



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI

ALACA HAVZASI'NDA EROZYON RİSK DEĞERLENDİRMESİ VE PLANLAMASI

DOKTORA TEZİ

Ali İMAMOĞLU

Danışman:

Yrd. Doç. Dr. Muhammet BAHADIR

Samsun, 2015

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANA BİLİM DALI

ALACA HAVZASI'NDA EROZYON RİSK DEĞERLENDİRMESİ VE PLANLAMASI

DOKTORA TEZİ

Ali İMAMOĞLU

Danışman:

Yrd. Doç. Dr. Muhammet BAHADIR

Samsun, 2015

TEZ KABUL VE ONAYI

Ali İMAMOĞLU tarafından hazırlanan Alaca Havzası'nda Erozyon Risk Değerlendirmesi ve Planlaması, başlıklı bu çalışma, 29/12/2015 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliğiyle/oy çokluğuyla başarılı bulunarak jürimiz tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Başkan : _____

Üye : _____

Üye : _____

Üye : _____

Üye : _____

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

__ / __ / __

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Hazırladığım Doktora Tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, yazımda enstitü yazım kılavuzuna uygun davranıldığını taahhüt ederim.

29 /12 / 2015

Ali İMAMOĞLU

ÖZET

Alaca Havzası'nda Erozyon Risk Değerlendirmesi ve Planlaması

Ali İMAMOĞLU

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü

Coğrafya Ana Bilim Dalı, Doktora, Aralık/2015

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Muhammet BAHADIR

Erozyon dünyanın oluşumundan beri var olan doğal bir süreçtir. İnsan tarafından bu sürece müdahale edilmesiyle hızlandırılmış erozyon kavramı ortaya çıkmıştır. Aşınan ve taşınan malzemelerden arta kalan alanlarda toprak organik madde bakımından yetersiz ve verimsiz hale gelmeye başlamıştır.

Ülkemizde erozyonun etkili olduğu birçok saha mevcuttur. Özellikle bazı sahalarımız şiddetli kuraklığa maruz kalmakta ve rüzgâr erozyonu etkili olmaktadır. Ülkemizin ortalama yükseltisinin fazla ve genç oluşumlu bir ülke olması sebebiyle akarsu erozyonu daha belirgindir. Bu durumun ortaya çıkmasında yarı nemli iklim şartlarının etkisi büyüktür. Çalışmada farklı disiplinlerin ortak kullandığı farklı erozyon modelleri ve yöntemlerinden yararlanılmıştır. Temel olarak RUSLE yöntemine bağlı kalınmıştır. Elde edilen sonuçların daha sağlıklı olması için bazı sabit değerlerin yerine arazideki örneklerden elde edilen sonuç değerleri kullanılmıştır. Böylece sahaya ait özgün bir erozyon dağılışı haritası hazırlanmıştır.

Türkiye'de iç bölge havzalarında bitki örtüsünün cılız olması ve kapalılığın yetersiz kalması nedeni ile erozyonun etki boyutları yüksektir. Ülkemizde erozyonla ilgili kaynaklar incelendiğinde bir yılda kaybedilen toprak miktarı yaklaşık 1,4 milyar tondur. Sadece tarım alanlarından kaybedilen verimli toprak miktarı ise yaklaşık 500 milyon ton/yıl'dır. Bu topraklarla birlikte mineral ve organik madde de kaybedilmektedir. Erozyonla kaybedilen bir başka değer ise sudur. Kaybolan toprak yüzeyinde her yıl yaklaşık 50 milyar m³ yağış depolanamamaktadır.

Çalışma alanı Alaca Havzası seçilmiştir. Havza Orta Karadeniz Bölümü'nde, Çorum ile Yozgat illeri içerisinde yer almaktadır. Havzanın toplam alanı 1656.4 km²'dir. Havzada jeolojik formasyonlar incelendiğinde yoğun olarak Mesozoyik dönemine ait ofiyolitler ve kireçtaşları ile Tersiyere ait serilerden oluşmaktadır. Havza'nın ortalama yükseltisi 1275 m'dir. En yüksek kesimini yaklaşık doğusundaki Toprakdede Tepesi (1765m) oluşturmaktadır. Saha iklimi Karadeniz ikliminden yağış rejimi ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri ile farklılık göstermektedir. Yörede yazlar daha kurak, kışlar ise daha sert geçmektedir. Bitki örtüsü cılız olduğu için erozyon daha fazla etkili olmaktadır. Çalışma sahasında güneydeki dağlık alanlarda eğim ve yükselti değerlerinin fazla olması sebebiyle erozyon etki derecesi daha yüksektir. Bu durumu destekleyen diğer bileşenler ise jeolojik yapı, yarıma derecesi, aşırı otlatma ve yanlış tarım uygulamaları olarak tespit edilmiştir. Morfolojinin erozyon üzerine etkilerini kantitatif değerlerle ifade edebilmek için bazı morfometrik analiz tekniklerinden yararlanılmıştır. Bu teknikler son yıllarda coğrafya çalışmalarında ön plana çıkmıştır. Özellikle çalışmada kullanılan CBS teknikleri hem erozyon çalışmalarında hem de jeomorfoloji çalışmalarında kolaylık sağlamaktadır. Buna ek olarak ortaya çıkardığı sayısal sonuçlar ile daha gerçekçi değerlendirmelere zemin hazırlamıştır. Bu sonuçlara göre havza, oval görünümlü, yüzeysel akışın etkin olduğu, yarıma derecesi fazla, taşınımın yüksek olduğu bir karakter göstermiştir. Bu sonuçlara göre alaca havzası erozyon açısından yüksek risk grubuna girmektedir. Bu

nedenle havzada erozyon etki derecesini azaltmak için kısa vadede planlama çalışmaları yapılması zorunlu hale gelmiştir. Sahada yer yer teraslama ve ağaçlandırma çalışmaları gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Erozyon, Toprak Kaybı, RUSLE, Alaca Havzası

ABSTRACT

Erosion Risk Assessment and Planning İn Alaca Basin

Ali İMAMOĞLU

Ondokuz Mayıs University, Institute of Social Sciences

Department's of Geography, Ph.D. December/2015

Advisor: Yrd. Doç. Dr. Muhammet BAHADIR

Erosion is a natural process that existed since the formation of the World. Accelerated erosion concept has been emerged after human intervention in erosion process. Human intervention has caused in adequate and inefficient soils in terms of organic material on the eroded areas.

There are many areas where has been affected by erosion in our country. Particularly some our lands have been exposed to severely drought condition leading to wind erosion. Because of high average elevation and young formation of our country runoff erosion is more significant. Particularly, subhumid climate condition has more affect in taking place of this case. In this study, different soil erosion models and methods benefited by different disciplines were used particularly based on RUSLE method. In order to produce correct data, results came from samples taken from field instead of some constant values were used in this model. Thus, soil erosion map was produced for the study area

The effect of erosion is high due to weak plant cover and density in central area of Turkey. When investigated reports about erosion, it was detected that amount of soil losing for each year is about 1.4 billion ton. Moreover, amount of fertile soil losing from arable lands is also about 500 million ton for each year. In addition to that, not only mineral and organic matter but also water have been also losted with these soils due to erosion process. Surface of eroded soil can storage about 50 billion m³ water for per year.

This study was carried out in Alaca Watershed. This watershed located at between Çorum and Yozgat provinces in Central Blacksea Region. Total area of the study area is 1656.4 km². Geological formations in the watershed are generally dominated by offiolit and lime stone belong to Mesozoyik and Tersier ages. Average elevation of watershed is 1275 m from sea level. The highest elevation place is Toprakdede Tepesi (1765m) located at east part of the watershed. The climate of the study area shows differences from Blacksea climate in terms of average precipitation and annual average temperature values. In the study area, summer is more drought and winter is severely cold. Erosion effect is high in sought part of the study area due to high slope degree and covers weak vegetation density. It was detected that this case has been also supported by geological structure, overgrassing and unappropriate land managements.

In order to determine morphological effect on erosion as quantitative, some morphometric analysis techniques were used. These techniques have been drawn attention in geographic studies in recently. Particularly, GIS techniques are more useful for both erosion and geomorphology studies. In addition to that, obtained digital results can be provide a basis for more realistic interpretation and evaluation. According to results, the watershed seems as oval and has high runoff characteristic properties. For that reason, this watershed has high erosion risk class. Therefore, in order to decrease high erosion effect in watershed it has to be make some land

management plans in short term. Besides it was also observed some terracing and afforestation works in the study area.

Key words: Erosion, Soil loss, RUSLE, Alaca Basin

ÖNSÖZ

Alaca Havzası'nda Erozyon Risk Değerlendirmesi ve Planlaması isimli bu çalışma doktora tezi olarak hazırlanmıştır. Araştırmada Alaca Havzası'nda bazı toprak özellikleri incelenmiş ve bu özelliklere bağlı olarak CBS teknikleri kullanılarak RUSLE erozyon modeli ile erozyonun boyutları tespit edilmeye çalışılmıştır.

Çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde araştırma sahasının doğal ortam özellikleri incelenmiştir. İkinci bölümde ise toprak coğrafyası üzerinde durulmuştur. Bu bölümde sahadan alınan örneklerde yapılan analizler, sonuçları ve dağılım haritaları yapılmıştır. Üçüncü bölümde ise araştırma sahasında görülen erozyon üzerinde durulmuş, sahaya ait veriler elde edilerek RUSLE erozyon modeli sahaya uygulanmıştır. Sonuç ve öneriler kısmında ise erozyon ile yaşanan toprak kayıpları ve önlenmesi üzerine değerlendirmelerde bulunulmuştur.

Çalışmanın her aşamasında bana yardımcı olan, rehberlik ve katkılarından dolayı başta danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Muhammet BAHADIR'a; Ziraat Fakültesi, Toprak Koruma Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Öğretim Üyesi, aynı zamanda halen devam etmekte olan ikinci yüksek lisans danışmanım, bana destek olmaktan hiç vazgeçmeyerek lisansüstü eğitim öğretim hayatım boyunca beni hep ayakta tutan, Prof. Dr. Orhan DENGİZ'e; akademik hayatım boyunca başarısını örnek almaya çabaladığım ve daima çabalayacağım Prof. Dr. H. İbrahim ZEYBEK'e, "menfaatler dünyasında gerekirse kırıl, ama asla eğilme" sözüyle beni motive eden Yrd. Doç. Dr. Mustafa SAĞLAM'a, Alaca Havzası'nda gecelere kadar dağ bayır demeden köy köy dolaştığımız Selim ERASLAN'a, ofis çalışmalarında zaman zaman birlikte kafa patlattığımız Halil ÇOT'a, çiçek yaprak peşinde koştuğumuz Ondokuz Mayıs Üniversitesi Biyoloji Bölümü Araştırma Görevlisi Burak SÜRMEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca başta arazi çalışmaları olmak üzere, örnek teşhisi, laboratuvar analizi, ofis çalışmaları gibi birçok aşamada, her anlamda yanımda ve yakınımda olan, lisansüstü hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen isimlerini saymakla bitiremeyeceğim hepsi birbirinden değerli ailem, dostlarım ve hocalarıma birlikte yürüdüğümüz için yürek dolusu sevgi ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİL LİSTESİ	xiii
TABLO LİSTESİ	xviii
KISALTMALAR	xx
GİRİŞ	1
Araştırma Sahası Yeri ve Sınırları	1
Çalışma Sahasına Yönelik Problemler	3
Amaç	5
Yöntem	5
Temel Kavramlar	12
Önceki Çalışmalar	12
Genel literatür bilgisi	13

BİRİNCİ BÖLÜM

ALACA HAVZASI'NIN DOĞAL ORTAM ÖZELLİKLERİ

1.1. Alaca Havzası'nın Yapısal Özellikleri	20
1.1.1. Litolojik Özellikler	20
1.1.1.1. Mesozoyik	20
1.1.1.1.1. Devecidağ Karışığı	20
1.1.1.1.2. Hamidiye Volkanikleri	22
1.1.1.1.3. Hattuş Formasyonu	22
1.1.1.2. Tersiyer	22
1.1.1.2.1. Çekerekırmak Formasyonu	22
1.1.1.2.2. Dodurga Formasyonu	23

1.1.1.3. Kuvaterner.....	24
1.1.2. Tektonik Özellikler	26
1.1.2.1. Faylı Yapılar	26
1.2. Alaca Havzası'nın Jeomorfolojisi	28
1.2.1. Dağlar.....	28
1.2.2. Plato ve Aşınım Yüzeyleri	31
1.2.3. Alaca Ovası	32
1.2.4. Vadiler.....	32
1.2.4.1. “V” Profilli Vadiler	33
1.2.4.2. Geniş Tabanlı Vadiler	33
1.2.4.3. Asimetrik Vadiler.....	34
1.2.4.4. Boğaz Vadiler.....	34
1.2.5. Birikinti Konileri.....	34
1.2.6. Taraçalar.....	35
1.2.7. Karstik Şekiller.....	36
1.2.7.1. Lapy.....	36
1.2.7.2. Dolin.....	37
1.2.8. Morfolojik Gelişim	37
1.3. Alaca Havzası Topoğrafik ve Morfometrik Analizleri	38
1.3.1. Alaca Havzası Topoğrafik Analizleri	38
1.3.1.1. Profil Analizleri.....	38
1.3.1.2. Eğim Analizleri	41
1.3.1.3. Bakı Analizleri	43
1.3.2. Alaca Havzası Morfometrik Analizleri	45
1.3.2.1. Akarsu Ağı ve Relief Özellikleri.....	45
1.3.2.2. Hipsometrik Eğri Analizi	49
1.3.2.3. Drenaj Yoğunluğu (Dd)	50

1.3.2.4. Akarsu Sıklığı (Fu).....	51
1.3.2.5. Tekstür Oranı (T)	51
1.3.2.6. Havza Reliefi.....	52
1.3.2.7. Engebelilik Değeri (Rn)	52
1.3.2.8. Havza Şekli Analizi.....	53
1.3.2.9. Şekil İndeks (Sw) Değeri	54
1.3.2.10. Gravelius İndeks (Kc)	54
1.3.2.11. Uzunluk Oranı (Re).....	55
1.3.2.12. Form Faktörü (Rf).....	55
1.4. Alaca Havzası'nın İklimi	56
1.4.1. Sıcaklık.....	57
1.4.2. Yağış	61
1.4.3. Rüzgâr	65
1.4.4. Havzada Görülen İklim Tipleri	67
1.5. Alaca Havzası'nın Hidrografyası.....	78
1.5.1. Akarsu Özellikleri	78
1.5.1.1. Alt Havzalar	79
1.5.1.2. Akarsu Rejimi	81
1.5.1.3. Drenaj Tipleri	82
1.5.2. Yeraltı Suyu	82
1.5.3. Kaynaklar	83
1.6. Alaca Havzası'nın Doğal Bitki Örtüsü	83
1.6.1. İklim-Bitki İlişkisi.....	84
1.6.2. Toprak-Bitki İlişkisi	85
1.6.3. Relief-Bitki İlişkisi.....	86
1.6.4. Bitki Örtüsü - İnsan.....	87
1.6.5. Bitki Örtüsünün Coğrafi Dağılışı.....	89

1.6.5.1. Çalı Formasyonu	96
1.6.5.2. Orman Formasyonu.....	97
1.6.5.3. Ot Formasyonu.....	100
1.6.6. Bitki Türlerinin Risk Kategorisi	101

İKİNCİ BÖLÜM

ALACA HAVZASI'NIN TOPRAK COĞRAFYASI

2.1. Araştırma Sahasının Başlıca Toprak Tipleri	104
2.2. Araştırma Sahası Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	106
2.2.1. Analiz Sonuçları Tanımlayıcı İstatistikleri	106
2.2.2. Toprak Örneklerine Uygulanan Jeostatistiksel yöntemler	109
2.2.3. Tekstür Özellikleri	111
2.2.3.1. Kil.....	112
2.2.3.2. Silt (Mil).....	114
2.2.3.3. Kum.....	116
2.2.4. Toprak Reaksiyonu (pH) Dağılımı	118
2.2.5. EC (Elektriksel İletkenlik) Dağılımı	120
2.2.6. Kireç Dağılımı.....	122
2.2.7. Organik Madde Dağılımı	124
2.2.8. Hidrolik İletkenlik.....	126
2.2.9. Hacim Ağırlığı	128
2.2.10. Aşınabilirlik Faktörü	130
2.2.11. Faktör Analizi (Spearman Korelasyonu)	132
2.3. Arazi Kullanım Kabiliyeti.....	134
2.4. Havza Toprakları İle İlgili Başlıca Sorunlar	136
2.4.1. Tarım Arazilerinin Amaç Dışı Kullanımı	136
2.4.2. Taşlılık ve Kayalılık.....	136
2.4.3. Drenaj Yetersizliği	137

2.4.4. Kirlenme.....	137
2.4.5. Heyelan	138

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ALACA HAVZASI'NDA RUSLE YÖNTEMİNE GÖRE EROZYON VE PLANLAMA

3.1. Erozyon	140
3.2. Erozyonun Coğrafyadaki Yeri ve Önemi.....	141
3.3. Erozyonun Dünya'da ve Türkiye'deki Durumu	142
3.4. Erozyon Çalışmalarına Yönelik Modelsel Yaklaşımların Gerekliliği	143
3.5. Alaca Havzası'nda Toprak Erozyonu	143
3.5.1. Erozyon tipleri.....	143
3.5.1.1. Akarsu Erozyonu.....	144
3.5.1.2. Yüzey Erozyonu.....	144
3.5.1.3. Parmak Erozyonu	145
3.5.1.4. Oluk Erozyonu	147
3.5.1.5. Oyuntu Erozyonu	148
3.2. Uygulamalı Erozyon modeli RUSLE	149
3.2.1. Yağışın Erozyon Oluşturma Faktörü (R)	150
3.2.2. Toprağın Erozyona Duyarlılık Faktörü (K)	154
3.2.3. Eğim Uzunluğu ve Eğim Derecesi Faktörü (LS)	158
3.2.4. Arazi Kullanım ve Bitki Örtüsü Faktörü (C)	161
3.2.5. Toprak Koruma Önlemleri Faktörü (P).....	164
3.3. Toprak Kayıp Miktarı	165
3.4. Alaca Havzası'nda Erozyon Risk Planlaması	168
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	178
KAYNAKÇA	183
EKLER.....	196
ÖZGEÇMİŞ.....	204

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Araştırma sahası lokasyon haritası.	3
Şekil 2: Araştırma sahasından alınan örnek noktaları.	7
Şekil 3: Alaca havzası erozyon modellemesi.	10
Şekil 4: Çekerek formasyonu üzerinde kireçtaşları. Üzerindeki örtü malzemesini aşınma sonucu ortadan kalkmasına bağlı olarak alttaki kireç taşları aflöre olmuştur. Bu durum sahada erozyonal süreçleri ortaya koyan önemli bir delildir.	23
Şekil 5: Araştırma sahasının jeoloji haritası (M.T.A., 1/100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları’ndan faydalananarak ArcGIS 9.3 ile yeniden düzenlenmiştir).	25
Şekil 6: Çorum-Alaca yolu üzerinde oluşmuş fay façetaları. Bu sahada fay façetaları silikleşmiş ve doğal görünümü ortadan kalkmaya başlamıştır.	27
Şekil 7: Akçadağ üzerinde erozyon şekilleri. Akarsuların yukarı kısımlarında kuru ve biçimsiz vadiler yoğunluktadır. Bu şekillere özel olarak delle adı verilmektedir. Dellelerin yoğun olduğu yerlerde erozyonun etki derecesi fazla olmaktadır.	28
Şekil 8: Alaca Havzası morfoloji haritası.	30
Şekil 9: Araştırma sahasında yüksek aşınım düzlükleri. Bu sahalarda orman örtüsünden yoksun kesimlerde erozyonal süreçler etkindir (Arka kesime doğru).	31
Şekil 10: Alaca Ovası’na güney kesiminden bakış. Bu sahada eğim değerleri çok düşük olup, havza tabanı birikme şartlarının egemen olduğu alana karşılık gelmektedir.	32
Şekil 11: Araştırma sahası güneyinde çokça görülen ‘V’ profilli vadiler. Bu vadi şekli havzanın yüksek ve platolar bölgesinde yaygındır. Buralarda derine aşındırmanın etkisine bağlı olarak şiddetli erozyon görülmektedir.	33
Şekil 12: Kırımözü deresi, yukarı kesimi asimetrik vadi. Akarsuyun doğu yamacında eğim değerleri % 20’yi aşarken batı yamaç ise daha az eğimlidir.	34
Şekil 13: Kırımözü deresi batısında oluşmuş birikinti konileri.	35
Şekil 14: Kırımözü deresi üzerinde oluşmuş eski depolar. Akarsu deposunda unsurlar tabandan yukarıya doğru genel anlamda incelenmiştir.	36
Şekil 15: Kalecikkaya güneyi karstik sahalardan bir görünüm. Karstik kayalar yamaç boyunca yayılış göstermektedir ve kayaların yüzeyinde lapyra şekilleri yaygın şekilde görülmektedir.	36
Şekil 16: Büyükcamlı köyü güneydoğusunda oluşan doline kuzeyden bakış.	37
Şekil 17: Araştırma sahası profil hatları.	39

Şekil 18: Araştırma sahası bileşik profili.....	40
Şekil 19: Alaca Çayı'nın boyuna profili.....	40
Şekil 20: Araştırma sahası süperimpoze profili.....	40
Şekil 21: Araştırma sahasının eğim haritası.	42
Şekil 22: Araştırma sahasının bakı haritası.	44
Şekil 23: Düzeltilmiş SYM (Fill Sinks).	45
Şekil 24: Doğal Akış Yönleri (Flow Direction).	46
Şekil 25: Strahler metoduna göre üretilmiş çatallanma oranı ve değerleri.....	48
Şekil 26: Alaca çayı hipsometrik eğrisi.	50
Şekil 27: Farklı Kc değerlerine sahip havzalar (Musy, 2001). Bu havza şekillerinden ince ve uzun olanlarda çizgisel erozyon, konkav ve oval olanlarda ise yüzey erozyonu daha şiddetli olmaktadır.	54
Şekil 28: Araştırma sahası yıllık sıcaklık dağılışı haritası.	58
Şekil 29: Araştırma sahası ve yakın çevresinin aylık ortalama sıcaklık değerleri. ...	59
Şekil 30: Araştırma sahası ve yakın çevresinde ortalama yüksek ve düşük sıcaklıklar.	61
Şekil 31: Araştırma sahası ve yakın çevresinin aylık ortalama yağış grafiği (mm)..	62
Şekil 32: Araştırma sahası yağış dağılışı haritası.	63
Şekil 33: Çorum, Alaca, Sungurlu, Sorgun'da yağışın mevsimlere göre dağılışı.	64
Şekil 34: Araştırma sahası ve yakın çevresinde ortalama rüzgâr hızları.	66
Şekil 35: Çorum, Alaca, Sungurlu, Sorgun yıllık rüzgar gülleri.	67
Şekil 36: Çorum'a ait mevsimlik rüzgar gülü.....	67
Şekil 37: Sungurlu'ya ait mevsimlik rüzgar gülü.	67
Şekil 38: Sorgun'a ait mevsimlik rüzgar gülü.	67
Şekil 39: Çorum'un Thornthwaite metoduna göre hazırlanmış iklim diyagramı.....	76
Şekil 40: Alaca'nın Thornthwaite metoduna göre hazırlanmış iklim diyagramı.	77
Şekil 41: Sungurlu'nun Thornthwaite metoduna göre hazırlanmış iklim diyagramı.	77
Şekil 42: Sorgun'un Thornthwaite metoduna göre hazırlanmış iklim diyagramı.	77
Şekil 43: Araştırma sahası hidroğrafya haritası.	79
Şekil 44: Araştırma sahası alt havzaları.....	80
Şekil 45: Alaca çayı akım diyagramı.....	82
Şekil 46: Araştırma sahası güneyindeki arazilerde bulunan kaynak suyu.....	83
Şekil 47: Araştırma sahası vejetasyon devresi ve klimatik mevsimler.....	85

Şekil 48: Araştırma sahası güneyinde bozuk meşelik alanlardan bir görünüm. Bu sahalarda cılız bitki varlığı ve eğime bağlı olarak erozyonal süreçler aktif olarak devam etmektedir.	86
Şekil 49: Araştırma sahası doğusunda bulunan meşe ormanları. Bu kesimlerde bakı şartlarına bağlı artan yağış nedeni ile gür bir meşe ormanı oluşmuştur.	87
Şekil 50: İsafakıllı köyünün kurulduğu vadi yamacında erozyon belirgin olarak görülmektedir.	88
Şekil 51: Araştırma sahası tahribat alanlarında oluşan geven toplulukları. Bu sahalardaki otsu türler toprağı tutarak erozyonu önleyici etki yapmaktadır.	88
Şekil 52: Araştırma sahasında bulunan bitki formasyonları.	89
Şekil 53: Araştırma sahası bitki türlerinin fitocoğrafik bölge oranı.	90
Şekil 54: Araştırma sahası bitki türlerinin endemizm oranı.	90
Şekil 55: Araştırma sahasında çalı formasyonuna ait türlerin familyalara göre oransal dağılımı.	97
Şekil 56: Araştırma sahasında bulunan ağaç türlerinin familyalara göre oransal dağılımı.	98
Şekil 57: Araştırma sahası bitki örtüsü haritası.	99
Şekil 58: Araştırma sahası tarla sınırlarında dikilen kavak ağaçları.	100
Şekil 59: Araştırma sahası ot formasyonuna ait türlerin familyalara göre oransal dağılımı.	101
Şekil 60: Araştırma sahası bitki türlerinin tehlike kategorileri oranı.	102
Şekil 61: Muscari microstomum Davis.	102
Şekil 62: Acantholimon puberulum Boiss. & Bal. S. Puberulum.	102
Şekil 63: IUCN risk kategorisi sınıflandırması.	103
Şekil 64: Araştırma sahası büyük toprak grupları haritası.	105
Şekil 65: Araştırma sahası kil dağılım haritası.	113
Şekil 66: Araştırma sahası silt dağılım haritası.	115
Şekil 67: Araştırma sahası kum dağılım haritası.	117
Şekil 68: Araştırma sahası pH dağılım haritası.	119
Şekil 69: Araştırma sahası EC dağılım haritası.	121
Şekil 70: Araştırma sahası kireç dağılım haritası.	123
Şekil 71: Araştırma sahası organik madde dağılım haritası.	125
Şekil 72: Araştırma sahası hidrolik iletkenlik dağılım haritası.	127
Şekil 73: Araştırma sahası hacim ağırlığı dağılım haritası.	129

Şekil 74: Araştırma sahası “K” faktörü dağılım haritası.	131
Şekil 75: Araştırma sahası arazi kullanım kabiliyeti haritası.	135
Şekil 76: Taşlılık problemi olan sahalara Kayakışla güneyinden bir örnek.	137
Şekil 77: Gürbüz sulama göleti yolu üzerinde evsel atıklar ve molozların döküldüğü orman içerisinde bir saha.	138
Şekil 78: Araştırma sahası kuzey kesiminde heyelan sahası.	139
Şekil 79: Kırım köyü doğusu aşınma ve taşınma süreçlerinin görüldüğü mevsimlik akarsu vadisi.	142
Şekil 80: Kızkaraca köyü kuzeyi, kuru dere vadisinde erozyon. Bitki örtüsü azlığına bağlı olarak arazi parçalanmış ve nispeten derince yarılmıştır.	144
Şekil 81: Sağanak yağış sırasında yüzeysel akışa geçen sular. Eğimli yamaçlarda aşınma sonucu suyun rengi bulanmış ve arazi yarılmıştır. Bu tür akış sırasında yüzey toprağı da önemli ölçüde taşınmaktadır.	145
Şekil 82: Araştırma sahası güneyinde yol yarmasında parmak erozyonu oluşumu.	146
Şekil 83: Bozdoğan sulama göleti yolu üzerinde oluşan oluk erozyonu şekli.	147
Şekil 84: Araştırma sahası güneyinde plato sahalarındaki oyuntu erozyonu şekilleri.	148
Şekil 85: Araştırma sahası güneyinde erozyonal süreçlerin etkisi ile oluşmuş kötü arazi (bad-lands). Farklı erozyon süreçleri birarada görülmektedir. Arka kesimde yüzeysel erozyonun etkileri bitki varlığına bağlı olarak daha azdır.	149
Şekil 86: Araştırma sahası R faktörü haritası.	153
Şekil 87: Araştırma sahası K faktörü haritası.	157
Şekil 88: Araştırma sahası LS faktörü haritası.	160
Şekil 89: Araştırma sahası C faktörü haritası.	163
Şekil 90: Araştırma sahası erozyon duyarlılık haritası.	166
Şekil 91: Araştırma sahası erozyon duyarlılık alanlarının grafiksel dağılımı.	167
Şekil 92: Kırımözü deresi yan kolları üzerinde sağdaki vadi serpantin gibi dirençsiz kayalardan oluştuğu için vadi içerisinde taşınan malzeme görülmekte, soldaki vadide ise karstik anakaya olması sebebiyle aşınma çok daha yavaştır.	168
Şekil 93: Büyükeynelli köyüne güneyden bakış. Köyün hemen kuzeyindeki yamaçlarda gelişen erozyonal şekiller köy içerisindeki yol ve bahçelerde tahribata neden olmaktadır.	169
Şekil 94: Eymir çevresinde erozyonla mücadele kapsamında yapılan ağaçlandırma çalışmaları.	170

Şekil 95: Kalecikkaya kuzeyinde hemen arkasındaki yamaçlarda erozyonu önleme çalışması.....	170
Şekil 96: Dağlık alanlarda eğim ve yükseltiye bağlı şiddetli erozyon.....	171
Şekil 97: Eymir deresi yukarı kesiminde akarsuyun şiddetine bağlı taşınan malzeme suyun taşıma gücü azaldığında yatak içerisinde depolar oluşturmaktadır.	172
Şekil 98: Kuzeye bakan yamaçlarda bitki örtüsü gür ve erozyon şekilleri görünmezken güneye bakan yamaçlar bitki örtüsünden yoksun şiddetli erozyon sahalarıdır.	173
Şekil 99: Aynı anakaya üzerinde bitki örtüsüne bağlı erozyon süreci.....	173
Şekil 100: Taşpınar güneyinde, zamanla tarıma kazandırılan orman alanlarından bir görünüm.	174
Şekil 101: Eymir kuzeyinde karstik sahalardaki meralar üzerinde gelişen erozyon şekilleri.....	175
Şekil 102: Kızkaraca köyü güneyi eğime dik sürüm yapılan tarım arazisi.	176

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Araştırma sahasında bulunan kayaçların alan ve yüzde cinsinden dağılımı.	26
Tablo 2: Araştırma sahası eğim haritası alan ve yüzde cinsinden dağılımı.	41
Tablo 3: Araştırma sahası bakı haritası alan ve yüzde cinsinden dağılımı.	43
Tablo 4: Hipsometrik eğri için veri değerleri.....	49
Tablo 5: Alaca havzası akarsu ağı ve relief özellikleri (Parametreler).	53
Tablo 6: Topoğrafya haritasından üretilmiş akarsu ağı ve relief özellikleri (Hesaplamalar).	53
Tablo 7: Alaca havzası şekil analiz tablosu.	55
Tablo 8: Araştırma sahası yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarının yerleri ve rasat süreleri.	57
Tablo 9: Araştırma sahası ve yakın çevresinin aylık ortalama sıcaklık değerleri (°C).	57
Tablo 10: Araştırma sahası ve yakın çevresinde ortalama yüksek ve ortalama düşük sıcaklıkların aylara göre dağılışı (°C).	60
Tablo 11: Araştırma sahası ve yakın çevresinin aylık ortalama yağış değerleri (mm).	62
Tablo 12: Çorum meteoroloji istasyonu ortalama yağış ve günlük en çok yağış miktarları (mm).....	65
Tablo 13: Çorum, Alaca, Sungurlu ve Sorgun'un ortalama rüzgâr hızları (m/sn)...	66
Tablo 14: De Martonne formülüne göre Çorum'da kurak ve nemli aylar.	69
Tablo 15: De Martonne formülüne göre Alaca ilçesi kurak ve nemli ayları.....	69
Tablo 16: De Martonne formülüne göre Sungurlu ilçesinde kurak ve nemli aylar..	70
Tablo 17: De Martonne formülüne göre Sorgun ilçesinde kurak ve nemli aylar.....	70
Tablo 18: Thornthwaite'e göre Çorum Meteoroloji İstasyonu'na ait su bilançosu. .	71
Tablo 19: Thornthwaite'e göre Alaca Meteoroloji İstasyonu'na ait su bilançosu. ...	72
Tablo 20: Thornthwaite'e göre Sungurlu Meteoroloji İstasyonu'na ait su bilançosu.	74
Tablo 21: Thornthwaite'e göre Sorgun Meteoroloji İstasyonu'na ait su bilançosu. .	75
Tablo 22: Alaca Çayı gözlem istasyonu verileri.	81
Tablo 23: Alaca Çayı üzerindeki hidrometri istasyonu verilerinin ortalama akım değerleri (m ³ /sn).....	81
Tablo 24: Araştırma sahasında bulunan bitkilerin floristik listesi.	90

Tablo 25: Araştırma sahası büyük toprak grupları alan ve yüzde cinsinden dağılımı.	106
Tablo 26: Araştırma sahası toprak analiz sonuçlarının tanımlayıcı istatistikleri. ...	107
Tablo 27: Jeostatistiksel yöntemler (uygun RMSE değerleri).	110
Tablo 28: Toprak özelliklerinin tekstür sınır değerlerine göre sınıflandırılması. ...	112
Tablo 29: Toprak özelliklerinin pH sınır değerlerine göre sınıflandırılması.	118
Tablo 30: Toprak özelliklerinin EC sınır değerlerine göre sınıflandırılması (Ülgen ve Yurtsever, 1974).	120
Tablo 31: Toprak özelliklerinin kireç sınır değerlerine göre sınıflandırılması (Ülgen ve Yurtsever, 1974).	122
Tablo 32: Toprak özelliklerinin organik madde sınır değerlerine göre sınıflandırılması (Ülgen ve Yurtsever, 1974).	124
Tablo 33: Toprak özelliklerinin hidrolik iletkenlik sınır değerlerine göre sınıflandırılması.	126
Tablo 34: Toprak özelliklerinin hacim ağırlığı değerlerine göre sınıflandırılması.	128
Tablo 35: Toprak özelliklerinin K faktörü sınır değerlerine göre sınıflandırılması.	130
Tablo 36: Araştırma sahası toprak analiz sonuçlarının faktör analizi (Spearman Korelasyonu).	132
Tablo 37: Araştırma sahası arazi kullanım kabiliyeti alan ve yüzde cinsinden dağılımı.	134
Tablo 38: Araştırma sahası R faktörünün alan ve yüzde cinsinden dağılımı.	154
Tablo 39: Araştırma sahası strüktür sınıfı, tipi ve kod numaraları.	155
Tablo 40: K Sınıf Değeri (Wishmeier and Smith, 1978).	156
Tablo 41: Araştırma sahası aşınım sınıfı alan ve yüzde cinsinden dağılımı.	156
Tablo 42: Araştırma sahası arazi kullanımı kodları ve C değerleri.	162
Tablo 43: Araştırma sahası C faktörü alan ve yüzde cinsinden dağılımı.	164
Tablo 44: Araştırma sahası erozyon duyarlılık sınıflarının alan ve yüzde cinsinden dağılımı.	168

KISALTMALAR

°C : Santigrat Derece

A : Birim alanda gerçekleşen ortalama toprak kaybı (ton/ha/yıl).

Akd. : Akdeniz

Av.-Sib. : Avrupa-Sibiry

Br : Baraj

C : Kil

CaCO₃ : Kireç

CBS : Coğrafi Bilgi Sistemleri

CL : Killi tın

cm : Santimetre

EM : Çölleşme ve Erozyonla Mücadele

D. : Dere

DEM : Sayısal Yükselti Modeli

DK : Değışkenlik Katsayısı

DMİGM : Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

dS : Desi Siemens

DSİ : Devlet Su İşleri

E : Doğu

Ec : Elektriksel iletkenlik

GB : Güneybatı

GD : Güneydoğu

GPS : Global Positioning System (küresel yer belirleme sistemi)

HA : Hacim Ağırlığı

ha : Hektar

Hİ : Hidrolik İletkenlik

IDW : Inverse Distance Weighting

IUCN : International Union for Conservation of Nature

İr.-Tur. : İran- Turan

KAF : Kuzey Anadolu Fayı

KB : Kuzeybatı

KD : Kuzeydoğu

L : Tın

Ls : Eğim Uzunluğu ve Eğim Derecesi (topoğrafya) Faktörü

LS : Tınlı kum
MAE : Ortalama Mutlak Hata
MFI : Modifiye Fournier İndisi
MTA : Maden Tetkik Arama Enstitüsü
N : Kuzey
NDVI : Normalized Difference Vegetation Index
OM : Organik madde
OMÜ : Ondokuz Mayıs Üniversitesi
P : Toprak koruma önlemleri faktörü.
PE : Potansiyel Evapotranspirasyon
pH : Potansiyel Hidrojen
R : Yağışın Erozyon Oluşturma Faktörü (ton/ha/yıl).
Rb : Dizin Çatallanma Oranı
RBF : Radial Basis Functions
RMSE : Karesel Ortalama Hata
RUSLE : Revised Universal Soil Loss Equation
S : Güney
SCL : Kumlu killi tın
Si : Silt
SiC : Siltli kil
SiL : Siltli tın
SL : Kumlu tın
SPSS : Statistical Package For The Social Sciences
Sr. : Sırt
SYM : Sayısal Yükselti Modeli
T. : Tepe
UA : Uzaktan Algılama
USLE : Universal Soil Loss Equation
W: Batı

GİRİŞ

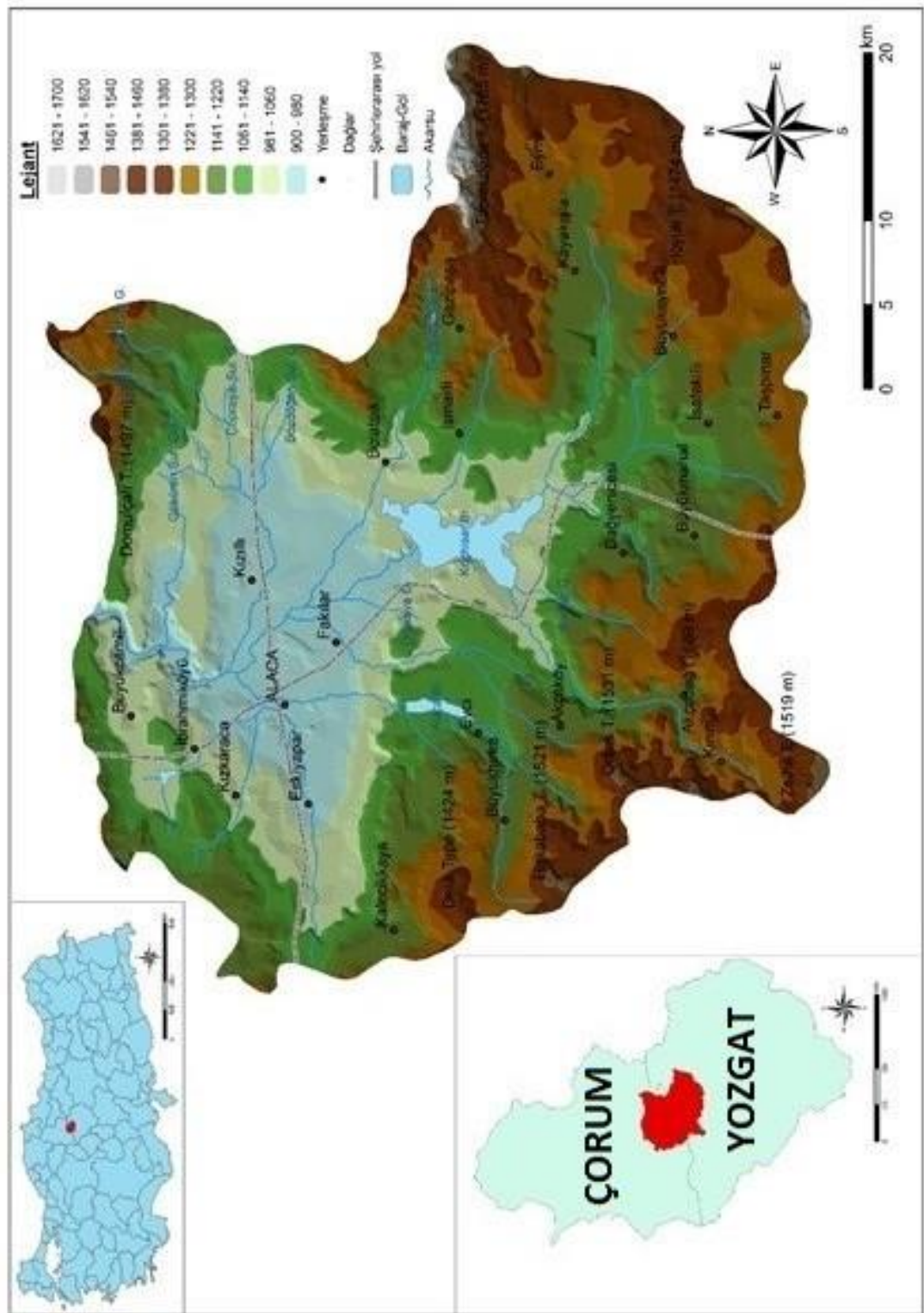
Araştırma Sahası Yeri ve Sınırları

Çalışma alanı İç Anadolu Bölgesi'nin Orta Kızılırmak Bölümü'nün kuzey kısmında bulunmaktadır. Orta Kızılırmak Bölümü ile Karadeniz Bölgesi'nin Orta Karadeniz Bölümü sınırında bulunan havza Karadeniz Bölgesi ile İç Anadolu Bölgesi arasında karayolu bağlantısının olduğu alanda yer alır (Şekil 1). Araştırma sahası Alaca havzasının tamamından oluşmaktadır. Saha Alaca (Çorum) ilçesi dışında idari yönden Sorgun (Yozgat) ve Sungurlu (Çorum) ilçeleri sınırlarına da taşmaktadır. Sahada yaklaşık 100 adeti Alaca ilçesine bağlı olmak üzere 130 kadar yerleşim birimi bulunmaktadır.

Araştırma sahası su bölümü çizgileri, Alaca ilçesinin kuzeydoğusundan başlayarak batıya doğru sırasıyla şu tepe ve sırtlardan geçmektedir: Kömürcü Tepesi (1440 m), Domulçalı Tepesi (1497 m), Büyükkabak Tepesi (1252 m), Çal Tepesi (1232 m), Kalinkaya Tepesi (1309 m). Batıda Ordu Tepesi (1205 m), Ardıçlık Tepesi (1206 m), Bürücek Tepesi (1239 m), İkiz Tepe (1222 m), Kavaklıdere Tepesi (1208), Yaprak Sırtı, Delik Tepe (1424 m), Karakaya Sr., Karaardıç Tepesi (1497 m), Düvencinin Tepesi (1437 m) bulunmaktadır. Güneybatıdan doğuya doğru: Akçadağ (1689 m), Kabak Tepe (1620 m), Kömün Tepesi (1423 m), Kartal Tepesi (1371 m), Avcı Tepesi (1437 m), Selimbeyyolu Tepesi (1362 m), Yassı Tepe (1279 m), Belen Tepesi (1289 m) bulunur. Sahanın doğusunda ise güneyden kuzeye doğru Höyük Tepe (1312 m), Toprakdede Tepesi (1765 m), Güvemçalı Tepesi (1316 m), Delihasan Sr. ve Babavurdu Tepesi (1372 m) bulunur.

Yeşilirmak'ın su toplama havzasında bulunan havza Kızılırmak havzası ile sınır oluşturmaktadır. Sahanın suyunu Alaca Çayı toplamakta ve bu akarsu araştırma sahasından çıkınca Çorum Çayı ve Çekerek ırmağıyla birleşmektedir. Araştırma sahasında çok sayıda irili ufaklı baraj bulunmaktadır. Bu göllerin en önemlisi Alaca ilçesinin içme suyu problemini de çözmesi planlanan, açılışı 2011 yılında yapılmış olan Çorum-Alaca-Koçhisar Barajı'dır.

Çalışma sahasının toplam alanı 1656,4 km²'dir. Araştırma sahası 825 m ile 1726 m arasında değişen düz, engebeli ve dağlık alanlardan oluşan farklı topoğrafik ünitelerden oluşmaktadır. Araştırma sahasının güney kesimlerindeki dağlık alanlar Bozok platosunun kuzey kesimlerinde yer almaktadır. Bu çalışmada farklı yükseklik değerlerine sahip, farklı topoğrafik ünitelerin, erozyona karşı duyarlılığı, tepkisi ve risk durumu incelenmiştir. Buna bağlı olarak yöreye bir planlama yaklaşımı oluşturulmuştur.



Çalışma Sahasına Yönelik Problemler

Ülkemizin topraklarının % 73' ü şiddetli erozyon tehlikesine maruzdur. Rüzgâr ve yağmur, verimli toprakları sürükleyerek, baraj göllerine, akarsu

yataklarına ve denizlere taşımaktadır. Ülke yüzeyinden bir yılda kaybedilen toprak miktarı yaklaşık 1,4 milyar tondur. Sadece tarım alanlarından kaybedilen verimli toprak miktarı ise yaklaşık 500 milyon ton/yıl'dır. Bu topraklarla birlikte mineral ve organik madde de kaybedilmektedir. Erozyonla kaybedilen bir başka değer ise sudur. Kaybolan toprak yüzeyinden her yıl yaklaşık 50 milyar m³ yağış depolanamamaktadır. Bakanlığın gerçekleştirdiği ağaçlandırma çalışmaları ile bu rakam aşağı çekilmiş ve 2023 hedefleri arasında daha da aşağı çekilmesi hedeflenmektedir (*T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Toprak İzleme Sistemi*).

Oluşturduğu büyük tehdit sebebiyle erozyonla mücadele konusunda güvenilir sonuçlara ulaşılabilecek çalışmalar yapılmalıdır. Bu anlamda ülkemizde toprak erozyonu konusunda bazıları değerlendirmeye yönelik, bazıları ise ölçümsel değerler içeren yerli ve yabancı birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmaların birçoğu değerlendirme çalışmaları olduğu için erozyona ait rakamsal veriler elde etmekten uzak çalışmalardır. Araştırma sahası ya da benzer coğrafi şartlar gösteren alanlarda henüz kantitatif sonuçlar elde edilebilecek detaylı bir erozyon çalışması yapılmamıştır.

Çalışma sahası yarı kurak iklimin etkisinde olup zaman zaman şiddetli sağanaklara maruz kalmaktadır. Bitki örtüsünün zayıf olduğu, eğim değerlerinin arttığı dağların yamaçlarında erozyon şiddetlenmektedir. Buna bağlı olarak ana kaya açığa çıkmakta, verimli tarım arazileri bu sahalardan taşınan materyal ile dolmaktadır. Bu nedenle yöre çiftçileri tarlalarından hemen hemen her yıl taş toplamaktadır.

Havzada eğim değerlerinin yüksek olması aşınma ve taşınmayı kolaylaştırmaktadır. Özellikle Kırım Köyü üzerinde serpantin ana kaya üzerinde ayrışma ürünleri (regolit) vadi tabanlarına doğru akmış araziler topraktan yoksun hale gelmiştir.

Yörede yayılış gösteren anakayalardan serpantinlerin varlığı nedeni ile bitki örtüsü yeterince gelişmemiş, buna bağlı olarak sahada erozyon etkinliği artmıştır.

Çalışma sahasının köyleri eğimli yamaçlarda kurulmuş, bu durum arazinin stabilitesini bozmuştur. Böylece erozyon etkileri hızlanmıştır.

Amaç

Türkiye’de toprak bozulması ve özellikle erozyonun olumsuz etkilerinin küçük ölçekli havzalarda mevcut son teknoloji ve belli bir metodoloji ile saptanması, buna ilişkin göstergelerin ortaya konması, subjektif kriterler yerine ölçülebilir ve karşılaştırılabilir standartların belirlenmesi gerekmektedir.

Bu bakımdan ülkemizdeki erozyon çalışmaları son yıllarda kantitatif sonuçlar veren ve arazide ölçülebilen yöntemler kullanılarak yapılmaya başlanmıştır. Özellikle yarı kurak şartların hâkim olduğu Karadeniz ardı yörelerde şiddetli sağanak yağışların ardından yüzey erozyonunu etkisi artmaktadır. Bu karakterde olan Alaca Havzası çalışmaya konu edinilmiştir.

Alaca Havzası’nda RUSLE yöntemi ile ele alınan bu çalışmada erozyon durumu ve arazi planlamasına yönelik yaklaşımlar ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu tür çalışmaların uygulamalı jeomorfolojide önemi gittikçe artmakta, elde edilen bulgulara yönelik olarak planlama yaklaşımları getirilmektedir. Bu bağlamda Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve Orman ve Su İşleri Bakanlığı bünyesinde farklı yöntemlerle ülkemizdeki erozyon duyarlılığı ortaya konulmaya çalışılmaktadır.

Alaca Havzası’nda erozyonun ortaya konulması başta yerel yönetimler olmak üzere yöre halkının da yararına olacağı ve çalışma sahasının geleceğe aktarılmasında bu tür çalışmalara ihtiyaç olduğu açıktır. Erozyon çalışmaları sürdürülebilir kullanım ve yönetim ilkesinin olmazsa olmazlarından olup, alan planlamasında büyük öneme sahiptir. Bu nedenle Alaca Havzası’nın erozyon risk modellemesi üretilerek planlamaya yönelik önerilerde temel altlık verisi olarak kullanılmıştır.

Çalışma sahasında yüksek ve eğimli yerlerde teoride erozyonun fazla olacağı buna karşılık ova tabanında ise jeolojik erozyonun etkili olacağı düşünülmektedir. Buna bağlı olarak çalışma sahasında erozyon etki derecesini azaltmak için alınması gereken önlemler, arazi kullanımı ve yönetimi ile kısa ve orta vadede erozyon kontrol edilebilirliği planları oluşturulacaktır.

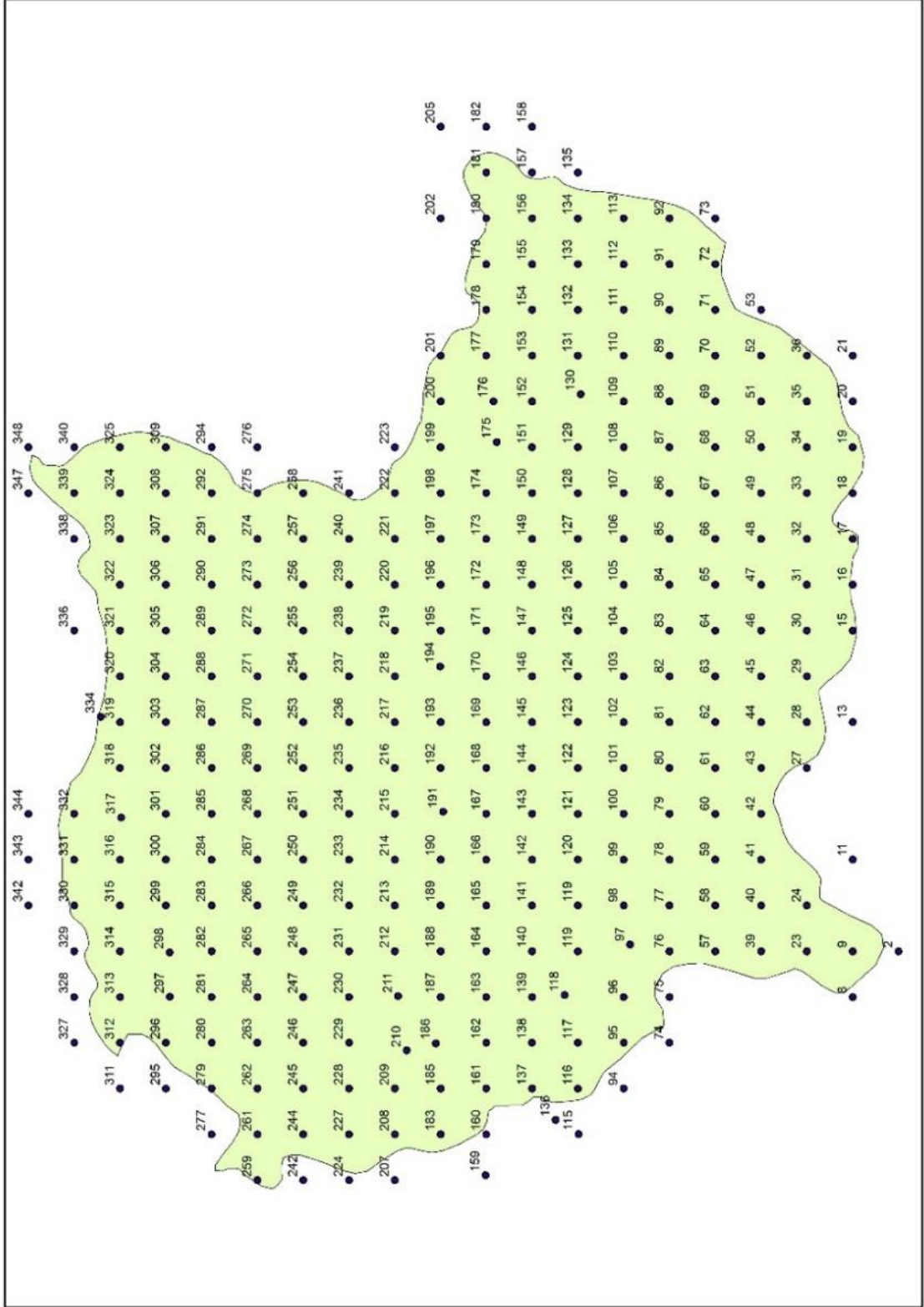
Yöntem

Çalışma arazi gözlem ve incelemeleri (örnek alımı), laboratuvar çalışmaları (fiziksel ve kimyasal analizler), RUSLE modelinin uygulanması ve sonuçların değerlendirilmesini içeren ofis çalışmalarına (CBS kullanımı) dayanmaktadır.

Çalışma alanına ait farklı topoğrafik özelliklerin çıkartılmasına yönelik 1:25.000 ölçekli topoğrafya haritaları (H33a3, H33b4, H33b3, H34a4, H33d2, H33c1, H33c2, H34d1, H33d3, H33c4, H33c3, H34d4, H34d3, H34c4, I33a2, I33b1, I33b2, I34a1, I34a2, I34b1, H34b4, H34c1) CBS ortamında sayısallaştırılarak alana ait sayısal eş yükselti, yükselti, eğim ve kabartı haritaları oluşturulmuştur. Arazide ön arazi keşif çalışması yapılmış, alanda önceden belirlenen 2500 m aralıklarla grid sistemde atılan koordinatlardan toprak örnekleri alınmıştır (Şekil 2). Hem iş hem de maliyet kaybı olmaması için, ilk aşamada 348 olarak belirlenen nokta sayısı 312'ye indirilmiştir. Çıkarılan noktaların tamamı sınırların dışında kalan noktalardır. Ayrıca noktalar genellikle dağlık alanlarda olup arazi yapılması da neredeyse imkansız sahalardır.

Belirlenen noktalarda toplam 312 yüzey (0-20 cm) toprak örneği alınmıştır. Ayrıca bazı noktaların yerleşim yerlerine, dere içlerine kayalık arazilere gelmesi sebebiyle 100 - 150 m'ye kadar noktaların yerleri kaydırılmış ve excel tablosu üzerinden koordinatları değiştirilmiştir.

Toprak örneklemleri laboratuvara getirilerek analiz ön işlemlerine tabi tutulmuştur. Laboratuvara getirilen örnekler kurutularak 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Hazır hale getirilen topraklarda fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.



Şekil 2: Araştırma sahasından alınan örnek noktaları.

Fiziksel Analizler

Toprak örneklerinde, Bünye (Tekstür): bozulmuş toprak örneklerinde (Bouyoucos, 1951), Toprak hacim ağırlığı: (Blake ve Hartge, 1986), Hidrolik iletkenlik : (Klute ve Dirksen, 1986) analizleri yapılmıştır.

Kimyasal Analizler

Kireç: Serbest karbonatların tayininde Scheibler kalsimetresi kullanılarak (Soil Survey Staff, 1993), Toprak reaksiyonu (pH): Saturasyon çamurunda pH metre kullanarak (Soil Survey Staff, 1992), Elektriksel iletkenlik: Saturasyon çamurunda kondaktivimetre aleti kullanılarak (Soil Survey Staff, 1992), Organik madde: Walkley-Black yönteminin Jackson tarafından modifiye edilmiş şekli ile yapılmıştır (Jackson, 1958).

İstatistiksel Analizler

Araştırma sahasından alınan 312 örnekte 10 farklı özellik incelenmiş ve bu özelliklerin tanımlayıcı istatistiksel hesaplamaları yapılmıştır. Toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri hesaplanarak normal dağılıma uygunlukları Kolmogorov-Smirnov testi SPSS (Karaatlı, 2010) ile kontrol edilmiştir.

Toprak fiziko-kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler Spearman korelasyonu kullanılarak analiz edilmiş, bu analizlerin yapılmasında SPSS 17.0 paket programı kullanılmıştır.

Jeoistatistiksel Analizler

Toprak parametrelerinin değerinin alansal dağılımının belirlenmesinde en çok kullanılan enterpolasyon yöntemlerinden IDW, RBF (Spline) deterministik yöntemler ile stokastik yöntemlerden de (temelde Kriging olarak da bilinmektedir) doğal (ordinary), evrensel (universal), basit (simple) kriging yöntemleri kullanılmıştır. Yöntemlerin karşılaştırılmalarında ölçülen değerler ve tahmin edilen değerler arasındaki ilişkiyi sorgulayabilmek, ölçülen değerlere en yakın sonucu veren başka bir ifade ile yöntemler arasından en uygun olanının seçebilmek için literatürde farklı karşılaştırma yöntemlerinin dikkate alındığı görülmektedir. Genel anlamda en yaygın kullanılan yöntemler; karesel ortalama hata (RMSE), ortalama mutlak hata (MAE), yöntemlerdir. Bu çalışma için RMSE seçilmiş ve jeoistatistiksel çözümde kullanılan beş yöntem karşılaştırılmıştır. En düşük RMSE değerini veren yöntem, en

uygun yöntem olarak değerlendirilmiştir. RMSE'nin hesaplanmasında şu formül kullanılmıştır (Arslan, 2012).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (z_{i*} - z_i)^2}{n}}$$

Eşitlikte;

Z_i : tahmin edilen değer, Z_{i*} ölçülen değer ve n örnek sayısını ifade etmektedir (Arslan, 2012).

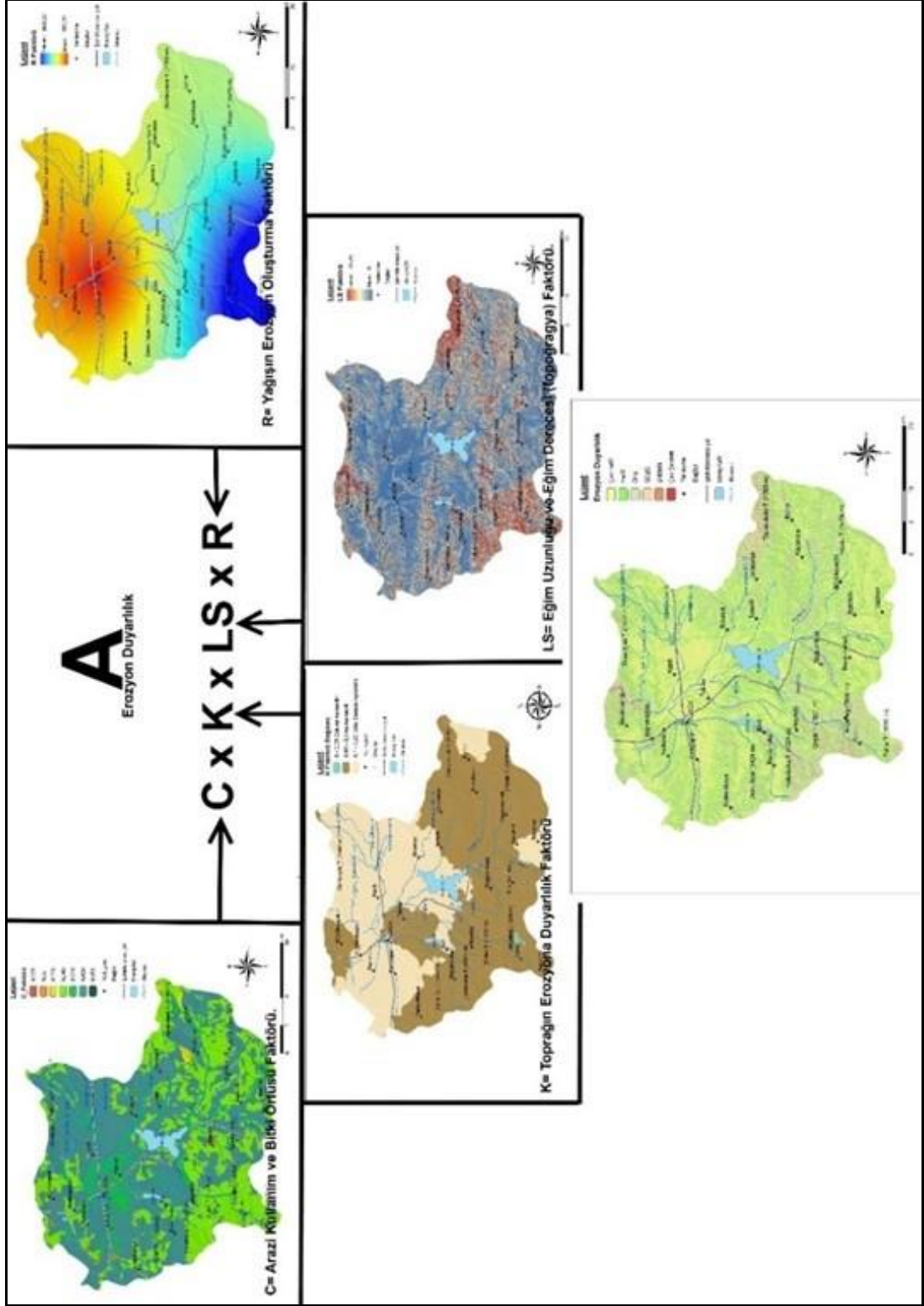
Araştırma sahasının doğal ortam özelliklerinin belirlenmesinde çeşitli devlet kuruluşlarına ait meteorolojik, hidrolojik, jeolojik veriler, mevcut arazi kullanım türlerinin belirlenmesi amacıyla uydu görüntüleri, hava fotoğrafları ve benzeri kartografik materyaller kullanılmıştır. Sahaya ait flora listesi oluşturmak içinde farklı dönemlerde toplanan bitki örneklerinin teşhisi yaptırılmıştır. CBS yardımıyla havzanın morfometrik özellikleri belirlenmiştir.

Yöntem olarak RUSLE erozyon modelleme yöntemi kullanılmıştır.

RUSLE Modeli

RUSLE modeli daha kesin erozyon tahminlerini sağlamak üzere tasarlanmış USLE'nin revize edilmiş şeklidir (Renard vd., 1994).

Örnek olarak verilebilecek bu çalışmada Alaca havzasında yapılan işlemler şematik hale getirilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3: Alaca havzası erozyon modellemesi.

Yöntemdeki her bir parametrenin detaylı olarak ele alınması hassas sonuçlar elde etmek açısından gereklidir. Bu parametrelerin hesaplama yöntemleri altbaşlıklarda kısaca açıklanmıştır.

Yağışın Erozyon Oluşturma Faktörü (R):

RUSLE modeli diğer faktörler sabit olduğunda işlenen alanlardaki toprak kayıplarının direkt olarak yağış parametresine orantılı olduğunu varsayar. Modelde R faktörü hesaplanmasında $R = E \times I_{30} / 100$ denklemi kullanılmaktadır (Wischmeier ve Smith, 1978). Bu denklemdeki harfler şunları ifade etmektedir:

R : Yağışın erozyon oluşturma faktörü ($ha^{-1} yıl^{-1} \times mm h^{-1}$).

E : Toplam şiddetli yağış enerjisi ($ha^{-1} yıl^{-1}$).

I_{30} : Maksimum 30 dakikalık yağış şiddeti ($mm h^{-1}$).

Toprağın Erozyona Duyarlılık Faktörü (K):

Toprağın aşınmaya duyarlılık faktörü (K) bir toprak karakteristiği olarak, toprağın erozyon güçleri tarafından ayrılma ve taşınmasına olan hassasiyetinin bir ölçüsüdür (Özsoy, 2007).

K faktörü hesaplanırken alana ait toprak haritası üretilmeli ve bu harita jeoloji haritasıyla birleştirilerek ortaya yeni bir harita çıkarılmalıdır.

K değeri deneysel olarak belirlenemediği yerlerde toprağın organik madde, tekstür, strüktür ve geçirgenlik değerlerine göre belirlenen eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır (Wischmeier ve Smith, 1978).

$$K = \frac{1}{100} \{ 2.1 \times 10^{-4} \times (12 - OM) \times [SI \times (SA + SI)]^{1.14} + 2.5 \times (PE - 3) + 3.25 \times (ST - 2) \}$$

K= Toprağın erozyona duyarlılık faktörü

OM= % Organik madde

SI= Silt içeriği

SA= Kum içeriği

PE= Hidrolik iletkenlik

ST= Strüktür sınıfı

Eğim Uzunluğu ve Eğim Derecesi Faktörü (Ls)

Birbirlerini tamamlayan iki önemli özellik olan eğim uzunluğu ve eğim derecesi RUSLE de bütün olarak değerlendirilmiştir. CBS kullanılarak yapılan çalışmalarda grid analizi yapılmaktadır. Her bir gridin uzunluğu ve derecesi belli

olduğu için hesaplama daha rahat yapılmaktadır. Bu yöntemde kullanılan hesaplama denklemi şudur (Wischmeier ve Smith, 1978):

$$LS=1.6*Pow(((facc]*resolution)/22.1, 0.6)*Pow(Sin([slope]*0.01745)/0.09, 1.3)$$

Arazi Kullanım ve Bitki Örtüsü Faktörü (C)

C faktörü erozyon üzerinde arazi kullanımı ve bitki örtüsünün durumunu yansıtmak için kullanılır. Bu faktör toprak koruma planının ortalama yıllık toprak kaybını nasıl etkileyeceğini ve toprak kaybı potansiyelinin yapılaşma faaliyetleri, ürün münavebeleri veya diğer amenajman programları sırasında zaman içinde nasıl bozulup dağılacağını gösterir (Renard vd., 1997). Son yıllarda yapılan çalışmalarda C faktörü hesaplanmasında UA yöntemleri kullanılarak ERDAS programıyla uydu görüntülerinden yararlanılmaktadır.

Toprak Koruma Önlemleri Faktörü (P)

Toprak kaybını azaltabilmek için yapılan tarım çeşitlerini göstermektedir. Buna örnek olarak tarlaların eğim yönüne dik sürülmesinin erozyon üzerinde yavaşlatıcı bir etkisi olması, teraslama yapılmasının faydaları verilebilir. Çalışılan alanda herhangi bir koruma önlemi yoksa, koruma faktörü 1,0 olarak kabul edilmektedir (Wischmeier ve Smith, 1978).

Temel Kavramlar

Erozyon: Karalarda hayat kaynağı olan toprağın, bulunduğu yerden su ve rüzgarlarla harekete geçirilerek taşınması olayına denir (Mater, 1998).

Coğrafi Bilgi Sistemi: CBS belirli bir amaç ile yeryüzüne ait verilerin toplanması, depolanması, sorgulanması, transferi ve görüntülenmesi işlevlerini yerine getiren araçların tümüdür (Burrough, 1986).

K Faktörü: Kısaca toprağın aşınmaya duyarlılık faktörü olarak tanımlanan “K” bir toprak karakteristiği olarak, toprağın erozyon güçleri tarafından ayrılma ve taşınmasına olan hassasiyetinin bir ölçüsüdür (Özdemir, 2013).

Önceki Çalışmalar

Çalışma konusu ve sahası ile ulaşılabilen çalışmalar şu şekilde özetlenmiştir.

Tilki 2013, **Çorum Havzası ve Yakın Çevresi’nde Doğal Afetler** isimli yüksek lisans tez çalışmasında Çorum ilinde meydana gelen doğal afetleri incelemiştir

çevresi ve ülkemizdeki afet boyutlarını durumla karşılaştırmalı olarak açıklamıştır. Araştırmacı sahanın iklimatik, hidrografik, toprak ve bitki örtüsü özelliklerinin doğal afeti kolaylaştırıcı özellikler gösterdiğini tespit etmiştir.

Tombuş 2005, **Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Erozyon Risk Belirlemesine Yeni Bir Yaklaşım, Çorum İli Örneği** adlı Yüksek lisans tez çalışmasında CORINE ve ICONA modellerini incelemiş, Analitik Hiyerarşik Süreç ile yeni bir değerlendirme ortaya konmuştur. Elde edilen sonuca göre Çorum ilinin % 7'sinde çok az, % 13'ünde az, % 20'sinde orta, % 27'sinde yüksek, % 33'ünde çok yüksek düzeyde erozyon riski belirlemiştir.

Gündoğdu 2009, **Çorum Güneybatısındaki Volkanik Kayaçların Jeolojik ve Petrolojik Özellikleri ve Alaca Höyük Kazısında Jeoarkeolojik Çalışmalar** isimli doktora çalışmasında bölgedeki kayaçların mineral yapısını ve kimyasal özelliklerini incelemiş, radyometrik yaş tayinlerine göre kayaçları sınıflandırmıştır.

Akarsu 1962, **Çorum Bölgesinin Jeolojisi** isimli çalışmasında Paleozoik, Mesozoik, Tersiyer ve Kuvaterner arazileri incelemiştir. Paleozoik arazilerin kalınlığı 300 m. ye çıkan koyu gri, siyah renkli olan metamorfik şistlerle temsil edildiğini, Mesozoyik'te gri renkli kalkerler ve karışık seri, Tersiyer'de fliş ve alacalı seri, Kuvaterner'e ait ise eski alüvyon, yeni alüvyon ve taraçaların bulunduğunu tespit etmiştir.

Ozulu vd. 2007, **Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknolojileri ile Arkeolojik Alanların Özelliklerinin Belirlenmesi ve Çorum İli Uygulaması** adlı çalışmada arkeolojik alanlara ait konumsal ve öznitelik bilgileri sayısal ortama aktarılmış, oluşturulan veri tabanı yardımıyla öznitelikler üzerinden sorgulama ve analizler yapılmıştır. Analiz sonucunda, arkeolojik alanların % 59,6'sı ile rastgele belirlenen noktaların % 48,5'i birbirleriyle arkeolojik alan olma özellikleri bakımından uyumlu çıkmış ve gruplandırılmıştır.

Çevre ve Orman Bakanlığı 2009, **Çorum İl Çevre Durum Raporu** isimli raporda, Çorum ilinin doğal ortam özellikleri, hem fiziki hem beşeri coğrafya açısından incelenmiş il'e ait detaylı bir çalışma raporu yayınlamıştır.

Genel literatür bilgisi

Uslu 1971, **Türkiye'deki Kurak Sahalarda Erozyon Kontrolü ve Vejetasyon Örtüsü** adlı çalışmada Türkiye'nin kurak sahalarındaki erozyon durumu

ve buralardaki bitki örtüsünün durumuyla ilgili tespitler yapmış, alınması gereken önlemler hakkında bilgi vermiştir.

Gemalmaz, vd. 1993, **Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri Uygulanarak Erozyon Riski Taşıyan Alanların Belirlenmesi Türkiye İçin Bir Çalışma** isimli eserde Konya Karapınar bölgesinde coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama (UA) gibi yeni tekniklerin kullanılması sonucu erozyon riski taşıyan alanların belirlenmesinde uygulanabilirliğinin ortaya konulmasını araştırmışlar ve Landsat TM uydu görüntüsü ile erozyon riski taşıyan alanları tespit etmişlerdir.

Sönmez 1994, **Toprağın Aşınma Taşınma Katsayısı** adlı yayınında toprağın aşınım hızının aşınmadan kalan toprak miktarına bağlı olarak değiştiğini gözlemlemiş ve kalan toprakla erozyon hızı arasında bir formül uygulamıştır. Bu formülde toprağın kayıp değerini evrensel olarak kullanılan K faktörü olarak almış kendi formülündeki aşınım katsayısının K faktörüyle deneysel ortamda uygulanıp sağlaması gerektiğini ifade etmiştir.

Karagül 1994, **Trabzon-Söğütöldere Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Özellikleri ve Erozyon Eğilimlerinin Araştırılması** isimli çalışmada Orman alanlarından 48, otlak alanlarından 21 ve işlemeli tarım alanlarından 14 olmak üzere toplam 83 noktada toprak profili açılmış ve üç farklı derinlik kademesinden (0-20 cm, 20-50 cm ve >50 cm) toprak örnekleri alınmıştır. Laboratuvarında tespit edilen bazı erozyon eğilim indekslerine göre (dispersiyon oranı, kolloid/nem ekivalan oranı, erozyon oranı) araştırma havzası toprakları erozyona duyarlı bulunmaktadır. En düşük dispersiyon oranı orman topraklarında saptanmış, bunu otlak toprakları izlemiş ve en yüksek disperisyon oranı değerlerine tarım topraklarında rastlanmıştır.

Evans and Seamon 1997, **A GIS Model to Calculate Sediment Yields from a Small Rural Watershed** isimli çalışmada sediment taşınım oranları için CBS tabanlı bir erozyon modeli geliştirmişlerdir. Çalışılan 69,5 km² drenaj havzası 120 metre gridlerle bölünerek 4843 poligon (her biri 1.44 ha.) oluşturulmuştur. Her bir poligon için toprak erozyonu RUSLE ile CBS tabanında hesaplanmıştır. Çalışmada ayrıca RUSLE modelindeki LS faktörü SYM (sayısal yükseklik modeli) kullanılarak

modifiye edilmiştir. RUSLE modeline ait tüm faktörler kullanılmış ancak rüzgar etkisi hesaba katılmamıştır.

Millward and Mersey 1999, **Adapting the RUSLE to model soil erosion potential in a mountainous tropical watershed** isimli çalışmada Amerika’da tropikal bir havzadaki bir dağlık bölgede RUSLE modelini uygulamıştır. Çalışmada modelin kuru ve yağışlı mevsimlerde farklı toprak kayıpları meydana geldiği ortaya çıkarılmıştır.

Doğan vd. 2000, **Türkiye Büyük Toprak Gruplarının Erozyona Duyarlılık “K” Faktörleri** isimli ülke genelinde yaptıkları bir çalışmada, büyük toprak gruplarını dikkate alarak aldıkları toprak örnekleri üzerinde yaptıkları analizlerden elde ettikleri bulguları bu amaç için geliştirilmiş abaklara uygulayarak büyük toprak grupları için K faktörü tespit etmişlerdir. Çalışma sonucuna göre Türkiye toprakları aşınabilirlik yönünden orta ve kuvvetli derecede aşınabilir sınıflara girmektedir.

Lu et. al. 2001, **Prediction of Sheet and Rill Erosion Over the Australian Continent, Incorporating Monthly Soil Loss Distribution** isimli projede Avustralya’da ülke genelinde toprak erozyon tahmini için bir model çalışması yürütmüşlerdir. RUSLE temel alınarak devamlı kaydedilen uzaktan algılanmış veriler, günlük yağış verileri ve güncellenmiş toprak, arazi kullanımı ve topoğrafya verileri kullanılmıştır. Sonuçlar yıllık ortalama toprak kaybı haritası ve aylık dağılımları olarak sunulmuştur. Ülkenin kuzey kesimlerinin güney kesimlerine göre daha yüksek erozyon risk değerine sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Boggs et. al. 2001, **GIS-Based Rapid Assessment of Erosion Risk in a Small Catchment in the Wet/Dry Tropics of Australia** isimli çalışmada RUSLE modelini daha basite indirgeyerek daha detaylı erozyon modellemesi planları için yol gösterici olacak çalışma yapmışlardır. Sayısal yükseklik modeli (SYM) kullanımının büyük ölçüde hızlı erozyon tahmin modelinin doğruluğunu arttırdığını bulmuşlardır. Araştırmacılar arazi verileriyle kıyasladıklarında daha detaylı çalışmalar için 100 m SYM verisi kullanımının daha uygun çözünürlük olduğunu bildirmişlerdir.

Zeybek 2002, **Turhal Ovası ve Yakın Çevresinde Toprak Erozyonu** çalışmasında toprak erozyonunun nedenleri, boyutları, sonuçları ve alınabilecek önlemler üzerinde durmuştur. Bu amaçla sahanın eğim haritasını çıkarmış, anakaya,

bitki örtüsü, iklim, beşeri ortam özelliklerini incelemiş ve potansiyel erozyon haritasını çıkarmıştır. Sonuç olarak, orman örtüsü yetiştirme, kimi alanlarda teraslama yapma, yanlış tarım uygulamalarının önüne geçme gibi önerilerde bulunmuştur.

Öztürk vd. 2003, **Kurukavak Deresi Havzasında Yüzey Akış ve Sediment Miktarının AGNPS Modeli ile Tahmini** isimli çalışmada, Kurukavak deresi su toplama havzasında 1994-1996 yılları verileri ile yürütülen araştırmada yüzey akış ve sediment miktarları AGNPS modeliyle tahmin edilmiş ve ölçülen değerler ile tahmin edilen değerler büyük oranda tutarlı çıkmıştır.

Bayramın vd. 2003, **Soil Erosion Risk Assesment with ICONA Model** isimli çalışmada ICONA erozyon modeli ile toprak erozyon riskinin değerlendirilmesinde CBS ve UA tekniklerinin uygulanabilirliğini test etmişlerdir. Elde edilen ICONA toprak erozyon durumu haritasına göre alanın % 45,9'unun yüksek ve çok yüksek erozyona maruz olduğu belirlenmiştir.

Lu et. all. 2004, **Mapping Soil Erosion Risk in Rondonia, Brazilian Amozonia: Using RUSLE, Remote Sensing and GIS** isimli Amazonlarda CBS tabanında RUSLE modeli ile yapılan bir çalışmada iklim verileri (R) ve P faktörü değişmez olarak varsayılmış ve hesaba katılmayarak sadece K, LS ve C faktörü üzerine çalışmalar yapılmıştır. Toprak erodobilitesi (K) faktörü toprak haritaları ve etüd verileri kullanılarak, topoğrafik faktörler (LS) sayısal yükseklik modeli (SYM) oluşturularak ve C faktörünü oluşturan vejetasyon, örtü ve toprak fonksiyonu özellikleri Landsat uydu görüntüleri ile çıkarılmıştır. Sonuçta CBS tabanında basitleştirilmiş RUSLE modeline dayanan toprak erozyon risk haritası üretilmiştir.

Cambazoğlu ve Göğüş 2004, **Sediment Yields of Basins in the Western Black Sea Region of Turkey** isimli Batı Karadeniz'de yaptıkları çalışmada USLE ve RUSLE modellerini ayrı ayrı uygulamış ve farklılıkları belirtmişlerdir. USLE ile sediment miktarının tahmininin çok daha kolay ve doğru olduğu belirtilmiştir. Çalışmada R faktörü Arnoldus'un (1977) geliştirdiği ortalama aylık ve ortalama yıllık yağış verilerinden hesaplanmıştır.

Ekinci 2005, **CBS Tabanlı Uyarlanmış Rusle Yöntemi ile Kozlu Deresi Havzası'nda Erozyon Analizi** çalışmasında rusle yönteminin sadeleştirilmesiyle oluşturulmuş bir yöntem kullanmıştır. ($E_a = E \times T \times Z$) Bu formülde eğim (E), zemin

örtüsü (Z) ve toprak (T) faktörlerinin bir arada değerlendirilmesi ile potansiyel erozyon risk alanları ve duyarlılık sınıfları tespit edilmiştir. Sayısal yükselti modelinden eğim haritası oluşturulmuş, arazi örtüsü için Landsat 2000 ETM görüntüleri kullanılmış, toprak özelliklerini ise Topraksu Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Batı Karadeniz Havzası Toprakları (1972) adlı çalışmadan derlenmiştir. Sonuç olarak eğim değerlerinin büyük olduğu, zemin örtüsünden yoksun ve ince taneli toprakların birlikte bulunduğu sahalar şiddetli erozyon alanları iken, eğim değerlerinin küçük olduğu, zemin örtüsünün kapalılık değeri yüksek ormandan oluştuğu ve kaba taneli toprakların birlikte bulunduğu sahaları ise erozyonun çok hafif olduğu alanlar olarak tespit etmişlerdir.

Yılmaz 2006, **Çamlıdere Barajı Havzasında Erozyon Problemi ve Risk Analizi** isimli yüksek lisans tez çalışmasında havzada meydana gelen erozyonu farklı modeller kullanarak (ICONA, CORINE, FAO, WEPP) incelemiştir. Erozyonun şiddetli olduğu alanlar belirlenmiş, barajın ömrü hesaplanmıştır.

Parlak ve Çanga 2007, **Farklı Debi ve Eğim Koşullarının Parmak Erozyonu ve Sediment Konsantrasyonu Üzerine Etkileri**, isimli çalışmada deneme kurarak farklı debi ve eğim koşulları oluşturmuşlardır. Debi ve eğimin artmasıyla sediment konsantrasyonu, parmakların genişliği ve akış hızının arttığı sonucuna ulaşmışlardır.

Karabulut ve Küçükönder 2008, **Kahramanmaraş Ovası ve Çevresinde CBS kullanılarak Erozyon Alanlarının Tespiti** isimli çalışmada CBS kullanılarak erozyon risk alanları belirlenmeye çalışılmıştır. USLE modeli kullanılan çalışmada riskli bölgeler harita üzerinde gösterilmiş ve erozyon risk değerleri tablo halinde verilmiştir.

Tağıl 2007, **Tuzla Çayı Havzası'nda (Biga Yarımadası) CBS-Tabanlı RUSLE Modeli Kullanılarak Arazi Degredasyonu ve Risk Değerlendirmesi** isimli çalışmada RUSLE modeli kullanarak havzanın erozyonu ve arazi örtüsü ilişkisini incelemiştir. Araştırmacı yüksek toprak erozyon risk gruplarında arazi örtüsündeki değişime bağlı olarak 1987 yılından 2000 yılına kadar artış olduğunu gözlemlemiştir.

Özsoy 2007, **Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknikleri kullanılarak Erozyon Riskinin Belirlenmesi**, İsimli doktora tezinde

YETKE (RUSLE) modelini Mustafakemalpaşa havzasına uygulamıştır. Mustafakemalpaşa Havzası'nda RUSLE/CBS modeli ile belirlenen toplam potansiyel toprak kaybı 11.296.061,75 ton yıl, ortalama toprak kaybı ise 11,18 ton ha yıl olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada RUSLE denklemindeki R faktörünün hesaplanmasında Modified furniture indeksi kullanılmıştır.

Karaburun vd. 2009, **Erozyon tahmininde CBS Tabanlı Rusle Yönteminin Kullanılması: Büyükçekmece Örneği** çalışmasında CBS tabanlı RUSLE metodu ile uzun dönemli toprak kaybını ve potansiyel erozyon alanlarını hesaplamışlardır. RUSLE denklemi: $A = R \times K \times LS \times C \times P$. bu denklemde her bir harf şöyle açıklanmaktadır:

A = yıllık ortalama toprak kaybı (ton/ha/yıl), R = Yağış faktörü, K = Toprak erozyon duyarlılık faktörü, LS = Eğim uzunluğu ve eğim derecesi faktörü, C = Arazi kullanım ve bitki örtüsü faktörü, P = Erozyon kontrol uygulama faktörü. bu faktörlerin her biri açıklanan yöntemlerle harita haline getirilmiş ve haritalar birleştirilerek sonuca ulaşılmıştır.

Şensoy ve Palta 2009, **Yamaç Şekillerinin Toprak Erozyonuna Etkileri** çalışmalarında su erozyonu üzerinde eğim ve yamaç şekillerinin etkili olduğu belirtilmiş ve bunu farklı yamaçlarda parseller kurarak buralarda yapay yağmurlama yoluyla deneysel bir ortam oluşturulmuştur. Sonuç olarak diğer özellikler aynı kabul edilirse yamaç şekillerinin, sediment taşınımı ve yüzeysel akışa dikkate değer ölçüde etki ettiği gözlemlenmiştir.

Tunç ve Schröder 2010, **Ankara'nın batısındaki Tarım Topraklarında USLE ile Erozyon Boyutunun Tespiti** adlı çalışmasında USLE modelini kullanmıştır. Bu çalışmada araştırma sahasındaki tarım topraklarından belli başlı istasyonlardan Ap horizonundan (0-40 cm derinliklerden) seçilen çok sayıda toprak örneği alınmıştır. Erozyon için önem arz eden parametreler bulunmuş ve USLE ile erozyon şiddeti tahmini yapılmıştır. tekstür analizi, permeabilite analizi, organik karbon analizi yapılmıştır. Toprağın erozyona karşı duyarlı olmasında toprak tekstürünün öneminin oldukça büyük olduğu sonucuna ulaşmış yüksek K-faktörü, yüksek C faktörü ve yüksek eğimin yanı sıra röllyefin de önemli derecede etkili olduğu belirtilmiştir.

Şensoy vd. 2011, **Erozyonun Belirlenmesinde Yüzeysel Akış Parseli Kullanımının İrdelenmesi** adlı çalışmada yüzeysel akış parsellerinden güvenilir veri elde edebilmek için uyulması gereken yüzeysel akış parselinin arazi üzerine tesisi, parsel boyutlarının belirlenmesi, çalışma amacına uygun parsel kullanımı, veri toplama yöntemi, ölçüm süresi ve sıklığı, yüzeysel akış ve sediment örneklemesinin usulüne uygun yapılması gibi birçok esas bulunduğunu belirtmiştir. Buradan hareketle parsel kurulmuş, ve parsel kurulumunda dikkat edilecek hususlar belirtilmiştir.

Tombuş vd. 2012, **Assessment Of Soil Erosion Based On The Method USLE; Çorum Province Example** isimli araştırmada Çorum ilinde USLE erozyon modelini uygulamışlardır. Elde edilen sonuçlara göre yıllık ortalama toprak kaybı 28.85 ton hektar/yıldır.

Yakupoglu ve Demirci 2013, **Kahramanmaraş-Narlı Ovası Topraklarının Erozyona Duyarlılıkları ile Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler** adlı eserde işlemeli tarım yapılan toprakların aşınabilirliğini toprak aşınım faktörü (USLE-K) ve kil oranı (KO) göstergeleri ile ortaya koymak amaçlanmış bu amaç doğrultusunda aluviyal ve koluviyal ana materyal üzerinde oluşmuş topraklarda 25 farklı noktadan bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır. Laboratuar çalışmasından sonra elde edilen veriler dijital ortama aktarılmış ve istatistiksel olarak test edilmiştir. Topraklar yüzey katmanından (0-15 cm) alınmıştır. Sonuç olarak toprak aşınabilirliğinin noktasal olarak farklılık gösterdiği, bu farklılığın toprak özellikleri ve kullanıma bağlı olarak ortaya çıktığı belirtilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

ALACA HAVZASI'NIN DOĞAL ORTAM ÖZELLİKLERİ

1.1. Alaca Havzası'nın Yapısal Özellikleri

1.1.1. Litolojik Özellikler

Yapının relief şekilleri üzerindeki etkisi hem mevcut kayaçların farklı fiziksel ve kimyasal özellikleriyle, hem de onların meydana getirdikleri tabakaların, yatay, kıvrımlı, kırıklı, monoklinal vb. özellikte oluşlarıyla gerçekleşmektedir (Hoşgören, 1983). Bu durum aynı zamanda farklı aşınabilirlik veya erozyon duyarlılığına sebep olmaktadır. Bu nedenle farklı litolojilerde farklı sertlik derecesine bağlı olarak erozyon olayı ve etki derecesi farklılık göstermektedir.

Alaca havzasında Paleozoyik, Mesozoyik, Tersiyer, Kuvaterner yaşlı birimler yüzeylenmektedir. Sahada Mesozoyik'e ait kalkerler ve karışık seri, Tersiyer döneminde fliş ve Kuaterner'de ise ova tabanındaki alüvyonlar, dağların eteklerindeki birikinti konileri eski ve yeni alüvyonlar olarak jeoloji haritasında gösterilmiştir (Şekil 5).

Çalışma sahasının jeolojik birimleri ve formasyon özellikleri eskiden yeniye doğru aşağıdaki şekilde özetlenmiştir.

1.1.1.1. Mesozoyik

1.1.1.1.1. Devecidağ Karışığı

Bu havza ile ilgili yapılmış en son istiflerden birisi Ateş vd. (2002)'ne aittir. Bu istifte yer alan temel birimler Triyas yaşlı oldukça kıvrımlı ve kırıklı metakumtaşı, metagrovak, fillit, metavolkanit ile metabazik kayalardan oluşmaktadır. Bu birim Özcan vd. (1980) tarafından Devecidağ Karışığı olarak adlandırılmıştır (Gündoğdu, 2009).

Karışığın, içerdiği kireçtaşları Karbonifer-Triyas yaş .aralığını verdikleri için karışığa bu yaş verilmiştir (Özcan vd., 1980).

Birimin Üst Karakaya Karmaşığı birimlerinden olduğu kabul edilmiştir (Tetiker, 2010). Bununla birlikte çok sayıda araştırmacı tarafından çalışılan birim farklı adlandırmalara tabi tutulmuş ve benzer birimlerle aynı isimlerle anılmıştır.

Sahada Devecidağ Karışığı birimin yüzeylendiği sahalarda mermer damarları aramak amacıyla çok sayıda yerde çalışma yapıldığı görülmüştür.

Birimin ayırtlanabilen seviyelerini, Özcan vd. (1980) Karasenir Üyesi; Hamidiye Volkanik Üyesi kristalli ve kireçtaşı olistolitleri ise, Kızılcın Kireçtaşı Üyesi olmak üzere üç üyeye ayırarak incelemiştir. Yılmaz vd. (1993) ise, fosil bulgularına dayanarak birime Orta-Üst Triyas yaşı vermiştir.

Baykal (1947) tarafından Paleozoyik Yaşlı Metamorfitle, Blumenthal (1950) tarafından Tokat Kristalin Masifi, Okay (1955) tarafından Paleozoyik Metamorfitle, Yılmaz vd. (1995) ve Ketin (1962) tarafından Tokat Masifi, Seymen (1975) tarafından Tozanlı Grubu, olarak tanımlanan bu birim, Koçyiğit (1979) tarafından Tokat Grubu, Yılmaz (1980) tarafından Tokat Formasyonu, Özcan vd. (1980) tarafından Turhal Grubu, Özcan vd., (1980) tarafından Turhal Metamorfitle/Devecidağ Karışığı, Gökçe (1983) tarafından Turhal Metamorfitle, Şengör vd., (1985) Gölova (Agvanis) Metamorfitle, Temiz vd., (1993) tarafından Tokat Kompleksi olarak adlandırılan ve tanımlanan Erzincan'dan Amasya'ya kadar uzanan métamorfik zonun bir parçasını oluşturan bu birim Tüysüz, (1993) tarafından ise, Karakaya Karmaşığı olarak tanımlanmıştır (Gürel Yolcubal vd., 2014).

Alt Karakaya Karmaşığı birimlerinden Turhal Metamorfitle, gri-yeşil renkli metaklastikler ile ardalanma sunan metabazik kayalardan (metabazalt, metatüfit, metagabro, metadiyabaz); Üst Karakaya Karmaşığı birimlerinden Devecidağ Karışığı metaklastik, metavolkanitik (spilitik) seviyeler ve metakireçtaşı bloklarından oluşmaktadır (Tetiker, 2010).

Devecidağ Karışığı batıda Deliktepe çevresinden doğuda Gazipaşa köyü civarında ve kuzeyde Büyükcamlı köyü kuzeyinde yüzeylenmektedir. Bu formasyon kumtaşlarının, serpantin, melanj, ofiyolitik serilerin yer yer volkanitlerin karışık olarak bulunduğu sahalardır. Bu yüzden aşınmaya karşı dirençsiz alanlar genellikle Devecidağ Karışığı'nın yayılış gösterdiği sahalardır.

1.1.1.1.2. Hamidiye Volkanikleri

Birim içerisinde boyutları bir kaç cm'den 30-40 cm'ye kadar değişmekte olan çakıllar bulundurmaktadır. Çakıllar volkanik kökenli olup başlıca andezit bazalt, dasit, granit, diyorit ve granodiyorit çakıllarından oluşmuş ve kötü boylanmışlardır (Korkmaz ve Gedik, 1988).

Genellikle diyabaz, spilit ve aglomeradan oluşan formasyon Diyabaz, spilit, koyu yeşil, siyah, kahve renkli çatlaklı, eklemli, çatlak ve eklemleri genellikle kuvars, yer yer kalsit dolguludur. Tüf, aglomera, kahverenkli masif ve kalın tabakalı eklemli ve çatlaklıdır (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı ÇED ve Planlama Gn. Müd., 2010).

1.1.1.1.3. Hattuşaş Formasyonu

Hattuşaş formasyonu, çeşitli yaş ve ortamda oluşmuş olan tortul, mağmatik ve metamorfitleerin karmaşık olarak birarada bulunduğu ofiyolitli karmaşık seridir.

Formasyon araştırma sahasının güneybatı kesiminde Örtlek Tepesi ve Akçadağ eteklerini içine alacak şekilde doğudan Dağyenicesi yerleşmesine kadar uzanan geniş bir alanda yayılış göstermektedir. Üzerinde gabro, dayk ve peridotitler görülmektedir (Şekil 5).

1.1.1.2. Tersiyer

1.1.1.2.1. Çekerekırmak Formasyonu

Orta Eosen (Lütesiyen) yaşlı kayalardan oluştuğu belirlenen Çekerek Formasyonu içerisinde taban konglomerası, fosilli çakıllı kumtaşı, fosilli kumlu kireçtaşı, silt taşı, kil taşı, marn aralanması ile bol fosilli kireçtaşlarından oluşan, kıvrımlı bir yapı sunan jips ara katkıları ve kömür bantları içeren birim Kozluca üyesi, bu birim üzerinde uyumlu olarak bulunan bol fosilli kireçtaşları da Kuzalan kireçtaşı üyesi olarak tanımlanmıştır (Özcan vd. 1980).

Çoğunlukla peridotit, diyabaz, dunit, harzburgit, spilit ve bazalttan oluşmaktadır. Bu seviyeler içinde seyrek de olsa radyolarit, kireçtaşı, çört ile şist, farklı yaşlı kristalize kireçtaşı, kireçtaşı blokları ve dilimleri gözlenir. Ofiyolitik kayalar, koyu yeşil, alacalı ve kahverenkli. Birim içinde serpantinleşmiş peridotitler yaygındır. Çoğunlukla masif görünümlü, genellikle ayrıışmış, oldukça kırıklı, yeşilimsi, haki renklerde ve yağimsı parlaklıktadır. Daha yaygın durumda

olan harzburgit blokları koyu yeşil renkli ve daha dayanımlı görünüşleri ile dunitlerden ayrılır. Gabroların bozunma yüzeyleri açık gri, bej, taze yüzeyi ise, açık benekli yeşilimsi renklidir. Çoğunlukla tabakasız ve bol kırıklıdır (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı ÇED ve Planlama Gn. Müd., 2010).

Sahanın güneyindeki aşınım yüzeyleri üzerinde yer yer görülen formasyonun aşınmaya maruz kaldığı tahmin edilmektedir. Güneyde Büyükmahal ve İsafakılı köyleri civarında tabakasız olarak görülmesi mümkündür (Şekil 4).



Şekil 4: Çekerek formasyonu üzerinde kireçtaşları. Üzerindeki örtü malzemesini aşınma sonucu ortadan kalkmasına bağlı olarak alttaki kireç taşları aflöre olmuştur. Bu durum sahada erozyonel süreçleri ortaya koyan önemli bir delildir.

1.1.1.2.2. Dodurga Formasyonu

Sarımsı-grimsi yer yer kahverengi renkli zayıf tutturulmuş, yer yer iyi tutturulmuş çakıl taşlarından ve iri bloklu toprağımsı malzemeden meydana gelmiştir. İstifi en kalın ve en iyi yüzeylemelerini Dodurga Köyü dolaylarında verdiği için bu adı almıştır (Deli ve Orhan, 2007).

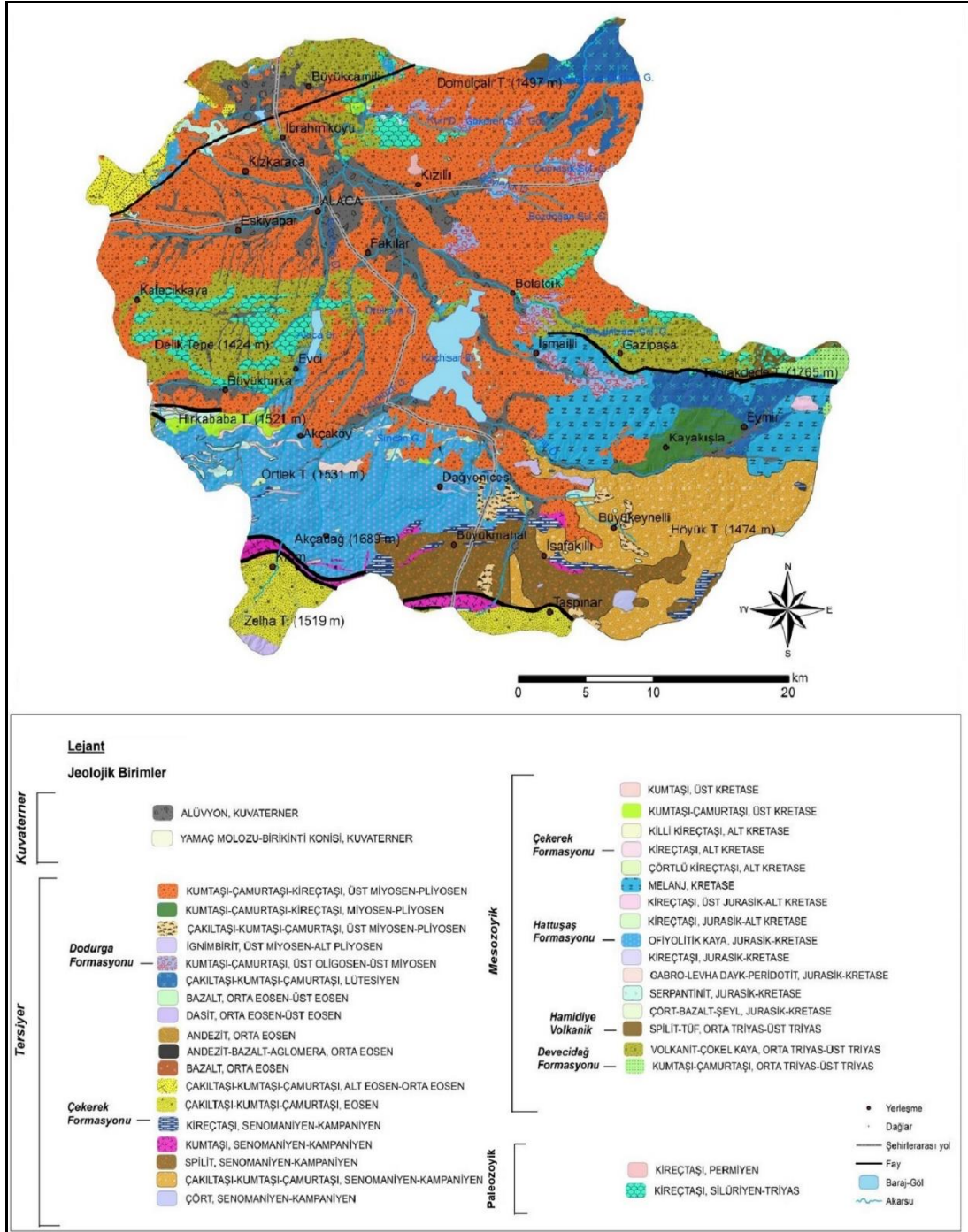
Dodurga Formasyonu'nun yaşı fosil kayıtlarına göre Miyosen (Ünalın, 1975) veya Üst Oligosen-Üst Miyosen olarak belirlenmiştir. (Ateş vd., 2010).

Örtü birimi niteliğinde olan formasyon yatay tabakalıdır. Oldukça kalın ve kötü tabakalanması vardır. Kil boyutundan blok boyutuna kadar değişen malzeme içermektedir. Kendi içerisinde yer yer kanal yapılar bulunmaktadır. Taneler genelde köşelidir. Taneler arası çamurlu malzeme ile doldurulmuştur. Zaman zaman tabakalar topoğrafyanın eğimine bağlı olarak eğimli bir görünüm sergilemektedir. Alttaki tüm birimleri uyumsuzlukla örtmektedir. Kalınlığı 2-17 metre aralığında değişmektedir. İstif tamamen karasal özellikte olup içerisinde birçok ağaç parçaları, güncel karasal gastropodlar yer almaktadır. Örtü biriminin yaşı Pliyo-Kuvaterner olacağı tahmin edilmektedir (Deli ve Orhan, 2007).

Araştırma sahasının kuzeydoğusundaki sahalarda görülmektedir. Çaylanık Deresi vadisi üzerinde yer yer alüvyonlar tarafından örtüldüğü tespit edilmiştir (Şekil 5).

1.1.1.3. Kuvaterner

Alaca havzası Kuvaterner arazileri akarsuların taşıdığı malzemelerden oluşan genellikle eğimin azaldığı ova seviyesinde bulunan alüvyal malzemeden oluşan sahalardır. Alüvyonlar yaygın olarak kum, kil, silt çakıl gibi malzemelerden oluşmaktadır. Saha içerisinde yer yer birikinti konilerine rastlanılmıştır.



Şekil 5: Araştırma sahasının jeoloji haritası (M.T.A., 1/100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları’ndan faydalanarak ArcGIS 9.3 ile yeniden düzenlenmiştir).

Araştırma sahasında yayılış gösteren formasyonların içerdiği malzeme kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşlarından oluşmaktadır (Tablo 1). Sahanın yaklaşık üçte birinde görülen bu malzemeler havzanın jeolojik evrimi hakkında bilgi vermektedir. Havzanın yaklaşık % 10’luk kesiminde ise volkanik kökenli anakayalar görülmektedir. Kuvaterner yaşlı eski ve yeni alüvyonlar da yaklaşık % 10’luk bir miktarla 175 km²’lik bir alanda yayılış göstermektedir. Volkanik kökenli anakayanın

bulunduğu sahalarda aşınımına karşı direnç yüksektir. Buralarda derin erozyon şekilleri gelişmemiştir. Kumtaşı gibi kayaçların bulunduğu sahalarda ise diğer şartlarında uygun olduğu alanlarda gelişmiş erozyon şekilleri görülmektedir.

Tablo 1: Araştırma sahasında bulunan kayaçların alan ve yüzde cinsinden dağılımı.

Jeolojik Birim	Alan (km ²)	Yüzde (%)
Volkanit Çökel Kaya	160.94	9.7
Kumtaşı Çamurtaşı Kireçtaşı	554.68	33.6
Kireçtaşı	76.12	4.6
Gabro-Levha Dayk-Peridotit	6.73	0.4
Ofiyolitik Kaya. Melanj, Serpantinit	253.47	15.2
Alüvyon	175.97	10.5
Andezit-Bazalt-Aglomera	0.98	0.1
Çakıltası-Kumtaşı-Çamurtaşı	311.88	18.8
Çört-Bazalt-Şeyl	5.85	0.4
Çörtlü Kireçtaşı	1.27	0.1
Kumtaşı	16.02	1.0
İgnimbirit	2.67	0.2
Spilit-Tüf, Dasit	84.7	5.1
Andezit	4.76	0.3
Toplam	1656.04	100.0

Kaynak: 1/100.000 ölçekli MTA jeoloji haritası.

1.1.2. Tektonik Özellikler

1.1.2.1. Faylı Yapılar

Güncel çökel kayalarını kesen diri faylar ya hareket etmekte ya da hareket etme potansiyeli olan ve bir depreme neden olabilecek faylardır (Atabey, 2000). Araştırma sahasının kuzey kesimlerinden geçmekte olan KD-GB yönlü Ezinepazarı Fayı aktif faydır (Şekil 5).

Ezinepazarı Fayı 1939 Erzincan Depremi esnasında kırılmış ancak bu fay üzerinde son yüzyıl içerisinde hasara neden olan büyük bir deprem yaşanmamıştır. Ancak zaman zaman hafif ve orta şiddette depremler meydana gelebilmektedir (Tilki, 2013).

Niksar GB'sında belirgin olarak iki kola ayrılan KAF'ın güney kolu Ezinepazarı Fayı olarak adlandırılmış ve bu fay KAF 'tan ayrı tutulmuştur (Şaroğlu vd., 1987). Orta Anadolu'nun kuzeyinde Niksar'ın 10 km güneyinde KAF'tan ayrılarak GB'ya doğru Ezinepazarı, Amasya, Sungurlu yörelerinden geçen ve Delice güneyinde sönümlenen yaklaşık 250 km uzunluğunda bir çizgisellik uzay görüntülerinde de çok belirgindir ve fay sağ yönlü doğrultu atımlı olarak haritalanmıştır (Tilki, 2013).

Ezinepazarı Fayı'nın batıdaki uzantısı araştırma sahasının kuzeyinde Çorum – Alaca yolu üzerinde Hattuşaş yol ayrımının olduğu sahada görülmektedir. Burada fay hattı üzerine yerleşmiş bir akarsu bulunmakta ayrıca yolun her iki tarafında da fay façetaları görülmektedir (Şekil 6). Façetaların uç kısımları zamanla erozyonel süreçlere bağlı olarak aşınmaya uğramıştır.



Şekil 6: Çorum-Alaca yolu üzerinde oluşmuş fay façetaları. Bu sahada fay façetaları silikleşmiş ve doğal görünümü ortadan kalkmaya başlamıştır.

Araştırma sahasında aktif olmayan başka faylar da bulunmaktadır. Havzanın güneyinde Akçadağ'ın güney yamaçlarından havza sınırı boyunca Taşpınar köyüne doğru devam ederek sahayı terkeden bir fay bulunmaktadır. Yine araştırma sahasını doğusundan Koçhisar barajına doğru yaklaşık doğu-batı yönlü devam eden Toprakdede Tepesi'nin ve Gazipaşa köyünün güneyinden geçen eski bir fay görülmektedir. Bu faylar Alaca ovasının oluşumunda önemli rol oynamaktadır.

1.2. Alaca Havzası'nın Jeomorfolojisi

1.2.1. Dağlar

Araştırma sahasının doğusunda yer alan üzerinde yer yer Triyas kireçtaşlarının görüldüğü Toprakdede Tepesi (1765 m) sahanın en yüksek noktasıdır. Mesozoyik arazilerin yüzeylendiği saha volkanik kökenli Devecidağ Karışığı ve Hamidiye Volkanikleri'nden oluşmaktadır. Bu bölgede eğim değerleri yüksektir.

Araştırma sahasında bulunan dağlık alanlar; güneyde bulunan yüksek alanlar, batıda Yeşilırmak ile Kızılırmak su bölümü çizgisini oluşturan yükseltiler, doğuda Toprakdede Tepesi ve kuzeyde Çorum depresyonu ile Alaca havzasını birbirinden ayıran dağlık alanlar olarak ele alınacaktır.

Araştırma sahası dağlarının, güneybatıdan doğuya doğru gittikçe yükseltileri azalmaktadır. Sahanın güneybatı ucunu oluşturan Akçadağ (1689 m), araştırma sahasının en yüksek noktalarından birisidir. Bu bölge çakıltaşı, kumtaşı ve ofiyolitik kayalardan oluşur. Bu bölgede doğal bitki örtüsünün çok seyrek olduğu ve bölgenin erozyona uğradığı, yer yer anakayanın ortaya çıktığı oluk erozyon şekilleri tespit edilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7: Akçadağ üzerinde erozyon şekilleri. Akarsuların yukarı kısımlarında kuru ve biçimsiz vadiler yoğunluktadır. Bu şekillere özel olarak delle adı verilmektedir. Dellelerin yoğun olduğu yerlerde erozyonun etki derecesi fazla olmaktadır.

Batıda Deliktepe ve Hırkatepe'nin uzandığı sahalar topoğrafik olarak diğer sahalara göre farklılık göstermektedir. Buralarda Silüriyen-Triyas kireçtaşları yer yer yayılım göstermektedir. Bu bölgede kireçtaşları üzerinde lapyta oluşumu görülmektedir. Formasyon sınırlarında karstik diklikler olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışma alanının kuzeyinde Çorum ile depresyon sınırını oluşturan dağlık alanlar yer yer 1500 m'lere kadar yükselmektedir. Bölgedeki dağlar Alaca çayı tarafından derince yarılmıştır. Bu sahalarda yer yer kireçtaşları, kum taşları, volkanitler görülmektedir. Bu dağlık kütle üzerinde bazı sahalarda aşınım duyarlı sahalardır. Bitki örtüsünün azlığıyla birlikte bazı kesimlerde çok ince bir toprak tabakası mevcuttur. Ayrıca bu bölgede yer yer eski ve yeni kütle hareketlerine rastlanılmıştır.

1.2.2. Plato ve Aşınım Yüzeyleri

Araştırma sahasında akarsular tarafından derince yarılmış hafif dalgalı düzlükler geniş yer kaplamaktadır. Özellikle ova tabanında çevredeki yüksek dağlık alanlara doğru farklı seviyelerde aşınma yüzeyleri oluşmuştur.

Araştırma sahasında alçak aşınım yüzeyleri 800 ile 1000 m'ler arasında yükseltiye sahiptir. Bu sahalar çalışma alanının güney kesimlerinde Büyükhırka, Evcı, Dağyenice köylerinin bulunduğu sahalara karşılık gelmektedir. Bu aşınım yüzeyi akarsular tarafından fazlaca yarılmıştır (Şekil 8). Yaklaşık 1200 m'lerde ikinci bir aşınım yüzeyi görülmektedir. Bu aşınım yüzeyi üzerinde İsmaili, Akçaköy gibi yerleşmeler kurulmuştur. Araştırma sahası güneyinde yaklaşık 1400 m'lerde Bozok platosu görülmektedir. Plato üzerinde aşınımından arta kalan çok sayıda tepe olduğu görülmektedir (Şekil 9).

Aşınım yüzeyleri üzerinde İsafakıllı, Taşpınar gibi yerleşmeler kurulmuştur. Bu alanların çevrelerine göre daha düz alanlar olması buralarda yerleşmeyi daha cazip hale getirmiştir.

Aşınım yüzeyleri üzeri genellikle çıplak alanlardır. Mera alanı olarak kullanılan sahalarda mevsimlik akarsulara bağlı olarak oluşan çok sayıda vadi mevcuttur. Bu yüzden aşınım yüzeyleri yer yer parçalı görünüm arz etmektedir.



Şekil 9: Araştırma sahasında yüksek aşınım düzlükleri. Bu sahalarda orman örtüsünden yoksun kesimlerde erozyonel süreçler etkindir (Arka kesime doğru).

1.2.3. Alaca Ovası

Yaklaşık 900 m’lerde uzanan Alaca Ovası araştırma sahasının yaklaşık kuzey kesiminde bulunur. Batıda Eskiyyapar, kuzeyde İbrahimköyü gibi birçok yerleşmenin bulunduğu ova güneyde Koçhisar Barajı’nın başladığı sahaya kadar uzanmaktadır. Ovanın doğu-batı yönünde yaklaşık uzunluğu 25 km’dir. İçerisinde farklı seviyelerde düşük yükseltiye sahip sahalar bulunan ovanın alanı ise yaklaşık 65 km²’dir. Düz ve düze yakın eğim sınıfında olan ova % 0-3 aralığında yaklaşık kuzey yönlü eğime sahiptir (Şekil 10). Alaca Ovası karasal ovadır. Ova ve çevresinde Neojen dolgu düzlükleri bulunmaktadır. Alaca Ovası’nda vadi yataklarında akarsuların getirdiği Kuvaterner yaşlı alüvyal sahalar yüzeilenmektedir. Alaca Ovası’nın kuzeybatı kenarından Ezinepazarı Fayı geçmektedir. Fayın geçtiği sahada eğim değerleri daha yüksek olduğu görülmektedir. Yine ovanın güneyinden yaklaşık doğu batı yönünde başka bir fay geçmektedir. Bu faylara bağlı olarak oluşan Alaca Ovası tektonik kökenli bir ovadır.



Şekil 10: Alaca Ovası’na güney kesiminden bakış. Bu sahada eğim değerleri çok düşük olup, havza tabanı birikme şartlarının egemen olduğu alana karşılık gelmektedir.

1.2.4. Vadiler

Alaca Çayı Havzası’ndaki morfolojik unsurlardan biri de vadilerdir. Vadiler akarsuların yataklarını kazmaları ve derinleştirmeleriyle meydana gelmiş; genellikle bir taban ve bunun iki tarafında yer alan yamaçlardan oluşan yer şekillerine vadi

denir (Hoşgören, 2007). Vadiler, geliştikleri sahada etkili olan morfordinamik unsurlar, Paleotektonik ve Neotektonik olaylarla ilgili ipuçları verirler (Kopar, 2001).

Araştırma sahasında dört tip vadi şekli görülmektedir. Bunlar “V” profilili vadiler, geniş tabanlı vadiler asimetrik vadiler ve boğaz vadilerdir.

1.2.4.1. “V” Profilili Vadiler

Araştırma sahasında yaygın olarak görülen “V” şekilli vadiler özellikle güneydeki dağlık bölgede bulunmaktadır. Bu vadiler genç oluşumlu vadilerdir. Çizgisel akışa geçen suların yana ve derine aşındırması sonucu oluşan bu vadiler genellikle mevsimlik akarsulara bağlı olarak oluşan vadilerdir (Şekil 11).



Şekil 11: Araştırma sahası güneyinde çokça görülen ‘V’ profilili vadiler. Bu vadi şekli havzanın yüksek ve platolar bölgesinde yaygındır. Buralarda derine aşındırmanın etkisine bağlı olarak şiddetli erozyon görülmektedir.

1.2.4.2. Geniş Tabanlı Vadiler

Alaca Çayı ova tabanı boyunca geniş tabanlı vadiler içerisinde akmaktadır. Yine sahanın batı kesimlerinden gelen akarsuların birleşmesiyle oluşan Büyüköz Çayı vadisinde yükseltinin azaldığı sahalarda geniş tabanlı vadiler bulunmaktadır. Alaca ilçe merkezinin bulunduğu alandan geçen Büyüköz Çayı vadisi Devlet Su İşleri tarafından şehrin kenarına alınmıştır. Ayrıca akarsu yatağının kenarlarına sel taşkın problemlerine karşı duvarlar inşa edilmiştir.

1.2.4.3. Asimetrik Vadiler

Asimetrik vadiler akarsuyun iki yamacının eğim değerlerinin farklı olduğu alanlarda oluşan vadi şekilleridir. Bu vadiler litoloji farkı, faylanma gibi farklı sebeplerle oluşabilir. Araştırma sahasında asimetrik vadilerin oluşumu litolojik farklılıklara bağlı olarak oluşmuştur. Asimetrik vadiler araştırma sahasının güneyinde bulunan sahalarda kısa mesafelerde görülen farklı formasyonların sınırlarına yerleşmiş akarsuların vadilerinde bol miktarda bulunmaktadır (Şekil 12).



Şekil 12: Kırımözü deresi, yukarı kesimi asimetrik vadi. Akarsuyun doğu yamacında eğim değerleri % 20’yi aşarken batı yamaç ise daha az eğimlidir.

1.2.4.4. Boğaz Vadiler

Araştırma sahasının kuzey kesimlerinde Büyükcamili köyü yaklaşık doğusunda çok uzun olmayan bir boğaz vadi oluşmuştur. Burada anakaya karstik kökenlidir. Suyu karşı düşük dirençli olması sebebiyle derine yarıma oldukça fazla olmuştur. Vadi tabanı yer yer 10 m. den daha az genişliğe sahiptir. Vadinin uzunluğu birkaç yüz metre kadardır.

1.2.5. Birikinti Konileri

Araştırma sahasında birikinti konilerine rastlamak mümkündür. Özellikle sahanın kuzey ve güneyindeki dağlık alanlar eğim değerleri yüksek sahalardır. Eğim değerlerinin yüksekliği yanında aşınma duyarlılık bitki örtüsünün yoksunluğu gibi sebeplerle bu sahalarda erozyon nispeten şiddetlidir. Erozyonla aşındırılan

malzemeler ise eğim değerlerinin azaldığı sahalarda birikerek birikinti konilerini oluşturmaktadır (Şekil 13). Aşınım süreci devam ettiği sürece birikinti konileri büyümeye devam etmektedir.



Şekil 13: Kırımözü deresi batısında oluşmuş birikinti konileri.

1.2.6. Taraçalar

Araştırma sahasında yer yer görülen taraçalar akarsuyun eski taban seviyesine bağlı olarak oluşmuş basamaklardır. Alaca Çayı kenarlarında yükseklikleri 6-8 m'yi bulan yeni bir taraça seviyesi görülmektedir. Vadi yamaçları kenarında bulunan akarsu depolarında yapılan incelemeler sonucunda unsurların büyüklükleri kademeli olarak azaldığı, bu durumun farklı nedenleri olabileceği öngörülmüştür. Özellikle genel taban seviyesinde meydana gelen alçalma ve yükselmelere bağlı olarak gelişme olasılığı yüksektir. Çünkü Çorum Çayı ve diğer derelerle yapılan korelasyonda bu yükseklik seviyelerinin uyduğu, açık havza özelliğindeki Çorum Çayı'nda meydana gelen bu taraçaların dış drenaja bağlı olduğu düşüncesini güçlendirmiştir. Taraçalar akarsuyun enine profillerinde net bir şekilde görülmektedir (Şekil 14).



Şekil 14: Kırımözü deresi üzerinde oluşmuş eski depolar. Akarsu deposunda unsurlar tabandan yukarıya doğru genel anlamda incelenmiştir.

1.2.7. Karstik Şekiller

1.2.7.1. Lapy

İnceleme alanı kuzey kesimlerinde ve batıda Kalecikkaya çevresinde kireçtaşları yayılımı göstermektedir (Şekil 15). Kireçtaşları üzerinde çeşitli tür ve boyutlarda lapy şekilleri tespit edilmiştir. Delikli lapyalar, çatlak sistemlerine bağlı olarak oluşmuş lapyalar, küçük kaya havuzcukları şeklinde oluşmuş lapyalar karstik sahaların tamamında görülmektedir.



Şekil 15: Kalecikkaya güneyi karstik sahalarından bir görünüm. Karstik kayalar yamaç boyunca yayılımı göstermektedir ve kayaların yüzeyinde lapy şekilleri yaygın şekilde görülmektedir.

1.2.7.2. Dolin

Araştırma sahası kuzeyinde bulunan Kurt Deresi vadisi içerisinde, Büyükcamili köyünün doğusunda karstik sahanın zamanla çözünmeye uğraması sonucu oluşmuş irili ufaklı dolinler bulunmaktadır. Bunların rastlanılan en büyüğü Büyükcamili köyü güneydoğusunda bulunan dolindir (Şekil 16).



Şekil 16: Büyükcamili köyü güneydoğusunda oluşan doline kuzeyden bakış.

1.2.8. Morfolojik Gelişim

İnceleme alanında en yaşlı kayaçları Silüriyen ve Permien yaşlı kireçtaşları oluşturur. En geniş yayılım gösteren Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Dodurga formasyonudur.

Alaca Havzası'nın bulunduğu sahada Mesozoyik'te denizaltı volkanizması etkinlik kazanmıştır. Nitekim Hattuşaş formasyonu içerisinde Jura-Kretase yaşlı peridotit, ganro, serpantin gibi kayaçlar yayılım göstermektedir. Yörede Kretase yaşlı melanjlara havzanın güneybatı kesiminde Kayakışla köyü batısında, İsmaili köyü ve çevresinde, Eymir doğusunda yayılım göstermektedir. Bu durum söz konusu sahaların tortullar ile volkanitlerin karıştığı, deniz tabanının nispeten hareketli olduğu bir ortamı akla getirmektedir. Kretase döneminde kumtaşları, çamurtaşları, kireçtaşları fliş fasiyesinde bir tortullanmanın etkin olduğunu belgelemektedir.

Kretase sonlarında Alp orojenezinin başlamış olması ve Tersiyer başlarındaki etkinliği Kuzey Anadolu'nun büyük kısmında olduğu gibi inceleme alanında da denizlerin daralması ve sıkışmasına sebep olmuştur. Nitekim Eosen yaşlı fliş

fasiyesinde kayaçların inceleme alanının Zelha Tepesi çevresinde, Taşpınar köyü güneyinde, kuzeybatısında yayılış gösteriyor olması bu durumu doğrulamaktadır.

Araştırma sahasında Eosen yüzey volkanizmasının yer yer etkin olduğu bir döneme karşılık gelmektedir. Nitekim araştırma sahasının güneyinde Büyükmahal köyü çevresinde, Taşpınar köyü kuzey kesimlerinde yer alan Orta Eosen yaşlı Bazalt, Andezit gibi kayaçlar bu durumu doğrulamaktadır.

Havzada Alt-Orta Oligosen yaşlı tortullara rastlanmaması Oligosen başlarında inceleme alanında Alp orojenezinin etkinliğiyle ilgili olmalıdır.

Miyosen'deki gölsel duruma paralel olarak, inceleme alanı çevresinde bulunan Zincirli Dağı ve Köse Dağı üzerinde nispeten geniş bir Miyosen aşınım yüzeyi teşekkül etmiş olmalıdır (Aylar, 2006).

Miyosen sonlarından itibaren kuzey ve güneyden yaklaşık doğu batı doğrultulu fayların etkisiyle depresyon belirlemeye başlamış, söz konusu çukur saha önce gölsel karakterli bir birikim alanı vasfı kazanmıştır.

Pliyosen sonlarında saha dış drenaja açılmış olmalıdır. Kuvaterner boyunca da gerek çevre yüksek dağlık alanlardan gerekse daha uzak mesafelerden akarsularca getirilen alüvyonlar Alaca depresyon tabanını doldurarak Alaca Ovası'nın oluşumunu sağlamışlardır.

1.3. Alaca Havzası Topoğrafik ve Morfometrik Analizleri

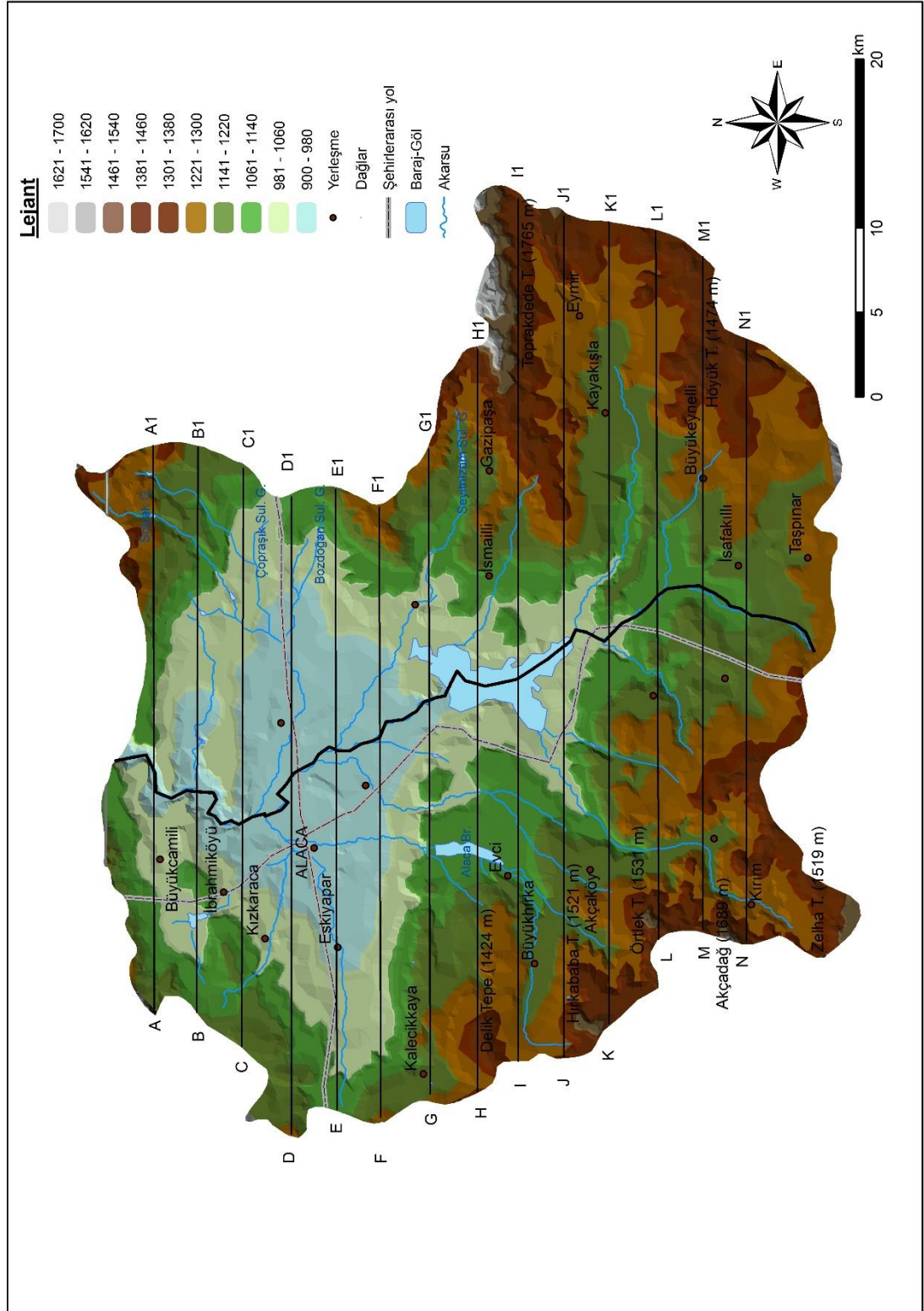
1.3.1. Alaca Havzası Topoğrafik Analizleri

1.3.1.1. Profil Analizleri

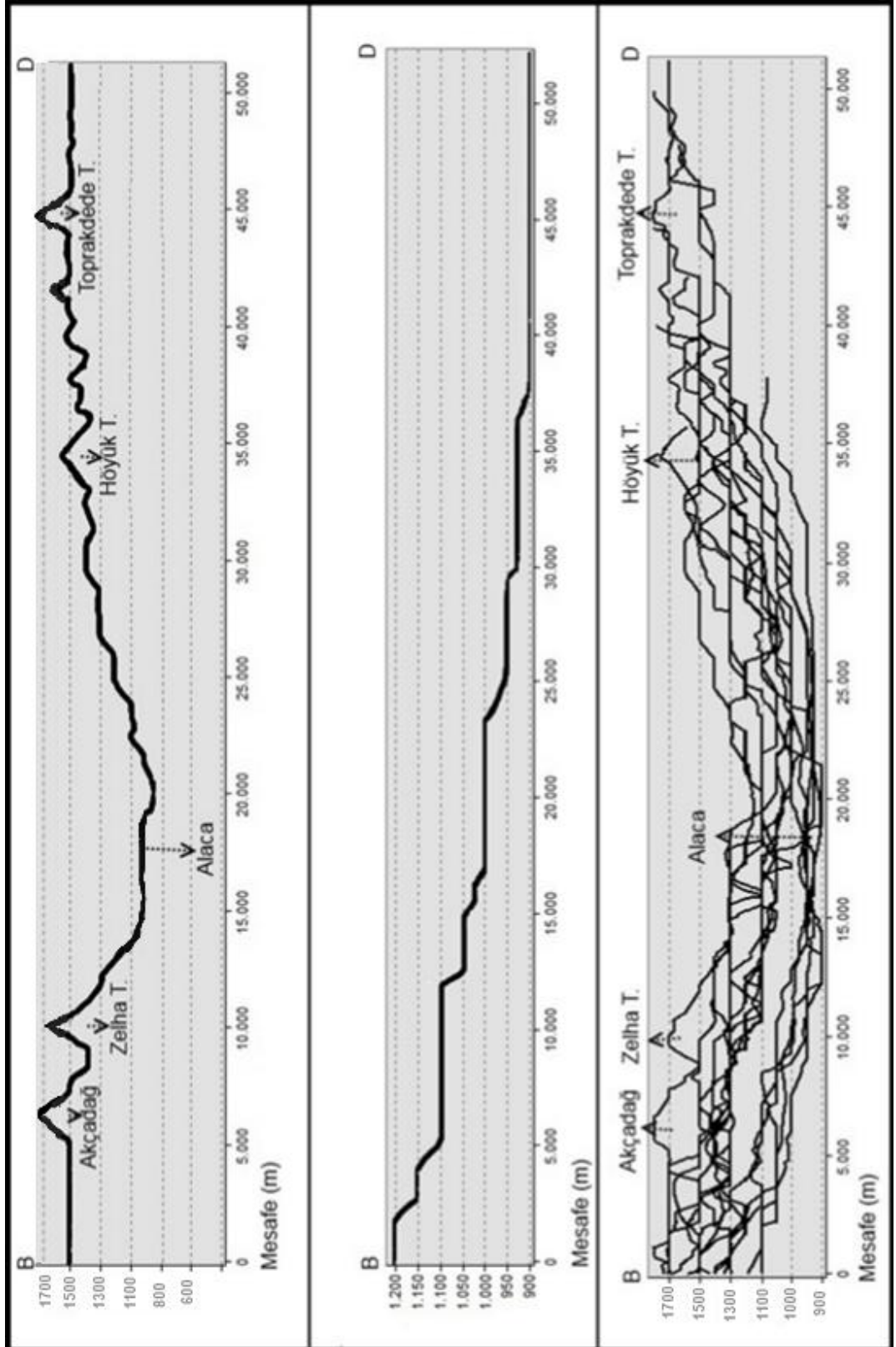
Araştırma sahasının topoğrafik görünümünü ortaya koymak amacıyla profiller çıkarılmıştır. Alaca Havzası'nın morfolojik karakterini en iyi şekilde görebilmek için profiller D–B doğrultusunda alınmıştır (Şekil 17).

Eymir Deresi kolunda başlayarak Alaca Çayı vadi tabanı boyunca bir profil alınmıştır. Oluşturulan profil düzlemi yaklaşık 55 km uzunluğunda olup 1200 m'lerden başlamıştır (Şekil 19).

Süperimpoze profile baktığımızda havzanın dağlık alanlarla çevrili olduğu görülmektedir. Havza çevresindeki sahalar flüvyal süreçlerle oldukça parçalanmış yoğun bir vadi ağından oluşmakla birlikte 1400, 1200 ve 1000 m'lerde aşınım düzlükleri görülmektedir (Şekil 20).



Şekil 17: Araştırma sahası profil hatları.



Şekil 18: Araştırma sahası bileşik profili.

Şekil 19: Alaca Çayı'nın boyuna profili.

Şekil 20: Araştırma sahası süperimpoze profili.

1.3.1.2. Eğim Analizleri

Araştırma sahası eğim haritasına bakıldığında sahanın özellikle güney ve doğu kesimlerinin daha eğimli olduğu görülmektedir. Yükselti arttıkça topoğrafyanın eğimi artmaktadır. Güneybatıda Akçadağ ve çevresi, doğuda Toprakdede Tepesi ve çevresi, kuzeyde ise Çorum depresyonu ile Alaca depresyonunu birbirinden ayıran Büyükcamili ve İbrahimköyü yerleşmelerinin bulunduğu sahalarda çalışma alanında en fazla eğimin olduğu yerlerdir. İbrahimköyü’nden güneybatı yönlü devam eden Ezinepazar fayı boyunca eğimli sahalarda görülmektedir. Bu sahalarda yanında özellikle Seyitnizam, Büyüköz, Eymir, Kırımözü dereleri vadilerinde eğim değerleri oldukça yüksektir. Araştırma sahasında yüzeyleyen bazı formasyonların dirençsiz ve gevşek yapıda olması vadilerin derine yarılmasına ve kısa mesafede yükselti farkına bağlı eğim değerlerinin yüksek olmasına sebep olmaktadır. Araştırma sahasının genel eğimine baktığımızda sahanın yaklaşık % 70’inin 3 derece ve üzeri eğimli yaklaşık % 30’unun ise düz ve düze yakın alanlardan oluştuğu görülmektedir (Tablo 2). Alaca ilçe merkezi ve yakın çevresinde bulunan sahalarda eğimin az olduğu ova tabanıdır. Ayrıca araştırma sahasının güneyinde İsafakıllı ve Taşpınar köylerinin bulunduğu sahalarda plato yüzeyi olup buralarda da eğim değerleri düşüktür (Şekil 21).

Tablo 2: Araştırma sahası eğim haritası alan ve yüzde cinsinden dağılımı.

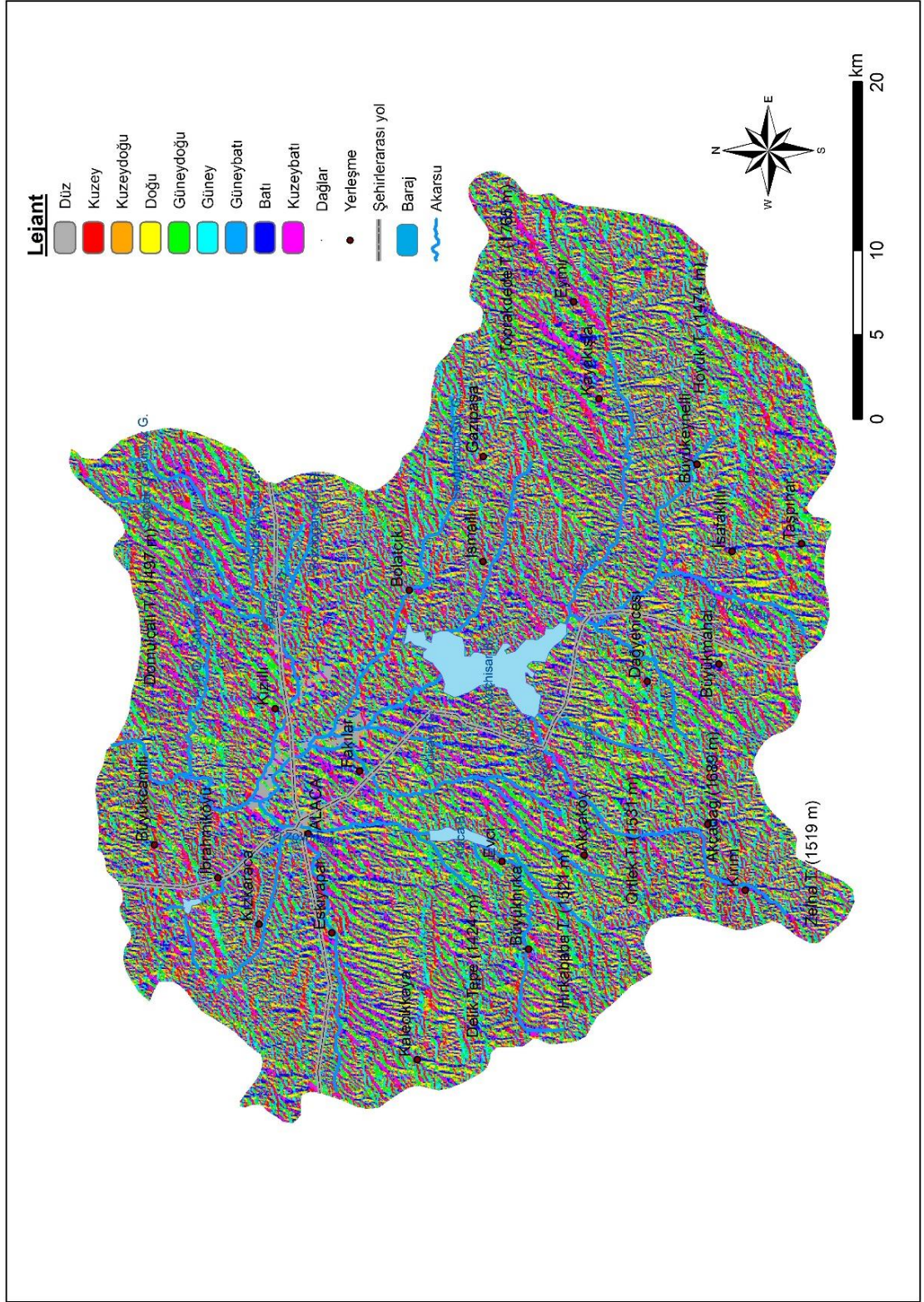
Eğim Sınıfı	Alan (km ²)	Yüzde (%)
0-3	466.85	28.2
3-12	874.01	52.8
12-20	240.88	14.5
20-35	73.67	4.4
35+	0.99	0.1
Toplam	1656.4	100.0

1.3.1.3. Bakı Analizleri

Bakı topoğrafyanın şekillenmesinde oldukça önemli bir etkidir. Toprak oluşumu, bitki gelişimi, erozyon gibi olaylar bakı faktöründen doğrudan etkilenmektedir. Alaca havzası bakı haritasına bakıldığında sahanın akarsular tarafından sık bir şekilde yarıldığı, bu yüzden bakının kısa mesafelerde çok fazla değişiklik gösterdiği görülmektedir (Şekil 22). Bakının alansal dağılımına bakıldığında da yaklaşık homojen bir dağılım gösterdiği söylenebilir. Kuzey ve kuzeybatı yönlü yamaçların alanının diğer yönlere bakan sahalardan daha fazla olması vadilerin uzanış yönleriyle ilgilidir (Tablo 3).

Tablo 3: Araştırma sahası bakı haritası alan ve yüzde cinsinden dağılımı.

Bakı Sınıfı	Alan (km ²)	Yüzde (%)
Düz	164.15	9.9
Kuzey	205.09	12.4
Kuzeydoğu	187.89	11.3
Doğu	174.14	10.5
Güneydoğu	178.78	10.8
Güney	172.99	10.4
Güneybatı	163.37	9.9
Batı	184.59	11.1
Kuzeybatı	225.4	13.6
Toplam	1656.4	100.0

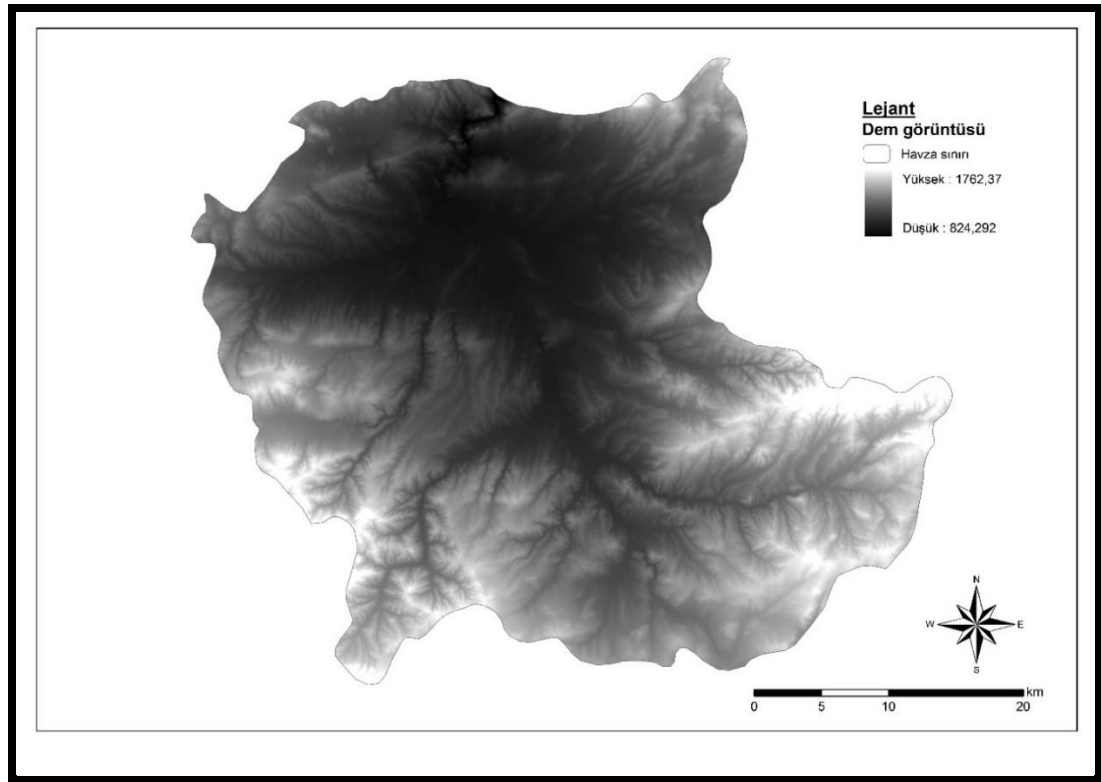


Şekil 22: Araştırma sahasının bakı haritası.

1.3.2. Alaca Havzası Morfometrik Analizleri

1.3.2.1. Akarsu Ağı ve Relief Özellikleri

Akarsu ağı ve relief özelliklerinin belirlenmesinde SYM görüntüsü kullanılarak akarsu ağı oluşturulmuştur. SYM'den üretilcek olan akarsuların gerçeğe yakın olması için SYM'nin iyi çözünürlükte olması gerekmektedir, aksi takdirde büyük düzlük alanlar doğal olmayan bir drenaj ağının oluşmasına neden olurlar (Maidment., 2002). Ayrıca SYM'nin içindeki çukurluk ve normalden fazla olan yüksekliklerin giderilmesi gerekmektedir. Bunun giderilmesinin sebebi oluşacak akarsu ağındaki kesiklikleri engellemektir (Tarboton vd., 1991). Elde edilen SYM görüntüsü akarsu özelliklerini belirlemede temel katman olarak kullanılmıştır (Şekil 23).



Şekil 23: Düzeltilmiş SYM (Fill Sinks).

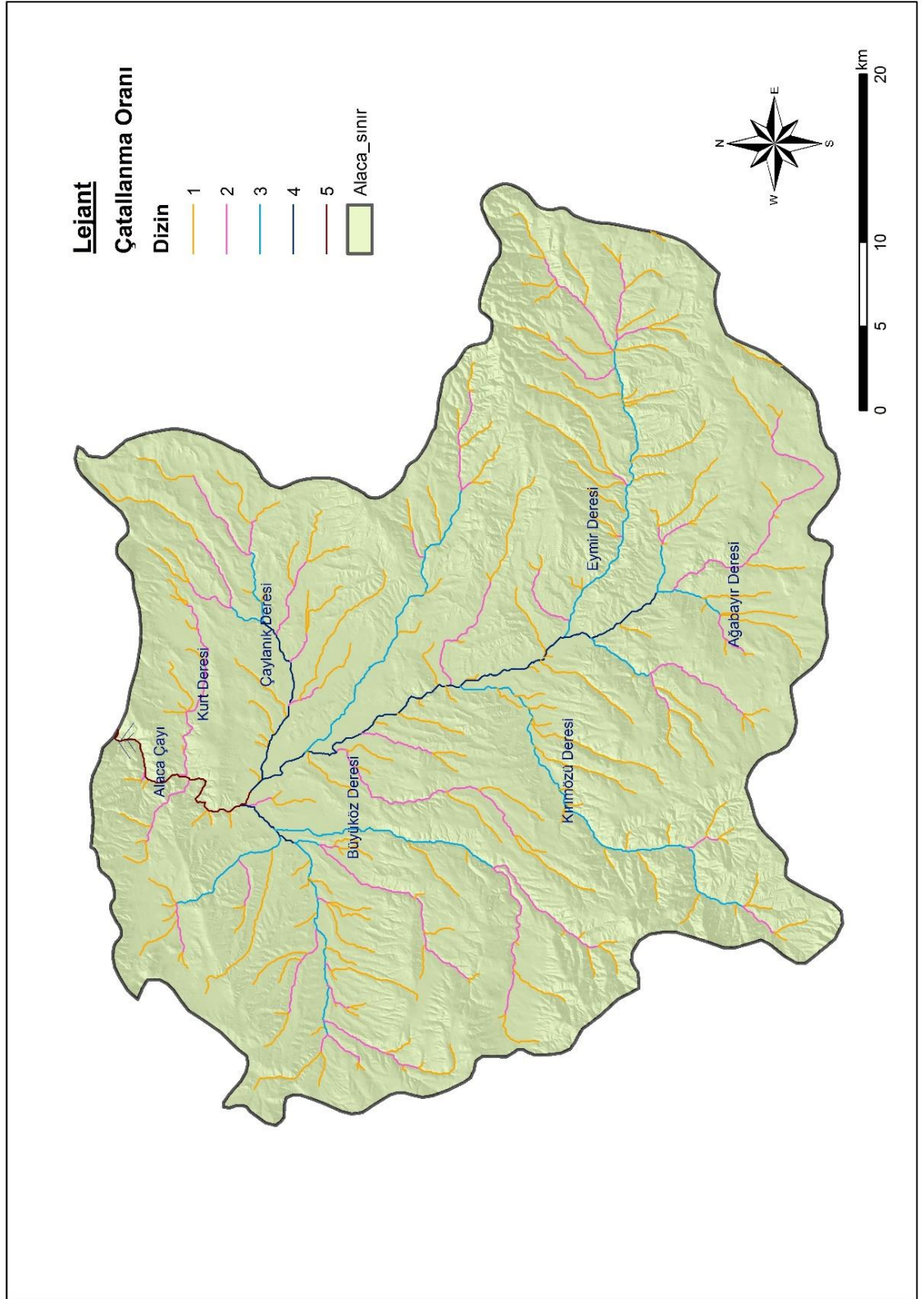
Düzeltilmiş SYM görüntüsü ile akarsu havzasında doğal akış yönleri belirlenmiştir (Şekil 24).

Üretilen doğal akışta yüzey sularının hiç bir şekilde kayba uğramadan yüzeysel akışa geçtiği kabul edilmektedir. Doğal akış yönlerinin toplanmasıyla doğal akım elde edilir. Doğal akım sahada oluşabilecek maksimum akarsu ağını ortaya koymaktadır. Bu değere göre havzanın akarsu akımlarındaki maksimum değerler kabaca hesaplanmaktadır.

Doğal akım olarak elde edilen haritaya eşik (threshold) “con (flowacc > 75)” değeri verilerek akarsu ağı üretilmiştir. Topoğrafya haritasından elde edilen akarsular ve SYM’den üretilen akarsu ağına ait özelliklerin incelenmesinde Strahler (1964) akarsu dizinleri metodu kullanılmıştır. Alaca Çayı havzasının gerek toplamda gerekse alt havzaları bazında sahip olduğu akarsu ağı ve relief özellikleri Şekil 25’de ele alınmıştır.

Akarsularda çatallanma oranı havzanın büyüklüğü, yarıлма ve eğim derecesi, bulunduğu sahanın iklim özellikleri gibi etkenlere bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Bu bağlamda yeni kurulan akarsu şebekesi, başlangıç olan ana yataktan itibaren birinci derece kolları, daha sonra ikinci, üçüncü derece ve diğerleri ile artan bir sıklık göstererek gelişir ve dallanır (Turoğlu, 1997). Düşük Rb değerine sahip akımlara ait hidrograflar daha keskin ve yüksek olurken, yüksek Rb değerine sahip havzalarda ise daha düşük ve devamlı olabilmektedir (Strahler, 1964). Ayrıca genel olarak dizin çatallanma oranı (Rb) değeri 3-5 arasında çıkan havzaların jeolojisi daha homojen bir yapıya sahiptir (Verstappen, 1983; Ritter, 2002).

Havza içindeki çatallanma oranlarında birinci ve ikinci dizinler arasında çıkan değerlerin, en yüksek dizin ve bir önceki dizin arasından çıkan değerden fazlalığı oranında havza içinde gully’lerin (oyuk ve oyuntu) ve dar-derin vadilerin oranında bir artış olmaktadır (Verstappen, 1983). Bu durum araştırma sahasında yapılan gözlemlerde doğrulanmış, özellikle birinci dizinlerin bulunduğu sahalarda erozyonal (suya dayalı) şekillerin yaygın olduğu görülmüştür.



Şekil 25: Strahler metoduna göre üretilmiş çatallanma oranı ve değerleri.

1.3.2.2. Hipsometrik Eğri Analizi

Hipsometrik eğri, yükseltinin akarsu havzası içindeki dağılımını gösterir. Hipsometrik eğri, toplamdaki havza yüksekliği oranının (h/H = rölatif yükseklik) toplamdaki havza alanı oranının (a/A = rölatif alan) birlikte değerlendirilmesiyle elde edilir (Şekil 13, Tablo 4). Formül (Keller ve Pinter, 2002);

$$Y = h/H \quad X = a/A$$

h : Değerlendirmeye alınan yükseklik (m).

H : Havza reliefi (maksimum yükseklik- minimum yükseklik).

a : Alınan yükseklik üzerindeki gerçek alan değeri (m^2).

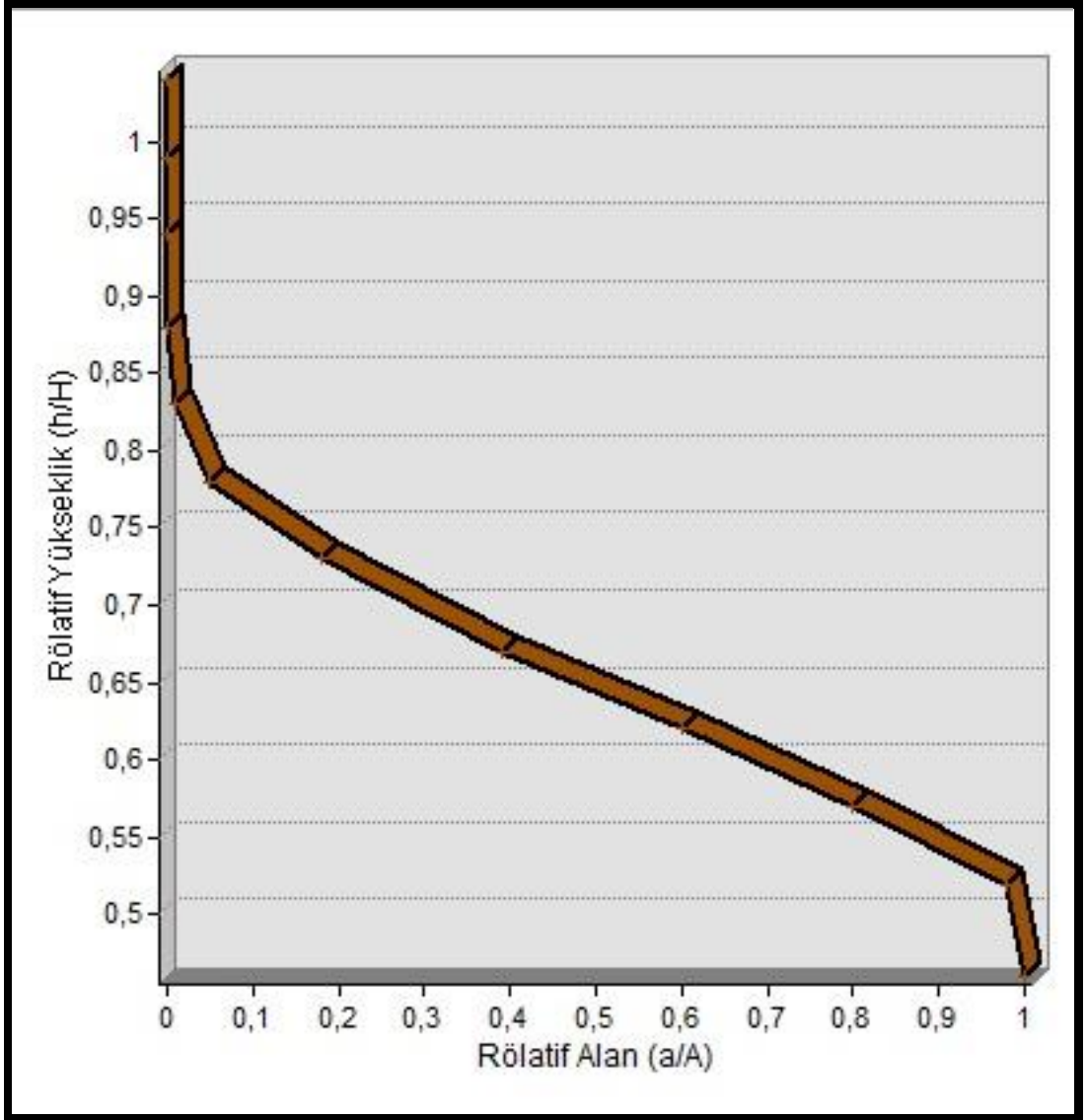
A : Havzanın gerçek alanı (m^2)

Elde edilen grafikte dışbükey şeklin çıkması havzadaki topografyanın daha genç olduğunu, akarsuların akım gücünün daha fazla olduğunu gösterir. Buna bağlı olarak su erozyonu miktarının yüksek olduğu, akarsuyun taşıdığı sediment miktarının çok olduğu gibi sonuçlar gözlemlenebilir. Hipsometrik eğrinin içbükey olması ise akarsudaki akım gücünün az olduğunu gösterir. İnceleme alanına ait yapılan hipsometrik eğrinin içbükey olduğu görülmektedir (Şekil 26). Akım gücü az ve taşıdığı sediment miktarı düşük akarsu olarak nitelendirilmektedir. Bu sonuca göre sahada akarsu erozyonunun şiddetli olmadığı düşünülmektedir.

Tablo 4: Hipsometrik eğri için veri değerleri.

Yükseklik (h)	Max. Yükseklik (H)	Alan (a) Yüzey Alanı m^2	Havza Alanı Yüzey Alanı (A) m^2	Rölatif Yükseklik(h/H)	Rölatif Alan (a/A)
824	1762	1648220000	1648220000	0.46	1
917	1762	1615830000	1648220000	0.52	0.98
1010	1762	1322906000	1648220000	0.57	0.80
1103	1762	994135000	1648220000	0.62	0.60
1196	1762	650814000	1648220000	0.67	0.39
1289	1762	303200000	1648220000	0.73	0.18
1382	1762	90476600	1648220000	0.78	0.05
1475	1762	19937700	1648220000	0.83	0.01
1568	1762	5812084	1648220000	0.88	0
1661	1762	1304600	1648220000	0.94	0
1754	1762	7219	1648220000	0.99	0
1847	1762	0	1648220000	1.04	0

Sahanın hipsometrik eğrisi genel görüntüsü itibariyle iç bükey bir görüntü göstermektedir. Bu durum sahada akarsuların akımlarının az olduğu ve taşıdığı sediment miktarlarının da az olmasını ortaya koymaktadır. Zaten saha yarı kurak bir iklime sahip olup, akarsular dönemsel olarak bol miktarda su taşımakta, sellenmelerle taşınan sediment artmaktadır. Akarsu vadilerinde eğimin fazla olduğu yerlerde akım olmaması saġnaklarla olan sellenme izlerini taşımaktadır.



Şekil 26: Alaca çayı hipsometrik eğrisi.

1.3.2.3. Drenaj Yoğunluğu (Dd)

Drenaj yoğunluğu havzanın akarsular tarafından parçalanma derecesini gösteren bir ölçüdür ve toplam akarsu uzunluğunun (ΣL) havza alanına (A) bölünmesiyle elde edilir (Verstappen, 1983; Macka, 2001; Baker vd., 1988; Turoğlu, 1997). Drenaj yoğunluğunun düşük olduğu sahalar topoğrafyanın nispeten daha

alçak olduğu alanlar ve alttaki anakayanın çok dayanıklı veya geçirgen olduğu bölgelerdir. Buna karşılık büyük drenaj yoğunluğu değerleri çoğunlukla dağlık ve vejetasyonun seyrek olduğu ve toprağın da dayanıksız veya geçirgenliğinin az olduğu yerlerde görülmektedir (Hızal, 1984). Alaca havzası yüzey topraklarında yapılan hidrolik iletkenlik haritasına bakıldığında geçirgenliğin yüksek olduğu sahaların drenaj ağının daha yoğun sahalar olduğu görülmektedir. Ayrıca drenaj yoğunluğu, yüzeysel akışı kontrolü altında tutan faktörlerin bir sonucu olup havzadaki sediment ve su çıkışını etkilemektedir (Özdemir ve Bird, 2009). Drenajın yoğun olması sahadan taşınan sediment miktarını ve verimli yüzey toprağı kaybını arttırmaktadır. Drenaj yoğunluğu belirleyen faktörleri sıralayacak olursak; zeminin geçirgenlik özelliğı, infiltrasyon kapasitesi, bitki örtüsünün seyreklik veya sıklığı, relief özellikleri ve iklimik faktörler biçiminde sıralanmaktadır (Morisawa, 1968). Bu özellikler aynı zamanda toprak erozyonu oluşumunda da etkili olan faktörlerdir.

Havza genelinde Drenaj yoğunluğu (Dd) değeri 0.4'tür (Tablo 6). Alaca Havzası'nın alansal büyüklüğüne rağmen yoğunluğun düşük olması, havzanın fiziki özelliklerinin, yüzeye düşen suların yüzeysel akışa geçmeden önce kayba uğraması için elverişli koşullar sunduğı sonucunu ortaya koyar.

1.3.2.4. Akarsu Sıklığı (Fu)

Akarsu sıklığı, çalışma alanı içerisinde yer alan alt havzalar ve bunların kollarının havza içindeki birim alandaki yatak sayısını ifade etmektedir (Hoşgören, 2004). Havzadaki toplam dizin sayısının (ΣNu) havza alanına bölünmesiyle elde edilir. Bu bakımından yüksek sıklık değerleri, geçirgen olmayan zemin özellikleri, seyrek bitki örtüsü ve yüksek relief özelliklerini gösterirken, düşük sıklık değerleri ise geçirgen olan jeolojik özellikleri ve alçak relief özelliklerini ortaya koymaktadır (Hoşgören, 2004; Turoğlu, 1997). Araştırma sahasında yüksek sıklık değeri görülmektedir. Arazi çalışmaları sırasında da sahanın geçirgenliği düşük zemin özellikleri gösterdiği alanlarda, akarsu erozyonunun yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

1.3.2.5. Tekstür Oranı (T)

Tekstür oranı havza içindeki toplamdaki birinci dizin sayısının (ND1) havza çevre uzunluğuna bölünmesiyle elde edilir (Reddy vd., 2004). T değeri havzalardaki jeolojik özelliklere, yüzeyin geçirgenliğine, havzanın bakı durumuna bağlı olarak değişiklik gösterir. Değerin yüksek çıkması, ana akarsuya su gönderen 1. düzeydeki

kolların fazla olduğunu, az çıkması ise bu kolların az olduğunu gösterir. T değeri dairesel havzalarda daha yüksek değere sahipken, uzunlamasına havzalarda daha düşük değerler gösterir (Özdemir, 2001). Alaca havzası tekstür oranı 0.6 olarak bulunmuştur. Bu oran yükseldikçe sahada yüzeysel akış ve buna bağlı olarak görülecek erozyon olayları artmaktadır. Araştırma sahasında 1. düzeydeki kolların oldukça fazla olduğu buna bağlı olarak sahada diğer şartların da uygun olduğu alanlarda erozyon miktarının yüksek olduğu görülmüştür.

1.3.2.6. Havza Reliefi

Havzada relief özelliklerinin (Bh) ve havza eğiminin hidrolojik parametre olarak önemini belirten birçok çalışma yapılmıştır (Horton, 1945; Strahler, 1964; Baker vd., 1988). Havza reliefi havzanın maksimum yüksekliğinden minimum yüksekliğinin çıkarılması sonucu elde edilir (Tablo 5). Araştırma sahasının havza relief oranı 938.08'dir (Tablo 6). Relief değerinin artması daha dik yamaçların ortaya çıkması ve daha fazla eğimli yatağa sahip akarsuların oluşmasına yüzeysel akışın toplanma zamanındaki azalmaya ve bunların beraberinde taşkın değerlerinin artmasına neden olur (Baker vd., 1988). Bu durum havzada güney kesimlerde yüksek değerler oluşmasına zemin hazırlamıştır. Buna bağlı olarak havza güneyinde erozyonal süreçlerin etkinliği daha yüksektir.

1.3.2.7. Engebelilik Değeri (Rn)

Engebelilik değeri (Rn) havza hakkında su akım gravitesi, sızma ve yüzeysel akış şartları, havzadaki erozif faaliyetler hakkında bilgi verir (Reddy vd., 2004). Yüksek değerin olduğu alanlar, su kaybının az olduğu ve yüzeysel akış için şartların uygun olduğu alanları gösterir. Ayrıca yüksek engebelilik değerine sahip havzalar yüksek sel potansiyeline sahip alanlardır (Baker vd., 1988). Buna göre havza genelinde engebelilik değeri 375.23'tür. Arazi çalışmaları sırasında yapılan gözlemlerle güneydeki sahalarda engebeliliğe bağlı olarak aşınmanın güçlü olduğu görülmüştür. Fakat tek başına engebelilik değerlerinin yüksek olması erozyonun güçlü olması anlamına gelmemektedir. Araştırma sahası güneybatısında kalan bölgede engebelilik fazla olmasına rağmen buralarda toprağın tekstürel yapısına bağlı olarak infiltrasyon hızı yüksek olduğu için sular yüzeysel akışa geçmeden kaybolmaktadır. Ancak şiddetli sağanak yağmurlar olduğunda engebelilik suların yüzeysel akışa geçmesi açısından önem arz etmektedir.

Tablo 5: Alaca havzası akarsu ağı ve relief özellikleri (Parametreler).

	Çevre Uzunluğu (km)	Havza Alanı (km ²)	Havza Uzunluğu (km)	Maksimum Yükseklik	Minimum Yükseklik (m)	Akarsu Dizinleri (Nu)	Toplam Dizin Sayısı	Toplam Dizin Uzunluğu
Havza Formül	(P)	(A)	(L)	(H Max.)	(H Min.)	D 1 D 2 D 3 D 4 D 5	(ΣNu)	(ΣL)
Alaca Havzası	202.608	1648	57.30	1762.37	824.29	124 45 12 3 1	185	693.36

Tablo 6: Topoğrafya haritasından üretilmiş akarsu ağı ve relief özellikleri (Hesaplamalar).

	Dizin Çatallanma Oranı	Drenaj Yoğunluğu	Akarsu Sıklığı	Tekstür Oranı	Havza Reliefi	Engbelilik Değeri
Havza Formül	$R_b = N_u / N_{u+1}$	$D_d = \Sigma L / A$	$F_u = \Sigma N_u / A$	$T = N_{D1} * (1/P)$	$B_h = H_{max.} - H_{min.}$	$R_h = B_h * D_d$
Alaca Havzası	2.7 3.7 4 3 3.3	0.4	0.1	0.6	938.08	375.23

1.3.2.8. Havza Şekli Analizi

Akım karakterini etkileyen morfometrik özelliklerden birisi de havzanın şeklidir. Havzanın şekil özelliğindeki farklılıklar akarsuların akım grafiğinin de farklılaşmasına neden olur (Verstappen, 1983). Bunun için havzanın dairesel biçimli veya uzunlamasına mı bir şekle sahip olduğu önemlidir.

Ayrıca uzun ve dar akarsu havzalarında yan akarsu kollarından ana akarsu koluna akım farklı zamanlarda kavuşmakta ve bu nedenle de ana kol üzerinde aniden akım yükselmesi olmaktadır. Buna karşılık geniş kare ve yuvarlak şeklinde olan havzalarda kollardan gelen akım ana kola aşağı yukarı aynı zamanda ulaştığı için akım aniden yükselmekte ve bu havzalarda sağanak yağışlardan hemen sonra taşkınlar meydana gelmektedir (Atalay, 1986).

Havzaların şekil özellikleriyle ilgili olarak farklı araştırmacılar değişik formüller ortaya koymuşlardır. Bütün bu formüllerde ortak olan havzanın alan, çevre

uzunluğu, havza uzunluğu ve eni gibi genel özelliklerini kullanmalarındır. CBS kullanılarak kolay bir şekilde hesaplanabilen bu formüllerin havza geneli için ortaya koyduğu sonuçlar Tablo 5’te verilmiştir.

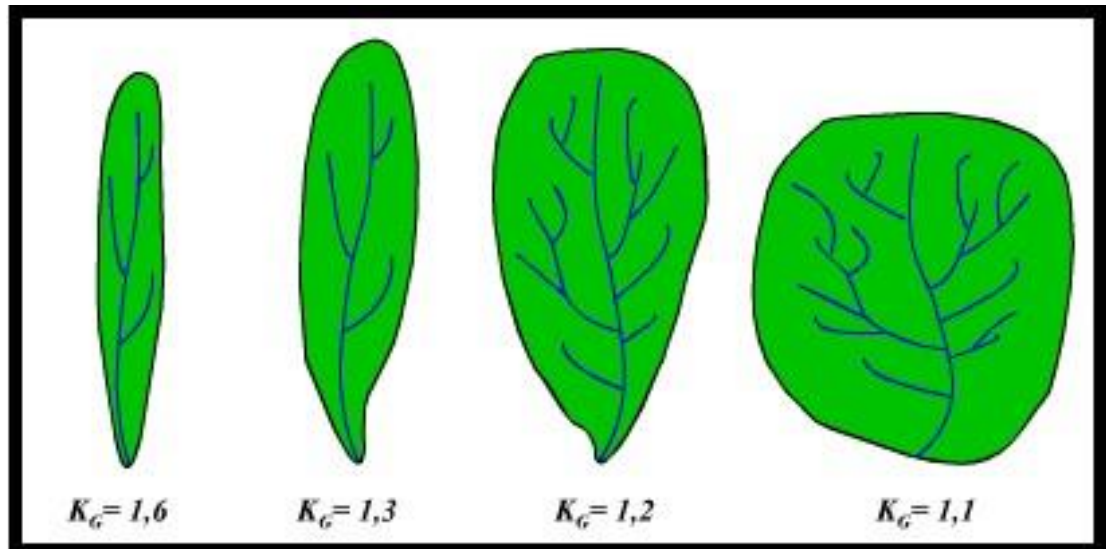
1.3.2.9. Şekil İndeks (Sw) Değeri

İnceleme alanında, şekil indeks (Sw) değeri 1.99’dur. Bu özellik havza alanı ile uzunluğu arasındaki ilişkiye dayanmaktadır. Alan büyüdükçe şekil faktörü küçülmekte, uzunluk arttıkça yükselmektedir.

1.3.2.10. Gravelius İndeks (Kc)

Gravelius indeks (Kc) değerine göre sonuç değerinin küçüklüğü oranında havza dairesel bir görünüm arz eder (Hoşgören, 2001). Uzunlamasına ve dairesel havzalarda farklı Kc değeri ortaya çıkmaktadır (Şekil 27).

Buna göre Alaca havzasının değeri 0.06 ‘dır. Kc değerlerine ait şekillere baktığımızda en küçük Kc değerinden daha küçük olan havza değeri araştırma sahasının daireselliğinin oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. Alaca Havzası gravelius indeksi sonucuna göre dairesel görünümlü yüzeysel akışın daha etkin olduğu ve buna bağlı olarakta yüzeysel erozyonun fazla olduğu havza tipine girmektedir. Bu bilgiler ile arazi çalışmalarındaki gözlemler birleştirildiğinde birebir örtüştüğü, havzada çizgisel erozyondan ziyade yüzeysel erozyonun daha etkili olduğu görülmüştür (Şekil 27).



Şekil 27: Farklı Kc değerlerine sahip havzalar (Musy, 2001). Bu havza şekillerinden ince ve uzun olanlarda çizgisel erozyon, konkav ve oval olanlarda ise yüzey erozyonu daha şiddetli olmaktadır.

1.3.2.11. Uzunluk Oranı (Re)

Uzunluk oranı (Re) değeri havzanın infiltrasyon kapasitesi, yüzeysel akışı hakkında bilgi verir. Yüksek değerler yüksek geçirgenliğin olduğu ve düşük yüzeysel akış şartların sahip olduğu alanları gösterirken, düşük Re değeri ise fazla erozif faaliyetlerin olduğu ve sediment taşınımının fazla olduğu havza özelliklerini ortaya koyar (Reddy vd., 2004). Ayrıca değerin 1'e yaklaşması oranında havzanın daha dairesel bir şekle sahip olduğu anlaşılır (Biswas vd., 1999). Havza genelinde R_e 0.91'lik bir değer göstermektedir (Tablo 7). Bu durum havza genelinde olmasa da yüksek kesimlerde ve eğimli sahalarda erozif etkilerin fazla olduğunu göstermiştir.

Tablo 7: Alaca havzası şekil analiz tablosu.

	Çevre Uzunluğu	Havzanın Max. Uzunluğu	Havza Uzunluğu	Yatak Uzunluğu (havza ortasından ağıza)	Şekil İndeksi	Gravelius İndeksi	Uzunluk Oranı	Form Faktörü
Havza Formül	(P)	(Lm)	(L)	$L_{ca}=0.54L^{0.96}$	$S_w=\frac{L}{W}=\frac{L^2}{A}$	$K_c=0.28 \cdot \frac{P}{0.5 \cdot A}$	$R_Q=\frac{2}{Lm} \cdot \left[\frac{A}{\pi}\right]^{0.5}$	$R_f=\frac{A}{L^2}$
Alaca Havzası	202.608	42.8	57.30	15.7	1.99	0.06	0.91	0.89

L: Ana akarsu boyunca havzanın uzunluğu (vadi uzunluğu) (km)

A: Havza alanı (km²)

W: Ortalama havza genişliği (A/L)

P: Havzanın çevre uzunluğu (km)

Lca: Havza orta noktasından akarsu ağızına olan uzaklık (km)

Lm: Havzanın maksimum uzunluğu (ana akarsuya paralel) (km)

1.3.2.12. Form Faktörü (Rf)

Çalışma sahası form faktörü (Rf) bakımından değerlendirildiğinde, düşük Rf değerinin sahip olduğu havzalar kısa zaman süresinde yan kollardan gelen az akımla, uzun süreli meydana gelecek yüksek ana akımın görüleceği bir şekil arz eder. Yüksek Rf değerlerinin görüldüğü havzalarda ise bu durumun tam tersi olarak uzun

zaman süresinde yan kollardan gelen yüksek akımla, kısa süreli düşük ana akımın görüldüğü ve kısa süreli maksimum akıma neden olan bir şekil ortaya çıkartır (Reddy vd., 2004; Biswas vd.,1999). Buna göre havza genelinde bu değer 0,89'dur. Bu değer havzada yan kollardan gelen yüksek akımla, kısa süreli maksimum akımlara neden olan bir şekle sahiptir. Bu da akarsuda zaman zaman taşkınlar olabileceğini göstermektedir.

1.4. Alaca Havzası'nın İklimi

Bilindiği gibi iklim, yer şekillerini işleyen dış güçlerin etkililiğini yani morfolodinamik süreçleri denetleyen en önemli unsurdur. Bir arazi parçasının tektonikle oluşmuş şekli ve yüksekliği, o şekli işleyen süreçler için bir çıkış noktasıdır. Bu olay dereceli fakat köklü değişmelerin temelini oluşturur (Erol, 1992).

Erozyonun şiddetini etkileyen önemli faktörlerden biri iklimdir. Çünkü erozyonun motoru olarak kabul edilen suyun kaynağı, farklı şekillerde oluşsa da yağış ve dolayısıyla iklimdir. Fakat iklimin erozyonu etkilemesi oldukça karışık bir denklemdir.

Araştırma sahası iklim özelliklerinin ortaya çıkmasında planater faktörler ve yerel coğrafi faktörler birlikte rol oynamışlardır. Türkiye'nin bir parçasını oluşturan araştırma sahası yıl içerisinde ülkemizi etkileyen hava kütleleri, cepheler, siklonik faaliyetler ve diğer genel atmosfer dolaşım şartları ile ilgili faktörlerden etkilenmektedir. Çalışma alanı ikliminin ana hatlarını bu şekilde genel atmosfer dolaşım şartları belirlerken, yükselti, bakı, eğim, yarılma derecesi ve dağların uzanış şekilleri gibi faktörler ise yöre ölçüsünde iklim elemanlarında farklılıklara yol açmaktadır.

Bir sahanın iklim özelliklerinin iyi bir şekilde belirlenebilmesi için orada uzun süreli rasat yapan meteoroloji istasyonunun bulunması gerekir. Araştırma sahasının iklim özellikleri belirlenirken inceleme alanında ve yakın çevresinde bulunan meteoroloji istasyonları Çorum (776 m), Alaca (941 m), Sungurlu (771 m) ve Sorgun (1.100 m) meteoroloji istasyonlarının verileri kullanılmıştır (Tablo 8). . Bu veriler Çorum 1960-2014, Alaca 1967-2008, Sungurlu 1986-1995, Sorgun 1984-2014 yılları arasındaki ölçümleri kapsamaktadır. Bu istasyonlardan Çorum çalışma sahasının kuzeyinde, Sungurlu batısında Sorgun güneydoğusunda ve Alaca çalışma sahası içerisinde yer almaktadır.

İnceleme alanında iklim şartları-erozyon ilişkisini ortaya koyabilmek için, araştırma sahasının iklim elemanları teker teker ele alınacak ve bu elemanların sahadaki erozyon üzerindeki etkileri açıklanmaya çalışılacaktır.

Tablo 8: Araştırma sahası yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarının yerleri ve rasat süreleri.

İstasyonun Adı	Koordinatları	Yükseltisi (m)	Rasat Dönemi	Rasat Süresi (yıl)
Çorum	40° 32' K; 34° 56' D	776 m.	1960-2014	54
Alaca	40° 15' K; 34° 83' D	941 m.	1967-2008	41
Sungurlu	40° 17' K; 34° 40' D	771 m.	1986-1995	9
Sorgun	39° 48' K; 35° 11' D	1110 m.	1984-2014	30

1.4.1. Sıcaklık

İklim elemanlarından sıcaklık, yağışın türü ve şiddetini, toprağın nem miktarını, toprağın donmuş olup olmamasında ve dolayısıyla infiltrasyon ve erozyon üzerinde etkili olmaktadır (Balcı ve Ökten, 1987).

Araştırma sahası sıcaklık özellikleri için verileri kullanılan istasyonlardan yıllık sıcaklık ortalaması Çorum'da 10.6 °C, Alaca'da 9.5 °C, Sungurlu'da 11.5 °C, Sorgun'da 9.7 °C (Tablo 9).

Tablo 9: Araştırma sahası ve yakın çevresinin aylık ortalama sıcaklık değerleri (°C).

	AYLAR												YILLIK
	O	Ş	M	N	Ma	H	T	A	E	Ek	K	Ar	
Çorum	-0.3	0.9	5.1	10.5	14.9	18.5	21.1	21	17	11.7	5.9	1.8	10.6
Alaca	-1.8	-0.7	4.1	9.4	13.6	17.4	20.1	20.1	16	10.8	4.7	0.4	9.5
Sungurlu	-0.9	1	6.1	12	15.7	19.7	22.3	22.5	18.6	12.7	5.1	1.4	11.3
Sorgun	-1.7	-0.9	4	9.7	14.1	17.9	20.8	20.9	16.6	11.2	4.7	0.1	9.7

Lejant
Sıcaklık

1,3 - 4,0
4,1 - 4,9
5,0 - 5,8
5,9 - 6,5
6,6 - 7,1
7,2 - 7,7
7,8 - 8,2
8,3 - 8,8
8,9 - 9,4
9,5 - 10,5

• Yerleşme
— Dağlar
— Şehirlerarası yol
— Baraj-Göl
— Akarsu

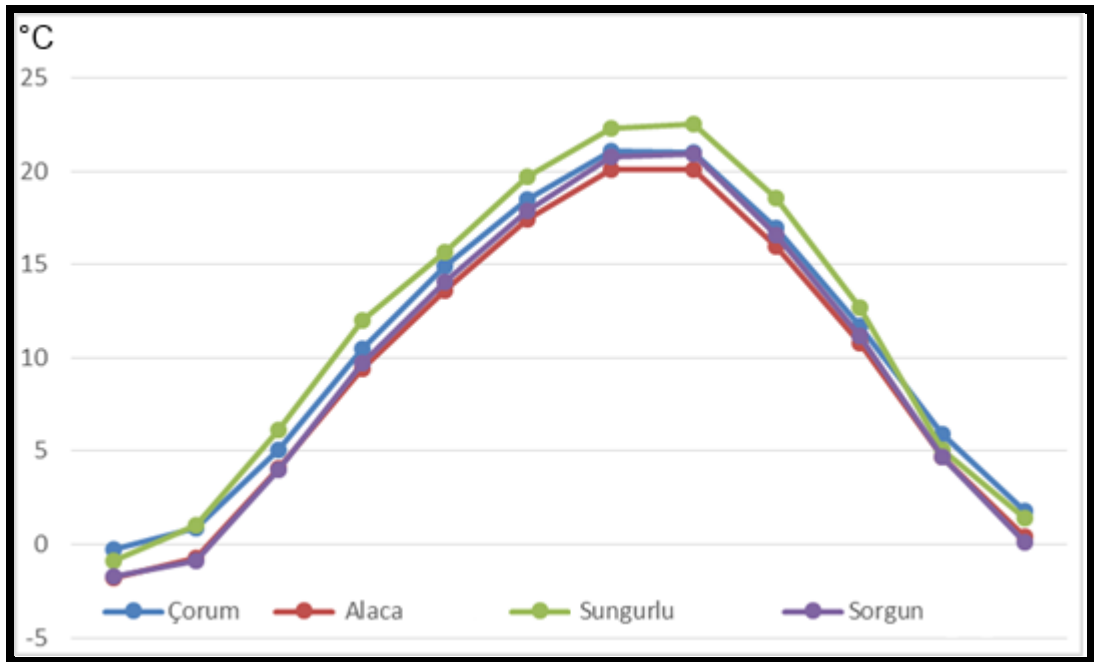
Toprakdede T. (1765 m)
Eymir
Kayakışla
Höyük T. (1474 m)
Büyükeynelli
Isafaklı
Taşpınar
Ağaçlı
Büyükmahal
Akçatag (1689 m)
Kırım
Zelha T. (1519 m)
Örtlek T. (1531 m)
Akçaköy
Sıncan G.
Hırkababa T. (1521 m)
Evcil
Büyükhırka
Delik Tepe (1424 m)
Kalecikaya
Eskişehir
Alaca
Fakılar
Kızıl
Kızılca
Ibrahimiçköy
Dönülçali T. (1497 m)
Solçak G. Gürbüz G.
Kurt D. Gökleri Sul. Göl.
Çopraşık Sul. G.
Bozdoğan Sul. G.
Sevdiğim Sul. G.
Gazipaşa
Bolatlık
İsmaili
Kocahasanlı
Eymir D.
Ağaçlı D.
Kurt D. Gökleri Sul. Göl.

0 5 10 20 km

N
W E S

58

Çorum meteoroloji istasyonunun verilerine göre Çorum'a ait yıllık ortalama sıcaklık değeri 10.6°C'dir. En soğuk ay ocak (-0.3°C), en sıcak ay temmuz'dur (21.1°C). Alaca meteoroloji istasyonunun verilerine göre Alaca'ya ait yıllık ortalama sıcaklık değeri (9.5°C)'dir. En soğuk ay ocak (-1.8°C), en sıcak ay temmuz ve ağustostur (20.1°C). Sungurlu meteoroloji istasyonunun verilerine göre Sungurlu'ya ait yıllık ortalama sıcaklık değeri (11.3°C)'dir. En soğuk ay ocak (-0.9°C), en sıcak ay ağustos'dur (22.5°C). Sorgun meteoroloji istasyonunun verilerine göre Sorgun'a ait yıllık ortalama sıcaklık değeri (9.7°C)'dir. En soğuk ay ocak (-1.7°C), en sıcak ay ağustos'dur (20.9°C) (Şekil 29).



Şekil 29: Araştırma sahası ve yakın çevresinin aylık ortalama sıcaklık değerleri.

Kaynak: DMİGM Çorum, Alaca, Sungurlu, Sorgun meteoroloji istasyonları yayımlanmamış döküm cetvelleri (1960-2014).

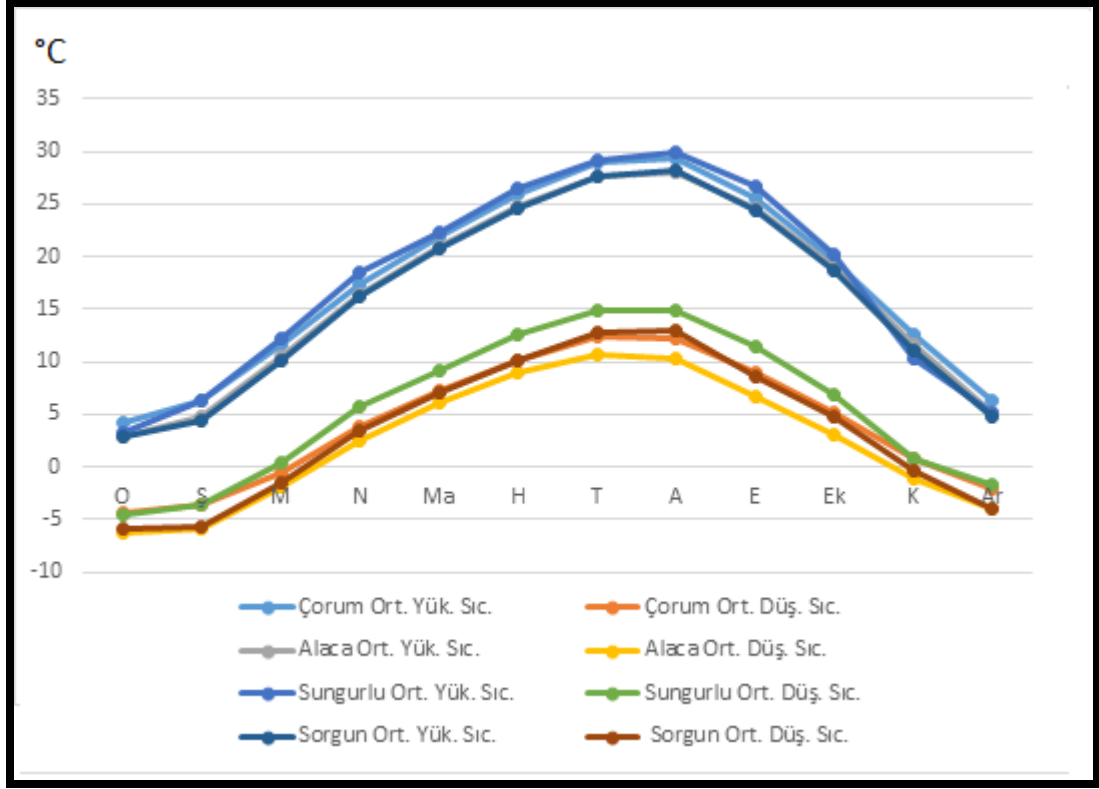
Araştırma sahasında ve yakın çevresinden kullanılan iklim verilerine bakıldığında ortalama yüksek sıcaklıklar ağustos (Çorum, 29.3°C; Alaca, 28°C; Sungurlu, 29.9°C; Sorgun, 28.2°C) ayında görünmektedir. Ortalama düşük sıcaklıklar ocak (Çorum, 4.3°C; Alaca, 6.3°C; Sungurlu, -4.6°C; Sorgun, -5.8°C) ayında görünmektedir.

Şubat ayında 1-2°C artış gösteren ortalama yüksek sıcaklıklar, bu aydan sonra gittikçe artarak ağustos ayında en yüksek değerlere ulaştığı görülmektedir.

Araştırma sahasında ait ortalama düşük sıcaklıklara bakıldığında Çorum'da yılın dört ayı (ocak, şubat, mart, aralık), Alaca ve Sorgun'da yılın beş ayı (ocak, şubat, mart, kasım, aralık) Sungurlu'da ise yılın üç ayı (ocak, şubat, aralık) sıcaklıkların 0°C altına düştüğü görülmektedir. Ortalama en düşük sıcaklık değerlerinin görüldüğü ocak ayında sıcaklık en düşük değeri -6.3°C Alaca'da ölçülmüştür (Tablo 10, Şekil 30).

Tablo 10: Araştırma sahası ve yakın çevresinde ortalama yüksek ve ortalama düşük sıcaklıkların aylara göre dağılışı (°C).

	Met. Unsur	AYLAR												YILLIK
		O	Ş	M	N	Ma	H	T	A	E	Ek	K	Ar	
Çorum	Ort. Yük. Sıc.	4.2	6.3	11.6	17.4	22	25.9	29	29.3	25.5	19.7	12.7	6.3	17.4
	Ort. Düş. Sıc.	-4.3	-3.6	-0.6	3.8	7.3	10.2	12.4	12.3	9	5.1	0.7	-2	4.1
Alaca	Ort. Yük. Sıc.	2.9	4.8	10.6	16.4	20.9	24.8	27.7	28	24.6	19.1	11.6	5.2	16.3
	Ort. Düş. Sıc.	-6.3	-5.8	-1.9	2.6	6.2	8.9	10.7	10.4	6.7	3.1	-1.1	-3.9	2.4
Sungurlu	Ort. Yük. Sıc.	3.3	6.3	12.2	18.5	22.3	26.6	29.2	29.9	26.7	20.2	10.4	5.2	17.5
	Ort. Düş. Sıc.	-4.6	-3.6	0.5	5.8	9.2	12.6	14.9	14.9	11.4	6.9	0.8	-1.7	5.5
Sorgun	Ort. Yük. Sıc.	2.9	4.4	10.2	16.3	20.8	24.7	27.7	28.2	24.5	18.7	11	4.7	16.7
	Ort. Düş. Sıc.	-5.8	-5.6	-1.5	3.4	7	10.2	12.8	12.9	8.7	4.7	-0.4	-3.9	3.5



Şekil 30: Araştırma sahası ve yakın çevresinde ortalama yüksek ve düşük sıcaklıklar.

1.4.2. Yağış

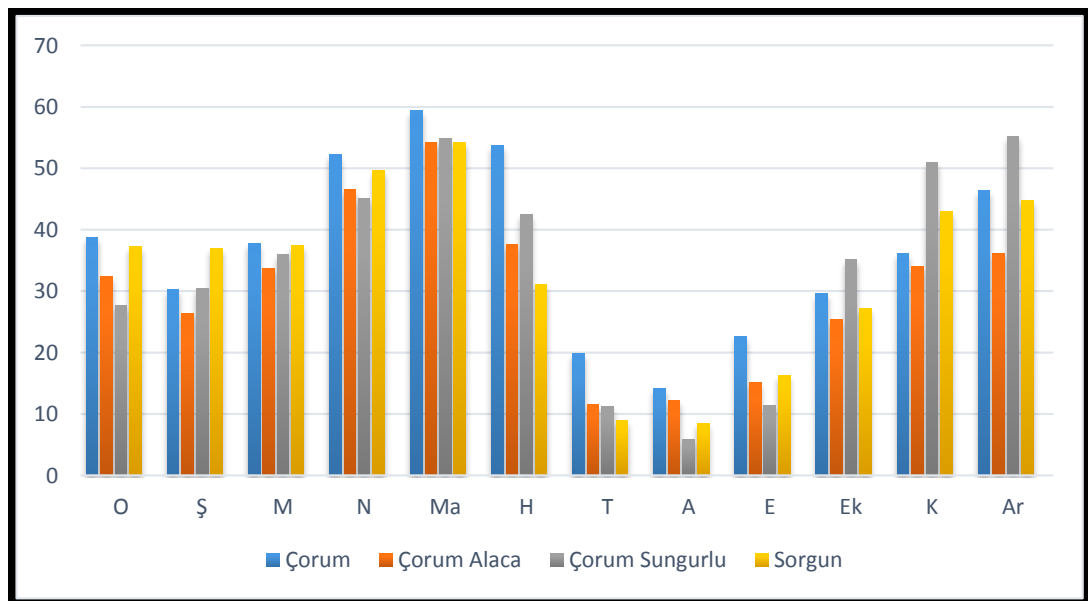
Toprak kaybı ile yağışlar arasında yağmur damlalarının toprak yüzeyine çarpması ve yüzey akışlara ilave olması nedeniyle çok yakın bir ilişki vardır. Bu durum özellikle yüzey akış ve parmak erozyonun için söz konusu olup en önemli yağış karakteristiği yağış yoğunluğu kabul edilmektedir (Çanga, 1985).

1950 yılından sonra yapılan birçok araştırma sonucunda erozyonu etkileyen 20'den fazla yağış etmeninin bulunduğu ortaya çıkmıştır. Yağış miktarı ile oluşan toprak kaybı arasında önceleri ortaya konan doğrusal ilişkiler son yıllarda pek benimsenmemektedir. Çünkü yağış miktarı yanında, yağış anındaki toprak nem içeriği, sıcaklık, buharlaşma koşulları, damla büyüklük dağılımı, yağış yoğunluğu, yağış süresi, yağışın araziye düşme açısı, damlanın düşme hızı, vb. birçok etmen, erozyonla oluşan toprak kaybına etki etmektedir (Lal, 1988). Ayrıca yağışların dağılımı ile de toprak kaybı arasında aranan bağıntılarda sağlıklı sonuçlar elde edilememiştir. Buna en iyi örnek ülkemizde Rize ve Marmaris Meteoroloji İstasyonları için verilebilir. Marmaris'te 1209 mm yağış düşmesine rağmen R değeri (yağışın erozyon oluşturma faktörü) 522 iken Rize'de 2180 mm yağışa karşılık R değeri 481 olarak hesaplanmıştır (Doğan, 1987, 2002).

Araştırma sahasının yağış şartları ortaya konulurken Çorum, Alaca, Sungurlu, Sorgun meteoroloji istasyonları verilerinden yararlanılarak yağış rejim diyagramları çizilmiştir. Bu diyagramlar incelendiğinde şu özellikler ortaya çıkmaktadır (Şekil 31, Tablo 11). Çorum istasyonunun yıllık yağış miktarı 441 mm, Alaca istasyonunun yıllık yağış miktarı 364.8 mm, Sungurlu istasyonu 406 mm, Sorgun istasyonu 395.1 mm'dir. Bir yere düşen yağışın miktarı, hava kütlesinin özelliği, sahanın yükseltisi, yer şekillerinin etkisi, karasallık-denizellik gibi özelliklere bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

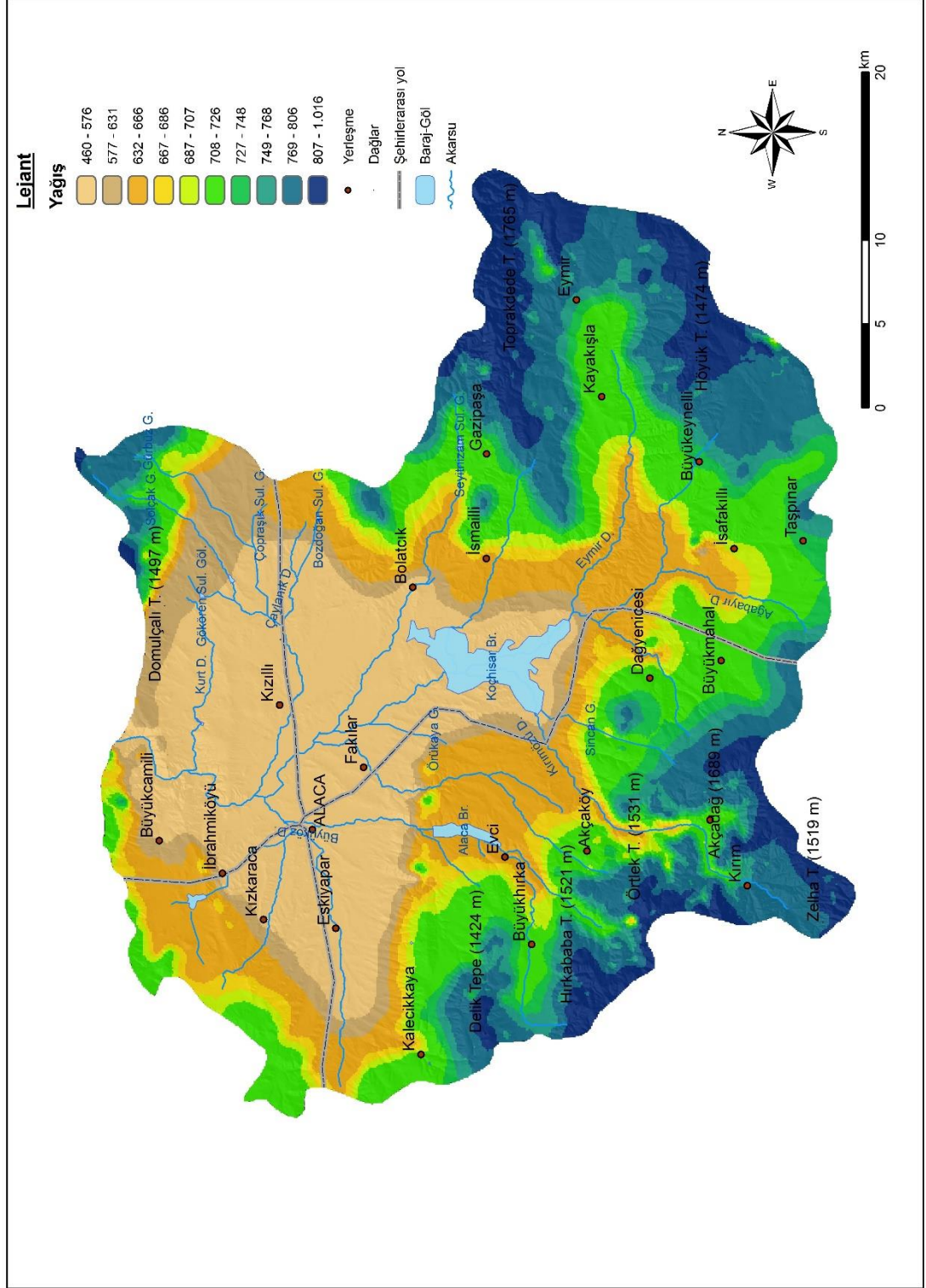
Tablo 11: Araştırma sahası ve yakın çevresinin aylık ortalama yağış değerleri (mm).

	AYLAR													Yıllık
	O	Ş	M	N	Ma	H	T	A	E	Ek	K	Ar		
Çorum	38.7	30.3	37.7	52.3	59.4	53.7	19.9	14.2	22.6	29.6	36.2	46.4	441	
Alaca	32.4	26.3	33.6	46.5	54.1	37.6	11.6	12.1	15.1	25.4	34	36.1	364.8	
Sungurlu	27.6	30.5	35.9	45	54.8	42.5	11.2	5.8	11.4	35.1	51	55.2	406	
Sorgun	37.3	37	37.5	49.6	54.1	31	8.9	8.5	16.3	27.1	43	44.8	395.1	



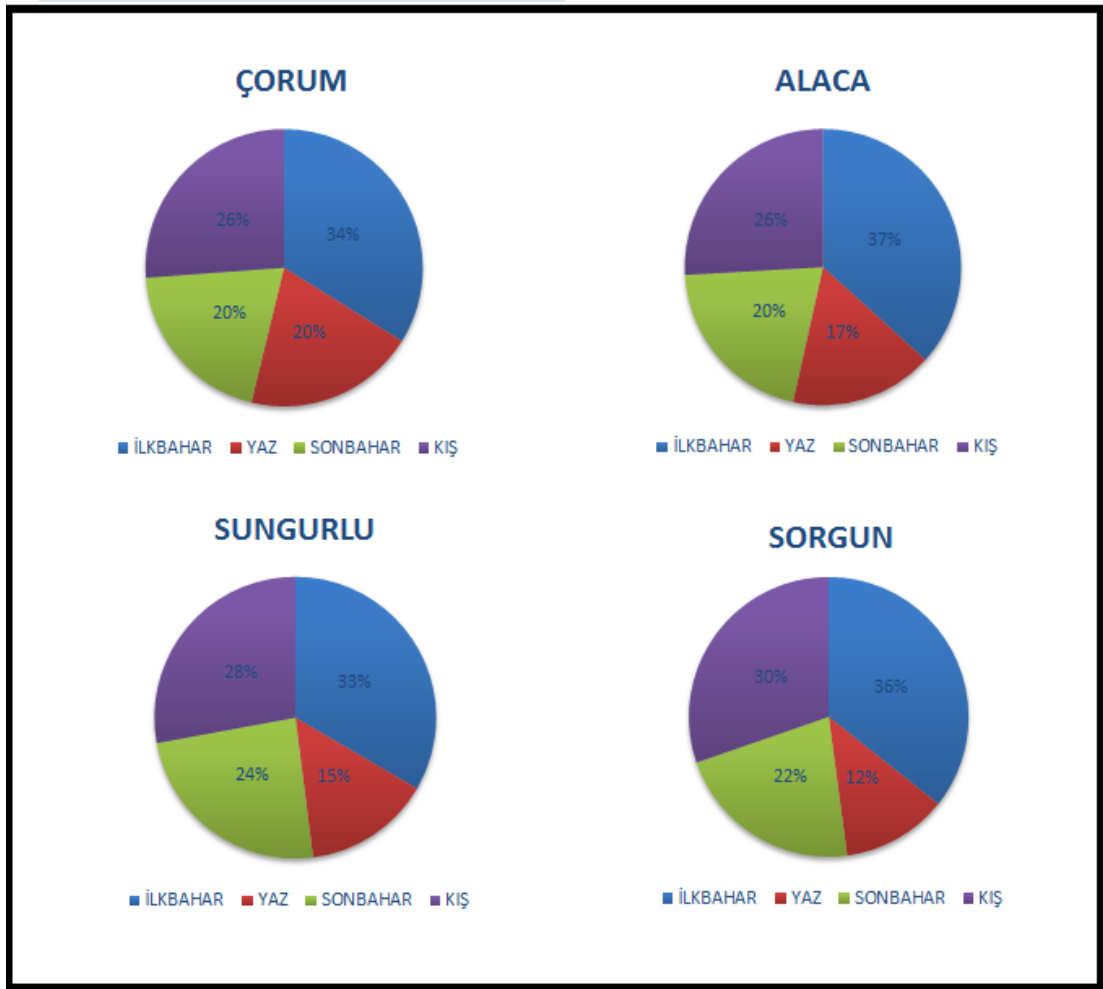
Şekil 31: Araştırma sahası ve yakın çevresinin aylık ortalama yağış grafiği (mm).

Yükseklığe bağlı yağış miktarındaki değişimleri hesaplamak için Schreiber formülü kullanılmıştır (Dönmez, 1979). Bu şekilde elde edilen değerlerle yıllık yağış dağılışı haritası hazırlanmıştır (Şekil 32).



Şekil 32: Araştırma sahası yağış dağılışı haritası.

Araştırma sahası ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarına ait yağış verileri kullanılmıştır. Bu veriler incelendiğinde yıl içerisinde düşen yağışın mevsimsel grafiğinde en çok yağışın ilkbahar (mart, nisan, mayıs) aylarında düştüğü görülmektedir. Bu mevsimde düşen yağışın yıllık ortalamaya oranı Çorum meteoroloji istasyonu verilerine göre % 34, Alaca'da % 37, Sungurlu'da % 33, Sorgun'da % 36'ya denk gelmektedir. Çalışmaya konu olan tüm istasyonlarda en az yağış yaz mevsiminde düşmektedir. Nitekim yaz yağışlarının mevsimlik payı Çorum'da % 15, Alaca'da %17, Sunurlu'da % 15, nihayet Sorgun'da % 12'dir (Şekil 33).



Şekil 33: Çorum, Alaca, Sungurlu, Sorgun'da yağışın mevsimlere göre dağılışı.

Yağış erozyon ilişkisinde yağış süresi ve yağış yoğunluk değerlerinin bilinmesi erozyon çalışmaları açısından oldukça önemlidir. Fakat bu ölçümler araştırma sahası ve çevresindeki istasyonlarda yapılmamaktadır. Bu yüzden sahada sağanak yağışların şiddetini gösterebilmek için; Çorum meteoroloji istasyonundan aldığımız günlük en çok yağış miktarı verileri ile aylık ortalama toplam yağış

miktarları tablo haline getirilerek karşılaştırılmıştır (Tablo 12). Günlük en çok yağış miktarlarının bazı aylarda aylık ortalamanın üzerine çıktığı görülmektedir. Bu da sahada zaman zaman sağanak yağışların etkili olduğunu göstermektedir.

Tablo 12: Çorum meteoroloji istasyonu ortalama yağış ve günlük en çok yağış miktarları (mm)

	O	Ş	M	N	Ma	H	T	A	E	Ek	K	Ar
Ortalama Toplam Yağış Miktarı (mm)	38.7	30.3	37.7	52.3	59.4	53.7	19.9	14.2	22.6	29.6	36.2	46.4
Günlük En Çok Yağış Miktarı (mm)	27.9	37.9	21.5	27.8	48.6	58.4	52.4	57.6	43.3	28.3	39.7	37.0

Kaynak: DMİGM Çorum meteoroloji istasyonu yayımlanmamış döküm cetvelleri (1960-2014).

1.4.3. Rüzgâr

Araştırma sahasının iklimi üzerinde etkili olan basınç ve rüzgârlar yıl içerisinde aylara ve mevsimlere göre değişebilmektedir. Bu değişiklik üzerinde genel atmosfer sirkülasyonu ile bölgeyi etkisi altına alan hava kütlelerinin rolü vardır.

Hava kütesinin hareket hızı olarak belirtilen rüzgâr hızı saniyede metre (m/sn) veya saatte kilometre (km/saat) olarak ifade edilir. Bu hızla ilgili yorum yapabilmek için Bofor Ölçeği (Beaufort scale) kullanılır (Erol, 1993).

Rüzgâr erozyonu, kurak ve yarı kurak alanlarda, su erozyonundan daha etkin bir işlev görmektedir. Çünkü bu alanlarda su erozyonu ancak epizodik yağışlarla meydana gelir (Erinç, 2001).

Araştırma sahasında rüzgârların esme sayıları, hızları ve yönleri, bölgede yağış, sıcaklık, nem durumu ve buharlaşmayı etkilemesi yönünden erozyon üzerinde yer yer önemli etkiler icra etmektedir. Bu durumu aydınlatmak bakımından, bölge dahilinde yıllık ortalama ve mevsimlere göre rüzgarların değişimleri ve hakim rüzgar yönleri üzerinde durulacaktır.

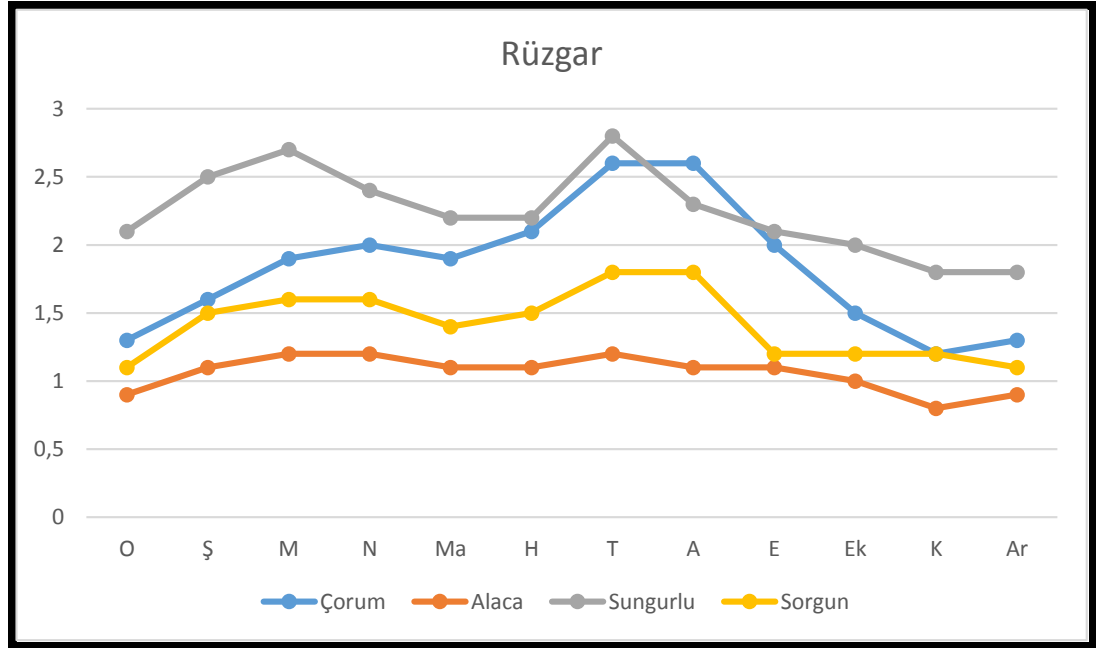
Çorum meteoroloji istasyonunun yıllık ortalama rüzgar hızı 1.8 m/sn, Alaca'da 1.1 m/sn, Sungurlu'da 2.2 m/sn ve Sorgun'da 1.4 m/sn'dir. Bütün istasyonlarda da görüldüğü gibi yıllık ortalama rüzgâr hızı düşüktür. Ortalama hıza ait en yüksek değerler Çorum'da (2.6 m/sn, temmuz-ağustos), Alaca'da (1.3 m/sn)

(nisan), Sungurlu’da (2.8 m/sn) (temmuz), Sorgun’da (1.9 m/sn) görülür. En düşük değerler Alaca’da kasım, aralık ve ocak (0.8, 0.9, 0.9 m/sn) aylarında ölçülmüştür (Tablo 13, Şekil 34).

Tablo 13: Çorum, Alaca, Sungurlu ve Sorgun’un ortalama rüzgâr hızları (m/sn).

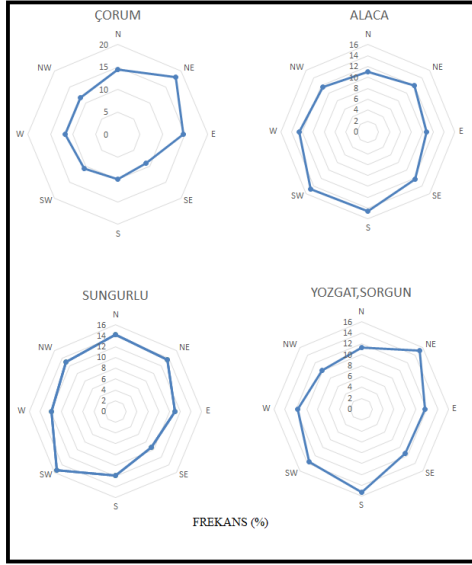
	O	Ş	M	N	Ma	H	T	A	E	Ek	K	Ar	YILLIK
Çorum	1.3	1.6	1.9	2	1.9	2.1	2.6	2.6	2	1.5	1.2	1.3	1.8
Alaca	0.9	1.1	1.2	1.3	1.1	1.1	1.2	1.1	1.1	1	0.8	0.9	1.1
Sungurlu	2.1	2.5	2.7	2.4	2.2	2.2	2.8	2.3	2.1	2	1.8	1.8	2.2
Sorgun	1.1	1.5	1.6	1.6	1.4	1.5	1.8	1.9	1.2	1.2	1.2	1.1	1.4

Kaynak: DMİGM Çorum, Alaca, Sungurlu, Sorgun meteoroloji istasyonları yayımlanmamış döküm cetvelleri (1970-2012).

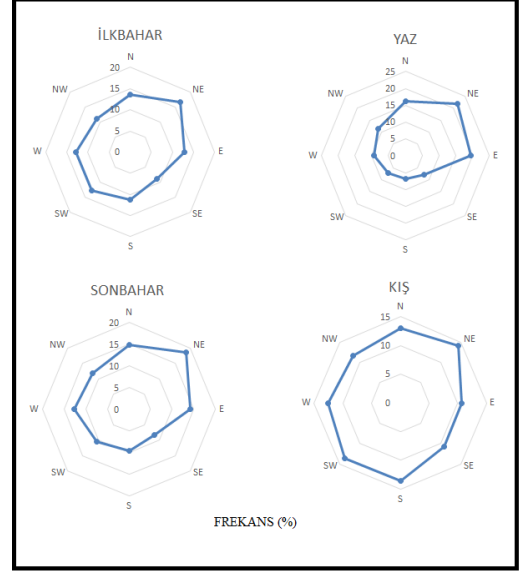


Şekil 34: Araştırma sahası ve yakın çevresinde ortalama rüzgâr hızları.

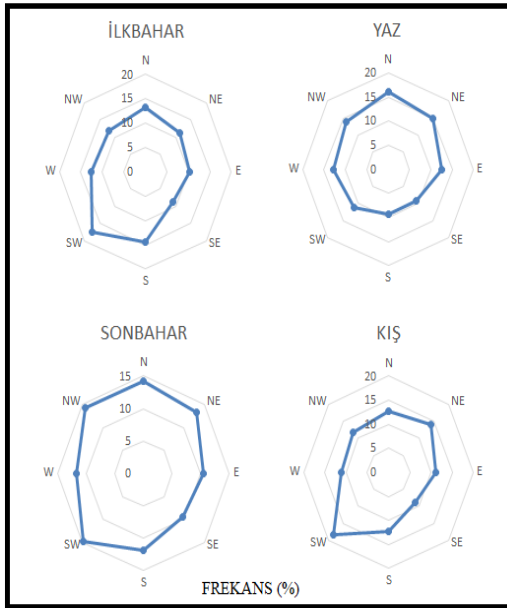
Araştırma sahasının rüzgâr hakim yönleri ile ilgili Çorum, Alaca, Sungurlu, Sorgun meteoroloji istasyonu rüzgâr verilerinden yararlanılmıştır (Şekil 35).



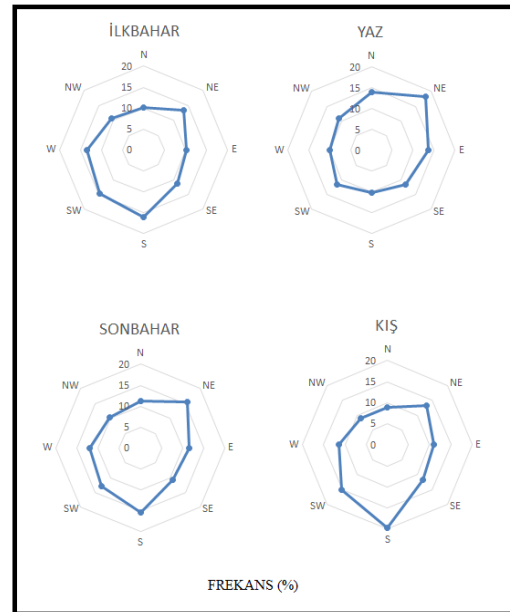
Şekil 35: Çorum, Alaca, Sungurlu, Sorgun yıllık rüzgar gülleri.



Şekil 36: Çorum'a ait mevsimlik rüzgar güllü.



Şekil 37: Sungurlu'ya ait mevsimlik rüzgar güllü.



Şekil 38: Sorgun'a ait mevsimlik rüzgar güllü.

1.4.4. Havzada Görülen İklim Tipleri

Bir yerin ikliminin ortaya konmasında o yerdeki yalnız sıcaklık, basınç, rüzgârlar veya sadece nem ve yağış yeterli değildir. O yerin iklimi hakkında, ancak iklimin bütün elemanlarının bir arada incelenmesi bir fikir verir. Çünkü iklim birbiri ile ilgisi olan bu olayların bütünüdür (Dönmez, 1990). Bu bölümde önceki bölümden

farklı olarak iklim elemanları yerine, sahanın çeşitli iklim sınıflandırmalarına göre hangi iklim tipine girdiği ortaya konmaya çalışılacaktır.

Araştırma sahasının iklim tipini belirlemede, en çok kullanılan yöntemler olan De Martonne ve Thornthwaite yöntemlerinden yararlanılmıştır. İnceleme alanındaki bu yöntemler Çorum, Alaca, Sungurlu ve Sorgun meteoroloji istasyonlarının verilerine uygulanmış ve inceleme sahasının iklimi hakkında bir fikir ortaya konmaya çalışılmıştır.

De Martonne'a göre

De Martonne'un iklim tasnifi birçok iklim elemanının yanı sıra özellikle sıcaklık ve yağış dikkate alınarak yapılmıştır. De Martonne'a göre bunlardan en önemlisi sıcaklıktır. Yıllık ortalama sıcaklık, ocak ve temmuz ortalamaları ve bunlar arasındaki farklar De Martonne'un tasnifinde önemli parametrelerdir. Sıcaklıktan sonra en önemli iklim elemanı ise yağıştır. Yıllık yağış miktarı, kurak ve yağışlı iklimleri birbirinden ayırt etmede kullanılan önemli bir faktördür. De Martonne'un kurak ve yağışlı iklimleri belirlemede kullanmak üzere ortaya attığı formül yıllık ortalama yağış miktarı ile yıllık ortalama sıcaklık esas alınarak hesaplanır (Dönmez, 1990).

De Martonne 1923 formülüne göre yıllık indis değeri Çorum'da 21.7 olup, bu değerle saha nemli iklim sınıfında yer almaktadır. Alaca'nın indis değeri ise 18.7 olup bu saha yarı kurak iklimler ve nemli iklimler arasında yer almaktadır. Sungurlu'nun indis değeri 19 olup bu saha yarı kurak iklimler ve nemli iklimler arasında yer almaktadır. Sorgun'un indis değeri 20 olup bu saha yarı kurak iklimler ve nemli iklimler arasında yer almaktadır.

De Martonne formülüne göre inceleme alanında kurak aylar sayısı da hesaplanmıştır. Buna göre Çorum meteoroloji istasyonu verilerine göre kurak ay sayısı ikidir (ağustos, eylül). Ekim ayında yarı kurak ay olup bu ayda dahil edildiğinde kurak ay sayısı üç ayın altında kaldığı için bu yöre potansiyel orman sahası sınırları içerisinde kalmaktadır (Tablo 14).

Tablo 14: De Martonne formülüne göre Çorum’da kurak ve nemli aylar.

Çorum	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	Ar	Yıllık
Sıcaklık	-0.4	0.9	4.9	10.5	14.6	18.3	21	20.9	16.9	11.5	5.4	1.5	10.5
Yağış	38	28.2	36.7	55.6	62.3	49.7	21.9	17.3	23.4	31.5	37	44.8	446.4
İndis	47	31	29	32	30	21	21	6	10	17	28.8	46.7	21.7
	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Kurak	Kurak	Yarı Kurak Nemli	Nemli	Nemli	Nemli

Alaca meteoroloji istasyonu verilerine göre kurak ay sayısı üçtür (temmuz, ağustos, eylül). Haziran ve ekim ayları da yarı kurak ay olup bu aylarda dahil edildiğinde kurak ay sayısı dört ay olduğu için bu yöre potansiyel orman sahası sınırları içerisinde kalmaktadır (Tablo 15).

Tablo 15: De Martonne formülüne göre Alaca ilçesi kurak ve nemli ayları.

Alaca	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	Ar	Yıllık
Sıcaklık	-1.8	-0.7	4.1	9.4	13.6	17.4	20.1	20.1	16	10.8	4.7	0.4	9.5
Yağış	32.4	26.3	33.6	46.5	54.1	37.6	11.6	12.1	15.1	25.4	34	36.1	364.8
İndis	47	33	28	28	27	16	4	4	6	14	27	41	18.7
	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Yarı Kurak Nemli	Kurak	Kurak	Kurak	Yarı Kurak Nemli	Nemli	Nemli	Yarı Kurak Nemli

Sungurlu meteoroloji istasyonu verilerine göre kurak ay sayısı üçtür (temmuz, ağustos, eylül). Haziran ve ekim ayları da yarı kurak ay olup bu aylarda dahil edildiğinde kurak ay sayısı beş ayın altında kaldığı için bu yöre potansiyel orman sahası sınırları içerisinde kalmaktadır (Tablo 16).

Tablo 16: De Martonne formülüne göre Sungurlu ilçesinde kurak ve nemli aylar.

Sungurlu	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	Ar	Yıllık
Sıcaklık	-0.9	1	6.1	12	15.7	19.7	22.3	22.5	18.6	12.7	5.1	1.4	11.3
Yağış	27.6	30.5	35.9	45	54.8	42.5	11.2	5.8	11.4	35.1	51	55.2	406
İndis	36	33	26	24	25	17	4	2	4	18	40	58	19
	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Yarı Kurak Nemli	Kurak	Kurak	Kurak	Yarı Kurak Nemli	Nemli	Nemli	Yarı Kurak Nemli

Sorgun meteoroloji istasyonu verilerine göre kurak ay sayısı üçtür (temmuz, ağustos, eylül). Haziran ve ekim ayları da yarı kurak ay olup bu aylarda dahil edildiğinde kurak ay sayısı beş ayın altında kaldığı için bu yöre potansiyel orman sahası sınırları içerisinde kalmaktadır (Tablo 17).

Tablo 17: De Martonne formülüne göre Sorgun ilçesinde kurak ve nemli aylar.

Sorgun	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	Ar	Yıllık
Sıcaklık	-1.7	-0.9	4	9.7	14.1	17.9	20.8	20.9	16.6	11.2	4.7	0.1	9.7
Yağış	37.3	37	37.5	49.6	54.1	31	8.9	8.5	16.3	27.1	43	44.8	395.1
İndis	53	48	32	30	26	13	3	3	7	15	35	53	20
	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Yarı Kurak Nemli	Kurak	Kurak	Kurak	Yarı Kurak Nemli	Nemli	Nemli	Yarı Kurak Nemli

Thornthwaite'e göre

Thornthwaite iklim tasnifi esas olarak yağışla evapotranspirasyon ve sıcak ile evapotranspirasyon arasındaki ilişkiye dayanır. Thornthwaite'e göre yağışın evapotranspirasyondan devamlı fazla olduğu yerlerde toprak doymuş haldedir, bu yerde su fazlalığı vardır. O halde, bu yerin iklimi nemlidir. Yağışların evapotranspirasyondan devamlı az olduğu yerlerde toprak su biriktirememekte ve

toprak bitkilerin ihtiyaç duyduğu suyu verememektedir. Bu gibi yerlerde ise su noksanlığı vardır. O halde bu yerin iklimi kuraktır. Thornthwaite nemli iklimleri nemlilik derecelerine göre 6. kurak iklimleri ise kuraklık derecelerine göre 3 iklim tipine ayırmıştır (Dönmez, 1990).

İnceleme sahasındaki istasyonların Thornthwaite metoduna göre hangi iklim tipine girdiğinin belirlenmesi amacıyla sahadaki istasyonların su bilânçoları çıkarılmıştır. Çorum, Alaca, Sungurlu, Sorgun su bilançoları, aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama yağış ve aylık evapotranspirasyon değerleri kullanılarak hazırlanmıştır. Bu tablolarda istasyonun bulunduğu sahaya ait toprakta birikmiş su, birikmiş suyun aylık değişimi, yıllık gerçek ve potansiyel evapotranspirasyon miktarları, topraktaki eksik veya fazla su, akış ve nemlilik oranları görülmektedir (Tablo 18, Tablo 19, Tablo 20, Tablo 21).

Tablo 18: Thornthwaite’e göre Çorum Meteoroloji İstasyonu’na ait su bilançosu.

Yağış	Düzeltilmiş Pe	Düzeltilmemiş Pe	Sic. İnds	Sıcaklık	C1.B'1.d.b'3
38		0	0	-0.4	O
28.2	2.2	2.7	0.07	0.9	Ş
36.7	16.4	16	0.97	4.9	M
55.6	49.9	45	3.08	10.5	N
62.3	81.8	66	5.07	14.6	Ma
49.7	106.2	85	7.13	18.3	H
21.9	130.8	103	8.78	21	T
17.3	120.3	102	8.72	20.9	A
23.4	83.2	80	6.32	16.9	E
31.5	48	50	3.53	11.5	Ek
37	17.4	21	1.12	5.4	K
44.8	3.6	4.5	0.16	1.5	Ar
446.4	659.8		44.95	10.5	Yıllık

Nemlilik Oranı	Yüzeysel Akış	Su Fazlası	Su Noksanı	Gerçek evapotranspirasyon	Birikmiş Su	Bir. Su. Ay. Değ.
0	0	0	0	0	98.8	38
27.2	13	26	0	2.2	100	26
35.7	16.6	20.3	0	16.4	100	0
54.6	11.1	5.7	0	49.9	100	0
61.3	5.55	0	0	81.8	80.5	19.5
48.7	2.7	0	0	106.2	24	56.5
20.9	1.3	0	84.9	45.9	0	24
16.3	0.6	0	103	17.3	0	0
22.4	0.3	0	59.8	23.4	0	0
30.5	0.1	0	16.5	31.5	0	0
36	0.05	0	0	17.4	19.6	19.6
43.8	0.025	0	0	3.6	60.8	41.2
	51.325	52	264.2	395.6		

Tablo 19: Thornthwaite'e göre Alaca Meteoroloji İstasyonu'na ait su bilançosu.

Sic. İnds	Sıcaklık	C1.B'1.s.b'3
0	-1.8	O
0	-0.7	Ş
0.74	4.1	M
2.6	9.4	N
4.55	13.6	Ma
6.61	17.4	H
8.22	20.1	T
8.22	20.1	A
5.82	16	E
3.21	10.8	Ek
0.91	4.7	K
0.02	0.4	Ar
40.9	9.5	Yıllık

Nemlilik Oranı	Yüzeysel Akış	Su Fazlası	Su Noksanı	Gerçek evapotranspirasyon	Birikmiş Su	Bir. Su. Ay. Değ.	Yağış	Düzeltilmiş Pe	Düzeltilmemiş Pe
0		0	0	0	86.4	32.4	32.4		
0	13.1	26.3	0	0	100	0	26.3		
32.6	15.1	17.2	0	16.4	100	0	33.6	16.4	16
45.5	8	1	0	45.5	100	0	46.5	45.5	41
53.1	4	0	0	74.4	79.7	20.3	54.1	74.4	60
36.6	2	0	0	100	17.3	62.4	37.6	100	80
10.6	1	0	100.6	28.9	0	17.3	11.6	129.5	102
11.1	0.5	0	108.2	12.1	0	0	12.1	120.3	102
14.1	0.25	0	68.1	15.1	0	0	15.1	83.2	80
24.4	0.125	0	19.7	25.4	0	0	25.4	45.1	47
33	0	0	0	14.9	19.1	19.1	34	14.9	18
35.1	0	0	0	1.2	54	34.9	36.1	1.2	1.5
	44	44.5	296.6	333.9			364.8	630.5	

Tablo 20: Thornthwaite’e göre Sungurlu Meteoroloji İstasyonu’na ait su bilançosu.

Su Fazlası	Su Noksanı	Gerçek evapotranspirasyon	Birikmiş Su	Bir. Su. Ay. Değ.	Yağış	Düzeltilmiş Pe	Düzeltilmemiş Pe	Sic. İnds	Sıcaklık	C1.B'1.d.b'3
0	0	0	100	27.6	27.6			0	-0.9	O
28.84	0	1.66	100	0	30.5	1.66	2	0.9	1	Ş
15.3	0	20.6	100	0	35.9	20.6	20	1.35	6.1	M
0	0	52.1	92.9	7.1	45	52.1	47	3.76	12	N
0	0	79.9	60.9	32	54.8	86.8	70	5.65	15.7	Ma
0	0	103.4	0	60.9	42.5	115	92	7.97	19.7	H
0	128.5	11.2	0	0	11.2	139.7	110	9.62	22.3	T
0	125.1	5.8	0	0	5.8	130.9	111	9.75	22.5	A
0	77	11.4	0	0	11.4	88.4	85	7.31	18.6	E
0	13.8	35.1	0	0	35.1	48.9	51	4.1	12.7	Ek
0	0	13.2	37.8	37.8	51	13.2	16	1.03	5.1	K
0	0	2.2	90.8	53	55.2	2.2	2.8	0.15	1.4	Ar
44.1	344.4	336.56			406	699.46		51.59	11.3	Yıllık

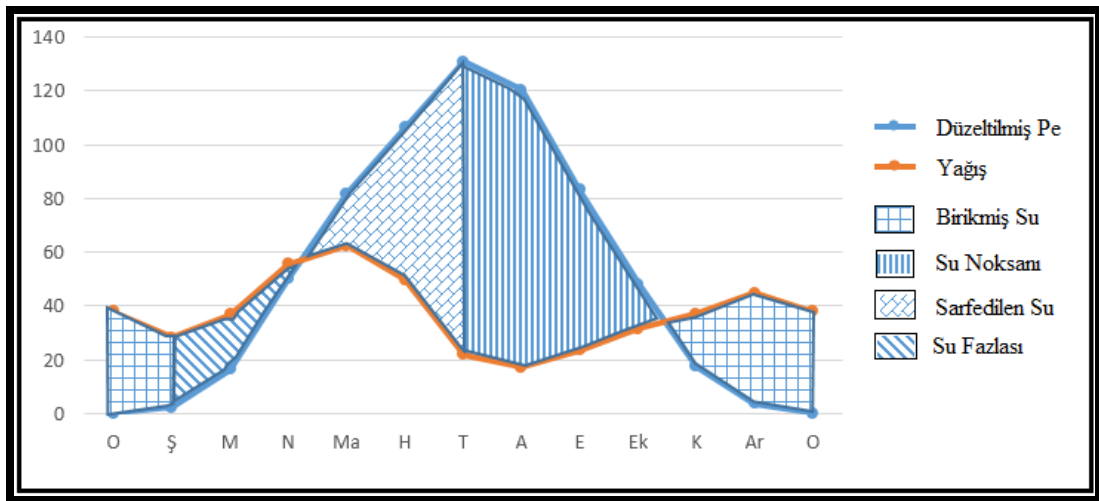
Nemlilik Oranı	Yüzeysel Akış
0	0
17.3	14.4
0.7	14.8
-0.1	7.4
-0.4	3.7
-0.6	1.8
-0.9	0.9
-1.0	0.45
-0.9	0.225
-0.3	0
2.9	0
24.1	0
	43.6

Tablo 21: Thornthwaite’e göre Sorgun Meteoroloji İstasyonu’na ait su bilançosu.

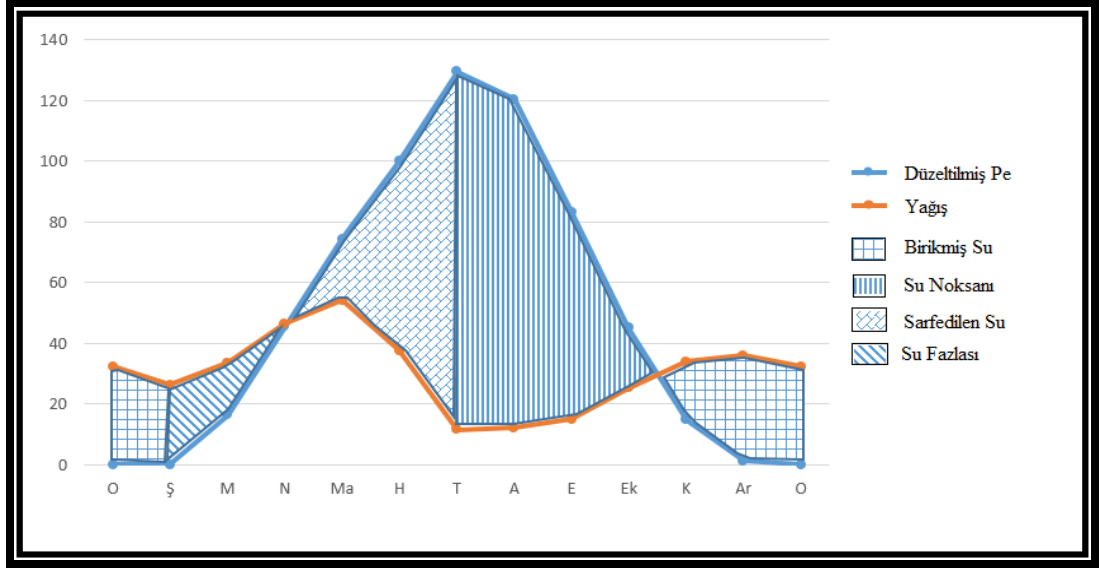
Birikmiş Su	Bir. Su. Ay. Deg.	Yağış	Düzeltilmiş Pe	Düzeltilmemiş Pe	Sic. İnds	Sıcaklık	C2.B'1.s2.b'2
100	37.3	37.3	0	0	0	-1.7	O
100	0	37	0	0	0	-0.9	Ş
100	0	37.5	15.4	15	0.71	4	M
100	0	49.6	44.4	40	2.73	9.7	N
74.2	25.8	54.1	79.9	65	4.81	14.1	Ma
0	74.2	31	105.4	85	6.96	17.9	H
0	0	8.9	131	104	8.68	20.8	T
0	0	8.5	123	105	8.72	20.9	A
0	0	16.3	81.1	78	6.15	16.6	E
0	0	27.1	48	50	3.39	11.2	Ek
27.9	27.9	43	15.1	18	0.91	4.7	K
71.88	43.98	44.8	0.82	1	0	0.1	Ar
		395.1	644.12		43.06	9.7	Yıllık

Nemlilik Oranı	Yüzeyysel Akış	Su Fazlası	Su Noksanı	Gerçek evapotrans pırasyon
0	0	0	0	0
0	18.5	37	0	0
36.5	20.3	22.1	0	15.4
48.6	12.7	5.2	0	44.4
53.1	6.35	0	0	79.9
30	3.1	0	0	105.4
7.9	1.5	0	122.1	8.9
7.5	0.75	0	114.5	8.5
15.3	0	0	64.8	16.3
26.1	0	0	20.9	27.1
42	0	0	0	43
43.8	0	0	0	44.8
	63.2	64.3	322.3	393.7

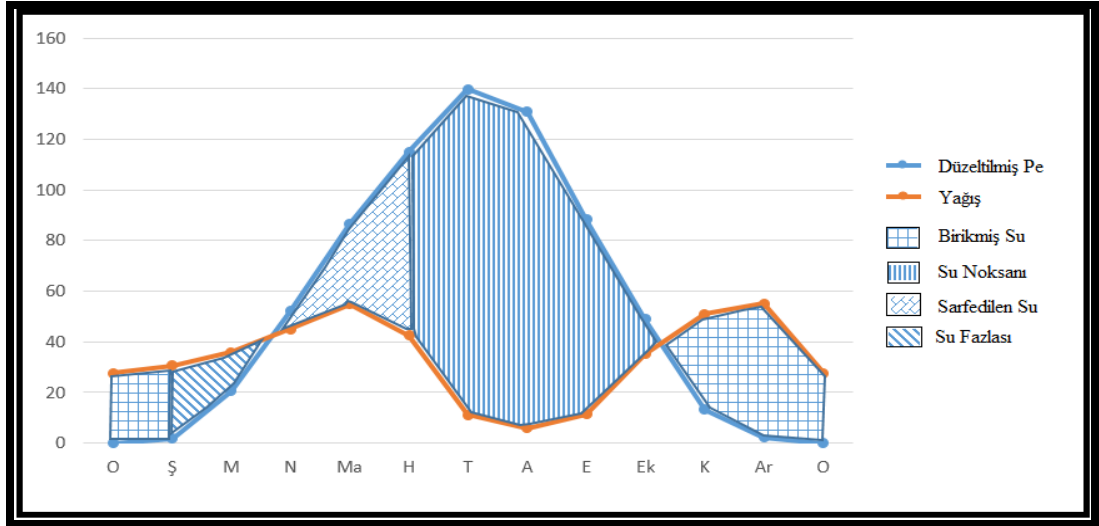
Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre; Çorum ve Sungurlu; **C1.B'1.d.b'3** harfleriyle ifade edilen yarı kurak-az nemli, mezotermal, su fazlası olmayan veya pek az olan yaz buharlaşma oranı % 54 olan iklim tipine girmektedir (Şekil 39, Şekil 41). Alaca; **C1.B'1.s.b'3** harfleriyle ifade edilen yarı kurak-az nemli, mezotermal, su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan ve yaz buharlaşma oranı % 55 olan iklim tipine girmektedir (Şekil 40). Sorgun; **C2.B'1.s.2.** harfleriyle ifade edilen yarı nemli, mezotermal, su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan, yaz buharlaşma oranı % 56 olan iklim tipine girmektedir (Şekil 42).



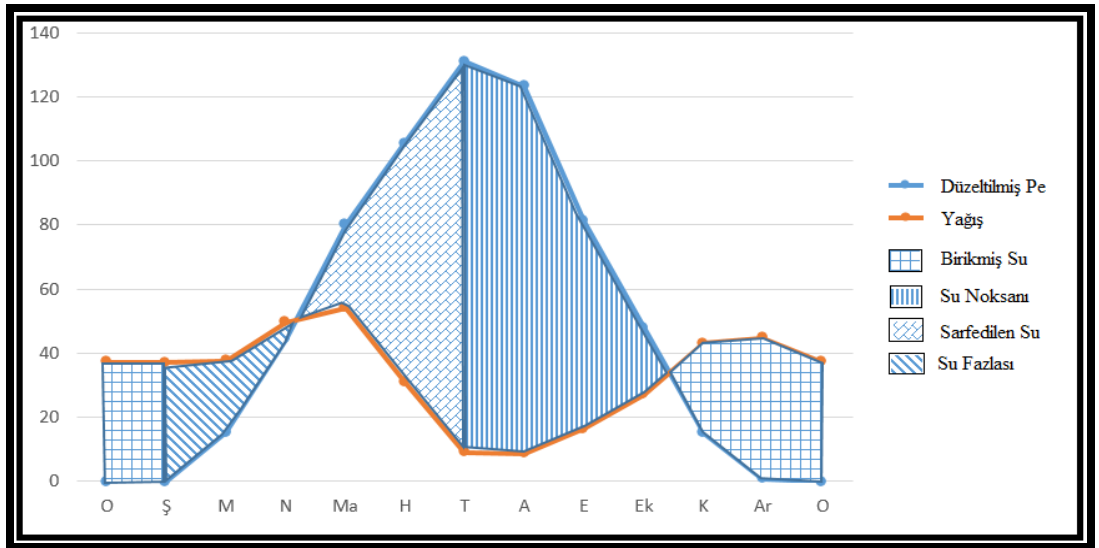
Şekil 39: Çorum'un Thornthwaite metoduna göre hazırlanmış iklim diyagramı



Şekil 40: Alaca'nın Thornthwaite metoduna göre hazırlanmış iklim diyagramı.



Şekil 41: Sungurlu'nun Thornthwaite metoduna göre hazırlanmış iklim diyagramı.



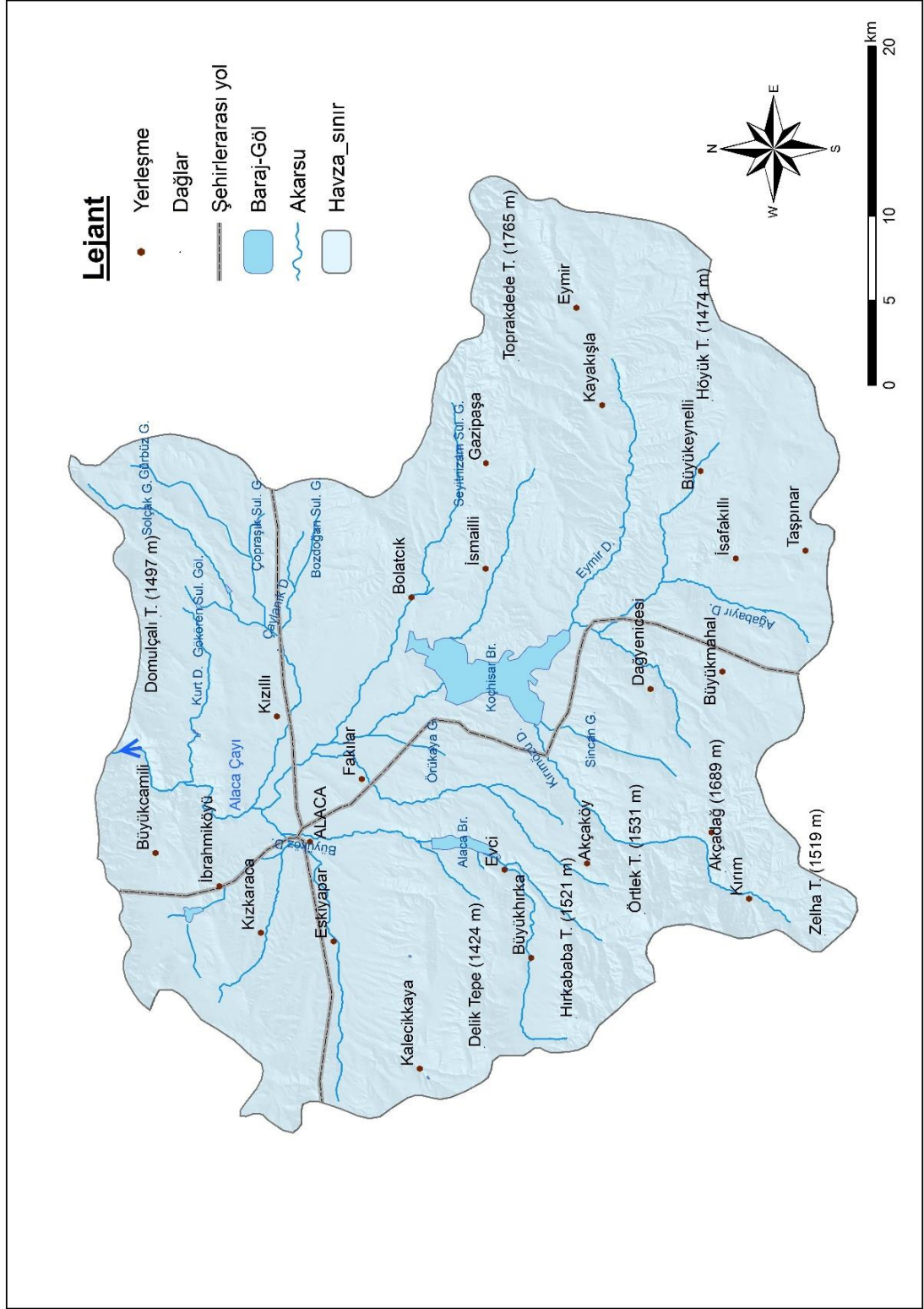
Şekil 42: Sorgun'un Thornthwaite metoduna göre hazırlanmış iklim diyagramı.

1.5. Alaca Havzası'nın Hidrografyası

1.5.1. Akarsu Özellikleri

Yeşilırmak'ın su toplama havzasında bulunan havza Kızılırmak havzası ile sınır oluşturmaktadır. Sahanın suyunu Alaca Çayı toplamakta ve araştırma sahasından çıkınca Çorum Çayı ve Çekerek ırmağıyla birleşmektedir. Araştırma sahasında çok sayıda irili ufaklı baraj gölü bulunmaktadır. Bu göllerin en önemlisi Alaca ilçesinin içme suyu problemini de çözmesi planlanan, açılışı 2011 yılında yapılmış olan Çorum-Alaca-Koçhisar baraj gölüdür.

Alaca Çayı birçok kolun birleşmesiyle oluşur. Bu kollar Büyüköz Deresi, Evci Deresi, Kırımözü Deresi, Ağabayır Deresi, Eymir Deresi, Çaylanık Deresi ve Kurt Deresi'dir. Akarsuyun en önemli kolları; kaynaklarını Hırkababa Tepesi'nden alan Evci Deresi, kaynağını Akçadağ'dan alan Kırımözü Deresi ve kaynağını Toprakdede Tepesi'nden alan Eymir Deresidir. Yöredeki akarsuların bazıları yaz mevsiminde kurumaktadır. Bahsedilen akarsular haricinde çok sayıda mevsimlik akarsu bulunmaktadır (Şekil 43).

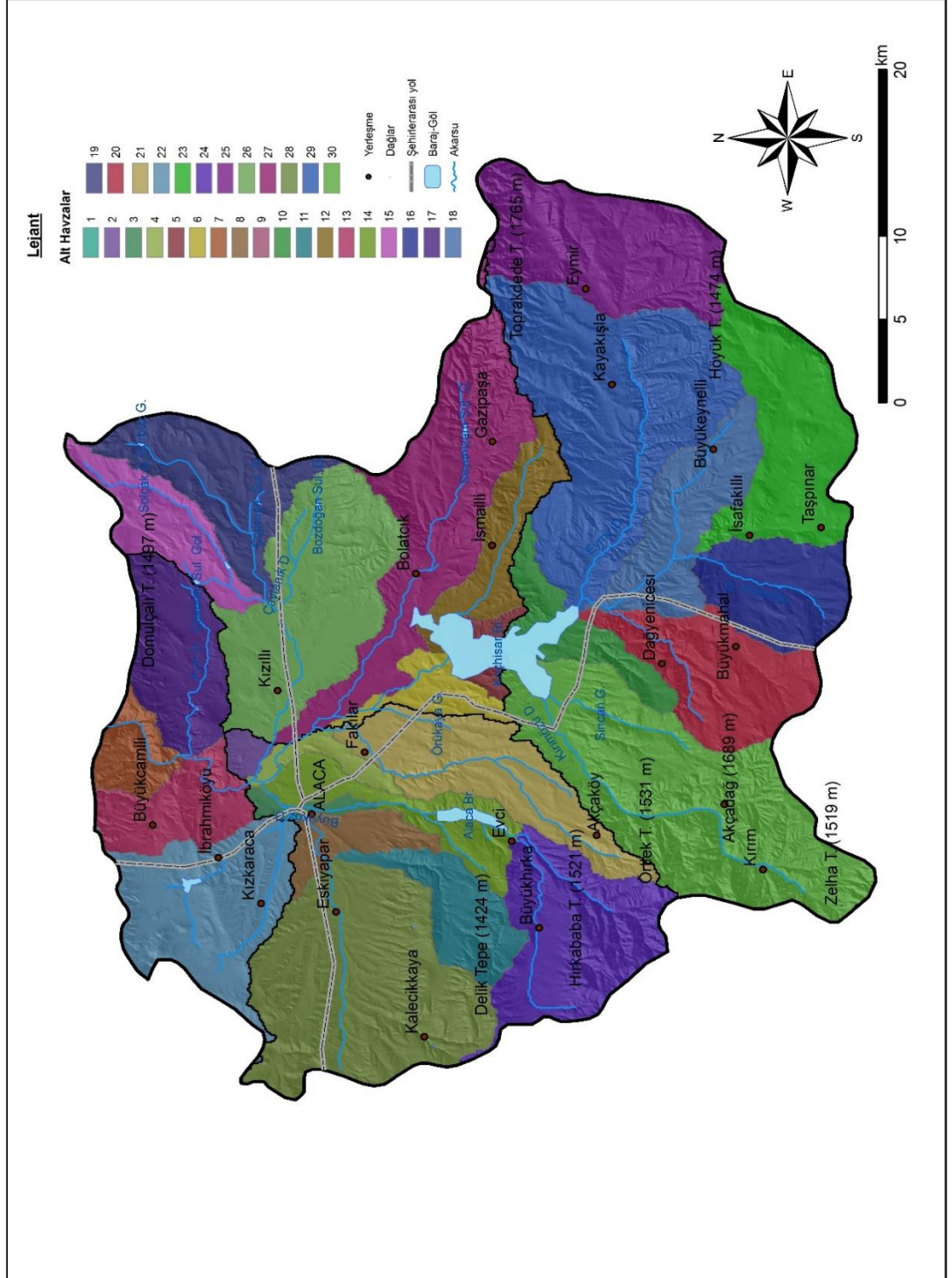


Şekil 43: Araştırma sahası hidroğrafya haritası.

1.5.1.1. Alt Havzalar

Alaca Çayı'nın kolları sahanın güneyinde Bozok Platosu'nu yaran vadilerinden doğar ve yaklaşık güney-kuzey istikametinde devam eder. Birbirine

benzer özellikler gösteren dört büyük alt havza olarak sınıflandırılabilir. Sahada toplam 30 alt havza bulunmaktadır (Şekil 44). Alt havzalardaki birçok kol birleşerek Alaca Çayını oluşturur ve Alaca ilçe merkezinden geçerek Alaca depresyonu kuzeyinden sahayı terkeder. Alaca çayı su toplama havzası toplam alanı 1656.4 km²'dir. Yaklaşık uzunluğu ise 55 km'dir.



Şekil 44: Araştırma sahası alt havzaları.

1.5.1.2. Akarsu Rejimi

Alaca Çayı akarsu rejimi ve akım özellikleri incelenirken DSİ gözlem istasyonları yönetim sistemi üzerinden izlenen akım istasyonu verileri kullanılmıştır. Alaca Çayı üzerinde kurulan gözlem istasyonu hakkında bazı bilgiler vermek yerinde olacaktır (Tablo 22).

Tablo 22: Alaca Çayı gözlem istasyonu verileri.

İl:	Çorum
İlçe:	Alaca
Havza adı:	14. Yeşilirmak Havzası
Yükselti:	768 m
Yağış alanı:	1656.4 km ²
Durumu:	Açık
İstasyon açılış tarihi:	01.01.1995
Koordinat:	40:14:37K, 34:57:42D

Kaynak : DSİ Gözlem İstasyonları Yönetim Sistemi.

İstasyon verilerine göre akarsuyun yıllık ortalama debisi 1.318 m³/sn'dir. En düşük akım ağustos ayında görülürken, en yüksek akım değeri ise nisan ayında görülmektedir (Tablo 23, Şekil 45).

Tablo 23: Alaca Çayı üzerindeki hidrometri istasyonu verilerinin ortalama akım değerleri (m³/sn).

Alaca Çayı	O	Ş	M	N	Ma	H	T	A	E	Ek	K	Ar	Yıllık
Akım Değerleri	0.32	0.534	0.846	1.334	2.098	3.165	3.407	2.135	1.137	0.417	0.204	0.228	1.318

Kaynak : DSİ Gözlem İstasyonları Yönetim Sistemi.

Alaca Çayı ortalama akım değerleri ağustos ayından nisan ayına kadar yükselir. En düşük değerine kasım ayında ulaşan akım, bu aydan itibaren yavaş yavaş artarak en yüksek değere temmuz ayında erişir (Şekil 45). Yıl içinde bir yükselme bir alçalma göstermesi dolayısıyla Alaca Çayı'nın basit rejimli bir akarsu olduğu söylenebilir. Ayrıca mevsimlik akım değerleri Biricik (2009)'e göre hesaplanmıştır. En düşük ay ve en yüksek ay akım değerleri arasında on kattan fazla fark olduğu için düzensiz rejimli akarsudur.



Şekil 45: Alaca çayı akım diyagramı.

Kaynak: rasatlar.dsi.gov.tr/#

1.5.1.3. Drenaj Tipleri

Çalışma alanı içerisinde çok sayıda akarsu bulunmaktadır. Akarsuların fazla olması sebebiyle sahada birden fazla drenaj tipi görülmektedir. Havza geneline bakıldığında Alaca havzası, çevresinde yüksek sahalarda bulunan bir ova görünümündedir. Yüksek sahalardan ova tabanına doğru yönelen vadiler sebebiyle sentripetal vadi ağı tipi görülmektedir. Sentripetal vadi ağı çevresi yüksek merkez kısmı alçak yerlerdeki şebekelerdir (Hoşgören, 1983).

Ana akarsuyu oluşturan kollara bakıldığında ise daha özel bir görünüm ortaya çıkmaktadır. Özellikle güneyde bulunan Ağabayır deresi, Eymir deresi, Alaca barajının da üzerinde bulunduğu Büyüköz deresi gibi kolların vadi şebekelerine baktığımızda dandritik vadi ağı görülmektedir. Akarsuların sağdan soldan birçok kol aldığı bu kollarında ikinci ve üçüncü dereceden kolları bulunduğu şebekelere dandritik vadi ağı denir (Hoşgören, 1983).

Araştırma sahası içerisinde çevresine göre nispeten yüksek sayılabilecek tepelik alanlar üzerinde merkezden çevreye doğru akış gösteren drenaj tipi ise radyal drenaj tipine örnektir.

1.5.2. Yeraltı Suyu

Araştırma sahasının güneydoğu kesimi başta olmak üzere çeşitli bölgelerinde yayılış gösteren yüksek rakımlı kalker arazi üzerinde yağmur ve kar suları çatlaklar vasıtasıyla yeraltına sızmaktadır. Özellikle Toprakdede Tepesi çevresinde

yamaçlardan çıkan kaynak suları bu bilgileri doğrulamaktadır. Sahanın güneybatıda bulunan kesiminde hidrolik iletkenliği yüksek sahalarda bulunmasına rağmen eğim değerlerinin yüksekliğine bağlı olarak yağışlar yüzeysel akışa geçmektedir. Bu yüzden bu sahalarda yeraltı suları fakir, yamaçlar daha dik, vadi yoğunluğu daha fazla, erozyon süreçleri ise daha etkindir.

1.5.3. Kaynaklar

Araştırma sahası Çekerekırmak formasyonu ve Hattuşaş formasyonunun bulunduğu sahalarda bazı kesimlerde geniş alanda kireçtaşları görülmektedir. Kireçtaşının yoğun olduğu bölgelerde dağların özellikle yamaç kısımlarında bol miktarda karstik kaynak bulunmaktadır. Kireçtaşının geçirimli özelliği sebebiyle yeraltına inerek hareket eden sular geçirimsiz tabakalar boyunca ilerleyerek çok sayıda kaynak oluşturmuştur. Bu kaynaklar yöre halkı tarafından hayvancılıkla uğraşanların faydalanması için çeşme haline getirilmiştir (Şekil 46).



Şekil 46: Araştırma sahası güneyindeki arazilerde bulunan kaynak suyu.

1.6. Alaca Havzası'nın Doğal Bitki Örtüsü

Araştırma sahasının florasını belirlemek için 2014 yılı içerisinde vejetasyon dönemi boyunca (mart-eylül) aylık olarak arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Toplanan bitki örnekleri arazi çalışmaları esnasında tayin edilmek için preslenmiştir.

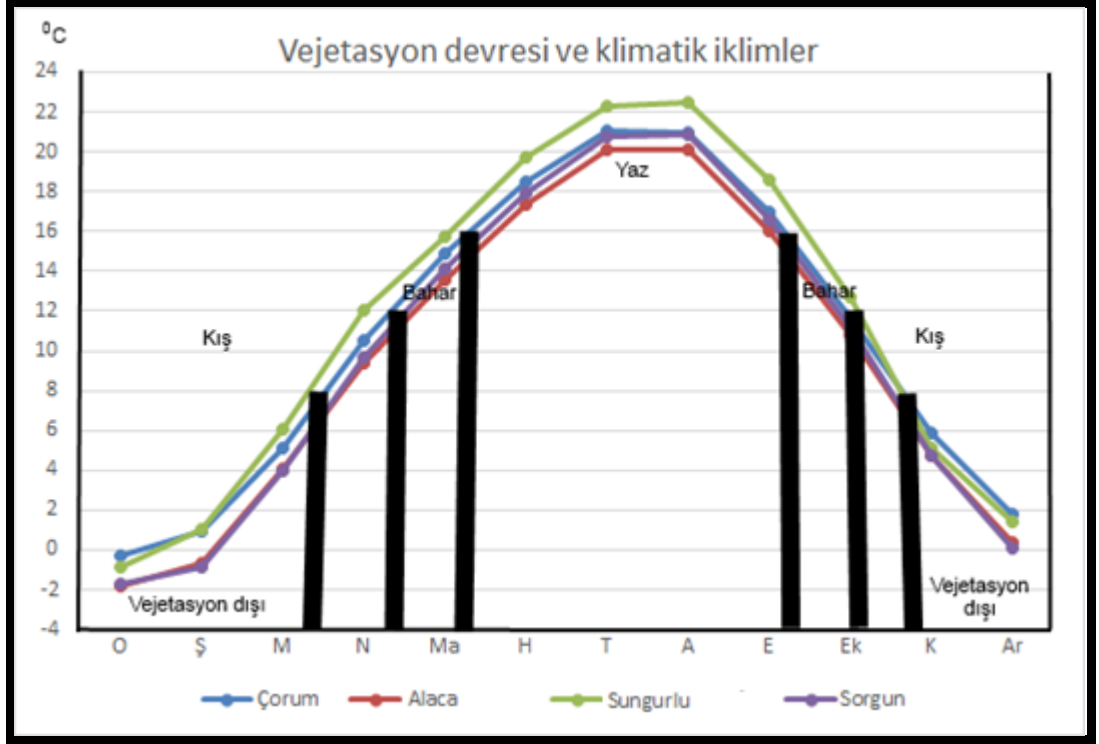
Preslenen örnekler Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Biyoloji Bölümü'nde teşhis ettirilmiştir.

Davis'in (1965-1988) Türkiye Florası'na göre tayin edilen bitkilerin bilimsel isimleri 2014 yılında tamamlanan (Güner vd.. 2012) "Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)" kitabına göre kontrol edilmiştir. Ayrıca her bir bitki türünün floristik bölgesi, endemik olup olmaması ve tehlike kategorileri literatür desteği ile belirlenmiştir. Ayrıca araştırma sahası içerisinde yer alan ve daha önce belirlenen Boğazköy Milli Parkı florası ile karşılaştırıldığında, alan içerisinde farklı türlerin olduğu tespit edilmiştir.

1.6.1. İklim-Bitki İlişkisi

Vejetasyon devresi, iklimik mevsimler, vejetasyon dışı devre için kullanılan yöntemde ortalama sıcaklıkların uzun yıllık dönemde günlere göre değerleri kullanılmıştır. Bu yöntemde göre ortalama sıcaklığın 12 °C'nin altında olduğu dönem kış devresini, 12-16 °C olduğu dönemler bahar mevsimlerini, 16 °C'den fazla olduğu dönemlerde yaz mevsimini oluşturmaktadır. Ortalama sıcaklığın 8 °C'den az olduğu devre vejetasyon dışı dönemi oluştururken yüksek olduğu devre ise vejetasyon dönemini oluşturmaktadır (Atalay, 1975).

Araştırma sahası vejetasyon dönemi mart ayı ortalarında başlayarak ekim ayı sonlarına kadar devam etmektedir (Şekil 47). Bu veriler meteoroloji istasyonlarının yükseltilerine ait olduğu için sahada vejetasyon süresi yükseklerle çıkıldıkça değişen sıcaklığa bağlı kısalmaktadır. Yükseklikte azalan sıcaklık ve artan yağışa bağlı olarak bitki türleri de değişiklik göstermektedir. Araştırma sahasının orman formasyonu nispeten daha yüksek kesimlerde görülmektedir. Bu da yağış miktarı ve tahribattan korunma ile ilişkilidir.



Şekil 47: Araştırma sahası vejetasyon devresi ve klimatik mevsimler.

1.6.2. Toprak-Bitki İlişkisi

Araştırma sahasında eski toprak sistemine göre kahverengi topraklar, kireçsiz kahverengi topraklar ve kahverengi orman toprakları yaygın olarak bulunmaktadır. Bu topraklar orman örtüsünün yetişmesine uygun topraklar olsa da iklim ve beşeri etkiler gibi sebeplerle orman örtüsü gelişmemiştir. Orman örtüsünün gelişmemiş olmasının bir sebebi de özellikle eğimin yüksek olduğu sahalarda toprakların aşınım direncinin düşük olmasıdır. Bu sahalarda toprağın farklı erozyonel süreçlerle taşınması sonucu bitki gelişimine uygun toprak tabakası kaybolmaktadır. Yarıntı erozyonu görülen sahada yarıntılarının içerisinde biriken topraklar üzerinde tutunmuş meşeler çalı formunda görülmektedir (Şekil 48).



Şekil 48: Araştırma sahası güneyinde bozuk meşelik alanlardan bir görünüm. Bu sahalarda cılız bitki varlığı ve eğime bağlı olarak erozyonal süreçler aktif olarak devam etmektedir.

1.6.3. Relief-Bitki İlişkisi

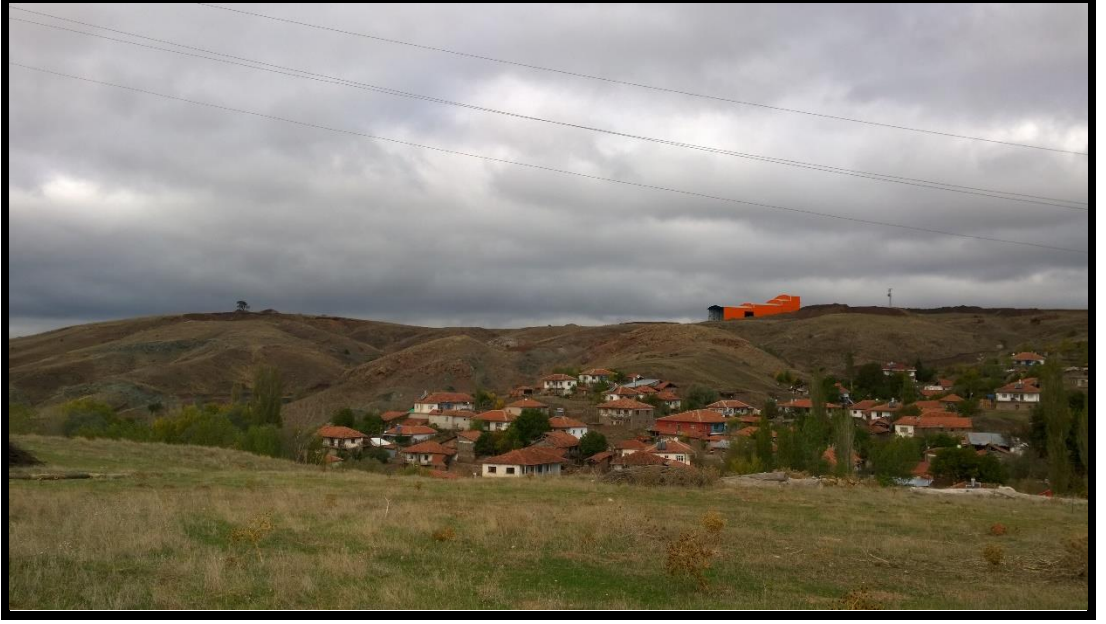
Araştırma sahası başlıca relief unsurları sahanın güneyinde kalan plato sahası, platoyu farklı derinliklerde yaran akarsu vadileri, daha kuzeyde farklı seviyelerdeki düzlükler ve Alaca ilçe merkezinin bulunduğu depresyon tabanıdır. Dağların yüksek kesimlerinde meşe ormanları görülmektedir. Sahanın güneybatısında Bozok Platosu üzerinde bozuk meşelik alanlar bulunmaktadır. Vadilerde suyu seven bitkiler görülmektedir. Araştırma alanının farklı lokasyonlardaki vadilerinde bol miktarda boylu söğüt bulunmaktadır. Araştırma sahasının doğusunda karstik sahalarda bulunan meşe ormanları diğer sahalara göre daha gürdür (Şekil 49).



Şekil 49: Araştırma sahası doğusunda bulunan meşe ormanları. Bu kesimlerde bakı şartlarına bağlı artan yağış nedeni ile gür bir meşe ormanı oluşmuştur.

1.6.4. Bitki Örtüsü - İnsan

İnsanlar; barınma, yakacak, arazi kazanımı gibi birçok sebeple doğal bitki örtüsünü tahrip etmektedir. Arazi çalışmaları sırasında ovada doğal bitki örtüsünün tamamen yok edildiği, yamaç arazilerde ve yüksek sahalarda ise yerleşmelerden uzak alanların kısmen korunduğu yerleşim birimleri çevrelerinde ise tahribatın yüksek olduğu görülmüştür. Yerleşmelerin kuruldukları yer ve bitki örtüsü tahribatına bağlı olarak köylerin büyük çoğunluğu çevresinde ciddi erozyon sahaları görülmektedir (Şekil 50). Tahribat alanları genellikle önce tarım alanı olarak kullanılmakta daha sonra verimliliğini yitiren bu araziler otlak ve mera olarak kullanılmaktadır. Degradasyona uğrayan arazilerde yeni bir bitki topluluğu ortaya çıkmaktadır. Bölgenin ikincil türü Anadolu'nun birçok bölgesinde görüldüğü gibi gevenlerdir (*Astragalus* L.) (Şekil 51).



Şekil 50: İsafakıllı köyünün kurulduğu vadi yamacında erozyon belirgin olarak görülmektedir.

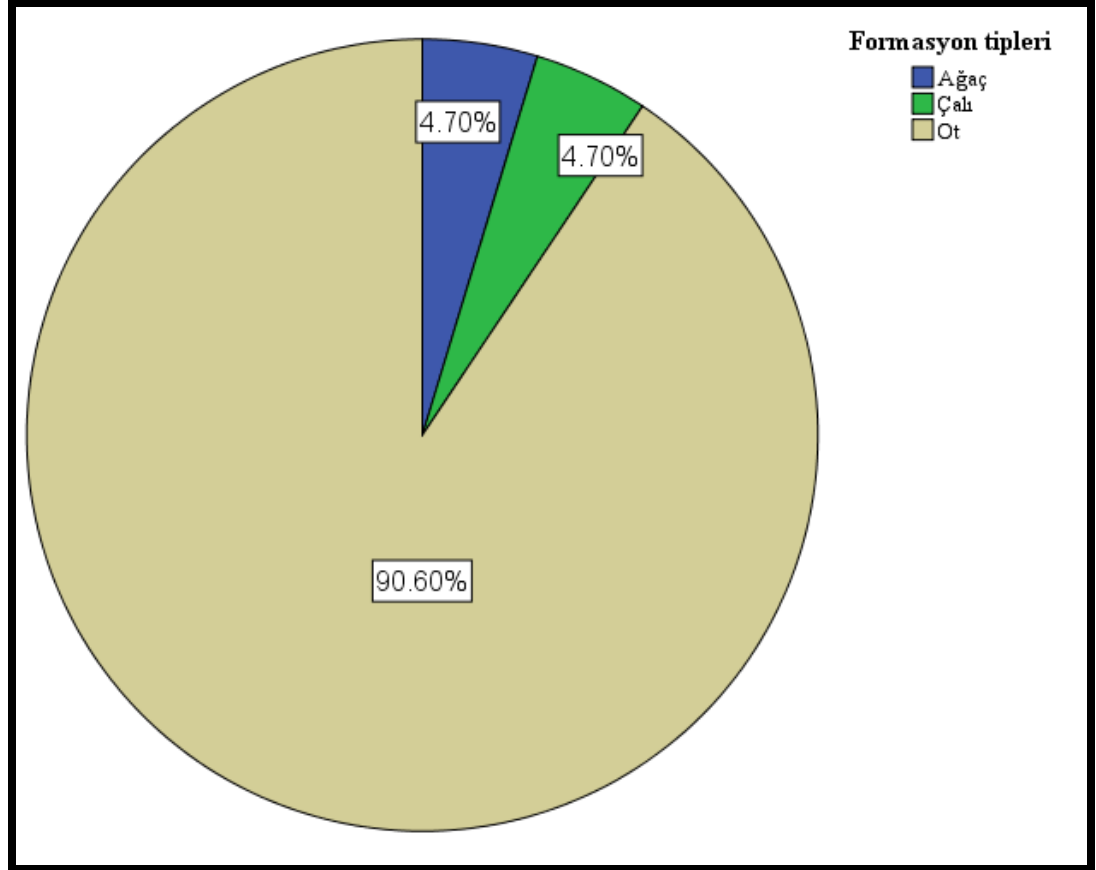


Şekil 51: Araştırma sahası tahribat alanlarında oluşan geven toplulukları. Bu sahalardaki otsu türler toprağı tutarak erozyonu önleyici etki yapmaktadır.

1.6.5. Bitki Örtüsünün Coğrafi Dağılışı

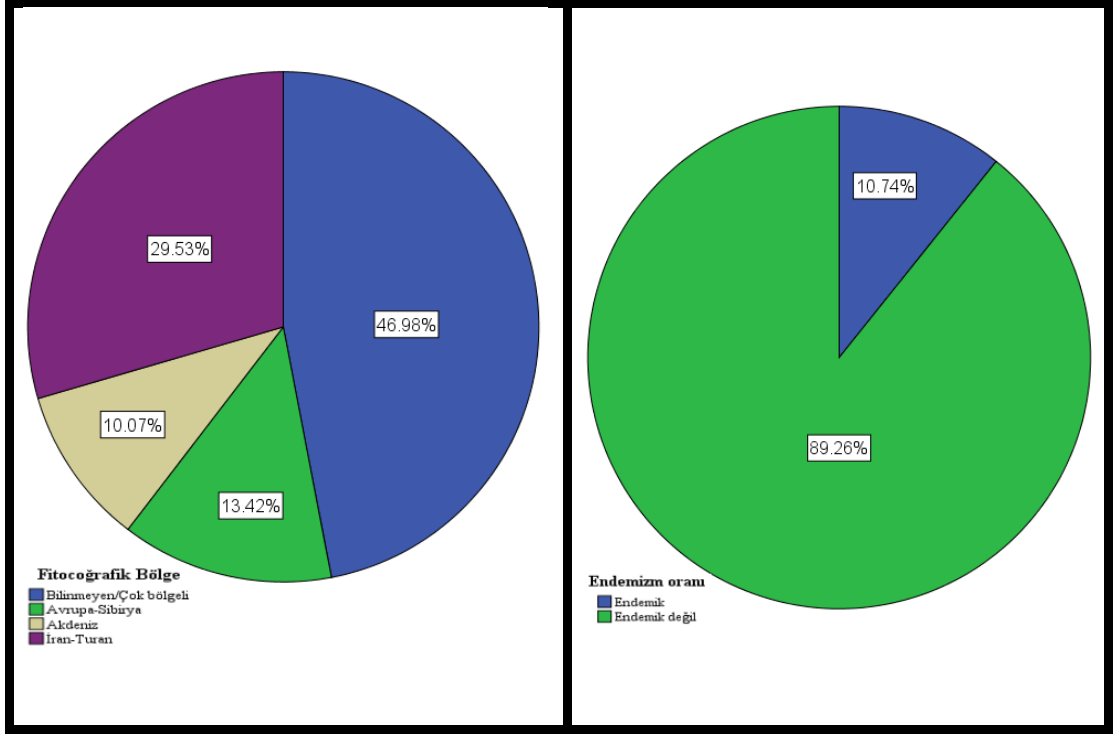
Araştırma alanı bitki coğrafyası yönünden İran-Turan floristik bölgesinde yer almaktadır.

Topoğrafya ve iklim şartlarına bağlı olarak sahada üç tür formasyon (ot, çalı, ağaç) görülmektedir. Teşhis edilen bitkiler familya ve türlerine göre sınıflandırılmış ve tablo haline getirilmiştir. Sahada yayılış gösteren türlerin %90.6'sı otsu türlerdir (Şekil 52).



Şekil 52: Araştırma sahasında bulunan bitki formasyonları.

Sahanın bitki türlerinin teşhisinde yapılan çalışmada 32 farklı familyaya ait 149 tür ve tür altı takson belirlenmiştir (Tablo 24). Bulunan türlerin 16 tanesi endemiktir (Şekil 54). Bulunan türlerin 70 tanesinin fitocoğrafik bölgesi bilinmemektedir. İran-Turan üyesi 43, Akdeniz üyesi 15, Avrupa-Sibirya üyesi 21 tür bulunmuştur (Şekil 53). Ayrıca bulunan türlerin tehlike kategorilerine göre sınıflandırılması yapılmış 19 türün LR(lc) (en az tehdit altında), 1 tür LR(nt) (az tehdit altında) ve 1 tür VU (zarar görebilir) tehlike kategorisinde olduğu görülmüştür (Ekim vd., 2000).



Şekil 53: Araştırma sahası bitki türlerinin fitocoğrafik bölge oranı.

Şekil 54: Araştırma sahası bitki türlerinin endemizm oranı.

Tablo 24: Araştırma sahasında bulunan bitkilerin floristik listesi.

Familiya	Tür	Endemizm	Yerel Ad	Formasyon	Element	Tehlike Kateg.
BERBERIDACEAE	Berberis crataegina DC.	-	Kadın Tuzluğu	Çalı	İr.-Tur.	-
BORAGINACEAE	Asperugo procumbens L.. Sp.	-	Nevazilotu	Ot	Av.-Sib.	-
BORAGINACEAE	Myosotis stricta Link ex Roemer & Schultes	-	Yitik unutmabeni	Ot	Av.-Sib.	-
BORAGINACEAE	Neatostema apulum (L.)	-	Sarı taşkesen	Ot	Akd.	-
BORAGINACEAE	Alkanna orientalis (L.) Boiss. var. Orientalis	-	Tosbağa otu	Ot	İr.-Tur.	-
BORAGINACEAE	Heliotropium ellipticum Ledeb	-	Orak bambulotu	Ot	İr.-Tur.	-
BORAGINACEAE	Anchusa aucheri DC	-	Sığırdili	Ot	-	-
BORAGINACEAE	Myosotis sicula Guss.	-	İnciboncuk	Ot	-	-
BORAGINACEAE	Myosotis sylvatica Ehrh. ex	-	Unutmabeni	Ot	-	-

	Hoffm.					
BORAGINACEAE	Myosotis lithospermifolia (Willd.) Hornem.	-	Taş boncukotu	Ot	-	-
BORAGINACEAE	Onosma armeniaca	-	Azer emcek	Ot	-	LR(lc)
CAMPANULACEAE	Campanula lyrata Lam. subsp. lyrata	Ende mik	Memek	Ot	-	LR(lc)
CAMPANULACEAE	Campanula glomerata L. subsp. hispida (Witasek) Hayek	-	Yumak çanı	Ot	Av.-Sib.	-
CAMPANULACEAE	Campanula rapunculoides L. subsp. Rapunculoides	-	Elmacık	Ot	Av.-Sib.	-
CARYOPHYLLACEAE	Gypsophila parva Barkoudah	Ende mik	Ak çöven	Ot	İr.-Tur.	LR(lc)
CARYOPHYLLACEAE	Saponaria prostrata Willd. subsp. Prostrata	Ende mik	Ebem terliği	Ot	İr.-Tur.	-
CARYOPHYLLACEAE	Dianthus anaticus Boiss.	Ende mik	Yabani karanfil	Ot	-	LR(lc)
CARYOPHYLLACEAE	Silene olympica Boiss.	Ende mik	Ulu nakıl	Ot	-	LR(lc)
CARYOPHYLLACEAE	Silene italica (L.)	-	Yuğuşyüreği	Ot	Akd.	-
CARYOPHYLLACEAE	Silene chlorifolia Sm.	-	Puşkullu	Ot	İr.-Tur.	-
CARYOPHYLLACEAE	Minuartia juniperina (L.)	-	Hanım şiltesi	Ot	-	-
CARYOPHYLLACEAE	Silene alba (Mill.) Krause subsp. Divaricata	-	Gıcıcı	Ot	-	-
CARYOPHYLLACEAE	Silene otites (L.)	-	Sinekkıran	Ot	-	-
COMPOSITAE	Inula ensifolia L.	-	Kılıç andızotu	Ot	Av.-Sib.	-
COMPOSITAE	Chardinia orientalis (L.)	-	Çağlaotu	Ot	İr.-Tur.	-
COMPOSITAE	Scorzonera phaeopappa (Boiss.) Boiss. Fl. Or.	-	Kırzı	Ot	İr.-Tur.	-
COMPOSITAE	Lactuca hispida	-	Kıllı marul	Ot	-	-
COMPOSITAE	Crepis foetida L.	-	Kohum	Ot	-	-
COMPOSITAE	Scorzonera parviflora Jacq.	-	Çatalök	Ot	-	-
COMPOSITAE	Senecio vernalis Waldst. & Kit.	-	Kanaryaotu	Ot	-	-
COMPOSITAE	Taraxacum sordidum	-	Sorgun çıtlığı	Ot	-	-
CRASSULACEAE	Sedum acre L.	-	Acı damkoruğu	Ot	-	-
CRASSULACEAE	Sedum album L.	-	Çobankavurgası	Ot	-	-
CRUCIFERAE	Draba rigida Willd. var.	Ende	Diri dolama	Ot	-	LR(lc)

	Rigida	mik				
CRUCIFERAE	Alyssum desertorum Stapf. var. Desertorum	-	Duman otu	Ot	-	-
CRUCIFERAE	Erophila verna (L.) Chevall. subsp. Verna	-	Çırçırotu	Ot	-	-
CRUCIFERAE	Erysimum cuspidatum	-	Kuyuruklu zarife	Ot	-	-
CRUCIFERAE	Neslia thracica	-	Göçmen hardalı	Ot	-	-
CUPRESSACEAE	Juniperus comminus subsp. Nana	-	Bodur Ardıç	Çalı	-	-
CYPERACEAE	Carex cuprina Podp.	-	Kurusaz	Ot	Av.- Sib.	-
CYPERACEAE	Carex Hordeistichos	-	Arpa çayırsazı	Ot	-	-
CYPERACEAE	Eleocharis palustris (L.) Roemer & Schultes	-	Delisaz	Ot	-	-
FAGACEAE	Quercus infectoria	-	Mazı Meşesi	Ağa ç	Av.- Sib.	-
FAGACEAE	Quercus macranthera subsp. spirensis	-	İspir Meşesi	Ağa ç	-	-
FAGACEAE	Quercus petraea	-	Sapsız Meşe	Ağa ç	-	-
GERANIACEAE	Anagallis arvensis L.	-	Fare kulağı	Ot	Akd .	-
GERANIACEAE	Hypericum origanifolium Willd.	-	Lüferotu	Ot	İr.- Tur.	-
GRAMINEAE	Trisetum flavescens (L.) P. Beauv.	-	Palah	Ot	Av.- Sib.	-
GRAMINEAE	Catabrosa capusii Franchet	-	Dereçimi	Ot	İr.- Tur.	-
GRAMINEAE	Sphenopus divaricatus (Gouan) Reichb.	-	Tuz zurası	Ot	İr.- Tur.	-
GRAMINEAE	Stipa arabica Trin.	-	Buzağılık	Ot	İr.- Tur.	-
GRAMINEAE	Deschampsia caespitosa (L.) P. Beauv.	-	Çayırsaçı	Ot	-	-
GRAMINEAE	Piptatherum coerulescens (Desf.) P. Beauv.	-	Gök pirinçotu	Ot	-	-
GRAMINEAE	Alopecurus myosuroides Hudson var. Myosuroides	-	Tarla tilkikuyruğu	Ot	Av.- Sib.	-
GRAMINEAE	Bromus tomentellus Boiss.	-	Bozkır bromu	Ot	İr.- Tur.	-
GRAMINEAE	Aegilops speltoides Tausch var. speltoides.	-		Ot	-	-
GRAMINEAE	Bromus squarrosus L.	-	Kirpikli damiye	Ot	-	-
GRAMINEAE	Poa trivialis	-	Kaba	Ot	-	-

			salkımotu			
GRAMINEAE	Poa bulbosa L.	-	Topak tuzçımı	Ot	-	-
GRAMINEAE	Poa sterilis Bieb.	-	Köse salkımotu	Ot	-	-
HYPERICACEAE	Groenlandia densa (L.) Fourr.	-	Süteleği	Ot	Av.-Sib.	-
IRIDACEAE	Crocus danfordiae Maw	Ende mik	İnce çiğdem	Ot	-	LR(lc)
IRIDACEAE	Crocus pallasii GoJdb	-	Güzçimi	Ot	-	-
IRIDACEAE	Crocus ancyrensis (Herbert) Maw	Ende mik	Ankara çiğdemi	Ot	İr.-Tur.	LR(lc)
JUNCACEAE	Juncus gerardi Loisel	-	Erkek kofa	Ot	Av.-Sib.	-
LABIATAE	Stachys cretica L. subsp. anatolica Rech.f.	Ende mik	Yağlıkara	Ot	Doğ u Akd .	LR(lc)
LABIATAE	Sideritis germanicopolitana Bornm. subsp. Germanicopolitana	Ende mik	Karakurbağaç ayı	Ot	İr.-Tur.	LR(lc)
LABIATAE	Stachys iberica M. Bieb. subsp. iberica	Ende mik	Tok deliçay	Ot	İr.-Tur.	LR(lc)
LABIATAE	Lamium garganicum L. subsp. Striatum	-	Bol balıcak	Ot	Akd .	-
LABIATAE	Nepeta italica L., Sp.	-	Eşekçayı	Ot	Akd .	-
LABIATAE	Nepeta nuda L. subsp. Albiflora	-	Karaküncü	Ot	Akd .	-
LABIATAE	Ballota nigra L. subsp. Nigra	-	Yalancı ısırgan	Ot	Av.-Sib.	-
LABIATAE	Dactylis glomerata L. subsp. hispanica (Roth) Nyman	-	Domuzayrığı	Ot	Av.-Sib.	-
LABIATAE	Lamium amplexicaule L.	-	Baltutan	Ot	Av.-Sib.	-
LABIATAE	Teucrium chamaedrys L. subsp. Chamaedrys	-	Kısamahmut	Ot	Av.-Sib.	-
LABIATAE	Lallemantia iberica (Bieb.) Fisch. & Mey.	-	Ajdarbaşı	Ot	İr.-Tur.	-
LABIATAE	Marrubium globosum Endemik	-	Bozcaboğum	Ot	İr.-Tur.	LR(lc)
LABIATAE	Taeniatherum caput-medusae (L.)	-	Kılçık arpası	Ot	İr.-Tur.	-
LABIATAE	Ziziphora tenuior L.,	-	Fareotu	Ot	İr.-Tur.	-
LABIATAE	Phlomis pungens Willd. var. Pungens	-	Silvanok	Ot	-	-

LEGUMINOSAE	Onobrychis armena Boiss. & Huet in Boiss	Ende mik	Kır korungası	Ot	Akd .	-
LEGUMINOSAE	Astragalus lydius Boiss.	Ende mik	Geven	Çalı	İr.-Tur.	-
LEGUMINOSAE	Erodium amanum Boiss.	Ende mik	Hatay iğneliği	Ot	İr.-Tur.	-
LEGUMINOSAE	Lathyrus digitatus (Bieb.) Fiori in Fiori & Paol.	-	Tavşankanı	Ot	Akd .	-
LEGUMINOSAE	Alhagi pseudalhagi (M. Bieb.) Desv.	-	Agul diken	Ot	İr.-Tur.	-
LEGUMINOSAE	Astragalus dipsaceus Bunge	-	Geven	Çalı	İr.-Tur.	-
LEGUMINOSAE	Erodium cicutarium (L.)	-	İğnelik	Ot	İr.-Tur.	-
LEGUMINOSAE	Medicago polymorpha L. var. Vulgaris	-	Kırkyonca	Ot	İr.-Tur.	LR(lc)
LEGUMINOSAE	Trigonella spruneriana Boiss. var. Spruneriana	-	Koçboyotu	Ot	İr.-Tur.	-
LEGUMINOSAE	Vicia hyrcanica Fisch.	-	Acembaklası	Ot	İr.-Tur.	-
LEGUMINOSAE	Geranium rotundifolium L.	-	Helilok	Ot	-	-
LEGUMINOSAE	Lathyrus inconspicuus L.	-	Yılan mürdümüğü	Ot	-	-
LEGUMINOSAE	Medicago lupulina L.	-	Bitçikotu	Ot	-	-
LEGUMINOSAE	Melilotus officinalis (L.) Desr. in Lam.	-	Taşyoncası	Ot	-	LR(lc)
LEGUMINOSAE	Tetragonolobus maritimus (L.) Roth.	-	Canavardışi	Ot	-	-
LEGUMINOSAE	Trifolium pratense L. var. pratense	-	Çayır üçgülü	Ot	-	-
LEGUMINOSAE	Trifolium repens L. var. repens.	-	Ak üçgül	Ot	-	LR(lc)
LEGUMINOSAE	Vicia cracca L.	-	Kuş fığı	Ot	-	-
LILIACEAE	Bellevalia clusiana Griseb. Spic.	Ende mik	Kırsümbülü	Ot	İr.-Tur.	LR(lc)
LILIACEAE	Colchicum triphyllum G.Kunze	-	Öksüzali	Ot	Akd .	-
LILIACEAE	Muscari massayanum	-	Şah müşkürüm	Ot	İr.-Tur.	
LILIACEAE	Muscari microstomum Davis	Ende mik	Çayır müşkürümü	Ot	İr.-Tur.	VU
LILIACEAE	Ornithogalum montanum	-	Dağ akyıldızı	Ot	İr.-Tur.	-
LILIACEAE	Galanthus gracilis Celak	-	Kardelen	Ot	Akd .	-
PAPAVERACEAE	Papaver gracile Boiss.	-	Zemperlik	Ot	Akd .	-

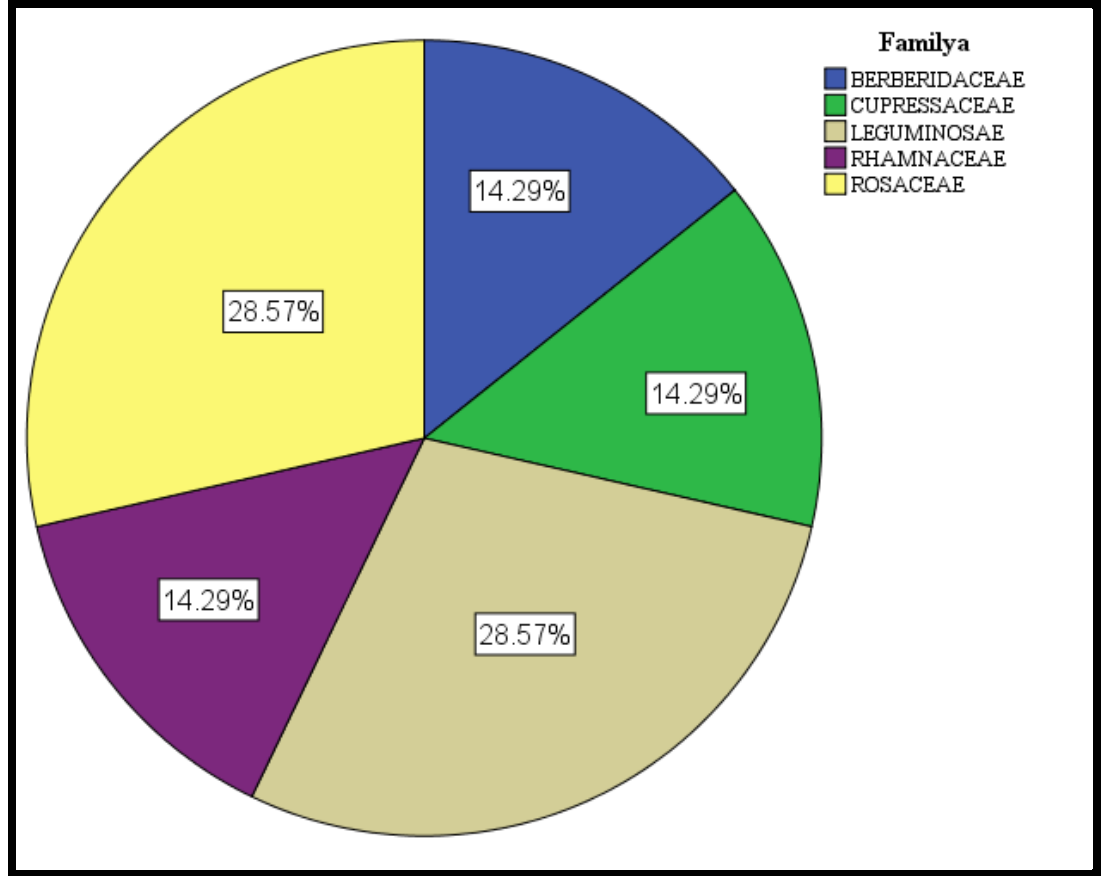
PAPAVERACEAE	Fumaria vaillantii Lois.	-	Güvercingöğsü	Ot	-	-
PAPAVERACEAE	Hypecoum pseudograndiflorum	-	Hidrellezotu	Ot	-	-
PİNACEAE	Pinus nigra	-	Karaçam	Ağaç	Av.-Sib.	-
PLUMBAGINACEAE	Acantholimon puberulum Boiss. & Bal. Subsp. Puberulum	-	Çoban yastığı	Ot	İr.-Tur.	LR(nt)
RANUNCULACEAE	Ranunculus damascenus Boiss. & Gaill.	-	Şam düğünçiçeği	Ot	İr.-Tur.	-
RANUNCULACEAE	Adonis aestivalis L. subsp. aestivalis	-	Kan damlası	Ot	-	-
RANUNCULACEAE	Ceratocephalus falcatus (L.) Pers.	-	Yelotu	Ot	-	-
RANUNCULACEAE	Consolida orientalis (Gay) Schrad.	-	Morçişek	Ot	-	-
RANUNCULACEAE	Nigella arvensis L. var. glauca Boiss.	-	Tarla çörekotu	Ot	-	-
RESEDACEAE	Reseda lutea L. var. Lutea	-	Muhabbet çiçeği	Ot	-	-
RHAMNACEAE	Paliurus spina-christii	-	Karaçalı	Çalı	-	-
ROSACEAE	Prunus spinosa L.	-	Çakal Eriği	Ağaç	Av.-Sib.	-
ROSACEAE	Rubus canescens DC. var. Canescens	-	Çoban kösteği	Ot	Av.-Sib.	-
ROSACEAE	Rosa foetida J. Herm.	-	Acemsarısı	Ot	İr.-Tur.	-
ROSACEAE	Crataegus monogyna	-	Geyik Dikeni	Çalı	-	-
ROSACEAE	Crataegus orientalis	-	Alıç	Ağaç	-	-
ROSACEAE	Potentilla recta L.	-	Su parmakotu	Ot	-	-
ROSACEAE	Pyrus communis	-	Yaban Armudu	Ağaç	-	-
ROSACEAE	Rosa canina L.	-	Kuşburnu	Çalı	-	-
ROSACEAE	Sanguisorba minor Scop. subsp. Muricata	-	Çayırdüğmesi	Ot	-	-
RUBIACEAE	Galium verticillatum Danth.	-	Ege yoğurtotu	Ot	Akd.	-
RUBIACEAE	Galium verum L. subsp. Verum	-	Boyalık	Ot	Av.-Sib.	-
RUBIACEAE	Cruciata taurica	-	Kırım güzeli	Ot	İr.-Tur.	-
SALICACEAE	Salix excelsa	-	Boylu Söğüt	Ot	İr.-Tur.	-
SCROPHULARIACEAE	Scrophularia libanotica Boiss. subsp. libanotica var.	Endemik	Denekutnu	Ot	İr.-Tur.	LR(lc)

	pontica					
SCROPHULARIACEAE	Verbascum sinuatum L. var. Sinuatum	-	Bodanotu	Ot	Akd .	-
SCROPHULARIACEAE	Euphrasia pectinata Ten.	-	Gözotu	Ot	Av.-Sib.	-
SCROPHULARIACEAE	Digitalis lamarckii	-	Yüksükotu	Ot	İr.-Tur.	-
SCROPHULARIACEAE	Veronica multifida L.	-	Devesabunu	Ot	İr.-Tur.	-
SCROPHULARIACEAE	Veronica oxycarpa Boiss.	-	Dere mavişi	Ot	İr.-Tur.	LR(lc)
SCROPHULARIACEAE	Veronica reuterana Boiss.	-	Çengelli maviş	Ot	İr.-Tur.	-
SCROPHULARIACEAE	Pedicularis comosa L.	-	Hotozlu bitotu	Ot	-	-
SCROPHULARIACEAE	Scrophularia scopolii	-	Elköpürten	Ot	-	-
SCROPHULARIACEAE	Verbascum cheiranthifolium Boiss. var. Cheiranthifolium	-	Bozkulak	Ot	-	-
SCROPHULARIACEAE	Verbascum lasianthum Boiss.	-	Yünlü sığırkuyruğu	Ot	-	-
SCROPHULARIACEAE	Veronica hederifolia L.	-	Baharmavisi	Ot	-	-
SCROPHULARIACEAE	Veronica polita Fries	-	mavişot	Ot	-	-
SOLANACEAE	Hyoscyamus reticularis L.	-	Kumacık otu	Ot	İr.-Tur.	LR(lc)
SOLANACEAE	Solanum luteum Miller.	-	Damat sirkeni	Ot	-	-
TYPHACEAE	Typha domingensis Pers.	-	Şeytanmumu	Ot	-	-
UMBELLIFERAE	Caucalis platycarpos L.	-	Kavkal	Ot	-	-
UMBELLIFERAE	Scandix pecten-veneris L.	-	Zühretarağı	Ot	-	-
VALERIANACEAE	Valerianella costata (Stev.) Betcke	-	Maki kuzugevreği	Ot	Akd .	-
VALERIANACEAE	Valerianella uncinata (Bieb.) Dufr.	-	Ender kuzugevreği	Ot	İr.-Tur.	-

1.6.5.1. Çalı Formasyonu

Araştırma sahasında yedi çalı türüne rastlanmıştır. Leguminosae ve rosaceae familyasına ait türlerin iki farklı alt taksonuna, diğer familyalara ait türlerinde birer örneğine rastlanılmıştır (Şekil 55). Çalı formasyonu orman örtüsünün tahrip edildiği yerlerde görülmektedir. Sahada formasyonu yaygın olarak geven (*Astragalus*) temsil

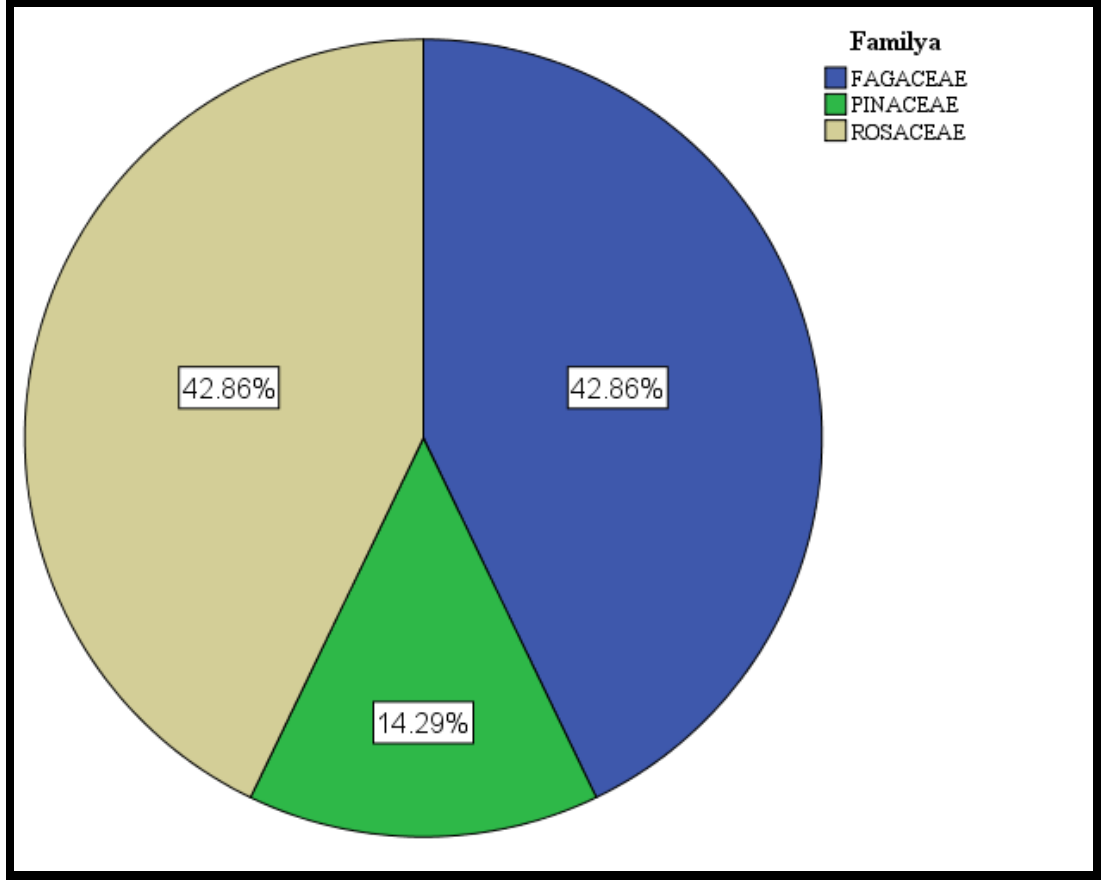
etmektedir. Yörede yayılış gösteren *Astragalus lydius* endemik türdür. Orman içerisinde genellikle karaçalı (*Paliurus spina-christi*) bulunur.



Şekil 55: Araştırma sahasında çalı formasyonuna ait türlerin familyalara göre oransal dağılımı.

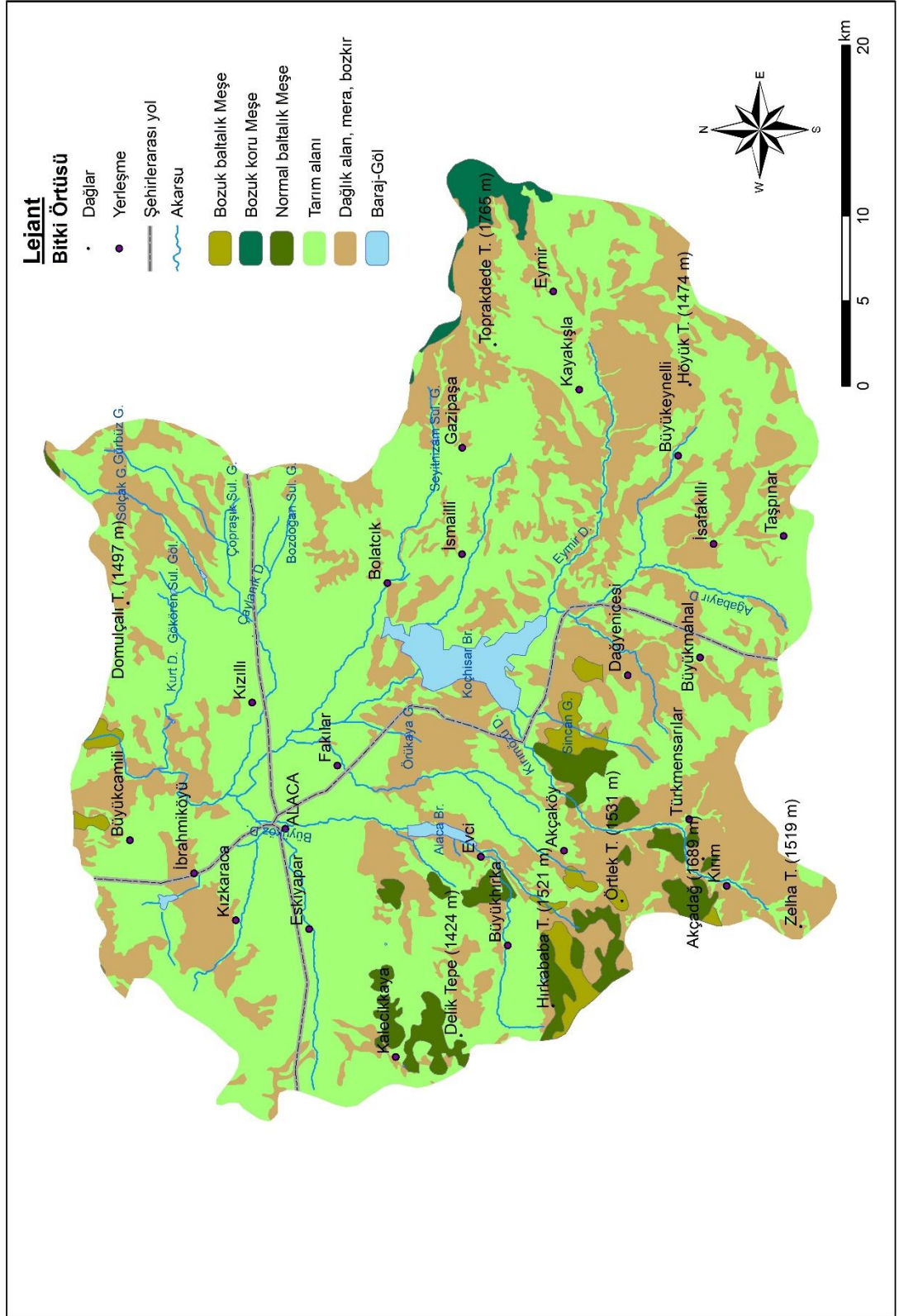
1.6.5.2. Orman Formasyonu

Ağaç formasyonu genellikle orman alanlarında ve akarsu boylarında bulunur. Ağaç formasyonuna örnek olarak yedi tür teşhis edilmiştir. Bu türlerin üç tanesi fagaceae, üç tanesi rosaceae bir tanesi ise pinaceae familyasına aittir (Şekil 56). Araştırma sahası orman örtüsü küçük boylu çalılarla birlik oluşturan ağaçlardır. Sahada meşe türlerinden oluşan ormanlar görülmektedir. Meşcere haritasında da belirtildiği üzere söz konusu sahalar genellikle bozuk koru ve bozuk baltalık orman görünümünde alanlardır. Orman alanlarının erozyon sebebiyle oldukça bozulmuş olması içerisinde çalı türlerinin yaygınlaşmasının önemli bir sebebidir. Yine sahanın birçok yerinin tarım alanı haline getirilmiş olduğu görülmektedir (Şekil 57).



Şekil 56: Araştırma sahasında bulunan ağaç türlerinin familyalara göre oransal dağılımı.

Yaygın olarak görülen ağaç türü ispir meşesidir (*Quercus macranthera subps. Spirensis*). Ayrıca sahada Anadolu kültürünün vazgeçilmezi olan alıç (*Crataegus orientalis*) ağacı oldukça yaygındır. Nadir olmakla birlikte Büyükeynelli köyü ile Eymir arasında kalan sahada karaçam (*Pinus nigra*) bulunmaktadır.



Şekil 57: Araştırma sahası bitki örtüsü haritası.

Akarsu vadilerinde boylu söğüt (*Salix excelsa*) bulunmaktadır. Yine akarsu boylarında köylülerin ticari amaçla diktiği kavak ağaçları görülmektedir. Yer yer tarla sınırlarında da dikilmiş kavak ağaçları görülmektedir. Tarla sınırlarındaki ağaçlar rüzgarın hızını azaltıcı etki yaparak erozyon etkisini azaltmaktadır (Şekil 58).

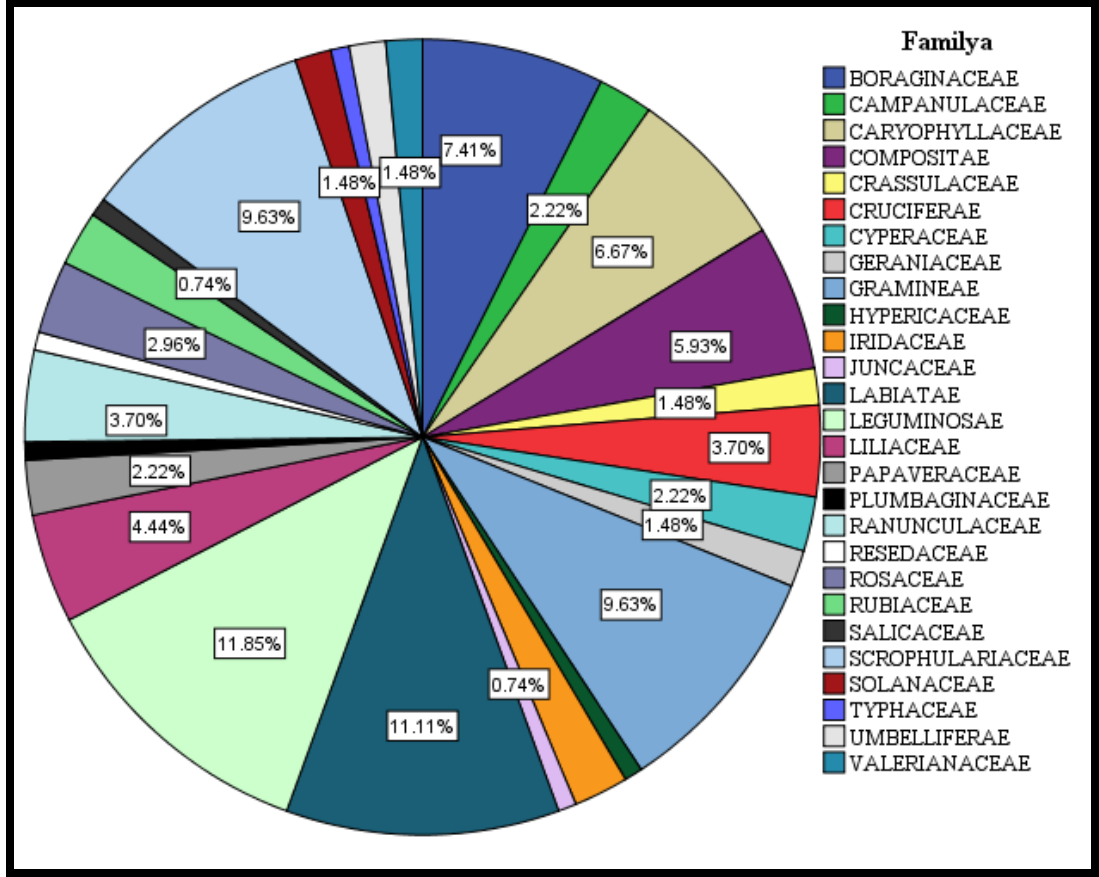


Şekil 58: Araştırma sahası tarla sınırlarında dikilen kavak ağaçları.

1.6.5.3. Ot Formasyonu

Araştırma sahasında 135 farklı otsu tür tespit edilmiştir. Otsu türler arasında 15 adet endemik türe rastlanılmıştır. Yaygın olarak 12 gramineae, 15 labiatae, 16 leguminosaea, 13 Scrophulariaceae türüne rastlanmıştır. Scrophulariaceae familyasına ait türlerden üç farklı Verbascum, beş farklı Veronica türüne rastlanılmıştır.

Otsu bitkiler genellikle çayır-mera alanlarında yaygın olarak görülmektedir. İç Anadolu Bölgesi'nde yapılan çalışmalara bakıldığında mera alanlarında yaygın olarak bulunan türlerin gramineae ve leguminosaea familyalarına ait olan türler olduğu görülmektedir (Babalık, 2008; Koç ve Gökkuş, 1995). İncelenen çalışmalar sonucu meralardaki familyaların yüzde (%) oranlarının Alaca havzası mera alanlarıyla benzerlik gösterdiği görülmüştür (Şekil 59).

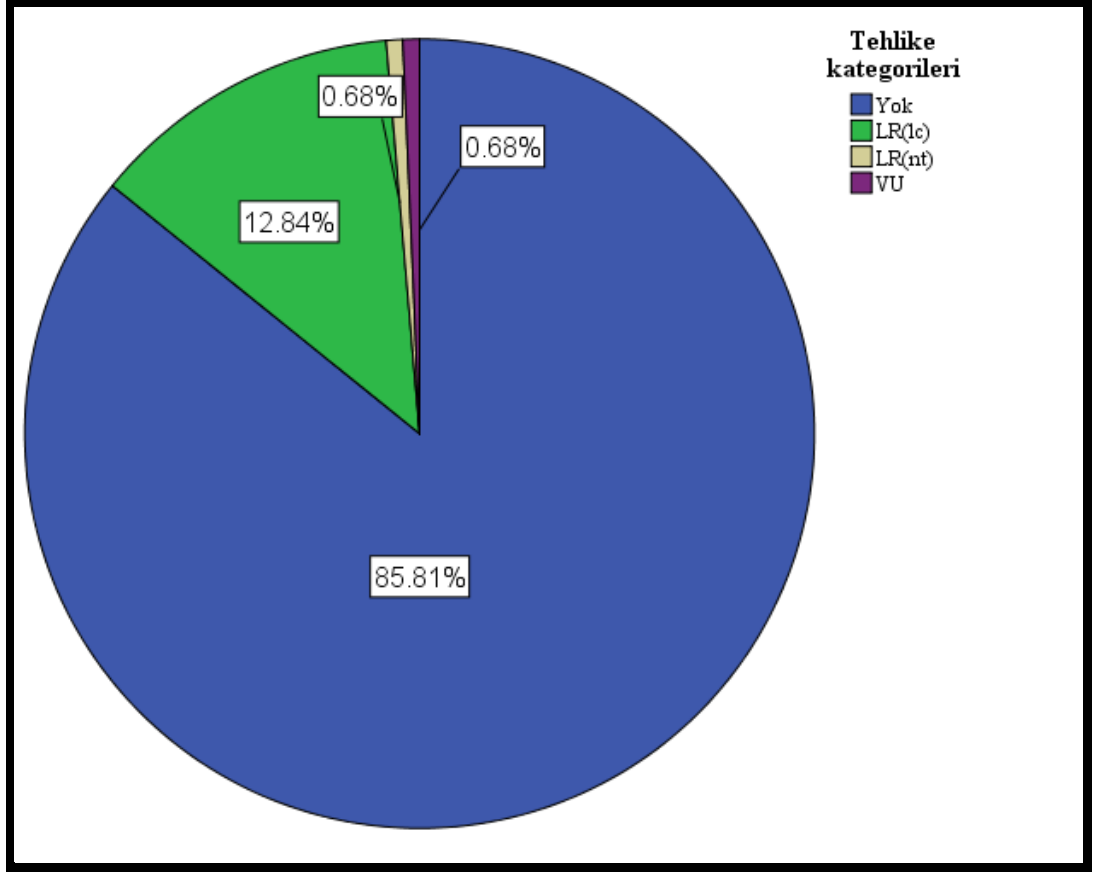


Şekil 59: Araştırma sahası ot formasyonuna ait türlerin familyalara göre oransal dağılımı.

Bitki örtüsünün toprak yüzeyini kapladığı alan azaldıkça erozyon artmaktadır. Bu yüzden araştırma sahasında erozyonun önüne geçilmesinde mera alanlarının sürdürülebilir kullanımı önem taşımaktadır. Özellikle yanlış ve aşırı otlatmanın önüne geçilmelidir.

1.6.6. Bitki Türlerinin Risk Kategorisi

Araştırma sahasında risk altında olan türlerin belirlenmesinde “Türkiye’nin Kırmızı Bitkileri” adlı eserden faydalanılmıştır. Havzada teşhis edilen türlerden 21 tanesi risk kategorisine girmektedir. Bu türlerin 19 tanesi LR(lc) en az tehdit altında, 1 tür de LR(nt) az tehdit altında tehlike kategorisinde bulunmaktadır. Liliaceae familyasından endemik bir tür olan *Muscari microstomum* Davis türü ise VU zarar görebilir tehlike kategorisinde bulunmaktadır (Şekil 60, Şekil 61, Şekil 62).



Şekil 60: Araştırma sahası bitki türlerinin tehlike kategorileri oranı.



Şekil 61: *Muscari microstomum* Davis.



Şekil 62: *Acantholimon puberulum* Boiss. & Bal. S. *Puberulum*.

Türkiye endemik bitkilerinin tamamı ile endemik olmayanlarda nadir olanların, 1980’li yıllarda kabul edilen uluslararası IUCN tehlike kategorilerine göre sınıflandırmalarını kapsayan bir kitap hazırlanması uygun bulunmuştur. Daha sonraki yıllarda bilim adamları tarafından yayınlanan araştırmalar dikkate alınarak belirli aralıklarla bitki türlerinin IUCN kategorileri yeniden düzenlenmektedir. Son olarak 2000 yılında yayınlanan Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı’nda 4690 bitki türünün IUCN kategorileri yeniden düzenlenmiştir. Ülkemizde tür koruma eylem planlarının artmasıyla artık birçok türün tehlike kategorileri sürekli olarak güncellenmekte ve gerekli tedbirler alınmaktadır. Çalışmamızda floradaki türlerin tehlike kategorilerinin belirlenmesinde son yıllarda yapılan çalışmalar ile Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı’ndan yararlanılmıştır (Şekil 63). Bir türün tehlike kategorisinin belirlenmesin son 10 yıl içinde yayılış alanı ve popülasyon yoğunluğu dikkate alınarak hesaplanmaktadır.

SPECIES	EVALUATED	ENOUGH DATA	EXTINCT (EX)	
			EXTINCT IN THE WILD (EW)	
			RISK	Criticallly endangered (CR)
				Endangered (EN)
				Vulnerable (VU)
			LOW RISK	Conservation Dependent (cd)
				Near Threatened (nt)
				Least Concern (lc)
			DATA DEFICIENT (DD)	
			NOT EVALUATED (NE)	

Şekil 63: IUCN risk kategorisi sınıflandırması.

Kaynak : Kutbay vd. 2014’ten alınmıştır.

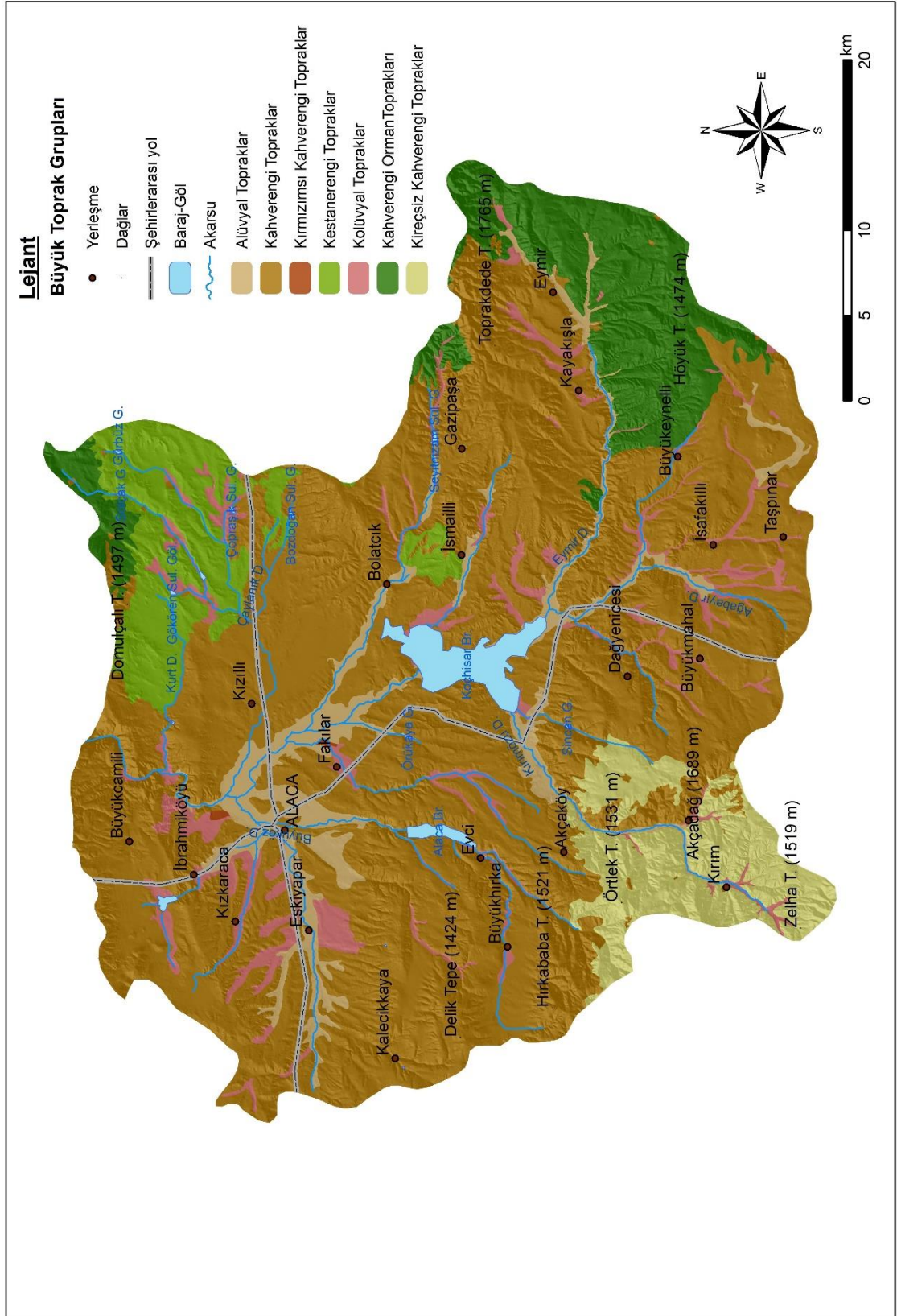
İKİNCİ BÖLÜM

ALACA HAVZASI'NIN TOPRAK COĞRAFYASI

2.1. Araştırma Sahasının Başlıca Toprak Tipleri

Çorum ve Yozgat İl Arazi Varlığı Raporları verilerine göre araştırma sahasında yaygın olarak üç toprak tipi görülmektedir. Eski toprak sınıflandırma sistemine göre yapılan bu sınıflandırmaya göre çalışma alanında bulunan başlıca büyük toprak grupları şunlardır:

Araştırma sahasının büyük bir kısmında kahverengi topraklar yayılış göstermektedir. Güneybatıda yüksek kesimlerde kireçsiz kahverengi topraklar görülmektedir. Kurt Dereve Çaylanık Deresi yukarı kesiminde ve İsmaili köyünün kuzeyinde kalan küçük bir alanda kestane rengi topraklar görülmektedir. Güneydoğuda kahverengi orman toprakları, akarsu yatağı boyunca ise alüvyal topraklara rastlanmaktadır (Şekil 64, Tablo 25).



Şekil 64: Araştırma sahası büyük toprak grupları haritası.

Tablo 25: Araştırma sahası büyük toprak grupları alan ve yüzde cinsinden dağılımı.

Büyük Toprak Grubu Kodları	Büyük Toprak Grubu	Alan (km ²)	Yüzde (%)
A	Alüvyal Topraklar	114.32	6.9
B	Kahverengi Topraklar	1079.64	65.2
C	Kestanerengi Topraklar	105.31	6.4
F	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	2.05	0.1
K	Kolüvyal Topraklar	97.55	5.9
M	Kahverengi Orman Toprakları	153.72	9.3
U	Kireçsiz Kahverengi Topraklar	103.81	6.3
Toplam		1656.4	100.0

2.2. Araştırma Sahası Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Araştırma sahasından toplam 312 yüzey (0-20 cm) toprak örneği alınmıştır. Bu noktalardan alınan toprak örneklerinde yöntemde belirtilen analizler yapılmıştır. Sonuçlar ekte verilmiştir. Duyarlılık indekslerine ait haritalarının bu şekilde oluşturulmasının nedeni, özellikle farklı arazi kullanımı ve arazi örtüsü altında, havzadaki farklı topoğrafyalarda meydana gelen toprak özellikleri ve kayıplarının değişkenlik göstermesidir. Bu amaçla, önce toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri hesaplanarak normal dağılıma uygunlukları Kolmogorov-Smirnov testi SPSS (Karaatlı, 2010) ile kontrol edilmiştir.

2.2.1. Analiz Sonuçları Tanımlayıcı İstatistikleri

Araştırma sahasından alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikleri Tablo 26’da sunulmuştur.

Tablo 26: Araştırma sahası toprak analiz sonuçlarının tanımlayıcı istatistikleri.

n (Örnek sayısı)	Basıklık	**Çarpıklık	En Yüksek Değer	En Düşük Değer	Varyans (Örnek)	*Değişkenlik Katsayısı	Standart Sapma	Ortalama	Tanımlayıcı istatistik
312	-0.51	-0.43	62.82	2.74	176.36	36.38	13.28	36.50	% Kil
312	0.83	0.05	37.33	3.55	30.60	27.66	5.53	19.99	% Silt
312	0.85	1.02	93.06	16.04	216.65	33.82	14.71	43.51	% Kum
312	3.87	-1.62	8.62	6.80	0.10	4.04	0.32	8.11	pH
312	7.62	1.98	0.99	0.03	0.01	51.52	0.11	0.22	Ec(dS/m)
312	2.74	1.34	48.53	0.00	69.97	81.24	8.36	10.29	% CaCO ₃
312	0.69	0.88	6.62	0.21	1.37	48.37	1.17	2.42	o.m.
312	20.65	4.05	15.59	0.02	3.72	196.53	1.93	0.98	Hidrolik iletkenlik cm/h
312	-0.68	0.25	1.60	1.27	0.01	5.20	0.07	1.42	Hacim ağırlığı g/cm ³
306	0.02	-0.68	0.14	0.01	0.01	29.16	0.02	0.09	K

*Değişkenlik Katsayısı: < 15 = Düşük Değişkenlik. 15-35 = Orta Değişkenlik. >35 = Yüksek Değişkenlik

**Çarpıklık: < $\left| \pm 0.5 \right|$ = Normal Dağılım. 0.5- 1.0 = Veri setine karakter dönüşümü uygulanır. $\text{ÇK} > 1.0 \rightarrow$ Logaritma dönüşümü uygulanır.

Araştırma sahasından alınan örneklerde toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini içeren 10 adet farklı parametre (kil, silt, kum, pH, EC, kireç, organik madde, hidrolik iletkenlik, hacim ağırlığı) incelenmiş ve bu özelliklerin tanımlayıcı istatistiksel hesaplamaları yapılmıştır. Toprak fiziko-kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler tablo 24’de sunulmuştur. Tabloda görüldüğü üzere havza topraklarında, kum miktarı % 16.04-93.06, kil miktarı % 2.74-62.82 ve silt miktarı ise % 3.55-37.33 arasında değişmekte olup, hâkim bünye sınıfı kil, killi tın ve kumlu killi tındır. Toprakların tekstür bileşenleri incelendiğinde kil ve silt içeriğinin normal dağılımlar sergilediği, kum içeriğinin ise sağa çarpık bir dağılım sergilediği görülmektedir.

En düşük (6.80) ve en yüksek (8.62) değerlere göre, nötr ve kuvvetli alkali reaksiyon arasında değişen toprak pH’sının sola çarpık dağılım gösterdiği görülmektedir. Havza topraklarının % 89.1 hafif alkali özellik göstermektedir.

Araştırma topraklarının EC değerleri 0.03-0.99 dS m⁻¹ arasında değişmektedir (Tablo 30). Bu değerler toprakların tuzluluk yönünden herhangi bir sorunu olmadığını göstermektedir (Richards, 1954) (Tablo 30). Ayrıca değişkenlik katsayısı çok yüksek olan EC değerleri sağa çarpık bir dağılım göstermektedir.

Değişkenlik katsayısı yüksek olan çok düşük ve çok yüksek kireçli özellikler gösteren kireç miktarının sağa çarpık bir dağılım gösterdiği görülmüştür. Havza topraklarında kireç miktarı 0 ile 48.53 arasında değişkenlik gösterirken, toprakların %45.5’i orta kireçli sınıfına girmektedir.

Yüksek değişebilirlik gösteren organik madde miktarının 0.21 ile 6.62 arasında değerler gösterdiği görülmüştür. Havza topraklarının % 34.6’sının az, % 31.4’ünün orta derecede organik madde içerdiği görülmüştür.

Değişkenlik katsayısı yüksek olan hidrolik iletkenliğin sağa çarpık dağılım sergilediği görülmüştür. Toprakların en düşük ve en yüksek değerleri 0.02 – 15.59 (cm/saat) arasında değişmektedir. Havza topraklarının hidrolik iletkenliğinin yüzde oranına baktığımızda ise % 47.4’ünün çok yavaş, % 16.7’sinin yavaş, %2 4.7’sinin yavaş ile orta, % 8.3’ünün orta % 2.2’sinin orta hızlı ve % 0.6’sının hızlı iletkenlik özelliği gösterdiği görülmektedir.

İnceleme alanı topraklarının hacim ağırlığı normal dağılım sergilemektedir. 1.27 ile 1.60 değerleri arasında değişen hacim ağırlıklarının % 83.3'ünün 1.32 ile 1.52 arasında değiştiği görülmektedir.

Araştırma sahası topraklarının K faktörünün sola çarpık bir dağılım gösterdiği görülmüştür. En düşük (0.01) ve en yüksek (0.14) değerlere göre çok az aşınabilir ve orta derece aşınabilir değerler gösteren K faktörünün % 50'sinin az aşınabilir sınıfına girerken, % 38.8'inin ise orta derece aşınabilir sınıfına girdiği görülmektedir.

Toprak fiziko-kimyasal özelliklerine ilişkin çarpıklık katsayıları incelendiğinde, normal dağılımdan en uzak değer gösteren toprak özelliğinin hidrolik iletkenlik olduğu, en yakın değer gösteren toprak özelliğinin ise K faktörü özelliği olduğu görülmüştür.

Normal dağılımdan uzak dağılımlar sergileyen veri setlerinde, normal dağılıma yaklaştırmak amacıyla karekök ve logaritma dönüşümleri yapılmakla birlikte bu çalışmada herhangi bir dönüştürme işlemi yapılmamıştır.

Wilding (1985), toprak özelliklerindeki değişimlerin açıklanmasında önemli bir gösterge olarak kabul edilen değişkenlik katsayısını, aldığı değerlere göre düşük (<% 15), orta (% 15-35) ve yüksek (>% 35) olarak sınıflandırmaktadır. Bu çalışmada 10 farklı özellikten 5 tanesi yüksek, 3 tanesi normal 2 tanesi ise düşük değişkenlik göstermektedir. Literatüre baktığımızda, araştırmacılar toprak özelliklerinin genel olarak düşük, orta ve yüksek değişkenlikler gösterdiğini bildirmişleridir (Mallants et al., 1996; Sağlam, 2008; Sağlam, 2013). Yine bu çalışmanın bulgularına benzer şekilde, diğer kimyasal toprak özelliklerinin değişkenlikleriyle karşılaştırıldığında pH'nın değişkenliğinin düşük olduğu bildirilmektedir (Sağlam vd., 2014).

2.2.2. Toprak Örneklerine Uygulanan Jeostatistiksel yöntemler

Toprak parametrelerinin değerinin alansal dağılımının belirlenmesinde en çok kullanılan enterpolasyon yöntemlerinden IDW, RBF (Spline) deterministik yöntemler ile stokastik yöntemlerden de (temelde Kriging olarak da bilinmektedir) doğal (ordinary), evrensel (universal), basit (simple) kriging yöntemleri kullanılmıştır. Yöntemlerin karşılaştırılmalarında ölçülen değerler ve tahmin edilen değerler arasındaki ilişkiyi sorgulayabilmek, ölçülen değerlere en yakın sonucu veren başka bir ifade ile yöntemler arasından en uygun olanının seçebilmek için literatürde farklı karşılaştırma yöntemlerinin dikkate alındığı görülmektedir. Genel anlamda en

yaygın kullanılan yöntemler; karesel ortalama hata (RMSE), ortalama mutlak hata (MAE), yöntemlerdir. Bu çalışma için RMSE seçilmiş ve jeoistatistiksel çözümde kullanılan 5 yöntem karşılaştırılmıştır. En düşük RMSE değerini veren yöntem, en uygun yöntem olarak değerlendirilmiştir. RMSE'nin hesaplanmasında formül 2 kullanılmıştır (Arslan, 2012).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (z_{i*} - z_i)^2}{n}}$$

Eşitlikte;

Z_i : tahmin edilen değer, Z_{i*} ölçülen değer ve n örnek sayısını ifade etmektedir (Arslan, 2012).

Her bir modelin RMSE değeri belirlenmiştir. Modellere ait RMSE değerleri Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27: Jeostatistiksel yöntemler (uygun RMSE değerleri).

İstatistiksel Yöntemler			% Kil	% Silt	% Kum	pH	EC	(dS/m)	% CaCO ₃	o.m.	Hidrolik iletkenlik cm/h	Hacim ağırlığı g/cm ³	K
Inverse Distance Weighting		1	11.86	5.63	13.21	0.33	0.113		7.64	1.177	1.78	0.0685	0.0285
		2	11.89	5.78	13.32	0.33	0.113		7.61	1.187	1.8	0.069	0.0289
		3	11.99	5.97	13.53	0.34	0.113		7.66	1.198	1.82	0.07	0.0294
Radial Basis Functions		Completely Regularized Spline	11.92	5.92	13.42	0.34	0.113		7.6	1.2	1.82	0.07	0.0293
		Thin Plate Spline	13.83	7.83	16.41	0.4	0.112		9.02	1.41	2.21	0.085	0.0364

gibi isimlendirilir. Bu parçacıkların boyutlarına göre kaba bünyeli ve ince bünyeli topraklar olarakda isimlendirilebilir. Tekstür toprakta meydana gelen fiziksel ve kimyasal olaylar üzerinde belirleyici faktörlerin başında gelir. Kaba tekstürlü topraklar çoğunlukla az miktarda kil ve organik madde içerirler, ama geçirgenlikleri yüksek oldukları için daha az aşınırlarken, ince tekstürlü topraklar güç aşınırlar ama aşınınca kolay taşınırlar Yani toprak tekstürü aşınmada olduğu gibi taşınmada da etkilidir (Özdemir, 2013).

Araştırma sahası topraklarının % 83'ü kil, killi tın ve kumlu killi tın sınıfına girmektedir (Tablo 28).

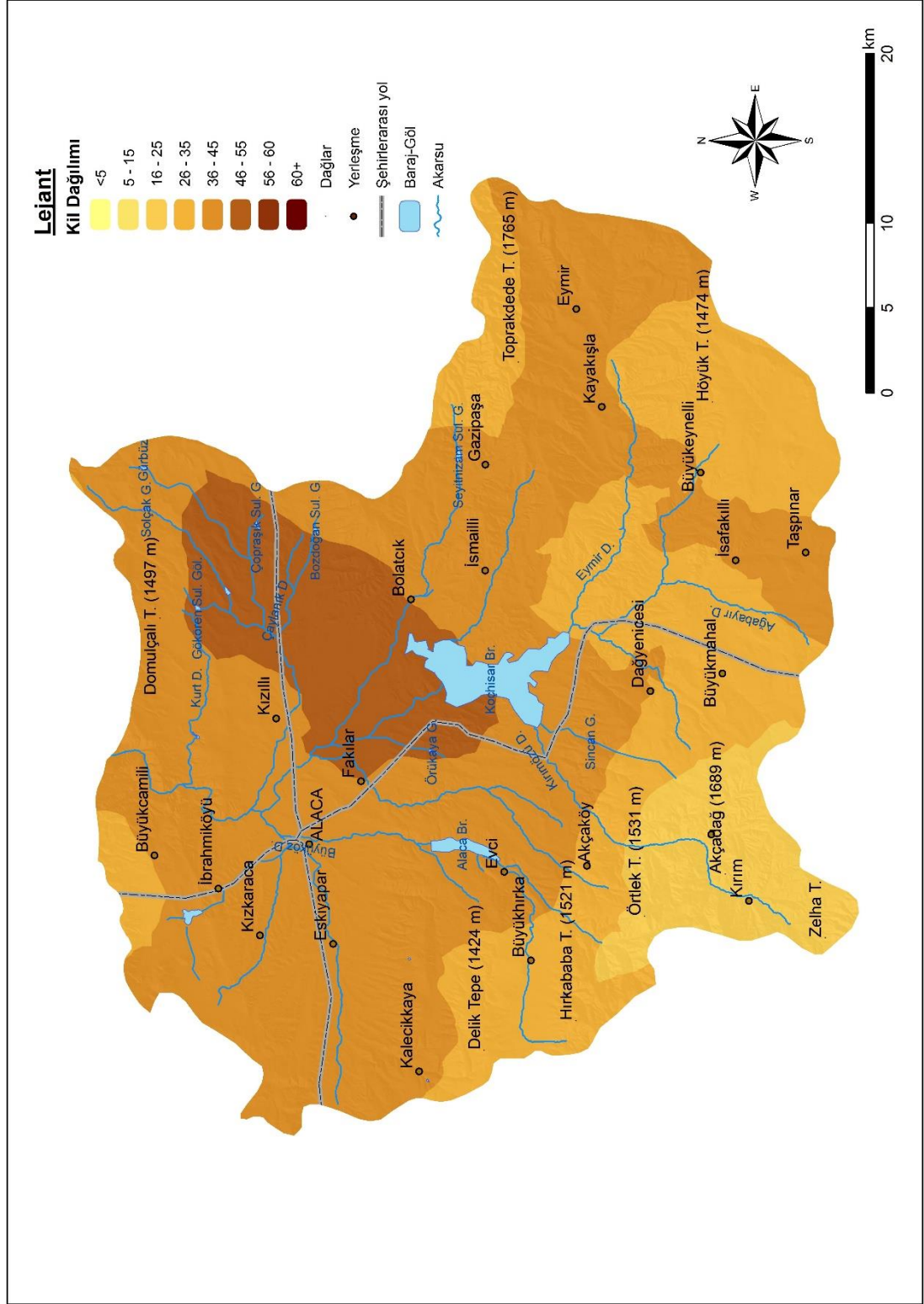
Tablo 28: Toprak özelliklerinin tekstür sınır değerlerine göre sınıflandırılması.

Toprak Özellikleri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
Tekstür	Kil (C)	137	43.9
	Killi tın (CL)	56	17.9
	Tın (L)	3	1.0
	Tınlı kum (LS)	9	2.9
	Kum (S)	3	1.0
	Kumlu kil (SC)	12	3.8
	Kumlu killi tın (SCL)	66	21.2
	Kumlu tın (SL)	26	8.3

2.2.3.1. Kil

Toprağın en ince kısmını oluşturan ve boyutu 0.002 mm'den daha küçük parçacıklardır. Oldukça yüksek oranda yüzey alanına sahiptir. Yapışkanlık özelliği ve su tutma kapasitesi yüksek topraklardır.

Araştırma sahasında killi toprakların dağılımının morfolojiyle uyum gösterdiği görülmektedir. Yükseklerden taşınan ince boyuttaki alüvyal malzemenin ova tabanında biriktiği, daha düz olan alanlarda kil miktarının daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 65). Domulçalı Tepe'den gelen Çaylanık Deresi buralardaki kil parçacıklarını taşıyarak tabanda biriktirmektedir. Yükselti arttıkça kil miktarının azaldığı görülmektedir. Sahanın güneydoğusunda Eymir yerleşmesi çevresinde ise kil miktarının güneybatıda bulunan yaklaşık aynı yükseltideki Kırım köyünün olduğu sahalara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebi ise bölgenin karstik yapıda olması ve karstik sahalardaki toprakların kil içeriğinin daha yüksek olmasıdır.



Şekil 65: Araştırma sahası kil dağılım haritası.

2.2.3.2. Silt (Mil)

Çapları 0.002 – 0.02 mm arasında olan toprak parçacıkları mil (silt, tın) olarak adlandırılır. Siltin kaba parçacıkları kuma benzemektedir. Silt parçacıklarının yapışması zayıf olduğundan toprak strüktürünün oluşumunda çok fazla etkisi yoktur.

Araştırma sahası topraklarının ortalama % 20'sinin tınlı topraklar olduğu görülmüştür. Alaca merkezinin kuzeydoğusundaki sahanın Domulçalı Tepe'nin eteklerinin, yine Alaca ilçe merkezinin güneybatısında bulunan Eskiyyapar, Evci, Büyükhırka, sahanın güney kesimlerinde Dağyenicesi, Büyükmahal, İsafakıllı ve Taşpınar yerleşmelerinin olduğu kesimin silt yüzdesi daha yüksek topraklardan oluştuğu görülmektedir (Şekil 66).

2.2.3.3. Kum

Çapları 0.02 – 2.0 mm arasında olan toprak parçacıkları ise kum olarak adlandırılır. Kum taneleri çıplak gözle ayırtedilebilir. Kil ve silte göre daha büyük parçacıklardan oluşur. Yüzey alanı kil ve silte göre daha azdır. Bu yüzden toprak arasında boşluklar kumlu topraklarda daha fazladır.

Araştırma sahası kum dağılımına baktığımızda yine morfolojiyle bir uyum sergilediği görülmektedir (Şekil 67). Ayrıca kil dağılım haritasıyla da zıtlık göstermektedir. Kil arttıkça kum miktarı azalmakta yani kilin tam tersine yükseklerle çıkıldıkça kum miktarı artmaktadır. Araştırma sahasının kumlu topraklarının en yoğun olduğu kısım ise sahanın güneybatı bölgesinde kalan Akçadağ çevresinde olduğu görülmektedir. Burada yükselti ve toprağın taşınmasında rol oynayan etmenler böyle bir görüntü ortaya çıkmasındaki ana sebeplerden biridir. Ayrıca bu bölgenin jeolojik yapısına baktığımızda sahada ofiyolitik serilerin ve kumtaşlarının yayılış gösterdiği görülmektedir.

2.2.4. Toprak Reaksiyonu (pH) Dağılımı

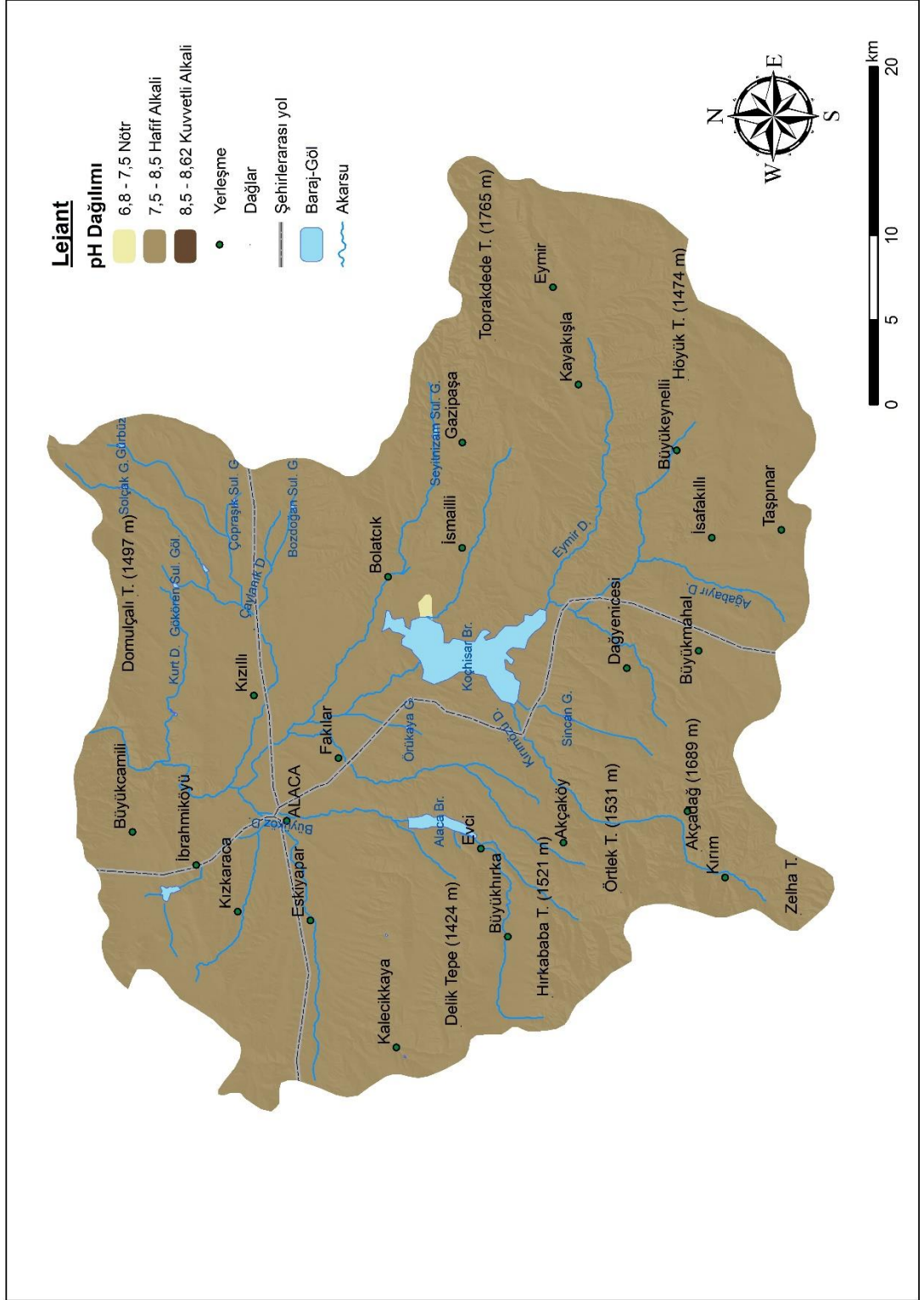
Toprak reaksiyonu toprağın asitlik ve alkalilik derecesinin ifadesi olup pH ile ölçülür ve pH hidrojen iyonları konsantrasyonunun negatif logaritmasıdır (Mater, 1998). pH birçok faktöre bağlı değişse de yıkanmayla doğrudan ilişkilidir. Yarı kurak ve yarı nemli bölge toprakları ya hafif alkali ya nötr veya hafif asit reaksiyon gösterir (Mater, 1998).

Türkiye topraklarında toprak reaksiyonu durumuna bakıldığında ise: Gerçekte toprak reaksiyonu Doğu Karadeniz kıyılarında çok kuvvetli asit, Ege’de nötr veya orta derecede alkali, İç Anadolu’da nötr veya alkali yaz kuraklığının çok fazla olduğu Güneydoğu Anadolu Bölgesi ile kısmen Akdeniz kıyıları kuvvetli alkaline karakterdedir (Erinç, 1965).

Araştırma sahası toprak reaksiyonu özellikleri bakımından yarı kurak bölge toprakları içerisine girdiği görülmektedir. Sahada lokal olarak nötr ve kuvvetli alkali özellik görülse de araştırma sahasının % 89.1’i hafif alkali özellik göstermektedir (Şekil 68, Tablo 29).

Tablo 29: Toprak özelliklerinin pH sınır değerlerine göre sınıflandırılması.

Toprak Özellikleri	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
pH	<4.5	Kuvvetli asit	-	-
	4.5-5.5	Orta asit	-	-
	5.5-6.5	Hafif asit	-	-
	6.5-7.5	Nötr	13	4.2
	7.5-8.5	Hafif alkali	278	89.1
	>8.5	Kuvvetli alkali	21	6.7



Şekil 68: Araştırma sahası pH dağılım haritası.

2.2.5. EC (Elektriksel İletkenlik) Dağılımı

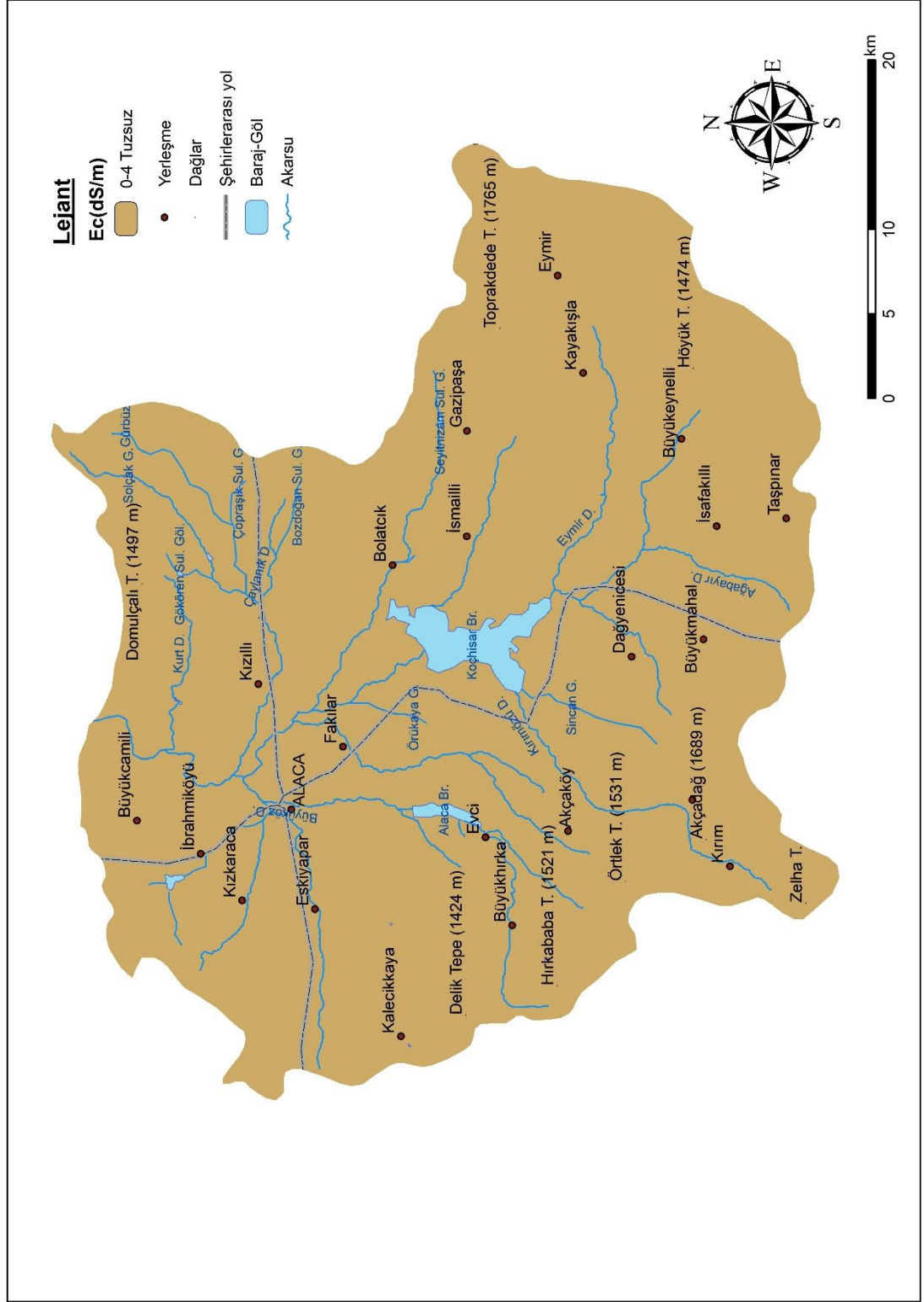
Toprakta çözünebilir tuz konsantrasyonunun bitki gelişimine zarar verecek derecede bulunması haline tuzluluk, değişebilir sodyumun % 15'ten fazla olmasına alkalilik denir (Aydın ve Kılıç, 2010).

Araştırma sahası topraklarının tamamı tuzsuz sınıfına girmektedir (Şekil 69). EC dağılımında görülen tuzsuz topraklar sınıfında yalnızca tuza çok hassas bitkiler zarar görür (Korkut, 1983).

Kurak ve yarı kurak sahalarda tuzluluk problemi görülmesine rağmen araştırma sahasında görülmemektedir. Tuzluluk problemi için gerekli koşullara baktığımızda, anamaddenin tuz içeriğinin yüksek, drenajı yetersiz düz ya da çöküntü alanı, taban suyunun yüksek, tuz kaynağının düzenli olarak ıslanıp kuruması ve buharlaşmanın fazla olması gerekmektedir. Bu durum araştırma sahasında bu özelliklerinin olmamasına bağlı olarak gelişmemiştir. Saha toprakları EC değerleri % 100 oranında tuzsuz özellik göstermektedir (Tablo 30).

Tablo 30: Toprak özelliklerinin EC sınır değerlerine göre sınıflandırılması (Ülgen ve Yurtsever, 1974).

Toprak Özellikleri	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
EC (dS m ⁻¹)	<2	Tuzsuz	312	100
	2-4	Hafif tuzlu	-	-
	4-8	Orta tuzlu	-	-
	8-15	Yüksek derecede tuzlu	-	-
	>15	Çok fazla tuzlu		



Şekil 69: Araştırma sahası EC dağılım haritası.

2.2.6. Kireç Dağılımı

Kurak ve yarı kurak bölgelerde yağış azlığından ötürü toprakta bulunan kalsiyum ve diğer iki değerli katyonlar yıkanamazlar ve birikirler. Yıkanma yalnızca yağış miktarına bağlı olarak A horizonunda oluşabilir ve bir kısım karbonat toprağın alt horizonunda beyaz renkli yumrular ve lekeler halinde birikir (Mater, 1998).

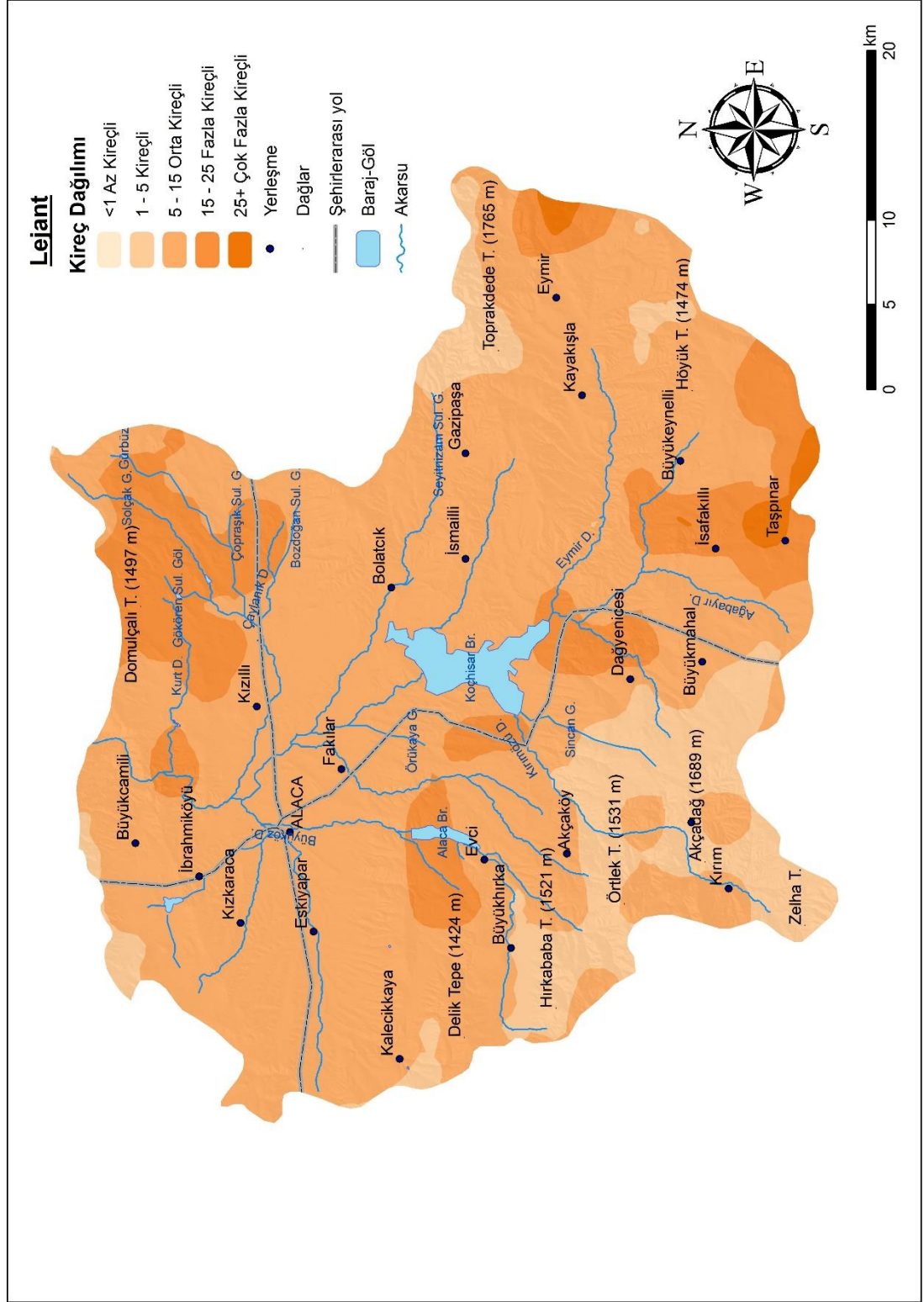
Kireçlenme tarımda kullanılan suların kireç miktarına, aşınan ve taşınan materyalin tuzlu olup olmamasına ve sahanın drenajına göre değişkenlik gösterebilir.

Türkiye topraklarının kireç durumuna baktığımızda ÇEM bünyesinde yapılan bir çalışmada Türkiye topraklarıyla ilgili oransal dağılım verilmiştir. Bu dağılıma göre Türkiye topraklarının % 58.6'sı kireçli topraklardır (Eyüpoğlu, 1999).

Araştırma sahası kireç dağılımına baktığımızda sahanın bazı kesimlerinde kireç miktarının daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 70). Kireç miktarının yüksek olduğu yerler genellikle karstik anakayanın bulunduğu yerlerdir. Ayrıca karstik sahalardan aşınarak eğimin azalmasına bağlı biriken materyalin olduğu alanlarda kireç yüzdesi yüksek sahalardır. Araştırma sahası topraklarının % 19.9'u kireçli, % 45.5'i orta kireçli, % 18.3'ü fazla kireçli özellik göstermektedir (Tablo 31).

Tablo 31: Toprak özelliklerinin kireç sınır değerlerine göre sınıflandırılması (Ülgen ve Yurtsever, 1974).

Toprak Özellikleri	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
CaCO₃ (%)	<1.0	Az kireçli	32	10.3
	1.0-5.0	Kireçli	62	19.9
	5.0-15.0	Orta kireçli	142	45.5
	15.0-25.0	Fazla kireçli	57	18.3
	>25.0	Çok fazla kireçli	19	6.1



Şekil 70: Araştırma sahası kireç dağılım haritası.

2.2.7. Organik Madde Dağılımı

Toprakta bulunan canlı kalıntılarının tamamına ve bunların ayrışmasıyla ortaya çıkan maddelere organik madde adı verilir. Organik madde topraktaki agregatlaşmayı düzenler ve iyi bir strüktür gelişimini sağlar (Mater, 1998).

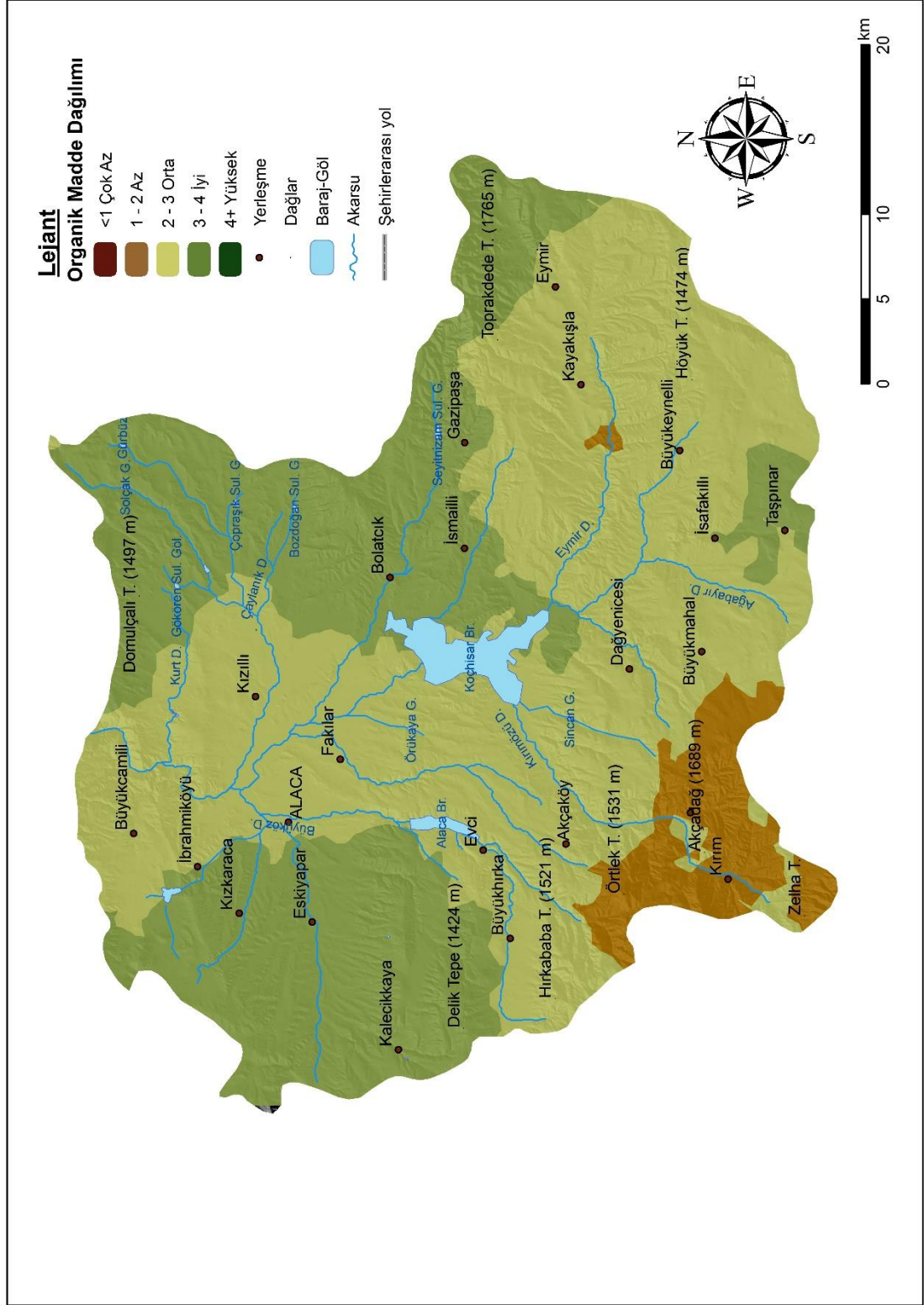
Türkiye toprakları (Karadeniz bölgesi hariç) genellikle organik madde içeriği bakımından fakir olup, ülkemiz topraklarının % 65’inde organik madde içeriği az ve çok azdır. Toprak kalitesi ve üretim açısından topraklarda organik madde içeriğinin % 3’den daha fazla olması gerekmektedir (Saltalı, 2014).

Araştırma sahası topraklarının organik madde miktarına bakıldığında sahada az ve orta miktarda organik madde barındıran toprakların yüzeylendiği görülmektedir. Sahanın güneybatısında kalan Akçadağ yakınlarında bir alanda organik madde miktarının az olduğu görülmüştür (Şekil 71).

Yüksek değişebilirlik gösteren organik madde miktarının 0.21 ile 6.62 arasında değerler gösterdiği görülmüştür. Havza topraklarının % 34.6’sının az, % 31.4’ünün orta derecede organik madde içerdiği tespit edilmiştir (Tablo 32).

Tablo 32: Toprak özelliklerinin organik madde sınır değerlerine göre sınıflandırılması (Ülgen ve Yurtsever, 1974).

Toprak Özellikleri	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
Organik madde (%)	<1.0	Çok az	23	7.4
	1.0-2.0	Az	108	34.6
	2.0-3.0	Orta	98	31.4
	3.0-4.0	İyi	49	15.7
	>4.0	Yüksek	34	10.9



Şekil 71: Araştırma sahası organik madde dağılım haritası.

2.2.8. Hidrolik İletkenlik

Toprakta su akış hızı birim zamanda toprağın birim kesit alandan birim yük farkı altında geçen su miktarıdır ve birimi, uzunluğun zamana oranı olarak ifade edilir (Özdemir, 1998).

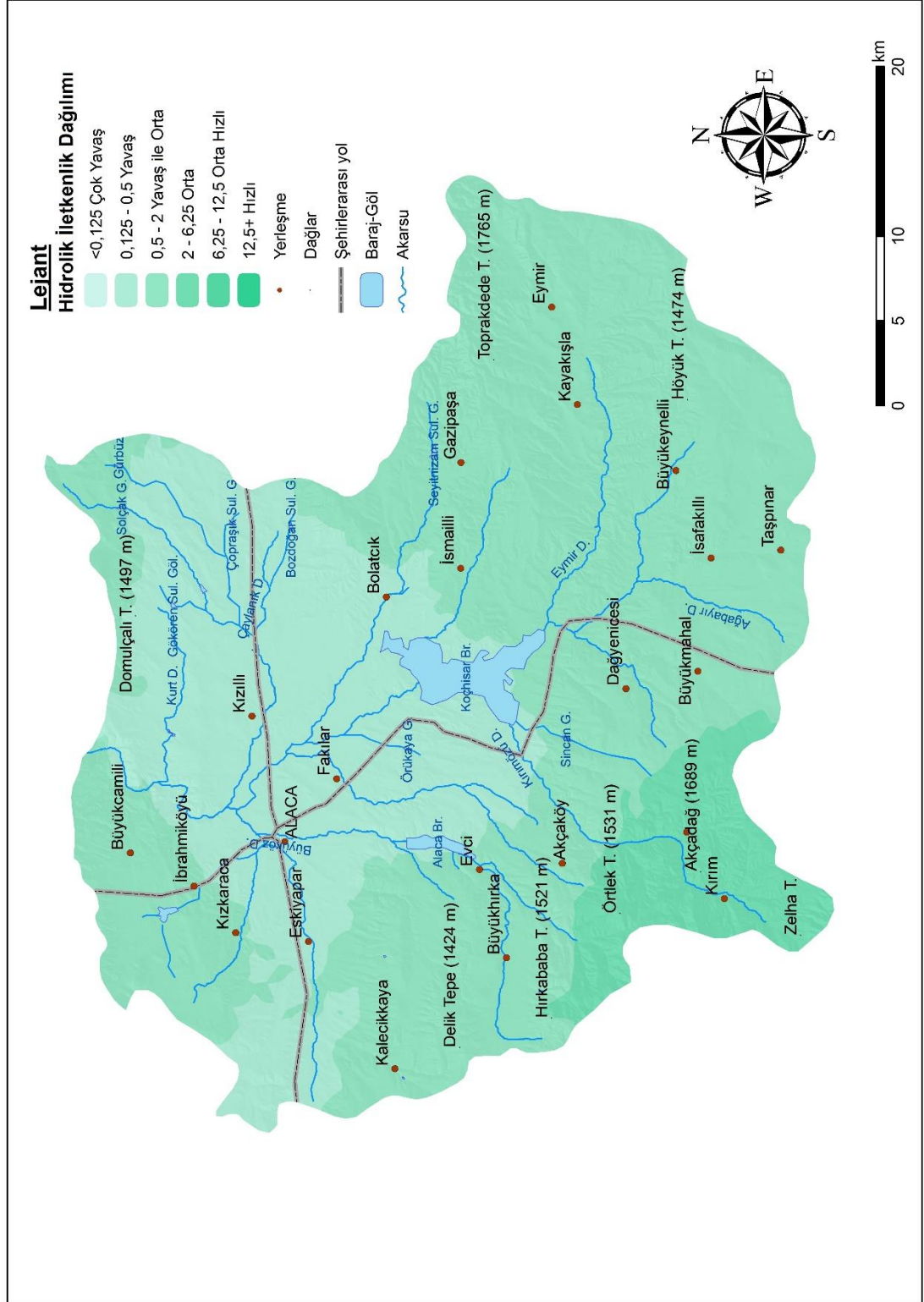
Toprakların hidrolik iletkenlik özelliğinin bilinmesi kil tipi, toprak sıkışması, toplam porozite, por büyüklük dağılımı, por geometrisi, tekstür ve strüktür gibi toprak özellikleri hakkında fikirler vermekte ve çıkarımlar yapılmasına olanak sağlamaktadır (Öztekin vd., 2007).

Araştırma sahası hidrolik iletkenlik dağılımına baktığımızda kum dağılımıyla örtüştüğü görülmektedir (Şekil 67, Şekil 72). Kum tanelerinin yüzey alanının çok olmaması ve kumlu toprakta makro porozitenin fazla olmasına bağlı olarak kumlu sahalarda geçirgenlik daha hızlıdır. Kil miktarının fazla olduğu alanlarda ise mikro porozite fazla olduğundan geçirgenlik yavaş ve çok yavaş hızlarındadır (Şekil 65, Şekil 72).

Havza topraklarının hidrolik iletkenliğinin yüzde oranına baktığımızda ise % 47.4'ünün çok yavaş, % 16.7'sinin yavaş, % 24.7'sinin yavaş ile orta, % 8.3'ünün orta % 2.2'sinin orta hızlı ve % 0.6'sının hızlı iletkenlik özelliği gösterdiği görülmektedir (Tablo 33).

Tablo 33: Toprak özelliklerinin hidrolik iletkenlik sınır değerlerine göre sınıflandırılması.

Toprak Özellikleri	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
Hidrolik iletkenlik (cm/saat)	<0.125	Çok yavaş	148	47.4
	0.125 - 0.50	Yavaş	52	16.7
	0.50 – 2.00	Yavaş ile orta	77	24.7
	2 – 6.25	Orta	26	8.3
	6.25 – 12.5	Orta hızlı	7	2.2
	12.25 – 25	Hızlı	2	0.6
	> 25	Çok hızlı	-	-



Şekil 72: Araştırma sahası hidrolik iletkenlik dağılım haritası.

2.2.9. Hacim Ağırlığı

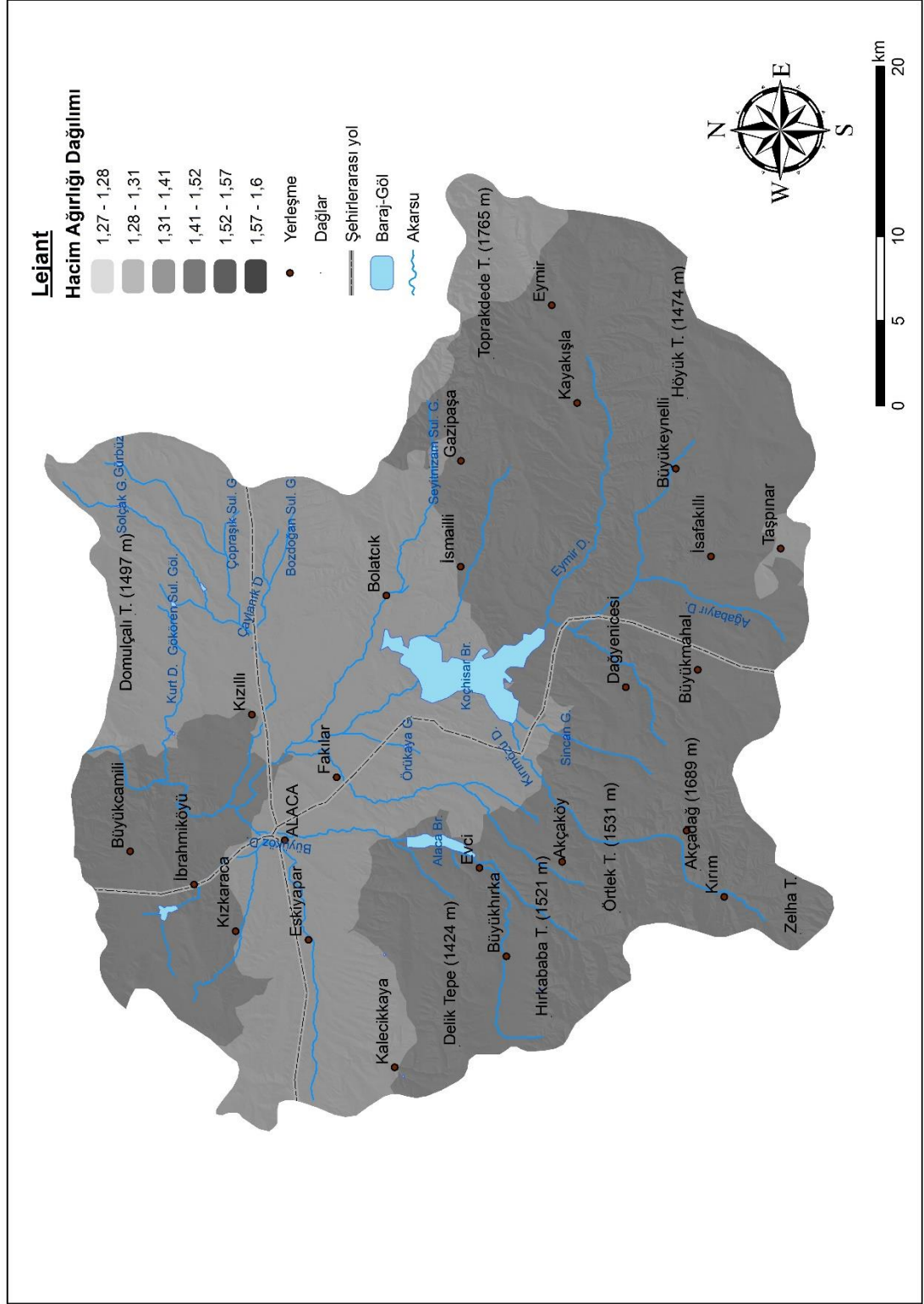
Hacim ağırlığı toprağın belirli bir hacim biriminde ne kadar katı madde bulunduğunu ifade eder ve hacim ağırlığı toprakların tekstür özelliğine bağlı olarak değişir (Mater, 1998).

Araştırma sahasının güneyinde bulunan sahalarda hacim ağırlıkları yüksektir. Özellikle kum miktarının en yüksek olduğu Akçadağ civarında hacim ağırlıkları da en yüksek seviyelerdedir (Şekil 67, Şekil 73). Havzanın alçak sahalarında ise kil miktarının yüksek olduğu topraklar yayılış göstermekte ve buralarda hacim ağırlığı oldukça düşüktür (Şekil 73).

Hacim ağırlıklarının % 83.3'ünün 1.32 g/cm^3 ile 1.52 g/cm^3 arasında değiştiği görülmektedir (Tablo 34). Bu durum bize erozyonu düşündürmektedir. Akçadağ civarında hacim ağırlıklarının yüksek olması kil ve siltin taşınması sonucu geriye kalan iri taneler ile ilişkilidir.

Tablo 34: Toprak özelliklerinin hacim ağırlığı değerlerine göre sınıflandırılması.

Toprak Özellikleri	Sınır Değeri	Örnek Sayısı	%
Hacim ağırlığı(g/cm^3)	0.2-0.9	-	-
	1.00 - 1.15	-	-
	1.16 - 1.20	-	-
	1.21 - 1.23	-	-
	1.24 - 1.25	-	-
	1.26 - 1.28	8	2.6
	1.29 - 1.31	10	3.2
	1.32 - 1.41	142	45.5
	1.42 - 1.52	118	37.8
	1.53 - 1.57	31	9.9
	1.58 - 1.60	3	1.0
	1.61 - 1.63	-	-
	1.64+	-	-



Şekil 73: Araştırma sahası hacim ağırlığı dağılım haritası.

2.2.10. Aşınabilirlik Faktörü

Aşınımı etkileyen en önemli toprak özellikleri; toprağın bünyesi, toprağın strüktürü, hidrolik geçirgenliği, organik madde kapsamı olarak tanımlanmaktadır (Cebel, 2013).

Aşınabilirlik faktörü ile ilgili yapılan çalışmalarda toprakların büyük toprak gruplarına göre ayrılarak alüvyal topraklarda aşınma hızının daha yüksek olduğu sonuçları elde edilmiştir (Cebel, 2013; Yakupoğlu ve Demirci, 2013). Çalışma alanında elde edilen sonuçlara baktığımızda bu çalışmalarla uyum gösterdiği alüvyal sahalarda aşınmanın daha yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 74).

Sahanın aşınabilirlik dağılımına baktığımızda çok az aşınabilir, az aşınabilir ve orta derece aşınabilir değerler gösteren K faktörünün % 50'sinin az aşınabilir sınıfına girerken, % 38.8'inin ise orta derece aşınabilir sınıfına girdiği görülmektedir (Tablo 35, Şekil 74).

Tablo 35: Toprak özelliklerinin K faktörü sınır değerlerine göre sınıflandırılması.

Toprak Özellikleri	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
K faktörü	0-0.05	Çok az aşınabilir	35	11.2
	0.05-0.10	Az aşınabilir	156	50.0
	0.10-0.20	Orta derece aşınabilir	121	38.8
	0.20-0.30	Yüksek derece aşınabilir	-	-
	> 0.30	Çok yüksek aşınabilir	-	-

2.2.11. Faktör Analizi (Spearman Korelasyonu)

Tablo 36: Araştırma sahası toprak analiz sonuçlarının faktör analizi (Spearman Korelasyonu).

	Nem	Kil	Silt	Kum	pH	EC	CaCO ₃	OM	Hİ	HA	
Kil	0.66	**									
Silt	0.08	-0.08									
Kum	-0.66	** -0.92	** -0.24	**							
pH	0.01	-0.05	-0.05	0.03							
EC	0.41	** 0.45	** 0.09	-0.43	** -0.36	**					
CaCO ₃	0.21	** 0.32	** 0.20	** -0.36	** 0.09	0.25	**				
OM	0.06	0.12	* 0.05	-0.08	-0.08	0.27	** 0.07				
Hİ	-0.62	** -0.96	** 0.13	* 0.84	** 0.05	-0.40	** -0.30	** 0.02			
HA	-0.48	** -0.75	** -0.08	0.77	** 0.05	-0.42	** -0.26	** -0.53	** 0.62	**	
K	0.45	** 0.69	** 0.17	** -0.69	** -0.10	0.38	** 0.34	** 0.35	** -0.66	** -0.55	**

*: p<0.05; **: p<0.01

EC: Elektriksel İletkenlik; OM: Organik Madde; Hİ: Hidrolik İletkenlik; HA: Hacim Ağırlığı; K: Aşınabilirlik Faktörü

Çalışmada faktör analizi, toprak özellikleri arasındaki içsel ilişkileri ortaya koymak için yapılmıştır. Faktör analizinin temel amacı, birbiriyle ilişkili veri yapılarını, birbirinden bağımsız ve daha küçük boyutlu yeni veri setleri haline getirmek ve bu şekilde değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkararak sınıflandırmalar yapmaktır (Sağlam, 2013). Faktör analizinde ayrıca tanımlanan faktörler ile yüksek korelasyona sahip ölçülebilir değişkenlerin bulunması da amaçlanmaktadır (Ünlükaptan, 2008).

Toprak fiziko-kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler Spearman korelasyonu kullanılarak analiz edilmiş ve önemli korelasyonlar elde edilmiştir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre 55 korelasyon çiftinden 37 adedi istatistiksel olarak anlamlı (p<0.05; p<0.01) bulunmuştur.

Büyüköztürk (2009), korelasyon katsayısının 1.00 ile 0.70 arasında olmasını yüksek, 0.69 ile 0.30 arasında olmasını orta ve 0.29'un altında olmasını ise düşük düzeyde ilişki olduğu şeklinde sınıflandırmaktadır. Buna göre en yüksek pozitif korelasyon ilişkisi kum ile hidrolik iletkenlik arasında (0.84**) görülürken, en

yüksek negatif korelasyon ilişkisi ise kil ile hidrolik iletkenlik arasında (-0.96**) bulunmuştur.

Tablo incelendiğinde kil miktarı EC ve kireç miktarı ile pozitif yüksek önemlilik gösterirken hidrolik iletkenlik ve hacim ağırlığı ile negatif % 1 derecesinde önemlilik göstermektedir.

Topraktaki asit-baz dengesinin bir göstergesi olan pH'nın ise sadece EC ile negatif bir ilişkisi bulunmaktadır. Diğer özelliklerle arasında herhangi bir anlamlılık bulunmamaktadır.

Tuzluluk açısından önemli parametrelerden biri olan EC'nin kil oranı ile pozitif %1'lik önem derecesi bulunurken, EC ile kum ve pH arasında negatif % 1'lik önemlilik bulunmuştur.

Toprak örneklerindeki kireç miktarı ile kil, silt ve EC değerleri arasında % 1 düzeyinde pozitif ilişki görülürken, kireç ile kum arasında yine % 1 önemlilik gösteren negatif bir ilişki görülmektedir. Kum miktarı arttıkça topraklardaki kireç miktarı düşmektedir.

Organik madde miktarı ile kil miktarı arasında %5 önemlilik derecesi bulunmakta, EC ile % 1 önemlilik göstermektedir.

Toprakların geçirgenlik özelliklerinin belirlendiği hidrolik iletkenlik parametresinin; kil, EC ve kireç miktarlarıyla % 1'lik önem derecesinde negatif korelasyon gösterdiği görülmektedir. Kum ve hacim ağırlığı değerleriyle ise % 1'lik önem derecesinde negatif bir korelasyonu söz konusudur. Ayrıca hidrolik iletkenlik ile silt miktarı arasında % 5'lik önem derecesine sahip yani düşük önemli bir korelasyon görülmektedir.

Hacim ağırlığının silt ve pH ile anlamlı bir ilişkisi bulunamamış, diğer parametrelerin tamamıyla % 1 derecesinde yani yüksek önemlilik bulunmuştur. Değerlerdeki negatif önemliliğe bakarsak hacim ağırlığının kil, EC, kireç, organik madde ve K değerleri arasında ters orantı söz konusu olduğu görülmektedir. Yani bu değerler artarken hacim ağırlığı azalmakta, hacim ağırlığı artarken ise topraktaki bu değerler düşmektedir.

Toprak aşınabilirliğini ifade eden K faktörünün korelasyon ilişkisini inceleyecek olursak; kil, silt, EC, kireç, organik madde ile arasında % 1 düzeyinde

önemli pozitif bir ilişki olduğu görülmektedir. Kum, hidrolik iletkenlik ve hacim ağırlığı ile de arasında negatif bir korelasyon ilişkisi görülmektedir. Bu durumda K faktörünün kil ve silt arttığında arttığı, kum miktarı arttığında ise azaldığı görülmektedir. Yine hidrolik iletkenlik arttıkça K faktörü azalmaktadır.

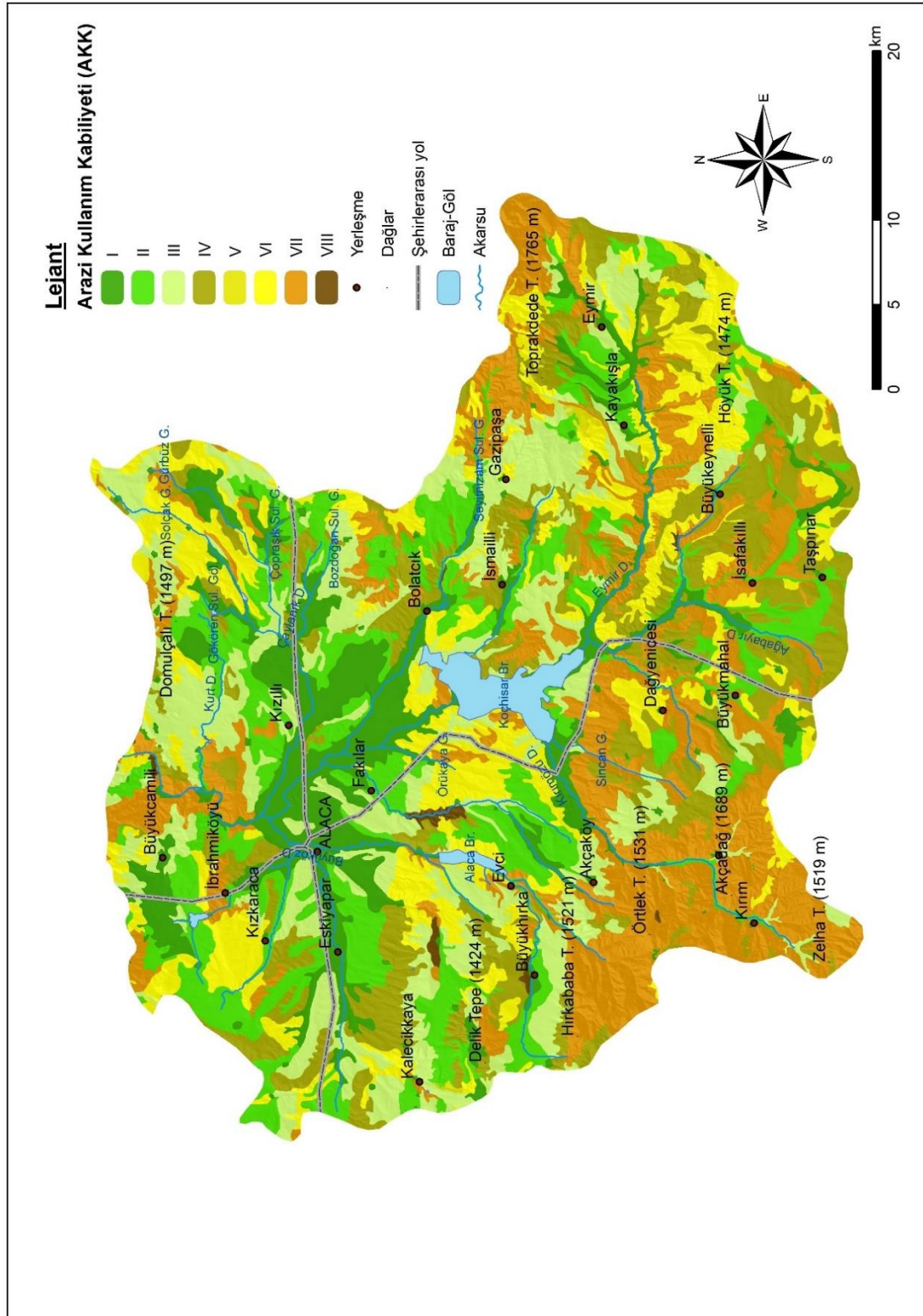
2.3. Arazi Kullanım Kabiliyeti

Araştırma sahası toprak kabiliyet sınıfları incelendiğinde depresyon tabanı ve yakın çevresindeki nispeten alçak araziler I. sınıf verimli arazilerdir. Bu araziler havzanın % 13.1'lik kısmını oluşturur. II. sınıf araziler birinci sınıf arazilere göre daha yüksek sahalarda görülmektedir. IV. sınıf arazilerde daha çok sahanın güney kesimlerinde yüzeylemektedir. Büyükmahal, İsafakılı, Dağyenice köyleri civarında görülür ve sahanın yaklaşık % 16.4'lük kısmını oluşturur. V. sınıf araziler çok az bir alanda görülürler. Bu araziler sahanın % 0.1'ini kaplar (Şekil 75, Tablo 37). VI. ve VII. sınıf araziler havzanın güney kesiminde tarıma uygun olmayan genellikle ormanlık, çayır ve mera arazisi olan taşlık, kayalık ya da eğimin çok fazla olduğu sahalarda bulunurlar. Özellikle güneybatıda Akçadağ çevresi, güneydoğuda ise Toprakdede Tepe'nin bulunduğu sahalarda VII. sınıf araziler yayılış göstermektedir.

Ülkemizdeki mera alanlarının % 87'si tarıma elverişli olmayan V., VI. ve VII. sınıf arazilerdir (Toprak Su, 1978). Havzada bulunan bu sınıf arazilerde mera alanlarıdır.

Tablo 37: Araştırma sahası arazi kullanım kabiliyeti alan ve yüzde cinsinden dağılımı.

Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı	Alan (km ²)	Yüzde (%)
I	217.46	13.1
II	267.59	16.2
III	288.02	17.4
IV	270.93	16.4
V	2.10	0.1
VI	259.33	15.7
VII	345.10	20.8
VIII	5.87	0.4
Toplam	1656.4	100.0



2.4. Havza Toprakları İle İlgili Başlıca Sorunlar

Toprak kaynağına ilişkin sorunlar iki kısımda değerlendirilebilir; Bunlardan birisi, toprakların erozyonla ve tarım arazilerinin amaç dışı kullanımla tamamen kaybı, diğeri ise çoraklaşma ve drenaj yetersizliği, kirlenme, taşlılık gibi toprak özelliklerinin bozulmasına neden olan ve giderilebilecek özellikte olan sorunlardır (Özdemir, 2013).

2.4.1. Tarım Arazilerinin Amaç Dışı Kullanımı

Tarım toprakları genellikle şehirleşme endüstriyel amaçlı kullanım turizm gibi sebeplerle geri döndürülemez biçimde kaybedilmektedir. Türkiye’de tarım arazileri bitkisel üretime elverişlilik dereceleri ve uzun dönemde ekonomiye yapacağı faydalara bakılmaksızın yerleşim yeri, hammadde kaynağı, turistik ve diğer amaç dışı kullanımlar için kapatılmaktadır (Özdemir, 2013).

Araştırma sahasında özellikle turizm ve yerleşme amaçlı arazi kullanımı görülmektedir. Alaca ilçe merkezinde evlerin arasında kalmış verimli araziler bulunmaktadır. Ayrıca köy yerleşmelerinin yamaçlarda daha az verimli araziler yerine akarsu boylarında verimli araziler üzerinde kurulduğu gözlemlenmiştir.

Araştırma sahasında önemli sit alanları bulunmaktadır. Bu alanlara bağlı sahada bazı tarım toprakları tarih ve turizm amaçlı kullanılmaktadır. Sahanın kuzeybatı kesiminde yer alan müze alanı, sit sahası bu tür alanlara örnektir.

2.4.2. Taşlılık ve Kayalılık

Taşlılık ve kayalılık toprak yapısının veya erozyonunun sonucu olarak ortaya çıkan bir durumdur. Kayalılık, bir toprak sathındaki çıplak yerli kayaların ya da kaya üzerindeki toprak derinliği yetersiz olduğu için kullanılamayan arazi parçalarının oransal payını gösterir (Özdemir, 1995). Taşlılık özellikle tarım yapılan alanlarda tarlaların tarıma elverişli yüzeyini azaltması, tarım makinelerinin kullanımını zorlaştırması gibi engeller teşkil etmektedir.

Toprak işlemeye elverişli topraklarımızın % 10.9’unda (2.989.033 ha) tüm topraklarımızın ise % 36.6’sında taşlılık sorunu bulunmaktadır (Özdemir, 2013).

Araştırma sahası güneydoğu ve kuzeydoğusunda bazı sahalarda taşlılık problemi görülmektedir (Şekil 76). Bu problemin önüne geçmek için taş toplama makineleri kullanılmakta, ekim yapmadan önce tarlaların yüzeyindeki taşlar toplanarak tarla sınırlarına ya da dere yataklarına boşaltılmaktadır.



Şekil 76: Taşlılık problemi olan sahalara Kayakışla güneyinden bir örnek.

2.4.3. Drenaj Yetersizliği

Drenaj taban suyu yüksekliği ve toprak bünyesi ile ilişkilidir. Tarımsal amaçlı toprak kullanımını doğrudan etkileyen bir olaydır. Kötü drenaj koşulları özellikle bitkilerin besin elementlerini almasını zorlaştırmaktadır (Özdemir, 2013).

Çalışma sahasında taban arazilerinde ve akarsuların yakın çevrelerinde taban suyu seviyesi yüksektir. Ayrıca bu akarsuların yakın çevresinde taşkın setleri bulunmaktadır. Yer yer açılan kanallar ile bu sorun çözülmeye çalışılmaktadır.

2.4.4. Kirlenme

Toprağa atılan her türlü endüstriyel atık, kimyasal gübre, kirli sular kirlenmeye sebep olmaktadır. Çeşitli çalışmalarda toprağın kirlenmesine sebep olan unsurlar maddeler halinde sıralanmış ve başlıca kirleticiler sedimentler, pestisitler, gübreler, endüstriyel atıklar olarak sınıflandırılmıştır (Mater, 1998; Özdemir, 2013).

Araştırma sahasında endüstri kolları fazla gelişmemiştir. Bu yüzden sahada endüstriyel kirlenme görülmemektedir. Fakat bazı bölgelerde halkın çöp ve molozlarını doğada belirli bölgelere rastgele döktüğü buralarda toprak ve bitki örtüsünün olumsuz etkilendiği görülmüştür (Şekil 77).



Şekil 77: Gürbüz sulama göleti yolu üzerinde evsel atıklar ve molozların döküldüğü orman içerisinde bir saha.

2.4.5. Heyelan

Kayalardan, enkaz mantosundan veya topraktan oluşmuş kütlelerin, yerçekimi etkisi altında koparak yer değiştirmeleri olayına heyelan denir (Erinç, 1996). Havzada yayılış gösteren Hamidiye volkanı ve Dodurga formasyonu gibi formasyonlar yer yer oldukça gevşek özellik göstermekte bu da heyelan ve erozyon gibi süreçlerin oluşumunda etkili olmaktadır.

Araştırma sahasında eski ve yeni heyelan sahaları bulunmaktadır (Şekil 78). Alaca ilçe merkezi kuzeyinde Miyanesultan Höyüğü'nün bulunduğu yer eski bir heyelan sahası içerisinde yer almaktadır. Heyelan sahaları erozyona uğradığı için küçük çaptaki heyelan alanlarının tespiti zordur.



Şekil 78: Araştırma sahası kuzey kesiminde heyelan sahası.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ALACA HAVZASI'NDA RUSLE YÖNTEMİNE GÖRE EROZYON VE PLANLAMA

3.1. Erozyon

Erozyon dünyanın oluşumundan beri var olan doğal bir süreçtir. İnsan tarafından bu sürece müdahale edilmesiyle hızlandırılmış erozyon kavramı ortaya çıkmıştır.

Ülkemizde toprak ve su kaynaklarının geliştirilmesi, bunlardan etkin bir biçimde yararlanılması ve bu kaynakların korunması ile ilgili çalışmalara planlı kalkınma dönemine geçene kadar önem verilmemiştir. Gıda ve ihtiyaç maddelerine olan talep artışı, tarım yapılan topraklarımızı genişleterek artırma ile karşılanamadığından, birim alandan sağlanan verimin artırılması ve verimliliğin devam ettirilmesi gerekmektedir (Karaş vd., 2009).

Tarım arazilerinin etkin kullanımı, arazi planlama ve erozyonun tespit edilmesi ve önlenmesi gibi konularda çalışmalar yapılmalı, yanlış uygulamaların önüne geçilmelidir. Bu noktada herkesin sorumluluk alması gerekmekte, özellikle bilim adamlarının çalışmalarına çözümcül şekilde yön vermeleri gerekmektedir.

Erozyon kelimesi yabancı dildeki erodo, erodobilite gibi kavramlardan gelmektedir. Bu kelimeler türkçeye aşındırma, aşındırılabilirlik gibi karşılıklarla çevrilmiştir.

En geniş anlamıyla erozyon yeryüzünün akarsu, rüzgar, buzul, dalga ve biyolojik sebepler gibi dış etmenlerle aşındırılması ve taşınması olayıdır. Erozyonun bu tanımı bazı kaynaklarda jeolojik erozyon, doğal erozyon gibi isimlendirilir. Doğal erozyonda, erozyon hızı ile toprak oluşum hızı neredeyse birbirine eşittir. Hatta

toprak kazanımı daha fazladır. Bunu derin toprak profillerinden anlamak mümkündür (Bahtiyar, 2006).

Toprak erozyonu toprak örtüsünün aşındırılması ve taşınması olayıdır. Bu olay çeşitli şartlara bağlı olarak oluşmaktadır.

- Şekiller arasındaki yükselti ve eğim durumu
- Anakayanın aşınmaya karşı direnci
- Aşındırıcı etmenin cinsi ve aşındırma gücü
- Klimatik özellikler
- Bitki örtüsü özellikleri
- Yerçekimi
- Beşeri etkenler

3.2. Erozyonun Coğrafyadaki Yeri ve Önemi

Erozyon topoğrafyanın oluşum ve gelişiminde doğrudan etkili bir etmen ve süreçtir. Coğrafyanın temel disiplinlerinden birisi olan jeomorfolojinin inceleme alanına girmektedir. Jeomorfolojinin üç temel prensibi olan aşınma, taşınma ve birikme evrelerinin ilk ikisi erozyonu oluşturmaktadır. Bu yönüyle erozyon morfolojik birimlerin oluşum ve gelişimleri üzerinde etki göstermektedir (Şekil 79). Ancak volkanizma ve tektonizmaya oluşan şekillerin oluşum aşamasında etkili değildir.

Coğrafya biliminde farklı topoğrafyalarda oluşan ya da farklı nedenlere bağlı olarak oluşan şekiller aşındırma şekilleri ve biriktirme şekilleri olarak adlandırılmaktadır. Bu da erozyonun coğrafya için ne kadar önemli bir kavram olduğunu açıklamaktadır.



Şekil 79: Kırım köyü doğusu aşınma ve taşınma süreçlerinin görüldüğü mevsimlik akarsu vadisi.

3.3. Erozyonun Dünya’da ve Türkiye’deki Durumu

Son yıllarda Dünya nüfusundaki hızlı ve sürekli artışla birlikte gıda ve diğer tarımsal maddelere olan ihtiyaçta sürekli artmaktadır. Öte yandan son 25-30 yıl içinde dünya gıda üretimi de iki katından fazla artmış, tarım topraklarındaki küçük artışa rağmen bu denli büyük bir artış olması başarı sayılmıştır. Başarılı sayılan bu artışla birlikte toprakların besin elementlerinin azalması ve toprağın fiziksel yapısının bozulması gibi sonuçları olan erozyon gizli bir düşman olarak canlıların geleceğini tehlikeye atmaya devam etmektedir (Gültekin ve Kocabıykoğlu, 1996).

Dünyanın gıda ihtiyacı ve dünyadaki gıda kaynaklarına ilişkin, 1960’ların sonunda ve 1970’lerin başında yapılan hesaplar, dünya gıda üretiminde 1980’lerde meydana gelen yavaşlamayı öngörmemiştir (Gültekin ve Kocabıykoğlu, 1996). Bunun nedenlerinden birisi erozyon sebebiyle topraktaki bozulmanın hesaplanmamış olmasıdır.

Ülkemizdeki erozyon tehlikesinin boyutunun fazla olduğu ve uygulamaya yönelik her türlü bilimsel ve uzmansal koruma önlemleri alınmazsa, tehlike boyutlarının giderek artacağı ve özellikle toprak, topografya, su ve bitki örtüsü açısından geri-dönüşümsüz evrelere gelinebileceği açık bir şekilde bilinmektedir (Erpul ve Deviren Saygın, 2012).

Ülkemiz topraklarının % 73' ü şiddetli erozyon tehlikesine maruzdur. Rüzgâr ve yağmur, verimli toprakları sürükleyerek, baraj göllerine, akarsu yataklarına ve denizlere taşımaktadır (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Toprak İzleme Sistemi).

3.4. Erozyon Çalışmalarına Yönelik Modelisel Yaklaşımların Gerekliliği

Toprak erozyonu konusunda yerli ve yabancı birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmaların bazıları değerlendirmeye yönelik çalışmalar, bazıları ise ölçüme dayalı değerler içeren çalışmalardır. Ölçüme dayalı değerler içeren çalışmalar deneme parselleri kurularak yapılan çalışmalardır. Fakat bu tarz yöntemlerde küçük mesafelerde farklı sebeplerle değişiklikler görülebilir. Yine bu çalışmalar pahalıdırlar, çok zaman alırlar ve belki de sadece uygulandığı alana ait noktasal veri sağlarlar (Harmsen, 1996).

Ülkemizde yapılan erozyon çalışmalarında kullanılan yöntemler genellikle revize, modifiye şeklinde yapılan modellerdir. Son yıllarda gelişen CBS ve UA teknikleriyle birlikte bu modellerin uygulanabilirliği ve geçerliliği daha da artmıştır. Yapılan çalışmalarda bazı değişikliklere gidilmesinin sebepleri kimi zaman veri yetersizliği, kimi zaman sahanın, kullanılacak yöntemi olduğu gibi kullanmaya uygun olmaması ile ilgilidir.

3.5. Alaca Havzası'nda Toprak Erozyonu

3.5.1. Erozyon tipleri

Erozyon kavramı farklı kaynaklarda çeşitli şekillerde sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma en genel şekliyle doğal erozyon ve hızlandırılmış erozyon olarak ikiye ayrılmaktadır. Bunun haricinde erozyona neden olan etkenlere göre, aşındırmanın şekline göre, aşınım uğrayan materyale göre farklı şekillerde sınıflandırılmıştır.

Hızlandırılmış erozyon kavramı doğal erozyon gibi kendisini oluşturan etmenlere göre sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmada da insanları en çok etkileyen toprak erozyonu olduğu içindir ki genellikle su ve rüzgar erozyonu üzerinde durulmaktadır.

Alaca Havzası'nda görülen erozyon şekilleri genellikle parmak erozyonu gibi akan suların sebep olduğu erozyon şekilleridir.

Araştırma sahasında görülen erozyon tip ve şekilleri:

3.5.1.1. Akarsu Erozyonu

Akarsu yatağında meydana gelen erozyon suyun aktığı yatağın kenar ve tabanındaki toprağın aşınmasıyla oluşur ve bu erozyona ülkemizin her yerinde rastlanmaktadır (Apan, 2009). Akarsuyun tabanını oyarak aşındırması, derinleştirmesi ve tabanda birtakım oyuntular oluşturmaya olayına yatak erozyonu, yatak eğiminin az olduğu alanlarda ise selin kenarlarını oyarak sel yatağını genişletmesine kenar erozyonu adı verilmektedir (Özdemir, 2013).

Alaca Havzası'nda çok sayıda mevsimlik akarsu bulunmaktadır. Bu akarsuların yataklarında görülen erozyon derine ve yana aşındırmanın oldukça fazla olduğu sahalardır. Vadi içerisinde oluşan erozyon sonucunda anakaya ortaya çıkmıştır. Kızkaraca köyü yakınlarında erozyona uğramış mevsimlik akarsu yatakları yaygın olarak görülmektedir (Şekil 80).



Şekil 80: Kızkaraca köyü kuzeyi, kuru dere vadisinde erozyon. Bitki örtüsü azlığına bağlı olarak arazi parçalanmış ve nispeten derince yarılmıştır.

3.5.1.2. Yüzey Erozyonu

Yüzey erozyonu yüzeysel akışa geçen yağmur sularının yüzey toprağını ince bir tabaka halinde sürüklemesiyle oluşan erozyondur. Yağmur sonrası küçük kanalcıklar halinde gözlenen şekiller oluştursa da genellikle kalıcı şekiller oluşturmaz. Özellikle sağanak yağışlarda gözlemlenmektedir (Şekil 81). Yüzey

erozyonu akan suların rengi, anakayanın ortaya çıkması gibi olaylar sonucu anlaşılmaktadır.

Topraklar, yüzey erozyonuyla, organik madde ve çözünebilir bitki besin elementleri ortamdaki uzaklaştığı ve toprak derinliği azaldığı için, verimliliklerini önemli düzeyde kaybetmektedir. Bu açıdan yüzey erozyonu tarımsal amaçlı kullanılan araziler için büyük bir tehdit oluşturmaktadır.



Şekil 81: Sağanak yağış sırasında yüzeysel akışa geçen sular. Eğimli yamaçlarda aşınma sonucu suyun rengi bulanmış ve arazi yarılmıştır. Bu tür akış sırasında yüzey toprağı da önemli ölçüde taşınmaktadır.

3.5.1.3. Parmak Erozyonu

Parmak erozyonu; yamaçlarda ve tarım alanlarının eğimli yerlerinde yüzey akışa geçen suların aşındırması sonucu oluşan birbirine paralel olarak uzanan çizgisel kanalcıklardır (Parlak ve Çanga, 2007). Eğimi % 4-5'ten fazla olan arazilerdeki siltçe zengin, yumuşak, yeni sürülmüş topraklarda en fazla rastlanan erozyon şeklidir (Parlak ve Çanga, 2007). Parmak erozyonu yüzey erozyonunun ilerlemiş halidir. Sahada yapılan gözlemlerde özellikle şiddetli sağanak yağışlar sonucu parmak erozyonunun olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 82). Tarım arazilerinde oluşan yüzey erozyonu ve parmak erozyonu şekilleri tarlaların ekilip dikilmesi sebebiyle kaybolmaktadır. Fakat yol yarmalarında ve orman mera alanlarında oluşan şekiller gelişerek daha büyük erozyon şekillerinin oluşmasına sebep olmaktadır.

Parmak erozyonuna havzanın hemen her yerinde rastlanılabilir. Bu şekiller kumtaşı, çamurtaşı, serpantin, ofiyolitli seriler üzerinde daha yaygın olarak görülür. Tarım yapılan alanlarda toprak yapısının tarımsal faaliyetler sebebiyle bozulması toprağın akışa geçmesini daha kolay hale getirmektedir. Arazilerin sürüldüğü dönemlerde görülen sağanak yağışlar tarım topraklarının taşınmasına ve parmak erozyonu oluşmasına sebep olmaktadır.

Selinti ve parmak erozyonu tarım alanlarının zamanla verimsizleşmesine sebep olmaktadır. Araştırma sahasında yamaç boyunca tarlaların toprak rengine bakıldığında yüksekten alçağa doğru bir koyulaşma olduğu görülmektedir. Bu görüntülerden hareketle aşınmanın yüksek olduğu yerlerde toprağın organik madde bakımından fakirleştiği, ana materyalin yüzeye çıktığı ve toprağın verimsiz hale geldiği görülmektedir. Bu da yöre halkının zamanla bazı arazilerde tarımı terk etmesine sebep olmaktadır. Bu süreçte halk bazen geçim sıkıntısı sebebi ile büyük şehirlere göç etmektedir. Yerel halkla yapılan sözlü görüşmeler sırasında özellikle genç nüfusun artık köylerde durmadığı, bunun bir sebebinde arazilerin verim düşüklüğü olduğu öğrenilmiştir.



Şekil 82: Araştırma sahası güneyinde yol yarmasında parmak erozyonu oluşumu.

3.5.1.4. Oluk Erozyonu

Oluk erozyonu arazi yüzeyinde meydana gelen küçük su kanallarının gelişmesiyle oluşur. Oluk erozyonu oluşum süreci yüzey erozyonu ile oyuntu erozyonu arasında kalan bir devrededir (Mater, 1998). Genellikle sürülmüş arazilerde görülmesine rağmen araştırma sahası batı kesiminde kalan Bozdoğan sulama göleti yakınlarında yol üzerinde oluşmuş ve gelişmiştir (Şekil 83).

Araştırma sahasının güney kesimlerinde özellikle bitki örtüsünden yoksun eğim değerlerinin yüksek olduğu alanlarda bu tür erozyon şekilleri görülmektedir. Akçadağ'ın yamaçlarında ofiyolitik seri üzerinde oluk ve oyuntu şekilleri yaygın olarak görülmektedir. Özellikle Kırım deresi havzasında kolay aşınabilen ofiyolitler eğimin yükseldiği yerlerde oluk ve oyuntu şekilleri oluşumuna oldukça müsait yapıdadır. Sahada rastlanılan olukların derinlikleri birkaç on cm ile bir metre aralığında değişiklik göstermektedir. Üzerinde olduğu anakayanın cinsine göre derinlikleri değişmektedir. Örneğin Bozdoğan sulama göleti yolu üzerinde rastlanılan oluklar aşınımına karşı dirençsiz materyal üzerinde olduğu için diğer yerlere oranla daha derindir. İnce malzemenin aşınıp taşınması sonucu geriye kaba materyal kalmıştır. Oluk şekilleri koruma önlemi alınmadığı takdirde gelişerek oyuntu erozyonu şekillerine dönüşebilir. Bu yüzden araziler geri döndürülemez evrelere geçmeden erozyonla mücadeleye hız verilmelidir.



Şekil 83: Bozdoğan sulama göleti yolu üzerinde oluşan oluk erozyonu şekli.

3.5.1.5. Oyuntu Erozyonu

Yüzey akış suları ile oluşan oluklar arazinin alt kısımlarına doğru birbirlerine yaklaşıp birleşir ve derin oluklar oluştururlar. Bu oluklar ortadan kaldırılmazlarsa giderek derinleşir ve süreklilik kazanır. Bu olaya oyuntu ya da sel yarıntısı erozyonu adı verilir (Özdemir, 2013).

Araştırma sahasında oluşan oyuntularda eğimin az olduğu arazilerde geniş oyuntular, eğimin yüksek olduğu sahalarda ise derin oyuntular olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle havzanın güney bölümünde daha gevşek yapılı toprakların bulunduğu sahalarda geniş ve derin oyuntulara örnekler görülmektedir. Kırım köyü çevresinde bulunan ormanlık alanlarda arazinin tamamı oyuntu erozyonu şekilleri oluşumuna maruz kalmıştır (Şekil 84).



Şekil 84: Araştırma sahası güneyinde plato sahalarındaki oyuntu erozyonu şekilleri.

Alaca Havzası batı kesiminde bulunan Büyükhırka köyü yakınlarında dağlık arazide birçok erozyon şeklinin birarada bulunduğu bir saha bulunmaktadır (Şekil 85). Resimdeki erozyon şekillerinin oluşumu sahanın gevşek kumtaşı ve kireç taşından oluşan materyalden kaynaklanmaktadır. Yüzeysel akışa geçen sular zamanla oluk erozyonu oluşturmuş, tabana yaklaştıkça birleşerek büyümüş ve oyuntu erozyonu şekilleri oluşturmuştur. Ayrıca toprak üzerinde parmak erozyonu şekilleri de görülmektedir. Vadi içerisinde akan suyun da kış mevsiminde yana aşındırma

yaparak var olan şekilleri geliştirdiği gözlemlenmiştir. Yine bu sahalar bitki örtüsünden yoksun rüzgar erozyonunun etkilerine de açık sahalardır.



Şekil 85: Araştırma sahası güneyinde erozyonal süreçlerin etkisi ile oluşmuş kötü arazi (bad-lands). Farklı erozyon süreçleri birarada görülmektedir. Arka kesimde yüzeysel erozyonun etkileri bitki varlığına bağlı olarak daha azdır.

3.2. Uygulamalı Erozyon modeli RUSLE

RUSLE erozyon modeli, birim alandaki toprak kaybını ton/ha/yıl olarak hesaplamakta kullanılan USLE erozyon modelinin çeşitli araştırmalarla geliştirilmesi sonucu ortaya çıkarılmış bir modeldir. Bu yöntem ülkemizde araştırılmış farklı havzalarda uygulanmıştır (Ekinci, 2005; Ekinci, 2007; Cürebal ve Ekinci, 2006; İrvem ve Tülücü, 2004; Erkal, 2012; Karabulut ve Küçükönder, 2007; Değerliyurt, 2013).

USLE modeli Wischmeier ve arkadaşları tarafından tarım arazilerinde kullanılmak üzere geliştirilmiş ve yönteme daha sonra inşaat sahaları, 1972’de mera ve orman alanları için kullanımlar eklenmiştir (Erkal, 2012). 1987 yılında ise revize edilen USLE çalışması RUSLE diye isimlendirilmiştir. RUSLE eşitliğinin faktörleri aşağıda açıklanmıştır: (Wishmeier and Simith, 1978):

$$A=R*K*LS*C*P$$

A= Birim alanda gerçekleşen ortalama toprak kaybı (ton/ha/yıl).

R= Yağışın Erozyon Oluşturma Faktörü (ton/ha/yıl).

K= Toprağın Erozyona Duyarlılık Faktörü (ton/ha/yıl).

LS= Eğim Uzunluğu ve Eğim Derecesi (topoğrafya) Faktörü.

C= Arazi Kullanım ve Bitki Örtüsü Faktörü.

P= Toprak koruma önlemleri faktörü.

3.2.1. Yağışın Erozyon Oluşturma Faktörü (R)

Yağışın erozyon oluşturma faktörü yağışın neden olabileceği potansiyel erozyonu ifade etmektedir (Chen vd., 2009). RUSLE modeli diğer faktörler sabit olduğunda işlenen alanlardaki toprak kayıplarının direkt olarak yağış parametresine orantılı olduğunu varsayar (Özsoy, 2007).

R faktörü yağışın şiddeti, süresi, yağmur damlasının çapı, kütlesi ve damlaların düşme hızının bir fonksiyonudur (Renard ve diğ., 1997). Yağış ortalamasındaki artış R faktörünün aşındırma etkisini arttırmaktadır. R faktörü bir yılda gerçekleşen tüm yağışların fırtına kinetik enerjisi ve maksimum 30 dakikalık fırtına süresi yağış yoğunluğu işleme alınarak hesaplanır. Yağış süresi ve yağış yoğunluk değerleri biliniyorsa şu formül kullanılır:

$$R= E * I_{30} / 100$$

R : Yağışın erozyon oluşturma faktörü ($\text{MJ ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1} \times \text{mm h}^{-1}$).

E : Toplam şiddetli yağış enerjisi ($\text{MJ ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$).

I_{30} : Maksimum 30 dakikalık yağış şiddeti (mm h^{-1}).

Formülde yer alan değerler ülkemizde birçok meteoroloji istasyonunda ölçümü yapılmayan değerlerdir. Bu yüzden R faktörünün hesaplanmasında birçok çalışmada farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bazı çalışmalarda Doğan (1987 ve 2002) tarafından geliştirilen ve Kaya (2008) tarafından güncelleştirilen Türkiye’de ki bazı meteoroloji istasyonlarına ait R değerleri kullanılmıştır (Erkal, 2012). Yaygın olarak kullanılan yöntem Modifiye Fournier İndisi’nin (MFI) hesaplanmasıdır (Arnoldus 1977, 1980; Lu ve Yu, 2002). Bu indisin hesaplanmasında aylık ve yıllık yağış değerleri kullanılmaktadır.

$$MFI = \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i}{P}$$

MFI= Herbir meteoroloji istasyonuna ait MFI değeri

P_i= Aylık yağış miktarı (mm)

P= Yıllık yağış ortalaması (mm)

Araştırmada Alaca havzası çevresinde yer alan 10 adet meteoroloji istasyonu uzun yıllar verileri kullanılmıştır. Formül kullanılarak herbir meteoroloji istasyonunun MFI değeri belirlenmiştir. MFI değerleri belirlenen istasyonların R değerlerinin belirlenmesinde ise şu denklem kullanılmıştır (Özsoy, 2007).

$$R = 0.1215 * MFI^{2.2421}$$

R değerinin hesaplanmasında farklı araştırmacılar tarafından farklı eşitlikler geliştirilmiştir. Örneğin yapılan bir araştırmada Tayland için $R = 0,4669x - 12.1415$ formülü kullanılmıştır (Srihajan vd., 1994). Yine ülkemizde uygulanan farklı çalışmalarda $R = (4.17 * MFI) - 152$ eşitliği kullanılmıştır (Cürebal ve Ekinci, 2006; Karaburun vd., 2009).

Özsoy'un (2007) çalışmasında kullandığı R formülü ile hesaplanan R değerleri meteoroloji istasyonlarına ait değerlerdir. Bu değerlerden sahaya ait verilerin elde edilebilmesi için yani noktasal verilerin topoğrafya yüzeyine yayılabilmesi için yine farklı araştırmacılar çeşitli yöntemler geliştirmişlerdir. $R_y = R_b * (P_y)^{1.75} / P_b$ çalışmalarda kullanılan eşitliklerden bir tanesidir (Toy ve Foster, 1998; Erkal, 2012). Bu eşitlikte R_y =Değeri bilinmeyen nokta için hesaplanan R değeri, R_b =Değeri bilinen referans istasyonunun R değeri, P_y =Değeri bilinmeyen noktanın ortalama yıllık yağışı, P_b =Değeri bilinen referans istasyonunun yıllık yağış miktarını ifade etmektedir. Başka bir çalışmada ise yükselti farkının yağışla ilgisini ortaya koymak amacıyla Schreiber tarafından önerilen $Ph = Po + 54h$ formülü kullanılmıştır (Değerliyurt, 2013). Bu formülde Ph = yükseltisi bilinen ancak yağış tutarı bulunacak noktayı, Po yükseltisi bilinen ve yağış ölçümü yapan bir noktayı, 100 m'lik yükselti artışına paralel olarak yağışın 54 mm arttığını gösteren katsayı, h ise yağış değeri bilinen noktayla yağış değeri tespit edilecek nokta arasındaki yükselti farkının (hektometre olarak) değerini ifade etmektedir (Ardel, 1969; Dönmez, 1979).

Çalışma alanı içerisinde R faktörünün topoğrafya yüzeyine dağılışının belirlenmesinde çevre meteoroloji istasyonlarına ait R değerleri elde edilmiş ve bu değerler enterpolasyon yapılarak sahanın R dağılım haritası elde edilmiştir. Enterpolasyon işlemi yapılırken çalışmada kullanılan toprak parametrelerinin alansal dağılımının belirlenmesinde de kullanılan yöntemler uygulanmış ve karesel ortalama hata (RMSE) yöntemi seçilerek uygulanmıştır. Burada uygulanan farklı yöntemlerden hata kareler ortalaması (RMSE) değeri en düşük olan Radial Basic Function (RBF) dağılımı uygun görülmüştür. RMSE'nin hesaplanmasında ise şu formül kullanılmıştır (Arslan, 2012).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (z_{i*} - z_i)^2}{n}}$$

Z_i : tahmin edilen değer, Z_{i*} ölçülen değer ve n örnek sayısını ifade etmektedir (Arslan, 2012).

RUSLE erozyon modeli yağışın erozyon oluşturma faktörü (R) elde edilirken çeşitli çalışmalarda farklı yöntemler ve formüller uygulanmıştır. Yapılan çalışmalarda uygulanan bazı yöntemler ofis çalışmaları sırasında uygulanmış ve farklı değerlerde bulunan R faktörünün haritaların sonucunu çok değiştirmedeği gözlemlenmiş ve yukarıdaki formüller kullanılarak yapılmasına karar verilmiştir.

Buna göre; araştırma sahasına ait R faktörü haritasında minimum yağış değeri, 362,51 maximum yağış değeri ise 966,27 bulunmuştur. Elde edilen yağış değerlerinin havza içerisinde kapladığı alan tablo 38'de verilmiştir. R haritasının sahanın yağış haritası ile benzerlik gösterdiği görülmekle birlikte sahanın güneydoğusundaki sahaların Schreiber formülüyle hesaplanan yöntemle göre daha düşük yağış değerleri gösterdiği gözlemlenmiştir. Yine sahanın R faktörü yağışın yükseltiyle ilişkisini de doğrulayacak şekilde ortaya çıkmış, yükselti arttıkça yağış miktarında da artış olduğu görülmüştür (Şekil 86).

Tablo 38: Araştırma sahası R faktörünün alan ve yüzde cinsinden dağılımı.

R Yağış Değerleri (mm)	Alan (km ²)	Yüzde (%)
362-423	195.2	11.8
424-472	357.18	21.6
473-520	222.9	13.5
521-565	394.3	23.8
566-614	201.49	12.2
615-671	132.08	8.0
672-735	82.99	5.0
736-824	48.57	2.9
824-966	21.69	1.3
Toplam	1656.4	100.0

3.2.2. Toprağın Erozyona Duyarlılık Faktörü (K)

Toprağın aşınabilirlik (K) faktörü toprakların bünyesindeki çeşitli özelliklerden kaynaklanan aşındırıcı kuvvetlere karşı direncini ve erozyona uğrama oranını gösterir. Bu oran devamlı nadas halde % 9 eğimli ve 22.1 metre uzunluğunda standart bir alan üzerinde ölçülen, toprak erozyonundan elde edilen indeks değeridir (Fernandez and Nunez, 2011; Değerliyurt, 2013).

Toprağın aşınma özelliklerinin elde edilmesinde de farklı yöntemler kullanılmaktadır. Çeşitli çalışmalarda kullanılan benzer örnekler bulunmaktadır. Özsoy (2007) çalışmasında $100 \times K = (2.1 \times 10^{-4}) \times (12 - OM) \times M^{1.14} + 3.25 \times (S - 2) + 2.5 \times (P - 3) / d$ formülünü kullanmış ve denklemdeki parametreleri şu şekilde açıklamıştır (Wischmeier ve Smith, 1978):

K : Toprağın erozyona duyarlılık faktörü, OM : % organik madde, S : Toprak strüktür sınıfı (1-6), P : Toprak su geçirgenliği kodu (permeabilite), M : Zerre irilik parametresi, d : Metrik sisteme dönüştürme katsayısı ($d = 7.59$), Ayrıca bu denklem içerisindeki M faktörünün hesaplanmasında $M = (\% \text{ silt} + \% \text{ çok ince kum}) \times (100 - \% \text{ kil})$ formülünü kullanmıştır (Wischmeier ve Smith, 1978).

RUSLE erozyon modeli kullanılarak yapılan bazı çalışmalarda ise toprakların büyük toprak gruplarına göre yapılan çalışmalardan elde edilen K değerleri kullanılmıştır (Değerliyurt, 2013).

Bu çalışmada toprağın K değerini ortaya koymak için araştırma sahasından alınan yüzey örneklerinde organik madde, tekstür, hidrolik iletkenlik gibi analizler yapılmıştır. Analizler sonucunda elde edilen değerler aşağıdaki formülde yerine yerleştirilerek toprak örneği alınan her bir noktanın K değeri elde edilmiştir.

$$K = \frac{1}{100} \{ 2.1 \times 10^{-4} \times (12 - OM) \times [SI \times (SA + SI)]^{1.14} + 2.5 \times (PE - 3) + 3.25 \times (ST - 2) \}$$

K= Toprağın erozyona duyarlılık faktörü

OM= % Organik madde

SI= Silt içeriği

SA= Kum içeriği

PE= Hidrolik iletkenlik

ST= Strüktür sınıfı

Bu eşitlikte toprak organik madde miktarı % 4'ten büyükse, % 4 olarak kabul edilmektedir (Renard vd., 1997).

Strüktür sınıfının belirlenmesinde tablo 39'dan yararlanılmıştır (Özdemir, 2013).

Tablo 39: Araştırma sahası strüktür sınıfı, tipi ve kod numaraları.

Strüktür Sınıfı ve Tipi	Kod Numarası
Çok ince granüler	1
İnce granüler	2
Orta ya da kaba granüler	3
Blok, levhasal, kütleli	4

Analiz sonuçlarının korelasyon ilişkisi incelenmiş ve K değerinin; nem, kil, silt, EC, kireç, organik madde ile arasında % 1 düzeyinde önemli pozitif bir ilişki olduğu görülmüştür. Kum, hidrolik iletkenlik ve hacim ağırlığı ile de arasında negatif bir korelasyon ilişkisi görülmektedir. Bu durumda K faktörünün kil ve silt arttığında arttığı, kum miktarı arttığında ise azaldığı görülmektedir. Yine hidrolik iletkenlik arttıkça K faktörü azalmaktadır. Araştırma sahası K faktörü dağılım haritası da incelendiğinde kil ve silt miktarının daha fazla olduğu ova seviyesinde eğimin az olduğu sahalarda K değerinin düşük olduğu görülmektedir. Eğim ve yükselti arttıkça ise toprağın erozyona duyarlılığının azaldığı görülmektedir. Bu taşınan malzemenin

boyutunun K faktörü ile ilişkisinin önemini ortaya koymaktadır. Araştırma sahasının güneybatısında bulunan Akçadağ yamaçlarında çok az aşınabilir sınıfa giren bir alan bulunmaktadır (Şekil 87). Bu alan kum oranının ve hidrolik iletkenliğin en yüksek olduğu sahalardır (Şekil 67, Şekil 72).

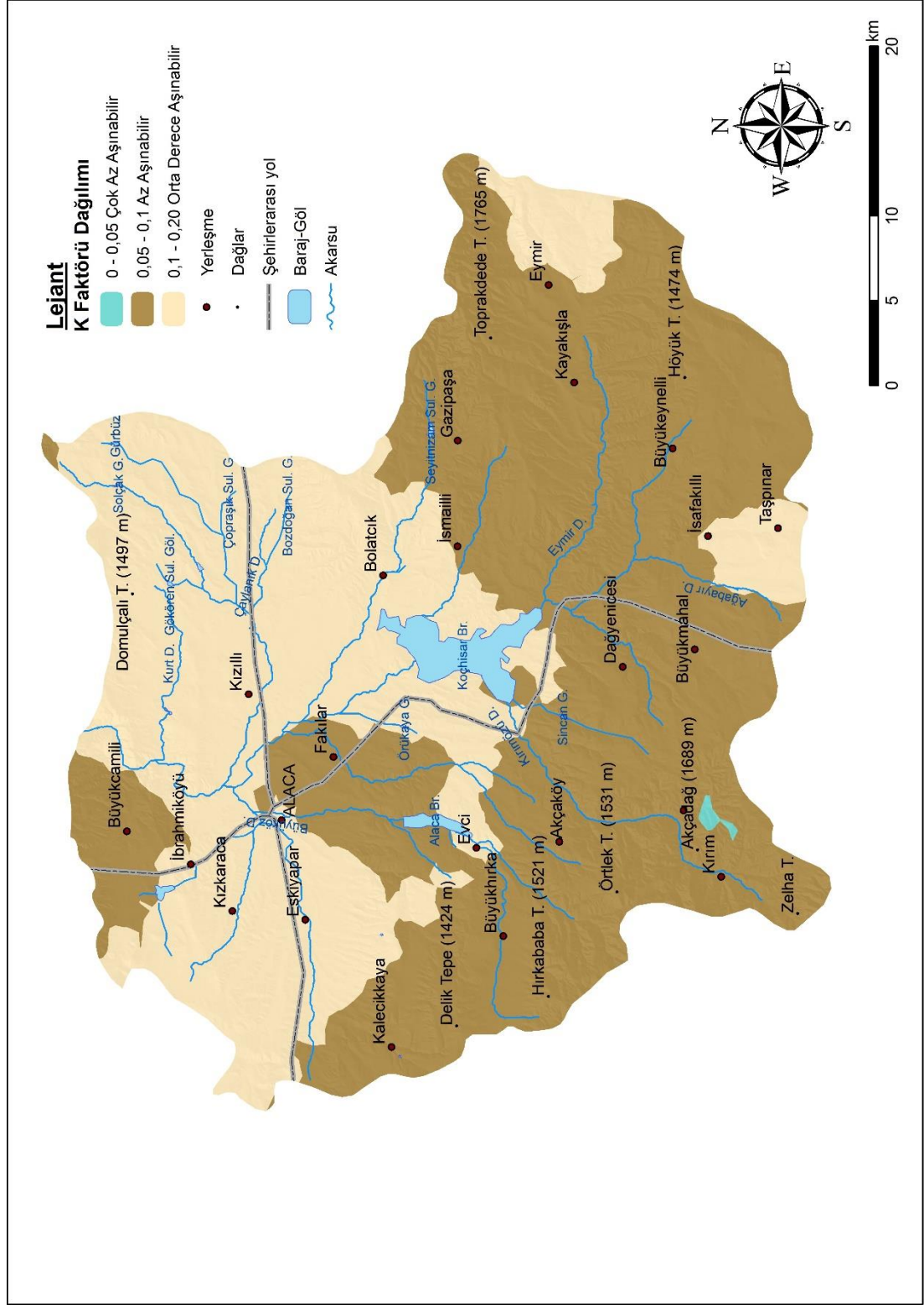
Tablo 40: K Sınıf Değeri (Wishmeier and Smith, 1978).

	Sınıf	Değer
Çok Az Aşınabilir	1	0.00-0.05
Az Aşınabilir	2	0.05-0.10
Orta Derece Aşınabilir	3	0.10-0.20
Yüksek Aşınabilir	4	0.20-0.40
Çok Yüksek Aşınabilir	5	0.40-0.60

En düşük (0.01) ve en yüksek (0.14) değerlere göre çok az aşınabilir ve orta derece aşınabilir değerler gösteren K faktörünün % 57.8'inin az aşınabilir sınıfa girerken % 42.1'inin ise orta derece aşınabilir sınıfa girdiği görülmektedir (Tablo 41).

Tablo 41: Araştırma sahası aşınım sınıfı alan ve yüzde cinsinden dağılımı.

Aşınım Sınıfı	Aşınım Sınıf Değeri	Alan (km ²)	Yüzde (%)
Çok Az Aşınabilir	0-0.05	0.09	0.1
Az Aşınabilir	0.05-0.1	959.41	57.8
Orta Derece Aşınabilir	0.1-0.20	696.9	42.1
Toplam		1656.4	100.0



Şekil 87: Araştırma sahası K faktörü haritası.

3.2.3. Eğim Uzunluğu ve Eğim Derecesi Faktörü (LS)

LS değerleri mutlak değerler değildir fakat % 9 eğimli ve 22.1 metre uzunluğunda bir arazideki LS değeri 1'dir (Wischmeier and Smith, 1978). LS faktörü arazinin diğer özellikleri eşit kabul edildiğinde, bu eğim ve uzunluk koşullarına oranını belirtmektedir. Eğim erozyonun şiddetiyle doğrudan ilişkili bir topoğrafya parametresidir. Özellikle eğimin arttığı yerlerde toprağın aşınma ve taşınmasının fazla olduğu bilinmektedir. Arazi çalışmaları boyunca da bu durum gözlemlenmiştir.

Eğim uzunluğu değerinin özellikle sayısal ortamda belirlenmesi maksadıyla birçok yöntem geliştirilmiş ve Kinnell'in (2001) önerdiği yöntem uygulanmıştır. Bu yöntemin uygulanmasında ArcGIS programında hidroloji toolları kullanılmıştır. Öncelikle sahanın 10m*10m çözünürlüğündeki DEM görüntüsü elde edilmiştir. Bu görüntü sırasıyla Fill skins, Flow direction ve Flow accumulation işlemlerine tabi tutulmuştur. Flow accumulation eğim uzunluğu değerine denk gelmektedir.

Eğim derecesini ortaya koymak için yine DEM görüntüsü kullanılarak eğim haritası oluşturulmuştur. Eğim haritası "Havzanın Topoğrafik Analizleri" başlığı altında yapılmış olan eğim haritası ile aynı sınıf değerlerinde yeniden sınıflandırılmıştır. Bu işlemlerden sonra LS faktörünün elde edilmesi için elde edilen bu iki harita kullanılarak raster calculator analizi yapılmıştır. Bu analiz farklı çalışmalarda kullanılan çeşitli formüller yardımıyla yapılmaktadır. Araştırmada şu formül kullanılmıştır: (Wischmeier ve Smith, 1978):

$$LS=1.6*Pow([(facc]*resolution)/22.1. 0.6)*Pow(Sin([slope]*0.01745)/0.09. 1.3)$$

Pow= üs

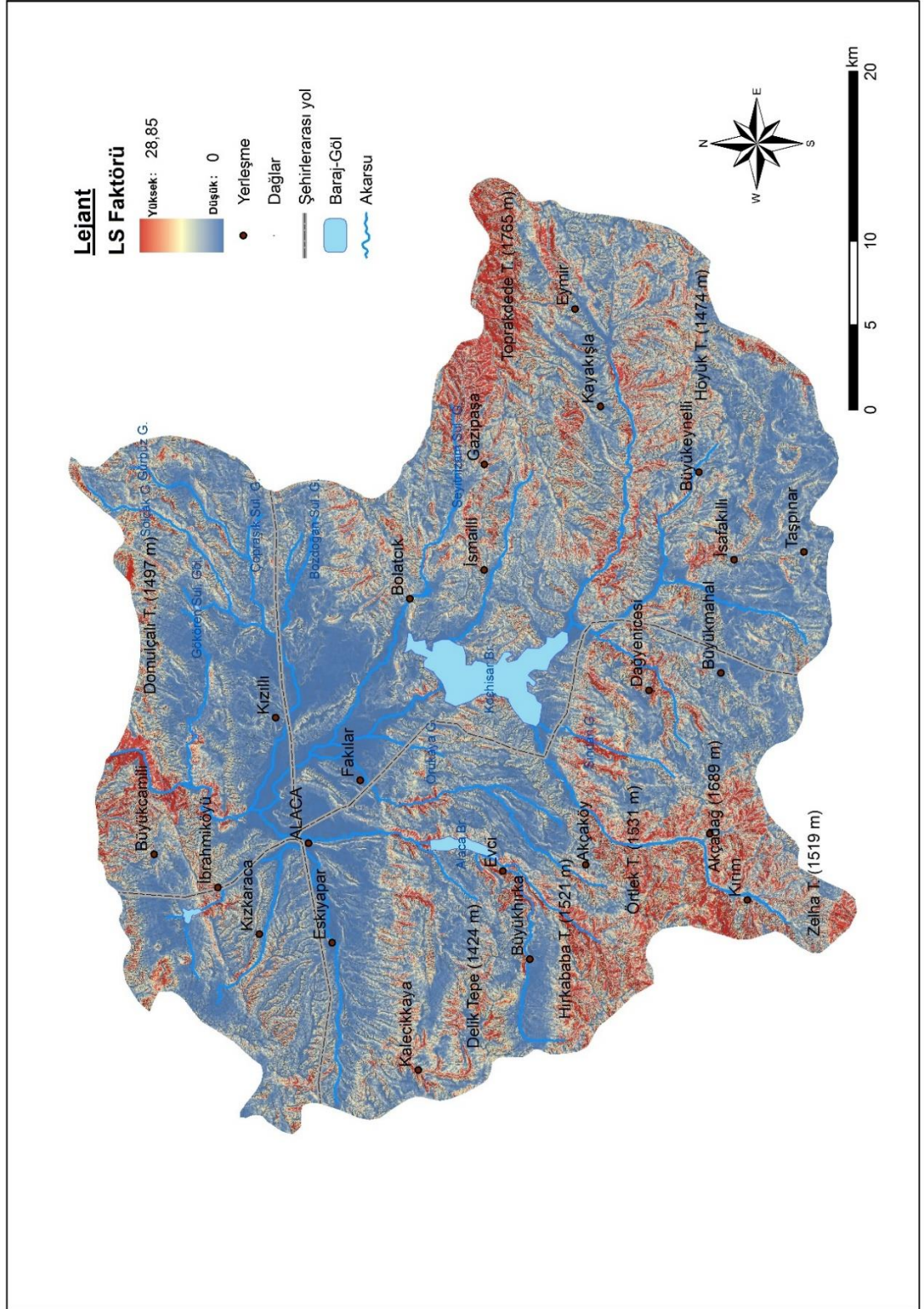
Resolution= çözünürlük

Sin= sinüs

Slope= eğim

Bu formülün uygulanmasında kullanılan DEM görüntüsünün çözünürlüğüne dikkat etmek gerekmektedir. Bu çalışmada 10 m çözünürlükteki DEM görüntüsü kullanıldığı için Resolution yerine 10 yazılmıştır. Bu değer farklı çalışmalarda farklı değerler alabilir. Bu formül yardımıyla LS faktörünün hesaplandığı çok sayıda çalışma mevcuttur (Hickey, 2000; Ekinci, 2007; Shiferaw, 2011; Değerliyurt, 2013).

LS faktörü haritasına bakıldığında eğim haritasıyla benzerlik gösterdiği görülmektedir. Bu benzerlik önceki çalışmalarda da kontrol edilmiş ve benzer sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür. Eğim haritasında olduğu gibi LS haritasında da özellikle yükseltinin arttığı sahalarda derin vadi yamaçlarında erozyon potansiyelinin yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 88).



Şekil 88: Araştırma sahası LS faktörü haritası.

3.2.4. Arazi Kullanım ve Bitki Örtüsü Faktörü (C)

C faktörü toprak koruma planının ortalama yıllık toprak kaybını nasıl etkileyeceği ve toprak kaybı potansiyelinin yapılaşma faaliyetleri, ürün münavebeleri veya diğer amenajman programları sırasında zaman içinde nasıl bozulup dağılacığını gösterir (Renard vd., 1997).

Zayıf veya iyi bitki örtüsü, mevsimlere ve bölgelere göre değişiklik gösterir. Ayrıca her bölgede ürün yetiştirme alışkanlığı, yıllık yağış durumu, gelişme evresi gibi farklılıklar olması sebebiyle C faktörünün deneysel olarak bulunması gerekmektedir (Özsoy, 2007).

Araştırma sahası erozyon dağılımının belirlenmesinde arazi kullanımı büyük önem taşımaktadır. Araştırma sahası arazi kullanım haritası toprak il envanter raporlarından alınarak güncel meşcere haritasıyla birleştirilmiştir. Bazı araştırmacılar arazi kullanımının belirlenmesinde NDVI görüntüleri sınıflandırma yöntemini kullanmışlardır (Kızılelma, 2013). Elde edilen haritadaki arazi kullanım alanlarına ait C faktörlerinin belirlenmesinde ise AB araştırma enstitüsünün kullandığı değerler kullanılmıştır (Tablo 42). Yapılan çalışmalarda kullanılan C değerleri aynı arazi kullanımları için yakın ya da aynı değerler olduğu da gözlemlenmiştir. Türkiye’ de yapılan birçok çalışmada C faktör değerleri önceki çalışmalardan derlenerek elde edilmiştir (Doğan ve Güçer, 1976; İrvem ve Tülücü, 2004).

Tablo 42: Araştırma sahası arazi kullanımı kodları ve C değerleri.

Arazi Kullanım Kodları	Arazi Kullanımı	C FAKTÖRÜ
M	Otlak (Mera)	0.040
F	Meşelik (Funda. maki vd.)	0.040
Bs	Sulu Tarım	0.200
O	Bozuk Orman (Seyreltilmiş bitki örtüsü)	0.036
K	Kuru Tarım	0.400
S	Sulu Tarım	0.200
V	Bağ	0.451
KM	Doğal Bitki Örtüsü-Tarım karışık	0.040
MK	Mera-Kuru Tarım	0.040
OM	Orman-Mera	0.040
MF	Mera-Meşe	0.040
Ç	Otlak	0.040
F	Meşe (fundalık. maki. garig)	0.040
FM	Meşe-Mera (orman içi otlaklar)	0.005
B	Bahçe	0.02
ÇK	Çıplak Kaya	0.036

Araştırma sahası arazi kullanım haritasında çok farklı arazi kullanımları bulunmaktadır. Fakat elde edilen C faktörü haritasında 7 sınıf bulunmaktadır (Şekil 89). Bunun sebebi ArcGIS programının aynı değerleri dissolve yaparak birleşmeye tabi tutmasıdır. C faktörü haritasında elde edilen sınıfların dağılımına baktığımızda orman mera alanlarında C faktörünün daha yüksek olduğu tarım alanlarına doğru C değerlerinin düştüğü görülmektedir. Bu da arazi örtüsünün erozyon oluşturan faktörler karşısında önemini ortaya koymaktadır.

Tablo 43: Araştırma sahası C faktörü alan ve yüzde cinsinden dağılımı.

C sınıf değeri	Alan (km ²)	Yüzde (%)
0.05	1.5	0.1
0.002	6.42	0.4
0.036	6.09	0.4
0.04	534.18	32.2
0.02	152.46	9.2
0.4	954.59	57.6
0.451	1.16	0.1
Toplam	1656.4	100.0

3.2.5. Toprak Koruma Önlemleri Faktörü (P)

RUSLE modelindeki toprak koruma önlemleri faktörü (P) veya destek uygulama faktörü tanımı; özel bir destek uygulaması ile toprak kaybının eğim doğrultusunda toprak işleme ile oluşan toprak kaybına oranıdır (Özsoy, 2007). Prensipte olarak bu uygulamalar yüzey akışının akış şeklini, derecesini veya yönünü değiştirerek veya yüzey akışının miktarını ve hızını azaltarak erozyonu etkiler (Renard ve Foster, 1983).

Ekili araziler için düşünülen destek uygulamaları içinde kontur-sürüm (izohipsler doğrultusunda veya dik sürüm ve dikim), şeritsel ekim, teraslama ve yüzeyaltı drenajı yer alır (Erkal, 2012). Bu uygulamalar kuru alanlar veya meralarda topografik konturlara (izohipslere) dik yapılan toprak bozma uygulamaları sonucunda toprakta nemi depolaması ve yüzeysel akışı azaltması nedeniyle koruma önlemleri olarak kullanılır (Çanga, 1985; Foster vd., 1996; Erkal, 2012).

Rusle erozyon modelinde, arazide toprak koruma önlemleri alınmıyorsa $P = 1,0$ alınır (Wischmeier ve Smith, 1978; Çanga, 1985).

Arazi çalışmaları sırasında yapılan gözlemler sonucu, Türkiye genelinde olduğu gibi çalışma alanında da toprak korumaya yönelik uygulamalar ya kısıtlı düzeylerde olup ya da hiç bulunmamaktadır. Bu yüzden bu çalışmada da $P = 1,0$ alınmıştır.

3.3. Toprak Kayıp Miktarı

Erozyon duyarlılık haritasının oluşturulmasında elde edilen bütün haritalar ArcGIS, Raster calculator kullanılarak birbiriyle çarpıştırılır. Bu işlem sırasında bütün altlık verilerin (çarpanların) aynı çözünürlükte olması gerekmektedir. Çarpma işlemi sonucu elde edilen harita yeniden sınıflandırılmaktadır. Araştırma sahasına ait erozyon duyarlılık sınıflarının belirlenmesinde Bergsma vd. (1996)'nin yaptığı sınıflandırma kullanılmıştır (Tablo 42). Ortaya çıkan erozyon duyarlılık haritasına bakıldığında sahanın yaklaşık yarısında çok hafif erozyon (0-5 ton/ha/yıl) olduğu görülmektedir. Yaklaşık 390 km²'lik alanda hafif erozyon (5-12 ton/ha/yıl), 338 km²'lik alanda ise orta şiddette erozyon görülmektedir. Güçlü, şiddetli ve çok şiddetli erozyon görülen alanlar ise sahanın yaklaşık 70 km² ile yaklaşık % 4.4'lük kısmını kaplamaktadır (Tablo 44, Şekil 91). En şiddetli erozyon olaylarını görüldüğü sahalar güneybatıda Akçadağ, Örtlek Tepesi, Hırkababa Tepesi'nin bulunduğu oldukça dik ve eğimli alanlar ile sahanın yaklaşık doğu kesimlerinde kalan Toprakdede Tepesi ve Gazipaşa köyü yakınlarıdır. Bu alanların dışında bazı derelerin yamaçlarında artan kırmızılıklar da buralarda erozyon miktarının daha yüksek olduğunu göstermektedir (Şekil 90).

Erozyon duyarlılık haritasına bakıldığında erozyon sahalarının eğim haritasına ve LS haritasına uyumu göze çarpmaktadır. Yapılan çalışmalarda incelendiğinde benzer sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür. Özellikle eğimli sahaların erozyon miktarının daha yüksek olduğu görülmektedir. R haritasına baktığımızda R'nin topoğrafyayla uyum gösterdiği görülmektedir. Yükseltiye bağlı yağış miktarı artmaktadır. Bu açıdan bakıldığında yağış miktarı ve eğim değerleri yükseldikçe arttığı için R ve LS faktörlerinin birbirine uyum gösterdiği görülmektedir. Eğim haritasına göre daha az alanda erozyon görülmesinin sebebi ise C faktörünün yani arazi kullanımının buralarda daha çok ormanlık alanlar olmasıdır. Bir diğer sebebi ise özellikle araştırma sahası güney kesimlerinde toprakların tekstürel özelliklerinin kumlu olması buralarda K değerinin daha düşük çıkmasına sebep olmuştur. K değerinin düşük olması C faktörü gibi sahanın aşınabilirlik oranını düşürmüştür.



Şekil 91: Araştırma sahası erozyon duyarlılık alanlarının grafiksel dağılımı.

Tablo 44: Araştırma sahası erozyon duyarlılık sınıflarının alan ve yüzde cinsinden dağılımı.

Erozyon Duyarlılık Sınıfı	Erozyon Duyarlılık Sınıf Değeri (ton/ha/yıl)	Alan (km ²)	Yüzde (%)
Çok Hafif	0-5	852.85	51.5
Hafif	5-12	391.32	23.6
Orta	12-35	339.87	20.5
Güçlü	35-60	54.78	3.3
Şiddetli	60-150	16.18	1.0
Çok Şiddetli	150+	1.4	0.1
Toplam		1656.4	100

3.4. Alaca Havzası'nda Erozyon Risk Planlaması

Alaca Havzası'nda sürdürülebilir kullanıma yönelik bazı planlamalar yapmak tezin ana amaçları arasında yer almaktadır. Havzada mevcut problemler, jeolojik, jeomorfolojik, klimatolojik, vejetasyon, toprak ve arazi kullanımı gibi başlıklar halinde ele alınarak incelenmiş ve problemler hakkında çözüm önerileri sunulmuştur.

Alaca Havzası'nda yüzeylenen farklı jeolojik birimlere bağlı olarak aşınma direnci ve hızıda farklılık göstermektedir. Özellikle melanj, ofiyolitik kayaların kumtaşlarının olduğu alanlarda anakaya direncinin düşük olduğu aşınma ve taşınma süreçlerinin daha hızlı geliştiği görülmüştür (Şekil 92).



Şekil 92: Kırımözü deresi yan kolları üzerinde sağdaki vadi serpantin gibi dirençsiz kayalardan oluştuğu için vadi içerisinde taşınan malzeme görülmekte, soldaki vadide ise karstik anakaya olması sebebiyle aşınma çok daha yavaştır.

Araştırma sahasının güney kesimlerinde yaygın olarak bulunan kolay aşınabilir özellik gösteren kayaların olduğu sahalarda erozyonu önleyici faaliyetler

konusunda öncelikli eylem planları hazırlanmalı ve uygulanmalıdır. Güney sınırlarında yer alan Kırım, Taşpınar, İsafakılı, Eymir gibi kırsal yerleşmelerde köylerin kurulduğu yere de bağlı olarak erozyon süreçleri köyleri tehdit etmektedir (Şekil 93). Bu yerleşmelerin çevrelerinde erozyonu önleyici çalışmalar yapılmadığı takdirde bu köylerde yaşam giderek zorlaşacak ve zamanla göçler zorunlu hale gelecektir. Bazı yerleşmelerde bu anlamda önlemler alındığı ağaçlandırma çalışması yapıldığı görülmüştür (Şekil 94). Ayrıca çalı çırpı kullanılarak küçük setler oluşturulma yöntemiyle dikilen fidanların tutunmasına katkı sağlanmak amaçlanmıştır (Şekil 95).



Şekil 93: Büyükeynelli köyüne güneyden bakış. Köyün hemen kuzeyindeki yamaçlarda gelişen erozyonal şekiller köy içerisindeki yol ve bahçelerde tahribata neden olmaktadır.

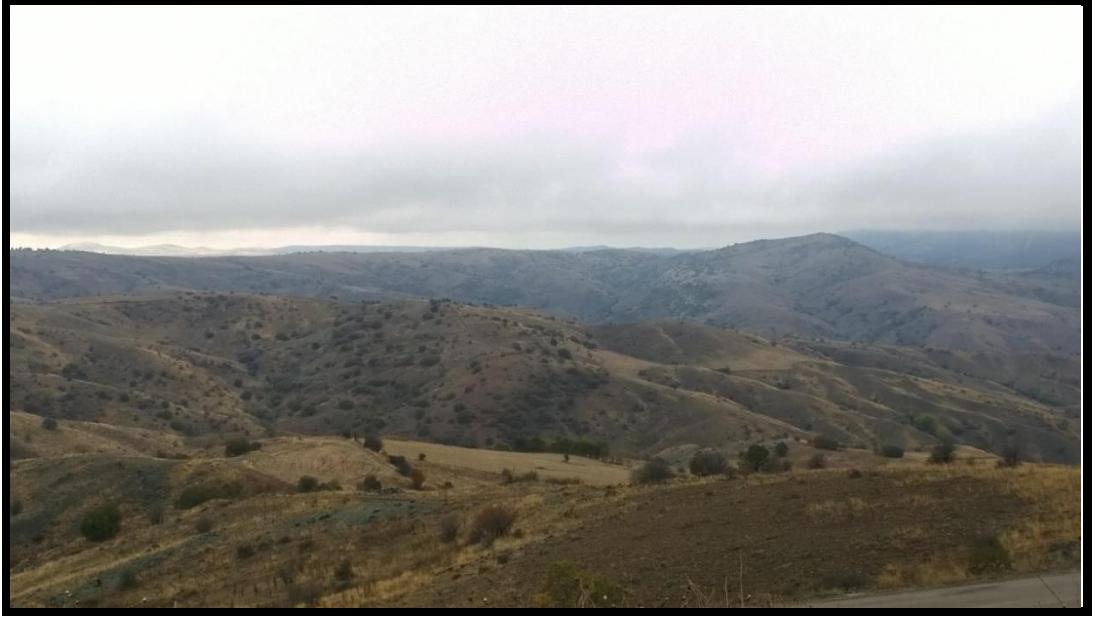


Şekil 94: Eymir çevresinde erozyonla mücadele kapsamında yapılan ağaçlandırma çalışmaları.



Şekil 95: Kalecikkaya kuzeyinde hemen arkasındaki yamaçlarda erozyonu önleme çalışması.

Araştırma sahasında erozyonun dağlık alanlarda daha şiddetli olduğu görülmüştür (Şekil 96). Yükselen eğim değerleri anakayanın direncine etki etmektedir. Havza geneline bakıldığında ovada erozyonun az ya da çok az diye tanımlanacak seviyelerde olması eğim ve yükselti değerlerinin erozyon sürecinde etkisini ortaya koymaktadır.



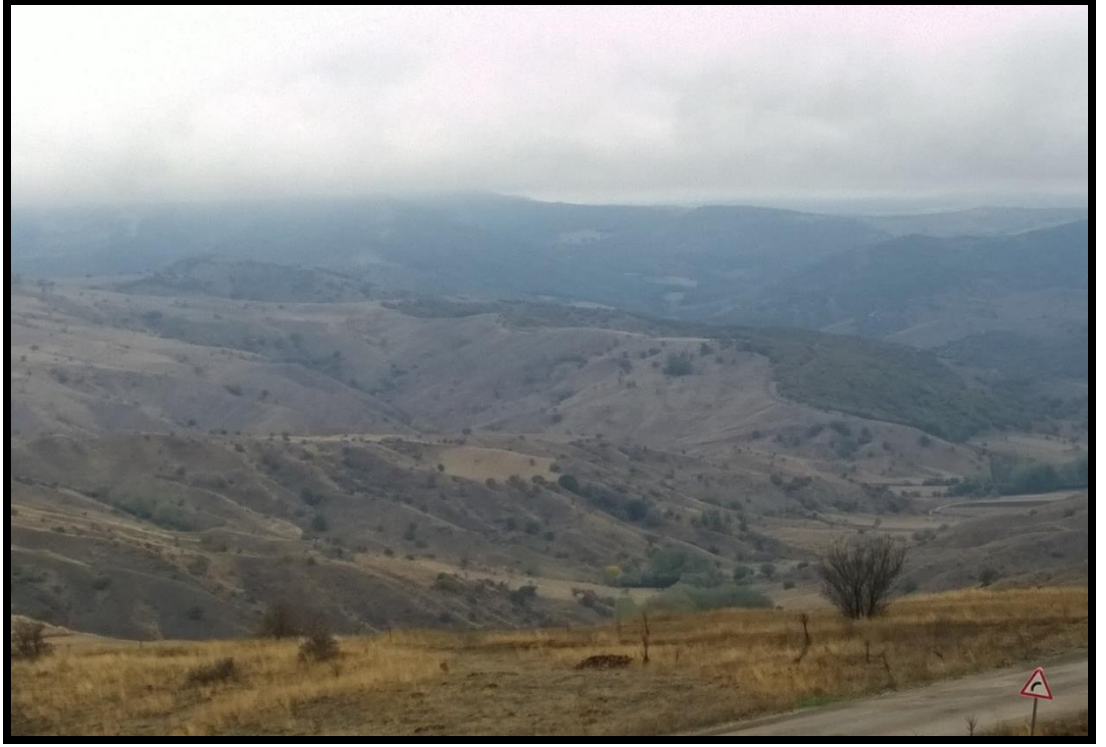
Şekil 96: Dağlık alanlarda eğim ve yükseltiye bağlı şiddetli erozyon.

Havzada mevsimlik akarsu yataklarına bakıldığında şiddetli sağanak sonucu akarsu yataklarının taşınan malzemeyle dolduğu görülmektedir. Suyun şiddetine bağlı olarak taşınan malzeme miktarı dönem dönem artmakta ve azalmaktadır (Şekil 97). Ayrıca vadi boylarında derine aşındırmanın yanında yana aşındırma da devam etmekte şiddetli yağışlarda taşkın yatağındaki toprak örtüsü de süpürülmektedir. Eymir deresi ve kolları üzerinde suyun taşıyıcı etkisini azlatacak setler vadi içlerine inşaa edilerek materyal taşınımı yavaşlatılabilir. Suyun hızını kesecek olan bu setler taşkın olayları sırasında vadi yamaçlarında biriken toprakların süpürülmesini de engelleyeceklerdir. Özellikle mevsimlik akarsuların yatakları üzerinde şiddetli sağanak yağışların zararlı etkisini azaltmak için sahada birçok alanda uygulanabilecek bir yöntemdir.



Şekil 97: Eymir deresi yukarı kesiminde akarsuyun şiddetine bağlı taşınan malzeme suyun taşıma gücü azaldığında yatak içerisinde depolar oluşturmaktadır.

Alaca havzası bitki örtüsü yönünden çok zengin değildir. Havzada bitki örtüsünün yoğun olmaması ve yer yer orman tahribatı sebebiyle erozyon miktarı tehlikeli boyutlara ulaşabilmektedir. Yamaçların yönü sebebiyle bitki asimetrisinin olduğu sahalarda erozyon miktarında ciddi bir fark olduğu görülmüştür (Şekil 98, Şekil 99). Bitki örtüsünün seyrek olduğu yamaçlarda bitki tutunmasını sağlamak amacıyla gerekirse teraslama gibi yöntemlere başvurulmalıdır. Özellikle oyuntu erozyonunun olduğu güneydeki dağlık bölgelerde suyun oluk ve oyuntulara kanalize olması engellenmelidir. Eğim değerlerinin yüksek, bitki örtüsünün cılız olduğu Akçadağ çevresinde, yer yer Eymir Deresi vadisinde, suların yönünü değiştirecek kanallar açılmalı oluklar içerisine setler oluşturularak toprağın buralarda tutunması sağlanmalıdır.



Şekil 98: Kuzeye bakan yamaçlarda bitki örtüsü gür ve erozyon şekilleri görünmezken güneye bakan yamaçlar bitki örtüsünden yoksun şiddetli erozyon sahalarıdır.



Şekil 99: Aynı anakaya üzerinde bitki örtüsüne bağlı erozyon süreci.

Bölgede ormanlar genellikle seyrek olduğu için araziler önce tarıma açılmakta ve yavaş yavaş ağaçlar kesilerek orman alanları tarla haline getirilmektedir (Şekil 100). Taşpınar yerleşmesi çevresinde tarım arazisi olarak kullanılan seyrek

ormanlık alanlar önümüzdeki birkaç yıl içerisinde müdahale edilirse korunabilir hatta eski haline geri döndürülebilir durumdadır. Buralardaki seyrek orman alanlarının hayvanlardan korunaklı hale getirilmesi için uygun şekilde çevrilerek fidan dikilmesi ormanın geri kazanılması adına yapılması zorunlu bir eylemdir. Ayrıca bitki örtüsünün tahribatı ve orman alanlarının tarım alanına dönüştürülmesi konusunda hukuki olarak yeni düzenlemeler yapılmalı, mevcut cezalar daha ağırlaştırılmalıdır. Halk bu konuda kesin bir dille uyarılarak, eğitim seminerleri gibi toplantılarla bilinçlendirilmelidir.



Şekil 100: Taşpınar güneyinde, zamanla tarıma kazandırılan orman alanlarından bir görünüm.

Mera alanlarında aşırı otlatmanın önüne geçilmesi acil eylem planları arasında yer almalıdır. Mümkünse bazı mera arazilerinin çayır ekilmesi ve otlatmanın düzenlenmesi mera alanlarında görülen erozyon şekillerinin gelişmesini engelleyecektir. Mera alanlarında ekim yapmak uygun bir çözüm olmakla birlikte doğal bitki örtüsüne zarar verilmeden yapılmalıdır. Türler arasındaki etkileşim gözlemlenmeden rastgele yapılan ekim meranın durumunu daha kötü hale getirebilir. Bu yüzden araştırma sahasında bulunan otsu türlerin mera alanlarındaki dağılışı gözlemlenerek ekim yapılmalıdır. Araştırma sahasının güneydoğusunda yer alan

Kayakışla ve Eymir yerleşmelerinin çevrelerinde bulunan meralar erozyonel şekil gelişiminin başladığı sahalardır. Başta bu alanlarda olmak üzere meraların kapasiteleri hesaplanmalı, otlatma bu kapasiteler doğrultusunda kontrollü şekilde sağlanmalıdır. Aşırı otlatmaya maruz kalan, verim düşüklüğü yaşayan meralarda oyuntular görülmektedir (Şekil 101). Buda meraların yönetimi ve sürdürülebilirliği açısından zorunluluk arz etmektedir. Aksi takdirde meralar üzerinde görülen olukların gelişerek oyuntu şekillerine ve biçimsiz geniş erozyon sahalarına dönüşümü kaçınılmazdır.



Şekil 101: Eymir kuzeyinde karstik sahalardaki meralar üzerinde gelişen erozyon şekilleri.

Araştırma sahası tarım topraklarında erozyonla mücadelede uygun teknikler kullanılmalıdır. Eğime dik sürüm teknikleri başta olmak üzere verim ve kaliteyi arttıracak teknikler geliştirilmelidir (Şekil 102). Özellikle tarımla uğraşan kişilere, erozyonla mücadelede nasıl davranacakları, ne gibi önlemler alacakları konusunda eğitimler verilmelidir. Bilgilendirme amaçlı broşürler hazırlanmalı, halka dağıtılmalı, afişler hazırlanarak köylerdeki kahve, çay ocağı, cami gibi herkesin görebileceği yerlere asılmalıdır.



Şekil 102: Kızkaraca köyü güneyi eğime dik sürüm yapılan tarım arazisi.

Bölgede iklim şartlarına bağlı olarak buğday gibi tahıl ürünlerinin tarımı yaygın olarak yapılmaktadır. Buğday tarımında en büyük problem anız yakılmasıdır. Anızın yakılması sonucu çıplak kalan arazi yüzeyinde aşındırma süreci daha hızlı gerçekleşmektedir. Ayrıca buğday sapının toprağa karıştığında arttıracak verim de ortadan kaldırılmaktadır. Zamanla verimde yaşanan düşüklük tarım alanlarının terk edilmesine ve buralarda daha şiddetli erozyon görülmesine sebep olmaktadır. Özellikle bu anlamda çiftçiler eğitilmeli, anız yakımı uygulamasının kesinlikle önüne geçilmelidir.

Araştırma sahası erozyon duyarlılık haritası ile belirlenen güçlü, şiddetli ve çok şiddetli erozyon sahaları bilinmektedir. Bu bölgelerdeki bitki örtüsü ile toprak arasındaki etkileşim güçlendirilmelidir. Bunun için bölgedeki hakim bitki türlerinin ekim dikimi yapılmalıdır. Ayrıca buralarda bulunan anakayanın özelliklerine bakılarak bu anakaya üzerinde tutunabilecek türler seçilmelidir. Anakaya üzerinde fidanların tutunabileceği boyutlarda çukurlar açılarak buralara doldurulan topraklara fidanlar dikilmelidir. Küçük çalılar kullanılarak toprağı tutucu biyolojik setler oluşturulmalıdır. Tutunan topraklar üzerine fidanlar dikilmelidir. Bu uygulamalar özellikle araştırma sahasının güney kesimlerinde yoğunluk kazanmalıdır. Araştırma sahasının güneyinde bulunan köylerin tamamı erozyon tehdidi altındadır.

Erozyonla m¼cadele kapsamında yapılacak en ¼nemli iř, insanımıza ağağ sevgisini aşılamak olacaktır. ¼zellikle bilinęli bir genę nesil inşa etmek ¼lkemizin geleceği açısından her bireyin ¼zerine d¼řen b¼y¼k bir sorumluluktur.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma alanı İç Anadolu Bölgesi'nin Orta Kızılırmak Bölümü'nün kuzey kısımlarında bulunmaktadır. Araştırma sahası Alaca havzasının tamamından oluşmaktadır. Havzanın idari sınırlarına bakıldığında güney ve güneydoğudan Yozgat'ın Sorgun ilçesi sınırlarına girmekte, güneybatıdan ise Sungurlu sınırlarına girmektedir. Havza Yeşilirmak'ın su toplama havzasında bulunmaktadır. Sahanın suyunu Alaca Çayı toplamakta ve bu akarsu araştırma sahasından çıkınca Çorum Çayı'na katılmakta Çorum Çayı'da Çekerek Irmağı ile birleşmektedir.

Alaca havzasının toplam alanı 1656.4 km²'dir. Araştırma sahası 825 m ile 1726 m arasında değişen düz, engebeli ve dağlık alanlardan oluşan farklı topografik yapılardan oluşmaktadır. Alaca havzasında Paleozoyik, Mesozoyik, Tersiyer, Kuvaterner yaşlı birimler yüzeylenmektedir.

Araştırma sahasında bulunan başlıca morfolojik birimler dağlık alanlar, plato sahası, aşınım yüzeyleri, birikinti konileri ve vadilerden oluşmaktadır. Araştırma sahası güneyinde yaklaşık 1400 m'lerde Bozok Platosu görülmektedir. Plato üzerinde aşınımın artı kalan çok sayıda tepe olduğu görülmektedir. Havzanın güneyinde 1200 m'lerde bir aşınım seviyesi daha olduğu görülmektedir. 100 m'lerde ise bir başka aşınım seviyesi gözlemlenmiştir. Bu aşınım seviyesi yaklaşık 850-1000 m'lerde yükselmektedir. Aşınım yüzeyleri üzeri genellikle çıplak alanlardır. Mera alanı olarak kullanılan sahalarda mevsimlik akarsulara bağlı olarak oluşan çok sayıda vadi mevcuttur. Bu yüzden aşınım yüzeyleri yer yer parçalı görünüm arz etmektedir. Araştırma sahasında birikinti konileri yaygındır. Eğim değerlerinin yüksekliği yanında aşınım duyarlılık, bitki örtüsünün olmaması gibi sebeplerle erozyonla aşındırılan malzemeler yamaçların etek kısımlarında, birikerek birikinti konilerini oluşturmaktadır.

Araştırma sahasının yaklaşık kuzey kesiminde 900 m'lerde Alaca ovası bulunmaktadır. Ovanın doğu batı yönünde yaklaşık uzunluğu 25 km'dir. Ovanın alanı ise yaklaşık 65 km²'dir. Düz ve düze yakın eğim sınıfında olan ova % 0-3 aralığında yaklaşık kuzey yönlü eğime sahiptir. Üst Miyosen-Pliyosen kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşları yaygın olarak görülmektedir. Araştırma sahasında dört tip vadi şekli görülmektedir. Bunlar "V" profilli vadiler, geniş tabanlı vadiler asimetrik vadiler ve boğaz vadilerdir.

Araştırma sahasının genel eğimine baktığımızda sahanın yaklaşık % 70'inin eğimli yaklaşık % 30'unun ise düz ve düze yakın eğim değerlerine sahip alanlardan oluştuğu görülmektedir. Araştırma sahası eğim değerleri özellikle sahanın güney ve doğu kesimlerinde yüksektir. Bakının alansal dağılımına baktığımızda da homojen bir dağılım gösterdiği görülmektedir.

Akarsuyun morfometrik analizleri sonucunda, akım gücü az ve taşıdığı sediment miktarı düşük akarsu olarak nitelendirilmiştir. Çatallanma oranına baktığımızda birinci dizinlerin bulunduğu sahalarda erozyonel şekillerin yaygın olduğu görülmüştür. Havza genelinde Drenaj yoğunluğu (Dd) değeri 0.4'tür. Alaca havzasının alansal büyüklüğüne rağmen yoğunluğun düşük olması, havzanın fiziki özelliklerinin, yüzeye düşen suların yüzeysel akışa geçmeden önce kayba uğraması için elverişli koşullar sunduğu sonucunu ortaya koymuştur. Alaca havzası tekstür oranı 0.6 olarak bulunmuştur. Bu oran yükseldikçe sahada yüzeysel akış ve buna bağlı olarak görülecek erozyon olayları artmaktadır.

Araştırma sahası iklim şartlarının belirlenmesinde sahaya ait dört farklı istasyonun değerleri kullanılmıştır. Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre; Çorum ve Sungurlu; C1,B'1,d,b'3 harfleriyle ifade edilen Yarı Kurak-az nemli, mezotermal, su fazlası olmayan veya pek az olan yaz buharlaşma oranı: % 54 olan iklim tipine girmektedir. Alaca; C1,B'1,s,b'3 harfleriyle ifade edilen yarı kurak-az nemli, mezotermal, su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan ve yaz buharlaşma oranı % 55 olan iklim tipine girmektedir. Sorgun; C2,B'1,s2, harfleriyle ifade edilen yarı nemli, mezotermal, su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan, yaz buharlaşma oranı: % 56 olan iklim tipine girmektedir.

Yeşilirmak'ın su toplama havzasında bulunan havza Kızılırmak havzası ile sınır oluşturmaktadır. Sahanın suyunu Alaca Çayı toplamakta ve araştırma sahasından çıkınca Çorum Çayı ve Çekerek ırmağıyla birleşmektedir. Akarsu uzunluğu yaklaşık 55 km'dir. Araştırma sahasında çok sayıda irili ufaklı baraj bulunmaktadır. Ayrıca araştırma sahası 30 alt havzadan oluşmakta ve sahada çok sayıda mevsimlik akarsu görülmektedir.

Alaca Çayı akım ölçüm istasyonu verilerine göre Akarsuyun yıllık ortalama debisi 1.318 m³/sn'dir. En düşük akım ağustos ayında görülürken, en yüksek akım değeri ise nisan ayında görülmektedir. Yıl içinde bir yükselme bir alçalma göstermesi dolayısıyla Alaca Çayı basit rejimli bir akarsudur. Ayrıca düzensiz rejimli bir akarsudur. Yüksek sahalardan ova tabanına doğru yönelen vadiler sebebiyle

sentripetal vadi ağı tipi görülmektedir. Özele inildiğinde havzayı oluşturan kollar üzerinde dandritik ve radyal vadi ağı şekilleri de görülmektedir.

Araştırma alanı, bitki coğrafyası yönünden İran-Turan floristik bölgesinde yer almaktadır. Sahanın bitki türlerinin teşhisinde yapılan çalışmada 32 farklı familyaya ait 149 tür ve tür altı takson belirlenmiştir. Bulunan türlerin 16 tanesi endemiktir. Bulunan türlerin 70 tanesinin fitocoğrafik bölgesi bilinmemektedir. İran-Turan üyesi 43, Akdeniz üyesi 15, Avrupa-Sibirya üyesi 21 tür bulunmuştur. Ayrıca bulunan türlerin tehlike kategorilerine göre sınıflandırılması yapılmış 19 türün LR(lc) (en az tehdit altında), 1 tür LR(nt) (az tehdit altında) ve 1 tür VU (zarar görebilir) tehlike kategorisinde olduğu görülmüştür. Araştırma sahası bitki örtüsü üzerinde beşeri faktörlerin baskı unsuru oluşturduğu, bazı bölgelerde yaygın olarak ikincil türlerin görüldüğü tespit edilmiştir.

Araştırma sahasının büyük bir kısmında kahverengi topraklar yayılış göstermektedir. Güneybatıda yüksek kesimlerde kireçsiz kahverengi topraklar görülmektedir. Güneydoğuda kahverengi orman toprakları, akarsu yatağı boyunca ise alüvyal topraklara rastlanmaktadır. Araştırma sahası topraklarının bazı özellikleri belirlenmiştir. Havza topraklarının hakim bünye sınıfı kil, killi tın ve kumlu killi tındır. Toprakların % 89.1 hafif alkali özellik göstermektedir. Toprakların tuzluluk yönünden herhangi bir sorunu olmadığı görülmüştür. Kireç miktarı 0 ile 48.53 arasında değişkenlik gösterirken, toprakların % 45.5'i orta kireçli sınıfına girmektedir. Havza topraklarının % 34.6'sının az, % 31.4'ünün orta derecede organik madde içerdiği görülmüştür. Hidrolik iletkenlik ise % 47.4'ünün çok yavaş, % 16.7'sinin yavaş, % 24.7'sinin yavaş ile orta, % 8.3'ünün orta % 2.2'sinin orta hızlı ve % 0.6'sının hızlı iletkenlik özelliği gösterdiği görülmektedir. Hacim ağırlıklarının % 83.3'ünün 1.32 ile 1.52 arasında değiştiği görülmektedir. K faktörünün % 50'sinin az aşınabilir sınıfına girerken, % 38.8'inin ise orta derece aşınabilir sınıfına girdiği görülmektedir. Araştırma sahası toprak kabiliyet sınıfları incelendiğinde depresyon tabanı ve yakın çevresindeki nispeten alçak araziler I. sınıf verimli arazilerdir. VI. ve VII. sınıf araziler havzanın güney kesiminde tarıma uygun olmayan genellikle ormanlık, çayır ve mera arazisi olan taşlık, kayalık ya da eğimin çok fazla olduğu sahalarda bulunurlar.

Araştırma sahasında çeşitli erozyon tip ve şekilleri görülmektedir. Sahada akarsu erozyonu, yüzey erozyonu, parmak erozyonu, oluk erozyonu ve oyuntu erozyonuna ait şekiller görülmektedir. Araştırma sahasında erozyonun boyutlarını

tespit etmek için RUSLE erozyon modelinden yararlanılmıştır. Modele göre sahanın R,K,LS,C faktörleri incelenmiş ve haritaları oluşturulmuştur. Son olarak erozyon duyarlılık haritası elde edilmiştir. Ortaya çıkan erozyon duyarlılık haritasına göre sahanın yaklaşık yarısında çok hafif erozyon (0-5 ton/ha/yıl) olduğu görülmektedir. 390 km²'lik alanda hafif erozyon (5-12), 338 km²'lik alanda ise orta şiddette erozyon görülmektedir. Güçlü, şiddetli ve çok şiddetli erozyon görülen sahalar ise sahanın yaklaşık 70 km² ile % 4.4'lük kısmını kaplamaktadır.

Erozyon probleminin çözümünde doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve planlaması gerekmektedir. Bunun sağlanabilmesi için çalışmada kullanılan modelde olduğu gibi niceliksel veriler elde edilebilecek çalışmalar yapılmalı ve bu sonuçlara göre sürdürülebilirlik planlanmalıdır.

Araştırma sahasının güney kesimlerinde yer alan Kırım, Taşpınar, İsafakılı, Eymir gibi kırsal yerleşmelerin kurulduğu yere de bağlı olarak erozyon süreçleri köyleri tehdit etmektedir. Serpantin, melanj, ofiyolit gibi kolay aşınabilir özellik gösteren kayaların olduğu bu sahalarda erozyonu önleyici faaliyetler konusunda öncelikli eylem planları hazırlanmalı ve uygulanmalıdır.

Havza geneline bakıldığında, ovada erozyonun az ya da çok az diye tanımlanacak seviyelerde olduğu dağlık alanlarda ise erozyonun şiddetli olduğu görülmüştür. Bu da eğim ve yükselti değerlerinin erozyon sürecinde etkisini ortaya koymaktadır. Bu yüzden eğim değerlerinin yüksek olduğu sahalarda ve yüksek havzalardan başlayarak ağaçlandırma çalışmaları yapılmalıdır.

Araştırma sahasında erozyon duyarlılığının yüksek olduğu alanlar arasında mera arazilerinin de yoğun olduğu belirlenmiştir. Bu yüzden erozyonla mücadelede mera alanlarında aşırı otlatmanın önüne geçilmesi acil eylem planları arasında yer almalıdır. Mümkünse bazı mera arazilerine çayır ekilmesi ve otlatmanın düzenlenmesi mera alanlarında görülen erozyon şekillerinin gelişmesini engelleyecektir. Buda meraların yönetimi ve sürdürülebilirliği açısından zorunluluk arz etmektedir.

Tarım topraklarında erozyonla mücadeleye uygun yöntem ve teknikler kullanılmalıdır. Tarımla uğraşan insanların bilgilendirmesi amacıyla, çeşitli bilgilendirme faaliyetlerinde bulunulmalıdır.

Erozyonla m¼cadele kapsamında yapılacak en ¼nemli iř insanımıza ağağ sevgisini aşılamak olacaktır. ¼zellikle bilinęli bir genę nesil inşa etmek ¼lkemizin geleceği açısından her bireyin ¼zerine d¼řen b¼y¼k bir sorumluluktur.

KAYNAKÇA

- Akarsu, İ. (1962). *Çorum bölgesinin jeolojisi*. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü.
- Apan, M. (2009). *Hidroloji*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No: 52.
- Ardel, A. vd. (1969). *Klimatoloji tatbikatı*, İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Enstitüsü Yayınları, Taş Matbaası, İstanbul.
- Arnoldus, H.M.J. (1980). An approximation of the rainfall factor in the universal soil loss equation. In: M. De Boodt and D. Gabriels (Editors), assessment of erosion. J.Wiley and Sons, Chichester, England. p. 127-132.
- Arnoldus, H. & Jackson, M. (1977). Methodology used to determine the maximum potential average annual soil loss due to sheet and rill erosion in Morocco, FAO soils bulletin. 34, 39-51.
- Arslan, H. (2012). *Spatial and temporal mapping of groundwater salinity using ordinary kriging and indicator kriging: The case of Bafra plain. Turkey*, Agricultural Water Manangement, 113, 57-63.
- Atabey, E. (2000). *Deprem*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü yayınları, No: 34, Eğitim Serisi, Ankara.
- Atalay, İ. (1986). *Uygulamalı hidroğrafya*. Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 38, İzmir.
- Ateş Ş., Mutlu G., Bulut, A., Osmañcelebioğlu, R., Olgun, Ş., Özata, A., Erkal, T., (2002). *Çorum kenti ile merkez ilçesinin yerbilim verileri ve doğal afet kaynakları*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor No: 10553.
- Ateş, M., İmik, M., Genç, Ş., Ulu, Ü. (2010). *Boğazkale-Osmancık (Çorum)-Gümüşhacıköy (Amasya) dolayının jeolojisi*. Yayımlanmamış derleme MTA Derleme No: 11246, 45s, Ankara.
- Aydın, M. ve Kılıç, Ş. (2010). Toprak Bilimi. Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi, Nobel Yayın No: 1568, Fen Bilimleri: 109.
- Aylar, F. (2006). *Coğrafya eğitiminde alan çalışmalarına bir örnek: Budaközü Çayı Havzası'nın (Çorum) fiziki coğrafyası*. Basılmamış doktora tezi, Ondokuzmayıs Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Samsun.
- Babalık, A. (2008). *Isparta yöresi meralarının vejetasyon yapısı ile toprak özellikleri ve topoğrafik faktörler arasındaki ilişkiler*. Doktora tezi Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.

- Bahtiyar, M. (2006). Su erozyonun oluşumu ve nedenleri. Erişim : 24.09.2015, (tema.org.tr/trcevre_kutuphanesi).
- Baker, V.R. Kochel, R.C., Paton, P.C. (1988). *Flood geomorphology*. John Wiley & Sons, USA.
- Balcı N. ve Ökten, Y. (1987). Sel kontrolü. Trabzon Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi.
- Baykal, F. (1947). Zile-Tokat-Yıldızeli bölgesinin jeolojisi. İstanbul Üniversitesi, *Fen Fakültesi Mecmuası, Seri B, c.XII, sayı: 3, s. 19*.
- Bayramin, İ., Dengiz, O., Başkan, O., Parlak, M. (2003). Soil erosion risk assessment with ICONA model, case study: Beypazarı area. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27, 105-116.
- Bergsma E., Charman, P., Gibbons, F., Hurni, H., Moldenhauer, W.C., Panichapong, S. (1996). Terminology for soil erosion and conservation. *International Society of Soil Science*, Grafisch Service Centrom, Wageningen.
- Biricik, A. S. (2009). *Fiziki coğrafya-jeomorfoloji ile hidroloji'nin temel prensipleri ve araştırma yöntemleri*. Cilt 1, Gonca Yayınevi, İstanbul.
- Biswass, S., Sudhakar, S. and Desai V.R. (1999). Prioritisation of subwatersheds based on morphometric analysis of drainage basin: a remote sensing and GIS approach. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, Vol. 27, No:3, p. 155-166.
- Blake, G.R. and Hartge, K.H. (1986). *Bulk density and particle density. in: methods of soil analysis, part I, physical and mineralogical methods*. Pp: 363-381. ASA and SSSA Agronomy Monograph, no:9, (2nd ed), Madison.
- Blumenthal, M. (1950). *Beitrage zur géologie der landschaften am miitelcren und unteren Yeşilirmak*. MTA yayınları serisi Derleme No: 4, s. 183.
- Boggs, G., Devonport, K., Evans, K., Puig, P. (2001). *GIS-based rapid assessment of erosion risk in a small catchment in the wet/dry tropics of Australia*. Land degradation and development, 12:417-434.
- Bouyocous, G.J. (1951). A recalibration of the hidrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, 43, 435-438.
- Burrough, P.A. (1986). Principles of geographic information systems for land resource assesment monographs on soil and resources survey. *Oxford Science Publications*, No:12, New York.
- Büyüköztürk, Ş. (2009). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara, Pegem Akademi.

- Cambazoğlu, M.K. and Göğüş, M. (2004). Sediment yields of basins in the Western Black Sea Region of Turkey. *Turkish Journal English Enviromental Science*, 28, 355-367.
- Cebel, H., Akgül, S., Doğan, O., Elbaşı, F. (2013). Türkiye büyük toprak gruplarının erozyona duyarlılık “K” faktörleri. *Toprak Su Dergisi*, Cilt: 2, Sayı: 1, 30-45.
- Chen, T., Niu Rui Q., Li P. X., Zhang L. P., Du B. (2010). Regional soil erosion risk mapping using RUSLE, GIS and remote sensing: a case study in Miyun Watershed, Nort China. *Environ Earth Science*, 63, 533-541.
- Cürebal, İ. ve Ekinci, D. (2006). Kızılkeçili deresi havzasında CBS tabanlı RUSLE yöntemiyle erozyon analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 47, 115–130.
- Çanga, M.R. (1985). *Toprak ve su koruma*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1386, Ders Kitabı No:400.
- Çevre ve Orman Bakanlığı (2009). Çorum İl Çevre Durum Raporu, Erişim : 20.10.2015 (<http://docplayer.biz.tr/3380158-T-c-corum-valiligi-il-cevre-ve-orman-mudurlugu-corum-il-cevre-durum-raporu.html>).
- Davis, P.H. (1965-1988). *Flora of Turkey and The East Aegean Island*. Volume: 1-9. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Davis, P.H. Mill, R. R., Tan, K. (1988). *Flora of Turkey and The East Aegean Islands*. Volume:10, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Değerliyurt, M. (2013, Summer). Antakya şehri ve yakın çevresinde meydana gelen erozyonun coğrafi dağılışı ve analizi. *Turkish Studies - International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic* Volume: 8/8, p. 1745-1764, Ankara Turkey.
- Deli, A. ve Orhan, H. (2007). Beytepe Köyü- Ümitköy-Alacaatlı (GB Ankara) yöresinde Jura-Kretase çökellerin paleocoğrafik evrimi. 60. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri*, 391-393, Ankara.
- Doğan, O. (1987). *Türkiye yağışlarının erosiv potansiyelleri*. KHGM Yay. Ankara. 78 s.
- Doğan, O. (2002). *Türkiye yağışlarının erozyon oluşturma gücü ve universal toprak kaybı eşitliğinin yağış erozyon indeks değerleri*. KHGM, Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 220, Rapor Yayın No: R-120, Ankara. 211s.
- Doğan, O. ve Güçer, C. (1976). *Su erozyonunun nedenleri, oluşumu ve üniversal denklem ile toprak kayıplarının saptanması*. T.C. Köy İşleri Bakanlığı Topraksu Genel Müdürlüğü, Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No: 41, Ankara, 159s.
- Doğan, O., Cebel, H., Küçükçakar, N., Akgül, S. (2000). *Türkiye büyük toprak gruplarının erozyona duyarlılık “K” faktörleri*. KHGM, APK Dairesi Başkanlığı, Toprak ve Su

- Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Yayın No: 111, Rehber No: 17, Ankara, 204s.
- Dönmez, Y. (1990). *Umumi klimatoloji ve iklim çalışmaları*. İstanbul Üniversitesi Yayını, İstanbul.
- Dönmez, Y. (1979). *Umumi klimatoloji ve iklim çalışmaları*. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, No: 2506, İstanbul, Coğrafya Enstitüsü Yayın No: 102 Güray Matbacılık, İstanbul.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman H., Aytaç, Z., Adıgüzel, N. (2000). *Türkiye bitkileri kırmızı kitabı*. Türkiye Tabiatını Koruma Derneği, Ankara.
- Ekinci, D. (2005). *CBS tabanlı uyarlanmış RUSLE yöntemi ile Kozlu Deresi Havzası'nda erozyon analizi*. İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Coğrafya Dergisi, 13, 109-119.
- Ekinci, D. (2007). *Estimating of soil erosion in lake Durusu Basin using revised USLE 3d with GIS*. Çantay Yayınevi, İstanbul.
- Erinç, S. (1965). Türkiye topraklarının ana çizgileri. *Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, No: 15 Sayfa: 1-39 İstanbul.
- Erinç, S. (1996). *Jeomorfolji 1*. Öz Eğitim Yayınları, No: 12, Konya.
- Erinç, S. (2001). *Jeomorfoloji II*. Genişletilmiş 3. Baskı, İstanbul, DER Yayınları.
- Erkal, T. (2012). Çobanlar Havzası'nda (Afyonkarahisar) toprak erozyonunun değerlendirilmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, Volume: 5, Issue: 8, p. 543-562.
- Erol, O. (1992). *Klimajeomorfoloji-I genel koşullar*. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayınları, Yayın No: 10, İstanbul.
- Erol, O. (1993). *Genel klimatoloji*. Ankara, Gazi Büro Kitabevi.
- Erpul, G. ve Deviren-Saygin, S. (2012). Ülkemizdeki toprak erozyonu sorunu üzerine: ne yapmalı?. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 1(1), Sayfa: 26- 32.
- Evans, J.E. and Seamon, D.E. (1997). A GIS model to calculate sediment yields from a small rural watershed, Old Woman Creek. Erie and Huron Counties, Ohio. *Ohio Journal Science*, 97 (3), 44-52.
- Eyüpoğlu, F. (1999). *Türkiye topraklarının verimlilik durumu*. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları Genel Yayın No: 220 Teknik Yayın No: T-67, Ankara.
- Fernández Martin L. and Nunez, Martinez, M. (2011). An empirical approach to estimate soil erosion risk in Spain. *Science of the Total Environment* 409, 3114–3123.

- Foster, G.R., Renard, K.G., Yoder, D.C., McCool, D.K. And Weesies, G.A. (1996). USLE user's guide. *Soil and Water Cons. Soc.*, 69p.
- Gemalmaz, H. A., Demirbüken, H., Aztopal, H., Çalış, N. (1993, Kasım). Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama teknikleri uygulanarak erozyon riski taşıyan alanların belirlenmesi Türkiye için bir çalışma. *Araştırma Sempozyumu '93, Türk İstatistik Derneği, Türk matematik Derneği ve T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü*, Ankara. s. 134-149.
- Gökçe, A. (1983). *Turhal antimon yataklarının maden jeolojisi*. Yayımlanmamış doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Fen Bilimleri, Ankara, s. 150.
- Gültekin, Kocabıykoğlu, B. (Çev.) (1996). *Toprak erozyonu*. (Worldwatch Paper 60, Soil Erosion: Quiet Crisis in the World Economy, Tubitak), Tema Vakfı Yayınları, Ankara.
- Gündoğdu, E. (2009). *Çorum güneybatısındaki volkanik kayaçların jeolojik ve petrolojik özellikleri ve Alaca Höyük kazısında jeoarkeolojik çalışmalar*. Yayımlanmış doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, s. 194, Ankara.
- Güner, A., Akyıldırım, B., Alkayış, M. F. Çingay B., Kanoğlu, S.S., Özkan, A.M., Öztekin, M. ve Tuğ, G.N. (2012). *Türkçe bitki adları*. Şu eserde: Güner, A., aslan, S. Ekim, T. Vural, M. & Babaç, M.T. (edlr.). *Türkiye bitkileri listesi (damarlı bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul.
- Gürel, Yolcubal, H., Akyazı, M., Sezen, F., Toprak, Ö., Canbolat, Y.M., Koçak, F., Özkan, A. (2014). Turhal-Pazar-Zile (Tokat) yöresinin Üst Mesozoyik stratigrafisi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, Cilt: 57, Sayı: 1.
- Harmsen, K. (1996). *Assessment of current erosion damage land druck*. Liebefeld, 111 p.
- Hickey, R. (2000). Slope angle and slope length solutions for GIS. *Cartography*, 29 (1).
- Hızal, A. (1984). *Havza fotoğrafları yorumlamasının havza amenajmanı (Ova Deresi Havzası, Kocaeli) çalışmalarında uygulanma olanaklarının araştırılması*. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3144, Orman Fakültesi Yayın No: 341, İstanbul, s. 190.
- Horton, R.E. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 56, 275-370.
- Hoşgören, M. Y. (1983). *Jeomorfolojinin ana çizgileri I*. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, No. 3132, İstanbul 1983.

- Hoşgören, M. Y. (2001). *Hidroğrafyanın ana çizgileri I- yeraltıları- kaynaklar- akarsular*. İstanbul, Çantay Kitabevi.
- Hoşgören, M. Y. (2004). *Hidroğrafyanın ana çizgileri II, göller*. Çantay Kitabevi, ISBN 975-7206-85-7. İstanbul.
- Hoşgören, M. Y. (2007). *Jeomorfolojinin ana çizgileri I*. İstanbul, Çantay Kitabevi.
- İrvem, A. ve Tülücü, K. (2004). Coğrafi bilgi sistemi ile toprak kaybı ve sediment verimi tahmin modelinin (est) oluşturulması ve Seyhan-Körkün alt havzasına uygulanması. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, No:13.
- Jackson, M.L. (1958). *Soil chemical analysis*. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J.
- Karaatlı, M. (2010). Verilerin düzenlenmesi ve gösterimi, Editör: Kalaycı, Ş. *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*, Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti. Ankara, s. 2-47.
- Karabulut, M. ve Küçükönder, M. (2008). Kahramanmaraş ovası ve çevresinde CBS kullanılarak erozyon alanlarının tespiti. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 11 (2).
- Karaburun A., Demirci, A., Karakuyu, M. (2009). Erozyon tahmininde CBS tabanlı RUSLE metodunun kullanılması: Büyükçekmece Örneği. 3. *Dokuz Eylül Üniversitesi, CBS Sempozyumu*, İzmir.
- Karagül, R. (1994). *Trabzon Söğütlüdere havzasında farklı arazi kullanım şartları altındaki toprakların bazı özellikleri ile erozyon eğiliminin araştırılması*. Yayımlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Trabzon, s. 165.
- Karaş, E., Oğuz İ., Türkseven E. ve Keskin S. (2009, Haziran). Sakarya-Porsuk-Sarısu-Havzasında CORINE, LEAM ve USLE metodolojilerinin kullanılarak erozyon risk haritalarının hazırlanması. 1. *Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu*, Konya, s. 106-112.
- Kaya, P. (2008). *Türkiye'de uzun dönem yağış verileri kullanılarak ulusal ölçekte RUSLE-R faktörünün belirlenmesi*. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Keller, E.A., Pinter, N., 2002, *Active tectonics earthquakes, uplift, and landscape*, Second Edition, Prentice Hall, New Jersey.
- Ketin, L. (1962). 1: 500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası, Sinop paftası izahnamesi: MTA Yayınları, Ankara, s. 111.

- Kinnell, P.I.A. (2001). Slope length factor for applying the USLE-M to erosion in grid cells. *Soil Tillage Research*, 58, 11-17.
- Kızılelma, Y. (2013). *Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama teknikleri kullanılarak Mut havzasında (Pirinçsuyu ve Kurtsuyu Dereleri) erozyon duyarlılık alanlarının belirlenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Klute, A. and Dirksen, C. (1986). Hydraulic conductivity and diffusivity. In: Klute, A. (Ed), *Methods of Soil Analysis. Part 2. Agronomy* 9: 687–732. Am. Soc. of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Koç, A. ve Gökkuş, A. (1995). The change of above ground biomass, vegetation Height and Crude Protein Yield on the Natural Rangelands. *Turkey Journal Agriculture And Forestry*, 19, 23-29, Ankara.
- Koçyiğit, A. (1979). *Tekneli bölgesinin (Tokat güneyi) tektonik özelliği*. Tübitak Proje no: TBAG-262, s. 63.
- Kopar, D. (2001). *Yukarı Zamantı Çayı Havzası'nın fiziki coğrafyası*. Yayınlanmamış doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
- Korkmaz, S. ve Gedik A. (1988). Rize-Fındıklı-Çamlıhemşin arasında kalan bölgenin jeolojisi ve petrol oluşumları. *Jeoloji Mühendisliği*, sayı: 32-33, 5-15.
- Korkut, H. (1983). *Toprak (tanımı, oluşumu, özellikleri)*. Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 728, Ankara s. 88.
- Kutbay, H.G., Sürmen, B., Kılıç, D., D., İmamoğlu, A. (2014). The determination of rare species and risk categories in Nebyan Mountain (Samsun/Turkey). *Biological Diversity and Conservation* ISSN 1308-8084 Online; ISSN 1308-5301 Print 7/2 73-77.
- Lal, R. (1988). Soil erosion research methods. *Soil and Water Conservation Society*, Netherland.
- Lu, D., Li, G., Valladares, G.S., Batistella, M. (2004). *Mapping soil erosion risk in Rondonia, Brazilian Amazonia: using RUSLE, remote sensing and GIS*. *Land Degradation and Development*, 15, 499-512.
- Lu, H. and Yu B. (2002). Spatial and seasonal distribution of rainfall erosivity in Australia. *Australian Journal of Soil Research*, 40 (6), 887-901.
- Lu, H., Gallant, J., Prosser, I.P., Moran, C., Priestley, G. (2001). *Prediction of sheet and rill erosion over the Australian Continent, incorporating monthly Soil Loss*

- Distribution*. CSIRO Land and Water Technical Report 13101, National Land and Water Resource Audit, Canberra, Australia. p. 31.
- Macka, Z. (2001). Determination of texture of topography from large scale contour maps. *Geografski vestnik*, 73-2, p. 53-62.
- Maidment, D.R. (2002). ArcHydro GIS for water resources. *Esri Press*, California.
- Mallants, D., Mohanty, B.P., Jacques, D. and Feyen, J. (1996). Spatial variability of hydraulic properties in a multi-layered soil profile. *Soil Science*, 161 (3), 167-181.
- Mater, B. (1998). *Toprak coğrafyası*. İstanbul, Çantay Kitapevi.
- Millward, A.A. and Mersey, J.E. (1999). Adapting the RUSLE to model soil erosion potential in a Mountainous Tropical Watershed. *Catena*, 38, 109-129.
- Morisawa, M. (1968). *Streams: their dynamics and morphology*. New York: McGraw Hill.
- Okay, A. C. (1955). Sivas ile Tokat arasındaki bölgenin jeolojisi. *İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Mecmuası*, Seri B, Cilt XX, Sayı: 2, 95-108.
- Ozulu İ.M., Tombuş, F.E. ve Özçalık, F. (2007). Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama teknolojileri ile arkeolojik alanların özelliklerinin belirlenmesi ve Çorum ili uygulaması. *TMMOB CBS'2007 Kongresi*, Trabzon.
- Özcan, A., Erkan, A., Keskin, A., Keskin, E., Oral, A., Özer, S., Sümengen, M. ve Tekeli, O. (1980). *Kuzey Anadolu Fayı ile Kırşehir Masifi arasının temel jeolojisi*. MTA Enstitüsü Yayınlanmamış Rapor No: 6722, s. 139.
- Özdemir, H. (2001). Havza morfometrisi ve taşkınlar. *Fiziki coğrafya araştırmaları: Sistemik ve Bölgesel Türk Coğrafya Kurumu Yayınları*, Sayı: 6, s. 507-526.
- Özdemir, H and Bird, D. (2009). Evaluation of morphometric parameters of drainage network derived from topographic maps and DEM in point of flood. *Environmental Geology* 56, 1405-1415.
- Özdemir, N. (1995). Türkiye'de tarım bölgelerine göre toprak korumaya yönelik sorunlar ve öneriler. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi* 26 (3), 460-473, Erzurum.
- Özdemir, N. (1998). *Toprak fiziği*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, Ders Kitabı No: 30.
- Özdemir, N. (2013). Toprak ve su koruma. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No: 22, (Düzenlenmiş 3. Baskı), Samsun.
- Özsoy, G. (2007). *Uzaktan algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemi (CBS) teknikleri kullanılarak erozyon riskinin belirlenmesi*. Doktora tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Toprak Anabilim Dalı, Bursa, s. 154.

- Öztekin, T. Cemek, B. and Brown, L. (2007). Pedotransfer functions for the hydraulic properties of layered soils. *Gazi Osman Paşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2), 77-86.
- Öztürk, F., Sönmez, F. K., Yıldırım, Y.E., Bayramın, İ., Apaydın H. ve Karaş, E. (2003). Kurukavak Deresi havzasında yüzey akış ve sediment miktarının AGNPS modeli ile tahmini. *Tarım Bilimleri Dergisi*, ISSN 1300-7580, 9 (3), 344-351.
- Parlak, M. ve Çanga, R.M. (2007). Farklı debi ve eğim koşullarının parmak erozyonu ve sediment konsantrasyonu üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (1), 59-65.
- Reddy, G.P.O., Maji, A.K., Gajbhiye, K.S. (2004). Drainage morphometry and its influence on landform characteristics in basaltic terrain, Central India—a remote sensing and GIS approach. *International Journal of Applied Observation and Geoinformation*, 6, p. 1-16.
- Renard, K. G. and Foster, G. R. (1983). Soil conservation: principles of erosion by water. In H.E. Dregne and W.O. Willis, eds., *Dryland Agriculture*, Agronomy Monogr. 23, Am. Soc. Argon., Crop Sci. Soc. Am. and Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wisconsin, USA. p. 155-176.
- Renard, K.G., Laflen J.M., Foster G.R., McCool, D.K. (1994). *The Revised Universal Soil Loss Equation*, In: R. Lal (Editor), *Soil Erosion Research Methods*. Second edit. St. Lucie Press, Ankeny, 340 p.
- Renard, K., Foster, G., Weesies, G., McCool, D., Yoder, D. (1997). *Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE)*. USDA Agr. Handbook, No: 703.
- Richards, L.A. Ed. (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. United States Department of Agriculture Handbook, p. 60-94.
- Ritter, D.F., Kochel, R.C., Miller, J.R. (2002). *Process geomorphology*. Fourth Edition, McGraw- Hill.
- Sağlam, M. (2008). *Gökhöyük tarım işletmesinde yaygın toprak serilerinde bazı kalite göstergelerinin uzaysal değişkenliğinin jeoistatistiksel yöntemlerle incelenmesi*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, doktora tezi, Ankara s. 160.
- Sağlam, M. (2013). Çok değişkenli istatistiksel yöntemler ile toprak özelliklerinin gruplandırılması. *Toprak Su Dergisi*, 2 (1), 7-14.

- Sağlam, M., Dengiz, O., Özyazıcı, M.A., Erkoçak, A., Türkmen, F. (2014). *Faktör analizi ile minimum veri setinin oluşturulması ve haritalanması: Samsun ili örneği*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Sayfa: 133-144, İzmir.
- Saltalı, K. (2014). Toprak verimliliğinde organik maddenin önemi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Erişim: 24 Mart 2014, www.gubretas.com.tr/.../toprakta_organik_maddenin_onemi.doc
- Seymen, İ. (1975). *Kelkit vadisi kesiminde Kuzey Anadolu fay zonunun tektonik özelliği*. Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi Yayınları, s. 192.
- Shiferaw, A. (2011). Estimating soil loss rates for soil conservation planning In The Borena Woreda Of South Wollo Highlands, Ethiopia. *Journal of Sustainable Development in Africa*, Volume: 13, No: 3.
- Soil Survey Staff. (1992). Procedures for collecting soil samples and methods of analysis for soil survey. Soil Surv. Invest. Rep. I. U.S. Gov. Print. Office, Washington D.C. USA.
- Soil Survey Staff. (1993). Soil soil survey manual, USDA. Handbook No: 18 Washington D.C.
- Sönmez, K. (1994). *Toprağın aşınma taşınma katsayısı*. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 25-1, 107-109.
- Srikhajon, M., Somrang, A., Pramojanee, P., Pradubvith, S., Anecksamphant, C. (1994, June). Application of the universal soil loss equation for Thailand. *Fifth Asean Conference*. Bangkok, Thailand, 10-23, p. 113-144.
- Strahler, A. N. (1964). Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In “Handbook of Applied Hydrology” (V.T. Chow, ed.) pp. 4-40-4-74, Newyork.
- Şaroğlu, F. Emre Ö. ve Boray, A. (1987). *Türkiye'nin diri fayları ve depremsellikleri*. MTA Rapor no: 8714, Ankara.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y. ve Sungurlu, O. (1985). Tectonics of the Mediterranean Cimmerides, nature and evolution of the western termination of Paleo-Tethys. In: Dixon. J.E. ve Robertson, A.H.F. (eds), The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. *Geological Society, London, Special Publications*, 17, 77-112.
- Şensoy, H. ve Palta, Ş. (2009). Yamaç şekillerinin toprak erozyonuna etkileri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt: 11, Sayı: 15, s. 95-98.
- Şensoy, H., Kara, Ö. ve Hızal, A. (2011). Erozyonun belirlenmesinde yüzeysel akış parseli kullanımının irdelenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt: 13, Sayı: 19, 1-13.

- T. C. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi ve Planlama Genel Müdürlüğü, (2010). Yozgat-Sivas-Kayseri planlama bölgesi 1/100.000 ölçekli çevre düzeni planı araştırma raporu, Erişim: 28.10.2015, (http://www.semtrakutluayplanlama.com.tr/arastirma_raporu_ysk.pdf).
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Toprak İzleme Sistemi, Erişim: 29.10.2015, (<http://web.ormansu.gov.tr/CEM/Files/faaliyetler/EROZYON/ErozyonNedirMucadeleYontemveTeknikleriNelerdir.doc>).
- Tağıl, Ş. (2007). Tuzla Çayı Havzasında (Biga Yarımadası) CBS-tabanlı RUSLE modeli kullanarak arazi degradasyonu risk değerlendirmesi. *Ekoloji*, 17, 65, 11-20.
- Tarboton, D.G., Bras, R.L. and Rodriguez-Iturbe, I. (1991). On the extraction of channel networks from digital elevation data. *Hydrological Processes*. Volume: 5, 81-100.
- Temel, S. ve Şimşek, U. (2011). Iğdır Ovası toprakların çoraklaşma süreci ve çözüm önerileri. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi* 21 (B)-2011, 53-59, ISSN: 1307-3311.
- Temiz, H., Tatar, O. ve Tutkun, S.Z. (1993). Niksar-Erbaa havzaları paleotektonik dönem kayalarının stratigrafisi. *A. Suat Erk Jeoloji Sempozyumu Bildirileri*, Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 157-170.
- Tetiker, S. (2010). KB Anadolu ve Tokat yöresindeki Karakaya Karmaşığı (meta)-magmatik kayaçlarının mineraloji-petrografisi ve jeokimyası. *Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A-Yerbilimleri*, 27 (1-2), s. 1-18.
- Tilki, M. (2013). *Çorum Havzası ve yakın çevresi'nde doğal afetler*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul.
- Tombuş, F.E. (2005). *Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak erozyon risk belirlemesine yeni bir yaklaşım, Çorum ili örneği*. Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Tombuş, F.E. Yüksel, M., Şahin, M., Ozulu, M.İ. and Coşar, M. (2012, May). Assessment of soil erosion based on the method USLE; Çorum province example. *FIG Working Week Rome, Italy*.
- Toprak Su. (1978). *Türkiye arazi varlığı*. Topraksu Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Toy, T. J. & Foster, G. R. (1998). Introduction, guidelines for the revised universal soil loss equation (rusle) version 1.06 on Mined Lands, Construction Sites, and Reclaimed Lands, ed: J. R. Galetovic.

- Tunç, E. ve Schröder, D. (2010). Ankara'nın batısındaki tarım topraklarında USLE ile erozyon boyutunun tespiti. *Ekoloji* 19, 75, 58-63.
- Turoğlu, H. (1997). İyidere havzasının hidrografik özelliklerine sayısal yaklaşım. *Türk Coğrafya Dergisi*, Sayı:32, İstanbul, s. 355-364.
- Tüysüz, O. (1993). Karadeniz'den Orta Anadolu'ya bir jeotravers, Kuzey Neo-tetisin tektonik evrimi. *TPJD Bülteni*, C.5/1,s. 1-33.
- Uslu, S. (1971). *Türkiye'deki kurak sahalarda erozyon kontrolü ve vejetasyon örtüsü*. Istanbul University Faculty of Forestry, İstanbul.
- Ülgen, N. ve Yurtsever, N. (1974). *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi*. Toprak ve Gübre Araş. Enst. Teknik Yayınlar Serisi No.28. Ankara
- Ünalın, G. (1975) *Çankırı-Çorum havzası Tüney-Tilkiköy-Sulakyurt yöresinin jeolojisi ve petrol olanakları*. MTA rapor No. 55, s. 54.
- Ünlükaptan, Y. (2008). *Çok değişkenli istatistiksel yöntemlerin peyzaj ekolojisi araştırmalarında kullanımı*. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Verstappen, H. T. (1983). Applied geomorphology. ITC Enschede, The Netherlands.
- Wischmeier, W.H. and Smith, D.D. (1978). Predicting rainfall erosion losses- a guide to conservation. agricultural handbook 537. planning. Science and Education Administration. US Dep. of Agriculture, Washington, DC,USA. p. 58.
- Wilding, L.P. (1985). Spatial variability: it's documentation, accommodation and implication to soil surveys. In: Soil Spatial Variability. (Eds: Nielsen, D.R. and J. Bouma) Pudoc, Wageningen, The Netherlands, p. 166-194.
- Yakupoğlu, T. ve Demirci, D. (2013). Kahramanmaraş-Narlı ovası topraklarının erozyona duyarlılıkları ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 28 (1), 33–38.
- Yılmaz, A. (1980). *Tokat ile Sivas arasındaki bölgede ofiyolitlerin kökeni, içyapısı ve diğer bilimlerle ilişkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Jeolojisi Kürsüsü, s. 136.
- Yılmaz, E. (2006). *Çamlıdere barajı havzasında erozyon problemi ve risk analizi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Yılmaz, Y., Gürpınar, O., Yigitbas, E.,Yıldırım, M., Genç, S.C., Gürer, Ö.F., Elmas, A., Bozcu, M. ve Çalışkan, B.A. (1993). *Tokat masifi ve yakın çevresinin jeolojisi*. Unpublished Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Rapor No: 3390.

- Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E., Yıldırım, M., Genç, Ş. C, Elmas, A., Gürer, Ö. F., Bozcu, M., Gürpınar, O. ve Serdar, H. S. (1995). Geology and development of the Tokat Massif. *Second International Turkish geology workshop, Abstracts*, Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, s. 117.
- Zeybek, H. İ. (2002). Turhal ovası ve yakın çevresinde toprak erozyonu. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 8, 1.

EKLER

1. Ek

Örnek No:	y	x	% Kil	% Silt	% Kum	pH	Ec(dS/m)	% CaCO ₃	o.m.	Hidrolik iletkenlik cm/h	Hacim ağırlığı g/cm ³	K
2	4415000	652500	32.54	31.73	35.73	7.9	0.04	1.12	0.62	0.54	1.41	0.08
8	4417500	650000	30.52	33.73	35.75	7.42	0.04	0.41	1.69	0.65	1.41	0.08
9	4417500	652500	15.95	16.71	67.33	7.98	0.14	1.83	1.88	3.34	1.48	0.03
11	4417500	657500	9.71	11.84	78.45	7.77	0.18	0.21	2.2	6.08	1.47	0.05
13	4417500	665000	18.5	21.48	60.02	8.4	0.12	8.72	0.66	1.80	1.59	0.07
15	4417500	670000	51.79	24.98	23.23	8.01	0.28	5.44	3.78	0.16	1.30	0.13
16	4417500	672500	56.62	24.1	19.28	8.4	0.15	19.04	1.85	0.09	1.28	0.1
17	4417500	675000	35.22	25.46	39.31	6.81	0.37	6.59	3.17	0.44	1.40	0.11
18	4417500	677500	17.58	25.01	57.41	8.32	0.16	44.57	1.61	2.12	1.53	0.05
19	4417500	680000	33.04	28.9	38.07	8.23	0.29	27.7	2.84	0.52	1.41	0.09
20	4417500	682500	30.84	21.52	47.64	8.1	0.15	18.57	2.37	0.61	1.47	0.09
21	4417500	685000	23.04	23.21	53.76	7.79	0.32	24.65	0.29	0.91	1.60	0.07
23	4420000	652500	15.97	24.47	59.56	8.14	0.18	2.67	5.43	4.44	1.27	0.06
24	4420000	655000	7.55	13.93	78.53	8.16	0.06	1.12	0.83	7.05	1.56	0.01
27	4420000	662500	16.56	15.42	68.02	8.25	0.16	6.21	1.07	2.65	1.57	0.03
28	4420000	665000	34.39	24.93	40.68	8.25	0.16	4.9	3.16	0.48	1.40	0.11
29	4420000	667500	9.26	14.42	76.31	8.3	0.08	2.03	0.97	2.11	1.56	0.03
30	4420000	670000	45.33	26.37	28.3	8.16	0.19	15.92	2.56	0.17	1.35	0.14
31	4420000	672500	46.92	16.59	36.5	8.2	0.2	19.17	2.47	0.09	1.40	0.13
32	4420000	675000	39.46	26.55	33.99	8.21	0.2	48.53	2.14	0.25	1.41	0.12
33	4420000	677500	22.3	14.75	62.95	8.39	0.21	8.25	3.11	1.50	1.39	0.08
34	4420000	680000	33.75	19.18	47.08	8.31	0.22	8.99	3.31	0.50	1.43	0.08
35	4420000	682500	37.63	21.34	41.02	8.47	0.17	39.5	4.3	0.41	1.37	0.1
36	4420000	685000	4.99	3.55	91.46	8.61	0.08	19.02	1.75	4.05	1.50	0.01
39	4422500	652500	13.91	18	68.09	6.8	0.12	10.96	1.1	3.48	1.56	0.04
40	4422500	655000	17.34	14.41	68.26	8.34	0.07	3.69	1.56	2.51	1.55	0.03
41	4422500	657500	37.36	23.08	39.57	8.26	0.14	10.39	2.49	0.30	1.42	0.11
42	4422500	660000	25.23	19.84	54.93	8.08	0.14	3.24	1.33	0.90	1.54	0.06
43	4422500	662500	29.87	19.9	50.23	8.09	0.11	1.12	1.55	0.59	1.52	0.06
44	4422500	665000	26.44	21.05	52.51	7.91	0.19	0.41	1.41	0.80	1.53	0.06
45	4422500	667500	40.04	22.12	37.84	8.54	0.18	6.46	2.5	0.22	1.41	0.13
46	4422500	670000	20.48	25.57	53.96	8.09	0.2	9.11	2.8	1.89	1.45	0.1
47	4422500	672500	22.84	23.84	53.32	7.72	0.39	11.87	2.73	1.53	1.46	0.09
48	4422500	675000	44.42	25.51	30.07	8.13	0.39	20.47	3.95	0.24	1.34	0.13

49	4422500	677500	35.7	23.91	40.38	7.52	0.35	13.81	1.41	0.29	1.47	0.08
50	4422500	680000	43.48	15.72	40.8	8.13	0.2	3.28	1.4	0.10	1.45	0.09
51	4422500	682500	18.01	24.65	57.34	8.47	0.25	11.16	3.04	2.40	1.44	0.07
52	4422500	685000	31.38	23.86	44.76	8.5	0.15	9.16	1.02	0.41	1.51	0.09
53	4422500	687500	50.48	17.73	31.79	8.13	0.2	5.87	1.53	0.06	1.37	0.09
57	4425000	652500	3.14	3.8	93.06	8.6	0.08	11.16	0.44	14.33	1.52	0
58	4425000	655000	22.19	15.97	61.84	7.83	0.15	0.41	3.27	1.75	1.45	0.08
59	4425000	657500	4.81	12.04	83.16	8.52	0.03	2.24	0.75	10.45	1.54	0
60	4425000	660000	20.4	24.64	54.96	8.61	0.13	6.01	2.93	1.92	1.45	0.09
61	4425000	662500	15.81	28.53	55.66	8.19	0.12	0.92	1.89	2.58	1.50	0.05
62	4425000	665000	27.78	23.2	49.03	8.49	0.09	9.8	0.94	0.64	1.55	0.06
63	4425000	667500	23.06	17.34	59.6	8.26	0.16	7.79	1.64	1.23	1.54	0.05
64	4425000	670000	39.98	23.05	36.97	7.87	0.23	2.67	2.85	0.27	1.40	0.11
65	4425000	672500	9.41	12.37	78.22	8.06	0.31	10.13	0.82	5.88	1.57	0.03
66	4425000	675000	54.65	20.28	25.07	8.19	0.25	30.71	2.62	0.07	1.32	0.13
67	4425000	677500	31.06	17.29	51.65	8.24	0.13	7.1	1.61	0.47	1.52	0.08
68	4425000	680000	25.66	23.63	50.71	7.94	0.24	5.43	1.35	0.86	1.53	0.06
69	4425000	682500	25.57	20.45	53.98	8.21	0.12	2.58	1.32	0.89	1.54	0.06
70	4425000	685000	44.77	24.84	30.39	8.25	0.19	18.33	2.54	0.17	1.37	0.13
71	4425000	687500	29.18	11.96	58.86	7.85	0.22	0.4	1.05	0.57	1.56	0.04
72	4425000	690000	39.32	23.13	37.55	7.83	0.3	11.56	2.33	0.24	1.42	0.14
73	4425000	692500	32.58	20.01	47.41	8.26	0.21	10.01	2.79	0.52	1.45	0.08
74	4427500	647500	33.09	18.38	48.52	7.97	0.22	0.72	1.14	0.34	1.52	0.08
75	4427500	650000	29.79	20.42	49.79	7.37	0.18	0.21	4.07	0.90	1.40	0.08
76	4427500	652500	46.67	25.29	28.04	8.14	0.1	11.12	2.09	0.13	1.37	0.14
77	4427500	655000	10.6	9.63	79.77	8.62	0.07	4.8	0.67	5.41	1.58	0.02
78	4427500	657500	8.11	7.58	84.3	8.62	0.09	10.59	1.91	7.62	1.49	0
79	4427500	660000	10.65	9.99	79.36	8.45	0.11	2.76	2.39	6.12	1.47	0.05
80	4427500	662500	44.49	21.55	33.97	6.8	0.16	0.4	0.82	0.10	1.42	0.1
81	4427500	665000	35.53	16.93	47.53	7.54	0.1	0.4	1.24	0.27	1.51	0.07
82	4427500	667500	51.66	21.33	27.01	8.15	0.19	27.23	2.22	0.08	1.34	0.13
83	4427500	670000	46.74	21.16	32.11	8.07	0.33	15.5	4.56	0.19	1.34	0.13
84	4427500	672500	33.07	27.68	39.26	8.37	0.23	13.98	1.34	0.35	1.48	0.09
85	4427500	675000	50.92	15.43	33.65	8.35	0.26	19.21	2.81	0.06	1.37	0.12
86	4427500	677500	31.82	20.85	47.32	8.5	0.18	19.24	1.21	0.43	1.52	0.08
87	4427500	680000	56.01	15.75	28.24	8.07	0.21	12.54	0.97	0.03	1.33	0.09
88	4427500	682500	17.44	26.76	55.8	8.27	0.16	8.91	2.1	2.24	1.49	0.08
89	4427500	685000	25.25	15.7	59.05	7.65	0.07	1.24	3.51	1.27	1.45	0.08
90	4427500	687500	23.85	22.48	53.67	8.55	0.14	0.41	1.42	1.11	1.53	0.06
91	4427500	690000	43.65	15.25	41.1	7.95	0.22	17.45	1.27	0.09	1.45	0.09
92	4427500	692500	26	16.86	57.14	8.15	0.19	0.62	4.03	1.21	1.42	0.08
94	4430000	645000	26.1	21.04	52.86	7.95	0.3	13.91	1.58	0.84	1.52	0.06
95	4430000	647500	44.76	19.4	35.84	7.82	0.33	10.13	1.51	0.11	1.42	0.1
96	4430000	650000	2.74	8.17	89.1	8.29	0.03	1.74	0.51	15.59	1.52	0
97	4429652	652862	21.82	12.34	65.84	7.82	0.16	1.53	3.19	1.95	1.47	0.08

98	4430000	655000	26.21	30.98	42.81	7.85	0.26	0.41	2.93	1.03	1.42	0.1
99	4430000	657500	8	12.19	79.81	7.97	0.19	0.72	1.86	7.04	1.49	0
100	4430000	660000	51.17	22.58	26.25	7.85	0.16	4.4	1.29	0.07	1.34	0.1
101	4430000	662500	38.24	22.32	39.44	7.74	0.39	0.4	4.46	0.40	1.36	0.1
102	4430000	665000	31	24.77	44.24	8.36	0.28	15.04	5.08	0.92	1.33	0.08
103	4430000	667500	20.05	25.67	54.28	8.14	0.28	18.17	3.49	2.11	1.41	0.07
104	4430000	670000	35.67	23.25	41.08	7.05	0.24	9.44	2.17	0.35	1.45	0.11
105	4430000	672500	9.19	13.83	76.98	7.76	0.04	13.01	0.72	5.61	1.57	0.03
106	4430000	675000	34.31	17.51	48.18	8.28	0.25	0.4	0.21	0.25	1.55	0.08
107	4430000	677500	13.84	7.59	78.58	8.23	0.14	14.98	3.75	5.05	1.42	0.04
108	4430000	680000	49.16	17.22	33.63	8.34	0.17	3.39	3.17	0.08	1.37	0.12
109	4430000	682500	45.13	23.39	31.48	8.28	0.19	15.15	1.74	0.12	1.39	0.1
110	4430000	685000	19.23	34.72	46.05	8.48	0.17	16.11	1.76	1.56	1.50	0.09
111	4430000	687500	39.95	10.66	49.39	8.39	0.17	9.61	2.44	0.17	1.47	0.12
112	4430000	690000	47.35	19.86	32.79	8.13	0.37	0.71	2.02	0.09	1.38	0.13
113	4430000	692500	45.34	22.37	32.3	7.94	0.22	19.33	2.77	0.15	1.37	0.13
115	4432469	642522	37.54	20.91	41.55	8.15	0.15	3.9	2.32	0.28	1.44	0.11
116	4432500	645000	19.72	25.77	54.51	8.22	0.07	1.96	2.48	1.98	1.47	0.1
117	4432500	647500	16.01	20.91	63.08	8.2	0.2	1.22	1.74	2.61	1.53	0.04
118	4433227	650104	11.38	17.93	70.69	8.15	0.11	1.24	1.43	4.46	1.54	0.04
119	4432500	652500	32.04	23.56	44.39	7.92	0.26	14.77	3	0.56	1.43	0.09
119	4432500	655000	36.52	19.82	43.67	8.27	0.18	9.2	1.15	0.24	1.49	0.1
120	4432500	657500	36.29	21.22	42.49	7.6	0.47	9.72	3.01	0.35	1.42	0.11
121	4432500	660000	49.06	15.8	35.14	8.36	0.21	3.89	3.14	0.07	1.38	0.12
122	4432500	662500	35.27	12.78	51.95	8.23	0.06	7.13	1.39	0.27	1.51	0.07
123	4432500	665000	43.47	17.37	39.15	8.28	0.18	10.55	3.83	0.17	1.39	0.12
124	4432500	667500	51.05	19.66	29.29	8	0.17	23.95	2.52	0.07	1.35	0.13
125	4432500	670000	19.87	25.13	55	8.1	0.16	18.07	2.03	1.84	1.50	0.1
126	4432500	672500	39.72	23.48	36.81	8.35	0.4	14.57	3.6	0.32	1.37	0.11
127	4432500	675000	32.82	20.38	46.8	8.06	0.37	17.89	2.52	0.50	1.46	0.08
128	4432500	677500	25.89	22.29	51.82	8.56	0.09	5.6	1.58	0.92	1.52	0.06
129	4432500	680000	49.5	14.66	35.84	8.29	0.31	13.24	2.3	0.06	1.39	0.12
130	4432349	682892	26.63	22.98	50.39	8.41	0.13	12.7	1.95	0.86	1.50	0.06
131	4432500	685000	44.35	17.58	38.07	7.95	0.2	9.32	1.38	0.09	1.43	0.1
132	4432500	687500	43.11	21.32	35.57	8.22	0.22	13.57	0.83	0.10	1.44	0.1
133	4432500	690000	37.73	16.79	45.48	8.3	0.15	8.09	2.03	0.24	1.47	0.13
134	4432500	692500	40.75	20.68	38.58	8.11	0.21	31.85	1.62	0.17	1.44	0.1
135	4432500	695000	40.38	24.9	34.72	7.99	0.13	44.57	1.63	0.19	1.42	0.11
136	4433728	643289	28.44	24.92	46.64	8.45	0.24	14.41	1.93	0.69	1.49	0.06
137	4435000	645000	34.65	18.19	47.16	8.27	0.11	0.41	2.56	0.39	1.46	0.11
138	4435000	647500	21.21	22.17	56.62	8.2	0.12	4.25	2.27	1.62	1.49	0.09
139	4435000	650000	24.82	18.71	56.47	8.03	0.2	2.17	1.38	1.04	1.54	0.06
140	4435000	652500	52.59	19.97	27.43	7.59	0.99	1.94	2.28	0.07	1.34	0.13
141	4435000	655000	54.69	18.63	26.69	8.08	0.22	2.24	3.07	0.07	1.32	0.12
142	4435000	657500	48.32	16.14	35.54	8.39	0.16	3.87	0.96	0.05	1.41	0.09

143	4435000	660000	34.07	29.87	36.06	8.21	0.13	2.02	1.85	0.37	1.44	0.09
144	4435000	662500	43.32	22.32	34.36	8.14	0.19	25.82	1.34	0.12	1.42	0.1
145	4435000	665000	42.81	21.07	36.12	8.34	0.24	6.01	1.64	0.14	1.43	0.1
146	4435000	667500	40.14	19.18	40.68	8.2	0.23	11.33	2.96	0.22	1.41	0.13
147	4435000	670000	26.4	14.66	58.94	8.13	0.27	12.1	1.38	0.86	1.55	0.05
148	4435000	672500	51.77	17.07	31.16	8.19	0.27	14.05	2.05	0.06	1.36	0.12
149	4435000	675000	42.69	18.69	38.62	8.34	0.25	8.31	2.56	0.16	1.41	0.13
150	4435000	677500	45.85	22.13	32.02	8.25	0.28	3.57	3.35	0.17	1.36	0.13
151	4435000	680000	52.3	16.74	30.96	8.42	0.23	3.67	1.32	0.04	1.36	0.09
152	4435000	682500	28.39	17.81	53.81	8.48	0.13	6.01	1.66	0.69	1.52	0.05
153	4435000	685000	42.48	16.66	40.86	8.16	0.15	2.12	3.34	0.17	1.40	0.12
154	4435000	687500	41.81	17.31	40.88	7.94	0.33	5.12	1.36	0.13	1.46	0.1
155	4435000	690000	40.13	25.32	34.54	8.18	0.31	16.33	2.68	0.25	1.39	0.11
156	4435000	692500	35.5	22.69	41.8	8.15	0.28	15.9	4.27	0.53	1.36	0.08
157	4435000	695000	52.33	18.59	29.09	8.34	0.25	9.91	2.11	0.06	1.35	0.13
158	4435000	697500	40.53	5.89	53.58	7.92	0.27	12.9	4.71	0.15	1.44	0.11
159	4437550	640266	11.11	14.41	74.48	8.01	0.08	1.43	1.45	4.79	1.54	0.03
160	4437500	642500	50.15	20.13	29.72	8.03	0.16	19.21	1.86	0.07	1.36	0.1
161	4437500	645000	21.59	14.2	64.21	7.79	0.3	7.67	1.59	1.62	1.55	0.05
162	4437500	647500	42.98	20.78	36.23	8.31	0.14	26.69	2.36	0.17	1.41	0.13
163	4437500	650000	41.18	17.94	40.88	8.44	0.11	11.5	5.37	0.29	1.35	0.1
164	4437500	652500	34.79	25.36	39.85	7.7	0.29	20.66	2.2	0.40	1.44	0.12
165	4437500	655000	35.3	18.93	45.77	8.41	0.14	9.9	3.79	0.44	1.40	0.1
166	4437500	657500	46.03	14.81	39.16	8.36	0.1	1.93	4.37	0.11	1.38	0.12
167	4437500	660000	55.85	16.98	27.17	8.1	0.35	14.23	1.68	0.04	1.33	0.09
168	4437500	662500	38.04	23.18	38.79	8.22	0.25	19.8	3.53	0.34	1.38	0.11
169	4437500	665000	51.73	21.14	27.13	8.32	0.25	10.65	1.22	0.06	1.35	0.1
170	4437500	667500	39.66	21.72	38.62	8.09	0.25	11.22	2.33	0.23	1.42	0.13
171	4437500	670000	28.2	22.97	48.83	8.27	0.45	6.52	2.65	0.80	1.46	0.09
172	4437500	672500	30.83	19.28	49.89	8.11	0.25	3.14	3.02	0.68	1.45	0.08
173	4437500	675000	11.62	11.7	76.68	8.01	0.32	5.85	4.07	6.16	1.37	0.05
174	4437500	677500	38.18	30.04	31.78	8.17	0.24	6.92	1.2	0.22	1.43	0.12
175	4436936	680279	27.68	18.63	53.68	7.98	0.19	1.12	1.85	0.78	1.51	0.05
176	4437113	682500	26.79	21.11	52.1	7.16	0.14	9.86	1.2	0.78	1.54	0.06
177	4437500	685000	36.2	16.42	47.38	8.23	0.05	1.22	4.74	0.42	1.39	0.1
178	4437500	687500	32	20.9	47.1	7.78	0.23	1.22	1.21	0.39	1.51	0.08
179	4437500	690000	11.26	13.44	75.3	8.46	0.09	1.62	5.69	6.95	1.27	0.02
180	4437500	692500	29.78	25.79	44.43	8.46	0.15	2.26	4.48	1.04	1.35	0.09
181	4437500	695000	36.12	25.45	38.43	7.96	0.13	0.21	3.09	0.39	1.40	0.11
182	4437500	697500	37.05	36.07	26.87	8.47	0.12	29.94	2.1	0.35	1.38	0.13
183	4440000	642500	28.45	15.88	55.67	7.55	0.3	0.2	2.97	0.84	1.47	0.08
185	4440000	645000	43.85	22.6	33.55	7.96	0.35	0.93	6.62	0.39	1.28	0.1
186	4440260	647472	23.3	23.46	53.23	8.02	0.22	5.65	1.9	1.21	1.51	0.06
187	4440000	650000	21.34	23.75	54.91	8.24	0.16	9.75	3	1.78	1.44	0.09
188	4440000	652500	39.52	23.59	36.89	8.07	0.17	26.09	1.53	0.20	1.44	0.11

189	4440000	655000	24.27	25.1	50.63	8.32	0.13	34.82	1.61	1.00	1.52	0.07
190	4440000	657500	39.46	19.25	41.29	8.16	0.16	29.32	2.03	0.20	1.45	0.13
191	4439853	660106	45.5	19.34	35.16	8.27	0.16	15.17	1.42	0.09	1.42	0.1
192	4440000	662500	54.06	15.37	30.57	8.43	0.21	15.27	1.85	0.04	1.35	0.09
193	4440000	665000	50.99	12.85	36.16	8.62	0.2	6.81	1.07	0.04	1.40	0.09
194	4440021	668027	59.19	11.32	29.49	6.9	0.27	11.77	1.63	0.02	1.32	0.09
195	4440000	670000	51.82	17.27	30.91	6.87	0.33	14.61	3.63	0.08	1.35	0.12
196	4440000	672500	29.01	18.47	52.52	8.33	0.25	6.98	2.73	0.72	1.47	0.08
197	4440000	675000	48.02	16.48	35.5	8.12	0.24	4.13	2.43	0.07	1.39	0.12
198	4440000	677500	46.89	14.42	38.7	8.25	0.2	6.05	4.59	0.12	1.38	0.12
199	4440000	680000	55.7	13.37	30.93	7.84	0.39	14.53	0.67	0.02	1.34	0.09
200	4440000	682500	14.74	5.86	79.4	8.59	0.09	3.97	4.91	5.02	1.36	0.04
201	4440000	685000	27.71	21.64	50.65	7.82	0.15	0.72	5.6	1.44	1.31	0.08
202	4440000	692500	27.26	21.91	50.83	7.47	0.45	0.41	5.94	1.50	1.30	0.08
205	4440000	697500	24.29	23.39	52.32	7.19	0.11	0.4	1.74	1.05	1.52	0.06
207	4442500	640000	9.67	11.59	78.74	8.45	0.06	0.61	2.76	6.74	1.45	0.03
208	4442500	642500	58.56	10.91	30.54	7.79	0.42	6.45	1.8	0.02	1.33	0.08
209	4442500	645000	35.92	25.57	38.51	8.19	0.14	19.21	4.24	0.56	1.35	0.08
210	4441851	647089	41.1	19.98	38.92	7.85	0.32	4.5	3.05	0.20	1.40	0.13
211	4442314	650048	44.97	22.49	32.53	8.19	0.17	12.42	5.3	0.18	1.37	0.12
212	4442500	652500	31.72	22.27	46.01	8.09	0.19	1.84	1.29	0.44	1.51	0.08
213	4442500	655000	30.07	18.73	51.2	7.98	0.09	0.41	1.02	0.48	1.54	0.08
214	4442500	657500	30.49	20.3	49.21	8.2	0.22	6.26	4.93	0.92	1.36	0.08
215	4442500	660000	22.19	20.85	56.96	8.05	0.2	1.33	4.3	1.97	1.38	0.08
216	4442500	662500	45	19.47	35.53	8	0.4	14.84	2.09	0.11	1.40	0.13
217	4442500	665000	46.44	17.58	35.98	8.24	0.22	9.52	1.54	0.08	1.41	0.1
218	4442500	667500	49.73	34.23	16.04	8.32	0.23	9.81	2.8	0.24	1.28	0.14
219	4442500	670000	48.98	19.97	31.05	8	0.26	17.86	3.7	0.12	1.35	0.13
220	4442500	672500	39.64	21.37	38.99	8.39	0.17	3.47	3.16	0.28	1.40	0.11
221	4442500	675000	31.22	29.84	38.94	8.49	0.17	16.12	2.42	0.57	1.43	0.1
222	4442500	677500	35.59	16.46	47.94	8.16	0.22	9.13	2.97	0.37	1.44	0.1
223	4442500	680000	40.34	23.39	36.26	7.66	0.28	14.42	2.32	0.21	1.41	0.14
224	4445000	640000	35.51	18.23	46.26	8.3	0.17	1.92	3.66	0.42	1.41	0.1
227	4445000	642500	41.9	22.4	35.71	8.04	0.34	14.84	5.72	0.39	1.31	0.1
228	4445000	645000	41.54	21.12	37.34	8.14	0.2	18.37	1.77	0.16	1.43	0.1
229	4445000	647500	36.87	18.85	44.28	8.15	0.17	6.92	1.95	0.28	1.47	0.08
230	4445000	650000	55.32	21.58	23.1	8.22	0.21	6.57	2.33	0.07	1.30	0.13
231	4445000	652500	53.75	17.37	28.88	8.06	0.19	10.54	2.1	0.05	1.34	0.12
232	4445000	655000	54.3	19.13	26.57	7.75	0.56	11.67	1.91	0.06	1.33	0.09
233	4445000	657500	49.47	15.33	35.2	8.25	0.29	14.06	1.91	0.05	1.39	0.09
234	4445000	660000	54.66	15.78	29.56	8.29	0.28	13.54	1.98	0.04	1.34	0.09
235	4445000	662500	47.89	16.38	35.72	8.33	0.24	7.02	0.67	0.06	1.42	0.1
236	4445000	665000	62.48	16.8	20.72	8.31	0.48	8.96	2.85	0.23	1.30	0.12
237	4445000	667500	49.59	15.57	34.84	8.55	0.25	13.13	3.4	0.08	1.37	0.12
238	4445000	670000	47.2	18.7	34.1	8.23	0.18	8.39	1.8	0.08	1.40	0.1

239	4445000	672500	62.82	13.76	23.42	8.4	0.37	2.58	4.58	0.30	1.28	0.09
240	4445000	675000	50.55	16.36	33.1	8.07	0.22	11.29	5	0.09	1.35	0.12
241	4445000	677500	30.42	22.94	46.64	8.35	0.17	18.02	3.35	0.73	1.42	0.09
242	4447500	640000	39.14	18.74	42.11	8.47	0.23	2.87	1.78	0.19	1.46	0.1
244	4447500	642500	53.78	15.22	31	8.16	0.17	12.99	3.24	0.05	1.35	0.12
245	4447500	645000	59.7	18.92	21.37	7.94	0.35	14.93	2.65	0.06	1.28	0.12
246	4447500	647500	49.61	17.46	32.93	7.85	0.42	10.84	5.03	0.12	1.34	0.12
247	4447500	650000	44.39	17.33	38.28	8.11	0.22	9.81	3.28	0.14	1.39	0.13
248	4447500	652500	42.66	16.81	40.53	8.15	0.43	4.52	3.63	0.18	1.40	0.12
249	4447500	655000	43.97	20.38	35.65	7.46	0.82	9	2.82	0.17	1.39	0.13
250	4447500	657500	35.61	31.61	32.78	8.52	0.6	9.65	3.6	0.56	1.35	0.09
251	4447500	660000	29.91	30.27	39.82	8.36	0.19	6.47	1.19	0.51	1.50	0.07
252	4447500	662500	61.23	14.57	24.2	8.44	0.29	10.08	2.58	0.74	1.36	0.07
253	4447500	665000	44.62	20.76	34.62	8.38	0.18	7.32	1.66	0.12	1.41	0.1
254	4447500	667500	44.35	14.9	40.75	8.49	0.18	9.98	4.04	0.14	1.39	0.12
255	4447500	670000	43.18	25.52	31.3	8.14	0.26	2.77	1.74	0.15	1.40	0.11
256	4447500	672500	57.63	19.2	23.17	8.42	0.16	10.69	1.9	0.05	1.30	0.09
257	4447500	675000	42.71	18.57	38.72	7.84	0.38	10.65	3.53	0.19	1.39	0.13
258	4447500	677500	24.46	18.62	56.92	7.63	0.5	7.67	2.2	1.18	1.50	0.09
259	4450000	640000	53.02	15.84	31.15	7.95	0.36	10.02	2.25	0.04	1.36	0.12
261	4450000	642500	39.83	21.18	39	8.5	0.21	7.02	1.89	0.20	1.44	0.1
262	4450000	645000	43.52	4.34	55.82	8.01	0.4	25.73	4.25	0.14	1.40	0.1
263	4450000	647500	21.09	21.72	57.19	8.25	0.17	16.53	1.32	1.40	1.55	0.06
264	4450000	650000	18.73	25.37	55.9	8.43	0.1	6.27	3.05	2.37	1.44	0.07
265	4450000	652500	47.19	17.62	35.19	7.8	0.36	10.13	4.53	0.12	1.36	0.12
266	4450000	655000	51.21	13.39	35.39	8.34	0.22	5.7	3.99	0.05	1.37	0.12
267	4450000	657500	48.51	17.37	34.12	8.32	0.42	8.11	1.33	0.06	1.40	0.1
268	4450000	660000	41.54	21.27	37.19	8.22	0.29	4.15	2.09	0.17	1.42	0.13
269	4450000	662500	49.14	23.28	27.58	8.2	0.31	8.39	2.12	0.10	1.35	0.13
270	4450000	665000	33.36	25.21	41.43	8.34	0.72	5.66	1.58	0.38	1.47	0.09
271	4450000	667500	44.48	21.7	33.81	8.24	0.18	13.7	2.52	0.15	1.39	0.13
272	4450000	670000	55.96	17.5	26.54	8.44	0.25	11.94	1.23	0.04	1.32	0.09
273	4450000	672500	54.44	18.91	26.65	8.45	0.34	21.28	1.51	0.05	1.33	0.09
274	4450000	675000	46.93	19.91	33.15	8.32	0.25	28.41	2.97	0.13	1.37	0.13
275	4450000	677500	38.81	25.85	35.34	8.08	0.27	8.01	3.28	0.35	1.38	0.11
276	4450000	680000	39.64	17.45	42.91	7.97	0.29	10.35	2.42	0.21	1.44	0.13
277	4452500	642500	44.82	30.69	24.49	7.86	0.37	15.96	1.67	0.18	1.36	0.11
279	4452500	645000	45.02	25.6	29.38	8.38	0.12	4.15	1.56	0.13	1.38	0.11
280	4452500	647500	22.54	19.06	58.4	8.27	0.18	3.78	2.56	1.56	1.48	0.09
281	4452500	650000	46.96	22.26	30.78	7.94	0.3	26.29	2.39	0.13	1.37	0.13
282	4452500	652500	20.99	31.87	47.14	8.53	0.11	18.17	0.78	1.07	1.56	0.08
283	4452500	655000	38.05	19.38	42.57	8.06	0.23	4.08	4.65	0.36	1.37	0.1
284	4452500	657500	51.52	15.66	32.82	8.32	0.19	7.84	1.23	0.04	1.38	0.09
285	4452500	660000	30.47	31.77	37.76	8.51	0.11	8.96	0.86	0.42	1.50	0.1
286	4452500	662500	23.88	24.18	51.94	8.39	0.15	8.07	0.74	0.94	1.57	0.07

287	4452500	665000	41.27	12.66	46.07	8.45	0.22	17.55	2.69	0.14	1.45	0.12
288	4452500	667500	39.24	23.27	37.49	8.03	0.29	24.97	2.62	0.25	1.41	0.11
289	4452500	670000	55.65	17.07	27.28	8.16	0.32	12.72	1.88	0.04	1.33	0.09
290	4452500	672500	48.42	18.8	32.79	7.01	0.26	20.09	2.22	0.15	1.33	0.13
291	4452500	675000	56.07	21.93	22.01	8.09	0.26	10.94	1.43	0.06	1.30	0.1
292	4452500	677500	53.72	19.59	26.69	8.25	0.22	13.9	2.31	0.07	1.33	0.13
294	4452500	680000	43.84	22.79	33.36	7.93	0.23	12.7	2.54	0.17	1.39	0.13
295	4455000	645000	49.17	12.52	38.31	8.14	0.23	12.3	2.67	0.05	1.40	0.12
296	4455000	647500	42.16	21.78	36.06	7.86	0.36	20.15	2.79	0.18	1.40	0.13
297	4454778	650004	34.17	25.92	39.92	7.87	0.31	6.53	3.24	0.50	1.40	0.09
298	4454798	652428	56.85	13.41	29.75	7.88	0.29	5.13	3.52	0.04	1.34	0.12
299	4455000	655000	33	18.92	48.08	8.22	0.59	5.6	2.24	0.41	1.48	0.11
300	4455000	657500	35.74	23.02	41.24	7.81	0.28	4.71	1.67	0.31	1.46	0.08
301	4455000	660000	44.83	18.27	36.89	8.31	0.17	31.49	2.01	0.12	1.41	0.13
302	4455000	662500	53.73	14.82	31.44	6.8	0.32	15.95	2.25	0.04	1.36	0.12
303	4455000	665000	57.71	21.6	20.69	8.41	0.31	14.05	2.77	0.09	1.28	0.13
304	4455000	667500	34.12	32.39	33.5	8.24	0.28	14.78	1.92	0.39	1.43	0.1
305	4455000	670000	51.78	24.04	24.18	8.12	0.22	14.57	1.92	0.10	1.33	0.1
306	4455000	672500	45.93	26.91	27.16	7.85	0.27	14.73	2.07	0.16	1.36	0.14
307	4455000	675000	51.73	15.3	32.97	8.23	0.28	20.01	3.78	0.07	1.36	0.12
308	4455000	677500	49.02	25.91	25.08	8.05	0.41	12.52	3.21	0.15	1.32	0.13
309	4455000	680000	47.15	22.68	30.17	8.18	0.39	16.33	2.76	0.13	1.36	0.13
311	4457500	645000	27.13	16.98	55.89	8.25	0.23	8.99	2.74	0.91	1.48	0.08
312	4457500	647500	29.98	21.28	48.74	8.23	0.12	2.22	1.98	0.64	1.49	0.06
313	4457500	650000	36.96	28.14	34.9	8.09	0.41	0.92	2.12	0.33	1.42	0.12
314	4457500	652500	32.57	19.93	47.49	8.04	0.29	17.59	2.39	0.49	1.46	0.11
315	4457500	655000	42.91	19.16	37.93	8.19	0.2	18.9	2.32	0.16	1.41	0.13
316	4457500	657500	55.51	15.32	29.17	8.45	0.19	12.18	1.32	0.03	1.34	0.09
317	4457442	659796	24.84	12.61	62.55	8.29	0.15	8	3.83	1.49	1.41	0.07
318	4457500	662500	44.05	22.95	33	7.53	0.59	12.58	2.89	0.16	1.38	0.13
319	4457500	665000	45.67	15.63	38.7	7.76	0.37	8.69	2.02	0.09	1.42	0.13
320	4457500	667500	54.95	19.16	25.89	8.33	0.24	14.56	3.7	0.09	1.31	0.12
321	4457500	670000	45.51	25.03	29.46	8.36	0.25	34.39	2.96	0.18	1.35	0.13
322	4457500	672500	32.28	22.44	45.28	8.06	0.22	23.22	6.32	0.98	1.29	0.08
323	4457500	675000	41.46	21.38	37.16	8.1	0.22	16.81	2.27	0.18	1.42	0.13
324	4457500	677500	35.07	37.33	27.6	8.22	0.22	22.96	3.17	0.55	1.34	0.1
325	4457500	680000	40.64	26.5	32.86	7.98	0.4	12.01	2.95	0.28	1.37	0.11
327	4460000	647500	45.27	21.43	33.31	8.39	0.2	0.82	2.21	0.12	1.39	0.13
328	4460000	650000	41.63	7.79	50.58	7.8	0.14	0.41	2.96	0.12	1.46	0.12
329	4460000	652500	21.49	21.8	56.72	7.98	0.18	0.51	3.07	1.83	1.44	0.09
330	4460000	655000	6.37	7.32	86.3	7.95	0.12	0.21	1.16	9.12	1.51	0
331	4460000	657500	15.3	16.48	68.22	8.5	0.09	4.18	1.45	3.01	1.55	0.11
332	4460000	660000	45.23	16.05	38.72	8.19	0.33	8.83	2.79	0.10	1.40	0.12
334	4458550	665295	33.35	25.96	40.69	7.92	0.21	15.18	2.61	0.48	1.43	0.12
336	4460000	670000	20.06	21.05	58.89	8.08	0.14	20.26	2.5	1.88	1.48	0.09

338	4460000	675000	39.36	24.84	35.8	8.24	0.23	6.82	1.94	0.22	1.42	0.11
339	4460000	677500	39.3	14.62	46.08	8.32	0.2	15.1	1.63	0.16	1.48	0.09
340	4460000	680000	46.47	36.4	17.13	8.49	0.19	12.99	0.9	0.15	1.34	0.12
342	4462500	655000	13.68	11.49	74.83	8.61	0.1	2.05	1.37	4.00	1.55	0.02
343	4462500	657500	36.69	13.98	49.33	8.08	0.17	6.31	1.64	0.24	1.50	0.09
344	4462500	660000	53.74	20.26	26.01	8.13	0.11	1.33	1.83	0.06	1.33	0.1
347	4462500	677500	14.2	27.59	58.21	7.53	0.39	3.65	3.79	3.89	1.37	0.07
348	4462500	680000	43.19	23.05	33.76	8.25	0.2	0	1.34	0.13	1.42	0.1

ÖZGEÇMİŞ

Ali İmamoğlu 26/06/1986 yılında Samsun'da doğdu. 19 Mayıs ilçesi Ballica 60. Yıl ÇPL'ni bitirdikten sonra 2004-2008 yılları arasında Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Sosyal Bilgiler Öğretmenliği Bölümünden mezun oldu. 2009 yılında aynı üniversitenin Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya bölümünde yüksek lisansa başladı. 2012 yılında yüksek lisansı bitirdi ve aynı yıl Coğrafya bölümünde doktora öğrenimine başladı. 2013 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Koruma ve Bitki Besleme Bölümüne de yüksek lisans kaydını yaptı. Hala iki bölümdeki öğrenimi devam etmektedir. Orta derecede İngilizce bilgisi vardır. İlgi alanları Jeomorfoloji, Toprak Etüd Haritalama, Erozyon, Sulak Alanlar, Turizm ve Rekreasyondur. Ayrıca hobi olarak Dağcılık, Trekking gibi doğa sporları yapmaktadır.

Adı. Soyadı. Ünvanı:	Ali İMAMOĞLU. Coğrafya Bölümü Doktora Öğrencisi Ziraat Fak. Yüksek Lisans Öğrencisi	
Yazışma Adresi:	Yunus Emre Bulvarı. Yeşilova Mah. No:207 Ondokuzmayıs/Samsun	
Telefon No:	05448606866	
E-mail:	aliimamoglu@yandex.com	

ULUSLARARASI KONGRE BİLİMSEL TOPLANTILARDA SUNULAN BİLDİRİLER

İmamoğlu, M., İmamoğlu, A., İmamoğlu O. 2013. **Rekreasyonel Planlamada Cehennemdere Vadisi Örneği (Ondokuzmayıs)**. 2nd International Conference on Science, Culture and Sport, 30 October – 1 November 2013, Kemer-Turkey.

İslamoğlu İ., İmamoğlu, A., Çavuşoğlu, G., 2014. **Verçenik Yaylası'nın Alternatif Turizmi ve Rekreasyonel Faaliyetlerinin Belirlenmesi**, "1.Uluslararası Spor Bilimleri, Turizm ve Rekreasyon Öğrenci Kongresi", 21-23 Mayıs 2014.

ULUSAL KONGRE VE BİLİMSEL TOPLANTILARDA SUNULAN BİLDİRİLER

İmamoğlu, A., Dengiz O., Sarıoğlu, F. E., 2013. **Sinop İli Arazilerinin Bazı Özelliklerinin CBS Analizleriyle Değerlendirilmesi ve Potansiyel Tarım Alanlarının Belirlenmesi**, III. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, 22-24 Ekim 2013, Tokat.

ULUSLARARASI HAKEMLİ DERGİLERDE YAYINLANAN MAKALELER

Dengiz, O., İmamoğlu, A., Saygın F., Göl, C., Ediş, S., Doğan, A., 2014. **İnebolu Havzası'nın ICONA Erozyon Modeli ile Toprak Erozyon Risk Değerlendirmesi**, Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi 29(2), 136-142.

Kutbay, H.G., Sürmen B., Kılıç D.D., İmamoğlu A., 2014. **The determination of rare species and risk categories in Nebyan Mountain (Samsun/Turkey)**, Biological Diversity and Conservation, 7/2, 73-77.

İmamoğlu, A., Turan İ., Dengiz O., Saygın F. 2014. **Soil Erosion Risk Evaluation: Application Of Corine Methodology At Engiz Watershed, Samsun**. Current Advances in Environmental Science (CAES) Volume 2: 15-2.

İmamoğlu, M., İmamoğlu, A., İmamoğlu O. 2013. **Rekreasyonel Planlamada Cehennemdere Vadisi Örneği (Ondokuzmayıs)**, Uluslararası Hakemli Akademik Spor Sağlık ve Tıp Bilimleri Dergisi, Sayı: 10, Cilt: 4.

İslamoğlu İ., İmamoğlu, A., Çavuşoğlu, G., 2014. **Verçenik Yaylası'nın Alternatif Turizmi ve Rekreasyonel Faaliyetlerinin Belirlenmesi**, International Journal of Science Culture and Sport, Augudst 2014 : Special Issue 2.

ULUSAL DERGİLERDE YAYINLANAN MAKALELER

Özyazıcı, M. A., Dengiz, O., İmamoğlu, A., 2014. **Siirt ili Bazı Arazi ve Toprak Özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistem Analizleriyle Değerlendirilmesi**, Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, Sayı: 2, 128-137.

ULUSLARARASI KONGRE BİLİMSEL TOPLANTILARDA SUNULAN POSTERLER

Dengiz, O., Türkmen, F., Sağlam, M., İmamoğlu, A., Saygın, F., Kanar, E., Akınoğlu, G. 2014. **Determination of Soil Erodibility State Under Different Land Use and Land Cover in Madendere Watershed**, 9th International Soil Science Congress on The Soul of Soil and Civilization, 14-16 October 2014, Side, Antalya/ Turkey (tam metin yayınlanmıştır).

Dengiz, O., Sağlam, M., Turkmen, F., Saygın, F., İmamoğlu, A., Kanar, E., Çakır, M. 2014. **Soil Erosion Risk Assesment with ICONA Model in Madendere Watershed**, 9th International Soil Science Congress on The Soul of Soil and Civilization, 14-16 October 2014, Side, Antalya/ Turkey (tam metin yayınlanmıştır).

GÖREV ALDIĞI PROJELER

Tubitak Orta Öğretimler Arası Proje Yarışması, Karadeniz Bölgesi, Samsun, Görevli Gözetmen, 2013.

Tubitak Orta Öğretimler Arası Proje Yarışması, Karadeniz Bölgesi, Samsun, Görevli Gözetmen, 2014.

Aksu Çayı Havzası Jeomorfolojisi, Giresun, Bilimsel Araştırma ve Geliştirme Destekleme Programı Projesi (BAP), 2012-2013.

İnebolu Havzası Toprak Veritabanı ve Haritalama Çalışması, Çevre Erozyon Genel Müdürlüğü, Erozyonla Mücadele Dairesi Başkanlığı, 2013.

Farklı Topografik Pozisyonlarda Yer Alan Bazaltik Ana Materyalin Jeokimyasal ve Biyolojik Süreçlerin Etkisi Altında Ayrışma Oranları ve Toprak Oluşumu, TUBİTAK, 2013-2.

Maden Dere Havzasında Farklı Erozyon Risk Değerlendirme Modelleri ile Erozyon Risk Haritalarının Oluşturulması ve Karşılaştırılmaları, Sakarya, Bilimsel Araştırma ve Geliştirme Destekleme Programı Projesi (BAP), 2012-2013.

Terme Çayı Havza Planlama ve Taşkın Analizleri, TA-GEM, 2014.