgi

verilir. Tersine, ölçek ne kadar büyük olursa, aynı harita boyutu için haritalanan alan o kadar ayrıntılı olur (Ruas, 2008: 632). Örneğin 1:24.000 ölçeğinde mümkün olan bilgi miktarı, 1:500.000'de mümkün olan bilgiden farklıdır. Daha küçük ölçekte bir harita oluşturmak için bilgilerin bir ölçekte filtrelenmesi, kartografik genelleme olarak bilinir (McMaster ve Sheppard, 2004: 3). Bu noktada uzaydan Dünya'ya baktığımızda gözümüze çarpan belirgin coğrafi fenomenler dağlar ve dağ sıralarıdır. Ölçek büyüdükçe topoğrafyanın daha detay unsurları algılanacağından haritalamak istediğimiz unsuru belirlerken seçeceğimiz ölçek tanımlamayı doğrudan etkileyen en önemli unsur olarak karşımıza çıkacaktır.

1.3.2. Analiz (örneklem) Penceresi

Analiz/Komşuluk (örneklem) penceresi morfolojik değişkenlerin hesaplandığı çerçeveyi tanımlar ve pencerenin boyutu analiz ölçeğini belirler (Hagen-Zanker, 2016: 205; Zwoliński ve Stefańska, 2015: 273). Bu kısımda temel zorluk, morfometrik istatistiklerinin hesaplanacağı arama penceresinin kapsamının en iyi şekilde nasıl ayarlanacağı sorunudur. Bu açıdan bakıldığında alanın özelliğine göre parametre seçimleri ne kadar önemli ise bu parametrelerin pencere boyutlarında yapılacak değişikliklerde o kadar önemli olmaktadır. Seçilen bir pencerede, değişkenlerin hesaplandığı hücre, işleme hücresi olarak adlandırılır (Şekil 1.1). Tanımlanan komşuluktaki (analiz penceresi) tüm hücre değerleri, komşuluk/mahalle istatistikleri hesaplamasına dahil edilir. Tüm bu hücreler bir çıkış hücresinin değerini hesaplamak için kullanılırlar. Pencere boyutundaki artış yada azalış tanımlanan yer şekliyle alakalı farklı bir haritayla sonuçlanabilmektedir (Jasiewicz ve Stepinski, 2013: 8-9).



Şekil 1.1. Analiz Penceresinde İşlem Hücreleri

"Pencere boyutu" sorunu literatürde kabul edilmiştir ve analiz (örnekleme ya da hesaplama) ölçeği ile eş anlamlıdır. Araştırmacılar, uzaktan algılama ve jeomorfometride belirli bir boyuttaki simetrik bir pencere (örneğin 3×3, 5×5, vb.) içindeki veriler kullanılarak hesaplanan çok sayıda ölçüm geliştirmiştir. Bu noktada önemli bir husus haritalama hedeflerine uygun analiz ölçeği kullanılmalıdır. Bu ölçek genellikle deneysel olarak belirlenir. Ancak birçok haritalama uygulaması için hesaplama ölçeği belirli kriterlere dayanmalıdır. Bu tür kriterler görüntü bilgisi, kompozisyon, morfometri, yapı, süreç ve diğer konularla ilgili olabilir. (Bishop v.d. 2012: 14).

Morfolojik değişkenlerin hesaplanmasında metrik algıdaki bu sorunlar yada bağımlılıklar özellikle sayısal yükseklik modellerine dayalı otomatik yer şekilleri sınıflandırma prosedürlerin jeomorfoloji çalışmalarında kullanımının giderek artmasıyla ortaya çıkmasıyla yaygınlaşmıştır (Mark, 1975; Pike, 1988; Skidmore, 1990; Wood, 1996; MacMillan v.d. 2000). Bu prosedürler, tekrar eden yer şekilleri türlerinin sınıflandırılmasından daha ayrıntılı ve büyük ölçekte yer biçimi örgelerinin sınıflandırılmasına kadar devam eder (Macmillan ve Shary, 2009: 247). Fakat, arazi yüzeyinin sayısal yükseklik modelleri ile temsilindeki belirsizlikler farklı uzamsal çözünürlüğün veri setlerinden türetilen nesnelerin değeri ve doğruluğu üzerinde etkileri konusunda araştırmaların yapılmasına neden olmuştur (Sørensen ve Seibert, 2007; Schoorl, Sonneveld ve Veldkamp, 2000; Florinsky ve Kuryakova 2000; Deng v.d. 2007; Pain, 2005; Smith, Zhu, Burt ve Stiles, 2006, Zhu, Smith, Wang ve Gao, 2008; Shary v.d. 2002; Wilson ve Gallant, 2000; Thompson, Bell ve Butler, 2001). Yer şekillerinin otomatik algoritmalar kullanarak tanımlanması topoğrafyanın parmak izinin oluşturulmasını sağlar böylece oluşturulan geometrik imza ile yer şeklini diğer ünitelerden ayıran en iyi tanımlayıcı bir dizi ölçüm oluşturulabilir (Pike, 1988: 494). Yerel şartları göz önüne alan algoritmalar imzanın doğruluğunu artırabilir.

1.3.3. Ölçek ve Örneklem Çerçevesindeki Belirsizlikler

Ölçek coğrafi verilerin ayrılmaz bir parçasıdır ve genellikle çalışma alanının kapsamını vermek için kullanılır. Fakat ölçeğin dijital ortamda karşılığının ne olduğu konusunda bir belirsizlik mevcuttur (Drăguț, Eisank ve Strasser, 2011: 162). Tüm

uzamsal veriler ölçekle ve kapsamla bağlantılıdır ve bu ölçekler ortaya çıkan analizi nasıl yorumladığımızı etkiler. Gerçek Dünya'nın temsili olan dijital veriler morfolojik analizlerin her aşamasında veri kayıpları yaşar bu nedenle yüzeyin mükemmel bir temsiline sahip olmak imkânsızdır (Li, 2018: 313). Bu nedenle çeşitli araştırmacılar veri setlerinde uzamsal veri belirsizliğinin kaçınılmaz olduğunu savunmuştur (Goodchild, 2001, Courclelis, 2013). Arazi yüzeyinin sonsuz derecede karmaşık doğası onu milimetre altı ve hatta moleküler seviyeye kadar haritalanabilir olduğuna işaret eder (Goodchild, 2011: 116). Bu karmaşıklık belirsizliği yaratır ve morfolojik birimlerin uzamsal boyutları ve sınırları açısından anlamlı şekilde tanımlanmasını zorlaştırır (Fisher, Wood ve Cheng, 2004: 107). Örneğin 'Dağ nedir, nerededir?' sorusu doğal ortama baktıklarında onları belirli kısıtlı özellikleriyle tanımlama ve bölme eğiliminde olan insanlar için basit gibi görünen bir sorudur. Fakat bu soruya kesin ve tutarlı bir yanıt vermek zordur (Fisher, 2000: 11). Tanımlayıcı özelliklerin (örneğin sınır koşulları) ve coğrafi kapsamdaki belirsizliklerin dağ diye tahsis edilen sınıfın algıya göre değişebilir olduğunu gösterir. Bu belirsizlik 'Sorites paradoksu' olarak ta bilinen bir muğlaklığa bizi götürür (Fisher v.d. 2004: 107). Bu kavram analiz ölçekleriyle ilişkili karmaşıklığı ifade eder (Couclelis, 2013) ve bir kum yığınının hangi ölçekte hala bir yığın olduğunu tartışarak, jeo-uzamsal bilgiyi kaplayan belirsizliği örnekler (Fisher, 2000). 'Sorites paradoksu' gibi etkiler nedeniyle nadiren net bir şekilde tanımlanabilir ve bu da zirve, tepe ve dağ gibi farklı ölçeklerdeki yerçekli nesneleri arasında bulanık ayrımlara neden olur (Sainsbury, 1995). Araştırmacılar bu nedenlerle uzamsal boyutları açısından coğrafi doğal nesnelerin anlamlı şekilde tanımlanmasının zor olduğu gerçeğini tartışmışlardır (Wood, 1996, Fisher ve Wood, 1998).

1.4. Topoğrafik Yüzeyin Kantitatif Gösterimi

Bitki örtüsü, toprak, jeoloji, arazi kullanımı ve antropojenik etkilerden kaynaklanan bir dizi fiziksel sürecin belirlenmesinde topoğrafyanın öneminin anlaşılması (Moore, Grayson ve Ladson, 1991: 3; Pennock, Zebarth ve De Jong, 1987: 310), tek başına topoğrafik faktörlere odaklanmaya olan ilgiyi artırmıştır. Topoğrafya, çok çeşitli mekansal ve zamansal ölçeklerde işleyen bir dizi etkileşimli süreç

tarafından oluşturulan farklı şekil ve boyuttaki bireysel yeryüzü şekillerinden oluşur (De Boer, 1992: 304). Arazi yüzeyinin morfolojisi, münferit yeryüzü şekillerinin geometrik özellikleriyle ölçülebilir. Temel geometrik özellikler genellikle birincil topografik nitelikler olarak adlandırılır. Bu özellikler doğrudan bir SYM'den hesaplanabilir. Bunlar yükseklik, yüksekliğin türevleri (eğim, eğrilik), ve bunların istatistiksel ölçümleri şeklindedir.

Yüzey analizlerinde ve yer şekilleri sınıflandırmasının temelinde geleneksel olarak topografik haritalar, hava fotoğrafları ve saha gözlemleri vardır. Bu yöntemler, büyük ölçüde uzman bilgisine ve bir tür manuel veya yarı otomatik tekniklerle birleştirilmiş görsel yorumlama becerilerine bağlıdır. Arazinin kantitatif analizini ve sınıflandırmasını kullanmak için, arazi yüzeyini sayısal olarak temsil edebilen arazinin dijital temsilleri geliştirilmiştir. Sayısal Yükseklik Modeli (DEM-SYM), bir arazi yüzeyinin tüm nicel temsillerinin temelini oluşturur. Sayısal Arazi Modeli (DTM-SAM) terimi genellikle yüzeyin yüksekliğinden ziyade peyzaj niteliklerini ifade eder, burada SYM terimi yalnızca yükseklik verilerini içeren modeller için tercih edilir (Burrough ve McDonnell 1998). Bir arazi yüzeyi genellikle Sayısal Yükseklik Modeli (SYM-DEM) olarak temsil edilir. Bir SYM, bir arazi yüzeyinin tam bir temsidir, bu da ilgili alandaki her noktada yüksekliklerin mevcut olduğu anlamına gelir (Hengl ve Evans, 2009: 39-40).

1.4.1. Sayısal Yükseklik Modeli

SYM'ler, yer şekillerinin haritalanması, peyzaj birimleri, bitki örtüsü, topraklar, hidrolojik varlıklar ve peyzaj ve peyzaj oluşturma süreçlerinin modellenmesi gibi sayısız uygulama için faydalar gösteren, nispeten ucuz ve kullanımı kolay bir bilgi kaynağı sağlamaktadır (Hengl ve MacMillan, 2009: 459). Sayısal yükseklik modelleri Burrough'un (1986) terimleriyle uyumlu olarak, kabartmanın uzay üzerindeki sürekli değişiminin düzenli ızgaralı matris temsili olarak tanımlanmıştır. Yüzeyi oluşturan elemanların coğrafi referansı, matris içindeki yükseklik değerlerinin sıralanmasıyla dolaylı olarak tanımlanır. SYM kullanarak eğim, bakı, dışbükeylik ve içbükeylik gibi morfometrik parametrelerin tematik haritaları komşuluk niteliklerinden otomatik olarak çıkarılabilmektedir. SYM'den

türetilen tematik haritalar, yer şekillerini tanımlamak ve sınıflandırmak, erozyonu modellemek, havza bilgisi sağlamak ve arazi bileşenlerini haritalamak için temel veri olarak yer şekillerini karakterize etmek için kontur haritalarından daha popüler hale gelmiştir (Burrough ve McDonnell, 1998).

Sayısal yükseklik modelleri, Dünya yüzeyinin üç boyutlu şeklinin temel tasvirlerini sağlar ve çok çeşitli disiplinler için yararlıdır. Optik (görünür ve yakın kızılötesi) sensörler ve sentetik açıklıklı radar (SAR) ile oluşturulan çeşitli küresel SYM'lerin yanı sıra tek/çok ışınlı sonarlar ve uydu altimetri ürünleri, coğrafi olarak düzeltilmiş, ızgaralı bir depolama yapısının ortak özelliğini paylaşır. Bununla birlikte, tüm SYM'ler aynı dikey referans noktasını paylaşmaz, hepsi SYM'deki her piksel tarafından temsil edilen yerdeki alan için aynı kuralı kullanmaz ve bazılarının enleme bağlı olarak değişken veri aralıkları vardır (Guth v.d. 2021: 1-2). SYM'leri yüzey formu modelleri olarak ele alırken ele alınması gereken bir takım kavramsal problemler vardır. İlk olarak, sürekli yüzey formunun bir modeli olmasına rağmen, bir SYM, genellikle farklılaştırılamayan bir yüzeyin ayrı yükseklik ölçümleri kümesidir. SYM'in gerçek yüzeyi modellemesindeki doğruluk, yüzey pürüzlülüğüne ve SYM çözünürlüğüne bağlı olmaktadır (Wood, 1996: 11). Arazi yüzeyindeki herhangi bir morfolojik unsuru tanımlamak için kullanılan yükseklik verilerinin yatay ve dikey çözünürlüğü detay seviyesi ve yüzey özelliklerinin sunumunun doğruluğu, hesaplanan arazi-yüzey parametrelerinin değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle önce çeşitli SYM çözünürlükleri ve farklı boyutlarda (yarıçap) analiz-örneklem pencere büyüklükleri için tahmin verimliliği test edilmeli ve daha sonra objektif olarak en uygun çözünürlük ve örneklem pencere boyutu elde edilmelidir (MacMillan ve Shary, 2009: 233).

1.4.2. Yerşekli Sınıflaması ve SYM (DEM) İlişkisi

Sayısal yükseklik modellerine (SYM-DEM) dayalı yer şekli sınıflandırmaları, yer şekillerinin sınırları da dahil olmak üzere daha doğru ve objektif bir şekilde temsil edilmesini sağlar. Bu temsile yönelik farklı sınıflandırma yaklaşımları bulunmaktadır (Wieczorek ve Migon 2014: 134-135). Bu noktada farklılıklar her bir sınıflandırmanın temelde kurgulandığı birkaç temel özelliğin farklı oluşundan kaynaklanmaktadır.

Dolayısıyla bu farklılıklar benzer ya da aynı morfolojik birimi farklı şekilde tanımlayan sonuçlar üretebilecektir. Bu farklılıklar; sınıflandırmada kullanılan değişkenler ve bunların eşik değerleri, mekânsal ölçek, analiz ölçeği, girdi verilerin çözünürlüğü ve algoritmanın özelliğidir. Yer şekillerini sınıflandırmak ve jeomorfik ve hidrolojik özellikleri çıkarmak için sayısal yükseklik verilerinin analizi, Strahler (1956), Speight (1968; 1977), Evans (1972), Mark (1975) tarafından yapılan çalışmalarla uzun bir geçmişe sahiptir. Geçmişte yapılan pek çok çalışma, (Franklin, 1987; Herrington ve Pellegrini, 2000; MacMillan v.d. 2000; Pennock v.d. 1987; Pike, 1988), hidrolojik yapıyı çıkarmak için (Maidment ve Djokic 2000; Moore, Grayson ve Ladson 1991; Skidmore, 1990) yer şekillerini otomatik olarak sınıflandırmak için SYM verilerinin işlenmesine yönelik tekniklerin ana hatlarını çizmiştir.

İKİNCİ BÖLÜM

DAĞ VE DAĞLIK ALANLAR TANIMLAR VE YAKLAŞIMLAR

2.1. Dağların Epistemolojisi

Epistemoloji, gerçekliği görme biçimimiz olarak tanımlanabilir. Epistemolojiyi düşünmenin kolay yolu, Dünya'nın üzerine yerleştirilmiş bir dizi filtre hayal etmektir. Neyi algıladığımız filtremize bağlıdır. Farklı bilimsel gelenekler, farklı kültürler ve farklı insanlar farklı filtreler kullanır. Böylece gerçekliği gördüğümüz merceğe olan farklı epistemolojilerin varlığı dünyayı farklı algılamamıza ve yorumlamamıza neden olur. Yeryüzü ile ilgili tanımlamaların gerçek olduğu iddiası onların belirli epistemolojilerden kaynaklanan ontolojik varlıklar olmasından kaynaklanmaktadır. Gerçekte epistemoloji, gerçekliğin doğası hakkında bir inanç sistemidir ve bu da sırayla dünyayı yorumlamamızı yapılandırır. CBS'deki yaygın epistemolojiler, pozitivizm ve gerçekçiliği içermektedir. Bununla birlikte, birçok araştırmacı, çalışmalarını ve önsel hipotezlerini en iyi destekleyen filtreyi seçtikleri için aslında pragmatik sayılabilmektedir. Farklı epistemolojiler - veya coğrafyayı bilme ve inceleme yolları - farklı ontolojiler veya sınıflandırma sistemleriyle

sonuçlanır (Schoorman, 2000: 570-571). Epistemolojinin rolünü anlayarak, aynı fenomeni temsil etmenin farklı yollarını daha iyi anlayabiliriz.

Felsefede ve beşeri bilimlerde ontoloji, bir şeyin özüne, nihai görünümüne ve en açık örneğine atıfta bulunur. Örneğin gerçek bir dağ, bilinen tüm kriterleri karşılayan bir varlık örneğidir. Bununla birlikte, epistemolojide, bir ontoloji, belirli bir bilgi işlem ortamında izin verilen bir dizi söylemdir. CBS biliminde araştırmacılar genellikle gerçekçidir. Gerçekçilik, pozitivizm gibi, biraz belirsizdir ve tam olarak tanımlanması zordur. CBS bilimi perspektifinden gerçekçilik, varlıkları belirli durumlara bağlayarak mekansal-zamansal konumlarını açıklamaktadır (DiBiase v.d. 2006: 1-3). Bir dağın nerede olduğu ve bulunduğu konumda hangi özellikleriyle o görünüme kavuştuğu gibi tanımlamalar içerir.

Jeomorfolojinin amacı, yeryüzü şekillerinin doğasını ve onları şekillendiren veya üreten süreçleri aydınlatmaktır. Jeomorfolojinin ontolojik veya epistemolojik açıdan yorumlanabilmesi yer şekillerinin ne ölçüde doğal türler olarak görülebileceğine bağlı olduğu iddiasından kaynaklandığını belirten Rhoads (1999: 761), bu güçlü iddiayı iki bileşene ayırmaktadır (1) jeomorfoloji yer şekilleri bilimidir; (2) yer şekilleri ancak doğal türler oluşturuyorsa, bilimsel tahminlerin yapılmasında rol oynayabilirler. Bu iddialar beraberinde, 'yer şekilleri, sürekli varyasyon alanlarının soyut olarak sınırları çizilebilen parçalarından ziyade varlıklar veya nesnelerdir; ve yeryüzü şekilleri, tüm insan kültürlerinde evrensel olarak tanınması muhtemel olan doğal bir ayrımla yer şekilleri olmayanlardan ayırt edilmelidir' olgularını getirmektedir (Mark ve Smith, 2004:81).

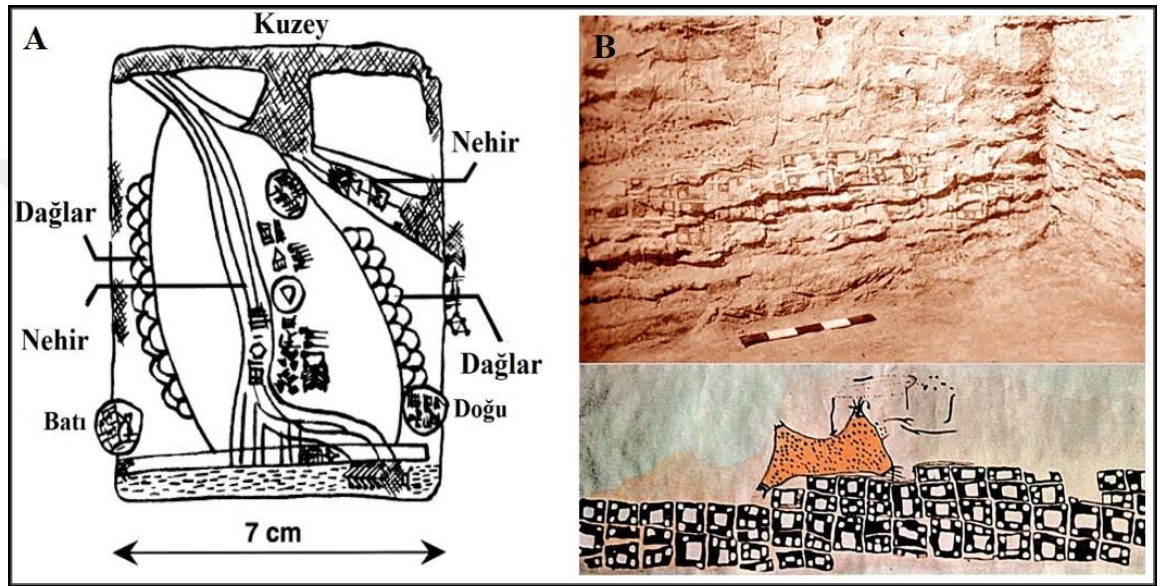
Epistemoloji, 'bilgi' hakkındaki varsayımlarımızı şekillendirir; bir şeyi "bildiğimizi" söylediğimizde ne demek istediğimizi açıklar. Örneğin, bir yer şekli türünün epistemolojisi onun nasıl var olduğunun anlaşılması ve bu yola giden sürecin bilinmesinden geçer. Burda sorulması gereken bilmenin ne anlama geldiğidir. Bu epistemolojinin ortaya çıkarttığı bir sorundur. Çeşitli yöntemler bu sorunlara yaklaşır ancak tam olarak yöntemler bu sorunu çözebilir mi? Cevap hayır ise bu yöntemlerin yararsız olduğu anlamına mı gelmektedir? Bu yer şeklinin dağlar olduğunu düşünerek epistemolojik sorunlara yaklaşacak olursak; farklı epistemolojiler dağları farklı algılayacağı için farklı tanımlamalar yapılacaktır. Dağı tanımlamak, sınır koşullarını belirlemek için kullanılacak yöntemler 'şu özellikleri ile tanımlanan bir dağ vardır'

sonucuna bizi götürecektir. Yöntemler değiştikçe bu yaklaşım ve varılan sonuç değişecektir bu özellikler yöntemlerin yararsız ya da etkisiz olduğunu göstermez sadece karşılaşılan sorunlar üzerinde kontrol mekanizması oluşturmamızı sağlar. Örneğin dağı tanımlamak için kullanılan kriterleri yeniden tanımlamak, eşik değerlerini değiştirmek gibi girişimler farklı bir bakış açısı ya da mercek sağlayacağı için var olan problemleri de bir yerde tutatarak algımızı değiştirecektir. CBS ile gelen yöntem odaklı analizin değeri ve katkısı da budur.

Yine de bir dağın tam olarak ne olduğu; ontolojileri veya gerçekliklerinin doğasının ne olduğu sorulmaktadır. Dağların nesnelerin en tipik örnekleri (örneğin insanlar, evler gibi) arasında yer almaması, onları çevrelerinden uzamsal olarak ayıran belirgin, eksiksiz, kapalı sınırları olsa dahi bu sınırların dağın bütününde geçerli olmadığı gibi belirsizlikler onların epistemolojileri açısından sorunludur. Dağların yalnızca yukarıdaki atmosferle net sınırlara sahip olduğunu söyleyebiliriz. Tipik dağların yüzeyde ve yanal olarak yeryüzüyle bulunduğu yerlerde, onları çevrelerinden keskin bir şekilde ayıran kesin sınırları bulunmamaktadır. Bunun yerine, her dağ kademeli olarak komşu dağlara karışır veya eteklere veya ovalara ve altındaki yere doğru kaybolur (Mark ve Smith, 2004: 75). Sonuç olarak bir dağı tanımlarken algıladığımız pencere ve onu tanımlarken kullanacağımız yöntem ya da yol o bilgiye ulaşılabilirliği doğrudan etkiler. Bu kapsamda farklı dağ tanım çerçevelerine ve sınıflandırmaların yapısına bakmak gerekir. Tanımsal çerçevelere epistemolojinin getirdiği farklı çerçeveden bakacak olursak bazı ikilemler karşımıza çıkmaktadır. Şöyle ki; "Glittertind, Galdhøpiggen'den (Norveç'in iki dağı) daha güzeldir" gibi bir ifade, "nicelleştirilemeyen" veya "ölçülemeyen" öznel bir değerlendirmedir ve bu nedenle daha çok öznelci bir epistemoloji ile ilgilidir. Öte yandan, "Galdhøpiggen, Glittertind'den daha yüksektir" ifadesi hem nicelleştirilebilir hem de ölçülebilir ve nesnelci bir epistemolojiye dayanmaktadır. O zaman aslında dağ nedir? Örneğin İngiltere'de bir dağın en az 2000 feet (609,6 m) olması gerektiğini söylemektedir. Yüksekliği 2000 fitten daha az olan yükseklikler tepe, sırt vb. olarak adlandırılır, fakat Norveç'te dağın ne olduğuna dair net bir tanım yoktur ve Norveç'te yaz aylarında düzenlenen en popüler etkinliklerin birçoğu aslında tepe yürüyüşüdür, ancak dağcılık olarak adlandırılır. Buradan, dağları nasıl tanımladığımızın bir şekilde dağın sosyal inşasına ve kültürel bağlama bağlı olduğunu gözlemleyebiliriz (Krumsvik, 2020:4).

2.2. Dağ Nedir? Dağlık Alan Nedir? Tanımlar ve Önem

Dünya'nın en eski haritası nedir ve bu harita neyi tasvir etmiştir soruna kesin bir yanıt vermek zor olsada bilinen en eski kayıtlar olan Mezopotamya (Ga-Sur kil tablet haritası <https://en.wikipedia.org>) ve Anadolu'daki (Çatalhöyük haritası (<https://www.sci.news>)) ilk örnekler bize bir çerçeve çizmektedir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Tarihteki En Eski Haritalar: A- Ga-Sur Kil Tablet ve B- Çatalhöyük Haritaları

Şekil 2.1'deki haritaların ilk örneklerinde olduğu gibi insanlar çevrelerinde algıladıkları ve onların yaşamlarını şekillendiren ana unsurları tasvir etmişlerdir. Bu unsurlara baktığımızda coğrafi bağlamda özellikle yer şekilleri ve biyocoğrafik özelliklerin ilksel haritalarda öncü olduğunu görebilmekteyiz. Örneğin iki haritaya baktığımızda dağ olarak algılanan yer şeklinin insanların yaşadıkları çevrede önemli bir coğrafi unsur olarak görüldüğünü söyleyebiliriz. Böylece haritaların insanlık tarihi kadar eski hatta yazıdan önce bile insanlar için farklı bir iletişim dili olduğunu söyleyebiliriz. Şekil 2.1'deki B şeklinde Hasan dağı'nın püskürmesi şeklinde resmedilen dağlık sahanın o yörenin insanları için ne kadar önemli olduğunu görebilmekteyiz.

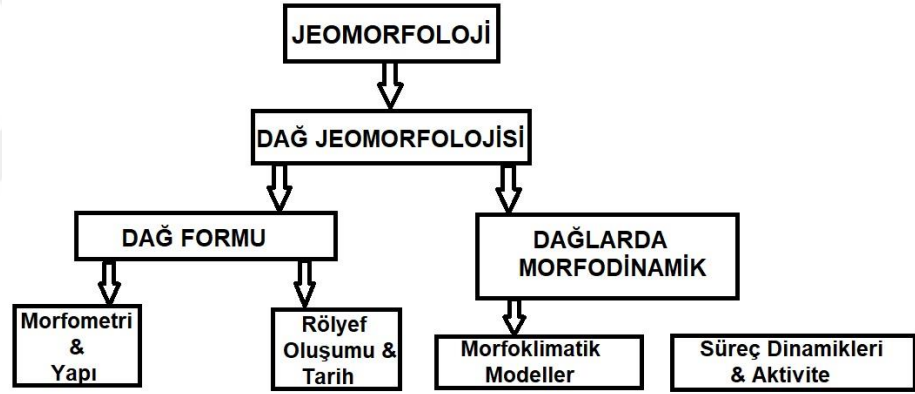
Dağların bulundukları sahadaki coğrafik özellikleri dağ teriminin kullanımında tanımlamalar açısından bazı sorunlarını beraberinde getirmektedir. Bir dağ genellikle

izole bir zirveyi ifade eder; bu durumda terim ‘dağ’, ‘mount’, ‘mountain’ ile eşdeğerdir (örneğin Mont Blanc, Pelee Mountain, Erciyes Dağı). Ancak dağ kelimesi aynı zamanda bir dağ zincirini (örneğin Pireneler, Toroslar) veya bir dağ grubunu da ifade eder, bu durumda ‘masif’, ‘sıradağ’ terimine eşdeğerdir (örneğin Vercors masifi, Toroslar). Ayrıca, bu terim Himalayalar'dan Sainte-Geneviève dağına (60 m) kadar çok farklı büyüklükteki kabartmalar için kullanılır. Son olarak, dağ aynı zamanda belirli bir çevreye, dağ çevresine de atıfta bulunmaktadır, böylece alpin dağ terimi hem bir dağ silsilesi olarak Alpleri hem de Alplerdeki dağ çevresinin özelliklerini ifade etmektedir (Veryet ve Veryet, 1962: 5). Bunun yanı sıra ‘alpin’ terimi sadece Alpler’de değil tüm dünya’da ‘yüksek dağ arazisi’ anlamına gelmektedir (Körner, 2009: 97). Dolayısıyla bir dağ, deniz seviyesine göre belirli bir yüksekliğe sahip ve genellikle çevresindeki ortamla ilişkili olarak iyi bir şekilde bireyselleştirilmiş belirgin bir kabartmadır. Ancak bu kavram, Tibet platosu veya Peru Altiplanosu gibi yüksekliği fazla olan platolar düşünüldüğünde sadece yüksekliğe göre yapılan tanımlamaların yetersiz kalacağı ve eğim özelliklerinin de dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Dağın ne olduğuna dair nicel olarak genelleştirilebilir bilimsel bir tanım sunmanın çok zor olduğuna vurgu yapan Körner, Paulsen ve Spehn (2011: 74) yüksek platoların varlığından dolayı yüksekliğin bir tanımlama kriteri olamayacağından söz etmiştir. Ayrıca benzer şekilde, herhangi bir soğuk kategori arktik ve antarktik ovaları içereceğinden ve tropikal dağlar ekvatorial yağmur ormanlarından zirvelerine yakın kutup yaşam koşullarına kadar çeşitlilik gösterdiğinden, dağların iklim özellikleriyle de tanımlanamayacağını belirtmiştir.

Tek dağların bulunduğu ya da sıradağların yer aldığı sahalarda, dağların ortamda yarattığı etkiler çevredeki dağ olmayan alanları etkilemektedir. Bu etki iklim, toprak ve su kaynakları başta olmak üzere doğal ortam üzerinde belirgindir. Bunun sonucunda beşeri ve ekonomik faaliyetler etkilenmekte ve şekillenmektedir. Bu nedenle dağların etki sahasına giren alanlar dağlık alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Örneğin Fransa’da 1961 tarihli bir kararnamede ‘Fransız Dağ Bölgesi’ yükseklik ve eğim kriterlerine göre tanımlanmıştır. Daha sonra bu tanım aşamalı olarak değiştirilmiş ve ‘bir belediyenin araziyi kullanma olanaklarında bir sınırlama’

olduğunda dağlık alan olarak tanımlanabileceği belirtilmiştir (Veryet ve Veryet, 1962). Sonuç olarak “dağlar” ve “dağ alanları” terimleri arasında bir fark olduğunu belirtmek önemlidir. “Dağlar” temel olarak coğrafi olarak tanımlanan alanları temsil ederken “dağ alanları” “dağ” (dağ belediyeleri) içeren en küçük idari birimlerin toplamıdır. Dağların tanımı, dağlık alanlarının tanımlanması için ön şarttır ve tanımlama sürecinde tek kriter veya çok ölçütlü bir yöntem kullanılabilir. Tanımlama metodu seçimi, tanımlamanın amacına bağlı olarak değişebilmektedir (Pantic, 2015: 44). Dağlar hem doğal ortam için hem de insanlar için çok anlamlı ve çok boyutlu yer şekilleridir. Ekosistemdeki tüm canlıların dağlarla oluşturdukları farklı ilişki ve bağılıklar bu yer şekillerine adeta bir üstünlük sağlamıştır. Jeomorfoloji biliminin dağlara yaklaşımı onları oluşturan süreçler ve diğer morfolojik özellikleri çerçevesindedir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: Dağ Jeomorfolojisinin Araştırma Konuları (Barsch ve Caine’den değiştirilerek 1984: 288)

Dağların geometrisi ve ölçümüyle ilgilenen jeomorfometri dağların niceliksel tanımlamaları ve morfometrik özellikleri üzerine yoğunlaşır. Sonuç olarak fiziki coğrafya perspektiften bakıldığında bir dağın ne olduğu, nasıl oluştuğu, çevresindeki dinamikleri nasıl değiştirdiği ve etkilediği gibi sorulara cevaplar aranmaktadır. Oluşum açısından dağlar yalnızca Dünya'nın dışını oluşturan geniş tektonik plakaların hareketleriyle değil, aynı zamanda iklim ve erozyonla da oluşmakta ve şekillenmektedir. Özellikle, tektonik, iklimsel ve erozyonel süreçler arasındaki etkileşimler, dağların şekli ve maksimum yüksekliği ile bir sıradağ inşa etmek veya yok etmek için gereken süre üzerinde güçlü bir kontrol uygulamaktadır. Paradoksal

olarak, dağların şekillenmesi, tektoniğin yapıcı gücü kadar erozyonun yıkıcı güçlerine de bağlı görünmektedir (Pinter ve Brandon, 2005: 75).

Genel olarak dağlar, çevrelerinden daha yüksek rakımlı ve daha belirgin coğrafi özelliklere sahip kara kütleleri olarak kabul edilmektedir (Goudie, 1985; Smith ve Mark, 2001;2003). Tarihsel olarak, dağları inceleyen bilimsel disiplinler orografi, dağ nitel tanımı ve dağ jeomorfometrisi, dağ nicel ölçümüdür (Cayley, 1859; Von Sonklar, 1873; Penck, 1894; Neuenschwander, 1944; Strahler, 1952; Pike ve Wilson, 1971; Dinesh ve Fadtzil, 2007; Hengl ve Evans, 2009). Dağ araştırmalarına farklı yaklaşımlar ya da bakış açıları tanımlamalarda da farklılıklar getirmiştir. Dağlar, tüm karasal türlerin yaklaşık dörtte birini Antarktika dışında Dünya'nın kıtasal yüzeyinin yaklaşık onda birini barındırır. Bu orantısız çeşitlilik, dağları biyoçeşitliliğin oluşturulması ve sürdürülmesine ilişkin araştırmalar için bir odak noktası haline getirmektedir. Dağları biyolojik olarak bu kadar çeşitli kılan temel özelliklerden bazıları, yükseklik, eğim, fizyografik ve iklimsel çeşitlilik ve doruklarının ve vadilerinin uzun süreli izolasyonudur. Bu özellikler, levha tektoniği ile dağ oluşumu, iklim değişikliği ve erozyon arasındaki milyonlarca yıla uzanan zaman ölçeklerindeki karmaşık etkileşimleri yansıtır. Bu büyük ölçekli süreçlerin uzay ve zaman boyunca biyotik evrimde temel bir rol oynadığı artık yaygın olarak kabul edilmektedir (Hoorn, Perrigo ve Antonelli, 2018:1).

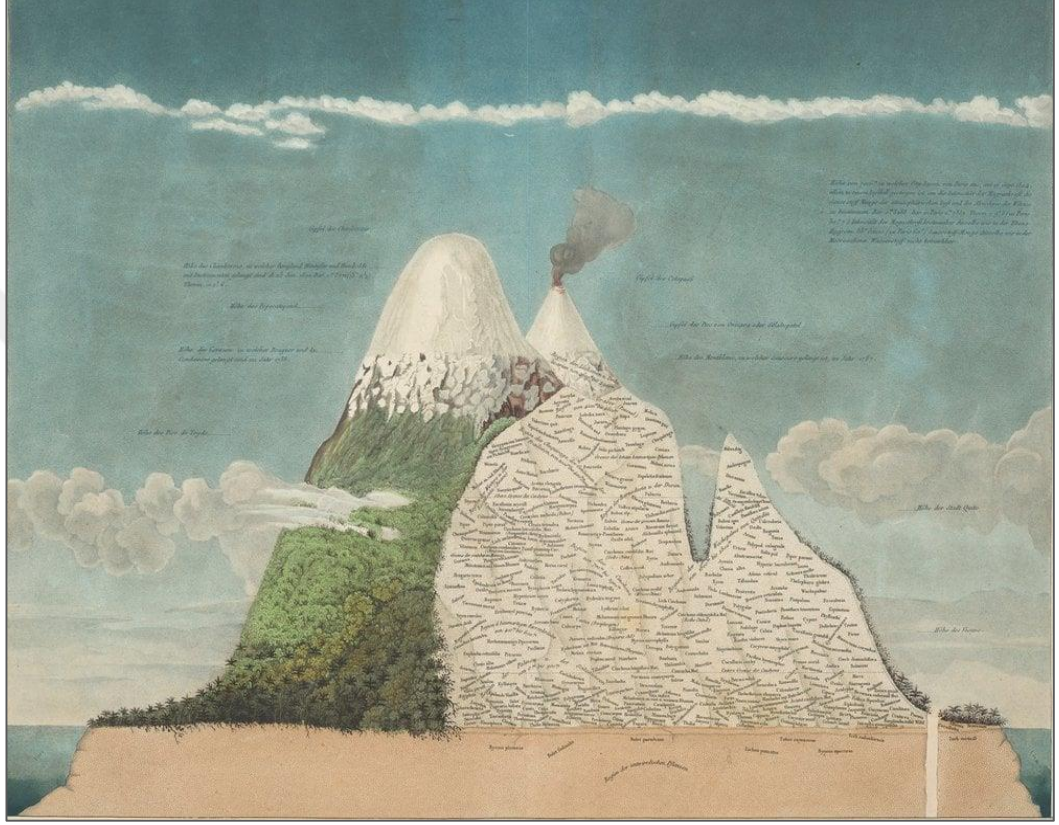
Genel olarak insanlar açısından algılama düzeyi bir dağın yükseklikle tanımlanmasıdır. Dağların bu özelliği etimolojik olarak farklı coğrafyalara benzer şekilde yansımıştır. Etimolojik açıdan baktığımızda örneğin; Almanca'da 'Berg' (berc,berg, bhergos) kelimesi dağ anlamına gelir ve yüksek, yüce anlamlarını içeren bir kelimedir. Fransızca'da eski Fransızcadan gelen 'montaigne' ve Latince'den gelen 'montanea' dan türetilmiş ve dağ ile ilgili, yüksek tepe anlamı taşıyan 'montagne' olarak kullanılmaktadır. Dağ kelimesinin Türkçe'de ise yazılı kaynaklara geçen ve ilk kullanımı olarak Orhun Yazıtlarında 'tag' kelimesinden evrimleştiğini görmekteyiz. Buradaki anlam yaşam alanını kapsar. Çince 'shān' olarak telaffuz edilen dağ, ilk olarak Tunç Yazıtlarda görülmüştür ve orijinal anlamı, toprak ve kayalardan oluşan zeminin yükseltilmiş bir kısmı şeklindedir. Sanskritçe'de ise ise Pravat kelimesi çevredeki zeminden çok daha yüksek olan ve genellikle taş olan, yerden çok yüksekte

olan doğal bir kısım olarak söylenmektedir. Japonca ise 'dağ', 'tepe' veya 'zirve' anlamına gelen bir isim olarak yüksek ve tepelerden oluşan bir anlamda yazılarına yansımıştır -山 (やま). İngilizce'de "az ya da çok, aniden yükselen ve göze çarpan bir yüksekliğe ulaşan doğal yükseklik anlamlarına gelen ve eski Fransızca montaigne'den, Vulgar Latince montanea'dan evrimleşerek mountain olarak günümüze gelen bir kelime olmuştur (<https://www.etymonline.com>).

Dağlar, biyoçeşitlilik açısından sıcak noktalara ev sahipliği yaptıkları tropik bölgelerde, Dünya'nın karasal biyoçeşitliliğine orantısız bir şekilde katkıda bulunur. Dağlık bölgeler, dünyadaki türlerin %85'inden fazlasına ev sahipliği yapmaktadır. Bununla birlikte, engebeli dağ bölgelerinin karmaşık iklimsel özellikleri, temel olarak ova bölgelerinininkinden farklıdır. Deniz seviyesinde binlerce kilometre ile ayrılan iklimler, tek bir dağ yamacında 10 km'lik yatay mesafeden sıkıştırılmış olarak bulunabilir. Her biri karakteristik biyolojik envanterine sahip olan yaşam alanlarının bu şekilde sıkıştırılması, dağları koruma alanları için benzersiz kılar ve koruma alanlarının neredeyse üçte birinin aslında dağlarda olması şaşırtıcı değildir (Körner, 2004: 13). Bu nedenle dağlar, çeşitliliğin oluşturulmasında ve sürdürülmesinde kilit bir rol oynamaktadır. İklim ve arazi kullanımında devam eden küresel değişikliklerle birlikte, biyolojik çeşitlilik için sığınak konumunda olan dağlar tehdit altındadır.

Dağların ekolojisi ve çevresi, Alexander von Humboldt ile yakından ilişkilidir. Dağlar, iklim ve bitki örtüsü, Humboldt'un düşüncesinde altmış yıl boyunca ana temalar olmasına rağmen, bilimsel katkıları ve entelektüel vizyonu, bu ilişkilerin çok ötesine geçerek, neredeyse tüm doğa bilimlerini ve derinden sosyal bilimlere ve beşeri bilimleri etkilemiştir. Çevre ve coğrafya bilimlerinin neredeyse her bölümü Humboldt'un kurduğu veya ilham aldığı temeller üzerinde durmaktadır (Jackson, 2019: 1027). Alexander von Humboldt 1799'da Latin Amerika'da 5 yıllık, 8000 km'lik bir bilimsel keşif yolculuğuna çıktığında, birleşik bir doğal dünya teorisi oluşturmak için veri toplamayı amaçlamıştır. Humboldt'un çalışması, yaşamın dağılımını neyin belirlediğine dair düşüncelerde devrim yaratmıştır. And (Andes) Dağları'ndaki yolculuğu, Chimborazo Dağı'nı gösteren ünlü bitki örtüsü bölgelendirme figürü (Şekil 2.3) Dünya'nın biyolojik çeşitliliğini anlamada dağların yerini kutsal saymıştır. Von

Humboldt'un izinden giden dağ çalışmaları, biyocoğrafya, makroekoloji ve evrimsel biyolojiyi oluşturan birçok genel ilke ve süreci ortaya çıkarmıştır (Rahbek v.d. 2019: 1-2).



Şekil 2.3: Alexander Von Humboldt'un Ekvador'daki Chimborazo Yanardağına İlişkin Ünlü İllüstrasyonu 1807 (www.smithsonianmag.com)

23 Haziran 1802'de Alexander von Humboldt, Carlos Montúfar, Aimé Bonpland ve üç rehber, 6267 m (20.561 fit) ile Dünya'nın en yüksek dağı olduğu düşünülen And zirvesi Chimborazo Dağı'na tırmanmaya çalışmıştır. Tırmanış, Humboldt'un 1799'da Kanarya Adaları'nda başlayan ve Venezuela, Küba, Kolombiya, Ekvador, Peru, Meksika ve Amerika Birleşik Devletleri'ne devam eden Amerika'daki İspanyol kolonilerine yaptığı beş yıllık efsanevi araştırma gezisinin en önemli noktalarından biri olmuştur. Chimborazo Dağı'nda, Humboldt ve ekibinin olumsuz koşullarla karşılaşması onları zirvenin yaklaşık 300 fit altından dönmek zorunda bırakmıştır. Yine de tırmanışın kendisi ve daha önce hiç kimsenin bu kadar yükseklerle (yaklaşık 19.300 fit) ulaşmamış olması, çağdaş ve geleceğin bilim adamlarının,

sanatçıların, gezginlerin ve benzer şekilde meslekten olmayanların hayal gücünü ateşlemiştir (Schaumann, 2009: 447-448). Dünya'nın merkezinden ölçülen en yüksek dağ zirvesi olan Ekvador'daki Chimborazo yanardağının enine kesitini gösteren Humboldt'un klasik tablosunun orta bölümü (Şekil 2.3) dağ biyotasının bir yükseklik boyunca nasıl yapılandırıldığına dair en eski çalışmalardan biridir. Dağ araştırmaları sırasında Humboldt, iklimsel ve fizyolojik adaptasyonlarla sınırlanan, farklı bitki örtüsü bölgelerinin varlığını fark etmiştir. Bu öncü çalışma genellikle biyocoğrafyada bir dönüm noktası olarak kabul edilmektedir.

Ekosistemler içinde dağlar çok boyutlu ve çok çeşitli özellikleriyle yer aldığı için dağ ve dağlık alanlarının tanımı bazı zorlukları da beraberinde getirir. 'Dağın' nicel tanımı ilk kez Sonklar (1873) tarafından yapılmıştır. Bu tanım, rölyefe dayalı olarak tepe ve dağ arasındaki ayrımı kapsamakta, vadi tabanından bir dağı oluşturan zirveye kadar olan sınırın 200 m çizildiği zirveye çıkmaktadır. Bununla birlikte, düz bir ovadan ya da tepeden yükselen tek bir dağ ile düz bir ovada ya da tepede yer alan az ya da çok belirgin bir zirve ile büyük bir yüksek dağ sistemine dahil edilen az çok belirgin bir zirve arasında hiçbir ayrım yapılmamıştır. Penck (1894) dağları Dünya yüzeyinin altı temel yer biçiminden biri olarak tanımlamıştır (Rasemann v.d. 2004: 101-102).

Değişken boyutlarda ve yüksekliklerde ortaya çıkan dağlar, çevresine göre izole bir zirveye karşılık gelip, bulunduğu sahada kendine has bir ortam oluşturabildiği gibi, bir zincir olarak da (sıradağ) kendini gösterebilmektedir. Dağ ve dağlık alanlar ile ilgili çeşitli tanımlamalar yapılmış olmakla beraber bir dağı neyin oluşturduğuna dair tek bir tanım bulunmamaktadır. Bu nedenle geçmişten günümüze kadar araştırmacılar dağ ve dağlık alanları tanımlarken farklı özelliklerini ön plana çıkartmış ve bunun üzerine tanımlamalar yapmışlardır. Örneğin bazı coğrafyacılar 15 km²lik bir mekan ünitesi üzerinde yer alan kütlenin nispi yüksekliğinin 600 m'yi bulduğu veya geçtiği yükseklik ünitelerini dağ olarak tanımlamış ayrıca yükseklikle beraber eğim değerlerinin ‰ 400 geçtiği relief parçası olarak da nitelendirmişlerdir (Tunçdilek, 1985: 131). Nisbi yada genel kaide seviyesine göre yüksek olan saha genel anlamıyla dağ olarak isimlendirilse de dağlık alan ifadesi daha geniş bir tanıma karşılık gelmektedir. Bu açıdan 'dağ' ve 'dağlık alan' terimleri arasında fark olduğu açıktır.

Birbirleriyle etkileşim halinde olan sahaların bir bütünlük teşkil etmesi gibi dağ ile onun alt zonunu oluşturan bölümün –dağ olarak ifade edilmese de- bir bütün olarak dağlık alan şeklinde tanımlanması doğru olur. Ayrıca dağ ile onun alt zonunu oluşturan bölüm arasında (dağlık alan) var olan etkileşim sosyo-kültürel yada sosyo-ekonomik olduğu kadar ekolojik alışverişi de içermektedir. Örneğin Şekil 2.4’de Bir dağlık alan görülmektedir. Demirkazık köyü dağlar arasında yer almaktadır ve bu yönüyle dağlık alan sınıflaması içinde kendine yer bulmaktadır.



Şekil 2.4: Dağlık Alan ve Etkileşim Sahası- Demirkazık Köyü

Dağlık alanlardaki sözü edilen etkileşim yaşam tarzını belirlemektedir (Gönençgil, 2009: 16). Dağlık alanları açık bir şekilde tanımlamanın amacı, ülkelerin bölgesel, ulusal ve uluslararası düzeyde bir dağ politikası belirlenmesi ve uygulamasında kullanılabilecek istatistiksel verileri toplamaktır. Bu şekilde ilk olarak, Fransa (1961), İtalya (1971), İsviçre (1974) ve onları takip eden yıllarda Yunanistan, Bulgaristan, Ukrayna İspanya ve Romanya dağ politikası oluşturmak amacıyla özel statü belirleyen ülkeler olmuşlardır (Pantic, 2015: 52).

Yerel ve bölgesel kalkınma için belirlenen dağ statüleri ve dağlık alanlarla ilgili politika hedefleri doğrultusunda bu amaçlara uygun farklı dağ tanımlamalarının yapıldığı görülmektedir. Örneğin İtalya’da dağ topluluğu (*communita montane*) 600 m’nin üzerindeki alanlar olarak tanımlanmıştır. 1975’de ‘Avrupa Topluluğu Az Tercih Edilen Bölgeler Şeması’nda bir dağ 600 m’nin üzerinde ve %15 den fazla eğime sahip bir alan olarak tanımlanmış, dağlık (*mountainous*) olarak belirlenen bir alanın ise 1500 m’den daha yüksek göreceli rölyefe sahip ve 10,000 km² den daha geniş bir alanı kaplaması gerektiği belirtilmiştir (Gerrard, 2014: 2). Verilen açıklamalardan da anlaşılacağı üzere dağ ve dağlık alanları tanımlarken morfolojik yapının ortaya çıkardığı özelliklerden (topoğrafik kriterler) yükseklik faktörü yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat dağı oluşturan ve onun birçok özelliğine şekil veren yükseklik faktörü dağ ve dağlık alanları tanımlamak için tek başına yeterli değildir. Çünkü dağlar sadece doğal bir yükseklik olarak tanımlanmamalıdır. Bu noktada önemli bir husus, dağ ve dağlık alanları diğer morfolojik ünitelerden ayırmak ve dağ ve dağlık alan içermeyen arazi yüzeylerini bu alanlardan ayırmak için kullanılan tanımlamalarda sınırların net şekilde belirlendiği coğrafi bir dizi ölçeğin belirlenmesi olmalıdır. Bu coğrafi ölçeğin ne olacağı konusunda yapılan tartışmalar dağların tanımlanmasında farklı özellikleri içeren kriterlerin baz alınmasını doğurmuştur. Örneğin tanımlamada en fazla kullanılan kriterler; yükseklik (elevation), hacim (volume), göreceli rölyef (relative relief), diklik (steepness), engebelilik (ruggedess) ya da alanın yoğunluğu ile aralıklılık (spacing) ve süreklilik (continuity) olarak ifade edilmiştir (Gerrard, 2014: 2-3).

Günümüze kadar dağları belirli bir coğrafi ölçek dahilinde sınıflandırma kriterleriyle tanımlayan az sayıdaki çalışmalar ve evrensel bazda uygulamalar yapılmıştır. Bu çalışmalara sınıflandırma kısmında değinilecektir. Ancak belirtmek gerekir dağlarla ilgili tanımlamalar gündeme geldiğinde bazı problemler ortaya çıkmaktadır. Bunlardan en önemlisi ya da en çok tartışılanı dağın hangi yükseklikten başlayacağıdır (Veyret ve Veyret, 1962: 8). Bu özellik, coğrafi olarak yapılmış nitelendirmelerin (topoğrafik değerlendirme ölçüsüne dayanan) evrensel nitelikte uygulama güçlüğünden kaynaklanmaktadır. Bu çerçeveden bakıldığında dağı tanımlamak için belirlenen yükseklik gibi kriterlerin evrensel bir ölçüsü

bulunmamaktadır. Bu yüzden belirtmelidir ki dağları tanımlarken kullanılan kriterlerin ölçütleri ülkeden ülkeye, bölgeden bölgeye değişiklik gösterebilmektedir.

Dağlık alanların yerel özelliklerini dikkate alarak tanımlamak bu alanlarda yaşanan doğal ve beşeri kaynaklı sorunların çözümünde yönetim ilkelerinin belirlenmesi açısından önemlidir. Bu alanlar günümüzde antropojenik kaynaklı birçok sorunla karşı karşıya kalmaktadır. Bu sorunlardan öne çıkan başlıklar ise; küresel iklim değişikliği, yoğun nüfus baskısı, yok olan habitatlar ve doğal kaynakların aşırı kullanılması sonucu ortaya çıkan degradasyonel değişimlerdir. Bu sorunların gün geçtikçe dikkat çekici bir hal almasını sağlayan ise bu alanlardaki doğal ve beşeri kaynakların sürdürülebilir yaklaşımdan uzak şekilde tüketim yönünde kullanılması, yönetimsel bir planlamanın olmaması ve uygulamadaki güçlüklerdir.

Dağ ve dağlık alanların doğal ve beşeri kaynak yönetiminin oluşturulmasında ve potansiyelleri kapsamında sürdürülebilir kullanım olanaklarının değerlendirilmesinde başlangıç noktası ‘dağ ve dağlık alan nedir, neresidir ve sınırları nelerdir’ sorularına cevap verebilmekten geçmektedir. Bunun nedeni dağ ve dağlık alanlara ilişkin dağlık alan yönetiminin nasıl olacağına dair evrensel bir çerçevesinin oluşturulabilir olduğu fakat dağ olarak tanımlayabileceğimiz alanın her ortamda aynı tanımlayıcı kriterlere karşılık gelmemesinden kaynaklanmaktadır. Dağ ve dağlık alanların tanımlanmasında ise belirleyici iki özellik öne çıkmaktadır. Bunlar yükseklik ve eğim şartlarıdır. Ancak her ne kadar dağ ve dağlık alanları oluşturan en önemli unsur yükseklik ve eğim olsa da onları tanımlayıcı evrensel bir ölçüt kriteri de bulunmamaktadır. Morfolojik anlamda bu farklılıklar dağ ve dağlık alanların tanımlı ve sınırlarının neresi olduğu konusunda bir takım problemleri de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle tanımlama açısından farklı kriterlerin baz alındığı dağ ve dağlık alan sınıflandırmalarına ihtiyaç vardır. Her ortamın belirli bir yükseklik ve eğim kriteri o alanın kendine has doğal ortam özelliklerine göre belirlenmelidir. Böylece detaylı bir ortam analiziyle oluşturulmuş dağ ve dağlık alan sınıflandırılması, bu alanların mevcut doğal ve beşeri özellikleri ile potansiyellerinin iyi analiz edilmesini sağlayacak ve ileriye yönelik kararlar alınabilecektir.

Coğrafi anlamda dağ ve dağlık alanın tanımlanmasının önemi mevcut doğal ortam şartlarının ortaya çıkarılması ve diğer morfolojik birimlerden farklı bir planlama ile bu alanlara yaklaşımının sağlanması gerektiğidir. Böylece bu alanlarda planlama ve yönetim açısından rasyonel kullanım koşulları sağlanabilecek ve doğal-beşeri ortam arasındaki ilişkileri göz önüne alan sürdürülebilir arazi politikalarının oluşturulması gerçekleştirilebilecektir. Yukarıda da bahsedildiği üzere dağ ve dağlık alanlar hassas ekosistemlerdir ve bu alanlar son yıllarda artan nüfus baskısı ile karşı karşıya kalmaktadır. Özellikle ülkemizdeki en büyük morfolojik biriminin dağlık alanlar olduğu düşünüldüğünde bölgesel kalkınma planları açısından bu alanların doğal ortam özellikleri, arazi kullanım durumları ve beşeri- ekonomik yapılarının iyi analiz edilmesi gerekir. Bunun yolu dağlık alanın morfolojik olarak tanımlanması ve mevcut doğal ve beşeri kaynak potansiyellerinin tespit edilip yönetim planlarının oluşturulmasından geçmektedir. Özellikle yer şekilleri çeşitliliğine sahip ve kısa mesafelerde eğim ve yükseklik şartlarının değiştiği ülkemizde, dağ ve dağlık alan sınıflandırmasının yapılması bu alanların yönetimi açısından başlangıç adımı olacaktır.

Ives, Messerli ve Spiess (1997) dağların küresel olarak uygulanabilir bir tanım arayışının ‘bir chimera kovalamak’ (bir hayalin peşinden gitmek) olduğunu belirtmişlerdir. Günümüzde küresel olarak dağları tanımlamaya yönelik girişimler mevcuttur. Peki bu girişimler ya da sınıflamalar ‘bir chimera kovalamaktak’tan öteye geçebilmiş midir? Bu tez çalışmasında ilerleyen bölümlerde bu sınıflandırma yaklaşımları ve yapılan dağ tanımıyla karşılaştırmalar hakkında bilgiler verilecektir. Bu tanımlamaların bölgesel nitelikleri yakalayıp yakalayamayacağı sorunu ve uygulamaların neye göre daha doğru olduğu tartışmalı olsa da bu girişimler dağ ve dağlık alandan beslenen diğer doğal ortam özelliklerinin belirlenmesi açısından önem arz etmektedir. Sarmiento v.d. (2017: 2), geçmişte bu chimera kovalama fikrinin aksine dağların montoloji perspektidinden bütünsel olarak tanımlamaya olanak verdiğini belirtmiştir.

2.3. Dağ ve Dağlık Alan Sınıflandırması –Parametreler ve Yaklaşımlar

Dağ ve dağlık alanlar ile ilgili çeşitli tanımlamalar (çoğu tasviri tanımlamalar) yapılmış olmakla beraber, (bir dağın tanımlanmasının görsel olarak basit görünmesine rağmen) bir dağı neyin oluşturduğuna dair tek bir tanım bulunmamaktadır. Himalaya, And Dağları ve Avrupa Alpleri'nde olduğu gibi yüksek zirveleri, dağları net olarak gösterse de, çok daha küçük dağlarla ve nispeten yüksek alanlarla alakalı topografik rölyef açısından bir belirsizlik vardır. Buna ek olarak sadece yüksekliğin dağları tanımlamada yetersiz kalacağı, örneğin, Güney Amerika Altiplano ve Tibet Platosu gibi yüksek rakımlı platoların dağ olarak tanımlanamayacağı belirtilmiştir (Meybeck, Green ve Vörösmart, 2001: 39). Benzer şekilde, ABD'deki Appalaş, Avrupa ve Asya arasında bir sınır oluşturan Ural dağları gibi daha yaşlı ve sonuç olarak daha az yüksekliğe sahip olan dağ sıraları, yalnızca yüksekliğe dayanan birçok sınıflandırma sistemine dahil değildir (Owens ve Slaymaker, 2014: 4). Bununla birlikte en yüksek zirvesi bile 2500 m. yi bulmayan ülkelerde nispi yükseklikleri nedeniyle dağ olarak ifade edilebilecek alanlar da kaynak değerler açısından aynı öneme sahiptir. Günümüzde coğrafi bilgi sistemlerine dahil edilen sayısal yükseklik modellerinin (SYM) mevcudiyeti, topografik ve diğer kriterlere dayalı olarak makro yer şekillerini dolayısıyla dağlık alanların tanımlanmasına izin vermiştir.

2.3.1. Sınıflandırmalarda Kullanılan Morfolojik Parametreler

1992 Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda ("Dünya Zirvesi") dağlık alanların önemine küresel bir çerçeve kazandırmak adına önemli bir girişimdi. Bu ilk hedefe ulaşılmasının ardından dağlar küresel gündemde kalmaya devam etmiştir. Dağlara yönelik bu küresel ilginin temel argümanlarından biri, Dünya'nın kara yüzeyinin önemli bir bölümünü kaplamalarıdır. Böylece küresel olarak tanımlama girişimlerine olan ihtiyaç artmıştır. Bu alanların coğrafi nesneler olarak tanımlanmasının amacı çevresel modellemeyi desteklemek için kullanılabilen yer şekilleri olarak ortaya çıkarılması ve bağlantılı olarak “siyasi-idari süreçlere” destek ve politika oluşturma sayılabilmektedir. Dağların tanımlanmasında iki topografik

kriter üzerinde yoğunlaşmıştır: yükseklik ve eğim. Bununla birlikte, yerelde 'dağ' olarak adlandırılan coğrafi özellikler özellikle yüksek olmayabilir - örneğin Florida'nın en yüksek noktası olarak Iron dağı (deniz seviyesinden 100 m) ve Hollanda'daki Vaalserberg (323 m) örneklerinde olduğu gibi. Bu nedenle, dağların alanını tanımlamak için başka bir kriterin gerekli olduğu belirtilmiştir. Bu kriter; topoğrafik rölyef (yerel yükseklik aralığı (LER)) dir (Price v.d. 2019:). Makro yer şekillerini dolayısıyla dağ alanlarının sınıflandırma yöntemlerin de bir çok çalışma farklı morfolojik parametreler kullanarak bu alanların sınırlarını belirlemeye çalışmıştır. Ayrıca farklı uzamsal ölçekler ve benzer algoritmalar üzerinde bu tanımlamaları yapmışlardır. Dolayısı ile belirli parametreler diğerlerine göre daha ön plana çıkmıştır (Tablo 2.1 ve 2.2). Sınıflandırmalarda morfolojinin özelliklerine göre (bazı durumlarda bir bölge için uygulanan sınıflandırma farklı bir bölgeye uygulandığında benzer sınıfta yer şeklinin üretilmediği de olmuştur) farklı parametreleri belirlemek ve bunların eşik değerlerinin oluşturulması ile sınıflandırmanın oluşturulduğunu görmekteyiz. Sınıflandırmayı oluştururken uygun ölçeğin belirlenmesi, genelleştirmelerin yapılması, pencere boyutunun ayarlanması ve sınıflandırmada tanımlanan şeklin gerçekten doğru sınırları gösterip göstermediği gibi konular önemli aşamaları oluşturmaktadır. Ayrıca bunların tümü çalışma sırasında çözülmesi gereken problemleri oluşturmaktadır. Tablo 2.1 ve 2.2'de toplam 42 tane çalışma, araştırmacı bilgisi, sınıflandırma yöntemi ve kullanılan parametreler ve çalışmanın gerçekleştirildiği alan bilgisi verilmiştir. Bu çalışmalarda araştırmacıların kullandıkları sınıflandırma parametreleri ise 'Morfoloji' (bazı parametreler iklim ve hidrografik özellikler taşımaktadır fakat bu çalışmada dağlık alanlar ekseninde odaklanıldığı için ki bu sınıflamalar spesifik olarak sadece dağ alanları ile ilgili değildir bu bakımdan parametre başlığı genelleştirilmiştir) başlığı altında toplam 53 parametre (T1....T6) ilgili çalışma için ■ simgesi ile işaretlenmiştir. Bazı parametreler örneğin 'local relief' farklı çalışmalarda farklı isimlerle kullanılmıştır fakat sınıflandırmalarda kullanılan terimlerin tabloya aktarırken orijinal olarak kullanılmak istenmesi ve aradaki bu terimsel farklılıkların görünmesi için herhangi bir isim birleştirmesi yapılmamıştır. Parametrelerin tanımlanması (parametrelendirme), yer şekillerinin belirlenmesinde önemli bir adımdır. Bu parametreler daha sonra farklı yer

şekillerinin parametrik imzalarını geliştirmek için kullanılabilecektir. Tablo 2.1 ve 2.2’de kullanılan değişkenlerin karşılıkları;

T1: Elevation: Yükseklik, T2: Slope: Eğim, T3: Relative Relief (local relief): Yerel yükseklik, T4: Profile: Profil , T5: Relief Intensity: Relif yoğunluğu, T6: Curvature: Eğrilik, T7: Flat Areas: Düz alanlar, T8: Surface Curvature: Yüzey eğriliği, T9: Hydrological Feature: Hidrolojik özellikler, T10: Profile Curvature: Profil eğriliği, T11: Plan Curvature: Plan eğriliği, T12: Slope Gradient: Eğim gradyanı, T13: Standart Deviation of Elevation: Yüksekliğin standart sapması, T14: Mean Elevation: Ortalama yükseklik, T15: Standard Deviation of Slope: Eğimin standart sapması, T16: Gentle Slope: Hafif eğim, T17: Standard Deviation of Curvature: Eğriliğin standart sapması, T18: Elevation Skewness: Yükseklik çarpıklığı, T19: Elevation-Relief Ratio (ER): Yükseklik-relief oranı, T20: Topographic Grain: Topoğrafik grain, T21: Relative Vertical Position: Görelî dikey konum, T22: Surface Heights: Yüzey yükseklikleri, T23: Surface Aspects: Yüzey bakıları, T24: Surface Slope: Yüzey eğimi, T25: Local Convexity: Yerel dışbükeylik, T26: Surface Texture: Yüzey dokusu, T27: Relief Energy: Relief enerjisi, T28: Aspect: Bakı, T29: Topographic Position Index (TPI): Topoğrafik konum endeksi ,T30: Elevation Percentile: Yükseklik yüzdesi, T31: Relief Roughness İndicator: Kabartma pürüzlülük göstergesi, T32: Profile İndex: Profil endeksi, T33: Hypsometry: Hipsometri, T34: Vertical Relief: Dikey relief, T35: Mean and Maximum Elevation: Ortalama ve maksimum yükseklik, T36: Hypsometric İntegral: Hipsometrik eğri, T37: Relief Ratio: Relief oranı, T38: Landscape Roughness: Peyzaj pürüzlülüğü, T39: Slope Position İndex: Eğim durum endeksi, T40: Flow Path Length: Akış yolu uzunluğu, T41: Topographic Openness: Topoğrafik açıklık, T42: Relative Relief and Length and Steepness (LS) Factor: Göreceli Rölyef ve Uzunluk ve Diklik (LS) Faktörü, T43: Wetness İndex: Yağış endeksi, T44: Convergence İndex: Konverjans endeksi, T45: Relative Height: Göreceli yükseklik, T46: Mean Height: Ortalama yükseklik, T47: Surface: Yüzey, T48: Shape and Texture Properties: Şekil ve doku özellikleri, T49: Size: Boyut, T50: Gradient: Eğim-Gradyan, T51: Total curvature: Toplam eğrilik, T52: Planform curvature: Planform eğrilik, T53: Slope aspect: Eğim bakısı

Tablo 2.1: Farklı sınıflandırmalarda kullanılan prametrelerin dağılımları-I

Araştırma cı	Yöntem	Bölge	PARAMETRELER																													
			Topoğrafya ve Morfoloji																													
			T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14	T 15	T 16	T 17	T 18	T 19	T 20	T 21	T 22	T 23	T 24	T 25	T 26	T 27	T 28	T 29	T 30
Hammond (1954)	Manuel (1:250.000)	ABD		•	•	•																										
Dikau v.d.(1991)	Yarı- otomatik (SYM 200 m)	Meksik a			•	•												•														
Brabyn (1996)	Otomatik (1:250.000- SYM 500 m)	Yeni Zelanda		•	•	•																										
Brabyn (1998)	Otomatik (SYM 200 m)	New Zealand			•	•												•														
Kapos v.d.(2000)	Otomatik (SYM 1 km)	Dünya	•	•	•																											
Meybeck v.d.(2001)	Otomatik (SYM 1 km)	Dünya													•																	
Miliaresis (2001)	Otomatik (SYM 1 km)	İran																														
Gallant v.d.(2005)	Otomatik (SYM 1 km)	Alaska		•	•	•																										
Hrvatın, Perko (2005)	Otomatik (SYM 25- 100 m)	Sloveny a																						•	•	•						
Metternicht v.d.(2005)	Otomatik (1:40.000)	Muresk Perth (WA)		•	•			•																								•
Drăguț and Blaschk (2006)	Otomatik (1:50.000)	ABD	•									•	•	•																		
Iwahashi, Pike (2007)	Otomatik (SYM1km- 270m)	Dünya- Japonya											•													•	•					

Etzelmüller v.d. (2007)	Otomatik (SYM 500 m)	Norveç		•	•	•				•					•	•	•		•	•	•	•									
Klingseis v.d.(2008)	Yarı- otomatik (SYM 1:40.000)	Muresk Perth (WA)	•	•	•			•																							
Kramm v.d.(2017)	Otomatik (SYM 30 m)	İran		•	•	•																									
Sayre v.d.(2009)	Otomatik (SYM 30 m)	ABD		•	•																										
Hrvatın, Perko (2009)	Otomatik (SYM 25 m)	Sloveny a		•	•	•																									
Prasannaku mar v.d.(2011)	Otomatik (SYM 20m)	Kerala- Hindist an	•	•	•						•	•																			
Tagıl, Jennes (2011)	Otomatik (SYM 20m)	Türkiye (KB)																											•		
Merina v.d.(2011)	Otomatik (1:25000)	İspanya		•	•																										
Milevski (2011)	Otomatik SYM- (15m)	Makedo nya											•																•		

Araştırmacı	PARAMETRELER																													
	Topoğrafya ve Morfoloji																													
	T 31	T 32	T 33	T 34	T 35	T 36	T 37	T 38	T 39	T 40	T 41	T 42	T 43	T 44	T 45	T 46	T 47	T 48	T 49	T 50	T 51	T 52	T 53	T 54	T 55	T 56	T 57	T 58	T 59	T 60
Hammond (1954)																														
Dikau v.d.(1991)																														
Brabyn (1996)																														
Brabyn (1998)																														
Kapos v.d.(2000)																														
Meybeck v.d.(2001)	•																													
Miliaresis (2001)					•	•													•	•										

Araştırmacı	PARAMETRELER																													
	Topoğrafya ve Morfoloji																													
	T 31	T 32	T 33	T 34	T 35	T 36	T 37	T 38	T 39	T 40	T 41	T 42	T 43	T 44	T 45	T 46	T 47	T 48	T 49	T 50	T 51	T 52	T 53	T 54	T 55	T 56	T 57	T 58	T 59	T 60
Dragut ve Eisank (2012)																														
Williams v.d.(2012)																														
Chabala v.d.(2013)																														
Jasiewicz- Stepinski (2013)											.																			
Seif (2014)																														
Wieczorek, Migoń (2014)															.	.														
Kasprzak,Migoń (2015)																														
Mokarram v.d.(2015)																														
Das v.d.(2016)																		.												
Mokarram,Hojati (2016)																														
Prima v.d.(2016)											.																			
Martins v.d.(2016)																														
Karagulle v.d.(2017)																														
Piloyan, Konečný (2017)										.																				
CW v.d. (2018)																														
Cunha v.d.(2018)																														
Skentos (2018)																														
Iwahashi v.d.(2018)																														
Nair v.d.(2018)									.		.																			
Mithan v.d.(2019)							.	.			.		.							.	.	.								
Ye (2020)																														

2.3.2. Sınıflandırma Yaklaşımları

Küresel ya da bölgesel ölçekte uzamsal verinin kullanması ile yer şekillerini sınıflandırma yaklaşımlarının tarihi oldukça yenidir ve bunda dijitalleşmenin etkisi büyüktür. Genel olarak baktığımızda dağlara olan ilgi ya da bu alandaki çalışmalar 14. yüzyılın sonlarına kadar kısıtlıdır. Bu dönem dağ korkusundan ön bilgiye kadar olan dönem olarak belirtilmektedir ve dağlık alanlardaki verimliliğin arttırılmaya çalışıldığı bir dönemdir. Dağ çalışmalarının tarihsel olarak ikinci dönemi ise 15. yüzyıl-18. yüzyılın sonuna takabül eden coğrafi keşifler dönemidir. Bu dönemde navigasyon teknolojisindeki yenilikler ve çeşitli zenginlikleri keşfetme arzusu dağların anlaşılmasını geliştirmiştir. Üçüncü dönem, 19. yüzyıl - 20. yüzyılın başlarıdır. Bu dönem dağların özellikle akademik olarak araştırma dönemidir. 1930'lar-20. yüzyılın sonu olan dördüncü dönem de ise nitel araştırmaların nicel yöntemlere geçiş yaptığı bir dönemdir. Bu, Uzaktan Algılama (RS), Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS), Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) ve kantitatif metodoloji gibi tekniklerin geliştirilmesinden kaynaklanmıştır. Beşinci dönem ise günümüzdeki gelişmeleri kapsamaktadır. Bu özellikle kantitatif tanımlamaların sayısal yükseklik modellerine dayandığı bir nevi 'sayısal dağlar dönemi'dir (Jiang, Ji ve Zeng, 2010: 2).

Dağ ve dağlık alanları tanımlarken ya da sınıflandırırken bazı topoğrafik özelliklere odaklanılmıştır. Ayrıca bunlarla ilgili bazı eşik değerleri belirtilmiştir. Bunlara örnek olarak bazı sınıflandırmalardan söz etmek gerekirse; jeomorfolojik bir bakış açısıyla yer şekillerinin yüksek ve alçak noktaları arasındaki yükseklik farklılıklarını yarı kantitatif şekilde tanımlayan (Tablo 2.3) Barsch ve Caine (1984: 288), ayrıca dağ arazisinin dört önemli özelliği olarak; yükseklik, eğim, kayalık arazi, kar ve buz varlığı olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte bu özelliklerin yüksek rakımlı platolara uygulanamayacağı vurgulanmıştır. Ayrıca Kuzey Amerika'da kullanılan ve Kanada, British Columbia'daki dağların örneklerine dayanan sınıflandırmada dağların tektonik yapısı, iklim, hidroloji, jeomorfoloji, antropojenik değişkenlerin derecesi, ve morfometrik açıdan sınıflandırılabilirliğini göstermektedir (Owens ve Slavmaker, 2014: 5). Bu

tanımlamalar ışığında dağları diğer coğrafi birimlerden ayıran en belirgin morfolojik özellikler, topoğrafik rölyef, yükseklik ve eğimdir şeklindedir. Günümüzde yapılan kantitatif dağ tanımlarının daha doğru ve pratik olmasını sağlayan en önemli unsur coğrafi bilgi sistemlerinin ve Sayısal Yükseklik Modellerinin varlığı olmuştur. Bilgisayar ve coğrafi bilgi sistemlerinin (GIS), herhangi bir boyut veya mekansal çözünürlüğe sahip alanlar için yüzey geometrisinden arazinin sınıflandırılmasına yönelik birçok engeli kaldırdığını belirten Iwahashi ve Pike (2007: 410) buna ek olarak arazi yüzeyinin bölgesel görünüşleri, kabartma, eğim, yükseklik ve coğrafi konumun diğer türevlerini birleştirilerek ortaya çıkan sınıflandırmalara ait yüzey formlarının diğer mekansal verilerle birleştirilebilir olduğunu ve birçok jeomorfolojik şeklin tanımlanabileceğini belirtmiştir. Birçok araştırmacı CBS kullanarak bu tür çalışmaların farklı yönlerini tartışmış ve arazi özelliklerine ait bilgilerin peyzaj sınıflandırmaları için önemli olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca otomatik bir yeryüzü sınıflandırma metodolojisinin ekolojik uygulamalarının merkezi haline geleceğini belirtmişlerdir (Drăguț ve Blaschke ,2006: 342).

Tablo 2.3: Yüksek Rölyef Alanlarının Tanımı

Tip	Rölyef	Alan
Yüksek Dağ Sistemi	>1000 m	500 m/km ²
Dağ Sitemi	500-1000 m	200 m/km ²
Dağlık Alan	100-500 m	100 m/km ²
Tepelik Alan	50-100 m	50 m/km ²

Kaynak: Barsh ve Caine (1984: 288)

Dünya dağlarının topoğrafik kriterler bazında sayısal olarak tanımlanması ile ilgili ilk girişim, Birleşmiş Milletler ‘Dünya Koruma İzleme Merkezi’ (UNEP-World

Conservation Monitoring Centre /WCMC) tarafından üretilen dünya dağlarını gösteren haritadır. Bu çalışmada dağlar 35.8 milyon km² ile dünya karalarının % 24'ünü kapladığı belirtilmiştir (Kapos v.d. 2000: 7). UNEP-WCMC 2000 küresel tanımlama yöntemi yükseklik ve eğime dayanmaktadır, ancak 300 m altındaki yükseklikleri içermemektedir. UNEP-WCMC yaklaşımı, 2500 m'nin üzerindeki dağ alanlarını tanımlamak için yalnızca yükseklik kriteri kullanmaktadır ve 1000 m'nin üzerindeki dağları tanımlamak için yükseklik ve eğim kriterlerini birleştirmektedir. Daha düşük yüksekliklerde (300-999 m), dağlık alanları tanımlamak için yerel yükseklik aralığına dayalı ek bir kriter kullanılmıştır (Tablo 2.4). UNEP-WCMC tarafından 2002 yılında hazırlanan 'Mountain Watch' başlıklı raporda ve Avrupa Birliğince 2004 yılında tamamlanan 'Mountain Areas in Europe: Analysis of mountain areas in EU member states, acceding and other European countries' (Nordregio, 2004: 20) başlıklı raporda ise aynı kriterler kapsamında farklı ölçekler çerçevesinde dağlık alanlar tanımlanmış ve haritalanmıştır (Şekil 2.5).

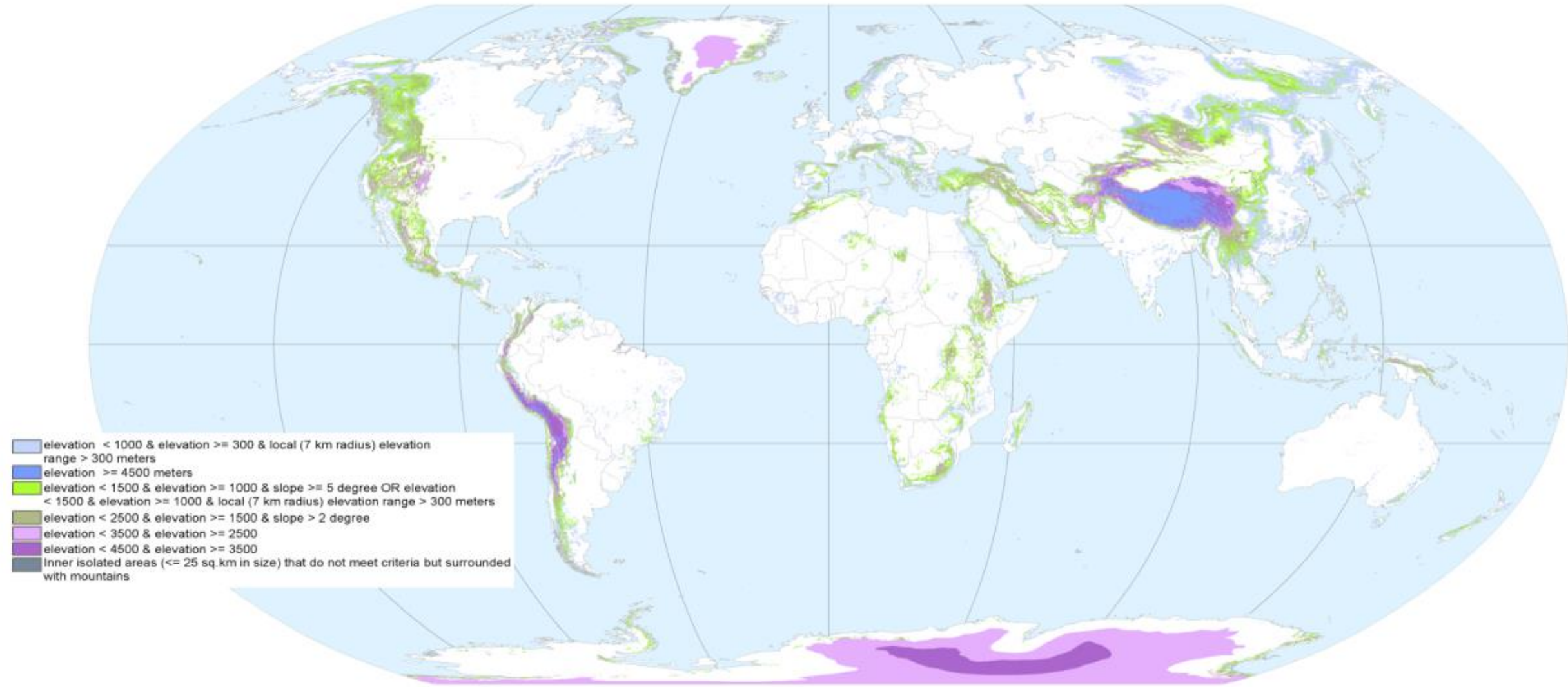
Dünya Koruma İzleme Merkezi' (UNEP-WCMC) tarafından dağları tanımlamak için ortaya konan topoğrafik kriterleri uygulayarak dağları tanımlamaya çalışan farklı girişimler de mevcuttur. Bunlar; Dağ Tehlikeleri ve Çevre Enstitüsü (IMHE-CAS), Çin Bilimler Akademisi (Çin Jeomorfoloji Atlası) ve Xiao CW, Li P, Feng ZM (2018) in yapmış oldukları çalışmalardır (Xiao CW, Li P ve Feng ZM, 2018: 1734). Çalışmalarda yapılan sınıflandırmalarda yükseklik, eğim ve yerel yükseklik aralığı farklı değerlerler belirlenerek kullanılmıştır (Tablo 2.4). Kapos v.d. 2000'de yapmış oldukları ilk girişimde ortaya çıkan %24'lük bir küresel dağ alanı daha sonra Körner ve arkadaşlarının 2011 yapmış olduğu çalışmada (iklim parametreleri kullanılmıştır) %12.3 olarak belirlenmiştir (Körner, Paulsen ve Spehn, 2011: 76). Farklı bir çalışmada Dünya'nın küresel dağ alanı %30,5 olarak belirtilmiştir. (Sayre v.d. 2018: 242; Karagülle v.d. 2017: 7). Bu çalışmada dağlık alanları tanımlamada kullandıkları kriterler; topoğrafik rölyef, eğim ve profil parametreleridir. Araştırmacılar yüksek platolar ve dağınık dağlar için Hammond'un (1954) arazi yüzeyi sınıflandırma kriterlerini uygulamışlardır.

Tablo 2.4: Dünya’da kullanılan bazı dağlık alan sınıflandırmaları

Dağ Sınıfları	UNEP-WCMC			IMHE-CAS			Çin Jeomorfoloji Atlası			Xiao, Li ve Feng’e göre		
	Yükseklik (m)	LER (m)	Eğim°	Yükseklik	LER	Eğim	Yükseklik	LER	Eğim	Yükseklik	LER	Eğim
I	≥2500	-	-	≥2500	-	-	≥5000	≥500	-	≥2500	-	-
II	1500-2499	-	≥2	500-2499	≥100	≥25	3500-4999	≥200	-	1500-2499	-	≥2
III	1000-1499	≥300	≥5				1000-3499		-	1000-1499	≥300	≥5
IV	300-999	≥300	-				500-999	200-2500	-	500-999	≥300	-
V		-					<499	≥50	-	<499	200-500	-

Görüldüğü üzere morfolojik özelliklere dayanan sayısal olarak dağ ve dağlık alanları tanımlayan ve dünya üzerinde ki dağılımlarını gösteren çalışmalar ortak bazı parametreleri referans almaktadır. Bu çalışmaların kullandığı mekânsal veri formatı ve topoğrafik değişkenlerin eşikleri de farklılıklar göstermektedir. Bu açıdan yukarıda da yazıldığı üzere dağlık alanların oranı farklı değerlerde çıkmaktadır. Bu noktada önemli olan dağları bazı morfolojik özelliklerini (örneğin yükseklik) benzer olan diğer arazi yapılarından ayırarak sürdürülebilir ekosistem planlamaları için doğru şekilde sınırlandırmak ve sınıflamaktır.

Mountains of the World - 2002



The map shows the location of mountain land estimated from a digital elevation model using criteria based on elevation alone (the upper three classes; $> 2\,500$ metres) and at lower elevation, on a combination of elevation, slope and local elevation range.

Sources: Mountains derived from U.S. Geological Survey National Mapping Division, EROS Data Center (EDC) (1996) GTOPO30.

The contents of this map do not necessarily reflect the views or policies of UNEP-WCMC or contributory organisations. The designations employed and the presentations do not imply the expressions of any opinion whatsoever on the part of UNEP-WCMC or contributory organisations concerning the legal status of any country, territory, city or area or its authority, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries.



© UNEP-WCMC, 2011

Şekil 2.5: UNEP-WCMC Dağlık Alan Haritası

Küresel ölçekte tek sınıflamanın uygunluğu bu noktada tartışmaya açıktır. Fakat daha büyük ölçekte ülke yada bölge bazlı çalışmalarda doğal ortamın kendi özellikleri çerçevesinde kriterler yeniden şekillenmelidir. Tablo 2.4'te de görüleceği üzere sınıflandırmalarda diğer önemli bir nokta eşik değerleridir. Tablo'da yer alan yada diğer bazı çalışmalarda kullanılan farklı morfolojik eşik değerleri tanımlamalarda büyük farklılıklara neden olabilmektedir. Örneğin yukarıda da bahsedilen UNEP-WCMC tanımında küresel olarak topoğrafik rölyef eşik değeri 300 m olarak belirlenmiştir. Tablo 2.4'te de görüleceği üzere diğer sınıflandırmalarda bu eşik değeri farklı yükseklik kademelerine göre değiştirilerek uygulanmıştır. Bunların yanısıra örneğin Çin'de yapılan bazı çalışmalarda da farklı eşik değerleri kullanılmıştır. Örneğin; Zhao (1983: 320) dağlık alanları tanımlamak için topoğrafik rölyef parametresine 500 m bir eşik değeri koymuştur. Xiao (1988) ise eşik değerini 200 m olarak belirlemiştir (Jiang v.d. 2009: 37). Farklı bir çalışmada Jiang, Zeng ve Chen (2010: 38) Çin'de ki dağların kantitatif tanımı için 3000 m'den yüksek alanları dağ olarak tanımlar ve 300 m'den yüksek alanlar için 200 m Topoğrafik rölyef eşiği ya da $\geq 25^\circ$ eğim eşiğini kullanır.

Yukarıda bahsedilen temel sınıflandırmaların kullandıkları parametre kombinasyonları ve sınıflandırma yaklaşımlarıyla ilgili olarak ayrıntılar verilecektir. Ayrıca içinde dağlık alan sınıflarının da olduğu ve diğer yer şekillerini barındıran eski yerel uygulamalara ve global uygulamalara ait özelliklere de değinilecektir.

2.3.2.1. Hammond (1954-1964) Sınıflaması

Hammond (1954) '*Small-Scale Continental Landform Maps*', isimli çalışmasında üç farklı kriter ekseninde arazi yüzeyini kantitatif olarak tanımlamış ve bu yaklaşımın bölgelerdeki bazı ayırt edici unsurlarını ön plana çıkartarak bölgeler arası karşılaştırmalar için avantajlı yanlarından bahsetmiştir. Ayrıca, gösterimin harita ölçeği arttıkça istenen herhangi bir miktarda genişlemeye izin veren bir sisteme dayanmakta olduğunu belirtmiştir. Hammond, haritaların arazi özelliklerinin olası kökenini göstermeye çalışmadığını ancak konfigürasyonu ampirik olarak peyzajın bir unsuru olarak sunduğunu vurgulamıştır. Hammond'un sınıflaması günümüze dek pek çok araştırmacı tarafından

uygulanmıştır (Dikau v.d. 1991; Brabyn, 1998; Gallant, Brown ve Hoffer, 2005; Morgan ve Lesh, 2005; Hrvatin ve Perko, 2009; Karagulle v.d. 2017). Hammond'un orijinal sınıflama kriterleri ise aşağıda gösterilmiştir. Bu kriterler uluslararası çalışmalarda yer şekillerinin tanımlanmasında genel doğruluğu kabul edilen ve yaygın olarak kullanılan değişkenlerdir.

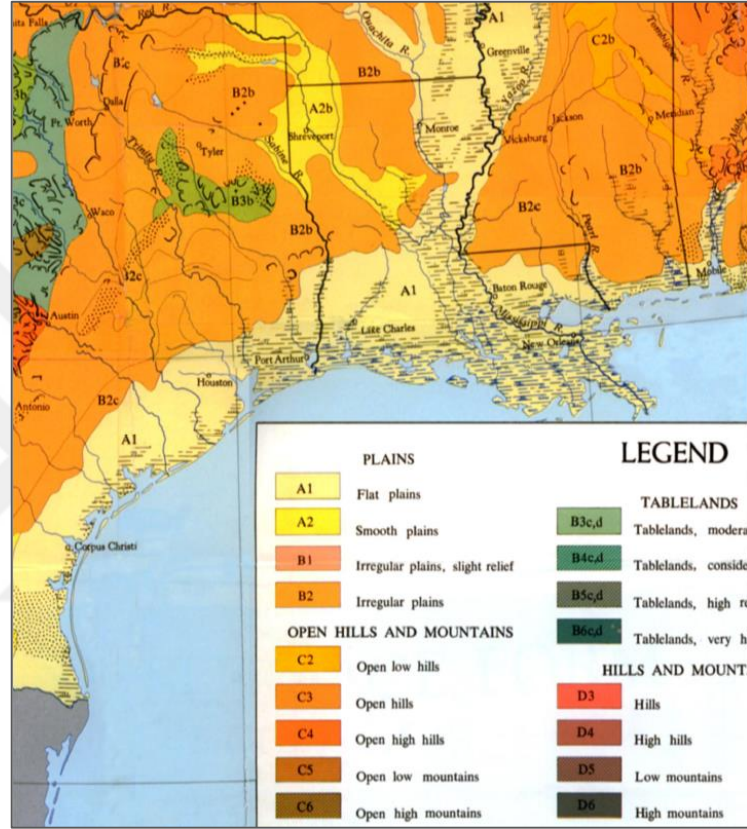
Bu çalışmada 3 kategoriye göre sınıflandırma görülür. Bunlar;

1. Local relief – Yerel Yükseklik Aralığı
2. Flatness- Arazinin düzlülüğü- Eğim
3. Profile –Profil tipleri

Sınıflama kriterlerine ait 3 kategoriyle ilgili ayrıntılı bilgi çalışmanın orijinal versiyonundan aşağıdaki gibi aktarılmıştır. Hammond ayrıca sınıflandırmasına buzulları da eklemiştir ona göre her kıta yada bölgelerin kendine has özellikleri vardır ve bu özelliklerin haritaya dahil edilmesi gerekmektedir. Örneğin Asya ve Afrika'daki çöl alanlarının varlığı yada kendi çalışma alanındaki buzulların varlığı gibi. Bu sınıflamaya yükseklik dahil edilmemiştir. Ovaların ve platoların yüksek irtifaları sembollerle ayırt edilmiştir vurgusu yapılmış ve altiplano örneği verilmiştir. Hammond makalesinde çeşitli türlerin niceliksel bir temelde eşlenmesinin fazla zaman ve bilgiye gereksinim olacağından bahsetmiş ve modelinin ek niceliksel veriler olsa dahi ana çizgisinin değişmeyeceğini belirtmiştir. Ayrıca Hammond bir yenilik olarak Kuzey Amerikayı plato tanımından daha anlamlı olarak ifade eden 'geniş aralıklı dağlara sahip ovalar' kategorisi tanımını da getirmiştir. Hammond (1964) '*Classes of Land-Surface Form in the Forty Eight States, U.S.A.*' çalışmasında yapmış olduğu haritayı sunmuştur. Haritanın lejandına baktığımızda (Şekil 2.6);

- Plains (ovalar)
- Open hills and mountain (tepeler ve dağlar)
- Tablelands (platolar)
- Hills and Mountain (tepeler ve dağlar)

- Plains with hills or Mountain (ovalara sahip tepeler ya da dağlar) kategorilerinin olduğu görülmektedir.



Şekil 2.6: Hammond'un Haritasından Bir Kesit (Hammond (1964) 'Classes of Land-Surface Form in The Forty Eight States, U.S.A.')

Hammond'ın sınıflandırmasının ilk unsuru eğimdir. Her pencere için, alanının yüzde kaçının yüzde sekizden daha az (veya yaklaşık 4.57°) bir eğime sahip olduğunu hesaplamıştır. Bu ögeyi büyük harfle işaretlemiştir. Hammond'un sınıflandırmasının ikinci unsuru yerel rölyeftir (LER). Her pencere için maksimum ve minimum yükseklik arasındaki farkı hesaplamıştır. Bu ögeyi sayılarla işaretlemiştir. Hammond'un sınıflandırmasının üçüncü unsuru profil tipidir. Her pencere için, hafifçe eğimli arazinin yüzde kaçının pencerenin ortalama yüksekliğinin altında veya üstünde olduğunu hesaplamıştır. Bu ögeyi küçük harfle işaretlemiştir. Bu kategorilerin sınıflandırma kriterlerine ait şemasıda yine aynı haritada verilmiştir.

2.3.2.2. Hammond / Dikau v.d. 1991 yöntemi;

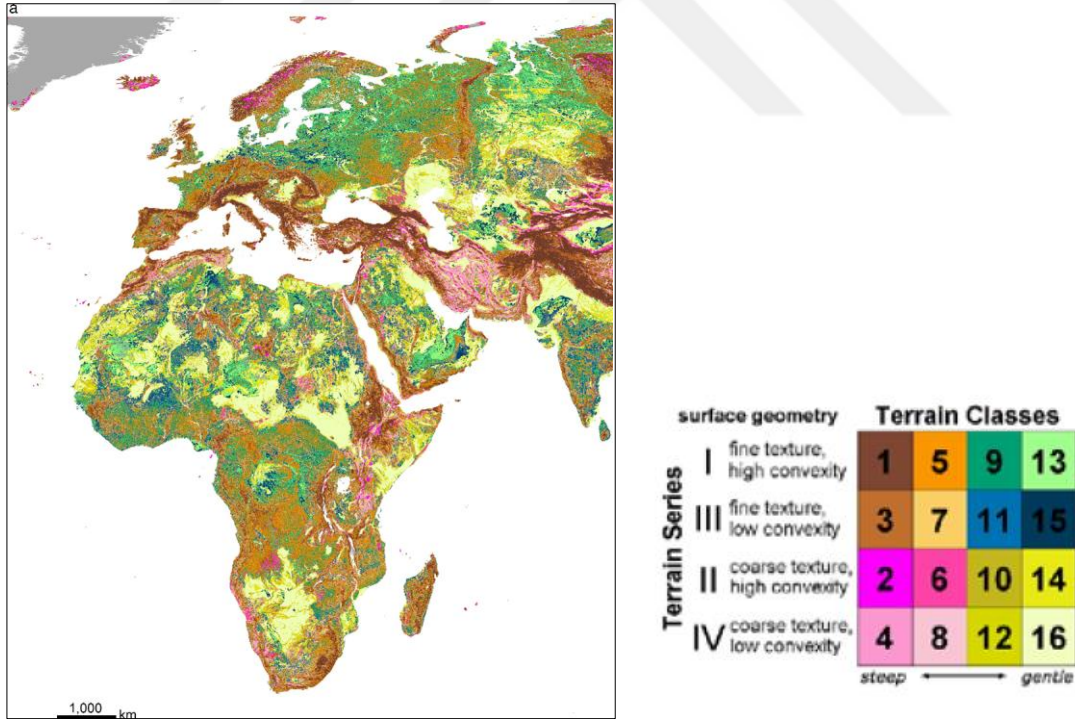
Dikau, Brabb ve Mark (1991) Hammond'un sınıflandırma sistemini CBS kullanarak ilk otomatikleştiren araştırmacılar. 250 m çözünürlüklü sayısal yükseklik modeli ile New Mexico'nın dijital yer şekilleri haritasını oluşturmuşlardır. Kombinasyonda 9.8 km x 9.8 km'lik bir pencere kullanmışlardır. Araştırmacılar, ABD jeolojik araştırmalar departmanına sundukları '*Landform Classification of New Mexico by Computer*' isimli raporda New Mexico'daki yer şekli tipleri ve heyelan süreçleri arasındaki ilişkileri tespit etmek amacıyla otomatik yer şekilleri sınıflandırması yapmışlardır. Bu sınıflandırmanın önemi daha önce Hammond (1954, 1964a, 1964b) tarafından manuel olarak yapılan ve 5 ana türe ayrılan (ovalar, platolar, tepeli veya dağlı ovalar, açık tepeler ve dağlar ve tepeler ve dağlar) yer şekillerinin (landform) ilk kez bilgisayar ortamında yapılması olmuştur. Manuel ve bilgisayar da hazırlanan haritaya ilişkin bilgileri içeren karşılaştırma Tablo 2.5'de gösterilmiştir.

Tablo 2.5: Hammond (1964 A,B) Tarafından Yeryüzü Sınıflandırmasının Hazırlanmasında Kullanılan Manuel Yöntem ile Bilgisayar Yaklaşımı Arasındaki Karşılaştırma

Özellik	Hammond	Digital yaklaşım
Veri kaynağı	1:250,000 topoğrafik harita	100 m -DEM
Kontür aralığı veya Veri çözünürlüğü / Öznitelikler	Kontür aralığı 15.2 to 61 m Eğim, Rölyef, Profil tipi	200 m / 8 milyon Eğim, Rölyef, Profil tipi
Kullanılan alt sınıf sayısı	45	96
Birim alan (pencere boyutu)	.65 km	9.8 km
Pencere hareketi	9.65 km	200 m
Harita genelleme	evet	hayır
Genelleme derecesi	< 2072 km ²	yok
Harita ölçeği	1:5,000,000	değişken (1:1,000.000)
Sınıflandırılan Alan	Amerika Birleşik Devletleri	New Mexico (314,255 km ²)

2.3.2.3. Iwahashi ve Pike (2007) Sınıflaması

'Automated Classifications of Topography from DEMs by an Unsupervised Nested-Means Algorithm and A Three-Part Geometric Signature' çalışmada araştırmacılar; eğim, dışbükeylik ve engebe parametrelerini kullanarak sekiz, oniki ve onaltı sınıf olmak üzere birbirine benzer mantıkta türetilen ancak ayrıntısı gittikçe artan bir sınıflandırma yöntemi geliştirmişlerdir. 16'lı sınıflandırmaya örnek verilirse; eğim, dışbükeylik ve engebelilik oranı ortalamadan yüksek olan pikseller 1 nolu sınıfa, eğim ve dışbükeylik değeri ortalamadan yüksek olan ancak engebelilik oranı düşük olanlar 2 nolu sınıfa, benzer şekilde dışbükeylik değeri düşük olan pikseller 3 nolu sınıfa, bir tek eğim değeri ortalamadan yüksek olan pikseller 4 nolu sınıfa atanmaktadır.



Şekil 2.7: 1 km Çözünürlükteki (SRTM30) SYM'den Küresel Topografyanın Sınıflandırmasını Gösteren Harita (Iwahashi ve Pike 2007)

Parametre verilerinden bu sınıflar çıkarılarak, geride kalan pikseller için tekrar ortalamalar hesaplanmaktadır. Ortalamalar ile parametre değerleri karşılaştırılarak

yukarıda açıklandığı gibi 5, 6, 7 ve 8 nolu sınıflar belirlenmektedir. Geride kalan pikseller için ortalamalar hesaplanmakta ve karşılaştırmalar ile diğer 8 sınıf belirlenmektedir. Sınıfların dağ, tepe, yamaç vb. isimlendirilmesinde, uzman görüşleri dikkate alınmaktadır. Geometrik imza, jeomorfik olarak farklı manzaraları ayırt etmek için topografik formu yeterince iyi tanımlayan bir dizi ölçüdür. 1 numaralı sınıf dağlık alanlarla eşleştirilmiştir (Şekil 2.7).

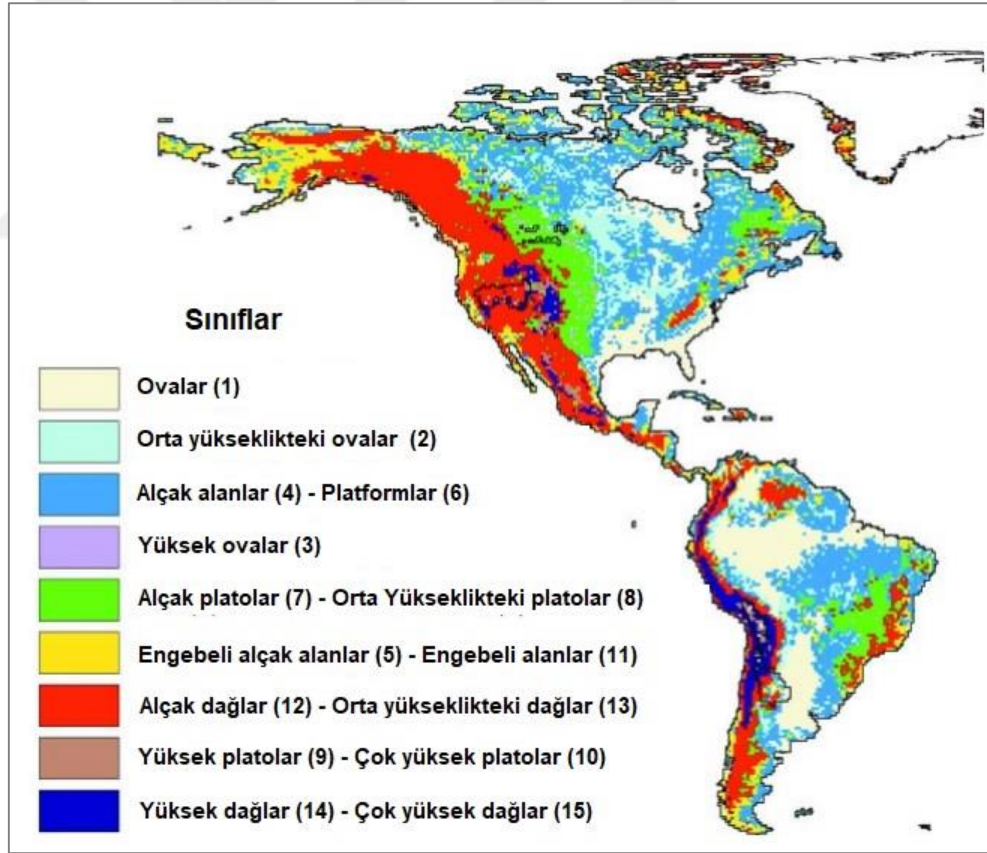
2.3.2.4. Kapos v.d. (2000) Sınıflaması;

Dünya dağlarının topografik kriterler bazında sayısal olarak tanımlanması ile ilgili ilk girişim, UNEP-WCMC tarafından üretilen dünya dağlarını gösteren haritadır (Kapos v.d. 2000). Açıklamaları daha önce verilen bu yaklaşım Dünya'nın dört bir yanından bilim adamları, politikacılar ve dağcılarla istişare ederek, bu dağ katmanını yaklaşık 1 km bir çözünürlükle küresel bir SYM'den gelen parametreleri birleştirerek üretmiştir (Şekil 2.5). İnsan fizyolojisinin oksijen tükenmesinden etkilendiği eşik olan 2500 m'nin üzerindeki her ızgara hücresi "dağ" olarak kabul edilmiş ve 300 m'nin altındaki tüm topraklar dağlık olmayan alanlar olarak kabul edilmiştir. 1000 ila 2500 m arasındaki yüksekliklerde bazı eğim ve rölyef eşikleri kullanılmıştır. Bu algoritmaya göre, Dünya'nın % 24'ü (35.8 milyon km²) arazi alanı 'dağ' olarak sınıflandırılmıştır. Yukarıda da belirtildiği üzere 2500 m üzerinde bütün alanlar dağ alanları içerisine dahil edilmiştir. 1500-2500 m arasında olan sahalılar için ek olarak 2° eğim ve üzerinde olduğu alanlar dağlık olarak kabul edilir. 1000-1500 m arasında ek olarak 5° eğim ve üzerinde olduğu alanlar dağlık olarak kabul edilir. 300 m ila 1000 m arasında, rölyef farklı 7 km yarıçap içinde 300 m'den fazla olan yerler dağlık olarak kabul edilir.

2.3.2.5. Meybeck v.d. (2001) Sınıflaması

Meybeck v.d. '*A New Typology for Mountains and Other Relief Classes*' adlı çalışmasında küresel ölçekte 15 rölyef modelinin yeni bir sınıflandırması, bir rölyef pürüzlülüğü göstergesi (relief roughness indicator) ile 30 'x 30' çözünürlükte (1 km) maksimum yüksekliği birleştirir.

Rölyef pürüzlülüğü 1 km çözünürlükte maksimum ve minimum yükseklik arasındaki farkın hücre uzunluğunun yarısına bölünmesi olarak tanımlanmaktadır. Ovalar yarı yatay araziye ($RR < \%5$) karşılık gelir. Alçak alanlar çok düşük bir pürüzlülüğe sahiptir ($5 < RR < \%20$). Platformlar ve tepeler 200 ila 500 m ortalama yükseklik sınıfına karşılık gelir ve daha yüksek bir pürüzlülük derecesine sahiptir ($RR > 20\%$). Ortalama yükseltileri 500 ila 6000 m arasında olan platolar orta derecede pürüzlülüğe sahiptir ($RR \%5$ ila 40). Dağlar, tepelerden daha yüksek ortalama yükseltileri (>500 m) ile, platolardan ise her yükselti sınıfında daha yüksek pürüzlülükleri ($>20\%$ ve $>40\%$) ile ayrılır (Şekil 2.8).



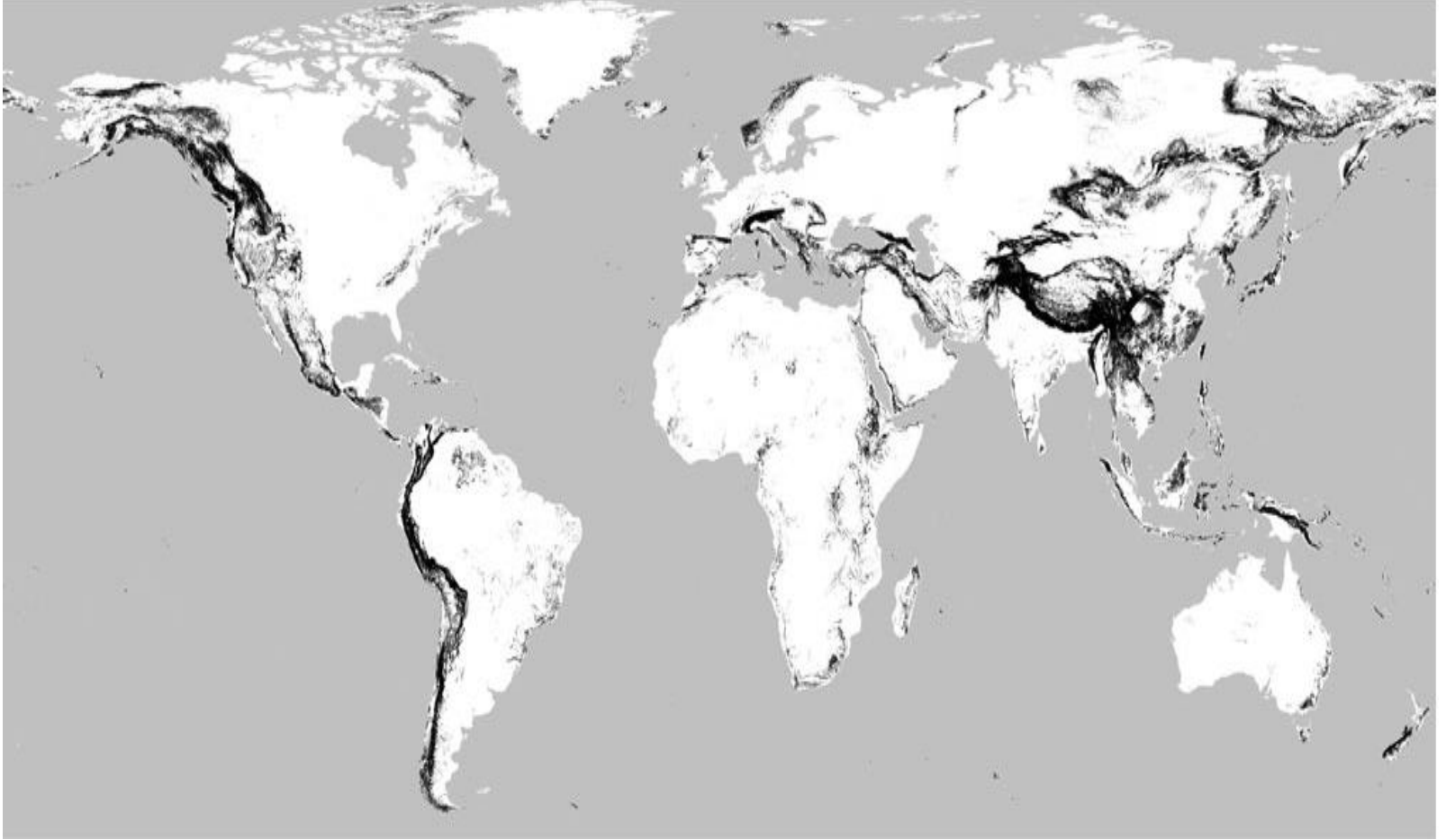
Şekil 2.8: Küresel Ölçekte Makro Yer Şekilleri (Meybeck v.d. 2001)

Bu sınıflandırmada yüksekliğin dağları tanımlamada yetersiz kalacağı, yüksek rakımlı platoların dağ olarak tanımlanamayacağı belirtilmiştir. Özellikle Tibet ve Alti-piano'nun dağ değil, çok yüksek platolar olduğu belirtilmiştir. Rölyef modellerinin bu

niceliksel tanımları 15 sınıfa bölünmüş, ardından 9 ana sınıfa ayrılmış ve su akışı derinliği ve nüfusu için önceden belirlenmiş bir çözünürlükte küresel ölçekte haritası çizilmiştir. Bu sınıflandırmada dağlar Dünya'nın toplam kara alanının % 25'ini oluşturmaktadır (Meybeck v.d. 2001).

2.3.2.6. Körner v.d. (2011) Sınıflaması

Bu sınıflandırmada (K2), küresel dağ biyoçeşitliliği araştırması ve ardından yükseklik eğimleri boyunca yaşam bölgelerinin alt bölümleri için dağların standartlaştırılmış bir tanımı ve haritasının geliştirilmesine odaklanılmıştır. K2 yazarları önce Dünya'nın dağlarını arazi özelliklerine göre haritalamışlar ve ardından dağlık alanları biyoklimatik kuşaklara ayırarak farklı dağ iklimi ortamlarını belirlemişlerdir. Temel yaklaşımları yükseklik yerine topoğrafik rölyefi kriter olarak almalarıdır. (Körner v.d. 2011). Engebeliliğe (topoğrafik rölyef) odaklanan K2, eğimin dikliğinin, organizmaların tepki verdiği çevresel potansiyeli temsil eden habitatların ve bunların mikro iklimlerinin ve bozulma rejimlerinin yapılanmasıyla ilişkili olduğunu kabul etmektedir. K2 karakterizasyonu, 1 km'lik bir SYM kullanmıştır ve morfolojik eşik değeri olarak 200 m yi uygulamışlardır. Bu sınıflandırma kara yüzeyinin %12,4'ünü dağlık olarak tanımlamıştır (Şekil 2.9). Bu oran K1'de (Kapos v.d. 2000 tanımı) bildirilen dağlık alandan oldukça az bir orandır. Körner v.d. (2017), K1'de dağ olarak tanımlanan daha geniş alanı, yüksek platoların, dağlar arası vadilerin ve engebeli ön bölgelerin dahil edilmesine bağlamıştır.



Şekil 2.9: K2 Dağ Tanımına Göre Dünya'daki Dağların Dağılışı (Körner v.d. 2011)

2.3.2.7. Hammond (1964) Modifiye, Karagulle v.d. (2017) Sınıflaması

K3 olarak adlandırılan bu sınıflama sistemi Hammond'un yaklaşımını baz alarak 250 m çözünürlükte bir SYM üzerine Dikau'nun (1991) otomatik sınıflarını kullanarak oluşturulan bir modele dayanmaktadır. Bu sınıflandırmanın temel özelliği oluşturulan otomatik sınıflandırma algoritmasında her bir parametre değeri için farklı pencere boyutlarının kullanılması ve yapılan genelleştirmeler ile Hammon'un bazı sınıflarının birleştirilip bazı ek sınıflar atamış olmalarıdır. Sınıflamaya ilişkin dağlık alanların kriter özellikleri Tablo 2.6'de görülmektedir.

Tablo 2.6: K3 Dağlık Alan Sınıfları (Karagulle v.d. 2017)

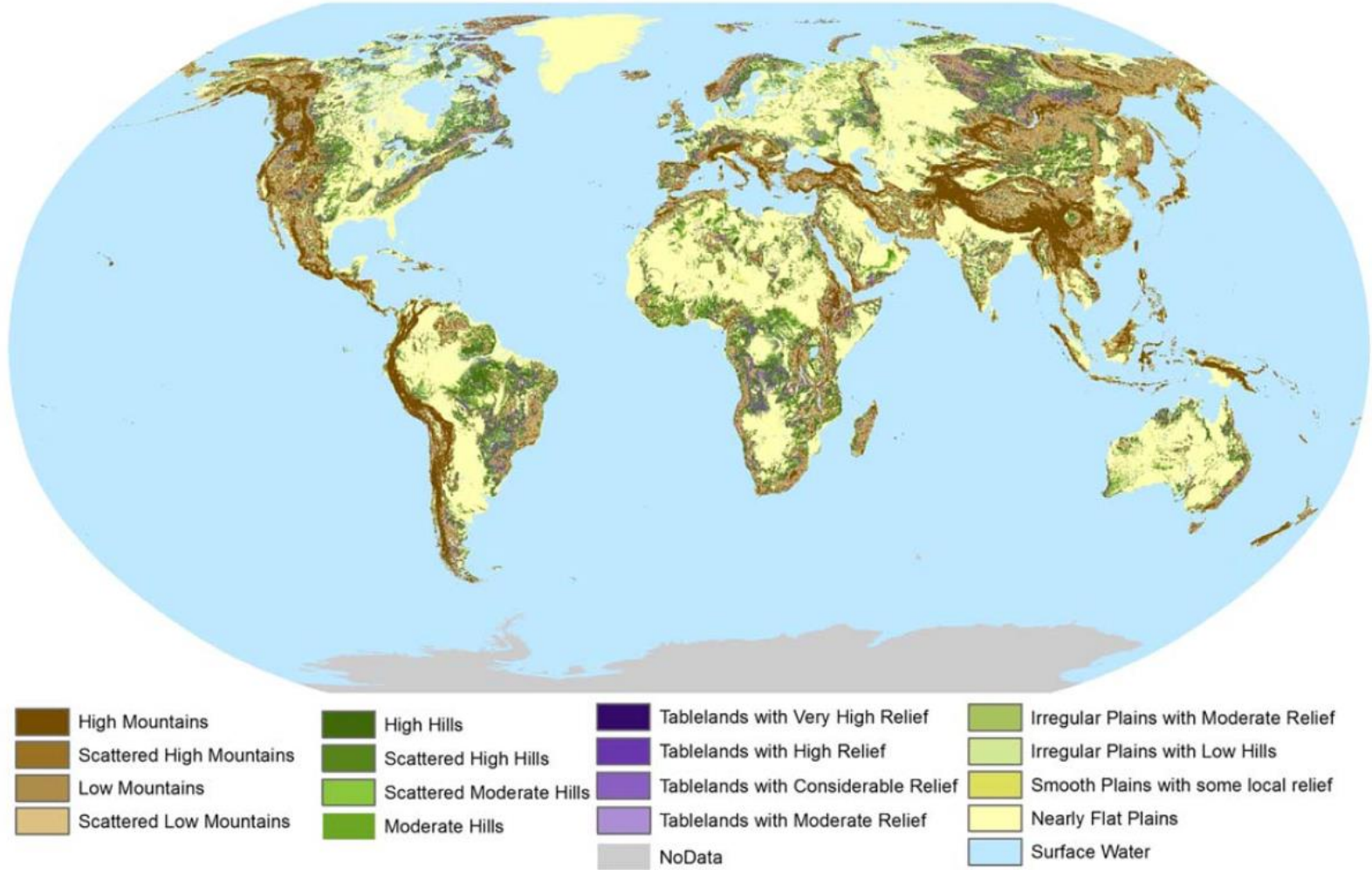
Sınıf	Eğim	Topoğrafik Rölöf	Profil
Yüksek Dağlar (High mountains)	81-100%	>900 m	Kullanılmadı
	51-80%	>900 m	NAW'daki bütün hücrelerin >50% yüksek eğim ($\geq 8\%$)
Dağınık Yüksek Dağlar (Scattered high mountains)	51-80%	>900 m	NAW'daki alçak alan (düz, ova) hücrelerin $\leq 50\%$ yüksek eğim ($\geq 8\%$)
Alçak Dağlar (Low mountains)	81-100%	301-900 m	Kullanılmadı
	51-80%	301-900 m	NAW'daki bütün hücrelerin >50% yüksek eğim ($\geq 8\%$)
Dağınık Alçak Dağlar (Scattered low mountains)	51-80%	301-900 m	NAW'daki alçak alan (düz, ova) hücrelerin $\leq 50\%$ yüksek eğim ($\geq 8\%$)

Bu sınıflama 4 dağ sınıfını tanımlamak için sunulan kriterler ve her sınıf alanı için küresel arazi yüzdesini vermektedir. Eğim 3 km'lik bir NAW da 250 m pikselden ortalama alınmıştır. Eğim sınıfları NAW'daki yüksek eğim alanının ($\geq 8\%$) yüzdesini ifade etmektedir. Topoğrafik rölöf 6 km'lik bir NAW'daki maksimum ve minimum yükseklikler arasındaki farkın salt mutlak değeridir. Profil yüksek arazideki (upland) 6 km'lik bir NAW da yüksek eğimin ($\geq 8\%$) miktarını (%alan) belirtir yada alçak arazi (lowland) hücrelerini (NAW'daki yükseklik oranının ortalamasından düşük) belirtir. Bu

sınıflandırmada hesaplanan Dünya'daki dağlık alan oranı %30 dur (Şekil 2.10). Haritaları incelediğimiz ve ileriki bölümlerle yapılan karşılatırmalar da da gösterileceği üzeri bu oran diğer sınıflamalara göre oldukça yüksektir. İncelemelerimiz bu algoritmada özellikle bağımsız piksellerden kurtulma yada yakın komşuyla birleştirme gibi üst üste yapılan genelleştirme prosedürlerinden dolayı dağlık alanlar çoğu yerde (en azından Türkiye için) diğer morfolojik birimlerin sınırlarına girmiş olduğunu göstermektedir. Ayrıca Tablo 2.7'de K1-K2 ve K3 sınıflama yaklaşımlarına ait bazı karşılatırmalar özet halinde görülebilir. Yukarıdaki kısımlarda özellikle küresel olarak dağları ya da onları içeren temel sınıflandırma yaklaşımlarından bahsedilmiştir. Bu sınıflandırmalar Türkiye özelinde incelenmiş ve bu çalışmada üretilen dağlık alan haritası ile karşılatırılmıştır. Her sınıflamanın özellikle uzamsal ölçek ve analiz ölçeğinden kaynaklanan değişiklikler, dağ tanımında alansal olarak farklılıklara yol açmıştır.

Tablo 2.7: K1, K2 Ve K3 Küresel Dağlık Alan Sınıflandırmasının Genel Özellikleri

Nitelik	K1	K2	K3
Coğrafi Veri Formatı	Raster	Raster/Vektör	Raster
SYM (yıl)	1996	2005	2010
Çözünürlük (kaynak SYM)	1000 m	1000 m	250 m
Çözünürlük (küresel piksel)	1000x100 m	4600x4600 m	250x250 m
Parametreler	Yükseklik EğimYerel Yükseklik Aralığı	Yerel Yükseklik Aralığı	Yerel Yükseklik Aralığı Eğim Profil



Şekil 2.10: Yeni Hammond Küresel Yer Şekilleri Sınıfları (16 sınıf) (Karagülle v.d. 2018)

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE DAĞ VE DAĞLIK ALANLARI SINIFLAMA MODELİ

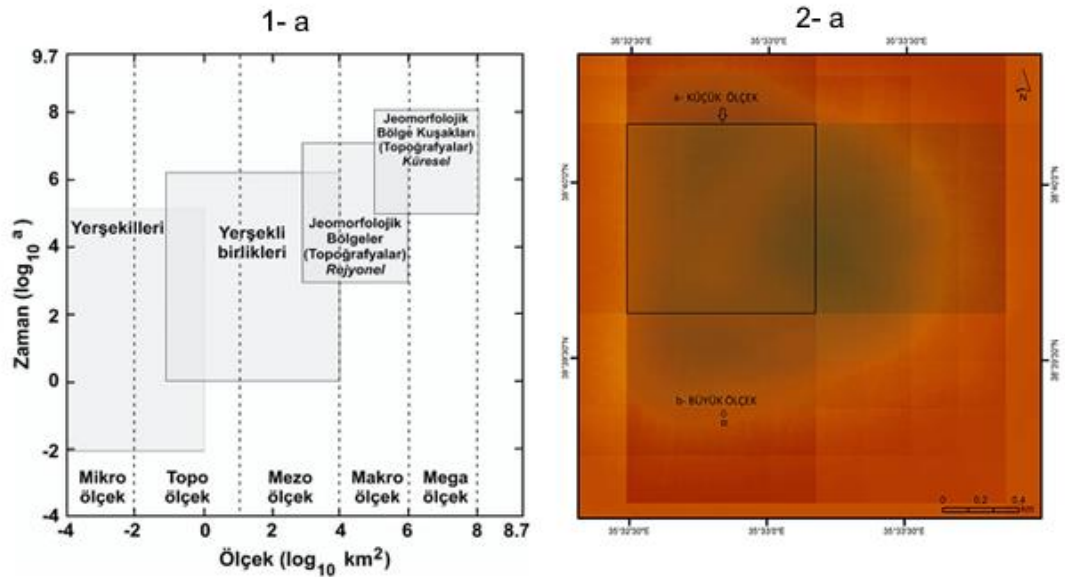
Bu bölüm, CBS ve sayısal yükseklik modeli (DEM-SYM) kullanarak makro yer şekli olan dağ ve dağlık alanların piksel temelli otomatik sınıflandırmasının model özelliklerini içermektedir. Bu tez çalışmasında üretilen niceliksel dağ tanımını ortaya koyan Türkiye dağ ve dağlık alanları haritası bölgesel ölçekteki otomatik ilk girişimdir. Bu harita, küresel ölçekte Türkiye'deki dağlık alanlarını da içeren tanımlamalara kıyasla sınır/oran ilişkisi bakımından daha doğru sonuçlar üretmiştir (yapılan karşılaştırmalara göre). Daha önceki bölümlerde bahsedildiği üzere, Dünya'nın farklı bölgelerinde makro yer şekillerinin haritalanmasındaki ilk manuel yöntem Hammond'un (1954 ve 1964) haritasıdır. Daha sonra onun prosedürü, Dikau v.d. (1991) tarafından geliştirilen bir dizi adımla otomatikleştirilmiştir. Küresel anlamda sadece dağlık alanları sınıflandıran ilk kantitatif girişim ise Kapos v.d. (2000) tarafından geliştirilen sınıflandırmadır. Küresel anlamda farklı sınıflandırmalarda bulunmaktadır. CBS tabanlı otomatik yer şekli sınıflandırmalarının manuel sınıflandırmalara göre birçok avantajı bulunmakla birlikte kullanılan algoritmalar tanımlamaya çok duyarlıdır. Bu tanımlamada tanımlanan morfolojik birimi etkileyen ya da değiştiren iki unsur kullanılan uzamsal ölçek (SYM) ve komşuluk-analiz penceresi boyutudur.

3.1. Makro Yer Şekilleri – Dağlık Alanlar

3.1.1. Zamansal ve Mekansal Ölçek

Yer şekillerinin geometrik olarak Dünya yüzeyini çok çeşitli ölçek ve boyutlarda mekansal ünitelere bölerek farklılık gösterdiğini söyleyebiliriz. Bu değişen özellikler yer şekillerinin tanımlanmasında sabit bir ölçeğin kullanılamayacağına işaret etmektedir. Topoğrafik röliyeğin bir ürünü olan dağlar genetik özelliklere göre sınıflandırılabilirken, jeomorfometrik görüntülerin boyut ve ölçeğinde geometrik olarak tanımlanmalıdır. Dağ topografyası, iklimsel, tektonik ve yüzeysel süreçleri içeren yüksek oranda ölçeğe bağlı etkileşimlerin sonucudur. Çok sayıda kavramsal ve

fiziksel model yüzeysel erozyonun önemli bir rol oynadığını gösterse de, dağ inşası ve topografik evrimin jeodinamiğine dair tam bir anlayış henüz mevcut değildir (Bishop, Shroder ve Colby, 2003: 346). Jenetik tanımlamalar oluşum süreçlerine dair bilgi verse de yer şeklinin geometrisini tanımlamaz. Geometrik tanımlamalarda görüntülenen alanın boyutu ve kapsamı onu tanımlamak için kullanılan ölçeğe ve genelleştirme kapasitesine bağlıdır. Dağlar makro yer şekillidir (Şekil 3.1) ve Dünya'daki dağlar özellikle yüksek olanlar, aktif jeolojik ilerlemenin ürünüdür ve levha tektoniği, çoğu dağın kökenini en iyi şekilde açıklayan kuramdır. Ayrıca kıtasal kütleler içinde ve herhangi bir plaka tektoniği rejimi olmaksızın, çeşitli türlerde erozyon, dağları meydana getirebilmektedir. Mekansal ve zamansal ölçekleme açısından ele alınan yer şekilleri, ayrıntılarının genişletilmiş bir değerlendirmesine ihtiyaç duyar. Bu açıdan, dağ gibi makro yer şekillerinin baskın olduğu topoğrafya yüzeylerini yatay ve dikey çözünürlükte sınıflandırmak için hücre çözünürlüğünü düşürmek gerekebilir. Örneğin; 500 ila 1000 m'lik bir hücre çözünürlüğü kullanılarak tasvir edilen bir arazi yüzeyi görüntülenirse, Dünya yüzeyinin yalnızca en büyük ve en belirgin makro ölçekli özellikleri yakalanır ve tasvir edilebilir.

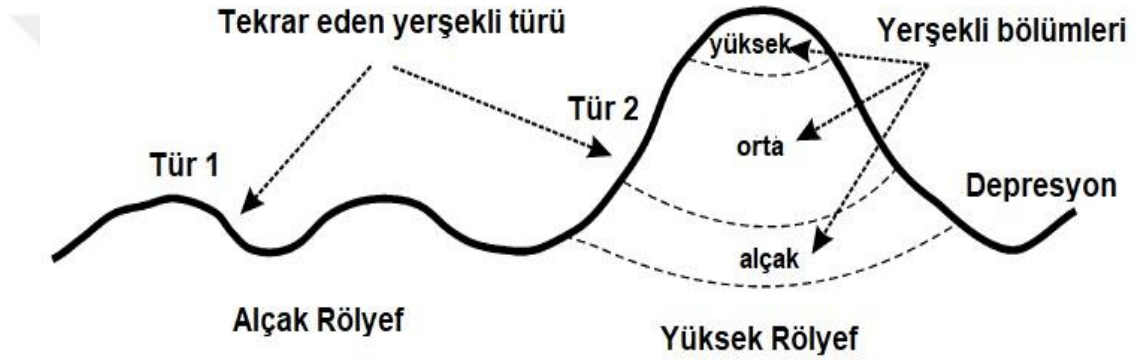


Şekil 3.1: Yer Şekillerinin Ve Manzaraların Uzak-Zamansal Hiyerarşisi: Uzamsal Ölçek X Eksen Üzerinde ve Zamansal Ölçek Y Ekseninde Çizilir. Zamansal Ölçek, Peyzaj Birimini Oluşturmak İçin Geçen Süreyi İfade Eder (Slaymaker ve Hamanni'den değiştirilerek, 2018)

Dağlık alanların hâkim rölyef tipini kıvrımlı dağ sıraları vermekle beraber, bu sıra dağlar tek bir aralıkta yer almayabilirler. Ayrıca volkanik etkiler yüzünden tek dağlar da bu alanlarda diğer morfolojik yapılarla beraber yer alabilmektedir. Dağlık alanların tek bir rölyef tipinden meydana gelmeişleri ve kısa mesafelerde eğim ve engebe koşullarındaki değişiklikler nedeniyle bu sahalar arızalı bir görünüm arz etmektedirler. Aynı zamanda dağlık alanlarda buzul ve akarsu gibi dış kuvvetlerin şekillendirici etkisi bu sahalarda yükseklik kademelerinin kısa mesafeler içinde önemli değişiklikler göstermesine neden olur. Örneğin ülkemizde 500-2000 m arasında aşınım yüzeyleri olarak kalmış yüksek tepelik alanlar mevcuttur (Tunçdilek, 1987: 127). Tüm bu özellikler dağlık sahalardaki rölyef çeşitliliği ve kısa mesafelerde yükseklik ve eğim koşullarındaki ani değişiklikler, sınıflandırmalar açısından tanımlamalarda bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bu yüzden bu alanları optimum düzeyde tanımlayıcı mekânsal ölçek ve analiz ölçeklerinin belirlenmesi oldukça önemlidir.

Coğrafi bilgi sistemleri tabanlı yer şekilleri sınıflandırmaları manuel yöntemlere göre birçok avantaj getirmiş olsa dahi, optimum ölçeğin belirlenmesi gibi konular bir yüzeyden uygun ölçeğe bağlı bilgilerin çıkarılması sorununu taşıyabilmektedir. Yer şekillerini sınıflandırmak için kullanılan yükseklik verilerinin yatay ve dikey çözünürlüğü, bir SYM'den hesaplanan kara-yüzey parametrelerinin değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, bir noktada eğim veya eğrilik gibi yerel arazi yüzeyi parametreleri için tek bir gerçek veya sabit çözünürlük değeri bulunmamakta bunun yerine kara-yüzey parametrelerini ve nesnelerini hesaplamak için kullanılan ızgaranın yatay ve dikey çözünürlüğü ve bunları hesaplamak için kullanılan algoritma seçimine bağlıdır. Seçilen çözünürlüğün, belirli bir uygulama açısından ilgili yüzey özelliklerini yakalamak ve açıklamak için uygun olması gerekir. Yapılması gereken adımlar olarak öncelikle tanımlanacak yer şekli için uygun parametre ve ölçek seçimi ardından değişkenlerin hesaplanacağı analiz penceresinin çerçevesinin belirlenmesidir. Yüzeyin parametrelendirilmesinde yüksek ve alçak rölyefin ve bunların hangi yüzey parametrelerine dayalı olduğuna da dikkat etmek gerekmektedir (Şekil 3.7). Yerel kara-yüzey parametrelerine dayalı sınıflandırmaların öngörülebilir olduğu düşünülebilirken (örneğin; eğim, bakı, eğrilik) bölgesel kara-

yüzey parametrelerine ve nesnelere dayalı çoğu arazi biçimi sınıflandırmasının (örneğin; hipsometri, havza eğimi) araziye özgü olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak tanımlanacak yer şekli ve tanımlayıcı kriterler önem arz etmektedir. Örneğin, yüksek alanlardaki alçak rölyefli alanları tanımlarken nasıl bir yol izlenmelidir ya da yüksek rölyefli alanları hiyerarşik olarak sınıflandırırken bölümler arası geçişler nasıl sağlanmalıdır? Bu sorular tekrar eden yer şekli türleri ve yer şekli bölümlerinin ayırımında, sınıflandırma algoritmalarını belirlerken önemlidir.



Şekil 3.2: Tekrarlanan Arazi Şekli Türleri ile Arazi Şekli Yüzeyleri Arasındaki Kavramsal Farklılıkların Profil Gösterimi (Macmillan ve Shary, 2009).

Bu tez çalışmasını coğrafi kapsamı Türkiye'deki dağlık alanlardır. Buna göre yer şekillerinin taksonomik hiyerarşisinde 10^{10} m² alana sahip alanlar makro yer şekilleri olarak tanımlanmış ve çalışmanın mekansal ölçeğini belirlemiştir. Zamansal ölçek açısından ise; Orta Miyosen esnasında (yaklaşık 13 myö) Anadolu blokunun batıya kaçmaya başlaması ile parçalanmaya başlayan Türkiye orojenik yapısı Paleotektonik evrimini tamamlamış ve Arabistan-Avrasya levhalarının çarpışmasıyla Neotektonik döneme girmiş olması çalışmanın zamansal ölçeğinin, ülkemizdeki orojenik olayların belirgin şekilde hakim olduğu Kretese'den (142 myö-65 myö) itibaren başlayan ve Oligosen (33,7 myö-23,8myö) sonrasına doğru en şiddetli aşamasına ulaşarak Alp orojenizi hareketlerini kapsayan bir zaman aralığıdır.

3.2. Çalışmanın Yöntemi

Makro yer şekillerini sınıflandıran az sayıdaki çalışma küresel veri setlerini kullanmaktadır. Bu veri setlerindeki ölçek ve örneklem penceresindeki farklılıklar ve kullanılan algoritmalar yerelde tanımsal sorunları beraberinde getirmektedir. Bu tez çalışmasında, Türkiye'nin dağ ve dağlık alan morfolojik tanımı için optimum sınıflamayı yakalamak amacıyla temel sınıflandırmaya giden iki ana motivasyon benimsenmiştir;

- SYM'lerden hesaplanan morfolojik özelliklerin değerleri, giriş verisinin çözünürlüğü değiştirildiğinde değişebilmektedir.
- Sınıflandırmalarda atanan yer şekli sınıfları, analiz pencere boyutu yarıçapı değişikliğine yanıtı farklı bir sınıf atanması sonucu ile önemli ölçüde değişiklik gösterebilmektedir.
- Morfolojik parametrelerin eşik değerlerindeki değişiklikler tanımlama algoritmasında atanan sınıfları değiştirebilmektedir.

Bu kapsamda belirlediğimiz farklı çözünürlükteki veri setleri ve farklı boyutlarda yarıçaplara sahip örneklem-analiz pencerelerinde sınıflandırmalar gerçekleştirilmiş ve çeşitli karşılaştırmalar ile tartışılmıştır. Yapılan analizler ArcMap Pro, ArcGIS 10.6.1 ve WhiteBox programları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Genel itibariyle, veri tabanı ön hazırlık aşaması, veri matrisinin oluşturulması aşamaları ArcMap 10.6.1'de, veri düzeltmeleri ve bir takım istatistiki analizler WhiteBox'da ve oluşturulan temel harita ile küresel, bölgesel ve uzman haritalarının karşılaştırmaları ile iki değişkenli dağlık alan nihayi haritası ise ArcGIS Pro programlarında yapılmıştır.

3.2.1. Veri Seti Özellikleri

Otomatik sınıflandırma için temel veri matrisi sayısal yükseklik modelinden oluşturulan parametrelerin kombinasyonuna dayanmaktadır. Küresel yer şekli sınıflamalarında temel veri tabanları seçimi mekânsal ölçeğe göre değişiklik göstermekle beraber sınıflandırılacak morfolojik unsurun özelliğine göre de değişebilmektedir. Örneğin; dağ gibi makro yer şekillerinin baskın olduğu topoğrafya

yüzeylerini yatay ve dikey çözünürlükte sınıflandırmak için hücre çözünürlüğünü düşürmek gerektiği belirtilmiştir (MacMillan ve Shary, 2009: 231). Bunun nedeni 500 m ya da 1000 m çözünürlükte görüntülenen yüzeyde daha geniş alan kaplayan makro yer şekillerinin daha belirgin olacağıdır. Bu nedenle küresel sınıflamalar daha düşük çözünürlükte veri setleri kullanmışlardır. Böylece yüzeydeki detay unsurlar elimine edilmiş olmaktadır. Daha yüksek çözünürlükte veri kullanıldığında ise örneğin 250 m SYM, o zaman da çeşitli genelleştirme algoritmaları uygulayarak yüzeydeki gürültülerden kurtulma yolları denenecektir. SYM çözünürlüğünün ve farklı boyutlarda yarıçaplara sahip analiz-örneklem pencerelerinin makro yer şekli sınıfları üzerindeki etkilerini değerlendirmek için yapılan analizler temelde 3 farklı veri seti üzerinden ve 5 farklı çözünürlük kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu veri setleri Global Multi-resolution Terrain Elevation Data (GMTED) 2010 (USGS, 2010), Multi-Error-Removed Improved-Terrain DEM/MeritDem (<http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp>) ve Digital Elevation Model over Europe/EU-DEM şeklindedir (<https://land.copernicus.eu>).

GMTED 2010 veri seti USGS (U.S. Geological Survey) ve NGA (National Geospatial-Intelligence Agency) tarafından GTOPO30'un geliştirilmiş bir versiyonu olarak yaklaşık 250 m, 500 m ve 1 km çözünürlükte yükseklik verilerinden oluşmaktadır (Danielson ve Gesch, 2011: 2). MeritDEM 90 m yükseklik verisi ise SRTM'den elde edilen veriler ile 30 m çözünürlüklü ALOS World 3D verilerinden elde edilen verilerin birleştirilmesiyle geliştirilmiş, hatası azaltılmış bir sayısal yükseklik verisi sağlamak için oluşturulmuş 90 m çözünürlüklü veri setidir (Uuemaa v.d. 2020). Digital Elevation Model over Europe (EU-DEM) ise 25 m çözünürlüğünde ağırlıklandırılmış ortalama yaklaşımıyla birleştirilmiş SRTM ve ASTER GDEM verilerine dayalı hibrit bir üründür (Tablo 3.1).

Tablo 3.1: Testlerde Kullanılan Veri Setlerinin (SYM) Ana Özellikleri

SYM	Çözünürlük	Birincil Kaynak	Üretici	Dikey Datum	Hassasiyet	Grid depolama
GMTED 2010	250-500-1000 m	SRTM	USGS	WGS 84 horizontal	Integer	RasterPixelIs Point
MERIT DEM	90 m	Radar + Stereo pan imagery	Tokyo Univ.	Orthometric EGM96	Floating point	RasterPixelIs Area
EU-DEM	25 m	Srtm - Aster Gdem	Copernicus LMs	ETRS 89 horizontal	Integer	RasterPixelIs Area

Yukarıda belirtilen ilgili sitelerden indirilen veri setleri ArcGIS Project Raster coğrafi işleme aracını kullanarak Lambert Conformal Konik Projeksiyonunda yansıtılmış ve metrik sisteme dönüştürülmüştür. GMTED2010 verilerinin farklı çözünürlüklerinde veri değerlerinde ve değerlerin toplamında önemli bir değişiklik olmamıştır. Aynı şekilde Digital Elevation Model over Europe (EU-DEM) 25 m çözünürlükte işlenmiş ve veri değerlerinde önemli bir değişiklik olmamıştır. MERITDEM 90 m verisi ise projeksiyon dönüşümü sonucu 100 m çözünürlükte yansıtılmıştır.

Örneğin; Şekil 3.3’de bu tez çalışmasında kullanılan SYM’lerin çözünürlüğüne odaklanmış haritalarda görüldüğü üzere 25 m çözünürlükten 1000 m çözünürlüğe doğru giderken (harita 1’den harita 5’e doğru) algılanan yüzeyde, ince unsurlardan daha kaba unsurların görülmeye başlandığı bir görüntü çıkacaktır. Mikro yer şekillerinin haritalanmasında daha yüksek bir çözünürlük idealken makro yer şekillerinin algılanması için düşük çözünürlük algıda bütünlüğü sağlayabilmektedir. Şekil 3.3’de görüldüğü üzere yüksek çözünürlükten (25 x25 m) düşük çözünürlüğe doğru gidişte (1000 x1000 m’ye) aynı saha daha az pikselle temsil edilmekte veri kayıpları ile birlikte aynı saha için yükseklik değerlerinde azalma görülmektedir. Daha düşük çözünürlük daha kaba yüzey özellikleri daha başarılı yakalasa da makro yer şekillerinin sınır ilişkilerinde bozulmaların olacağı nettir. Bu yüzden sınıflama algoritmalarında çözünürlük etkisini vurgulamak için birkaç farklı SYM üzerinde testler yapılmıştır.

3.2.2. Yöntem Yaklaşımı

Küresel yer şekli sınıflamalarının çoğu (Kapos v.d. 2000; Meybeck, Green, Vörösmarty 2001; Körner, Paulsen, Spehn 2011) 1000 m çözünürlükte veri setlerini kullanmışlardır. Makro yer şekli anlamında dağ ve diğer yer şekillerini tanımlamak için kaba bir ölçek kullanan bu çalışmalarda farklı boyutlara sahip analiz pencereleri ile morfolojik sınıflar belirlenmiştir. Fakat bu sınıflarda makro yer şekillerinin sınır ilişkileri ve oranları tartışmalıdır. Bu nedenle bu tez çalışmasında küresel dağ sınıflamalarının aksine, Türkiye dağ ve dağlık alan sınır ilişkilerinin daha doğru tanımlandığı bir sonuca gitmek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda; morfolojik tanımlama için uygun ölçek ve analiz-örneklem penceresi belirlemek için aşağıdaki adımlar izlenmiştir.

1. Farklı çözünürlüklerde ve örneklem pencere boyutlarında (yarıçap) morfolojik değişkenler hesaplanmıştır. Modelimiz içinde belirlenen bu morfolojik değişkenler komşuluk ilişkilerinden dolayı ilk etapta Türkiye ve çevresini içeren bir çerçevede (Şekil 3.4’de 1. şekilde olduğu gibi) hesaplanmış daha sonra Şekil 3.4’de 2. şekilde olduğu gibi Türkiye sınırından kesilerek veri matrisine dahil edilmiştir.

2. Farklı çözünürlükte SYM’lerin istatistiksel özellikleri hesaplanmıştır.

3. Farklı çözünürlükte her bir SYM için farklı boyutta yarıçaplara sahip 23 adet analiz-örneklem penceresi topoğrafik rölyef parametresi için hesaplanmış ve dağ sınır ilişkilerinde meydana getirdiği farklılıklar karşılaştırılmıştır.

4. Her bir farklı çözünürlükteki SYM üzerinde farklı yarıçaplara sahip örneklem-analiz pencere boyutlarının ortama ve standart sapma değerleri ve bunların eksi ve artı değerleri hesaplanmış ve dağılım grafikleri ile değişim tartışılmıştır.

5. Her bir farklı çözünürlükte SYM üzerinde seçili farklı yarıçaplara sahip pencere boyutları (0.25, 0.5, 1, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 6.5, 7, 7.5, 8, 8.5, 9, 9.5, ve 10 km) ile dağlık alan sınıflandırması yapılmıştır. Bu aşamada 2 adımda uygulama yapılarak dağların morfolojik tanımında ortaya çıkan farklılıkların nedenleri anlaşılmaya çalışılmıştır. Bunlar;

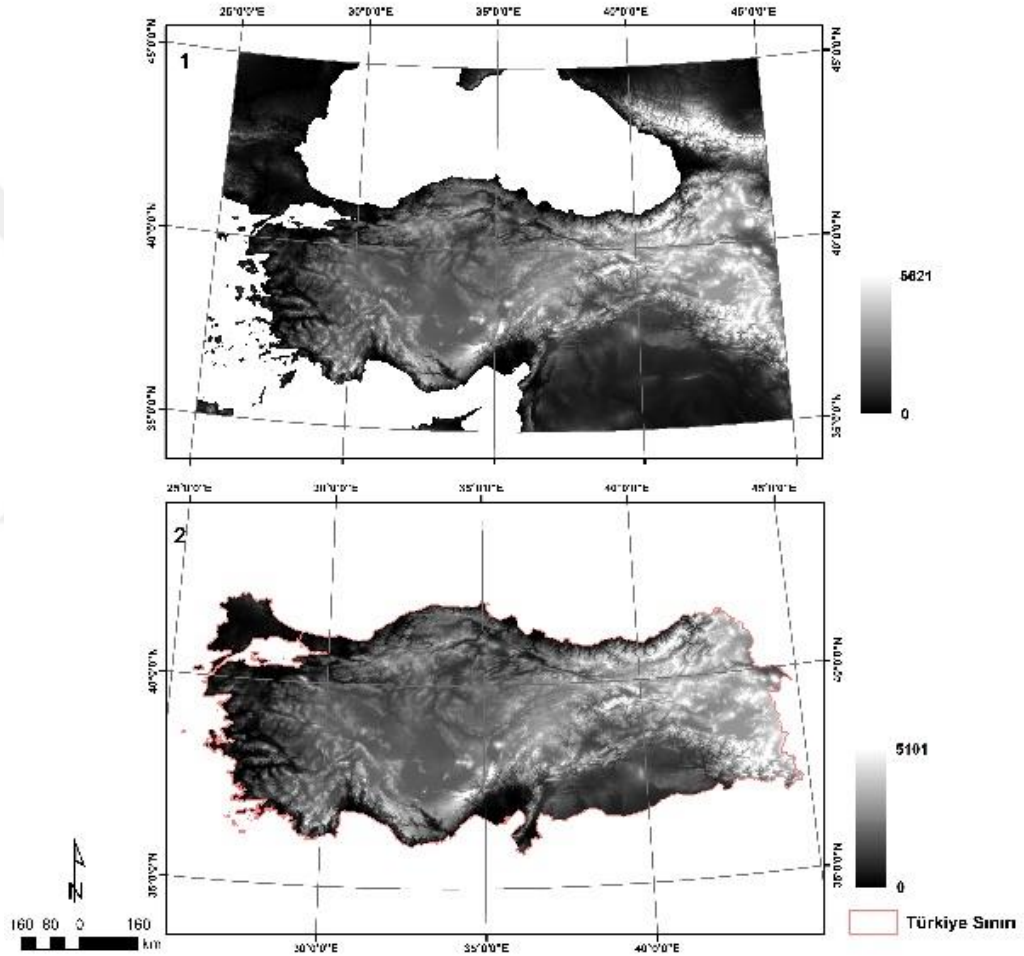
5.1. Dağ tanımında uzamsal ölçeğin (çözünürlük) nasıl bir etkisi vardır? Sorusundan hareketle çözünürlük değişikçe sınıflamada meydana getirdiği farklılıkları anlayabilmek için aynı yarıçapa sahip pencere boyutunu kullanmak üzere farklı çözünürlükte dağlık alanın morfolojik görünümü birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

5.2. Dağ tanımında analiz penceresinin boyutu ne kadar önemlidir? Sorusundan hareketle analiz penceresinin boyutunun sınıflamada getirdiği farklılıkları anlayabilmek için aynı çözünürlükteki haritalara farklı analiz penceresi boyutu (farklı yarıçap boyutları) uygulanmış ve dağlık alanın morfolojik tanımında getirdiği farklılıklar birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

6. Yapılan analizler sonucu karar verilen çözünürlükte ve analiz penceresi boyutunda (yarıçap) uygulanan modelin sonucunda Türkiye dağ ve dağlık alanları tanımlanmıştır. Ardından oluşturulan bir matris ile dağlar ortalama yüksekliklerine ve topoğrafik rölyef değişkenlerine göre yeniden sınıflandırılmıştır. Bu işlemlerin sonucunda iki değişkenli harita yapımına geçilmiştir. İki değişkenli haritada dağlık alanlar içinde oluşan bazı piksel boşukları uygulanan eğim maskesinden kaynaklanmaktadır. Daha homojen bir görüntü elde etmek için haritaya genelleştirme uygulanarak görünüm açısından bütünlük sağlanmıştır. Bunlar dağlar içinde kalan nispeten küçük alanlı (km²) boşluklardır. Haritadaki düzeltmenin iki ayağı vardır. Birincisi bağımsız piksellerin durumu, ikincisi ise dağlık alan içinde kalan bazı boşlukların değerlendirilip düzeltilmesi işlemidir. Modelin uygulanma aşamasında ortaya çıkan bağımsız pikseller ve boşluklar ölçeğe (çözünürlüğe) ve genelleştirme kapasitesine bağlı piksel temelli sınıflandırmalarda ortaya çıkan sorunlardır. Bu sorunlar ele alınarak optimum düzeyde düzeltmeler yapılmıştır. Bu soruna daha yakından bakacak olursak;

6.1. Birinci Sorun ‘Bağımsız konumlanan pikseller’: Bu sorun otomatik sınıflandırmada karşılaşılan bir durumdur. Bu bağımsız pikseller, sınıflamanın ardından hiçbir sınıfa dahil olamamış ve bağımsız bir parça olarak görünen uzamsal kapsamda gürültü (noise) olarak tanımladığımız noktalardır. Bu noktalar çeşitli genelleştirmeler ve filtreleme yöntemleri ile giderilmektedir. Küresel bazı sınıflamaları incelediğimizde bu

gürültüleri ortadan kaldırmak için sınıflandırmaların belli aşamalarında çeşitli filtreleme yöntemleri uyguladıkları görülmektedir. Fakat yenilenen fitreler sonucu bazı dağlık alanların ortadan kalması sorunu bu küresel yaklaşımların bazılarında tespit edilmiştir.



Şekil 3.4: Morfolojik Değişkenlerin Hesaplandığı Ölçek ve Sınıflama Algoritmasının Sınırları. 1. Şekil Morfolojik Değişkenlerin Hesaplandığı Çerçeveyi Göstermektedir. 2. Şekil İse Sınıflama Algoritmasına Dahil Edilmiş Sınırı Göstermektedir.

Şöyle ki; bazı çalışmalar bu filtrelemeyi genelleştirme ile oynayarak yani belli bir pencere boyutu hiyerarşisinde ekrarlayarak sağlamaktadırlar. Fakat bu durum nihayi haritanın farklı bir haritayla sonuçlanabilmesine neden olmaktadır. Örneğin dağlık alanın

oransal dağılımında artış ya da sınırlarda taşmalar gibi. Şöyle ki üst üste yapılan belli pencere boyutlarında (belirli alan yada yarıçap boyutlarında) genelleştirmeler dağ sınıflarının alanlarının büyümesine ve dağ ile dağ olmayan sınıfın (dağ-ova, dağ-plato) sınır ve alan ilişkilerinin bozulmasına yol açmaktadır. Nitekim K3 dağ sınıflamasında bunu görmekteyiz. Bu çalışmada optimum dağ sınıfımızın dağ sınır ilişkilerini bozmayacak derecede bağımsız noktalar üzerinde düzetmeler yapılmıştır. Bu düzeltme topoğrafik rölyef parametresini hesaplarken düşük bir filtreden geçirmek şeklinde olmuştur. Daha sonra ana dağ sınıfı poligon verisine bir genelleme uygulanmıştır.

6.2. İkinci Sorun ‘Dağlık alan içinde kalan bazı boşluklar’: Otomatik yer şekli sınıflandırmalarında prosedür oldukça net olduğu için dağ sınıfı içinde kuralların dışında kalan sahalar (NoData) örneğin, karstik depresyonlar, tepeler, ovalar, düzlükler gibi dağ sınıfına atanamayan sahalar kalmakta ve bunlar haritada boşluk oluşturmaktadır. Bu boşluklar; sınıflamanın ardından dağ olarak tanımladığımız alan içinde eşik değerlerinin altında kalarak dağ olarak tanımlanmayan boşluklardır.

Bu noktada sorulması gereken soru şudur; bu boşlukların olduğu alanlar dağlık alan içinde tanımlanabilir mi? Tanımlanamaz mı? Yoksa dağlık alan içinde ama dağ tanımının dışında mı kalmalıdır? Bu olgu oldukça hassas yaklaşılması gereken bir özelliktir. Nedeni ise; küresel bazı sınıflandırmalarda bu boşlukların doldurulması için artırılan genelleştirme kapasitesinden dolayı bu boşlukların tamamı doldurulmakta ve dağ alanı olduğundan da fazla çıkmaktadır. Dolayısıyla diğer makro yerşekilleri ile sınıf ilişkileri bozulmaktadır.

Türkiye’de bazı dağlık alanlarda doğal ve beşeri etkileşim sahası içinde kalan nispeten küçük alanlı bu boşluklar dağlık alan içinde yer almalıdır. Kapatılan boşluklarda seçilen genelleştirme prosedürlerinde sınır ilişkileri gözetilmelidir. Bu tez çalışmasında bu noktada optimum koşullarda dağ tanımının dışına çıkmayacak şekilde genelleştirme prosedürü uygulanmıştır. Uygulanan bu prosedür sonrasında dağlık alan haritası ile iki değişkenli haritalar üretilmiştir. Yapılan bu genelleştirmeler eşik değerlerini değiştirdiği için harita orjinal ve filtreli olarak iki versiyonda sunulmuştur. Filtreli olan haritada irili

ufaklı boşluklar, belli alanlarda dağ sınıfına dahil edilmesi gereken boşluklar olarak tanımlanmıştır.

7. Analizler sonucu üretilen temel morfolojik dağ tanımı üç ana başlıkta farklı haritalar ile karşılaştırılmıştır. Morfolojik dağ tanımının istatistiksel özellikleri yorumlanmış ve görselleştirilmiştir. Ayrıca Türkiye’deki dağlık alanları köken açısından sınıflandırmak için ‘Türkiye Tektonik Birlikleri’ haritaları sayısal hale getirilerek dağlık alanlara göre sınıflandırılmış ve dağılışı ortaya konmuştur.

Bu tez çalışmasında kullanılan dağ sınıflama modelinde, Yamazaki v.d. (2017) tarafından üretilen ve mevcut uzay kaynaklı SYM'lerden çoklu hata bileşenlerini kaldıran MERITDEM kullanılmıştır. Liu v.d. (2019:20)’nin yaptığı bir çalışmada MERITDEM’in, en tutarlı veri kalitesi (yüksek dikey doğruluk ve en az boşluk doldurma anomalisi) olması nedeniyle mevcut tüm 90 m çözünürlüklü SYM'ler için en iyi seçim olduğu belirtilmiştir.

Yapılan analiz-örneklem penceresi ve eşik testlerinin ardından dağ sınıflaması için 100 m çözünürlükte sayısal yükseklik modelinin (MERITDEM) daha efektif olduğu anlaşılmıştır. Esasen yapılan testlerde sınıflamalar için kullanılan analiz-pencere boyutu (yarıçap) ve eşik değerlerinin optimal değerlerinin önemli olduğu bu noktada kullanılan sayısal yükseklik modelinin çözünürlüğünün ikinci planda olduğunu söylemek mümkündür. Daha optimum düzeyde karar verilen eşik ve pencere boyutu değerleriyle 100 m çözünürlükteki MERITDEM verisi daha iyi sonuçlar (morfolojik sınır ilişkileri açısından) üretmiştir. Bu nedenle ana sınıflama sonucu nihai harita bu veri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Daha iyi yorumlanmasının amacı esasen daha düşük çözünürlüklü veriler birçok gürültüyü ortadan kaldırarak daha homojen bir görüntü sağlamaktır. Fakat dağlık alan sınırlarında ve morfolojik değişkenlerin değerleri değiştiği için oluşturulan sınıfların gerçeği ne kadar doğru yansıtacağı soru işareti olarak kalmaktadır. Bu nedenle 250, 500 ya da 1 km yerine daha yüksek çözünürlükte veri tercih edilmiştir.

3.2.2.1. Komşuluk / Analiz (örneklem) Penceresi

Makro yer şekilleri, ayrıntılarının genişletilmiş bir değerlendirmesine ihtiyaç duymaktadır. Bu değerlendirmeler, otomatik sınıflamalarda sonuç haritasının görüntüsünde homojenliği sağlamak için bir takım genelleştirmeler ve filtreler ile sağlanmaktadır. Kullanılan parametreler ve sınıflama algoritması, ölçek ve analiz penceresinin dolayısıyla genelleştirmelerin boyutuna yön vermektedir. Buna göre haritayı oluşturanlar, çeşitli yarıçap boyutlarına sahip analiz-örneklem pencerelerini test ederek hassas bir yol izlemeye çalışmaktadırlar. Bu tez çalışmasında farklı boyutlarda yarıçaplara sahip analiz pencerelerinin test edilmesinin ve dağ tanımında getirdiği farklılıkların ortaya konmasının amacı da budur.

İstatistiksel olarak, morfolojik değişkenlerin hesaplandığı çerçevenin uzamsal kapsamını ifade etmek için ‘komşuluk’ kavramı kullanılmaktadır (Smith, Zhu, Burt ve Stiles, 2006; Szypuła, 2017). Bir raster veri (SYM) içinde her bir grid hücresi için istatistiklerin hesaplanacağı her hücreye odaklanmış bir arama penceresi için optimum yatay boyutların belirlenmesi gerekmektedir. Dağlık alan sınıflamamızda kullandığımız morfolojik parametrelere farklı yarıçap boyutlarında analiz pencereleri uygulanmıştır. Temelde dağ tanımını oluşturan topoğrafik rölyef parametresinin optimum dağ alanlarına karşılık gelen pencere boyutuna karar verme aşamasına giden yolda toplam 23 adet farklı yarıçap boyutuna sahip analiz-örneklem pencere testi yapılmıştır (Tablo 3.2). Bu testler ArcMap 10.6 programında ‘Spatial Analyst Tools’ seti içinde ‘Neighborhood’ operasyonları kapsamında ‘Focal Statistics’ modülünde gerçekleştirilmiştir. Komşuluk (analiz-örneklem) pencere şekli daire olarak seçilmiş ve temel olarak 250 m den 10 km kadar yarıçap boyutlarına sahip analiz (örneklem) pencereleri topoğrafik rölyef için hesaplanmış ve haritalar üretilmiştir.

Tablo 3.2: Topoğrafik Rölyef İçin Hesaplanan Farklı Yarıçaplara Sahip Örneklem Pencere Boyutları ve Alanları

NAW ID	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	XI	X	XI	XII
NAW r (pixels)	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
NAW r (km)	0,25	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
NAW area (km ²)	1,57	3,14	6,28	9,42	12,56	15,7	18,84	21,99	25,13	28,27	31,41	34,55
Threshold (m)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300

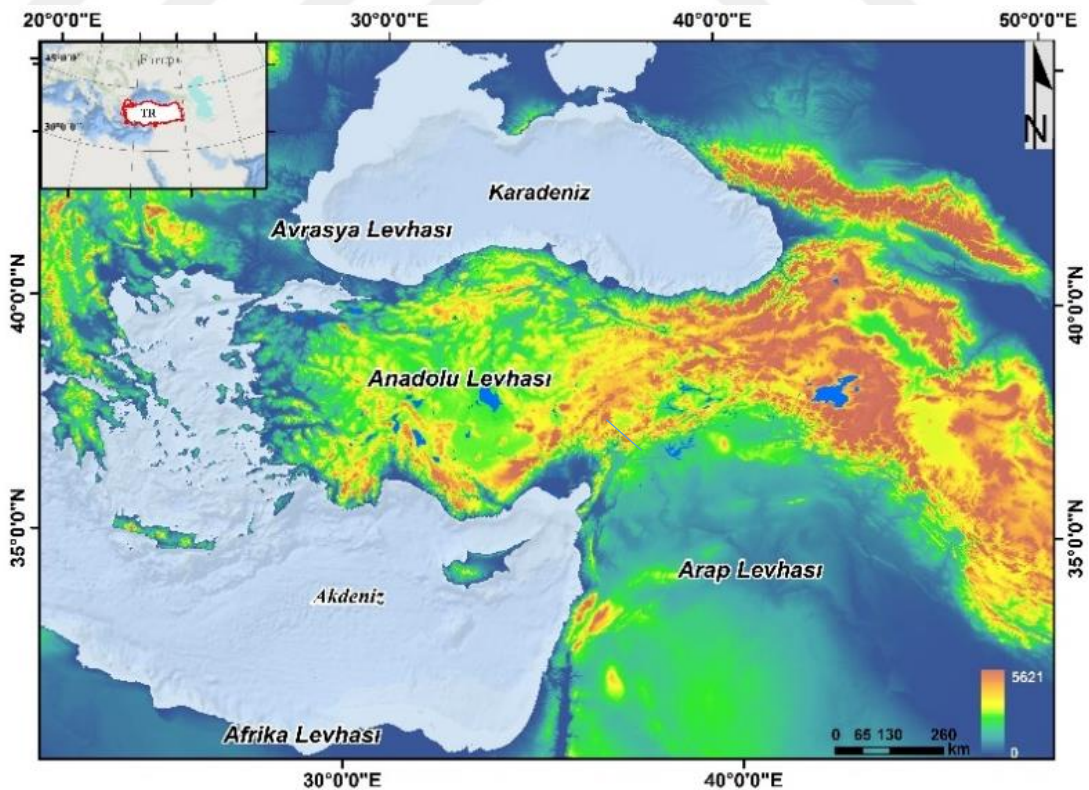
NAW ID	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXIII	XIV
NAW r (pixels)	24	26	28	30	32	34	36	38	40	60	80
NAW r (km)	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	15	20
NAW area (km ²)	37,69	40,84	43,98	47,12	50,26	53,4	56,54	59,69	62,83	94,24	125,66
Threshold (m)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300

Naw ID: pencere sayısı, Naw: Komşuluk analiz penceresi Threshold: Parametrede kullanılan eşik değeri, r: yarıçap

10 km den sonra uygulanan eşik değerleri (15 ve 20 km yarıçaplarına sahip örneklem pencere boyutu) haritalardaki bozulma oranının ne kadar arttığını görmek amacıyla yapılmıştır. Ayrıca Tablo 3.2’de de görüleceği üzeri piksel çapları ve alanları da eklenmiştir. Dağlık alanı en optimum düzeyde tanımlayacak ve sınır ilişkileri en iyi düzeyde olan yarıçapa sahip örneklem pencere boyutunu anlayabilmek için 113 harita üretilmiş ve kabartma haritasıyla karşılaştırarak sınırlar arası farklar incelenmiştir. Nihai haritada topoğrafik rölyef için 2.5 km yarıçapa sahip örneklem pencere boyutunda, yine ortalama yükseklik parametresi için aynı boyutta ve eğim maskesi için ise 3x3 piksel yarıçap boyutuna sahip örneklem pencere boyutunda karar kılınmıştır. İlgili analizlere ait harita ve bulgular ilerleyen bölümlerde sunulmuştur.

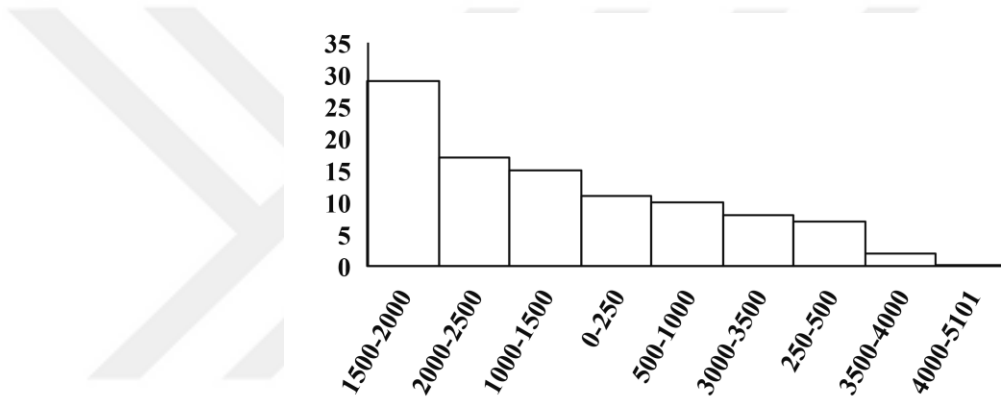
3.3. Çalışma Alanı

Türkiye, kuzey yarım kürede orta kuşakta 26° - 45° doğu meridyenleri ile 36° - 42° kuzey paralelleri arasında yer almaktadır (Şekil 3.5). Sahip olduğu boğazlar sayesinde Asya kıtası ile Avrupa kıtası arasında bir köprü konumunda olan Türkiye çevresindeki denizler (Akdeniz, Ege, Marmara, Karadeniz) üzerinde keskin bir şekilde yükselen yüksek sıradağlar ve platolardan oluşur. Türkiye karmaşık jeolojik yapısı, aktif tektonik aktivite ve iklim gibi faktörlerin birleşik etkisiyle farklı morfolojik bölgelere sahiptir (Kuzucuoğlu, 2019: 7). Alp-Himalaya kıvrım kuşağında yer alan ülkemiz de yer şekilleri kısa mesafelerde değişmektedir. Engeli bir topoğrafyaya sahip, Türkiye de makro yer şekillerin genel özelliği kökeni ne olursa olsun, yüksekliğin fazla olmasıdır. Özellikle dağlar ve platoların yükseklikleri fazladır. Bunun en önemli nedenlerinden biri farklı jeolojik dönemlerde birden fazla ve farklı yer kabuğu hareketlerine maruz kalmasıdır.



Şekil 3.5: Çalışma Sahası Lokasyon Haritası

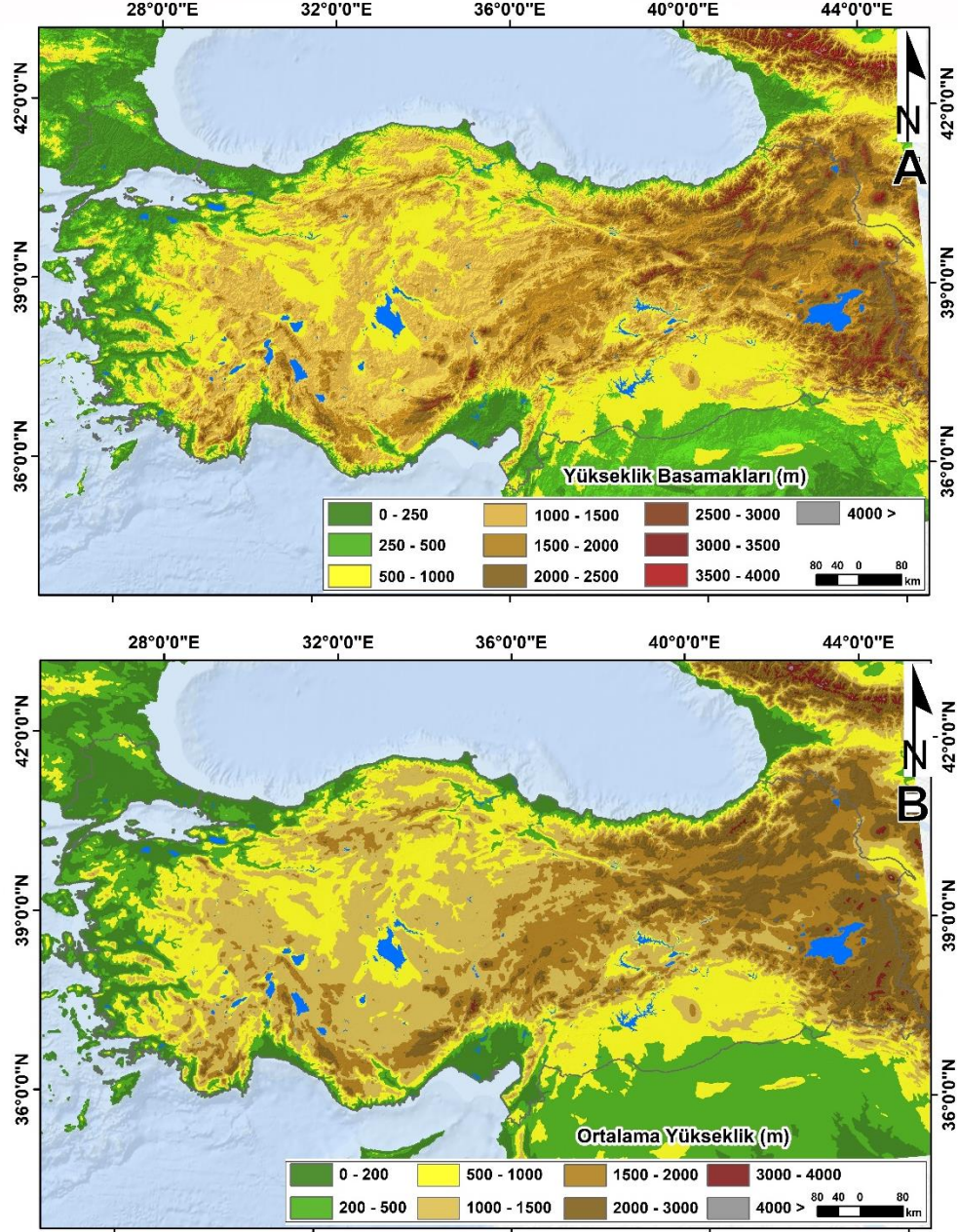
Yüksekliğin 0-5137 m arasında değiştiği Türkiye, 1141 m ortalama yüksekliğe sahiptir. Batıdan doğuya doğru yükseklik ve engebe artmaktadır. Yükseklik basamaklarına baktığımızda (Şekil 3.6) 0 – 500 m aralığındaki yüksekliklerin oranı % 18, 500 – 1000 m aralığındaki yükseklikler % 10, 1000 – 1500 m aralığı % 15, 1500 – 2000 m aralığı % 29, 2000 – 2500 m aralığı %17 ve 3000 m’den yüksek alanlar ise ülkenin % 10’unu kaplamaktadır (Şekil 3.7).



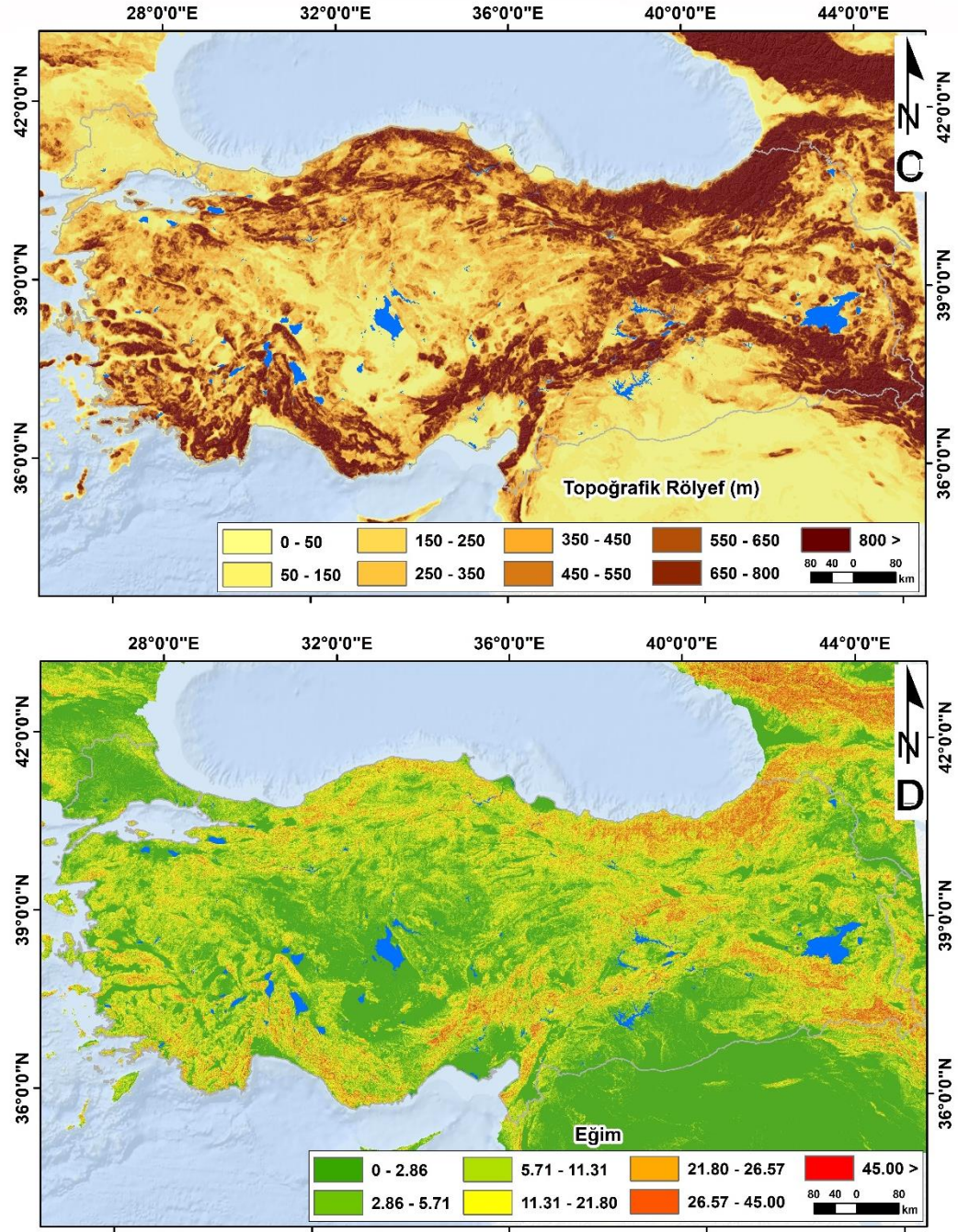
Şekil 3.6: Türkiye Yükseklik Basamaklarının Dağılışı (%)

Ortalama yükseklikler de batıdan doğuya doğru artmaktadır. Yüzdelik değerlere baktığımızda 0-500 m ortalama yükseklikler % 18, 500 – 1000 m arası % 25, 1000-1500 m ortalama yükseklik % 30, 1500-2000 m arası %17 ve ortalama yüksekliği 2000 m den fazla olan yerler ise % 10’unu kaplamaktadır. Kuzeyde Kuzey Anadolu dağlık kuşağı, Güneyde Toros dağ kuşağı ve Doğu Anadolu bölgesinde genel itibariyle yükseklik ve ortalama yükseklik değerleri fazladır. Bu değerler Türkiye’deki dağların yüksek rölyef şekillerini açıklamaktadır. Topoğrafik Rölyef haritasında (Şekil 3.8’de C şeklinde olduğu gibi) yüksek rölyef değerleri dağ kuşaklarımızı izlemektedir. Buna göre nispeten düşük rölyef değerleri olan 0-250 m arası düşük rölyef değeri % 34’lük bir orana sahiptir. 250-650 m orta rölyef değerleri % 43 ve yüksek rölyef değerleri olan 650 m’den daha yüksek değerlere sahip alanlar ise %23 oranına sahiptir (650-2.87). Orta ve yüksek rölyef değerlerine sahip alanlar aynı zamanda eğim değerlerinin de yüksek olduğu sahalardır (Şekil 3.8’de D şeklinde olduğu gibi.) Eğim haritası 100 m çözünürlükte sayısal yükseklik

modeli üzerinden (MeritDEM) hesaplanmış olup Türkiye'nin ortalama eğimi %16 civarındadır (9.15°).



Şekil 3.7: A. Türkiye Yükseklik Basamakları, B. Türkiye Ortalama Yükseklik Haritası



Şekil 3.8: C. Türkiye Rölyef Haritası ve D. Türkiye Eğim Haritası (°)

Eğim değerlerinin düşük olduğu düz ve hafif dalgalı düz yüzeylerin toplam oranı %28’dir. Hafif ve orta derecede eğimli yüzeylerin oranı (%5- %20 aralığında) % 40, eğim değerlerinin yüksek olduğu alanlarda ise (%20 – %50 aralığında) %27’lik bir orana sahiptir (Tablo 3.3). Türkiye’nin en eğimli bölgesi, Karadeniz Bölgesi’dir. En düz bölgesi ise Güneydoğu Anadolu Bölgesi’dir (Elibüyük, Yılmaz, 2010: 27).

Tablo 3.3: Türkiye Eğim Grupları (Erol, 1993’ Göre) ve Kapladıkları Alan

Morfolojik Yüzeyin Durumu	Eğim Grubu (%)	Eğim Grubu (°)	Kapladığı alan (km²)	Kapladığı alan (%)
Tam düzlük yüzeyler	< 1	< 0.57	68971	9
Düzlük ve hafif dalgalı düz yüzeyler	1 - 5	0.57 - 2.86	150841	19
Hafif eğimli yüzeyler	5 - 10	2.86 - 5.71	132793	17
Eğimli yüzeyler	10-20	5.71-11.31	179096	23
Yüksek eğimli yüzeyler	20-40	11.31-21.80	172024	22
Çok yüksek eğimli yüzeyler	40-50	21.80-26.57	36094	5
Çok yüksek eğimli dike yakın yüzeyler	50-100	26.57-45.00	37695	5
Çok yüksek eğimli dik yamaçlı yüzeyler	> 100	> 45	1004	0

Türkiye’nin coğrafi yapısı göz önüne alındığında ortalama yükseklik, eğim ve topoğrafik rölyef değerleri genel olarak dağlık alanlarda daha fazladır. Farklı jeomorfolojik süreçlerin şekillendirdiği dağlarımız kabaca doğu- batı yönünde uzanan kuzeyde Kuzey Anadolu dağlık kuşağı ve Güneyde Toros dağ kuşağı şeklinde Anadolu’nun ana dağ sistemlerini oluşturmuştur (Şekil 3.9). Türkiye’nin morfolojik yapısındaki bu özellikler uluslararası yapılan dağ sınıflandırmalarının bölgesel düzeyde tekrar ele alınması gerektiğini göstermektedir. Nitekim çoğu ülkelerde dağ olarak kabul edilen yüksekliklerden daha yüksekte yer alan ova ve platoların mevcudiyeti bulunmaktadır. Bu durum bazı sınıflandırma kriterlerine ek kriterler getirilmesi ya da değiştirilmesi gerekliliğini ön plana çıkartmaktadır. Arızalı bir yapı sunan ülkemizde

yüksekliği ve yer şekillerini dikkate almadan iklim tiplerinin, özellikle yağış ve ısı dağılışındaki yarattıkları büyük bölgesel farkları ve bunların önemli sonuçlarını anlamak olanaklı olmadığı belirtilmiştir (Erinç, 1972: 166).

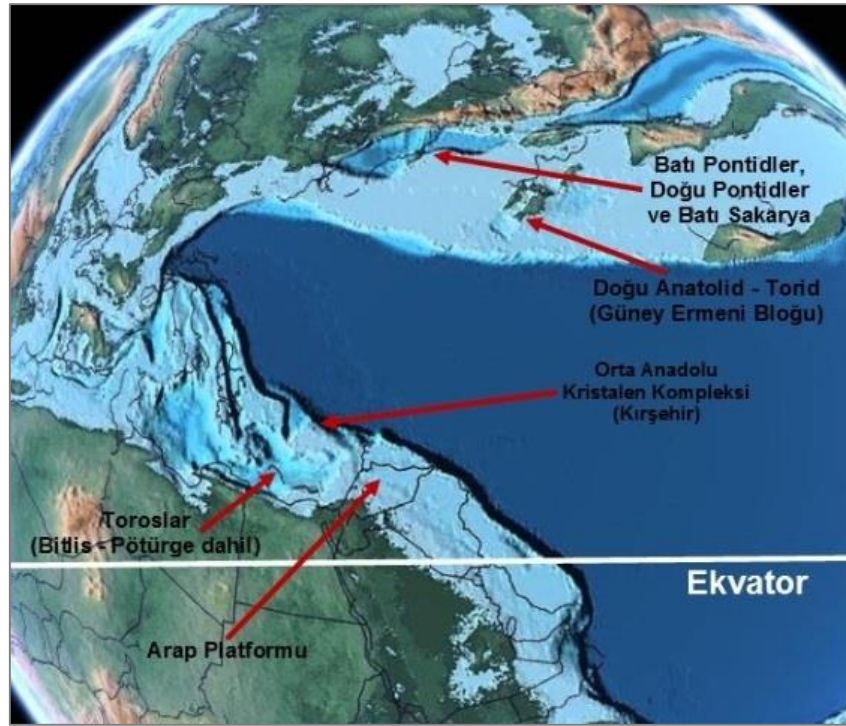


Şekil 3.9: Niğde Aladağlar – Demirkazık Zirve

3.4. Türkiye’nin Genel Jeolojik ve Tektonik Özellikleri

Türkiye topraklarının gerek makro, gerekse meso ölçekteki jeomorfolojisi, güneyde Gondwana'nın bir parçası olan Afrika-Arabistan, kuzeyde ise Laurasia'nın bir bölümünü oluşturan Doğu Avrupa eski levhaları arasında kabaca orta Miyosen'den bu yana yaklaşık 12 milyon yıllık son safhasındaki süreçlerin eseridir. Bu evrimde, kuzeye doğru yer değiştiren Afrika-Arabistan plakasının yol açtığı sıkıştırmayla giderek daralan Tetis jeosenklinealinin tabanındaki sedimentlerin zaman zaman şiddetlenen kompresyonuna bağlı olarak yer yer ada yayları biçiminde uzanmasının etkisi vardır.

Türkiye topraklarının jeolojik iskeletini bu hareketlerle şekillenen orografik birimler meydana getirmiştir (Erinç, 1993:2). Bu evrime daha yakından bakmak için 100 milyon yıl öncesine gider ve Anadolu'ya bakarsak bugünkü manzaradan çok farklı olarak Anadolu'nun yerinde bir okyanusun olduğu ve yer yer kara parçalarının bu okyanusun iki tarafına dağılmış adaları oluşturduğunu görüyor olabilirdik. Tetis (Tethys) adı verilen bu okyanus, en azından 350 myö 'dan beri güneydeki Gondwana ve kuzeydeki Laurussia kıtaları arasında bulunmaktaydı (Okay, 2008: 20). Okyanus, Karbonifer'den beri Laurasia ve Gondwana arasında batıya doğru daralan bir çukurluk olarak, evrimi boyunca bütünlük içinde olmamıştır. Sonuç olarak Anadolu orojenik kuşağı, Tetis okyanusunun bir ürünü olarak ortaya çıkmıştır. Başlangıçta Geç Paleozoyik-Erken Mesozoyik döneminde PaleoTetis Okyanusu ve daha sonra Erken Mesozoyik'ten Tersiyer Dönemine kadar NeoTetis Okyanusu (Şekil 3.10) bu karmaşık orojenik kuşağın gelişiminden sorumludur (Yılmaz ve Çemen, 2017: 13)



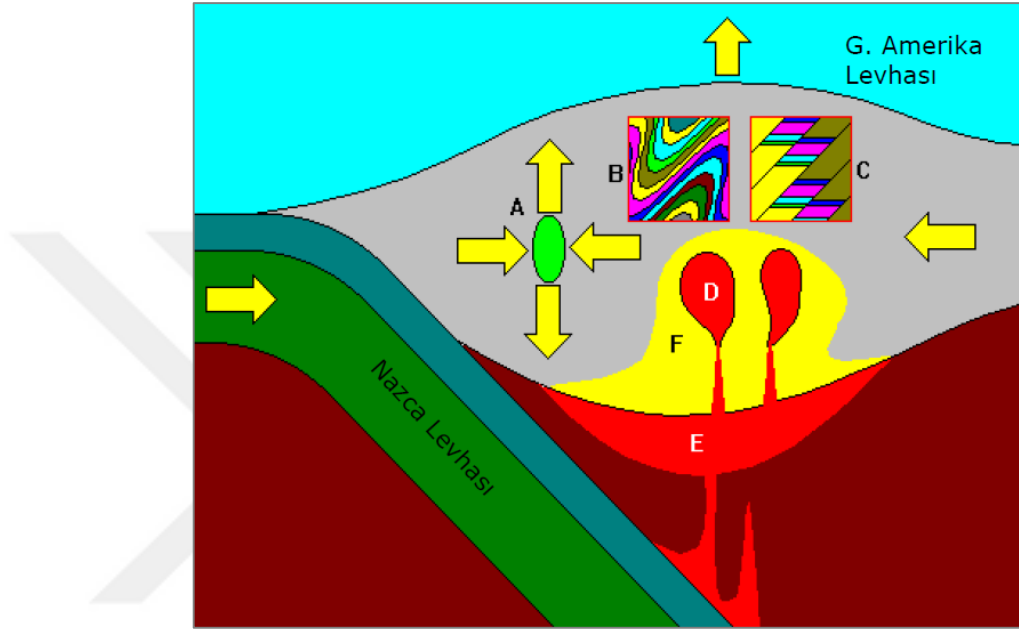
Şekil 3.10: Neotetis'in Alt Jura Dönemi (~ 200 myö) ve Türkiye'yi Oluşturan Mikrokıta Parçalarının Konumları (Özdemir ve Palabıyık, 2020: 135)

Evrimi boyunca, küçük kıta parçaları Tetis Okyanusu'nun her iki tarafından koparak diğer tarafa doğru hareket etmiş, sonunda karşı kıta marjı ile çarpışmıştır. Bu nedenle çoğu bölgede, iki mega kıta olan Laurasia ve Gondwana arasındaki eski levha sınırı tek bir suture göstermemektedir. Bu durum, Laurasia ve Gondwana arasında sürüklenen kıta parçalarının birkaç suturla izole edildiği Türkiye'de daha belirgindir. Bu parçaların tek bir kıta kütlesi halinde nihai birleşmesi, Arap levhasının Anadolu levhası ile çarpıştığı Geç Tersiyer gibi bir dönemde Türkiye'de meydana gelmiştir (Okay ve Tüysüz, 1999: 476). Bu birleşme sonucu Türkiye orojeni Akdeniz ve Asya Tetis sistemleri arasında kritik bir bağ oluşturmuştur. Dolayısıyla Türkiye'deki dağ sistemleri tekrarlanan çarpışmalar sonucunda ortaya çıktığı söylenebilir. Tetis alanlarındaki çarpışmalar, iç geometrieleri açısından, karmaşık bir levha sistemi ile kendini göstermesi Alpid kenet kuşakları boyunca izlerinin görülmesine neden olmuştur. Türkiye bu çarpışma izlerinin görüldüğü tipik ve eşsiz bir saha olmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1983: 5-6).

Türkiye'nin Tetis evrimi, zaman içinde kısmen örtüşmeler de, Paleo-Tetis ve Neo-Tetis olmak üzere iki ana aşamaya ayrılmaktadır. Paleo-Tetis evrimi, Permo-Liyas aralığında Türkiye'nin kuzeyindeki Paleo-Tetis'in ana güneye eğimli dalma-batma zonu tarafından yönetilmiştir. Permian döneminde, Türkiye'nin bugünkü alanının tamamı, Gondwana'nın kuzey sınırının bir bölümünü oluşturmaktaydı (Şengör ve Yılmaz, 1981:181). Tetis'in nihai olarak kapanması ve farklı katmanlar arasındaki çarpışma, Alp orojenezi ve Oligosen'de Anadolu'nun tek bir kara kütlesi olarak ortaya çıkmasıyla sonuçlanmıştır. Jeolojik olarak Türkiye, Alp orojenezi sırasında birleşmiş olan çeşitli katmanlardan oluşan bir mozaikten meydana gelmektedir. Bir zamanlar bu katmanları birbirinden ayıran okyanusların kalıntıları (örn. ofiyolitler) Anadolu'da yaygın olarak görülmektedir (Okay, 2008: 20).

Türkiye'nin morfolojisinin ana hatlarını belirleyerek ana morfolojik birimlerin oluşuma yön veren bu hareketler ve dolayısıyla dağ oluşum hareketleri milyonlarca yıl süren ve belirli kütleli ve çizgisel yapılar oluşturarak tek yada sıra halinde meydana

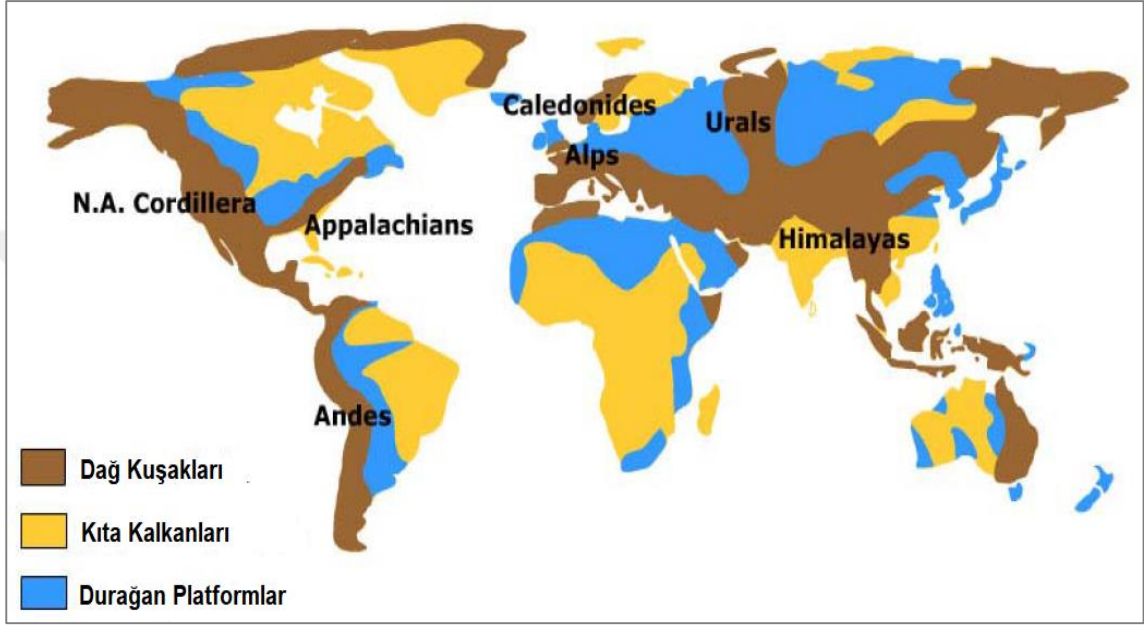
gelmektedir. Dağ oluşumuna farklı süreçler katkıda bulunmaktadır. Bunlar; deformasyon, volkanik aktivite, metamorfizma ve mağmatizmadır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11: Dağ Oluşumunda Etkili Olan Süreçler, A-Sıkıştırma genişlemeye neden olmakta, B-Banthı kayalar oluşur, C-Ters faylanma, D- Magmatik intrüzyon, E Mağmatizma, F- Bölgesel metamorfizma (Işık, 2012)

Anadolu karasının geçirdiği jeolojik ve jeomorfolojik evrim üzerinde dağlık alanların şekillendirici ve etki mekanizması diğer yer şekillerinden daha ön planda olmuştur. Türkiye'nin bulunduğu saha genel olarak Alp-Himalaya orojenik kuşağının Doğu Akdeniz bölümünde yer almaktadır (Şekil 3.12). Çevresinde; kuzeyde Rusya ve Sibirya kalkanları güneyde ise Arabistan ve Afrika kalkanları uzanmaktadır. Akdeniz'in tektonik evrimi, Afrika'nın Avrasya'ya doğru devam eden kuzeye yaklaşması ile ilişkili olarak karmaşık bir dizi dalma, çarpışma ve ark yayılma olayını içermektedir. Tektonik karmaşıklık, çeşitli orojenlerin oroklinal bükülmesi ve ince, sıcak ve aktif litosferi gösteren verilerden yorumlanan jeodezik çalışmalarla çıkarılan bölgedeki mikrolaka kinematığından kaynaklanmaktadır (Göğüş v.d. 2017: 2). Türkiye'nin bulunduğu mega kıtaların çarpışma sahasında, bahsedilen kıta kenarlarından türetilen ve daha sonra Alp

orojenezi sırasında birleşen birçok litosferik parçayı içermektedir (Bozkurt ve Mittwede, 2001: 578). Bu özellikler Türkiye'nin jeolojik çerçevesini belirlemiştir.



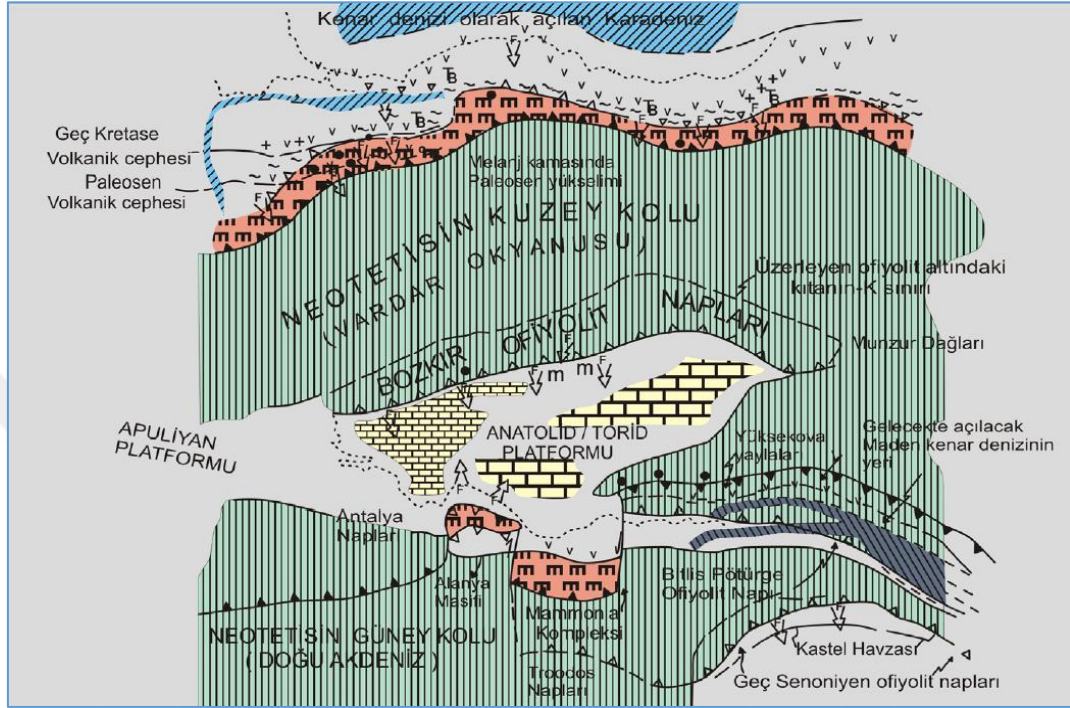
Şekil 3.12: Dağ Kuşakları (Kordillera, Apalaşlar, Andlar, Kalodenidler, Urallar, Alpler, Himalayalar) (Işık, 2012)

Alp-Himalaya kıvrım kuşağının ortasında yer alan Anadolu'nun doğudan batıya geniş bir yüzeyde meydana gelen sık depremlere sahne olması ve tektonizmanın kontrolünde engebeli ve düzensiz bir morfoloji sergilemesi halen devam etmekte olan şiddetli bir geç orojenik sonrası tektonik rejim altında deforme olduğunu kanıtlamaktadır (Yılmaz ve Çemen, 2017: 2).

Anadolu'nun jeomorfolojik olarak geçirdiği dönemlere genel olarak bakacak olursak; mevcut jeolojik zamanların her birinde farklı hareketlere maruz kalmıştır. Özellikle Paleozoyik ve Tersiyer'de meydana gelen orojenik hareketler sonucu derin deniz hendeklerinde biriken çökeller kıvrılarak yükselmiştir. Şiddeti artan tektonik hareketler farklı tipte volkanizmanın etkili olmasına yol açmıştır. Alp orojenezi etkileri blok tektonizması ile çeşitli yükselme ve alçalma hareketlerine neden olmuş ve Arabistan

levhasının kuzeye doğru hareketi ile meydana gelen sıkışmalar fayların gelişimine yol açmıştır.

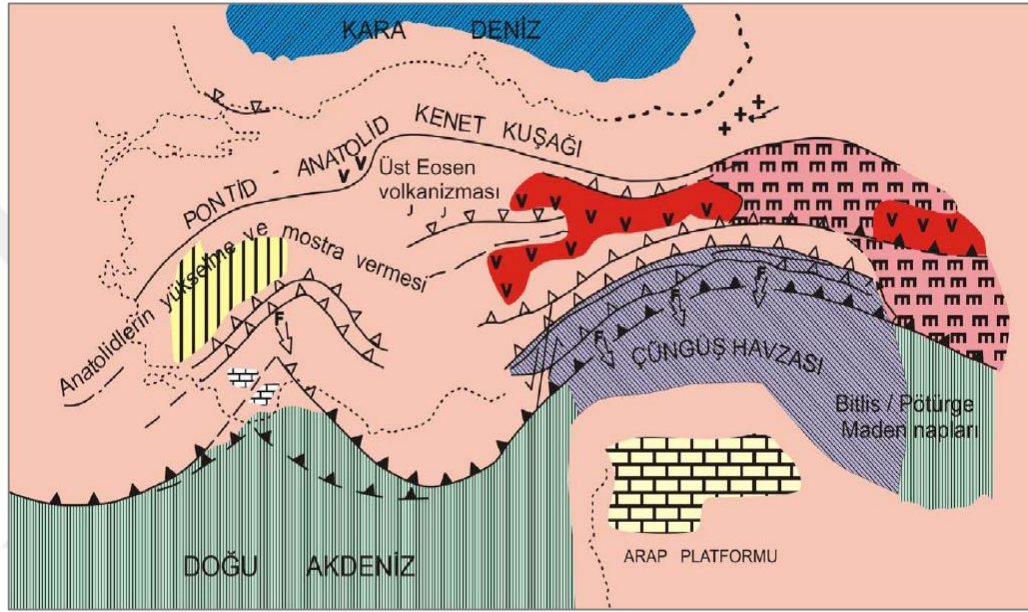
Daha detaylı olarak günümüzde Anadolu'yu oluşturan kara parçaları, Paleozoyik öncesinde oluşmaya başlamıştır. Kristalen masifler ve plutonik kütleler halindeki bu temel araziler, Neotetis okyanusunun temelini oluşturmuş ve adalar halinde bu okyanus üzerinde yer yer yükselmiştir. Geç Kretase sonlarında Neotetis'teki daralma-kapanma hareketleri Kretase sonlarında karalaşmayla sonuçlanmıştır. Genel olarak Kuzey Anadolu'da (Pontidlerde) meydana gelen yükselme karalaşmayla sonuçlanmıştır (Ketin 1966: 22; Erol, 1983:7). Kretase sonlarındaki bu etkiler, Anadolu'nun dört ana tektonik kuşağı olan, Pontidler, Anatolidler, Toridler ile Güneydoğu Anadolu'nun (kenar kıvrımları) belirgin olmasına neden olmuş, Neotetis ise yeni beliren dağ sıraları arasındaki oluk ve havzaları dolduran bir özellik kazanmıştır. Daha genç olan Toridler, Doğu ve Güneydoğu Anadolu'daki havzalar ise Neojen içinde gelişimlerini tamamladıkça, bu sisteme eklenmiştir (Erol, 1989:1). Geç Kretase sonlarına doğru meydana gelen sıkışma, Geç Kretase/Paleosen arasındaki Laramiyen hareketleriyle güneyde Rodop-Pontid yayı kapanmaya, kuzeyde Karadeniz açılmaya başlamıştır. Karadeniz güneyindeki Pontidlerde, sıkışma ve güneye bindirmeler ve bindirmelerin güney kenarındaki melanj oluşumu, Doğu Pontidlerde ise granit sokulumları meydana gelmiştir. Bu olay Neotetisin kuzeye dalmasının bir sonucudur. Aynı okyanusun güney kenarında ise Elmalı-Bozkır (Likya) naplarını oluşturan okyanus tabanı malzemeleri daha güneydeki Anatolid-Torid platformunun kuzey kenarı üzerine doğru hareket etmeye başlamıştır. Paleosen-Eosen döneminde daha önce sıkışmaya başlayan Neotetis kollarının kapanması ve Kretase sonlarındaki hareketleri ile olukların arasında yükselen eski kıta parçaları üzerinde, Anadolu'nun ilk aşınım yüzeyleri oluşmuştur (Şekil 3.12). Bunlardan Pontidlerin üzerindeki geniş bölümleri, aşınımını sürdürmesiyle ilk biçimini tümüyle kaybetmiştir (Erol, 1989: 2). Eosen'de ise Pontidler ile Toridler arasındaki bölgede meydana gelen sıkışma ile Anatolid platformu (Anadolu) yükselmeye başlamıştır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13: Geç Kretase-Paleosen Paleotektonik Haritası (Işık, 2012)

Geç Eosen-Erken Miyosen’de Anadolu plakasının ve güney kenarındaki dalma-batma ve bindirme çizgisinin belirginleştiği, bu çizgi kuzeyinde Toros Dağlarının doruk bölümlerinin, Ege Bölgesi-İçbatı Anadolu eşiğinin yükselmesine karşılık, Trakya, İç Anadolu doğusu ve Erzurum-Kars dolaylarında evaporitik karasal tortulların olduğu havzalar meydana gelmiştir. Bu havzalar, Erken Miyosen sonlarına doğru gölsel havzalara dönüşmüşlerdir. Geç Miyosen başlarında Anatolide kuşağının batı ve güneybatı kesimi yüksek aşınım alanları, kuzeydoğu ve doğusu alçak denizel-lagüner birikim alanları halinde iken Erken Miyosen sonlarında gelindiğinde kuzeydeki Pontidler ile güneyde Toros Dağlarının ilk beliren bölümleri arasında gölsel alanlar gelişmiş ve volkanizma etkin hale gelmiştir. Orta Miyosen’de Batı, Orta ve Doğu Toroslar ile Doğu ve Güneydoğu Anadolu büyük oranda denizlerle kaplanmıştır. Bu dönemde tektonik bindirme ve havza oluşumu Toros Dağlarının güney kenarında yoğunlaşmış ve Antalya, Adana, Çüngüş havzaları belirmiştir (Erol, 1989: 5; Bozkurt, 2001: 583-584). Üst Miyosen süresinde, Çüngüş havzası tümüyle kapanmış, Bitlis kenet kuşağı boyunca Arabistan plakası ile

Avrasya plakası çarpışmaya başlamıştır (Şekil 3.14). Bu kıta kıta çarpışması olayı Paleotektonik dönemin sona ermesine ve yeni bir tektonik dönemin (Neotektonik dönem) başlamasına neden olmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1981: 203; Okay, 2008: 37).



Şekil 3.14: Geç Eosen – Erken Miosen Paleotektonik Haritası (Işık, 2012)

Türkiye'nin aktif tektoniği, Erken Pliyosen'den bu yana çarpışmalı kıtalararası yakınsama ve tektonik kaçışa bağlı deformasyonun ürünüdür. Türkiye'nin neotektoniğini üç ana yapı yönetmektedir; bunlar sağ tarafta Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), sol tarafta Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) ve Ege-Kıbrıs Yayı'dır. Ayrıca sinistral Ölü Deniz Fay Zonu da önemli bir role sahiptir. KAFZ ile DAFZ arasındaki Anadolu kaması, Arap ve Avrasya levhaları arasındaki çarpışma bölgesi olan Doğu Anadolu'dan batıya doğru uzaklaşır (Bozkurt, 2001:4-5). Bu yeni dönemde sıkışan Anadolu plakası batıya kayarken kırılmış ve kenarlarında Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu transform fay zonları oluşmuştur. Böylece batıya kayan Anadolu plakasının Ege ve Batı Anadolu kesimlerinde, yerkabuğunun genişleyip incelmeye başlaması sonucunda Batı Anadolu'nun graben sistemleri ile volkanik faaliyetler oluşmaya başlamıştır. Böylece daha Orta Miyosen'de başlamış bulunan Ege volkanizması, Kuaterner'e kadar sürmüştür. Sıkışma sonucu dar ve uzun havzalar ile bu havzaların arasında plato-dağ blokları

yükselmiştir. Pliyosen başlarında Akdeniz'de yeni bir transgresyon başlamış, Antalya körfezi, Çukurova, Hatay ve Güneydoğu Anadolu kenar oluşuna deniz ilerlemiştir. Ege ve Marmara ise henüz kara halindedir. Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) fayları artan bir oranda etkinliğini sürdürmüş ve dağ blokları yükselmeye devam etmiştir. Bu yükselmeye bağlı olarak etkinliğini artıran akarsular, havzaların dolmasında önemli rol oynamıştır. Böylece Pliyosen sonlarına gelindiğinde birbirinden bağımsız olan havzalar tortullarla dolmuş ya da kapmalar sonucu birbirlerine bağlanmış ve günümüz akarsu ağının ana hatları belirlemiştir (Erol, 1983: 17-18).

Pleistosen'de Egeid karası çökmüş, Akdeniz ise Geç Pleistosen'e kadar önce Ege'yi sonra da Marmara ve boğazlarla Karadeniz'i doldurmuştur. Batı Anadolu'da doğu batı doğrultusunda horst graben sistemi iyice gelişmiştir. İç Anadolu, ortalama yüksekliği 1000 m olan plato karakteri kazanmıştır. Sıkışma rejiminin bir sonucu olarak Doğu Anadolu'daki yükselmeler ve volkanik etkinlik, ortalama yüksekliği 1500 m'yi bulan lav platolarını meydana getirmiştir. Orojenik kuşaklar ve bloklar arasındaki farklı göreceli hareketler, volkanik etkinliği artırmıştır. Buna bağlı olarak Ege'de Kula, İç Anadolu'da Karadağ, Hasan ve Erciyes, Doğu Anadolu'da Nemrut, Süphan, Tendürek ve Ağrı, Güneydoğu Anadolu'da ise Karacadağ volkanizması oluşmuştur (Erinç, 1993: 4; Erol, 198: 22). Ayrıca bu dönemde meydana gelen iklim değişiklikleri Anadolu coğrafyasında buzulların etkilerinin hissedilmesine yol açmıştır. Özellikle Doğu Karadeniz Dağları ve Toroslar ile volkanik dağların yüksek kesimleri buzullar tarafından şekillendirilmiştir. Holosen'de ise deniz seviyesi yükselmelerine bağlı olarak taban seviyesinde değişiklikler meydana gelmiştir. Bunun sonucu olarak akarsular aşınım ve birikim faaliyetlerini yeni koşullara göre düzenlemiş ve Anadolu kıyıları yeniden şekillenmiştir (Atalay, 1996: 8-9).

Paleozik'ten Oligosen sonlarına kadar devam eden Paleotektonik dönem boyunca gerçekleşmiş orojenik evreler ile oluşan kara kütleleri, Orta Miosen'de Neotektonik dönem ile başlayan yükselme, sıkışma ve gerilme gibi hareketler ile deformasyona uğramış ve Türkiye günümüzdeki görünümünü kazanmıştır. Anadolu'nun bu karmaşık

jeolojik ve jeomorfolojik gemişı farklı boyutlarda ve özellikte makro yer Şekillerinin oluşmasına ve mikro sahalarda yer Şekilleri eşitliğine neden olmuştur.

3.5. Türkiye Dağ Sistemi

Türkiye, geniş bir kıta içi yakınsak deformasyon bölgesi olan Arap-Avrasya arpışma zonunun batısında yer alır ve doğudaki kısalma alanı (İran) ile batıdaki genişleme alanını (Ege) ayıran bir geçiş bölgesini temsil eder. Türkiye, doğu kesiminde kıta-kıta çarpışmasına ve batı kesiminde okyanus-kıta çarpışma ortamına yol açan diyakronik bir çarpışmanın olduğu bir yığılma orojenini temsil etmektedir (Robertson, 2000: 97-99). Türkiye orojenik kolajı, çeşitli Neotetyan okyanus kollarının açılıp kapanmasıyla ilişkili aktif ve pasif kıta kenarları, riftler, yay ve sütür kompleksleri de dahil olmak üzere çok çeşitli tektonik ortamlarda oluşan bir dizi Alpin tektono-stratigrafik birime ayrılabilir. Öte yandan, Pan-Afrika/Kadomiyen, Variscan ve Kimmer gibi eski orojenik olayların kalıntıları, Alpin birimleri içinde bozulmuş/metamorfize olmuş tektonostratigrafik birimlerle temsil edilmektedir (Göncüoğlu, 2010:4).

Genel olarak orojenez, Anadolu orojenik kuşağının (Pontidler) kuzeyinde başlamış ve giderek güneye doğru göç ederek Bitlis-Zagros orojenik kuşağında son bulmuştur. Geç dönem orojenik deformasyon, Anadolu'nun doğudan batıya doğru saat yönünü tersine hareket ettiğini göstermektedir. Bu hareket iki ana parametre tarafından kontrol edilmektedir: (1) kuzeye doğru sürekli ilerleyen ve Doğu Anadolu'yu kesen Arap Levhası ve (2) Doğu Akdeniz Okyanusal Litosferinin Ege-Anadolu Levhası altında kuzeye doğru yitimiyle tüketildiği Helenik ukurdur. Arap Levhası'nın kuzeye doğru devam eden ilerleyişi ve bunun sonucunda oluşan sıkışma, Doğu Anadolu'da kısalma deformasyonu ile karşılanmıştır. Sonuç olarak, Doğu Anadolu kabuğu kalınlaşmış ve bölge Miyosen sonuna kadar Doğu Anadolu-İran yüksek platosunu oluşturacak Şekilde yükselmiştir. (Şekil 3.15).

Yarımadası'nda buluşur ve son bulur. Anadolu, Paleo ve Neo-Tetyan sistemlerinin ilişkilerini incelemek için ideal bir konumdur, çünkü sadece her ikisi de iyi gelişmiştir. Türkiye'nin tektonik gelişimi, paleotektonik ve neotektonik olarak iki dönemde ele alınmaktadır. Paleotektonik dönem, Anadolu'nun karalaştığı yani Tetis'in açıldığı, genişlediği, daraldığı ve sınırlandığı kıtaların çarpıştığı bir dönemdir. Neotektonik dönem ise bu kütlelerin deformasyona uğradığı dönemdir (Ketin, 1966; Şengör ve Yılmaz, 1981).

(i) Pan Afrikan Evresi (750-400 my); Menderes Masifi temelinden elde edilmiş izotopik yaşlara ve doku verilerine göre büyük doğu Afrika/Arabistan Pan Afrikan orojeninin bir bölümünü temsil eder. Telbismi volkanitleri bu islevin son ürünü arasındadır. Türkiye'de İzmir-Ankara ve İç Toros kenet kuşaklarının güneyinde kalan temel kayaları bu devrenin eserleridir.

(ii) Hersiniyen Evresi (450-320 myö); Ordovisiyen'de açılan ve erken Karbonifer'de kapanan Masif Central'den Alpler üzerinden Türkiye'ye ulaşan Güney Hersiniyen okyanusunun evrimiyle ilişkilidir.

(iii) Kimmerid Evresi (315 myö); Özellikle Pontidlerden bilinen fakat izlerine Kenar kıvrımları ve Doğu Anadolu yığılma karmaşığı hariç hemen hemen Türkiye'nin her yerinde rastlanan bu evre Paleo-Tetis ve ona bağlı olayların evrimiyle ilişkilidir.

(iv) Alpid Evre (243 myö-günümüz); Türkiye'nin tamamını etkilemiş olan bu evre Neo-Tetis'in çeşitli kollarının evrimi ile ilişkilidir.

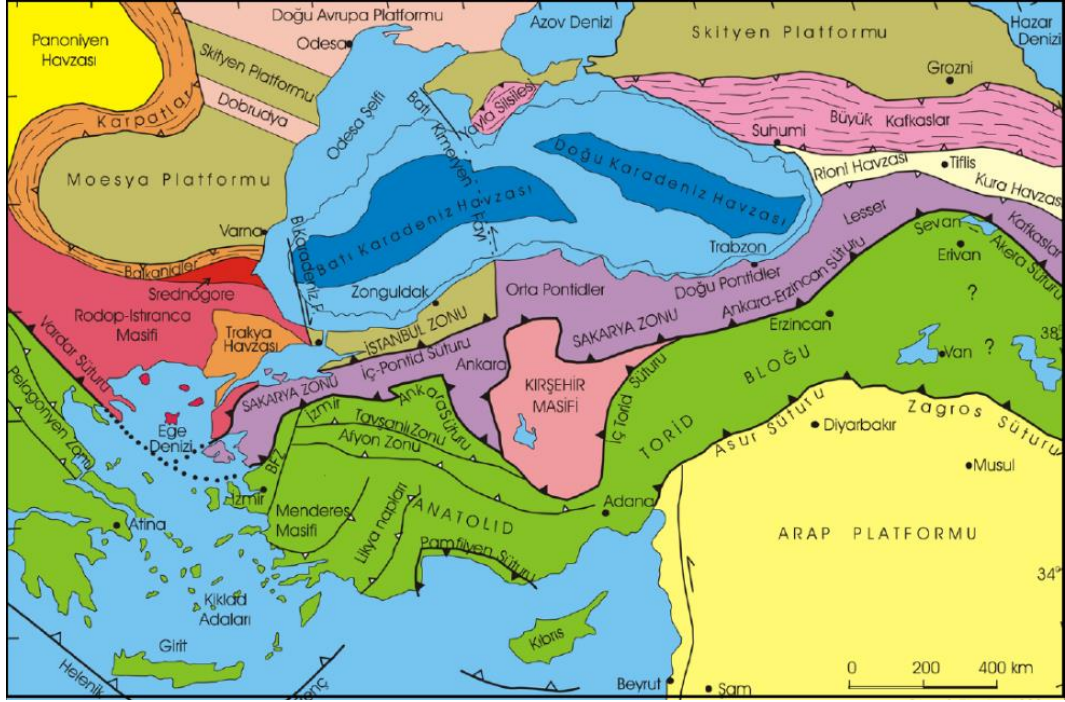
(v) Neotektonik Evre; Güneydoğu'da orta Miyosen esnasında Çüngüş havzasının da kapanmasıyla, Arabistan-Avrasya çarpışması başlamış ve bu çarpışma sonucu Anadolu blokunun batıya kaçmaya başlaması ile parçalanmaya başlayan Türkiye orojenik yapısı Paleotektonik evrimini tamamlayarak Arabistan-Avrasya çarpışmasının dikte ettiği Neotektonik doneme girmiştir (Işık, 2012; Ketin, 1959: 79-80, Eren, 2019:8). Doğu Anadolu ve Batı İran'ın bulunduğu saha Avrasya ile Arap kıtası arasında son okyanus litosferinin de kaybolmasıyla sonuculanmıştır. Doğu Anadolu hızla sıkışıp yükselirken Anadolu levhası da Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu fay zonları boyunca

batıya kaçmaya başlamıştır. Ancak Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Yunan makaslama zonunu oluşturması Anadolu levhasının batıya hareketine engel oluşturmuştur. Bu engel, Ege'de doğu-batı yönlü bir sıkışma yaratmış, bu sıkışma da kuzey-güney yönlü bir gerilme ile karşılanarak buradaki Ege-Anadolu graben sistemini oluşturmuştur (Bozkurt, 2001: 584).

Şengör ve Natal (1996: 263), Türk tipi olarak ifade edilen orojenezin önemine vurgu yapmışlardır. Buna göre Türk tipi orojenezi, çarpışan kıtalardan birinin veya her ikisinin ön çarpışma tarihinin, magmatik yay eksenlerinin genellikle içine göç ettiği çok büyük, alt kıta boyutunda yitim-yığılma komplekslerinin büyümesini içerdiği, bir çarpışmalı dağ yapısı sınıfıdır. Bu sınıf bağlı oldukları kıtayı genişletirler. Yazarlar, bu tür orojenezin, kıtasal kabuğun ana kurucusu olabileceğini belirtmişlerdir. Fanerozoik'te herhangi bir zamanda Türk tipi orojenlere eklenen toplam genç malzeme 1 km³/yıl'a yakın olmakla birlikte, bu da yitim zonlarında mantoya her yıl beslenen malzeme miktarına yaklaşık olarak eşittir olduğu vurgulanmıştır. Bu malzemenin yaklaşık %0,02 ila 0,03'ünün ark magmatizması tarafından kabuğa geri döndüğü genel olarak kabul edildiğinden, bu rakamlar Fanerozoik sırasında kıtasal kabuk için minimum net büyüme oranı sağlamaktadır.

Türkiye'nin dağ ve dağlık alanları morfometrik değişkenler kullanılarak belirleyip bunları yüksekliklerine göre sınıflandırdıktan sonra köken açısından dağlık alanların dağılışı ve bunlar arasındaki ilişkileri ortaya koymak adına Türkiye'nin dağ sistemini köken olarak tektonik birlikleri ile haritaya yansıtmaya çalıştık. Bu tektonik yapılara bakacak olursak; Türkiye'nin orojenik yapılanması, basit şekilde dört safhada meydana edilmiş ve bu safhalara tekabül etmek üzere, Türkiye sıradağları, birbirinden farklı dört tektonik bölgeye ayrılmıştır. Türkiye'de, Alp orojenezinin hemen bütün safhaları vuku bulmuş fakat bunlar muhtelif bölgelerde farklı şiddetlerde meydana gelmiştir. Orojenik hareketlerin yer yer birbirinden farklı şekillerde gelişmesi gözönünde tutularak, Türkiye'nin tektonik yapılanması, kuzeyden güneye doğru dört bölge içerisinde, dört ünite halinde gösterilebilir (Şekil 3.16). Bunlar sıra ile:

1. Kuzey Anadolu sıradağları veya geniş anlamı ile Pontidler; bu bölge Marmara havzasını, Biga ve Karaburun yarımadalarını da içerisine alır.
2. İç Anadolu bölgesi veya geniş anlamı ile Anatolidler; metamorfik-kristalin masifler sahası (Kızılırmak ve Menderes Masifleri ile bunların uzantısı).
3. Güney Anadolu sıradağları veya geniş anlamı ile Toroslar-Toridler (Ege İranid kavisleri de dahil).
4. Güneydoğu Anadolu sıradağları veya kenar kıvrımları bölgesi şeklindedir (Ketin, 1959: 82-83).



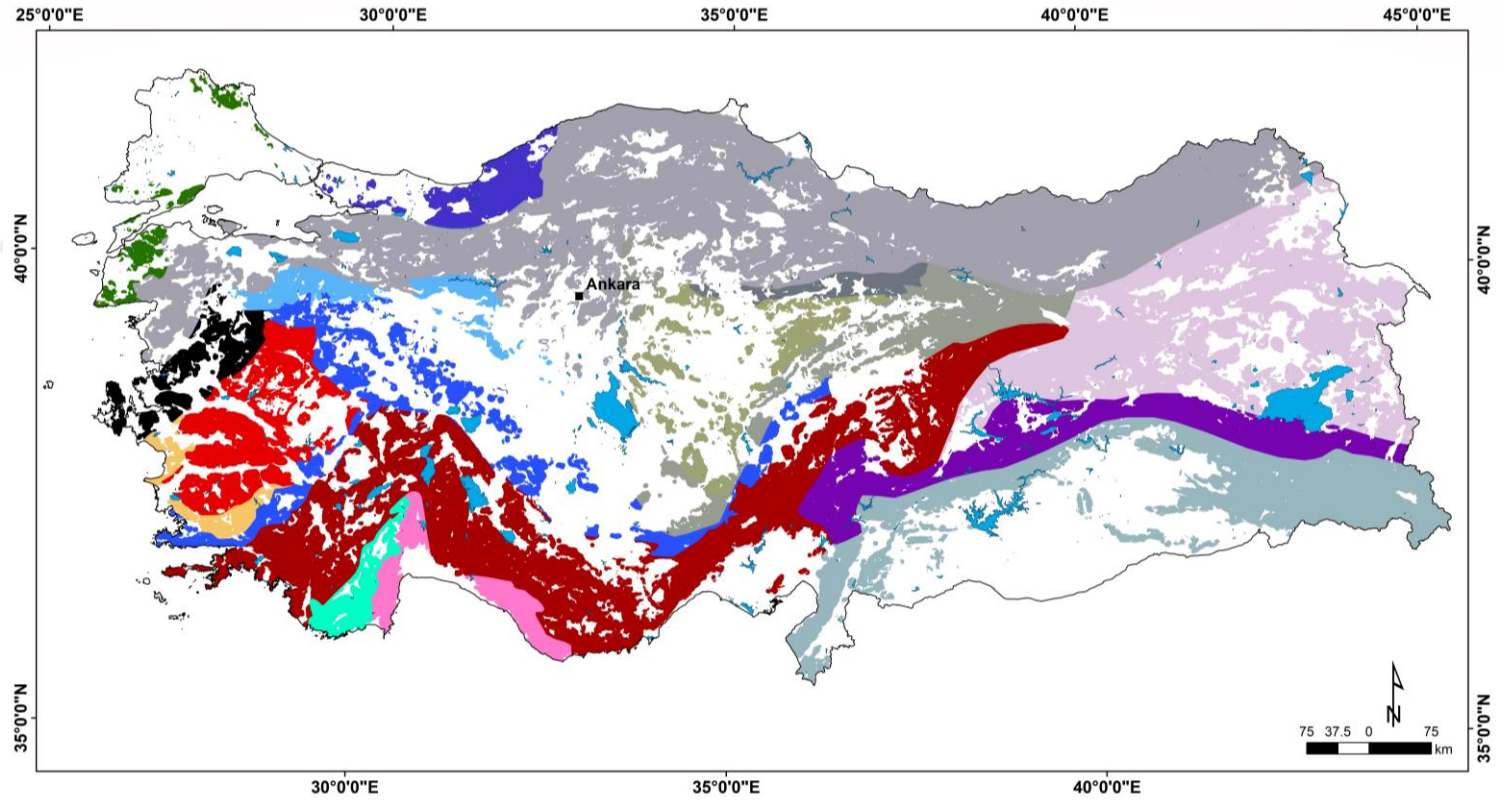
Şekil 3.16: Türkiye ve Çevresinin Tektonik Haritası (Okay ve Tüysüz, 1999)

Jeolojik olarak Türkiye, Alp orojenezi sırasında birleşmiş olan çeşitli katmanlardan (terraneler) oluşan bir mozaikten meydana gelmektedir. Bir zamanlar bu katmanları birbirinden ayıran okyanusların kalıntıları Anadolu'da yaygın halde bulunmaktadır (ofiyolit gibi). Pontidler oluşturan üç katmanın, yani Istranca, İstanbul ve Sakarya zonlarının Laurasiyen akrabalıkları bulunmaktadır. Bu Pontik katmanlar,

Variscan ve Cimmeride orojenezleri için kanıtlar taşımaktadır. Pontidler ve Anatolid-Tauridler, Fanerozoik sırasında bağımsız olarak evrimleşmiş ve ilk kez Tersiyer'de bir araya gelmişlerdir. Pontik katmanların aksine, Anatolid-Taurid katmanı Variscan ve Cimmeride deformasyonu ve metamorfizmasından etkilenmemiş ancak Alpid orojenezi tarafından güçlü bir şekilde şekillendirilmiştir. Triyas'a kadar Arap Platformu'nun ve dolayısıyla Gondwana'nın bir parçasıydı ve Miyosen'de Arap Platformu ile yeniden birleştirilmiştir. Anatolid-Taurid katmanı, esas olarak Alpid metamorfizmasının türü ve yaşı temelinde çeşitli bölgelere ayrılmıştır. Güneydoğu Anadolu, Arap Platformu'nun en kuzey uzantısını oluşturur ve Anatolid-Taurid yüzeyi ile birçok ortak stratigrafik özelliği paylaşır. Oligo-Miyosen'de katmanların nihai birleşmesi, kıtasal sedimantasyon, kalk-alkali magmatizma, uzanım ve çarpma-kayma faylanması ile karakterize edilen yeni bir tektonik dönemi başlatmıştır (Okay, 2008: 36-37). Bu kapsamda Şekil 3.16 de görülen Türkiye tektonik birlikleri haritası ve Hinsbergen, v.d.2016 Türkiye tektonik haritasından bazı eklemeler yaparak bu birimleri yapmış olduğumuz Türkiye dağlık alan haritasıyla birleştirdik. Sonuç itibarıyla köken olarak hangi dağların hangi sisteme girdiğini belirlemiş olduk (Şekil 6.17). Bu haritaya göre;

Tablo 3.4: Türkiye'nin Tektonik Birliklere Göre Sınıflandırılmış Dağlık Alanları

Tektonik Brlikler	Alan km²	Oran %
İstanbul zonu	8.312	2
Beydağları zonu	5.557	1
Bitlis masifi	28349	6
Bornova filişi	8477	2
Toridler	78592	17
Anadolu –Arabistan ofiyolit ve melanjlari	4114	1
Doğu Anadolu Filişi	63291	13
Kırşehir bloğu	12144	3
Mendere masifi	19587	4
Pontidler	132791	28
Tavşanlı zonu	8238	2
Üst Kretase	21586	5
Arabistan platform	45398	10
Alanya napı	7890	2
Afyon zonu	22294	5



Tektonik Birlikler

İstanbul zon	Toridler	Doğu Anadolu filişi	Tavşanlı zon	Afyon zon
Bey dağları	Anadolu Arabistan ofiyolit-melanj	Kırşehir bloğu	Üst kretase	
Btlis masifi	Dilek napı	Menderes masifi	Arabistan platformu	
Bornova filişi	Rodop metamorfikleri	Pontidler	Alanya napı	

DAL/23

Şekil 3.17: Türkiye'nin Tektonik Birimlerine Göre Dağlık Alanlar

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE DAĞLARI VE DAĞLIK ALANLARININ PİKSEL BAZLI SINIFLANDIRILMASI

Bu bölümde Türkiye için oluşturulan sınıflamanın uygulama aşamaları tercih edilen pencere-eşik ilişkileri hakkında bilgiler verilecektir. Küresel anlamda az sayıdaki makro yer şekillerini sınıflama yöntemleri tüm alanlara herhangi bir değişiklik (bölgesel farklılıklar açısından) yapılmadan uygulandığı için genel olarak her saha için doğru tanımlamaların varlığından uzaklaşabilmektedir. Bu çerçevede daha önce ayrıntıları ile açıklanan sınıflamalar bunlarda kullanılan parametreler hem literatür açısından hem de kullanım özellikleri-yöntem açısından incelenmiştir. Daha sonra yukarıdaki kısımlarda da bahsedildiği üzere çeşitli ölçeklerdeki veriler üzerinde parametreler ve bunlara ait özellikler test edilmiştir. Doğru sınıflama açısından optimum koşulları hangi kombinasyonlar sağlayabilir sorusu ile yapılan testler ve üretilen haritalar değerlendirilerek bir sınıflama oluşturulmuştur.

4.1. Türkiye Dağları Sınıflandırma Kuralları

Bu tez çalışmasında Türkiye ölçeğinde dağ ve dağlık alanlar yaklaşık 1/100.000 ölçekte, uzamsal ölçek 100 x 100 m çözünürlüğünde haritalanmıştır (Tablo 4.1) Dağlık alan sınıflaması temelde 2 aşama üzerine inşaa edilmiştir.

Tablo 4.1: Harita Ölçeği ve Çözünürlüğü (Tobler, 1987’ye göre)

Ölçek Çözünürlüğü Tespiti		
Ölçek	Çözünürlük	
1/10.000	5 m	10 m
1/50.000	25 m	50 m
1/100.000	50 m	100 m
1/250.000	125 m	250 m
1/1000.000	500 m	1000 m

1. Aşama ‘Dağlık Alanın Tanımlanması’: Bu aşamada öncelikli olarak dağ sınırlarına morfolojik olarak karar verilmiştir. Bir dağı oluşturan en önemli unsur topoğrafik rölyeftir. Bu nedenle dağ tanımını, yani neyin dağ neyin dağ olmadığını kararına varmak için topoğrafik rölyefi bir belirleyici olarak kullanılmıştır. Bu aşamada diğer önemli husus topoğrafik rölyef morfolojik parametresinin eşik değerinin ne olacağı sorusudur. Doğru eşik değerlerine karar vermek için farklı eşik değerleri uygulandı ve Türkiye’nin morfolojik özellikleri çerçevesinde sayısal yükseklik haritası ve kabartma haritası yardımıyla çeşitli eşik değerlere ait testler yapıldı. Her bir eşik değerinin yarattığı farklılıklar dağ sınır ilişkilerine bakılarak yorumlandı. Karşılaştırılan haritalar ile optimum eşik değerine karar verildi. Bu değer Türkiye Dağları için 300 m’den başlamasının uygun olduğuna karar verildi.

2. Aşama ‘Dağ Sınıflarının Belirlenmesi’: Dağ sınırlarına morfolojik olarak karar verdikten sonra dağlar yüksekliğe göre sınıflandırılmıştır.

Bu iki ana aşama içerisinde 1. aşamada topoğrafik rölyefe göre tanımladığımız dağ sınırlarına bir eğim maskesi uyguladık. Bu eğim maskesiyle az eğimli sahalara ($<3^{\circ}$) ki bunlar dağlık alan dışında kalan sahalara (düz alanlar) tanımlayan bir eğim derecesidir bu alanlar tanım dışında kalmış oldu. Böylece temel bir maske elde etmiş olduk daha sonra bu maskeyi temel rölyef ve ortalama yükseklik verileri ile kestik böylece ana morfolojik değişkenlerimizi oluşturmuş olduk.

Bu tez çalışmasındaki yapılan iki değişkenli dağ ve dağlık alan sınıflandırması topoğrafik rölyef ve ortalama yükseklik özelliklerine dayanmakta ve bir eğim maskesi kuralını uygulamaktadır. En kaba hiyerarşi düzeyi, dört topoğrafik rölyef sınıfı tarafından tanımlanır. Bu tanımlama içinde 3x3 yarıçapında (piksel) bir eğim maskesi kullanılır. Bir sonraki seviye dört ortalama yükseklik sınıfı ile tanımlanır. Bu iki sınıfın kombinasyonu ise rölyefe göre tanımlanmış dağ sınırlarının yüksekliğe göre sınıflandırılması sonuçlanır. Sonuç haritası on altı sınıftan oluşur ve kademeli geçişlere sahiptir. Sınıflar kademeli olarak topoğrafik rölyef için 'Az, Orta, Yüksek ve Çok Yüksek Engebeli' şeklinde 4 kategoriye ayrılmıştır. Yükseklik ise Alçak, Orta, Yüksek ve Çok Yüksek şeklinde hiyerarşik olarak gitmektedir.

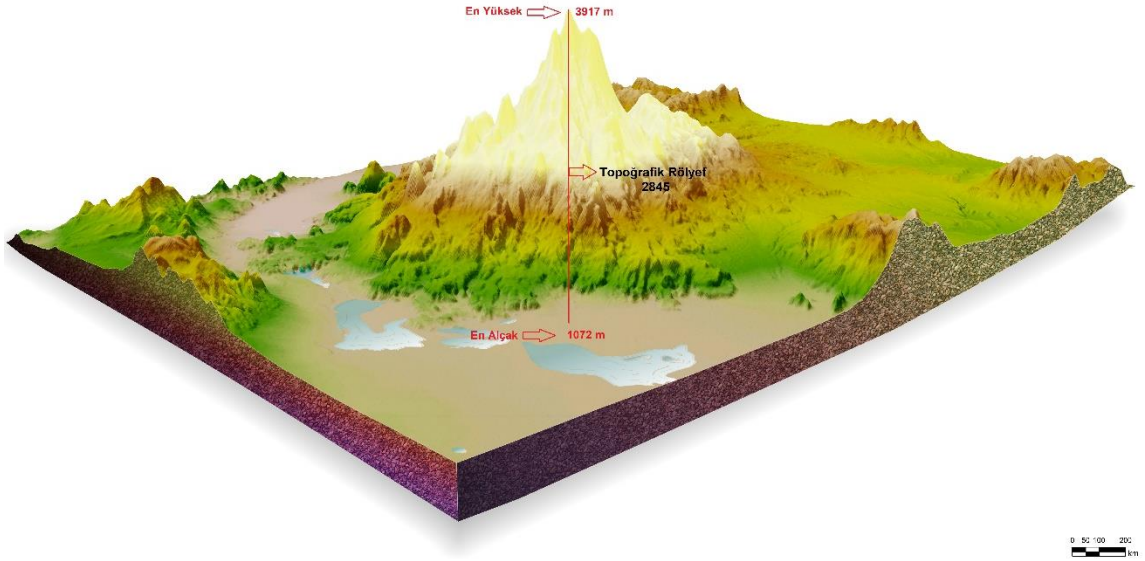
4.1.1. Morfolojik Parametreler

Topoğrafik yüzeyin karmaşık geometrisi onu tanımlayabilmek için yeterli ve belirleyici niceliksel özelliklere ihtiyaç duyar. Dağlık alanlar topoğrafik rölyefin bir ürünüdür. Bu nedenle ilk kullandığımız ve dağlık alan tanımını oluşturduğumuz parametre topoğrafik rölyeftir. İkinci olarak dağları yüksekliklerine göre sınıflandırmak için ortalama yükseklik parametresi kullanılmıştır. Ayrıca düzlük alanları eleerek ilerlemek için önemli bir parametre olan eğimi ele aldık. Eğim maskesiyle bu düzlük alanlar maskelenmiştir.

4.1.1.1. Topoğrafik Rölyef

Rölyef önceden belirlenmiş bir referans alanındaki en yüksek ve en alçak nokta arasındaki yükseklik farkı olarak Partsch (1911) tarafından "Reliefenergie" adı altında jeomorfolojik bir değişken olarak tanıtılmıştır (Ahnert, 1984: 1035). Genellikle topoğrafik rölyef (bazı çalışmalarda yerel yükseklik aralığı olarak) olarakta bilinmektedir. Dağ ve dağlık alanların tanımlanmasıyla ilgili bilgilere baktığımızda genel olarak iki özellik ön plana çıkmaktadır. Bunlar yükseklik ve eğim şartlarıdır. Ancak her ne kadar bu özellikler ön planda olsa da dağları tanımlamak için yeterli değildir ve evrensel bir ölçüt kriteri de bulunmamaktadır. Topoğrafik rölyef arazinin kabarıklık durumu hakkında bilgi verir ve

mutlaka yükseklikten farklıdır. Mutlak yükseklik bir dağı tanımlamak için yeterli bir özellik değildir. Maksimum ve minimum yükseklik arasındaki fark yani topoğrafik rölyef ya da yerel yükseklik aralığı dağları tanımlamak için daha uygun bir özelliktir (Şekil 4.1). Dağların topoğrafik rölyef'in bir ürünü olduğunu bu açıdan söyleyebiliriz. Örneğin ovalarda ve dalgalı arazilerde bu değer azdır. Eşik, tepe, alçak dağlık yerlerden yüksek dağlık alanlara doğru ise bu değer daha da artar (İzbırak, 1955).



Şekil 4.1: Topoğrafik rölyefin gösterimi

4.1.1.2. Ortalama Yükseklik

Yüzeyin deniz seviyesinden ortalama yüksekliğini ifade etmektedir. Yapılan çalışmalar mutlak yüksekliğe oranla, ortalama yüksekliğin kullanımının kabartma değişkenliğini yumuşatarak sınıfların daha fazla bölgeselleşmesini (sınıf sayısının azalması) gösterdiğini vurgulamıştır (Meybeck, Green, Vörösmarty 2001).

4.1.1.3. Eğim

Bir maske olarak kullandığımız bu parametre topoğrafik rölyef ana haritasının son şeklini almasında yardımcı olmuştur. Aynı yükseklikte hem dağ hem de düzlük olabilir fakat yamaç eğimlerinde önemli bir farklılık vardır. Bir dağın yamacındaki geometri, dağ olmayan alanlar düzlükler, platolar, ovalar gibi sahalarda farklı davranmaktadır. Ani yükselimler ve eğimdeki değişkenliler bu morfolojik birimlerin birbirinden tanımsal olarak ayrılmasını kolaylaştırmaktadır. Erol'un (1993) eğim gruplarına göre morfolojik tanımlamalarına bakıldığında ‰ 50 ye kadar olan grupta düzlükler yer almaktadır. Eğimli yüzeyler bu değerden sonra başlamakta bu da yaklaşık olarak 3°'ye takabül etmektedir. Algoritma içinde, eğim parametresinde 3° ve bu değerden yüksek alanlar seçilerek bir maske uygulanmış ve ana rölyef haritası oluşturulmuştur.

4.2. Sınıflama Prosedürü

Otomatik sınıflandırma algoritmalar genellikle iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama uygun sınıfların belirlenmesini ve bu sınıfların tanımlanması için bir dizi kuralın tasarlanmasını gerektirir; ikinci aşama ise bu kuralların uygulanmasıdır. Genel olarak, ilk aşama öznellik unsurları içerecektir, ancak bu mantıksal argümanlarla azaltılabilir. Ancak ikinci aşama, kuralların sınıflandırıcıdan bağımsız olmasını ve tutarlı bir şekilde uygulanmasını sağlamak için nesnellik gerektirir. CBS ile birlikte otomatik yaklaşımlar, tamamen objektif ve açık oldukları için sınıflandırma kurallarının uygulanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Sınıflandırma için kuralların objektif bir şekilde uygulanabilmesi için açık olmaları önemlidir. Çoğu bilimsel sınıflandırmalar, kesinliği sağlamak için çok kesin niceliksel kurallar (anahtarlar) kullanır (Brabyn, 2009: 303).

1. Türkiye çevresi dahilinde morfolojik parametrelerin üretilmesi (ortalama yükseklik + topoğrafik rölyef + eğim) ve topoğrafik rölyef parametresine düşük bir filtreden geçirilmesi.
2. Üretilen eğim maskesine bir genelleştirme uygulamak ve 3°'den düşük eğimlerin haritadan çıkarılması.

3. Topoğrafik rölyefe 300 m eşiğinin uygulanması ve temel maskenin oluşturulması (Şekil 4.2).

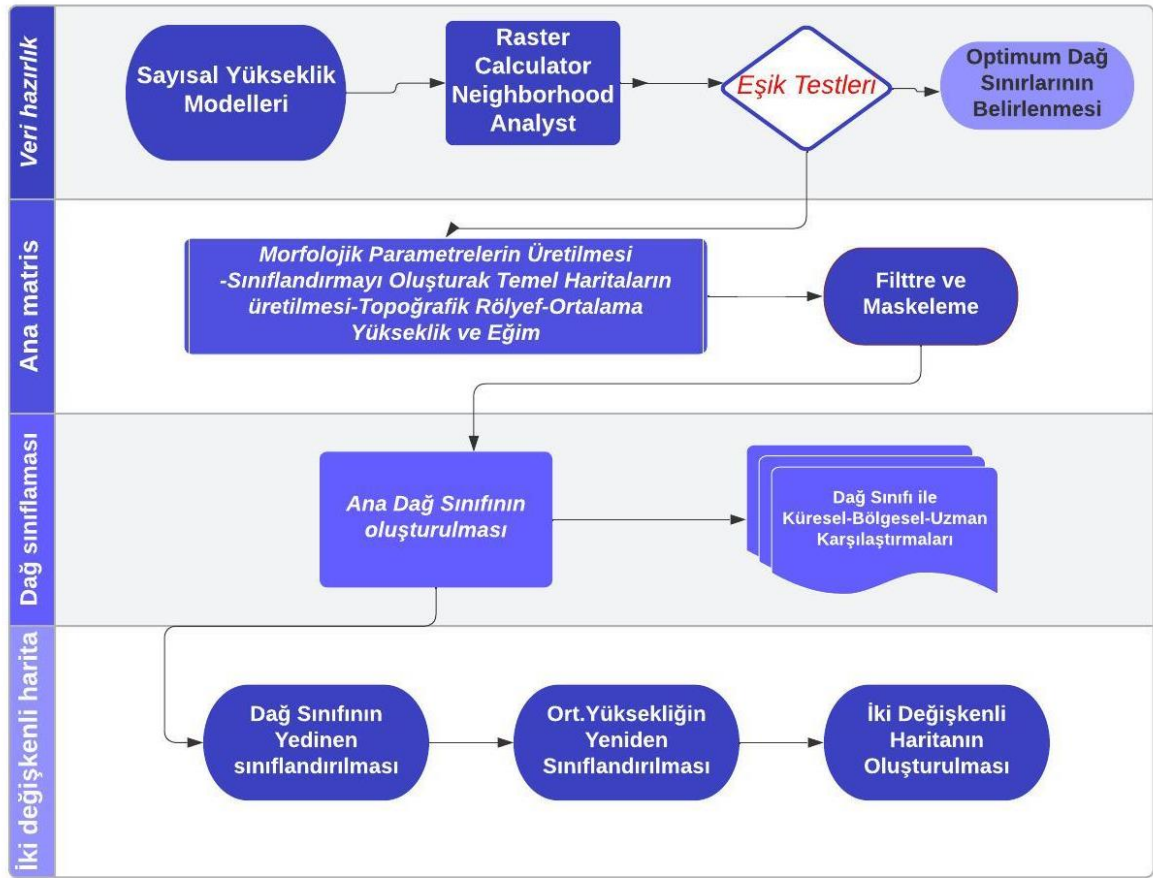
4. Rölyef ve ortalama Yükseklik verilerinin yeniden sınıflandırılması ve iki değişkenli haritanın oluşturulması.

4.3. Testlerde Kullanılan Sayısal Yükseklik Modelleri

Yapılan veri hazırlama işlemlerinin ardından ele alınan sayısal yükseklik modelleriyle ilgili bazı istatistiksel özellikler hesaplanmıştır (Tablo 4.2). Buna göre sayısal yükseklik modellerinin maksimum yükseklik, minimum yükseklik, ortalama yükseklikleri, standart sapma ve aralık değeri özellikleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Tablo 4.2’de görüleceği üzere SYM’lerin projeksiyon dönüşümleri yapıldıktan sonra eksi değerleri ile beraber özellikleri verilmiştir. Eksi değerler yapılan istatistik (ortalama yükseklik, standart sapma gibi) hesaplamaların değerlerini etkilemektedir. Sınıflama için oluşturulan parametrelere uygulanan genelleştirmelerden dolayı negatif değerlerde bir oynama yapılmadan bu veriler kullanılmıştır.

Tablo 4.2: Testlerde Kullanılan Sayısal Yükseklik Modellerinin İstatistiksel Özellikleri

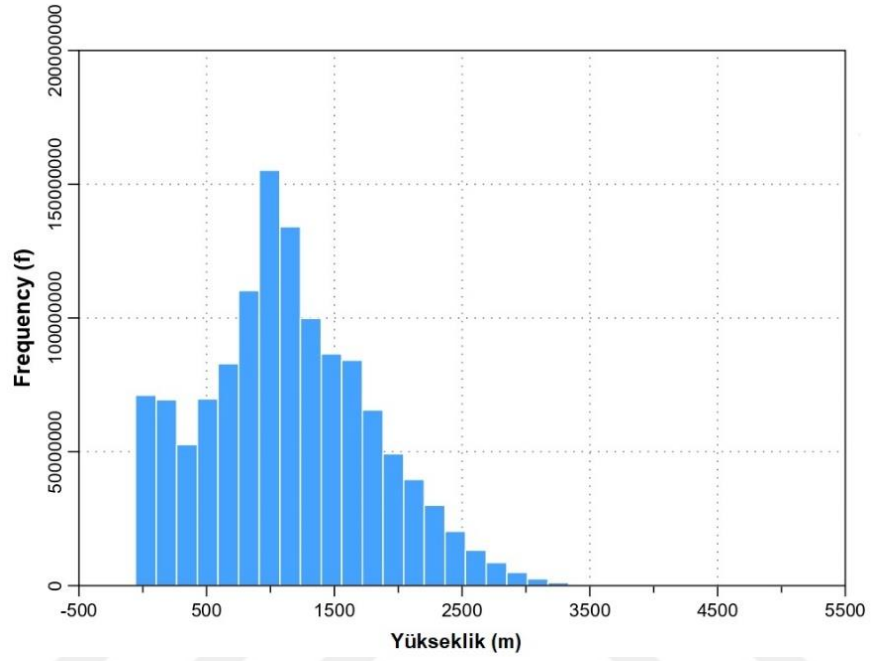
Sayısal Yükseklik Modeli	Maksimum (m)	Minimum (m)	Ortalama (m)	Standart Sapma (m)	Fark	Hücre sayısı	Veri yok	Toplam görüntü	Varyans
GMTED - 1000 m	4973	-1	1142	650	1964	778141	531359	889027581	423221.6
GMTED - 500 m	5043	-1	1141	652	2371	3124443	2177109	3566843992	425114.9
GMTED - 250 m	5079	-8	1141	652	2559	12464372	8457685	14226539148	425848.4
MERITDEM - 100 m	5101	-32	1139	653	2605	77943012	52774938	88817718705	426879.3
EU-DEM 25 m	5111	-57	1139	653	2630	1251884650	853968362	1425471371067	426810.2



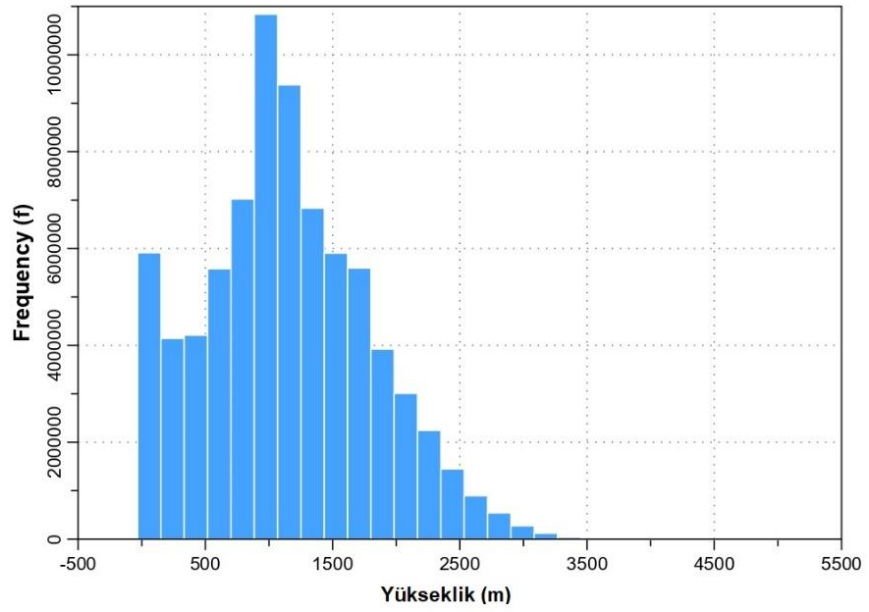
Şekil 4.2: Dağlık Alan Sınıflaması -İzlenen Adımlar

Sayısal yükseklik modellerinin çözünürlüğü azaldıkça toplam veri azalmaktadır. Frekans dağılımlarına baktığımızda (Şekil 4.3-A,B,C,D,E) yükseklik basamaklarına göre veri dağılımları benzerdir. 500 m ile 2500 m arasında dağılım yoğunlaşmaktadır. Fakat görüntü sayısı en fazla 25 m de en az 1000 m çözünürlükte olduğu için benzer yüksekliklerde dağılımlar arasında farklılar bulunmaktadır.

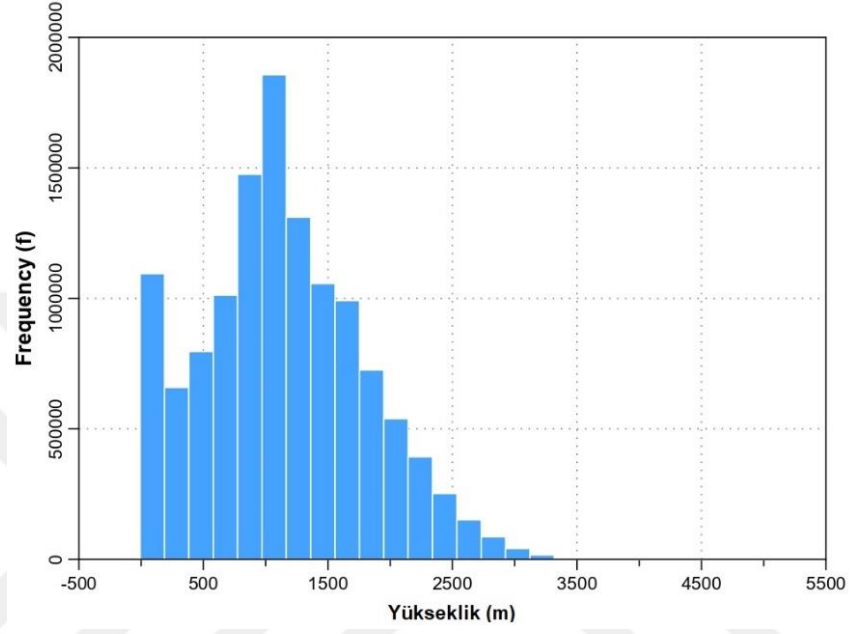
A



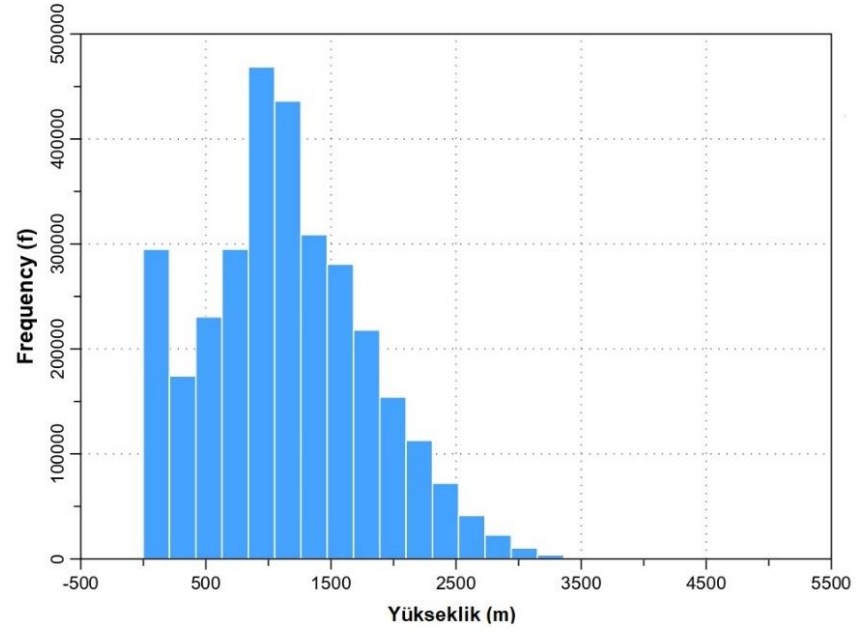
B



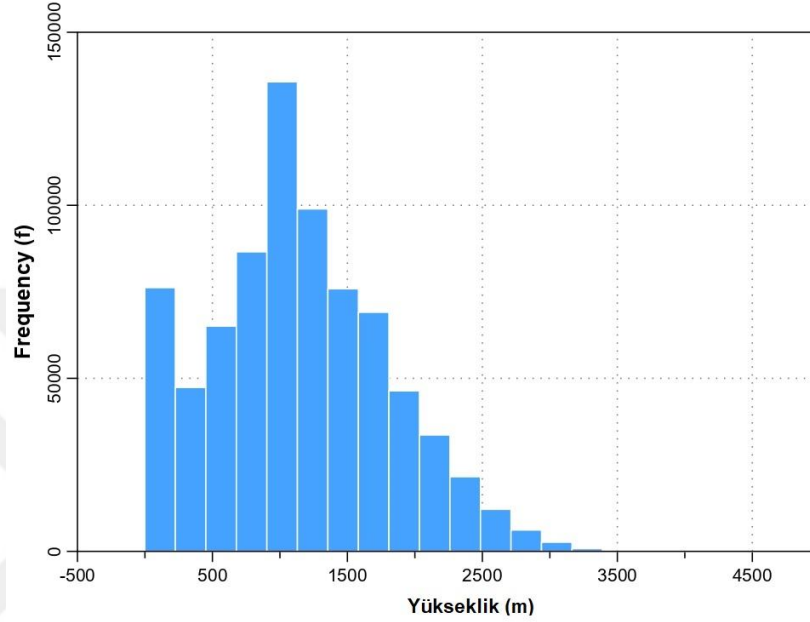
C



D



E



Şekil 4.3: Sayısal Yükseklik Modellerinin Frekans Dağılım Grafikleri (A: 25 x 25 m, B: 100 x 100 m, C: 250 x 250 m, D: 500 x 500 m, E: 1000 x 1000 m)

4.3.1. Farklı Çözünürlükteki SYM'nin Dağ Tanımına Etkisi

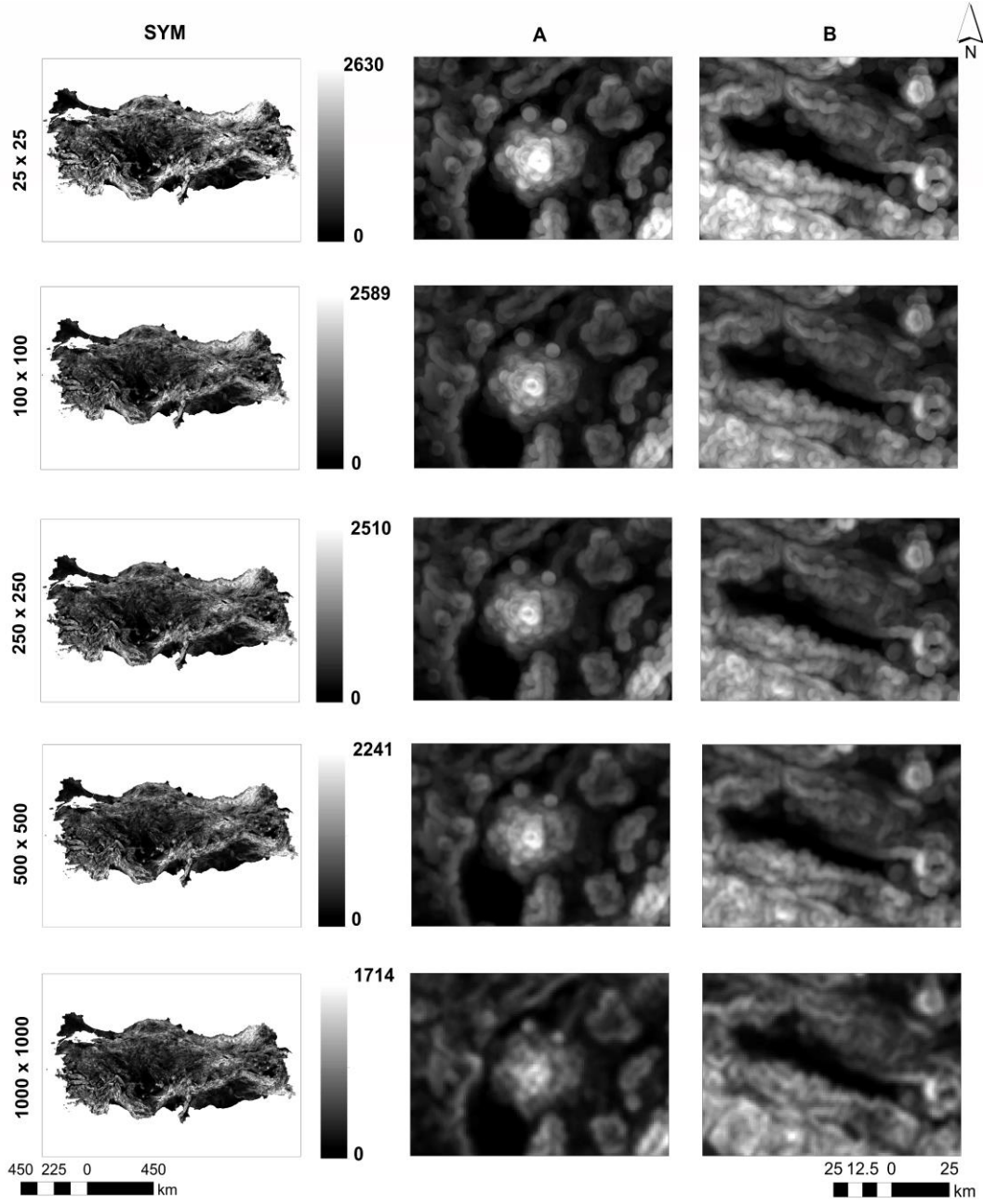
Daha önceki bölümde de belirtildiği üzere otomatik sınıflandırmalarda makro yer şekillerinin tanımlamasında iki faktör etkilidir. Birincisi tanımlamayı sağlayacak bir veri tabanı ve morfolojik tanımlayıcıların genelleştirme kapasitesi. Birinci özellik ölçeğin önemini vurgulamaktadır. İkincisi ise analiz-örneklem penceresinin tanımlamalardaki önemidir. Uzamsal ölçeğin tanımlamada getirdiği farklılıkları gözlemleyebilmek ve optimum ölçek seçimine kadar vermek için farklı SYM'ler üzerinde bir takım testler yapılmıştır. Bu aşamda dağ tanımının ana kurgusunun yapıldığı morfolojik parametre olan topoğrafik rölyef parametresi farklı çözünürlükteki SYM'ler üzerinde hesaplanmış ve analiz edilmiştir. Buna göre yapılan analiz kapsamında sadece çözünürlüğün etkisini anlayabilmek için bütün SYM'ler üzerinde örneklem pencere boyutu (yarıçap) sabit bırakılmıştır. Ortaya çıkan haritalar, aynı yarıçapa sahip örneklem pencere boyutunda ve farklı SYM'ler üzerinde incelenmiştir (Şekil 4.4). Bu kapsamda ön aşama olarak dağların

morfolojik tanımı için karar verilen topoğrafik rölyef parametresi farklı ölçeklerde (çözünürlüklerde) aynı yarıçapa sahip örneklem pencere boyutunda hesaplanmış ve çözünürlüğün temelde yarattığı bir farkın olup olmadığına bakılmıştır. Daha sonra ki aşamada ise topoğrafik rölyef için belirlediğimiz eşik değerini uygulayarak nihayi dağ tanımına gidilmiştir. Tablo 4.3 'de görüldüğü gibi Türkiye için hesaplanmış topoğrafik rölyef parametre değerleri yüksek çözünürlükte SYM'den (25 x25 m) düşük çözünürlüklü SYM'ye doğru (1000 x1000 m) azalma eğilimindedir.

Tablo 4.3: Farklı Sayısal Yükseklik Modellerinin Topoğrafik Rölyef Değer ve Alanları

Sayısal Yükseklik Modeli (m)	25x25	100x100	250x250	500x500	1000x1000
Topoğrafik Rölyef (m)	2630	2604	2559	2371	1964
Topoğrafik Rölyef (m)-filteli	2630	2589	2510	2241	1714
Alan (km ²)	782428	780268	780264	782441	780206
Filtreli alan (km ²)	782428	780268	780264	782443	780244

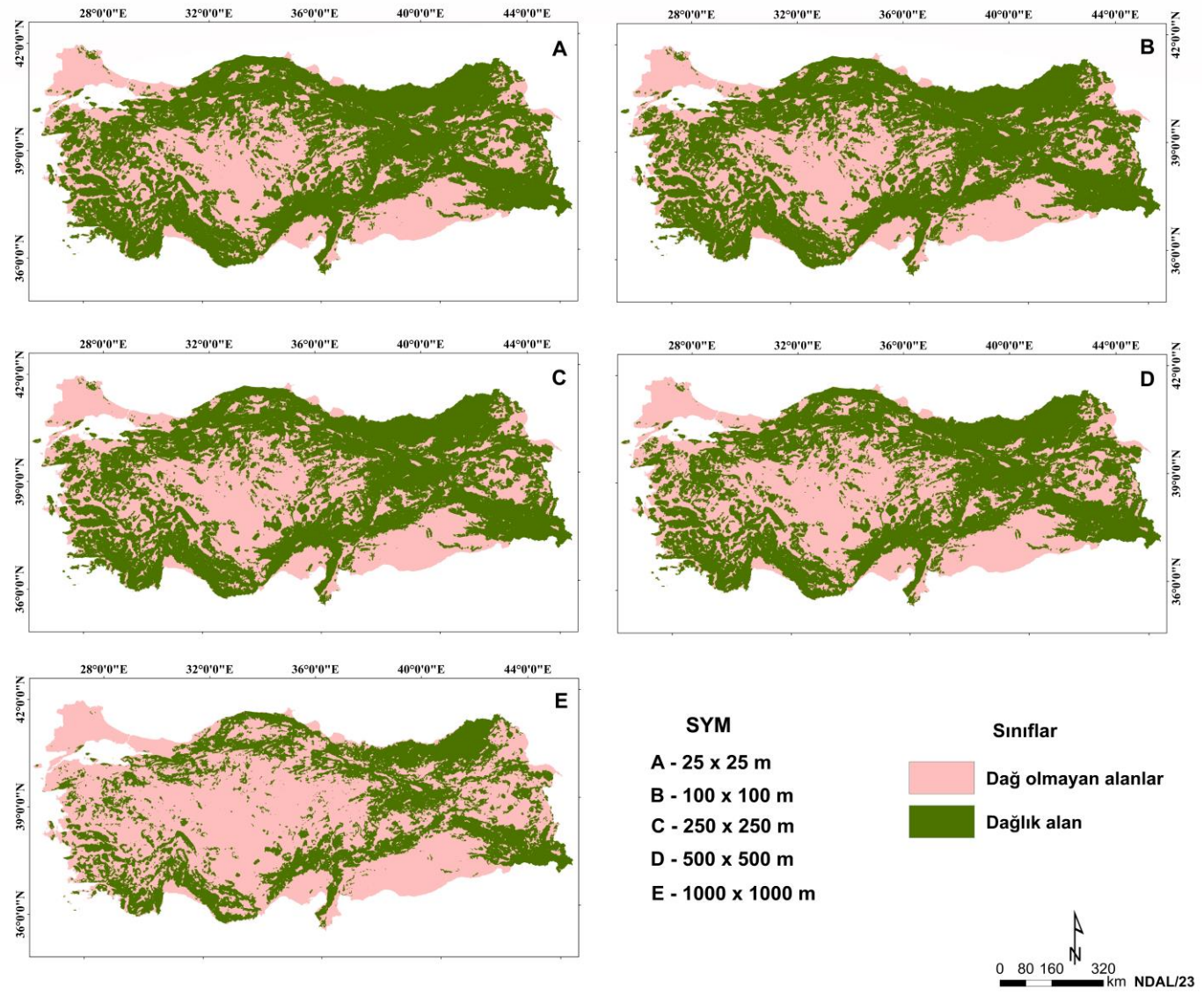
Bu ön aşamada herhangi bir eşik değeri koymadan yansıtılan topoğrafik rölyef parametresinde analiz pencere boyutu (yarıçap) tüm SYM'ler için sabit tutulmuştur. Amaç aynı yarıçap boyutuna sahip örneklem-analiz pencere boyutunda hesaplanan rölyef değerlerindeki farklılıkları gözlemlemek olmuştur. Buna göre analiz pencere boyutu 2.5 km (yarıçap) olarak sabit bırakılmıştır. Tablo 4.3'te görüleceği üzere rölyef parametresinin filtreli değerleri de bulunmaktadır. Bu parametreyi oluşturduktan sonra düşük (hafif) bir filtreden geçirilmiş ve diğer hesaplamalar bunun üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bunun nedeni özellikle nispeten yüksek çözünürlüklü SYM'ler ile çalışırken görüntüyü biraz homojen hale getirmek ve ilerleyen aşamalarda oluşacak gürültülerin az da olsa önüne geçmektir.



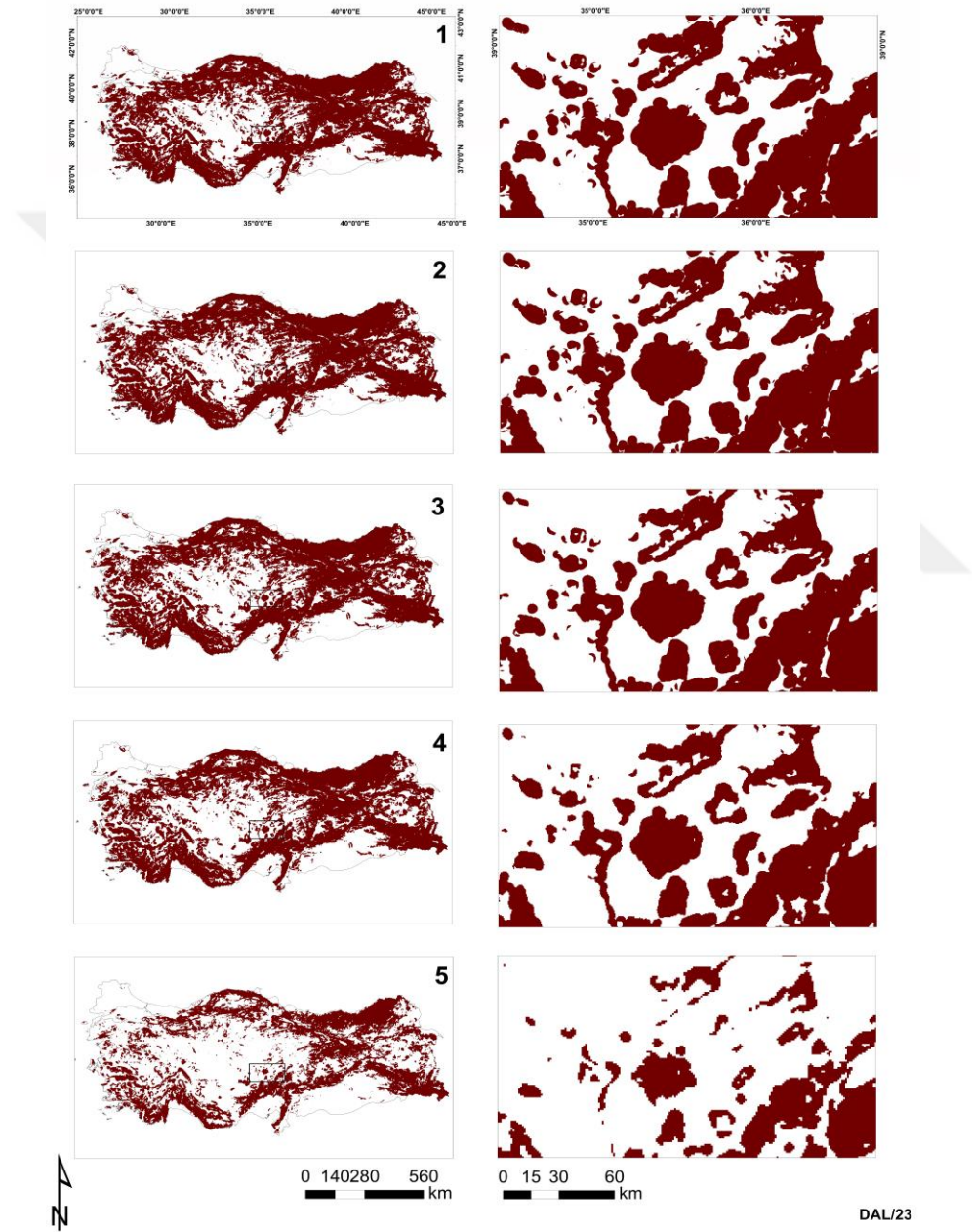
Şekil 4.4: Farklı çözünürlüklere uygulanan topoğrafik rölyef parametresi (A ve B şekilleri farklı çözünürlükte her bir SYM için daha yakın bir görüntü sağlar. A sahası Erciyes dağı ve çevresine yaklaşmış, B sahası ise Muş ovası ve çevresine yaklaşmış görüntü içermektedir)

Küresel bazı dağ sınıflamaları düşük çözünürlük kullanarak makro yer şekillerini tanımlarken temelde mantık olarak daha büyük boyuttaki yer şekillerini algılayabilmek adına bu ölçekleri tercih etmişlerdir. Örneğin daha önce bahsettiğimiz küresel kapsamdaki ilk girişim olan K1 sınıflaması 1000 m çözünürlük üzerinden dağlık alanları sınıflandırmışlardır. Fakat Şekil 4.4'te görüleceği üzere 1000 m çözünürlükteki bir SYM'den hesaplanan parametre değerleri veri kayıplarından dolayı azalmaktadır. Bu da doğrudan dağ oranını negatif yönde etkilemektedir. Aynı şekil üzerinde odaklanılan A ve B alanlarına da bakacak olursak daha düşük çözünürlüğe doğru gidildikçe görüntü bulanıklaşmakta ve tanımlanacak dağlık alan ile çevresindeki birimler arasındaki sınır ilişkileri belirsizleşmektedir. Ayrıca rölyef parametresi hesaplandıktan sonra uygulanacak eşik değeri ile beraber dağlık alan oranlarının farklı çözünürlükte (aynı yarıçapa sahip örneklem pencere boyutu dahilinde) etkileri daha belirgin olmaya başlayacaktır. Özellikle 250 m çözünürlükten sonra (500 m ve 1000 m çözünürlüklerde) bu farklar belirgindir (Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da 3. haritadan 5. haritaya doğru).

Bu farkları daha iyi anlayabilmek için oluşturan haritaya baktığımız zaman ki bu temelde dağ tanımı için eşik değerinin (bu çalışma için 300 m) belirlenmesiyle beraber ikinci aşamayı oluşturur. Buna göre şekil 4.5 ve 4.6 da dağ ve dağlık olmayan alanların farklı SYM'lerdeki dağılışı gösterilmiştir. İlk bakışta harita üzerinde açıkça görülen A haritasından (25 m çözünürlükten) E haritasına doğru (1000 m çözünürlüğe) bej renk ile renklendirilen dağ olmayan alanların daha geniş yer kaplayıp, yeşil renkle gösterilen dağ olarak tanımlanan alanların ise kapladığı alandaki azalımdır. 2.5 km lik yarıçapa sahip analiz (örneklem) pencere boyutunda hesaplanan topoğrafik rölyefin toplam alanı ile (her bir SYM üzerinde ayrı ayrı hesaplanan) Şekil 4.5'te gösterilen dağ ile dağ olmayan alanları hesapladığımızda SYM'ler arasında oransal olarak nasıl bir değişim olduğu anlaşılmıştır (Tablo 4.4). Buna göre; 25 m ile 100 m çözünürlükteki SYM'ler arasında oransal dağılışı bir fark yoktur. Fakat 250 m den sonra çözünürlük düştükçe dağlık oranı azalmakta, dağ olmayan alanların oranı ise artmaktadır. Tablo 4.4'de de görüleceği üzere 1000 m SYM kullanıldığında dağ olmayan alanlar, dağ alanlarından oransal olarak daha fazla çıkmaktadır.



Şekil 4.5: Farklı çözünürlükte SYM’ler üzerinde Dağ ve Dağlık Alan Olmayan Alanların Dağılışı



Tablo 4.4: Farklı Çözünürlükte SYM’ler Üzerinde Dağ Ve Dağlık Alan Olmayan Alanların Oranları

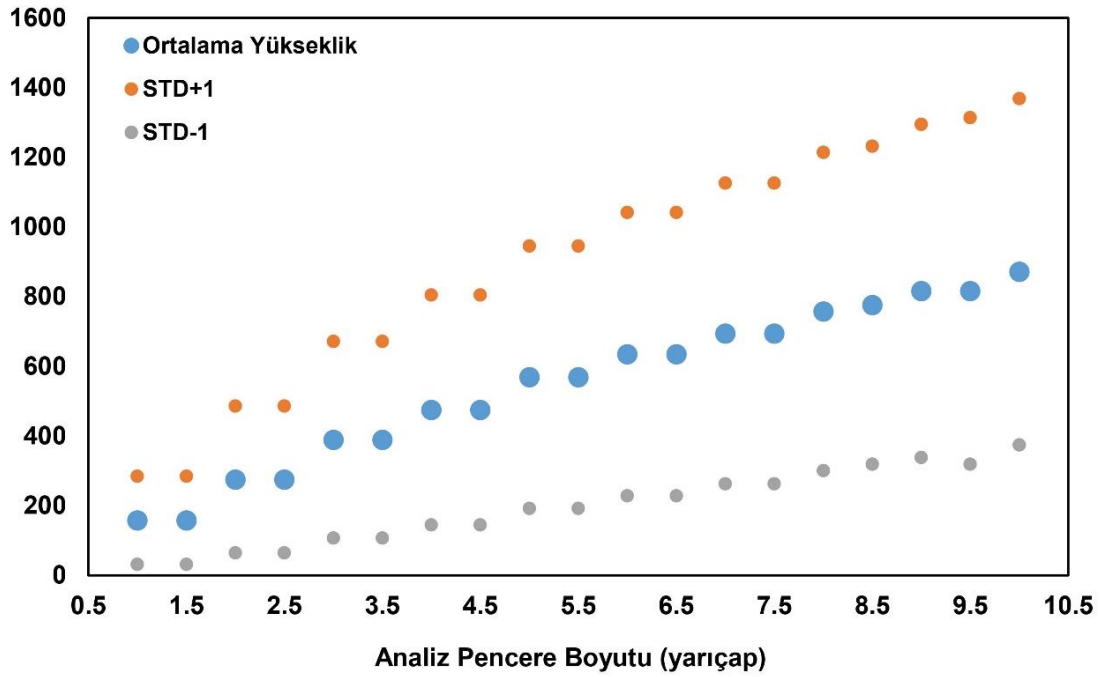
SYM (m)	Alan (TR) km ²	Dağ yok %	Dağ var %
25x25	782428	39	61
100x100	780268	39	61
250x250	780264	41	59
500x500	782441	45	55
1000x1000	780206	63	38

Şekil 4.6: Farklı Çözünürlükte SYM’ler Üzerinde Dağ ve Dağlık Alan Olmayan Alanların Dağılışı-2

Sonuç olarak kullanılan aynı yarıçapa sahip örneklem pencere boyutunda hesaplanan farklı SYM'lerin dağ tanımına etkisi vardır. Bu etki özellikle çözünürlük düştükçe kendini göstermekte ve dağ tanımını eksik yapmaktadır. Bu eksiklik veri kayıplarındaki artışa bağlı olarak araziye gerçek sayısal değerleriyle temsil edememesinden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla morfolojik parametrelerin eşik değerleri bundan olumsuz etkilenmekte bu da sınıflandırılan yer şeklinin doğruluğunu sorgulatmaktadır.

4.3.2. Farklı Yarıçaplara Sahip Analiz (örneklem) Pencere Boyutlarının Dağ Tanımına Etkisi

Dağlık alanı en optimum düzeyde tanımlayacak ve sınır ilişkileri en iyi düzeyde olan örneklem-analiz pencere boyutunu (yarıçap) ayarlayabilmek için daha önceki kısımlarda ayrıntıları verilen pencere boyutları ile ilgili çeşitli testler yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan 5 farklı çözünürlükteki SYM'ler için ayrı ayrı 23 farklı yarıçap boyutuna sahip analiz-örneklem pencere boyutunda hesaplanmış topoğrafik rölyef için ortalama ve standart sapma ve bunların farkları hesaplanmış ve dağılım grafikleri incelenmiştir (Şekil 4.7; Şekil 4.8; Şekil 4.9; Şekil 4.10; Şekil 4.11). Farklı yarıçap boyutlardaki örneklem-analiz pencerelere ilişkin istatistiki değerler ise Tablo 4.5; Tablo 4.6; Tablo 4.7; Tablo 4.8; Tablo 4.9 'de verilmiştir.



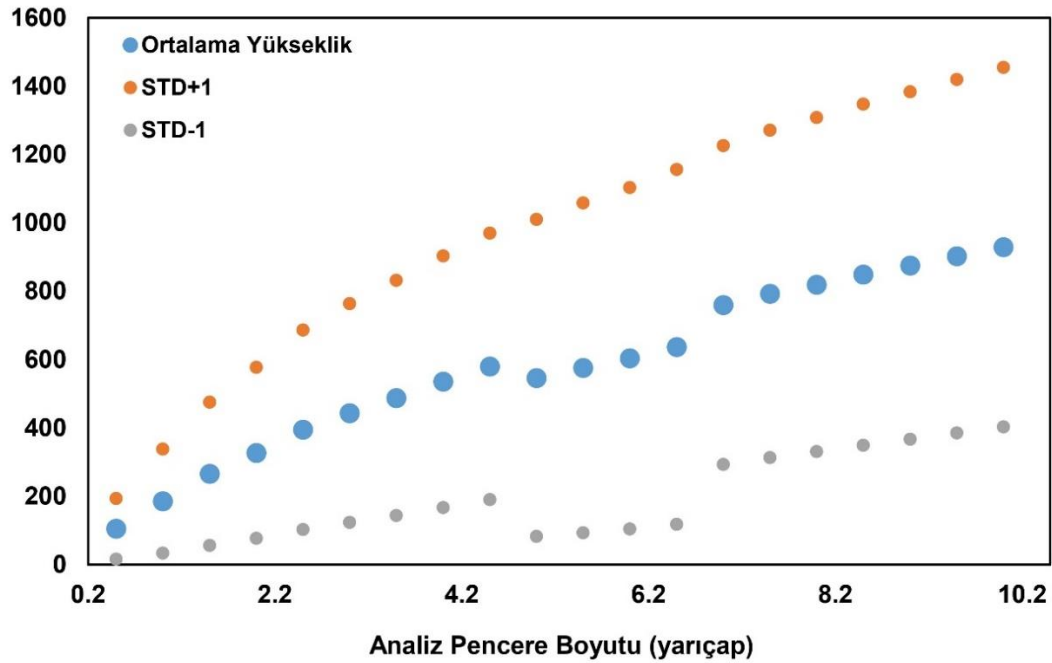
Şekil 4.7: Topoğrafik Rölyef İçin Hesaplan Farklı Yarıçap Boyutuna Sahip Analiz Penceresi İçin İstatistiksel Değerlerin Dağılımı (çözünürlük 1000 x 1000 m)

Tablo 4.5: Topoğrafik Rölyef İçin Hesaplan Farklı Yarıçap Boyutuna Sahip Analiz Penceresi İçin İstatistiksel Değerler (çözünürlük 1000 x 1000 m)

NAW (km)	STD	ORT.YÜKSEKLİK	STD+1	STD-1
1	126.41	158.15	284.56	31.74
1.5	126.41	158.15	284.56	31.74
2	210.59	275.30	485.89	64.71
2.5	210.59	275.30	485.89	64.71
3	282.13	389.27	671.40	107.14
3.5	282.13	389.27	671.40	107.14
4	330.05	475.15	805.20	145.10
4.5	330.05	475.15	805.20	145.10
5	376.60	568.58	945.18	191.98
5.5	376.60	568.58	945.18	191.98
6	406.85	635.15	1042.00	228.30
6.5	406.85	635.15	1042.00	228.30
7	431.85	694.54	1126.39	262.69

7.5	431.85	694.54	1126.39	262.69
8	456.73	757.76	1214.49	301.03
8.5	456.73	775.76	1232.49	319.03
9	478.27	816.46	1294.73	338.19
9.5	497.26	816.46	1313.72	319.20
10	497.26	871.64	1368.90	374.38

Hesaplanan pencere boyutları 250 m yarıçaptan başlamakta ve 10 km yarıçapa kadar gitmektedir. Bazı çözünürlüklerde örneğin 1000 m’de 250 m ve 500 m yarıçaplarda anlamlı sonuçlar çıkmadığı için tablo ve grafiklere bu değerler yansıtılmamıştır. 250 m ve daha yüksek çözünürlüklerde bu sorunlarla karşılaşılmamıştır. 15 km ve 20 km yarıçapında pencere boyutlarında da hesaplamalar yapılmıştır. Fakat 10 km den sonra haritada meydana gelen bozulmalardan dolayı bozulmayı yansıtması bakımından 10 km yarıçap sınır kabul edilmiştir.

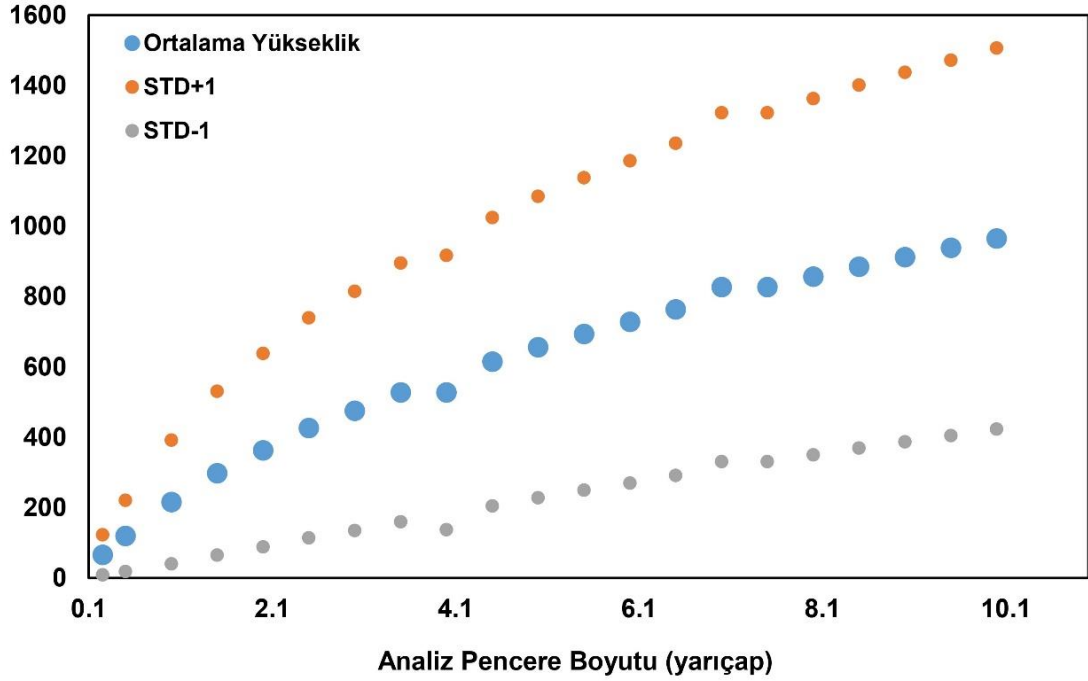


Şekil 4.8: Topoğrafik Rölyef İçin Hesaplan Farklı Yarıçap Boyutuna Sahip Analiz Penceresi İçin İstatistiksel Değerlerin Dağılımı (çözünürlük 500 x 500 m)

Tablo 4.6: Topoğrafik Rölyef İçin Hesaplan Farklı Yarıçap Boyutuna Sahip Analiz Penceresi İçin İstatistiksel Değerler (çözünürlük 500 x 500 m)

NAW (km)	STD	ORT.YÜKSEKLİK	STD+1	STD-1
0.5	88.52	105.33	193.85	16.81
1	152.07	186.14	338.21	34.07
1.5	209.66	266.21	475.87	56.55
2	250.44	327.59	578.03	77.15
2.5	291.91	395.17	687.08	103.26
3	319.98	444.00	763.98	124.02
3.5	343.95	488.10	832.05	144.15
4	368.33	535.66	903.99	167.33
4.5	390.07	580.47	970.54	190.40
5	463.98	546.82	1010.80	82.84
5.5	482.38	576.33	1058.71	93.95
6	499.21	604.08	1103.29	104.87
6.5	518.95	637.51	1156.46	118.56
7	466.62	760.20	1226.82	293.58
7.5	478.98	792.85	1271.83	313.87
8	488.79	819.69	1308.48	330.90
8.5	499.05	848.83	1347.88	349.78
9	508.27	875.71	1383.98	367.44
9.5	517.32	903.02	1420.34	385.70
10	525.90	929.70	1455.60	403.80

Tablo 4.6 'da (Tablo 4.5; Tablo 4.7; Tablo 4.8; Tablo 4.9 da olduğu gibi) görüldüğü üzere pencere boyutunun (NAW) artması ile standart sapma arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Pencere boyutunun giderek büyümesi standart sapmanın ortalamadan uzaklaşmasıyla sonuçlanmaktadır. Böylece verinin ortalamalardan uzak yerlerde dağıldığını, nispeten pencere boyutunun küçülmesiyle daha küçük standart sapmanın verinin ortalamaya daha yakın dağılımını sağladığını söyleyebiliriz. Aynı şekilde ortalama değer ile ilişkilendirdiğimiz de STD+1 ve STD-1 değerleri de bu yorumu desteklemektedir (Şekil 4.7; Şekil 4.8; Şekil 4.9; Şekil 4.10; Şekil 4.11).



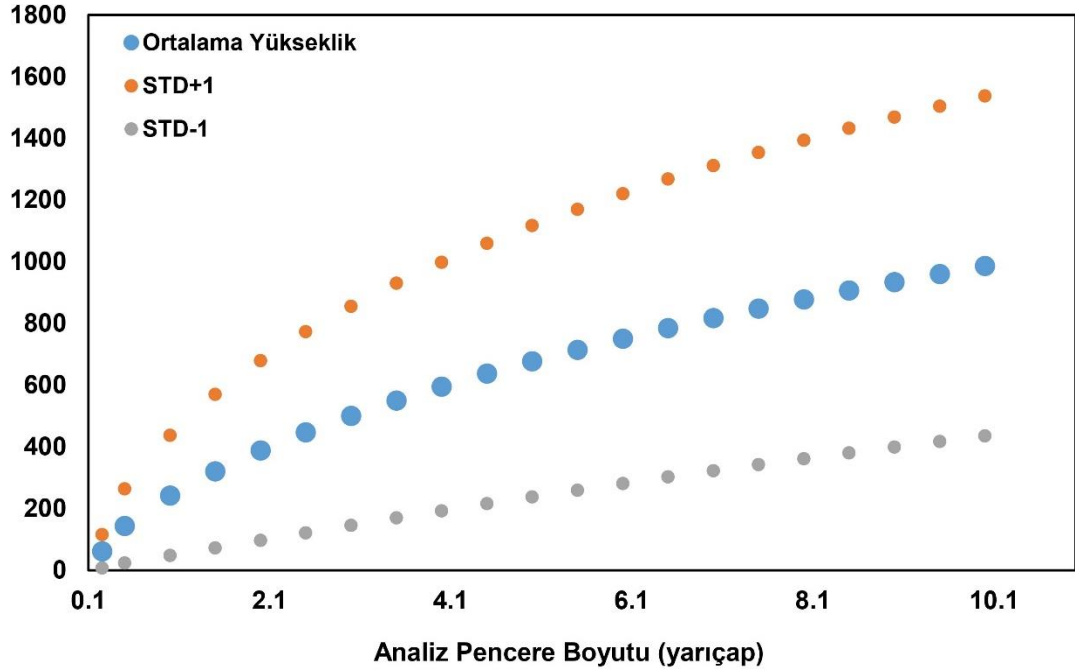
Şekil 4.9: Topoğrafik Rölyef İçin Hesaplan Farklı Yarıçap Boyutuna Sahip Analiz Penceresi İçin İstatistiksel Değerlerin Dağılımı (çözünürlük 250 x 250 m)

Tablo 4.7: Topoğrafik Rölyef İçin Hesaplan Farklı Yarıçap Boyutuna Sahip Analiz Penceresi İçin İstatistiksel Değerler (çözünürlük 250 x 250 m)

NAW (km)	STD	ORT.YÜKSEKLİK	STD+1	STD-1
0.25	56.78	66.38	123.16	9.60
0.5	101.13	119.78	220.91	18.65
1	175.52	216.41	391.93	40.89
1.5	232.79	298.14	530.93	65.35
2	275.00	363.63	638.63	88.63
2.5	312.78	426.96	739.74	114.18
3	339.92	475.52	815.44	135.60
3.5	367.47	527.92	895.39	160.45
4	389.64	527.61	917.25	137.97
4.5	409.67	615.24	1024.91	205.57
5	428.24	656.83	1085.07	228.59
5.5	444.13	694.18	1138.31	250.05
6	458.12	728.35	1186.47	270.23
6.5	472.17	764.03	1236.20	291.86
7	495.77	827.26	1323.03	331.49

7.5	495.77	827.26	1323.03	331.49
8	506.27	856.94	1363.21	350.67
8.5	516.09	885.68	1401.77	369.59
9	524.94	912.39	1437.33	387.45
9.5	533.38	938.69	1472.07	405.31
10	541.72	965.41	1507.13	423.69

Şekil 4.10: Topoğrafik Rölyef İçin Hesaplan Farklı Yarıçap Boyutuna Sahip Analiz Penceresi İçin İstatistiksel Değerlerin Dağılımı (çözünürlük 100 x 100 m)



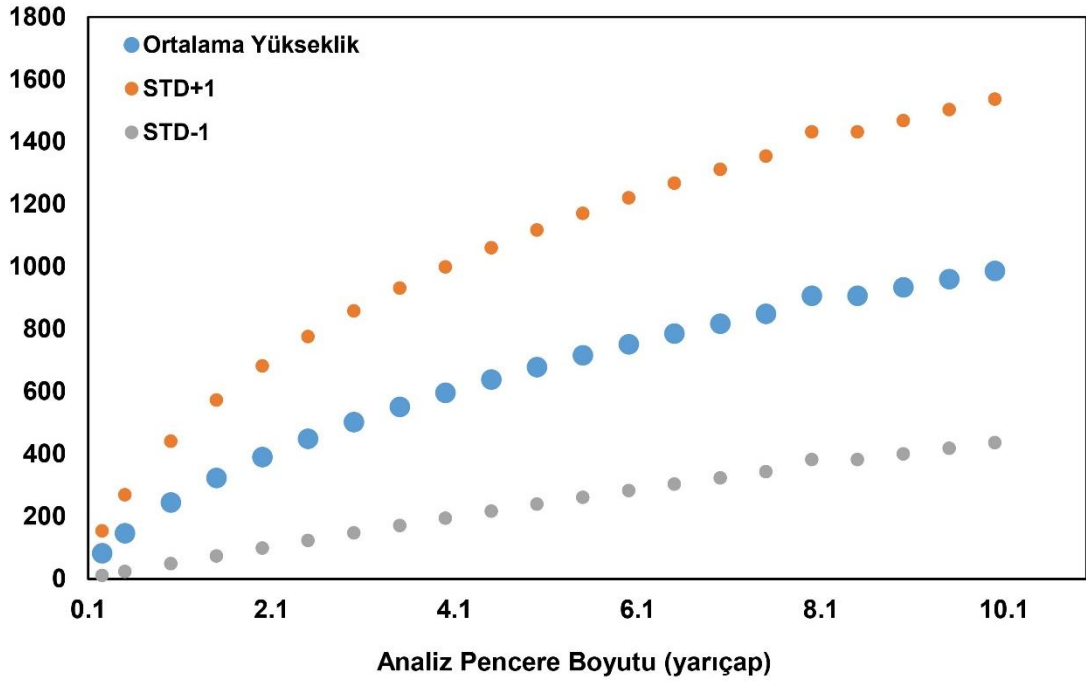
Tablo 4.8: Topoğrafik Rölyef İçin Hesaplan Farklı Yarıçap Boyutuna Sahip Analiz Penceresi İçin İstatistiksel Değerler (çözünürlük 100 x 100 m)

NAW (km)	STD	ORT.YÜKSEKLİK	STD+1	STD-1
0.25	53,90	62,03	115,93	8,13
0.5	120,31	143,84	264,15	23,53
1	194,59	242,75	437,34	48,16
1,5	248,62	321,46	570,08	72,85
2	291,01	388,50	679,51	97,50
2.5	325,71	447,68	773,38	121,97
3	354,98	501,08	856,05	146,10
3.5	380,52	550,63	931,15	170,11

4	402,51	595,81	998,31	193,30
4.5	422,09	638,27	1060,35	216,18
5	439,49	677,96	1117,45	238,47
5.5	455,13	715,29	1170,42	260,16
6	469,56	751,19	1220,75	281,63
6,5	482,84	785,52	1268,36	302,68
7	494,82	817,63	1312,45	322,81
7.5	506,06	848,85	1354,91	342,79
8	516,33	878,35	1394,68	362,02
8.5	526,04	907,22	1433,26	381,18
9	534,97	934,64	1469,61	399,67
9.5	543,31	961,07	1504,38	417,76
10	551,17	986,69	1537,86	435,52

Bu özelliklere örneğin Şekil 4.11 deki bir grafik üzerinden bakacak olursak; (Şekil 4.7; Şekil 4.8; Şekil 4.9; Şekil 4.10 de de olduğu gibi) pencere boyutundaki artış verideki toplam sayının artmasıyla sonuçlanmaktadır.

Şekil 4.11: Topoğrafik rölyef için hesaplan farklı yarıçap boyutuna sahip analiz penceresi için istatistiksel değerlerin dağılımı (çözünürlük 25 x 25 m)



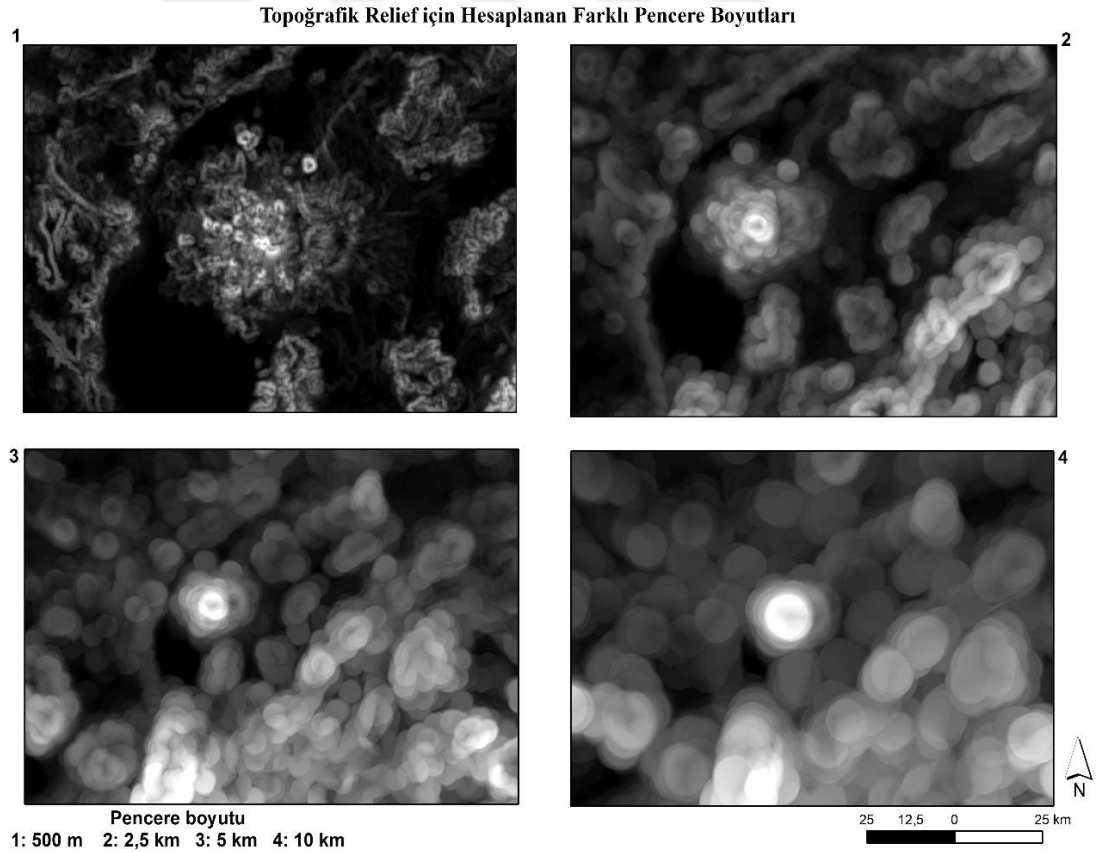
Tablo 4.9: Topoğrafik rölyef için hesaplan farklı yarıçap boyutuna sahip analiz penceresi için istatistiksel değerler (çözünürlük 25 x 25 m)

NAW (km)	STD	ORT.YÜKSEKLİK	STD+1	STD-1
0.25	71.64	82.82	154.46	11.18
0.5	122.65	146.59	269.24	23.94
1	196.33	245.35	441.68	49.02
1.5	249.79	323.71	573.5	73.92
2	291.85	390.61	682.46	98.76
2.5	326.38	449.8	776.18	123.42
3	355.4	503.02	858.42	147.62
3.5	380.42	551.77	932.19	171.35
4	402.35	597.02	999.37	194.67
4.5	421.77	639.33	1061.1	217.56
5	439.12	679.05	1118.17	239.93
5.5	454.79	716.59	1171.38	261.8
6	469.06	752.18	1221.24	283.12
6.5	482.13	786.05	1268.18	303.92
7	494.14	818.31	1312.45	324.17
7.5	505.25	849.2	1354.45	343.95
8	525.11	907.3	1432.41	382.19
8.5	525.11	907.3	1432.41	382.19
9	533.99	934.65	1468.64	400.66
9.5	542.32	961.05	1503.37	418.73
10	550.12	986.52	1536.64	436.4

Belli bir boyuta kadar örneğin 10 km ye kadar nispeyen daha az olan artış, 15 km ve 20 km lik yarıçaplara sahip örneklem-analiz pencere boyutları uygulandığında artışın düzensiz şekilde ilerlediğini göstermiştir. Dolayısıyla ortama değerler ve standart sapmada da benzer bir eğilim vardır. İlgili tablo ve grafiklerde de görüldüğü üzere analiz-örneklem pencere boyutunun yarıçapı (NAW) arttıkça ortalama değer artmakta standart sapma oranı artmakta ve ortalamadan uzaklaşarak dağılım göstermektedir. Nispeten daha düşük çözünürlükteki SYM’lerde bu oranlar dağılım grafiklerinde daha düzensiz izlenmiş daha yüksek çözünürlüklerde ise verilerin pencere boyutu (yarıçap) arttıkça ortalamadan uzaklaştığı görülse de daha stabil dağıldığı izlenmiştir.

Makro yer şekillerinin tanımlanması sırasında analiz penceresine uygulan farklı yarıçaplar genelleştirmenin sağlanması ile topoğrafyadaki küçük unsurların elimine olmasını sağlamaktadır. Fakat bu komşuluk analizleri sırasında üretilen haritalar seçilen

istatistik türü ne olursa olsun hesaba katılacak bilgileri komşularından aldığı için analiz-pencere yarıçapının boyutu dolayısıyla genellemelerin dikkatle yapılmasını gerektirmektedir. Analiz penceresindeki yarıçap değişimi dağların çevresindeki diğer makro yer şekilleri ile sınır ilişkilerini doğrudan etkiler. Dolayısıyla yapılan dağ tanımını değiştirir. Her değişim yeni bir haritayla sonuçlanır. Yukarıda NAW boyutlarının değişimine bağlı olarak hesaplanan rölyef değeri üzerindeki istatistiksel değerlerin değişimiyle bunların haritalarını karşılaştırdığımız da 2.5 km den sonra standart sapmalar ortalara değerden belirgin şekilde uzaklaşmaktaydı ve 2.5 km den sonra uygulanan daha büyük boyutlardaki NAW'lar haritalarda göstermiştir ki dağ sınır ilişkileri de bozulmaktadır (Şekil 4.12).

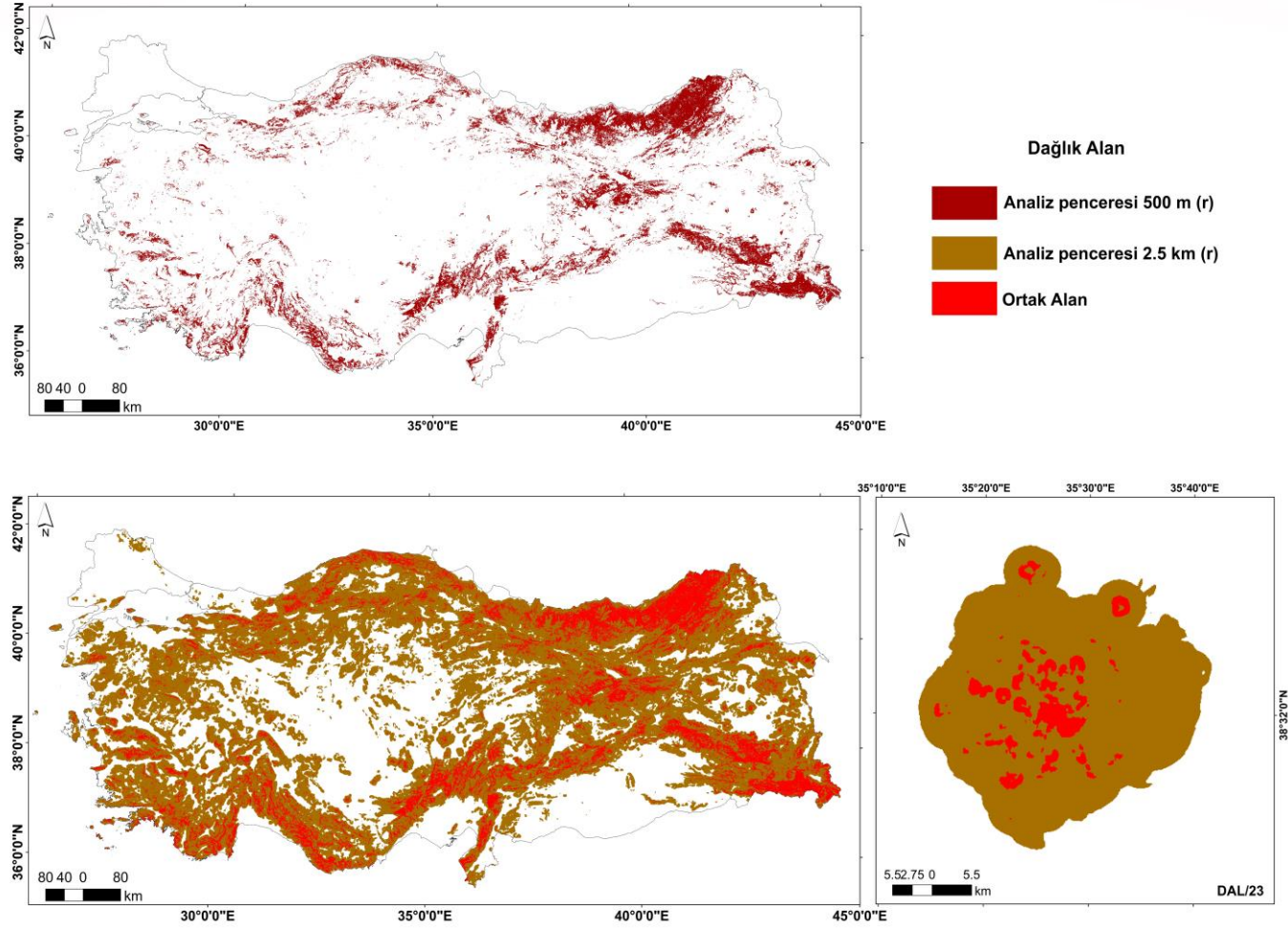


Şekil 4.12: 100 m Çözünürlükteki SYM Verisi Üzerinden Hesaplanan Topoğrafik Rölyef'in Farklı Pencere Boyutlarında (R) Erciyes Dağ'ı ve Çevresine Ait Görüntüleri

Şekil 4.12 de ki 1. görüntüde görüldüğü üzere 500 m boyutunda bir NAW kullanılmıştır. Bu haritada dikkatimizi çeken dağın içindeki boşluklardır. Aynı şekilde 2. Haritada ise 2.5 km'lik bir NAW boyutu görmekteyiz. Diğer (1.) hariyata göre nispeten daha homojen bir görüntü olduğunu ve boşlukların olmadığını görmekteyiz. 3. ve 4. haritalara baktığımızda ise sırayla 5 km ve 10 km yarıçap kullanıldığını görüyoruz. Hesaplamalar, görüntülerdeki bozulma ve dağ sınır ilişkilerindeki netliğin olmadığı haritalarla sonuçlanmıştır. Sonuç olarak, pencere yarıçap boyutundaki artışın 2,5 km' den sonra iyi sonuçlar üretmediği görülmüştür. En önemli fark sınırlarda bozulma ve taşmalardır ve özellikle 5 km den (Şekil 4.12 de 3. harita) sonra bozulmanın yüksek oranda arttığını söylemek mümkün olmuştur.

Analiz pencereleri arasındaki farkları görmek için örneğin; Şekil 4.13'de ki Erciyes Dağı ve çevresinden verilen örnek haritalardan 1. harita (500 m yarıçap NAW) ile 2. Haritayı (2.5 km yarıçap NAW) Türkiye için karşılaştırdığımızda sonuç daha çarpıcı şekilde görünecektir. Buna göre Şekil 4.13'e bakacak olursak; analiz pencere yarıçap boyutunu 500 m olarak kullandığımız zaman ortaya çıkan sınıf alanı 85424 km² olurken analiz pencere boyutunu 2.5 km (yarıçap) olarak belirlediğimiz de ise alan 126.827 km² dir. Haritada kahverengi ile gösterilen saha 2.5 km (yarıçap) pencerenin farklarıdır bu oran ise 41403 km² dir. Harita içinde özellikle Erciyes Dağı'na odak noktamızı çevirecek olursak sağ taraftaki küçük haritada kırmızı ile gösterilen ve iki analiz penceresinin ortak olan tanımladığı alanın oransal olarak az olduğunu görebiliyoruz. Kahverengi ile gösterilen alan ise 2.5 km (yarıçap) analiz penceresi kullanıldığında dağ'ın tamamını içine aldığını söyleyebiliriz.

DAĞ TANIMINDA FARKLI ANALİZ PENCERELERİ



Şekil 4.13: İki Farklı Yarıçapa Sahip Analiz-Örneklem Penceresinin (500 m ve 2.5 km NAW) Karşılaştırılması

4.3.3. Makro Yer şekillerinin Çok Ölçekli Tanımı-Dağ Sınır İlişkileri Örneği

Sayısal yükseklik modellerinin çözünürlüğü ve analiz penceresinin boyutu (yarıçap), morfolojik değişkenlerde ve arazi özelliklerine bağlı olarak morfometrik özelliklerin tanımlanmasında önemli bir rol oynamaktadır (Ehsani, Quiel ve Malekion, 2010: 419-420). Bu tez çalışmasında farklı yarıçap boyutlarına sahip analiz pencerelerinin ve SYM çözünürlüklerinin makro yerşekli sınıflaması üzerindeki tanımsal ve alansal ortaya çıkardığı farklılıklar incelenmiştir. Dağlar topoğrafik rölyefin bir ürünüdür ve dağ tanımlarında sınır ilişkilerin belirlenmesinde parametrenin eşik değeri ve seçilecek pencere boyutu doğruluğu etkilemektedir. Bu açıdan değişen ölçeklerin ve analiz pencerelerin sınır ilişkilerini nasıl etkilediğine örnek bir alanda bakılmıştır. Şekil 4.14 de görüldüğü üzere Muş Ovası ve çevresi mekansal ölçeğinde çok ölçekli ve çok boyutlu pencere analizleri topoğrafik rölyef açısından sınır ilişkilerindeki değişimi açıkça göstermektedir. Dağlık alanı en optimum düzeyde tanımlayacak ve sınır ilişkileri en iyi düzeyde olan yarıçap boyutuna sahip örneklem-analiz boyutunu anlayabilmek için 20 farklı analiz penceresinde harita üretilmiş ve Şekil 4.14 de görüleceği üzere bunlardan 5 farklı yarıçaplara sahip pencere boyutu için farklı çözünürlükte örnekleme verilmiştir. Bu haritalar ölçek ve pencere değişimin iki farklı makro yerşeklinin alanını ve sınır ilişkilerini nasıl etkilediğini göstermektedir. Pencere boyutunda (farklı yarıçap boyutları) meydana gelen artış ova alanını negatif yönde etkilemekte ve sınır ilişkileri ortadan kalkmaktadır. Adeta dağ ovaya karışmaktadır. Kabarma haritası yardımıyla sınır ilişkilerindeki bozulmaya dikkat çekmek için ova sınırı çizilerek gösterilmiştir.

Hangi çözünürlükte olursa olsun özellikle 1 km den 10 km (yarıçap) ye doğru analiz pencere boyutundaki artışın ova-dağ sınır ilişkisini bozduğu haritalardan net şekilde anlaşılmaktadır. Sınırlardaki bozulma ve taşmalar 5 km yarıçap boyutundaki analiz penceresinden sonra yüksek oranda artmıştır. Yapılan hesaplamalara göre aynı çözünürlükte (100 m SYM) üretilen topoğrafik rölyef parametresinde 1km ve 2.5 km yarıçap boyutlarına sahip pencereler arasındaki değişim oranı % 26 iken, 1km den 10 km

ye değişim oranı ise %87 oranına yükselmiştir (2.5 km ile 5 km arası değişim oranı, %59, 5 km ile 7 km arasındaki değişim oranı %30 ve 7 km ile 10 km arasındaki değişim oranı %53 şeklindedir) Sadece SYM çözünürlüğünü dikkate aldığımızda 1 km analiz-örneklem pencere boyutunda (yarıçap) 100 m ile 1000 m çözünürlük arasındaki değişim oranını sadece % 14.5 olarak vermiştir (100 m ile 250 m çözünürlük arasındaki değişim oranı % 0.2, 250 m ile 500 m arasındaki değişim %6, 500 m ile 1000 m arasında %10). Yapılan hesaplamalar ve haritalar dağ-ova sınır ilişkileri arasındaki değişimin sayısal yükseklik modelinin çözünürlüğünden ziyade seçilen analiz-örneklem pencere boyutundan daha fazla etkilendiğini ortaya çıkartmıştır.

Yapılan haritalar ve makro yer şekillerinin sınır ilişkileri açıkça görölmektedir ki SYM kullanılarak yapılan otomatik sınıflandırmalarda parametrelerin bir morfolojik yapıyı doğru tanımlayabilmesi için analiz penceresinin o sahanın yapısına göre optimum boyutta (optimum yarıçap) ayarlanması zorunludur. Aksi takdirde 10 km'lik yarıçapa sahip analiz-örneklem pencere boyutuyla gösterilen alanda ova tabanı olan kısımlar bile bir dağ olarak sınıflanabilmektedir (Şekil 4.14).

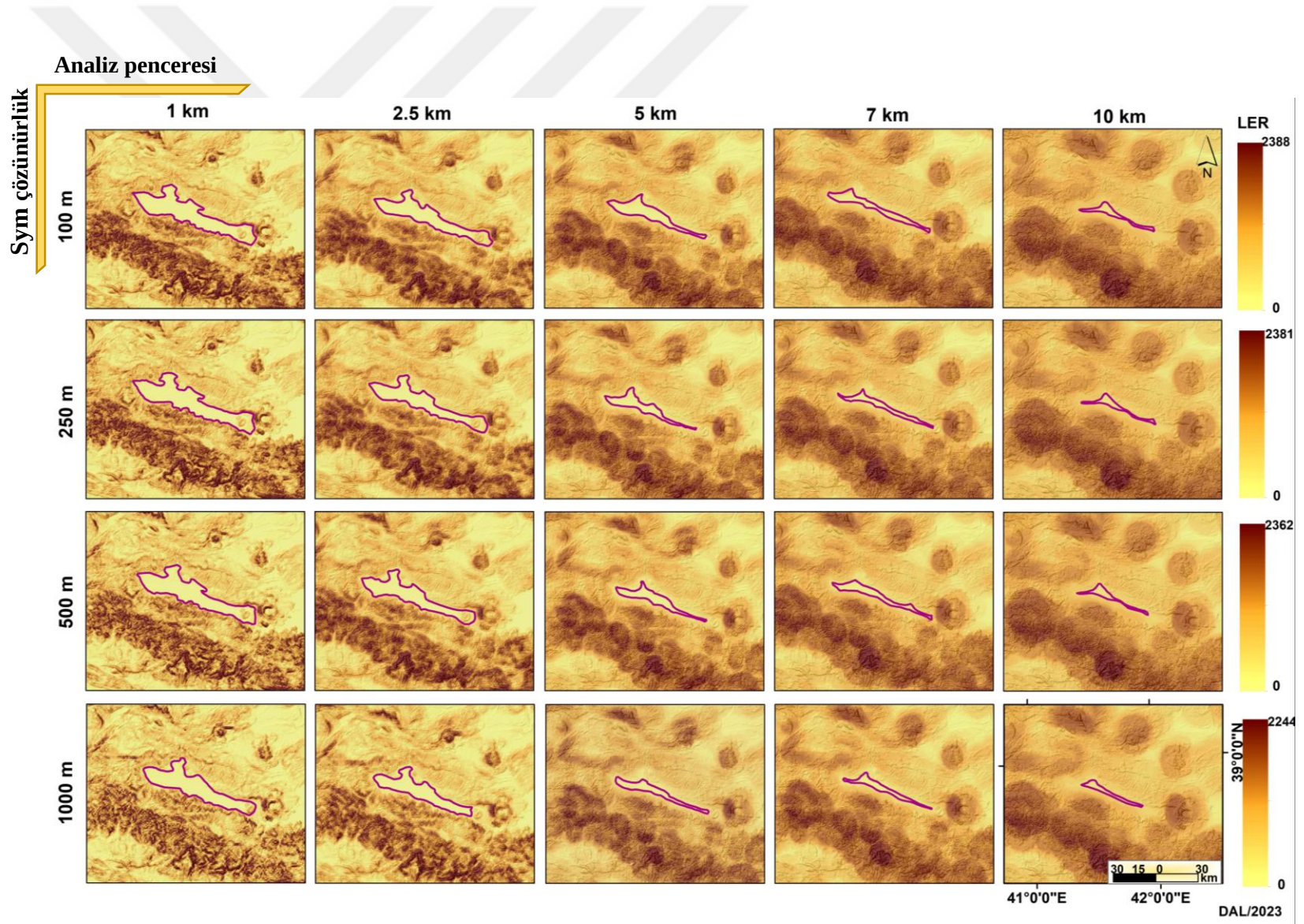
Bu kapsamda yapılan değerlendirme de örneklem-analiz pencere boyutunun (yarıçap) üç önemli özelliğine vurgu yapmak gerekir. Bunlar;

1. Pencere boyutunun çapı (radius-yarıçap) azaldıkça dağ olarak belirlediğimiz yer şekli içinde düzlükler ön plana çıkmakta ve dağ olarak tanımlayamayacağımız bir noktaya gidebilecektir.
2. Pencere boyutunun çapı arttırdıkça dağ eteğindeki ovalık ya da düzlük alanlarda bu alana girmeye başlayacak ve düz alanları da dağ olarak çıkartmaya başlayacaktır.
3. Haritada yapacağımız genelleştirme dağ sınır ve komşu alanları etkileyeceğinden genelleştirme kapasitesini dolayısıyla pencere örneklem çerçevesinin olabilecek en optimum seviyede yakalamak gerekmektedir. Genelleştirme de ortaya çıkan bu problemler ve dolayısıyla analiz-pencere pencere boyutunun (farklı yarıçaplara sahip) dağlık alandaki etkisi çok yüksektir.

Analiz penceresinin etkisine Türkiye ölçeğinde 6 farklı pencerenin mekansal ve oransal dağılışı kapsamında bakacak olursak bu etkiyi daha iyi anlayabiliriz;

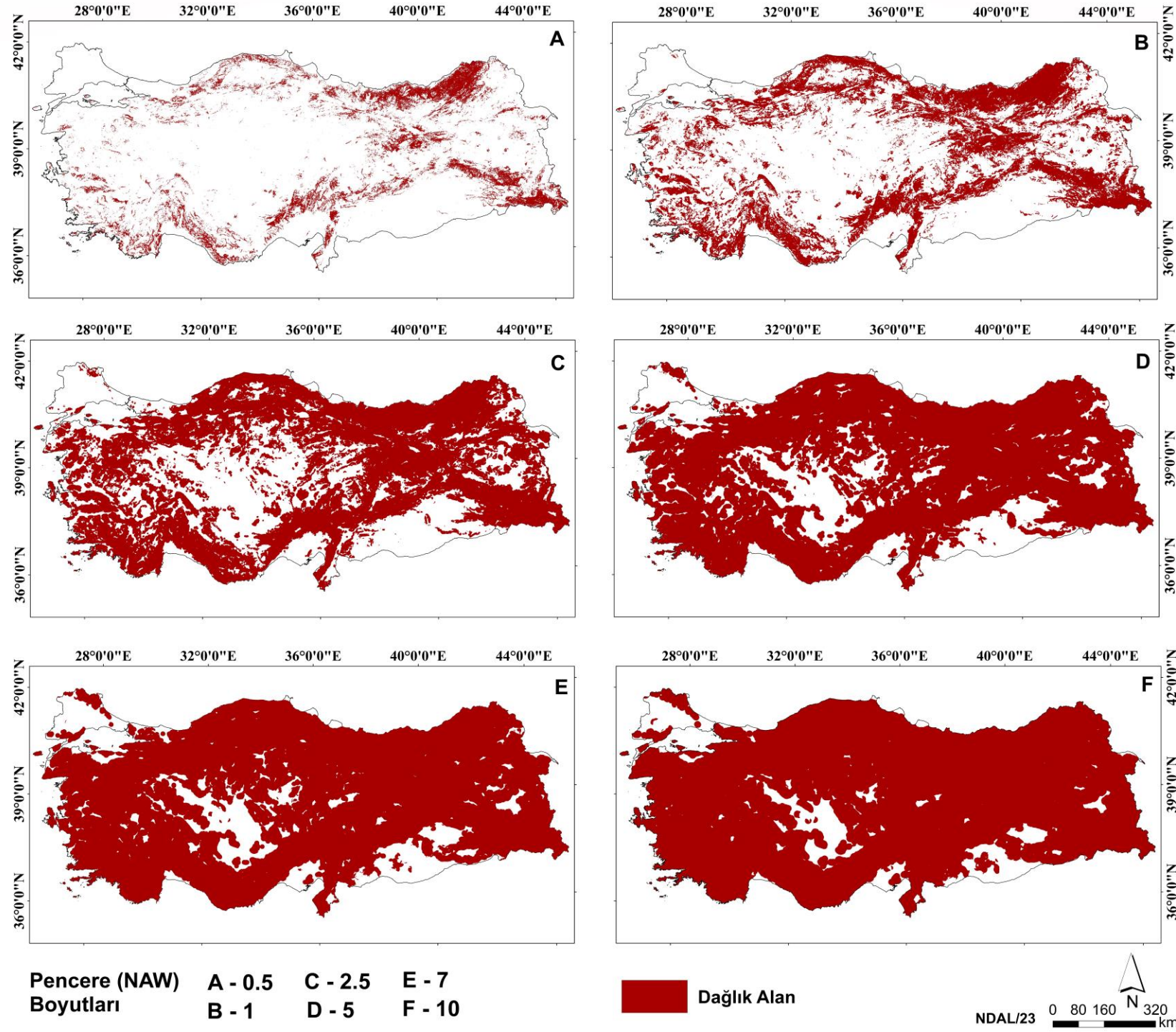
Şöyle ki ortak uzamsal çözünürlüğe sahip (100 x100 m) olan ve farklı yarıçap boyutunda pencerelerle hesaplanmış Türkiye topoğrafik rölyef haritalarında (ki bu tez çalışmasında dağ tanımı bu parametreye göre yapılmaktadır) pencere boyutu artıkça (artan yarıçap) dağlık alan oranı artmaktadır (Tablo 4.10). Şekil 4.15’de ki A haritasına bakacak olursak bu haritada 0.5 km lik (yarıçap) bir NAW kullanılmıştır. Haritada dağlık arazinin tam olarak tanımlanmadığı ve çok parçalı ve gürültülü bir görüntü ortaya çıktığı görülmektedir. Oransal olarak baktığımız %11 lik bir yüzdeye sahip olması ile birçok sahadaki dağlık alanları tanımlayamadığını görebilmekteyiz.

NAW boyutu 1 km’ye çıktığında (Şekil 4.15 – B haritasında görüldüğü üzere) A haritasındaki parçalı görüntünün kısmen ortadan kalksada aynı problemler devam etmektedir. NAW boyutu 2.5 km ye çıktığında ise gürültü ve parçalı görüntüler optimum düzeyde korunmuş ve sınır ilişkileri daha doğru bir gösterime kavuşmuştur. Bu büyüklük aynı zamanda bu tez çalışmasında dağ tanımının yapıldığı NAW büyüklüğüdür ve dağlık alan oranı %61 dir. 2.5 km’den sonar uygulanan 5km (D), 7km (E) ve 10km (F) NAW’lar da ise düzlük alanlarda dağlık alan içine girmiş ve dağ ile diğer makro yer şekilleri arasında (ova-plato) sınır ilişkileri ortadan kalkmıştır (bunu Şekil 4.14 de de oransal olarak ifade etmiştik) 10 km’lik NAW boyutunda dağlık alan oranı %90’a çıkmıştır.



Şekil 4.14: Farklı Ölçek ve Farklı NAW Boyutlarında Dağ-Ova Sınır İlişkilerinin Çok Ölçekli Hesaplanmış Haritaları

Farklı Boyutta Pencerele (NAW) Göre Dağlık Alanların Dağılışı



Tablo 4.10: Türkiye ölçeğinde farklı NAW boyutlarında dağlık alanların oransal dağılışı

NAW (r)	Alan km ²	Dağlık Alan (%)
0.5	87119	11
1	249384	32
2.5	475574	61
5	612223	79
7	662786	85
10	705010	90

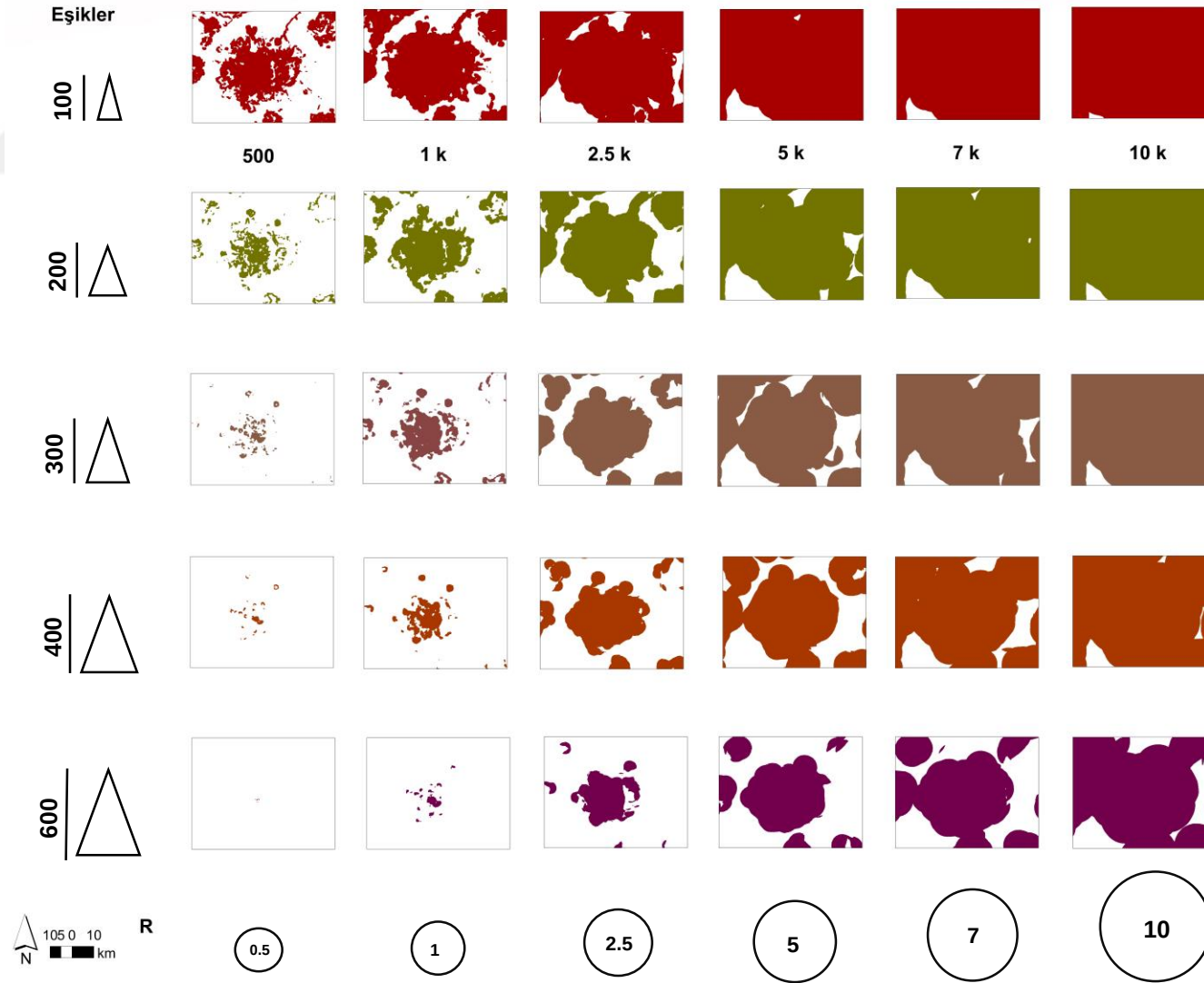
Şekil 4.15 : Türkiye Ölçeğinde Farklı NAW Boyutlarında Dağlık Alanların Dağılışı

4.3.3.1. Farklı Morfolojik Eşikler Dağ Tanımını Nasıl Etkiliyor?

Bu tez çalışmasında Türkiye'deki dağlık alanları tanımlayabilmek ve sınıflandırmak için temelde topoğrafik rölyef parametresi kullanılmıştır. Bu parametrenin hesaplanmasında komşuluk analiz penceresi boyutunun (yarıçap) belirlenmesin için çeşitli NAW eşik testleri yapılmış ve eşik olarak 2.5 km yarıçap boyutuna karar verilmiştir. Daha sonra ise bir morfolojik eşik uygulanmıştır. Morfolojik bir eşiğin kullanılmasının amacı hangi alanın dağlık hangisinin dağlık olmadığına karar verilmesidir. Yapılan çeşitli eşik testleri ve bunların kabartma haritası yardımı ile kontrolleri 300 m eşiğinin (topoğrafik rölyef) tanımlama için daha uygun olduğuna karar vermiştir. Bu çalışmada 5 farklı eşik testi yapılmış ve her biri ayrıca 6 farklı NAW eşiğiyle beraber test edilmiş ve haritalanmıştır (Şekil 4.16 ve Tablo 4.11). Daha önceki kısımlarda da belirtildiği gibi NAW eşik değerinin 2.5 k olarak ideal olduğu belirlenmiştir (dağ ve diğer morfolojik birimler ile olan sınır ilişkileri kapsamında) Buna göre 300 m topoğrafik eşiğin uygulanmasıyla beraber elde edilen sonuç dağlık alanları tanımlamada ve dağ sınır ilişkilerine uymaktadır. Diğer eşiklere bakıldığında örneğin Şekil 4.16 da da görüleceği üzere (2.5 km yarıçap boyutunda analiz penceresi örnekleri kapsamında) 100 m eşik kullanıldığında Erciyes dağının çevresiyle olan sınıf ilişkisi kalmamış ve dağ olmayan alanlarda dağ sınıfına girmiştir. 200 m eşiğine baktığımızda nispeten sınır ilişkileri daha iyi bir konuma gelmiş fakat dağ olmayan alanlarda yine dağ sınıfın içinde kalmıştır örneğin Erciyes Dağının kuzeyindeki alanlarda olduğu gibi. 300 m eşik değerine geldiğimiz hem dağ sınır ilişkilerinin korunduğu hem de dağ ile dağ olmayan alanların bir birinden ayrıldığı bir harita karşımıza çıkmıştır. 300 m den daha yüksek bir eşik kullanıldığında ise örneğin Şekil 4.16 da görüleceği üzere 400 m ve 600 m eşiklerinde dağ olarak tanımlanacak alan eşik yüksek kaldığı için oransal olarak azalmış dağın olduğu bazı sahalar dağ sınıfından çıkmıştır böylece bu aşamada da sınır ilişkileri bozulmuştur.



FARKLI PENCERE VE EŞİK DEĞERLERİ



**Şekil 4.16: Faklı Morfolojik Eşik Değerleri İle Farklı Boyuttaki NAW'ların Local
Bir Sahada (Erciyes Dağı) Gösterimi**

**Tablo 4.11: Türkiye Ölçeğinde Farklı NAW Boyutlarında Dağlık Alanların
Oransal Dağılışı**

NAW (r)	Eşik 100 m	Oran (%)	Eşik 200 m	Oran (%)	Eşik 300m	Oran (%)	Eşik 400m	Oran (%)	Eşik 600m	Oran (%)
0.5	431473	55	208801	27	87120	11	31794	4	2546	0
1	565587	73	389549	50	249384	32	149143	19	45208	6
2.5	683832	88	576878	74	475574	61	377476	48	217097	28
5	737726	95	676171	87	612224	79	544107	70	397669	51
7	754778	97	712101	91	662786	85	611140	78	487235	63
10	767546	98	740773	95	705010	90	667857	86	573819	74

Yukarıda yapılan yorumlar kapsamında Tablo 4.11 e bakacak olursak morfolojik eşik değerlerindeki artış yada azalışın dağlık alanın oranını nasıl etkilediğini anlayabiliriz bu sonuçlar aynı zamanda mekansal olarak Şekil 4.16 da görülen haritalardaki farklılıkları da açıklamaktadır. Tablo 4.11'teki değerleri Türkiye'nin tamamı için hesaplanmış olup örneğin 2.5 km lik bir NAW ile beraber 100 m eşik kullanıldığında dağlık alan oranı % 88, 200 m eşikte %74, 300 m eşikte %61, 400 m'de %48 ve 600 m'de ise % 28 olmuştur. Bu oranlar ve analizler göstermektedir ki dağlık alanların belirlenmesi ve tanımlanması aşamasında uygun eşik değerlerinin belirlenmesi çok önemlidir. Eşik değerlerindeki değişiklik doğrudan farklı bir haritayla sonuçlanmakta ve dağlık alanı ya olduğundan çok daha geniş bir sahada yada çok daha dar bir sahada tanımlayabilmektedir.

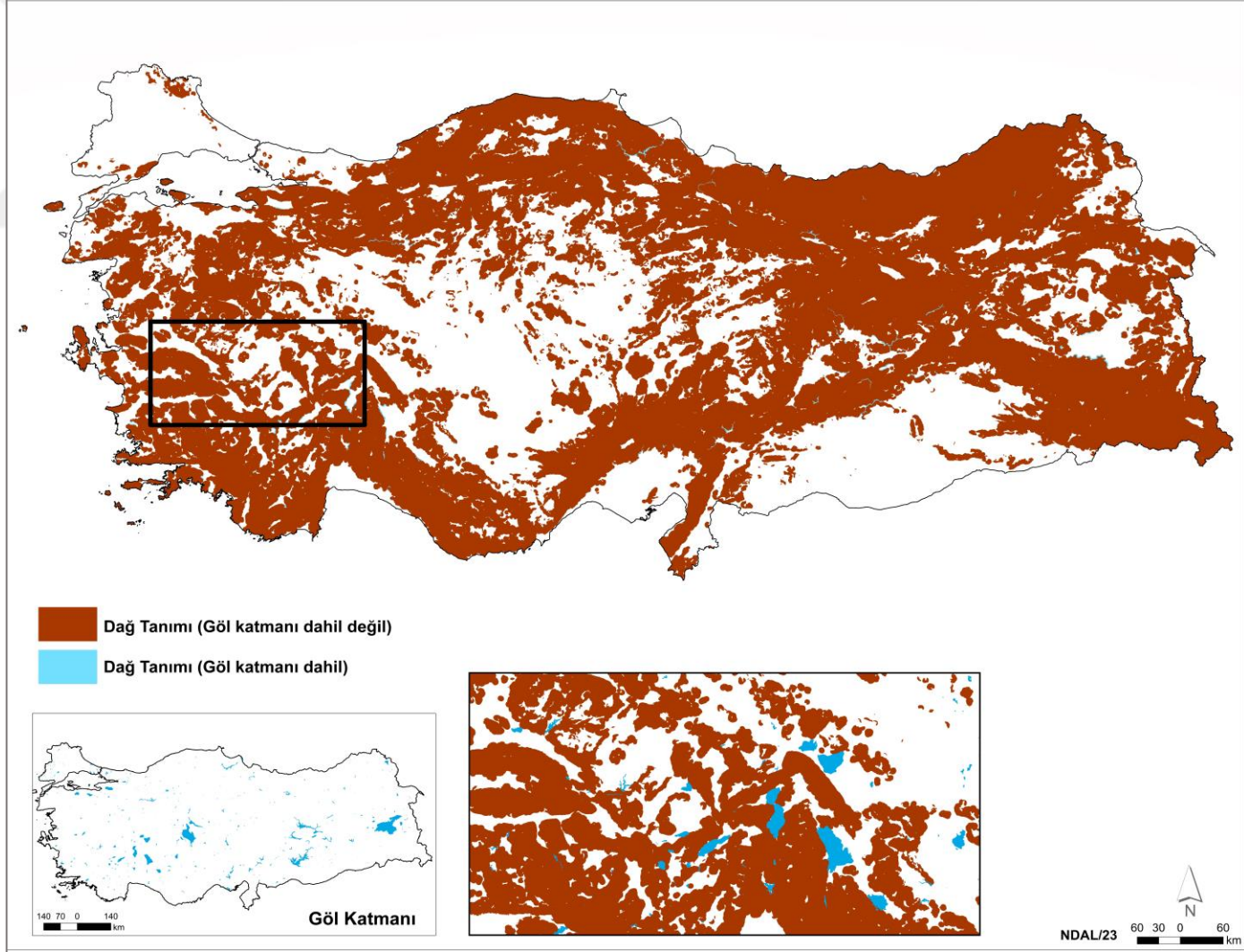
Sonuç olarak yapılan bu analizlere göre bu tez çalışmasında dağlık alan tanımı 300 m'nin üstünde bir topoğrafik rölyefe sahip alanları dağ olarak kabul etmektedir. Buna göre yapılan tanım doğrultusunda geniş alan kaplayan göller zaten algoritma gereği dışarıda kalmıştı. Fakat algoritma dışında olan ve dağlık sahanın içine giren bazı göl alanlarını çıkartmak için Türkiye göl katman verisi ile diğer göl alanları çıkartılmıştır (Şekil 4.17). Temel algoritmadan çıkan sonuç dağlık olan alanın 475574 km ² olduğudur. Buna göre

dağlık alan oranı % 61 ve dağlık olmayan alan ise 304694 km² ile % 39 çıkmıştır. Sonradan uygulanan göl katmanının farklı 165.418 km² dir. Bu oran dağlık alanın oransal değerinde bir değişiklik yapmamıştır. Dağlık sahanın içine giren bazı baraj gölleri ve irili ufaklı farklar Şekil 4.17’de 2 farklı sahaya yakınlştırılarak gösterilmiştir. Oransal bir fark olmadığı için daha homejen bir görüntü için algoritma ilk haliyle bırakılabilir ve ekstra bir göl çıkarma işlemi yapılmayabilir. Özellikle diğer küresel sınıflandırmalara baktığımızda yaptıkları genellemeler ile dağlık alanlardaki boşluklar ve göl sahalarındaki boşluklar nispeten kapanmış ve dolayısıyla dağlık alan oranları daha yüksek çıkmıştır.

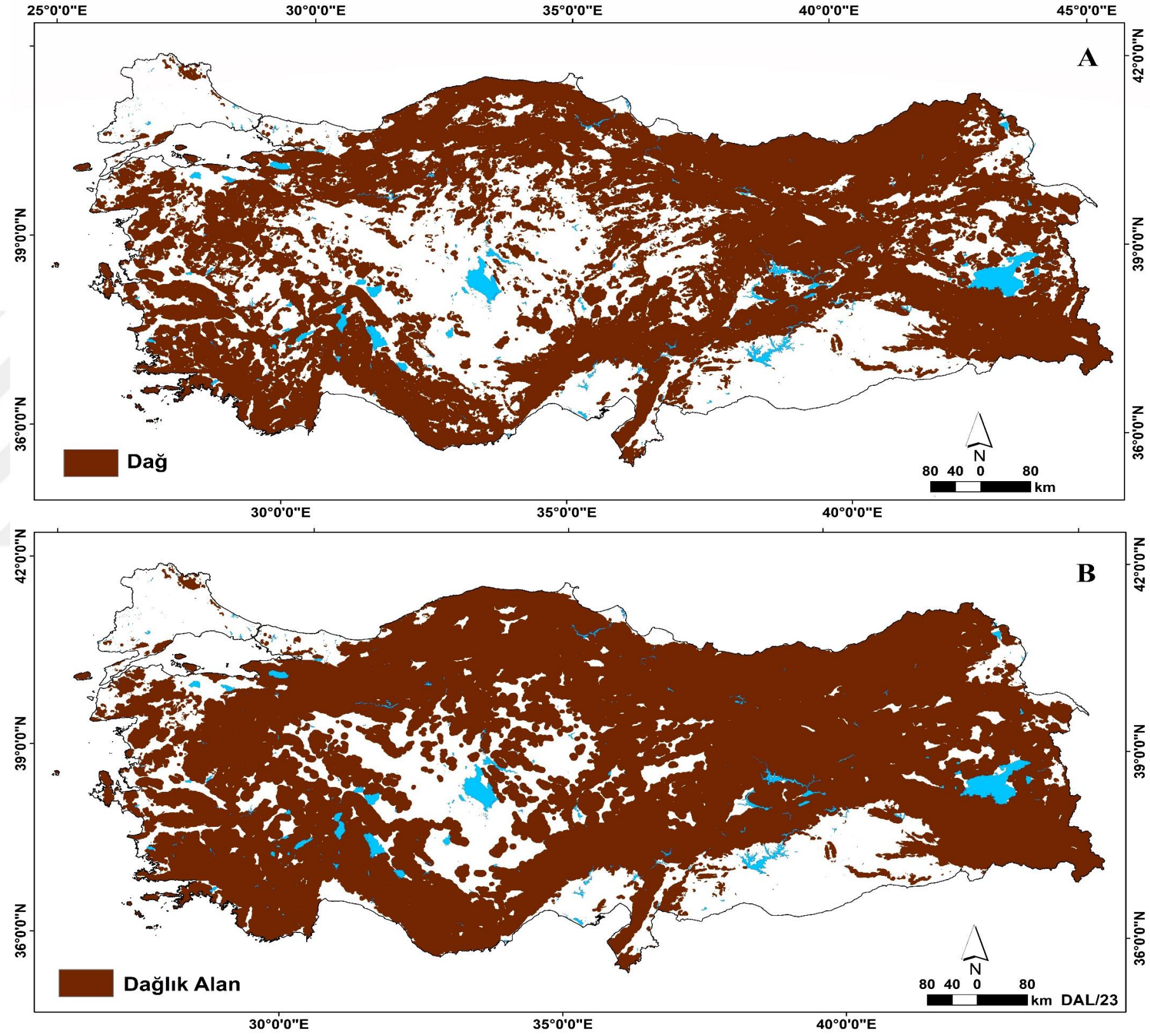
Sonuç olarak bu kapsamda yapılan değerlendirmeler ile Şekil 4.18’de görüleceği üzere bu tez kapsamında iki adet harita üretilmiştir. Bunlardan ilki yukarıda da bahsedilen 300 m morfolojik eşik değerinin kullanıldığı ve algoritma dışında kalanlar hariç diğer göl alanlarının çıkartıldığı Türkiye dağları, dağ alanlarıdır. Bu oran % 61’dir. Dağların içinde yada çevresinde etkili oldukları tüm süreçler açısından daha küçük alanlı sahalardan daha belirleyici ve baslın olmaları ise haritada görülen boşlukların makul oranda kapatılarak daha homojen bir haritanın oluşturulması gereğini doğurmuştur. Bu ise Türkiye dağlık alanları haritasıdır (Şekil 4.18). Bu oran ise %73 olarak hesaplanmıştır. Şekil 4.18’de ikinci haritada (Türkiye Dağlık Alanları Haritası) görüleceği üzere yaptığımız dağ tanımına bazı genelleştirmeler uygulayarak boşluklar nispeten daha minimum seviyeye indirgenmiştir. Böylece dağlık alan tanımı ile beraber Türkiye’nin yaklaşık ¾ ünü kaplamaktadır. Sonuç olarak bu tez çalışmasında yapılan tanımlama;

Dağ: Türkiye’de dağlar 300 m’den yüksek topoğrafik rölyef değerine sahip alanlardır. Bu alanların kantitatif tanımı mekânsal ölçeği 1/100.000 ve analiz ölçeği 2.5 km alınarak hesaplanmıştır.

Dağlık alan ise; 300 m topoğrafik eşiğe göre tanımlanmış dağların etki sahasındaki daha düşük rölyef değerlerini de içine alan (min. 200 m) sahalardır. Tanım, etki sahasının içinde dağ olarak tanımlanmış geniş alanlar içindeki nispeten alansal olarak daha küçük boyuttaki göl ve depresyonları dahil etmektedir (Şekil 4.18).



Şekil 4.17: Türkiye Dağ ve Dağlık Alanları Göl Katmanının Etkisi



Şekil 4.18: Türkiye Dağları ve Dağlık Alanlarının Dağılışı (A-Türkiye Dağları, B-Türkiye Dağlık Alanları)

BEŞİNCİ BÖLÜM

TÜRKİYE DAĞ VE DAĞLIK ALANLARININ DİĞER HARİTALAR İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Bu bölümde yukarıdaki dördüncü bölümde ayrıntıları açıklanan Türkiye dağ ve dağlık alan tanımının diğer dağlık alan tanımlamaları ile karşılaştırmaları verilecektir. Bu karşılaştırmalar Küresel, Bölgeler ve Uzman olmak üzere 3 aşamada yapılmıştır. Küresel karşılaştırmalar Dünya’da az sayıdaki dağlık alan ve makro yer şekillerine odaklanmış çalışmaların dağ sınıfları üzerinde yapılmıştır. Buna K1, K2, K3 ve GMBAv2 sınıflandırmaları bunlara ait veri setlerinin indirilmesi ve dağ katmanlarının poligona çevrilmesinden sonra bu çalışmada tanımlanan dağ sınıfı ile karşılaştırılmıştır. Meybeck, Green ve Vörösmarty (2001) ve Iwahashi ve Pike’in (2007) yerşekli sınıflamalarında ise ilgili haritaların data setleri indirildikten sonra bu haritalardaki dağ sınıfları ayrı bir harita haline getirilmiş ve poligona çevrildikten sonra karşılaştırmalar için hazırlanmıştır.

2. aşamada bölgesel sınıflamaya ilişkin karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu aşamada 2 veri kullanılmıştır. Bunlardan ilki Erol (1982) ve Görüm’ün (2018) haritalarıdır. Erol (1982) haritası makro yer şekillerini göstermektedir ve manuel bir haritadır. Bu haritadaki dağlık alanları karşılaştırmak için bir dizi ön işlem yapılmış ve dağlık alanlar sayısal hale getirilmiştir. Görüm’ün (2018) Meybeck’in sınıflamasını içeren haritasında ise sadece dağlık alanların karşılaştırılması için bu sınıflar alınmıştır.

3. aşamada ise uzman görüşlerine başvurulmuştur. Bu aşamada bu çalışmada ortaya çıkan dağlık alanlarla karşılaştırmak üzere Türkiye’den 4 farklı dağlık saha seçilerek bir takım uzmanlara gönderilmiş ve onlardan dağlık alanları kendi tecrübeleri doğrultusunda çizimleri istenmiştir. Gelen çizimler doğrultusunda karşılaştırmalar yapılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda küresel, bölgesel ve uzmanlar tarafından

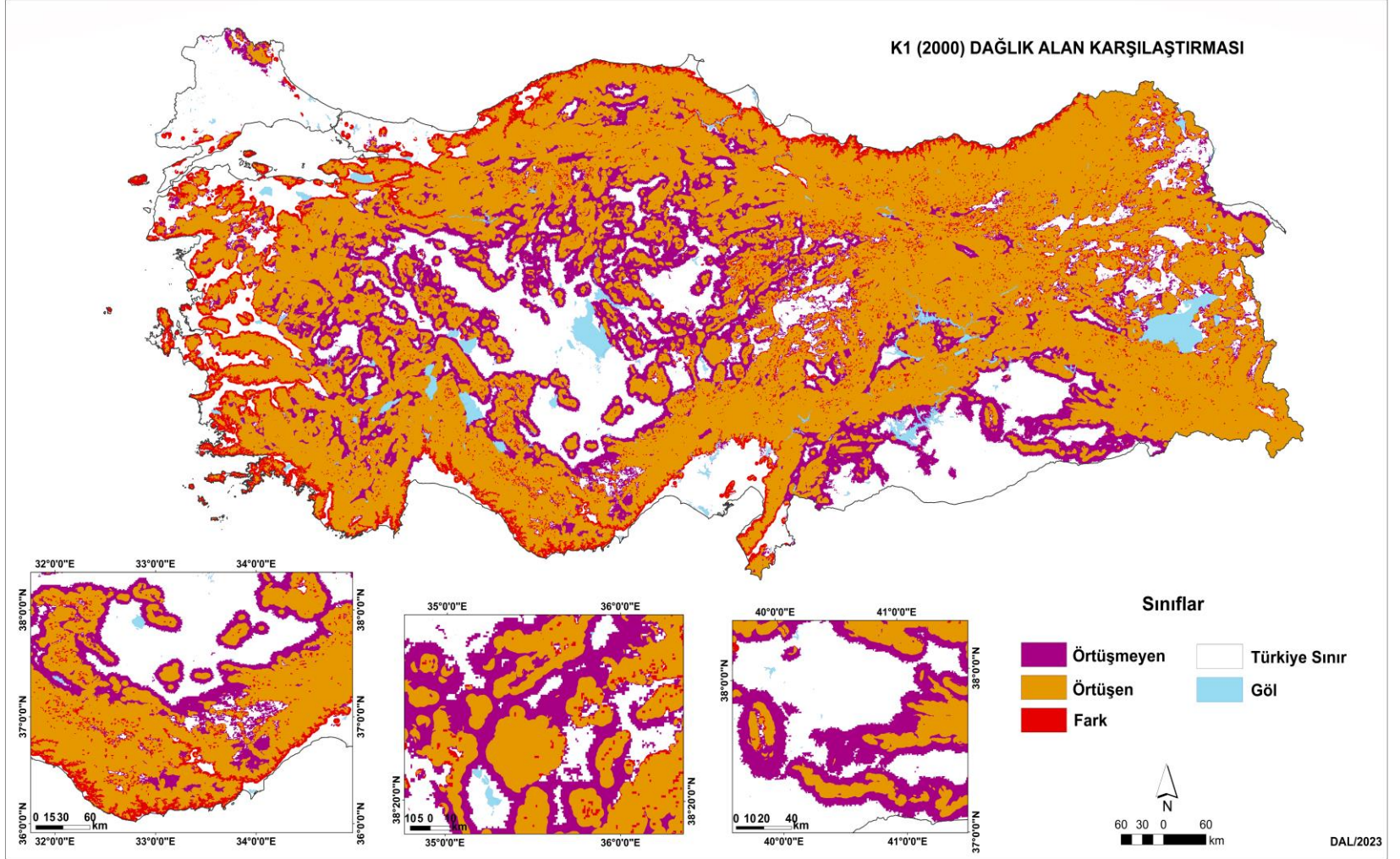
belirlenmiş dağların olduğu sahalara, bu tez çalışmasının farkları ve ortak alanlar olarak 3 kategoride karşılaştırmalar yapılarak haritalanmış ve alanları hesaplanmıştır. Bu analizler ArcMap Pro 2.7 programında yapılmıştır.

5.1. Küresel Karşılaştırmalar

K1 Sınıflaması; dağlık bölgelerdeki ormanlık alanların hesaplanmasında ve benzeri uygulamalarda, K2 Sınıflaması; dağ ortamındaki iklim ve tür-habitat ilişkilerinin analizinde ve dağ biyoçeşitliliğinin miktar ve durumunun değerlendirilmesinde, K3 Sınıflaması ise; jeomorfolojik anlayış için, dağ ortamında çeşitlilik ve arazi tipi dağılımları için daha çok odaklanmış olan sınıflandırıcı yöntemler olarak karşımıza çıkmaktadır. GMBAv2 sınıflaması ise sözü edilen 3 sınıflamaya göre yeniden düzenlenmiş bir versiyondur.

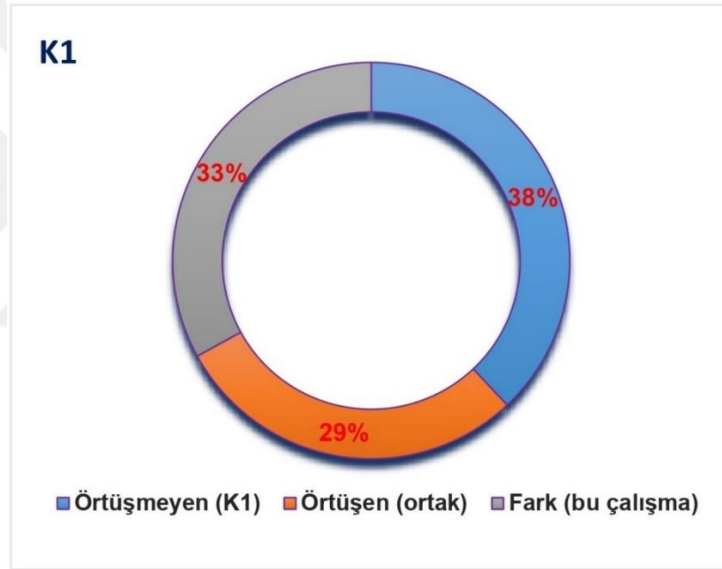
5.1.1. UNEP-WCMC-Küresel Dağlar Haritası (2000) (K1) Sınıflaması

K1 sınıflamasında, dağlık alanlar ve kapsamı, dağlık alanlardaki küresel orman alanlarının belirlenmesi amacıyla tasarlanmış ve haritalandırılmıştır. Dağlık alanları tanımlamak için yaklaşık 1 km çözünürlüğünde bir sayısal yükseklik modeli GTOPO30'u (<https://lta.cr.usgs.gov>) kullanılmıştır. K1 yazarları daha önceki bölümlerde ayrıntılarından bahsedilen sınıflamada, yükseklik, yerel yükseklik aralığı ve eğim parametrelerini kullanmışlardır. Bu sınıflamada 2500 m'den daha yüksek yerler dağ sınıfı olarak Kabul edilmiş ve bir parameter kullanılmamıştır. 2500 m'nin altındaki yükseklikler için ise eğim ve rölyef'i belirli eşik değerleri ile kullanmışlardır. Bu yaklaşımda 300 m nin altındaki alanlar dağlık araziye dahil edilmemiştir. Bu sınıflandırmanın sonucu Dünya'daki dağlık arazi oranı % 24 olarak belirtilmiştir (Sayre v.d. 2018; Körner v.d. 2021). K1 sınıflaması ile kendi sınıflamamız karşılaştırdığımızda özellikle kıyı bölgelerdeki alanlarda farklar ortaya çıkmıştır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1: K1 Dağlık Alan Karşılaştırması

2,5 km yarıçapa sahip pencere boyutunda ve 100 m çözünürlük üzerinden yapılan karşılaştırmada K1 in dağ olarak sınıfladığı alanlar (örtüşmeyen) 52704 km², ortak alanlar (örtüşen) 39808 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 45700 km² olarak çıkmıştır. Oransal dağılıma (Şekil 5.2) baktığımızda iki sınıflama arasında örtüşmeyen sahalar daha fazladır (%38). K1 sınıflamasının yüksek platoları da sınıflamasına dahil etmesiyle Türkiye açısından doğru bir sınıflama olmadığını söylemek mümkündür.

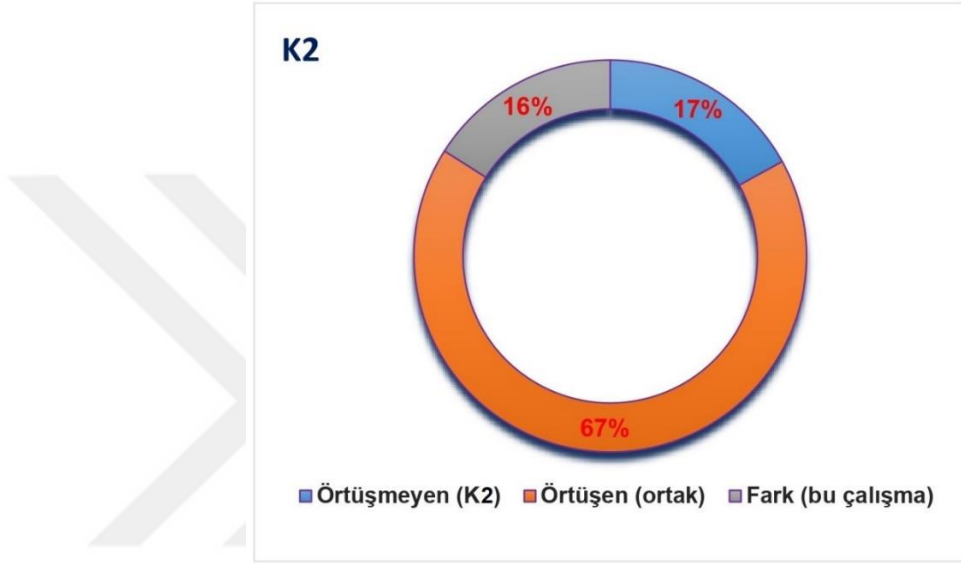


Şekil 5.2: Sınıflar Arası Değişim Oranları

5.1.2. Körner v.d. (2011) (K2) Sınıflaması

Körner ve diğerleri (2011) tarafından dağlık alan sınıflandırması 1 km SYM'yi kullanarak dağlık araziye belirlemek için rölyef parametresini kullanmaktadır. Parametre için 200 m eşik değerini kullanan bu yaklaşım dağlık arazi oranını küresel olarak %12.3 olarak belirlemiştir. K2 sınıflamasında ise küresel ölçekte diğer sınıflamalar ile karşılaştırıldığında dağlık alan yüzdesi daha azdır. Türkiye ölçeğinde, bizim sınıflamamız ile karşılaştırıldığında K2 in dağ olarak sınıfladığı alanlar 30210 km², ortak alanlar 118883 km² olarak hesaplanmıştır.

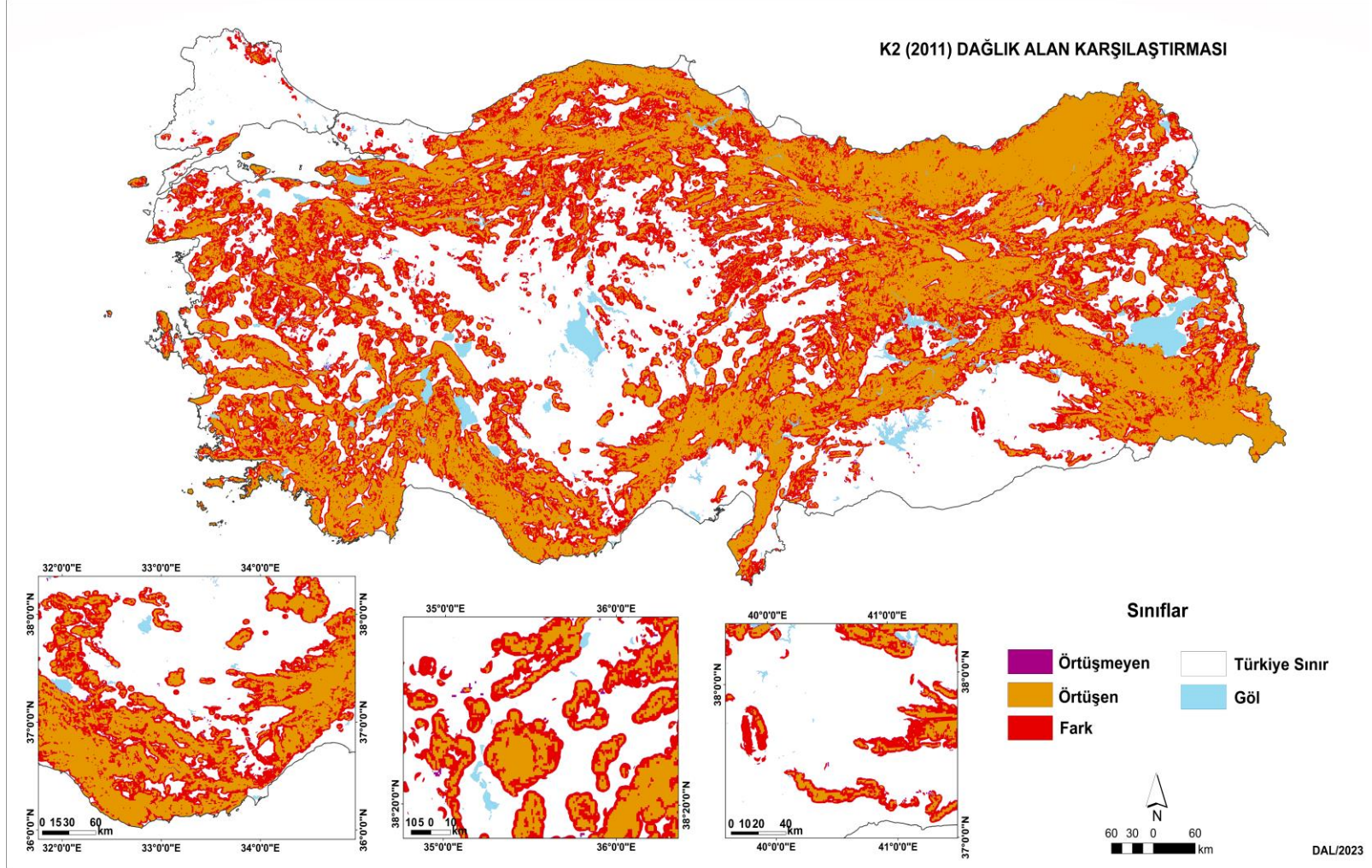
Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 28528 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır (Şekil 5.2). Oransal dağılıma (Şekil 5.4) baktığımızda iki sınıflama arasında örtüşmeyen sahalar K1'e göre daha azdır (%17).



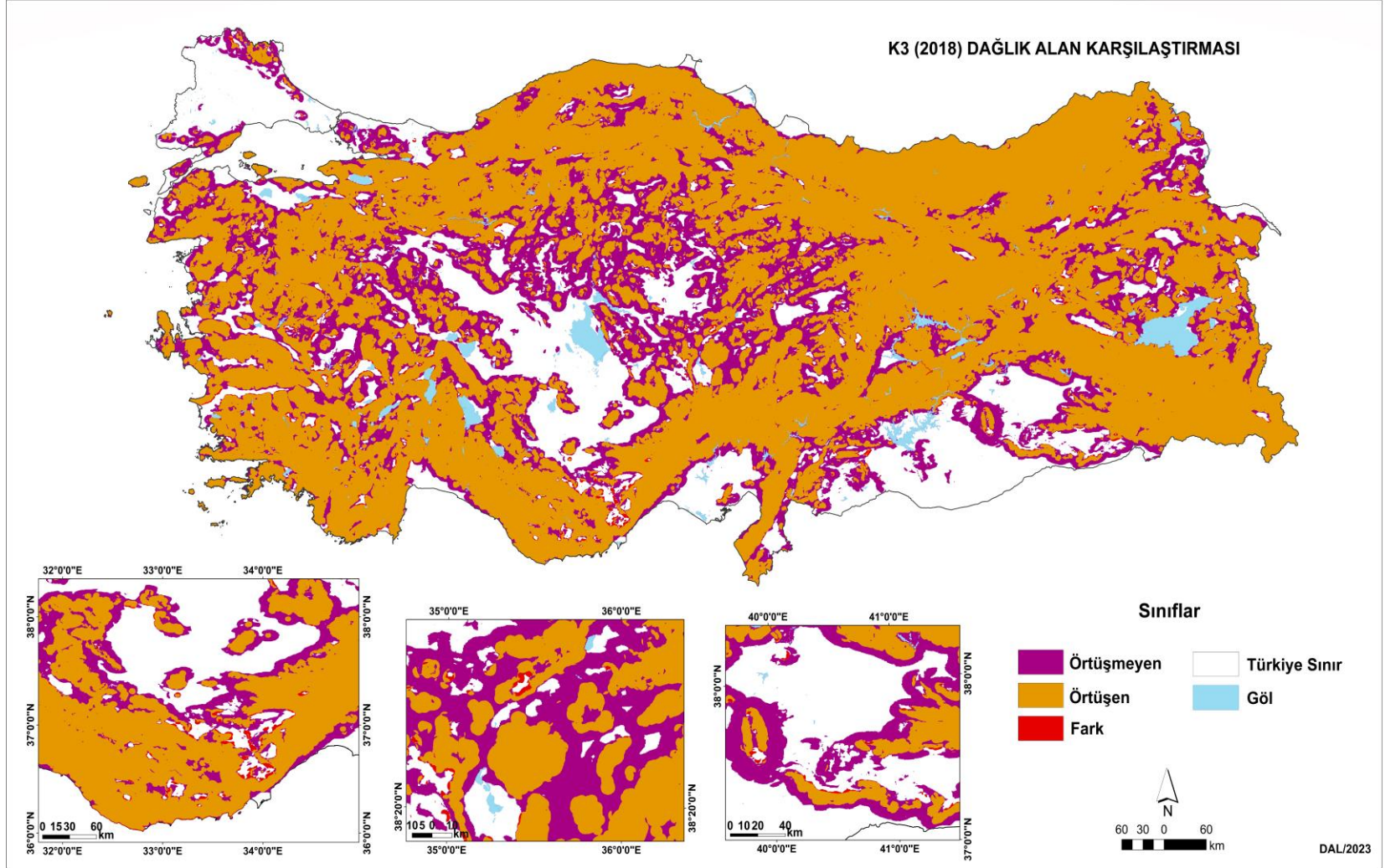
Şekil 5.4: Sınıflar Arası Değişim Oranları

5.1.3. Karagulle v.d. (2018) (K3) Sınıflaması

Sınıflandırma 250 m çözünürlükte SYM kullanır ve dağlık araziye 900 m'den yüksek rölyef değerine sahip plato alanlarını dahil eder. Küresel dağ tanım oranı % 30.5 olarak verilmiştir. K3 sınıflamasında ise küresel ölçekte diğer sınıflamalar ile karşılaştırıldığında dağlık alan yüzdesi daha fazla olan bir sınıflamadır. Türkiye ölçeğinde, bizim sınıflamamız ile karşılaştırıldığında K3 in dağ olarak sınıfladığı alanlar 11849 km², ortak alanlar 42418 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 3914 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır (Şekil 5.5). K3 sınıflamasında dağ çevrelerinde bağımsız kalan bazı piksellerle birleştirme işlemi yapıldığı için bazı yerlerde hatalar özellikle dağ sınırlarında belirsizlikler yaşanmasına neden olmuştur.

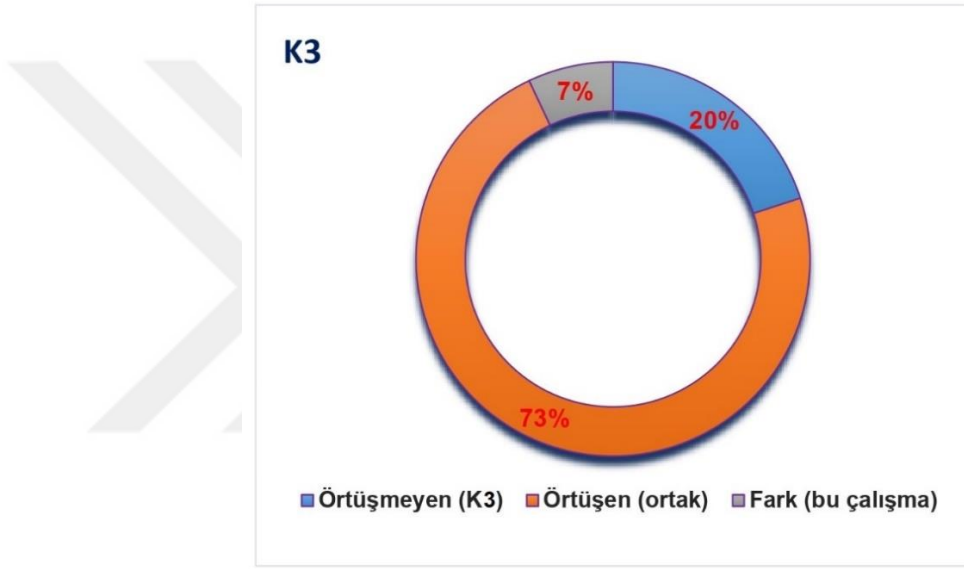


Şekil 5.3: K2 Dağlık Alan Karşılaştırması



Şekil 5.5 : K3 Dağlık Alan Karşılaştırması

Oransal dağılıma (Şekil 5.6) baktığımızda iki sınıflama arasında örtüşmeyen sahalar %20 şeklindedir. Bu oran K1'den düşük, K2'den yüksektir. K3 sınıflasında yapılan bazı genelleştirmelerden dolayı özellikle dağ sınırlarında bir uyuşmazlık vardır. Bu çalışmanın sınıfına göre sınırlarda taşmalar mevcuttur bu yüzden örtüşmeyen alan oranı nispeten fazladır.

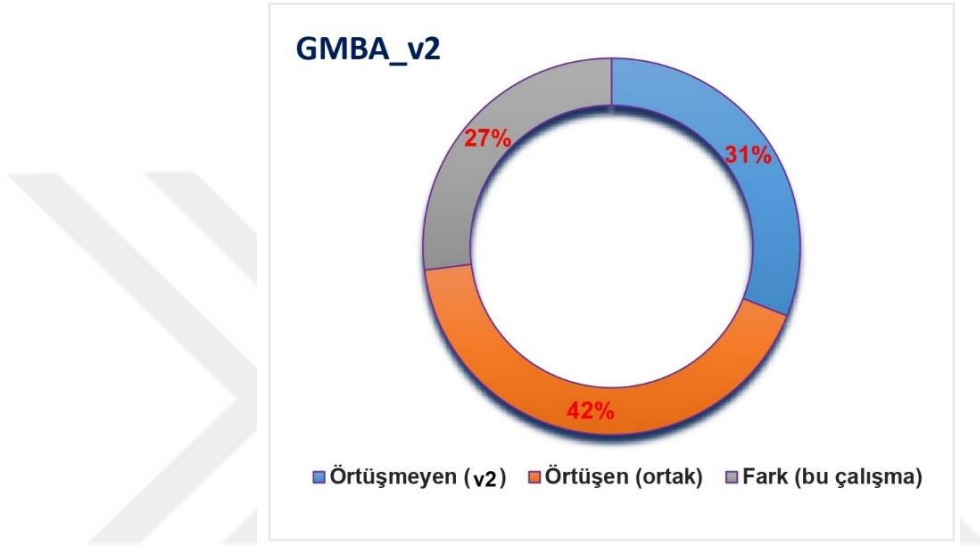


Şekil 5.6: Sınıflar Arası Değişim Oranları

5.1.4. GMBA v2 (2022) Sınıfmalası

Bu sınıflama K1, K2 ve K3 dağ tanımlarının kesişimini alarak uygun eşik değerleri belirlemiştir. Hiyerarşik olarak dağları sınıflandırmışlardır (Snethlage v.d. 2022). Türkiye ölçeğinde, bizim sınıflamamız ile karşılaştırıldığında GMBA v2' nin dağ olarak sınıfladığı alanlar 35190 km², ortak alanlar 47214 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 29819 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır. Bu sınıflamada dağ sınırlarında belirsizlikler ve bazı dağlık alanların büyüklüklerinde sınır olarak taşmalar vardır (Şekil 5.8).

Oransal dağılıma (Şekil 5.7) baktığımızda iki sınıflama arasında örtüşmeyen sahalar %31 dir. Bu sınıflandırmada bazı tekil dağlar tanımlanmamıştır haritaya bakacak olursak kırmızı renk ile işaretlenmiş fark alanlarını görebilmekteyiz.

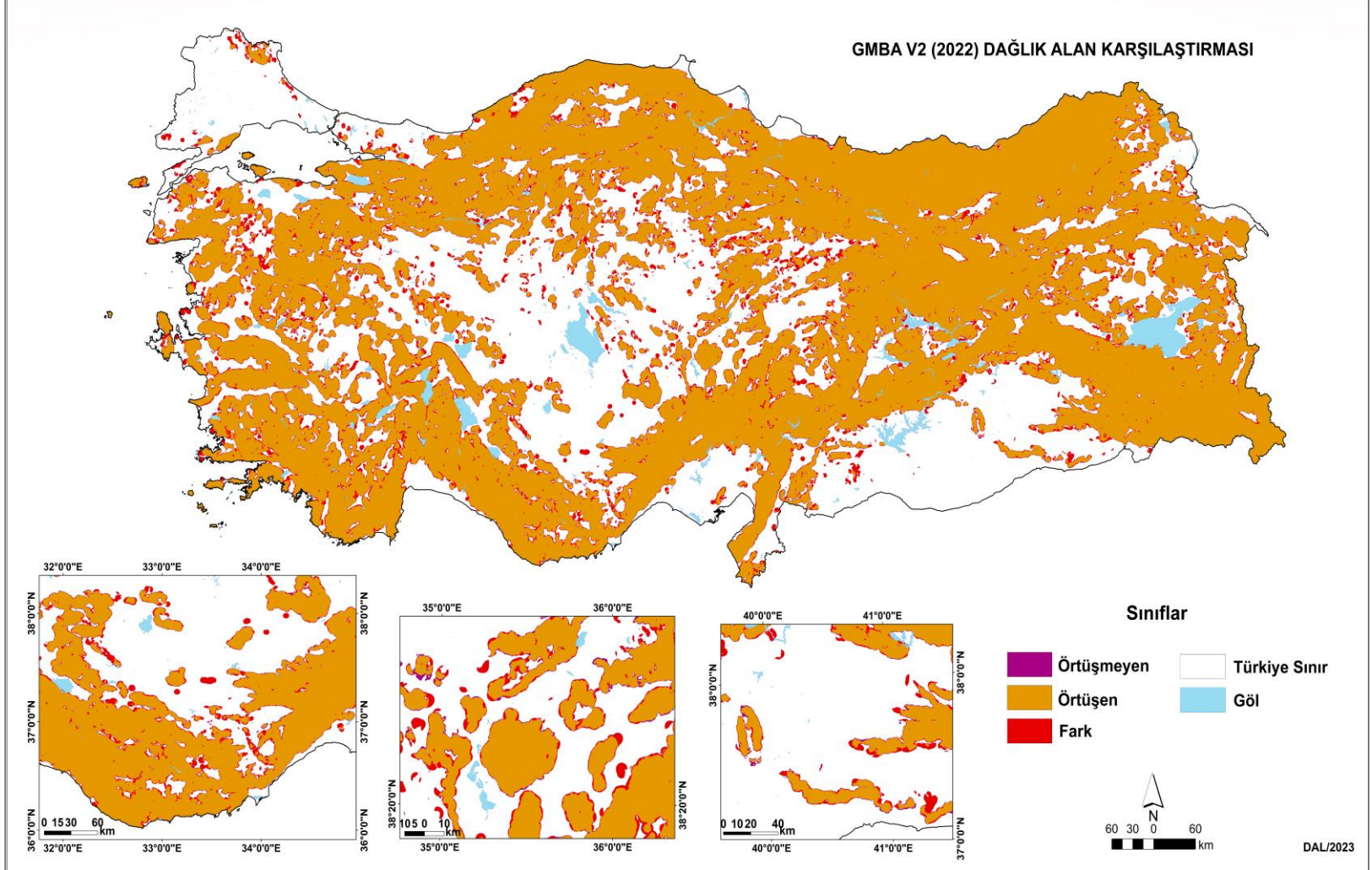


Şekil 5.7: Sınıflar Arası Değişim Oranları

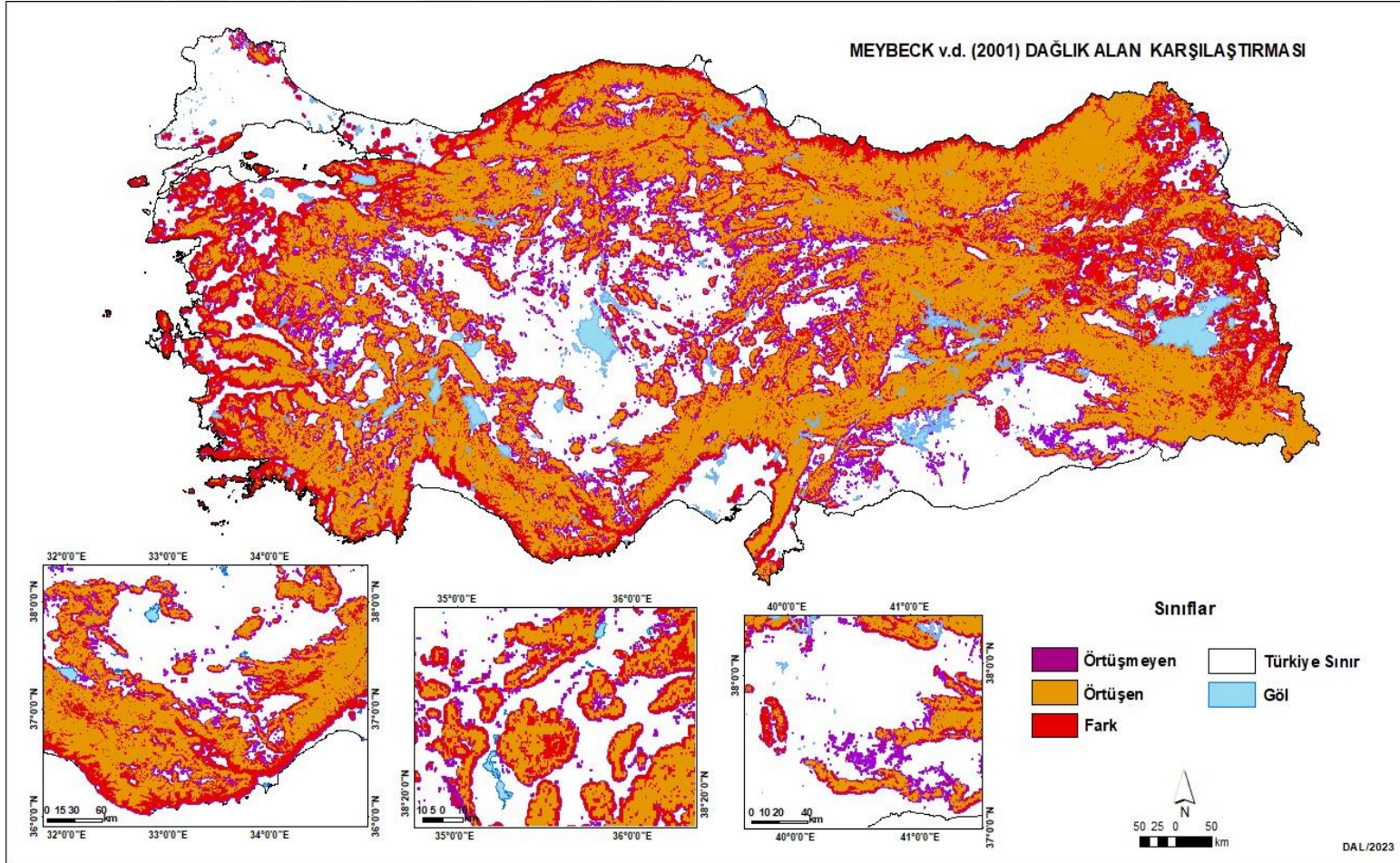
5.1.5. Meybeck v.d. (2001) Sınıflaması

Meybeck sınıflamasında 1 km çözünürlükte SYM ve ortalama yükseklik ile rölyefi kullanılarak makro yer şekillerini tanımladıkları görülmektedir. Dağ sınır ilişkileri problemlidir. Türkiye ölçeğinde, bizim sınıflamamız ile karşılaştırıldığında Meybeck'in dağ olarak sınıfladığı alanlar 42599 km², ortak alanlar 109334 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 25341 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır (Şekil 5.9).

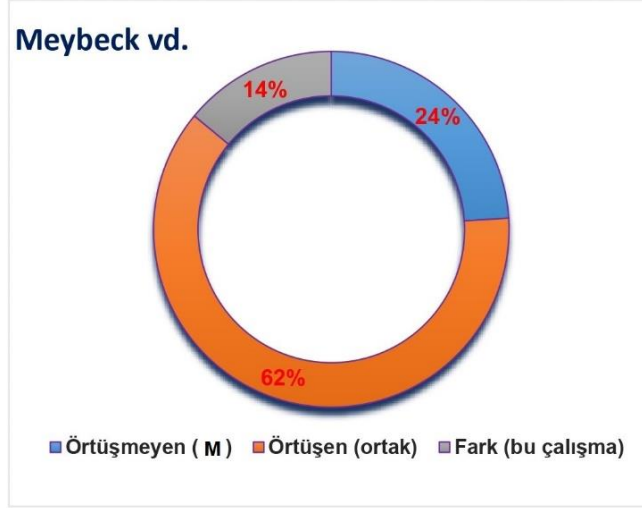
Oransal dağılıma (Şekil 5.10) baktığımızda iki sınıflama arasında örtüşmeyen sahalar %24 dir. Türkiye ölçeğinde, bizim sınıflamamız ile karşılaştırıldığında; bu sınıflamada, dağ olarak sınıfladığı alanlar 69043 km², ortak alanlar 42351 km² olarak hesaplanmıştır.



Şekil 5.8: GMBA v2 Dağlık Alan Karşılaştırması



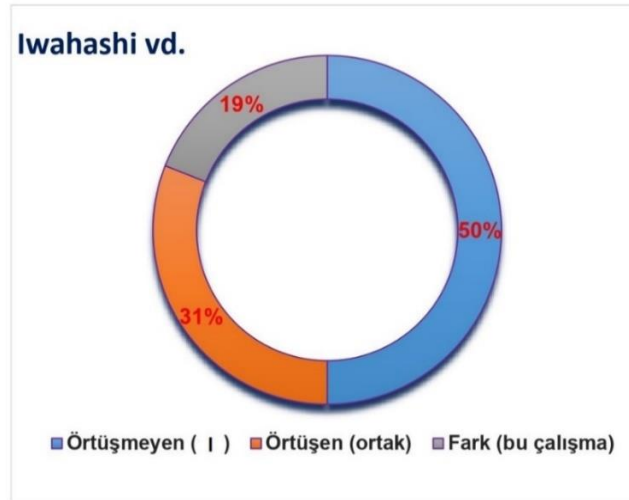
Şekil 5.9: Meybeck (2001) Dağlık Alan Karşılaştırması



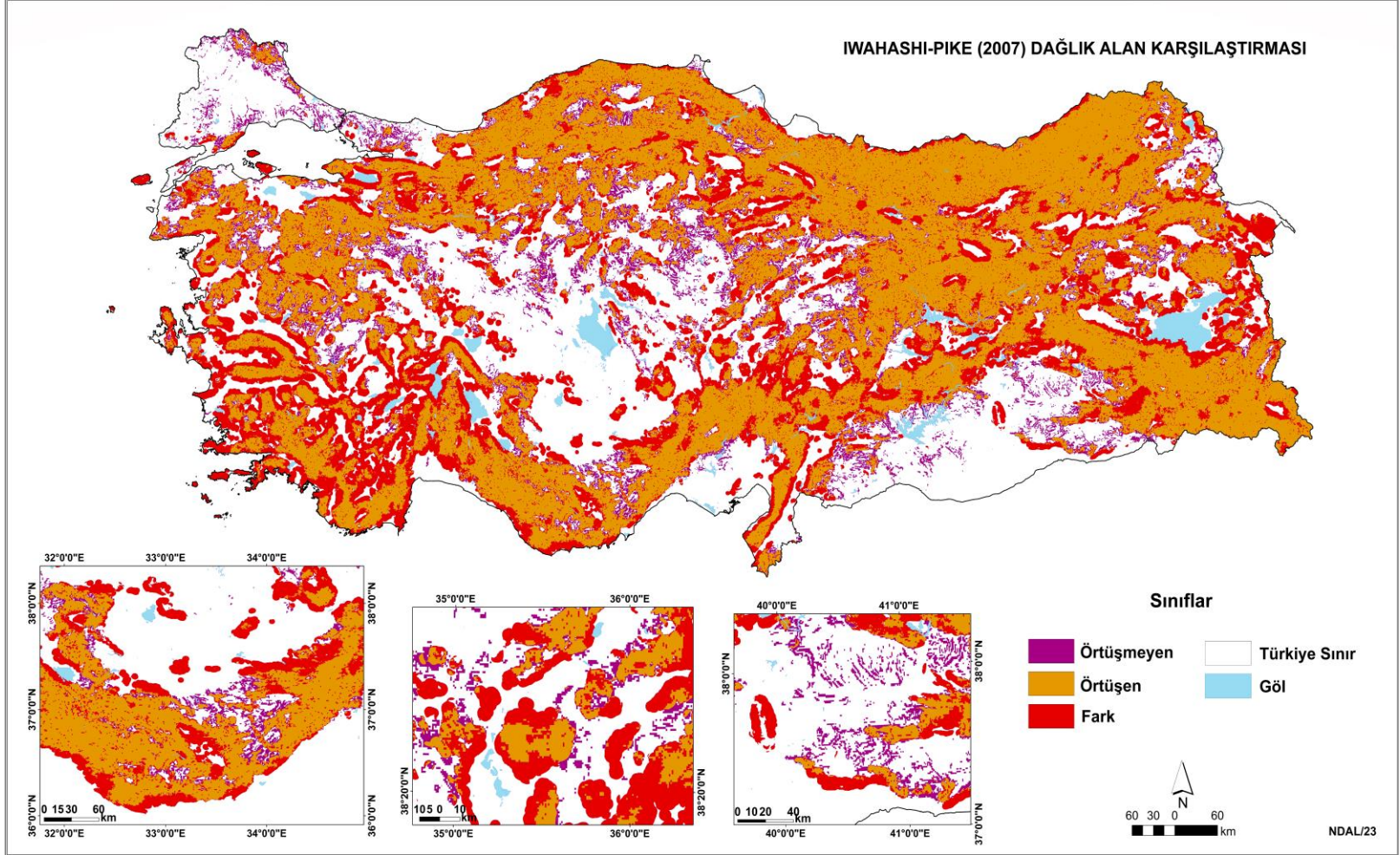
Şekil 5.10: Sınıflar Arası Değişim Oranları

5.1.6. Iwahashi ve Pike'ın (2007) Sınıflaması

Bu sınıflamada 1 km çözünürlükte bir SYM kullanılmıştır. Eğim gradyanı, yerel dış büyüklük ve yüzey dokusunu temel parametreleridir. Bu sınıflamada dağlık alanların çok parçalı bir görünümde olduğunu ve tanımlama açısından zayıf kaldığını söyleyebiliriz. Oransal olarak baktığımızda (Şekil 5.11) örtüşmeyen alanlar % 50 dir.



Şekil 5.11: Sınıflar Arası Değişim Oranları



Şekil 5.12 : Iwahashi ve Pike’ın (2007) Dağlık Alan Karşılaştırması

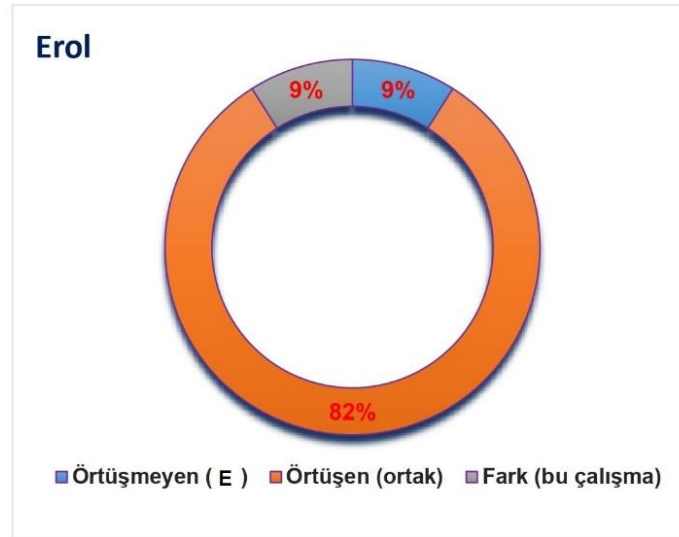
Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 26323 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır (Şekil 5.12). Haritada kırmızı rankle görüldüğü üzere bizim bu çalışmadaki farklarımız bir çok alanlarda adeta dağlık alanları tamamlar niteliktedir.

5.2. Bölgesel Karşılaştırmalar

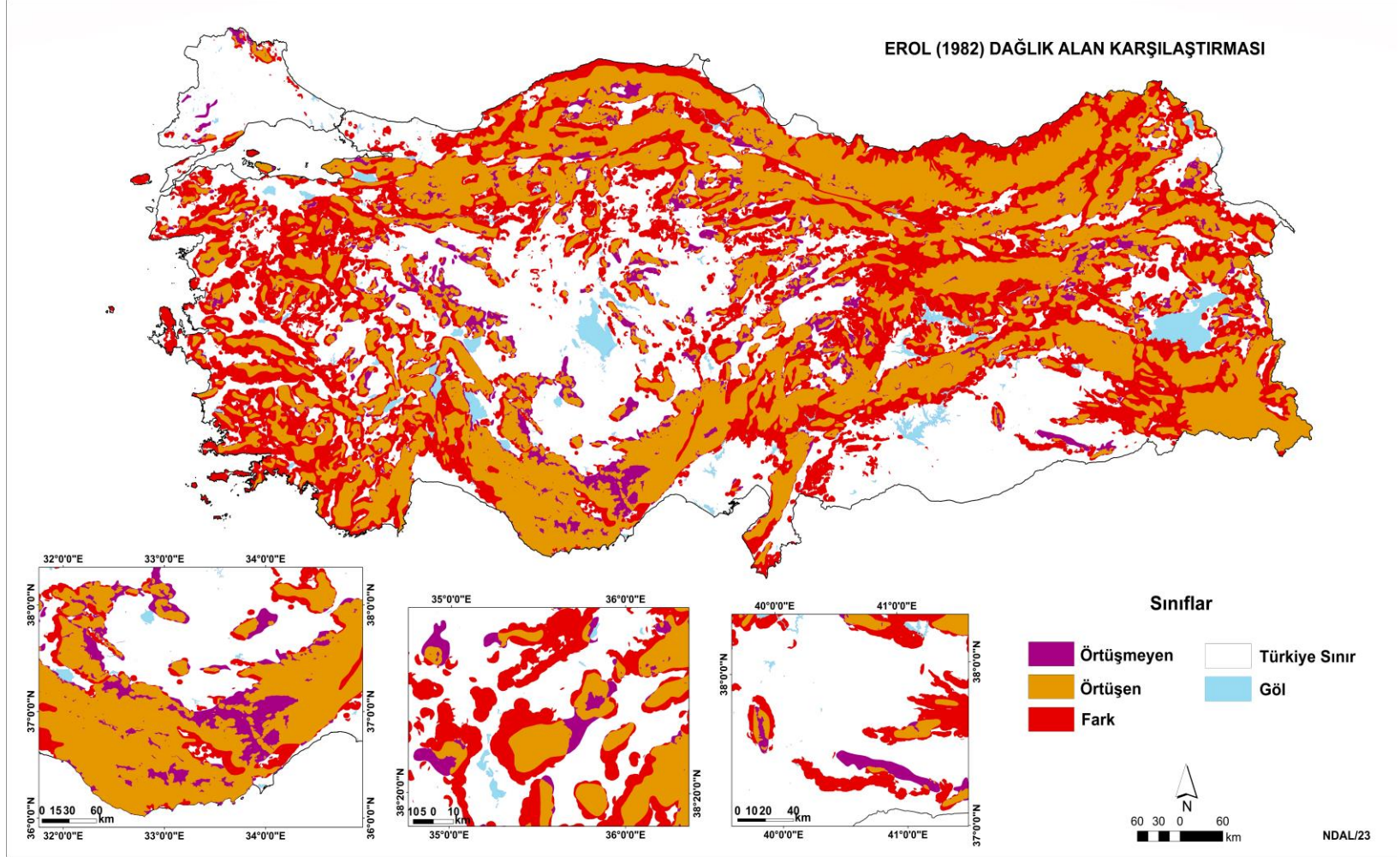
Bölgesel karşılaştırmadan sadece Türkiye ölçeğinde çizilmiş iki makro yerşekli sınıflaması ile yapılmıştır. Bunlardan ilki Türkiye’de manuel yapılmış en kapsamlı bölgesel jeomorfoloji çalışması Erol (1982) tarafından 1/2.000.000 ölçekli manuel yöntemleri içeren ‘Türkiye Jeomorfoloji Haritasıdır. Genelleştirilmiş bir haritadır. İkinci ise Görüm’ün (2018) de yaptığı Meybeck (2001) sınıflam prosedürünü uyguladığı çalışmadır.

5.2.1. Erol (1982) Haritası Karşılaştırma

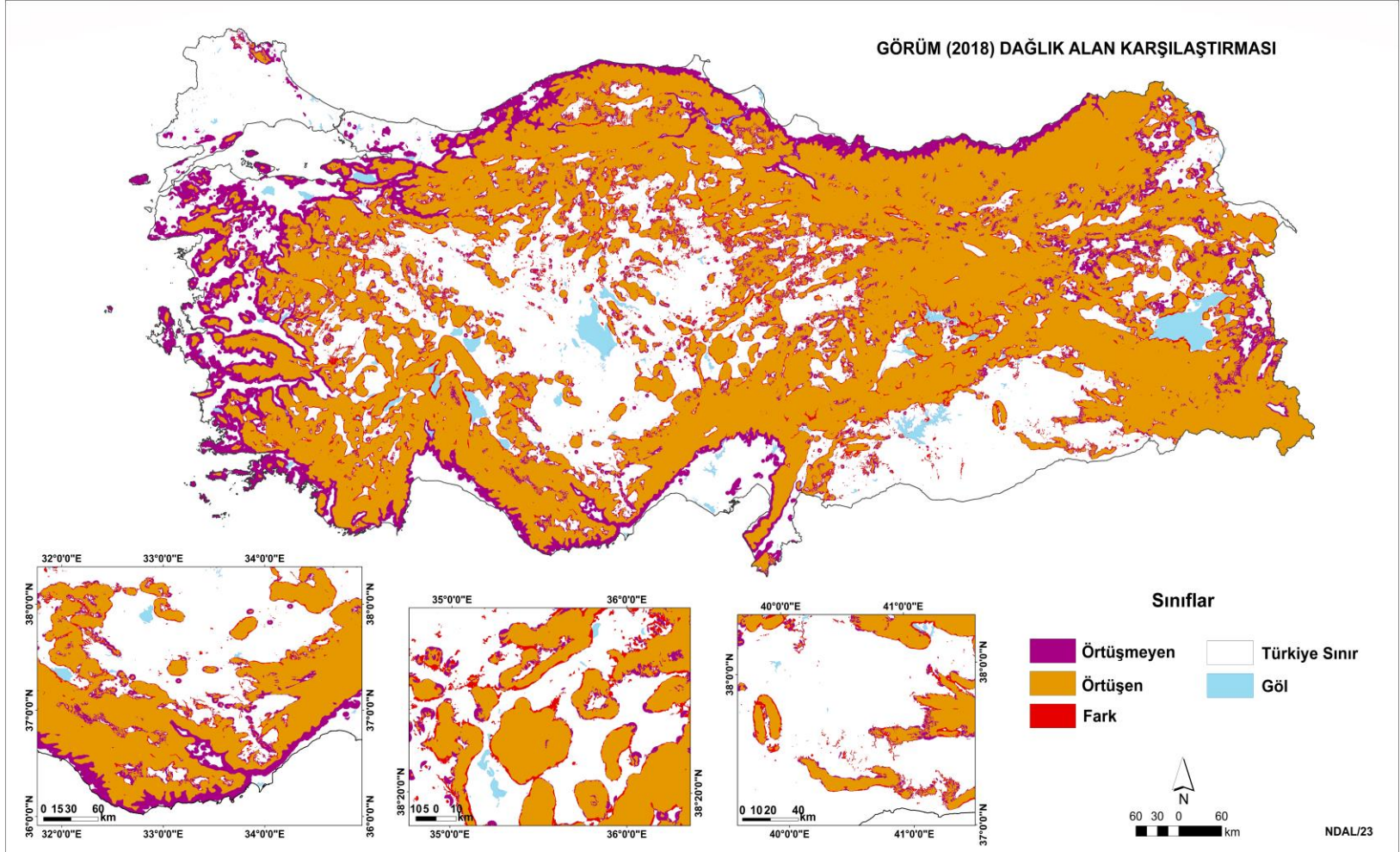
Erol’un dağ olarak sınıfladığı alanlar 27609 km², ortak alanlar 261837 km² olarak hesaplanmıştır (Şekil 5.14). Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 29340km² olarak dağlık alan haritalanmıştır. Harita genelleştirilmiş bir tarita olduğu için (1/2000.000) dağ sınırlarında farklar büyük çıkmıştır. Oransal olarak baktığımızda (Şekil 5.13) dağlık alanlar % 82 ile örtüşmektedir.



Şekil 5.13: Sınıflar Arası Değişim Oranları



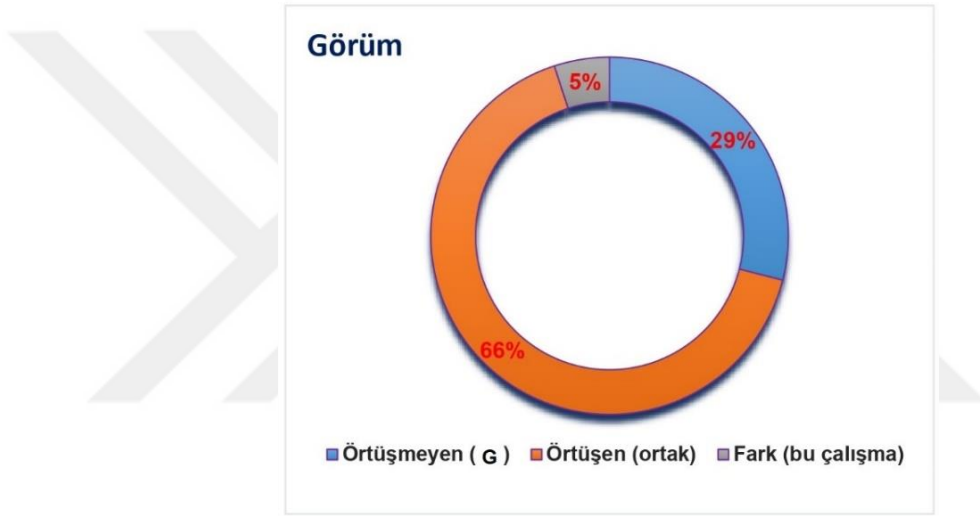
Şekil 5.14: Erol (1982) Dağlık Alan Karşılaştırması



Şekil 5.15 : Görüm (2018) Dağlık Alan Karşılaştırması

5.2.2. Görüm (2018) Haritası Karşılaştırma

Görüm'ün dağ olarak sınıfladığı alanlar 112063 km², ortak alanlar 260916 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 19520 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır (Şekil 5.15). Oransal olarak baktığımızda (Şekil 5.16) dağlık alanlar % 66 ile örtüşmektedir (Şekil 5.16).



Şekil 5.16: Sınıflar Arası Değişim Oranları

5.3. Uzman Karşılaştırmaları

Bu çalışmada yapılan dağlık alan tanımını karşılaştırmak için alanından uzman yurtiçi ve yurtdışından kişilere mail aracılığı ile bir dosya gönderilmiştir. Bu dosyada örneğin Şekil 5.8 de de görüleceği üzere Türkiye'den 4 farklı dağlık sahaya ilgili SYM verisi hazırlanmış ayrıca dağ tanımlanmasında ve dağ sınırlarının çiziminde kullanmak üzere birkaç parametre hazırlanmış ve hepsi bir veri dosyası şeklinde gönderilmiştir. Dosyada tarafımızdan hazırlanan parametreler genel olarak dağlık sahaları tanımlamak için en fazla kullanılan morfolojik özelliklerdir. Bunlar; Eğim, Kabartma, Topoğrafik Rölyef (Yerel Yükseklik Aralığı-LER-), Yüksekliğin Standart Sapması, Yumuşak Eğim, Eğim Değişkenliği ve Pürüzlülük şeklindedir. Uzmanlara isterlerse bu parametreleri

kullanabilecekleri söylenmiştir. Bazı uzmanlar Tablo 5.1 de görüleceği üzere bu parametrelerden hepsini ya da birkaçını kullanmayı tercih etmişlerdir. Uzmanlar hakkında sorulan soruları ve bazı özellikleri bu tabloda görebiliriz.

Tablo 5.1: Uzman Karşılaşmasında Uzmanlara Ait Kısa Özellikler

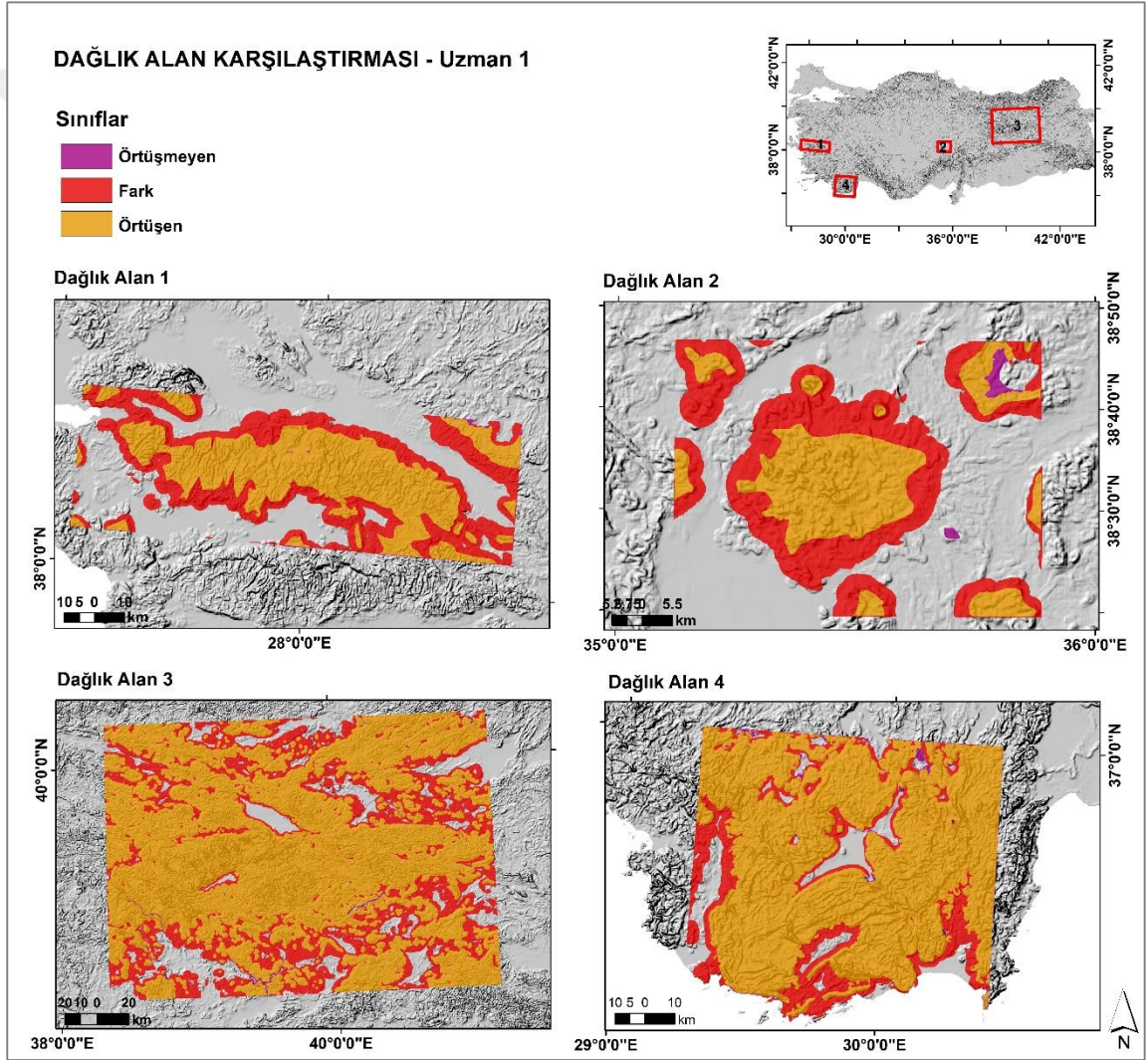
Bilgiler	Uzman 1	Uzman 2	Uzman 4	Uzman 5	Uzman 6
Uzmanlık Alanı	Jeomorfoloji/Ekoloji	Fiziki Coğrafya/Buzul Jeomorfolojisi/Priglasiyal Jeomorfoloji	Jeomorfoloji	Jeomorfoloji	Kartoğrafya
Deneyim (yıl)	20	10	18	20	20
Kullandığı Parametreler	Eğim/LER1 / LER2/DEM	Eğim/Kabartma/LER1/LER2/ Yüksekliğin Standart Sapması	Eğim/Kabartma/DEM/Eğim Değişkenliği / Pürüzlülük	Eğim/Kabartma/LER1/ LER2/Yüks ekliğin Standart Sapması	DEM
Ekstra kullandığı Parametreler	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Dağ tanımında neyi dikkate aldıkları	Nispi yükseklik farkı/ 200 m/Yüksek zirveler	Kütlenin morfolojik olarak sonlandığı yer	Dağ yamacının devamlılığı	Eğim Artışı/Eğim Devamlılığı /Kütleli Görünüm	Yüksek rakım ve arazinin karmaşıklığ ının genel bir bileşimi.

Toplam 10 uzmana bu çizim için teklifte bulunulmuş geri dönen 6 uzmana ilgili dosya gönderilmiştir. Uzmanlardan birinin çizimleri projeksiyon uyumsuzluğundan dolayı dikkate alınamamıştır. Verilen dosyadaki 4 sahanın her biri için çizimlerini gönderen uzmanların bu çizimlerine ilgili haritalardan bakıldığında sahanın tümüyle ilgili çizim yapmadıkları kendi belirledikleri dağ sınırlarını çizdikleri görülür bu nedenle karşılaştırma yaptığımız birçok uzman çizimine göre bizim çizdiğimiz dağlık alan farkları

bu yüzden yüksek çıkmıştır. Yaptığımız karşılaştırmaları her bir uzman için yapılan karşılaştırma haritaları ve alansal hesaplamaları aşağıda görmek mümkündür.

5.3.1. Uzman 1

Uzman 1'in Şekil 5.17'de görüleceği üzere;



Şekil 5.17: Uzman 1- Farklı 4 Local Sahada Dağlık Alan Karşılaştırması

‘Dağlık Alan 1’ için dağ olarak sınıfladığı alanlar; 12 km², ortak alanlar 24907 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 2099 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır.



Şekil 5.18: Sınıflar Arası Değişim Oranları

‘Dağlık Alan 2’ için dağ olarak sınıfladığı alanlar; 26 km², ortak alanlar 701 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 917 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır.



Şekil 5.19: Sınıflar Arası Değişim Oranları

‘Dağlık Alan 3’ için dağ olarak sınıfladığı alanlar; 88 km², ortak alanlar 27287 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 9557 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır.



Şekil 5.20: Sınıflar Arası Değişim Oranları

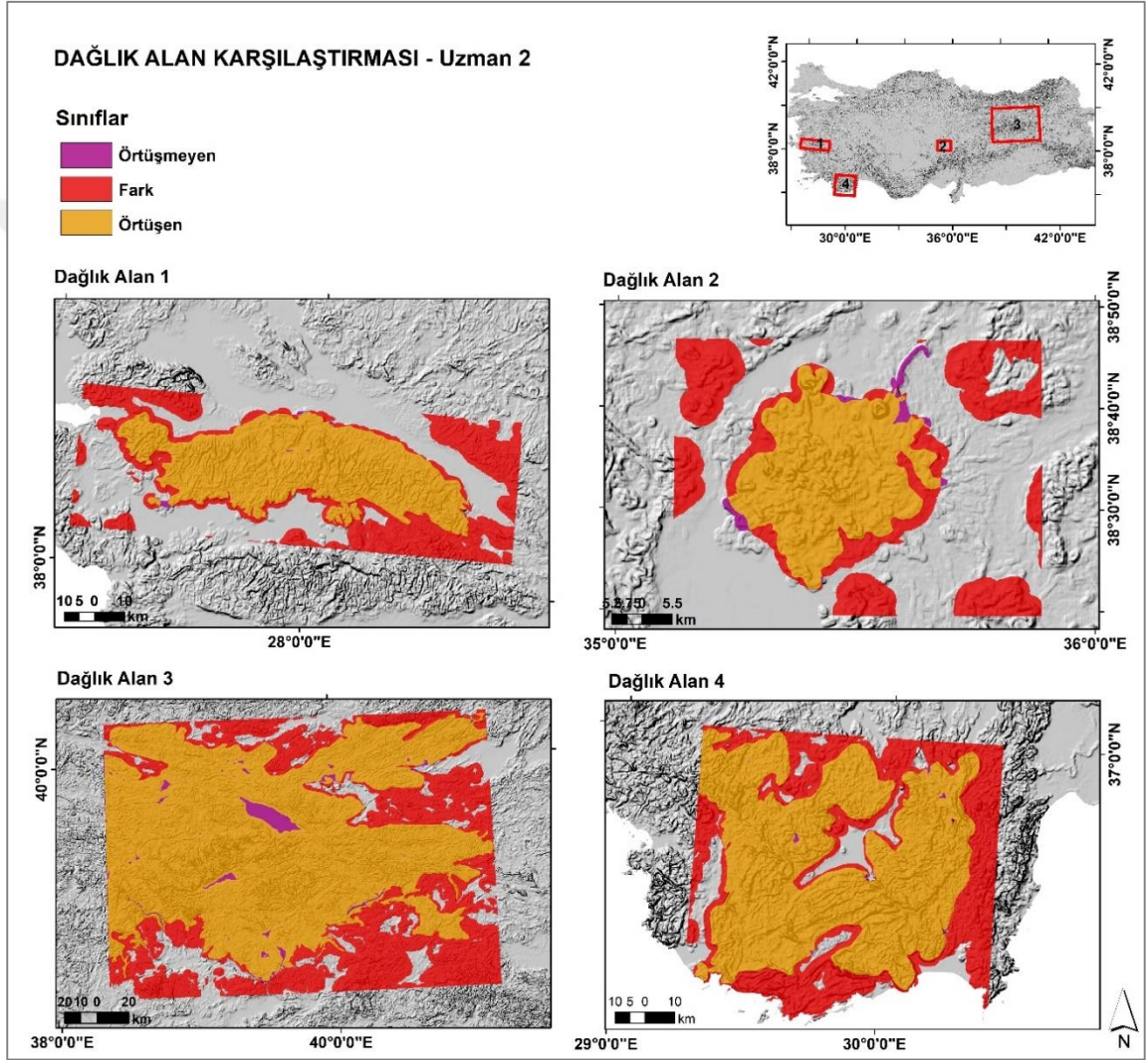
‘Dağlık Alan 4’ için dağ olarak sınıfladığı alanlar; 44 km², ortak alanlar 6553 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 1452 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır.



Şekil 5.21: Sınıflar Arası Değişim Oranları

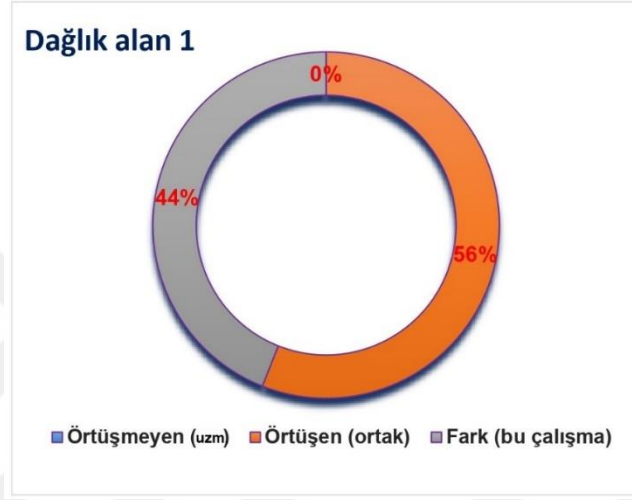
5.3.2. Uzman 2

Uzman 2'in Şekil 5.22'de görüleceği üzere;



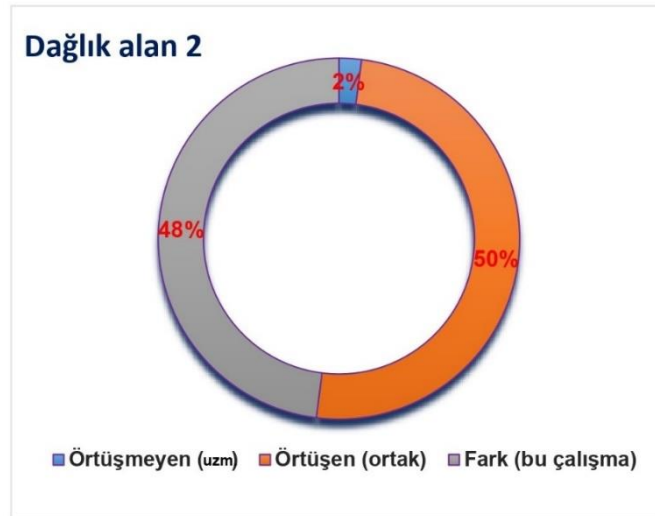
Şekil 5.22: Uzman 2- Farklı 4 Local Sahada Dağlık Alan Karşılaştırması

‘Dağlık Alan 1’ için dağ olarak sınıfladığı alanlar; 11 km², ortak alanlar 2572 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 2017 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır.



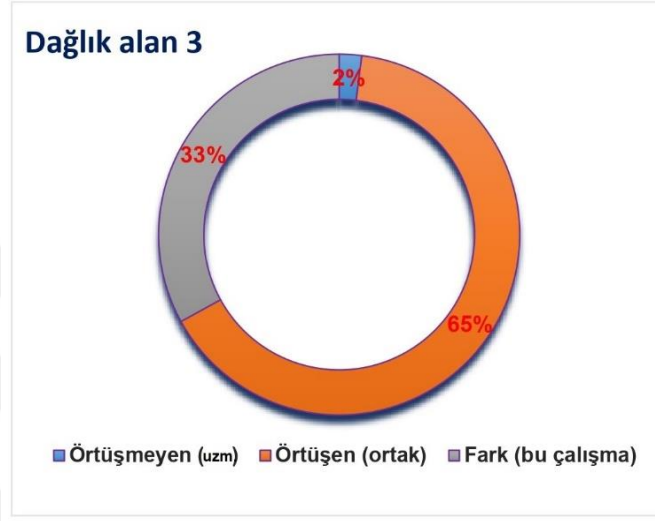
Şekil 5.23: Sınıflar Arası Değişim Oranları

‘Dağlık Alan 2’ için dağ olarak sınıfladığı alanlar; 37 km², ortak alanlar 828 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 789 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır.



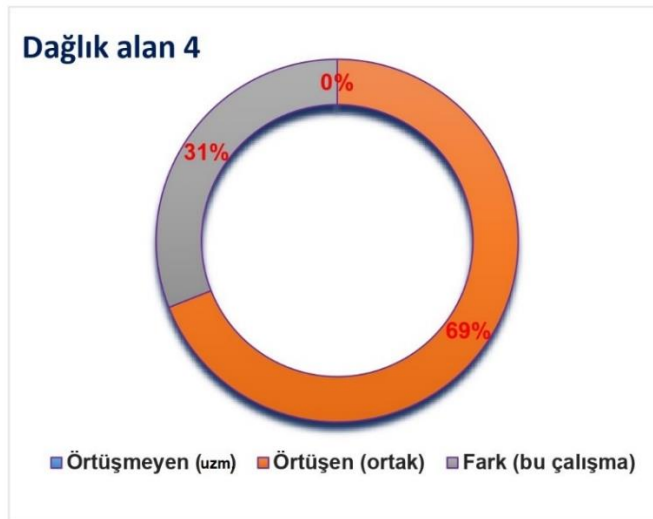
Şekil 5.24: Sınıflar Arası Değişim Oranları

‘Dağlık Alan 3’ için dağ olarak sınıfladığı alanlar; 580 km², ortak alanlar 24506 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 12336 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır.



Şekil 5.25: Sınıflar Arası Değişim Oranları

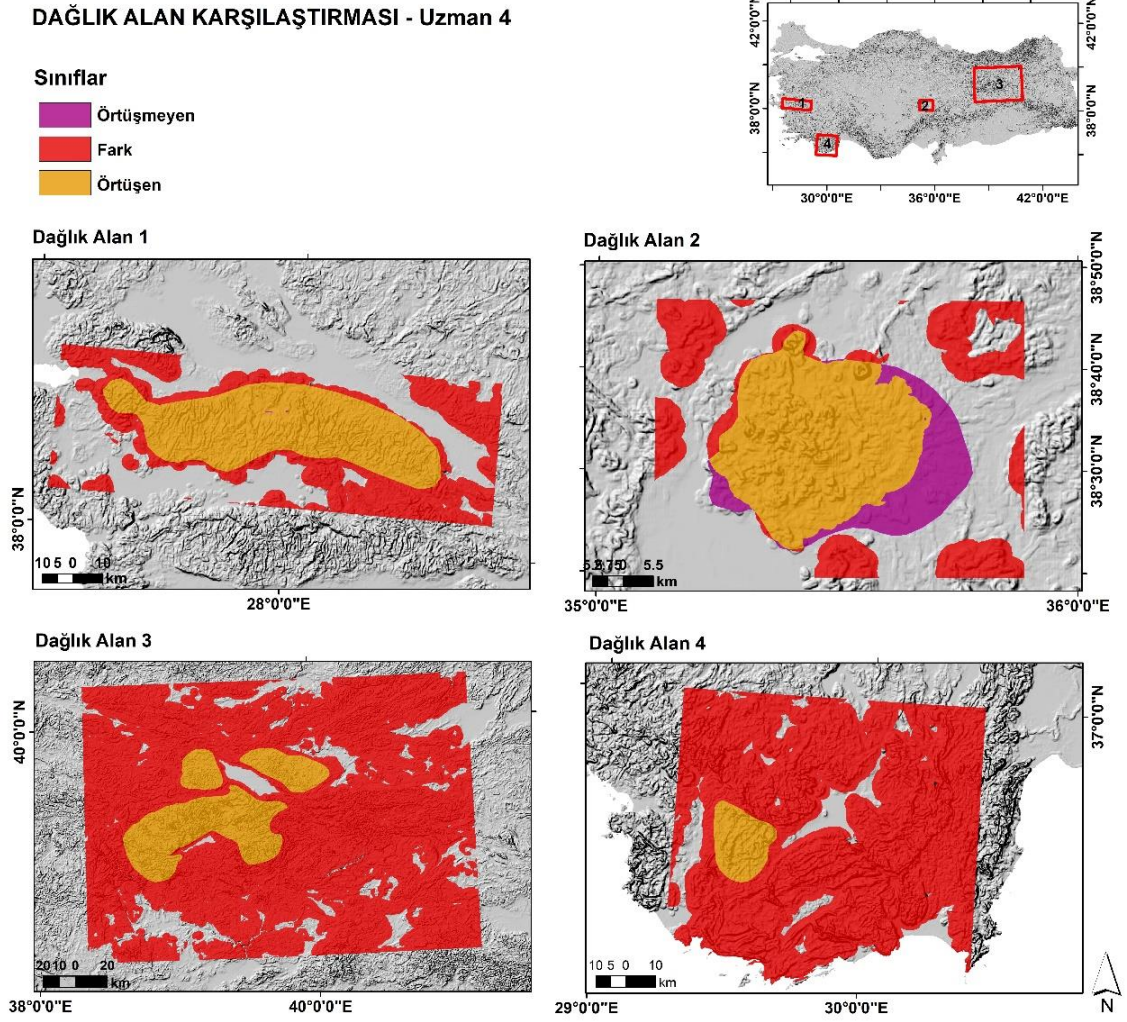
‘Dağlık Alan 4’ için dağ olarak sınıfladığı alanlar; 15 km², ortak alanlar 6192 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 2814 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır.



Şekil 5.26: Sınıflar Arası Değişim Oranları

5.3.3. Uzman 4

Uzman 4'in Şekil 5.27'de görüleceği üzere;



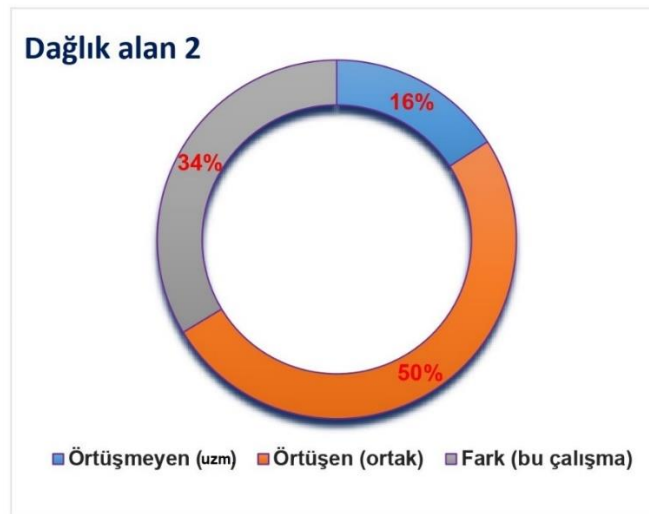
Şekil 5.27: Uzman 4- Farklı 4 Lokal Sahada Dağlık Alan Karşılaştırması

‘Dağlık Alan 1’ için dağ olarak sınıfladığı alanlar; 1 km², ortak alanlar 2239 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 2350 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır.



Şekil 5.28: Sınıflar Arası Değişim Oranları

‘Dağlık Alan 2’ için dağ olarak sınıfladığı alanlar; 302 km², ortak alanlar 971 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 646 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır.



Şekil 5.29: Sınıflar Arası Değişim Oranları

‘Dağlık Alan 3’ için dağ olarak sınıfladığı alanlar; 0 km², ortak alanlar 4615 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 9557 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır.



Şekil 5.30: Sınıflar Arası Değişim Oranları

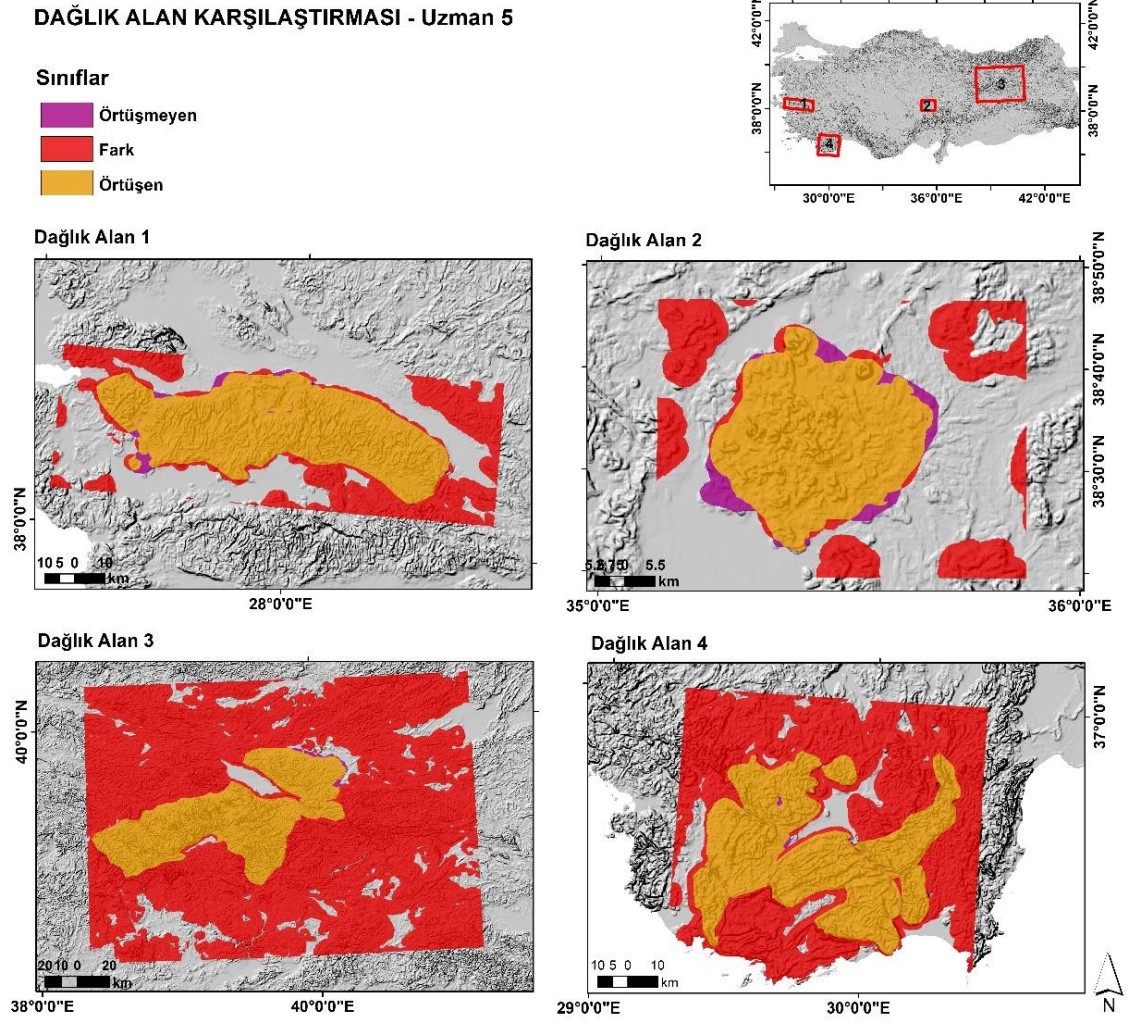
‘Dağlık Alan 4’ için dağ olarak sınıfladığı alanlar; 0 km², ortak alanlar 406 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 7600 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır.



Şekil 5.31: Sınıflar Arası Değişim Oranları

5.3.4. Uzman 5

Uzman 5'in Şekil 5.32'de görüleceği üzere;



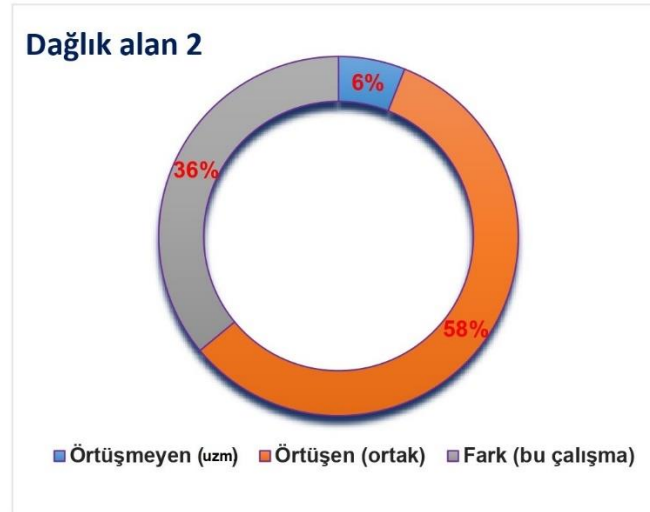
Şekil 5.32: Uzman 5- Farklı 4 Lokal Sahada Dağlık Alan Karşılaştırması

‘Dağlık Alan 1’ için dağ olarak sınıfladığı alanlar; 66 km², ortak alanlar 2784 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 1805 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır.



Şekil 5.33: Sınıflar Arası Değişim Oranları

‘Dağlık Alan 2’ için dağ olarak sınıfladığı alanlar; 103 km², ortak alanlar 991 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 626 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır.



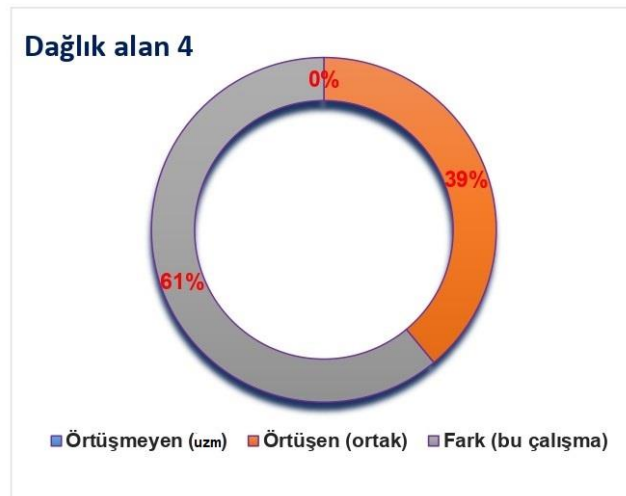
Şekil 5.34: Sınıflar Arası Değişim Oranları

‘Dağlık Alan 3’ için dağ olarak sınıfladığı alanlar; 66 km², ortak alanlar 6066 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 30776 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır.



Şekil 5.35: Sınıflar Arası Değişim Oranları

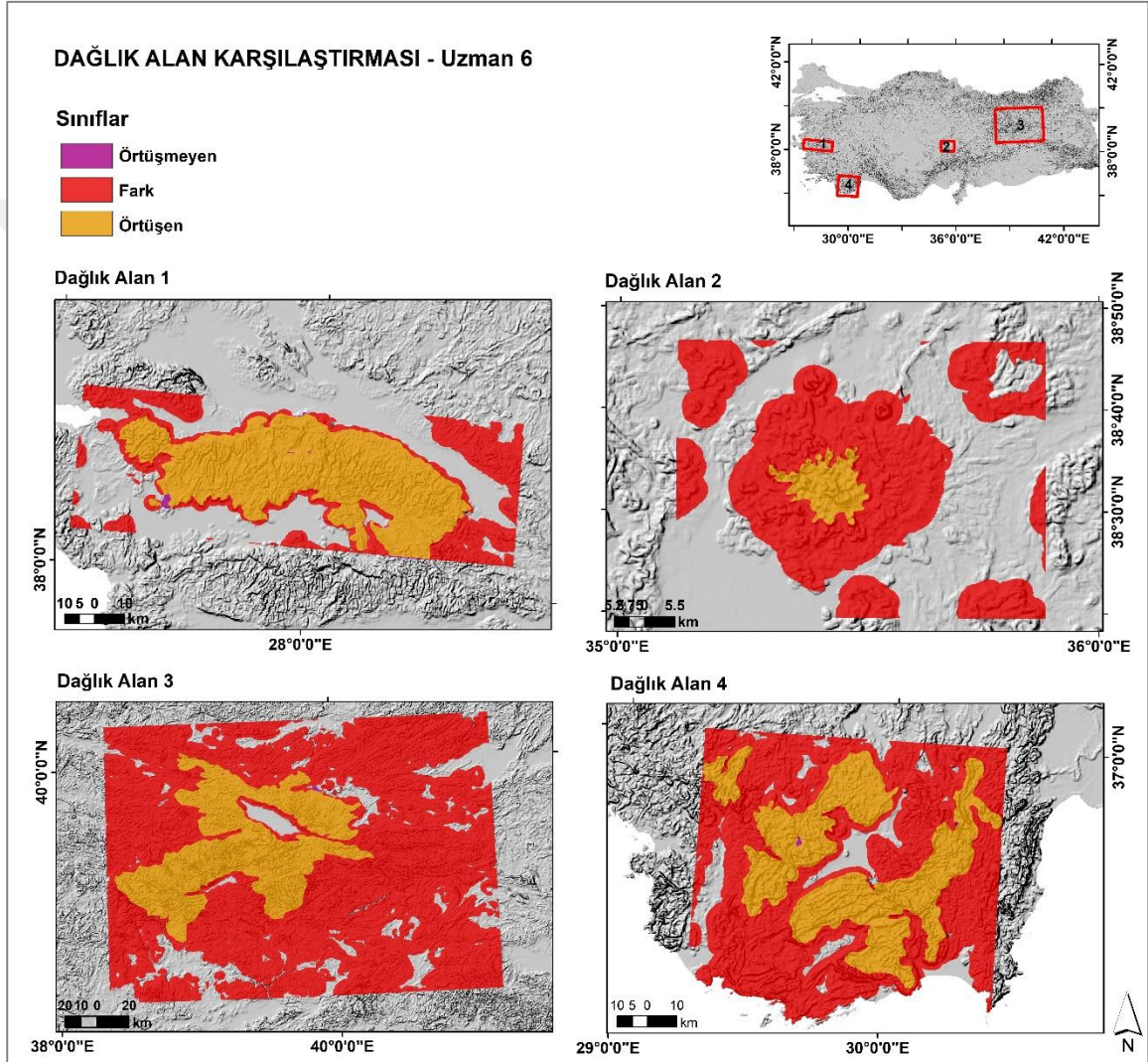
‘Dağlık Alan 4’ için dağ olarak sınıfladığı alanlar; 10 km², ortak alanlar 3103 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 4902 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır.



Şekil 5.36: Sınıflar Arası Değişim Oranları

5.3.5. Uzman 6

Uzman 6'in Şekil 5.37'de görüleceği üzere;



Şekil 5.37: Uzman 6- Farklı 4 Lokal Sahada Dağlık Alan Karşılaştırması

‘Dağlık Alan 1’ için dağ olarak sınıfladığı alanlar; 17 km², ortak alanlar 2804 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 1785 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır.



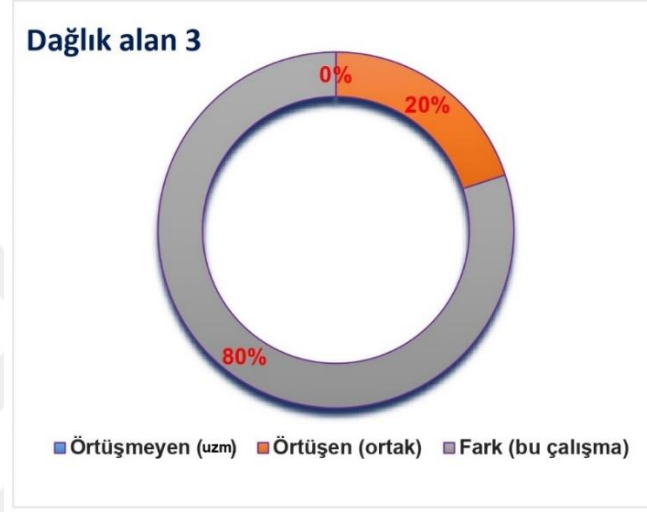
Şekil 5.38: Sınıflar Arası Değişim Oranları

‘Dağlık Alan 2’ için dağ olarak sınıfladığı alanlar; 0 km², ortak alanlar 127 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 1490 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır.



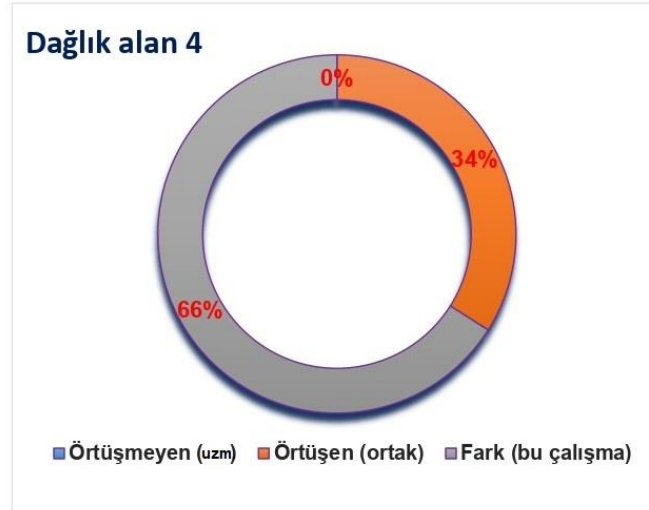
Şekil 5.39: Sınıflar Arası Değişim Oranları

‘Dağlık Alan 3’ için dağ olarak sınıfladığı alanlar; 13 km², ortak alanlar 7341 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 29502 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır.



Şekil 5.40: Sınıflar Arası Değişim Oranları

‘Dağlık Alan 4’ için dağ olarak sınıfladığı alanlar; 5 km², ortak alanlar 2731 km² olarak hesaplanmıştır. Bizim sınıflamamızda ise fark olarak 5274 km² olarak dağlık alan haritalanmıştır.



Şekil 5.41: Sınıflar Arası Değişim Oranları

ALTINCI BÖLÜM

TÜRKİYE DAĞ VE DAĞLIK ALANLARININ İKİ DEĞİŞKENLİ HARİTALANMASI

6.1. İki değişkenli Haritalama Yöntemi

İki değişkenli tematik haritalar (Bivariate Choropleth Map) iki coğrafi fenomen arasında görünür uzamsal ilişkiler kuran güçlü araçlar olarak tanımlanmaktadır. Koropleth kelimesi Yunanca'dan alınmıştır. Choros (yer veya alan) ve plethein (doldurmak) kelimelerinden türetilmiştir. Tarihi 1800 yıllara kadar giden Koroplet haritaları, en yaygın nicel tematik harita türlerinden birisidir. Bu haritalar birim alan sınırları içinde farklı renk, desenler ve büyüklükler ile istatistiki değerleri farklı matris kombinasyonlarında gösterir (Torguson, 2017: 1-2). Tematik haritalar tek değişkenli haritalara veya bir coğrafi bilgi setinin yalnızca bir özelliğini gösteren kartografik temsillere odaklanmaktadır. İki veya daha fazla özneteliği (sırasıyla iki değişkenli ve çok değişkenli bir harita) görüntülemek, ilişkili coğrafi fenomenler hakkında bilgi aktarmanın güçlü bir yoludur, ancak iki değişkenli/çok değişkenli haritaları başarılı bir şekilde tasarlamak, eklenen bilgi yoğunluğu nedeniyle zor olabilmektedir (Elmer, 2012). İki değişkenli bir haritanın işlevsel amacı, iki coğrafi olgu arasındaki ilişkileri göstermektir (Fisher, 1982; Tyner, 2010). Bu coğrafi ilişkinin görselleştirilmesi, sıklıkla, haritalanan fenomenin anlaşılmasına ilişkin içgörü sağlamaktadır.

Carswell ve Wickens (1990) ve Nelson (1999; 2000) iki değişkenli haritaları tasarlamının ve okumanın zorluklarının, en azından kısmen, çeşitli iki değişkenli haritaların algısal ve işlevsel yönlerinin daha iyi anlaşılmasıyla çözülebileceğini varsayar. Tek değişkenli haritalamaya kıyasla iki değişkenli haritalama için çok daha fazla tasarım olasılığı bulunmaktadır.

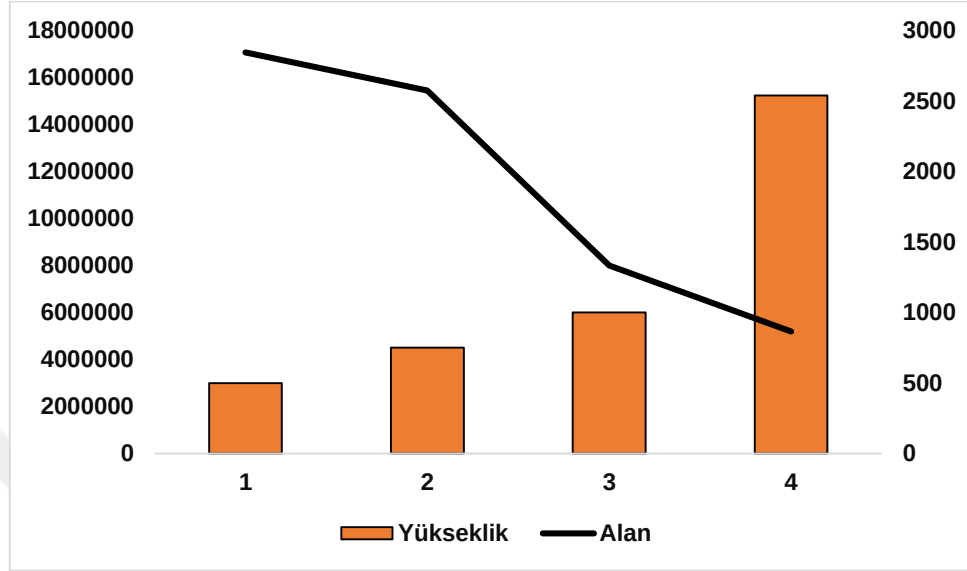
6.2. İki değişkenli Harita Prosedürü

Daha önceki bölümlerde ana dağ sınıfının oluşturulması aşamalarından bahsetmiştik ve topoğrafik rölyef parametresiyle Türkiye'deki dağlık alanları tanımlamıştık. Bu tanımlamanın ardından morfolojik eşiği 300 m olan ve NAW eşiği 2.5 km olan dağlık alanımıza bir eğim maskesi uyguladık. Bu aşamadan sonra temel bir maske elde etmiş olduk. Eğim maskesiyle düzlük bazı alanların sınıflamanın dışında bırakılması amaçlanmıştır. Erol'un (1993) eğim gruplarına göre morfolojik tanımlamalarına bakıldığında % 50 ye kadar olan grupta düzlükler yer almaktadır. Eğimli yüzeyler bu değerden sonra başlamakta bu da yaklaşık olarak 3°'ye takabül etmektedir. Buna göre 3° ve bu değerden yüksek alanlar seçilerek bir maske uygulanmış ve ana rölyef haritası oluşturulmuştur. Ana rölyef haritası iki değişkenli haritanın ilk kategorik verisini oluşturmaktadır.

İkinci olarak ise bu ana maskeyle (3° eğim eşiğiyle oluşturulan topoğrafik rölyef katmanı) ortalama yüksekliği keserek 2. kategorik verimiz olan ortalama yükseklik verisini oluşturduk. İki veriyi birleştirerek (her bir veri 4 sınıf olarak yeniden sınıflandırılmıştır) bir matris oluşturulmuş ve 16 dağ sınıfı elde edilmiştir. Daha sonra ArcMap Pro programında Bivariate (iki değişkenli) harita elde edilmiştir.

6.2.1. Rölyef Sınıfı

Topoğrafik rölyef sınıfı, 300 m morfolojik eşik ve 3° eğim maskesiyle oluşturulmuş olup toplam alanı 457204 km² dir. Yeniden sınıflandırılan bu parametrenin 4 farklı sınıf ve değerleri Şekil 6.1'de görülmektedir. Buna göre 300-500 m aralığındaki yüksekliklerin alanı 170706 km² ve oransal olarak % 22 dir. 500-750 m arası 154551 km² olup oransal değeri %20 dir. 750-1000 m aralığındaki 3. sınıf ise %10 luk bir oranla 79987 km² bir alana sahiptir. 1000 m den yüksek rölyef alanına sahip alanlar ise 51961 km² ile %7 lik bir orana sahiptir. Şekil 6.1 'de de görüleceği üzere rölyef değeri arttıkça kapladığı alan azalmaktadır. Bu özellik çok yüksek engebeye sahip dağların oransal olarak daha az yer kapladığını göstermektedir ki Tablo 6.1'de bu oranlar görülmektedir.

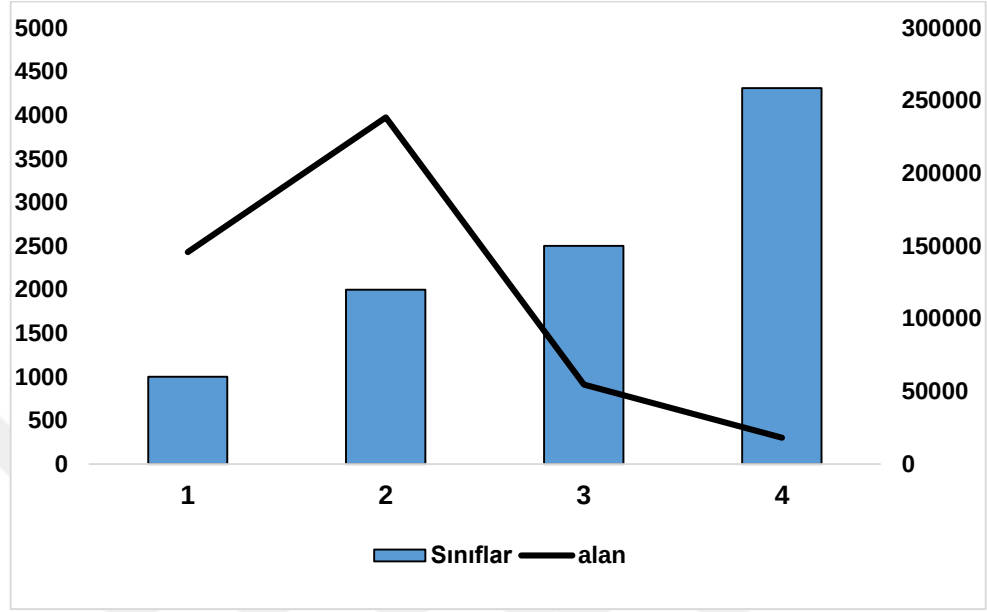


Şekil 6.1: Röllyef Sınıflarının Yükseklik ve Alansal Dağılışı

6.2.2. Ortalama Yükseklik Sınıfı

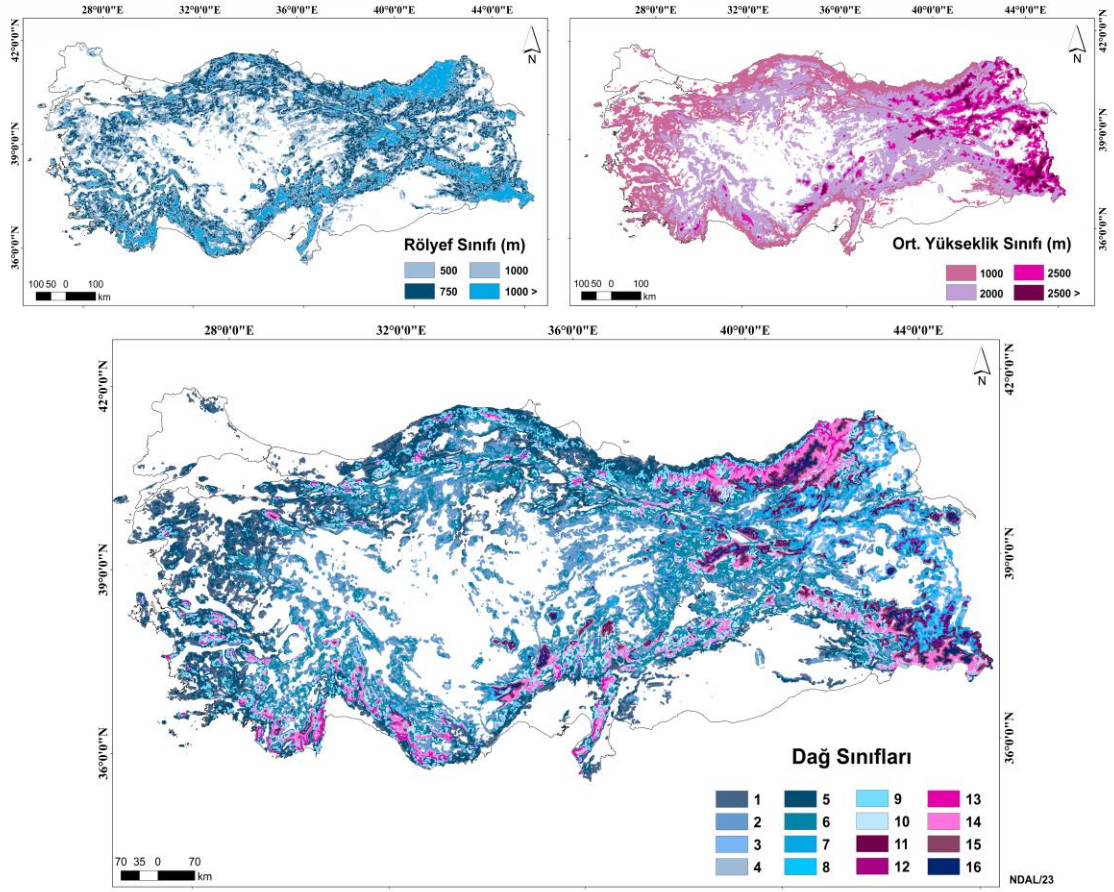
Bu sınıflamada mevcut dağ sınıfını yüksekliklerine göre sınıflandırmak için ortalama yükseklik değerinin kullanılmasının amacı mutlak yükseklik verisine göre bu değer genelleştirme kapasitesinin daha fazla olmasıdır. Yeniden sınıflandırılan bu parametrenin 4 farklı sınıf ve değerleri Şekil 6.2’de görülmektedir.

Buna göre 1000 m’den daha az yüksekliğe sahip olan alanlar 145901 km² ile % 19 oransal değere sahiptir. 1000-2000 m arası ortalama yükseklik 238574 km² alan ile % 31 lik bir orana sahiptir. 2000-2500 m aralığındaki 3. sınıf ise % 7 lik bir oranla 54580 km² bir alana sahiptir. 2500 m den yüksek ortalama yükseklik değerine sahip alanlar ise 18149 km² ile % 2 lik bir orana sahiptir. Sonuç olarak Şekil 6.2’de görüleceği üzere 2. Sınıfın kapladığı alan en fazla 4. Sınıfa doğru ortalama yükseklik azaldıkça kapladıkları alan azalmaktadır.



Şekil 6.2: Ortalama Yükseklik Sınıflarının Yükseklik ve Alansal Dağılışı

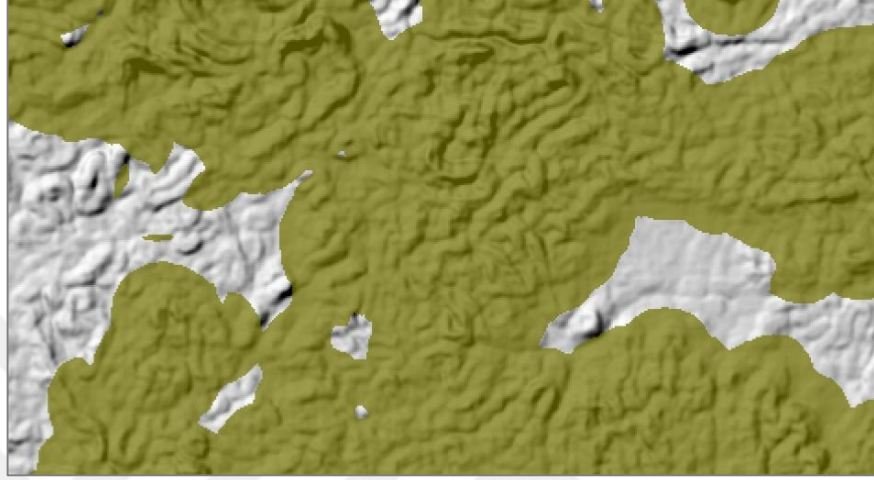
Sonuç olarak, dağlık alanlara karar verilen topoğrafik rölyef parametresine daha sonra bir eğim maskesi uygulayarak daha dik/ sarp olan alanlarla birleşmiş ve temel bir maske elde etmiş olduk. Buradaki amaç daha sonra oluşturduğumuz ortalama yükseklik parametresinde yükseklik alanlarına göre kesilmiş dağlık alanlardaki rölyeften kaynaklanan dikliği vermektir. Yeniden sınıflandıran iki parametrenin birleştirilmesi ardından oluşan dağlık alan sınıfı bir matris oluşturulmasıyla rölyef ve ortalama yükseklikliğin kombinasyonu sağlanmış ve 16 dağlık alan sınıfı ortaya çıkartılmıştır. Bu sınıfları ve ortaya çıkan 16 sınıf Şekil 6.3’de görülmektedir. 16. sınıftan oluşan dağlık alan haritasına baktığımızda dağ alanları içinde boşluklar görülmektedir. Bu boşlukların bir kısmı morfolojik nedenlerden (uygulanan eşik değerleri ve eğim maskesi) dolayı dağ alanına karşılık gelmeyen kısımlardır örneğin; ovalar, platolar ve bazı depresyon alanları başta olmak üzere ayrıca bazı göl alanları da buna dahildir. Onun dışında eğim maskesinin uygulanmasıyla beraber harita alanı biraz daha parçalı hale gelmiş ve dağlık alan içinde boşluklar oluşmuştur.



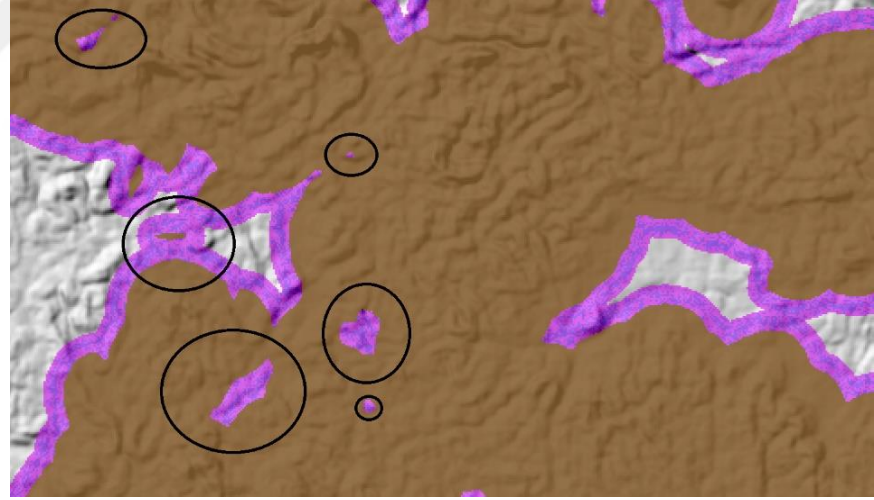
Şekil 6.3. Çift Değişkenli harita Öncesi Sınıflar

Bu boşluklara daha yakından bakacak olursak Şekil 6.4'te A harita kesitinde yeşil olarak görülen alanlar dağ tanımına karşılık gelmektedir. Şekil üzerinede görüleceği gibi dağın etki alanı içinde nispeten küçük boşluklar bulunmaktadır. Bunlar özellikle dağların geniş alan kapladığı yerlerde dağlık alan sınıfına dahil edilmesi gereken alanlardır. Bu nedenle bu alanlar dağlık alan tanımına dahil edilmiştir (daha önce Şekil 4.18'de gösterildiği gibi). Doldurulan boşluklara yakından bakmak için Şekil 6.4'teki B harita kesitine bakacak olursak A haritasındaki nispeten küçük olan boşlukların kapandığı görülecektir.

A



B



Şekil 6.4: Sınıflandırma sonucu dağ olarak tanımlanmayan boşluklar

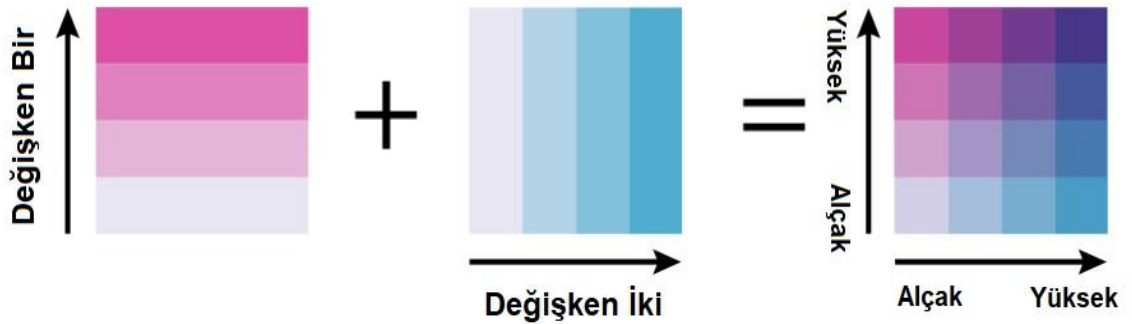
Sonuç olarak topoğrafik rölyef haritası üzerinde yapılan genelleştirme sonucu elde edilen harita yeniden sınıflandırılmış ve yeniden sınıflandırılan diğer parameter olan ortalama yükseklik değişkeniyle iki parameter birleştirilmiştir. Ardından oluşan dağlık alan sınıfı bir matrisin oluşturulmasıyla rölyef ve ortalama yükseklikliğin kombinasyonu oluşturulmuş ve 16 sınıftan oluşan iki değişkenli dağlık alan haritası ortaya çıkartılmıştır (Şekil 6.7).

6.2.3. İki Değişkenli Haritaya Doğru

İki değişkenli haritalar, iki değişkeni basitçe göstermekten daha ileri bir tekniktir. Bunun nedeni bu iki değişkenin nerede uyum veya anlaşmazlık içinde olduklarını göstermesidir. İki değişkenin ilişkili olabileceğine dair bir beklenti yok ise, iki değişkenli bir koroplet doğru seçim değildir. İki değişken arasındaki anlaşmayı göstermek, iki değişkenli bir koropletteki sınıf sayısının tek başına her bir değişkendeki sınıfların toplamından daha büyük olmasının nedenidir. Genel olarak, bireysel değişkenlerin n sınıfı varsa, iki değişkenli choropleth haritasının n^2 sınıfı olacaktır.

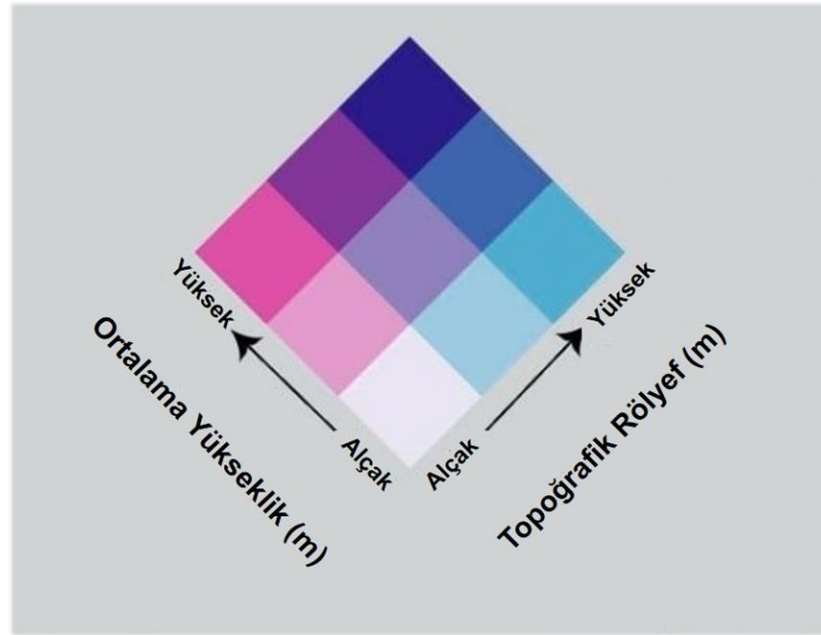
Bu çalışmada 2 ayrı kategorideki verilerin 4×4 veri mastrisi oluşturularak farklı renk sembolojileri ile gösterildiği iki değişkenli haritada oluşturulmuştur.

İki değişkenli renkler sembolojisi, bir özellik katmanındaki iki değişken arasındaki niceliksel ilişkiyi göstermektedir. Bu tür semboloji, değerleri görsel olarak karşılaştırmak, vurgulamak veya tanımlamak için iki değişkenli renk şemaları kullanmaktadır. Dereceli renk sembolojisine benzer şekilde, her değişken sınıflandırılır ve her sınıfa bir renk atanır. Şekil 6.5'teki örnekte, iki değişkenli renk şeması, her biri dört ayrı sınıfa sahip iki değişkenin ürünüdür. Bu, on altı benzersiz renkten oluşan bir kare ızgara oluşturur.

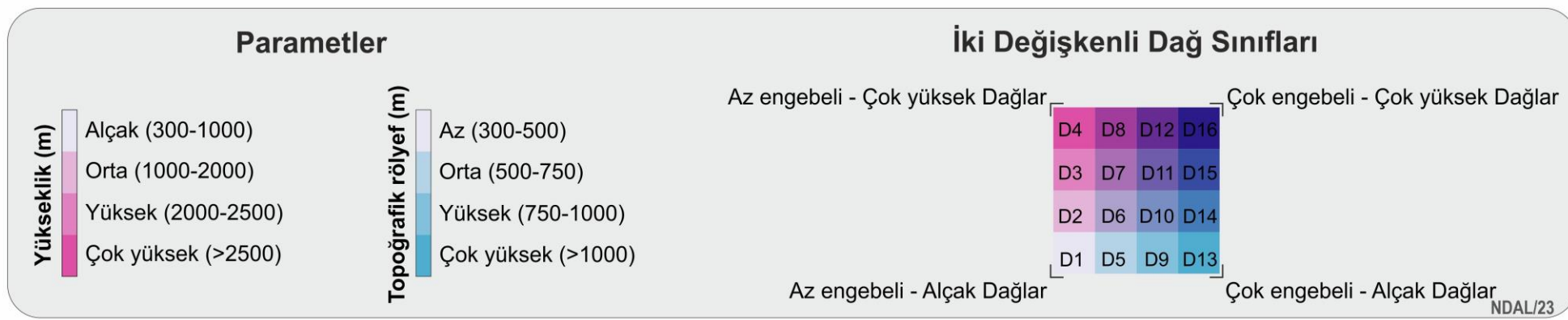
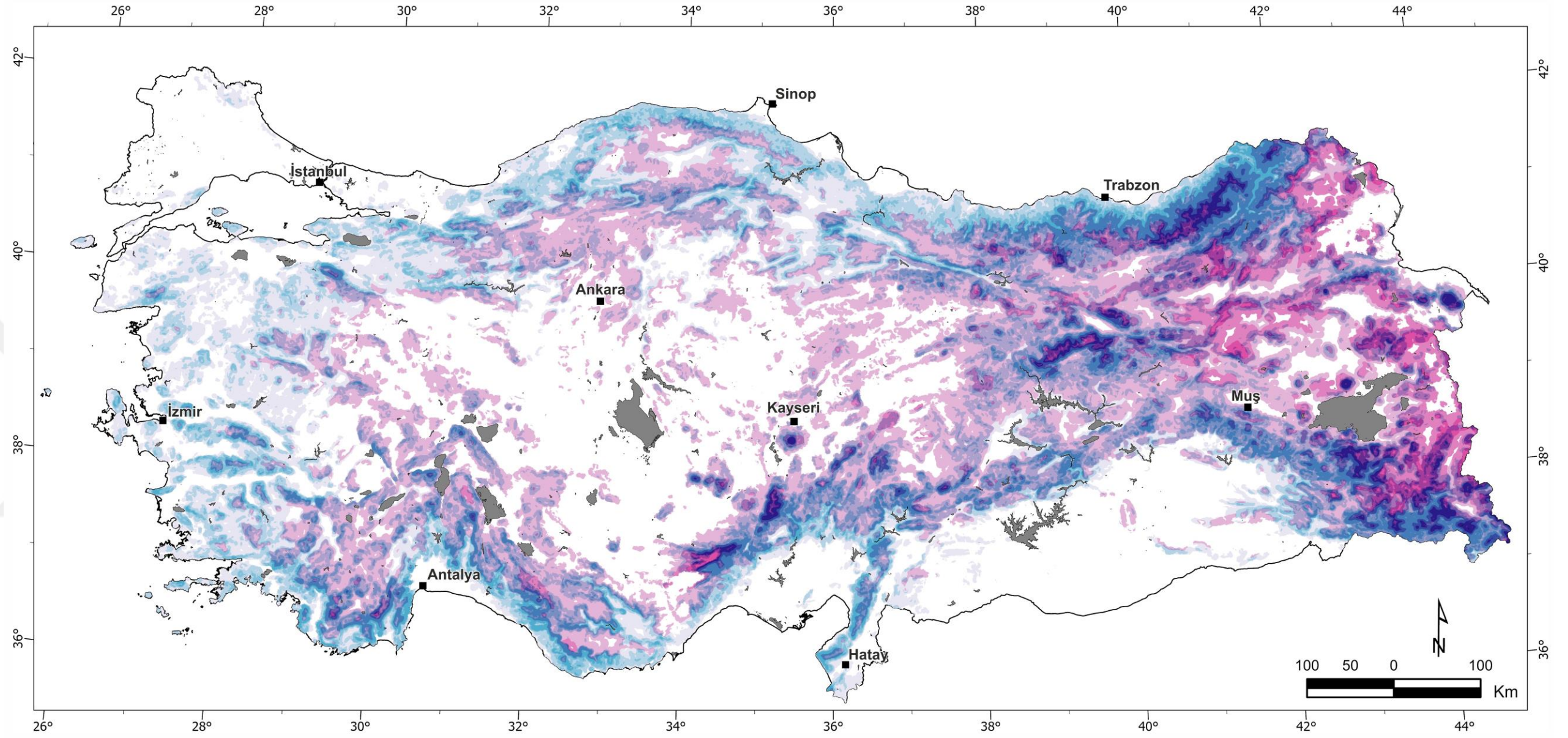


Şekil 6.5: Çift Değişkenli Haritadaki Verilerin Renk Kombinasyonunun Oluşumu

İki değişkenli renkler sembolojisi en iyi şekilde bir veri kümesindeki en yüksek ve en düşük değerleri vurgulamak veya bir veri kümesi içindeki korelasyonları bulmak için kullanılır. İki değişkenli renkler sembolojisi, veri kümesindeki öznitelik alanlarına dayanmaktadır. Renklerin daha açık tonları verilerdeki daha alçak (düşük) öznitelik değerlerine karşılık gelirken renklerinden daha koyu tonları ise değerlerin daha yüksek olduğu alanları göstermekte ifade etmektedir. Şekil 6.5’da gösterildiği gibi mavi ve pembe tonları koyudan daha açık renklere gitmektedir. Topoğrafik rölyef değişkeninin veri değerleri azaldıkta renk daha yumuşak/açık bir hal almaktadır. Ortalama yükseklik veri değişkeninde de aynı şekilde veri değerleri azaldıkta renk tonu açılmaktadır. Buna göre renklerin giderek koyulaştığı alanlar iki değişkeninde veri değerlerinin yüksek olduğu alanlara denk gelmektedir. Renklerin her iki değişken tarafında da açık renklerle temsil edildiği tonlar ise her iki değişkeninde veri değerlerinin alçak (düşük) olduğu alanları göstermektedir (Şekil 6.6). Sonuç olarak Şekil 6.7 da da görüleceği üzere iki değişkenli Türkiye dağları ve dağlık alanları haritası iki değişkenli ve 16 sınıftan oluşmaktadır. Bu sınıfların özellikleri ve bazı istatistiksel bilgiler ise Tablo 6.1’de görülmektedir.



Şekil 6.6: İki Değişkenli Haritadaki Verilerin Renk Matrisi

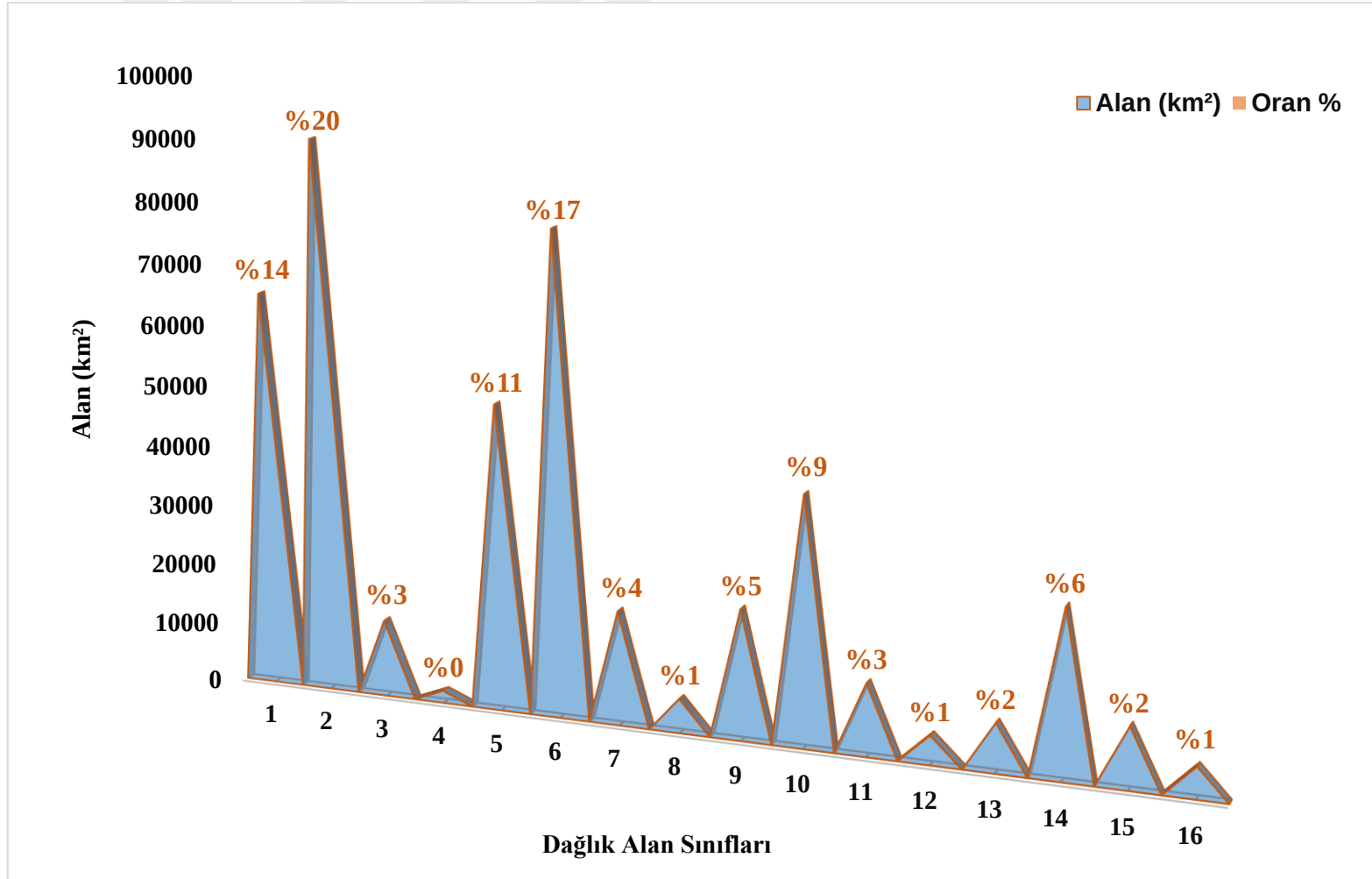


Şekil 6.7: Türkiye Dağ ve Dağlık Alanları İki Değişkenli Haritası

Yapılan sınıflandırma az engebeli ve alçak dağlardan, orta engebeli ve orta yükseklikteki dağlara oradan yüksek engebeli ve yüksek dağlara ve çok yüksek engebeli ve çok yüksek dağlara geçiş göstermektedir. Oransal olarak baktığımızda 2. (sınıf kodu D2-12) 6. (sınıf kodu D6-22), 1. (sınıf kodu D1-11) ve 5. Sınıflar (sınıf kodu D5-22) daha yüksek bir orada dağılışı göstermektedir (Şekil 6.8 ve 6.9).

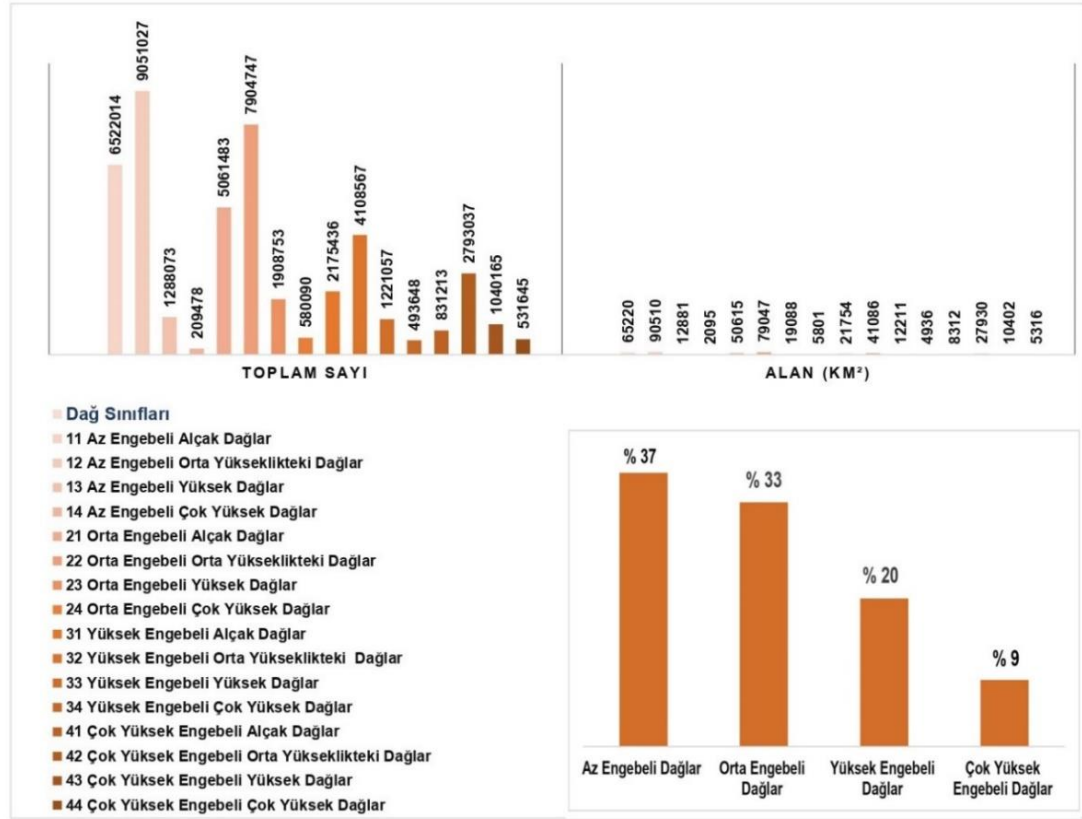
Tablo 6.1: Türkiye İki Değişkenli Dağlık Alan Haritasındaki Dağ Sınıfları

Sınıf Kodu	Dağ Sınıfları	Toplam Sayı	Alan (km ²)	Oran %
1 (D1)	Az Engebeli Alçak Dağlar	6522014	65220	14
2 (D2)	Az Engebeli Orta Yükseklikteki Dağlar	9051027	90510	20
3 (D3)	Az Engebeli Yüksek Dağlar	1288073	12881	3
4 (D4)	Az Engebeli Çok Yüksek Dağlar	209478	2095	0
5 (D5)	Orta Engebeli Alçak Dağlar	5061483	50615	11
6 (D6)	Orta Engebeli Orta Yükseklikteki Dağlar	7904747	79047	17
7 (D7)	Orta Engebeli Yüksek Dağlar	1908753	19088	4
8 (D8)	Orta Engebeli Çok Yüksek Dağlar	580090	5801	1
9 (D9)	Yüksek Engebeli Alçak Dağlar	2175436	21754	5
10 (D10)	Yüksek Engebeli Orta Yükseklikteki Dağlar	4108567	41086	9
11 (D11)	Yüksek Engebeli Yüksek Dağlar	1221057	12211	3
12 (D12)	Yüksek Engebeli Çok Yüksek Dağlar	493648	4936	1
13 (D13)	Çok Yüksek Engebeli Alçak Dağlar	831213	8312	2
14 (D14)	Çok Yüksek Engebeli Orta Yükseklikteki Dağlar	2793037	27930	6
15 (D15)	Çok Yüksek Engebeli Yüksek Dağlar	1040165	10402	2
16 (D16)	Çok Yüksek Engebeli Çok Yüksek Dağlar	531645	5316	1



Şekil 6.8: Dağ Sınıflarının Oransal Dağılımları

Yapılan sınıflama çerçevesinde genel olarak dört farklı engebелilik oranına göre sınıflara bakacak olursak, az engebелi dağlar %37, orta engebелi dağlar %33, yüksek engebелi dağlar %20 ve çok yüksek engebелi dağlar ise %9 bu dağların ortalama yüksekliği 1000 m'nin üzerindedir oranında alan kaplamaktadır (Şekil 6.9).



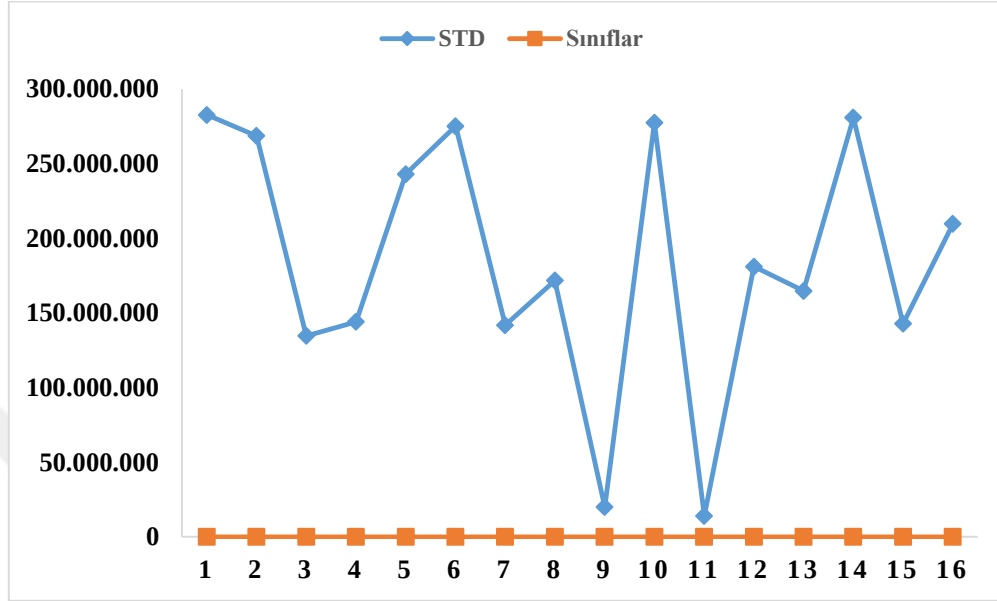
Şekil 6.9: Röllyefe Göre Dağ Sınıflarının Kategorik Dağılımları

Sınıflamadaki, dağ sınıfları ile ilgili her bir sınıfa ait bazı istatiki bilgilerin yer aldığı tablolar aşağıda gösterilmiştir. Bu tablolar ortalama yükseklik, eğim ve yüksekliğin standart sapması değerlerine göre 16 sınıfın alan, minimum, maksimum, fark, ortalama, standart sapma ve toplam özelliklerini içermektedir.

Tablo 6.2: Türkiye İki Değişkenli Dağlık Alan Haritasındaki Dağ Sınıflarının Ortalama Yükseklik Verisine Göre İstatistiksel Özellikleri

Sınıf	Sınıf Kod	Alan (km ²)	MİN.	MAX.	FARK	ORT.	STD	TOPLAM
D1	11	652.201.400	300	1000	984	560.252	282.686	3653975541
D2	12	905.102.700	1001	2000	999	1420.134	268.591	12853676447
D3	13	128.807.300	2001	2500	499	2205.967	134.677	2841447186
D4	14	20.947.800	2501	3269	768	2669.685	144.030	559240375
D5	21	506.148.300	33	1000	967	607.022	243.020	3072433021
D6	22	790.474.700	1001	2000	999	1464.950	275.130	11580062699
D7	23	190.875.300	2001	2500	499	2221.236	141.884	4239792669
D8	24	58.009.000	2501	3341	840	2708.722	171.710	1571302963
D9	31	217.543.600	90	1000	910	678.044	199.426	1475042399
D10	32	410.856.700	1001	2000	999	1497.933	277.509	6154362144
D11	33	122.105.700	2001	2500	499	2219.993	140.683	2710738833
D12	34	49.364.800	2501	3642	1141	2740.790	181.096	1352985544
D13	41	83.121.300	138	1000	862	767.227	164.798	637729283
D14	42	279.303.700	1001	2000	999	1518.615	280.836	4241548496
D15	43	104.016.500	2001	2500	499	2228.592	142.847	2318103469
D16	44	53.164.500	2501	4323	1822	2749.339	20.962	1461672548

Oransal olarak baktığımızda 2., 6., 1., ve 5. sınıflar daha fazla alan kaplayamaktadır (Şekil 6.8). Tablo 6.2’deki ortalama yükseklik değerlerine baktığımızda 2. Sınıf 1001-2000 m arasında, 6. Sınıf 10001-2000 m, 1. sınıf 16-1000 m ve 5. Sınıf ise 33-1000 m ortalama yükseklik değerlerine sahiptir. Şekil 6.10 da ise sınıflara göre standart sapma değerleri görülmektedir.



Şekil 6.10: Dağ Sınıfları Standart Sapma Değerlerinin Dağılımı (Ortalama Yüksekliğe Göre)

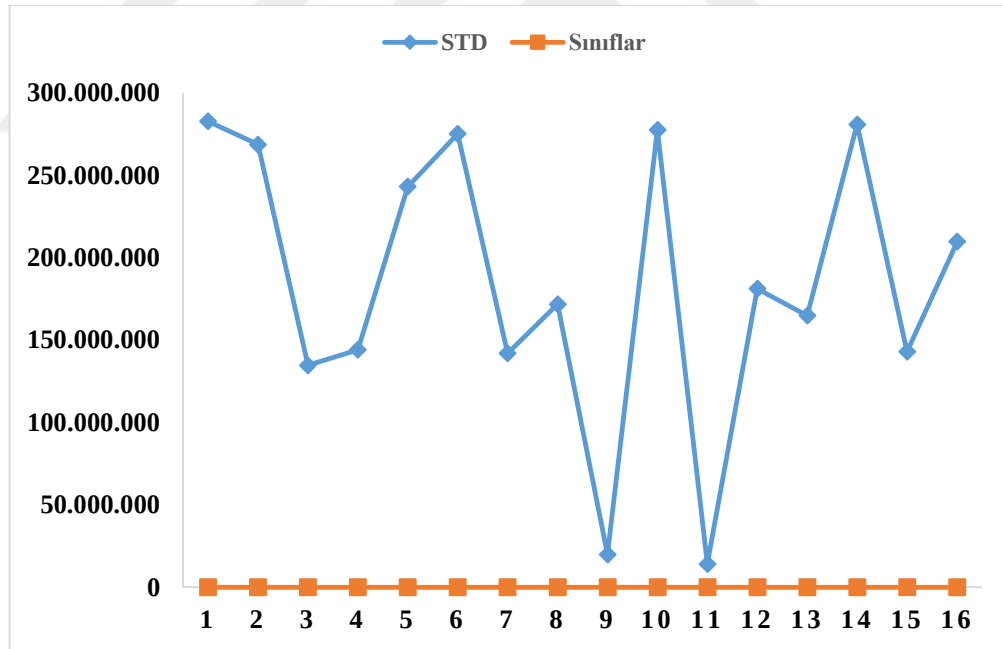
Tablo 6.3: Türkiye Çift Değişkenli Dağlık Alan Haritasındaki Dağ Sınıflarının Eğim Verisine Göre İstatistiksel Özellikleri

Sınıf	Sınıf Kod	Alan (km ²)	MİN.	MAX.	FARK	ORT.	STD	TOPLAM
D1	11	652.201.400	3	50	47	8.9	4.02	58120426
D2	12	905.102.700	3	34	31	8.4	3.80	76326428
D3	13	128.807.300	3	30	27	8.2	3.83	10665084
D4	14	20.947.800	3	29	26	8.1	3.65	1704598
D5	21	506.148.300	3	57	54	13.1	5.30	66642433
D6	22	790.474.700	3	43	40	12.3	4.98	97627319
D7	23	190.875.300	3	38	35	12.4	4.35	23714855
D8	24	58.009.000	3	40	37	12.3	4.85	7160558
D9	31	217.543.600	3	54	51	17.1	5.95	37306134
D10	32	410.856.700	3	48	45	16.5	5.89	67968248
D11	33	122.105.700	3	48	45	16.5	5.54	20190864
D12	34	49.364.800	3	43	40	16.8	5.67	8305055
D13	41	83.121.300	3	53	50	21.5	6.66	17900747

D14	42	279.303.700	3	57	54	21.9	6.72	61312358
D15	43	104.016.500	3	54	51	22.5	6.58	23438291
D16	44	53.164.500	3	58	55	22.5	6.85	11977496

Tablo 6.3'deki eğim değerlerine baktığımızda 9. sınıftan itibaren topoğrafyanın daha engebeli oluşula beraber daha dik röllyefi yansıtan yüksek eğim değerleri görülmektedir.

Bu sınıflardaki (9-16) eğim değerleri maksimum 43-58° arasında değişmektedir. Şekil 6. 9 da ise sınıflara göre standart sapma değerleri görülmektedir. Şekil 6.11 da ise standart sapmanın dağılımı görülmektedir.



Şekil 6.11: Dağ sınıfları Standart Sapma Değerlerinin Dağılımı (eğim değerlerine göre)

Tablo 6.4: Türkiye İki Değişkenli Dağlık Alan Haritasındaki Dağ Sınıflarının Yüksekliğin Standart Sapmasına Verisine Göre İstatistiksel Özellikleri

Sınıf	Sınıf Kod	Alan (km²)	MİN.	MAX.	FARK	ORT.	STD	TOPLAM
D1	11	711.854.600	20	175	155	84.5	18.03	601615435
D2	12	977.049.600	17	174	157	84.0	17.74	821654120
D3	13	138.301.000	26	164	138	85.6	17.65	118410196
D4	14	21.958.600	31	166	135	86.3	15.45	18961465
D5	21	515126400	44	245	201	135.8	24.70	699596562
D6	22	801.810.200	34	274	240	133.4	24.50	1070063339
D7	23	192.727.500	48	237	189	133.2	22.90	256864581
D8	24	58.355.300	53	243	190	13.1	22.13	76959766
D9	31	218.398.600	79	337	258	194.1	29.46	423954219
D10	32	411.998.400	82	357	275	191.8	29.47	790525533
D11	33	122.317.900	90	330	240	189.9	28.09	232308284
D12	34	49.430.500	78	317	239	183.3	25.08	90638054
D13	41	83.186.500	133	518	385	269.3	47.27	224074366
D14	42	279.457.800	123	584	461	277.2	55.21	774932192
D15	43	104.046.300	137	610	473	285.8	62.31	297458602
D16	44	53.181.900	131	621	490	275.9	64.06	146759719

Tablo 6.4'deki yüksekliğin standart sapmasına batığımızda min. ve max. sapmalar arasındaki fark en fazla 16 sınıfta, en az ise 3. sınıftadır. Yüksekliğin standart sapması aynı zamanda rölyefin bir ölçüsü olduğu için yüksek engebe ve ortalama yüksekliğe doğru özellikle 9. sınıfta itibaren büyük oranda bu sapma değeri arasındaki fark daha fazladır.

SONUÇ

Bu tez çalışmasında Türkiye'nin dağları ve dağlık alanlarının kantitatif tanımı yapılmıştır. Makro yer şekillerini tanımlarken kullanılan ölçek (örneğin meso ölçek), morfolojik sınırlarda farklılıklara neden olmaktadır. Sonuçlar da bu kapsamda değerlendirilmiştir. Buna göre; dağlar Türkiye topraklarının %61'ni kaplamaktadır. Dağ olmayan alanlar ise %39 oranına sahiptir. Bu oran içinde göl alanlarının tümü ve diğer ana morfolojik birimler (ova-plato) ile dağ alanları içinde kalan nispeten eğim ve rölyef değerleri düşük düz alanlar ve depresyonlar yer alır. Dağ ve onun etkileşim alanı içinde kalan yerlerin tümü düşünüldüğünde dağlık alanların ise %73'lük bir orana sahip olduğu hesaplanmıştır. Bu oranlar otomatik sınıflandırma yaklaşımları ve çeşitli cbs analiz ve teknikleri ile oluşturulmuş olsa da dağ sınırları ve eşik değerlerine karar verilmesi manuel bir çabanın eseri olmuştur.

Bu tez çalışmasının en önemli çıktılarından biri olan dağ tanımı 300 m'lik bir topoğrafik rölyef değişkeni ve 2.5 km yarıçap boyutunda bir analiz penceresi kullanılarak yapılmıştır. Buna göre dağlar topoğrafik rölyef'e göre tanımlanmıştır. Ve bu tanım düşük eğim derecesine sahip olan alanların çıkarılması ile son şeklini almıştır. Çeşitli analizler sonucunda elde edilen Topoğrafik rölyef değişkeni Türkiye topoğrafyasında dağların tutarlı şekilde kantitatif olarak tanımlanmasına imkan tanımıştır. Yapılan dağ tanımı ile onların etkileşim sahası içinde kalan nispeten daha küçük alanlı bazı sahalarda bu tanım dahilinde değerlendirilmiş ve sonucunda dağlık alan tanımlaması yapılmıştır. Bu noktada aynı eşik değerlerinin uygulandığı algoritma daha sonra yapılan genelleştirmeler ile topoğrafik rölyef değerlerinin 200 m'yi de içine alan bir çerçevede tanımlanmasına yol açmıştır.

Bu tez çalışmasında jeomorfometrik olarak yapılan makro yer şekli tanımı ve ona giden yolda kullanılan metodolojiler diğer önemli çıktılarından biridir. Çalışmanın elbette bazı sınırlılıkları vardır. Bunlar arasında; ölçek en önemlisidir. Ölçek seçimi tanımlamaları ve dolayısıyla yapılan karşılaştırmaları etkilemektedir. Buda nihai haritanın görünümünde değişikliklerle sonuçlanmaktadır. Bu nedenle bu tez çalışmasında farklı

mekansal ölçekler üzerinde çok sayıda farklı boyutta analiz pencereleri üretilmiştir. Bu noktadaki en önemli sınırlılık, dağ gibi makro yer şekillerinin görünümü küçük ölçeklerde (düşük çözünürlükteki SYM'ler) anlamlı olsa da algoritmalarda kullanılan değişkenlerin eşik değerlerinin bu çözünürlükten olumsuz etkilenmesidir. Bu nedenle nispeten daha büyük ölçek (yüksek çözünürlüklü SYM'ler) kullanımı istatistiksel olarak daha doğru sonuçlar üretmiştir. Özellikle yüksek çözünürlükte very değerlerindeki kayıpların az olması bir avantaj olsa da bu verilerde dağ gibi makro yer şekilleri dışında daha detay unsurların yarattığı gürültüler bir sorundur. Bunları haritadan dolayısıyla sınıflama algoritmalarından çıkartmak, çalışma için diğer sınırlılıkları oluşturmaktadır. Bu aşamada en uygun ölçek dizisinin ayarlanması ve gerekli genelleştirmelerin yapılarak gürültülerden olabildiğince kurtulmanın yolunun bulunması gerekmektedir.

Yaptığımız yüzlerce deneysel ölçek testlerinin ardından dağ sınırlarına olabildiğince sadık kalan bir tanımlama geliştirmiş bulunmaktayız. Bu kapsamda yönelttiğimiz araştırma sorularını, dağ ve dağlık alanların tanımlanmasında hangi değişkenlerin kullanılması gerektiğini çeşitli morfolojik değişkenleri test ederek optimum sınırdan belirlemiş ve bunlara cevap vermiş olduk. Bu değişkenlerin başında topoğrafik rölyef gelmektedir ve Türkiye dağ tanımı bu değişken üzerinden yapılmıştır. Seçilen çözünürlük, eşik değerleri ve yapılan karşılaştırmalar, sonuçlar açısından efektif karşılanmıştır. Diğer sorulardan biri de değişkenlerin hangi ölçeklerde kullanılması gerektiği idi. Yaptığımız çeşitli testlerde ve haritalarda, dağ sınırları ve tanımları açısından 1000 m ve 500 m çözünürlükteki verilerin uygun olmadığı (dağ sınırlarındaki belirsizliğin artması ve veri değerlerinin gerçek değerlerden uzaklaşması sonucu) ve 250 m ile 100 m çözünürlüğün daha iyi sonuçlar verdiği saptanmıştır. 25 m çözünürlükte yapılan testler ise nispeten iyi sonuçlar verse de bağımsız piksellerin fazlalığından dolayı tercih edilmemiştir. Bu tezde cevabını aradığımız ve optimum değeri elde ettiğimiz diğer özellik ise eşik değerlerinin, tanımlamadaki ve sınır ilişkilerindeki etkisi olmuştur. Buna göre yaptığımız analizler sonucu 300 m morfolojik eşik değerinin ve 2.5 km yarıçap boyutunda analiz pencere eşik değerinin tanımlama açısından daha doğru sonuçlar verdiği, dağ sınırlarına bakılarak ve istatistiksel olarak ortaya konmuştur.

Sonuç olarak, bu tez çalışmasında metodolojik olarak, analiz-örneklem (komşuluk) pencere boyutunun ve ölçeğin SYM'lerden hesaplanan morfolojik özellikler üzerindeki etkisi ve dağ tanımlamasında dağ sınır doğruluğu üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, topoğrafik rölyef komşuluk boyutuna yükseklik ve eğim değişkeninden daha fazla duyarlıdır. Sınıflama parametreleri içinde farklı çözünürlükteki SYM'leri karşılaştırdığımızda topoğrafik rölyef (maksimum yüksekliğin minimum yüksekliğe oranı) diğerlerine göre daha duyarlı olup varyans katsayıları arasındaki farkların daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. Yerşekli sınıflamasında dağ sınır ilişkileri, SYM çözünürlüğünden ziyade komşuluk analiz boyutuna daha duyarlıdır. Aynı analiz penceresinde farklı çözünürlükteki SYM'lerden tanımlanan makro yerşekli sınır ilişkilerinde değişim oranları arasındaki fark azken, aynı SYM'ler üzerinde hesaplanan farklı pencere boyutları (yarıçap) arasında fark daha fazladır. SYM çözünürlüğünün dağ tanımında ve sınır ilişkilerinde doğruluk üzerindeki etkisi parametrelerin veri değerleri üzerinde olmaktadır. Parametrelerin hesaplandığı daha düşük çözünürlükteki SYM'lerde veri kayıpları artmaktadır. Seçili alanlarda sahayı en iyi temsil eden doğru tanımlamalar için uygun sınıflandırma, ölçek ve pencere boyutlarının kombinasyonlarını içeren test sonuçları, pencere boyutunda yapılan değişikliklerle genelleştirme kapasitesi arttıkça tanımlanan makro yer şekli birliğinin daha homojen hale geldiğini belirlemiştir. Bundan sonraki küresel çalışmalarda daha yüksek çözünürlüklü veriler ve optimum pencere boyutu kombinasyonları, makro yer şekillerinin daha doğru tanımlanmasını sağlayabilecektir.

Tez çalışmasının bir diğer çıktısı ise üretilen ana dağ sınıfı ile küresel dağlık alan sınıflandırmalarını karşılaştırmamız olmuştur. Dağ sınırları açısından bu tez çalışmasındaki dağ sınıfı en optimum koşulları yakalamıştır. Buna göre Türkiye'deki dağlık alanların dağılışı, K1 sınıflamasında %71, K2'de %39, K3'de %81 ve bu üç sınıflandırmanın birleşimi olarak verilen GMBA'da (v2) ise %58 olarak çıkmıştır. Yapılan karşılaştırmalar Türkiye ölçeğinde bu üç sınıflandırmanın dağlık alanların sınırlarının doğru bir biçimde tanımlanması için yeterli olmadığını göstermiştir. Bu noktada, kullanılan algoritmalarda seçilen eşik değerlerinin ve genelleştirmelerin etkili

olduğu görülmüştür. Bu tez çalışmasının bir diğer çıktısı on altı sınıftan oluşan Türkiye dağ ve dağlık alanlarının rölyef ve ortalama yüksekliğe göre haritalanması olmuştur. Çift değişkenli haritalama tekniği ile yapılan bu sınıflandırmada; az engebeli dağlar %37, orta engebeli dağlar %33, yüksek engebeli dağlar %20 ve çok yüksek engebeli dağlar ise %9 oranlarında haritalanmıştır. Türkiye dağ ve dağlık alanlarının jeomorfometrik olarak yapılan sınıflandırmasının dışında, köken olarak dağlık alanların tektonik birimler açısından bir değerlendirmesi yapılmıştır. Buna göre on beş farklı tektonik birlik dağlık alanlara göre maskelenmiştir. Tektonik açıdan en fazla alana sahip dağlar Pontid ve Torid ana tektonik kuşaklarında yer alan dağlık alanlardır. Bundan sonra yapılacak çalışmalar dağlık alanların hiyerarşik olarak sınıflandırılmasına odaklanmalı ve diğer doğal ortam özellikleriyle beraber çeşitli sınıflandırmalar yapılarak dağlık alanların potansiyelleri ve onları tehdit eden faktörler ortaya çıkarılmalıdır.

KAYNAKÇA

- ADEDİRAN, A. O., PARCHARIDIS, I., POSCOLIERI, M., PAVLOPOULOS, K.: 2004, "Computer-assisted discrimination of morphological units on north-central Crete (Greece) by applying multivariate statistics to local relief gradients", **Geomorphology**, 58/1-4, 357-370.
- AGARWAL, P.: 2005 "Ontological considerations in GIScience", **International Journal of Geographical Information Science**, 19/5, 501-536.
- AGENDA 21.: United Nations Conference on Environment & Development Rio de Janeiro, Brazil, 3 to 14 June 1992, <https://www.un.org/esa/dsd/agenda21/Agenda%2021.pdf> (erişim tarihi 28.10.2021)
- AHNERT, F.: 1984 "Local relief and the height limits of mountain ranges", **American Journal of Science**, 284/9, 1035-1055.
- AILI, L. I. U.: 2008 "DEM-based analysis of local relief", In: Zhou, Q., Lees, B., & Tang, G. A. (Eds.), **Advances in Digital Terrain Analysis**, Springer Science & Business Media, 177-192.
- ARRELL, K. E., FISHER, P. F., TATE, N. J., BASTIN, L.: 2007 "A fuzzy c-means classification of elevation derivatives to extract the morphometric classification of landforms in Snowdonia, Wales", **Computers & Geosciences**, 33/10, 1366-1381.
- ATALAY, İ.: 1996 "Pleistosen Sonu ve Holosen Başlarında Anadolu'nun Paleocoğrafya Şartlarına Genel Bir Bakış". **Coğrafya Araştırmaları**, 4, 7-19.

- A-XING, Z., BURT, J. E., SMITH, M., RONGXUN, W., JING, G.: 2008 “The impact of neighborhood size on terrain derivatives and digital soil mapping”, In Zhou, Q., Lees, B., Tang, G. A. (Eds.). **Advances in digital terrain analysis**, 333-348. Berlin, Heidelberg: Springer.
- BARSCH, D., CAINE, N.: 1984 “The Nature of Mountain Geomorphology”, **Mountain Research and Development**, 4/4, 287–298.
- BENISTON, M.: “2000 **“Environmental change in mountains and uplands”**, Oxford University Press, London.
- BEVEN, K.: 2006 “A manifesto for the equifinality thesis”, **Journal of hydrology**, 320/1-2), 18-36.
- BEZDEK, J. C., EHRLICH, R., FULL, W.: 1984 “FCM: The fuzzy c-means clustering algorithm”, **Computers & Geosciences**, 10/2-3, 191-203.
- BISHOP, M. P., JAMES, L. A., SHRODER JR, J. F., WALSH, S. J.: 2012 “Geospatial technologies and digital geomorphological mapping: Concepts, issues and research”, **Geomorphology**, 137/1, 5-26.
- BISHOP, M. P., SHRODER JR, J. F., COLBY, J. D.: 2003 “Remote sensing and geomorphometry for studying relief production in high mountains”, **Geomorphology**, 55/1-4, 345-361.
- BISHOP, M., SHRODER, J. F.: 2004 **“Geographic information science and mountain geomorphology”**, Springer Science & Business Media.

- BLASCHKE, T., HAY, G. J., KELLY, M., LANG, S., HOFMANN, P., ADDINK, E., ..., TIEDE, D.: 2014 “Geographic object-based image analysis—towards a new paradigm”, **ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing**, 87, 180-191.
- BOZKURT, E., MITTWEDE, S. K.: 2001 “Introduction to the geology of Turkey—a synthesis”, **International Geology Review**, 43/7, 578-594.
- BOZKURT, E.: 2001 “Neotectonics of Turkey—a synthesis”, **Geodinamica acta**, 14/1-3, 3-30.
- BRABYN, L.: 1996 “Landscape classification using GIS and national digital databases”, **Landscape Research**, 21/3, 277-300.
- BRABYN, L.: 1998 GIS analysis of macro landform. In P. Firms (Ed.), “**SIRC98: The 10th Annual Colloquium of the Spatial Information Research Centre**”, Dunedin, University of Otago, 35-48.
- BRABYN, L.: 2009 “Classifying landscape character”, **Landscape research**, 34/3, 299-321.
- BROWN, D. G., LUSCH, D. P., DUDA, K. A.: 1998 “Supervised classification of types of glaciated landscapes using digital elevation data”. **Geomorphology**, 21/3-4, 233-250.
- BRUNSDEN, D.: 1996 “Geomorphological events and landform change”, **Zeitschrift für Geomorphologie**, The Centenary Lecture to the Department of Geography, University of Heidelberg, 40/3, 273-288.

- BURROUGH, P. A.: 1986 “Principles of geographical information systems for land resources assessment”, **Geocarto International**, 1/3, 54–54.
- BURROUGH, P.A., “**Principles of Geographical Information Systems**”,
MCDONNELL, R.A.: Oxford University Press, Oxford.
1998
- CAO, C.: 1992 “Detecting the scale and resolution effects in remote sensing and GIS”, **Louisiana State University and Agricultural & Mechanical College ProQuest Dissertations Publishing**, Doktora Tezi.
- CARSWELL, C. M., “The perceptual interaction of graphical attributes:
WICKENS, C. D.: 1990 Configurality, stimulus homogeneity, and object integration”, **Perception & Psychophysics**, 47, 157-168.
- CAYLEY, A.: 1859 “XI. on contour and slope lines”, **The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science**, 18/120, 264-268.
- CHABALA, L. M., “Landform classification for digital soil mapping in the
MULOLWA, A., Chongwe-Rufunsa area, Zambia”, **Agriculture, Forestry
LUNGU, O.: 2013 and Fisheries**, 2/4, 156-160.
- CHEN, H., LI, H., MA, L., “Construction method of geomorphologic classification
LIANG, R., WEN, B.: knowledge base based on ontology”, **19th International
2011 Conference on Geoinformatics**, Shanghai, China, 24-26 June, 1-6.
- CLARAMUNT, C.: 2020 “Ontologies for geospatial information: Progress and
challenges ahead”, **Journal of Spatial Information Science**, 20, 35-41.

- CLARKE, K. C.: 1988 “Scale-based simulation of topographic relief”, **The American Cartographer**, 15/2, 173-181.
- COUCLELIS, H.: 2003 “The certainty of uncertainty: GIS and the limits of geographic knowledge”, **Transactions in GIS**, 7/2, 165-175.
- CUNHA, N. S., MAGALHÃES, M. R., DOMINGOS, T., ABREU, M. M., WITHING, K.: 2018 “The land morphology concept and mapping method and its application to mainland Portugal”, **Geoderma**, 325, 72-89.
- CUOMO, A., GUIDA, D., PALMIERI, V.: 2011 “Digital orographic map of peninsular and insular Italy”, **Journal of Maps**, 7/1, 447-463.
- CÜREBAL, İ.: 2020 “Jeomorfolojik haritalamanın tarihçesi ve Türkiye’deki durum”, **Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi**, (4), 42-61.
- DANIELSON, J. J., GESCH, D. B.: 2011 “Global multi-resolution terrain elevation data 2010”, **US Department of the Interior and US Geological Survey, Open-File Report 2011–1073**, 1-35
- DAS S., PATEL, P.P., SENGUPTA, S.: 2016 “Evaluation of different digital elevation models for analyzing drainage morphometric parameters in a mountainous terrain: a case study of the Supin–Upper Tons Basin, Indian Himalayas”, **SpringerPlus**, 5/1544, 1-38.
- DE BOER, D. H.: 1992 “Hierarchies and spatial scale in process geomorphology: a review”. **Geomorphology**, 4(5), 303-318.

- DEHN, M., GÄRTNER, H., DIKAU, R.: 2001 “Principles of semantic modeling of landform structures”, **Computers & Geosciences**, 27(8), 1005-1010.
- DENG, Y., WILSON, J. P., BAUER, B. O.: 2007 “DEM resolution dependencies of terrain attributes across a landscape”, **International Journal of Geographical Information Science**, 21/2, 187-213.
- DENG, Y.X., WILSON, J.P., GALLANT, J.C.: 2018 “Terrain Analysis”, In: Wilson, J.P., Fotheringham, A.S. (Eds.), **Handbook of Geographic Information Science**, Oxford: Blackwell Publishers, 417-435.
- DIBIASE, D., DEMERS, M., JOHNSON, A., KEMP, K., LUCK, A. T., PLEWE, B., WENTZ, E.: 2006 “Epistemology”, **The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge**. Washington, DC: Association of American Geographers.
- DIKAU, R., BRABB, E., MARK, R. M.: 1991 “Landform classifications of New Mexico by computer”, **Geological Survey Open-File Report**, Menlo Park, CA: U.S., 91-634.
- DIKAU, R.: 1989 “The application of a digital relief model to landform analysis in geomorphology”, In: Raper, J.F. (Ed.), **Three dimensional applications in GIS**, Taylor & Francis, London, 51-57.
- DINESH, S., FADZIL, M. H.: 2007 “Characterization of the size distribution of mountains extracted from multiscale digital elevation models”, **Journal of Applied Sciences**, 7/10, 1410-1415.
- DOUGLAS, E.: 2020 “**Himalaya: A human history**”, Random House.

- DRĂGUȚ, L. D., “Terrain segmentation and classification using SRTM data”. In: Zhou, Q., Lees, B., Tang, Ga. (eds.), **Advances in digital terrain analysis**, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Springer, Berlin, Heidelberg, 141-158.
- DRĂGUȚ, L., BLASCHKE, T.: 2006 “Automated classification of landform elements using object-based image analysis”, **Geomorphology**, 81/3-4, 330-344.
- DRĂGUȚ, L., EISANK, C., STRASSER, T.: 2011 “Local variance for multi-scale analysis in geomorphometry”, **Geomorphology**, 130/3-4, 162-172.
- DRĂGUȚ, L., EISANK, C.: 2012 “Automated object-based classification of topography from SRTM data”, **Geomorphology**, 141, 21-33.
- EHSANI, A. H., QUIEL, F., MALEKIAN, A.: 2010 “Effect of SRTM resolution on morphometric feature identification using neural network—self organizing map”, **Geoinformatica**, 14, 405-424.
- ELMER, M. E.: 2012 “**Symbol considerations for bivariate thematic mapping**” (Doctoral dissertation).
- ERİNÇ, S., KURTER, A., EROSKAY, O., MATER, B.: 1985 “**Batı Anadolu ve Trakya Uygulamalı Jeomorfoloji Haritası: 1:500.000**”, Ankara, TÜBİTAK TBAGProje No. 593
- ERİNÇ, S.: 1972 “Türkiye: İnsan ve Ortam”. **Güney-Doğu Avrupa Araştırmaları Dergisi I**, Edebiyat Fakültesi Basımevi.

- ERİNÇ, S.: 1993 “Türkiye fiziki coğrafyasının ana çizgileri”, **İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülteni**, 10, 1-10.
- EROL, O.: 1982-1992 “Türkiye Jeomorfoloji Haritası” (1:1.000.000 Ölçekli-genelleştirilmiş baskı 1:2.000.000)”, **MTA Kartografya Servisi**, Ankara
- EROL, O.: 1983 “Türkiye'nin genç tektonik ve jeomorfolojik gelişimi”, **Jeomorfoloji Dergisi**, 11, 1-22.
- EROL, O.: 1989 "Türkiye Jeomorfolojisi, Türkiye'nin Jeomorfolojik Evrimi ve Bugünkü Genel Jeomorfolojik Görünümü", **Yayınlanmamış Ders Notu**, İstanbul.
- EROL, O.: 1993 “Ayrıntılı Jeomorfoloji Haritalarının Çizim Yöntemi”, **İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülteni**, 10, 19-38, İstanbul
- ERTEK, T.A., ÖZDEMİR, H., SOL, B., ELBAŞI, E.: 2015 “Digitizing and Updating of Applied Geomorphological Map of Western Anatolia and Thrace Using Geographical Information Systems”, **IGU-Regional Geography Conference**, 17-21 August 2015, Moscow State Univ., Moscow, Russia.
- ETZELMÜLLER, B., ROMSTAD, B., FJELLANGER, J.: 2007 “Automatic regional classification of topography in Norway”, **Norwegian Journal of Geology**, 87, 167-180.

- EVANS, I. S., LEMONS, H. 1975.: “The effect of resolution on gradients calculated from an altitude matrix: 'Statistical characterization of altitude matrices by computer'”, Department of Geography, University of Durham, England, **Report 3 on Grant DAERO-591-73-G0040**, 1-6.
- EVANS, I. S.: 1972 “General geomorphometry, derivatives of altitude, and descriptive statistics”, **Spatial analysis in geomorphology**, Routledge.
- EVANS, I. S.: 2012 “Geomorphometry and landform mapping: What is a landform?”, **Geomorphology**, 137/1, 94-106.
- FISHER, P., WOOD, J., CHENG, T.: 2004 “Where is Helvellyn? Fuzziness of multi-scale landscape morphometry”, **Transactions of the Institute of British Geographers**, 2971, 106-128.
- FISHER, P., WOOD, J.: 1998 “What is a mountain? Or the Englishman who went up a Boolean geographical concept but realised it was fuzzy”, **Geography**, 247-256.
- FISHER, P.: 2000 “Sorites paradox and vague geographies”, **Fuzzy sets and systems**, 113/1, 7-18.
- FLORINSKY, I. V., KURYAKOVA, G. A.: 2000 “Determination of grid size for digital terrain modelling in landscape investigations—exemplified by soil moisture distribution at a micro-scale”, **International Journal of Geographical Information Science**, 14/8, 815-832.

- FONSECA, F. T., "Using ontologies for integrated geographic information systems", **Transactions in GIS**, 6/3, 231-257.
EGENHOFER, M. J.,
AGOURIS, P.,
CÂMARA, G.: 2002
- FRANKLIN, S. E.: 1987 "Geomorphometric processing of digital elevation models", **Computers & Geosciences**, 13/6, 603-609.
- GALE, S.: 1972 "Inexactness, fuzzy sets, and the foundations of behavioral geography", **Geographical Analysis**, 4/4, 337-349.
- GALLANT, A. L., "Automated mapping of Hammond's landforms", **IEEE geoscience and remote sensing letters**, 2/4, 384-388.
BROWN, D. D.,
HOFFER, R. M.: 2005
- GALLANT, J. C., "Scale dependence in terrain analysis", **Mathematics and Computers in Simulation**, 43/3-6.
HUTCHINSON, M. F.: 1997
- GAO, J.: 1997 "Resolution and accuracy of terrain representation by grid DEMs at a micro-scale", **International Journal of Geographical Information Science**, 11/2, 199-212.
- GERÇEK, D., TOPRAK, "Object-based classification of landforms based on their local geometry and geomorphometric context",
V., STROBL, J.: 2011 **International Journal of Geographical Information Science**, 25/6, 1011-1023.
- GERRARD, J.: 2014 "What is a mountain?: background paper to definition of mountains and mountain regions", **World Bank Group**, United States of America.

- GÖĞÜŞ, O. H., “Drip tectonics and the enigmatic uplift of the Central Anatolian Plateau”, **Nature communications**, 8/1, 1538.
PYSKLYWEC, R. N., ŞENGÖR, A. M. C., GÜN, E.: 2017
- GÖNENÇGİL, B., DAL, N.: 2020 “Dağ ve Dağlık Alanlar: Kavramlar, Potansiyeller ve Sorunlar”, Toprak, Z. (ed), **Dağlık Alanların Sürdürülebilir Güvenli Yönetimi**, Palme Yayın Dağıtım, Ankara, -25.
- GÖNENÇGİL, B.: 2009 “**Küresel Degradasyon Sürecinde Dağlar Ve Dağ Alanları Yönetimi**”, Çantay Yayınları, İstanbul.
- GOODCHILD, M. F.: 2001 “Metrics of scale in remote sensing and GIS”, **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, 3/2, 114–120.
- GOODCHILD, M.F.: 2011 “Scale in GIS: An overview”, **Geomorphology**, 130/1-2, 5-6.
- GÖRÜM, T.: 2019 “Tectonic, topographic and rock-type influences on large landslides at the northern margin of the Anatolian Plateau”, **Landslides**, 16/2, 333-346.
- GROHMANN, C.H., RICCOMINI, C.: 2009 “Comparison of roving-window and search-window techniques for characterising landscape morphometry”, **Computers & Geosciences**, 35, 2164-3169.
- GUARINO, N.: (Ed.)1998 “Formal ontology in information systems”, **Proceedings of the first international conference (FOIS'98)**, June 6-8, Trento, Italy, 46. IOS press.

- GÜL, F. K.: 2018 “Jeomorfometri-yeryüzü şekillerinin otomatik belirlenmesi”, **Coğrafya Dergisi**, 36, 15-26.
- GUTH, P.L., VAN NIEKERK, A., GROHMANN, C.H., MULLER, J.P., HAWKER, L., FLORINSKY, I.V., GESCH, D., REUTER, H.I., HERRERA-CRUZ, V., RIAZANOFF, S., LÓPEZ-VÁZQUEZ, C., CARABAJAL, C.C., ALBINET, C. ... STROBL, P.: 2021 “Digital Elevation Models: Terminology and Definitions”, **Remote Sensing**, 13/18, 3581.
- HAGEN-ZANKER, A.: 2016 “A computational framework for generalized moving windows and its application to landscape pattern analysis”, **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, 44, 205-216.
- HAMMOND, E. H.: 1964a “Analysis of properties in land form geography: an application to broad-scale land form mapping”, **Annals of the Association of American Geographers**, 54/1, 11-19.
- HAMMOND, E.H.: 1954 “Small-scale continental landform maps”, **Annals of the Association of American Geographers**, 44/1, 33-42.
- HAMMOND, H. E.: 1964b “Classes of land surface form in the forty-eight states, USA”, **Annals of the Association of American Geographers**, 54/1, Map Supplement No. 4.

- HAY, G. J., CASTILLA, G.: 2008 "Geographic Object-Based Image Analysis (GEOBIA): A new name for a new discipline", In: Blaschke, T., Lang, S., Hay, G.J. (eds.), **Object-based image analysis: Spatial concepts for knowledge-driven remote sensing applications** (pp. 75-89). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 75-89.
- HENGL, T., EVANS, I.S.: 2009 "Mathematical and digital models of the land surface", In Hengl, T., Reuter, H.I (Eds.), **Geomorphometry - Concepts, Software, Applications, Series Developments in Soil Science**, Amsterdam, Elsevier, 31-63.
- HENGL, T., MACMILLAN, R. A.: 2009 "Geomorphometry — A Key to Landscape Mapping and Modelling", In Hengl, T., Reuter, H.I (Eds.), **Geomorphometry - Concepts, Software, Applications, Series Developments in Soil Science**, Amsterdam, Elsevier, 433-460.
- HERRINGTON, L., PELLEGRINI, G.: 2000 "An advanced shape of country classifier: extraction of surface features from DEMs", In: Parks, B., Clarke, K.M., Crane, M.P. (Eds.), **Proceedings of the 4th International Conference on Integrating Geographic Information Systems and Environmental Modeling: Problems, Prospects, and Needs for Research**. University of Colorado/USGS/NOAA, Boulder, CO.
- HOFER, T.: 2005 "Introduction: The international year of mountains challenge and opportunity for mountain research", In: Huber, U.M., Bugmann, H.K.M., Reasoner, M.A. (eds.) **Global Change and Mountain Regions. Advances in**

Global Change Research, vol 23. Springer, Dordrecht, 1-8.

HOORN, C., PERRIGO, A., ANTONELLI, A.: 2018 **“Mountains, Climate and Biodiversity: An Introduction”**, John Wiley & Sons.

HRVATIN, M., PERKO, D.: 2005 “Differences between 100-meter and 25-meter digital elevation models according to types of relief in Slovenia”, **Acta Geographica Slovenica**, 45/1, 7-31.

HRVATIN, M., PERKO, D.: 2009 “Suitability of Hammond’s method for determining landform units in Slovenia”, **Acta Geographica Slovenica**, 49/2, 343–366.

HRVATIN, M., PERKO, D.: 2012 “Morphological typifications of Slovenia's surface using global classification methods”, **Geografski Vestnik**, 84/1, 39-50.

IRVIN, B. J., VENTURA, S. J., SLATER, B. K.: 1997 “Fuzzy and isodata classification of landform elements from digital terrain data in Pleasant Valley, Wisconsin”. **Geoderma**, 77/2-4, 137-154.

IŞIK, V.: 2012 “Orojenez ve Türkiye’deki Tektonik Birlikler”, JEM 404, **Türkiye’nin Jeolojisi Ders Notları**.

IVES, J. D., MESSERLI, B. AND SPIESS, E.: 1997 “Mountains of the World: A Global Priority”: Chapter 1. In Messerli, B. and Ives, J. D. (eds.), **Mountains of the World: A Global Priority**. Parthenon, London and New York. pp. 1-16.

- IVES, J. D., MESSERLI, B.: 1990 "Progress in theoretical and applied mountain research, 1973-1989, and major future needs", **Mountain Research and Development**, 101-127.
- IWAHASHI, J., KAMIYA, I., MATSUOKA, YAMAZAKI, D., 2018 "Global terrain classification using 280 m DEMs: Segmentation, clustering, and reclassification", **Progress in Earth and Planetary Science**, 5/1, 1-31.
- IWAHASHI, J., PIKE, R.: 2007 "Automated classifications of topography from DEMs by an unsupervised nested-means algorithm and a three-part geometric signature", **Geomorphology**, 86/3-4, 409-440.
- İZBIRAK, R. (1972) "Türkiye I", II, Milli Eğitim Basımevi, Öğretmen Kitapları Dizisi, İstanbul.
- İZBIRAK, R.: 1955 "Sistematik Jeomorfoloji", Harita Umum Müdürlüğü, Ankara
- JACEK, S.: 1997 "Landform characterization with geographic information systems", **Photogramm. Eng. Remote Sens**, 63, 183-191.
- JACKSON, S. T.: 2019 "Humboldt for the Anthropocene", **Science**, 365/6458, 1074-1076.
- JASIEWICZ, J., STEPINSKI, T. F.: 2013 "Geomorphons - a pattern recognition approach to classification and mapping of landforms", **Geomorphology**, 182, 147-156.

- JIANG, X., JI, W., ZENG, H., CHEN, L.: 2009 “Using GIS to quantify mountains in China”. **Computing in Science & Engineering**, 12/1, 36-43.
- JIANG, X., JI, W., ZENG, H.: 2010 “E-mountains and progress of digital mountains”, **In Sixth International Symposium on Digital Earth: Data Processing and Applications**, 7841, 242-252). SPIE.
- K, XIAO.: 1998 “**Economics of Mountainous Regions in China**”, Land Press.
- KAPOS, V., RHIND, J., EDWARDS, M., PRICE, M.F., RAVILIOUS, C.: 2000 “Developing a map of the world's mountain forests”. In: Price MF, Butt N (Eds.), **Forests in sustainable mountain development: a state-of knowledge report for 2000**, UK: CAB International, Wallingford, 4-9.
- KARAGULLE, D., FRYE, C., SAYRE, R., BREYER, S., ANIELLO, P., VAUGHAN, R., VE WRIGHT, D.: 2017 “Modeling global hammond landform regions from 250-m elevation data”, **Transactions in GIS**, 21/5, 1040–1060.
- KASPRZAK, M., MIGON, P.: 2015 “DEM-based analysis of geomorphology of a stepped sandstone plateau, Stolowe Mountains (SW Poland)”, **Zeitschrift Fur Geomorphologie**, 59, 247-270.
- KETIN, İ.: 1959 “Türkiye'nin orojenik gelişmesi”, **Maden Tetkik ve Arama Dergisi**, 53/53, 78-86.
- KETIN, İ.: 1966 “Anadolu'nun tektonik birlikleri”, **Bulletin of the Mineral Research and Exploration**, 66/66, 20-37.

- KETIN, İ.: 1977 “Türkiye'nin Başlıca Orojenik Olayları ve Paleocoğrafik Evrimi”. **Bulletin of The Mineral Research and Exploration**, 88(88), 1-10.
- KIENZLE, S.: 2004 “The Effect of DEM Raster Resolution on First Order, Second Order and Compound Terrain Derivatives”, **Transactions in GIS**, 8/1, 83-111.
- KLINGSEISEN, B., METTERNICHT, G., PAULUS, G.: 2008 “Geomorphometric landscape analysis using a semi-automated GIS-approach”, **Environmental Modelling & Software**, 23/1, 109-121.
- KÖRNER, C., JETZ, W., PAULSEN, J., PAYNE, D., RUDMANN-MAURER, K., M SPEHN, E.: 2017 “A global inventory of mountains for bio-geographical applications”, **Alpine Botany**, 127, 1-15.
- KÖRNER, C., PAULSEN, J., & SPEHN, E. M.: 2011 “A definition of mountains and their bioclimatic belts for global comparisons of biodiversity data”, **Alpine Botany**, 121/2, 73-78.
- KÖRNER, C., URBACH, D., PAULSEN, J.: 2021 “Mountain definitions and their consequences”, **Alpine Botany**, 131/2, 213-217.
- KÖRNER, C.: 2004 “Mountain biodiversity, its causes and function”, **AMBIO: A Journal of the Human Environment**, 33/13, 11-17.
- KÖRNER, C.: 2009 “Global statistics of “mountain” and “alpine” research”, **Mountain Research and Development**, 29/1, 97-102.

- KRAMM, T., "Accuracy assessment of landform classification approaches on different spatial scales for the Iranian loess plateau", **ISPRS International Journal of Geo-Information**, 6/11, 366.
- HOFFMEISTER, D.,
CURDT, C., MALEKI, S.,
KHORMALI, F., KEHL, M.: 2017
- KRUMSVIK, R. J.: 2020 "Ontology, epistemology and context—and our social construction of educational technology", **Nordic Journal of Digital Literacy**, 15/1, 3-7.
- KUHN, W.: 1991 "Are Displays Maps or Views?". In Proceedings of ACSM-ASPRS AutoCarto 10, in Baltimore, Maryland, **Published by American Congress on Surveying and Mapping**, 6, 261-274.
- KUZUCUOĞLU, C., "The geomorphological regions of Turkey", In C. ÇINER, A., KAZANCI, N.: 2019 Kuzucuoğlu, A. Çiner, & N. Kazancı (Eds.), **Landscapes and landforms of Turkey**, 41-178, Switzerland: Springer Nature.
- LAM, N. S. N., "On the issues of scale, resolution, and fractal analysis in the mapping sciences", **The Professional Geographer**, 44/1, 88-98.
- QUATTROCHI, D. A.: 1992
- LAM, N.: 1990 "Description and measurement of Landsat TM images using fractals", **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, 56/2, 187-195.
- LEWIŃSKI, S., "Examples of object-oriented classification performed on high-resolution satellite images". **Miscellanea Geographica. Regional Studies on Development**, 11, 349-358.
- ZAREMSKI, K.: 2004

- LI, L., BAN, H., WECHSLER, S.P., XU, B.: 2018 "Spatial Data Uncertainty", In: Huang, B. (Ed.), **Comprehensive Geographic Information Systems**, 1, 313–340. Oxford: Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09610-X>
- LI, Y.: 2015 "Effects of analytical window and resolution on topographic relief derived using digital elevation models". **GIScience & Remote Sensing**, 52/4, 462-477.
- LIU, K., SONG, C., KE, L., JIANG, L., PAN, Y., MA, R.: 2019 "Global open-access DEM performances in Earth's most rugged region High Mountain Asia: A multi-level assessment", **Geomorphology**, 338, 16-26.
- MACKANESS, W. A., CHAUDHRY, O. Z.: 2009 "Generalization", In: **International Encyclopedia of Human Geography**, Oxford: Elsevier, 345–354.
- MACMILLAN R.A., SHARY P.A.: 2009 "Landforms and landform elements in geomorphometry", In Hengl, T., Reuter, H.I (Eds.), **Geomorphometry - Concepts, Software, Applications, Series Developments in Soil Science**, Amsterdam, Elsevier, 33, 227-254.
- MACMILLAN, R. A., JONES, R. K., MCNABB, D. H.: 2004 "Defining a hierarchy of spatial entities for environmental analysis and modeling using digital elevation models (DEMs)", **Computers, Environment and Urban Systems**, 28/3, 175-200.
- MACMILLAN, R. A., PETTAPECE, W. W., NOLAN, S. C., GODDARD, T. W.: 2000 "A generic procedure for automatically segmenting landforms into landform elements using DEMs, heuristic rules and fuzzy logic", **Fuzzy sets and Systems**, 113/1, 81-109.

- MAIDMENT, D. R., DJOKIC, D. (EDS.): 2000 **“Hydrologic and hydraulic modeling support: with geographic information systems”**, ESRI, Inc..
- MARCEAU, D. J.: 1999 **“The Scale Issue in the Social and Natural Sciences”**, **Canadian Journal of Remote Sensing**, 25/4, 347–356.
- MARK, D. M., SMITH, B.: 2004 **“A science of topography: From qualitative ontology to digital representations”**, In: Michael P. Bishop and John F. Shroder (eds.), **Geographic Information Science and Mountain Geomorphology**, Chichester, England: Springer-Praxis, 2004, 75–100.
- MARK, D. M.: 1975 **“Geomorphometric parameters: a review and evaluation”**, **Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography**, 57/3-4, 165-177.
- MARSTON, R. A.: 2008 **“Land, Life, and Environmental Change in Mountains”**, **Annals of the Association of American Geographers**, 98/3, 507–520.
- MAXWELL, A. E., SHOBE, C. M.: 2022 **“Land-surface parameters for spatial predictive mapping and modeling”**, **Earth-Science Reviews**, 226, 103944.
- MAXWELL, J.C.: 1870 **“On contour lines and measurements of heights”**, **The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science**, 40, 421-427
- MCMASTER, R. B., SHEPPARD, E.: 2004 **“Introduction: scale and geographic inquiry”**, In Sheppard, E., McMaster, R. B (Eds.), **Scale and Geographic Inquiry: Nature, Society, And Method**, 1-22.

- MERINA, A. P., PERUCHO, M. A., RUIZ, M. A., GUERRERO, I. C.: 2011
 “Landform of Alicante province by using GIS”,
In Proceedings of the 2011 International Conference on Innovative Methods in Product Design (IMProVe 2011),
 San Servolo, Venice, Italy, 1517.
- MESSERLI, B., IVES, J. D.: 1997
“Mountains of the world: a global priority”, New York,
 Parthenon Pub. Group.
- MESSERLI, B.: 2012
 “Global change and the world's mountains”, **Mountain research and development**, 32/S1.
- METTERNICHT, G., KLINGSEISEN, B., PAULUS, G.: 2005
 “A semi-automated approach for GIS based generation of topographic attributes for landform classification”,
In XXII International Cartographic Conference (ICC2005), The International Cartographic Association (ICA-ACI), 1-10.
- MEYBECK, M., GREEN, P., VÖRÖSMARTY, C.: 2001
 “A New Typology for Mountains and Other Relief Classes”, **Mountain Research and Development**, 21/1, 34-45.
- MILEVSKI, I. V. I. C. A.: 2011
 “Morphometric classification of high mountain ranges in the Republic of Macedonia”, **Geomorphologia Slovaca et Bohemica**, 2/2011, 32-45.
- MILIARENIS, G. C., ARGIALAS, D. P.: 1999
 “Segmentation of physiographic features from the global digital elevation model/GTOPO30”, **Computers & Geosciences**, 25/7, 715-728.

- MILIARENIS, G. C.: 2001 “Geomorphometric mapping of Zagros Ranges at regional scale”, **Computers & Geosciences**, 27/7, 775-786.
- MILIARENIS, G. C.: 2006 “Geomorphometric mapping of Asia Minor from GLOBE digital elevation model”, **Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography**, 88(3), 209-221.
- MILIARENIS, G. C.: 2008 “Quantification of terrain processes”, **Advances in digital terrain analysis**, 13-28.
- MILIARENIS, G., PARASCHOU, C.: 2002 “The Globe DEM parameterization of the mountain features of Minor Asia”, **In Annual conference of the American Society for Photogrammetry and Remote Sensing**, 19-26.
- MINÁR, J., EVANS, I. S.: 2008 “Elementary forms for land surface segmentation: The theoretical basis of terrain analysis and geomorphological mapping”, **Geomorphology**, 95/3-4, 236–259. doi: 10.1016/j.geomorph.2007.06.003
- MITHAN, H. T., HALES, T. C., CLEALL, P. J.: 2019 “Supervised classification of landforms in Arctic mountains”, **Permafrost and Periglacial Processes**, 30/3, 131-145.
- MOKARRAM, M., HOJATI, M.: 2016 “Comparison of landform classifications of elevation, slope, relief and curvature with topographic position index in the South of Bojnourd”, **Ecopersia**, 4/2, 1343-1357.
- MOKARRAM, M., ROSHAN, G., NEGAHBAN, S.: 2015 “Landform classification using topography position index (case study: salt dome of Korsia-Darab plain, Iran)”, **Modeling Earth Systems and Environment**, 1, 1-7.

- MOKARRAM, M., SATHYAMOORTHY, D.: 2018 "A review of landform classification methods", **Spatial Information Research**, 26, 647-660.
- MOKARRAM, M., SEIF, A., SATHYAMOORTHY, D.: 2015 "Landform classification of Zagros Mountains using multiscale analysis of digital elevation models". **Creating A Vibrant Space Industry for Malaysia: The Need for A Space Act**, 30.
- MONMONIER, M.: 2018 "**How to lie with maps**", Chapter 3: Map Generalization: Little White Lies and Lots of Them, University of Chicago Press, 25-42.
- MONTELLO, D. R.: 2001 "Scale in geography", In Smelser N. J., Baltes B. (Eds.), **International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences**, Oxford: Pergamon Press, 13501-13504.
- MOORE, I. D., GRAYSON, R. B., LADSON, A. R.: 1991 "Digital terrain modelling: a review of hydrological, geomorphological, and biological applications", **Hydrological processes**, 5/1, 3-30.
- MORGAN, J. M., LASH, A. M.: 2005 "Developing landform maps using ESRI's Model Builder [C]", **ESRI User Conference 2005 Proceedings**.
- MURPHY, R. E.: 1968 "Annals map supplement number nine landforms of the world", **Annals of the Association of American Geographers**, 58/1, 198-200.
- NAIR, H. C., JOSEPH, A., PADMAKUMARI GOPINATHAN, V.: 2018 "GIS Based landform classification using digital elevation model: a case study from two river basins of Southern Western Ghats, Kerala, India", **Modeling Earth Systems and Environment**, 4, 1355-1363.

- NELSON, E. S.: 1999 “Using selective attention theory to design bivariate point symbols”, **Cartographic Perspectives**, 32, 6-28.
- NELSON, E.: 2000 “The impact of bivariate symbol design on task performance in a map setting”, **Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization**, 37/4, 61-78.
- NEUENSCHWANDER, G.: 1944 “**Morphometrische Begriffe: eine kritische Übersicht auf Grund der Literatur**”, E. Rüegg & Company.
- NORDREGIO, 2004 “**Mountain Areas in Europe: Analysis of mountain areas in EU member states, acceding and other European countries, EU**”, Commission Contract No:2002.CE.16.0.AT.136.
- OKAY, A. I., TÜYSÜZ, O.: 1999 “Tethyan sutures of northern Turkey”, **Geological Society, London, Special Publications**, 156/1, 475-515.
- OKAY, A. I., ZATTIN, M., ÖZCAN, E., SUNAL, G.: 2020 “Uplift of Anatolia”, **Turkish Journal of Earth Sciences**, 29, 696-713.
- OKAY, A. I.: 2008 “Geology of Turkey: a synopsis”, **Anschnitt**, 21, 19-42.
- OLAYA, V.: 2009 “Basic land-surface parameters”, In Hengl, T., Reuter, H.I (Eds.), **Geomorphometry - Concepts, Software,**

Applications, Series Developments in Soil Science,
Amsterdam, Elsevier, 33, 141-169.

OLAYA, V.: 2009 “Basic land-surface parameters”, **Developments in Soil Science**, 33, In Hengl, T., Reuter, H.I (Eds.), **Geomorphometry - Concepts, Software, Applications, Series Developments in Soil Science**, Amsterdam, Elsevier, 141-169.

OWENS, P., “**Mountain geomorphology**”, New York: Routledge
SLAYMAKER, O.: 2014 Press.

ÖZDEMİR, A., “Türkiye'nin Paleozoyik-Miyosen jeolojik zaman
PALABIYIK, Y.: 2020 aralığındaki petrol ve doğalgaz kaynak kaya varlığının
paleocoğrafik ve paleotektonik veriler ışığında kapsamlı bir
değerlendirmesi”, **Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi**, 20,
120-146.

PAIN, C. F.: 2005 “Size does matter: relationships between image pixel size
and landscape process scales”, **In MODSIM 2005
International Congress on Modelling and Simulation.**
Modelling and Simulation Society of Australia and New
Zealand, 1430-1436.

PANTIĆ, M.: 2015 “Delineation of mountains and mountain areas in Europe—
a planning approach”, **Зборник радова Географског
института" Јован Цвијић" САНУ**, 65/1, 43-58.

PÉGUY, C. P.: 1942 “Principes de morphométrie alpine”, **Revue de
Géographie Alpine**, 30/3, 453-486.

- PENCK, A.: 1894 **“Morphologie der erdoberfläche”**, J. Engelhorn.
- PENNOCK, D. J., ZEBARTH, B. J., DE JONG, E.: 1987 “Landform classification and soil distribution in hummocky terrain, Saskatchewan, Canada”, **Geoderma**, 40/3-4, 297-315.
- PIKE, R. J.: 1988 “The geometric signature: Quantifying landslide-terrain types from digital elevation models”, **Mathematical Geology**, 20/5, 491-511.
- PIKE, R. J.: 1995 “Geomorphometry: progress, practice and prospect”, **Zeitschrift fur Geomorphologie NF SupplementBand**, 101, 221-238.
- PIKE, R. J.: 2002 “A bibliography of terrain modeling (geomorphometry), the quantitative representation of topography”, **USGS Open file report**, 02-465.
- PIKE, R.J., EVANS, I. S., HENGL, T.: 2009 “Geomorphometry: A Brief Guide”, In Hengl, T., Reuter, H.I (Eds.), **Geomorphometry—Concepts, Software, Applications, Series Developments in Soil Science**, 3, 33, Amsterdam, Elsevier.
- PILOYAN, A., KONEČNÝ, M.: 2017 “Semi-automated classification of landform elements in Armenia based on SRTM DEM using k-means unsupervised classification”, **Quaestiones Geographicae**, 36/1, 93-103.
- PINTER, N., BRANDON, M. T.: 1997 “How erosion builds mountains”, **Scientific American**, 276/4, 74-79.

- PRASANNAKUMAR, V., SHINY, R., GEETHA, N., VIJITH, H.: 2011 “Applicability of SRTM data for landform characterisation and geomorphometry: a comparison with contour-derived parameters”, **International Journal of Digital Earth**, 4/5, 387-401.
- PRICE, M. F., ARNESEN, T., GLØERSEN, E., METZGER, M. J.: 2019 “Mapping mountain areas: learning from Global, European and Norwegian perspectives”, **Journal of Mountain Science**, 16/1, 1-15.
- PRIMA, O. D. A., ECHIGO, A., YOKOYAMA, R., YOSHIDA, T.: 2006 “Supervised landform classification of Northeast Honshu from DEM-derived thematic maps”, **Geomorphology**, 78/3-4, 373-386.
- QUATTROCHI, D. A., LAM, N. S. N.: 1991 “Perspectives on integrating multiscale, multitemporal remote sensing data with geographic information systems”, **Proceedings In The Integration of Remote Sensing and Geographic Information System**, Star, JL, Baltimore, MD, 151-166.
- RAHBEK, C., BORREGAARD, M. K., COLWELL, R. K., DALSGAARD, B., HOLT, B. G., MORUETA-HOLME, N., ... FJELDSÅ, J.: 2019 “Humboldt’s enigma: What causes global patterns of mountain biodiversity?”, **Science**, 365/6458, 1108–1113.
- RASEMANN, S., SCHMIDT, J., SCHROTT, L., DIKAU, R.: 2004 “Geomorphometry in mountain terrain”, In M. P. Bishop., J. F. Shroder (Eds), **Geographic Information Science and Mountain Geomorphology**, Berlin: Praxis Books in Geophysical Sciences, Springer, 101-146.

- REUTER, H. I., HENGL, T., GESSLER, P., SOILLE, P.: 2009 "Preparation of DEMs for geomorphometric analysis". **Developments in Soil Science**, 33, 87-120.
- RHOADS, B. L.: 1999 "Beyond Pragmatism: The Value of Philosophical Discourse for Physical Geography", **Annals of the Association of American Geographers**, 89/4, 760-771.
- RICHARDS, J. A., JIA, X.: 2006 "The Interpretation of Digital Image Data", **Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction**, Springer Verlag, Berlin, Germany, 67-78.
- ROBERTSON, A. H.: 2000 "Mesozoic-Tertiary tectonic-sedimentary evolution of a south Tethyan oceanic basin and its margins in southern Turkey", **Geological Society, London, Special Publications**, 173/1, 97-138.
- ROBERTSON, A.H.F.: 2000. "Mesozoic-Tertiary tectonic-sedimentary evolution of a south Tethyan oceanic basin and its margins in southern Turkey", in: Bozkurt, E., Winchester, J.A., Piper, J.A.D. (Eds.), **Tectonics and magmatism in Turkey and the surrounding area. Geological Society of London Special Publication**, 173, 97-138
- RUAS, A.: 2008 "Map Generalization", In Shekhar, S., Xiong, H. (Eds), **Encyclopedia of GIS**, Springer Science & Business Media. Boston.
- SAINSBURY, R. M.: 1989 "What is a vague object?", **Analysis**, 49/3, 99-103.

- SAINSBURY, R.: 1995 “Vagueness: The patadox of the heap”, **Paradoxes**, Cambridge: Cambridge University Press, 23-52.
- SARMIENTO, F. O., IBARRA, J. T., BARREAU, A., PIZARRO, J. C., ROZZI, R., GONZÁLEZ, J. A., FROLICH, L. M.: 2017 “Applied montology using critical biogeography in the Andes”, **Annals of the American Association of Geographers**, 107/2, 416-428.
- SAYRE, R., COMER, P., WARNER, H., CRESS, J.: 2009 “A new map of standardized terrestrial ecosystems of the conterminous United States”, **U.S. Geological Survey Professional Paper 1768**, Reston, VA, USA: US Geological Survey.
- SAYRE, R., FRYE, C., KARAGULLE, D., KRAUER, J., BREYER, S., ANIELLO, P., ...CRESS, J.: 2018 “A new high-resolution map of world mountains and an online tool for visualizing and comparing characterizations of global mountain distributions”, **Mountain Research and Development**, 38/3, 240-249.
- SCHAUMANN, C.: 2009 “Who Measures the World? Alexander von Humboldt’s Chimborazo Climb in the Literary Imagination”, **The German Quarterly**, 82/4, 447–468.
- SCHILLACI, C., BRAUN, A.: 2015 “Terrain analysis and landform recognition”, **Geomorphological techniques**, 1-18.
- SCHMIDT, J., ANDREW, R.: 2005 “Multi-scale landform characterization”, **Area**, 37/3, 341-350.

- SCHMIDT, J., HEWITT, A.: 2004 "Fuzzy land element classification from DTMs based on geometry and terrain position", **Geoderma**, 121/3-4, 243-256.
- SCHOORL, J. M., SONNEVELD, M. P. W.,VELDKAMP, A.: 2000 "Three-dimensional landscape process modelling: the effect of DEM resolution", **Earth Surface Processes and Landforms: The Journal of the British Geomorphological Research Group**, 25/9, 1025–1034.
- SCHUURMAN, N.: 2000 "Trouble in the heartland: GIS and its critics in the 1990s", **Progress in human geography**, 24/4, 569-590.
- SEIF, A.: 2014 "Using topography position index for landform classification (case study: Grain Mountain)", **Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences**, 3/11, 33-39.
- ŞENGÖR, A. C., NATAL'IN, B. A.: 1996 "Turkic-type orogeny and its role in the making of the continental crust", **Annual Review of Earth and Planetary Sciences**, 24/1, 263-337.
- ŞENGÖR, A. C., YILMAZ, Y.: 1981 "Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach", **Tectonophysics**, 75/3-4, 181-241.
- ŞENGÖR, A. M. C., YILMAZ, Y.: 1983 "Türkiye’de Tetis’ in evrimi: Levha tektoniği açısından bir yaklaşım", **Türkiye Jeoloji Kurumu Yerbilimleri Özel Dizisi**, 1, 75.
- SHARY, P. A., SHARAYA, L. S., MITUSOV, A. V.: 2002 "Fundamental quantitative methods of land surface analysis", **Geoderma**, 107/1-2, 1–32.

- SHARY, P. A.: 1995 “Land surface in gravity points classification by a complete system of curvatures”, **Mathematical geology**, 27, 373-390.
- SHARY, P.A.: 2008 “Models of Topography”, In: Zhou, Q., Lees, B., Tang, Ga. (eds) **Advances in Digital Terrain Analysis. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography**. Springer, Berlin, Heidelberg.
- SKENTOS, A.: 2018 “Topographic position index based landform analysis of Messaria (Ikaria Island, Greece)”, **Acta Geobalkanica**, 4/1, 7-15.
- SKIDMORE, A.K.: 1990 “Terrain position as mapped from gridded digital elevation data”, **International Journal of Geographical Information Systems**, 4/1, 33-49.
- SLAYMAKER, O., EMBLETON-HAMANN, C.: 2018 “Advances in global mountain geomorphology”, **Geomorphology**, 308, 230-264.
- SLAYMAKER, O.: 1991 “Mountain geomorphology: a theoretical framework for measurement programmes”, **Catena**, 18/5, 427-437.
- SMETHURST, D.: 2000 “Mountain geography”, **Geographical Review**, 90/1, 35-56.
- SMITH, B., MARK, D. M.: 1998 “Ontology and geographic kinds”, **Proceedings, International Symposium on Spatial Data Handling**, Vancouver, Canada. 12-15 July, 1-10.

- SMITH, B., MARK, D. M.: 2001 “Geographical categories: an ontological investigation,” **International Journal of Geographical Information Science**, 15/7, 591-612.
- SMITH, B., MARK, D. M.: 2003 “Do Mountains Exist? Towards an Ontology of Landforms”. **Environment and Planning B: Planning and Design**, 30/3, 411-427.
- SMITH, B., WELTY, C. 2001 “Formal Ontology in Information Systems (FOIS)”, **Proceedings of the International Conference on Formal Ontology in Information systems**, Association for Computing Machinery, New York, USA, 1-8.
- SMITH, B.: 2008 “Ontology”, **The Blackwell guide to the philosophy of computing and information**. John Wiley & Sons, 153–166.
- SMITH, M. P., ZHU, A. X., BURT, J. E., STILES, C.: 2006 “The effects of DEM resolution and neighborhood size on digital soil survey”. **Geoderma**, 137/1-2, 58-69.
- SNETHLAGE, M. A., GESCHKE, J., RANIPETA, A., JETZ, W., YOCCOZ, N. G., KÖRNER, C., ... URBACH, D.: 2022 “A hierarchical inventory of the world’s mountains for global comparative mountain science”. **Scientific data**, 9(1), 149.
- SONKLAR, K. A.: 1873 “**Allgemeine Orographie: die Lehre von den Relief-Formen der Erdoberfläche**”, W. Braumüller.
- SØRENSEN, R., SEIBERT, J.: 2007 “Effects of DEM resolution on the calculation of topographical indices: TWI and its components”, **Journal of Hydrology**, 347/1-2, 79-89.

- SPEIGHT J.G.: 1968 “Parametric description of land form”, In: Stewart G.A. (Ed), **Land Evaluation**. London: McMillan, 239-250.
- SPEIGHT, J. G.: 1977 “Landform pattern description from aerial photographs”, **Photogrammetria**, 32/5, 161-182.
- STRAHLER, A. N.: 1952 “Dynamic basis of geomorphology”, **Geological Society of America Bulletin**, 63/9, 923-938.
- STRAHLER, A. N.: 1956 “Quantitative slope analysis”, **Geological Society of America Bulletin**, 67/5, 571-596.
- STRAUMANN, R.: 2010 “Extraction and characterisation of landforms from digital elevation models: Fiat parsing the elevation field” Doctoral dissertation, University of Zurich, Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- STROBL, J.: 2008 “Segmentation-based Terrain Classification”, In: Zhou, Q., Lees, B., Tang, Ga. (Eds), **Advances in Digital Terrain Analysis, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography**, Springer, Berlin, Heidelberg, 125-139.
- SULEBAK, J. R., ETZELMÜLLER, B., SOLLID, J. L.: 1997 “Landscape regionalization by automatic classification of landform elements”, Norsk Geografisk Tidsskrift-Norwegian Journal of Geography, 51(1), 35-45.

- SWANSON, F. J., KRATZ, T. K., CAINE, N., WOODMANSEE, R. G.: 1988 “Landform effects on ecosystem patterns and processes”, **BioScience**, 38/2, 92-98.
- SZYPUŁA, B., WIECZOREK, M.: 2020 “Geomorphometric relief classification with the k-median method in the Silesian Upland, southern Poland”, **Frontiers of Earth Science**, 14, 152-170.
- SZYPUŁA, B.: 2017 “Digital Elevation Models in Geomorphology”, In Shukla, D.S. (Ed), **Hydro-Geomorphology - Models and Trends**, 81-112
- TAGIL, Ş., JENNESS, J.: 2008 “GIS-Based Automated Landformt Classification and Topographic Landcover and Geologic Attributes of Landforms Around the Yazoren Polje”, Turkey, **Journal of Applied Sciences**, 8, 910-321
- TANOĞLU, A.: 1947 “Türkiye'nin irtifa kuşakları”, **Türk Coğrafya Dergisi**, 9/10, 37-63.
- TELBISZ, T., EISAM ELDEEN, F., IMECS, Z., MARI, L.: 2014 “Geomorphometric Analysis and The Evolution of Drainage Network in Trascău Mountains (Romania)”, **Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences**, 9(4), 5-17.
- THOMPSON, J. A., BELL, J. C., BUTLER, C. A.: 2001 “Digital elevation model resolution: effects on terrain attribute calculation and quantitative soil-landscape modeling”, **Geoderma**, 100/1-2, 67–89.
- TOBLER, W.: 1987 “Measuring spatial resolution”, In Proceedings, **Land Resources Information Systems Conference**, 12-16.

- TORGUSON, J. S.: 2017 “Choropleth map”, **International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology: People, the Earth, Environment and Technology**, 1-9.
- TRAVIS, C.: 2012 “GIS and history: Epistemologies, reflections, and considerations”, In, von Lünen, A., Travis, C. (Eds), **History and GIS: Epistemologies, considerations and reflections** 1. Dordrecht: Springer Netherlands, 73-193.
- TUNÇDİLEK, N.: 1969 “Türkiye Eğim Haritası”, İ.Ü. Coğ. Ens. Yay. No:56, İstanbul.
- TUNÇDİLEK, N.: 1987 “Geoekoloji’nin İlkeleri Doğal Bölgeler”. 2. Baskı, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- TWIDALE, C. R.: 1971 “**Structural landforms: landforms associated with granitic rocks, faults and folded strata**”, Australian National University Press.
- TYNER, J. A.: 2010 “**Principles of map design**”, New York: Guilford Press.
- UNITED NATIONS.: 1993 “**Report of the United Nations Conference on Environment and Development**”, Rio de Janeiro, 3-14 June 1992.
- USGS.: 2010 “**Global multi-resolution terrain elevation data**”, Retrieved from http://topotools.cr.usgs.gov/gmted_viewer/

- UUEMAA, E., AHI, S., MONTIBELLER, B., MURU, M., KMOCH, A.: 2020 “Vertical Accuracy of Freely Available Global Digital Elevation Models (ASTER, AW3D30, MERIT, TanDEM-X, SRTM, and NASADEM)”. **Remote Sensing**, 12/21, 3482.
- VAN ASSELEN, S., SEIJMONSBERGEN, A. C.: 2006 “Expert-driven semi-automated geomorphological mapping for a mountainous area using a laser DTM”, **Geomorphology**, 78/3-4, 309-320.
- VAN ASSELEN, S., SEIJMONSBERGEN, A. C.: 2006 “Expert-driven semi-automated geomorphological mapping for a mountainous area using a laser DTM”, **Geomorphology**, 78/3-4, 309-320.
- VAN HINSBERGEN, D. J., MAFFIONE, M., PLUNDER, A., KAYMAKCI, N., GANERØD, M., HENDRIKS, B. W., ... VISSERS, R. L.: 2016 “Tectonic evolution and paleogeography of the Kırşehir Block and the Central Anatolian Ophiolites, Turkey”, **Tectonics**, 35/4, 983-1014.
- VCKOVSKI, A.: 1998 “Interoperability in GIS” **International Journal of Geographical Information Science**, 12/4, 297.
- VEYRET, P., VEYRET-VERNER, G.: 1962 “Essai de définition de la montagne”, **Revue de Géographie Alpine**, 50/1, 5-35
- VIVIROLI, D., DÜRR, H. H., MESSERLI, B., MEYBECK, M., WEINGARTNER, R.: 2007 “Mountains of the world, water towers for humanity: Typology, mapping, and global significance”, **Water resources research**, 43/7, 1-13.

- WANG, D., LAFFAN, S. W., LIU, Y., WU, L.: 2010 “Morphometric characterisation of landform from DEMs”, **International Journal of Geographical Information Science**, 24/2, 305-326.
- WIECZOREK, M., MIGON, P.: 2014 “Automatic relief classification versus expert and field based landform classification for the medium-altitude mountain range, the Sudetes, SW Poland”, **Geomorphology**, 206, 133-146.
- WILLIAMS, M., KUHN, W., PAINHO, M.: 2012 “The influence of landscape variation on landform categorization”. **Journal of Spatial Information Science**, 5/2012, 51-73.
- WILSON, J.P., GALLANT, J.C.: 2000 “Digital Terrain Analysis”, In: Wilson, J.P., Gallant, J.C. (Eds.), **Terrain Analysis: Principles and Applications**, New York, John Wiley & Sons, 1-27.
- WOOD, J.D.: 1996 “**The geomorphological characterisation of digital elevation models**” (Ph.D. thesis, Department of Geography, University of Leicester, Leicester, U.K.).
- XIAO, C. W., LI, P., FENG, Z. M.: 2018 “Re-delineating mountainous areas with three topographic parameters in Mainland Southeast Asia using ASTER global digital elevation model data”, **Journal of Mountain Science**, 15/8, 1728-1740.
- YAMADA, S.: 1999 “Mountain ordering: A method for classifying mountains based on their morphometry”, **Earth Surface Processes and Landforms: The Journal of the British Geomorphological Research Group**, 24/7, 653-660.

- YAMAZAKI, D., IKESHIMA, D., SOSA, J., BATES, P. D., ALLEN, G. H., PAVELSKY, T. M.: 2019, “MERIT Hydro: A high-resolution global hydrography map based on latest topography dataset”, **Water Resources Research**, 55/6, 5053-5073.
- YE, B.: 2020, “Automated Landform Classification of China Based on Hammond’s Method”, **Journal of Computer and Communications**, 8, 23-30.
- YILMAZ, Y., ÇEMEN, İ.: 2017, “Morphotectonic development of Anatolia and the surrounding regions”, **Active Global Seismology: Neotectonics and Earthquake Potential of the Eastern Mediterranean Region**, 11-91.
- ZHAO, S. Q.: 1983, “Physical feature of China’s mountain environment and economic problem of its utilization”, **Mountain Research**, 1/3, 1-9.
- ZHU, Y., LIU, X., ZHAO, J., CAO, J., WANG, X., LI, D.: 2019, “Effect of DEM interpolation neighbourhood on terrain factors”, **ISPRS International Journal of Geo-Information**, 8/1, 1-30.
- ZWOLIŃSKI, Z., STEFAŃSKA, E.: 2015, “Relevance of moving window size in landform classification by TPI”, **Geomorphometry for Geosciences**, 273-277.
- EREN, YAŞAR.: 2009, “Neotektonik Ders Notları”, **Türkiye’nin Jeolojisi Ders Notları**.

İnternet Kaynakları

<https://www.sci.news/archaeology/science-catalhoyuk-map-mural-volcanic-eruption-01681.html>, 25.04.2023

<https://en.wikipedia.org/wiki/Nuzi>, 25.04.2023

<https://www.etymonline.com/word/mountain>, 22.11.2021

<https://www.smithsonianmag.com/history/pioneering-maps-alexander-von-humboldt-180973342/>, 13.09.2022

<https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-dem/eu-dem-v1.1>, 11.09.2019

<https://docplayer.biz.tr/9523419-Veyssel-isik-turkiye-deki-tektunik-birlikler.html>, 11.09.2019

<http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp>, 11.09.2019

<https://lta.cr.usgs.gov/GTOPO30>, 11.09.2019

ÖZGEÇMİŞ

Yazar ilk ve orta öğrenimini Aydın'da tamamlayarak 2000 yılında Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü'nde lisans eğitimine başlamış ve 2004 yılında mezun olmuştur. Aynı üniversitede başladığı tezsiz yüksek lisans eğitimini 2005 yılında tamamlamıştır. 2006 yılında Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilgiler Eğitimi Anabilim dalında yüksek lisans eğitimine başlamış ve 2009 yılında 'Kuşadası'nda Kıyı Kullanımı ve Turizmin Çevresel Etkileri Üzerine Yerel Halkın Tutumları' başlıklı tezini tamamlamıştır. Yazar 2006-2013 yılları arasında Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Sosyal Bilgiler Öğretmenliği bölümünde yardımcı öğretim elemanı olarak, aynı zamanda özel eğitim kurumlarında coğrafya öğretmeni olarak çalışmıştır. 2015 yılında Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Gölhisar Meslek Yüksekokulu Coğrafi Bilgi Sistemleri programına öğretim görevlisi olarak atanmış ve 2018 yılında İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Bölümünde doktora eğitimine başlamıştır. Halen Gölhisar Meslek Yüksekokulu Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümünde Öğretim Görevlisi olarak çalışmalarını sürdürmektedir. Çalışmaları kapsamında ilgi alanlarını jeomorfometri, coğrafi bilgi sistemleri ve montoloji oluşturmaktadır.