

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SAMANLI DAĞLARI KÜTLESİ'NDE UZUN
DÖNEMLİ EROZYONU KONTROL EDEN
FAKTÖRLERİN HAVZA TABANLI
DEĞERLENDİRİLESİ

ONUR HALİS

2501170046

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. BARBAROS GÖNENÇİL

İSTANBUL-2020

ÖZ

**SAMANLI DAĞLARI KÜTLESİ'NDE UZUN DÖNEMLİ
EROZYONU KONTROL EDEN FAKTÖRLERİN HAVZA
TABANLI DEĞERLENDİRİLMESİ**

Onur HALİS

Erozyon, çeşitli faktörlerin kontrolünde gerçekleşen, jeomorfolojik gelişim üzerinde büyük bir rol oynayan ve bununla birlikte beşeri hayatı da etkileyen bir süreçtir. Kuzey Anadolu Dağları'nın batıdaki kesimini oluşturan Samanlı Dağları'nda, havza tabanlı erozyon oranlarının tahmin edilmesi amacıyla oluşturulan çalışma da jeomorfolojinin erozyon çalışmalarında ayrılmaz bir bütün olduğu, nicel yöntemlerin erozyon çalışmalarındaki önemi ve erozyon oranlarının tahmin edilmesinde yeni yöntemlerin tanıtımı amaçlanmıştır.

Bu amaçlara yönelik olarak, öncelikle kütle üzerindeki 4 akarsu havzasının uzun dönemli minimum malzeme kayıpları incelenmiş ve bu havzalara yönelik jeomorfometri tektonik ilişkisini ele alan indisler uygulanmıştır. Ayrıca bölgesel olarak, erozyon oranlarına ait dağılışı ortaya koymak ve malzeme kayıplarını yönlendiren faktörlerin etkinliğini belirlemek için de kütlenin tamamını kapsayan analizler uygulanmıştır.

Samanlı Dağları Kütlesi'nde 4 havzaya ait erozyon oranlarında, kütlenin batı bölümü ve kuzey cephesinde yer alan Karpuzdere havzası 7.83 km^3 ile en fazla erozyon oranına sahiptir. Bunu sırasıyla 3.83 km^3 ile kütlenin batı bölümü ve güney cephesinde yer alan Büyükkumla havzası, 3.33 km^3 ile doğu bölümü ve kuzey cephede yer alan İstanbuldere havzası ve 2.82 km^3 ile orta bölüm güney cephedeki Cevizlikdere havzasının takip ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca kütlenin genelini kapsayan erozyon oranlarını belirlemek için, seçilen 33 havza üzerinde uygulanan minimum erozyon oranlarına göre Samanlı Dağları'nın kuzey yüzlerindeki erozyon oranlarının güney yüzlerden daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Erozyon, Kuzey Anadolu Fayı, jeomorfometri, minimum erozyon hacmi



ABSTRACT

**BASIN BASED EVALUATION OF THE FACTORS
CONTROLLING LONG-TERM EROSION IN THE SAMANLI
MOUNTAINS MASS**

Onur HALİS

Erosion is a process that takes place under the control of various factors, plays a big role in geomorphological development and also affects human life. This study was created to estimate the basin-based erosion rates in the Samanlı Mountains, which form the western part of the North Anatolian Mountains. In addition, it was aimed to introduce the necessity of geomorphology in erosion studies, the importance of quantitative methods in erosion studies and new methods in estimating erosion rates.

For these purposes, firstly, long-term minimum material losses of 4 river basins on the mass were examined and indices addressing the geomorphometry tectonic relationship were applied to these basins. In addition, in order to reveal the distribution of erosion rates regionally and to determine the effectiveness of the factors driving material losses, analyzes covering the entire mass were applied.

In the Samanlı Mountains Mass, it has the highest erosion rate with 7.83 km³ in the Karpuzdere basin located on the western part of the mass and on the north side, in the erosion rates of 4 basins. Büyükkumla basin located on the western and southern fronts of the mass follows it with 3.83 km³. Afterwards it has been determined that the Istanbuldere basin, located on the eastern and Northern Front, has erosion rates of 3.33 km³ and finally the Cevizlikdere basin of the central and Southern Front, has erosion rates of 2.82 km³. In addition, according to the minimum erosion rates applied on the 33 selected basins, it has been determined that the erosion rates on the northern faces of Samanlı Mountains are higher than the southern faces.

Keywords: Erosion, North Anatolian Fault, geomorphometry, minimum erosion volume.

ÖNSÖZ

Üç bölümden oluşan bu çalışma da, öncelikle bölgenin fiziki coğrafya özellikleri üzerinde etkili olan jeolojik özellikler, iklim, bitki örtüsü ve tektonik faaliyetler açıklanmış ve bu özelliklerin erozyonla ilişkisine değinilmiştir. Daha sonra ise çalışma sahasında uygulanan analizlerin veri üretimi ve aşamalarına ve son olarak üçüncü bölümde ise esas çalışma konusu oluşturan dört havza ve çalışma sahasının geneline ait elde edilen sonuçlar, bölgedeki erozyonu yorumlamada kullanılmıştır.

Bu çalışmanın oluşmasında ve tez sahası seçiminde beni yönlendiren, her türlü desteği esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Barbaros GÖNENÇGİL'e teşekkürlerimi borç bilirim. Lisans eğitimim de fiziki coğrafya temelimi kuran, akademik anlamda bana katkı sağlayan, ayrıca tez çalışmam süresince desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Hüseyin TUROĞLU'na, Doç. Dr. T. Ahmet ERTEK ve Doç. Dr. Cihan BAYRAKDAR'a teşekkür ederim. Ayrıca, yüksek lisans döneminde tanıma fırsatı bulduğum, gerek fikirleriyle gerekse bazı analizlerde beni yönlendirdiği için Doç. Dr. Tolga GÖRÜM'e ve Arş. Gör. Emre ELBAŞI'na, arazi çalışmalarında beni yalnız bırakmayan ve her türlü desteği gösteren arkadaşlarım Gülan GÜNGÖR'e, Erbay ÖNER'e, Sercan GÜNEYSU'ya teşekkürü borç bilirim. Bugünlere gelmemde, en büyük paya sahip olan ve her zaman yanımda hissettiğim, zor zamanlarda sahip olduğum kendimi iyileştirme gücüm değerli annem Zeynep HALİS'e ve ağabeyim Ümit HALİS'e minnettarım.

Onur HALİS

İSTANBUL, 2020

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	ii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ	xi
TABLolar LİSTESİ.....	xii
KISALTMALAR LİSTESİ	xiii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ÇALIŞMA ALANININ JEOLojİ, İKLİM VE BİTKİ ÖRTÜSÜ ÖZELLİKLERİ

1.1. Jeolojik Özellikler	8
1.1.1. Litoloji.....	10
1.1.2. Tektonik ve Depremsellik.....	17
1.2. İklim Özellikleri.....	19
1.2.1. İklimin Erozyon Üzerindeki Etkisi.....	19
1.2.2. Sıcaklık	23
1.2.3. Yağış	26
1.3. Bitki Örtüsü	34

İKİNCİ BÖLÜM

HAVZALAR VE SAMANLI DAĞLARI GENELİNE AİT VERİ ÜRETİM AŞAMALARI

2.1. Veri Üretimi ve Aşamaları	46
2.2. Sayısal Yükselti Modeli (SYM)'den Üretilen Veri Katmanları ve Analizler ..	46
2.2.1. Hipsometrik Eğri ve İntegrali (Hi)	46
2.2.2. Vadi Tabanı Genişliği - Yüksekliği Oranı (VF).....	52

2.2.3. Dağ Önü Sinüslülük Oranı (Smf)	57
2.2.4. Yüzey Analizi.....	62

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

HAVZALARA AİT UZUN DÖNEMLİ MİNİMUM EROZYON ORANLARI

3.1. Minimum Erozyon Hacim Hesaplaması ve Erozyon Oranları (Minimum Eroded Volume/Ebulk)	81
SONUÇ	97
KAYNAKÇA	102



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil i: Çalışma sahasının lokasyon özellikleri.....	4
Şekil ii: Asılı halde taşınan sedimentin küresel ölçekte dağılımı.....	6
Şekil 1.1: Samanlı Dağları ve bölgenin ana tektonik bölümleri.....	8
Şekil 1.2: Samanlı Dağları'nın bulunduğu sahanın plaka tektonik modeli ile evrimi.....	9
Şekil 1.3: Armutlu yarımadasının genelleştirilmiş stratigrafisi.....	10
Şekil 1.4: Samanlı Dağları'nın jeoloji haritası.....	11
Şekil 1.5: Yıllık ortalama yağış miktarları ile sediment arasındaki ilişkisi.....	19
Şekil 1.6: Küresel deniz seviyesi değişikliği eğrisi.....	20
Şekil 1.7: Çalışma sahasına ait Radyal Temel Fonksiyonlar Yönetimiyle oluşturulmuş sıcaklık haritası.....	26
Şekil 1.8: Samanlı Dağlarına ait Radyal Temel Fonksiyonlar Yönetimiyle oluşturulmuş yağış haritası ve yağışın orografi/yağmur gölgesi etkisinden dolayı mekânsal dağılımı.....	30
Şekil 1.9: Çalışma Sahasına ait Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Tekniği Yönetimiyle oluşturulmuş yağış haritası.....	31
Şekil 1.10: Çınarcık meteoroloji istasyonuna göre yağışın aylık dağılışı.....	31
Şekil 1.11: Gemlik meteoroloji İstasyonuna göre yağışın aylık dağılışı.....	32
Şekil 1.12: İznik meteoroloji İstasyonuna göre yağışın aylık dağılışı.....	33
Şekil 1.13: Sapanca meteoroloji İstasyonuna göre yağışın aylık dağılışı.....	34
Şekil 1.14: Bitki örtüsüne ait dağılış haritası.....	38
Şekil 1.15: Ağustos ayına ait LANDSAT 8 OLI/ TIRS uydu görüntüleri kullanılarak üretilen NDVI haritası.....	43
Şekil 1.16: Ağustos ayına ait LANDSAT 8 OLI/ TIRS uydu görüntüleri kullanılarak üretilen NDVI haritası ve erozyon oranları hesaplanan havzaların NDVI değerleri. 44	44

Şekil 2.1: Havzalara ait hipsometrik eğriler.....	49
Şekil 2.2: Havzalara ait hipsometrik integral değerleri	51
Şekil 2.3: Vf oranının hesaplanması.....	53
Şekil 2.4: Karpuzdere havzasına ait vf indis oranları.....	53
Şekil 2.5: Büyükkumla havzasına ait vf indis oranı.....	54
Şekil 2.6: İstanbuldere havzasının vf indis haritası.....	55
Şekil 2.7: Cevizlikdere havzasına ait Vf İndis oranları.....	56
Şekil 2.8: Dağ önü sinüslük oranının hesaplanması.....	57
Şekil 2.9: Karpuzdere havzası ve Büyükkumla havzası için dağ önü sinüslük oranı.....	58
Şekil 2.10: Samanlı Dağları'nın Sapanca Gölüne bakan kısmında dağ önü sinüslük oranı.....	60
Şekil 2.11: Cevizlikdere havzasının smf oranı.....	61
Şekil 2.12: Yüzey indise ait parametreler.....	63
Şekil 2.13: Samanlı Dağları, batı, orta ve doğu bölümlerinin yüzey engebeliliği değer haritası.....	65
Şekil 2.14: Hipsometrik integral değerleri haritası.	67
Şekil 2.15: Samanlı Dağlarının batı ve orta bölümlerinin hipsometrik integral değerler haritası.....	69
Şekil 2.16: Karpuzdere havzasındaki, hipsometrik integraldaki ani kırılmalar.....	70
Şekil 2.17: Hipsometrik integral, yüzey engebeliliği ve sayısal yükselti modelinden elde edilmiş yüzey indeks haritası.....	71
Şekil 2.18: Su bölümü çizgisine göre belirlenmiş, yüzey İndeksine ait değerlerin dağılımı.....	74
Şekil 2. 19: Esenköy Fayına bağlı, yüzey indeksinde aniden değişen gömülme oranları.....	75
Şekil 2.20: İstanbuldere havzasına ait yüzey indeks değerleri.....	78
Şekil 2.21: Cevizlikdere havzasına ait yüzey indeks değerleri.....	78
Şekil 2.22: Karpuzdere ve Büyükkumla havzalarının eğim haritası.....	80

Şekil 2.23: Cevizlikdere ve İstanbuldere havzalarının eğim haritası.....	80
Şekil 3.1: Akarsu havzasının aşınımına öncesi yüzeyini elde etmede kullanılan, Bulk erozyon yönetiminin örneklendirilmiş şeması.....	81
Şekil 3.2: Bulk yöntemine ait parametreler.....	82
Şekil 3.3: Armutlu Yarımadası 3 Boyutlu şematik gösterimi.....	84
Şekil 3.4: Samanlı Dağları batı bölümü'nün şematik gösterimi.....	89
Şekil 3.5: Samanlı Dağları doğu bölümü'nün şematik gösterimi.....	90
Şekil 3.6: Samanlı Dağları'nın orta bölümünün şematik gösterimi.....	90
Şekil 3.7: Samanlı Dağları'nda erozyon hacmi hesaplanan havzalar.....	92
Şekil 3.8: Erozyon hacmi hesaplanan havzalar ile havzaların alanları.....	93
Şekil 3.9: Havzaların konum ve minimum erozyon hacimleri arasındaki ilişki.....	96

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Fotoğraf 1.3: Karpuzdere havzası aşağı çığırlarındaki nemli ormanlar.....	39
Fotoğraf 1.4: Gemlik Körfezine (güneydoğuya) bakış ve maki formasyonu.....	39
Fotoğraf 1.5: Doğal olarak başlayan daha sonra insan tahribatıyla genişleyen Gölcük’e bağlı Selimiye Köyü ve üzerinde gelişen riller.....	45
Fotoğraf 2.1: Hipsometrik eğri de ani eğim değişimlerine karşılık gelen Çift Başlı şelaleler.....	50
Fotoğraf 2.2: Karpuzdere havzasının dağ önüne ait “v” şekilli vadi profili.....	59
Fotoğraf 2.3: Büyükkumla vadisi ve havza sınırlarına karşılık gelen sahalar.....	77
Fotoğraf 3.1: Karpuzdere havzasının aşağı kesimlerinde yaklaşık 3 m olan depolar.....	85
Fotoğraf 3.2: Karpuzdere havzasının aşağı çığırlarındaki Teşvikiye köyü yakınlarındaki, vadi tabanının genişlediği kesimlerde son derece kötü boylanmış akarsu çökelleri	86
Fotoğraf 3.3: Karpuzdere havzası ve güneye doğru bakış.....	87
Fotoğraf 3.4: Samanlı Dağları orta bölümü, Selimiye Köyü yakınları.....	88

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: Çalışmada kullanılan meteoroloji istasyonuna ait bilgiler	27
Tablo 3.1: Havza morfometrisi ve bunlara ait sayısal değerler.....	91
Tablo 3.2: Samanlı Dağlarında yer alan havzaların konumu ve erozyon oranları....	94

KISALTMALAR LİSTESİ

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
cP	: Kontinental Polar
cT	: Kontinental Tropikal
DSİ	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
Ebulk	: Minimum bulk erosion-Minimum eroded volüme
Hi	: Hipsometrik integral
KAF	: Kuzey Anadolu Fayı
KAFZ	: Kuzey Anadolu Fay Zonu
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
mP	: Maritim Polar
mT	: Maritim Tropikal
NDVI	: Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi
Smf	: Dağ önü sinüslük oranı
SYM	: Sayısal Yükselti Modeli
Vf	: Vadi tabanı genişliği-vadi yüksekliği oranı

GİRİŞ

Tektonik hareketler, iklim ve jeomorfolojik süreç arasındaki etkileşim, dağ kuşaklarının zaman içerisindeki gelişimini anlamak için önemlidir. Bu etkileşim ve gelişimi anlamak için, dağlık kütlelerde yükselme (uplift), yağış yoğunluğu ve erozyon oranları arasındaki korelasyonu içeren çalışmalar mevcuttur (Clift vd., 2008; Rosenkranz, vd., 2018; Dibacto, 2020). Bunların yanı sıra güncel iklim ve erozyon oranlarını arasındaki etkileşimi içeren çalışmalarda mevcuttur (Burbank vd., 2012).

Günümüzde erozyonun artan olumsuz etkilerini önceden tahmin edebilmek için erozyon risk haritaları oluşturulmaktadır (Nigel ve Rughooputh, 2010; Volk vd., 2010, Prasuhn vd., 2013). Erozyon risk haritalarının yanı sıra erozyon hacim hesaplama çalışmaları da yoğunluk kazanmaktadır (Menendez vd., 2008; Rosenkranz vd., 2018). Ayrıca denüdasyon ve denüdasyonu etkileyen faktörler ayrı ayrı değerlendirilmekte, genelde havza tabanlı, bölgelerin malzeme kayıplarına yönelik çalışmalarda giderek artmaktadır (Insel vd., 2010; Olen vd., 2015; Schaller vd., 2018). Genel olarak malzeme kayıplarını içeren dünyadaki çalışmalar, yükselme (uplift) halinde olan tektonik bakımdan aktif ve iklim koşullarının baskın olduğu sahalar olarak karşımıza çıkmaktadır (Binnie vd., 2010; Barreto vd., 2013; Azañón, vd., 2015; Rosenkranz vd., 2018). Bu sahalar, denüdasyon oranlarının hesaplandığı sahalar olarak karşımıza çıkarken, ayrıca erozyon çalışmalarının da yoğunluk kazandığı sahalar olarak da karşımıza çıkar. Denüdasyon Latince “çıplaklaştırmak” anlamına gelen “denure” kelimesinden kaynaklanan ve yer yüzeyinin soyularak tüketilmesine neden olan ayrışma ve erozyon süreçlerinin ortak işleyişini tanımlar (Hugget, 2015). Ayrıca denüdasyon geniş anlamda, derindeki kayaların herhangi bir erozyon ajanı tarafından, ayrışma ve kütle hareketleri ile açığa çıkarılması olarak da ifade edilir (Clark, 1998). Erozyon ise; kaya ya da örtü yüzeylerde, aşınma ve aşınan malzemenin taşınmasıyla gerçekleşen eksilme ve bu yolla meydana gelen fiziksel değişim olarak tanımlanır (Turoğlu, 2018). Ayrışmanın, erozyon üzerindeki rolü oldukça önemlidir. Ayrışma üzerinde kayaçların türü, iklim, topografya ve organizmalar etkili olur. Ayrışma; kayanın parçalanmasını, parçalanma/dağılma

direncinin ve sertliğinin azalmasını ifade eden temel süreçtir. Kayaların erozyona doğal süreçlerle hazırlanma aşamasıdır ve erozyon şiddeti üzerinde belirleyicidir (Turoğlu, 2018). Arazideki eksilmeyi veya kaybı ortaya koymak için minimum erozyon hacmi veya literatürde bilinen adıyla minimum bulk erosion (Ebulk) kullanılan yöntemlerden birisi olup, uluslararası dergilerde erozyon çalışmalarında kullanılan yöntemlerden biridir (Menendez, vd., 2008; Azañón, vd., 2015). Çalışmamızda, bu yöntem kullanılmış ve havzalara ait malzeme kayıpları hesaplanmıştır.

Erozyonu yönlendiren süreçleri daha iyi anlamak için litoloji ve jeomorfolojiye (eğim, bakı, yükselti) dayalı gözlemler yapılmıştır. Tektonik bakımdan oldukça aktif olan çalışma sahasında tektonik hareketlerin rolü de dikkate alınmıştır. Bu bağlamda, Minimum Erozyon Hacmi (Minimum Eroded Volume/Ebulk), Dağ Cephesi Eğrisellik Oranı (Mountain-Front Sinuosity/Smf), Vadi Tabanı Genişliği ve Vadi Yüksekliği Oranı (Ratio of Valley-Floor Width to Valley Height/Vf), Hipsometrik Eğri ve İntegrali (Hypsometric Curve and Integral/Hi) ve Yüzey İndeksi (Surfuce Index) uygulanmıştır.

A. Çalışma Sahası'nın Konumu

Çalışma sahasını Marmara Bölgesi'nin güneydoğusunda yer alan Samanlı Dağları oluşturur (Şekil i). Marmara Bölgesi'nin güneydoğusunda Sakarya Nehri tarafından yarılan bir boğazla Samanlı Dağları uzantısı sona erer ve doğu-batı uzantılı bir şekilde Samanlı Dağları uzanır. Böylece Samanlı Dağları batıda Armutlu Yarımadası'nın batı ucunu oluşturan Bozburun'dan, doğuda Sakarya Nehri'nin oluşturduğu Geyve Boğazı'na, kuzeyde İzmit Körfezi ve doğusunda devam eden İzmit-Sapanca oluğu ile Sapanca Gölü, güneyde Gemlik Körfezi, Garsak Eşiği, İznik Depresyonu ve doğusunda devam eden Pamukova ile sınırlandırılmıştır (Bilgin, 1967). Çalışma sahası ayrıca Kuzey Anadolu Fay Zonu içerisinde, kuzey ve güneyinden D-B uzanımlı faylar ile sınırlanmaktadır. Samanlı Dağları, Kuzey Anadolu Dağları'nın batıda Marmara Bölgesine sokulan devamı halindedir (Bilgin, 1967). Dağlar tektonik plakaların hareketiyle oluştuğu gibi iklim ve erozyon tarafından da oluşur (Pinter ve Brandon, 1997). Dağların şekillenmesinde tektonizmanın yapıcı gücü kadar erozyonun yıkıcı gücü de etkilidir (Pinter ve

Brandon, 1997). Samanlı Dağları da bu iki gücün etkisi altında şekillenmiş ve sınırları belirlenmiştir.

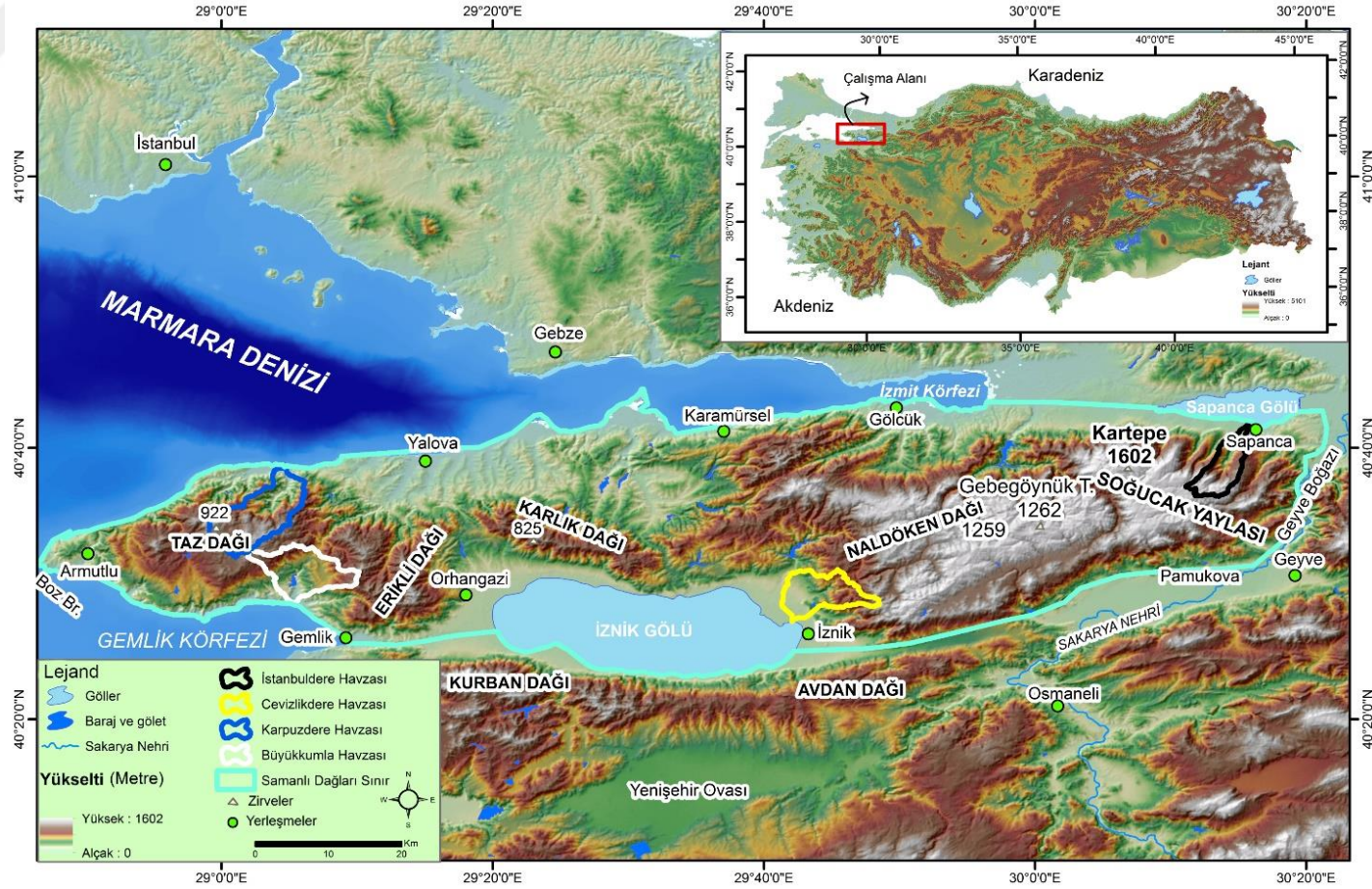
Bilgin (1967) tarafından Samanlı Dağları üç bölüme ayrılmıştır. “Batı Bölümünü” oluşturan Armutlu Yarımadası’nda 1000 m’ye varan yükselti, “Orta Bölümlerinde” (Orhangazi-İzmit Körfezi arası) 1200 m üzerine çıkarken daha doğuda ise “Doğu Bölümünde” (Gölcük-İznik hattından Geyve Boğazı’na kadar olan kesim) 1500 metre üzerine çıkar ve Samanlı Dağları’nın en yüksek zirvesini oluşturan Kartepe (Keltepe)’de 1602 metreye ulaşır.

Çalışma sahasını oluşturan Samanlı Dağları, genel olarak değerlendirilmekle birlikte esas olarak seçilen dört havza üzerinden ayrıntılı olarak erozyonu yönlendiren faktörler belirlenmeye çalışılmıştır. Bu havzaların seçilmesinde, öncelikle akarsuların taban seviyeleri dikkate alınmıştır. Bu havzaların ikisi için göller taban seviyesi görevi görürken, diğer ikisi ise Marmara Denizi’ne dökülmektedir (Şekil i). Ayrıca havzaların bulunduğu konumlar da dikkate alınarak, birbirine mesafe olarak yakın olan kuzey ve güneydeki havzaların seçilmesine dikkat edilmiştir. Bu havzalardan Marmara Denizi’ne dökülen Samanlı Dağları’nın kuzeybatısında ve Armutlu Yarımadası’nda yer alan Karpuzdere havzası 59.1 km²; güneyde Gemlik Körfezi’ne dökülen Büyükkumla havzası 46.93 km²; İznik Gölü’ne dökülen ve bu gölün kuzeydoğusunda yeralan Cevizlikdere havzası 40 km² ve Sapanca Gölü’ne dökülen İstanbuldere havzası 27.38 km² su toplama alanına sahiptir.

B. Amaç

Bu çalışmanın yapılmasındaki temel amacı; Samanlı Dağları’ndaki uzun dönemli erozyon oranlarını tespit etmek ve bunlarını yönlendiren faktörlerin nedenlerini ortaya koymak oluşturmaktır. Bu doğrultuda minimum erozyon hacim (Ebulk) hesaplaması yapılmış ve malzeme kayıplarını yönlendiren faktörler üzerinde durulmuştur. Ayrıca belirlenen 4 havza üzerinden bölgesel olarak erozyonu yönlendiren faktörlerin etkinliğinin ayrıntılı olarak açıklanması amaçlanmıştır.

Şekil i: Çalışma sahasının lokasyon özellikleri.



C. Problem

Erozyon, toprak kaybindan ekolojik dengenin bozulmasına kadar birçok problemin esas kaynağını oluşturur. Akarsular gömülme, sedimentasyon ve sediment taşınması yoluyla arazinin şekillenmesinde anahtar bir rol oynar (Şekil ii). Ayrıca akarsular farklı ekosistemleri temsil ederek geniş oranda bitki ve hayvan türlerini de içerirler (Hemmelder vd., 2018). Genellikle böcek ilacı, gübre ve besinler taşıyan aşınmış toprak, yüzey suyunun kalitesinin bozulmasını ve biyolojik döngüyü de etkiler (Wu vd., 2018).

Erozyona ait problemin bir diğer boyutunu da ekonomi oluşturur. Toprak erozyonunun Amerika için yıllık masrafı 30 milyar dolar ile 44 milyar dolar arasında değişirken bu oran İngiltere için 90 milyon sterlin, Endonezya için yalnızca Java da 400 milyon dolar olarak belirlenmiştir. Bu maliyetler erozyonun hem saha içindeki hem de saha dışındaki etkilerinden kaynaklanır (Morgan, 2005).

Erozyonun arazi üzerindeki etkisinin yanı sıra arazi dışında da birçok alanı olumsuz etkileyebilir. Akıntı yönünde meydana gelen sedimentasyon, akarsu kapasitesini olumsuz etkileyerek taşkın riskini artırır, sulama kanalları ve barajların ömürlerini kısaltabilir. Birçok hidroelektrik ve sulama projeleri erozyon sonucu kullanılmaz hale gelmektedir. Siltasyon olayı olarak tanımlanan bu durumda, göllere ve barajlara dökülen akarsular, üzerindeki aktıkları çevre sahadan getirmiş oldukları malzemeleri bu sahaların tabanlarında biriktirirler (Hoşgören, 2013). Böylece, bu ortamlar ömürlerini tamamlarlar. Ayrıca tek başına kirletici olan sediment, su içerisinde azot ve fosforu da arttırarak canlıların yaşam ortamı olumsuz etkiler ve ötrofikasyona neden olur. Erozyon, toprak agregatlarının parçalanmasına da yol açar. Bu süreç ile birlikte killer içinde tutulan karbon ve toprağın organik içeriği atmosfere CO₂ olarak salınır. Küresel toprak erozyonu, yıllık olarak atmosfere 1.14 Pg C salınımı yapar. Dolayısıyla erozyon iklim değişikliğine de katkıda bulunur (Morgan, 2005).

Şekil ii: Asılı halde taşınan sedimentin küresel ölçekte dağılımı. (Morgan, (2005)'dan düzenlenerek).



Arazide bulunan her bir parametrenin erozyon üzerinde büyük bir etkisi vardır. Bu parametrelere; litoloji, tektonizma, iklim, bitki örtüsü, toprak özellikleri, barajlar, göller ve son zamanlarda insan vb. faktör örnek gösterilebilir. Bu faktörlerin etkinliği altında anlamlandırması ve tahmin etmesi oldukça güç ve karmaşık olan erozyon süreçleri gelişir. Bu yüzden her bir parametrenin etkinliğinin belirlenmesi problemi tanıma açısından oldukça önemlidir.

D. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma temel olarak üç aşamadan oluşur. İlk olarak literatür araştırması yapıp veri toplanmış, daha sonra Coğrafi Bilgi Sistemleri ile toplanan tüm veriler sayısallaştırılmış ve mekânsal analizler için veriler hazırlanmıştır. Son aşamada ise havzaların erozyon oranları ve erozyon potansiyelleri belirlenmiştir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama teknolojileri kullanılarak çalışma sahasına ait veriler değerlendirilmiştir. CBS yazılımlarından ArcMap 10.4.1 ile QGIS 2.18.20 programları kullanılmıştır. Harita Genel Komutanlığı'na ait 1/25.000

ölçekli topografya haritalarından elde edilmiş olan 10 metrelik izohips eğrilerinden sayısal yükselti modeli (SYM) oluşturulmuş ve analizler 10 metre çözünürlüklü SYM üzerinde gerçekleştirilmiştir. Maden Tetik Arama (MTA)'dan fay ve jeolojik formasyonlar ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden (MGM) ise iklim verileri temin edilmiş, CBS ortamına veri katmanları olarak aktarılmıştır. Havzalara ait erozyon oranlarını belirlemek için minimum erozyon hacmi (Ebulk) yöntemi uygulanmıştır. Havzaların, neden farklı erozyon oranlarına sahip olduğunu anlayabilmek için sırasıyla Smf oranı, Vf oranı, hipsometrik integral ve hipsometrik eğri, yüzey indeksi analizleri uygulanmış, bu analizlere ait sonuçlar erozyon oranlarını yorumlama da kullanılmıştır. Ayrıca Samanlı Dağları'nın tamamını kapsayan analizler de uygulanarak bölgesel yorumlamaya gidilmiştir. Sonuç olarak bu yöntemler yardımı ile havzalar için erozyon hakkında nicel ve nitel sonuçlara ulaşılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

ÇALIŞMA SAHASININ JEOLojİ, İKLİM VE BİTKİ ÖRTÜSÜ ÖZELLİKLERİ

1.1. Jeolojik Özellikler

Samanlı Dağları bulunduğu konum itibariyle birbirinden farklı tektonik birliklerin yer aldığı bölgedir. Çalışma sahası Batı Pontidlerdeki, İstanbul zonu ile Sakarya Kıtası arasında yer alır (Şekil 1.1). İstanbul ile Sakarya zonları arasındaki sınırı ise Pontid-İçi kenedi oluşturur (Okay ve Tüysüz, 1999). Bu bölge, İstanbul - Zonguldak Paleozoyik istif (Rodop-Pontid fragmanı) ile Sakarya Kıtası'nın birbirlerine yaklaşması sonucunda aradaki okyanusun ortadan kalkmasıyla meydana gelen kıta-kıta çarpışmasının tüm izlerini taşımaktadır (Yılmaz vd., 1995). Batısındaki Armutlu Yarımadası'nın hemen hemen tamamı Rodop-Pontid fragmanı içerisinde yer alıp, bu fragman doğu-batı doğrultusunda Samanlı Dağları'nın kuzeyini oluşturan zona karşılık gelir. Samanlı Dağları'nın merkezi bölümleri dışında kalan saha ise güneyden Sakarya kıtasıyla temsil edilir. Armutlu Yarımadası ve yakın çevresi, Rodop- Pontid fragmanı ile Sakarya Kıtası'nın üst Kretasede çarpışmalarıyla oluşmuş bir kıta-kıta çarpışma zonunu temsil etmektedir (Yılmaz vd. 1995).

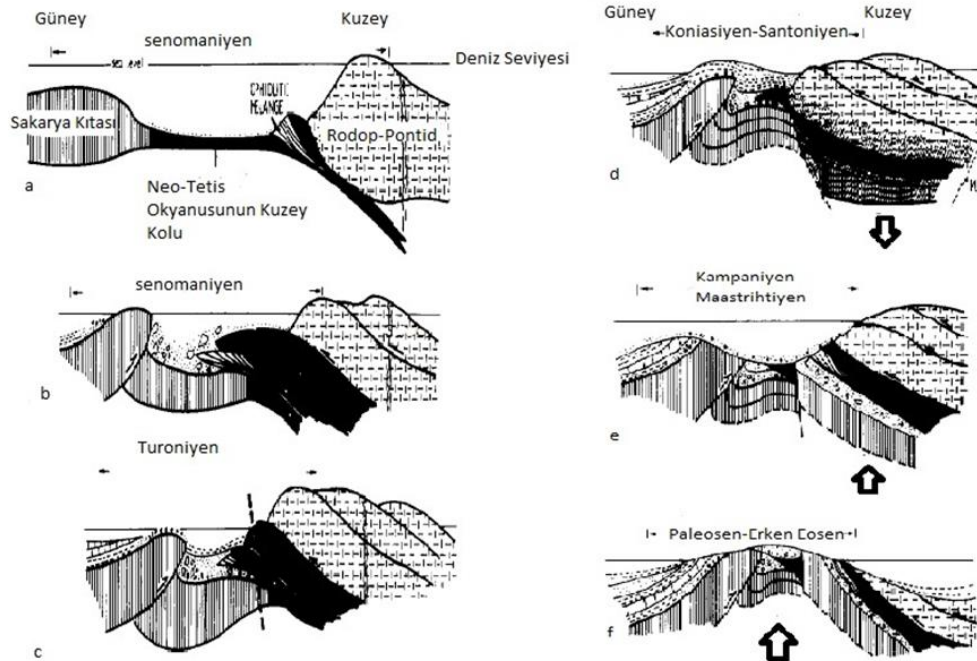
Şekil 1.1: Samanlı Dağları (çalışma sahası, kırmızı kutu içerisinde) ve bölgenin ana tektonik bölümleri (Okay ve Tüysüz, (1999)'den düzenlenmiştir).



Samanlı Dağları'nın kuzeyindeki (İznik Gölü kuzeyinde) sahadan alınan stratigrafik kesit, kuzey zon metamorfik birliği ile başlar ve Kampaniyen taban konglemerası, Kampaniyen ile Maastrichtiyen arasında oluşan resifal kireçtaşı ve bu serinin üzerinde kumtaşı, şeyl, kumtaşı ve ardalanmalı filiş ile devam eder. Paleosen ile Eosen arasında ise marn, kumtaşı, silttaşı ve sık denizel kireçtaşından stratigrafi oluşmaktadır. İznik Gölü'nün doğusundaki sahadan alınan stratigrafik kesit Kampaniyen yaşlı merkezi zon metamorfik birliği ile başlar. Kampaniyen ile Maastrichtiyen arasında taban konglemeraları, resifal kireçtaşı ile devam eder. Şeyl, çamurtaşı, kumtaşı filiş ardalanması ile kumtaşı ve konglomeratik seri şeklinde uzanır (Yücel, vd., 1995).

Yücel vd. (1995), tarafından bölgenin jeolojik evrimi üzerine yaptıkları çalışmada Senomaniyen'den Erken Eosen'e kadar bölge, birkaç kez deniz istilasına maruz kalarak birikim ortamına dönüşürken, Erken Eosende yükselmeye başlayan saha karasal bir ortama dönüşmüştür (Şekil 1.2). Üst Oligosende devam eden yükselmeye Kuzey Anadolu dağ kuşağı bazı depresyonlar dışında tamamen kara haline geçmiştir (Atalay, 1987). Daha sonra ise bölgede Kuzey Anadolu Fayı gelişmiştir. Bölge fay aktivitesine bağlı olarak şekillenmeye başlamıştır.

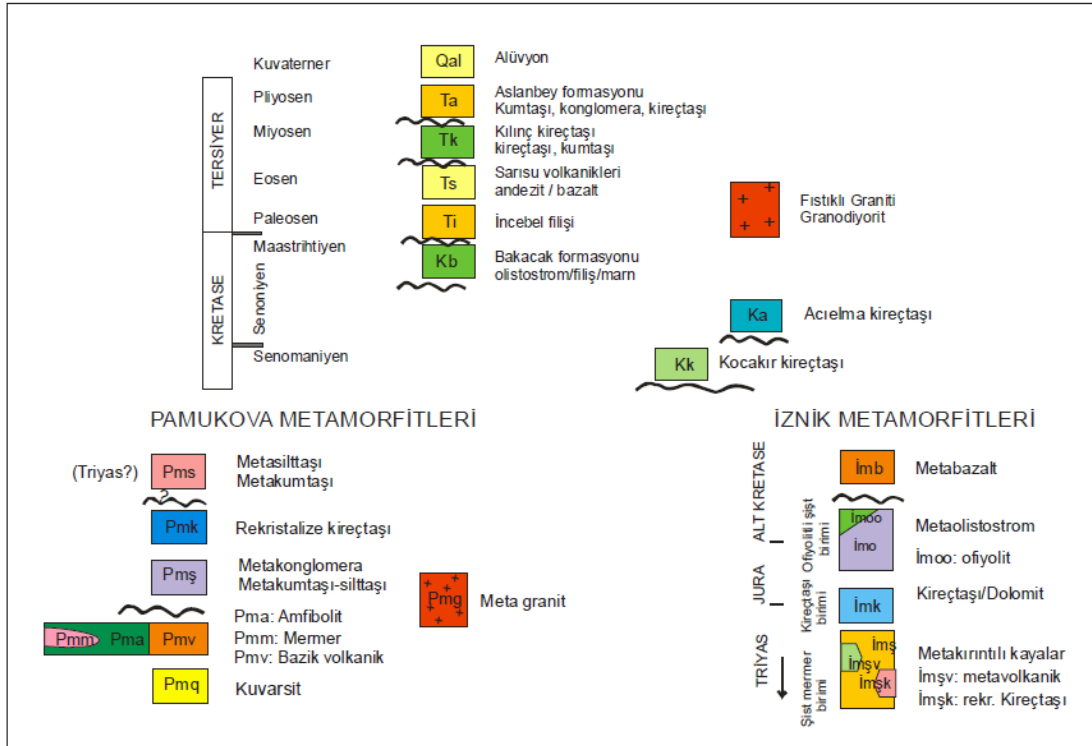
Şekil 1.2: Samanlı Dağları'nın bulunduğu sahanın plaka tektonik modeli ile evrimi (Yılmaz vd., (1995)'den).



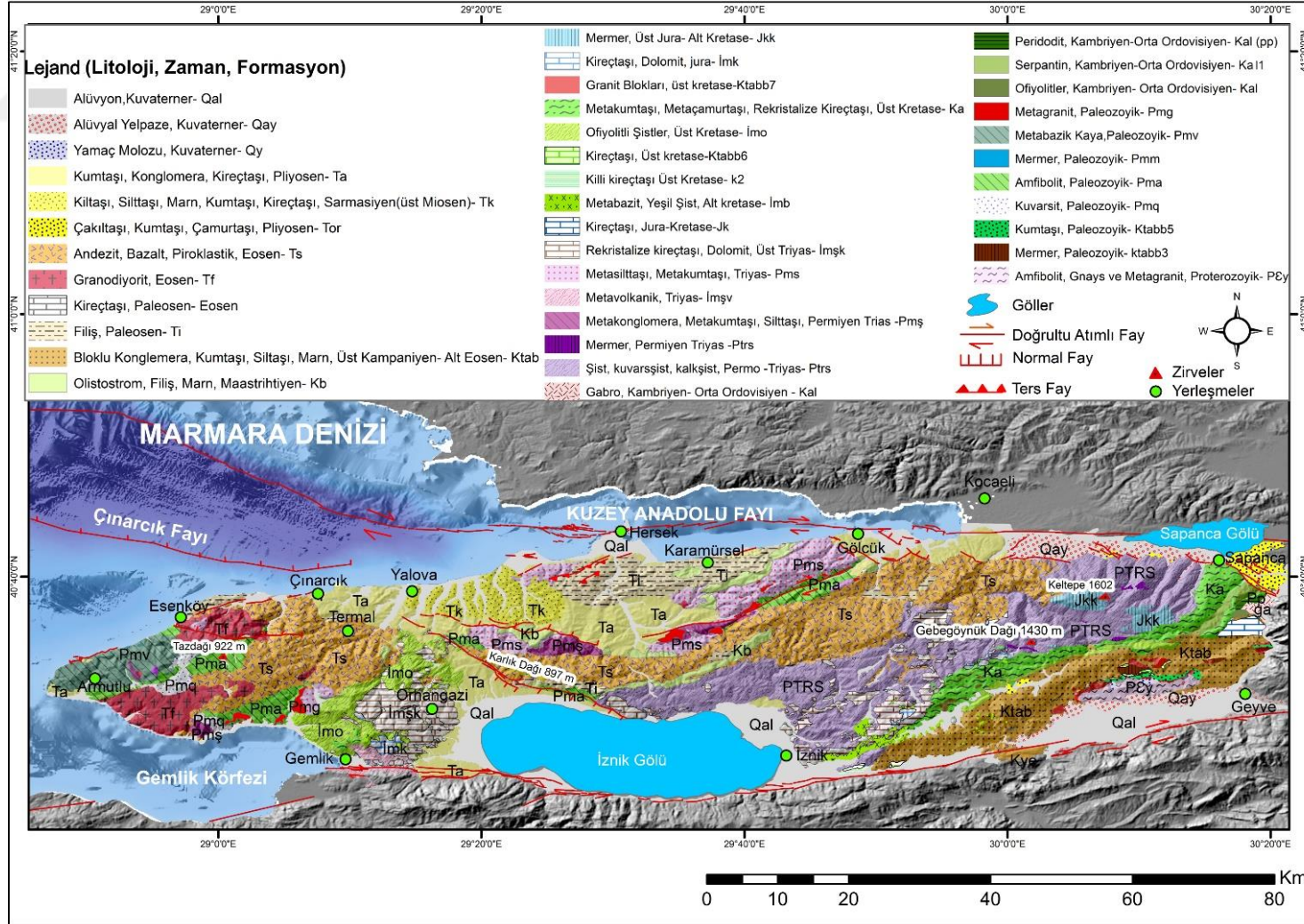
1.1.1. Litoloji

Çalışma alanını oluşturan Samanlı Dağları'nda litolojik birimler, Prekambriyen kaya gruplarından Kuvaternere ait alüvyon birimlere kadar yaş ve tür bakımından değişiklik gösterir. Temelde Prekambriyen- Alt Paleozoyik yaşlı olduğu düşünülen Pamukova metamorfikleri ve daha az metamorfizma gösteren Alt Trias- Kretase yaşlı İznik metamorfikleri yer almaktadır (Kendir, 2010). Bu birimlerin üzerleri ise Bakacak formasyonu, İncebel formasyonu, Sarısu volkanitleri, Fıstıklı granitleri, Kılıç formasyonu, Aslanbey formasyonu ve Kuvaterner alüvyonları gibi çeşitli formasyonlar ile örtülmüştür (Şekil 1.3 ve 1.4).

Şekil 1.3: Armutlu Yarımadası'nın genelleştirilmiş stratigrafisi (Göncüoğlu vd., (1987) ve Kendir (2010)'den).



Şekil 1.4: Samanlı Dağları'nın jeoloji haritası (Göncüoğlu vd., 1987; Kendir, 2010 ve Erturaç, 2018'den yeniden çizilmiştir).



1.1.1.1. Pamukova Metamorfikleri (Pm)

Gemlik Körfezi kıyılarında, Büyükkumla çevresinde ve Karamürsel'in güneyinde parçalar halinde bulunan Paleozoyik metagranitler (Pmg); Gemlik körfezi kıyılarından başlayarak Armutlu Yarımadası'nın orta bölümlerine kadar uzanan ayrıca Yalova'nın güneydoğusunda, İznik Gölü'nün hemen kuzeyinde ve Gölcük' n güneybatısındaki Paleozoyik - Prekambriyen amfibolitler (Pma) ve bu birimler ile i  içe geçmiş Paleozoyik - Prekambriyen kuvarsitler (Pmq); Karlık Dağı'nın kuzeyindeki Permiyen-Triyas metakonglemeralar, metakumtaşları, silttaşları (Pmş) ve Taz Dağı'nın batısında oldukça küçük yüzlekler veren Paleozoyik- Prekambriyen mermerler (Pmm) Pamukova metamorfikleri olarak tanımlanır (Göncüoğlu vd., 1987).

Samanlı Dağları'nın doğusunda, Pamukova'nın kuzeyinde, Pamukova metamorfik topluluğuna ait amfibolit, gnays ve metagranitler çalışma sahasında yaşı itibariyle en geriye giden yüksek derecede metamorfik topluluğa ait olan birimlerdir. Bu birim Proterozoyik ile temsil edilir.

1.1.1.2. İznik Metamorfikleri ( m)

İznik metamorfikleri Armutlu Yarımadası'nın diğer metamorfik istifinden olup daha düşük dereceli metamorfizmaya uğramış kayaları ifade etmek için kullanılmıştır (Erendil vd., 1991; Kendir, 2010). Bu birlik Sapanca-İznik arasındaki kuşağı kaplar ve üç alt birimden oluşur. Bunlar; şist-mermer birliği, metamorfik olistostromlar ve metavolkanit birliğidir (Göncüoğlu vd., 1987). Gemlik ve Orhangazi kuzeyindeki  st Kretase'ye ait ofiyolitli şistler ( mo); Orhangazi ve çevresinde dağılım gösteren  st Triyas rekristalize kireçtaşı ve dolomitler (imşk) ve Jura dönemine ait kireçtaşı ve dolomit ( mk); İznik Gölü doğusunda Alt Kretase'ye ait metabazit ve yeşil şistler ( mb) İznik metamorfik birliğinin bir parçasını oluştururlar. Bu birim içerisinde dikkat çeken diğer bir birliği ise Maşukiye Grubu (Ptrs) oluşturur. Samanlı Dağları doğusunda özellikle Sapanca, İznik ve Pamukova arasında yaygın yüzlekler veren şist, kuvarsşist, kalkşist, mermer gibi bu başkalaşım kayaç topluluğu İznik metamorfik topluluğunun geniş bir parçasıdır (Erturaç, 2018). Bu birimler

içerisindeki mermerler dikkate alınacak kadar geniş alanlar kapladığı için, ayrı olarak haritalanmıştır. Bu grubun yaşı Permo-Triyas aralığına dayanır.

Akçay Metamorfikleri (Sapanca kompleksi, ka) Sapanca'dan başlayarak doğuda Geyve Boğazı'nın batısından, Gebegöynük Dağı'nın güneyi boyunca dar bir şerit olarak devam eder. Bu birim düşük dereceli metamorfizma geçirmiş bir filiş istifidir (Erturaç, 2018). Akçay Metamorfikleri metakumtaşı, metaçamurtaşı, metabazalt, rekristalize kireçtaşı ve mermer gibi kayaçlarla temsil edilen yığılma kompleksi olarak tanımlanır (Erturaç, 2018). Bu birim de Göncüoğlu vd., (1987) tarafından İznik metamorfikleri adı altında incelenmiştir.

Keltepe Mermerleri (Jkk), Sultaniye Metamorfikleri (Ptrs) üzerine uyumsuz olarak gelen Keltepe Mermerleri, kalkışit, rekristalize kireçtaşları gibi birimlerle temsil edilir ve ince katmanlı olan bu birim, yukarıya doğru kalınlaşır (Erturaç, 2018). Çalışma sahasında Keltepe zirvelerini oluşturan bu mermerler, ayrıca çalışma sahası içerisindeki en yüksek zirveye de karşılık gelir. Birim Üst Jura- Alt Kretase dönemine aittir.

Almacık Ofiyolitik Melanjı (kal) olarak temsil edilen birim Samanlı Dağları'nın doğusunda Geyve Boğazı'nın batı kesiminde peridotit (pp), gabro (ga) amfibolit, şist, gnays ve metaperidotit gibi birimlerle temsil edilen ofiyolitik kayaçların egemen olduğu tektonik bir karmaşıktır (Erturaç, 2018). Çalışma sahasında, peridotit, serpantin ve gabro gibi birimler yayılış olarak geniş bir alana sahip olduğundan ofiyolitlerden (Kal) ayrı olarak haritalanmış ve kal1 şeklinde isimlendirilmiştir. Okay vd. (2008) tarafından bu melanjın yaşı, Kambriyen-Orta Ordovisiyen olarak belirlenmiştir (Erturaç, 2018).

Abant Karmaşı olarak adlandırılan (KTab), doğuda Geyve boğazından başlayarak geniş yüzlekler verir. Formasyon; bloklu konglomra, kumtaşı, silttaşı ve marnlardan oluşan tektonik bir melanj özelliği gösterir (Erturaç, 2018). Birimin içerisinde düzenli bir filiş istifi, karasal-sığ denizel çökeller yer yer olisostrom özelliğinde değişen yaşlarda platform karbonatları, konglemera, pelajik çamurtaşları, serpantin, kuvarsit ve granit blokları dikkat çeker (Erturaç, 2018). Bu birim Göncüoğlu ve

diğerleri (1987) tarafından temelde yer alan Pamukova ve İznik metamorfikleri dışında Bakacak olistostromları olarak değerlendirilmiştir.

1.1.1.3. Bakacak Formasyonu (Kb)

Samanlı Dağları'nın orta bölümlerinde, İznik Gölü'nün kuzeyinde yüzeylenen çakıltası, kumtaşı ve marn ve çamurtaşından oluşan birim Akartuna (1968) tarafından bakacak formasyonu olarak tanımlanmış ve bu birimin yaşı Erendil ve diğerleri tarafından (1991) Maastrichtiyen ile temsil edilmiştir (Kendir, 2010).

1.1.1.4. İncebel Formasyonu (Ti)

Hersek, Karamürsel güneyinde ve Esenköy'ün kuzeydoğusunda yer yer Çınarcık ilçesi, Ortaburun Köyü ve doğuda Subaşı civarında yayılış gösteren bu formasyon çakıltası, kumtaşı, çamurtaşı, şeyl, marn ve yer yer kalın yeşil renklitüf ve andezitik lav seviyeleri içeren volkona-tortul topluluğunun çökel kesimleri incebel filizi olarak tanımlanır ve birimin yaşı Paleosen'dir (Göncüoğlu vd., 1987; Genç ve Tüysüz, 2001; Kendir, 2010).

1.1.1.5. Sarısu Formasyonu (Ts)

Samanlı Dağları'nda oldukça geniş bir yayılım gösteren bu formasyon, Gölcük'ün doğusundan güneybatı uzanımlı bir yayılımla, Karlık Dağına kadar uzanmakta ve Termal, Çınarcık, Esenköy ve Gemlik Körfezi arasında geniş bir yayılım gösteren formasyon, Armutlu Yarımadası'nın büyük bir bölümü kapsayacak şekilde, dağılış gösterir. Formasyon andezitik lav-tüf, aglomera ve piroklastikler ile temsil edilir (Kendir, 2010). Bu formasyonun yaşı, Eosendir (Göncüoğlu vd., 1987). Volkanik yay ürünü olarak değerlendirilen (Göncüoğlu vd. 1992) birim metamorfik kayalar ile uyumsuz, İncebel formasyonu ile geçişli dokanak ilişkisindedir. Fıstıklı graniti tarafından kesilen birim üstte Kılıç formasyonu tarafından örtülür (Kendir, 2010).

1.1.1.6. Fıstıklı Graniti (Tf)

Geç Kretase sonları Neo-Tetis okyanusunun kapanması ve bunu takip eden kıta çarpışması, Anadolu'nun şekillenmesinde önemli rol oynamıştır. Neo-Tetis okyanusunun Sakarya Kıtası altına dalıp kapanmasıyla, Sakarya Kıtası ve Anatolid-Torid platformu arasında kıta-kıta çarpışması gelişmiştir (Aydın vd., 2019). Kıta-

kıta çarpışmasının Orta Eosen'den önce Paleosen-Erken Eosen döneminde gerçekleştiği düşünülmektedir. Bu çarpışma sonrası magmatizmanın ilk ürünleri olan granitik plütonlar ve ortaçağ bileşimli kalkali volkanitler oluşmuştur (Aydın vd., 2019). Bu çarpışmanın ürünü olan granodiyoritlerin yaşı Eosen olarak temsil edilir.

Fıstıklı granodiyoritleri'nin ince kesit incelemesine göre, orta-iri taneli holokristelen dokuya sahip olduğu, kuvars, plajiyoklaz ve ortoklaz bol miktarda görülürken, mafik minerallerden ise amfibol görülmektedir (Er, 2012).

1.1.1.7. Kılıç Formasyonu (Tk)

Yalova'nın güneyi ve doğusunda yüzeyleyen bu formasyon, orta sıkı tutturulmuş kıltaşı, silttaşı, marn ile mercek ve bant şeklinde kumtaşı ve çamurtaşlarından oluşmaktadır (Kendir, 2010). Üste doğru tane boyunun hızla incelendiği istif, önce kumtaşlarına sonra çamurtaşı, marn ve kıltaşına geçer. Bu formasyonun üzerinde 1-6 metre kalınlığında ayrışma seviyesi bulunmaktadır ve kil niteliğinde olan bu seviyede krip şeklinde kütle hareketleri gözlenir (Genç ve Tüysüz, 2000; Kendir, 2010).

1.1.1.8. Kuvaterner Çökelleri (Qal)

Kuvaterner çökelleri; Samanlı Dağlarını kuzey ve güneyden sınırlayan tektonik oluklar, vadi tabanları ve kıyı şeridinde yayılım gösterirler. Kuvaterner birimleri, denizel seki çökelleri ile kıyı akarsu ortamlarında çökelmiş çökel topluluklarından oluşur (Kendir, 2010).

Samanlı Dağları'nın eteklerinde özellikle İzmit Körfezi doğusunda Arslanbey formasyonuna (Qay) ait birimler en iyi Kullar, Maşukiye, Nusretiye, Arslanbey de yüzeylenmektedir (Aksoy, 2002). Akartuna (1968) tarafından marn, kil, gre konglemera, kum ve çakıllardan oluşan tortular olarak tanımlanmış ve birim genel olarak alüvyal yelpaze çökel niteliğinde olup; kötü boylanmalı, az tutturulmuş, çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı araldanmasından oluşmuştur (Aksoy, 2002). Formasyonun yaşı Pleistosen olup, karasal çökel niteliğindedir (Aksoy, 2002). Sapanca Gölü doğusundan başlayan, İzmit Körfezi'nin güney kıyıları boyunca uzanan ve Adapazarı güneyinden de devam eden fayın (daha doğuda Karadere-Düzce fayı) aniden oluşumu, Sapanca güneyindeki karasal formasyonların oluşumda

rol oynamış ve bu birimler fayın korelatif deposunu oluşturmuş iri çakıllı, bloklı konglemeralar şeklinde gelişim göstermiştir (Ardos, 1995).

Denizel seki çökelleri, Yalova-Karamürsel arasında, Kuvaterner sırasında Marmara Denizi'nin Akdeniz istilasına uğraması ve bu istilanın uzun sürmesi, bu depoların İzmit Körfezi boyunca uzanmasına ve dolayısıyla Yalova-İzmit körfezi boyunca uzanan kıyıların Akdeniz istilasına ait depolar ile kaplanmasına neden olmuştur (Erinç, 1956). Karamürsel civarında 20 metreden daha fazla kalınlıktaki bahri Pleistosen depoları, Tyrrhennien karakterize eden favnaların varlığı, Akdeniz'in Marmara'yı Pleistosen istila ettiğinin göstergesidir (Erinç, 1956). Dolayısıyla Samanlı Dağları'nın kuzey yamaçlarındaki alçak irtifalar denizel çökellerin varlığıyla temsil edilir. Yukarıda bahsi geçen bu durum iklim değişikliği ile yakından bağlantılı olup okyanus veya denizlerin su kütlelerinin değişimiyle ilgilidir. Ayrıca Genç ve Tüysüz (2000) tarafından Yalova-Karamürsel arasında yaptıkları incelemelere göre, yamaç molozları içerisinde 15-20 cm aralığında kum, silt, kil ve çamurdan oluşan siyah bir zonun, Samanlı Dağları'nın kuzeyinde Karamürsel-Çınarcık arasında uzandığını ve tsunami belirteci olduğunu gösteren bol denizel kavkılı fosillerinin varlığından bahsetmişlerdir.

Samanlı Dağları'nda İznik Gölü ve Sapanca Gölü çevresindeki sahalar, alüvyon sahaların yayılım gösterdiği diğer bir alandır. İznik Gölü'nün kuzeybatısında Orhangazi güneyindeki göle doğru hafice meyilli, ince kum, marnlar ve yer yer tebeşirli marn ve yuvarlaklaştırılmış çakıllar Pleistosen sırasında genişlemiş olan eski İznik Gölü depoları olarak ifade edilir (Bilgin, 1967). Dereköy-İznik arasındaki faylar ve Gürmüzlü-Orhaniye-Boyalıca arasındaki faylar İznik Gölü ve İznik Ovasının oluşumunda rol oynamıştır (Ardos, 1995). İznik Ovası, 75 km² alana ile İznik Gölü'nün doğu, kuzeydoğu ve güneydoğu kıyıları arasında uzanır. Ovadaki Kuvaterner depolarının kalınlığı 80-150 m. kadardır ve bu depoların altında kalın bir neojen formasyonu bulunur (Ardos, 1995). Devlet Su İşleri (DSİ) sondajına göre, bunun altında Eosen filizi ve Paleozoyik'e ait formasyonlar yer alır ve Gülistan çevresindeki gizli faylar, Eosen tabakalarının çökmesine neden olarak ovanın temelini oluşturdukları sondajlar sonucu anlaşılmıştır (Ardos, 1995). Kuvaterner alüvyonların oldukça geniş bir alanda yayılım gösterdiği ve kalınlığının 70-110 m.

arasında değiştiği diğer bir alanı ise Orhangazi Ovası oluşturur. Oluşumu ve gelişimi bakımından İznik Ovasına benzeyen bu ova 90 km²'lik alan kaplamakta ve ovanın altında, kalın bir neojen deposu ve bu deponun çökmesi ile üzerine Kuvaterner alüvyonlarının geldiği yapılan sondajlardan anlaşılmaktadır (Ardos, 1995).

1.1.2. Tektonik ve Depremsellik

Tektonik hareketler, yer kabuğunun yapısı ve şekli üzerinde bir takım değişiklikler meydana getirir (Hoşgören, 2014). Bu değişiklikler kıvrılma, bükülme ve faylanma gibi tektonik hareketler sırasında oluşan basınç ve gerilmelere bağlı olarak meydana gelir (Hoşgören, 2014). Dolayısıyla bir sahanın deprem üretme kapasitesini de belirler. Marmara Denizi ve yakın çevresindeki faylar, depremsellik üzerinde belirleyicidir. Bölge esas olarak Kuzey Anadolu Fayı (KAF) denetimi altındadır. Ayrıca çalışma sahasında KAF ile ilişkili birçok fay bulunmaktadır. KAF yaklaşık 11-13 milyon yıl önce doğuda şekillenmiş ve batıya doğru ilerlemiştir (şengör vd. 2005).

Kuzey Anadolu Fayı, doğrultu atımlı aktif bir fay olup, Ege Denizi kuzeyi Saros Körfezi'nden Karlıova kasabasına kadar D-B doğrultulu 1200 km boyunca uzanır (Ketin, 1969; şengör vd., 2005). Ketin (1948) tarafından, 1939 yılından beri depremler sırasında oluşan yüzey kırığının D-B doğrultusunda ve sürekli sağ yanal karakterde olduğuna dikkat çekmiş ve fay hattının tanımlanmasında büyük rol oynamıştır (şengör vd. 2005).

Samanlı Dağları kuzey ve güneyden D-B yönündeki doğrultu atımlı faylar ile sınırlanmış durumdadır. Bölgenin fay denetiminde olması çalışmanın asıl amacı olan erozyon oranları üzerinde oldukça önemlidir. Ayrıca KAFZ ile ilişki çalışma alanı içerisinde çeşitli faylarda bulunmaktadır (Yalakdere Fayı, Yalova Fayı, Orhangazi Fayı, Esenköy Fayı gibi).

Çalışma sahası içerisinde yer alan Kuzey Anadolu Fayı'nın İzmit Körfezi'nden Saroz Körfezi'ne kadar uzanan kuzey kolunda tarihsel olarak MS 450- 1900 arasında kayıt altına alınmış 287 deprem bulunmaktadır (Yaltırak, 2015). Bunlardan 38 tanesi birden fazla merkezde yıkım yapmıştır. KAFZ'nun orta kolunda yer alan, İznik Gölü ile Gemlik Körfezi arasındaki segmenti oluşturan Gemlik Fay Zonu, İznik Gölü'nün

GB'sından Karsak Boğazına ve Gemlik düzlüğünden sonra ise Gemlik Körfezi'ne ulaşmaktadır (Uçarkuş, 2002). Samanlı Dağları'nın güneydoğusunda Geyve Fayı ve bu fayın batısında ise İznik- Mekece Fayı uzanır. Kuzey Anadolu Fayı'nın orta kolunda İznik Gölü üzerinden Gemlik, Bandırma Körfezi ve Biga'ya kadar uzanan kolda kayıt altına alınan depremler sadece 10 adettir (Yaltırak, 2015). Yıkıcı depremler; 123 Kyzikos, 368 İznik, 460 Kyzikos, 1065 İznik, 1737 Biga, 1855 Gemlik depremleri bu kol üzerinde yıkıcı yegâne depremlerdir (Yaltırak, 2015). Çalışma sahasının yakın çevresinde yer alan güney kol ise Bursa, Manyas, Yenice ve Gönen Ovalarından geçer ve bu kolda da kayıt altına alınan deprem sayısı 22'yi bulmaktadır (Yaltırak, 2015). Yalova'ya kadar büyük bir bölümü kırılmış olan kuzey kol, geçmişteki depremlerin sıklığı ile uyumludur. Bu fayların güncel olarak, küresel konumlandırma sistemi (GPS) hızları arasında çarpıcı bir ilişki vardır. Buna göre 329 adet depremin %86'sı kuzey, % 7'si güney ve % 4'ü orta kol depremleridir (Yaltırak, 2015). Görüldüğü gibi tarihsel depremler ile günümüzdeki depremlerin sıklığında benzerlik vardır. Ayrıca GPS hızları da bu sıklıkla uyumludur. Bölgede toplam GPS hızının (23 mm/yıl) %82 kuzey (18 mm/yıl), %13 güney (3 mm/yıl), %9'u orta (2 mm/yıl) kola dağılmaktadır (Yaltırak, 2015).

Bu fayların dışında Samanlı Dağları'nda, Çınarcık Fayı ve Esenköy Faylarının varlığı da dikkate alınması gereken diğer faylardır. Bu faylar, normal fay karakterinde olup, genişleme tektonik rejiminin önemli göstergelerini taşırlar. Normal fayların genel karakteristiği, tavan bloğu taban bloğuna göre aşağı yönde hareket eder. Bu faylar sahadaki eğim koşullarını etkileyerek, çalışmanın asıl konusu olan erozyon oranları üzerinde belirleyici olmuşlardır. Muratbey'den İhsaniye'ye kadar KD-GB doğrultusunda uzanan sağ yanal atımlı Yalakdere Fayı, Yalova güneyindeki kabaca D-B uzanımlı normal fay karakterindeki Yalova Fayı, Orhangazi'nin KD'nda normal fay özelliği gösteren KB-GD uzanımlı Orhangazi Fayı, arazide deformasyona neden olan önemli diğer faylardır. Armutlu Yarımadası ise genç faylarla denetlenmiş bir yükselidir (Aylan, 2002). Bu yükselim yüzey süreçlerini üzerinde de belirleyicidir. Bu fayların erozyon üzerindeki etkileri sonraki bölümlerde detaylı olarak incelenecektir.

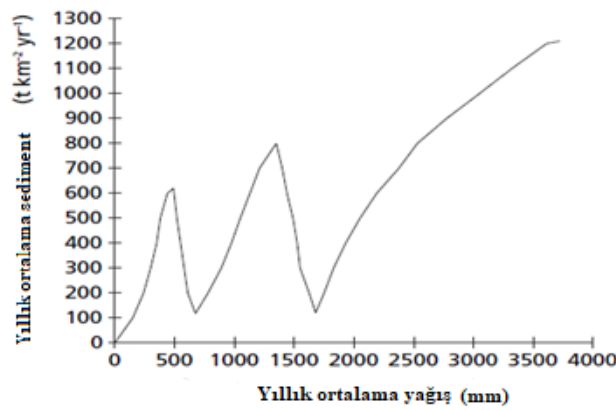
1.2. İklim Özellikleri

Bu bölümde Samanlı Dağları ve yakın çevresinin yağış ve sıcaklık özellikleri üzerinde durulacak ve bu iklim elemanlarını etkileyen faktörler ele alınacaktır. Bu doğrultuda öncelikle iklim ve erozyon arasındaki ilişkinin tanımlanması doğru olacaktır. Daha sonra ise genel hava kütleleri ve lokal iklim koşulları üzerinde durulacaktır.

1.2.1. İklimin Erozyon Üzerindeki Etkisi

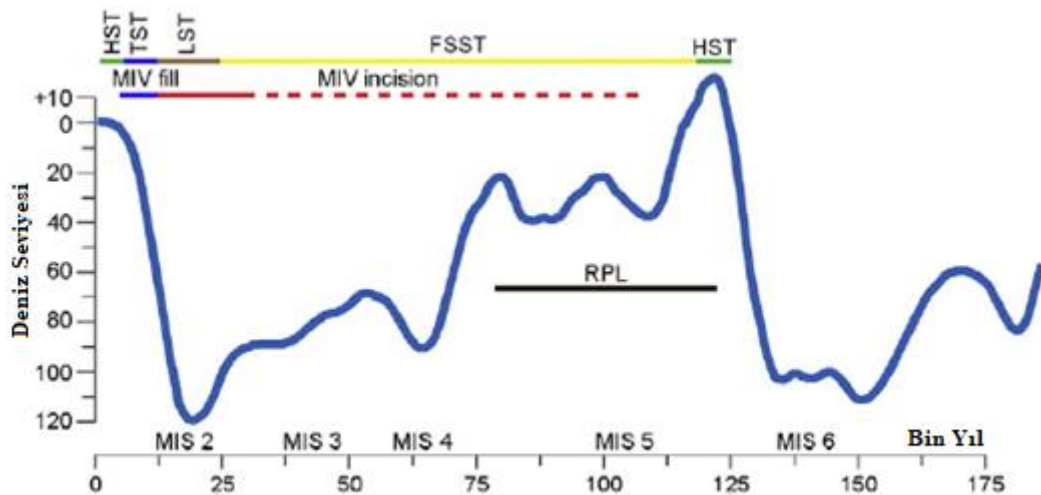
Sıcaklık ve yağışın erozyon üzerindeki etkisi oldukça önemlidir. Büyük boyutlara varan ayrışma her zaman erozyon için uygun ortam koşullarını sağlar. Ayrışmanın türü ve şiddetini belirleme açısından iklimin rolü büyüktür. Örneğin mafik kayalar (gabro gibi) nemli bölgelerde kolay ayrışmaya uğrarlar (Erkal ve Taş, 2013). Ayrıca kayalardaki çatlak sistemlerini genişletmeleri, kayaların ısınma ve soğumadan kaynaklanan genleşme ve büzüşmeye bağlı eksfoliasyon olayına maruz kalarak yapraklı dökülme sürecine girmesi, iklimin kontrolünde gerçekleşir. İklim, arazi boyunca materyal kaybının ortalama oranını etkiler (Pinter ve Brandon, 1997). Sediment kaybı ve iklim arasındaki ilişkiye göre yağış miktarı arttıkça yıllık taşınan sediment miktarı da artar (Şekil 1.5 ve Şekil 1.6). Ancak yağış miktarı arttıkça yüzeyin bitki örtüsüyle kaplanması da söz konusudur. 1700 mm üzerindeki yağışların miktarı ve hacmi bitki örtüsünün koruyucu etkisinin önüne geçer ve yağışla birlikte erozyon artar (Morgan, 2005).

Şekil 1.5: Yıllık ortalama yağış miktarları ile sediment taşınması arasındaki ilişki (Morgan (2005)'dan).



Erozyon, aşınım devresinin gençlik evresinden ihtiyarlık evresine kadar etkisi azalarak devam eden bir süreçtir. Jeomorfolojik gelişimin tamamlanmasında etken ve süreçlerin ve sahanın değişmeden sabit kalması gerekir. Fakat aşınım devresi östatik hareketler ve tektonik hareketlerin kontrolü altına girerek kesintiye uğrayabilir. İklim değişikliğine bağlı okyanus veya denizlerin su kütlelerinde değişiklikler meydana gelir (Hoşgören, 2011). Klimatik kökenli östatik hareketler, taban seviyesinin alçalması şeklinde olursa (regresyon), akarsu değişen taban seviyesi farkına uyum sağlar ve sahayı aşındırır (Şekil 1.6). Ayrıca yeni kara alanları da yüzey süreçleri kontrolüne girer. Maselli ve Trincardi (2013) ve Maselli ve diğerleri (2014) tarafından Adriyatik Denizinin glasiyal dönemlerde çekilmesi ve buna bağlı olarak Manfredonia Vadisinin devasa boyutta erozyona neden olduğunu, yarılmanın deniz tabanında 60 km doğuya kadar devam ettiğini, özellikle Son buzul Maksimumunda (Last Glacial Maximum) en fazla genişlemenin yaşandığını ve günümüz deniz seviyesinden -70 metreye kadar vadinin aşındırma yaptığını, -75 ile -105 metre arasında bir delta oluşturduğunu ifade etmektedirler.

Şekil 1.6: Küresel deniz seviyesi değişikliği eğrisi (Maselli ve Trincardi, (2013)'den). MIV: Manfredonia Yarma Vadisini, fill ile incision olarak belirtilen kısım dolgu ve yarma zaman aralığını; TST transgresyonu; FSST regresyonu; HST yüksek deniz seviyesini; LST alçak deniz seviyesini ifade eder. Bu durum küresel ölçekte taban seviyesi üzerinde etkili olmuştur.



İklimin erozyona etkisi bu faktörler ile sınırlı kalmaz. Bölgesel ve lokal olarak da erozyonu büyük ölçüde etkiler. Kutup bölgelerinde, kısmen kurak soğuk iklim

kısmen de karasal buzul örtüleri Grönland ve Antarktika gibi alta bulunan kayayı dondurmuş ve bunun sonucunda erozyon daha az gerçekleşmiştir. Bunun tersine dağ buzulları Avrupa Alpleri ve Kaliforniya da Sierra Nevada gibi sahalar buzul tarafından büyük ölçüde aşındırılmış bu gibi buzul türleri dünyanın en güçlü erozyon ajanları olarak karşımıza çıkmıştır (Pinter ve Brandon, 1997). İklim, topografya ve erozyon arasında başka birçok bağlantı vardır. Dağlar hava kütlelerini kaldırarak, yağışı arttırır ve sonuç olarak erozyon artar. Orografi olarak bilinen bu etki ayrıca “yağmur gölgesi” üzerinde de etkilidir ve birçok dağın rüzgâr altı kenarında kurak koşulları oluşturur. Yağmur gölgesi, erozyonu engelleyerek dağların büyümesine katkı yapar. Himalayaların kuzeyinde etkili olan yağmur gölgesi, Tibet Platosunun yüksek duruşuna katkıda bulunmuştur (Pinter ve Brandon, 1997).

Görüldüğü üzere erozyon üzerinde iklimin etkisi büyüktür. Yukarıda açıklanan iklim ve erozyon arasındaki ilişkiye ait bulgular çalışma sahamızda tespit edilmiş olup öncelikle bu ilişkinin izahı üzerine durulmuştur.

Yeryüzünde iklim bölgelerinin belirlenmesinde hava kütlelerinin önemli rolü vardır (Erol, 2011). Ekvator ve kutup bölgelerinde görülen hava koşulları yıl boyunca hemen hemen aynı karakter gösterirken, orta enlemlerde hava yıl boyunca farklı karakterler göstermektedir. Ayrıca bölgenin denize yakınlığı veya uzaklığı, yükseltisi, yarılma derecesi ve bakı gibi özellikleri de iklimlerdeki farklılaşmaya yol açan temel unsurlardır.

Geniş kıtalar veya okyanuslar üzerinde yerleşmiş antisiklon alanları hava kütlesi oluşumu için en uygun yerlerdir (Erol, 2011). Çalışma sahası polar hava kütlesi ile tropikal hava kütlelerinin karşılaştığı bölgede yer alır. Türkiye’yi yazın ve kışın dört ana hava tipi (hava kütlesi) etkiler. Bunlar; maritim polar (mP) hava kütlesi, kontinental polar (cP) hava kütlesi, maritim tropikal (mT) hava kütlesi ve kontinental tropikal (cT) hava kütesidir. Kuzey (polar) hava kütleleri kış ve bahar aylarında, güneyli (tropikal) hava kütleleri ise yaz ve bahar aylarında daha çok etkilidir (Erol, 2011).

Kış ve bahar aylarında batıdan Anadolu’ya doğru ilerleyen gezici bir alçak, doğudan ve güneydoğudan kuru, serin-soğuk, karasal hava kütlelerini (cT) çeker. Alçak basınç

merkezi Türkiye'ye yaklaştıkça nemli yağışlı (mT) lodos rüzgârları esmeye başlar ve yağışların başlamasıyla alçak basınç soğuk cephesi kesilir. Soğuk cephe gerisinden soğuk nemli (mP) kışın kar yağışlı, yazın sağanaklı karayel fırtınası başlar (Erol, 2011).

Türkiye, kuzeybatıdan Atlantik kökenli denizel soğuk, kuzeydoğudan Sibiry kökenli karasal soğuk, güneybatıdan Akdeniz kökenli denizel sıcak hava kütlesi, güneydoğudan ise Basra Körfezi kökenli karasal sıcak hava kütleleri etkisi altındadır. Hava kütleleri asıl olarak doğdukları bölgelerin karakterini taşırlar ancak geçtiği bölgelerin de etkisinde kalarak karakteri değişebilir. Bu değişmelerin başlıca etmenleri aşağıdan doğru ısınma veya soğumalardır (Erol, 2011). Kütlede değişme yaratan diğer etken kütlenin nem alması veya kaybetmesidir (Erol, 2011). Buna göre kütle su yüzeyleri, kar, buz, orman örtüsü üzerinden geçerse nem alır. Bunun güzel bir örneğini Karadeniz oluşturur. Örneğin Atlantik kaynaklı maritim polar hava kütlesi (mP) batı-kuzeybatılı akımlarla Karadeniz havzasına ve Anadolu'ya ulaşır. Bu bölgeye ulaşmadan önce, Orta Almanya Dağları, Alpler, Karpatlar, Transilvanya Alpleri ve Balkanlar gibi yüksek plato ve dağ engellerini aşmak zorunda kalır. Yolu boyunca yüksek yer şekilleri tırmanmak zorunda kaldığı için, alt katmanlarında nem kaybına uğrar (Türkeş, 2010). Türkiye'ye kuzeyden sokulan bu soğuk ve nem kaybetmiş olan kütle, kara ortamına göre daha sıcak olan Karadeniz üzerinden geçerken aşağıdan ısınmaya uğrar ve nem alır. Alttan ısınan bu kütlenin üst katmanları aynı ölçüde ısınmaz ve kütle içinde sıcaklık farkı kararsız bir durum ortaya çıkarır. Bu durum sonucunda ciddi sağanaklar oluşur. Samanlı Dağları'nın kuzey yüzleri bu durumdan açık bir şekilde etkilenir.

Maritim tropikal hava kütlelerinin doğu bölgeleri okyanuslar üzerindeki subtropikal antisiklon alanlarıdır (Erol, 2010). Kış mevsiminde maritim tropikal hava kütlelerinin, Akdeniz havzasının her yanını kaplaması pek yaygın bir durum değildir. Yaz mevsiminde Azorlar antisiklonunun kuzey ve doğuya doğru yayılması, kuvvetlenmesi ve polar cephenin kuzeye çekilmesi, mT havanın Atlantik'ten Karadeniz'e ve Türkiye'ye batılı ve kuzeybatılı akımlarla ulaşmasını sağlar (Türkeş, 2011). Dinamik nedenlerle alçalan bu hava kütlesi düzenli ve kararlı hava kütlesi özelliği gösterir (Erol, 2010).

Yazın Anadolu, Orta Avrupa'daki yüksek basınç kuvvetlendiğinde kuzeydoğu yönlü serin kuru (cP) yaz poyrazı, Basra alçak basıncı kuvvetlendiğinde güneydoğu yönlü sıcak kuru (cT) Samyeli etkisinde kalır (Erol, 2010).

Görüldüğü üzere Anadolu'nun içinde bulunduğu saha farklı hava kütleleri etkisi altında kalmaktadır. Bunlar yaz ve kış dönemlerinde farklı etkiler meydana getirerek, Anadolu'nun iklimi üzerinde etkili olur.

1.2.2. Sıcaklık

İklim elemanlarının lokal olarak değişmesinde jeomorfolojinin büyük rolü vardır. Bir yamacın güneşten aldığı enerji, o yamacın baktığı yöne ve sahip olduğu eğime ve hatta yarıma derecesine bağlıdır (Turoğlu, 2011). Kuzey yarımkürede dağlık alanlarda güneye bakan yamaçların güneş radyasyonu açısından bakı koşulları daha olumlu, kuzeye bakan yamaçları ise daha olumsuz sonuçları içerir (Gönençgil, 2009). Bunlara ek olarak çalışma sahasının dağlık bir kütle özelliği göstermesi ve kıydan itibaren aniden yükselmesi, iklim elemanlarının özelliklerini değiştirerek farklı noktaların farklı değerler kazanmasına neden olur. Sıcaklık; başta güneş ışınlarının geliş açısı olmak üzere nem, atmosferin özellikleri ve yükseltiden etkilenir. Atmosferin yerden yansıyan ışınlarla ısınması, yükseldikçe atmosferin yani atmosferi oluşturan gazların yoğunluğunun azalması ve nem içeriğinin düşmesi sıcaklığın düşmesine yol açar. Buna güzel bir örneği Samanlı Dağları'nın en yüksek kesimi olan Kartepe (1602 metre) oluşturur. Bu noktada yıllık sıcaklık ortalaması 7,5 °C civarındadır. Bu değerin belirlenmesinde Kartepe'nin yükseltisi büyük rol oynamıştır. Çünkü nemli bir hava kütlesi Samanlı Dağları boyunca yükselirken hava genişlemeye uğrar ve adyabatik olarak soğur. Havanın kuru olması ve nemli olması bu soğumayı etkiler. Nemli hava da soğuma daha azdır. Hava alçaldığı durumlarda ise hava sıkışmaya uğrar, hava içindeki gazlar birbirine yaklaşır ve ısı artar. Nitekim güney yamaçlara inen hava kütlesi daha sıcak bir karakterde bu yamaçlara ulaşır.

Akarsu havza sınırlarına karşılık gelen yükseltiler Samanlı Dağları'nı kuzey ve güney olmak üzere ayırmaktadır ve bu yükseltiler sıcaklığında en düşük olduğu sahalar olarak karşımıza çıkar. Özellikle kuzeye bakan yamaçlar çok daha geniş bir

alan kaplamakla birlikte, güney yamaçlara göre güneşten daha az enerji alır. Bununla birlikte Samanlı Dağları'nda nemlilik koşulları sıcaklık üzerinde etkili olan bir diğer husustur. Örneğin batı kısmı bir yarımada özelliği gösterir (Armutlu yarımadası). Güney kesim, özellikle Gemlik kıyılarında sıcaklıklar kuzey kesimine göre daha yüksektir. Her iki yamaçta denize kıyısı olan sahalar olmasına rağmen jeomorfolojik koşulların etkinliği, bakı koşulları sıcaklık koşullarını değiştirmektedir.

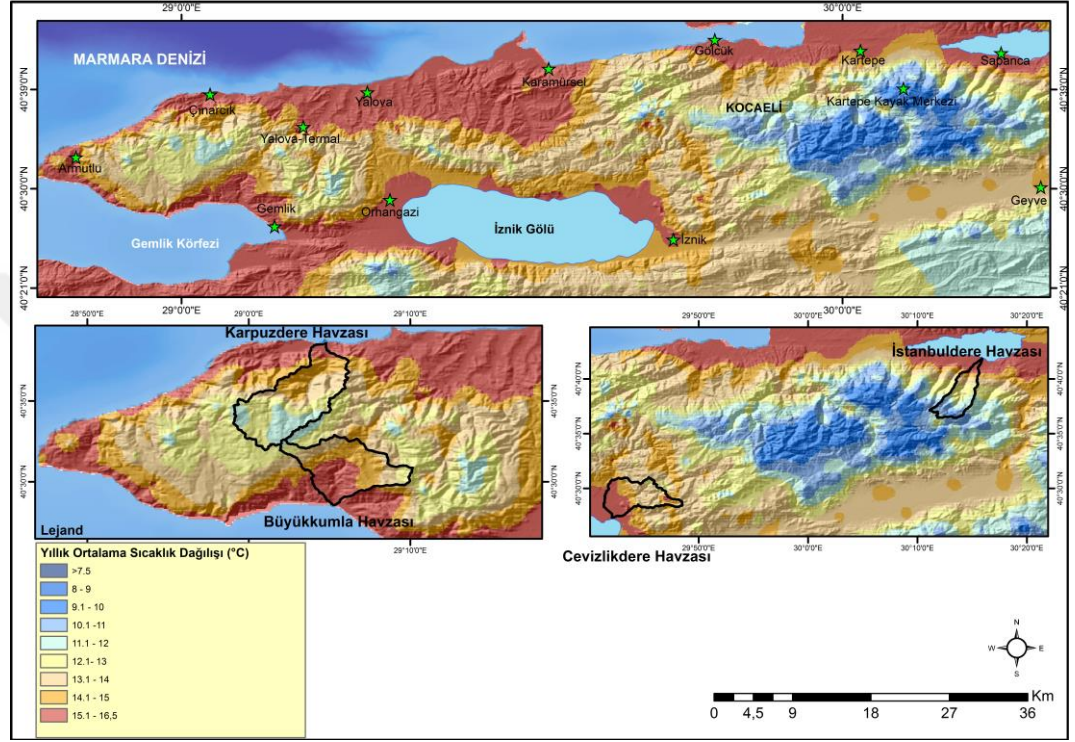
Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'den yaklaşık 18 istasyona ait iklim verilerinden uzun yıllar aylık sıcaklık ortalaması elde edilmiş ve istasyonların yıllık ortalama sıcaklıkları hesaplanmıştır. Buradaki 18 istasyon'dan elde edilen veriler Radyal Temel Fonksiyonlar Yönetimine (Radial Function Basis-RBF) göre, noktasal veriler mevcut istasyonlardan üretilmiş, Samanlı Dağları'ndaki tüm havzalar belirlenerek havza sınırları dikkate alınmış ve jeomorfolojik özellikler kapsamında nokta atamaları yapılmıştır. Örneğin su bölümü çizgisine göre hangi istasyonun Samanlı Dağları kütlesi için bakı koşulları bakımından hangi yönde kalacağı, kıyıdan itibaren yükseldikçe her 100 metre 54 mm yağışın artacağı ve 100 metrede 0.5 derece sıcaklığın azalacağı göz önünde bulundurulmuş ve böylece dağın tüm yükseltileri kendi içerisinde 100 metre aralıklarla sınıflandırılmış ve her sınıf aralığına bakı, yükselti, mesafe özellikleri dikkate alınarak nokta ataması yapılmıştır (Şekil 1.7). Elde edilen haritaya göre Büyükkumla havzası, kendisini çevreleyen yükseltiler içerisinde kuzeyden gelen nemli ve daha serin kütleyle kapalı kalmış, güneyden gelen daha sıcak ve kuru olan hava kütlesi etkinliği altına girmiş dolayısıyla hemen kuzeyindeki Karpuzdere'ye göre sıcaklık ve yağış koşulları bakımından farklı karakter kazanmıştır. Büyükkumla havzasında 16,5 °C kıyıdan içeriye kadar sokulabilirken, Karpuzdere havzasında maksimum sıcaklık kıyı kesiminden itibaren 15.2 °C kadar erişebilir ve sadece kıyı kesiminde sınırlı kalır. Armutlu Yarımadası içerisinde yer alan, Karpuzdere havzasında ortalama en düşük sıcaklıklar 10 °C'ye kadar indiği gibi havzanın büyük bir kesimi yükseltinin etkisi ve kuzeyden gelen daha serin hava etkisi altında girerek ayrıca yamaçların aldığı enerjinin sıcaklık üzerinde etkili olmasıyla 12 °C sıcaklığın oldukça geniş bir yüzey kaplamasına neden olmuştur. Büyükkumla'nın sahip olduğu jeomorfolojik özelliklerden dolayı ortalama 15 °C olan sıcaklık havza içerisinde hâkim durumdadır.

Özellikle yukarıda değinilen bu özellikler Gemlik Körfezi ve çevresinde kendisini açık bir şekilde hissettirirken, kuzeyde sadece Samanlı Dağları'nın aşınıp bir çukur özellik kazandığı (Yalova ve Karamürsel arası) orta bölümünde sıcaklıklar yüksek bir değer gösterir. Kısa mesafede değişen yarılma, engebелilik oranı, yükselti ve karasallık özellikleri gibi unsurlardan dolayı iç kesimlere doğru sıcaklık değerleri değişiklik göstermektedir. İznik ve Geyve arasındaki depresyonda, İzmit Körfezi ve Sapanca oluşu arasındaki depresyonda sıcaklık değerleri kıyı kesimlerine göre düşmektedir. Yine akarsu havzalarını ayıran su bölümü hattı, İznik Gölü ve çevresi karasal ve depresyon özelliği taşımasıyla sıcaklık değerlerinin düştüğü kesimlere karşılık gelir. Yarılma derecesi solar radyon miktarı üzerinde etkili olarak bu sahaların daha düşük enerji almasına neden olmuştur. Cevizlikdere havzası çoğunlukla sıcaklık değerleri bakımından 14.3 °C kadardır.

Sapanca Gölü kıyısında sıcaklık değerleri gerek eğim özelliklerinin İzmit Körfezi ile aynı olması, gerekse nem koşullarının bu kıyılara rahatlıkla ulaşması bakımından 15.5 °C kadar iken aniden değişen eğim ve arkasında duvar gibi yükselen kütle boyunca sıcaklık değerleri oldukça düşmekte ve Kartepe'de 7 °C'ye kadar inmektedir. Bölgenin en yüksek kesimi olan bu kısım, aynı zamanda sıcaklık değerlerinin en düşük ve yağış miktarının en fazla olduğu sahaya karşılık gelir. Özellikle aniden yükselen havanın Karadeniz'den gelen nem yüklü hava olması, yükseldikçe havanın adyabatik olarak çevresine ısı transferi yapmasından dolayı ortalama yıllık sıcaklık 7 °C bandında kalmıştır. Bölge daha karasal bir sahada yer almış olsaydı sıcaklık ortalamalarının daha düşük olması beklenirdi. Bu husus aslında Samanlı Dağları'nın hemen hemen kuzeyine karşılık gelen tüm yükseltiler için geçerlidir. Bu yüzden su bölümü sınırlarına karşılık gelen yükseltiler genelde 11 °C bandında bir sıcaklık değeri gösterir. Bölgenin konumu, yükseltisi, bakı, yarılma ve engebелilik oranı sıcaklık değerleri üzerinde belirleyici olmuştur. Bu şartlar altında iki farklı harita üretilmiş bunlardan birisi iklim haritaları oluşturmada sıkça kullanılan Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi (IDW) ile oluşturulmuş ve Radyal Temel Fonksiyonlar Yönetimiyle oluşturulmuş harita ile kıyaslanmıştır. Özellikle çalışma sahamızda yer alan istasyonların tümü kıyı kesiminde yer

almaktadır. Bundan dolayı bu çalışmada Radyal Temel Fonksiyonlar Yönetimiyle oluşturulmuş harita göz önüne alınmıştır.

Şekil 1.7: Çalışma sahasına ait Radyal Temel Fonksiyonlar Yöntemiyle oluşturulmuş sıcaklık haritası.



Genel olarak Samanlı Dağları'nda sıcaklığın dağılışını bu şekilde iken, kış sıcaklıkları 6 °C civarında, yaz sıcaklıkları ise 22 °C civarındadır.

1.2.3. Yağış

Sıcaklık ve yağış haritalarının oluşturulmasında MGM'den elde edilen veriler kullanılmıştır (Tablo 1). Verilerin aralığı, ölçüm türü ve yıllık yağış miktarı aşağıdaki gibidir.

Tablo 1: Çalışmada kullanılan meteoroloji istasyonuna ait bilgiler.

Meteoroloji İstasyon Adı	Ölçüm Türü	Ölçüm Süresi	Yağış (mm)
Kocaeli Cengiz Topel Havalimanı	Manuel	2008-2018	852.09 mm
Kocaeli istasyonu	Manuel	1929-2018	855.98 mm
Gölcük	Manuel	2015- 2018	743.04 mm
Karamürsel	Otomatik	2014- 2018	756.14 mm
Geyve	Manuel	1959-2018	635 mm
Sapanca	Manuel Otomatik	1961- 1995 2013-2018	911.87 mm
Yalova	Manuel	1958- 2018	758.06 mm
Çınarcık	Manuel	1982-2018	862.92 mm
Armutlu	Otomatik	2013-2018	882.48 mm
Gemlik	Otomatik	2005-2018	604.5 mm
Orhangazi	Otomatik	2014-2018	669.74 mm
Termal	Otomatik	2014-2018	1015 mm
İznik	Otomatik	2005-2018	485 mm
Kartepe	Otomatik	2014-2018	1033.3 mm
Kartepe Kayak Merkezi	Otomatik	2015-2018	1967.04 mm
Körfez	Otomatik	2014-2018	880.2 mm

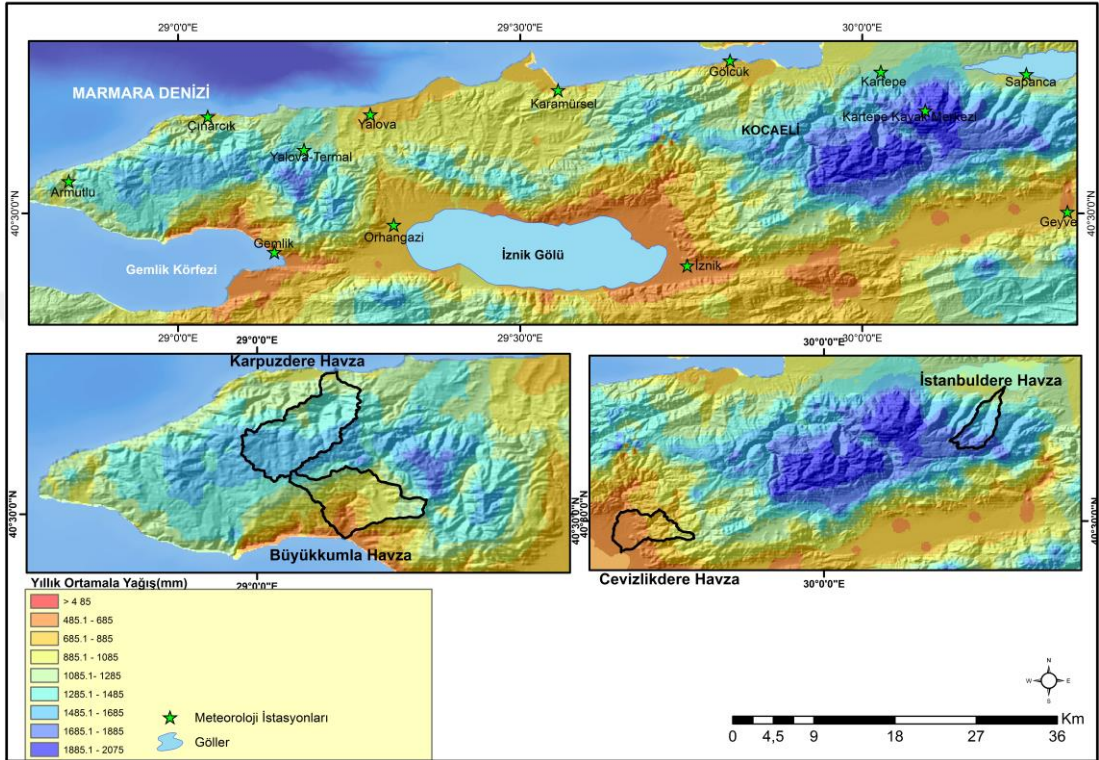
Yukarıdaki tablo incelendiğinde, bazı istasyonların otomatik bazı istasyonların ise manuel olarak kayıt tuttuğu ve ayrıca istasyonların ölçüm sürelerinin birbirinden farklı olduğu dikkati çeker. Çalışma sahası için sıcaklık ve yağış haritaları yukarıdaki tabloya göre yapılmıştır.

Yukarıdaki tablo incelendiğinde, dikkat çeken ilk detay Samanlı Dağları'nın güney yamaçlarında kalan istasyonların 600 mm bandında yağış aldığıdır. Bu değerler kuzey yamaçlarda 800 mm üzerindeki yağış miktarıyla temsil edilmektedir.

Genel olarak Samanlı Dağları Kütlesi'nde sıcaklık gibi yağışın dağılışı da bölgenin coğrafi konumu ve jeomorfolojik özelliklerin etkisi altında şekillendiği görülür. Bulunduğu kuşak itibarıyla ılıman iklim kuşağı etkisi altında kalan Türkiye, Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Fakat sahip olduğu jeomorfolojik özellikler ve özel konumunun sonucu, son derece farklı iklimlerin görüldüğü bir ülke karakteri kazanmıştır. Nitekim çalışma alanı yukarıda ifade edildiği gibi polar ve tropikal hava kütlelerinin karşılaştığı bir sahada yer alır. Kışın İzlanda alçak basınç alanı etkisi altında kalan çalışma sahası, soğuk ve nemli karaktere sahip hava kütlesi tarafından denetlenir. Doğduğu yerden etkilenmiş (Atlantik Okyanusu kökenli) ve Avrupa kıtasını aştıktan sonra çalışma sahasına doğru sokulan bu hava kütlesi Karadeniz üzerinden geçerken tekrar özelliğini değiştirir ve nem kazanarak Türkiye'nin kuzeybatısından çalışma alanını da kapsayacak şekilde sokulur. Özellikle çalışma sahası çevresinde yükseltiler bulunmaması diğer bir ifade ile Çatalca-Kocaeli platosu üzerinde bu hava kütlelerini engelleyecek yüksek bir kütlenin bulunmaması, kütlenin Samanlı Dağları'na kadar rahatça sokulmasını sağlar. Genel atmosfer sirkülasyonuna göre dağların uzanış yönleri, gezici basınç merkezleri ve cephe sistemlerinin etkilerini belirlemektedir. Genel sirkülasyonu dik kesen dağlar, gezici depresyonlar ve cephe sistemlerini yükselime zorlayarak orografik yağışlara neden olur (Gönençgil, 2009). Özellikle havanın nem yüklü olması ve yükselen havanın soğumasıyla, havanın taşıyabileceği nem kapasitesinin azalması bu bölgede yağışın oluşmasında temel etkidir. Kuzeyden ve Karadeniz üzerinden gelen bu nemli havayı kuzey cepheleri karşılamakta ve akarsu havzalarını ayıran su bölümü çizgilerine karşılık gelen yükseltilerden etkilenen hava kütlesi, genel olarak kuzey cepheye oldukça fazla yağış bırakırken, güney cepheye daha kurak bir hava kütlesi

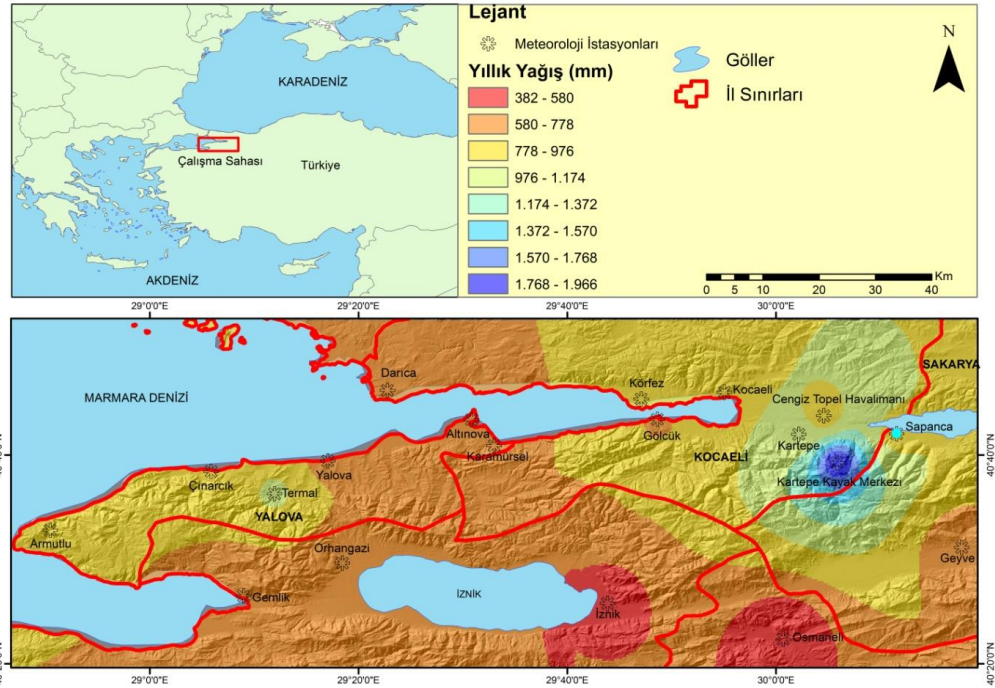
olarak geçer ve güney cephenin Akdeniz'den gelen cephelere karşılık gelmesi nedeniyle de yağış miktarında azalmalar olur. Yazın ise dinamik yüksek basınç (DYB) etkisi altına kalan çalışma sahasında yaz yağışları azalır. Bu durum güney yamaçlarda daha fazla hissedilir. Geyve'nin uzun yıllar aylık yağış ortalaması yaz mevsimi için 26,5 mm, İzmit'in 12,5 mm ve Gemlik için de 11 mm gibi bir değer gösterir. Bu şartlar altında bölgenin en yüksek yağış alan kesimini Kartepe oluşturur. Kartepe kayak merkezi istasyonundan elde edilen bilgilere göre, son üç yılın yıllık yağış ortalaması 1967 mm'dir. Nitekim istasyonun bulunduğu yükselti 1300 metre olup, Schreiber formülüne göre her 100 metrede 54 mm yağış arttırılarak Samanlı Dağları'nın en yüksek zirvesinin (1602 m) yağış miktarı elde edilmeye çalışılmış ve 2075 mm'lik yıllık yağış miktarı tespit edilmiştir (Şekil 1.8). Harita incelendiğinde en fazla yağışın kuzey cephelerde olduğu, kuzey cephelere karşılık gelen orta bölümün aşınıp yükseltisini kaybetmesinden dolayı yağış miktarının bu yükselti azlığından dolayı azaldığı, Kartepe ve çevresinde yağışın 2075 mm'ye çıktığı ve su bölümü hattı yükseltilerini çevreleyen kısımlarda 1800 mm'lere kadar ulaştığı görülür. İstanbuldere havzasında aniden değişen eğim değerleri ve yükseltiden dolayı yağış miktarının fazla olduğu, Armutlu Yarımadası üzerinde yer alan Karpuzdere'nin 1400 mm'ye kadar yağış aldığı ve Büyükkumla havzasının ise güneye bakan yamaçlar tarafından sınırlandığı ve jeomorfolojik özellikleri bakımından kuzeyden gelen hava kütesine kapalı bir havza özelliği göstermesi, maksimum yağışların sadece yüksek kesimlerde, 1000 mm'ye kadar etkili olduğu görülmektedir. Yine Cevizlikdere havzası karasal ve kapalı bir havza özelliği teşkil etmesinden dolayı yağış miktarının en az olduğu sahaya karşılık gelir.

Şekil 1.8: Samanlı Dağlarına ait Radyal Temel Fonksiyonlar Yönetimiyle oluşturulmuş yağış haritası ve yağışın orografi/yağmur gölgesi etkisinden dolayı mekânsal dağılımı.



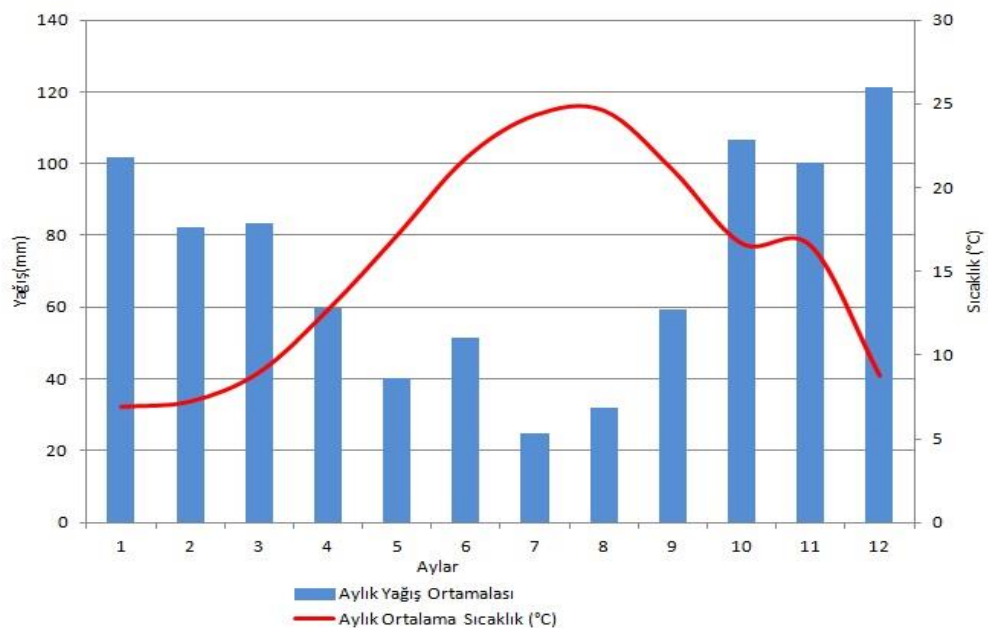
Radyal temel fonksiyonlar yönetiminin dışında saha için Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Tekniği kullanılarak (IDW) yağış haritası oluşturulmuştur (Şekil 1.9). Meteoroloji istasyonlarının neredeyse tamamı kıyı kesimlerinde toplandığı için IDW yöntemiyle oluşturulan harita genel bir sonuç vermiştir.

Şekil 1.9: Çalışma Sahasına ait Ters Mesafe Ağırlıklı Entropolasyon Tekniği Yönetimiyle oluşturulmuş yağış haritası.



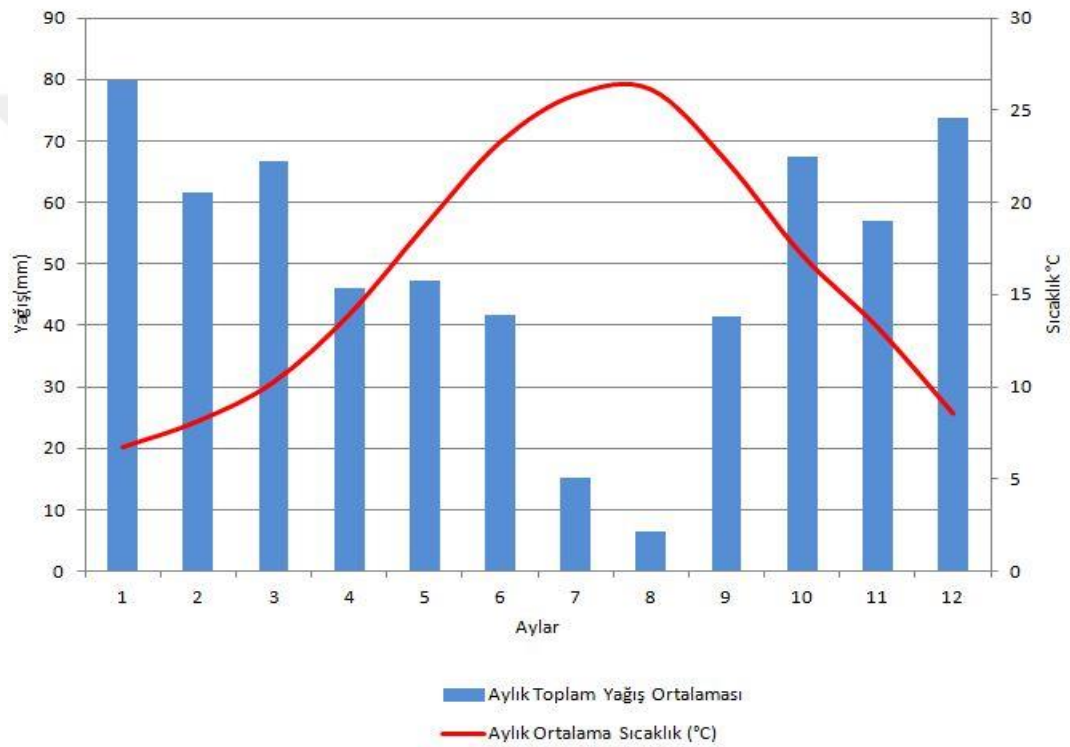
Samanlı Dağları'nda belirlenen havzalara ait meteoroloji istasyonlarından elde edilen verilere göre yağışın aylara göre dağılışı grafiği oluşturulmuştur (Şekil 1.10, 1.11, 1.12 ve 1.13).

Şekil 1.10: Çınarcık meteoroloji istasyonuna göre ortalama sıcaklık ve yağışın aylık dağılışı.



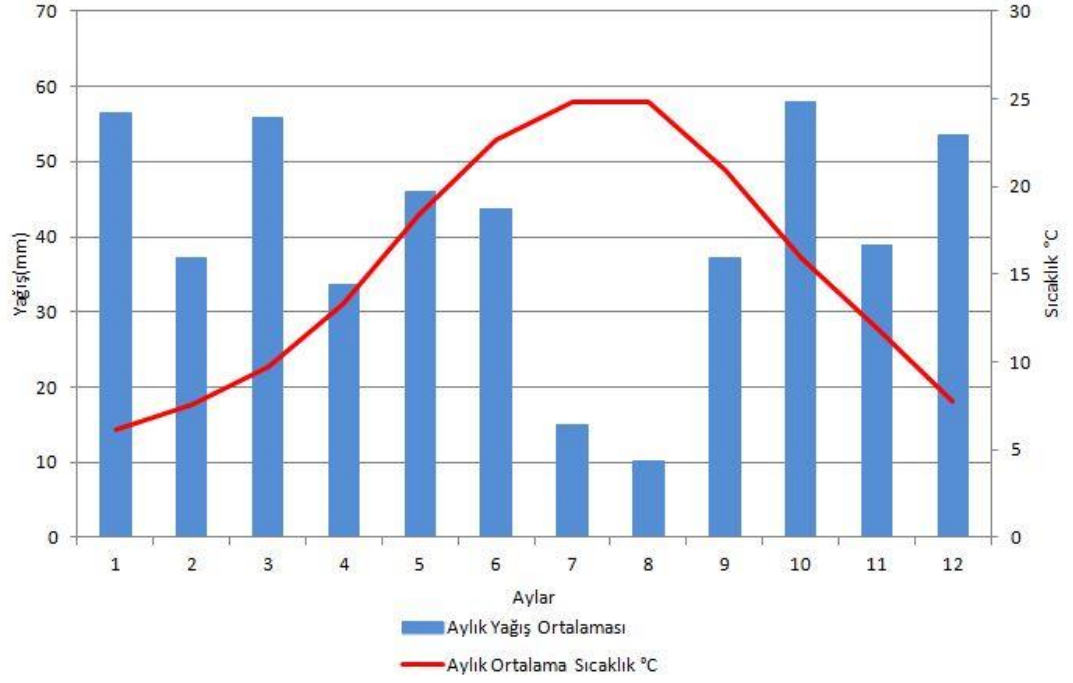
Şekil 1.10 incelendiğinde, Çınarcık istasyonunda yaz yağışlarının 20 mm üzerinde olduğu görülür. Yağışların sonbahar ve kış mevsimlerinde pik yaptığı dikkati çeker. Marmara Bölgesi'nin güney kıyılarından itibaren görülen Akdeniz iklimi ve kuzeyde etkili olan Karadeniz ikliminin etkisi, sahada hissedilir. Yağışın aylara göre dağılışı bu iklim özellikleriyle uyumludur.

Şekil 1.11: Gemlik meteoroloji istasyonuna göre ortalama sıcaklık ve yağışın aylık dağılışı.



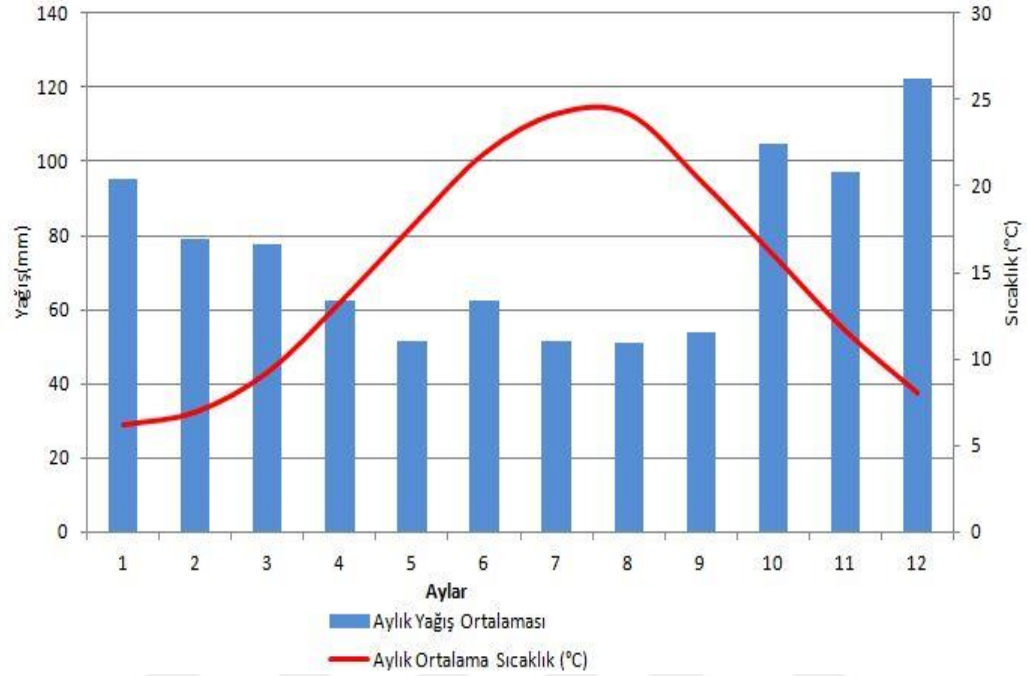
Gemlik istasyonuna ait veriler incelendiğinde (Şekil 1.11) yağışın yaz mevsiminde oldukça düştüğü görülür. 20 mm'nin altına düşen yağış, özellikle ağustos ayında 10 mm altına düşerken, kış mevsiminde yağışın yükseldiği dikkati çeker. Bu özellikleri itibarıyla Gemlik, Akdeniz iklimi özellikleri göstermektedir.

Şekil 1.12: İznik meteoroloji istasyonuna göre ortalama sıcaklık ve yağışın aylık dağılışı.



Samanlı Dağları'nın güney cephesinde kalan İznik, yaz yağışlarının 10 mm civarında olduğu, kış yağışlarının yüksekliği ile Akdeniz iklimi karakteri gösteren değerlere sahiptir.

Şekil 1.13: Sapanca meteoroloji istasyonuna göre ortalama sıcaklık ve yağışın aylık dağılışı.



Şekil 1.13 incelendiğinde yağışın daha düzenli dağılışı gösterdiği, kurak bir dönemin olmadığı görülür. Bu özellikleri itibarıyla Karadeniz iklim tipini yansıtır. Özellikle yağışın dağılışı ve miktarı bitki örtüsüyle de uyumludur. Bu sahalarda kesif bir orman örtüsü yayılışı gösterir. Buna karşılık İznik ve Gemlik bitki örtüsü bakımından maki karakterindedir.

Genel olarak değerlendirilen iklimatik özellikler, yükselti, bakı ve jeomorfolojik özelliklere bağlı olarak değişiklik göstermekte, kuzey yamaçlar daha yağışlı ve Karadeniz iklimi karakteri gösterirken, güney yamaçlar daha kurak ve Akdeniz iklimi karakteri gösterir.

1.3. Bitki Örtüsü

Samanlı Dağları'nın sahip olduğu doğal koşullar bitki örtüsünün gelişimi ve çeşitliliği üzerinde önemli bir rol oynamıştır. Genel olarak Samanlı Dağları Kütlesi incelendiğinde sıcaklık, yağış, yükselti ve insan faktörü altında bitki örtüsünün dağılışı gösterdiği dikkat çeker.

Samanlı Dağları'nın kuzey yönünde psödomaki formasyonunun gerisinden başlayan nemli ormanlar (fotoğraf 1.3), kütlenin batısında Tazdağ ve Kürek Dağı'nda 900 m.,

orta kesimde Naldöken Dağı'nda 1200 m. ve doğu kesimde Kartepe'de 1600 m. civarındaki zirvelere kadar kuzey yüzlerde yayılış gösterdikleri gibi bu dağların güney yüzlerindeki, Tazdağ ve Kürek Dağı'nda 750-800 m'ye, Naldöken Dağı'nda 1000 m'ye ve Kartepe'de 1100 m.ye kadar iner (Güngördü, 1985).

Nemli orman sahasının tespitinde ağaç olarak, birince derecede kayın (*Fagus orientalis*), ikinci derecede sapsız meşe (*Quercus dschorochensis*-Qd) ve kestane (*Castanea sativa*) yer alır (Güngördü, 1985).

Güngördü (1985)'ye göre Samanlı Dağları'nın kuzey yüzlerinde kıyından itibaren psödomakiler ve bitki örtüsünün tahrip edilmediği yerlerde nemli ormanlar ve yer yer meşeler görülürken güney yüzlerde karaçam (*Pinus nigra*-Pn), Mazı meşesi (*Quercus infectoria*-Qi), saçlı meşe (*Quercus cerris*-Qc), sapsız meşe (*Quercus petraea*-Qp), tüylü meşe (*Quercus pubescens*), saplı meşe (*Quercus robur*-Qr) ve makiler yer almaktadır. Özellikle Gemlik ve İznik Gölünün kuzeyindeki maki topluluğu dikkat çekicidir (Fotoğraf 1.4 ve Şekil 1.14).

Kuru ormanlar dağlık alanların güney yüzlerinde, kıyılar gerisindeki ve iç kesimlerdeki plato ve tepelerin hâkim bitki topluluğudur. Kurakçıl ağaçlar ve ağaççıkların oluşturduğu bu ormanlar, türce fakir ve orman altından mahrum ve seyrek olmalarıyla dikkat çeker (Güngördü,1985). Samanlı Dağları'nın güney yüzlerindeki batı kesimlerinde, yukarı seviyelerde karaçam (*Pinus nigra*), aşağı seviyelerde mazı meşesi (*Quercus infectoria*) ve saçlı meşe (*Quercus cerris*); orta kesimlerde yüksek seviyelerde sarıçam (*Pinus silvestris*) toplulukları dışında çoğunlukla karaçam ve doğu kesimlerde yüksek seviyelerde karaçam (*Pinus nigra*) yer alır (Güngördü, 1985). Samanlı Dağları'nda maki formasyonu ve ormanlar (kuru ve nemli ormanlar) doğal bitki örtüsünün esas iki unsurunu oluşturur. Orman tahribatıyla maki formasyonu bir taraftan sahasını genişletmekte ve diğer taraftan ziraat sahalarının açılmasıyla yer yer ortadan kalkmaktadır (Bilgin, 1967). Yine ormanların tahribatıyla ortaya çıkan psödomakiler bölgenin kuzey yönlerinde yer alırken, makiler güney yüzlerdeki yayılışıyla dikkat çeker. Makiler, Samanlı Dağları'nın güney yamaçlarında Armutlu Yarımadası'nın batı ucunda orman sahalarına sokulmuş olarak Gemlik Körfezinin kuzeyindeki dik kenarı kaplar bir şekilde yayılmışlardır (Bilgin, 1967).

Çalışma sahasındaki araştırma havzaları incelendiğinde, Karpuzdere havzası nemli ormanlar, özellikle kayınların yayılış gösterdiği alana karşılık gelirken, bu ormanların tahrip edildiği yerlerde psödomakiler dikkat çeker. Büyükkumla havzasının yüksek kesimlerde dar bir şerit halinde nemli ormanlar görülürken, havza genelde kuru orman sahasının yayılışıyla temsil edilir. Özellikle sapsız meşe ve mazi meşesi geniş bir yayılış alanına sahipken, havzanın ağız kesimine doğru karaçam toplulukları da yer alır. İznik Gölü'ne dökülen Cevizlikdere havzası, karaçam, maki ve çok dar bir alanda meşeler ile temsil edilir. Sapanca Gölü'ne dökülen İstanbuldere havzası çoğunlukla nemli ormanlar, özellikle kayınlarla temsil edilir (Şekil 1.14).

Şekil 1.14 incelendiğinde Yalova-Karamürsel arası, Gemlik'in doğusu, İznik Gölü'nün çevresindeki ovalık sahalara (Orhangazi ve İznik Ovası) ayrıca Sapanca Gölü güneyi, yerleşim alanları ve tarımsal faaliyetlere karşılık gelen sahalardır. Özellikle Yalova güneyi, Samanlı Dağları'nın orta bölümüne karşılık gelen sahalara bitki örtüsünün en fazla tahrip edildiği sahalara karşılık gelmektedir. Yalova çevresinde alçak tepelik sahalarda, hafif yükseklikler üzerinde bir takım meşe koruluklarının görülmesi (şekil 1.14) bu kısımlarda eski bir orman örtüsünün vaktiyle mevcut olduğunu ortaya koymaktadır. Ormanın tahribiyle bu alçak tepelik alanlar ziraat alanına dönüşmüştür (Bilgin, 1967). Özellikle şekil 1.14'de bitki örtüsüyle temsil edilmeyen alanlar ziraat alanları ve yerleşim yerlerine karşılık gelmektedir. Böylece orman ancak güneydeki masiflerin yamaçlarından itibaren başlamaktadır (Bilgin, 1967). Yalova çevresi bu suretle makinin de ortadan kaldırıldığı bir saha olarak karşımıza çıkar. Böylece haritada boş bırakılan Yalova'nın batısı ve doğusu ayrıca güney bölümleri Samanlı Dağları'nda en fazla tahribatında olduğu alanlara karşılık gelir. Samanlı Dağları'nın orta bölümü ve kuzey cephelere karşılık gelen bu kesimler, uygun iklim şartları, doğal güzelliği ve kaplıcalarıyla tarihte insanoğlu için çekicilik oluşturmuştur. Ilıcaların ilkçağlardan beri Arganthonios veya Arganthonis adıyla bilinen Samanlı Dağları vadilerinde bulunmaları 4000 yıldan itibaren, Etilerle hemsins Anadolu kavimlerinin oturduklarına şüphe yoktur (Mansel, 1936). Ayrıca İstanbul'un Kostantin tarafından başkent olması, İstanbul'u İznik'e bağlayan seyahat yolu (İzmit-Kadıköy-Dil İskelesi ve Hersek Dili) Yalova ve çevresinde bazı şehirlerin gelişmesini sağlamıştır. Bunlara Prainetos (Karamürsel), Hersek Köyü

civarındaki Drepanon – Helenopolis şehirleri örnek gösterilebilir. Bu şehirlerin kurulması ve tarih boyunca bu sahaların önem görmesinde şifalı sular belirleyici olmuştur ve bu çevrede en meşhuru tarihi kayıtlara, Yalova Hamamları olarak geçmiştir (Mansel, 1963). Ayrıca 6.asırda bu sahalarda büyük imarların olduğu tarihi kayıtlarda yer almaktadır. Yalova Ilıcaları imar faaliyetleri «Pythia Therma» adıyla anılmaktadır (Mansel, 1936). Sonuç olarak bu sahalara ilk olarak Bithynia Krallığı tarafından yerleşilmiş ve günümüze kadar yerleşim özelliğini korumuştur. Dolayısıyla en fazla tahribat da bu bölgede gerçekleşmiştir.

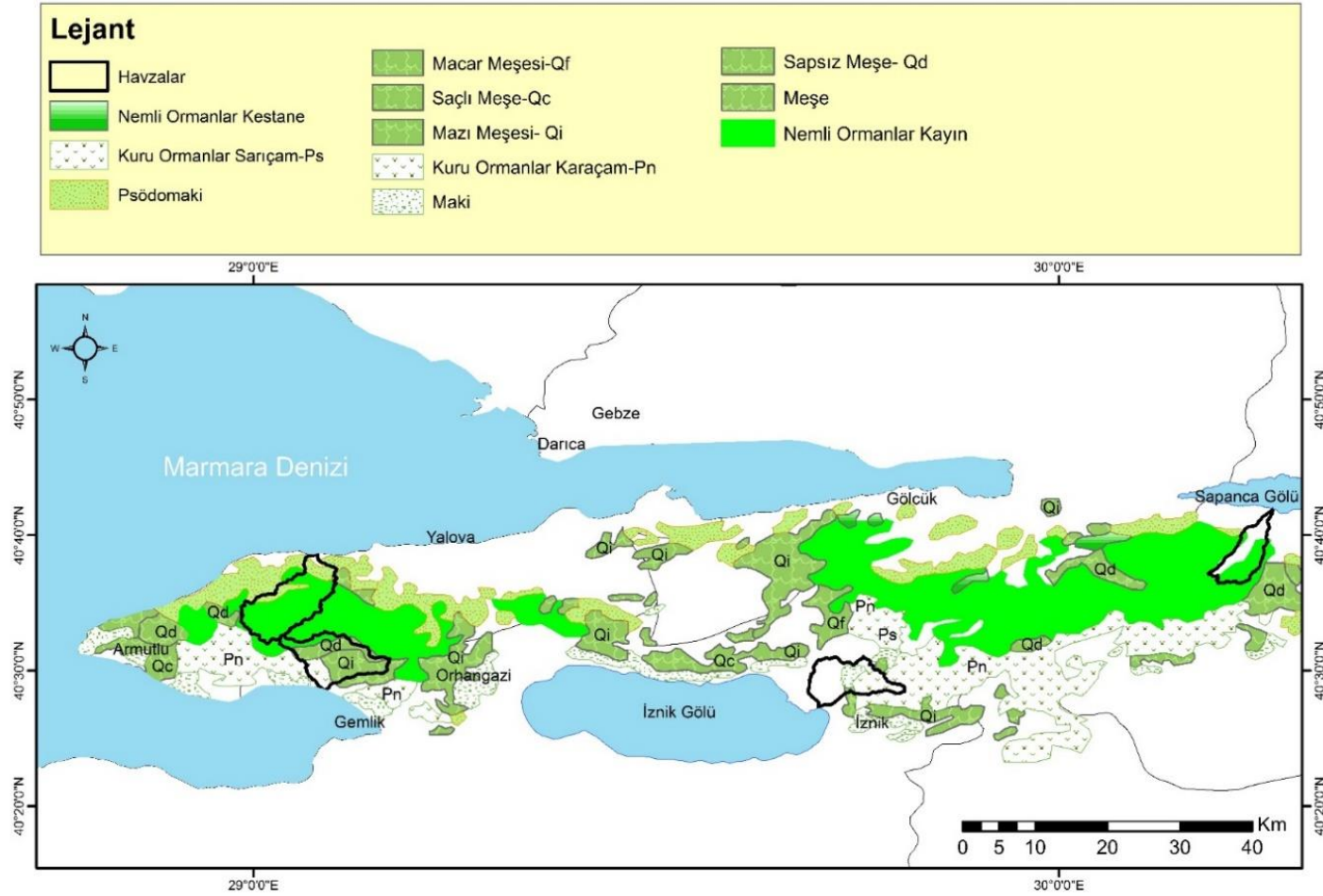
Doğuda, Hersek deltasının güneyindeki yükseltilerde yer alan maki formasyonu, daha doğuda Sapanca güneyindeki yamaçların kesif orman örtüsüne geçmeden önce bu etekler boyunca tahribata bağlı yine makilerin ortaya çıktığı görülür. Bu kısımda makiler şu türlerden oluşmaktadır: Kermez meşesi, dikenli mersin, katran ardıcı, defne ve kocayemiş (Bilgin, 1967).

Genel olarak Samanlı Dağları'ndaki bitki örtüsünün dağılışında, yükseltiyle birlikte yağışın arttığı ve ayrıca yerleşim için uygun olmayan sahalarda nemli ormanların korunduğu kuzey yüzler dikkat çekerken, Karadeniz üzerinden gelen nemli hava kütlelerini karşılayamayan güney yüzler ise yağmur gölgesi özelliği göstermekte ve kuru ormanlar ile temsil edilmektedir. Armutlu Yarımadası'nın orta kesimlerinden Orhangazi'ye kadar olan kesim (batı bölümü), nemli orman sahalarına karşılık gelmekte özellikle bu nemli orman sahaları, dağlık kütledeki havzaları birbirinden ayıran su bölümü çizgisini takiben İznik Gölü ile Sapanca arasındaki saha boyunca D-B uzanımıyla dikkat çekicidir.

Samanlı Dağları bitki örtüsüne ait dağılış haritası, JPEG formatından CBS ortamına aktarılmış, georeferencing işleminden sonra kordinatlanma işlemi tamamlanmış ve harita üretilmiştir. Harita da harfler ile belirtilen kısaltmalar bitkilerin latince isimlerinin ilk harflerine karşılık gelmektedir

(Karaçam: Pn/ *Pinus Nigra*; Sapsız Meşe: Qd/ *Quercus dschorochensis*; Mazi Meşesi: Qi/ *Quercus Infectoria*; Saçlı Meşe: QC/ *Quercus Cerris*; Sapsız Meşe: Qp/ *Quercus Petraea*; Tüylü Meşe: Qp/ *Quercus Pubescens*; Saplı Meşe: Qr/ *Quercus Robur*).

Şekil 1.14: Bitki örtüsüne ait dağılış haritası. Güngördü, (1985) “Güney Marmara Bölümü (Doğu Kesimi) Bitki Örtüsünün Coğrafi Şartları” adlı makalesinden üretilmiştir.



Fotoğraf 1.3: Karpuzdere havzası aşağı çığırlarındaki nemli ormanlar.



Fotoğraf 1.4: Gemlik Körfezine (güneydoğuya) bakış ve maki formasyonu.



Sonuç olarak, Karadeniz’den gelen nemli havayı karşılayan kuzey cepheler, sahip olduğu yükselti koşulları ve yer yer aniden yükselen yamaçlar ile yağış koşulları bakımından uygun sahalar olarak karşımıza çıkarken, güney yamaçlar kuzeyin bu karakterinden dolayı yağmur gölgesi gibi çalışmaktadır. Bu fiziki şartlar altında gelişim gösteren bitki örtüsü, insan etkisiyle son şeklini almıştır.

Yukarıda Turgut Bilgin, (1967) “Samanlı Dağları Coğrafi Etüdü” ve Mutlu Güngördü, (1985) “Güney Marmara Bölümü (Doğu Kesimi) Bitki Örtüsünün Coğrafi Şartları” çalışmalarından yararlanılarak Samanlı Dağları’nın genel bitki örtüsü ve özellikleri açıklanmıştır. Bu bilgiler ile birlikte bölgenin uzaktan algılama ile Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) oluşturulmuştur.

Uzaktan algılama, herhangi bir cisme temasta bulunmadan onların elektromanyetik enerjilerinin ölçülmesiyle, cisimler hakkında bilgi elde etmemizi sağlar. Alıcılar cisimlerin yansıttığı elektromanyetik enerji oranını ölçer. Bu teknik, cisimler tarafından yansıtılan elektromanyetik enerjinin kaynağının algılayıcı platformun kendisi olması durumunda aktif uzaktan algılama, Güneş gibi doğal bir enerji kaynağı olması ise pasif uzaktan algılama olarak adlandırılır (Kandemir, 2000). Bu doğrultuda NDVI yöntemi pasif uzaktan algılama yöntemi olup, uydulardaki algılayıcılardan yansıyan enerjinin ölçüm esasına dayanır.

Bitkiler, yapraklarında bulunan klorofil maddesini ve gün ışığını inorganik maddeden organik madde üretmek için kullanırlar. Fotosentez diye anılan bu işlem esnasında Güneş’ten gelen elektromanyetik enerjinin 0,63 μm – 0,69 μm dalga boyutunda olan ve kırmızı ışığa karşılık gelen kısmı kullanılır (Kandemir, 2010). Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) temelde kırmızı ve yakın kızılötesi bantlarda ölçülen yansıma arasındaki farkın hesaplanmasına dayalı bir yöntemdir (Gandhi, vd. 2015). Bitkiler 0,7 μm ve daha yüksek dalga boyuna sahip elektromanyetik enerjiyi bünyelerine almaz, geri yansıtırlar. Dolayısıyla, canlı bitki örtüsünün yoğun olduğu alanlar, yakın kızılötesi elektromanyetik enerjinin yansımını ölçen bir uydu görüntüsünde yüksek sayısal değerlere sahip olacaktır (Kandemir, 2010).

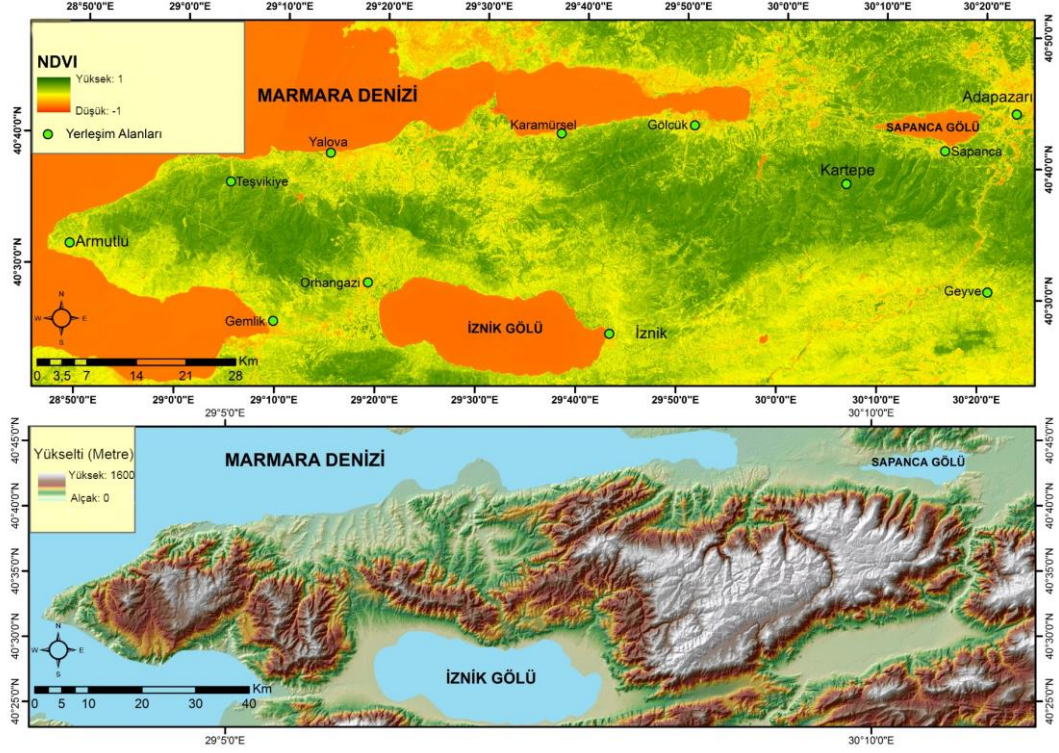
NDVI, uydu görüntülerinin yakın kızıl ötesi (NIR) ve kırmızı görülebilir (RED) ışık dalga boyunda algılama yaparak aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

Her piksele ait yakın infrared (NIR) dalga boyu 0,7-13µm arası olan yakın kızılötesi ile yine o piksele ait kırmızı bant değerleri 0,6-0,7 µm birbirinden çıkartılarak sayısal bir değere ulaşılır. Eğer bitki örtüsü sağlıklı ve yoğun bir dağılışa sahip ise fark, seyrek ve sağlıklı bitki örtüsüne göre daha fazla olur. Farkları alınan bu iki sayının toplanması ve farkın toplama bölünmesi ile [-1,+1] aralığında bir değer elde edilir. Yeni 8- bitlik bir görüntü oluşturmak için bu aralığın [0,255] aralığına genişletilmesi gerekir, bu işleme de normalize etme denir (Kandemir, 2010). Sağlıklı bir bitki daha fazla yansıma yaparak NDVI değerini artırır. Buna karşılık bitkinin solmaya başladığı dönemde değer azalır. Ölmüş bitki ve bitkinin olmadığı yerde değer tamamen azalır. NDVI değerleri -1 ile +1 arasında değişkenlik gösterir. Göl, nehir, deniz suyu, sıfır ve negatif; toprak parçası 0.1 ile 0.2 arasında; bulut ve kar negatif veya 0.1; bitki örtüsü genellikle çayır ve çalılık alanlar 0.2-0.3; sağlık ve sıklığına göre ise bu değer 0.3 üzerine çıkar ve tropikal yağmur ormanlarında 0.6 ile 0.8 arasında değişir (Gandhi, vd., 2015). Sağlıklı bir bitki örtüsü görünür ışığı soğurup, yakın kızılötesi ışının büyük bir bölümünü yansıtır. Hastalıklı ve ya sağlıklı bir bitki örtüsü görünür ışığı daha çok yansıtıp, yakın kızıl ötesi ışınları daha az yansıtır. Böylece yüksek sayısal değerler sağlıklı bitki örtüsüne, düşük sayısal değerler ise bitki örtüsünün olmadığı veya sağlıklı bir bitki örtüsüne karşılık gelir. Erozyon oranları hesaplanan havzaların bulunduğu sahalar ve Samanlı Dağları geneli için NDVI haritası oluşturulmuştur. Bu çalışmada 2018 yılına ait Ağustos ayını kapsayan LANDSAT 8 OLI/ TIRS uydu görüntüleri kullanılmış ve CBS ortamına aktarılan verilerden NDVI haritaları üretilmiştir. Bu görüntülerin yersel çözünürlüğü 30 metredir. Genel olarak Samanlı Dağları için oluşturulan NDVI haritasına incelendiğinde jeomorfoloji ile yakın bir ilişki içerisinde olduğu görülür (Şekil 1.15). Nitekim Samanlı Dağları Kütlesi'nde batıda Armutlu Yarımadası ve orta bölümde ise özellikle güneye sokulan kısım ile doğudaki yükseltiler üzerinde geniş bir orman örtüsüne bulunur. Bu dağılışı, yükselti ve yükseltiye bağlı yağış koşulları kontrol eder. Ayrıca bu yüksek kütleler insan faaliyetlerine de daha az maruz kalmıştır.

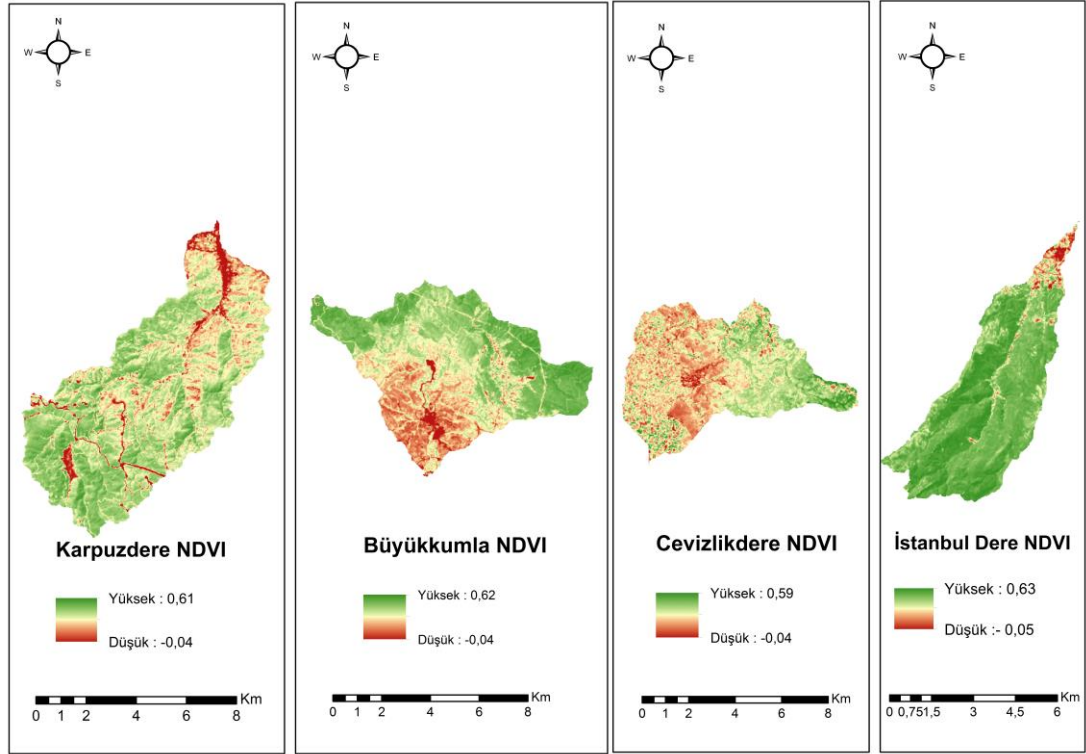
Kütlenin kuzeyinde kıyıya yakın alçak yükseltilerden itibaren sağlıklı bitki örtüsü yayılış göstermeye başlar. Teşvikiye ve Gölcük'ten itibaren bu durum göze çarpar. Batıdaki dağlık bölge (Tazdağ, Duman Dağı, Samanlı Dağı, Erikli Dağı) genelde Armutlu Yarımadası'na karşılık gelen bölüm, orta kesimde Karlık Dağı ve Dikmen tepesi ile doğuda Naldöken Dağı ve bu dağın doğusuna doğru Kartepe'ye karşılık gelen kesimler sağlıklı bitki örtüsü bakımından dikkat çekicidir. Nitekim alıcılar tarafından algılanan bu sağlıklı bitki örtüsü gerek Mutlu Güngördü gerekse Turgut Bilgin'in çalışmalarında belirttiği orman örtüsüyle kaplı alanlara karşılık geldiği tespit edilmiştir. Bu doğrultuda Güngördü'nün çalışmasından yararlanılarak oluşturulan bitki örtüsü dağılışı haritası ile NDVI ile üretilmiş harita karşılaştırılmıştır. NDVI haritası erozyon oranları hesaplanan havzalar için de ayrı olarak da hesaplanmıştır. Yukarıda belirtildiği gibi NDVI oranları maksimum +1 ile minimum - 1 arasında dağılışı değerine sahiptir. Genel olarak su, kar örtüsü ve bulutlar eksi değerler, kayalık ve toprak alanları 0 ve civarı, bitki örtüsü ise + değerler arasında gösterilir. Aşağıdaki haritanın incelenmesi sırasında, detaylı olarak belirtilen bu değerlerin dikkate alınması faydalı olacaktır. Sayısal değerleri ifade edilen yüzeyler, çalışma sahasında göze çarpmaktadır. Örneğin Yalova'nın güneybatısı Teşvikiye'nin doğusunda Termal yerleşmesinin bulunduğu sahada, Gökçe Barajı yer almaktadır. Yüksek NDVI değerlerinde görülen nokta şeklindeki kırılma, su yüzeyinden kaynaklı bir değişimi ifade eder. Çalışma sahamızı oluşturan Samanlı Dağları genel olarak +1 ile -1 arasında değerler ile ifade edilmiştir. Yalnız çalışma sahamızdaki değer aralığı maksimum 0.67'ye kadar çıkmakta ve minimum -0.13'e kadar inmektedir. Bu şekildeki değerler havza tabanlı olarak, maksimum ve minimum değerleri hesaplanıp aşağıdaki haritada belirtilmiştir (Şekil 1.16).

Şekil 1.15: Ağustos ayına ait LANDSAT 8 OLI/ TIRS uydu görüntüleri kullanılarak üretilen NDVI haritası.



Çalışma sahalarına ait NDVI maksimum değer 0,67 ile minimum değer ise -0,13 arasında değişiklik göstermektedir. Çalışma sahasının çok büyük bir bölümü NDVI değerlerinin yüksek olduğu alanlar ile temsil edilir. Armutlu Yarımadası'na ait NDVI değerleri incelendiğinde kuzeyde baskın olan yüksek oranlar güneyde özellikle güneydeki havzalara doğru azalmaktadır (Şekil 1.15). İznik Gölü'nün doğu kısımları incelendiğinde yine NDVI değerlerinin kuzeye nazaran baskın olmadığı görülür. Doğu bölümü için özellikle Sapanca Gölü'ne bakan yamaçlarda NDVI oranlarının oldukça artması dikkat çeker. Erozyon için bitki örtüsü önemli bir parametredir. Erozyon oranları hesaplanan tüm havzalarda, kuzeyi akaçlayan havzaların bitki örtüsüne rağmen güneye göre daha fazla erozyon oranına sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1.16).

Şekil 1.16: Ağustos ayına ait LANDSAT 8 OLI/ TIRS uydu görüntüleri kullanılarak üretilen NDVI haritası ve erozyon oranları hesaplanan havzaların NDVI değerleri.



Havzalar için üretilen NDVI haritası incelendiğinde; Karpuzdere havzası için aşağı kesimlerde ve havzanın güneybatısında noktasal olarak görülen çizgisellikler NDVI oranlarının düştüğü kesime karşılık gelir. Büyükkumla havzası için orta ve aşağı çığırılar özellikle vadinin akış yönünün sağında kalan kesimler; Cevizlikdere havzası için aşağı ve orta kesimlerde; İstanbuldere havzası için havzanın orta kesimindeki ana vadiye karşılık gelen sahalar ile aşağı kesimlerinde NDVI oranları düşük sayısal değerler ile temsil edildiği görülür.

Gerek literatür araştırmaları gerekse uzaktan algılama yöntemleriyle elde edilen analizler sonrasında Samanlı Dağları'ndaki bitki örtüsü genel hatlarıyla ortaya koyulmuş ayrıca arazi çalışmalarıyla desteklenmiştir. Üç aşamada gerçekleşen arazi çalışmaları Samanlı Dağları'nın doğusu, orta ve batı bölümlerini kapsayacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Yukarıda ifade edildiği gibi bitki örtüsünün büyük bir kısmının tahrip edildiği orta bölüm, kuzey cephelerde korunmuş olan bitki örtüsünün de insan baskısı altında olduğu gözlemlenmiştir (Fotoğraf 1.5).

Fotoğraf 1.5: Doğal olarak başlayan daha sonra insan tahribatıyla genişleyen Gölcük'e bağlı Selimiye Köyü ve üzerinde gelişen riller.



İKİNCİ BÖLÜM

HAVZALAR VE SAMANLI DAĞLARI GENELİNE AİT VERİ ÜRETİM AŞAMALARI

2.1. Veri Üretimi ve Aşamaları

Bu bölümde veri üretimi ve aşamaları anlatılacak, jeomorfolojiye ait analizlere değinilecektir. SYM üzerinden araziye ait parametler, erozyonu yönlendiren etkenlere ait analizler ve bunların formüle edilmeleri üzerinde de durulacaktır.

2.2. Sayısal Yükselti Modeli (SYM)'den Üretilen Veri Katmanları ve Analizler

Çalışmamızda, Harita Genel Komutanlığı'na ait 1/25.000'lik topografya haritalarından SYM'ler, Topo to Raster yöntemiyle üretilmiştir.

Aktif tektoniği belirlemede kullanılan jeomorfik indisler, göreceli olarak hızlı bir şekilde aktif tektoniği değerlendirme de yararlı araçlardır. İndislerin en başarılı olanı flüviyal sistemlerle bağlantılı olan depolanma ve erozyon süreçleriyle ilgili olanlarıdır. Bunlardan en çok bilineni Bull (1977) tarafından geliştirilen Dağ Cephesi Eğrisellik Oranı (The Mountain-Front Sinuosity - Smf index) ve yine Bull (1977) tarafından geliştirilmiş olan Vadi Tabanı Genişliği - Vadi Yüksekliği Oranı (Valley-Floor Width to Valley Height-Vf index)'dır (Keller, 1986).

Erozyon hem topografya hem de dağların yapısı ve bileşiminden etkilenir. Topografyanın şekillenmesinde tektonizmanın rolü büyüktür. Aktif tektonik, dağlardaki erozyon üzerinde oldukça etkilidir. Çünkü tektonik olarak yükselme ile erozyon benzer zaman aralığında meydana geldiği gibi oranları da benzer olabilir (Pinter ve Brandon, 1997). Bu bölümde öncelikle Samanlı Dağları'nda baskın bir rol oynayan tektonizmanın rolü üzerinde durulacaktır.

2.2.1. Hipsometrik Eğri ve İntegrali (Hi)

Hipsometrik eğri, arazi alanı boyunca yükseltinin dağılımını ifade eder ve ölçek aralığı bir drenaj havzasından tüm dünyayı kapsayacak şekilde değişiklik gösterir (Keller ve Pinter, 2002). Diğer bir ifadeyle kara yüzeyindeki yüksekliklerin dağılım frekansını verir. Eğri, toplam havza alanına (Rölatif Alan- a/A) karşın havzanın

toplam yükseltisi (rölatif yükselti h/H) oranına bağlı olarak oluşturulur (Keller ve Pinter, 2002). Strahler (1952)'e göre integral gençlik aşamasında dış bükey bir eğri oluşturur ve havzalar derin şekilde yarılmış ve engebeli topografya ile temsil edilir. Denge durumundaki yani olgunluk aşamasında ise “S” formunda bir eğri, yaşlılık aşamasını ise monadnock durumunu olarak ifade etmekte ve iç bükey eğriler oluşturduğunu belirtmektedir. Bu aşamadaki havzalar ise deniz seviyesine yakın ve basık rölyef olarak ifade edilir (Keller ve Pinter, 2002).

Hipsometrik eğriye ait şekli karakterize etmenin basit yolu belirlenmiş havzaya ait hipsometrik integral (H_i) oluşturmaktır. İntegral, hipsometrik eğri altındaki alanı tanımlar. Hipsometrik integrali tanımlamak için aşağıdaki yöntem kullanılabilir;

$$\text{Hipsometrik İntegral: } \frac{\text{Ortalama Yükselti} - \text{Minimum Yükselti}}{\text{Maksimum Yükselti} - \text{Minimum Yükselti}}$$

Yüksek hipsometrik integral değerleri, topografyanın çoğunlukla ortalamaya göre yüksek (akarsular tarafından yarılmış, düz ve yüksek arazi yüzeyi) olduğunu gösterir. Ortalama ve düşük integral değerleri ise aşınmış ve parçalanmış daha olgun topografyaya karşılık gelir. Hipsometrik integral ve topografyanın parçalanma derecesi arasındaki ilişki, havzanın aşınım döngüsü (erozyonun döngü aşaması) içindeki safhasını belirtmesi bakımından önemlidir.

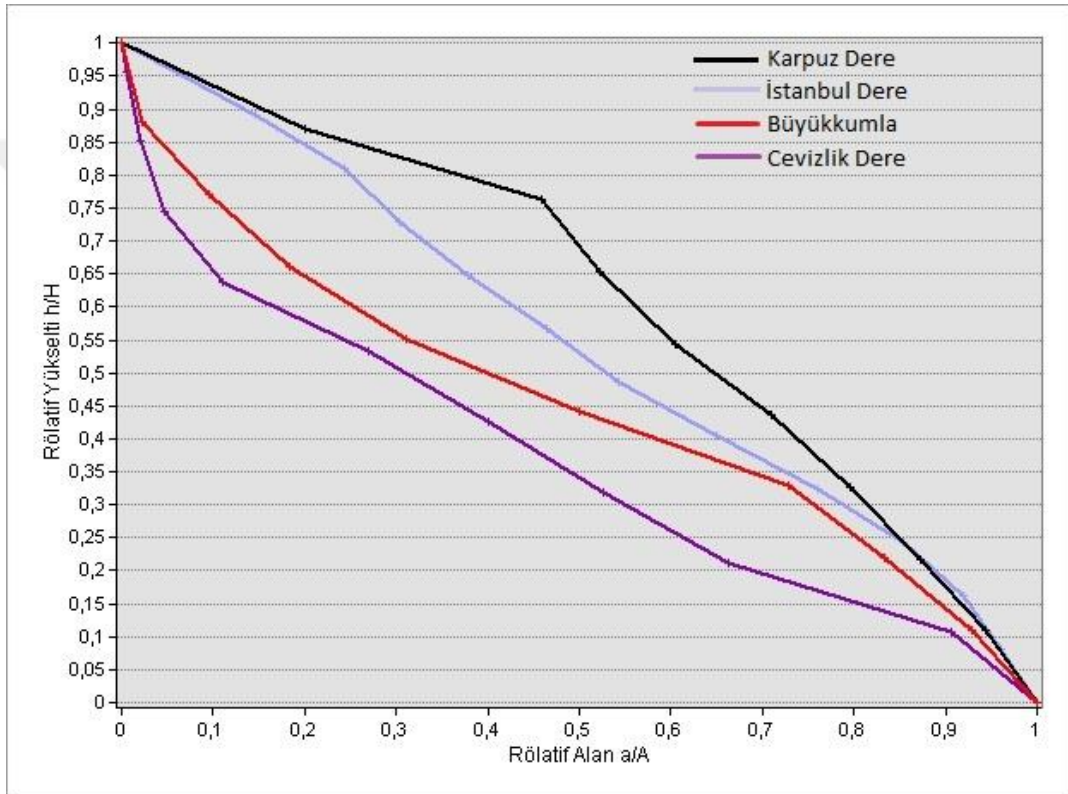
Hipsometrik analiz yapmak için belirlenen havzaların yükseklik değerleri Karpuzdere için 0-917 m; Büyükkumla havzası için 0-908 m; Cevizlikdere havzası için 83- 940 m ve İstanbuldere havzası için 0-1236 m arasında değişiklik gösterir. Havza alanlarına ait sayısal değerler ise yukarıdaki sırayla 59, 27, 39 ve 46 km² arasında değişmektedir. Çalışma sahamızı oluşturan Samanlı Dağları'nda belirlenen dört havzanın hipsometrik eğri ve integral değerleri yukarıdaki değerlere bağlı kalınarak hesaplanmış, Karpuzdere havzası 0.62; İstanbuldere havzası 0.53; Büyükkumla havzası 0.45 ve Cevizlikdere havzası için ise 0.34 hipsometrik integral değerleri elde edilmiştir.

Karpuzdere havzasının litolojisini temelde ayrılmamış gnays ve şistler bunun üzerinde granitoyidler ve ayrılmamış volkanitler oluşturur. Özellikle Paleozoyik

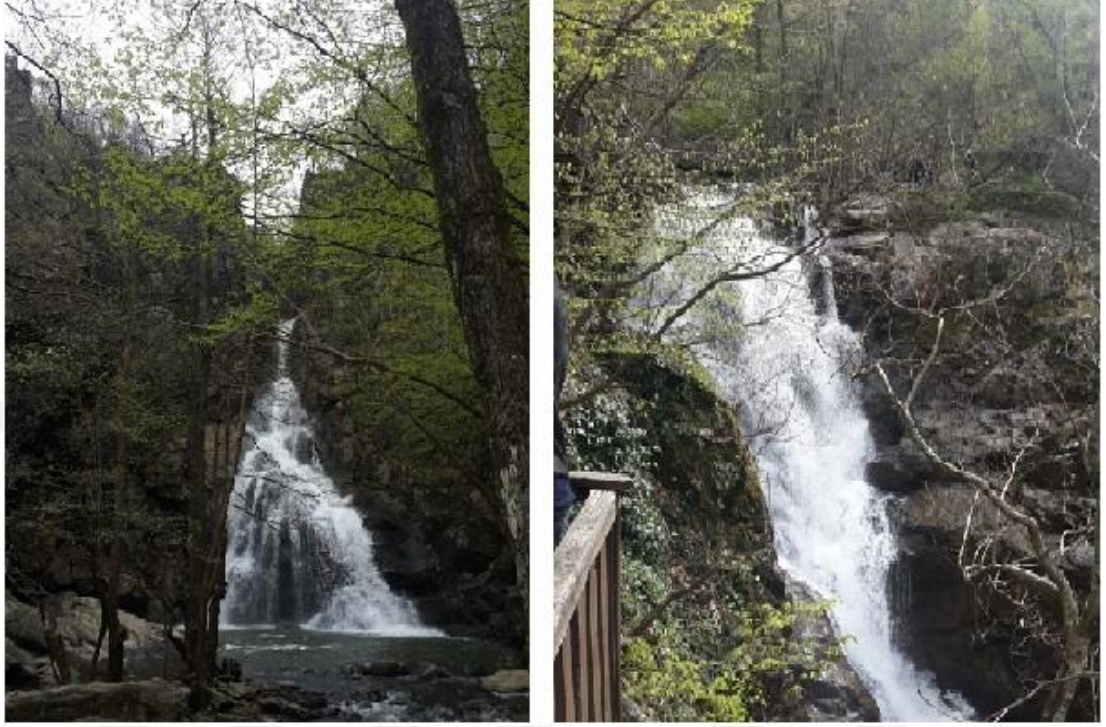
birimler ile Eosen granitoid serisinin dokanak noktasından Esenköy Fayı geçer (Ömer vd. 2011). Esenköy Fayı, normal fay özelliği gösterir. Bu fayın kuzeyi tavan bloğunu, güneyi ise taban bloğuna karşılık gelir (Ömer vd. 2011). Bu fayın varlığı havza içerisindeki eğim koşullarını büyük ölçüde değiştirmiştir. Bu fayın karakteriyle uyumlu olan diğer bir fay ise Marmara Denizi içerisinde yer alan Çınarcık çukurluğunun oluşumunda rol oynayan Çınarcık Fayıdır. Armutlu Yarımadası'nda özellikle Karpuzdere havzasına karşılık gelen sahada Esenköy Fayı ve bu fayın yaklaşık 10 km kuzeyindeki Çınarcık Fayı Armutlu Yarımadası'nın kuzey yamaçlarında eğim koşullarını denetlemiştir. Karpuzdere havzasının yukarı kesimleri durağan denge koşulları yansıtırken, Esenköy Fayı'nın varlığı ve bu fayın aktivitesiyle faydan kıyıya kadar olan kesim alçalan bir blok olarak çalışmış, değişen eğim koşullarına akarsu tepki vererek yatağını giderek derinleştirmiştir. Bu kısım sahip olduğu özellikler bakımından dinamik denge koşullarını yansıtır. Samanlı Dağları'nın bu kesimi için yüksekte ve alçakta kalan kütle ve bu kütleyi aşındıran akarsuyun karşılıklı etkileşimiyle oluşmuş rölyef tanımı yapılabilir. Armutlu Yarımadası bu özellikleri itibarıyla Samanlı Dağları'nın diğer bölümlerinden farklı bir çalışma mekanizmasına sahip olduğu yorumu getirilebilir. Bu özellikler altında hesaplanan hipsometrik eğrinin diğer havzalara göre farklı karakter göstermesi normaldir. Havzalar için hesaplanan hipsometrik eğrilerden Karpuzdere havzasına ait eğri diğer havzalara göre dış bükey (konveks) bir karakter göstermektedir. Ayrıca integral değeri 0.62 ile en yüksek havza, Karpuzdere havzasıdır. Bu karaktere en yakın eğri, İstanbuldere havzasına ait eğridir (Şekil 2.1 ve şekil 2.2). Yukarıda belirtildiği gibi bu değer yükseldikçe, arazinin dağlık bölge özelliği gösterdiği, tam olarak aşınıp bir plato özelliği kazanmadığı veya tamamen aşınıp yaşlılık safhasına ait özellikler göstermediği, arazinin büyük bir bölümü tektonik faaliyetler tarafından kontrol edildiği yorumu getirilebilir. Nitekim eğri incelendiğinde bu karakterleri görmek mümkündür. Karpuzdere'ye ait eğrinin hafif eğimli bir şekilde başladığı daha sonra ani bir eğim kırığı ile temsil edildiği dikkati çeker. Bu eğim kırığı, araziden geçen faya karşılık gelen ayrıca litolojinin de değiştiği dokanak sahasıdır. Eğri, bu eğim kırıklığından sonra dik bir eğimle tamamlanır. Bu dik eğimle tamamlanma ise normal fayın etkinliği ile oluşmuş alçalan bloka tepki olarak akarsuyun gömüldüğü kısım olarak ifade edilebilir. Bu eğrinin gösterdiği

karakteristik değişiklik arazide sorgulanması gereken bir zorunluluk oluşturmuştur. Bu doğrultuda sahada yapılan arazi çalışmalarında eğriyle uyumlu bazı deliller bulunmuştur. Bunlardan ilk göze çarpanı, bu eğim kırıklığının arazideki karşılığıdır. Bu kısım arazide eğimin yn değiştirmeden değer değiştirdiği eğim kırığı ile bu özelliğe uyum sağlamış su düşüşleriyle temsil edilmesidir (Fotoğraf 2.1).

şekil 2.1: Havzalara ait hipsometrik eğriler.



Fotoğraf 2.1: Hipsometrik eğri de ani eğim değişimlerine karşılık gelen Çift Başlı şelaleler.



Hipsometrik eğriye ait profiller incelendiğinde, İstanbuldere havzasına ait eğri olgunluk ve genç safhaları arasında yer alır. Sapanca Gölü'nün güneyinden itibaren duvar gibi yükselen yamaçlar, İzmit Körfezinden Sapanca Gölü'ne kadar ayrı ayrı normal fay karakterindeki segmentlerle denetlenir. Sapanca Gölü'nün güneyindeki yamaçlarda aniden yükselen kütle, Kartepe civarında düzlükle sonlanmaktadır. Hipsometrik eğride ki ani kırılma (Karpuzdere havzasında olduğu kadar belirgin olmasa da) eğrinin yukarı kesimlerinde görülür. Bu kısma kadar daha az eğim koşulları gösteren eğri, bu noktadan itibaren eğim derecesini artırır. Eğrinin yukarı kısımları daha genç karakter gösterirken orta kısımları olgunlaşmaya daha yakın bir safha özelliğindedir. Havzanın yukarı kesimindeki litoloji Kretase- Jura mermerleri iken orta bölümünün çoğunluğu paleozoik şistlere karşılık gelir. Bu durum da yer yer mermerlerin akarsuya karşı direnç göstermesi ve insan etkisinden uzak kesif bir orman örtüsü hipsometrik eğrinin dış bükey ile başlamasında etkili olmuştur.

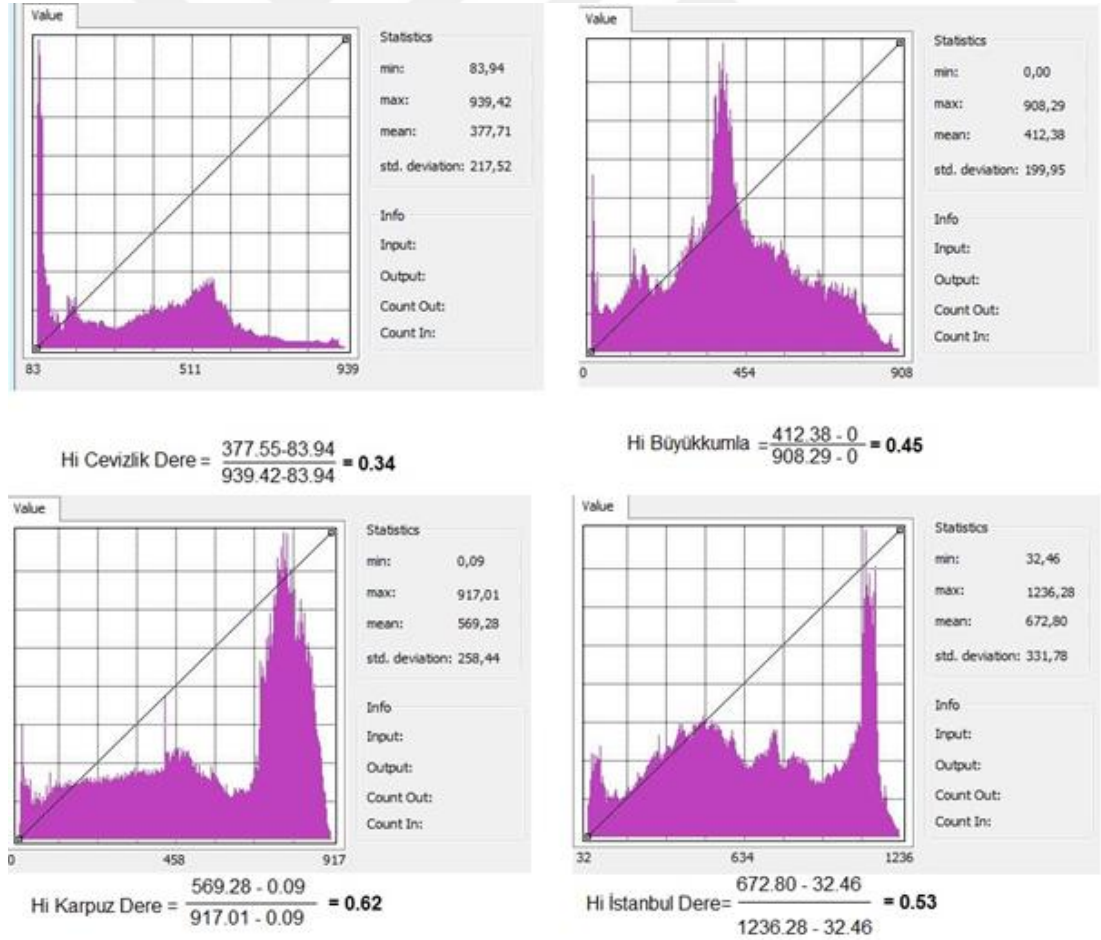
Büyükkumla havzasına ait hipsometrik eğri, olgunluk safhasını yansıtır. İntegral değerleri 0.45'tir. Gemlik Körfezinin güney kıyılarından geçen fay, Büyükkumla ve çevresini daha az etkilemektedir. Arazi daha basık bir karakter taşımakta ve olgunluk

safhasını yansıtmaktadır (Fotoğraf 1.4). Litoloji olarak Karpuzdere havzasıyla benzerlik gösterir. Özellikle eğrinin merkezi kısımları yaşlılık safhasına doğru gidişi temsil eder.

Cevizlikdere havzası da faydan daha az etkilenmekte ve İstanbuldere havzasıyla litolojik olarak benzerlik göstermektedir. Hipsometrik eğrisi, yaşlılık safhasına yakın olan bu havza, 0.34 hipsometrik integral değeriyle temsil edilir (Şekil 2.2)

Sonuç olarak Büyükkumla ve Karpuzdere havzalarıyla, İstanbuldere ve Cevizlikdere havzaları litoloji olarak birbiriyle benzerlik gösterirken eğri ve integraller birbirinden farklı karakterler göstermektedir (Şekil 2.1 ve 2.2). Bunu denetleyen havzalarda etkili olan faylar, bitki örtüsü ve iklim gibi unsurlardır.

Şekil 2.2: Havzalara ait hipsometrik integral değerleri.



2.2.2. Vadi Tabanı Genişliği - Yüksekliği Oranı (Vf)

Vadi tabanı genişliği ve vadi yüksekliği oranı Vf indis, tektonik olarak yükselen yüzeye akarsuyun tepki vererek gömülmesi sonucunda ortaya çıkan vadi profillerini belirlemede kullanılır. Yükselen Vf değerleri düşük gömülme ve daha çok geniş tabanlı vadiler ile temsil edilirken, düşük Vf değerleri ise tektonik olarak yükselen araziye akarsuyun gömüldüğünü “V” şekilli bir profile sahip olan vadileri ifade etmede kullanılır (Keller ve Pinter, 2002). Tektonik etkiyi anlamada kullanılan önemli indislerden birisi olan Vf indis de, Vfw, vadi tabanının genişliği; Erd ve Eld, vadinin sağ ve sol kenarının yüksekliği ve Esc, vadi tabanının ortalama yüksekliğidir (Keller ve Pinter, 2001). Vadi tabanı genişliği ve vadi tabanı yüksekliği oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$Vf = 2Vfw / [(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]$$

Bu indis havzalardaki erozyonel modelleri karşılaştırma imkânı verdiği gibi havzalarda erozyonda etkili olan etken süreçlerin türü ve şiddeti hakkında da bilgi verir. Örneğin ‘V’ şekilli vadiler tektonik faaliyetlerin etkin, derine yarılanın baskın olduğu, daha çok çizgisel bir aşındırmanın etkin olduğu bölgelerde görülmekte ve bu sahalar düşük Vf oranlarıyla temsil edilmektedir. Erozyonda etkili olan faktörlerin değiştiği bir sahada örneğin buzulların aşındırma yaptığı sahalarda veya tektonizmanın durgun olduğu, daha çok akarsuların yana aşındırma yaptığı sahalarda Vf değeri yüksektir. Farklı dağ cepheleri ya da aynı cephenin farklı kısımlarından gelen akarsuların aktif tektoniğe tepki olarak akarsuyun derine doğru gömüldüğü veya göreceli olarak stabil özellik gösteren sahalara tepki olarak yanıl erozyona uğradığı Vf değerlerinin karşılaştırılmasıyla, vadilerden elde edilen ölçümler ile belirlenir (Keller, 1986).

Böylece havzaların Vf oranları hesaplanmış, erozyon aşamaları birbiriyle karşılaştırılmıştır. Formül şekil 2.3’de gösterilmiştir.

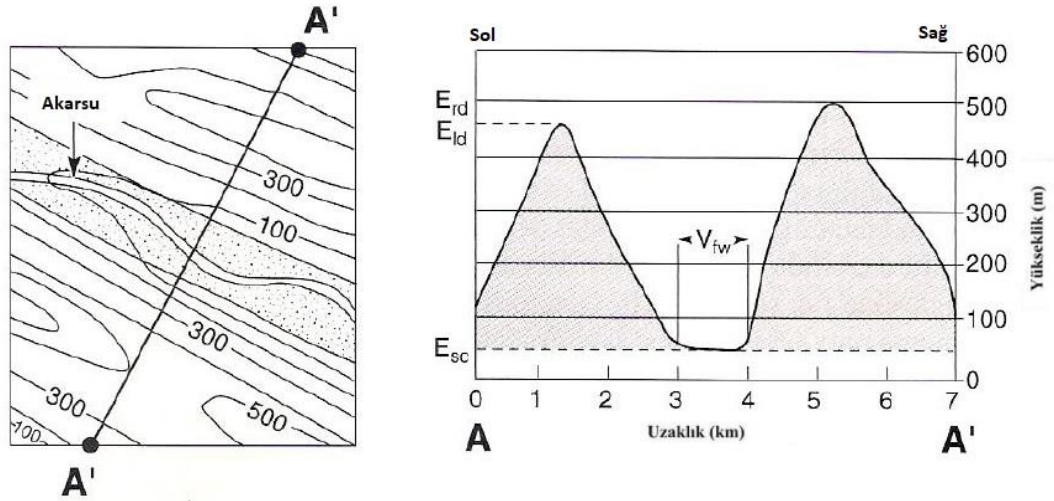
Vfw: Vadi tabanı genişliği

Eld: Vadinin sol tarafının yükseltisi

Erd: Vadinin sağ tarafının yükseltisi

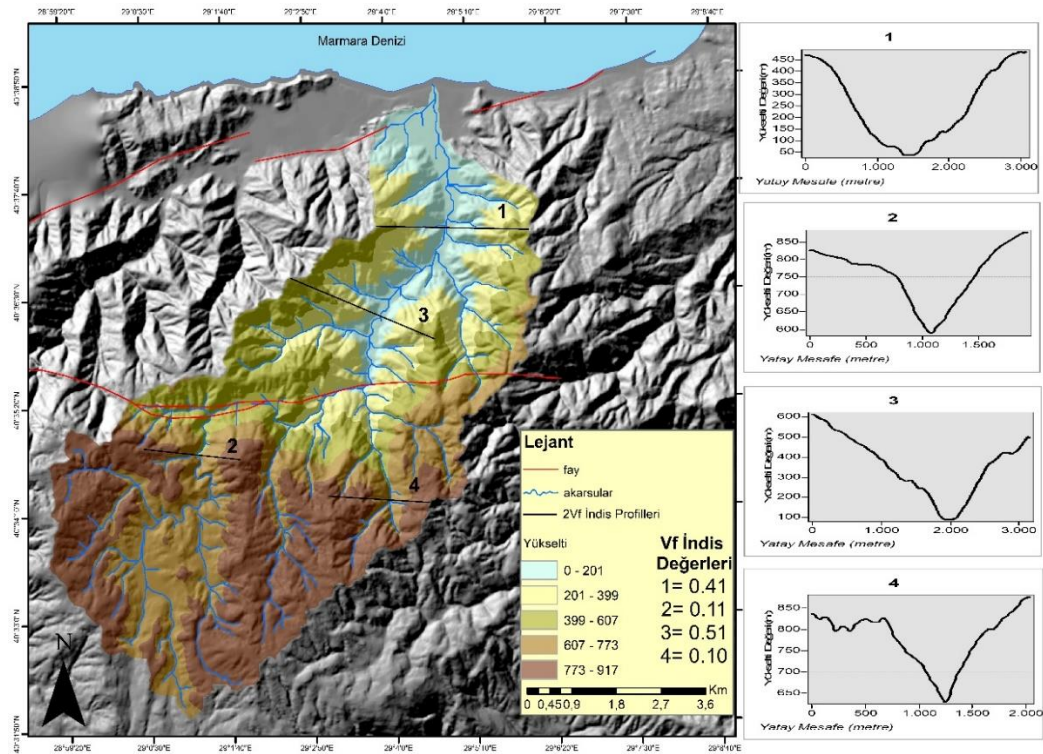
Esc: Vadi tabanı yüksekliğini ifade eder

Şekil 2.3: Vf oranının hesaplanması (Keller ve Pinter 2002).



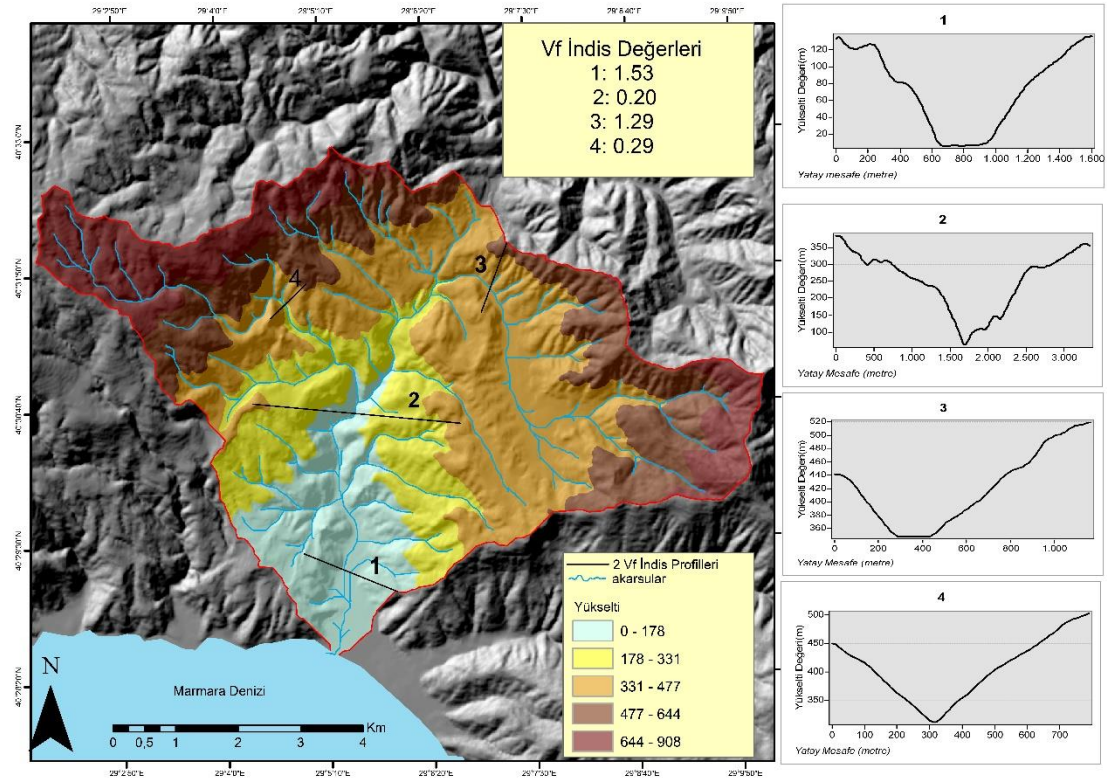
Samanlı Dağlarında belirlenen havzaların Vf oranları hesaplanmış ve elde edilen değerler aşağıda paylaşılmıştır (Şekil 2.4, 2.5, 2.6 ve 2.7).

Şekil 2.4: Karpuzdere havzasına ait vf indis oranları.



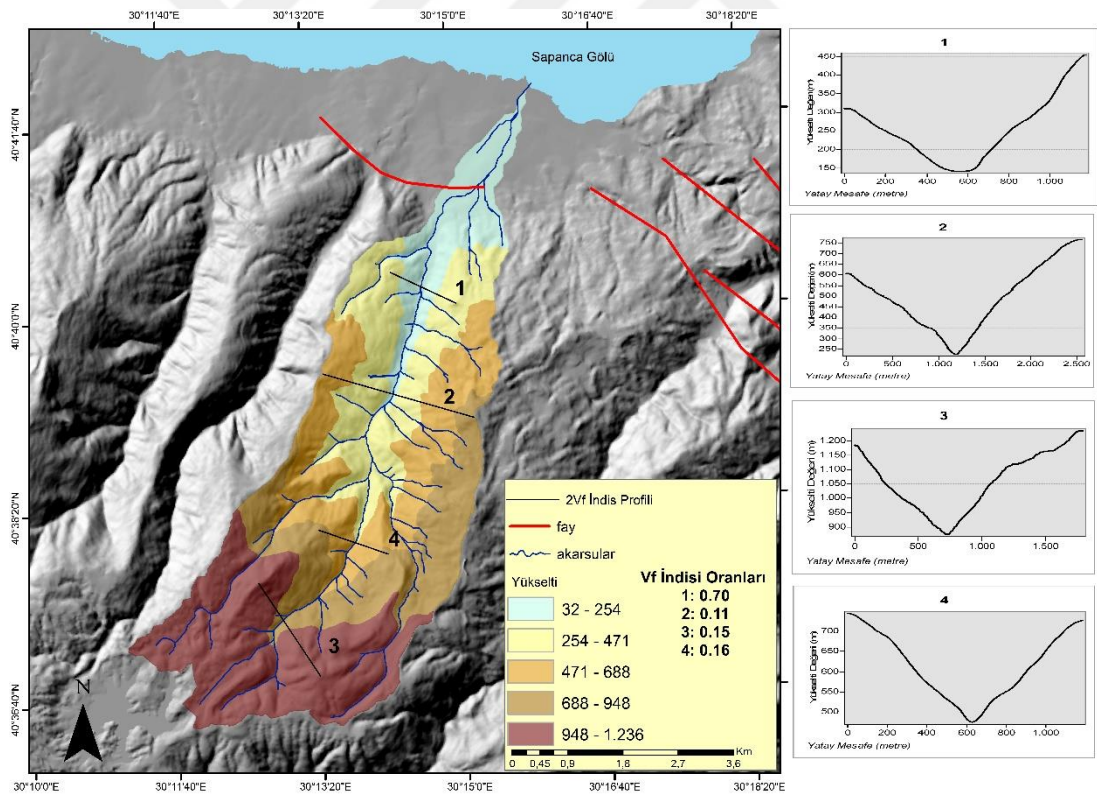
Her havzaya ait dört profil belirlenmiş ve bu profillerin indis oranları hesaplanmıştır. Genel olarak “V” şekilli karakter sunan vadilere ait profiller incelenirken vadi derinlikleri de göz önünde bulundurulmuştur. Karpuzdere havzasının ortasından geçen Esenköy Fayı daha öncede belirtildiği gibi, fayın kuzeyi (Marmara Denizine bakan bölümü) tavan bloku şeklinde alçalan bloka karşılık gelmektedir. Böylece, kuzeye doğru eğim koşulları değişmiş, hemen fayın yukarı kesimlerinde akarsular vadilerini daha fazla aşındırmış ve yer yer şelaleler oluşmuştur. Sonuç olarak şekil 2.4 incelendiğinde 4 ve 2 numaralı profillerin Vf indis oranları çok düşük çıkmıştır. 4 ve 2 numaralı profillerin alındığı bu hat Esenköy Fayı’nın kontrolünde, profillerin “V” şekilli bir karakter kazanmasında etkili olmuştur. 2 numaralı profilin hemen kuzeyinde ise şelaleler tespit edilmiştir (Fotoğraf 2.1). Havza içerisinde kuzeye doğru çarpılmanın yakın bir zamanda gerçekleştiği, hem fayın yaşından hem de morfometrik analizlerden anlaşılmaktadır. Havzanın gelişmesinde etkili olan bu faktörler genel olarak Vf indis oranlarının düşük çıkmasına neden olmuştur.

Şekil 2.5: Büyükkumla havzasına ait vf indis oranı.



Büyükkuşlukaya ait Vf oranları incelendiğinde havzanın yukarı kesimleri “V” şekilli bir vadi karakteri sunarken, akarsuyun ağız kısmına doğru geniş tabanlı vadi karakteri sunar. Vf indis oranları 0.20 ile 1.53 arasında değişiklik göstermektedir. Büyükkuşlukaya havzasının akış istikametine göre bakıldığında sağ bölümü sol tarafına göre düşük Vf oranlarıyla temsil edilir. Bu durum litolojik farklılıktan ileri gelir. (Şekil 2.5). Büyükkuşlukaya havzasının yukarı çıkışı, kuzeybatı kesimi Eosen ayrılmamış volkanitleri ile temsil edilir. Akarsu bu kısımlara gömülmüş, dar ve derin vadiler oluşturmuştur. 4 numaralı vadi profili buna örnek oluşturur. 3 numaralı profil ise metasilttaşı ve metakumtaşı birimlerine karşılık gelir. Bu profilin alındığı kesim çanaklaşmış kuvaterner birimleriyle temsil edilen sahanın ağız kısmına karşılık gelir.

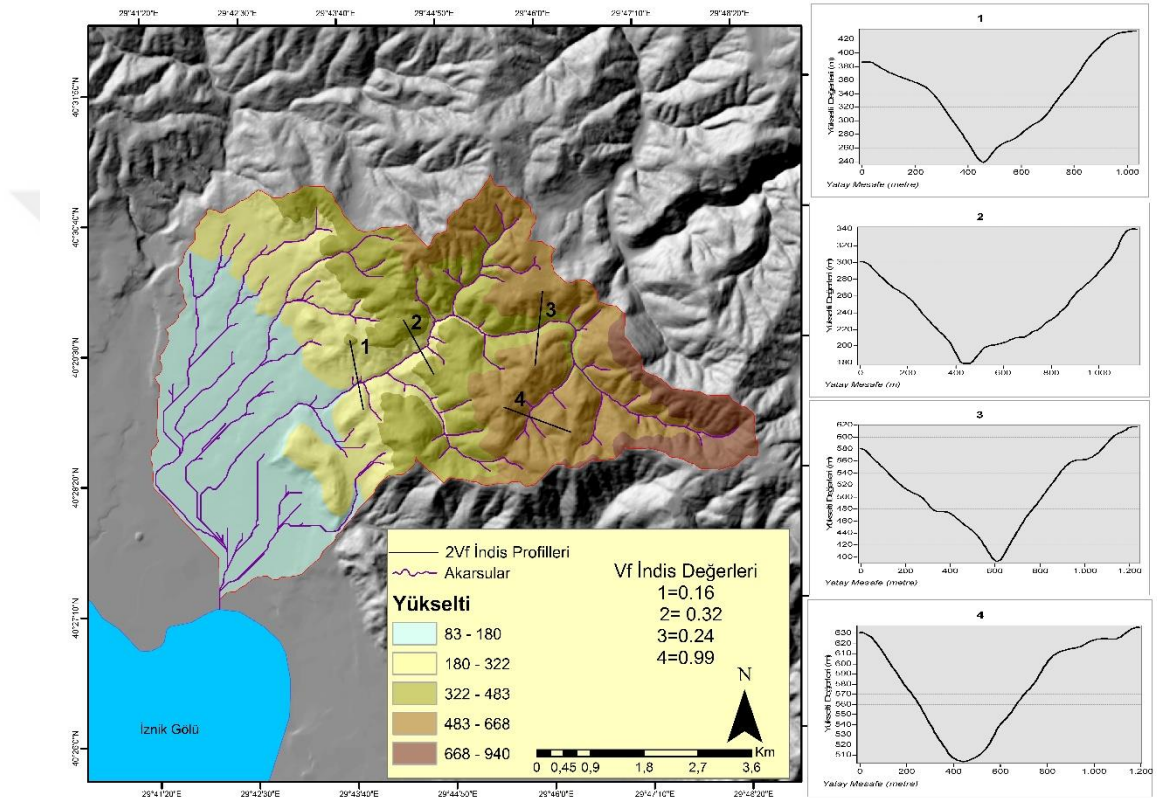
Şekil 2.6: İstanbuldere havzasının vf indis haritası.



Hipsometrik eğri ve integral değerleri bakımından genç safhaya karşılık gelen ayrıca yüksek Smf oranları bakımından görece tektonik aktivitesi yüksek olan doğu bölüm, düşük Vf değerleriyle de dikkat çekicidir. Vf oranları 0.11 ile 0.70 arasında değişir. Vadi profilleri “V” şekilli bir karakter gösterir. Akarsu yükselen bloka tepki vererek

gömülmüş, dar ve derin vadiler oluşturmıştır (Şekil 2.6). İstanbuldere havzası için havzanın ağız kısımları hariç 2, 3 ve 4 numaralı vadi profillerinde olduğu gibi “V” şekilli bir karakter baskın durumdadır. Ayrıca Karpuzdere ve İstanbuldere havzaları akarsuyun en fazla gömüldüğü havzalara da karşılık gelmektedir.

Şekil 2.7: Cevizlikdere havzasına ait Vf İndis oranları.



Cevizlikdere havzasına ait Vf indis oranları 0.16 ile 0.99 arasında değişiklik göstermektedir. Havzanın hemen hemen yarısı düz bir yüzey olan İzmit Ovası içerisinde akışa sahiptir. Buna karşılık orta ve yukarı çığırılarda ana kol üzerinde alınan akarsuların vadi profilleri “V” şekilli bir karaktere sahiptir (Şekil 2.7). Cevizlikdereye ait vadi profillerin de 1, 2 ve 3 numaralı profiller ana akarsuya gelen profiller olup “V” şekilli karakter gösterirken, 4 numaralı profil ana akarsuyun yan kolu olup daha geniş tabanlı vadi özelliği gösterir. Daha çok havzanın yukarı kesimlerinde dar ve derin vadiler yer alır. Bu kısımlar asıl erozyon sahalarına da karşılık gelir.

2.2.3. Dağ Önü Sinüslülük Oranı (Smf)

Dağ önü sinüslülük indisi (Smf), tektonizma ile yükselip, çizgisellik oluşturan kara kütlesi ile bu kara kütlesi üzerindeki erozyonel süreçler arasındaki ilişkiyi ele alan bir indistir.

Dağ önü sinüslülük (Smf) oranı şu şekilde tanımlanır;

$$S_{mf} = L_{mf} / L_s$$

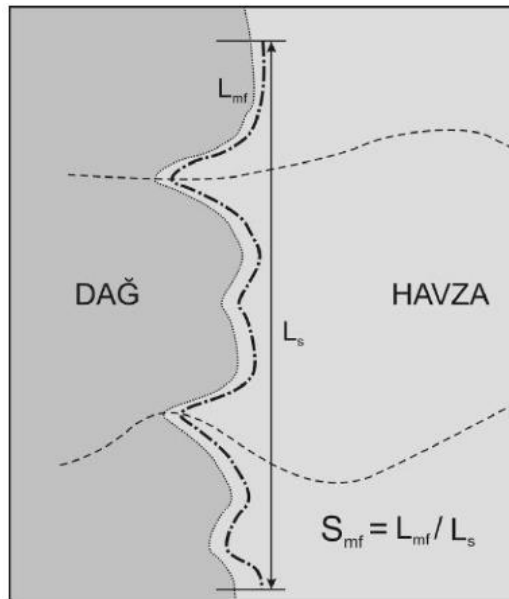
Smf: Dağ önü sinüslülük

Lmf: Dağ dibinde belirgin eğim kırığı boyunca dağ cephesi boyu.

Ls = Dağ önü düz çizgi uzunluğu (Şekil 2.8).

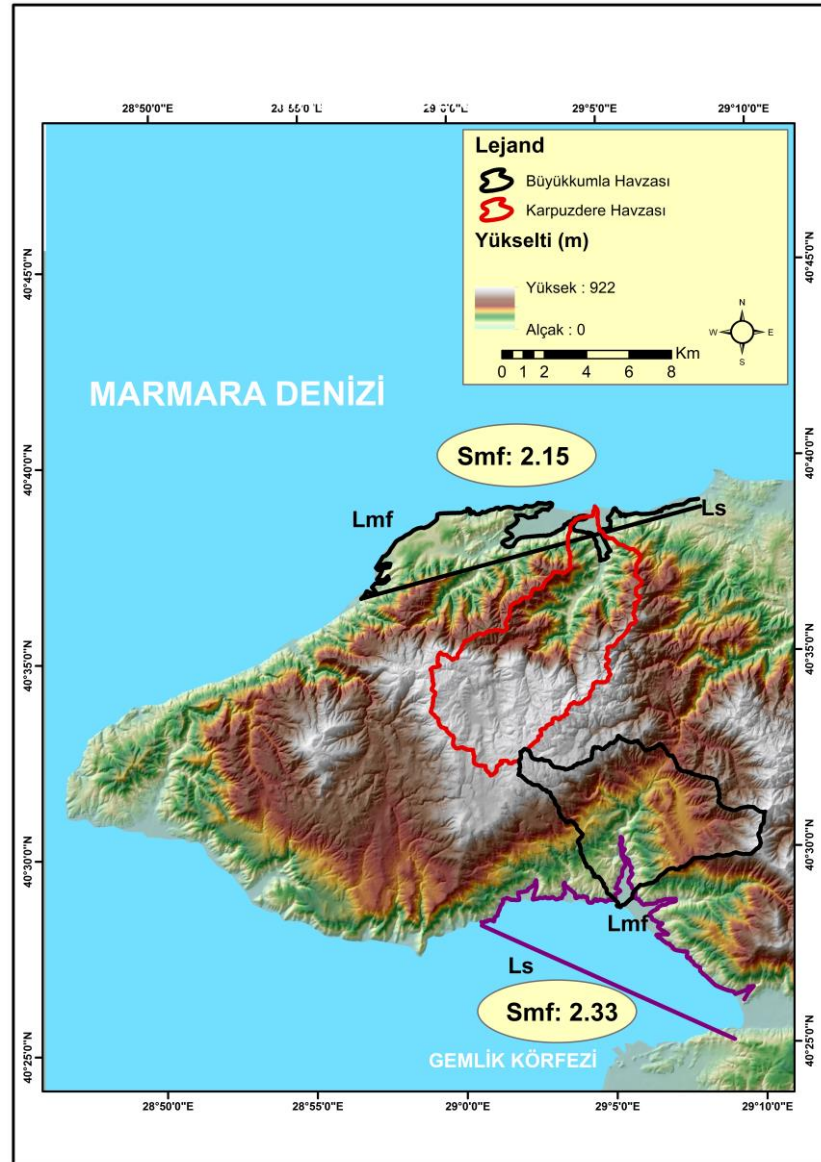
Bull (1977) tarafından önerilen formülde: dağ önünün düz çizgi uzunluğu L_s , dağın eteği boyunca dağ önü uzunluğu ise L_{mf} 'dir (Keller ve Pinter, 2002). Aktif faylar tarafından sınırlanan dağ önleri düşük Smf değerleri gösterirken ($S_{mf} < 1.4$), yüksek Smf değerleri ($S_{mf} > 3.0$) tektonik olmayan dağ önlerini işaret eder ve burada aşınma daha baskındır. Eğer yükselme oranı (Uplift Rate) azalırsa, erozyonel süreçler dağ önlerini daha fazla aşındıracak ve Smf oranları yükselecektir. Aksi durumda eğer yükselme oranı (Uplift Rate) saha da daha baskın ise Smf oranları düşecektir (Keller ve Pinter, 2002).

Şekil 2.8: Dağ önü sinüslük oranının hesaplanması (Keller ve Pinter 2002).



Yukarıda açıklandığı üzere hipsometrik eğri ve integrali yönlendiren faktörler Smf oranları üzerinde de etkili olmuştur. Smf değerleri Karpuzdere havzası için 2.15, Büyükkumla havzası için 2.33, Cevizlikdere havzası için 3.43 ve Sapanca Gölü güney kıyısındaki dağ önü için ise 1.75 oranında değişen değerlerle temsil edilmektedir (Şekil 2.9, 2.10 ve 2.11).

Şekil 2.9: Karpuzdere havzası ve Büyükkumla havzası için dağ önü sinüslük oranı.



Smf oranlarının en düşük olduğu havza 1.75 ile İstanbuldere havzasıdır ve onu 2.15 ile Karpuzdere havzası takip eder. (Fotoğraf 2.2).

Fotoğraf 2.2: Karpuzdere havzasının dağ önüne ait “v” şekilli vadi profili.

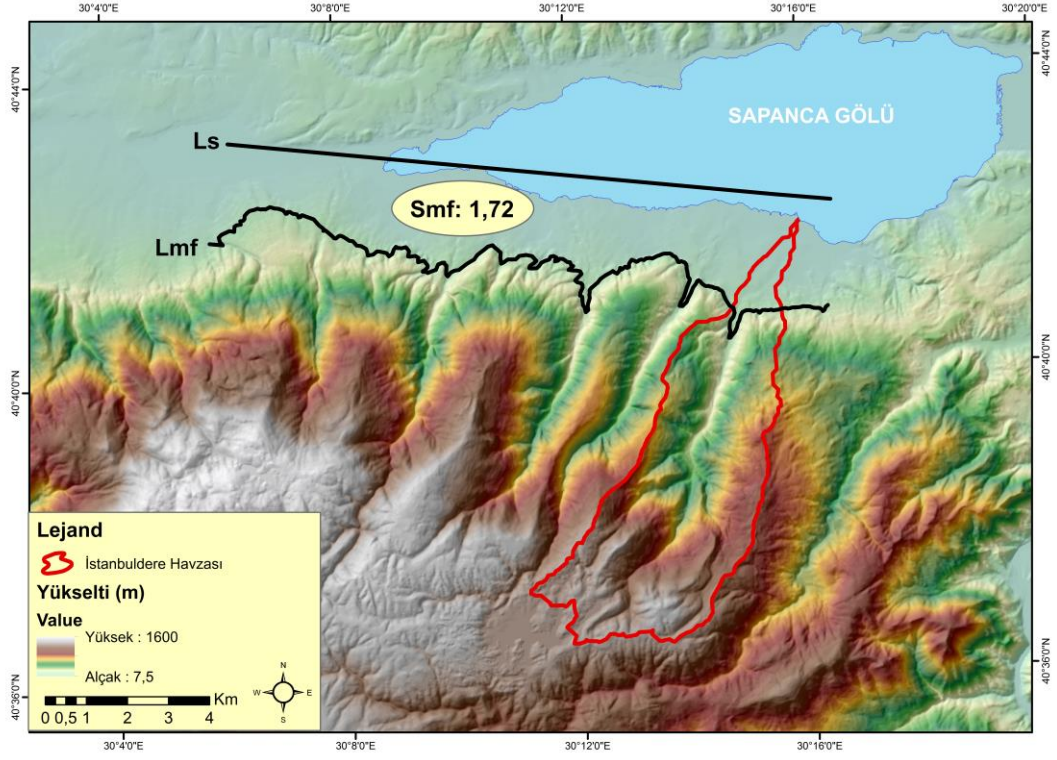


Büyükkuşla havzasının sahip olduğu Smf değerlerine göre havza da erozyonel süreçlerin daha baskın, göreceli tektonik aktivitesinin daha düşük olduğu görülür. Büyükkuşla havzası aşağı kısımlarının olgun bir topografya özelliği gösterdiği Smf değerlerinden çıkarılabilir.

Samanlı Dağları'nın Sapanca Gölü'ne bakan kısımlarının Smf oranı 1.75 olup, saha göreceli tektonik aktivitenin yüksek olduğunu araziye karşılık gelir. Bu kısım özellikle İzmit Körfezi ve Sapanca Gölü arasında KAF ve onun güneyindeki birçok segmentten oluşan normal faylar ile denetlenir. Bölgenin tektonik olarak aktivitesinin yüksek olması, bu yamaçların jeolojik zaman ölçeğinde yakın bir zamanda yükseldiği ve erozyonel süreçlerin arazide tamamen baskın olmadığını gösterir. Arazi içerisinde yapılan gözlemler ile arazinin “V” şekilli bir vadi profili içermesi ve yamaçlardan akarsu yatağına kadar giderek daralan dar bir yatak

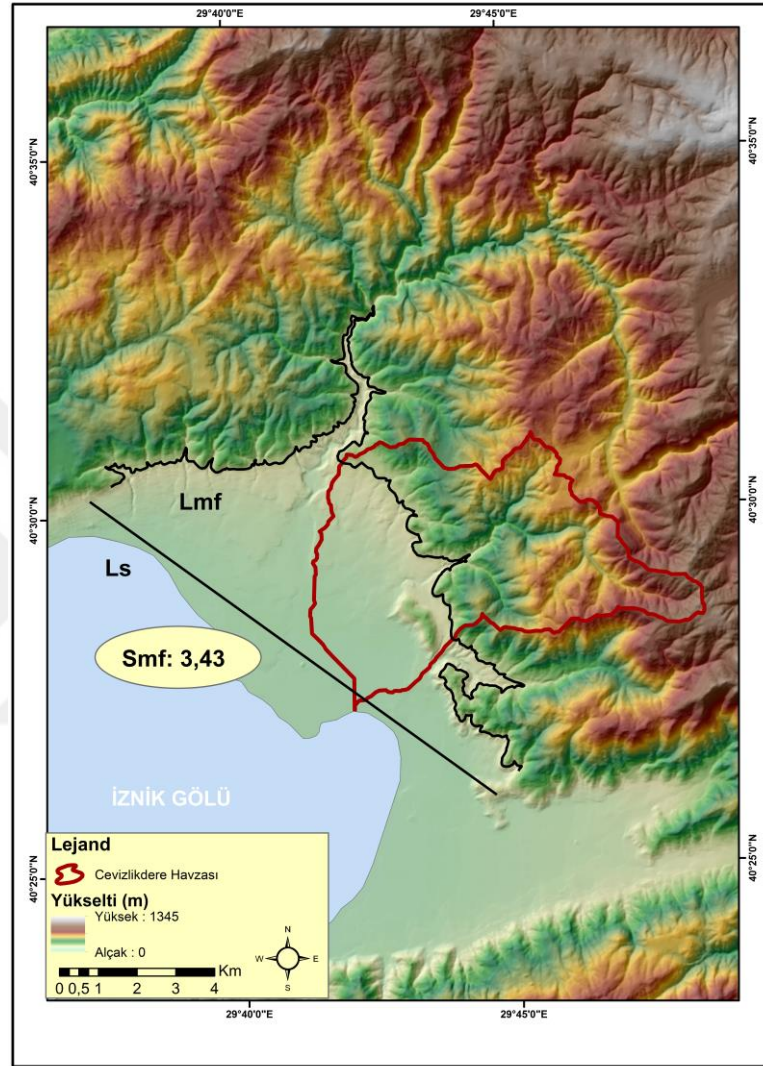
içerisinde akış göstermesi, sahanın tektonik olarak aktif olmasıyla ilişkilidir (Şekil 2.10).

Şekil 2.10: Samanlı Dağları'nın Sapanca Gölüne bakan kısmında dağ önü sinüslük oranı.



İznik Gölü'ne dökülen Cevizlikdere 3.43 Smf değerine sahiptir. Bu saha herhangi bir faydan etkilenmeyen, göreceli tektonik aktivitesinin çok düşük olduğu ve dağ cephesi için erozyonel süreçlerin baskın olduğu bir havzaya karşılık gelir (Şekil 2.11).

Şekil 2.11: Cevizlikdere havzasının smf oranı.



Dağ cephesi sinüslülük oranı ile dağ cephesini aşındırmaya çalışan erozyonel süreçler ile dağ cephesini düzleştirmeye çalışan tektonik hareketler arasındaki ilişki belirlenmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda Çınarcık ve Samanlı Dağları'nın Sapanca Gölü'ne bakan cephelerinin önünde uzanan faylar, dağ cephesinin daha düzgün uzanmasını sağlamış ve düşük Smf değerleriyle temsil edilmiştir. Bu durum kuzey cephede yer alan havzaların güney cephelere göre göreceli tektonik aktivitesinin daha yüksek olduğunu gösterir. Bölgedeki faylar; hipsometrik eğri ve integrali, Vf oranları ve Smf oranları üzerinde asıl belirleyici olmuştur. Ayrıca bölge üzerinde

etkili olan iklim koşulları ve bitki örtüsü de bu indis sonuçları üzerinde belirleyici olan diğer faktörler.

2.2.4. Yüzey Analizi

Yüzey analizi için, hipsometrik integral, yüzey engebeliliği ve sayısal yükselti modelinden elde edilmiş yükseklik (h) verileri üretilmiş ve yüzey indis (surface index)'in oluşturulmasında kullanılmıştır. Bunun için aşağıdaki parametre ve formül kullanılarak sırasıyla hipsometrik integral, yüzey engebeliliği ve yüzey indis haritaları oluşturulmuştur.

$$SI = \left(\frac{HI - HI_{min}}{HI_{max} - HI_{min}} \right) \times \left(\frac{h - h_{min}}{h_{max} - h_{min}} \right) - \left(\frac{SR - SR_{min}}{SR_{max} - SR_{min}} \right)$$

Burada HI hipsometrik integrali, h yüksekliği ve SR yüzey engebeliliğini ifade eder. Uygulama 30 metre çözünürlüğündeki SRTM verilerinden elde edilmiş sayısal yükseklik modeli ile oluşturulmuştur. Bu morfometrik indeks Adreani vd. (2014) tarafından ortaya koyulmuştur. Adreani vd. (2014), hipsometrik integral (HI), yüzey engebeliliği (SR)'in kombinasyonlarını kullanarak, bunların dinamik denge durumlarına göre araziye sınıflandırmışlardır. Hipsometrik integral, referans alınan düz bir alan üzerindeki kara kütlesi hacminin dağılımını gösterir (Andreani vd., 2014). Hipsometrik integral belirlenmiş bir alanda aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$Hi = \frac{H_{ortalama} - H_{minimum}}{H_{maksimum} - H_{minimum}}$$

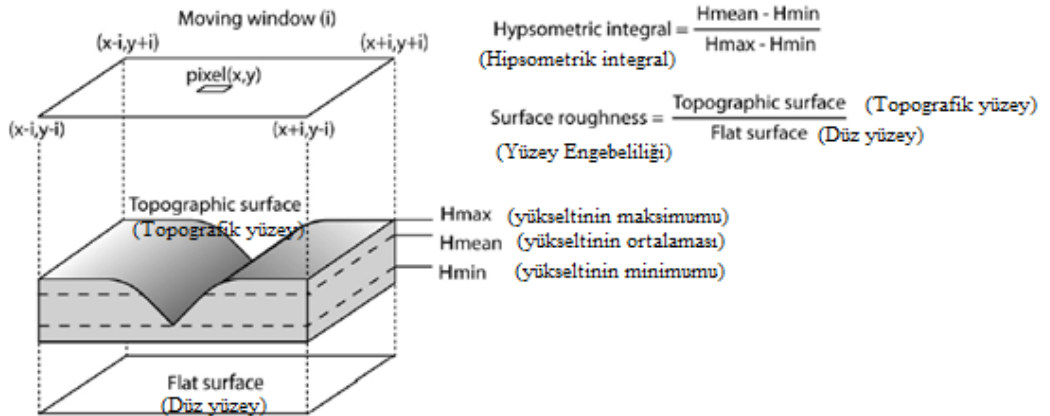
Hipsometrik integral için kullanılan denklem (Pike ve Wilson, 1971; Andreani vd., 2014). H mean, H min, ve H max analiz edilmiş alandaki ortalama, minimum ve maksimum yükseltiyi ifade eder.

Yüzey engebелiliđi denklemi aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$SR = \frac{TS \text{ (Topografik Yüzey)}}{FS \text{ (Düz Yüzey)}}$$

Yüzey engebелiliđi (SR), TS ve FS 'nin birbirine bölünmesiyle oluşturulur. Yüzey engebелiliđi (SR), Topografik yüzeyin (TS), düz yüzeye (FS) oranını ifade eder. Düz alanlar için oran değeri 1'e yakındır ve düz alanların temsilinde kullanılır. Eğimli alanlarda ise bu değeri değışiklik gösterir. Bu çalışmada hipsometrik integral (HI) ve yüzey engebелiliđi (SR) 30 metre çözünürlüklü SRTM verisi kullanılarak hesaplanmıştır. Uygulama ArcMap 10.4.1 üzerinden gerçekleştirilmiştir. Yüzey indeksinde ele alınan parametreler yukarıda belirtildiği gibi sırasıyla uygulanmıştır. Sayısal yükseklik modelinden yükseklik verisi üretilmiş, engebелilik indeksi de yine sayısal yükseklik modelinden üretilmiştir (Şekil 2.12).

Şekil 2.12: Yüzey indise ait parametreler. Pıksel x ve y ile temsil edilir. Topografik yüzey, akarsu talvegine göre $Hmin$ (yükselık minimum), $Hmean$ (yükselık ortalaması) ve $Hmax$ (yükselık maksimumu) ile temsil edilir. Topografik yüzeyin altında yer alan *Flat surface* düz yüzey'e karşılık gelir. *Flat surface* (düz yüzey), yukarıdaki *moving window* (hareketli pencere)'a karşılık gelir. Yüzey engebелiliđi (SR), topografik yüzeyin, düz yüzeye oranını ifade eder (Andreani vd, 2014).

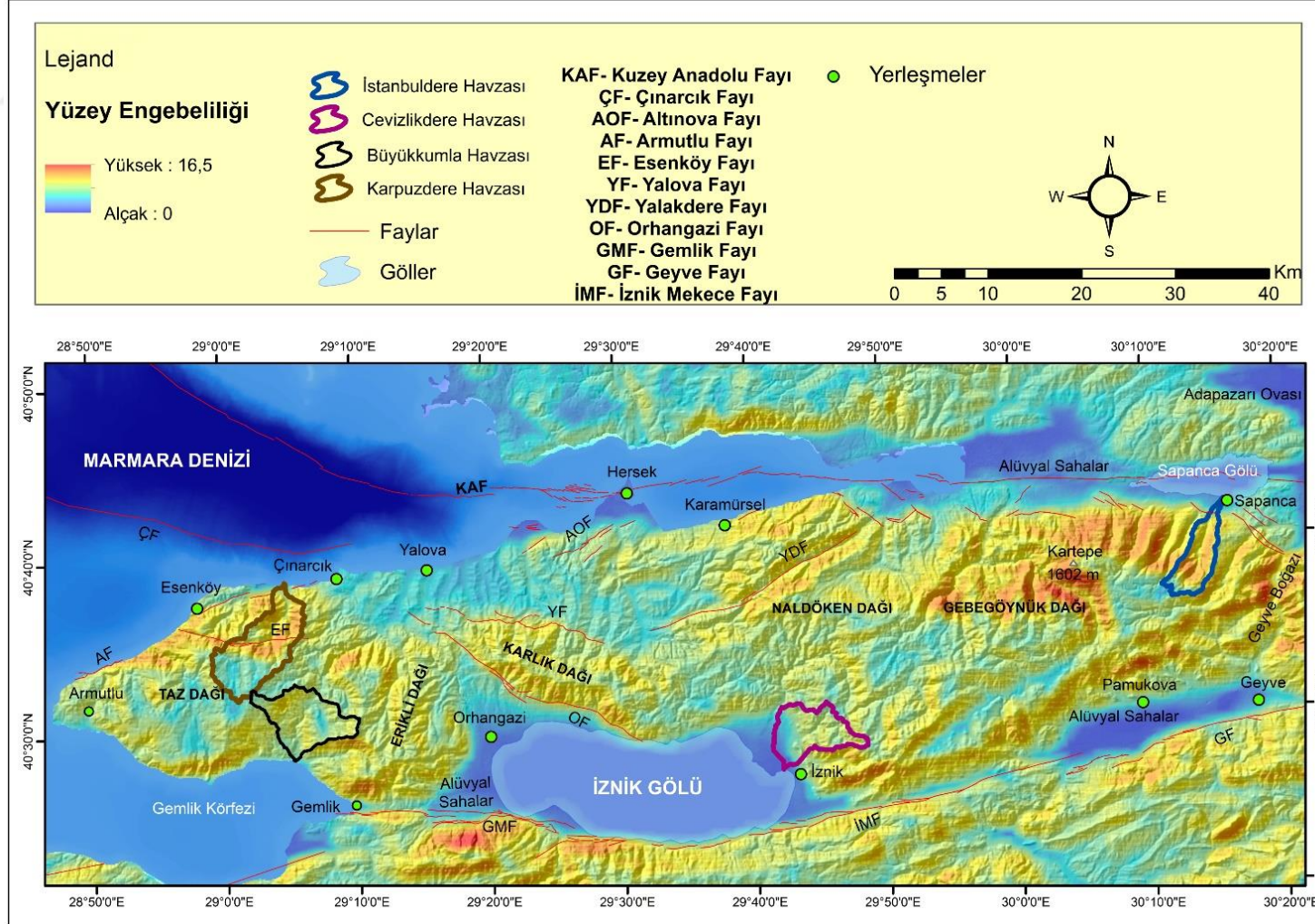


Yukarıdaki işlemler sırasıyla uygulanarak yüzey engebелilik değеrler haritası oluşturulmuş ve formül uygulanarak çalışma sahasının yüzey indeks (SI)'i elde edilmiştir.

Yukarıda özellikleri açıklanan yüzey analizi, çalışma sahasının tamamını kapsayacak şekilde uygulanmış ve sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

Yüzey engebелiliđi değеr haritası (Şekil 2.13) incelendiğinde, maksimum değеrlerin bazı bölgelerde yoğunlaştığı görülür. Haritada, havza sınırlarını takip eden su bölümü hattına göre kuzey ve güney cephelere ait yorumlar geliştirilmiştir. Özellikle Sapanca Gölü'nün güney yamaçlarından Kartepe'ye kadar olan kesim, Geyve Boğazı ve çevresi, Armutlu Yarımadası'nın kuzey kesimlerinde engebелilik oldukça yüksektir. Engebелiliđin birden azalış gösterdiği yerler genelde faylara karşılık gelmektedir. Bu engebелilikteki ani kırılmalar arazide çizgisellik oluşturur. Engebелilik haritası incelendiğinde bazı bölgelerin, daha az erozyona maruz kaldıkları görülür. Bunun güzel örneklerinden birisini Armutlu Yarımadası'nın kuzey ve güney bölümleri oluşturur. Yaşları ve türleri aynı olan, şekil 2.18'deki yüzey indeks haritasında gösterildiği gibi granitoyidlerin, üzerlerindeki akarsuya verdikleri tepki son derece farklıdır. Bu durum öncelikle bölgelerin dinamik koşullarından ileri gelmektedir. MTA (Maden Tetik Arama)'ya göre Armutlu Yarımadası kuzey bölümündeki granitoyid kütlesi kuzey ve güneyden faylarla sınırlanmıştır. Alçalan kütleye tepki olarak akarsu gömülmüş ve arazide önemli ölçüde eğim kırıklıkları oluşturmuştur. Nitekim bu eğim kırıklıkları arazide tespit edilmiştir. Arazideki engebелiliđin oldukça yüksek olduğu saha Çınarcık'ın hemen gerisinde yer alan bu tez çalışmasının da araştırma havzalarından birini oluşturan Karpuzdere havzasına karşılık gelmektedir. Armutlu Yarımadası güney bölümü değерlendirildiđinde aynı kütle için durağan denge koşulları gösterdiği ve daha düz bir yüzeye karşılık geldiği görülür. Samanlı Dağları'nın doğu bölümü, Kartepe doğusunda değеrlerin oldukça düşük olduğu dikkati çeker. Burası MTA'ya göre Jura-Kretase yaşlı mermerlerin yer aldığı kısımdır. Aşınımına karşı direnç göstermesi özelliğiyle çevresine göre yüksekte kalmış ve Samanlı Dağları'nın en yüksek yerini oluşturmuştur. Bu sahanın hemen batısında Gebegöynük Dağı, Serin Dere ve Sıcak Dere tarafından parçalanmış ve oldukça yüksek engebелilik oranlarıyla temsil edilmiştir.

Şekil 2.13: Samanlı Dağları, batı, orta ve doğu bölümlerinin yüzey engebелiliđi değеr haritası.



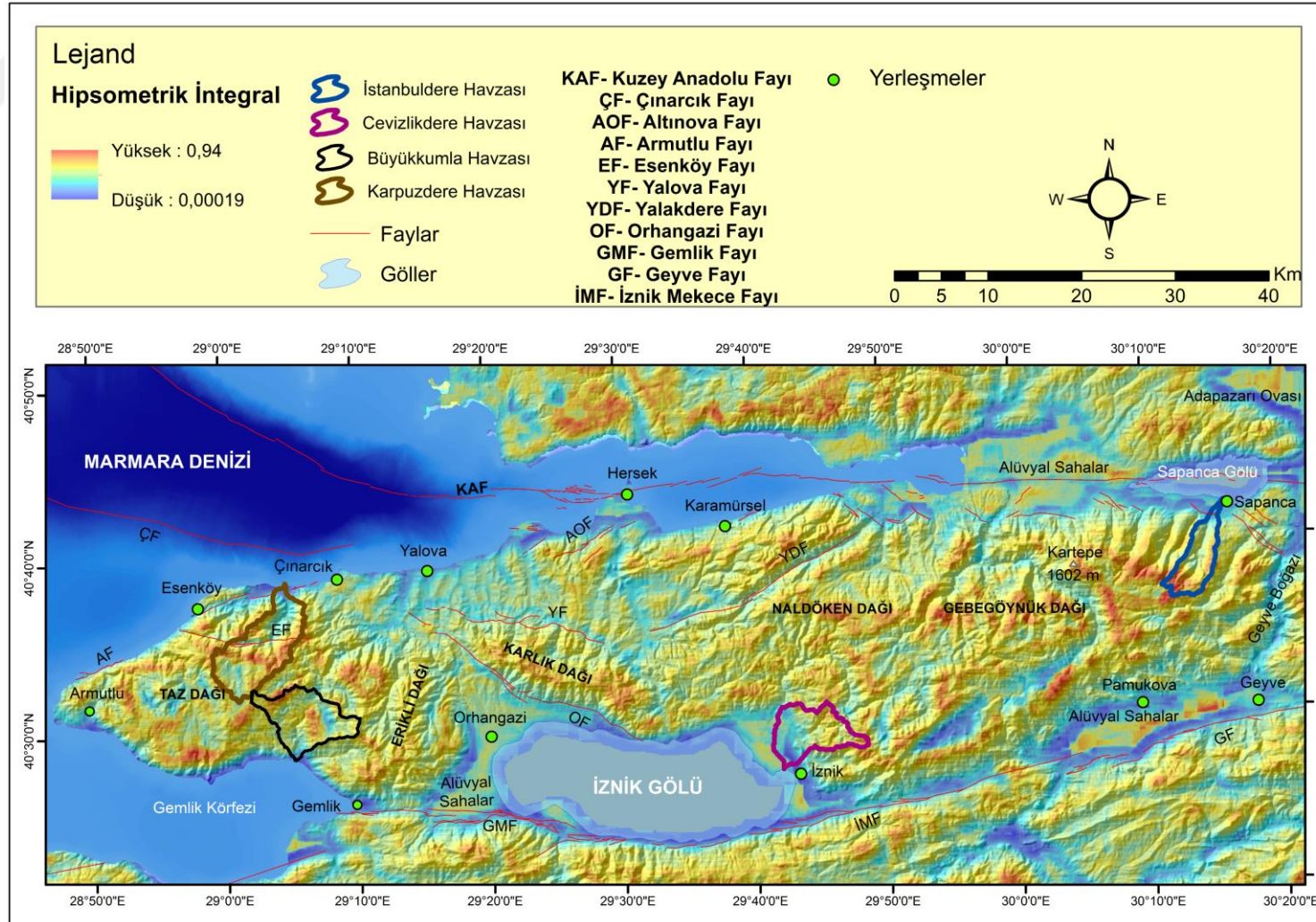
Samanlı Dağları'nın doğu bölümünde merkezi kısımlar haricinde, kuzey cepheler, Gebegöynük Dağı ve çevresi, Geyve Boğazı ve Pamukova depresyonuna inen yamaçlar yüksek engebелilik oranlarıyla temsil edilir. Bu özelliği ile bu bölüm dinamik denge koşullarını yansıtmaktadır.

Samanlı Dağları'nın orta bölümü ise durağan denge koşullarını yansıtmaktadır. Oldukça düşük engebелilik oranları dikkat çekicidir. Bu durum arazinin aşınıp, boşaltıldığı dolayısıyla ciddi ölçüde erozyona maruz kalıp jeolojik zaman ölçeğinde yakın bir zamanda tekrar yükselip erozyona maruz kalmadığından ileri gelir. Birçok araştırma bazı dağların durağan denge koşullarına eriştiğini belirtmektedir. Bu durumda dağların boyut ve şekilleri milyonlarca yıldır stabil bir durum sergiler ve çok az veya hiçbir değişiklik olmadığı durumda erozyon da bu durumdan etkilenir. Çünkü yükselme oranı ile erozyon uyumludur (Pinter ve Brandon, 1997). Ancak aktif faylarla sınırlı olan Karlık Dağı gibi sahalar bir yandan erozyona uğrarken diğer yandan aktif olarak yükselmeye de maruz kaldıkları için yüksek engebелilik oranlarıyla temsil edilir.

Samanlı Dağları'nda en düşük engebелilik, Pamukova depresyonu ve İznik Gölü çevrelerine karşılık gelen ovalardır. Bu düzlük sahaların haricisinde Armutlu Yarımadası'ndaki metamorfik masif (Taz Dağı) dayanıklılık göstererek, düşük engebелiliğin görüldüğü diğer sahadır. Metamorfik masifin görüldüğü bu saha 922 m yükseltiye sahiptir. Armutlu Yarımadası'nın batısından Çınarcık'a kadar yüksek engebелilik oranı dikkat çekicidir. Bu kesimlerdeki Armutlu Fayı, Esenköy Fayı ve Çınarcık Fayları bölgedeki eğim koşullarını değiştirerek engebелilik oranlarında etkili olmuştur. Genel olarak Samanlı Dağları'nın orta bölümü hariç, kuzey cephelerinin hemen hemen tamamı yüksek engebелilik oranına sahiptir. Güney cephelerde ise engebелilik oranları, kuzey cephelere oranla daha düşüktür. Bu koşullar erozyon üzerinde oldukça etkilidir.

Yukarıdaki formül ve denklemlere göre hipsometrik integral üretilmiş, hipsometrik integral değerler haritası oluşturulurken h (yükseklik) verisinden yararlanılmıştır.

Şekil 2.14: Hipsometrik integral değerleri haritası. Yüksek hipsometrik değerler düşük derece gömülmeyi ifade eder.

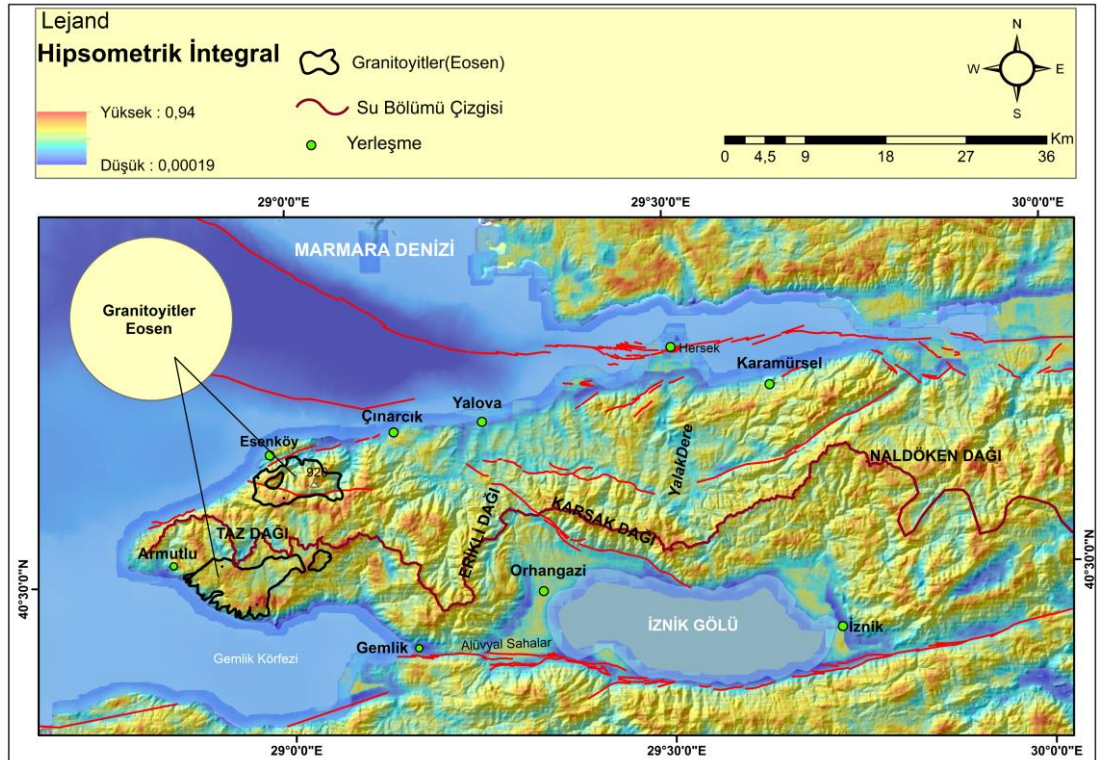


Hipsometrik İntegral değerler haritası incelendiğinde yükseklik kazanmış yüzeyler ile düşük düzeyde aşınımına uğramış seviyeler dikkat çeker. İntegral değerlerinin düşük olduğu alanlar platolara, yüksekliklere, faydan etkilenen sahalara karşılık gelmektedir. Şekil 2.14 incelendiğinde Armutlu yerleşmesinin doğusu, Taz Dağı çevreleri, Karlık Dağı, Gebegöynük Dağı ve Naldöken Dağı yüksek integral değerleriyle temsil edilir. Esenköy Fayı (EF), Yalova Fayı (YF), Orhangazi Fayı (OF), Gemlik Fayı (GF) İznik- Mekece Fayı (İMF) ve Yalakdere Fayı (YF) gibi fayların bulunduğu sahalarda düşük hipsometrik integral değerleriyle temsil edilir ve değerlerde ani kırılmalar görülür (Şekil 2.14). Hipsometrik integral değerlerinin düşük olduğu alanlar genelde akarsu vadilerine ve faylara karşılık gelir. Örneğin Karpuzdere havzasını çevreleyen havza sınırına karşılık gelen kesimler yüksek hipsometrik integral değerleriyle temsil edilirken, akarsuya karşılık gelen alanlar ise düşük hipsometrik integral değerleriyle temsil edilir. Buradaki akarsu, havzadaki tektonik faaliyetlere tepki olarak gömülmüştür. İstanbul'da da benzer durumdan söz edilebilir. Hipsometrik integral değerlerin düştüğü diğer bir alan ise Geyve Boğazına karşılık gelir. Samanlı Dağları'ndaki yükselmelere karşılık, akarsuların gömüldüğü ve yer yer boğazlar oluşturduğu bu sahalarda düşük integral değerleri (yüksek gömülme) ile temsil edilir.

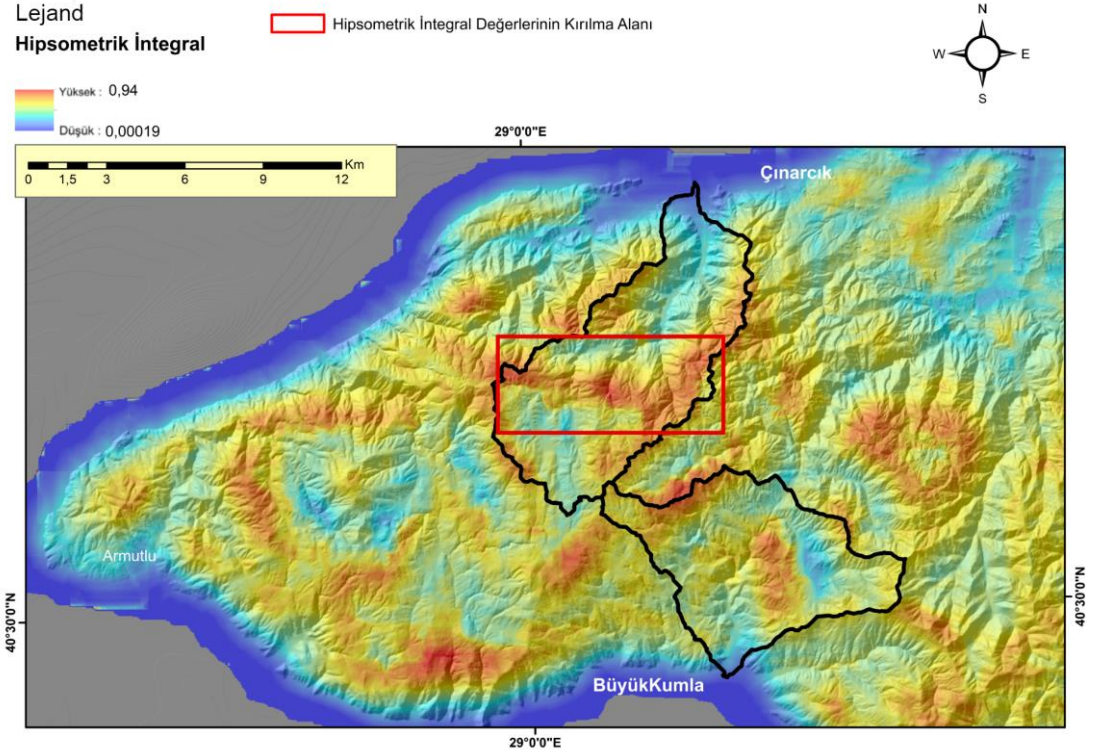
Karpuzdere havzasındaki yükselmelere, alçalmalara ve çarpılmalara tepki olarak akarsu gömülmüş ve kuzeye olan eğime uygun olarak sahayı parçalamıştır. Şekil 2.15'deki haritada Samanlı Dağları'ndaki akarsu havzalarını birbirinden ayıran su bölümü çizgisi gösterilmiş ve akarsuların kuzeye doğru yöneldiği, kuzeydeki akarsu havzalarının kabaca kuzey-güney uzanımına sahip olduğu ve daha uzun boylu akarsulardan oluştuğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda hipsometrik integral değerleri haritasında kuzeye bakan yamaçların düşük değerler (yüksek gömülme)'e sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca fayların bulunduğu sahalarda da çalışma sahasında oldukça düşük integral değerleriyle dikkat çekicidir. Burada dikkat edilmesi gereken diğer bir husus ise fayların farklı karakterde olduğudur. Naldöken Dağı kuzey batısında yer alan fay segmenti (YDF) ile Karpuzdere havzasında yer alan fay segmenti (EF) çok düşük integral değerleriyle arazide önemli bir depresyon oluşturmasıyla dikkat çeker.

Karpuzdere havzasında yer alan normal atımlı fay özelliği gösteren Esenköy Fayı'nın havzadaki etkinliğini belirlemede güzel örneklerden birisini hipsometrik integral değerleri oluşturur. Hipsometrik integral değerler haritasında yüksek değerler düşük gömülmeye, düşük değerler ise yüksek gömülmeye karşılık gelir. Karpuzdere havzasının yukarı çığırları yüksek hipsometrik (düşük gömülme) değerler ile temsil edilirken, faydan havzanın ağız kısmına kadar olan bölüm ise düşük değerler (yüksek gömülme) ile temsil edilir. Faydan havzanın ağız kısmına kadar olan kesim alçalan bloka karşılık gelmekte ve arazideki gömülme oranını etkilemektedir (Şekil 2.16). Bu durum havza içerisindeki eğim koşullarını değiştirmiş ve akarsu bu sahalara gömülmüştür.

Şekil 2.15: Samanlı Dağlarının batı ve orta bölümlerinin hipsometrik integral değerler haritası. Hipsometrik integral değerleri haritasına göre, granitoidlerin farklı gömülme oranları. Su bölümü çizgisinin güneyden geçmesi, Samanlı Dağları'ndaki kuzey cephelerde yer alan akarsuların daha uzun boylu olmasını sağlamıştır. Ayrıca Esenköy'den İzmit Körfezi'ne kadar olan kesimde düşük hipsometrik integral değerleri (yüksek gömülme) dikkat çeker.

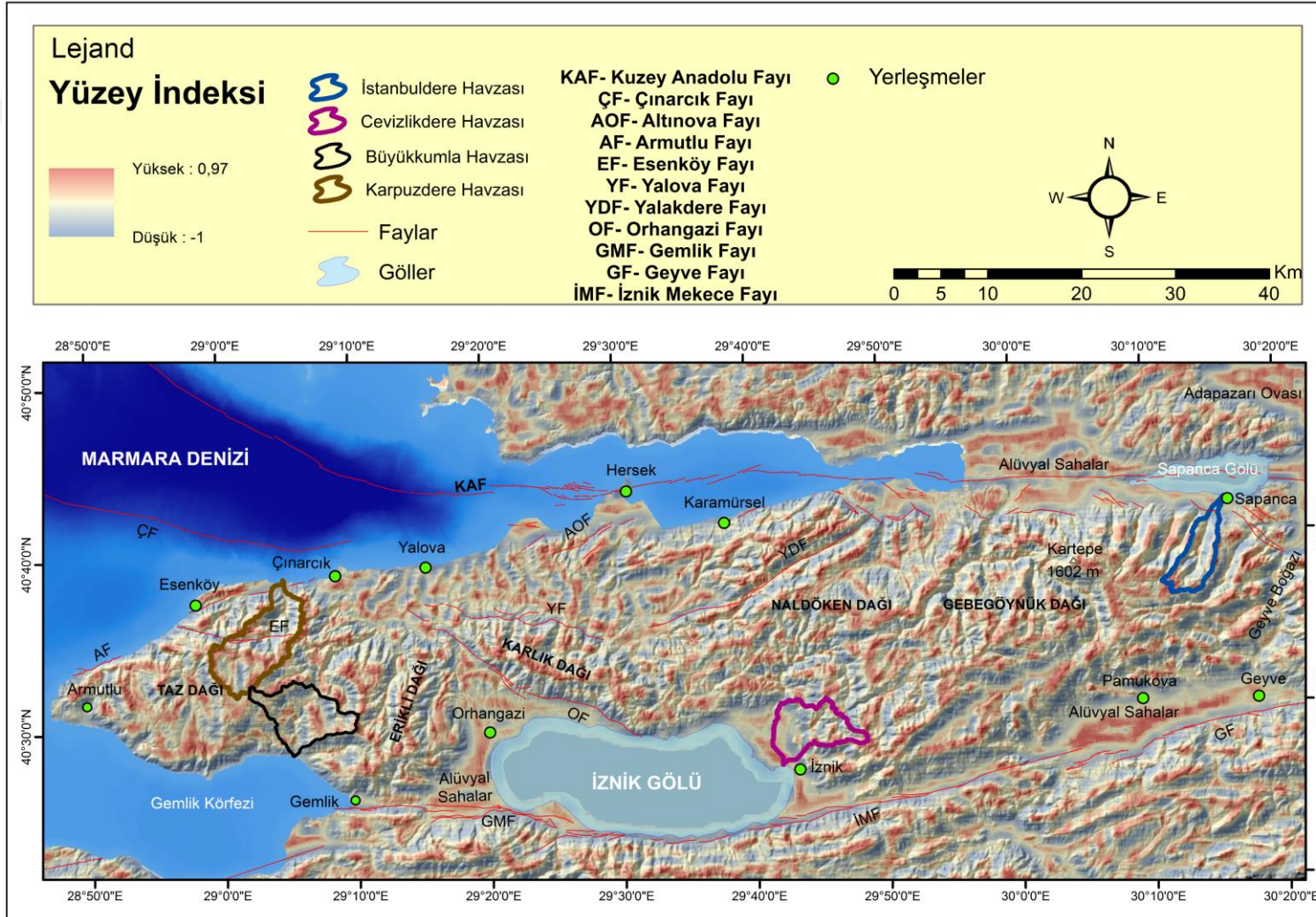


Şekil 2.16: Karpuzdere havzasındaki, hipsometrik integraldaki ani kırılmalar. Kırmızı kutu ile gösterilen alan Esenköy Fayı tarafından denetlenmiş yüzeydir. Bu ani değer değişimi havzanın ağız kesimine kadar düşük integral (yüksek gömülme) değerlerinin oluşumunda rol oynamıştır.



Hipsometrik integral ve yüzey engebelik değerleri hesaplandıktan sonra yukarıda belirtilen denklem kullanarak SI (yüzey İndeks) üretilmiştir. Hipsometrik integrale ait minimum ve maksimum değerler ile yüksekliğin minimum ve maksimum değerleri ve son olarak yüzey engebeliliğin maksimum ve minimum değerleri yukarıdaki formüle göre işleme koyulmuş ve böylece SI (Yüzey İndeks) üretilmiştir (Şekil 2.17).

Şekil 2.17: Hipsometrik integral, yüzey engebелiliđi ve sayısal yükselti modelinden elde edilmiş yüzey indeks haritası. Pozitif değеrler gömölme derecesinin düşük, negatif değеrler ise yüksek düzeyde olduğunu gösterir.



Yüzey indeksi (*SI*) yukarıdaki formülün uygulanmasıyla oluşturulmuş ve buna göre Samanlı Dağları'nın geneli için yüzey indeks değer haritası elde edilmiştir. Yüzey indeksi, bölgedeki taban seviyesi değişikliğine göre akarsuların gömülme oranı hakkında fikir edinmemizi sağlar (Andreani vd., 2014). Genel olarak, Armutlu Yarımadası kıyılarında yüksek kıyı özelliği gösteren, yer yer faylarla denetlenmiş özellikle Bozburun (Armutlu batısı) ve çevresinde yüksek gömülme değerlerine ulaşılmıştır. Bu yüksek gömülmeler yarımada'nın kuzeyi boyunca gözlenmektedir. Karpuzdere havzasında, Yalova yerleşmesinin hemen güneyindeki kabaca K-G doğrultulu vadiler, Hersek Deltasının oluşumunda rol oynayan Yalakdere havzası ve Yalakdere Fayına oturmuş Beyoğlu deresi düşük yüzey indeksi ile temsil edilir. Ayrıca Gebegöynük Dağı'nın doğusundaki Serin dere ve batısındaki Sıcak dere vadileri, Sapanca Gölü güneyindeki yamaçlar, Karsak Dağı kuzey ve güney yamaçları, Pamukova depresyonu ve fayların oluşturduğu depresyonları çevreleyen yamaçlar, düşük yüzey indeksi ile temsil edilen diğer sahalardır. Bu sahalarda yüksek gömülme oranlarına sahiptir.

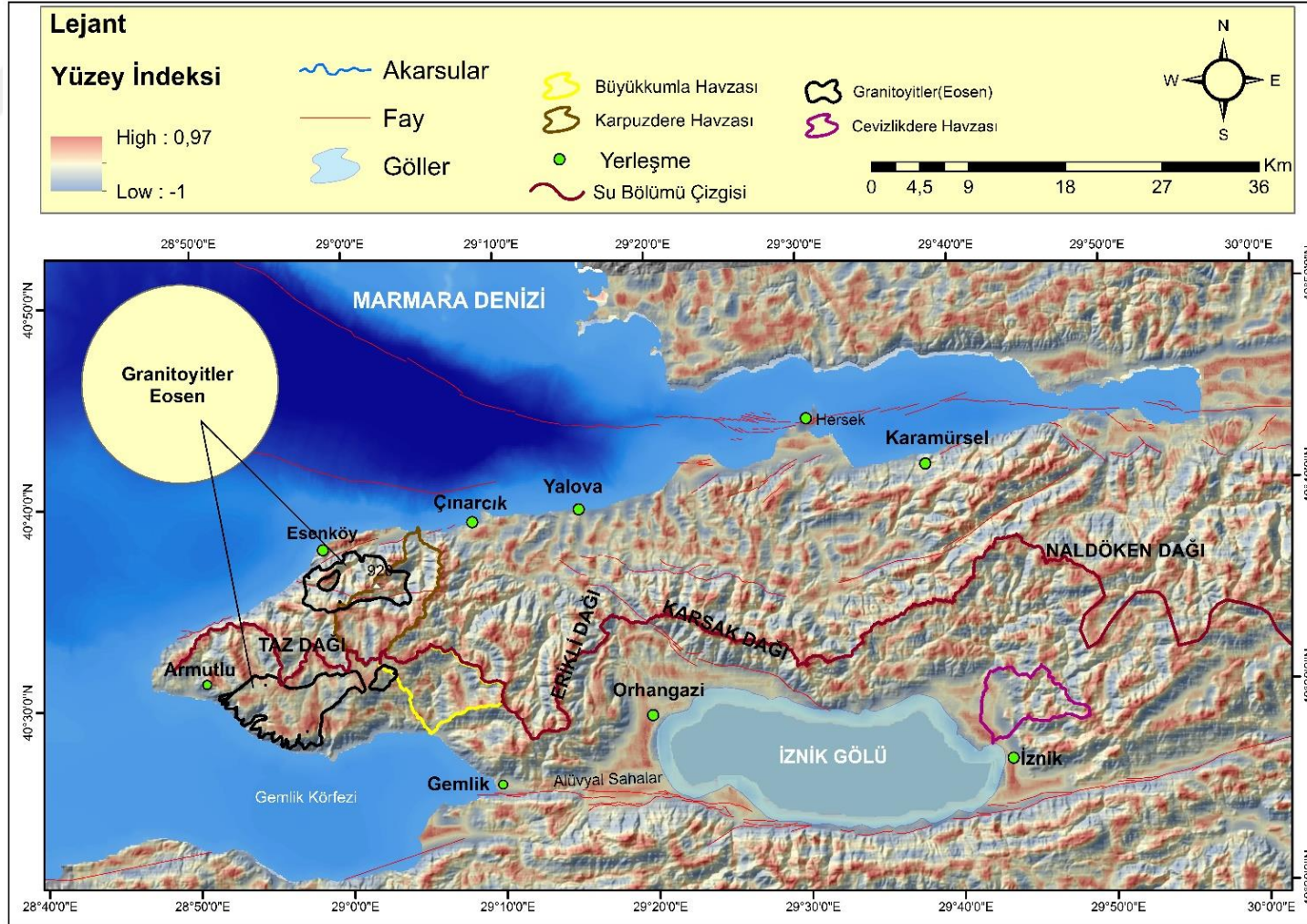
Genel olarak yorumlanan Samanlı Dağları bölgesel olarak farklı karakter göstermektedir. Batı bölümünde yer alan Armutlu Yarımadası'nın kuzey ve güney yamaçlarında (su bölümü dikkate alınarak) engebелilik oranları farklılık gösterir. Kuzey bölümü daha engebелі iken, güney bölümü engebелilik oranı daha düşüktür. Yine Samanlı dağlarının orta ve doğu bölümlerinde de kuzey ve güney yamaçlarındaki engebелilik oranları farklıdır. Hipsometrik integral değerler haritası incelendiğinde Samanlı Dağları'nın kuzey ve güney yamaçlarının farklı değerlere sahip olduğu görülür. Bu durum yüzey indeks değerleriyle de uyumludur (Şekil 2.18).

Genel bir değerlendirmeden sonra (erozyon bakımından anlamlı, değerlerdeki ani kırılmalar), Karpuzdere havzası yüzey indeksi için negatif değerler ile temsil edilir. Havzanın ağız kısmı ve orta kısmından geçen faylar, engebелilik oranının artmasına neden olmuş ve böylece akarsu bu kesimlere gömülmüştür. Bunun sonucunda ağız kısmında etkili olan fay MTA'ya göre olası kuvaterner fayı olarak değerlendirilirken, havzanın orta çıkırından doğu-batı doğrultuda uzanan Esenköy Fayı pleistosen'de yüzey faylanması oluşturan normal faydır. Fayın kuzeyindeki saha daha alçak bir

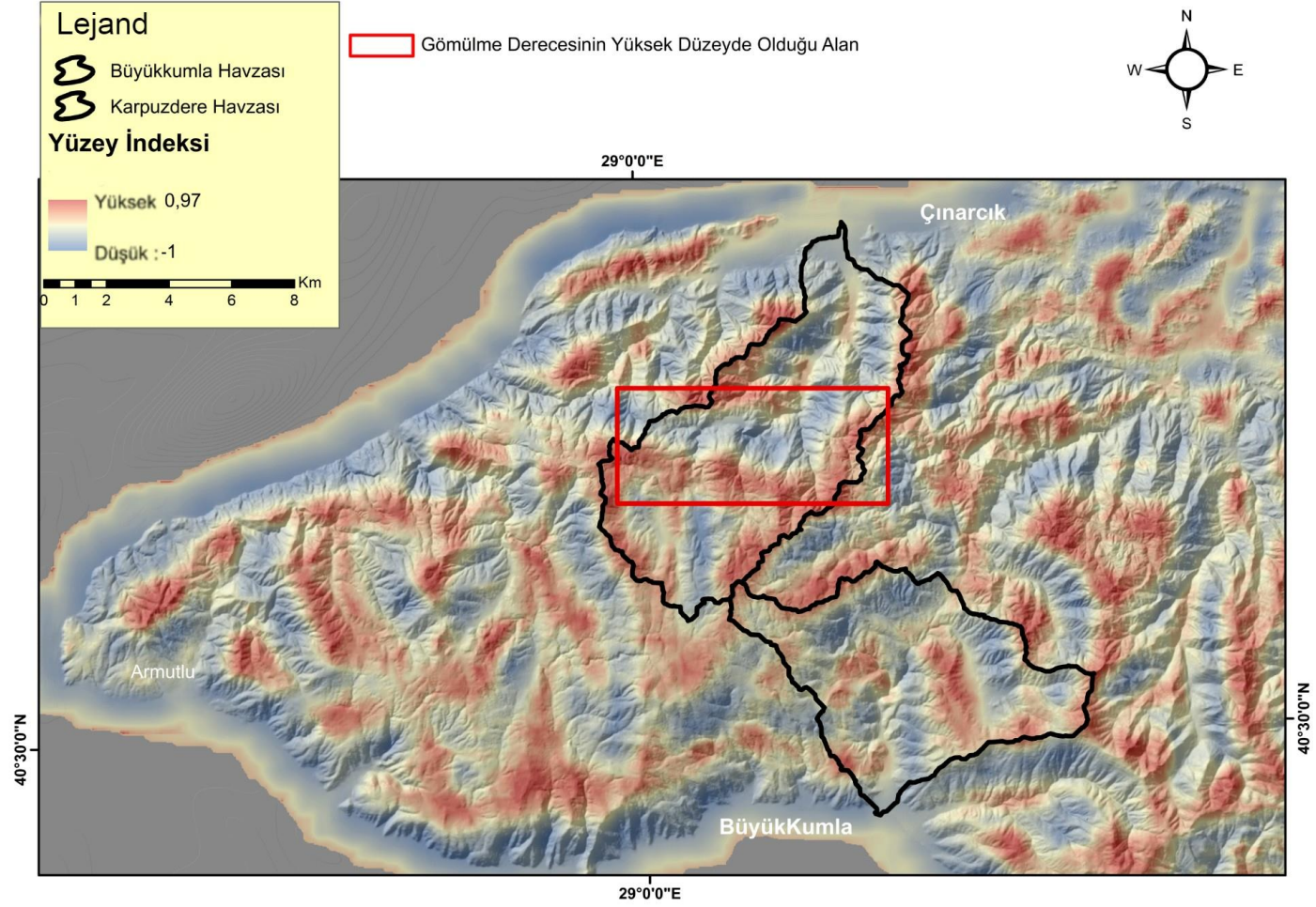
yükseltiye sahipken, güney yönü daha yüksek bir özellik gösterir. Bu özellik normal fayın yapısıyla uyumludur. Fayın uzandığı arazi boyunca engebelilik oranı yüksektir. İntegral değerleri ise düşüktür. Yüzey indeks değerleri ise negatif olup yüksek gömülmeye karşılık gelir. İntegral değerlerinde, engebelilik oranlarında tespit edildiği gibi yüzey indeks oranlarında da Karpuzdere havzası için ani değer kırılmaları dikkat çekicidir (Şekil 2.19).



Şekil 2.18: Su bölümü çizgisine göre belirlenmiş, yüzey İndeksine ait değerlerin dağılımı.



Şekil 2. 19: Esenköy Fayına bağlı, yüzey indeksinde aniden değişen gömülme oranları.

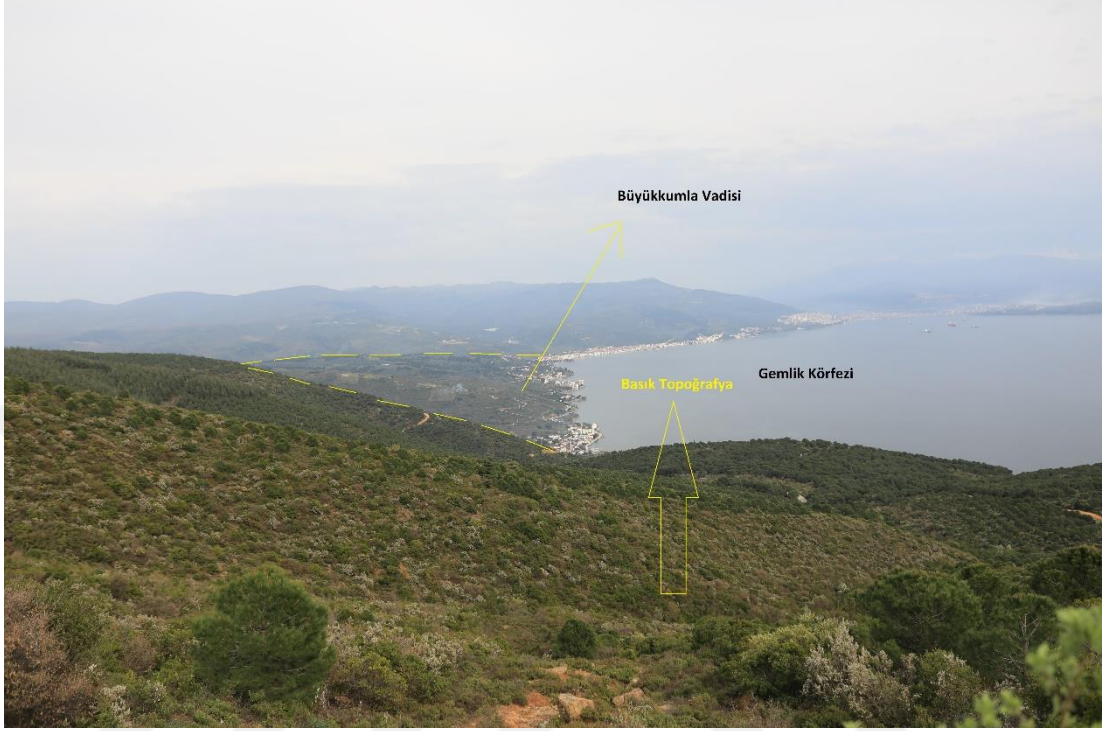


Hemen güneydeki Büyükkumla havzası incelendiğinde, yüzey engebeliliğın Karpuzdereye göre oldukça düşük olduğu, hipsometrik integral değerlerin yalnızca havzanın doğusunda ve aşağı ığırlarında düşük oranlarla (yüksek gmlme) temsil edildiği görülür. Yüzey indeks değerleri haritasında ise gmlme oranları yine karpuzdereye göre düşüktür (şekil 2.19).

İstanbuldere havzası, oldukça yüksek yüzey engebelilik, yamaçlar ve vadi tabanında düşük integral değerleri (yüksek gmlme) ve düşük yüzey indeksiyle (yüksek gmlme) temsil edilir (şekil 2.20). Cevizlikdere havzası ise oldukça düşük engebelilik, yüksek integral değerleri (düşük gmlme) ve yüzey indeks değerlerinin de düşük olduğu görülür (şekil 2.21). Tüm bunların erozyon üzerine etkisi oldukça yüksektir. Genel olarak bakıldığında İstanbul ve Karpuzdere havzaları dinamik denge koşulları yansıtırken, güney de yer alan Cevizlikdere ve Büyükkumla havzaları daha çok durağan denge koşulları yansıtır. Aslında bu durum Samanlı Dağları'nın genel karakterini de yansıtır (şekil 2.18).

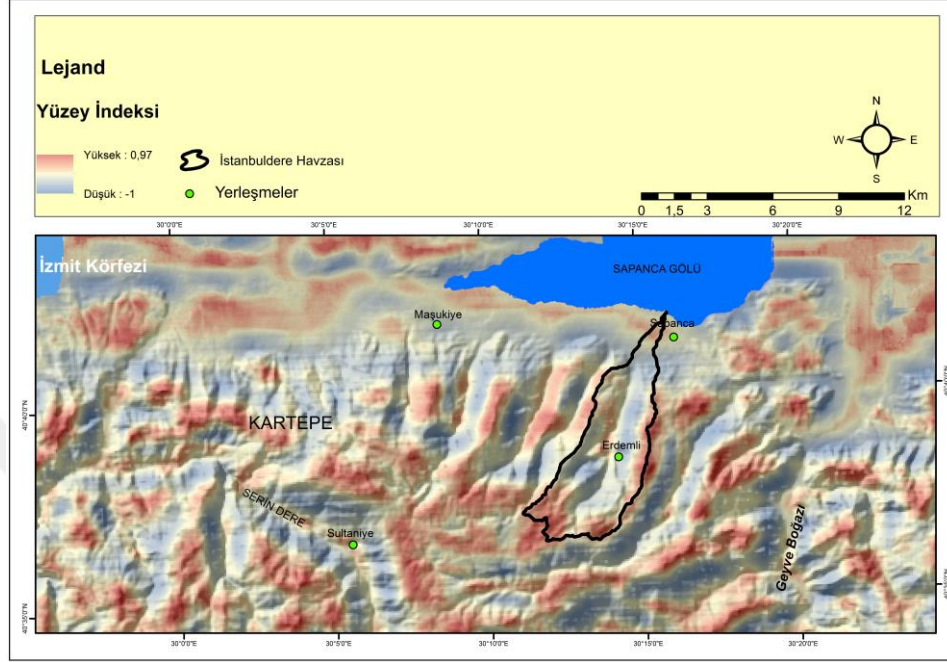
Büyükkumla havza sınırları incelendiğinde, batısının büyük ölçüde erozyona uğrayıp yatıklaştığı, doğusuna karşılık gelen havza sınır hattının batıya göre daha yüksek olduğu görülür. Bu durumu gerek şekil 2.18 de gerekse fotoğraf 2.3'de görmek mümkündür.

Fotoğraf 2.3: Büyükkumla vadisi ve havza sınırlarına karşılık gelen sahalar (doğu yönünde bakış). Basık topoğrafya havza sınırının batı bölümüne karşılık gelmektedir.



Armutlu Yarımadası'nın güney bölümleri kuzeye göre daha fazla erozyona maruz kalarak, olgun topoğrafya özellikleri göstermeye başlamış, jeolojik zaman ölçeğinde ise yakın bir zaman da gençleşme göstermediği anlaşılmaktadır. Bir yandan erozyona uğrayan kuzey cephelere ait vadiler, diğer yandan tektonik faaliyetler etkisi altında sürekli yataklarını derinleştirmiş ve bu cephelerde erozyon döngüsü yenilenerek devam etmiştir. Bu durum erozyon oranları üzerinde belirleyici olmuştur.

Şekil 2.20: İstanbuldere havzasına ait yüzey indeks değerleri.



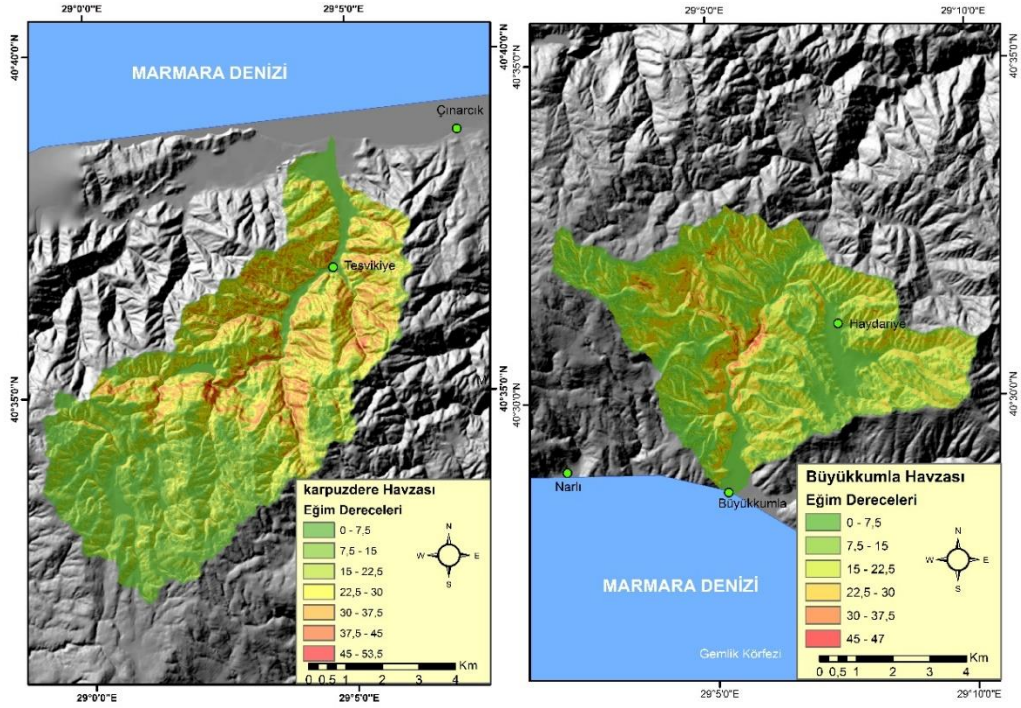
Şekil 2.21: Cevizlikdere havzasına ait yüzey indeks değerleri.



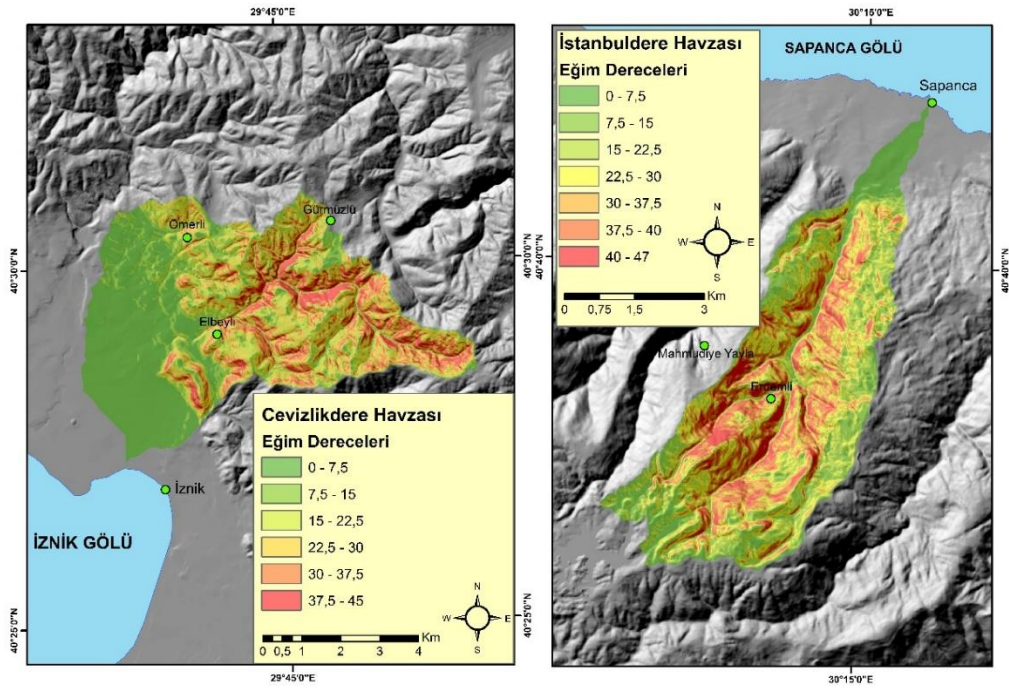
2.2.5. Eğim

Vadi yamacı, tepe yamacı, aşınım yüzeyi, plato yüzeyi ve ova yüzeyi gibi herhangi bir topografya yüzeyinin yatay düzlemle yapmış olduğu açı'ya eğim denir ve 0° ile 90° derece arasında eğim değerleri değişiklik gösterir (Hoşgören, 2014). Eğim; iklim alanlarının belirlenmesinde, yamaçların işlenmesinde dikkate alınır ve bir yerin güneşlenme süresi ve radyasyonla ısınması, aldığı yağış miktarının belirlenmesinde etkilidir (Bilgin, 2006). Jeomorfolojik çalışmalarda ise topografyada farklı devrelere ait aşınım devrelerinin ayırt edilmesinde, epirojenik çarpılmaların ortaya koyulmasında, toprak tetiklerinde ve bir sahanın morfolojik karakterinin belirlenmesinde yamaç eğimleri ayrı bir öneme sahiptir (Bilgin, 2006). Eğimin jeomorfoloji çalışmalarında önemi büyüktür. Bir malzemenin yerçekimi doğrultusunda hareket etmesi, akarsuların eğim koşullarına tepki vererek aşındırma, taşıma ve biriktirme yapması eğim koşullarıyla yakından ilgilidir. Bu doğrultuda eğimin erozyon çalışmalarında etkisi oldukça büyüktür. Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak SYM'den kolay bir şekilde üretilebilir. Çalışma havzalarına ait eğim değerleri üretilmiş ve aşağıda paylaşılmıştır. Buna göre en yüksek eğim dereceleri Karpuzdere havzasında görülür. Ayrıca yüksek eğim derecelerinin dağılışı incelendiğinde İstanbul'da ve Karpuzdere'de eğimli alanlar oldukça geniş alan kaplar (Şekil 2.22 ve 2.23). Özellikle Karpuzdere havzasında fayın denetlediği yüzeyler ve Sapanca Gölü güney yamaçlarını denetleyen faylar bu sahalardaki eğim derecelerini arttırmıştır. Havzalar içerisindeki en yüksek eğim derecesi, Karpuzdere havzasında yer alan Çift Başlı şelaleye karşılık gelir. Bu eğim değerleri, Vf oranları hesaplanırken alınan profillerin karakterini de belirlemiştir. Dolayısıyla vadilerin geniş tabanlı veya "V" şekilli bir karakter göstermesinde eğim değerlerinin etkisi büyüktür.

Şekil 2.22: Karpuzdere ve Büyükkumla havzalarının eğim haritası.



Şekil 2.23: Cevizlikdere ve İstanbuldere havzalarının eğim haritası.



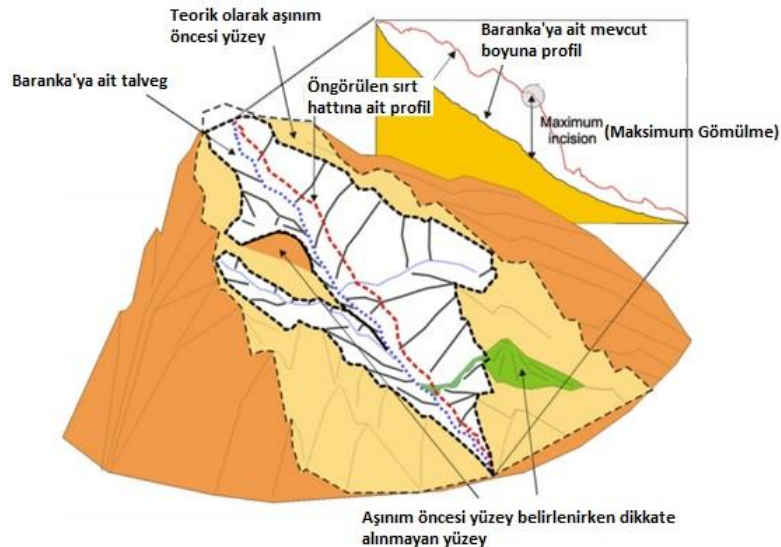
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

HAVZALARA AİT UZUN DÖNEMLİ MİNİMUM EROZYON ORANLARI

3.1. Minimum Erozyon Hacim Hesaplaması ve Erozyon Oranları (Minimum Eroded Volume/Ebulk)

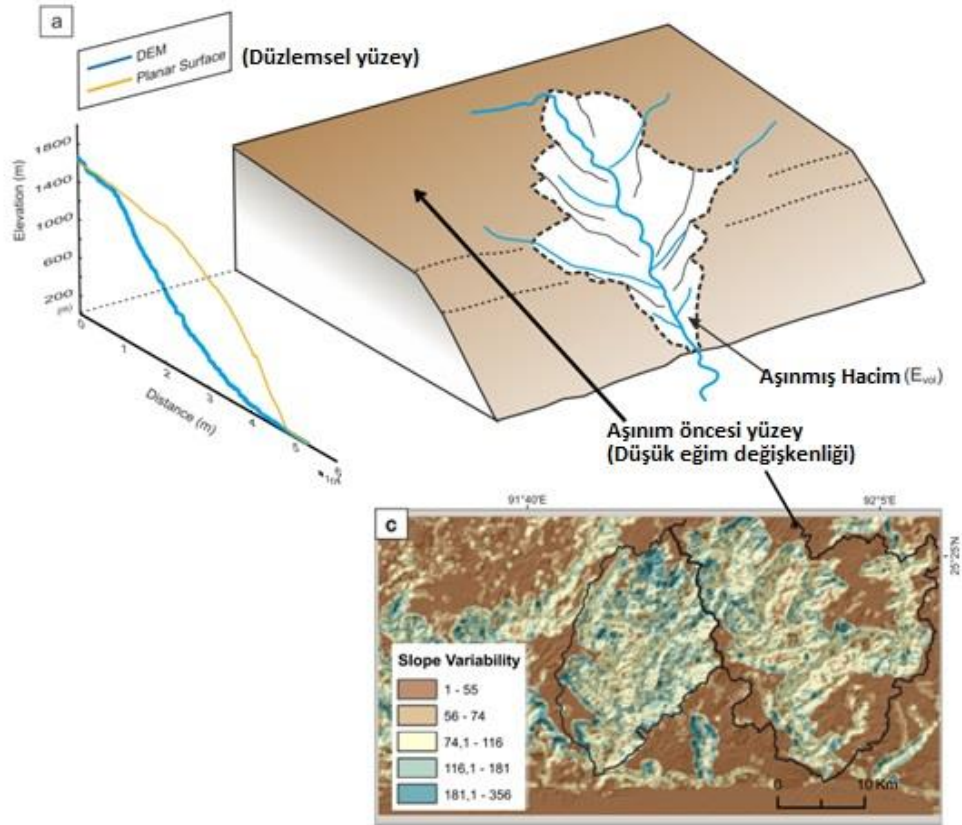
Bu yöntem, bir havzadan ayrılan malzemenin minimum miktarını hesaplamaya yöneliktir. Bu yöntemde SYM kullanılarak her havzanın analizi ile sırt hattı elde edilir. Günümüz yükselti verisinden, akarsuyun araziye parçalamadan önceki yüzeyi (pre-incision) her havza için oluşturulur (Menéndez vd., 2008). Akarsu havzası sınırlarına karşılık gelen yükseltiler, akarsuyun araziye parçalamadan önceki yüzeyini temsil etmiş olur (Şekil 3.1). Bulk Erosion olarak da bilinen minimum erozyon hacmi hesaplama yöntemi, önceki yüzey ile günümüz topografya arasındaki farkın alınması yoluyla oluşturulur (Azañón, vd., 2015). Bu yöntemin dezavantajı, minimum erozyon volüm havza skalasında uzun dönemli erozyonu açıklama da enterflüvün yükseltisini kaybedip alçalmasını içermediği için düşük tahmin verebilir (Azañón, vd., 2015).

Şekil 3.1: Akarsu havzasının aşınım öncesi yüzeyini elde etmede kullanılan, Bulk erozyon yönetiminin örneklendirilmiş şeması. Kesik siyah çizgiler akarsu havza sınırlarını, kesik mavi çizgiler akarsu vadisini temsil eder. Kesik siyah çizgilerin yükseltisi belirlenerek, arazinin ilksel formu oluşturulur (Menéndez vd. (2008)'den düzenlenerek).



Vadilerin dışında kalan, nispeten düz yüzeyler bazı enterflüvler boyunca meydana gelir (Şekil 3.2). Bu enterflüvler, relikt olarak akarsu öncesindeki yarılmamış yüzeyi açığa çıkarır (Rosenkranz vd., 2018). Bu yapılandırma basitçe vadilerden minimum erozyon hesaplanmasına izin verir.

Şekil 3.2: Bulk yöntemine ait parametreler. (a)- Akarsu ağının araziyi aşındırmadan önceki yüzeyi ve aşınmış hacminin şematik gösterimi. Turuncu eğri düz yüzeyi, mavi eğri ise SYM'yi ifade eder. (b) Böylece turuncu yüzeyler akarsuyun araziyi parçalamadan önceki yüzeyi, beyaz ile temsil edilen yüzeyler akarsuya ait havzayı temsil eder. Arazinin ilksel hali ve güncel hali arasındaki fark ise arazinin kaybettiği minimum ölçüde malzeme miktarıdır. (c)- Eğimdeki farklılığı gösterir, kahverengi renkler aşınmadan önceki yüzeyi temsil eder.



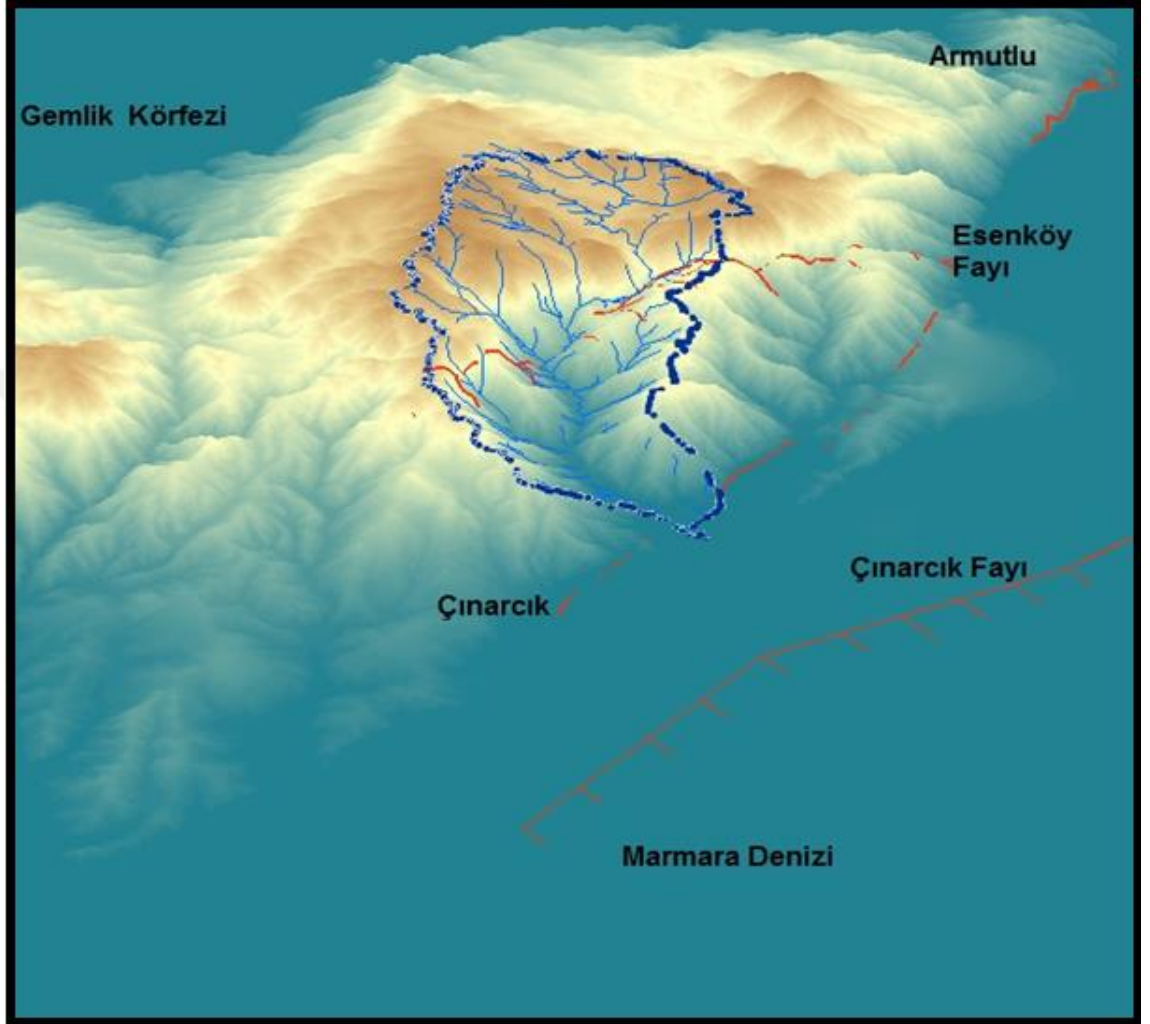
Çalışmamızda Menendez vd. (2008), tarafından kullanılan yöntemle göre minimum erozyon hacim hesaplama yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde günümüze ait havza sınırları yükseltisi verisinden aşınımına uğramadan önceki yüzeye ait katman oluşturulur. Havza sınırları belirledikten sonra bu sınırlara karşılık gelen yükseltilere

nokta ataması yapılır ve her bir noktanın yükseltisi elde edilir. Bu teorik olarak belirlenmiş aşınım öncesi yüzeyi oluşturulurken, havza içindeki sırtlardan kaçınılır ve bu aşınım öncesi yüzeyden “Delanuay triangulation” olarak ifade edilen yöntem ile üçgen yüzeyler oluşturulur. Böylece *EBulk* yöntemiyle havza erozyonunu ölçmek mümkün hale gelir (Menendez vd., 2008). Havza sınırları ve Samanlı Dağları’nı kuzey ve güney olarak ayıran sırt hatları CBS yardımıyla kolayca belirlenebilir. Bu hat ayrıca sahamız için erozyona uğramamış arazinin aşınma öncesi yüzeyini verir. Bu yöntem 10 metre çözünürlüklü sayısal yükselti modeli üzerinde uygulanmıştır. Havza sınırlarını belirlendikten sonra, sayısal yükselti modeli havza sınırlarına göre kesilmiştir. Havza sınırlarına nokta ataması yapılmış ve havzaların belirlenmesi için kullanılan SYM’den havza sınırlarına karşılık gelen yükselti değerleri çıkarılmıştır. Havza sınırlarına karşılık gelen bu yükselti verilerinden SYM tekrar üretilmiş ve elde edilen raster veriyle arazinin ilksel hali oluşturulup, güncel topografyayı yansıtan SYM verisinden çıkartılarak, aradaki fark belirlenmiştir. Burada yeniden üretilen raster verisi, arazinin akarsular tarafından işlenmemiş halini yansıtırken (pre-insicion), 10 metre çözünürlüğündeki SYM veri ise güncel topografyayı temsil eder. Bu iki SYM verisi arasındaki fark ile Sum verisi elde edilir. Daha sonra SYM verimize ait pixel alan (10*10) ve iki SYM arasından gelen fark birbiriyle çarpılır. Böylece m³ cinsinden hacim kaybı bulunur. Bu veri 1.000.000.000.’a bölünerek km³ cinsinden bir değer elde edilir. Erozyon hacim hesaplaması birçok aşamadan oluşmakta ve aşağıdaki formül ile sonuç verisi elde edilmektedir.

$$(\text{Pixel alan} * \text{Sum verisi}) / 1.000.000.000 = \text{mimumum erozyon hacmi (Km}^3\text{)}$$

Minimum erozyon hacmi (E bulk) sonuçlarına göre, Karpuzdere 7.83 km³ (Şekil 3.3 ve fotoğraf 3.1, 3.2 ve 3.3) Büyükkumla havzası 3.83 km³ (Şekil 3.4), İstanbuldere havzası 3.33 km³ (Şekil 3.5) ve Cevizlikdere havzası ise günümüz koşullarıyla havzasından 2.82 km³ (Şekil 3.6) malzeme kaybetmiştir (Tablo 3.1). Ayrıca Samanlı Dağları’nda 33 havzanın minimum erozyon oranları hesaplanmıştır (Şekil 3.7). Böylece yukarıda ifade edilen Samanlı Dağları’nın genelini içeren analizlere ait sonuçlar ile genel erozyon oranları, Samanlı Dağları’nın genelini anlamada büyük bir rol oynamıştır.

Şekil 3.3: Armutlu Yarımadası 3 Boyutlu şematik gösterimi. Karpuzdere havzasına bakış (güneybatı yönünde). Karpuzdere havzasından ayrılan minimum hacim miktarı 7.83 km³.



Fotoğraf 3.1: Karpuzdere havzasının aşağı kesimlerinde yaklaşık 3 m olan depolar. Karpuzdere havzası, yukarı ığırlarda birkaç kol ile doğar ve tüm kollar ana vadiye kısa mesafede ulaşır. Örgülü ve menderesli akış özelliğinden uzak olan bu havza, yüksek enerjili ve yatak eğimi yüksek bir karakter gösterir. Teşvikiye Köyü yakınlarında bulunan bu deponun oluşmasında, akarsu vadisinin genişlemesi, dar ve derin “V” şekilli vadi profilinden uzaklaşması ve eğimin aşamalı olarak azalması, ayrıca akarsuyun enerjisinin düşmüş olması rol oynamıştır.



Fotoğraf 3.2: Kapruzdere havzasının aşağı ığırındaki Teşvikiye köyü yakınlarında, vadi tabanının genişlediği kesimlerde son derece kötü boylanmış akarsu kelleri. Yaklaşık 3 metre olan bu depo (lm çubuğu 2 metre) tabandan yukarıya doğru incelendiğinde düzgün bir derecelenme göstermediği görülür. Ayrıca taşınan malzemenin kenarlı köşeli olması taşınma sırasındaki abrozyon miktarının az olması, fazla taşınmadığını gösterir. Nitekim bu, akarsuyun boyuna profili ile de uyumludur. Bu depolar, Esenköy Fayı'nın oluşturduğu yamaçların hemen kuzeyinde yer alır.



Fotoğraf 3.3: Karpuzdere havzası ve güneye doğru bakış. Yukarı çığırlarına doğru dar ve derin karakter gösteren vadi.



Yukarıda özellikleri açıklanan bu durum Samanlı Dağları geneli için söylenebilir. Samanlı Dağları'ndaki akarsular genelde kısa boylu, yer yer yüksek eğimli bir vadi içerisinde akış göstermekte, özellikle sonbahar ve kış mevsimlerinde yüksek akım değerlerine ulaşmaktadır (Fotoğraf 3.4).

Genelde köşeli ve yer yer yüzeysel sellenmeler ile yuvarlaklaştırılmış malzemeden oluşan bu fotoğraf, Selimiye Köyü (Yalakdere havzası içerisinde) yakınında çekilmiş ve hemen güneybatısında Lütfiye ve Sofular yerleşmeleri bulunmaktadır. Bu yerleşimler Yalakdere Fayı üzerinde kurulu olup, Yalakdere vadisinin gelişimi de bu fay tarafından kontrol edilmiştir. Genelde Samanlı Dağları'nın kuzeyindeki cephelerde yer alan ve K-G uzanan vadiler, bu bölümde farklılık göstermektedir. Yalakdere vadisi KD-GB doğrultusunda uzanmaktadır. Bu durum her şeyden önce KD-GB uzanımlı Yalakdere Fayı (YDF) ile ilişkilidir. Yüzey indeksi

bölümünde YDF olarak tanımlanmış olan bu fay minimum erozyon hacim hesaplamasında ise 16 numaralı havza olarak gösterilmiştir. Bu havza da 9.88 km³ oranında malzeme kaybı hesaplanmıştır. Bu havza, minimum erozyon hacmi hesaplanan 33 havza içerisinde en fazla malzeme kaybı yaşayan havzalardan birisidir.

Fotoğraf 3.4: Samanlı Dağları orta bölümü, Selimiye Köyü yakınları.



Şekil 3.4: Samanlı Dağları batı bölümü'nün şematik gösterimi. Büyükkumla havzasına bakış (kuzeydoğu yönünde). Malzeme kaybı 3.83 km³.



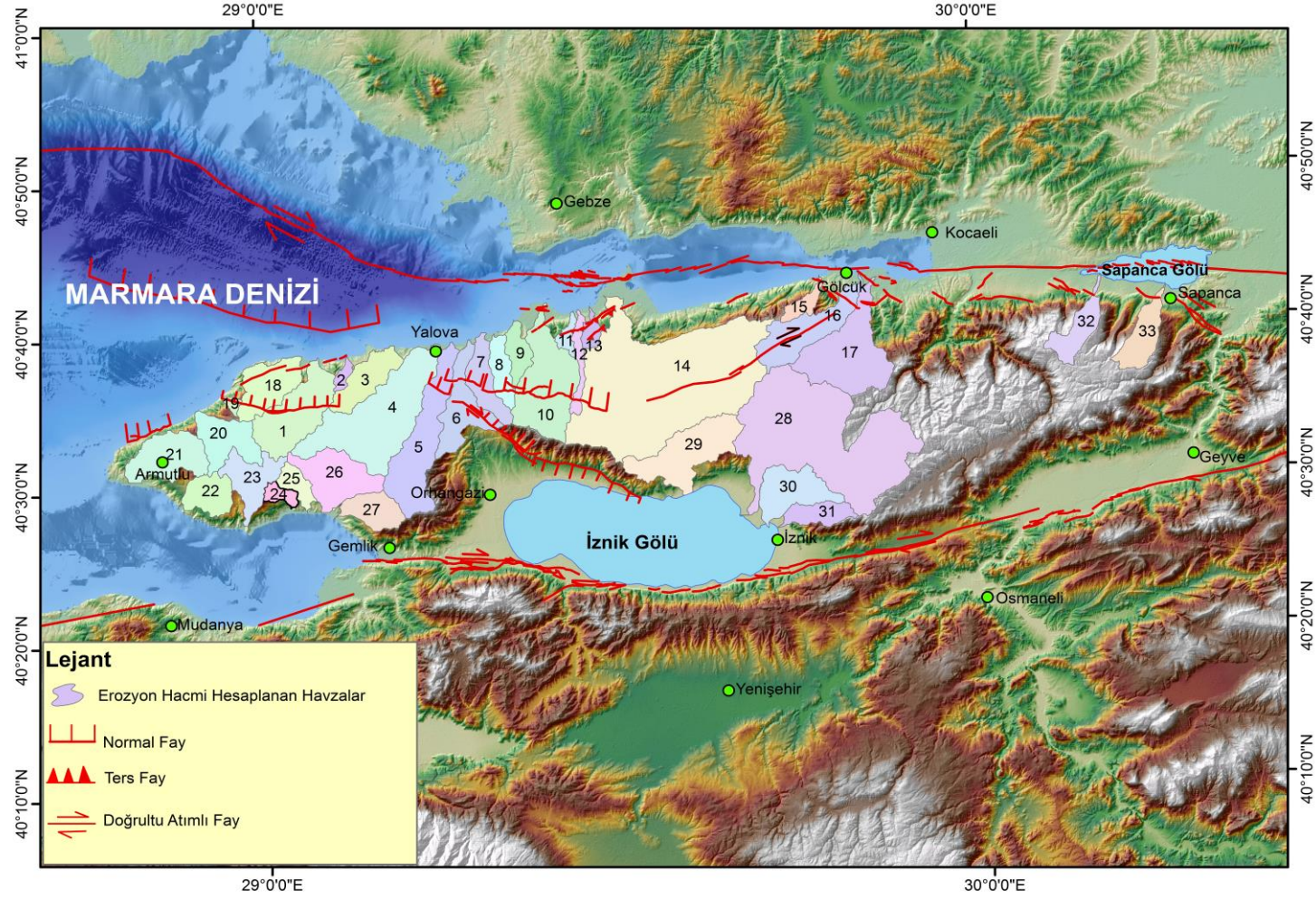
A 3D topographic map of the Sapanca Lake basin. The map shows the lake (Sapanca Gölü) in blue at the bottom center. The surrounding terrain is colored in shades of green, yellow, and orange, indicating elevation. A network of blue lines represents the drainage system, with a green dashed line highlighting a specific sub-drainage area. Labels include 'Pamukova' on the left, 'Kartepe' on the right, and 'Iznik Gölü' in the top right corner. Red dashed lines indicate geological or administrative boundaries.

Tablo 3.1: Havza morfometrisi ve bunlara ait sayısal değerler.

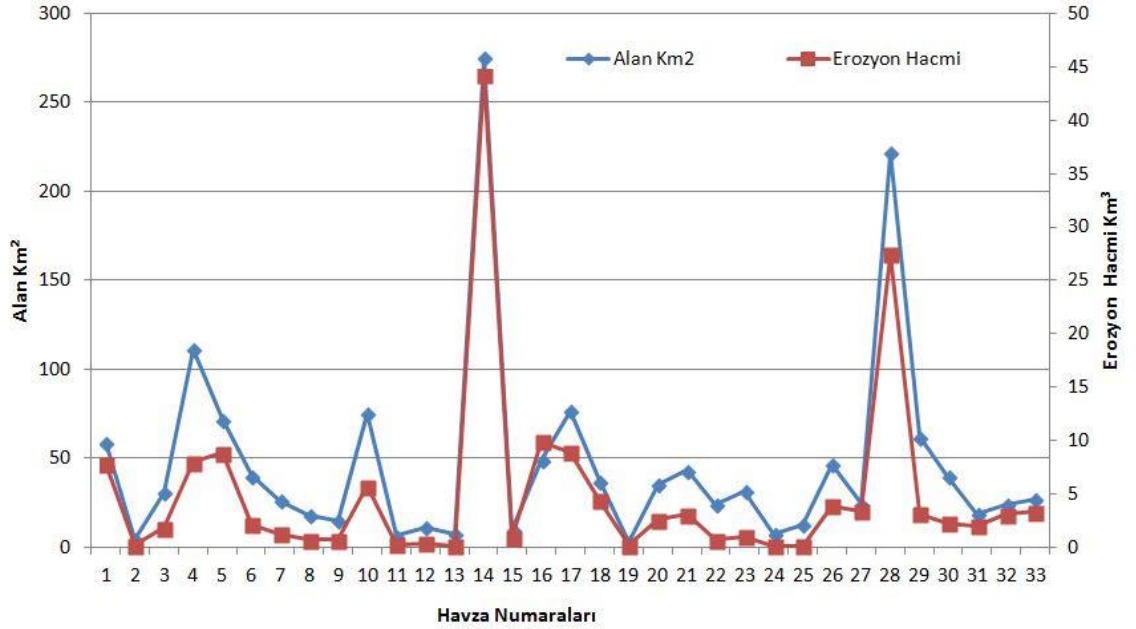
Havzaların Konumu	Havza İsimleri	Alan (km ²)	Maksimum Yükselti(m)	Minimum Yükselti(m)	Hacim Km ³	Smf Oranları	Hi Oranı
Kuzey Cephe	Karpuzdere Havzası	59	917	0	7.83	2.15	0.62
Kuzey Cephe	İstanbul Dere Havzası	27	1236	32	3.33	1.75	0.53
Güney Cephe	Cevizlik Dere Havzası	39	940	83	2.28	3.43	0.34
Güney Cephe	Büyükkumla Havzası	46	908	0	3.83	2.33	0.45

Tablo 3.1’de erozyonu etkileyen diğer faktörlerin de sayısal değerlerine yer verilmiştir. Yükselti, ayrışmayı hızlandırmak ve yağış koşullarını kontrol etmek gibi birçok yönden araziye etkileyebilir. Dağların uzadıkça erozyon oranı arttığı ve kısaldıkları bilinir (Pinter ve Brandon, 1997). Havzaların alanları ve erozyon arasındaki ilişkisi şekil 3.8’de açıklanmış olup Smf ve Hi değerlerinin erozyon üzerinde etkisi yukarıda açıklanmıştır.

Şekil 3.7: Samanlı Dağları'nda erozyon hacmi hesaplanan havzalar.



Şekil 3.8: Erozyon hacmi hesaplanan havzalar ile havzaların alanları.



Şekil 3.8 incelendiğinde de ilk olarak havzaların alanları arttıkça erozyon hacimlerinin de arttığı düşünülebilir. Ancak, havza alanları ile erozyon hacimleri arasında doğrudan bir ilişki yoktur. Örneğin 1 numaralı havza ile 10 numaralı havzanın alanları birbirinden farklıdır. 1 numaralı havzanın alanı 59.1 km² iken 10 numaralı havzanın alanı 75.5 km²'dir. Havzaların erozyon oranları ise sırasıyla 7.83 km³ ve 5.7 km³'dir. Aynı durum 14 numaralı havza ve 28 numaralı havza içinde geçerlidir. 14 numaralı havza 275 km² ve 44.2 km³ erozyon oranına sahipken, 28 numaralı havza 222 km² ve 24.44 km³ erozyon oranına sahiptir. 28 numaralı havzanın erozyon hacmi 14 numaralı havzanın erozyon hacminin neredeyse yarına eşittir. 1 km³, 1.000.000.000 m³ eşit olduğu düşünülürse, fark oldukça büyüktür. 16 ve 17. havzalar da alan ve erozyon hacimleri bakımından sırasıyla, 49.1 km² ve 9.88 km³; 76.65 km² ve 8.94 km³'dir. Kuşkusuz havzaların büyüklükleri erozyon oranlarını etkileyebilir fakat erozyonu etkileyen tüm faktörler göz önüne alındığında erozyon oranları daha anlamlı hale gelir. Örneğin 16 numaralı havzanın erozyon oranının yüksek olması, vadinin faylar tarafından kontrol edilmesiyle ilişkilidir. 14 numaralı havzanın erozyon miktarı üzerinde havzanın alanı (su toplama havzasının genişliği) etkili olduğu gibi, bitki örtüsünün en fazla tahrip edildiği alan, havzanın yukarı çığırlarının faylar tarafından denetlenmesi ve litoloji (filiş) gibi faktörler etkili olmuştur.

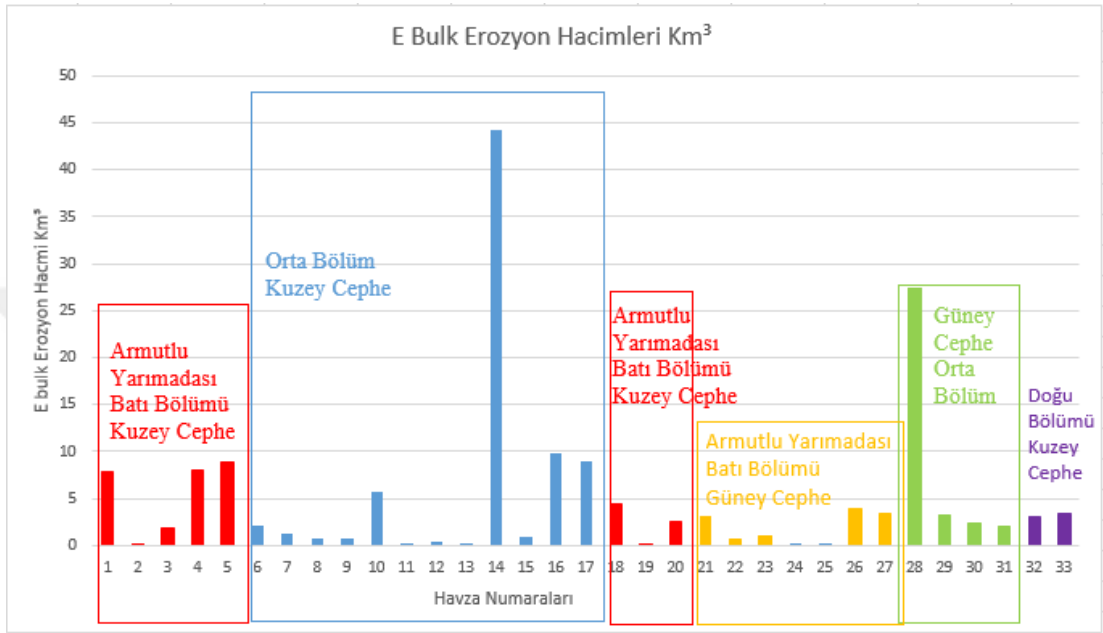
Genel olarak Samanlı Dağları'nın erozyon miktarları incelendiğinde kuzey cephelerin güney cephelere oranla daha fazla erozyon miktarlarına sahip olduğu açık bir şekilde görülür. Samanlı Dağları'nda, minimum erozyon hacmi hesaplanan havzaların konumları ve alanları aşağıdaki tabloda paylaşılmıştır (Tablo 3.2 ve şekil 3.9).

Tablo 3.2: Samanlı Dağları'nda yer alan havzaların konumu ve erozyon oranları.

Havza Numarası	Alan Km ²	Erozyon Hacmi Km ³	Samanlı Dağları'ndaki Konumu
1	59,1	7,83	Kuzey Cephe-Batı Bölümü
2	4,81	0,22	Kuzey Cephe-Batı Bölümü
3	30,87	1,85	Kuzey Cephe-Batı Bölümü
4	111,2	7,97	Kuzey Cephe-Batı Bölümü
5	72	8,85	Kuzey Cephe-Batı Bölümü
6	40,3	2,13	Kuzey Cephe- Orta Bölümü
7	26,36	1,28	Kuzey Cephe- Orta Bölümü
8	17,93	0,7	Kuzey Cephe- Orta Bölümü
9	15,38	0,71	Kuzey Cephe- Orta Bölümü
10	75,5	5,7	Kuzey Cephe- Orta Bölümü
11	6,5	0,28	Kuzey Cephe- Orta Bölümü
12	11,38	0,36	Kuzey Cephe- Orta Bölümü
13	7,4	0,11	Kuzey Cephe- Orta Bölümü

14	275	44,2	Kuzey Cephe- Orta Bölümü
15	9,83	0,92	Kuzey Cephe- Orta Bölümü
16	49,1	9,88	Kuzey Cephe- Orta Bölümü
17	76,65	8,94	Kuzey Cephe- Orta Bölümü
18	37,31	4,44	Kuzey Cephe-Batı Bölümü
19	3,16	0,22	Kuzey Cephe-Batı Bölümü
20	35,19	2,57	Kuzey Cephe-Batı Bölümü
21	43,39	3,09	Güney Cephe-Batı Bölümü
22	24,1	0,71	Güney Cephe-Batı Bölümü
23	31,82	1,02	Güney Cephe-Batı Bölümü
24	7,59	0,17	Güney Cephe-Batı Bölümü
25	12,76	0,15	Güney Cephe-Batı Bölümü
26	46,93	3,83	Güney Cephe-Batı Bölümü
27	24,45	3,4	Güney Cephe-Batı Bölümü
28	221,7	27,44	Güney Cephe- Orta Bölümü
29	62,02	3,17	Güney Cephe- Orta Bölümü
30	39,96	2,82	Güney Cephe- Orta Bölümü
31	19,08	2,02	Güney Cephe- Orta Bölümü
32	24,36	3,07	Kuzey Cephe- Doğu Bölümü
33	27,38	3,33	Kuzey Cephe- Doğu Bölümü

Şekil 3.9: Havzaların konum ve minimum erozyon hacimleri arasındaki ilişki.



Samanlı Dağları'nın kuzey ve güney cepheleri ile batısı, ortası ve doğusu birbirinden farklı faktörlerin denetimi altındadır. Şekil 3.9 incelendiğinde kuzey cephe de batı bölümünde yer alan 1, 4 ve 5; orta bölümde 10, 14, 16 ve 17 numaralı havzalar ve güney cephede yalnızca 28 numaralı havza, erozyon oranları bakımından dikkat çekicidir. Armutlu Yarımadası'nda 15 havzanın erozyon oranı hesaplanmış olup bunların 7 tanesi güney cephede yer alırken 8 tanesi ise kuzey cephede yer alır. Güney cephede yer alan havzaların hiç biri erozyon oranları bakımından 5 km³ üzerine çıkmazken, kuzey cephede 3 havza bu oranın üzerine çıkıp, bir havza ise 4.44 km³ erozyon oranına sahiptir.

Derin vadilerin oluşmasında her şeyden önce su varlığı çok önemlidir. Kanarya Adalarında gelişim göstermiş radyal drenaj ağına ait 58 havza belirlenmiş ve derinlemesine yarılmış vadilerin, adanın jeolojik olarak daha yaşlı KB kesimlerinde meydana geldiği ve nemli sahalarda olduğuna dikkat çekilmiştir (Menendez vd, 2008). Nitekim Menendez vd. (2008) tarafından tespit edilen bu durum bizim çalışma sahamızda da aynı karakteri gösterir. Yaklaşık 3.5 milyon önce Marmara

Denizi ve çevresinde etkili olan KAF, günümüze kadar etkinliği sürdürmüştür (Yaltırak, 2002). Marmara Denizi çevresinde 164 lokalitede belirlenen denizel taraçaların 97 tanesinin farklı seviyelerde ve yaşlarda olduğu tespit edilmiştir. Marmara Denizi'nin kuzey ve güneyinde yer alan, örneğin kuzey kıyılarındaki Hoşköy ile güneyde Kapıdağ Yarımadası'nda yer alan Hamamlı'daki denizel taraçaların seviyeleri 110 m de olup bu taraçalar birbirleriyle uyum içerisinde iken Karamürsel güneybatısındaki Kılıçlarda 520.000-550.000 yıl yaş verilen ve 180-190 m'lerde bulunan Çavda seviyesi (Bargu ve Sakıncı, 1989), Çanakkale Sarıyarlar'da 1-2 m seviyelerinde (Erol ve İnal, 1980) bulunur. Orijinal olarak Çavda seviyesi 95-110 m'lerdedir. Böylece Kılıçlarda 80 m'lik bir yükselme söz konusu iken, Sarıyarlar'da 93-94 m'lik bir alçalma olmuş olmalıdır (Ertek vd., 2003). Marmara Denizi kıyılarında denizel taraçaların büyük bir kısmı neotektonik hareketlere bağlı olarak ilksel durumlarını kaybetmişlerdir (Ertek vd., 2000). Bölgenin tektonik faaliyetlere ve sismik hareketlere oldukça hassas olması, bölgedeki drenajı etkilemiş ve uzun dönemli erozyon oranları üzerinde etkili olmuştur.

Samanlı Dağları'nda analizi yapılan, 22 havza kuzey, 11 havza ise güney cephede yer almakta, bu havzaların erozyon oranlarındaki farklılığı tektonik faaliyetler ve iklim kontrolünde gerçekleşmiştir. Yıllık 1400 mm yağış miktarı üzerine çıkan zirveler, özellikle 1400 mm civarında yağış alan kuzey ve güneyi birbirinden ayıran su bölümü hattına karşılık gelen yükseltiler, kuzey cephedeki akarsuların akım miktarı üzerinde belirleyici rol oynar. Ayrıca kuzey cephelerin güney cephelere oranla yüksek tektonik aktivitesi sonucunda meydana gelen yükselmeler, alçalmalar, çarpımalara tepki olarak akarsular bu yüzlere gömülmüştür. Bunun sonucunda 33 havzadan 5 km³ erozyon hacmi üzerine çıkan havza sayısı sekiz olup bunlardan yedi tanesi kuzey ve bir tanesi ise güney cephede yer alır. Ayrıca Samanlı Dağları'ndaki Soğukdere ve Serindere havzaların sonuçları bu çalışmaya yetiştirilememiştir. Kuzey cephede yer alan bu havzanın Samanlı Dağları'ndaki en yüksek erozyon postansiyeline sahip olabileceği düşünülmektedir.

SONUÇ

Akarsu havzalarına uygulanan hipsometrik eğri ve integrale ait analizlerde, Karpuzdere havzası için dış bükey bir eğri (daha genç) ve bu eğriyi İstanbuldere

havzası takip ederken, Büyükkumla ve Cevizlikdere havzaları ise iç bükey eğriye sahiptir. Bu havzaların hipsometrik integral değerleri ise Karpuzdere havzasında 0.62, İstanbuldere havzasında 0.53, Büyükkumla havzasında 0.45 ve Cevizlikdere havzasında ise 0.34'dür. Karpuzdere havzası bu oran itibarıyla genç safhaya karşılık gelirken, İstanbuldere genç-olgun safha arasında, Büyükkumla havzası olgun ve Cevizlikdere havzası ise yaşlılık safhasına yakındır. Karpuzdere havzasında, çukurlukların göller ile kaplı olması ayrıca akarsuların enine profillerinin "V" şeklinde olması genç bir topoğrafyaya işaretir. Bu durum dinamik denge koşullarına sahip Armutlu Yarımadası ile uyumludur. Samanlı Dağları'nın güney yüzlerindeki topoğrafya ise bu görünümünden uzak olup, daha basık bir topoğrafya karakteri sunar. İstanbuldere ve Karpuzdere havzaları iklim ve tektonik faaliyetlerden etkilenmiş genel olarak kuzey cephelerin erozyon oranlarıyla uyumlu bir gelişim göstermiştir. Güney cephelerde ise erozyon oranları genel olarak güney yüzlerdeki erozyon oranları ile uyumludur.

Dağ önüne uygulanan Smf oranları 1.75 (İstanbuldere havzası) ile 3.43 (Cevizlikdere havzası) arasında değişmektedir. Yüksek Smf oranları, çalışma sahasının kuzey cephelerinde görülmektedir. Samanlı Dağları'nın kuzeyinde tektonizmanın etkisi açık bir şekilde hissedilir.

Vf indis oranları, kuzey cephede yer alan akarsu havzalarında, 1'in altındaki değerler ile temsil edilir. Bu sahadaki vadiler dar ve derin şekilde yarılmıştır. Buna karşılık güney cephelerde değerler yer yer 1'in üzerine çıkar.

Çalışma sahasına uygulanan yüzey analizine göre, kuzey cephelerin hipsometrik integral değerleri bakımından düşük integral (yüksek gömülme), engebeliliğin yüksek ve negatif yüzey indisi oranları (gömülme oranı yüksek) ile temsil edildiği görülmektedir. Bu durumu kuzey cephelerde yer alan faylar denetlemektedir. Çınarcık ve Termal yerleşmelerinin güneyinde yer alan piroklastik maddeler aşınma karşı fazla direnç göstermeyen birimler olup yüzey süreçlerinden etkilenmiştir. Ayrıca Yalova'nın doğusundaki kilaşı, siltaşı, marn birimleri ile Karamürsel güneyindeki fişiş, kumtaşı, konglemara birimleri ve Gölcük güneyinde yer alan metasiltaşı ve metakumtaşları ile piroklastik maddelerden oluşan litoloji aşınma karşı fazla dirençli birimler olmayıp yüzey süreçlerinden etkilenmiş ve düşük

hipsometrik integral ve negatif yüzey indisi ile temsil edilmiştir (Şekil 2.14 ve şekil 2.17). Özellikle batı da Esenköy'den itibaren Karsak Dağı'nın doğusuna kadar, Samanlı Dağları'nda D-B uzanımlı Esenköy Fayı ve Yalova Fayı Samanlı Dağları'nın kuzey cephelerindeki eğim koşullarını değiştirmiştir (Şekil 2.13). Bu faylar eğim atımlı normal fay olup, bu fayların kuzeyi tavan blok yönündedir. Dolayısıyla Esenköy'den Karlık Dağı doğusuna kadar olan kesim alçalan bloğa karşılık gelirken, akarsu bu sahaları aşındırarak değişen eğim koşullarına tepki vermiştir. Özellikle, Karpuzdere havzasında uygulanan hipsometrik eğri ve integral de Esenköy fayına ait eğim kırıklığı tespit edilmiş ve arazi gözlemleri sırasında bu eğim kırıklığı ile uyumlu su düşüşleri gözlenmiştir (Şekil 2.1 ve fotoğraf 2.1). Bu koşullar altında, Samanlı Dağları'nda esas olarak belirlenen, 4 havzanın erozyon oranları ise Karpuzdere havzası 7.89 km^3 , Büyükkumla havzası 3.83 km^3 , İstanbuldere havzası 3.33 km^3 ve Cevizlikdere havzası ise günümüz koşullarıyla havzasından 2.82 km^3 malzeme kaybetmiştir.

Samanlı Dağları'ndaki havzaların minimum oranda kaybettiği malzeme miktarının geneline ait, günümüze dek uzun dönemli erozyon oranları incelendiğinde, kuzey cephelerde yoğunlaştığı ve 1 numaralı havzanın 7.83 km^3 , 4 numaralı havzanın 7.97 km^3 , 5 numaralı havzanın 8.85 km^3 , 14 numaralı havzanın 44.2 km^3 , 16 numaralı havzanın 9.88 km^3 ve 17 numaralı havzanın ise 8.94 km^3 erozyon oranlarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu havzaların ortak özelliği, faylar tarafından denetlenmesi ve daha nemli yamaçlarda yer almasıdır.

Samanlı Dağları'ndaki morfometrik analiz ve indis hesaplamalarına göre erozyon oranlarının belirlenmesinde ve erozyonu yönlendirilmesinde birden fazla faktör etkili olmuştur. Samanlı Dağları'nda başta iklim olmak üzere eğim, bakı gibi jeomorfolojik özellikler ayrıca tektonik faaliyetlerin türü ve sıklık ile şiddeti, bitki örtüsü, litolojik özellikler ve insan faaliyetleri son derece karmaşık bir şekilde dağılışı göstermiş ve bu faktörlerin her biri erozyon oranlarını etkilemiştir.

Bu doğrultuda Samanlı Dağları'nın doğu, orta ve batı bölümleri ayrıca bu bölümlerin kuzey ve güney yüzleri farklı faktörler tarafından kontrol edilmiştir. Batı bölümde özellikle su bölümü çizgisini takiben kuzey cepheler dinamik denge koşullarını yansıtırken, güney cepheler ise durağan denge koşullarını yansıtmaktadır (Şekil 2.15,

2.18). Ayrıca Samanlı Dağları'nın orta bölümü büyük ölçüde aşınmış, doğu ve batı bölümlerine göre, içi boşaltılmış çukur özelliği kazanmıştır. Samanlı Dağları'ndaki su bölümü hattı batıda Taz Dağ'dan başlayarak, Erikli, Karlık, Naldöken ve Gebegöynük Dağları'nı takip ederek doğuya doğru uzanır. Bu dağların oluşumunda tektonik hareketler önemli bir rol oynamıştır. Böylece su bölümü hattı Samanlı Dağları'nda güneye çekilmiş ve bu durum kuzey yüzlerdeki akarsu boylarının uzun olmasına neden olmuştur. Ayrıca bu durum eğim koşullarını da etkilemiştir. Bu koşullara ek olarak daha nemli olan kuzey yüzlerde, yüksek akım koşulları söz konusudur. Tüm bunlar kuzey yüzlerde, akarsuyun hidrolik açıdan aşındırmasına olumlu katkı yapmıştır. Böylece kuzey yüzler bir taraftan yüzey süreçleri kontrolüne girerken diğer taraftan tektonik hareketler kontrolünde sürekli gençleşmeye maruz kalmıştır. Bu iki gücün karşılıklı etkileşimi Armutlu Yarımadası kuzey yüzlerinde açık bir şekilde görülmekte, akarsuyun aşındırmasına rağmen tektonik hareketler sahayı gençleştirmektedir. Bu yüz, tamamen dinamik denge koşullarını yansıtmaktadır. Armutlu Yarımadası güneyi ise alçak yükseltiler haricinde çoğunlukla durağan denge koşullarını yansıtır. Samanlı Dağları'nın orta bölümü ise çoğunlukla Karlık ve Naldöken Dağları haricinde erozyona maruz kalarak boşalmıştır. Orta bölüme ait güney cephelerinde ise yalnızca adı geçen dağların güney yamaçlarında erozyon oranlarında artış tespit edilmiştir. Orta bölüm bu özellikleri itibarıyla, büyük ölçüde erozyona maruz kaldığı ve jeolojik olarak yakın bir zamanda tektonik hareketlere maruz kalarak gençleşme geçirmediği, aşınım döngüsünde giderek taban seviyesine yaklaştığı yorumu yapılabilir. Bu durumda ayrıca bitki örtüsünün yoğun tahribi de rol oynamıştır. Termal yerleşmesinden kuzeyde Yalova ve güneyde Karsak ve Naldöken Dağları'nın kuzey yamaçları ile doğuda Karamürsel yerleşmesine kadar olan bu hat, Samanlı Dağları'ndaki bitki örtüsünün en fazla tahrip edildiği kesime karşılık gelir.

Genel olarak Samanlı Dağları'nın güney cepheleri yağmur gölgesi konumunda olup daha az yağış alır. Bu durum morfometrik analizleri doğrudan etkilemiştir. Samanlı Dağları'nda iklimin kuzey ve güney yüzlerde farklılık göstermesi bitki örtüsünde de değişikliğe yol açmıştır. Ayrıca Samanlı Dağları'ndaki batı, orta ve doğu bölümlerin birbirinden farklı yükseltiler göstermesi de yağış koşullarını değiştirmiştir. Kuzey

cepheler daha çok orman formasyonu ile temsil edilirken, güney cepheler ise maki formasyonları ile temsil edilmiştir. Bitki rts, erozyon oranlarını azaltan bir faktör olarak çalışmasına rağmen erozyonu yönlendiren birden fazla faktörün bir araya geldiği kuzey yüzlerde tespit edilmiş oranlar, bu doğrultuda anlamlıdır.



KAYNAKÇA

AKSOY, M.E. :2002

İzmit-Sapanca arasının genç tektonik ve paleosismolojik özellikleri. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü.

ANDREANI, L., STANEK, K. P.,
GLOAGUEN, R., KRENTZ, O.,
DOMÍNGUEZ-GONZÁLEZ, L.: 2014

DEM-based analysis of interactions between tectonics and landscapes in the Ore Mountains and Eger Rift (East Germany and NW Czech Republic). **Remote Sensing**, 6(9), 7971-8001.

ARDOS, M.:1995

Türkiye Ovalarının Jeomorfolojisi, Cilt: 1, 2. *Baskı*, İstanbul: Çantay Kitabevi, 11 - 12, 35 – 70.

ATALAY, İ.:1982

Türkiye Jeomorfolojisine Giriş
İzmir: Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Fakültesi Yayınları No 9.

AYDIN, Ü., ŞEN, P., ÖZMEN, Ö.,
& ŞEN, E. :2019

Biga Yarımadası'ndaki granitoyitlerin (KB Anadolu, Türkiye) petrolojik, ve jeokimyasal özellikleri. **Maden Tetkik ve Arama Dergisi**, (159), 1-10.

AYLAN, E.: 2002

Yalova – Çınarcık Arasında Armutlu Yarımadası'nın Morfotektonik Nitelikleri ve Genç Tektoniği. *Yüksek lisans tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü.

AZAÑÓN, J., GALVE, J., PÉREZ-
PEÑA, J., GIACONIA, F.,
CARVAJAL, R., BOOTH-REA, G.,
& ROLDÁN, F.: 2015

Relief and drainage evolution during the exhumation of the Sierra Nevada(SE Spain): Is denudation keeping pace with uplift? **Tectonophysics** , 663, 19-32.

- BARRETO, H. N., VARAJÃO, C. A., BRAUCHER, R., BOURLÈS, D. L., & SALGADO, A. A., & VARAJÃO, A. F.: 2013 Denudation rates of the Southern Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil, determined by insitu-produced cosmogenic beryllium- 10. **Geomorphology**, 191, 1-13.
- BARGU, S. & SAKINÇ, M. :1989-90 İzmit Körfezi ile Iznik Gölü: Arasında Kalan Bölgenin Jeolojisi ve Yapısal Özellikleri. İstanbul Yerbilimleri, İ.Ü. Müh. Fak. Yay. 7,45-76.
- BİLGİN, T. :1967 **Samanlı Dağları coğrafi etüd.** İstanbul: Baha Matbaası.
- BİLGİN, T. :2006 **Genel Kartografya II.** İstanbul: Filiz Kitapevi.
- BINNIE, S. A., PHILLIPS, W. M., SUMMERFIELD, M. A., FIFIELD, L. K., & SPOTILA, J. A.: 2010 Tectonic and climatic controls of denudation rates in active orogens: The San Bernardino Mountains, California. **Geomorphology**, 118(3-4), 249-261.
- BURBANK, D., BOOKHAGEN, B., GABET, E.J., & PUTKONEN, J. :2012 Modern climate and erosion in the Himalaya. **Comptes Rendus Geoscience**, 344(11-12), 610-626.
- CLIFT, P. D., HODGES, K. V., HESLOP, D., HANNIGAN, VAN LONG, H., & CALVES, G.: 2012 Correlation of Himalayan exhumation rates and Asian monsoon intensity. **Nature geoscience**, 1(12), 875-880.
- CLARK, A. N. :1998 The Penguin dictionary of geography.
- DİBACTO, S., LAHITTE, P., KARÁTSON, D., HENCZ, M., SZAKÁCS, A., BÍRÓ, T., & VERES, D. : 2020 Growth and erosion rates of the East Carpathians volcanoes constrained by numerical models: Tectonic and climatic implications. **Geomorphology**, 368 107352

EMRE, Ö., DOĞAN, A., DUMAN, T. & ÖZALP, Y. : 2011

1:250.000 Ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası Serisi , Bursa (NK 35 - 12) Paftası, Seri No :9 , **Maden Tetik ve Arama Genel Müdürlüğü** , Ankara - Türkiye .

ER, S. : 2012

Granitik kayaçların fiziko-mekanik özellikleri ile cerchar aşınma indeks değerleri arasındaki ilişki. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı.

ERENDİL, M. G. : 1991

Armutlu Yarımadasının Jeolojisi. **MTA Rap. 9165.**

ERİNÇ, S. : 1956

Yalova civarında bahri Pleistosen depoları ve taraçaları. **Türk Coğrafya Dergisi**, (15-16), 188-190.

ERKAL, T., & TAŞ, B.: 2013

Jeomorfoloji ve insan: uygulamalı jeomorfoloji. İstanbul: Yeditepe Yayınevi.

EROL, O. :2011

Genel Klimatoloji. İstanbul: Çantay Kitapevi.

EROL, O. & İNAL, A.: 1981

Çanakkale yöresi Karacaviran köyü çevresindeki kuvaterner depoları ve denizel fosilleri. **Jeomorfoloji Derg.**, 9, 1-35.

ERTEK, T. A., YILDIRIM, C., GÜNEYSU, C., SAKINÇ, M., & YALTIRAK, C. :2000

“Marmara Denizi Kıyı Taraçaları Korelasyonu" **1.Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı**: Bildiriler ve poster özetleri kitabı, s: 278-279, ODTÜ,Ankara.

ERTEK, T. A., YILDIRIM, C., GÜNEYSU, C., SAKINÇ, M., & YALTIRAK, C. :2003

The Marine Terraces Correlation on The Sea Of Marmara Coasts (Turkey). Suppl. Geogr. Fz: L Dinam. Quat. VI, 55-58.

ERTURAÇ, M.: 2018

Sakarya'nın Jeolojik Özellikleri.
Sakarya'nın Fiziki Beşeri ve İktisadi
Coğrafya Özellikleri (s. 96-115).
İstanbul: SAKARYA ÜNİVERSİTESİ.

GANDHI, G. M., PARTHIBAN, S.,
GABET, E.J., THUMMALU, N., &
CHRISTY, A. 2015

Ndvi: Vegetation change detection
using remote sensing and gis—
gis—A case study of Vellore District.
Procedia Computer Science, 57, 1199-
1210.

GENÇ, Ş. & TÜYSÜZ, O.: 2001

Yalova-Karamürsel arasının kuvaterner
stratigrafisi ve bu alanda eski bir
tsunaminin izleri. **ATAG-4. Eskişehir.**,
27-38.

GÖNCÜOĞLU, M. C., ERENDİL, M.,
TEKELİ, O., AKSAY, A., KUSCU, İ.,
& ÜRGÜN, B. :1987

Geology of the Armutlu peninsula.
IGCP project, 5, 12-18.

GÖNCÜOĞLU, M. C., ERENDİL, M.,
TEKELİ, O., AKSAY, A., KUSCU, İ.
& ÜRGÜN, B. :1992

Introduction To The Geology Of
Armutlu Peninsula ISGB-92,
Guide Book, Ankara-Turkey, 26-36.

GÖNENÇGİL, B. :2009

Küresel Degredasyon Sürecinde
Dağlar ve Dağ Alanları Yönetimi.
İstanbul: Çantay Kitabevi.

GÜNGÖRDÜ, M.: 1985

Güney Marmara Bölümü (Doğu kesimi)
Bitki Örtüsünün Coğrafi Şartları.
Coğrafya Dergisi, (1), 77-94.

HEMMELDER, S., MARRA, W.,
MARKIES, H., & De JONG, S.:2018

Monitoring river morphology & bank
erosion using UAV imagery –A case
study of the river Buëch, Hautes-Alpes,
France. **International Journal of A**
Applied Earth Observation and
Geoinformation,

73, 428-437.

HOŞGÖREN, M. : 2011

Jeomorfolojinin ana çizgileri I.
İstanbul: Çantay Kitapevi.

HOŞGÖREN, M.: 2013

Hidrografiya'nın ana çizgileri II göller.
İstanbul: Çantay Kitapevi.

HOŞGÖREN, M. Y.: 2014

Jeomorfoloji terimleri sözlüğü.
İstanbul: Çantay.

HUGGETT, R.: 2015

Jeomorfolojinin temelleri. . İstanbul:
Nobel Akademik Yayıncılık.

INSEL, N., EHLERS, T. A.,
SCHALLER, M., BARNES, J. B.,
TAWACKOLİ, S.,
& POULSEN, C. J. (2010).

Spatial and temporal variability in
denudation across the Bolivian Andes
from multiple geochronometers.
Geomorphology, 122(1-2), 65-77.

KANDEMİR, E.: 2010

**Uzaktan algılama tekniğinde NDVI
değerleri ile doğal bitki örtüsü tür
dağılımı arasındaki ilişkilerin
belirlenmesi üzerine araştırmalar.**
İzmir, Ege Üniversitesi, *Yüksek Lisans
Tezi*, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı.

KETİN, İ. : 1969

Kuzey Anadolu fayı hakkında. **MTA
Dergisi**, 72, 1-27.

KELLER, E. A.: 1986

Investigation of active tectonics: use of
surficial earth processes. **Active
tectonics**, 136-147.

KENDİR, O. : 2010

**Yalova İl Merkezinde Alüvyon
Çökellerinin Mühendislik Özellikleri.**
Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Jeoloji
Mühendisliği Anabilim Dalı Uygulamalı
Jeoloji Programı.

- MANSEL, A.:1936 **Yalova Klavuzu.** Ankara: Kùltür Bakanlığı Antikiteiler ve Müzeler Direktörlüğü Anıtlar Koruma Kurulu.
- MASELLİ, V. & TRİNCARDİ, F.: 2013 Large-scale single incised valley from a small catchment basin on the western Adriatic margin (central Mediterranean Sea). **Global and Planetary Change**, 100,, 245-262.
- MASELLİ, V. T.: 2014 Delta growth and river valleys: the influence of climate and sea level changes on the South Adriatic shelf (Mediterranean Sea). . **Quaternary Science Reviews**, 99, , 146-163.
- MENÉNDEZ, I. S.-B.-T.: 2008 Fluvial dissection, isostatic uplift, and geomorphological evolution of volcanic islands (Gran Canaria, Canary Islands, Spain). **Geomorphology**, 102(1), 189-203.
- MORGAN, R.: 2005 **Soil Erosion and Conversion.** USA: Blackwell Publishing.
- NİGEL, R., & RUGHOOPUTH, S.: 2010 Mapping of monthly soil erosion risk of mainland Mauritius and its aggregation with delineated basins. **Geomorphology**, 114(3), 101-114
- OKAY, A. I., & TÜYSÜZ, O. (1999). Tethyan sutures of northern Turkey. **Geological Society, London, Special Publications**, 156(1), 475-515.
- OLEN, S., BOOKHAGEN, B., & STRECKER, M. (2016). Role of climate and vegetation density in modulating denudation rates in the Himalaya. **Earth and Planetary Science Letters**, 445, , 57-67.
- PIKE, R. J.: 1971 Elevation-relief ratio, hypsometric integral, and geomorphic area-altitude

- analysis. . **Geological Society of America Bulletin**, 82(4), 1079-1084.
- PINTER, N., KELLER, A.: 2002 **Active Tectonics: Earthquakes, Uplift, and Landscape**. New Jersey: Prentice-Hall.
- PINTER, N., & BRANDON, M.:1997 How erosion builds mountains. **Scientific American**, 276(4), 74-79.
- PRASUHN, V., LINIGER, H., GISLER, S.,HERWEG, K., & CLÉMENT, J. P. 2013: A high-resolution soil erosion risk map of Switzerland as strategic policy support system **Land use policy**, 32, 281-291.
- ROSENKRANZ, R., SCHILDGEN, T., WITTMANN, H., & SPIEGEL, C.: 2018 Coupling erosion and topographic development in the rainiest place on Earth: Reconstructing the Shillong Plateau uplift history with in-situ c Cosmogenic ¹⁰Be. **Earth and Planetary Science Letters**, 483, 39-51.
- SCHALLER ,M., EHLERS, T., LANG, K SCHMID, M., & Fuentes-Espoz, J.: 2018 Addressing the contribution of climate and vegetation cover on hillslope denudation, Chilean Coastal Cordillera. **Earth and Planetary Science Letters**, 489, 111-122.
- STRAHLER, A. N.: 1952 Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. **Geological Society of America Bulletin** 63(11), 1117-1142.
- ŞENGÖR, A. M. C., TÜYSÜZ, O., İMREN, C., SAKINÇ, M., EYİDOĞAN, H.,GÖRÜR, N. & RANGIN, C.: 2005 The North Anatolian fault: A new look. **Annu. Rev. Earth Planet Sci.** 33, 37-112.
- TUROĞLU, H.: 2018 Kaya Yüzeyi Sertliği İle Ayrışma ve Kaya Erozyonunun Tahmin Edilmesi:

Avşa Adası Granit Formasyonları
Üzerine Bir Örnek Çalışma.
Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi.
(1): 1-12

TUROĞLU, H.: 2011

Buzullar ve Buzul Jeomorfolojisi.
İstanbul: Çantay Kitabevi.

TÜRKEŞ, M.: 2010

Klimatoloji ve meteoroloji. İstanbul:
Kriter Yayınevi.

UÇARKUŞ, G.: 2002

Gemlik Fay Zonu'nun Aktif Tektoniği
Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik
Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri
Enstitüsü.

VOLK, M., MOLLER, M.,
& WURBS, D.: 2010

A pragmatic approach to soil erosion
risk assessment within policy
hierarchies. **Land Use Policy**,
27(4), 997-1009.

WU, S. C.: 2018.

Modeling Rainfall-Runoff and Soil
Erosion Processes on Hillslopes With
Complex Rill Network Planform. .
Water Resources Research, 54(12), ,
10-117.

YALTIRAK, C.: 2002

Tectonic evolution of the Marmara Sea
and its surroundings. **Marine Geology**,
190(1-2), , 493-529.

YALTIRAK, C.: 2015

Marmara Denizi ve Çevresinde Tarihsel
Depremlerin Yerleri ve Anlamı . **İTÜ
Vakfı Dergisi** 67 , 56-62.

YILMAZ, Y., GENÇ, Ş., YİĞİTBAŞ, E.,
BOZCU, M., & YILMAZ, K. : 1995

Geological evolution of
the late Mesozoic continental
margin of Northwestern Anatolia.
Tectonophysics, 243(1-2), 155-171.

