

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

**DEVREZ ÇAYI HAVZASI'NIN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ
YARDIMIYLA TAŞKIN VE HEYELAN RİSKLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Hasan ZORBA

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Mücahit COŞKUN

Karabük
AĞUSTOS/2019

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

**DEVREZ ÇAYI HAVZASI'NIN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ
YARDIMIYLA TAŞKIN VE HEYELAN RİSKLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan

Hasan ZORBA

Tez Danışmanı

Prof. Dr. MÜCAHİT COŞKUN

Karabük

AĞUSTOS/2019

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	1
TEZ ONAY SAYFASI	3
DOĞRULUK BEYANI	4
ÖNSÖZ	5
ÖZ	6
ABSTRACT	8
ARŞİV KAYIT BİLGİLERİ	10
ARCHIVE RECORD INFORMATION	11
KISALTMALAR	12
GİRİŞ	13
ARAŞTIRMANIN KAPSAMI	14
ARAŞTIRMANIN GEREKÇESİ, ÖNEMİ VE SINIRLILIKLARI	17
ARAŞTIRMANIN MATERYALİ VE YÖNTEMİ	18
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	20
BİRİNCİ BÖLÜM	26
1. DEVREZ ÇAYI HAVZASININ FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ	26
1.1. Jeolojik Özellikler	26
1.2. Jeomorfolojik Özellikler	31
1.3. İklim Özellikleri	45
1.4. Hidrografik Özellikler	60
1.5. Toprak Özellikleri	69
1.6. Vejetasyon Özellikleri	74
İKİNCİ BÖLÜM	80
2. DEVREZ ÇAYI HAVZASININ TAŞKIN VE HEYELAN RİSK ANALİZLERİ	80
2.1. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)	80
2.2. Parametrelerin Seçimi	85
2.3. Taşkın Risk Analizi	87
2.4. Heyelan Risk Analizi	97
SONUÇ	110
KAYNAKÇA	116





TABLolar LİSTESİ	124
ŞEKİLLER LİSTESİ	127
HARİTA LİSTESİ	128
GRAFİK LİSTESİ	129
FOTOĞRAF LİSTESİ	130
ÖZGEÇMİŞ.....	132



TEZ ONAY SAYFASI

Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Hasan ZORBA'ya ait "Devrez Çayı Havzası'nın Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi Yardımıyla Taşkın Ve Heyelan Risklerinin Belirlenmesi" adlı bu tez çalışması Tez Kurulumuz tarafından Tezli Yüksek Lisans programı tezi olarak oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

	Akademik Unvanı, Adı ve Soyadı	İmzası
Tez Kurulu Başkanı	: Prof. Dr. Mücahit COŞKUN	
Danışman Üye	: Prof. Dr. Mücahit COŞKUN	
Üye	: Prof. Dr. Fatih AYDIN	
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi İter Kutlu HATİPOĞLU	

Tez Sınavı Tarihi: 01/07/2019

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı herhangi bir yola tevessül etmeden yazdığımı, araştırmamı yaparken hangi tür alıntıların intihal kusuru sayılacağını bildiğimi, intihal kusuru sayılabilecek herhangi bir bölüme araştırmamda yer vermediğimi, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu ve bu eserlere metin içerisinde uygun şekilde atıf yapıldığını beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak ahlaki ve hukuki tüm sonuçlara katlanmayı kabul ederim.

Adı Soyadı: **Hasan ZORBA**

İmza :



ÖNSÖZ

Türkiye, topoğrafik yapısı, iklim ve jeolojik özelliklerinden dolayı doğal ve beşeri afetlerin sıkça yaşandığı yerlerden birisidir. Afetlerin neden olduğu can ve mal kaybı ülkelerin ekonomilerine büyük zararlar vermektedir. Bu durumun en belirgin yaşandığı yerlerden birisi olan Türkiye’de de her yıl afetlerden dolayı milyarlarca lira zarara uğramaktadır. Bu açıdan afetleri kontrol altına alma ve minimum zararla ondan kurtulma yolları aranmalıdır. Şehir ve kasaba gibi yerleşim alanlarında yaşam alanı kurmak için yerleşime en uygun olan alanlar seçilmeli ve olabilecek afetlerden maksimum düzeyde korunma sağlanmaya çalışılmalıdır. Bu nedenle afetler ülkemizde ve dünyada birçok disiplinin çalışma sahasına girmektedir. Başta bilim insanları, yöneticiler ve sivil toplum kuruluşları, afetleri bu yönüyle araştırmaya, anlamaya ve oluşabilecek tehlikelere karşı sürdürülebilir önlemler almaya çalışmışlardır.

“Devrez Çayı Havzası’nın Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi Yardımıyla Taşkın ve Heyelan Risklerinin Belirlenmesi” isimli bu araştırmada havzada taşkın ve heyelana karşı oluşabilecek riskli alanlar belirlenmeye çalışılmıştır. Söz konusu sahada olası tehlikelere karşı alınabilecek önlemler belirtilmiştir.

Tez konumun belirlenmesinden sonuç kısmına kadar çalışmanın her safhasında desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Mücahit COŞKUN ‘a teşekkür ederim. Ayrıca akademik desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Fatih AYDIN’a, İsmail ÜNLÜ’ye ve Güney ORTAÇ’a teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca her alanda beni destekleyen ve yalnız bırakmayan aileme teşekkür ederim.

Bu çalışma Karabük Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje Numarası: **KBÜ-BAP-15/2-YL-054**

Hasan ZORBA

Karabük, 2019

ÖZ

Yaşanan doğal afetler tüm dünyada milyarlarca zarara yol açmakta ve can kayıplarına neden olmaktadır. Bu nedenle gelişen teknolojinin de yardımıyla afetlerin zararlarını en aza indirmek için tedbirler alınmaktadır. Özellikle uydu teknolojileri ve coğrafi bilgi sistemleriyle yapılan uygulamalar ve analizler doğal afetlere karşı riskli bölgeleri harita üzerinde belirlemeyi kolaylaştırmaktadır.

Araştırma sahası olan Devrez Çayı havzasında taşkın ve heyelanlara karşı oluşabilecek riskli alanlar tespit edilmiştir. Böylece olası zararlara karşı önlemler belirlenmiştir.

Çalışma sahası, Kızılırmak'ın önemli kollarından birisi olan Devrez Çayı havzası oluşturmaktadır. Havza 3 il sınırları (Çankırı Kastamonu, Çorum) içerisinde kalmaktadır. Bu illere ait Orta, Kurşunlu, Ilgaz ve Tosya ilçelerinin hemen hemen tamamı havza sınırları içinde yer alırken doğuda Kargı ilçesinin az bir kısmı havza sınırları içinde kalmaktadır. Araştırmanın konusu Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi yardımıyla taşkın ve heyelan risk alanlarının belirlenmesidir. Ayrıca Devrez Çayı havzasının heyelan risk analizini yapmak ve riskli alanların tespitini yapmak bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci araştırmanın yöntemini oluşturmaktadır. Araştırma alanında benzer çalışmaların yapılmamış olması bu çalışmanın önemini artırmaktadır.

Havzada taşkın ve heyelan risk alanlarının belirlenmesi amacıyla sahanın toprak, litoloji, arazi kullanımı, akarsuya yakınlık, yükselti, eğim, bakı özellikleri literatür taraması ve arazi gözlemleri sonucu ortak parametre grubunda değerlendirilmiştir. Heyelan risk haritalarının oluşturulmasında ise eğrisellik ve fay hatlarına yakınlık faktörleri de eklenmiştir. Belirlenen kriterler CBS ortamında analiz edebilmek için raster veri formatına dönüştürülmüştür.

Çalışma sahasında edinilen bulgulara göre; alüvyon yataklarının bulunduğu Tosya ovası ve dağlık alanların vadi tabanları yüksek riskli taşkın alanlarını oluşturmaktadır. Ayrıca Ilgaz ilçe merkezinin bulunduğu Gökçay vadisi araştırma alanında diğer riskli alanları oluşturmaktadır. Söz konusu bölgede daha önce İnköy mevkinde taşkınlar yaşanmıştır.

Çalışma sahasının kuzey kesimini oluşturan Ilgaz Dağları üzerinde Küçükhacettepe, Büyükhacettepe ve Hacıhasan Dağı etrafında yüksek riskli heyelan alanları bulunmaktadır. Ayrıca havzanın güney kesimini oluşturan Kös Dağları üzerinde Saz Dağı, Sarıklıtepe, Ağuluk Tepe mevkiinde yüksek ve çok yüksek riskli heyelan alanları mevcuttur. Diğer yandan taşkın ve heyelan risk haritaları karşılaştırıldığında söz konusu afetlerin Tosya havzasında yoğunlaştığı belirlenmiştir.

Havzada meydana gelen heyelanlara ait bilgiler MTA ve AFAD'dan elde edilmiştir. Heyelana etki eden parametreler, istatistiksel ilişki kurularak heyelan yoğunlukları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar ve arazi gözlemleri göz önünde bulundurularak AHS uygulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: AHS; CBS; Risk; Analiz; Taşkın; Heyelan; Uzaktan Algılama; Afet.

ABSTRACT

Natural disasters cause billions of damage all over the world and cause loss of life. Therefore, with the help of the developed technology, measures are taken to minimize the damages of disasters. Satellite technologies and geographic information systems, especially the images and analysis of natural disasters against risky regions on the map makes it easier to identify.

Risky areas with potential for flood and landslides have been identified in the Devrez River Basin, which is a research area. Thus, measures against the possibility of damages have been determined.

The study area is one of the important branches of Kızılırmak River basin in the Western Black Sea region. The subject of the research is to determine the risk areas of the landslide and the landslide due to multi-criteria decision making. In addition, the aim of this study is to analyze the landslide risk of the devrez stream Basin and to determine the risky areas. One of the most critical decision-making methods is the analytical hierarchy process. There hasn't been similar any kind of studies in this area so it makes the importance of this study.

Soil, lithology, land use, proximity to river, elevation, slope, slope properties were evaluated as common factors as a result of literature survey and field observation in order to determine areas with potential to be transported and landslides in the field. In the formation of landslide risk maps, curvature, proximity to fault lines, factors were added. The criteria were converted into raster data format for analysis in GIS environment.

High mountainous areas of Tosya plain, where alluvial deposits are present in the study site, and the valley slopes where sudden slope to the Valley base decreases constitute high risk areas. Another risky area in the basin is the Gökçay Valley where Ilgaz district center is located. Located in the vicinity where Gökçay joins with Devrez stream, there is also a flood disaster in the province of Inköy.

Information about landslides in the basin was obtained from MTA and from the General Directorate of Disaster Affairs. Then, the landslide density was determined by establishing a statistical relationship between the factors affecting the landslide in the field. AHS was applied considering the results obtained.

Keywords: GIS; Risk; Analysis; Flood; Landslide; Remote Sensing; Disaster.



ARŞİV KAYIT BİLGİLERİ

Tezin Adı	Devrez Çayı Havzası'nın Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi Yardımıyla Taşkın Ve Heyelan Risklerinin Belirlenmesi
Tezin Yazarı	Hasan ZORBA
Tezin Danışmanı	Prof. Dr. Mücahit COŞKUN
Tezin Derecesi	Yüksek Lisans
Tezin Tarihi	01.07.2019
Tezin Alanı	Coğrafya/ Fiziki Coğrafya
Tezin Yeri	Karabük Üniversitesi
Tezin Sayfa Sayısı	131
Anahtar Kelimeler	AHS; CBS; Risk; Analiz; Taşkın; Heyelan; Uzaktan Algılama; Afet.

ARCHIVE RECORD INFORMATION

Name of the Thesis	Determination of flood risks with help of multi-criteria decision making method of Devrez river basin
Author of the Thesis	Hasan ZORBA
Advisor of the Thesis	Prof. Dr. Mücahit COŞKUN
Status of the Thesis	Master's Degree
Date of the Thesis	01.07.2019
Field of the Thesis	Geography/Physical Geography
Place of the Thesis	Karabuk University
Total Page Number	131
Keywords	AHP; GIS; Risk; Analyses; Flood; Landslide; Remote Sensing; Disaster.

KISALTMALAR

MTA; Maden Tetkik ve Arama Kurumu

DSİ; Devlet Su İşleri Kurumu

OGM; Orman Genel Müdürlüğü

MGM; Meteoroloji Genel Müdürlüğü

HGK; Harita Genel Komutanlığı

TÜİK; Türkiye İstatistik Kurumu

AFAD; Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı

AHS; Analytic Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Süreci)

ADNKS; Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi

USGS; U.S. Geological Survey (Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu)

NDVI; Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü Farkı İndeksi

DEM; Digital Elevation Model (Sayısal Yükseklik Modeli)

CRED; Afetlerin Epidemiyolojisi Araştırma Merkez

EM-DAT; Uluslar Arası Afet Veri Tabanı

CBS; Coğrafi Bilgi Sistemleri

KAF; Kuzey Anadolu Fayı

Km; Kilometre

Km²; Kilometrekare

mm; Milimetre

m; Metre

gr; Gram

GİRİŞ

Doğal afetler insanların can ve mal kaybına uğrayarak olumsuz etkilendikleri doğal etkenler sonucu meydana gelen olaylardır (Şahin ve Sipahioğlu, 2009). 5902 Sayılı kanunda ise afet, “toplumun tamamı veya belli kesimleri için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, normal hayatı ve insan faaliyetlerini durduran veya kesintiye uğratan doğal, teknolojik veya insan kaynaklı olaylar” (AFAD, 2009) olarak tanımlanmaktadır. Dünya üzerinde başta nüfus, çevre, iklim olmak üzere sosyal ve ekonomik değişimlerle afetlerin geniş alanları etkileyebildiği, sıklıklarının arttığı, türlerinin çoğaldığı gözlemlenmektedir. Bu bağlamda afet yönetimi ülkemizde önem arz etmekte ve zarar azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirme adımlarından oluşmaktadır (AFAD, 2012).

Çalışma ise ikinci adımda afete hazırlık sürecinde riskli alanların belirlenmesi kapsamında önemli bir yer tutmaktadır. Taşkın, sel, heyelan, deprem gibi olayların tahmin edilebilmesi, muhtemel alanlarının ve etkileyebilecekleri beşeri unsurların zarara uğrama durumu afet yönetimi kapsamında yürütülen çalışmalardandır (Özdemir, 2007).

Dünya’da gelişmiş ve az gelişmiş ülkelerin hemen hepsi bir şekilde afetlere maruz kalmakta ve farklı boyutlarda can ve mal kaybı yaşamaktadır. CRED'e (Afetlerin Epidemiyolojisi Araştırma Merkez) bağlı EM-DAT'ın (Uluslar Arası Afet Veri Tabanı) 2018 doğal afetler raporuna göre Dünya’da 315 doğal afet meydana gelmiştir. Yaşanan afetlerde 11.804 kişi yaşamını yitirmiş, 68 milyondan fazla insan da bu afetlerden etkilenmiştir. Ekonomik kayıplar ise 131.7 milyon dolar olarak kaydedilmiştir. 2018 yılında meydana gelen afetlerde hayatını kaybeden insanların %45'i depremler, %24'ü ise sel-taşkınlar nedeniyle olmuştur (EM-DAT, 2019). Verilen rapor sadece 2018 yılının genel değerlendirmesidir. Doğal ve beşeri afetlerin her yıl yaşandığı düşünüldüğünde meydana gelen sosyal ve ekonomik kayıpların sayısı artmaktadır.

Türkiye konumu nedeniyle sıklıkla depremler, heyelan, su baskını, kaya düşmesi çığ gibi doğa kaynaklı afetlere maruz kalmaktadır. 20. yüzyıldan bu yana Türkiye’de meydana gelen doğal afetlerde 87.000 kişi hayatını kaybetmiş, 210.000 kişi yaralanmıştır. 651.000 konut ya yıkılmış ya da ağır hasar almıştır (Ergünay, 2007).

Türkiye’de sıklıkla meydana gelen doğal afetlerden biriside sel-taşkınlardır. AFAD(Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı) raporlarına göre 1950 – 2018 yılları arasında Türkiye’de meydana gelen sel taşkınlar incelendiğinde söz konusu afetin batıdan doğuya ve güneyden kuzeye artış gösterdiği belirlenmiştir (AFAD, 2018).

Hem Türkiye’de hem de Dünya’da etkileri bakımından önemli olan diğer bir doğal afet de heyelanlardır. Etkili oldukları yerlerde can ve mal kaybına neden olmakla birlikte kara ve demir yolları, tarımsal ve ormanlık alanlar gibi ekonomik değeri olan yerlerde zarara yol açmaktadır. Türkiye’de de Karadeniz bölgesi başta olmak üzere sıklıkla heyelan afeti meydana gelmektedir. AFAD’ın yaptığı çalışmada 1950-2018 arası meydana 23.041 heyelanın %21’i Trabzon, Rize, Erzurum, Giresun illerinde yaşanmıştır. Bu llerden sonra Kastamonu (768), Artvin (765), Bingöl (693), Malatya (688) gelmektedir (AFAD, 2018).

Taşkın ve heyelan olaylarının afete dönüşerek maddi manevi zararlara yol açmasındaki etkenlerin en önemlilerinden birisi beşeri etkinliklerdir. Ormanların tahrip edilmesi, yamaç dengesini bozabilecek yol, baraj, köprü yapımı, mevzuata uygun olmayan bir şekilde akarsu yataklarına kaçak yapıların yapılması, alt yapının yeterli gelmemesi, düşen yağışın toprağa sızmasını engelleyecek beton ve asfalt gibi geçirimsiz tabakanın geniş alanlara yayılması, yerleşim yerlerinde veya imara açılacak yerlerde afet risk analizlerinin yapılmadan kullanıma açılması sıradan doğa olaylarının bile afete dönüşmesinde etkili olmaktadır.

Çalışma sahası bulunduğu konum, coğrafi özellikleri nedeniyle nispeten az da olsa taşkın ve heyelan olayları yaşanmaktadır. Akarsular tarafından parçalanan araziler fay hatlarının da etkisiyle heyelanları tetikleyebilmektedir. Ayrıca 1972 ve 1998’de Tosya ilçesinde yaşanan taşkınlar havzanın riskli saha olduğunu yansıtmaktadır.

ARAŞTIRMANIN KAPSAMI

Bu çalışmanın amacı Devrez Çayı Havza sınırları içerisinde taşkın ve heyelan olaylarının gelişebileceği riskli alanları Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Süreciyle ile incelemektir.

Çalışma alanında taşkınlar, tarım alanlarına ve yerleşim yerlerine zarar vermektedir. Özellikle havzanın jeomorfolojik durumu göz önüne alındığında vadi

tabanlarında bulunan tarım alanları ve yerleşim üniteleri tehlike altında bulunmaktadır. Bu nedenle AHS ile muhtemel taşkın alanları çalışmanın kapsamını oluşturmaktadır.

Sahada ikinci bir doğa olayı olan heyelanlar ise MTA tarafından hazırlanan envanter haritalara göre havzanın yüksek kesimlerinde meydana gelse de, Çeltikçi, Gövercik (Tosya) gibi yamaçlarda kurulan yerleşmelerde de görülebilmektedir. Ayrıca beşeri faaliyetler sonucu yamaç dengesinin bozulduğu alanlarda da görülebilmektedir. Yine AHS yöntemiyle riskli alanların belirlenmesi heyelan konusunun kapsamını oluşturur.

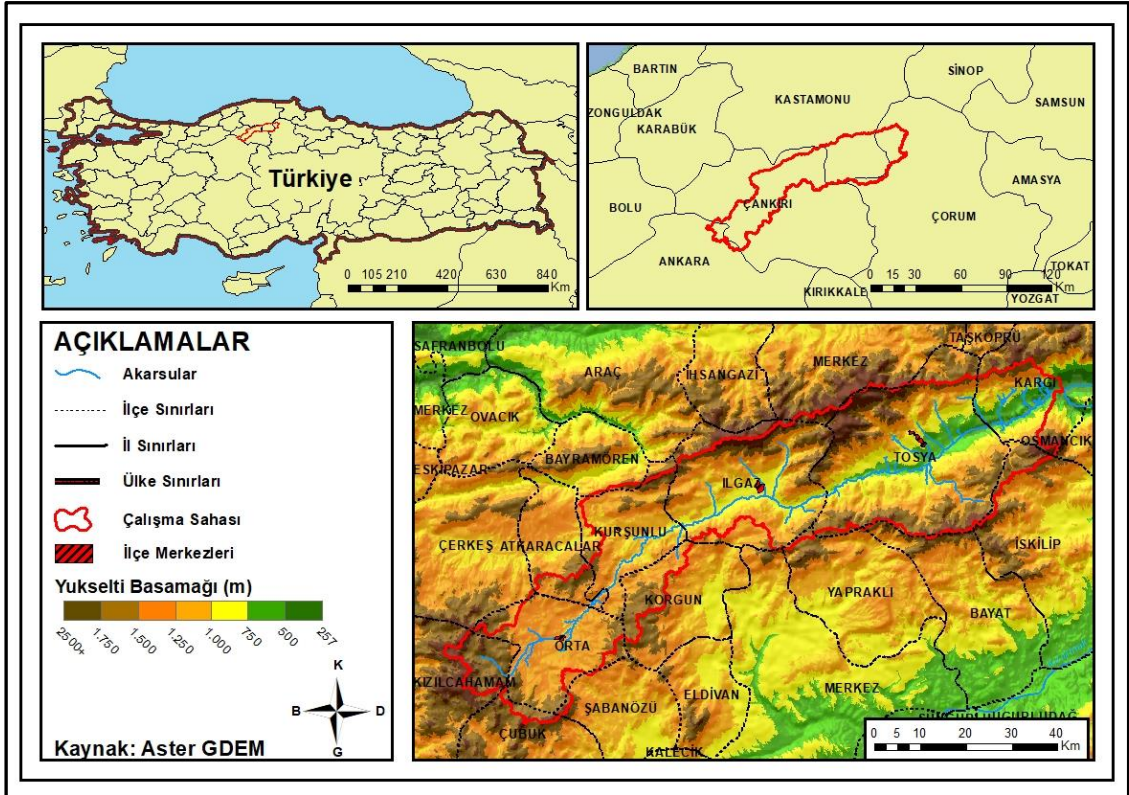
Araştırma sahası Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Bölümü'nde $32^{\circ} 52' - 34^{\circ} 29'$ D enlemleri ve $40^{\circ} 27' - 41^{\circ} 12'$ K boylamları arasında yer almaktadır. Batı Karadeniz bölümünün güneydoğu kısmında yer alan havza, Kızılırmak havzasının alt havzalarından biridir.

Devrez Çayı havzası genel olarak etrafında bulunan dağların doğu batı uzantılı şeklini almıştır. Kuzeyde Ilgaz Dağlarının ayırdığı, Gökırmak havzası bulunmaktadır. Güney sınırında ise Geçmiş ve Kös Dağının ayırdığı Acıçay havzası bulunmaktadır. Kuzeybatı sınırını Bulancık ve Işık Dağlarının ayırdığı Filyos Çayı havzası ve batısında da Yıldırım Dağının ayırdığı Sakarya havzası bulunmaktadır. Doğuda Kargı depresyonuyla Kızılırmak vadisine bağlanır.

Sınırları su bölümü çizgileri takip edilerek oluşturulan sahanın kuzey sınırını; Ilgaz Dağları ve Bulancık Dağları oluşturmaktadır. Kargı ovasından Kabakçı köyünün kuzeyinde 1700 metreye yükselen havza sınırı batıya yönelerek Ilgaz Dağlarının en yüksek noktası olan Büyükhacet Tepe'ye (2573 m) ulaşır. Bu yükseklikten Bulancık dağlarına (1900 m) uzanır. Daha sonra güneye yönelerek Yıldırım Dağlarına ulaşır. güney sınırlarını ise Kös Dağları ve Geçmiş Dağları sınırlandırmaktadır. Havzanın doğu kısmını Kızılırmak vadisi sınırlandırırken batı sınırlarını da Dumanlı Dağı sınırlandırmaktadır.

Devrez Çayının kuzeyinde uzanan Ilgaz Dağları bölgenin en yüksek zirvesine sahiptir (Büyükhacet Tepesi ve Küçükacet Tepesi). Vadinin güneyinde ise Geçmiş ve Kös Dağları bölgenin en yüksek kesimlerini oluşturmaktadır (Harita 1).

Havza sınırları içerisinde Çorum, Kastamonu, Çankırı illerine ait Beş ilçe (Kargı 1174km², Tosya 1302km², Ilgaz 845km², Kurşunlu 609km² ve Orta 706km²) ve toplamda 241 köy bulunmaktadır. İlçe idari sınırları kuzeyde ve güneyde hemen hemen havza su bölümü çizgisini takip etmekte olduğu, doğu ve batı sınırlarını ise havzayı üç parçaya ayıran dar boğazların oluşturduğu söylenebilir. Bahsedilen beş ilçe içerisinde havzanın doğu sınırında bulunan Çorum'un Kargı ilçesi kapladığı alan bakımından en az paya sahiptir. 2018 ADNKS göre havza toplam nüfusu 85882'dir.



Harita 1: Araştırma Alanının Lokasyon Haritası

ARAŞTIRMANIN GEREKÇESİ, ÖNEMİ VE SINIRLILIKLARI

Çalışmanın konusu olarak taşkın ve heyelan risklerini barındıran yerlerin belirlenmesi olarak seçilmiştir. Böylece belirlenen alanların sınıflandırılması, tedbirlerin alınması için başta AFAD olmak üzere benzeri kamu kurumlarının yararlanabilmesi açısından önemlidir.

Bu araştırmada bahsedilen potansiyel afet alanlarının belirlenmesinde AHS (Analitik Hiyerarşi Yöntemi) kullanılmıştır. Kullanılan yöntem diğer araştırmacılara da yol gösterici niteliğindedir. Sahada daha önce afet risk çalışmalarının yapılmamış olması çalışmayı önemli kılmaktadır. Bu çalışma havzadaki riskli alanların bütüncül olarak çalışılması yönünden ayrıca önem kazanmaktadır.

Araştırma alanı olarak Devrez Çayı Havzası'nın seçilmesinin nedenleri;

- Jeomorfolojik olarak akarsuların havzayı derine kazmasıyla yarma vadilerin oluşması ve engebeli topografyaya sahip olması,
- Aktif fay hatları üzerinde bulunması,
- Taşkın izlerini barındırması,
- Paleo ve aktif heyelan alanlarının mevcut olması,
- Ulaşılabilir olması,

Meteoroloji istasyonlarından kesintisiz ölçüm yapılamamış olması, bazı istasyonların eksik verilerle hesaplanması, çalışma sahasının geniş olması bu çalışmanın sınırlılıklarını oluşturmaktadır. Havzanın, idari olarak 5 ilçe sınırları içerisinde kalması ve DSİ(Devlet Su İşleri Kurumu), AFAD(Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı) gibi kurumların farklı bölgeleri içerisinde kalması nedeniyle veri toplanmasının zorlaşması sahanın sınırlılıklarını oluşturmaktadır.

ARAŞTIRMANIN MATERYALİ VE YÖNTEMİ

Çalışma sahasında; taşkın ve heyelanlar üzerinde etkili olabilecek parametreler belirlendikten sonra AHS(Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemiyle riskli alanlar belirlenmeye çalışılmıştır. Kullanılan veriler ve materyaller aşağıda anlatılmıştır. Ayrıca Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve kullanılan parametrelerin belirlenmesi de ayrı başlıklar altında anlatılmıştır.

Araştırmada Kullanılan Materyaller

Araştırmada temel olarak OGM (Orman Genel Müdürlüğü), MTA genel Müdürlüğü, MGM (Meteoroloji Genel Müdürlüğü), DSİ (Devlet Su İşleri Kurumu), HGK (Harita Genel Komutanlığı) verilerinden yararlanılmıştır.

Havzanın yer aldığı 1/100.000 ölçekli F31, F32, G29, G30, G31, G32, H29, H30 paftaları Harita Genel Komutanlığından temin edilmiştir. Jeoloji haritaları için MTA Genel Müdürlüğünden 1/100.000 ölçekli haritaları kullanılmıştır. Yine sahadaki heyelan alanları için MTA'dan 1/500.000 ölçekli Heyelan Envanter Haritası temin edilerek sayısallaştırılmıştır.

Tarım ve Orman Bakanlığında toprak verileri sayısal olarak elde edilmiş ve sahaya uygun düzenlenmiştir. 12/09/2018 tarihli Landsat 8 OLI/TIRS uydu görüntüleri (USGS) Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu'ndan temin edilerek arazi kullanım verilerinin oluşturulmasında kullanılmıştır. Elde edilen veriler ArcGIS 10.2 programında kontrollü sınıflandırma yapılarak analize uygun hale getirilmiştir.

Havzanın iklim koşullarının belirlenmesi için havza içerisinde olan ve bazıları da havza dışında kalan istasyonlar seçilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilen verilere göre şu istasyonlar kullanılmıştır; Tosya, Ilgaz, Kurşunlu Orta. Orta istasyonunda yeterli ölçüm yapılamadığı için orta ilçesine en yakın ve benzer coğrafi özelliklere sahip Çerkeş istasyonunun 1964-2015 yılları arası ölçümleri kullanılmıştır.

Ayrıca tez çalışması boyunca yerli ve yabancı literatür taraması yapılarak ilgili yerlerden metinsel dökümanlar elde edilmiştir. Türkiye İstatistik Kurumundan (TÜİK) bölgenin nüfus verileri elde edilmiştir.

Çalışmada kullanılan Haritalar ArcGIS 10.2 yazılımı kullanılarak oluşturulmuştur. Metinsel verilerin düzenlenmesinde grafik ve tabloların oluşturulmasında MS Office 2010 (Word, Excel) Programları kullanılmıştır. Arazi çalışmaları yılın belirli dönemlerinde yapılmıştır. Saha çalışmaları havzada taşkın ve heyelanların yaşandığı Tosya ve Ilgaz- kurşunlu havzasında yoğunlaştırılmıştır. Sahaya gidilerek büro çalışmaları neticesinde elde edilen haritaların ve bilgilerin doğrulukları gözlemlenmiş ve fotoğraf alımı yapılmıştır.

Araştırmada Kullanılan Yöntemler

Çalışma sahasının genel fiziki özelliklerini açıklamak ve analiz etmek için Jeoloji ve Toprak haritası ilgili makamlardan alınan verilerin ArcGIS 10.2 programında sayısallaştırılıp çalışma sahasına uygun olarak düzenlenmiştir.

Jeomorfoloji, eğim, bakı haritaları AsterGDEM verilerinden ArcGIS 10.2 Programında Spatial Analysis Modülü kullanılarak sahaya uygun olarak üretilmiştir.

NDVI (Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü Farkı İndeksi) haritası Landsat 8 uydu görüntüsünden band 5 ve band 4 kullanılarak Raster Calculator'da $NDVI = \frac{nir - red}{nir + red}$ formülü ile elde edilmiştir. Arazi Kullanım haritası da yine Landsat 8 uydu görüntüsünden Kontrollü Sınıflandırma (Maximum Likelihood Classification) işlemine tabi tutularak elde edilmiştir.

Meteoroloji müdürlüğünden havza sınırları içerisinde ve yakın çevresinde kalan İstasyonlara ait uzun yıllar rasat bilgileri temin edilmiştir. Kastamonu, Tosya, Araç, Kargı, Ilgaz, Kurşunlu, Orta, Çerkeş, Şabanözü, Korgun, Kızılcahamam ve Çubuk İstasyonlarından Faydalanılmıştır. havzaya ait sıcaklık, nem ve yağış, rüzgar bilgileri ilgili rasat verilerinden yararlanarak tablolştırılmıştır. Sıcaklık verileri; aylık, yıllık ortalama olarak ve mevsimlere göre, yağış verileri; aylık ortalama, aylık en yüksek, aylık en düşük ve yıllık toplam olarak hesaplanmıştır.

Sıcaklık haritalarının üretiminde Enterpolasyon yöntemi kullanılmıştır. Ancak bu yöntem yükseltiyi hesaba katmadığı için havza içerisinde sanal istasyonlar oluşturulmuştur. Daha sonra ölçüm yapan ve yükseltisi bilinen istasyonlar baz alınarak

her 200 metrede 1 derece sıcaklık düşecek şekilde sanal istasyonlara değer ataması yapılmıştır. Son olarak da Enterpolasyon yöntemi uygulanarak sıcaklık haritası elde edilmiştir.

Yağış haritasının yapımında yıllık toplam yağış değerleri kullanılmıştır. oluşturulan sanal istasyonlara ölçüm yapan ve yükselteleri bilinen istasyonlara göre Schreiber formülü kullanarak değer ataması yapılmıştır. Daha sonra Enterpolasyon yöntemi kullanılarak yağış haritası oluşturulmuştur.

Schreiber Formülü Aşağıdaki gibidir;

$$PH = P_o + 54h$$

Formülde;

Ph=Yükseltisi bilinen noktanın bulunacak yağış tutarı,

Po= Yükseltisi bilinen ve yağış rasadı yapan karşılaştırma istasyonunun toplam yağış tutarı,

54= Her 100 metre yükseldikçe yağışın 54 mm arttığını gösteren katsayı,

h= Seçilen istasyon ile yağış miktarı bulunmak istenen hedef arasındaki yükselti farkını hektometre ile göstermektedir.

Taşkın risk haritası için havzanın coğrafi koşulları göz önünde bulundurularak belirlenen eğim, bakı, jeomorfoloji, litoloji, yağış, arazi kullanımı, toprak, NDVI, akarsuya yakınlık katmanları düzenlenerek analize hazır hale getirilmiştir. Daha sonra AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemiyle önem dereceleri belirlenerek Weighted Overlay işlemi uygulanmıştır.

Heyelan risk haritası için havzanın coğrafi koşulları göz önünde bulundurularak belirlenen eğim, bakı, jeomorfoloji, litoloji, yağış, arazi kullanımı, toprak, NDVI, akarsuya yakınlık, fay hatlarına yakınlık katmanları düzenlenerek analize hazır hale getirilmiştir. Daha sonra AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemiyle önem dereceleri belirlenerek Weighted Overlay işlemi uygulanmıştır.

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışma sahasında bugüne kadar birçok araştırmacı Fiziki ve Beşeri Coğrafya dalında lokal alanları çalışmışlardır. Havza bazında ise ancak birkaç araştırmacı sahayı incelemiştir. Devrez Çayı havzasında doğal afetler konusunda kapsamlı bir çalışma

bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu bölümde havza ve ilgili alanlarında yapılan çalışmalara ayrıca literatürde yer alan örnek çalışmalara, yöntem ve metotlara yer verilmiştir.

Atalay, (1972), “Devrez Çayı Havzasında Toprak Erozyonu Problemleri” isimli çalışmasında bölgenin başlıca erozyon problemlerinin bitki örtüsünün tahrip edilmesi, yoğun otlatma ve arazinin yanlış kullanılması olarak belirtmiştir.

Akkuş, (1980), “Devrez Çayı Vadisinin Jeomorfolojisi” isimli çalışmasında vadinin jeomorfolojik özellikleri, oluşumu bakımından -yapı unsurları, toprak , iklim, hidrografya ve bitki örtüsü- incelenmiştir. Bölgede üç tektonik ünitenin varlığına dikkat çekmektedir. Bunlar kuzeyde Ilgaz Dağları güneyde Köş dağları, Devrez çayı ve ovaları olarak belirtilmiştir. Bunlarla birlikte havzanın güneybatı kısmında yer alan andezit lav ve tüflerin yığılmasıyla oluşmuş volkanik kütlede de bahsedilmektedir. Araştırmacı çalışmasında uygulamalı jeomorfoloji açısından da havzada bazı problemlere dikkat çekmiştir. Tosya, Ilgaz, Kurşunlu ve Orta ilçelerinin yerleşmeleri çukur alanlarda bulunması nedeniyle, ilkbahar yağışları ve diğer dönemlerde ki sağanak yağışlarından etkilendiği belirtilmiştir. Ayrıca problemlerden birisi de havzada kumlu, killi ve marnlı gevşek yapının bulunması çıplak alanlarda erozyonu kolaylaştırmasıdır. Bu iki önemli ve etkili afet yerleşmeleri ve bölgenin ana geçim kaynağı olan tarım alanlarına zararlar verdiğiinden bahsetmiştir.

Atalay, (1986), isimli çalışmasında örnek uygulama olarak anlattığı Taşkın Hidrograflarının çiziminde, Tosya ilçe merkezinin doğusunda kalan Esen(Gavurderesi) çayını işlemektedir. Burada akım rasadı olmayan yan kollarda 25km²'den büyük alanlara uygun olan Sentetik metodu ile muhtelif şiddetlerdeki yağışlara göre taşkın debilerinin bulunması ve taşkın hidrograflarının çizimi üzerinde durmuştur. Maksimum taşkın akımları: Tosya Esen çayında azami taşkın yapacak yağış şiddeti 6 saatlik olarak bulunmuş, zaman içindeki dağılımı; ilk iki saatte yağışın %23'ü, ikinci iki saatte %84'ü, üçüncü iki saatte %100'ü düştüğü hesaplanmıştır. Yapılan işlemlerde 10 yıllık için taşkın 3.8 saat sonra azami seviyesine ulaştığı ve 19. Saatte taşkın sona erdiği belirlenmiştir.

Türkmenoğlu, Akıman, Aker, ve Tankut, (1991), “Orta (Çankırı) Yöresini Kil Yataklarının Jeolojisi ve Oluşumu” isimli çalışmalarında Orta İlçesindeki kil

yataklarının Pliyosende bataklık göl ortamına taşınan kilin zamanla göl sularının etkisi sonucu kaolinleşmesiyle oluştuğu sonucuna varılmıştır.

Kılıç, (1996), “İlgaz’ın Beşeri ve İktisadi Coğrafyası” isimli çalışmasında, ilçenin 1990’lara kadar olan nüfus hareketlerini kırsal ve kentsel nüfus olarak incelemiştir. Ayrıca yörenin ekonomik kaynakların beşeri kaynaklarla olan ilişkisini değerlendirmiştir. Ancak beşeri ve ekonomik faaliyetlerin dinamik özelliğinden dolayı günümüzde bu özelliklerin değişmiş olması beklenmektedir.

Ciloğlu, (1996), Tosya ovası ve yakın dolaylarının hidrojeoloji incelemesinde çalışma sahasının hidrojeoloji haritası çıkartılmış, ovada bulunan sondaj kuyuları yardımıyla yeraltı su tablası haritaları çizilmeye ve akım yönü belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca alınan su örneklerinin analizlerinden içme, sulama ve endüstride kullanım özellikleri belirlenmiştir.

Avcı, (1998), “İlgaz Dağları ve Çevresinin Bitki Coğrafyası –I, İlgaz Dağları ve Çevresinin Bitki Coğrafyası –II” isimli çalışmalarında iklim, toprak ve jeomorfolojik özellikleri ile bitki örtüsü ilişkileri incelenmiştir. Bu özellikler üzerinde yayılış gösteren bitki örtüsü, orman formasyonu, çalı formasyonu ve alpin bitkiler olarak tanımlanmıştır. İklim şartlarının değiştiği güney kesiminde kuru orman yayılış göstermektedir. Hakim elemanları karaçam(*P.nigra*), kızılçam(*P.brutia*), mazi meşesi(*Q. infectoria*), tüylü meşe(*Q. pbescens*), saçlı meşe(*Q. cerris*) ve ardıç (*J. Excelsa* ve *J. feodissima*) olarak belirlenmiştir. Çalı formasyonu ise ormanların tahrip edildiği sahalarda yayılış gösterdiği belirtilmiştir.

İbret, (2000), “Devrez Havzası’nın Beşeri ve Ekonomik Coğrafyası” isimli çalışmasında havzanın iklim, toprak, hidrografya, bitki örtüsü özelliklerini genel hatlarıyla değerlendirmiştir. Yağış etkinliğini belirlemede De martonne, Erinç ve Thorntwaite yöntemleri kullanarak Tosya-Kurşunlu-İlgaz yarı nemli; Kargı ise yarı kurak olarak belirtilmiştir. Bölgenin 1997 yılı genel nüfusu 106902 kişidir. Bu nüfusun %56,4’ü kırsal kesimde diğer %43,6’sı da ilçe merkezlerinde olduğu belirtilmiştir. Doğal ortam özelliklerinin şekillendirdiği beşeri ve ekonomik faaliyetlerden başka bu çalışmada sahanın temel sorunlarına ve başlıca çözüm yollarına değinilmiştir.

Ekici, (2003), “İhsaniye Havzası’nın (Zonguldak) Taşkın Analizi” çalışmasında, havzada etkin rol oynayan fiziki özellikleri ve yaşanmış taşkınların

özellikleri incelenmiştir. Bu çalışmada A.B.D. su kaynakları hidroloji komitesi tarafından önerilen Log Pearson III tipine göre taşkın riski hesaplamaları yapılmıştır. Yapılan çalışmada havzanın 2 yılda 9.70, 5 yılda 14.18, 10 yılda 17.92, 25 yılda 23.65, 50 yılda 28.74, 100 yılda 34.62 m³/sn olarak taşkın olasılıkları hesaplanmıştır.

Taş, (2004), “Tosya İlçesinde Jeomorfolojik Birimlerin Arazi Kullanımı Üzerine Etkilerini incelediği Tosya ilçesinde araziden yararlanma ve planlamaya yönelik çalışmada geçiş kuşağında yer alan Tosya ilçesinde doğal ve beşeri özelliklerin arazi kullanımı üzerinde büyük etkilerinin bulunduğunu belirtmiştir. Bununla beraber dağlık kütlelerin oldukça geniş alanlar kaplaması, tarım alanlarının daralmasına neden olduğuna ve tarım alanlarının depresyon tabanında yoğunlaştığı ve bu alanda çeltik tarımının öne çıktığı gözlemlendiğini belirtmiştir.

Turoğlu ve Özdemir (2005), “Bartın’da sel ve Taşkınlar” çalışmada yaşanan sel ve taşkın olaylarını incelenmiş ve coğrafi bilgi sistemleri yöntemiyle taşkın risk haritaları oluşturulmuştur.

Özdemir, (2007), “Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) Cbs ve Uzaktan Algılama yöntemleri ile Taşkın ve Heyelan Risk Analizi” isimli çalışmada havzada meydana gelen taşkın ve heyelan afetlerinde risk oluşturan doğal ve beşeri faktörler üzerinde durulmuştur. Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama ile farklı senaryolarda taşkın ve heyelan risk analizi yapılmıştır.

Yalçın, (2007), “Heyelan Duyarlılık Haritalarının Üretilmesinde Analitik Hiyerarşi Yönteminin ve Cbs’nin Kullanımı” çalışmada heyelan duyarlılık haritalarının hazırlanmasında AHS yöntemi ve CBS’nin kullanımı hakkında bilgi vererek bu yöntemlerle uygulama yapmıştır.

Akar ve Maktav, (2008) “Taşkın Araştırmalarında Çok Kriterli Karar Verme Analizi ve Hidrolojik Modellemelerin Uzaktan Algılama ve CBS Entegrasyonu İle Karşılaştırılması” isimli çalışmada İstanbul ili Beykoz ilçesi sınırları içinde yer alan Yeniçiftlik Deresi üzerinde araştırma yapılmıştır. Sahada taşkın riski bulunan alanların belirlenmesi için ÇKKVA ve Hidrolojik Modelleme yöntemleri uygulanmıştır. Karşılaştırma sonucuna göre de hidrolojik modellemelerin daha doğru sonuç verebileceği belirtilmiştir.

Coşkun ve Aksoy, (2010), Araştırmada doğal ortam şartlarının, Aksu Vadisi aşağı kesimi incelenerek taşkınlar üzerindeki rolü incelenmiştir. Araştırma sahasında meydana gelen kuvvetli cephesel ve orografik yağışların taşkınlar üzerinde temel etken olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca kuvvetli yağışlarla birlikte yer yer killi özellik gösteren toprağın ikliminde etkisiyle yıl boyu neme doygun olması taşkın üzerinde etkili olan diğer bir faktördür. Araştırmada taşkınlara neden olabilecek beşeri etkenlerden de bahsedilmiştir.

Köle ve Murat, (2010), “Çankırı İlinde Doğal Afetlerin Alansal Dağılımı Üzerine Bir Değerlendirme” isimli çalışmasında 1950-2010 dönemi arasında Çankırı'nın ilçelerinde afet olma özelliği taşıyan doğa olaylarının alansal dağılımları incelenmiştir. İstatistik yöntemlerden hiyerarşik kümeleme analizi ile yapılan çalışma sonucunda Çankırı'nın ilçe ölçeğinde afet yoğunluk haritası oluşturulmuştur.

Özşahin ve Kaymaz, (2013), “Taşkın Risk Değerlendirmesine Bir Örnek: Amik Ovası Taşkınları” isimli, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yöntem ve teknikleriyle yapılan bu çalışmada Amik ovasının 413.96km² alanın orta derecede riske sahip olduğu belirtilmiştir.

Özşahin, (2014), “Tekirdağ İlinde Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanarak Heyelan Duyarlılık Analizi” isimli çalışmasında AHS yöntemini uygulamıştır. Bu yöntemle Tekirdağ ilinde heyelan oluşma potansiyelini orta derece (%51.5) olduğunu tespit etmiştir.

Akıncı, Yavuz Özalp, ve Kılıçer, (2015) “Coğrafi Bilgi Sistemleri ve AHP Yöntemi Kullanılarak Planlı Alanlarda Heyelan Duyarlılığının Değerlendirilmesi: Artvin Örneği” isimli çalışmasında Artvin ilini imar planı alanında heyelan duyarlılığı değerlendirme yapmışlardır. Bu çalışmalarında litoloji, yükseklik, bakı ve akarsuya yakınlık kriterlerini kullanarak analitik hiyerarşi yöntemiyle heyelan duyarlılığı analizi yapmışlardır. Ürettikleri heyelan duyarlılık haritasını imar planındaki yapı adaları ile karşılaştırarak riskli alanları belirlemişlerdir.

Çellek, Bulut, ve Ersoy, (2015), “AHP Yöntemi'nin Heyelan Duyarlılık Haritalarının Üretilmesinde Kullanımı ve Uygulaması (Sinop ve Yakın Çevresi)” isimli çalışmada Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden olan Analitik Hiyerarşi Süreciyle Sinop ve yakın çevresinde heyelan riskli alanlar belirlenmeye çalışılmıştır.

Pektezel (2015), "Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi Kullanılarak Gelibolu Yarımadası'nda Heyelana Duyarlı Alanların Belirlenmesi" isimli araştırmasında Gelibolu'da heyelan duyarlılığının orta derecede olduğunu belirtmiştir.

Selçuk, Sağlam Selçuk, ve Kasapoğlu, (2016), Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi Kullanarak, Van İli Merkez İlçelerinin Kentsel Taşkın Duyarlılık Değerlendirmesi" isimli çalışmasında 6 farklı kriter(Alan Kullanımı, Litoloji, Yükseklik, Su Tablası Derinliği, Aktif Kanal Mesafesi, Eğim) belirlemiştir. Oluşturulan duyarlılık modeline göre İpekyolu merkez ilçesi yüksek duyarlı alan içerisinde kaldığı belirtilmiştir.

Özcan, (2017), "Taşkın Tespitinin Farklı Yöntemlerle Değerlendirilmesi: Ayamama Deresi Örneği" çalışmasında Çok Kriterli Karar Verme, Hidrolik Modelleme, Bili Difüzyon Teorisi ve Eğri Numarası (SCS-CN) yöntemlerini taşkın tespitinde değerlendirmiş ve Ayamama Deresi üzerinde uygulama yaparak karşılaştırmıştır. Söz konusu çalışmada bilgi Difüzyonu analiz sonucuna göre Ayamama Deresinin 180 m³/s'lik akıma ulaştığında taşkın ihtimalinin %97,2 olacağını ve 50 ha gibi bir alanın etkileneceğini belirtmiştir.

Tokgözlü ve Özkan, (2018), "Taşkın Risk Haritalarında AHP Yönteminin Uygulanması: Aksu Çayı Havzası Örneği" isimli çalışmasında taşkın olmasında etkili olan faktörlerin (yağış, eğim, arazi kullanımı-bitki örtüsü, toprak, akarsu ağlarına yakınlık ve litoloji) kendi aralarında önem sıralaması yapılarak AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemi uygulanmıştır. Daha sonra CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) ortamında taşkın risk haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan haritaya göre tarihi taşkınların %40'nın düşük riskli, %30'unun orta riskli, %30'unun da riskli alanlarda meydana geldiği belirtilmiştir.

Cihangir, Görüm, ve Nefeslioğlu, (2018), "Heyelan Tetikleyici Faktörlerine Bağlı Mekansal Hassasiyet Değerlendirmesi" isimli çalışmasında Kelkit Çayı Vadisi üzerinde yaptığı değerlendirmede AHP yöntemi kullanmıştır. Çalışma alanında ana tetikleyici faktörün, kar erimelerinin mekansal hassasiyet üzerine etkisi ortaya konulmuştur. Analiz sonucuna göre kuzey yamaçlardasızmanın yüksek olmasından kaynaklı su içeriğinin fazla olması bu yamaçlarda heyelanın tetiklenmesine neden olduğu belirtilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. DEVREZ ÇAYI HAVZASININ FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ

1.1. Jeolojik Özellikler

Devrez Çayı havzasını, temel olarak doğu batı uzantılı olan kuzeyde Ilgaz Dağları, güneyde Kös Dağları ve Devrez depresyonu oluşturmaktadır olup, bu birimler havzanın morfolojik karakterinin de temelini teşkil etmektedir. Çalışmanın bu bölümü ve jeomorfoloji kısmında daha önce bu sahayı çalışmış AKKUŞ'un tespitlerinden faydalanılmıştır.

Araştırma sahasında paleozoik, mesozoik, senozoik ve kuaterner dönemlerine ait araziler bulunmaktadır. Ayrıca Kaladoniyen ve Alpin orojenezlerinin de arazinin şekillenmesinde etkili olmuştur.

Bölgenin en eski arazilerini Ilgaz ve Kös Dağı Kaledoniyen masifleri oluşturmaktadır. Esas yapısı, metamorfik şistler ve mermerleşmiş kalkerlerden oluşmaktadır. Bu yapılar Paleozoik dönemi olarak kabul edilir ve Devrez Vadisini takip eden KAF ile de ikiye ayrılmıştır (Yalçınlar, 1960).

Bölgede birinci zamana (Paleozoik) ait unsurlar Kretase yapılarıyla Ilgaz Dağları'nda mermerleşmiş kalkerlerle, ikinci zamana (Mesozoik) ait unsurlar ise Kretase yaşlı ofiyolitiklerle temsil edilmektedir. Diğer yandan üçüncü zamana (Senozoik) ait Eosen ve Neojen yaşlı araziler Ilgaz ve Kös Dağları'nın yamaçlarında ve vadi boyunca görülmektedir. Dördüncü zamana (Kuaterner) ait araziler ise depresyon tabanındaki alüvyonlar ile temsil edilmektedir (Akkuş, 1980). Havzanın bulunduğu saha ve yakın çevresinde Hersiniyen orojenezi ile başlayan oluşum günümüze kadar devam eden bir mobiliteye sahiptir (Fotoğraf 1).

MTA'dan elde edilen 1/500.000'lik jeoloji haritası incelendiğinde havzanın genel karakterini sedimenter kayaların çoğunluğu oluşturduğu volkanik, metamorfik ve ofiyolitik kayalar bulunmaktadır.

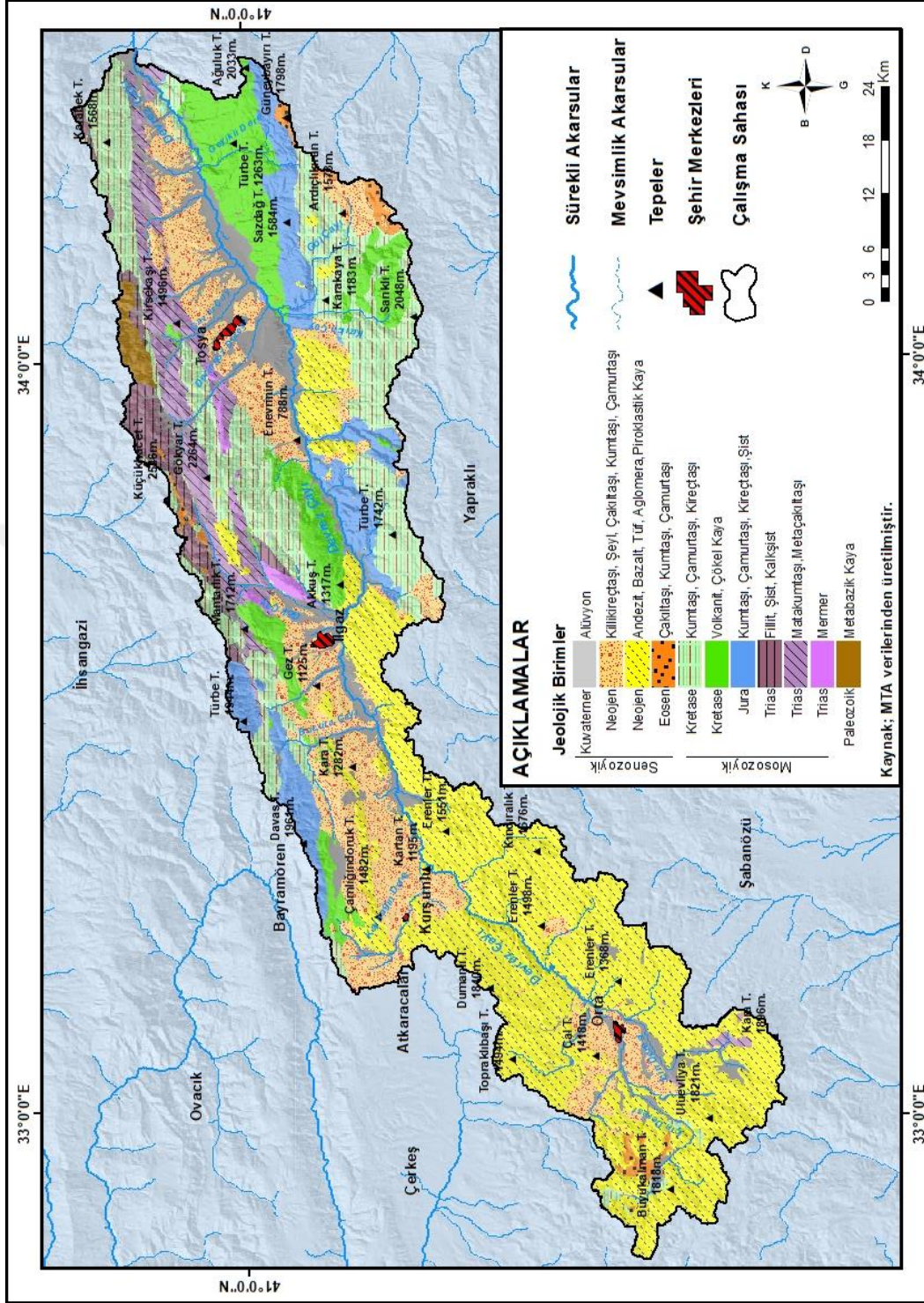
Vadi tabanında kuaterner oluşumlu alüvyonlar yer almaktadır. Bunların en geniş olduğu bölge Tosya havzasında vadi tabanının genişlediği kısımlarda bulunurlar. Bir kısmı da Orta havzasında akarsuyun memba kısmından aşındırıp vadi kısmında biriktirdiği alüvyonlardır.

Üst Kretase oluşumlu sedimenter kayalar Tosya havzasının kuzey ve güney yamaçlarında kırıntılı ve karbonatlı malzemeleri oluşturmaktadır. Havzanın kuzey yamaçlarında Pliyosen oluşumlu ayrılmamış karasal kırıntılı malzemeler bulunmaktadır. Bu oluşumlar Tosya ve Ilgaz havzalarında iki parça halinde görülürler (Harita 2). Üst kretase oluşumlu ofiyolitik kaya grubu ise daha çok Ilgaz Dağları 1300 – 1700 metre yükseltilerinde görülürler.

Sahada volkanik faaliyetler Miyosen dönemine kadar denizaltı volkanizması şeklinde görülürken miyosenden sonra püskürmeler şeklinde ortaya çıkmıştır (Akkuş, 1980). Alt Orta Miyosen dönemine ait oluşumlar Ilgaz, Kurşunlu havzasında ve Orta ilçesinin doğusunda ayrılmamış volkanitler şeklinde yer almaktadır (Fotoğraf 2). Havzada bazalt oluşumları Üst Miyosen yaşında Orta ve Kurşunlu ilçeleri arasında 328 km²'lik alan kaplamaktadır. En geniş oluşumunu bu bölgede gösteren bazaltlar Orta ilçesinin güneyinde ve kuzeyinde parçalar halinde görülmektedir. Piroklastik yapılı volkanik kayalar Orta ilçesinin güneyinde yer almaktadır.



Fotoğraf 1: Devrez Çayı'nın 2 Kilometre Kuzeyinde Neojen Tortullarından Bir Görünüm.

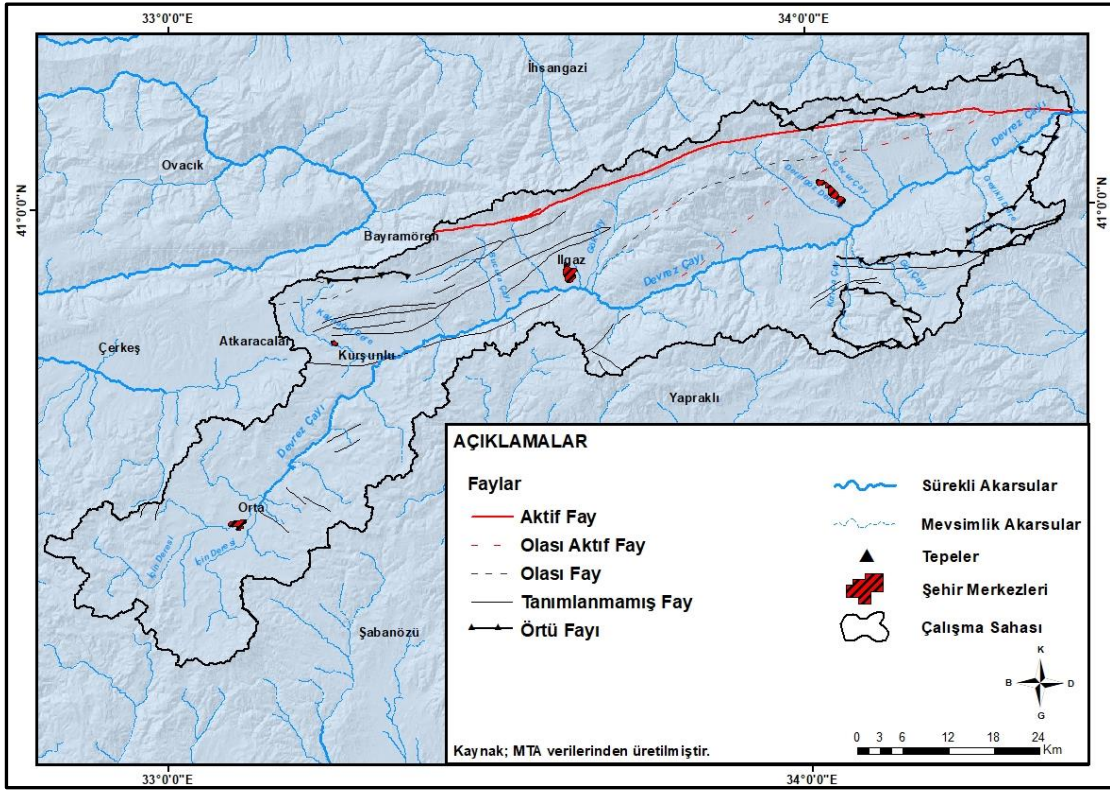


Harita 2: Araştırma Sahasının Jeoloji Haritası

Tektonik Özellikler

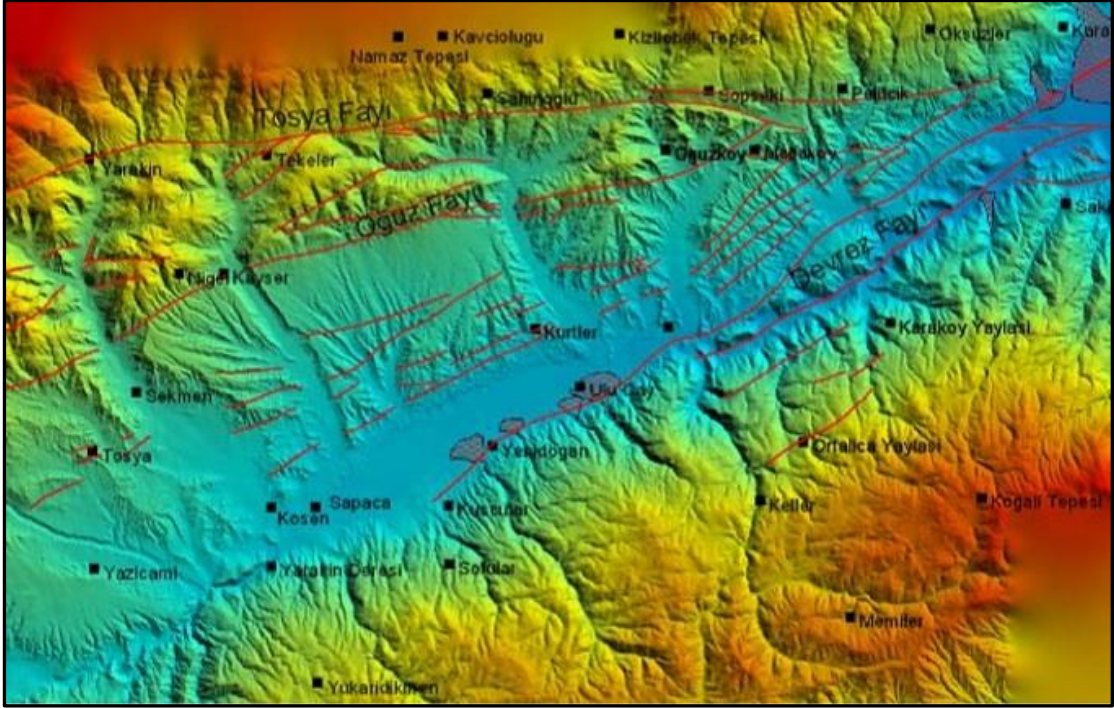
Çalışma sahasının şekillenmesinde etkili olan KAF (Kuzey Anadolu Fayı), konunun daha iyi anlaşılması için açıklanması gereği görülmüştür.

Kuzey Anadolu Fayı aktif makaslama zonudur. Etkin bir fay zonu olan KAF doğuda Karlıova'da başlamaktadır. Batıya doğru Karadeniz'e paralel bir şekilde çizgisel bir yapıda devam eder. Niksar-Erbaa'dan başlayarak bir yay çizmeye başlar ve yayın tepe kesimi Devrez Çayı havzasında Tosya sınırlarında yer alır. Buradan batıya doğru yeniden düz ve çizgisel bir yapı kazanan fay daha sonra Bolu'dan itibaren kollara ayrılır (Tüysüz ve Erturaç, 2005).



Harita 3: Araştırma Sahasının Fay Haritası

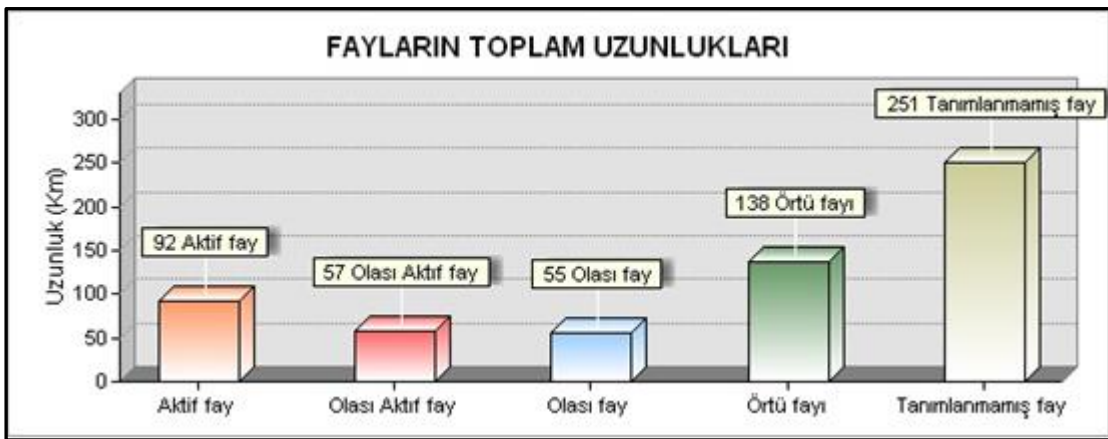
Tüysüz ve Erturaç (2005) yaptığı bir çalışmada araştırma sahasının içinde kalan fayları Tosya Fayı, Oğuz Fayı ve Devrez Fayı şeklinde isimlendirerek ifade etmiştir. Havzanın özellikle Tosya kesiminde kuzeyde ve güneyde bu faylarla sınırlandırıldıkları belirtilmiştir (Harita 3). Tosya fayı, Ilgaz civarında netlik kazanır ve Tosya kuzeyinden geçerek Kargı ovasına ulaşır. Sağ yanal atımlı olan fay, 1943 yılında yaşanan depremde oluşmuştur. Oğuz fayı, sağ yanal atımlı olarak Tosya fayının güneyinde yer alır (Harita 4). Devrez fayı, bu iki fayın güneyinde kalır. Devrez



Harita 4: Tosya Havzası ve Çevresindeki Başlıca Faylar (Tüysüz & Erturaç, 2005)

çayı çoğunlukla bu fayı takip eder. Sahada bu faylar arasında kalan başka faylarında mevcut olduğu belirtilmiştir (Tüysüz & Erturaç, 2005).

KAF hattında aletsel ve tarihsel dönemde pek çok deprem meydana gelmiştir. Bunlardan 9 tanesi aletsel dönemde kaydedilen yıkıcı etkisi olan depremlerdir. Bu yıkıcı depremlerden bazıları (1902 Çankırı, 1910 Tosya, 1942 Çorum, 1943 Tosya – Ladik) havzada yer almaktadır (Dirik, 2006).



Grafik 1: Araştırma Sahasının Toplam Fay Uzunlukları Grafiği (MTA Verilerinden Üretilmiştir.)

MTA verilerine göre havzada farklı özelliklerde faylanmalar mevcuttur. Aktif fay 92 kilometre boyunca havzanın kuzeyinde yer almaktadır (Grafik 1).



Fotoğraf 2: Orta İlçesinde Volkanik Araziler Üzerindeki Sakaeli Kaya Mezarlarından Bir Görünüm.

1.2. Jeomorfolojik Özellikler

Devrez Çayının su toplama havzası 3355.3 km²'dir ve üç alt havzadan oluşmaktadır. Bunlardan en büyük olanı 1485.9 km² ile Tosya havzasıdır. Havzanın en alçak noktası Kızılırmak'la birleştiği 338 m civarındır. En yüksek yerini ise Ilgaz dağlarının zirvesini oluşturan Büyükhacet Tepesidir (2573 m). Ortalama yükselti 1475 m'dir. Çalışma sahası Kızılırmak havzasının alt havzalarından biri olup batıdan doğuya doğru alçalmaktadır (Tablo 1).

Alt Havzalar	Alan Km ²	Çevre Uzunluğu Km
Tosya Havzası	1485.9	268.1
Ilgaz Kurşunlu Havzası	1413.8	374.6
Orta Havzası	455.5	165.8
Toplam	3355.3	624.8

Tablo 1: Araştırma Sahasında Alt Havzaların Kapladıkları Alanlar (Kaynak: Aster Gdem Verilerinden Üretilmiştir).

İlgili alanın başlıca topografik elemanlarını Çoruh-Kelkit depresyonunun uzantısı sayılan Devrez vadisi ve Hersiniyen kıvrımlarıyla oluşmuş Ilgaz Dağları meydana getirmektedir (Yücel, 1988). Havzanın jeomorfolojik oluşumunda Devrez Çayı, KAF ve orojenik süreçler etkin rol oynamaktadır (Fotoğraf 3).

Jeomorfolojik gelişim, birinci zamanda biriken materyallerin Hersiniyen orojenezi sonucunda kıvrılıp yükselen Ilgaz ve Kös Dağlarının oluşumu ile başlamaktadır. Kıvrılmaların ve depolanmanın devam ettiği bu dönemden sonra Oligosende şiddetli Alp orojenezinin etkisiyle çöküntü alanları senklinal halini almıştır. Miyosen'e kadar aşınan unsurlar Devrez depresyonunu doldururken tektonik hareketlerle meydana gelen volkanizma sonucu karasal tabakaları örten andezitler yüzeye yayılmıştır. Ayrıca bu tektonik faaliyetlerle Ilgaz-Kurşunlu ve Tosya grabenleri oluşmuştur. Bu gelişim sonucunda havzada çeşitli jeomorfolojik birimler meydana gelmiştir. Fay diklikleri, sırtlar, yamaçlar, birikinti konileri, aşınım düzlükleri, gömük menderesler, asılı vadiler, badland arazileri, kuestalar ve alüvyon vadi tabanları sahadaki önemli jeomorfolojik birimlerdendir. Devrez Çayının yatağını derinleştirerek temel araziye gömülmesiyle de boğazlar oluşmuştur (Akkuş, 1980).

Dağlık Alanlar

Dağlık alanlar havza genelinde, akarsuyun kuzeyinde ve güneyinde olmak üzere akarsu ile aynı doğrultuda uzanmaktadır. Havzanın kuzeyinde kalan dağlık alanlar Ilgaz, Hacıhasan, Bulancık ve Dumanlı Dağları, güneyinde uzanan dağlar ise Kös Dağları ve Erenler Dağlarıdır. Araştırma sahasının en yüksek noktasını Ilgaz dağının zirvesi Büyükhacet Tepe (2573 m.) oluşturmaktadır.

Ilgaz Dağları: Bu dağ sırası Kuzeyde Gökırmak - Bolu, Güneyde Devrez-Çerkeş - Gerede - Bolu- Akyazı depresyonları ile sınırlanmaktadır. Ilgazlar, Kocadağ, Yellice civarından başlayıp Bolu Ovasına kadar uzanmaktadır. Gerede ve Kurşunlu civarında sıcak su kaynaklarının çıktığı Devrez – Akyazı oluğundan şiddetli yükselme gösteren Ilgazlar Hersiniyen kıvrımlarıyla şekillenmiş bir sıra dağdır. En yüksek kısımlarını oluşturan Büyükhacet Tepesi ve civarındaki tepeler Eosen flişleriyle örtülü kayalık sırtı, bir tünemiş senklinal özelliğindedir (Yücel, 1988).

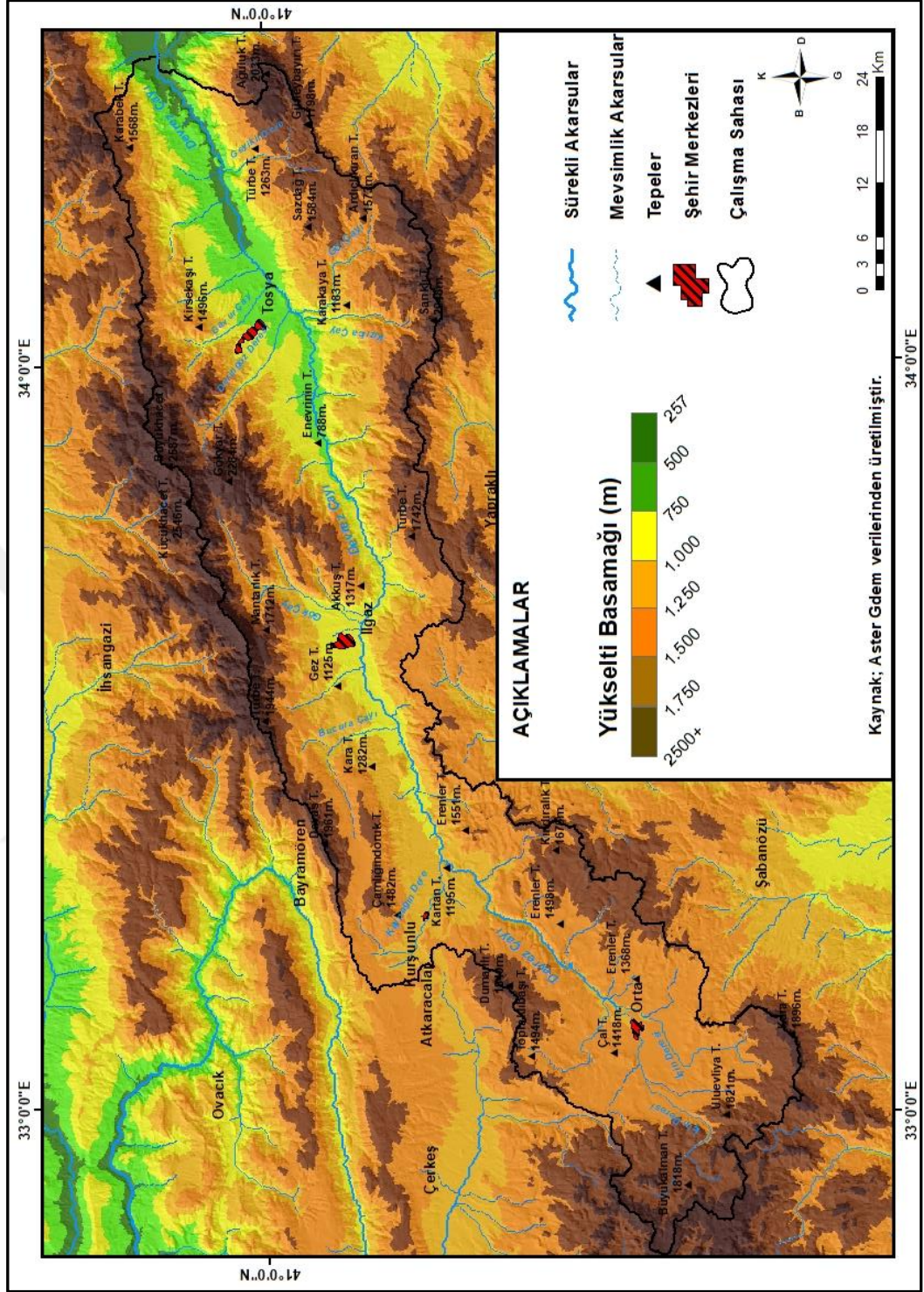


Fotoğraf 3: Devrez Çayı Vadi Tabanı ve Ilgaz Dağları

Yukarıda ifade edilen alan doğu batı yönlü Ilgazların su bölümü çizgisinin güney yamacı çalışma sahası içinde kalmaktadır. Bu yamaçlarda kalkerli kısımların da bulunduğu KAF'a bağlı olarak oluşmuş diklikler göze çarpar. Ayrıca asılı vadiler de yamaçlar üzerinde bulunmaktadır. Zamanla aşınarak oluşan yamaç döküntüleri ise dağ ovalarını meydana getirmiş olsa da Deringöz deresinin kolları tarafından derin bir şekilde yarılmıştır (Harita 5).

Hacıhasan Dağı: Tosya ve Ilgaz ilçelerini ayıran bu dağlık alan Deringöz deresi batısından başlayarak Gökçay vadisine kadar uzanır. Kuzeyde Yuva ve Kısır dereleri sınırlandırırken güneyde ise Devrez Çayı sınırlandırmaktadır. En yüksek kesimi 1980 metredir. Bu dağ, Güneyde Devrez vadisinden başlayarak yükselir ve hafif dalgalı bir rölyef gösterir. Hacıhasan Dağı Ilgaz Dağları ile Hersiniyen orojenezi ile şekillenmiş ve Neojen sonrası hareketlerle kırılmıştır.

Bulancık Dağları: Ilgaz dağlarının batısında kalan bu dağlar Kurşunlu ilçesinin kuzeyinde kalmaktadır. En yüksek zirvesi olan Davas Tepe 1950 metreyi bulur.



Harita 5: Araştırma Sahasının Fiziki Haritası

Bulancık dağını, doğu batı doğrultusunda uzanan, bir antiklinal olarak kıvrılmış alt Kretase kalkerleri meydana getirmektedir. 1800- 1900m yükseltide eski aşınım düzlüklerin olduğu karstik yaylalar bulunmaktadır. Ayrıca karstik şekillerden lapy dolin ve bazı karstik kaynaklara rastlanıldığı bilinmektedir.

Kös Dağları: Devrez Çayına paralel bir şekilde havzanın güneyinde uzanırlar. Bu dağların güneyinde ise yine Kızılırmak'ın kolları olan Acıçay, Bayat Çayı, Kocaçay havzaları yer almaktadır. Kös dağlarının jeolojik yapısını paleozoik yaşlı, kristalen şistleri oluşturmaktadır. 500 – 600 metreye kadar da neojen dolguların görüldüğü belirtilmektedir. Dağların üst kesimlerinde genellikle yüksek aşınım düzlükleri yer almaktadır. Ancak Devrez Çayı'na yakın yamaçlarda dağlık alanın eğim değerleri zirvelere göre artmaktadır. Havzanın bu kesiminden bir vadi profili alındığında asimetrik vadi özelliği yansıtmaktadır (Şekil 1).

Erenler Dağı: havzanın güneyinde yer alan bir dağlık küttedir. E-NE ve NE-W doğrultusunda uzanır. En yüksek yeri Sökünün Tepedir (1860 m.). Doğusunda ise Erenler Tepesi (1617 m.) bulunur. Bu iki tepe haricinde ayrı ayrı tepeler mevcuttur. Bu bölgenin özelliği Neojen döneminde ve sonrasında volkanizmaya uğrayarak andezit, traki-andezit, volkan breşi, tuf ve aglomera gibi çeşitli malzemeden meydana gelmiştir. Yüzeyi dalgalı plato görünümündedir ve kuzeyinde Devrez Çayı ile 400 -600 m. arasında bir yükselti farkına sahiptir. Ayrıca kuzey yamaçlarında fay oluşumu nedeniyle diklikler mevcuttur. Bu yamaçların akarsular tarafından zamanla aşındırılarak yer yer badland şekilleri ve birikinti konileri meydana gelmiştir.

Dumanlı Dağı: havzanın güneybatısını oluşturmakta ve kuzey-güney uzantılı volkanik formasyonlardan oluşmuş bir dağdır. Erenler Dağı gibi plato görünümünde olan arazide birbirine paralel drenaj oluşturan akarsular Devrez Çayına akmaktadır (Fotoğraf 4).

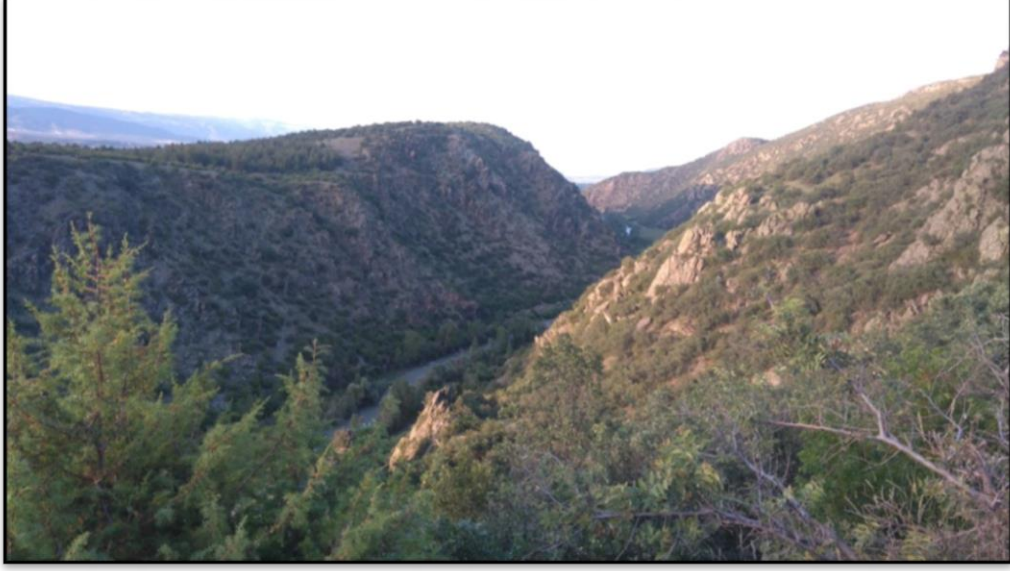


Fotoğraf 4: Orta İlçesinin Batısında Havzayı Sınırlandıran Dağlık Alanların Genel Görünümü

Devrez Çayı Vadisi

Vadi, kuzey ve güneyindeki dağlık alanların uzanışı ile paralellik göstermektedir. Kabaca güneybatıdan kuzeydoğu yönünde uzanmaktadır. Akarsu ise dağlık kütleler arasında Orta havzasından (1300 m) başlayarak Ilgaz-Kurşunlu ve son olarak da Tosya havzasından geçerek Kızılırmak'la birleşmektedir (348 m). Kuzey ve güneyden de birçok tali akarsu katılmaktadır ve litolojik özelliklere göre farklı vadi şekillerinin oluştuğu gözlemlenmiştir.

Havza boyunca akarsu, yatağını bazı yerlerde genişletmekte bazı yerlerde ise daralarak boğazlardan geçmektedir. Çalışma sahasında görülen boğazlar epijenik boğaz özelliği göstermektedir (Akkuş, 1980). Tosya havzasının doğu sınırında bulunan boğaz Beygircioğlu ve Ortalık arasında 11 km uzunluğunda devam eder. Ayrıca Tosya'nın güneyinde Aşağı Dikmen köyü ve Deringöz Deresi arasında 1.5 km uzunluğunda Karakaya boğazı ve Deringöz deresi ile Aşağı Kışla köyü arasında yaklaşık 7 km uzunluğunda Tosya boğazı bulunmaktadır (Fotoğraf 5).



Fotoğraf 5: Yarma Vadi Özelliği Taşıyan Karakaya Boğazından Görünüm

Ilgaz –Kurşunlu havzasında dört yerde boğaz bulunmaktadır. Bunlardan ikisi Devrez Çayı üzerinde yer alan Kızılca ve Çörekçiler boğazıdır. 1000 m. yükseltideki Kızılca Boğazının derinliği 60-70 m kadar ve ortalama 1 km uzunluğundadır. Yaklaşık 6 km daha doğuda bulunan Çörekçiler ise Kızılca Boğazına kıyasla sığ bir derinliğe sahiptir. Diğer iki boğaz da Kurşunlu ilçe merkezine yakın Kaynak deresi üzerinde yer alan Akkaya ve Kurşunlu Boğazlarıdır. Orta havzası ile Ilgaz Kurşunlu Havzası sınırında yer alan Sumucak köyü (800 m) ile Sakaeli Köyü (1140 m) arasında yaklaşık 22 km uzunluğunda olan boğaz sahası da Orta havzasında yer almaktadır.

Çalışma sahasındaki taraçalar alt havzalarda parçalar halinde bulunurlar. Küçük derelerle parçalanmış olan taraçalar çeşitli uzunluk ve genişliktedir. Uzunlukları 400 600 m’ler arasında, genişlikleri ise 150-200 m’ler arasındadır ve parçalar halinde daha küçük ölçekler de mevcuttur. Genel olarak Tosya havzasında Ortalıca ile Zincirlikuyu arasında ve Tosya’nın güneybatısında Deringöz deresi sahasında taraçalar mevcuttur. Ilgaz Kurşunlu havzasında İnköy ile Belören arasında, Orta Havzasında ise Orta ilçe merkezi ve Sakaeli köyü arasındaki sahada yukarıda da bahsedildiği gibi parçalar halinde yer almaktadır.

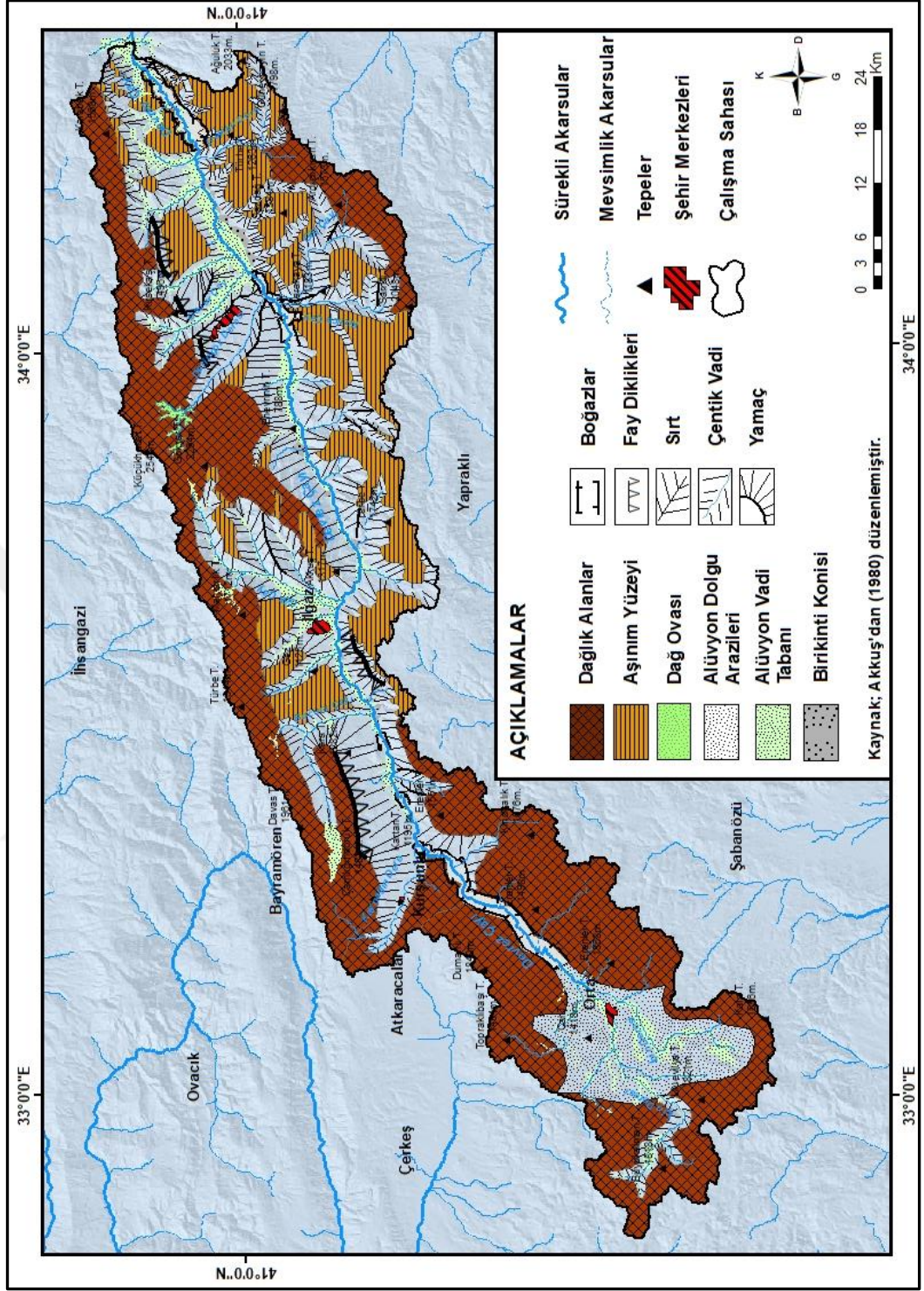
Aşınım düzlükleri (yüzeyleri) genel olarak Devrez Çayı havzasının Tosya ve Ilgaz-Kurşunlu alt havzalarında görülmektedir. Yüksek aşınım düzlükleri 1100-2000m arasında yer alırken alçak aşınım düzlükleri 1000 m’lerde bulunmaktadır.

Havzadaki birikinti konileri genel olarak kuzey ve güneyden katılan yan kolların getirdiği unsurları biriktirmesiyle oluşmuştur. Faylanmaların neden olduğu akarsu yataklarındaki seviye değişimleri havzadaki birikinti konilerinin oluşumunda etkili olmuştur. Havzadaki bu yer Şekilleri 2-15° eğimli sahalarda görülmektedir. Bu Şekilde vadi tabanı boyunca Őeřitli büyüklükte birikinti konilerine rastlanılmaktadır (Harita 6).

Āalıřma sahasında bir de parĀa parĀa badland arazileri bulunmaktadır (Fotoğraf 6). Havzadaki bu Őekillere neojen dolguları üzerinde rastlansa da Ilgaz-Kurşunlu havzasında tüflü ve killi araziler üzerinde de rastlanmaktadır (Akkuş, 1980).



Fotoğraf 6: Tosya İlĀe Merkezinin Doğusunda Yer Alan Badland Arazileri



Harita 6: Araştırma Sahasının Jeomorfoloji Haritası

Eğim

Eğim kriteri çalışmada afetlere etki etmesi yönünden önem arz etmektedir. Yapılan araştırmalarda genel olarak eğimin arttığı yerlerde yağış hızla akışa geçeceğinden düz ve düze yakın yerlerde taşkınların oluşma potansiyelinin yüksek olacağı belirlenmiştir. Ayrıca heyelanlar için de diğer şartlar uygun olduğunda eğimin dik olduğu yerlerde yamacın kaymasını kolaylaştırıcı bir etkiye sahiptir (Gökçeoğlu ve Ercanoğlu, 2001; Özdemir, 2007; Dağ ve Bulut, 2012; Cihangir, 2013; Özşahin, 2014; Pektezeli, 2015;). Bu bilgilerden anlaşılan taşkın ve heyelanların oluşumunda eğimin payı birçok araştırmacıya göre yüksektir.

Havzanın eğim haritası SRTM 30 metre çözünürlüklü DEM verisi kullanılarak oluşturulmuştur. Eğim değerleri (Özdemir, 2007) baz alınarak yapılmıştır. Taşkın ve heyelan analizi için oluşturulan eğim değerleri derece cinsinden hazırlanmıştır (Harita 7).

Eğim (°)	Morfolojik Tanım	Alan (Km ²)	Yüzde (%)	Afet Türü
45 <	Çok Dik	2.2	0.06	Heyelan
25 – 45	Dik	346.1	10.3	Heyelan
15 – 25	Hafif Eğimli (Orta)	816.8	24.3	Heyelan
2 – 15	Az Eğimli	2020.8	60.2	Taşkın, Sel – Heyelan
0 – 2	Çok Az Eğimli (Düz)	169.1	5	Taşkın

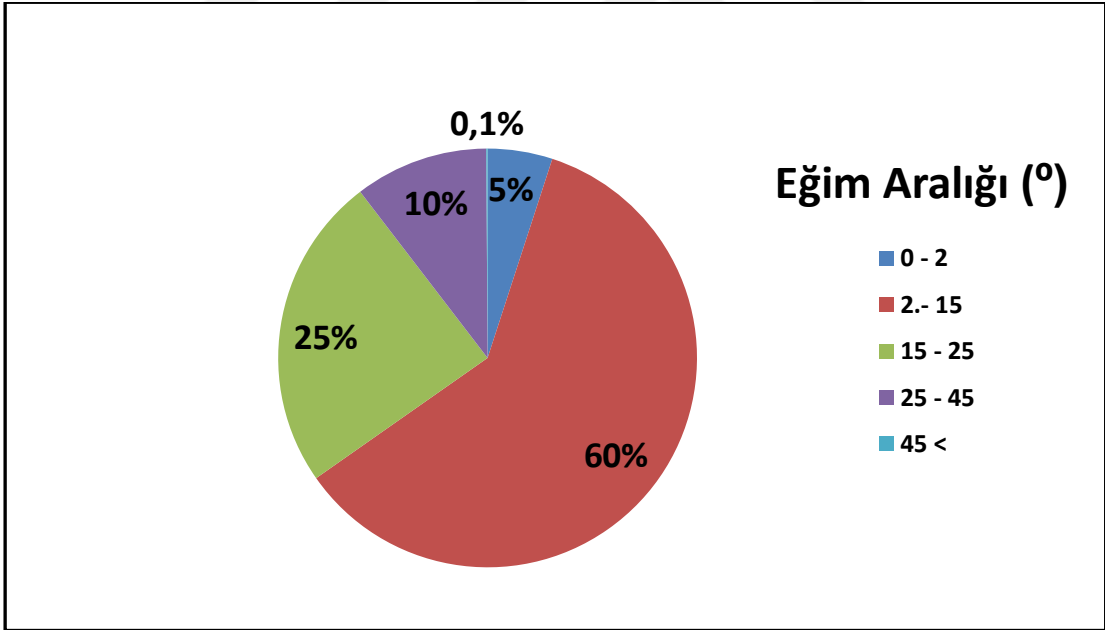
Tablo 2: Araştırma sahasının Eğim Özellikleri ve Afet Türü İlişkisi (Özdemir, 2007).

Havzanın %60' ını 2°- 15° arasındaki eğim değerleri oluşturur. Az eğimli olan alanlar araştırma sahasının 2020.8 km² sini oluşturur (Fotoğraf 4). Ayrıca dağlık sahalar üzerindeki aşınım düzlükleri de %60 lık eğim değerleri içinde yer almaktadır. Bu eğim grupları sel-taşkın afeti üzerinde etkili olabilmektedir (Tablo 2).

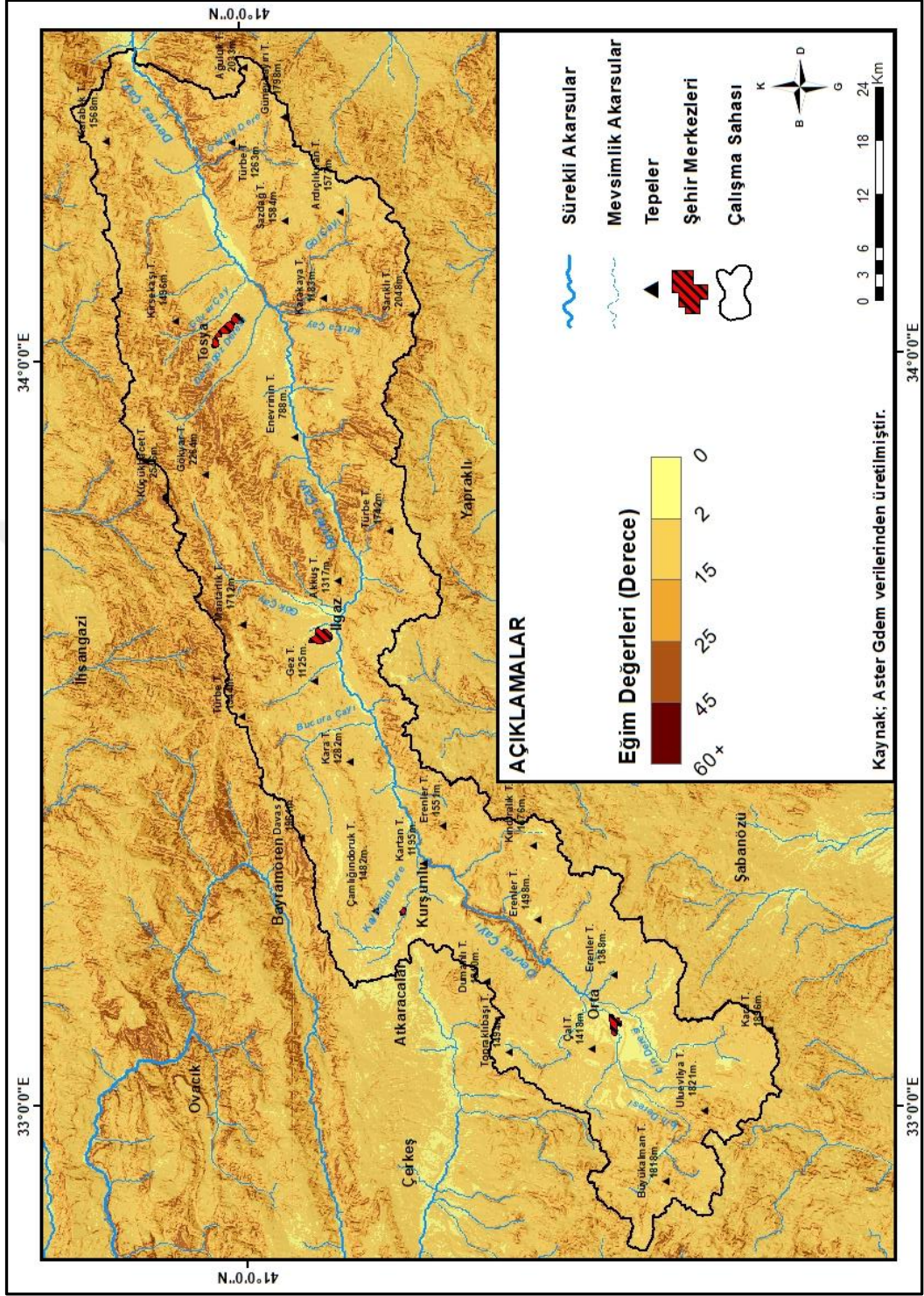
Hafif (Orta) eğimli araziler havzada en çok yer alan ikinci eğim gruplarıdır. Toplam havzanın %24,3 ünü oluştururlar. 816,8 km² lik bu alan daha çok dağ yamaçlarında, akarsuyun derine aşındırdığı vadi yamaçlarında ve yarma vadilerde görülmektedir. Havzanın geri kalanında %10 dik araziler ve %2,2 çok dik araziler oluşturur. 348 km²'lik alanı yine dağlık alanlar, fay diklikleri ve derine yarılmış akarsular oluşturmaktadır. Bu eğim grupları daha çok heyelanlar üzerinde etkili olmaktadır (Grafik 2).



Fotoğraf 7: Eğim Değerlerinin 0-2° Olduğu Devrez Çayı Vadi Tabanı İnceçay Köyü Mevkii



Grafik 2: Araştırma Sahasında Eğim Gruplarının Alansal Dağılımları

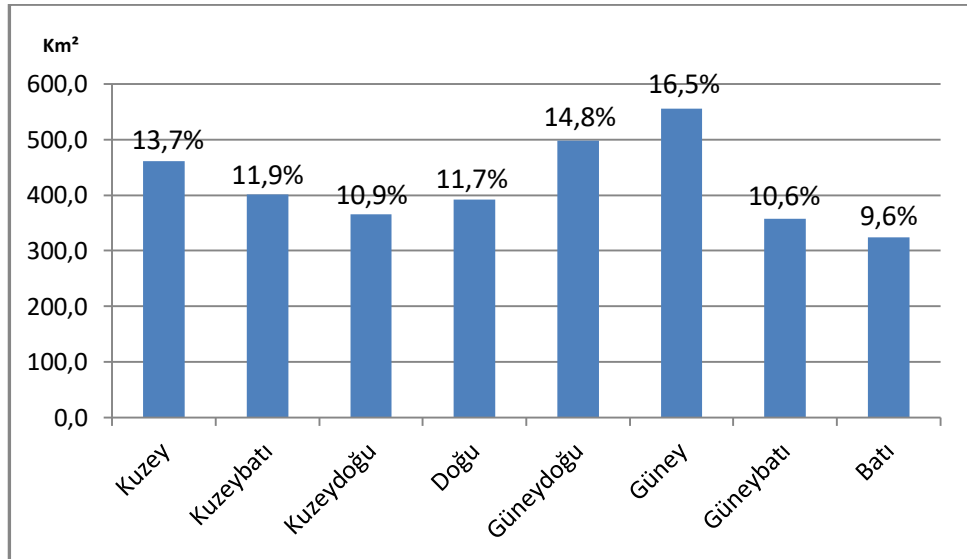


Harita 7: Araştırma Sahasının Eğim Haritası

Bakı

Bakı, bir yamacın Güneş'e göre olan konumu olarak ifade edilmektedir. Ülkemizin konumu nedeniyle güney yönlü yamaçlar kuzey yönlü yamaçlara göre fazla güneş ışınlarını almaktadır. Bakı iklim koşulları ve iklime bağlı oluşan unsurlar üzerinde önemli etkiye sahiptir. Kuzeye bakan yamaçlarda nem isteği yüksek bitki türleri bulunurken güneye bakan yamaçlarda daha kurakçıl bitkiler görülmektedir (Atalay, 2013).

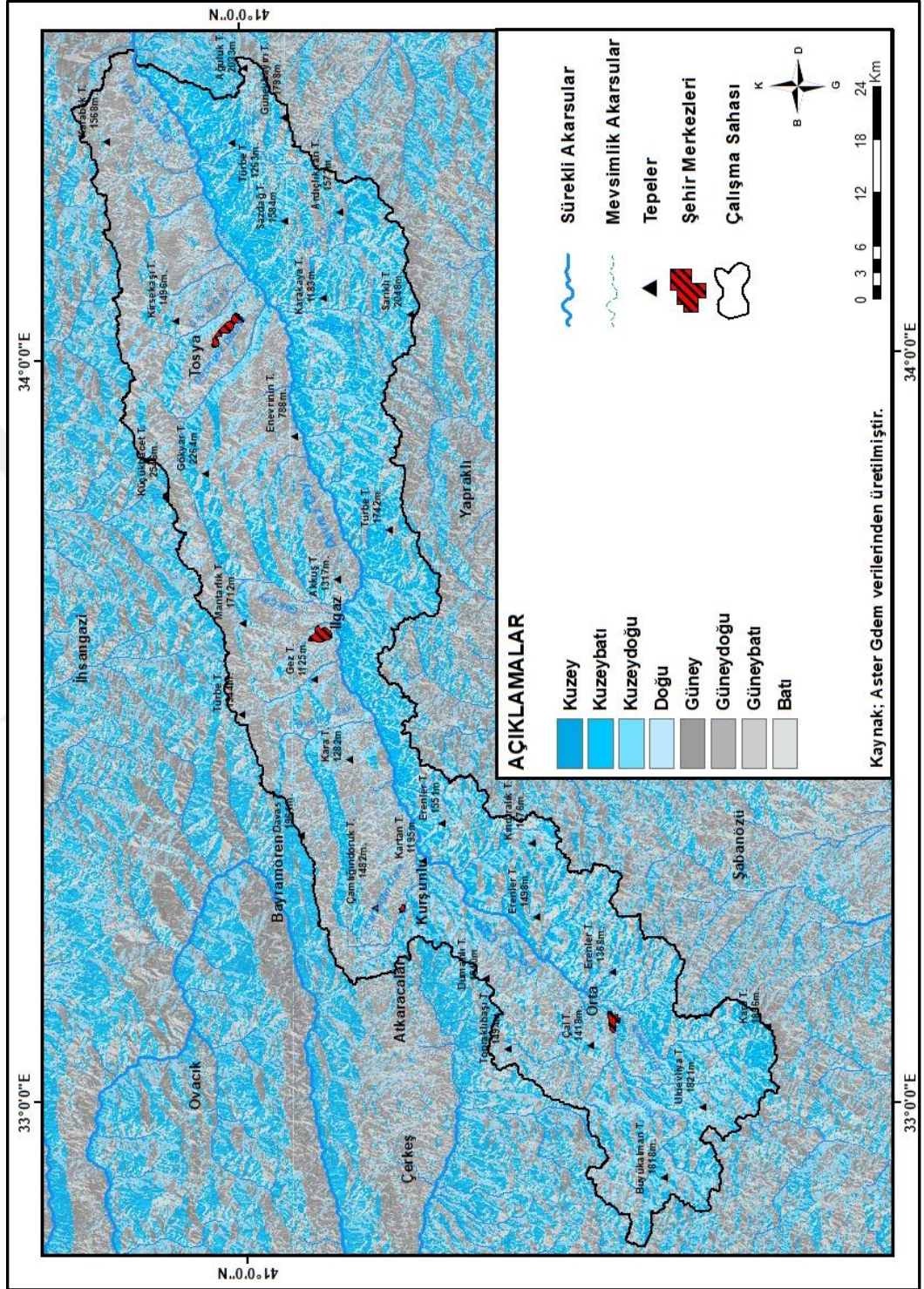
Araştırma sahası kabaca KD – GB uzantısına sahip, Karadeniz'e paralel uzanan yükseltiler arasında bir depresyondur. "Güneye bakan yamaçlarda evapotranspirasyon fazlalaşmaktadır ve yağış sonrasında bitki örtüsünde su ihtiyacı oluşmaktadır. Bu nedenle bitki örtüsü seyrek olmaktadır. Seyrek bitki örtüsünün bulunduğu alanlar yüzeysel akış için elverişli ortam sunmaktadır. Bu alanlarda yağışla birlikte toprağın neme doymun hale gelmesiyle yüzeysel akım başlar. Bu nedenle zeminin infiltrasyon kapasitesi, yüzeysel akımın kontrolünde etkin rol oynamaktadır Kuzey yönlü yamaçlarda ise toprak nemini uzun süre koruduğu için nem isteği yüksek gür bitkiler ve toprak oluşumu için uygun şartlar bulunur. Bu durum kütle hareketlerini kolaylaştırmaktadır" (Atalay, 1986; Turoğlu ve Özdemir, 2005).



Grafik 3: Araştırma Sahasındaki Bakı Yönlerinin Alansal Dağılımları ve Oranları

Araştırma sahasına ait DEM verisinden 8 farklı yönde bakı haritası üretilmiştir. Hazırlanan bakı değerlerinin havzaya alansal dağılımlarının oranları grafikte verilmiştir

(Grafik 3). Buna göre havzada güney (%16,5) ile güneydoğu (%14,8) en çok alan kaplayan bakı yönleridir. Batı yönü ise %9,64 ile en az alana sahip yöndür (Harita 8).



Harita 8: Araştırma Sahasının Bakı Haritası

1.3. İklim Özellikleri

Türkiye'nin iklim koşulları genel atmosfer dolaşımından ve fiziki coğrafya özelliklerinden etkilenmektedir. Genel olarak Akdeniz, Karasal ve Karadeniz iklimi görülmektedir. Çalışma sahası bulunduğu konum itibarı ile Karadeniz ikliminin etkisi altında kalmaktadır.

Nemlilik ve sıcaklık özelliklerine göre bu iklim üç alt tipe ayrılmaktadır. Bunlardan ikisi Devrez çayı havzasında etkili olmaktadır. *Nemli Soğuk Karadeniz Dağ iklimi* Köroğlu ve Ilgaz dağlarında 1000 m'den sonra etkili olmaktadır. Burada yağışın büyük kısmı kar şeklindedir. Orografik yağışlar kıyı kesimine göre daha etkindir. Karadeniz ardı yarınemli –yarıkurak iklimi Devrez vadisi boyunca etki eder. Yıllık yağış 500 mm'nin altında kalır. Burada, Karadeniz kıyı kesimine göre yazlar birkaç derece sıcak kışlar da birkaç derece soğuk geçmektedir (Atalay, 2013).

Bu araştırmada iklim elemanlarından sıcaklık (maksimum-minimum-ortalama ve don olaylı günler), yağış (ortalama, maksimum, minimum, aylık, mevsimlik ve yıllık yağış), rüzgâr (hâkim rüzgâr yönü ve esme sayıları) ve nem değerleri üzerinde durulmuştur.

Saha içerisinde faydalanılan iklim verileri Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. Bu çalışmada saha içinde kalan Tosya, Ilgaz ve Kurşunlu istasyonlarının 1965 -2014 arası 49 yıllık verilerinden faydalanılmıştır ancak Orta ilçesinde yer alan istasyonda yeterli gözlem yapılmadığından Çerkeş istasyonunun uzun dönem verilerinden faydalanılarak Orta istasyonunun verileri uzun döneme tamamlanmıştır.

Kısa rasat sürelerinin uzun devreye tamamlanması şu formüle göre yapılmıştır:

$$T=T'+d$$

T: uzun döneme tamamlanmış ortalama sıcaklığı,

T': kıyaslanan istasyonun ortalama sıcaklığı,

d: Kısa rasat yapan istasyon ile uzun süre rasat yapan istasyonun ortak devrelerinin ortalama sıcaklıkları arasındaki farkı gösterir (Ardel, Kurter ve Dönmez, 1969).

Ancak burada kıyaslama yapılacak istasyonların aynı iklim bölgesi içinde olması ve fiziki coğrafya karakterlerinin benzer olması büyük önem taşımaktadır. Bu

istasyonların haricinde Kargı, Kastamonu, İhsangazi, Araç, Ilgaz Toprak, Ilgazdağı, Kastamonu, Çerkeş, Çubuk, Kızılcahamam, Yapraklı, Çankırı, Bayat ve İskilip istasyonlarının verilerinden de faydalanılmıştır. Burada bölgenin iklim özelliğinin bütüncül şekilde ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Ancak gerek Ilgaz Toprak ve Ilgaz dağı istasyonlarının 3 yıllık olması gerekse bazı istasyonların verilerinin eksik olması bu bölümde doğu verilere ulaşmayı zorlaştırmıştır.

Sıcaklık

Devrez depresyonunda havza boyunca yükseltinin doğudan batıya doğru artması ve çevreleyen dağlık alanların yükseltileri, havzanın sıcaklık değerleri üzerinde farklılıklar ortaya çıkarmaktadır.

Belirlenen istasyonların yıllık ortalama sıcaklıklarına göre harita üzerinde vadi tabanında ve çevreleyen yüksek dağlarda 7-11°C arasında sıcaklık farklılıklarının olduğu görülür (Tablo 3).

İstasyonlar	Enlem	Boylam	Yükselti (m)	Ort. Sıc. (°C)
Tosya	41,0132 K	34,0367 D	870	11,45
Ilgaz	40,9156 K	33,6258 D	885	10,42
Kurşunlu	40,8328 K	33,2691 D	1075	8,96
Orta	40,6322 K	33,0769 D	1321	7,57

Tablo 3: Araştırma Sahasındaki İstasyonların Konum ve Yükselti Değerleri (Kaynak: MGM Verilerinden Elde Edilmiştir).

Yıllık Ortalama Sıcaklık

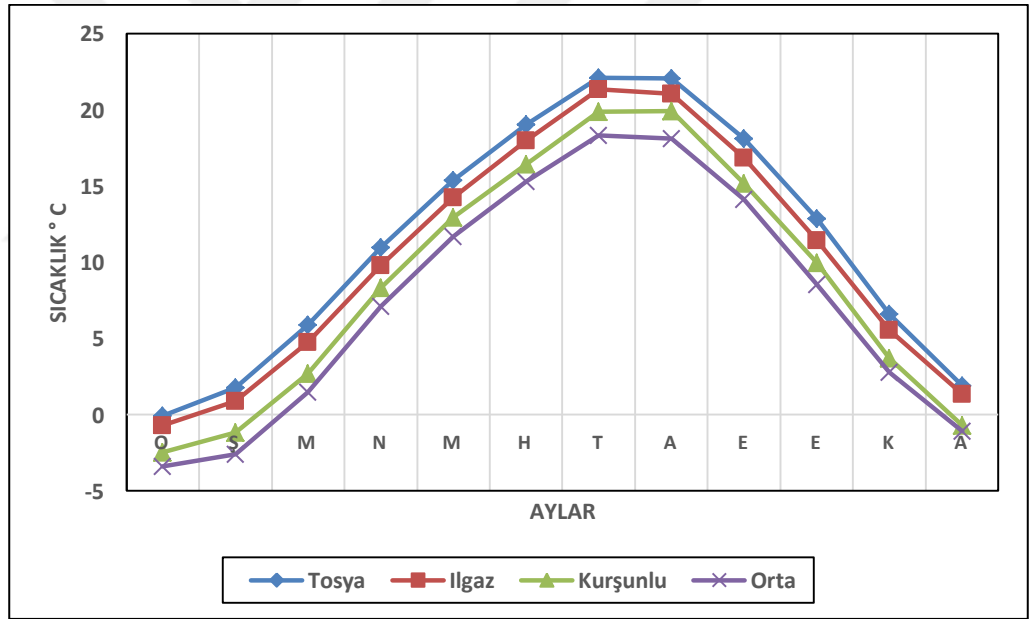
Devrez Çayı havzası içinde yer alan ve yakın çevresindeki istasyonların uzun yıllar ortalama sıcaklıklarına bakıldığında; Tosya'da 11,45°C, Ilgaz'da 10,42°C, Kurşunlu'da 8,96°C ve Orta istasyonunda 7,57°C olduğu görülmektedir (Tablo 3). Ortalama sıcaklıklar 7,57°C ile 11,45°C arasında değişmektedir. Buradan havzanın sıcaklık farkının 3°C'den fazla olduğu anlaşılmaktadır.

Havzada yer alan Tosya, Ilgaz, Kurşunlu ve Orta istasyonlarının yıllık ortalama sıcaklıkları 0° C'nin altına düşmemektedir. İstasyonların sıcaklıklarına bakıldığında ortalama 1-2 °C düştüğü görülür bu da havza tabanının doğudan batıya doğru yükselmesinden kaynaklandığı söylenebilir.

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Tosya	-0,1	1,8	5,9	11,0	15,4	19,1	22,1	22,1	18,1	12,9	6,6	1,9	11,4
Ilgaz	-0,7	0,9	4,8	9,8	14,3	18,0	21,4	21,1	16,9	11,5	5,6	1,3	10,4
Kurşunlu	-2,5	-1,2	2,7	8,4	12,9	16,5	19,9	19,9	15,2	10,0	3,7	-0,7	9,0
Orta	-3,4	-2,6	1,5	7,1	11,7	15,3	18,3	18,1	14,1	8,5	2,8	-1,1	7,6

Tablo 4: Araştırma Sahasındaki İstasyonların Aylık ve Yıllık Sıcaklıkları (Kaynak: MGM Verilerinden Üretilmiştir).

İstasyonlarda Aralık ve Ocak ayları ortalama sıcaklığın en düşük olduğu aylardır. Bütün istasyonlarda Ocak ayı, ortalama sıcaklık en soğuk ay olarak görülürken bu ayda en düşük ortalama sıcaklık Orta (-3,4°C) istasyonunda ve Kurşunlu (-2,47°C) istasyonunda görülmektedir. Temmuz ve Ağustos ayları en yüksek ortalama sıcaklıkların yaşandığı aylardır (Tablo 4). Bu aylar arasında sıcaklık farkı çok az olsa da Temmuz ayı daha sıcak yaşanmaktadır. Tosya (22,12°C) ve Ilgaz (21,38°C) istasyonları diğer istasyonlardan daha yüksek sıcaklıklara sahiptir (Harita 9).



Grafik 4: Araştırma Sahasına Ait İstasyonların Aylık Ortalama Sıcaklıkları Grafiği (Kaynak: MGM Verilerinden Üretilmiştir).

Havzanın aylık ortalama sıcaklık grafiğini incelediğinde; İstasyonların sıcaklık değerlerinin yıl içinde paralel hareket ettiği anlaşılmaktadır. Ayrıca havza yükseltisinin doğudan batıya doğru olan yükseliminin sıcaklık üzerindeki tesiri de açıkça gözlenmektedir. MGM verilerine göre tüm istasyonlarda Ocak ayından itibaren yükselmeye başlayan sıcaklıklar Temmuz-Ağustos aylarında en yüksek değerlere

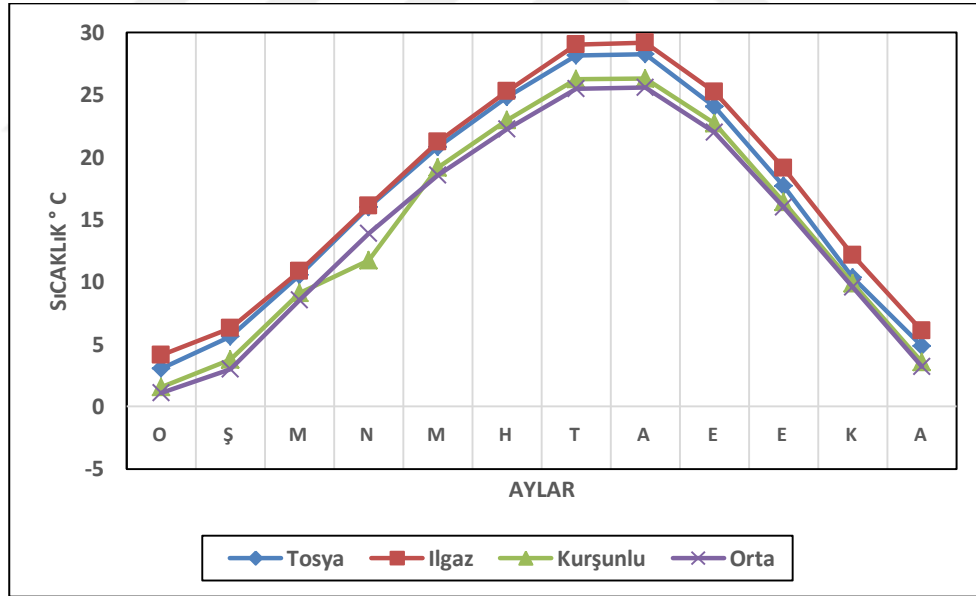
ulaşmaktadır. Daha sonra Aralık ayına kadar sıcaklık değerleri istikrarlı bir düşüş göstermektedir (Grafik 4).

Ortalama En Yüksek Sıcaklıklar ve Ortalama En Düşük Sıcaklıklar

Ortalama en yüksek sıcaklıklar incelendiğinde; Temmuz ayında 25,6°C (Orta) ile 29,2°C (Ilgaz) arasında, Ocak ayında ise 1,1°C (Orta) ile 4,1°C (Ilgaz) arasında değişmektedir (Tablo 5). Tüm istasyonlarda ortalama en yüksek sıcaklıkların değeri Temmuz-Ağustos aylarında birbirine yaklaşırken, Eylül ayından sonra sıcaklıklarda hızlı bir azalma yaşanmaktadır (Grafik 5).

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Tosya	3,1	5,6	10,6	16,0	20,8	24,8	28,2	28,3	24,0	17,7	10,4	4,8	16,2
Ilgaz	4,1	6,3	10,8	16,1	21,2	25,3	29,0	29,2	25,3	19,1	12,2	6,1	17,1
Kurşunlu	1,6	3,8	9,1	11,7	19,2	23,0	26,3	26,3	22,7	16,4	9,9	3,6	14,5
Orta	1,1	3,0	8,6	13,9	18,5	22,3	25,5	25,6	22,0	16,0	9,6	3,2	14,1

Tablo 5: Araştırma Sahasına Ait İstasyonların Ortalama En Yüksek Sıcaklıkları (Kaynak: MGM Verilerinden Üretilmiştir).

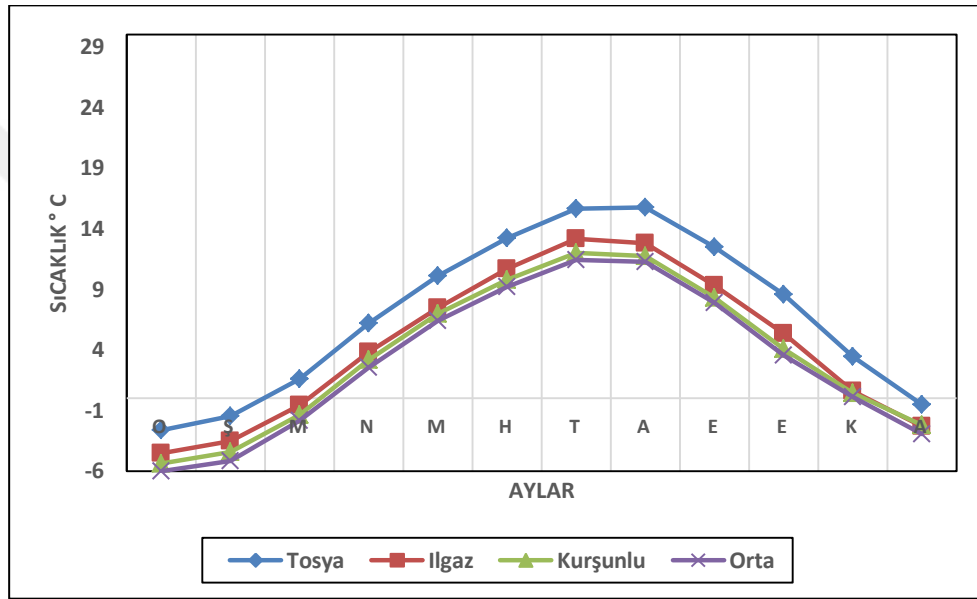


Grafik 5: Araştırma Sahasına Ait İstasyonların Ortalama En Yüksek Sıcaklıklar Grafiği (Kaynak: MGM Verilerinden Üretilmiştir).

Ortalama en düşük sıcaklıklar incelendiğinde; Ocak ayında -6,0°C (Orta) ile -2,6°C (Tosya) arasında değişmektedir (Tablo 6). Temmuz ayında ortalama en düşük sıcaklıklar 11,4°C ile 15,7°C arasında görülmektedir. Ortalama en düşük sıcaklıkların değeri tüm istasyonlarda Nisan ayından sonra hızlı bir yükselme göstermektedir (Grafik 6).

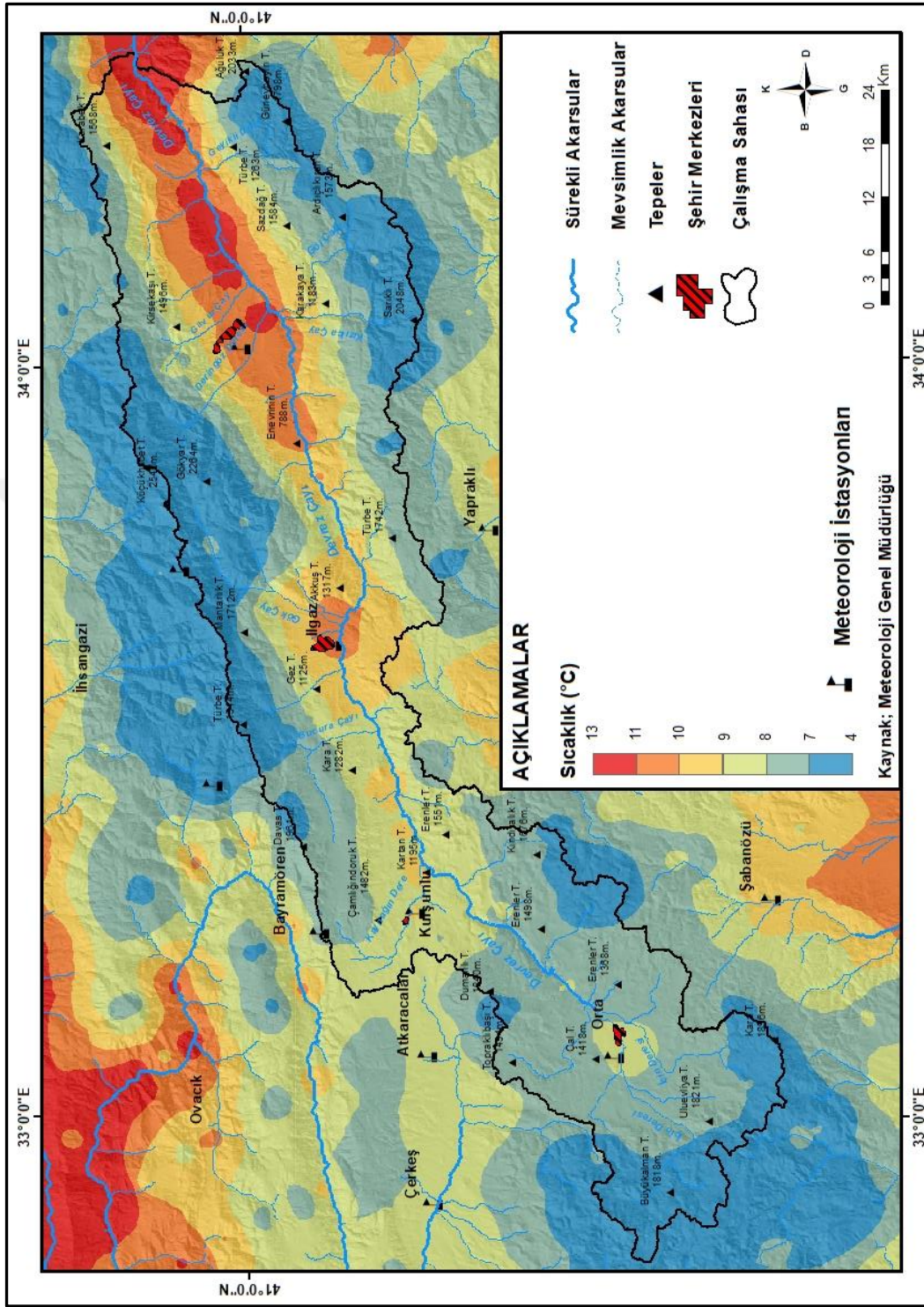
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Tosya	-2,6	-1,5	1,6	6,2	10,1	13,2	15,7	15,8	12,5	8,6	3,4	-0,5	6,9
İlgaz	-4,6	-3,5	-0,6	3,8	7,5	10,7	13,2	12,8	9,3	5,4	0,6	-2,3	4,4
Kurşunlu	-5,4	-4,4	-1,3	3,2	7,0	9,8	12,0	11,7	8,3	4,1	0,4	-2,2	3,6
Orta	-6,0	-5,2	-1,8	2,6	6,4	9,2	11,4	11,2	7,9	3,6	0,1	-2,9	3,0

Tablo 6: Araştırma Sahasına Ait İstasyonların Ortalama En Düşük Sıcaklıkları (Kaynak: MGM Verilerinden Üretilmiştir).



Grafik 6: Araştırma Sahasına Ait İstasyonların Ortalama En Düşük Sıcaklıklar Grafiği (Kaynak: MGM Verilerinden Üretilmiştir).

Devrez çayı havzasında yükselti, vadi tabanında batıdan doğuya doğru Kızılırmak'la birleştiği noktaya kadar azaldığı gibi vadinin kuzey ve güneyinde uzanan dağlık alanlara doğru da artmaktadır (İbret, 2000). İlgaz, Kurşunlu, Orta istasyonlarında ortalama en düşük sıcaklıklar Aralık, Ocak, Şubat, Mart aylarında 0°C'nin altında görülmektedir. Tosya'da ise Mart ayında 0°C'nin üzerine çıkmaktadır.



Harita 9: Araştırma Sahasına Ait Ortalama Sıcaklık Haritası

Don Olaylı Günler

Çalışma sahası içinde ve civarında yer alan istasyonlarda veri eksikliğinden dolayı bölgede daha önce yapılan çalışmalardan yararlanılmıştır.

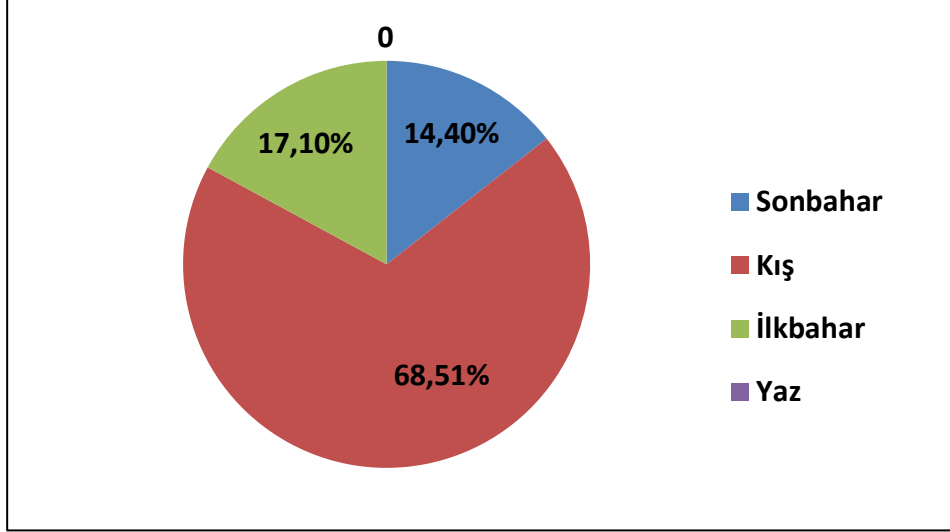
Don olaylı günler sıcaklığın 0°C'nin altına düşmesiyle başlamaktadır. Genel olarak kıyılardan iç bölgelere ve yüksek yerlere doğru artış gösterir (Atalay, 2013). Buna göre bütün istasyonlarda Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında don olayı yaşanmamaktadır. Ocak, Şubat ve Aralık ayları ise don olaylı günlerin en çok yaşandığı aylardır. Kargı (1,0 gün), Tosya (1,7 gün), Ilgaz (3,4 gün) istasyonların da Ekim ayında, Kurşunlu (1,0 gün) istasyonunda Eylül ayında don olaylı günler başlamaktadır. 4 yıllık verilere göre Orta (1,3gün) Kasım ayında don olaylı günler başlamaktadır (Tablo 7).

İstasyonlar/ Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Kargı (1964-1992)	16,8	12,2	6,7	2						1,0	4,6	11,4	54,7
Tosya (1964-2015)	22	17,02	10,7	3,06						1,7	6,9	17,05	78,4
Ilgaz (1966-2015)	25,4	21,3	1,6	5,3	1,2					3,4	12,5	21,4	92,1
Kurşunlu (2007-2014)	26	23,3	22,7	9,2	2,3				1,0	7	17,5	21,4	130,4
Orta (1988-1992)	20,5	13,5	2,8								1,3	1,5	39,6

Tablo 7: Araştırma Sahasına Ait İstasyonların Don Olaylı Gün Sayıları (Kaynak: MGM Verilerinden Üretilmiştir).

Don olaylı günlerin sona erdiği aylar incelendiğinde; Kargı (2 gün), ile Tosya (3,06 gün) istasyonlarında Nisan ayında sona erdiği görülmektedir. Ilgaz ve Kurşunlu istasyonlarında ise Mayıs ayına kadar don olaylı günler yaşanmaktadır.

Havza genelindeki istasyonlarda don olaylı günlerin % 68,51'i kış mevsiminde yaşanmaktadır. İlkbahar ve sonbahar aylarında donlu gün sayıları birbirine yakın olsada Sonbahar ayında daha az görülmektedir. Bu duruma yaz aylarından kalan ısı birikiminin neden olduğu söylenebilir (Grafik 7).



Grafik 7: Araştırma Sahasına Ait İstasyonların Don Olaylı Gün Sayılarının Mevsimlere Oranı (Kaynak: MGM Verilerinden Üretilmiştir).

Nem ve Yağış

Bağıl (Nispi) Nem

“Bağıl nem, bir hava kütesinde belli bir sıcaklıkta bulunan nem ile aynı sıcaklıkta hava doymun duruma gelebilmesi için alabileceği nem miktarı arasındaki oran” olarak tanımlanmaktadır (Atalay, 2013). Havzanın bağıl nem ortalamaları yıl boyunca %54,8’in altına inmemektedir. Havzada uzun yıllar ölçüm yapılan Ilgaz (%66,4) istasyonu en yüksek bağıl nem oranına sahiptir. Ardından Tosya (%62,6) ve Kargı (%54,8) gelmektedir.

Araştırma sahası ve çevresindeki istasyonların aylık ortalama bağıl nem oranlarını incelediğinde; Kargı istasyonunda görülen en yüksek oran Aralık ayında (%70,7), en düşük oran Temmuz ve Ağustos (%42,6) ayındadır. Tosya istasyonunda görülen bağıl nemin en yüksek oranı Aralık ayında (%76,5), en düşük oranı Temmuz-Ağustos ayında (%52,5) görülür. Ilgaz istasyonunda görülen en yüksek bağıl nem oranı Ocak ayında (%77,8), en düşük bağıl nem oranı Temmuz ayında (%55,6)’dır. Kurşunlu istasyonunda belirlenen en yüksek bağıl nem oranı Aralık ayında (%73,3), en düşük bağıl nem oranı Ağustos ayında (%51,9)’dır. Orta istasyonunda belirlenen en yüksek bağıl nem oranı Aralık ayında (% 81), en düşük oranı Ağustos ayında (%56)’dır (Tablo 8). Havza genelinde en yüksek bağıl nem oranları Aralık-Ocak

aylarında görülürken en düşük bağıl nem oranları Temmuz-Ağustos aylarında görülmektedir.

İstasyonlar/Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Kargı (1965-1992)	69,6	62,9	55,4	52,4	52,2	48,0	42,6	42,7	44,7	53,0	63,4	70,7	54,8
Tosya (1964-2015)	75,9	69,0	62,2	59,5	60,1	57,5	52,5	52,5	55,0	61,1	68,5	76,5	62,6
İlgaz (1966-2015)	77,8	73,3	67,7	65,2	63,5	61,5	55,6	56,7	59,5	66,7	71,6	77,6	66,4
Kurşunlu (1988-2005)	72,3	70,9	65,3	58,8	57,0	57,8	52,6	51,9	52,6	58,0	66,6	73,3	61,2
Orta (1988-1992)	77,0	79,0	71,0	65,0	62,0	66,0	62,0	56,0	60,0	67,0	78,0	81,0	68,0

Tablo 8: Araştırma Sahasına Ait İstasyonların Ortalama Bağıl Nem Oranları (%) (Kaynak: MGM Verilerinden Üretilmiştir).

Araştırma sahasını mevsimlere göre incelediğinde; bağıl nem oranlarının yıl boyunca fazla değişme göstermektedir. Kış ve sonbahar mevsimleri ile ilkbahar ve yaz mevsimleri arasındaki bağıl nem oranlarında farkın fazla olduğu söylenebilir (Tablo 9).

İstasyonlar/Mevsimler	K	İ	Y	S
Kargı (1965-1992)	67,7	53,3	44,4	53,7
Tosya (1964-2015)	73,8	60,6	54,2	61,5
İlgaz (1966-2015)	76,2	65,5	57,9	65,9
Kurşunlu (1988-2005)	72,1	60,4	54,1	59,0
Orta (1988-1992)	79,0	66,0	61,3	68,3

Tablo 9: Araştırma Sahasına Ait İstasyonların Mevsimlere Göre Bağıl Nem Ortalamaları (%) (Kaynak: MGM Verilerinden Üretilmiştir).

Yağış

Çalışma sahasındaki yağış değerleri istasyonlara göre bakıldığında farklılıklar görülmektedir. Havzada yıllık toplam yağış miktarı 361,1 mm (Kargı) ile 490,5 mm (İlgaz) arasında değişmektedir. Kargı istasyonu 361,1 mm, Tosya istasyonu 480,5 mm, İlgaz istasyonu 490,7 mm, Kurşunlu istasyonu 371,3 mm, Orta istasyonu 406,2 mm, Çerkeş istasyonu 404 mm yağış almaktadır. Araştırma sahası ve çevresindeki istasyonlardan Kargı, Tosya, İlgaz ve Çerkeş uzun dönem rasat sürelerine sahipken Kurşunlu 17 yıllık, Orta 4 yıllık rasat sürelerine sahiptir. Bahsedilen istasyonların ölçümleri bölgenin iklim özelliklerini yansıtmadaki geçerliliği düşük olsa da fikir vermesi açısından bu istasyonlara ait verilerin sunulması düşünülmüştür (Harita 10).

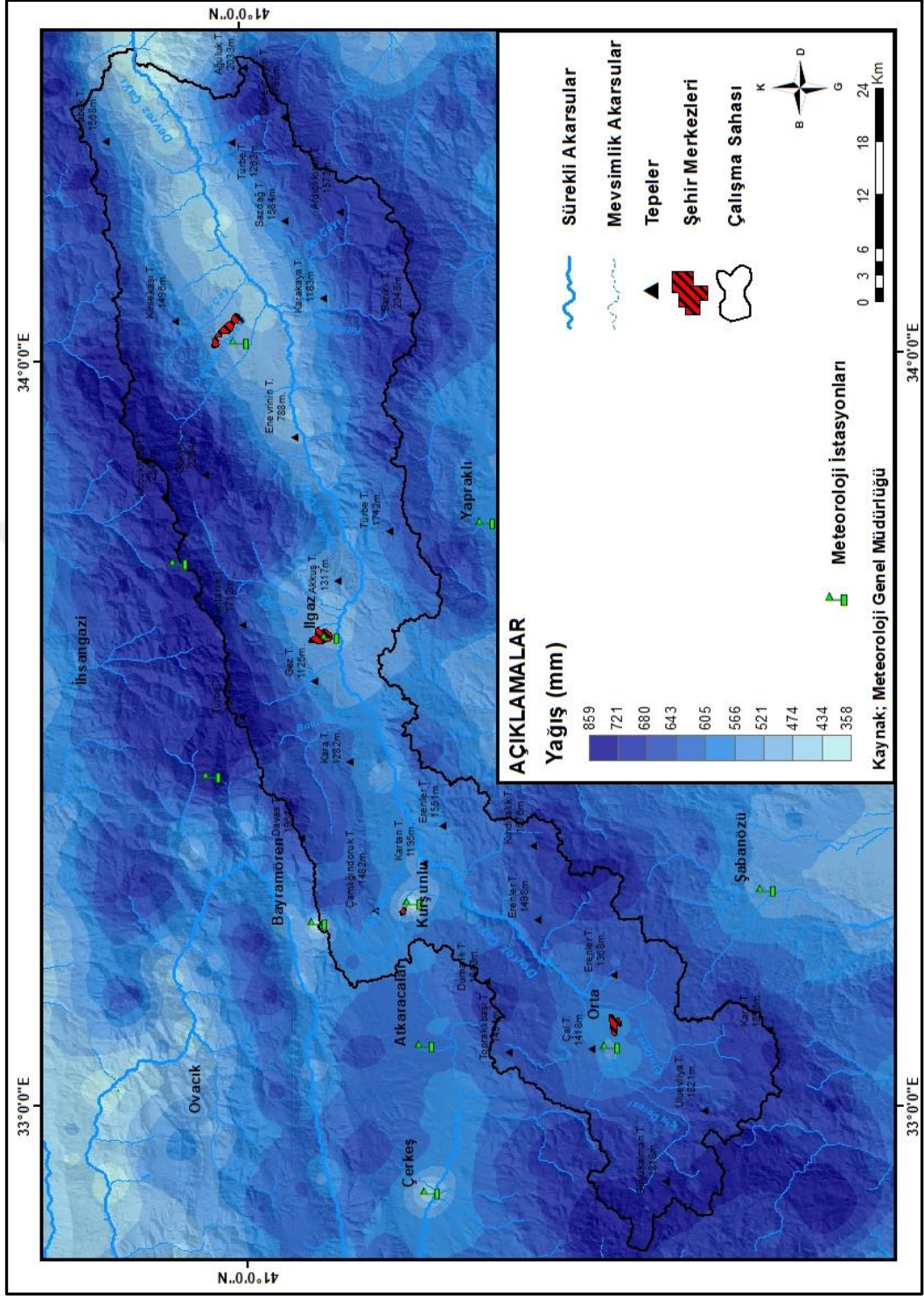
İstasyonlar/Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Kargı (1965-1992)	30,1	23,9	27,5	45,9	60,1	40,2	19,2	13,8	15,9	23,9	27,6	33,1	361,1
Tosya (1964-2011)	47,2	36,4	42,6	53,6	60,2	53,5	27,9	19,3	23,4	33,8	32,6	49,9	480,5
Ilgaz (1966-2011)	47,1	35,8	40,6	59,3	66,7	50,1	26,6	25,3	24,0	36,1	31,9	47,2	490,7
Kurşunlu (1988-2005)	22,3	22,0	29,9	44,2	56,6	40,6	20,9	23,8	19,1	32,0	25,8	34,1	371,3
Orta (1988-1992)	9,8	16,6	26,6	40,6	39,4	73,3	30,2	29,7	13,8	41,6	37,6	47,3	406,2
Çerkeş (1964-2011)	31,3	25,0	30,8	47,1	64,5	49,3	25,0	22,3	20,2	29,7	25,8	33,0	404,0

Tablo 10: Araştırma Sahasına Ait İstasyonların Yıllık Yağış Miktarları (mm)
(Kaynak: MGM Verilerinden Üretilmiştir).

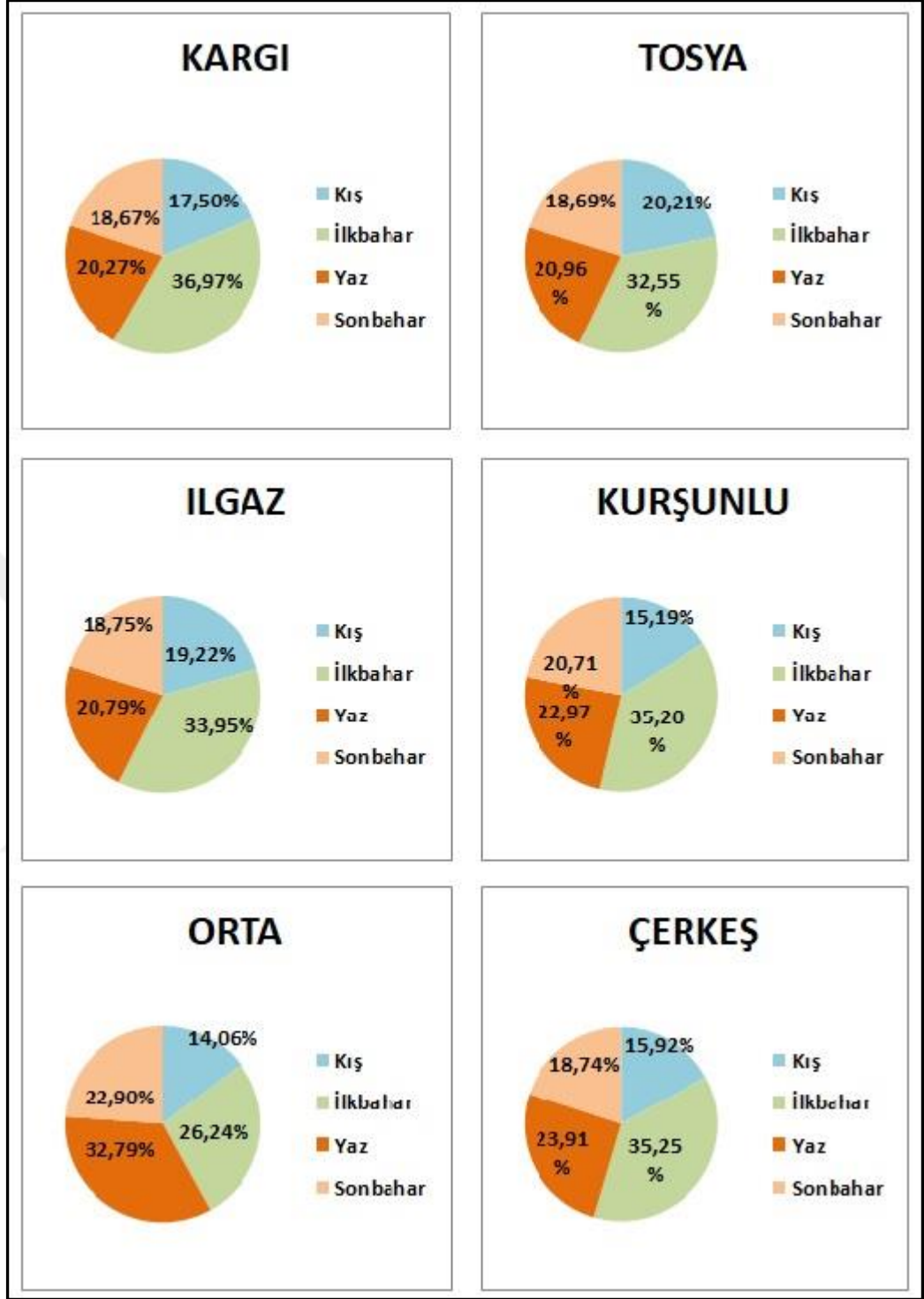
Yağışın Aylık ve Mevsimlik Dağılışı

Araştırma sahası ve çevresinde yağışın aylık dağılışında farklılıklar görülmektedir. Kargı (13,8 mm) ve Tosya (19,3 mm) istasyonlarında en az yağış Ağustos ayında düşmektedir. Ilgaz (24 mm), Kurşunlu (19,1 mm) ve Çerkeş (20,2 mm) istasyonlarında en az yağış Eylül ayında düşmektedir. Orta (9,8 mm) istasyonunda ise en az yağış Ocak ayında düşmektedir. Yağışın en fazla görüldüğü aylar incelendiğinde; Kargı (60,1 mm), Tosya (60,2 mm), Ilgaz (66,7 mm), Kurşunlu 56,6 mm), Çerkeş (64,5 mm) istasyonlarında Mayıs ayında görülmektedir. Orta (47,3 mm) istasyonunda Aralık ayında görülmektedir. Havzadaki en düşük yağışların görüldüğü aylar çeşitlilik gösterirken en fazla yağışların görüldüğü ay Mayıs ayı olarak görülmektedir (Tablo 10).

İstasyonların mevsimlere göre yağış dağılışları incelendiğinde; Kargı (%36,9), Tosya (%32,5), Ilgaz (%33,9), Kurşunlu (%35,2), Çerkeş (%35,2) istasyonları ilkbahar mevsiminde en fazla yağışı alır. Bu istasyonlar arasında ilkbahar da en fazla orana sahip istasyon Kargı (%36,9)'dır. Orta (%32,7) istasyonu en fazla yağışını yaz mevsiminde almaktadır. En az yağış Kargı (%17,5), Tosya (%20,2), Kurşunlu (%15,1), Orta (%14), Çerkeş (%15,9) istasyonlarında kış mevsiminde görülür. Ilgaz (%18,7) istasyonunda en az yağış, kış ayından az bir farkla (%0,47), sonbahar mevsiminde görülür (Grafik 8). İlkbahar mevsiminde yağışlarda belirgin bir artış gözlenmektedir.



Harita 10: Araştırma Sahasına Ait Yağış Haritası



Grafik 8: Araştırma Sahasına Ait İstasyonlarda Yağışın Mevsimlere Göre Dağılışı (%) (Kaynak: MGM Verilerinden Üretilmiştir).

Basınç ve Rüzgarlar

Türkiye, yıl içerisinde mevsimlerin değişimiyle birlikte farklı karakterdeki hava kütlelerinin etkisi altına girmektedir. Kara ve denizlerin ısınma özelliklerinin de farklı olması nedeniyle basınç merkezlerinin konumu da yıl içinde farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle Türkiye'deki basıncın yaz ve kış mevsiminde farklı dağılışı özellikleri göstermesi, rüzgar sistemleri ve rüzgarların esiş yönlerinin de sıcak ve soğuk devrelerde değişiklik göstermektedir (İbret, 2000; Coşkun ve Topal, 2017). Yıl boyunca farklı basınç merkezlerinin etkisinde kalan çalışma sahasında yıllık ortalama basınç 914,3-916,2 mb değerleri arasında değişim göstermektedir. Havzada yıl boyunca basınç değerleri 1000 mb'ın altında seyretmektedir. Yaz aylarında Basra alçak basıncın etkisiyle en düşük değerlere inmekte, Eylül ayından itibaren de basınç değerleri artmaktadır. Ekim ayında havzada basınç değerleri en yüksek değerlerine ulaşmaktadır (İbret, 2000).

Kargı, Tosya, Ilgaz istasyonlarının verileri kullanılarak "Rubinstein Metodu" ile havzanın hakim rüzgar yönleri tespit edilmiştir. Rubinstein metodu hakim rüzgar yönünü, belirli yönlerden ayrı ayrı, derece cinsinden verdiği gibi, bu yönlerden esen rüzgarların (hakim rüzgarın) yüzde (%) olarak esiş frekansını da verir (Ardel, Kurter, ve Dönmez, 1969). Rüzgarlar kısmında Kargı, Tosya ve Ilgaz istasyonlarının verileri değerlendirilmiştir. Kurşunlu ve Orta istasyonları ile havza dışında kalan istasyonlar değerlendirilmemiştir. Tosya ve Ilgaz istasyonlarında bir, Kargı istasyonunda iki hakim rüzgar yönü mevcuttur.

Kargı'da yıllık rüzgar verilerine göre birinci hakim rüzgar, %29,8 frekansla S 22,1° W'den esmektedir. İkinci hakim rüzgar, %27 frekansla N 16,5° E'den esmektedir. Tosya istasyonunda yıllık rüzgar verilerine göre hakim rüzgar, %36,8 frekansla N 38° E'den esmektedir. Ilgaz istasyonunda yıllık hakim rüzgar, %35,3 frekansla S 49,5° W'den esmektedir.

Araştırma sahasındaki rüzgarların esme sıklığı istasyonlara göre şöyledir:

Kargı'da rüzgarın yıllık en fazla estiği yön % 18,7 ile SW yönüdür. Tosya'da rüzgarın en fazla estiği yön % 19 ile NE yönüdür. Ilgaz'da rüzgarın en fazla estiği yön % 17,4 ile SW yönüdür. Havzanın batısında kalan Kurşunlu istasyonunda dokuz yıllık

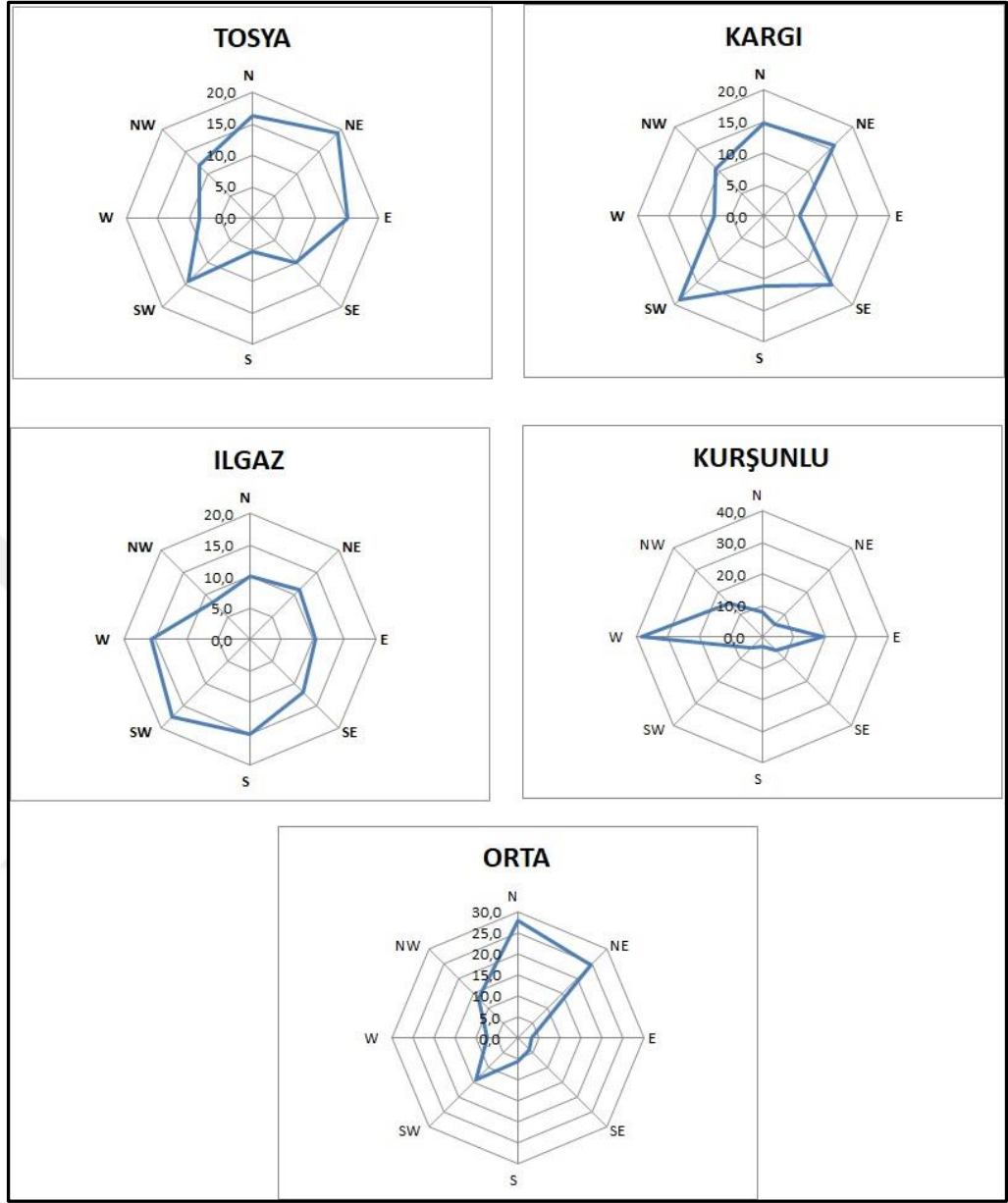
verilere göre rüzgarın en fazla estiği yön % 38,4 ile W yönüdür. Orta istasyonunun dört yıllık verilerine göre rüzgarın en fazla estiği yön % 27,8 ile N yönüdür (Grafik 9).

Grafik 8’de rüzgar gülleri incelendiğinde hakim rüzgar yönlerinin Devrez çayı vadisinin kabaca kuzeydoğu – güneybatı uzanışına uyduğu görülmektedir. Bu da havzanın jeomorfolojik şeklinin rüzgarların yönü ve hızı üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Rüzgarların hızını belirlemek için bazı sınıflandırmalar mevcuttur. *Beaufort İskalas* bunlardan birisidir. “Beaufort İskalas” temel alınarak Baille tarafından beş grup olarak sınıflandırılmıştır. 0-6 m/sn hafif esen rüzgarlar, 6-8 m/sn orta kuvvette esen rüzgarlar, 8-12 m/sn kuvvetli esen rüzgarlar, 12-15 m/sn fırtınamsı rüzgarlar, 15 m/sn’den fazla esen rüzgarlar fırtına- kasırga olarak sınıflandırılmıştır (Ardel, Kurter, ve Dönmez, 1969).

Araştırma sahasında ve çevresinde meteorolojik istasyonların ortalama rüzgar hızları incelendiğinde Kargı 1,6 m/sn hızında, Tosya 1,8 m/sn hızında, Ilgaz 1,9 m/sn hızında, Kurşunlu 2,5 m/sn hızında, Orta 1,9 m/sn hızında estiği görülmüştür. Beaufort İskalasına göre havzadaki istasyonların ortalama hızları 0-6 m/sn hafif esen rüzgarlar sınıfına girmektedir. Havzada maksimum rüzgar hızını değerlendirildiğinde; Kargı’da yıllık en fazla rüzgar hızı 11,1 m/sn hızında, Tosya’da 24,6 m/sn hızında, Ilgaz’da 20,4 m/sn hızında, Kurşunlu’da 19,5 m/sn hızında, Orta istasyonunda 12 m/sn hızında estiği görülür. Beaufort İskalasına göre Kargı ve Orta istasyonlarında kuvvetli rüzgarlar sınıfında, Tosya ve Ilgaz istasyonlarında ise fırtına – kasırga sınıfında rüzgarlar görülmektedir (Tablo 11).

	Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Ort. Mak. Rüz. Hız(m/s)	Kargı	9,4	12,3	9,4	9,4	15,5	15,5	12,3	9,4	9,4	9,4	12,3	9,4	11,1
		W	W	N	NW	N	SW	SW	SE	NE	NW	NW	SW	
	Tosya	21,2	22,1	23,8	27,2	26,6	26,4	24,8	24,6	24,7	29,0	24,0	21,3	24,6
		SSW	W	SSW	S	SW	WSW	S	W	SSW	SW	W	SW	
	Ilgaz	15,5	22,0	20,0	22,0	23,3	29,0	20,3	20,0	18,5	15,6	21,8	16,5	20,4
		SE	ESE	ESE	SW	S	WSW	SSW	S	S	SSW	SW	SW	
	Kurşunlu	16,5	18,0	22,6	22,4	24,6	19,1	19,6	23,5	15,1	17,9	19,2	15,3	19,5
		W	NW	NW	W	SSW	W	W	WSW	WSW	SW	SSW	W	
	Orta	9,4	15,5	9,4	15,5	19,0	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	19,0	12,0
		N	SW	SW	SW	W	N	NE	SW	N	N	SW	N	

Tablo 11: İstasyonların Aylar ve Yıllık Maksimum Hızları ve Estikleri Yönler (Kaynak: MGM Verilerinden Üretilmiştir).



Grafik 9: İstasyonların Rüzgar Frekanslarına (%) Göre Hazırlanmış Yıllık Rüzgar Gülleri (Kaynak: MGM Verilerinden Üretilmiştir)

1.4. Hidrografik Özellikler

Araştırma sahası hidrografik olarak Kızılırmak havzasına dahildir. Kızılırmak havzası 78,180 km² sahaya sahiptir. Fırat nehrinden sonra Türkiye'nin ikinci büyük akarsu havzasıdır. Delice ırmağı, Devrez Çayı ve Gökırmak Çayı en önemli yan kollarıdır (Ayaz, 2010). Bu bakımdan Devrez Çayı Kızılırmak havzasının %4,29'luk kısmını oluşturmaktadır. Havzaya ismini veren Devrez Çayı'nın su toplama alanı 3355,3 km²'dir. Havza toplamda üç alt havzadan oluşmaktadır (Harita 11). Bunlardan en büyük olanı Tosya havzasıdır (Tablo 13).

Alt Havzalar	Alan Km ²	Havza İçindeki Oranları (%)
Tosya Havzası	1485,9	44,29%
Ilgaz- Kurşunlu Havzası	1413,8	42,14%
Orta Havzası	455,6	13,58%
Toplam	3355,3	100%

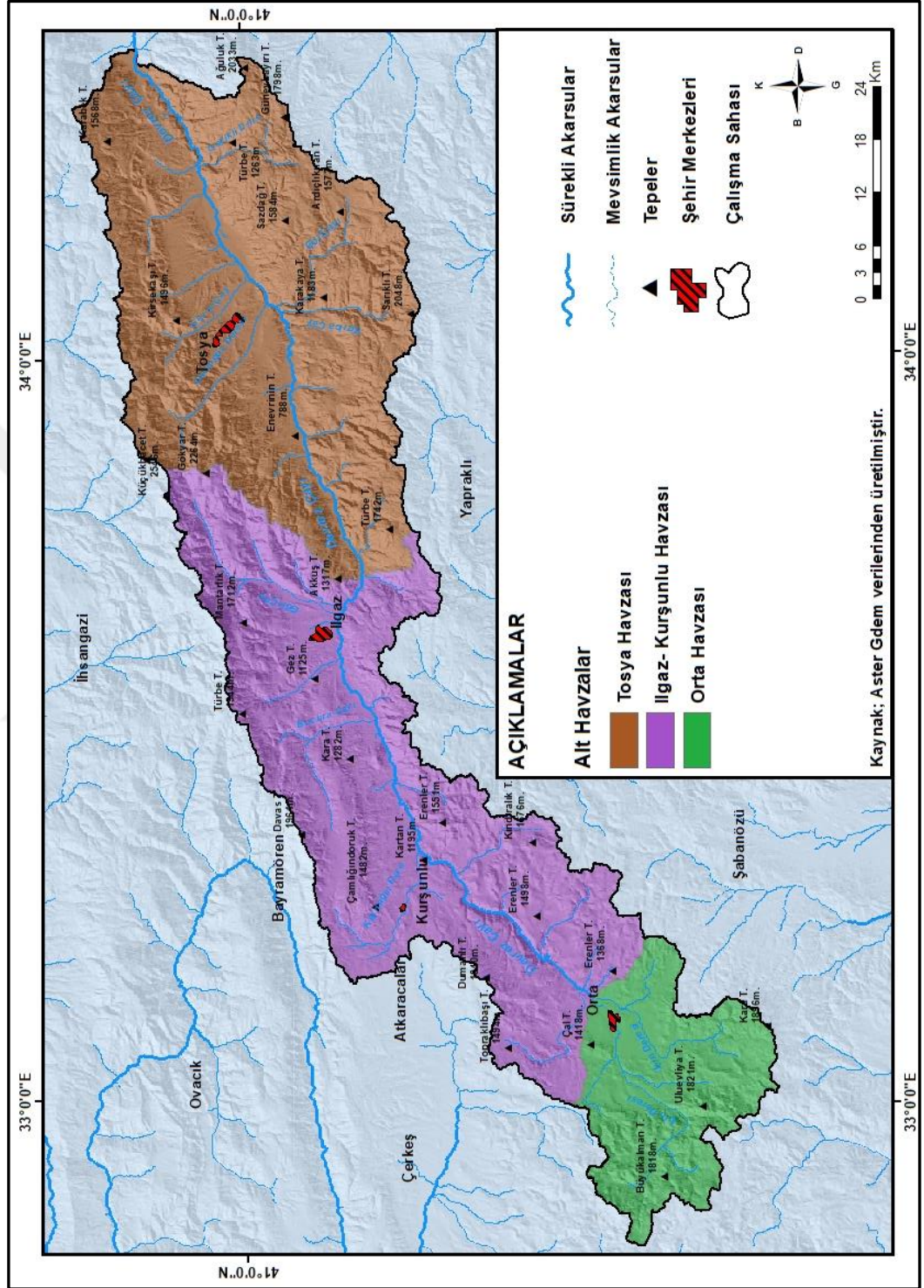
Tablo 12: Havzaya Ait Alt Havzaların Kapladıkları Alan ve Oranları(Kaynak: Aster Gdem verilerinden üretilmiştir)

Çankırı ilinin batısında yer alan Yıldırım Dağlarının ve Aydos Dağlarının 1800 – 1600 m. yükseltilerinden kaynaklanan İçin ve Bastak dereleri Orta ilçe merkezinin 3 km kuzeydoğusunda birleşerek Devrez çayı ana kolunu oluştururlar. Buradan kabaca kuzey – güney doğrultusunda ilerleyen akarsu Kurşunlu Kızılca köyü mevkiinde Ilgaz ilçesine yönelir. Tosya ilçelerini geçtikten sonra Kargı ilçesinin batısında bulunan Kargı ovasında Kızılırmak nehrine batıdan bağlanır (Harita 12).

Orta havzasında İçin Dere ve Bastak Çayı, Ilgaz-Kurşunlu havzasında Saz (Kaynak) Dere, Bucura Deresi, Gircen Dere, Gökçay Çeresi, Tosya havzasında Deringöz, Gevur, Kayı, Kızılca, Gölçay Karapürçek, Geyikli Dereleri Devrez Çayının önemli yan kollarıdır (Fotoğraf 8). Ilgaz ilçesinden geçen Gökçay havzanın en büyük koludur (İbret, 2000).

Kızılırmak nehrine bağlandığı Kargı ilçesinin batısında Çeltiközü köyü ile Avşar köyü arasındaki en düşük yüksekliği 350 metreden başlayan Devrez Çayı; Tosya- Ilgaz arasında 600- 1000 metreye, Kurşunlu ve orta ilçelerinin arasında ise 1000 ila 1350 metre yüksekliğe ulaşmaktadır. Akarsu yatağında genel olarak doğudan batıya doğru yükselti artmaktadır.

Devrez Çayı havzası genel olarak etrafında bulunan dağların doğu batı uzantılı şeklini almıştır. Kuzeyde Ilgaz Dağlarının ayırdığı, Gökırmak havzası bulunmaktadır.



Harita 11: Devrez Çayı Havzasının Alt Havzaları



Fotoğraf 8: Gökçay Kolunun Devrez Çayına Katıldığı Alan İnköy Mevki ve Ilgaz Dağlarından Bir Görünüm

Güney sınırında ise Geçmiş ve Kös Dağının ayırdığı Acıçay havzası bulunmaktadır. Kuzeybatı sınırını Bulancık ve Işık Dağlarının ayırdığı Filyos Çayı havzası ve batısında da Yıldırım Dağının ayırdığı Sakarya havzası bulunmaktadır.

Havza genelinde akarsu dandritik özellikler göstermektedir. Ancak çalışma sahasının KAF Kuşağı nedeniyle tektonik hareketlere bağlı olarak farklı akarsu ağlarının oluşmasına neden olmuştur. “Dikkat çeken bir durum; yukarı çıgırlarında dandritik bir akarsu ağına sahip olan bazı akarsuların aşağı çıgırlarında paralel bir akarsu ağının bulunduğu. Örneğin Tosya havzasında Kınık, Kızılca ve Gölçay; üst çıgırında dantritik, alt çıgırında paralel akarsu ağı yapısına sahiptir” (İbret, 2000).

Ayrıca Akkuş’un tespitlerine göre Tosya ve Ilgaz-Kurşunlu havzalarının kuzeyindeki akarsuların yukarı çıgırlarında kafesli drenaj sisteminin görüldüğünü, Hasır ve Kurt göllerinin etrafında eliptik drenajın yer aldığını ve bozulmuş radyal bir akarsu ağından söz etmektedir. Devrez çayı boyunca vadi tabanının genişlediği ve eğimin düze yakın olduğu yerlerde örgülü drenaj tipi görülmektedir (Fotoğraf 9).

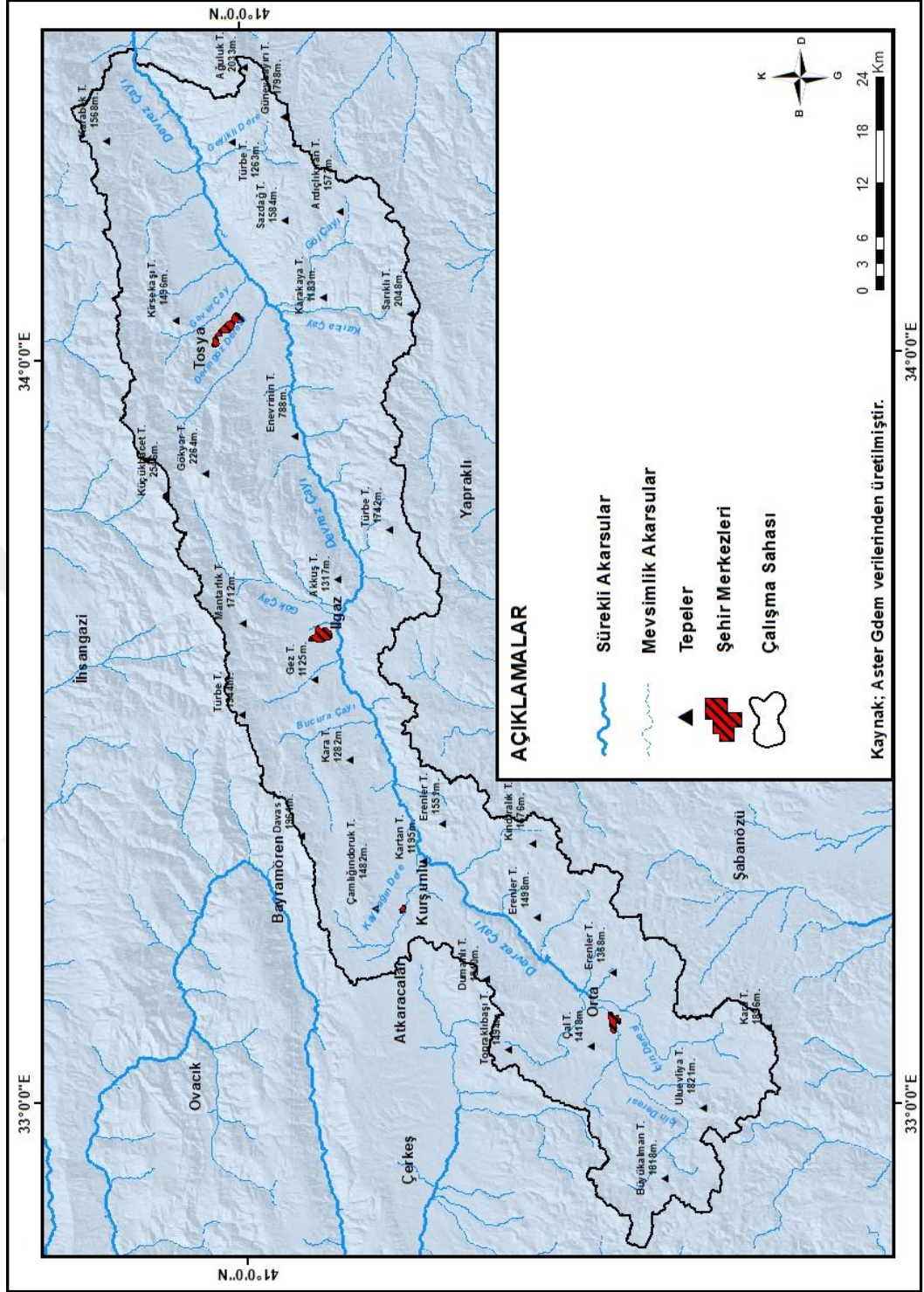


Fotoğraf 9: Örgülü Drenaj Tipinin Yoğun Olarak Görüldüğü Tosya Ovası (Kaynak: Google Earth)

Debi (Akım) Özellikleri

Devrez çayı ve kolları üzerinde DSİ (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü) ve EİE'nin (Elektrik İşleri Etüd İdaresi) verileri bulunmaktadır. Ancak iki kurumun istasyonları ve veri aralıkları birbirinden farklıdır. Bu durum akarsu hakkında yeterli bilgi sunmamaktadır. Bu çalışmada Çeltikçibaşı ve Ortalıkca istasyonlarının ölçümlerinden yararlanılmıştır. EİE'ye ait Çeltikçibaşı istasyonu (1971-2011) verileri uzun yıllar istikrarlı ölçüm yapmasından dolayı ve akarsu hakkında yeterli bilgi verebilecek olmasından dolayı tercih edilmiştir. DSİ'ye ait Ortalıkca istasyonu ise kısa ölçüm süresine rağmen tüm havzanın yağış toplama alanını kapsamasından dolayı tercih edilmiştir.

Tosya ilçesinde yer alan Ortalıkca ($34^{\circ} 15' 24''$ D - $41^{\circ} 2' 38''$ K) istasyonu Devrez çayının ağız kısmına yakın olması ve havzanın 3355 km^2 lik alanına düşen yağış miktarının, akış kayıpları hariç, yüzeysel akıma geçen ortalama miktarı temsil etmesi açısından önemlidir (Turoğlu ve Özdemir, 2005). Bu nedenle debi özellikleri kısmında bahsedilme gereği görülmüştür. Ancak istasyonun 30.09.2014 yılında açılmış olması verilerin yeterliliği açısından dezavantajlıdır. DSİ'nin Ortalıkca İstasyonu verilerine göre ortalama akım $11,4 \text{ m}^3/\text{sn}$ olarak görülür (Tablo 13-Grafik 10). Ölçüm yapılan yıllar içinde anlık en çok akım: $82,3 \text{ m}^3/\text{sn}$ (29.03.2018), anlık en az akım: $1,05 \text{ m}^3/\text{sn}$ (30.08.2018) olarak ölçülmüştür.

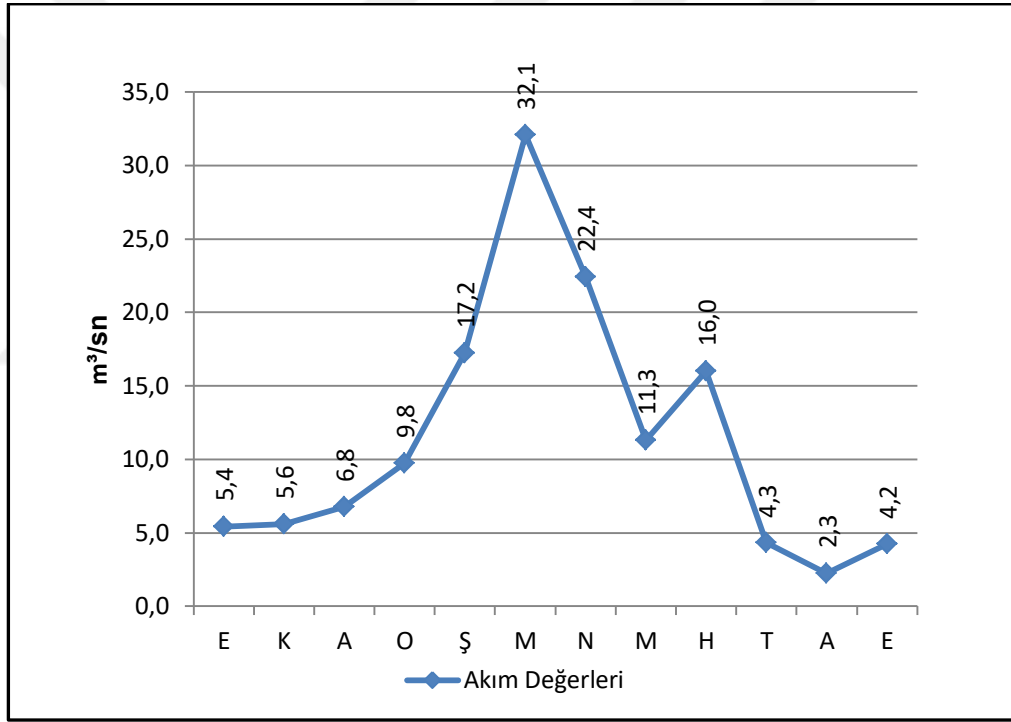


Harita 12: Araştırma Sahasının Hidrografi Haritası

Gözlem Yılı	E	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Yıllık
2015-2018	5,4	5,6	6,8	9,8	17,2	32,1	22,4	11,3	16,0	4,3	2,3	4,2	11,4

Tablo 13: Araştırma Sahasına Ait Ortalık İstasyonu 2015-2018 Yılları Akım Ortalamaları (m³/sn) (Kaynak: DSİ Verilerinden Üretilmiştir).

İstasyona ait Grafik 10 incelendiğinde Aralık ayından itibaren debi yükselmektedir. Mart ve Nisan ayları debinin en yüksek olduğu aylardır. Bu tarihlerden sonra Mayıs ayında 11,3 m³/sn düşen debide Haziran (16 m³/sn) ayında tekrar bir yükselme görülmektedir. Görülen yükselmenin sebebi sıcaklıklardaki ani yükselme sonucu Tosya havzasındaki yüksek dağlık alanlardaki kar erimeleri olabilir. Genel olarak Ortalık ve Çeltikçibaşı istasyonlarının ortalama akım grafikleri benzerlik göstermektedir.

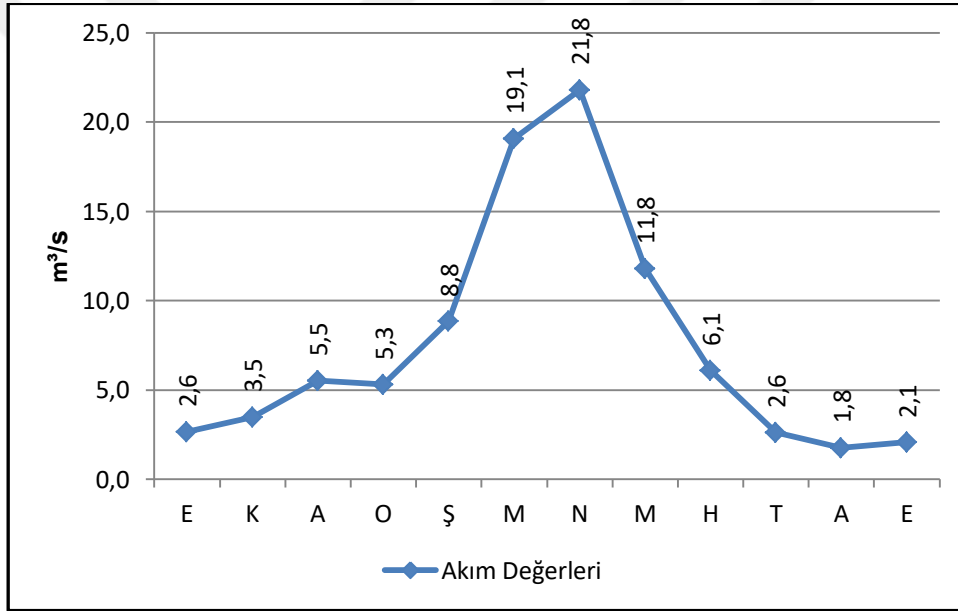


Grafik 10: Ortalık İstasyonu Uzun Yıllar Aylık Ortalama Debi (m³/sn) (Kaynak: DSİ Verilerinden Üretilmiştir).

1538 numaralı Çeltikçibaşı istasyonu (33° 46' 28" D - 40° 54' 14" K) Ilgaz ilçesinden Tosya'ya giden kara yolunun 16. kilometresindeki Çeltikçibaşı köyünün 1 km batısında yer alır. İstasyonun bulunduğu yerde yaklaşık yükselti 775 m'dir. Çeltikçibaşı istasyonunun 41 yıllık verileri kullanılarak 1971-2011 yıllarına ait ortalama akım (m³/s) özellikleri elde edilmiştir.

Çeltikçibaşı istasyonunda ortalama akım 7,57 m³/s'dir. Gözlem süresince en çok akım 558 m³/s olarak (28.03.1980), en az akım 0,032 m³/s olarak (31.05.2006) ölçülmüştür. "Bu veriler Devrez Çayının rejiminin düzensizliğini ortaya koymaktadır (İbret, 2000)."

İstasyon verilerine göre Devrez Çayında ortalama akım, en fazla Mart – Nisan – Mayıs aylarında akmaktadır. Şubat ayında yükselmeye başlayan debi Nisan ayında en yüksek seviyelerde görülür. Nisan ayından sonra Ağustos ayına kadar ortalama akım miktarında düşüş görülür. Debinin en az olduğu aylar Ağustos – Eylül – Ekim aylarıdır (Grafik 11).



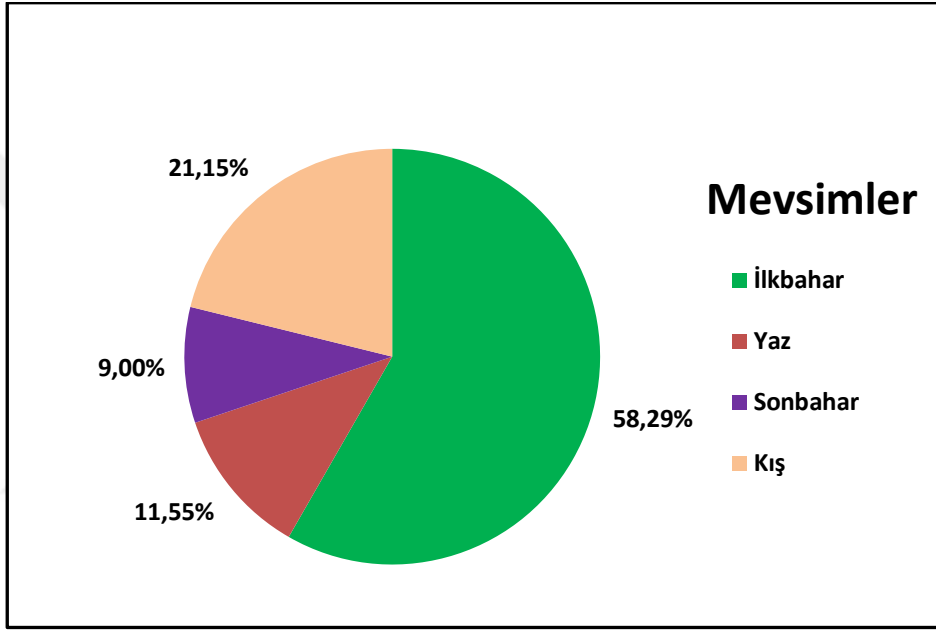
Grafik 11: Araştırma Sahasına Ait Çeltikçibaşı İstasyonu 1971-2011 Yılları Akım Ortalamaları (m³/s) Grafiği (Kaynak: EİE'nin ilgili akım yıllıklarından alınmıştır.)

Devrez Çayının debisi mevsimlere göre incelendiğinde yıllık 238,9 milyon m³ olan debinin %58,29'luk kısmı ilkbahar mevsiminde görülmektedir. En az debi ise Yaz mevsiminden sonra Sonbahar ayında akmaktadır (Grafik 12). Debi miktarının en düşük sonbahar ayında görülmesi, geçiş bölgesinde yer alan havzada sonbaharda görülen yağışların Karadeniz bölgesindeki kadar etkin olmaması ve bu dönemde kar erimeleri ile beslenme olmamasından kaynaklanmaktadır. Akarsu debisi üzerinde yaz mevsimine kadar etkisini hissettiren kar erimelerinin önemi ortaya çıkmaktadır (İbret, 2000).

Mevsimler	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Yıllık
Akım (10 ⁶ m ³)	139,2	27,6	21,5	50,5	238,9
Akım (%)	58,29%	11,55%	9,00%	21,15%	100,00%

Tablo 14: Çeltikçibaşı İstasyonunun Akım Değerlerinin Mevsimlere Dağılışı (Kaynak: EİE'nin ilgili akım yıllıklarından elde edilmiştir.)

Çeltikçibaşı istasyonunda en yüksek debinin Nisan (21,8 m³/s) ayı ile en düşük debinin Ağustos (1,8 m³/s) ayında yaşanması Devrez çayının İç Anadolu akarsularının rejim özelliklerini yansıtmaktadır (Tablo 14). Rasat süresi az olan Ortalıkta istasyonunun akım grafiği de az bir farkla bu rejim tipine uymaktadır (Erinç, 1957).



Grafik 12: Çeltikçibaşı İstasyonunun Akım Değerlerinin Mevsimlere Dağılışı (Kaynak: EİE'nin ilgili akım yıllıklarından elde edilmiştir.)

Havzada meydana gelen taşkınlar incelendiğinde 15.06. 1964 tarihli taşkında Tosya havzasının yan dereler üzerinde meydana gelen taşkında Karabey, Yukarıberçin, Ermelik, Aşağıkayı köyleri etkilenmiştir. Diğer yandan 05. 07. 1972 tarihli Tosya-Çevlik köyünde yaşanan taşkında Kurudere taşmıştır (İbret, 2000). 19-21 Mayıs 1998 tarihlerinde ise Tosya ilçe merkezinde taşkın yaşanmıştır. Yine Tosya ilçesinde 27.06.2009 yılında dolu ve sağanak yağışlarının ardından taşkın ve sel meydana gelmiştir. Yaşanan bu afet sonrası ilçe merkezinde yaklaşık hasarın 6.500 bin TL olduğu belediye yetkilileri tarafından belirtilmiştir (Açıksöz , 2013). Ayrıca MGM verileri incelendiğinde 2009 yılında Haziran (105.8 mm) ve Temmuz (103.9 mm) ayında düşen aylık ortalama yağışın çok fazla olduğu dikkat çekmektedir (Tablo 15).

Devrez Çayı üzerinde debinin yüksek olduğu Nisan ve Mayıs ayları ile kar erimeleriyle toprağın suya doygun olduğu Haziran ve Temmuz ayları taşkınlar için tehlike oluşturan aylardır.

Gözlem Yılı	E	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Yıllık
2011	3,6	3,6	15,4	8,5	7,3	19,4	15,8	11,6	11,7	4,7	1,8	1,4	8,7
2010	2,2	3,5	5,6	6,5	25,6	17,1	9,8	5,3	5,0	3,2	0,9	1,2	7,1
2009	1,4	1,6	1,8	3,8	12,4	14,0	18,2	10,1	2,9	4,4	1,6	1,6	6,1
2008	0,3	1,7	3,7	1,9	2,2	12,1	10,4	1,7	0,8	0,5	0,4	0,7	3,0
2007	1,9	3,7	2,3	2,3	3,1	4,9	3,8	2,9	1,4	0,7	0,5	0,6	2,3
2006	3,3	3,5	2,8	2,7	4,4	18,6	10,5	3,3	1,4	1,8	0,9	1,3	4,5
2005	1,8	2,5	2,6	2,5	3,7	12,7	19,9	10,6	4,5	2,4	1,6	2,3	5,6
2004	2,3	2,7	3,9	7,0	14,8	30,0	12,8	5,6	4,6	2,1	1,8	1,6	7,4
2003	2,7	3,8	3,0	4,4	6,2	7,3	26,1	5,6	2,5	2,8	2,1	4,4	5,9
2002	2,3	3,0	13,0	9,7	12,2	21,4	35,2	10,4	3,7	2,7	2,0	3,1	9,9
2001	2,8	3,0	2,8	2,9	2,7	4,8	3,4	8,5	1,2	1,6	1,5	1,5	3,1
2000	3,2	3,5	4,3	4,8	4,5	18,3	41,6	14,3	14,9	2,7	3,0	2,5	9,8
1999	3,1	3,5	4,3	3,7	11,2	22,0	22,5	6,5	6,3	4,4	3,7	2,8	7,8
1998	6,3	6,8	13,1	6,5	11,9	12,8	29,8	34,3	16,3	3,9	2,9	4,2	12,4
1997	4,8	4,3	3,2	4,0	3,1	4,5	32,0	18,1	5,3	3,1	5,0	4,4	7,6
1996	3,2	5,2	5,7	7,8	11,8	14,5	15,8	9,7	7,4	2,2	2,4	3,9	7,5
1995	1,1	2,0	2,4	7,9	5,0	14,6	18,0	5,8	2,5	2,9	1,4	1,7	5,4
1994	2,1	2,8	2,9	3,3	3,4	6,6	4,4	3,3	1,1	1,1	1,0	0,8	2,7
1993	3,6	3,0	3,0	3,0	3,6	21,4	17,7	28,0	7,1	2,6	1,9	1,8	8,1
1992	1,9	2,8	3,1	3,0	2,9	21,1	55,0	7,6	5,4	6,0	0,9	2,1	9,3
1991	1,9	3,3	4,5	3,1	3,9	8,6	8,5	4,4	4,0	1,7	0,9	1,5	3,9
1990	1,9	3,9	7,3	4,3	5,0	21,7	20,1	11,4	3,3	1,4	1,2	1,5	6,9
1989	2,7	4,8	8,3	4,3	7,5	16,8	5,7	3,6	2,7	1,5	1,1	0,9	5,0
1988	2,8	3,8	4,8	4,1	5,5	18,5	39,0	11,7	11,4	2,6	1,2	1,2	8,9
1987	1,5	2,5	2,5	8,5	13,0	12,7	38,7	20,8	10,0	3,1	1,8	1,4	9,7
1986	2,1	3,9	4,0	7,7	10,4	13,3	6,5	3,2	6,3	1,0	0,8	1,5	5,0
1985	2,2	3,2	2,9	3,7	5,3	14,9	25,0	7,3	3,9	1,6	1,1	1,5	6,0
1984	3,0	8,2	13,3	10,1	16,0	29,8	39,4	19,6	6,3	2,2	2,2	2,0	12,7
1983	3,4	3,5	3,3	3,2	4,0	18,3	28,7	10,2	20,1	6,6	3,1	2,0	8,9
1982	2,5	4,1	21,0	10,3	8,0	18,6	37,0	17,4	11,5	4,7	3,4	3,2	11,8
1981	2,7	4,0	8,0	9,9	17,2	73,4	25,6	13,5	4,9	3,3	2,3	2,1	13,9
1980	2,0	3,6	5,1	4,5	5,3	57,8	38,8	25,2	6,1	2,1	1,9	2,0	12,9
1979	2,6	3,1	7,4	19,2	31,2	12,6	9,8	7,0	6,3	2,1	1,4	1,4	8,7
1978	1,7	2,4	2,0	3,1	23,5	22,3	27,2	13,3	2,8	1,5	1,2	2,2	8,6
1977	2,9	3,4	12,1	3,4	24,2	15,7	12,4	10,4	4,7	1,4	1,5	2,8	7,9
1976	2,1	3,0	2,9	2,6	2,7	22,5	24,8	6,1	4,0	1,4	1,3	1,6	6,3
1975	1,3	1,8	2,4	2,4	3,3	34,8	35,6	50,0	8,8	2,2	2,3	2,1	12,2
1974	2,0	2,3	2,5	2,0	2,7	12,3	6,3	8,5	2,1	0,9	0,6	1,0	3,6
1973	8,7	5,4	3,4	2,9	13,4	22,2	21,3	5,7	4,2	1,4	0,9	2,0	7,6
1972	2,4	3,2	6,2	3,0	3,6	19,0	19,3	13,5	10,1	7,8	3,2	3,4	7,9
1971	2,6	3,6	3,7	9,2	5,2	18,3	22,1	18,0	10,6	2,0	1,9	4,4	8,5
Toplam	2,6	3,5	5,5	5,3	8,8	19,1	21,8	11,8	6,1	2,6	1,8	2,1	7,6

Tablo 15: Araştırma Sahasına Ait Çeltikçibaşı İstasyonu 1971-2011 Yılları Akım Ortalamaları (m³/s) (Kaynak: EİE'nin ilgili akım yıllıklarından elde edilmiştir.)

1.5. Toprak Özellikleri

Toprak, kayaların ayrışması sonucu oluşan ve çeşitli canlılara ev sahipliği yapan, bitkilerin gelişmesi için besin sağlayan, yer yüzeyinde birkaç mm ile birkaç metre kalınlığında bulunan kuşaktır. Fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre farklı katlar görülmektedir (Atalay, 2013). Çalışma alanı sınırları içerisinde litoloji, topografik şartlar, drenaj özellikleri ve iklim faktörlerinin etkisiyle büyük toprak grupları oluşmuştur. Dağlık alanlar, yamaçlar ve vadi tabanları gibi jeomorfolojik ünitelerde farklı toprak tipleri görülmektedir. Arazide toprak örtüsü bulunmayan çıplak kayalık alanlar da mevcuttur. Bu çalışmada Tarım ve Orman Bakanlığı'nın hazırlamış olduğu sayısal toprak verileri altlık olarak yararlanılmıştır. Elde edilen veriler taşkın ve heyelan çalışmaları için düzenlenmiştir.

Çalışma sahasındaki topraklar, 1960 yılında ABD tarafından oluşturulan eski toprak sınıflandırma sistemine göre tasnif edilmiştir. Bu sınıflandırma sistemine göre topraklar, zonal, intrazonal, azonal olmak üzere üç takımdan ve büyük toprak gruplarından oluşmaktadır (Atalay, 2013). Toprak gruplarında zonal topraklar ve azonal topraklar olarak iki başlıkta incelenecektir (Harita 13).

Zonal Topraklar

Yerli topraklar olarak da bilinen zonal toprak takımının oluşumunda temel olarak bölgenin iklim ve vejetasyonu rol almaktadır. Bu toprakların gelişiminde arazinin düz ve düze yakın olması, drenajının iyi olması da gerekir (Atalay, 2006). Devrez Çayı havzasında zonal topraklar %92,64'lük alan kaplamaktadır. Kahverengi topraklar, kahverengi orman toprakları, kireçsiz kahverengi topraklar, kireçsiz kahverengi orman toprakları, kırmızımsı kahverengi topraklar bölgedeki büyük toprak gruplarını teşkil etmektedir (Fotoğraf 10).

Kahverengi Orman Toprakları

Devrez Çayı havzası içerisinde en fazla alana sahip toprak grubudur. Temel özelliği fazla kireçli ana materyal üzerinde gelişme gösterir. Horizonları çok az gelişme göstermiştir. Ilgaz ve Kös dağlarında bütünlüğünü koruyan kahverengi orman toprakları, Ilgaz-Kurşunlu havzasında yer yer diğer toprak tipleriyle kesintiye uğramıştır (Akkuş, 1980). Havza içerisinde %65,25'lik alanı olan 2151,7 km² alana yayılmıştır.



Fotoğraf 10: Çalışma Sahasına Ait Toprak Profili (Orta İlçesinin 8 Km Kuzeyi)

Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları

Bu topraklar iklim bitki örtüsü ve ana kayanın etkisiyle meydana gelmiştir. Çalışma sahası içinde orta havzasında görülmektedir. Havzanın %9,21'lik alanını oluşturmaktadır.

Kestane Renkli ve Kahverengi Topraklar

Bu topraklar genelde birbirlerine benzemektedir. Kahverengi topraklarda humus oranı daha az ve açık renklidir. Kestane renkli topraklarda ise kireç birikimi daha alt seviyelerde olmaktadır (Atalay, 2006). Devrez Çayı havzasında kahverengi topraklar %14,24'lük alanı oluşturmuştur. Havza içinde Ilgaz-Kurşunlu havzasında Devrez Çayının güney yamaçlarında bütünlük gösterir. Kestane renkli topraklar ise havza içinde %3,91'lik orana sahiptir. Ilgaz-Kurşunlu havzasında Kurşunlu merkez ilçesinin kuzeyindeki bölgede yer almaktadır.

Azonal Topraklar

Azonal topraklar ana kaya yer şekilleri ve zaman faktörlerinin etkili olduğu, iklim ve vejetasyonun önemli olmadığı, profil özellikleri olmayan genç topraklardır

(Ergene, 1987). Devrez Çayı havzasında vadi tabanında ve yamaçlarda alüvyal ve kolüvyal topraklar olmak üzere iki grup bulunur. Azonal topraklar havzada %7,36'lık alan kaplamaktadır.

Alüvyal Topraklar

Alüvyal topraklar akarsular tarafından biriktirilerek meydana gelmiş topraklardır. Daha çok delta ovalarında ve akarsuların taşkın yataklarında bulunurlar ve verimli toprak türlerindedir (Ergene, 1987). Devrez Çayında, havzanın %3,19'luk kısmını kaplamaktadır. Orta ilçesinde Söğüt ve İçin Derelerinden başlayarak Devrez Çayının Kızılırmak'a bağlandığı yere kadar vadi tabanında alüvyon topraklar görülmektedir. En geniş alana Tosya ovasında rastlanmaktadır (Fotoğraf 11).

Devrez Çayında alüvyal topraklar, çeltik tarımının yapıldığı alanları oluşturmaktadır ve özellikle Tosya havzasında sulu tarımın yapıldığı alanları oluştururlar (Taş, 2006).

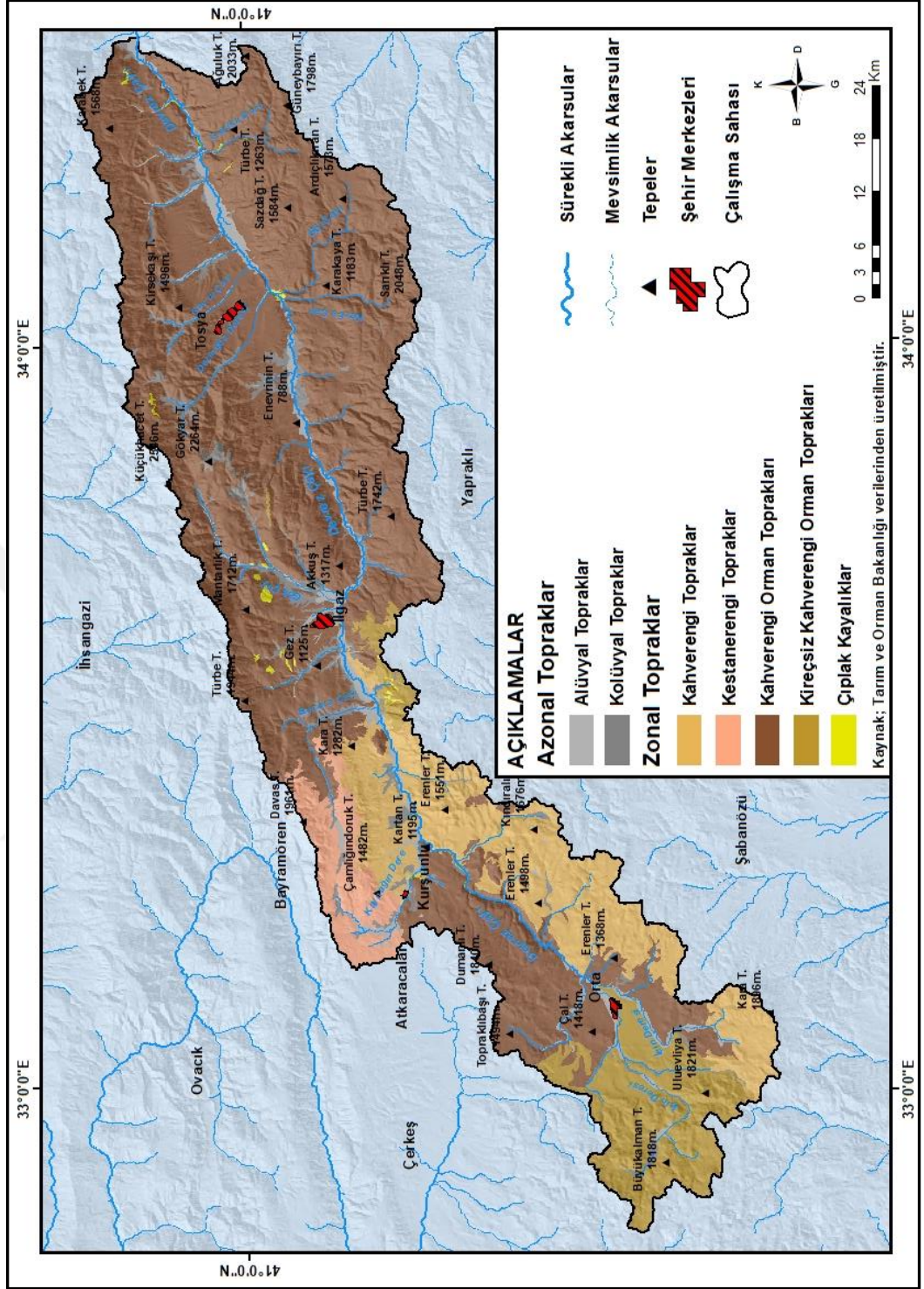


Fotoğraf 11: Alüvyal Toprakların Bulunduğu Vadi Tabanı (Ortalıca Yakınları)

Kolüvyal Topraklar

Dağ eteklerinden ve yamaçlarından yer çekiminin etkisi ve yüzeysel akışa geçen suların taşıdığı çakıllı, kumlu malzemelerin eğimin azaldığı yerde birikmesiyle oluşan topraklardır (Atalay, 2006). Çalışma sahasındaki mevcut kolüvyal topraklar havzanın % 4,17'sini kaplamaktadır. Alüvyal topraklardan sonra yamaçlarda yeralırlar. Sıklıkla Devrez Çayının kuzeyinde yeralırlar. Tosya havzasında Yukarı Dikmen ve Göbene köyleri arasında yer almaktadır. Ilgaz havzasında en yoğun şekilde görülmektedir.





Harita 13: Araştırma Sahasının Toprak Haritası

1.6. Vejetasyon Özellikleri

Bir bölgede akışa geçen yağış miktarının belirlenmesinde arazinin bitki örtüsü özellikleri önemlidir. Bu nedenle bitki örtüsü özellikleri sel ve taşkın üzerinde belirleyici etkiye sahiptir (Turoğlu ve Özdemir, 2005). Çalışma sahası, Karadeniz Bölgesinin ardındaki Devrez oluşunda yer almaktadır. Bahsi edilen alanda bitki örtüsünün dağılışında eğim, bakı, yükselti ve Karadeniz'den gelen nemli havayı alabilme durumları etkili olmuştur. Akdeniz bitki örtüsüne ait kurakçıl, ısı ve ışık isteği yüksek bitkiler vadi tabanında ve güney yönlü yamaçlar üzerinde görülür. Işık ve sıcaklık isteği düşük bitkiler ise kuzey yönlü yamaçlardadır (Atalay, 2014). Orman alanları taşkınları meydana getirebilecek yüzeysel akışın kontrolü bakımından koruma sağlar (Görecelioğlu, 1996).

Türkiye, üç flora bölgesi içinde bulunmaktadır. Bunlar Avrupa-Sibirya Bölgesi, Akdeniz bölgesi ve İran-Turan Bölgesidir (Avcı, 1993). Çalışma alanı Avrupa-Sibirya fitocoğrafya bölgesi içinde kalmaktadır. Karadeniz Bölgesi ülkemizin bitki örtüsü yönünden en zengin bölgesi konumundadır. Bölgede başlıca iki tür bitki topluluğu bulunur. *Karadeniz Ardı Plato ve Dağları Yarı Nemli Soğuk İğne Yapraklı Ormanlar* bölgede Ilgaz ve Köroğlu dağları üzerinde sarıçam, göknar ve karaçam ormanları olarak yayılış gösterir. *Karadeniz Ardı Olukları Çalı – Kurakçıl Ormanları* ise Tosya-Ilgaz oluşunda kızılçam ve maki elemanları olarak yaygındır. Ayrıca Yine Tosya Ilgaz vadisi boyunca meşe, karaçam ormanları ve tahribat sonucu Kara ardıç (*Juniperus communis*), boylu ardıç (*Juniperus excelsa*), karaçalı (*Paliurus spinechristi*) ve meşe toplulukları yaygındır (Atalay ve Mortan, 2017). Genel olarak havzada özellikle iklim ve jeomorfolojik faktörlere bağlı olarak farklı bitki toplulukları gelişme göstermiştir (Fotoğraf 12-13).

Çalışma sahasında orman ağaç türlerinden Karaçam (*Pinus nigra*), sarıçam (*Pinus silvestris*), köknar (*Abies bormülleriana*), Ardıç (*J. nana*, *J. oxicedrus*) dişbudak (*Fraxinus ssp.*), fındık (*Corylus avelena*), akçaağaç (*Acer pseudolatanus*) sıklıkla bulunmaktadır. Mera ve orman altında; Geven (*Astragalus ssp.*), Köpek kuyruğu (*C. protersis*), salkım otu (*Poa ssp.*), sütlügen (*Euphorbia ssp.*), fiğ (*Vicia ssp.*), Yonca (*Medicago ssp.*), domuz ayrığı (*Dactylus glorometa*) başlıca türleri oluşturur (Atalay, 1972). Orta ilçesi ve çevresinde de 1100- 1200 metrelerde kızılçam (*Pinus*

brutia) ormanları yer alır. 1400-1500 metrelerde kadar da karaçam (*Pinus nigra*) ormanları mevcuttur (Ekici, 2001).



Fotoğraf 12: Ilgaz Dağı Güney Yamaçlarında Karaçam Ormanları (Çeltikçi Köyü Yakınları)



Fotoğraf 13 Orman Formasyonlarının Tahrip Edildiği Alanlarda Antropojen Çalı Formasyonları.

Uzaktan algılama ve CBS teknolojilerinin gelişmesiyle bitki örtüsü için yapılan çalışma ve yöntemlerde gelişmiştir. NDVI (Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü Farkı İndeksi) vejetasyon için geliştirilmiş ve dünyada kabul görmüş bir indekstir (Doğan, Kılıç, ve Yılmaz, 2014).

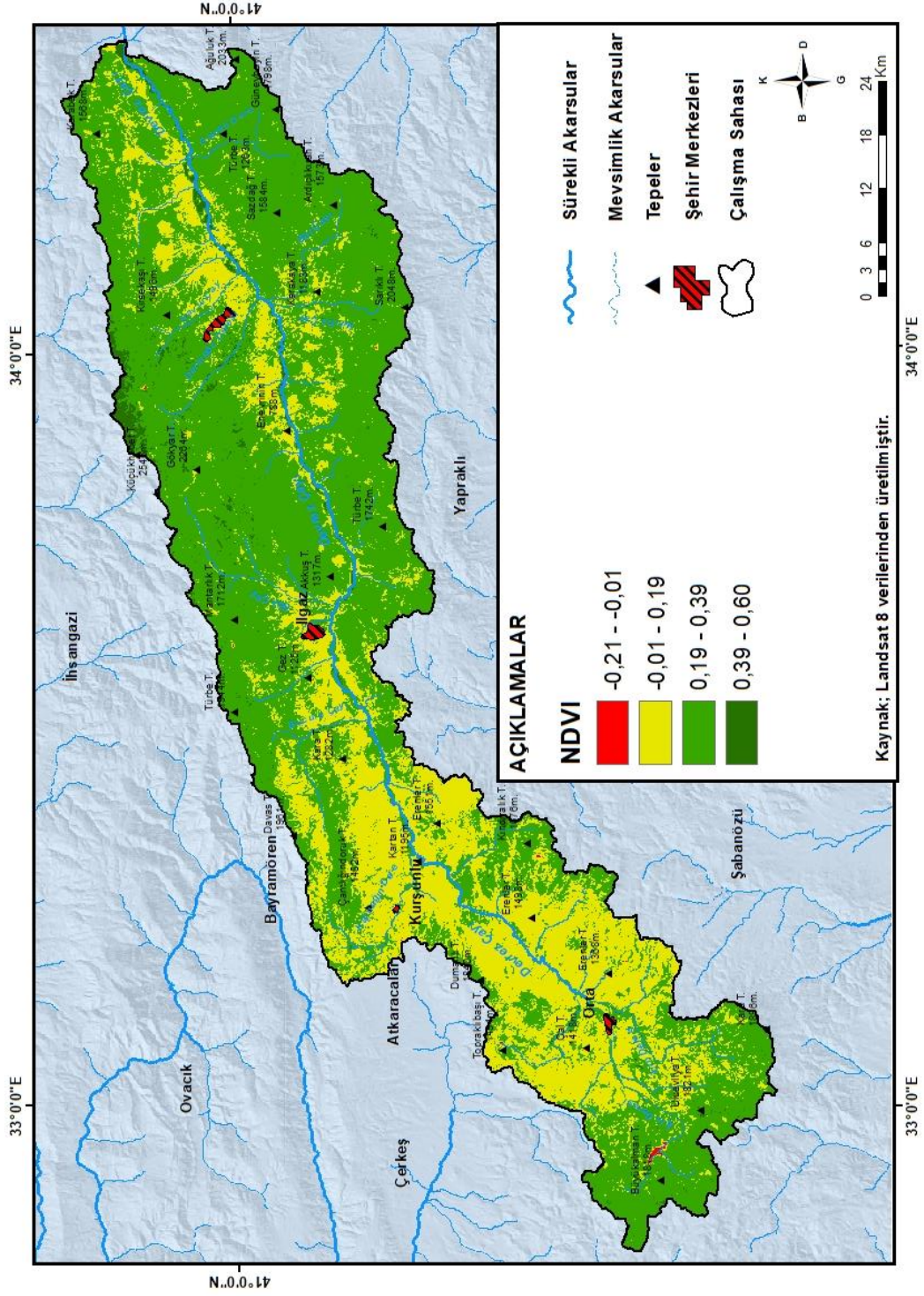
NDVI, Multispektral uydu verileri kullanılarak bir bölgedeki yeşil alanları belirlemenizi ve böylelikle bitki örtüsü hakkında bilgi edinmenizi sağlayan basit hesaplamalı indekstir. NDVI yakın kızılötesi (NIR) ile görünür ışık (RED) arasındaki yansıma değerlerini oranlayan formülle bitki örtüsünü tespit eder. Formülü $ndvi = \frac{nir - red}{nir + red}$ ile hesaplanmaktadır. Bu formül sayesinde -1 ile 1 arasında değer aralığı alır. Son derece düşük ya da negatif değerler, bitki örtüsünden yoksun alanları veya su yüzeylerini; düşük değerler kaya ve çıplak toprak gibi az bitki örtüsünün olduğu alanları; orta değerler çalı ve otlak alanlarını; yüksek değerler ise orman alanlarını ve yeşil bitki örtüsünü temsil etmektedir. (Topraklı, 2018)

Bu çalışmada NDVI analizi için Landsat 8 OLI/TIRS uydu görüntüsünün band 4 ve band 5 değerleri kullanılmıştır (Benkelman, 2017). Söz konusu değerler Doğan, vd., tarafından hazırlanan klasifikasyona göre; Çok zayıf, Zayıf, Orta, Yoğun olarak

değerlendirilmiştir. Buna göre çalışma sahasında Çok zayıf 2,8 km² (% 0,08), Zayıf 1169,6 km² (% 34,8), Orta 2113,2 km² (%62,9) ve Yoğun alanlar 69,2 km² (%2,06) alan kaplamaktadır (Harita 14). Oluşturulan harita incelendiğinde bitki örtüsünün havzanın doğusuna doğru artış gösterdiği görülmektedir. Arazi çalışmalarında havzadaki bitki örtüsünün Tosya havzasında yoğunlaştığı, Ilgaz ilçe merkezinden sonra bitki örtüsü yoğunluğunun azaldığı gözlemlenmiştir (Fotoğraf 14). Burada iklimin karasallaşması tahrip edilen bitki örtüsünün kendini çabuk yenileyememesine neden olmuştur. Havzanın etrafını oluşturan dağlık alanlar ve tahribattan korunana alanlar havzadaki yoğun bitki örtüsünü oluşturmaktadır(Fotoğraf 15).



Fotoğraf 14: Kurşunlu-Demirciören Köyü Yakınlarında Antropojen Bozkır Sahası



Harita 14: Sahanın Landsat 8 2016 tarihli uydu görüntüsünden üretilmiş NDVI Dağılım Haritası



Fotoğraf 15: Ilgaz Dağları Güney Yamaçlarındaki Gökmar Ormanlarından Bir Görünüm.

İKİNCİ BÖLÜM

2. DEVREZ ÇAYI HAVZASININ TAŞKIN VE HEYELAN RİSK ANALİZLERİ

2.1. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)

Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri (ÇKKV) mekânsal karar problemlerinde sıklıkla kullanılan yöntemlerdendir. ÇKKV yöntemlerinin temelinde problemleri küçük, anlaşılabilir parçalara ayırmak ve ayrılan bu parçalardan anlaşılabilir çözümler üretmek için mantıksal yöntemlerle birleştirmektir (Öztürk, 2009). Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden biri olan AHS belirlenen kriterlerin ikili karşılaştırma sistematığıne dayanmaktadır.

Söz konusu yöntemin geliştiricisi olan Saaty'e göre de Analitik hiyerarşi süreci, belirlenen seçeneklerin nitel ve nicel kriterlerin bulunduğu karar problemlerinde seçeneklerin değerlendirildiği, Kriterler üzerinde ikili karşılaştırmalar yapılarak amaca uygun çözümlerin arandığı mantıksal süreci ifade etmektedir (Saaty, 1990).

Yerleşim yeri seçimi, planlama, afet risk değerlendirmesi doğal kaynak kullanımı vb. kararlar mekânsal karar problemlerini oluşturmaktadır. Coğrafi bilgi sistemleri teknolojilerinin 1980'lerden günümüze kadar kullanımının artması mekânsal kararların çözüm sürecine hız ve pratiklik kazandırmıştır. Karar analizlerinde çok sayıda katmanlar kullanılarak sonuca ulaşılabilmektedir (Küçükpehlivan, 2015). Ayrıca CBS teknolojileri sayesinde birçok karar analiz teknikleri gelişmiştir. Bu yöntemleri şu şekilde sıralayabiliriz (Öztürk, 2009);

- Basit Ağırlıklı Toplam Yöntemi (Simple Additive Weighting Method:SAW)
- Ağırlıklı Çarpım Yöntemi (Weighted Product Method:WPM)
- Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process:AHP)
- Değer/Fayda Fonksiyonu Yaklaşımı (Value/Utility Function Approach)
- İdeal Nokta Yöntemi (Ideal Point Method)
- Uyum Yöntemi (Concordance Method)
- Bulanık Mantık İşlemi (Fuzzy Aggregation Operation)
- Bulanık Ağırlıklı Toplam Yöntemi (Fuzzy Additive Weighting Method)

- Sıralı Ağırlıklı Ortalama (Ordered Weighted Average:OWA)

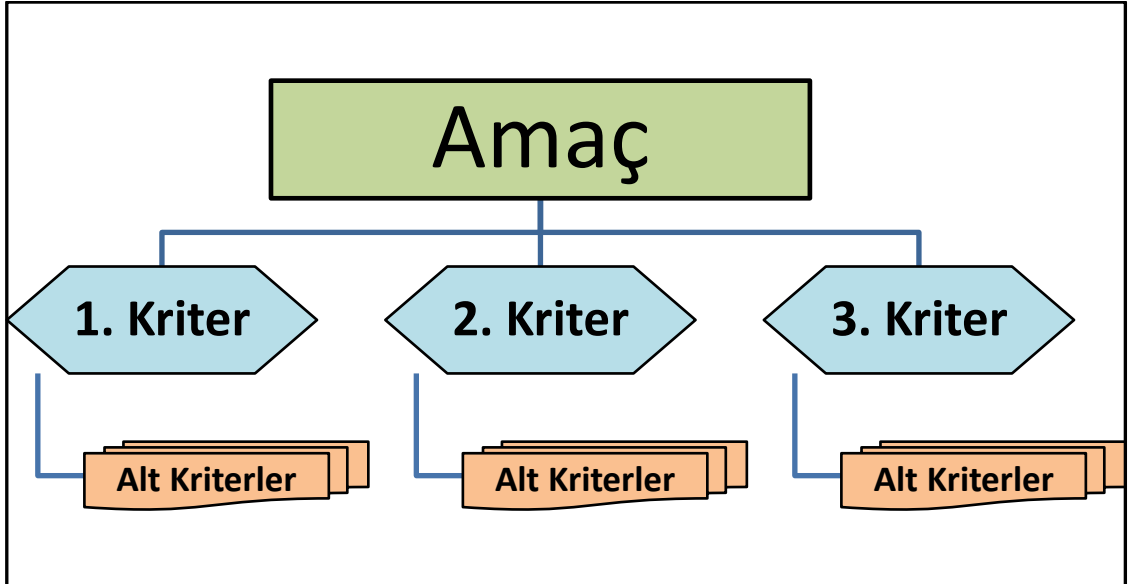
Çalışma sahasında bu yöntemlerden Analitik hiyerarşi süreci Taşkın ve Heyelan alanlarının belirlenmesinde kullanılmıştır. Bu yöntemin seçilmesinde çok sık kullanılması ve uygulanabilirliğinin kolay olması etkili olmuştur.

Analitik hiyerarşik süreci 1980'lerde T. Saaty tarafından geliştirilmiştir ve bugüne kadar birçok araştırmada kullanım alanı bulmuştur. AHS ile nitel ve nicel kriterler karşılaştırılıp ağırlık düzeyine bağlı olarak bir sıralama elde edilebilmektedir (Timor, 2011). Yöntem olarak seçilen AHS'nin uygulama sürecine ilişkin adımları formül ve tablolar ile kısaca belirtilmiştir.

I. **Aşama;** Problemin tanımlanması ve hiyerarşinin oluşturulması

Karar problemini hiyerarşik düzende yapılandırmak AHS'nin ilk adımını oluşturmaktadır (Şekil 2). Bu aşamada karar verme problemi alt gruplara ayrılarak bu öğeler arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlanmaktadır (Oğuz, Oğuz, ve Coşkun, 2016).

Hiyerarşik düzen oluşturulduktan sonra sırasıyla karşılaştırma matrisi, öncelikler vektörü ve uyum oranı hesaplanır (Timor, 2011).



Şekil 1: Basit Bir Hiyerarşik Yapı

II. Aşama; Karşılaştırma matrislerinin oluşturulması

Hiyerarşi kurulduktan sonra ikinci adım ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulmasıdır (Timor, 2011). Karşılaştırma matrisi, amaca ulaşmak için kriterlerin birbirlerine göre üstünlükleri ikili karşılaştırma yöntemi çerçevesinde belirlenir (Çakırkaş, 2013). Bu aşamada karşılaştırma için kullanılacak kriterler Saaty'nin belirlediği önem derecesine göre 1 ile 9 arasında derecelendirilir.

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Ölçütler eşit öneme sahip	Her iki faktör aynı öneme sahiptir.
3	Orta derecede önemli	Tecrübe ve yargılara göre bir faktör diğerine göre biraz daha önemlidir.
5	Kuvvetli düzeyde önemli	Bir faktör diğerine göre kuvvetle daha önemlidir.
7	Çok kuvvetli düzeyde önemli	Bir faktör diğerine göre yüksek derecede kuvvetle tercih edilmektedir.
9	Son derece önemli	Faktörlerden biri diğerinden çok yüksek derecede önemlidir.
2.4.6.8	İki karar arasında kalan ara değerler	İki faktör arasındaki tercihte küçük farklar olduğunda kullanılır.
Karşılıklı Değerler	i, j ile karşılaştırılırken bir değer (x) atanmış ise; j, i ile karşılaştırılırken atanacak değer (1/x) olacaktır.	

Tablo 16: AHS Önem Derecesi Tablosu (Saaty, 1990; Timor, 2011)

Analitik hiyerarşi sürecinde karşılaştırma matrisi aşağıdaki gibidir (Tablo 17). Bir düzeyde yer alan her bir kriter aynı düzeyde yer alan diğer bir kriterle karşılaştırılarak değer ataması yapılır (Timor, 2011). Yapılan işlemde sonra ikili karşılaştırma matrisinin elemanlarının terslik (reciprocal) kuralına göre yapılandırıldığı bilinmelidir. Yani ilk kriterin ikinci kriter üzerindeki önem derecesi 2 değerini alırken ikinci kriterin birinci kritere göre önem derecesi $\frac{1}{2}$ olmaktadır (Gökkaya, 2014).

KRİTERLER	K1	K2	K3	K4
K1	1	3	1/4	6
K2	1/3	1	1/5	3
K3	4	5	1	8
K4	1/6	1/3	1/8	1

Tablo 17: İkili Karşılaştırma Matrisi (Timor, 2011).

III. Aşama; Önem derecelerinin (Öncelik Vektörü) hesaplanması

Karşılaştırma matrisinin oluşturulmasından sonraki adım, önem derecelerinin yani ağırlıkların hesaplanmasıdır. Ağırlıkların hesaplanmasında iki temel adım vardır; İlki karşılaştırma matrisinin normalize edilmesi, ikincisi ise elde edilen normalize değerlerden ağırlıkların hesaplanmasıdır (Erden, 2009). Normalize edilmiş değerler, karşılaştırma matrisindeki her bir sütuna ait elemanın toplam sütun değerine bölünmesiyle elde edilmektedir. Her bir sütunun toplam değeri 1 olan “*Normalize Edilmiş İkili Karşılaştırma Matrisi*” elde edilmiş olur (Tablo 17-18-19).

KRİTERLER	K1	K2	K3	K4
K1	1	3	1/4	6
K2	1/3	1	1/5	3
K3	4	5	1	8
K4	1/6	1/3	1/8	1
Toplam	5,50	9,33	1,58	18,00

Tablo 18: Her Bir Sütunun Toplamı (Timor, 2011)

KRİTERLER	K1	K2	K3	K4
K1	1/(5,5)	3/(9,33)	(1/4)/(1,58)	6/18
K2	(1/3)/(5,5)	1/(9,33)	(1/5)/(1,58)	3/18
K3	4/(5,5)	5/(9,33)	1/(1,58)	8/18
K4	(1/6)/(5,5)	(1/3)/(9,33)	(1/8)/(1,58)	1/18

Tablo 19: Her Bir Elemanın Toplam Sütun Değerine Bölünmesi (Timor, 2011)

KRİTERLER	K1	K2	K3	K4
K1	0,18	0,32	0,16	0,33
K2	0,06	0,11	0,13	0,17
K3	0,73	0,54	0,63	0,44
K4	0,03	0,04	0,08	0,06

Tablo 20: Normalize Edilmiş Karşılaştırma Matrisi (Timor, 2011)

İkinci adım ise normalize edilmiş karşılaştırmalı matris kullanılarak her bir satırındaki elemanların aritmetik ortalaması hesaplanır ve öncelikler vektörü (her bir kriterin ağırlıkları w_i) elde edilir (Tablo 19).

IV. **Aşama:** Tutarlılık oranlarının hesaplanması

Karşılaştırma matrisinde her kriterin öncelik vektörü belirlendikten sonra tutarlılıklarının hesaplanması, kriterlere verilen değerlerin doğruluğunun kontrol edilmesidir. (Küçükpehlivan, 2015).

Tutarlılık oranı birkaç işlemle hesaplanmaktadır. Birinci adım tutarlılık indeksi formülünde kullanılan λ max değerinin elde edilmesidir. λ max değeri oluşturulan matrisin en büyük özdeğeri olarak adlandırılır (Erden, 2009). Öncelikler vektörünün ilk oluşturulan matris ile çarpılması sonucu ağırlıklandırılmış öncelik vektörü elde edilir. Elde edilen vektörün öncelikler vektörüne bölünmesi ve sonucun aritmetik ortalamasının alınması ile λ max değeri elde edilmiş olur.

$$\lambda \text{ max} = (\text{Ağırlıklar ortalaması})/n$$

İkinci adım, tutarlılık indeksinin (CI) hesaplanmasıdır.

$$CI = (\lambda \text{max} - n) / (n - 1)$$

Üçüncü adım ise elde edilen tutarlılık indeksinin rastgele değer indeksine (RI) bölünmesiyle tutarlılık oranının (CR) hesaplanmasıdır.

$$CR = CI / RI$$

RI: Rastgele değer indeksini temsil etmektedir. Saaty tarafından geliştirilen ve kriter sayısına göre belirlenen rastgele değer indeksi aşağıda verilen tablodaki gibidir.

Kriter Sayısı (n)	Rastgele değer indeksi (RI)
1	0,00
2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12

6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49
11	1,51
12	1,48
13	1,56
14	1,57
15	1,59

Tablo 21: Rastgele Değer İndeksi Tablosu

Yapılan işlemler sonucunda tutarlılık oranı eğer $CR < 0,1$ olursa karşılaştırma matrisinin kabul edilebilir düzeyde olduğu, eğer $CR > 0,1$ olursa karşılaştırma matrisinin geçersiz olduğu anlaşılır. Bu durumda kriterler için verilen değerlerin yeniden düzenlenerek işlemlerin tekrar edilmesi gerekmektedir (Saaty, 1990; Siddayao, Valdez, Fernandez, 2014; Gökkaya, 2014;).

2.2. Parametrelerin Seçimi

Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama teknolojilerinin gelişmesi ve kullanıcıya birçok kolaylık sağlaması nedeniyle bilimsel araştırmalarda çokça başvurulan araçlar olmuşlardır. Afet zararlarının azaltılmasında ve daha sağlıklı çevre - şehir planları yapılmasında kullanılan çeşitli afetlere ilişkin risk haritaları bu kolaylıklardan biridir.

Literatür çalışmaları kapsamında taşkın ve heyelanlar üzerinde gerek AHS gerek diğer yöntemlerle yapılan araştırmalar incelenmiştir. İncelenen taşkın analiz çalışmalarının (Özcan O, 2008; Akar ve Maktav, 2008; Öztürk, 2009; Musaoğlu, ve Şeker, 2009; Saral ve Musaoğlu, 2011; Kaymaz, 2013; Dölek, 2013; Cihangir, 2013; Özşahin, 2013; Tek, 2013; Adekunle, Olufemi, ve Shakirudeen, 2014; Özşahin ve Özcan, Toprak ve Günek, 2015; Oğuz, Oğuz ve Coşkun, 2016; Yılmaz, Öztürk, ve Kırbas, 2017; Özcan, 2017; Tokgözlü ve Özkan, 2018) 12 tanesinde jeoloji, 13 tanesinde yükselti, 15 tanesinde eğim, 13 tanesinde bakı, 15 tanesinde arazi kullanımı, 7 tanesinde toprak, 2 tanesinde akarsuya yakınlık parametrelerinin ortak olarak kullanıldığı görülmüştür.

Gökçeoğlu ve Ercanoğlu'nun yaptığı bir çalışmada, çeşitli ülkelerde ve ülkemizde yapılan heyelan risk haritalarında toplam 23 farklı parametrenin kullanıldığı belirlenmiştir. Ayrıca çalışmaların 21 tanesinde eğim, 20 tanesinde litolojik özellik, 11 tanesinde ana faylara olan uzaklık, 10 tanesinde topoğrafik yükseklik ile bakı, 8 tanesinde ise arazi kullanım potansiyeli, bitki örtüsü ve drenaj özellikleri parametrelerinin dikkate alındığını belirleyen araştırmacılar bu haritaların hazırlanmasında herhangi bir yöntemin kullanılması ya da herhangi bir coğrafi konumda olması farketmeksizin bu parametrelerin kullanılması yönünde bir yönelimin olduğunu belirtmişlerdir (Gökçeoğlu ve Ercanoğlu, 2001).

Yine AHS'nin heyelan risk haritalarının üretilmesi kullanımına ilişkin yapılmış bir çalışmada (Çellek, vd., 2015) yaklaşık 300 çalışma değerlendirilerek belirlenen 21 parametreden ilk 9 tanesinin en çok kullanıldığı ifade edilmektedir (Tablo 21).

En Çok Kullanılan Parametreler	Faktörler	Parametreler	Atıf Sy.
1	T	Yamaç Eğimi	281
2	Ç	Arazi Kullanımı/Bitki Örtüsü	239
3	J	Litoloji	236
4	T	Bakı	175
5	T	Yükseklik	169
6	T	Akarsu Ağı	153
7	T	Yamaç Eğriselliği	147
8	J	Zemin Özelliği/Ayrışma	136
9	J	Yapısal unsurlara Uzaklık	120
10	Ç	Yollar	48
11	T	Topoğrafik Nemlilik Endeksi (TWI)	46
12	J	Yeraltı Suyu	38
13	Tr	Yağış	36
14	T	Akarsu Aşındırma Gücü Endeksi	34
15	T	Jeomorfolojik Birimler	30
16	J	Jeoteknik Özellikler	21
17	Ç	Diğer	17
18	T	Sediment Taşıma kapasitesi (LSI)	15
19	T	Diğer	12
20	Tr	Sisimik aktivite	10
21	Tr	Antropojenik Aktivite	2

T: Topografik Faktörler, Ç: Çevresel Etkiler, J: Jeolojik Faktörler, Tr: Tetikleyici faktörler

Tablo 22: Literatürde En Çok Kullanılan Parametreler (Çellek, vd., 2015)

Yapılan yoğun literatür çalışmaları sonucunda taşkın ve heyelan risk analizi çalışmalarında ülkemizde ve dünyada farklı yöntemlerle çalışmalar yapıldığı

görülmüştür. Gerek ÇKKV yöntemlerinden AHS, gerek diğer yöntemlerle yapılan çalışmalar incelenmiş ve arazi çalışmaları sonucu taşkın ve heyelanlara etki eden parametreler çalışma sahasına uygun olarak belirlenmiştir. Çalışma sahasında taşkına etki eden kriterler eğim, bakı, toprak, yağış, araz, kullanımı, litoloji, jeomorfoloji, akarsuya yakınlık ve NDVI olarak, heyelanlara etki eden kriterler ise eğim, akarsuya yakınlık, fay hatlarına yakınlık, yağış, bakı, toprak, jeomorfoloji, litoloji ve arazi kullanımı olarak belirlenmiştir. Daha sonra bu kriterler AHS yöntemi uygulanarak kriter ağırlıkları elde edilmiştir. Belirlenen parametreler ve kriter ağırlıkları uzman görüşüne başvurularak değerlendirilmiştir. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda kriter ve etki değerlerinde yeniden düzenlemeler yapılmıştır.

2.3. Taşkın Risk Analizi

Doğal afetler, doğa olaylarının sosyo-ekonomik unsurlarını olumsuz olarak etkilemesi şeklinde tanımlanabilir. Yaşanılan coğrafyalarda doğa olaylarının etkilerini engelleme ya da tamamen durdurma söz konusu değildir. Ancak afet öncesi yapılacak çalışmalarla afetlerin zararları en aza indirilebilmektedir. Bu amaçla taşkın potansiyelinin olduğu alanlar belirlenerek can ve mal kayıpları en aza indirilebilir.

Bu çalışmada taşkın risk alanlarının belirlenmesinde eğim, bakı, toprak, yağış, arazi kullanımı, litoloji, jeomorfoloji, akarsuya yakınlık ve NDVI kriterleri kullanılmıştır. Coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla bu katmanlar kendi içinde sınıflara ayrılmış raster veri formatına dönüştürülerek işlem yapılmıştır.

Sayısal yükseklik modelinden (DEM) eğim, bakı ve yükselti katmanları üretilmiştir. Yine sayısal yükseklik modeli kullanılarak ArcHydro yardımıyla akarsu ağı oluşturulmuş ve oluşan bu katmana mesafe analizi (Euclidean Distance) yaparak akarsuya yakınlık katmanı oluşturulmuştur. Diğer katmanların üretiminde sayısallaştırma yöntemi kullanılmıştır.

Problemin tanımlanmasına yönelik oluşturulan kriterler AHS yöntemi ile karar verme sürecine tabi tutulmuştur. Öncelikle alt kriterler kendi içinde daha sonra da kriterler kendi aralarında ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuş ve tutarlılık oranları hesaplanmıştır. Belirlenen kriterlere uygulanan AHS sonucunda kriterlerin Tutarlılık indeksi (CI) 0,12, rastgelelik indeksi (RI) 1,45 ve tutarlılık oranı (CR) 0,08 olarak bulunmuştur (Tablo 23). Bu sonuçlara göre karşılaştırma matrisi kabul edilebilir bir tutarlılığa sahiptir. Tablo 23'de kriterlerin karşılaştırma matrisi ve AHS sonucu

sahadaki ağırlıkları verilmiştir. Buna göre çalışma sahasında eğim değerleri (%26) taşkınlar üzerindeki en etkili kriterdir. Taşkınlar üzerinde en etkili diğer kriterler ise jeomorfoloji (%23), yağış (%20), ve arazi kullanımını (%11) kriterleridir. En az etki değeri gösteren kriterler ise litoloji (%2), bakı (%3) ve Akarsuya yakınlık (%3) kriterleridir.

Kriterler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kriter Ağırlığı
Eğim (1)	1	2	2	4	4	5	6	7	7	26%
Jeomorfoloji (2)	1/2	1	2	5	5	5	6	6	6	23%
Yağış (3)	1/2	1/2	1	4	4	5	7	8	8	20%
Arazi Kullanım (4)	1/4	1/5	1/4	1	1	3	5	7	7	11%
NDVI (5)	1/4	1/5	1/4	1	1	2	3	1/5	3	6%
Toprak (6)	1/5	1/5	1/5	1/3	1/2	1	2	3	3	5%
Akarsuya yakınlık (7)	1/6	1/6	1/7	1/5	1/3	1/2	1	2	2	3%
Bakı (8)	1/7	1/6	1/8	1/7	2	1/3	1/2	1	1	3%
Litoloji (9)	1/7	1/6	1/8	1/7	1/3	1/3	1/2	1	1	2%

Tablo 23: AHS'de Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları

Eğim alt kriterleri için kurulan karşılaştırma matrisinde uygulanan AHS sonucu matrisin tutarlılık indeksi (CI) 0,04, rastgelelik indeksi (RI) 1,12, tutarlılık oranı (CR) 0,03 olarak belirlenmiştir (Tablo 24).

Eğim	1	2	3	4	5	Kriter Ağırlığı
0-2 (1)	1	7	8	8	9	63%
2,-15 (2)	1/7	1	2	3	3	16%
15-25 (3)	1/8	1/2	1	2	2	10%
25-45 (4)	1/8	1/3	1/2	1	2	7%
45+ (5)	1/9	1/3	1/2	1/2	1	4%

Tablo 24: Eğim Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları

Jeomorfoloji için uygulanan AHS sonucunda alt kriterlerin tutarlılık indeksi(CI) 0, rastgelelik indeksi (RI) 0,9, tutarlılık oranı (CR) 0 olarak belirlenmiştir (Tablo 25).

Jeomorfoloji	1	2	3	Kriter Ağırlığı
Dağlık Alanlar (1)	1	9	9	82%
Yamaçlar (2)	1/9	1	1	9%
Vadi Tabanı (3)	1/9	1	1	9%

Tablo 25: Jeomorfoloji Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları

Yağış için uygulanan AHS sonucunda alt kriterlerin tutarlılık indeksi (CI) 0,04, rastgelelik indeksi (RI) 1,12, tutarlılık oranı (CR) 0,03 olarak belirlenmiştir (Tablo 26).

Yağış	1	2	3	4	5	Kriter Ağırlığı
339-497 (1)	1	3	5	5	5	49%
497-573 (2)	1/3	1	2	3	3	22%
573-642 (3)	1/5	1/2	1	2	3	15%
642-710 (4)	1/5	1/3	1/2	1	2	9%
710+ (5)	1/5	1/3	1/3	1/2	1	6%

Tablo 26: Yağış Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları

Arazi kullanımı için uygulanan AHS sonucunda alt kriterlerin tutarlılık indeksi(CI) 0,06, rastgelelik indeksi (RI) 0,9, tutarlılık oranı (CR) 0,07 olarak belirlenmiştir (Tablo 27).

Arazi Kullanımı	1	2	3	Kriter Ağırlığı
Orman AL. (1)	1	1/5	1/5	9%
Tarım AL. (2)	5	1	2	59%
Yerleşim AL. (3)	5	1/2	1	32%

Tablo 27: Arazi Kullanımı Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları

NDVI (Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü Farkı İndeksi) için uygulanan AHS sonucunda alt tutarlılık indeksi(CI) 0,08, rastgelelik indeksi (RI) 0,9, tutarlılık oranı (CR) 0,09 olarak belirlenmiştir (Tablo 28).

NDVI	1	2	3	4	Kriter Ağırlığı
Çok zayıf (1)	1	5	7	9	61%
Zayıf (2)	1/5	1	4	7	27%
Orta (3)	1/7	1/4	1	3	9%
Yoğun (4)	1/9	1/7	1/3	1	4%

Tablo 28: NDVI Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları

Akarsuya yakınlık için uygulanan AHS sonucunda alt kriterlerin tutarlılık indeksi(CI) 0,02, rastgelelik indeksi (RI) 1,12, tutarlılık oranı (CR) 0,01 olarak belirlenmiştir (Tablo 29).

Akarsuya Yakınlık	1	2	3	4	5	Kriter Ağırlığı
0-50 (1)	1	3	5	6	7	51%
50-100 (2)	1/3	1	2	3	4	22%
100-150 (3)	1/5	1/2	1	2	3	14%
150-200 (4)	1/6	1/3	1/2	1	2	8%
200 + (5)	1/7	1/4	1/3	1/2	1	5%

Tablo 29: Akarsuya Yakınlık Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları

Toprak için uygulanan AHS sonucunda alt kriterlerin tutarlılık indeksi (CI) 0,13, rastgelelik indeksi (RI) 1,24, tutarlılık oranı (CR) 0,09 olarak belirlenmiştir (Tablo 30).

Toprak	1	2	3	4	5	6	Kriter Ağırlığı
Çıplak Kayalık (1)	1	1	3	3	4	4	26%
Alüvyon (2)	1	1	4	6	6	7	37%
Kah. Orm. Top. (3)	1/3	1/4	1	3	4	5	17%
Kest. Renk. Top. (4)	1/3	1/6	1/6	1	3	4	10%
Kreçsz. Kah. Top. (5)	1/4	1/4	1/4	1/3	1	3	6%
Kolüvyal (6)	1/4	1/5	1/5	1/4	1/3	1	4%

Tablo 30: Toprak Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları

Bakı için uygulanan AHS sonucunda alt kriterlerin tutarlılık indeksi(CI) 0,14, rastgelelik indeksi (RI) 1,45, tutarlılık oranı (CR) 0,09 olarak belirlenmiştir (Tablo 31).

Bakı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kriter Ağırlığı
Düz (1)	1	3	3	3	4	4	4	4	4	25%
Kuzey (2)	1/3	1	3	3	4	7	7	7	5	25%
Kuzeydoğu (3)	1/3	1/3	1	1	3	5	5	5	5	14%
Kuzeybatı (4)	1/3	1/3	1	1	3	5	5	5	5	14%
Doğu (5)	1/4	1/4	1/3	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1	3%
Güney (6)	1/4	1/7	1/5	1/5	3	1	2	2	3	6%
Güneydoğu (7)	1/4	1/7	1/5	1/5	3	1/2	1	2	3	5%
Güneybatı (8)	1/4	1/7	1/5	1/5	3	1/2	1/2	1	3	5%
Batı (9)	1/4	1/5	1/5	1/5	1	1/3	1/3	1/3	1	2%

Tablo 31: Bakı Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları

Litoloji için uygulanan AHS sonucunda alt kriterlerin tutarlılık indeksi(CI) 0,05, rastgelelik indeksi (RI) 0,9, tutarlılık oranı (CR) 0,06 olarak belirlenmiştir (Tablo 32).

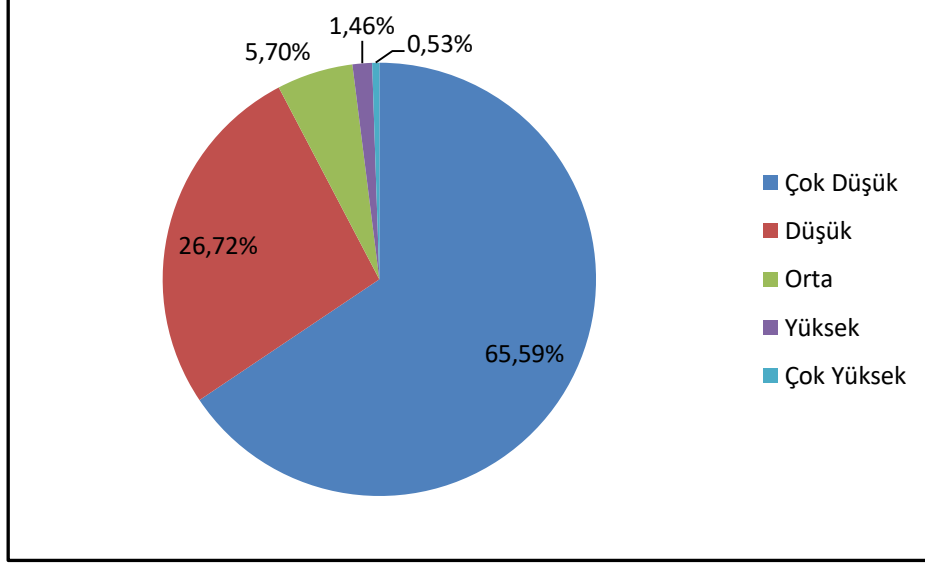
Litoloji	1	2	3	4	Kriter Ağırlığı
1	1	5	7	9	64%
2	1/5	1	3	5	21%
3	1/7	1/3	1	3	10%
4	1/9	1/5	1/3	1	5%

(1) Alüvyon
(2) Killikireçtaşı, Şeyl, Çakıltası, Kumtaşı, Çamurtaşı
(3) Andezit, Bazalt, Tüf, Aglomera, Piroklastik Kaya
(4) Metakumtaşı, Metaçakıltası, Mermer

Tablo 32: Litoloji Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları

Tüm kriterlerin tutarlılıkları hesaplandıktan sonra ArcMAP programında katmanlar raster veri formatına dönüştürülmüştür. Bu işlemin ardından mekânsal analiz (Spatial Analysis) aracı içerisinde yer alan ağırlıklı çakıştırma (weighted Overlay) yönteminde katmanların etki ve önemlilik dereceleri (kriter ağırlıkları) programa girilmiştir.

Veri girişinden sonra program çalıştırılmış ve taşkın riski bulunan alanlar elde edilmiştir (Harita 15). Taşkın riski bulunan alanlar Çok Düşük, Düşük, Orta, Yüksek ve Çok Yüksek olmak üzere 5 ayrı risk grubuna ayrılmıştır. Ulaşılan sonuç haritasına göre; *Çok Düşük* 2187,1 km²(%65), *Düşük* 891,1 km²(%26,72), *Orta* 186,6 km²(%5,7), *Yüksek* 48,6 km²(%1,4), *Çok Yüksek* 17,7 km²(%0,53) alan kaplamaktadır (Grafik 13). Havza genelinde geçmiş dönemde yaşanan taşkın olayları incelendiğinde Tosya havzasında yan kolların aşağı çığırında meydana geldiği dikkat çekmektedir. Bu durum elde edilen potansiyel taşkın alanlarının doğruluğunu kanıtlar niteliktedir (Fotoğraf 17). Harita incelendiğinde genel olarak havzanın çoğunlukla düşük risk seviyelerinde olduğu görülmektedir. Ancak vadi tabanı ve vadi yamaçları, yerleşmelerin (merkez ilçe ve köyler) kurulu olduğu, ekonomik faaliyetlerin yoğunlaştığı alanlar olduğu göz önüne alınırsa bu alanların yüksek ve çok yüksek risk grupları içinde kaldığı dikkat çekmektedir (Fotoğraf 16).

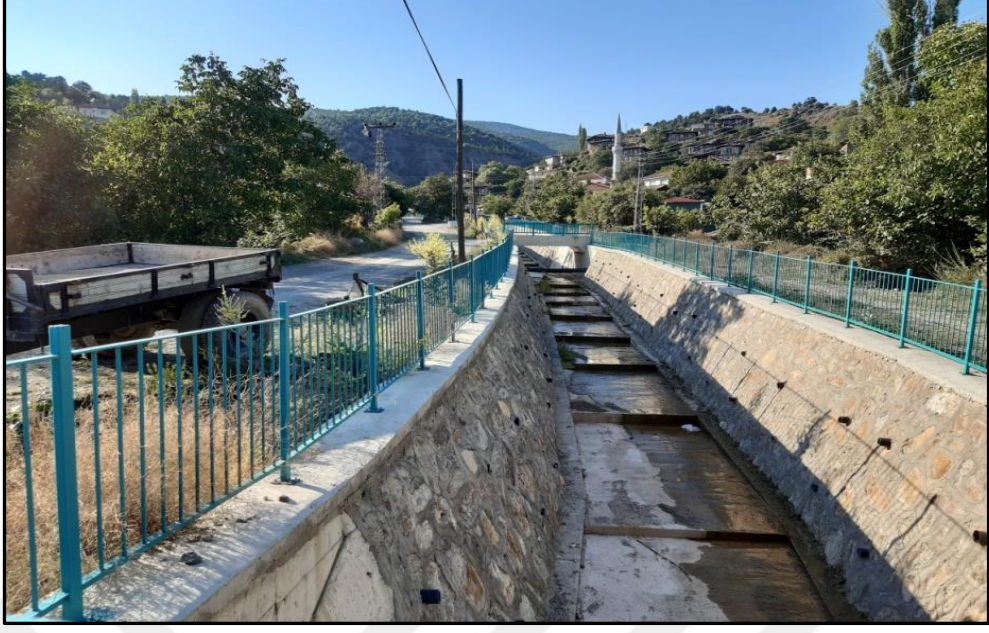


Grafik 13: Taşkın Risk Gruplarının Yüzde Dağılımları



Fotoğraf 16: Devrez Çayı Havza Kıyısında Kurulmuş Sakaeli Köyü

Bazı araştırmacılar tarafından düz ve düze yakın ova tabanlarının taşkın riski yüksek olarak tanımlanması (Özşahin, 2013) ortaya çıkartılan haritadaki yüksek risk grubundaki alanları nitelemektedir. Nüfusun yoğun olduğu ilçe merkezleri (Tosya, Ilgaz, Kurşunlu, Orta) düşük ve orta derecede riskli gruplar içerisinde kalmaktadır.



Fotoğraf 17: Çevlik Köyünde Yaşanan Taşkından Sonra DSİ Tarafından Yapılan Dere Islah Kanalından Bir Görünüm

Akkuş (1980), Tosya havzasında vadi tabanında iri materyalli ve çapraz tabakalanma görülen birikinti konileri üzerindeki derelerin sel karakterli olduğunu ve bu koniler üzerinde zaman zaman taşkınlara neden olduğunu belirtmiştir. Söz konusu birikinti konilerinde meydana gelecek sel olayı, çok yüksek risk grubu içinde yer alan vadi tabanında taşkınları destekler niteliktedir.

Devrez Çayı vadi tabanının en geniş alana ulaştığı Tosya Ovası taşkın riski yüksek alaları oluşturmaktadır. Söz konusu vadi tabanı, Tosya ilçesindeki en önemli tarımsal ürün olan çeltik tarımının yapıldığı alanlardır (Taş, 2004). Ekonomik değeri yüksek olan çaltik tarımının ekimi nisan ve mayıs aylarında yapılmaktadır. Nisan ve Mayıs ayları Devrez Çayının debisinin yüksek olması nedeniyle taşkınlara yaşanabileceği riskli aylardır. Ayrıca çeltik hasadının yapıldığı Ağustos ve Eylül ayları da sağanak yağışlar nedeniyle tehlike oluşturmaktadır. Bu nedenlerle yüksek taşkın riskine sahip vadi tabanında oluşabilecek taşkınlara karşı ilgili kurumlarca önlemler alınmalıdır. Dere yataklarının taşınan malzemelerle tıkanmasının önüne geçilmesi, Devrez Çayına katılan yan kollar üzerinde göletlerin çoğaltılması taşkın koruma kapsamında alınabilecek önlemlerdir (Fotoğraf 18).



Fotoğraf 18: Tosya Ovasında Yapılan Önemli Tarımsal Faaliyetlerden Biri Olan Çeltik Tarlaları

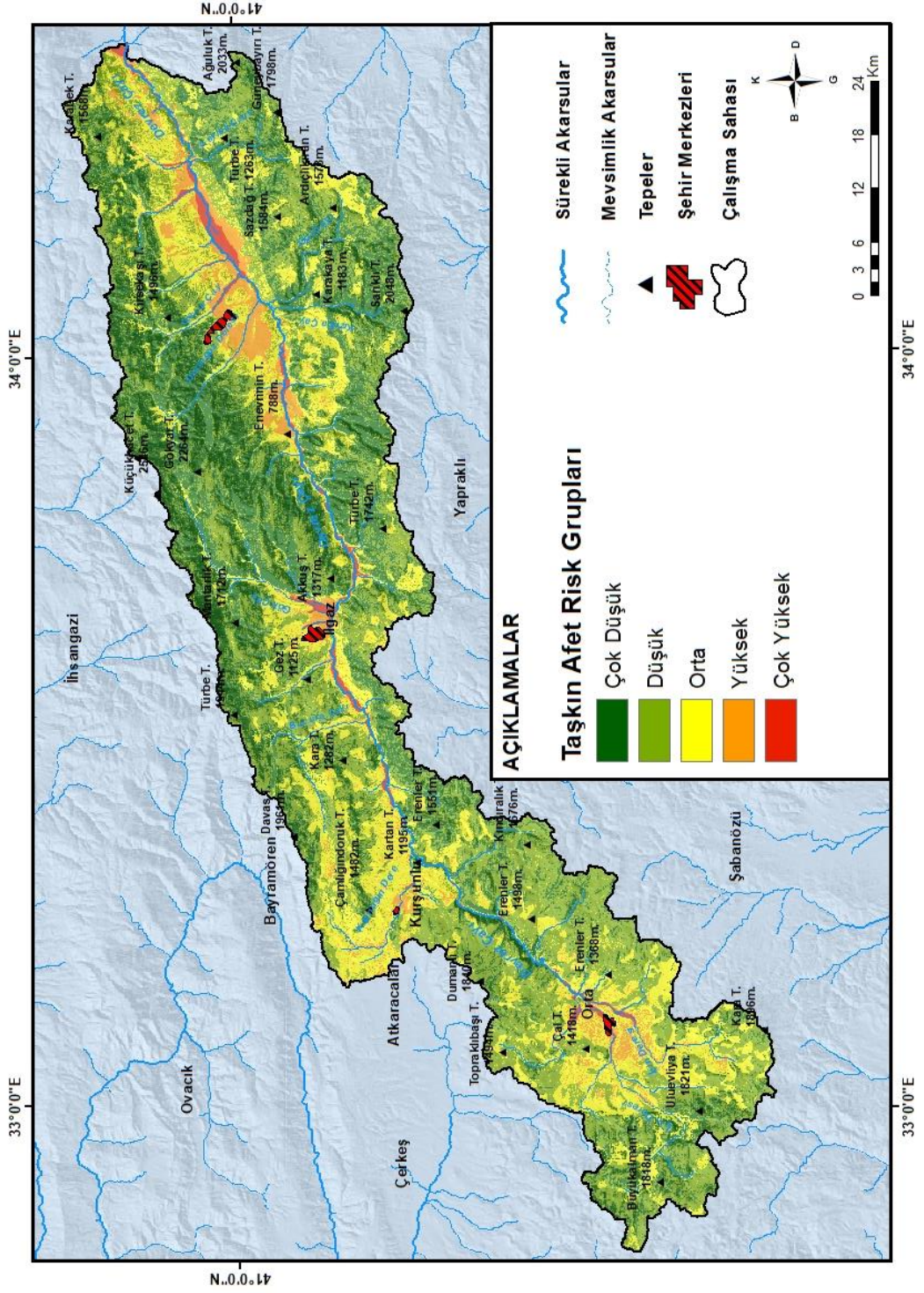
Devrez Çayı vadi tabanı Orta ilçesinden bağlandığı Kızılırmak'a kadar bazı yerlerde genişlemekte bazı yerlerde ise dar boğazlardan geçerken daralmaktadır. Vadi tabanının Tosya havzasından sonra genişlediği bir diğer yer ise Ilgaz ilçesinin güneyinde Gökçay'ın Devrez Çayına karıştığı inköy mevkiidir (Fotoğraf 19). Bu alan Bucura Çayından Tosya-Ilgaz sınırına kadar havzadaki bir diğer yüksek ve çok yüksek risk grubu içerisinde yer almaktadır. 1964 yılında inköy mevkiinde yaşanan taşkın, AHS analizi sonucu belirlenen çok yüksek riskli taşkın alanı içerisinde kalmaktadır.

Ilgaz-Kurşunlu havzasında Kurşunlu ilçe merkezi yapılan analiz sonucu orta ve yüksek potansiyele sahip taşkın alanları içerisinde kalmaktadır. ilçe merkezinden geçen Saz deresi ve yan kolları üzerinde DSİ tarafından ıslah çalışmaları yapılmaktadır (Fotoğraf 20). Ancak Mandı deresi gibi tamamen şehir içinde kalan derelerin tıkanması veya ani yağışlarda su toplanma alanları olan bu derelerin engellenmesi yaşanabilecek taşkınlarda zararların artmasına neden olabilir.



Fotoğraf 19: Geçmiş Yıllarda Taşkın Afetinin Yaşandığı Devrez ayı (İnköy Mevkii)

Orta ilçesinde ise Sakaeli köyünden Orta ilçe merkezine kadar akarsu yatakları çok dar bir sahada yüksek risk grubunda yer almaktadır. Orta havzasının topografik olarak eğim değerlerinin düşük olması akışa geçen suların ani olarak toplanmasını engellemektedir. Sonuç olarak Orta havzasında taşkın riski Ilgaz-Kurşunlu ve Tosya havzasına göre düşüktür.





Fotoğraf 20: Kurşunlu İlçe Merkezinde Mandı Deresi Islah Çalışması Kapsamında Yapılan Kanallar

2.4. Heyelan Risk Analizi

Heyelan: kayalardan, döküntü örtüsünden veya topraktan oluşmuş kütlelerin, yer çekiminin etkisi altında yerlerinden koparak yer değiştirmesi, genel olarak heyelan terimi ile açıklanır (Erinç, 2010). Göçüntülerin doğması, yamacın çok dikliğinden, bir yerin dibinin oyulmasından, altta taşların suyu bol bol emerek kaygan bir özellik almasından kaynaklanır. Eğer dipte kil varsa, burası yağışlı mevsimde iyice ıslanacağından üstündeki taşların dibi oynamaya başlar. Bu yüzden az eğimli yerlerde bile göçüntü olur. Bu kaymaların hızları çok hızlı olabileceği gibi çok ağır bir şekilde ortaya çıkabilir (İzbrak, 1992).

Çalışma sahasına ait heyelanlarla ilgili bilgiyi MTA'dan elde edilen 1/500.000 ölçekli heyelan envanter haritasından sayısallaştırılmış ve AFAD verilerinden yararlanılmıştır.

Sahadaki heyelanlar ve dağılışı özellikleri tablo 33'de verilmiştir. Buna göre, havza toplam alanı içinde 51,6 km² ile en çok alana sahip heyelan aktif kayma alanlarıdır. Toplam havza içindeki payı %1,5'dir. Bunu aktif olmayan kayma alanları ve akma türünde heyelanlar takip etmektedir (Tablo 33).

Tip	Aktivite	Alan km ²	Toplam Alan %
Akma	Aktif	5,8	0,2
Kayma	Aktif Değil	45,6	1,4
Kayma	Aktif	51,6	1,5
Kayma- Akma	Aktif	2,8	0,1

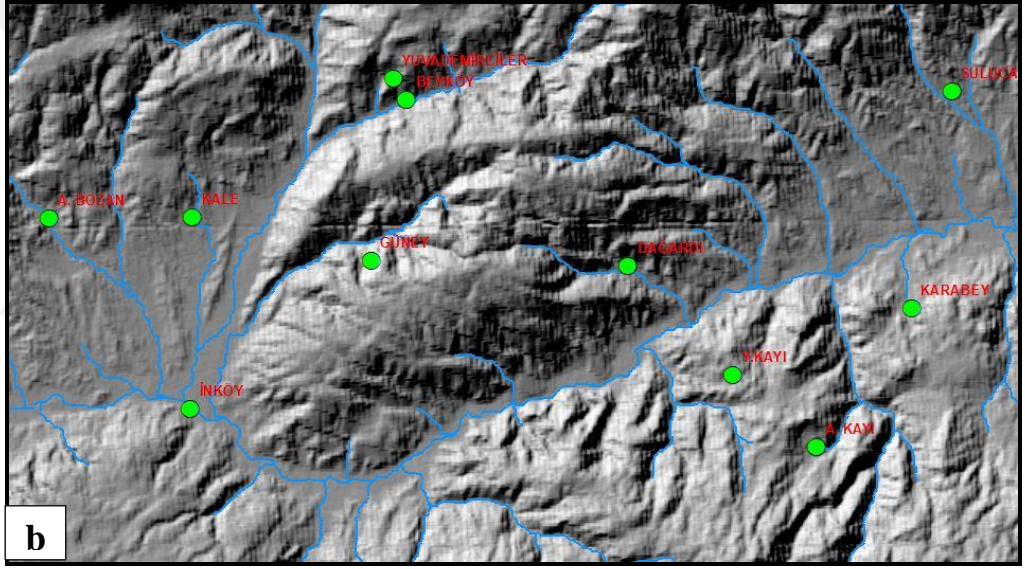
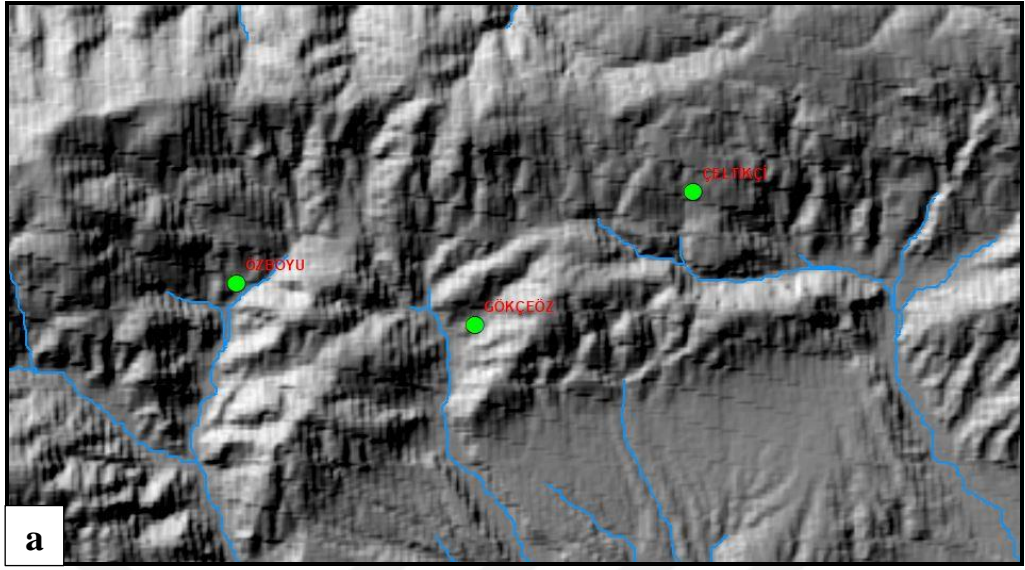
Tablo 33: Sahadaki Heyelanlara Ait Bazı İstatistiki Özellikler(Kaynak: MTA Verilerinden Üretilmiştir).

Havzadaki heyelanların dağılımları incelendiğinde Tosya havzasında ve Ilgaz-kurşunlu havzasında Ilgaz Dağı üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Havzanın güney yamacında ise daha az olmakla beraber Tosya havzasında yoğunluk kazandığı görülmektedir. Heyelanların görüldüğü bir diğer yer ise Orta havzasının batısında kalan dağlık alanlardır (Harita 16).

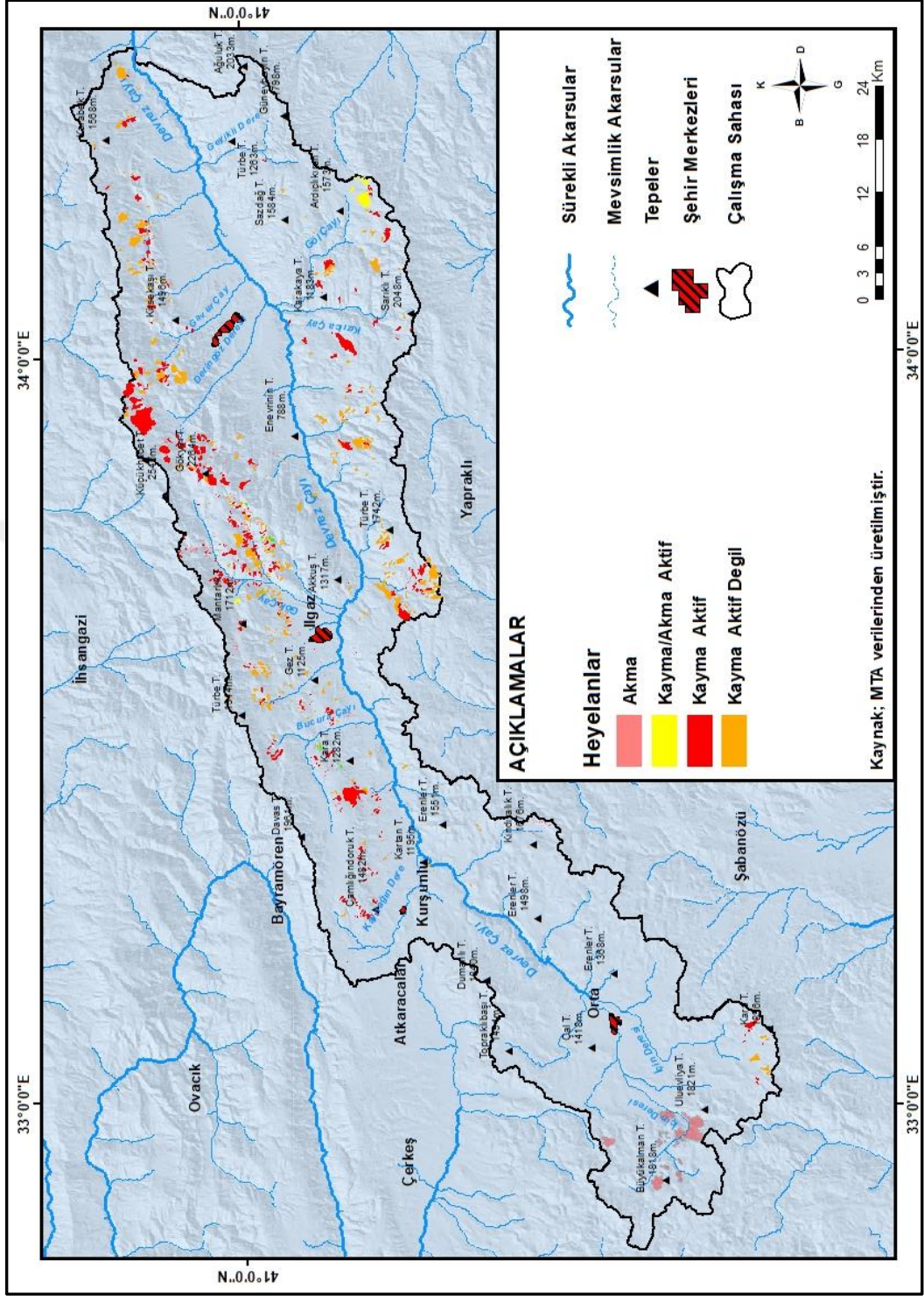
Afet niteliği taşıyan heyelan olayları sonucu 13 yerleşim alanının (Aşağıkayı, Bürnük, Çeltikçi, Dağardı, Gövercik, Gökçeöz, Karabey, Kargın, Ortalık, Özboyu, Suluca, Yukarıkayı, Zincirlikuyu Köyleri) heyelan olayına maruz kaldığı belirlenmiştir. Heyelan bazı yerleşmeleri (Çeltikçi, Karabey) tehdit eder durumdayken bazı yerleşmelere de (Kargın, Dağardı) zarar vererek yerleşim yerlerinin değişmesine neden olmuştur (Fotoğraf 22). İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğünün yürüttüğü çalışmalar sonucu afet bölgesindeki depremzedeler için afet konutları yapılmıştır (Fotoğraf 21). Havzadaki afet yoğunluğu Tosya havzasında olduğu görülmektedir. Elde edilen verilere göre Ilgaz ilçesinde de Mülâyim, Aşağı Bozan, Güneyköy, Beyköy, Yuvademirciler köylerinde heyelan olayları meydana gelmiştir (Köle ve Murat, 2010)(Fotoğraf 21). Heyelandan zarar gören yerlerin topografik durumları incelendiğinde hemen hepsinin akarsuya yakın vadi yamaçlarında bulunduğu gözlemlenmiştir (Şekil 2).



Fotoğraf 21: Tosya İlçesi Kargı Köyü Afet konutları (Solda), Ilgaz İlçesi Mülâyim Köyü Afet Konutları (Sağda)



Şekil 2: Verilen a ve b Görüntülerinde Havzada Heyelandan Etkilenen Köylerin Topografik Konumu Gösterilmektedir.



Harita 16: Çalışma alanı içerisinde belirlenen heyelanlar.



Fotoğraf 22: Karakuz Deresi Aşındırması Sonucunda Şistler Üzerinde Oluşan Kaymalar (Çeltikçi Köyü Güneyi)

Çalışmada gelecekte olması muhtemel heyelan alanlarının belirlenmesinde eğim, akarsuya yakınlık, fay hatlarına yakınlık, yağış, bakı, toprak, jeomorfoloji, litoloji, arazi kullanımı ve NDVI kriterleri kullanılmıştır. Coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla, belirlenen 10 katman kendi içinde alt kriterlere ayrılmış ve raster veri formatına dönüştürülerek işlem yapılmıştır.

Sayısal yükseklik modelinden (DEM) eğim, bakı ve yükselti katmanları üretilmiştir. Yine sayısal yükseklik modeli kullanılarak ArcHydro yardımıyla akarsu ağı oluşturulmuş ve oluşan bu katmana mesafe analizi (Euclidean Distance) yaparak akarsuya yakınlık ve fay hatlarına yakınlık katmanları oluşturulmuştur. Diğer katmanların üretiminde sayısallaştırma yöntemi kullanılmıştır.

Yapılan heyelan duyarlılık haritalarıyla tehlike oluşturan ve riskli olan alanları belirleyerek afetin etkilerini en aza indirmek hedeflenmektedir (Yalçın, 2007). Problemin tanımlanmasına yönelik oluşturulan kriterler, elde edilen heyelan envanter haritalarıyla karşılaştırılarak alt kriterlerin heyelan yoğunlukları belirlenmiştir. Tablo 34'de heyelan yoğunluklarının yüzdesi hesaplanmıştır. Öncelikle her bir alt kriter içerisindeki heyelanlı pikseller aynı alt kriterin piksel sayısına bölünmüştür. Bu şekilde her bir alt kriter için B/A değeri elde edilmiştir. Bu değerler toplanarak, toplam B/A değeri bulunmuştur. Her bir alt kriterin B/A değeri Toplam B/A değerine bölünüp 100 ile çarpılmıştır. Yapılan işlemler sonucunda heyelan yoğunlukları (%) değeri elde

edilmiştir (Dağ, 2007; Çellek, 2013). Böylece alt kriterler ile mevcut heyelanlar arasındaki ilişki göz önüne alınarak AHS yöntemi ile karar verme sürecine tabi tutulmuştur.

Eğim	Piksel Sayısı (A)	% A	Heyelanlı Piksel (B)	% B	B/A	Heyelan Yoğunluğu (%)
0-2	204753	5,5	1057	0,9	0,2	3,1
2-15	2222561	59,6	55371	47,7	0,8	15,1
15-25	911448	24,4	39243	33,8	1,4	26,2
25-45	386466	10,4	20312	17,5	1,7	31,9
45+	3008	0,1	117	0,1	1,2	23,6
Toplam Piksel	3728236	100	116100	100	5,3	100,0
Yağış						
339-497	370393	21,0	2216	1,9	0,1	0,8
497-573	662534	37,6	14760	12,7	0,3	3,1
573-642	106244	6,0	32763	28,2	4,7	42,8
642-710	112227	6,4	36598	31,5	4,9	45,2
710+	510576	29,0	29824	25,7	0,9	8,1
Toplam Piksel	1761974	100	116161	100	10,9	100,0
Akarsuya yakınlık						
0-50	74700	12,1	959	0,8	0,1	3,4
50-100	71930	11,6	1028	0,9	0,1	3,7
100-150	74866	12,1	1072	0,9	0,1	3,7
150-200	51858	8,4	784	0,7	0,1	4,0
200+	344400	55,8	112288	96,7	1,7	85,2
Toplam Piksel	617754	100	116131	100	2,0	100,0
Faylara Uzaklık						
0-2	194384	10,0	90919	80,1	8,0	91,4
2-4	794636	41,1	14530	12,8	0,3	3,6
4-6	433316	22,4	3719	3,3	0,1	1,7
6-8	248152	12,8	4008	3,5	0,3	3,2
8+	264953	13,7	288	0,3	0,0	0,2
Toplam Piksel	1935441	100	113464	100	8,7	100,0
Jeomorfoloji						
Dağlık Alanlar	194313	44,7	79714	68,6	1,5	65,9
Yamaçlar	171644	39,5	36381	31,3	0,8	34,0
Vadi Tabanı	68429	15,8	45	0,0	0,0	0,1
Toplam Piksel	434386	100	116140	100	2,3	100,0

Tablo 34: Çalışmada Belirlenen Kriterler ve Mevcut Heyelanlar Arasındaki İlişki

Toprak	Tablo 34'ün devamı.					
Kolüvyal	158229	10,1	5306	0,5	0,1	0,8
Kireçsiz kah. Top.	339633	21,7	231	0,0	0,0	0,0
Alüvyon	145151	9,3	912	0,1	0,0	0,2
Kah. Orman Top.	240406	15,4	962119	98,0	6,4	96,7
Kest. Ve Kah. Top.	667335	42,7	12399	1,3	0,0	0,4
Çıplak kayalık	13646	0,9	1073	0,1	0,1	1,9
Toplam Piksel	1564400	100	982040	100	6,6	100,0
Litoloji						
1	389794	41,3	6588	5,7	0,1	2,8
2	194177	20,6	72213	62,2	3,0	61,7
3	115119	12,2	13487	11,6	1,0	19,4
4	245296	26,0	23852	20,5	0,8	16,1
Toplam Piksel	944386	100,0	116140	100,0	4,9	100,0
Arazi kullanım						
Orman	2626251	70,4	92215	79,3	1,1	47,4
Tarım	1066936	28,6	23540	20,2	0,7	29,8
Yerleşim	34037	0,9	573	0,5	0,5	22,7
Sulak Alan	4929	0,1	0	0	0	0,0
Toplam Piksel	3732153	100	116328	100	2,4	100,0
Bakı						
Düz	999	0,1	0	0	0	0,0
Kuzey	182121	13,6	18319	15,8	1,2	14,7
Kuzeydoğu	147285	11,0	12173	10,5	1,0	12,1
Doğu	156670	11,7	12835	11,1	0,9	12,0
Güneydoğu	200069	14,9	18885	16,3	1,1	13,8
Güney	220230	16,4	18927	16,3	1,0	12,5
Güneybat	144509	10,8	10563	9,1	0,8	10,7
Batı	129500	9,6	9887	8,5	0,9	11,1
Kuzeybatı	160750	12,0	14547	12,5	1,0	13,2
Toplam Piksel	1342133	100	116136	100	7,9	100,0
NDVI						
0,21- - 0,01	3154	0,7	0	0	0	0
0,01 - 0,19	130593	29,1	18621	2,0	0,1	3,5
0,19-0,39	233798	52,2	895338	97,1	1,9	94,1
0,39-0,60	80751	18,0	7955	0,9	0,0	2,4
Toplam Piksel	448296	100	921914	100	2,0	100

(1) Alüvyon, (2) Killikireçtaşı, Şeyl, Çakıltası, Kumtaşı, Çamurtaşı, (3) Andezit, Bazalt, Tüf, Aglomera, Piroklastik Kaya, (4) Metakumtaşı, Metaçakıltası, Mermer

Uygulanan AHS yönteminde alt kriterler kendi içinde daha sonra da kriterler kendi aralarında ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuş ve tutarlılık oranları hesaplanmıştır. Belirlenen kriterlere uygulanan AHS sonucunda tutarlılık indeksi (CI)

0,12, rastgelelik indeksi (RI) 1,49, tutarlılık oranı (CR) 0,08 olarak bulunmuştur (Tablo 35).

Kriterler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Kriter Ağırlığı
Eğim (1)	1	2	3	3	4	5	5	6	7	7	25%
Yağış (2)	1/2	1	3	3	5	5	5	6	7	7	21%
Akarsuya Yakınlık (3)	1/3	1/3	1	3	3	4	5	5	6	6	15%
Fay Hatlarına Yakınlık (4)	1/3	1/3	1/3	1	3	5	5	6	6	6	13%
Jeomorfoloji (5)	1/4	1/5	1/3	1/3	1	4	4	4	5	5	9%
Toprak (6)	1/5	1/5	1/4	1/5	1/4	1	3	5	2	3	6%
Litoloji (7)	1/5	1/5	1/5	1/5	1/4	1/3	1	3	3	3	4%
Arazi Kullanımı (8)	1/6	1/6	1/5	1/6	1/4	1/5	1/3	1	2	2	3%
Baki (9)	1/7	1/7	1/6	1/6	1/5	1/2	1/3	1/2	1	1	2%
NDVI (10)	1/7	1/7	1/6	1/6	1/5	1/3	1/3	1/2	1	1	2%

Tablo 35: AHS'de uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Tutarlılık Oranı

Eğim için uygulanan AHS sonucunda alt kriterlerin tutarlılık indeksi(CI) 0,09, rastgelelik indeksi (RI) 1,12, tutarlılık oranı (CR) 0,08 olarak belirlenmiştir (Tablo 36).

Eğim	1	2	3	4	5	Kriter Ağırlığı
0-2 (1)	1	1/3	1/4	1/7	1/6	4%
2-15 (2)	3	1	1/3	1/5	1/5	8%
15-25 (3)	4	3	1	1/3	2	21%
25-45 (4)	7	5	3	1	4	47%
45+ (5)	6	5	1/2	1/4	1	20%

Tablo 36: Eğim Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları

Akarsuya yakınlık için uygulanan AHS sonucunda alt kriterlerin tutarlılık indeksi(CI) 0,09, rastgelelik indeksi (RI) 1,12, tutarlılık oranı (CR) 0,08 olarak belirlenmiştir (Tablo 37).

Akarsuya Yakınlık	1	2	3	4	5	Kriter Ağırlığı
0-50 (1)	1	1/3	1/5	1/5	1/5	5%
50-100 (2)	3	1	2	3	3	10%
100-150 (3)	5	1/2	1	2	2	13%
150-200 (4)	5	1/3	1/2	1	2	24%
200 + (5)	5	1/3	1/2	1/2	1	47%

Tablo 37: Akarsuya Yakınlık Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları

Fay hatlarına yakınlık için uygulanan AHS sonucunda alt kriterlerin tutarlılık indeksi(CI) 0,09, rastgelelik indeksi (RI) 1,12, tutarlılık oranı (CR) 0,08 olarak belirlenmiştir (Tablo 38).

Fay Hatlarına Yakınlık	1	2	3	4	5	Kriter Ağırlığı
0-2 (1)	1	2	3	5	6	41%
2-4 (2)	1/2	1	3	4	4	28%
6-8 (3)	1/3	1/3	1	4	5	18%
4-6 (4)	1/5	1/4	1/4	1	3	8%
8+ (5)	1/6	1/4	1/4	1/3	1	5%

Tablo 38: Fay Hatlarına Yakınlık Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları

Yağış için uygulanan AHS sonucunda alt kriterlerin tutarlılık indeksi(CI) 0,10, rastgelelik indeksi (RI) 1,12, tutarlılık oranı (CR) 0,09 olarak belirlenmiştir (Tablo 39).

Yağış	1	2	3	4	5	Kriter Ağırlığı
339-497 (1)	1	1/2	1/4	1/5	1/7	4%
497-573 (2)	2	1	1/3	1/5	1/7	6%
573-642 (3)	4	3	1	1/4	1/6	12%
642-710 (4)	5	5	4	1	1/5	24%
710+ (5)	7	7	6	5	1	53%

Tablo 39: Yağış Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları

Bakı için uygulanan AHS sonucunda alt kriterlerin tutarlılık indeksi(CI) 0,05, rastgelelik indeksi (RI) 1,45, tutarlılık oranı (CR) 0,03 olarak belirlenmiştir (Tablo 40).

Bakı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kriter Ağırlığı
Düz (1)	1	1/6	1/4	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	3%
Kuzey (2)	6	1	2	2	3	5	5	5	3	28%
Kuzeydoğu (3)	4	1/2	1	1	1	2	3	3	1	13%
Kuzeybatı (4)	3	1/2	1	1	1/2	2	3	2	2	13%
Doğu (5)	3	1/3	1	2	1	2	4	4	1	15%
Güney (6)	3	1/5	1/2	1/2	1/2	1	1	1	1	7%
Güneydoğu (7)	3	1/5	1/3	1/3	1/4	1	1	2	1/5	6%
Güneybatı (8)	3	1/5	1/3	1/2	1/4	1	1/2	1	1	6%
Batı (9)	3	1/3	1	1/2	1	1	2	1	1	9%

Tablo 40: Bakı Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları

Toprak için uygulanan AHS sonucunda alt kriterlerin tutarlılık indeksi(CI) 0,04, rastgelelik indeksi (RI) 1,24, tutarlılık oranı (CR) 0,03 olarak belirlenmiştir (Tablo 41).

Toprak	1	2	3	4	5	6	Kriter Ağırlığı
Kah. Orm. Top. (1)	1	2	3	5	5	5	39%
Çıplak Kayalık (2)	1/2	1	1/4	2	2	2	14%
Kolüvyal (3)	1/3	4	1	2	3	3	24%
Kest. Renk. Top. (4)	1/5	1/2	1/2	1	2	3	11%
Alüvyon (5)	1/5	1/3	1/3	1/2	1	1	6%
Kreçsz. Kah. Top. (6)	1/5	1/3	1/3	1/3	1	1	6%

Tablo 41: Toprak Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları

Litoloji için uygulanan AHS sonucunda alt kriterlerin tutarlılık indeksi(CI) 0,04, rastgelelik indeksi (RI) 0,9, tutarlılık oranı (CR) 0,04 olarak belirlenmiştir (Tablo 42).

Litoloji	1	2	3	4	Kriter Ağırlığı
1	1	1/5	1/5	2	10%
2	5	1	2	5	48%
3	5	1/2	1	3	34%
4	1/9	1/5	1/5	1	7%

- (1) Alüvyon
(2) Killikireçtaşı, Şeyl, Çakıltası, Kumtaşı, Çamurtaşı
(3) Andezit, Bazalt, Tüf, Aglomera, Piroklastik Kaya
(4) Metakumtaşı, Metaçakıltası, Mermer

Tablo 42: Litoloji Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları

Jeomorfoloji için uygulanan AHS sonucunda alt kriterlerin tutarlılık indeksi(CI) 0,02, rastgelelik indeksi (RI) 0,58, tutarlılık oranı (CR) 0,04 olarak belirlenmiştir (Tablo 43).

Jeomorfoloji	1	2	3	Kriter Ağırlığı
Dağlık Alanlar (1)	1	1/2	5	35%
Yamaçlar (2)	2	1	5	56%
Vadi Tabanı (3)	1/5	1/5	1	9%

Tablo 43: Jeomorfoloji Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları

Arazi kullanımı için uygulanan AHS sonucunda alt kriterlerin tutarlılık indeksi (CI) 0,04, rastgelelik indeksi (RI) 0,58, tutarlılık oranı (CR) 0,04 olarak belirlenmiştir (Tablo 44).

Arazi Kullanımı	1	2	3	Kriter Ağırlığı
Orman Alanları (1)	1	1/5	1/3	10%
Tarım Alanları (2)	5	1	4	67%
Yerleşim Alanları (3)	3	1/4	1	23%

Tablo 44: Arazi Kullanımı Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları

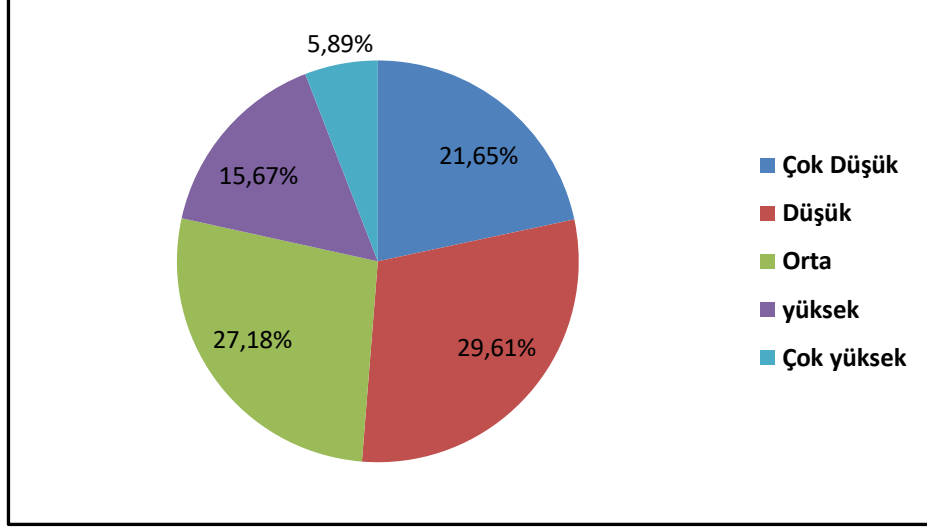
NDVI için uygulanan AHS sonucunda alt kriterlerin tutarlılık indeksi(CI) 0,02, rastgelelik indeksi (RI) 0,9, tutarlılık oranı (CR) 0,03 olarak belirlenmiştir (Tablo 45).

NDVI	1	2	3	4	Kriter Ağırlığı
Çok zayıf (1)	1	2	6	8	52%
Zayıf (2)	1/2	1	4	7	33%
Orta (3)	1/6	1/4	1	3	11%
Yoğun (4)	1/8	1/7	1/3	1	4%

Tablo 45: NDVI Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıklar

Veri girişinden sonra program çalıştırılmış ve heyelana karşı duyarlı alanlar elde edilmiştir (Harita 15). Heyelana duyarlı alanlar sınıflandırılırken 5 ayrı gruba ayrılmıştır. Söz konusu sınıflandırma heyelan risk sınıfları olarak kullanılmıştır. Ulaşılan sonuç haritasına göre; *Çok düşük* 726,3 km² (%21,65), *Düşük* 993,4 km² (29,61), *Orta* 911,9 km² (%27,18), *Yüksek* 525,6 km² (%15,67), *Çok Yüksek* 197,5 km² (%5,89) riskli alanlar bulunmaktadır (Grafik 14).

Çok düşük ve düşük risk grupları havzada geniş vadi tabanları, aşınım düzlükleri ve az eğimli yamaçlarında görülmektedir. Havzada yer alan ilçe merkezleri nüfusun yoğun olduğu yerlerdir ancak heyelan risk haritası incelendiğinde şehir merkezlerinin çok düşük ve düşük risk alanları içerisinde kalmaktadır. Havzanın kuzeyindeki Ilgaz Dağı ve Hacıhasan Dağında yüksek kesimlerde heyelan riski yüksek görülmektedir. Havzanın güneyinde ise Kös dağları üzerinde Şarakman köyünün güneyinde Saz Dağ ve Çatak Dağı mevkiinde heyelan riski yüksek alanlardır. Orta havzasında da yine dağlık bölgeler heyelan riskinin yüksek olduğu bölgelerdir. Söz konusu alanlar havzanın nüfus özellikleri göz önüne alındığında nüfus yoğunluğunun düşük olduğu yerlerdir.

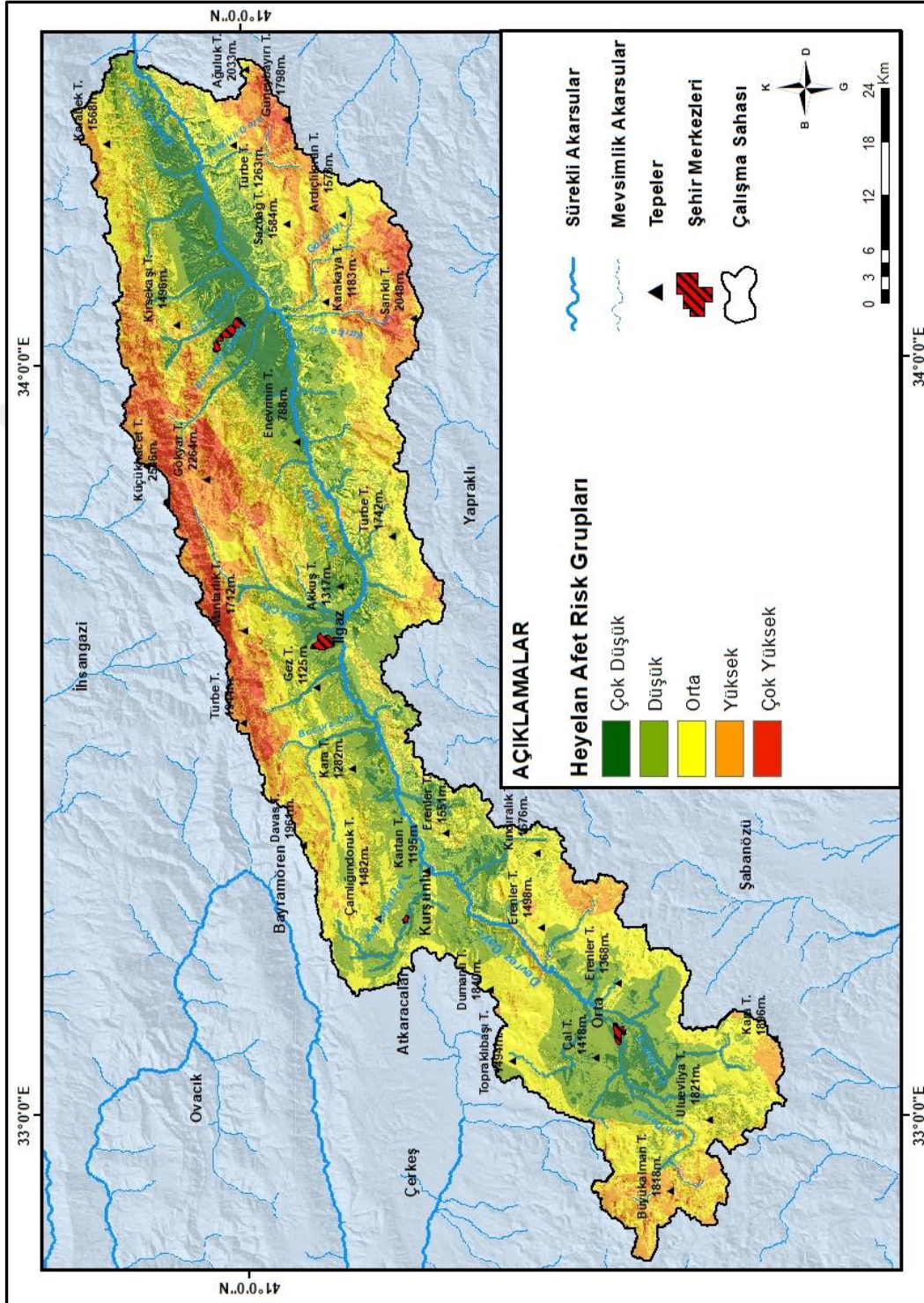


Grafik 14: Heyelan Risk Gruplarının Yüzde Dağılımları

Ancak havzada önemli ekonomik getirisi olan Ilgaz Dağı Milli parkı heyelen riskinin yüksek olduğu alanda yer almaktadır. Bu bölgeye yapılan ulaşım yolları güzergahında heyelanlara karşı tedbirler alınmalıdır (Fotoğraf 23). Ilgaz ve Kös Dağları üzerinde Akçaören, Alıç, Beyköy, Yenice, Eksik, Taşkaracalar, Kurmular, Mülayim, Saraycık, Satılar, Serçeler, Yenice, Yuvademirciler, Kargın, Özboyu, Gökçeyazı, Bozan, Aşağı Berçin, Çukur, Yukarı Berçin köyleri yüksek ve çok yüksek risk grupları üzerinde yer almaktadır.



Fotoğraf 23: Ilgaz Dağı Milli Parkına Çıkan Yol Üzerinde Meydana Gelen Toprak Kayması



Harita 17: Çalışma Sahasının Heyelan Risk Haritası

SONUÇ

Devrez Çayı havzası sınırları içerisinde taşkın ve heyelanların gelişebileceği riskli alanların Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden birisi olan Analitik Hiyerarşi Süreciyle ortaya koymaya çalışılmıştır. Bu amaçla araştırma alanında taşkın ve heyelan risk haritaları üretilmiş, olası taşkın ve heyelanların gerek doğal hayata gerekse de beşerî hayata ne türden zararlar vereceği üzerinde durulmuştur.

Doğal afetler sonucu yaşanabilecek can ve mal kayıplarını engellemek ya da en aza indirmek, potansiyel tehlike alanlarının belirlenmesi ve yönetim planlamalarının bir sistem dahilinde yapılmasıyla gerçekleşmektedir. Söz konusu planlamaların ve risklerin belirlenmesinde arazi çalışmaları ile birlikte haritalarının hazırlanmasında Coğrafi bilgi sistemleri büyük önem taşımaktadır.

Coğrafi bilgi sistemleri, karmaşık veri gruplarını kolayca çalışma amacına göre düzenlemeyi, sınıflandırmayı ve hızlı sonuç vermesi nedeniyle avantajlıdır. Bu avantajlarından birisi de Çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan Analitik Hiyerarşi Sürecine (AHS) entegre olabilmesidir. Bu durum çalışmada yapılan taşkın ve heyelana karşı riskli alanların belirlenmesinde birçok karmaşık veri grubunun düzenlenmesine ve kriterlerin karşılaştırılmasını kolaylaştırmaktadır.

Çalışma sahasında uygulanan AHS yöntemi ile amaca ulaşmak için kriterler belirlenmiştir. Yapılan uygulamada taşkın için *eğim, baki, toprak, yağış, arazi kullanımı, litoloji, jeomorfoloji, akarsuya yakınlık* ve *NDVI* olarak 9 farklı kriter dikkate alınmıştır. Heyelanlar için de *eğim, akarsuya yakınlık, fay hatlarına yakınlık, yağış, baki, toprak, jeomorfoloji, litoloji, arazi kullanımı* ve *NDVI* olarak 10 farklı kriter kullanılmıştır. taşkın ve heyelanların meydana gelmesinde birçok etken farklı öneme sahip olmakta ve engelleyici ya da artırıcı etkisi olmaktadır. Bu nedenle birçok araştırmacı çalışmalarında aynı kriterlere farklı etki değerleri vermekte veya farklı kriterler kullanabilmektedir. Çellek vd. (2015) değerlendirdiği 300 çalışmada 21 farklı kriterin kullanıldığını ve bunlardan eğim, arazi kullanımı/bitki örtüsü, litoloji, baki, yükseklik, akarsu ağı, yamaç eğriselliği, zemin özelliği/ayırışma kriterlerinin en çok kullanılanlar olduğunu belirtmiştir. Bu durum göstermektedir ki kriterlerin ve etki değerlerinin belirlenmesinde çalışma sahasının coğrafi özellikleri, arazi çalışmaları ve araştırmacının bilgi ve tecrübesi bu tür çalışmalarda önemli bir yere sahiptir.

Çalışmada taşkın ve heyelan riskine sahip alanların tespit edilmesinde belirlenen kriterler CBS ile entegreli Analitik hiyerarşi yöntemi ile analiz edilmiştir. Analitik hiyerarşi sürecine göre problemin çözümüne yönelik kriterler ve alt kriterler arasında kurulan karşılaştırma matrisi tutarlı olmalıdır. Saaty (1994)'e göre ikili karşılaştırmaların tutarlılık oranı (CR) %10'dan küçük olması hata payının kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir. Söz konusu oranın %10'dan büyük olması halinde karar vericinin değerlendirmelerini gözden geçirmesi gerektiğini göstermektedir. Çalışmada yapılan karşılaştırmalarda tutarlılık oranının %10 sınırının altında olmasına dikkat edilmiştir. AHS yönteminin avantajlarından biri de karar verici problemin çözümüne yönelik farklı uzmanların görüşüne başvurabilmektedir. Bu çalışmada yapılan karşılaştırmalarda uzman görüşü ve değerlendirmeleri dikkate alınarak en doğru sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır.

Söz konusu karşılaştırmalar ve tutarlılık oranları ilgili bölümlerde detaylı olarak verilmiştir. Taşkınlar için tutarlılık oranı sırasıyla eğim %3, jeomorfoloji %0,1, yağış %3, arazi kullanımı %7, NDVI %9, toprak %9, akarsuya yakınlık %1, bakı %9, , litoloji %6'dır. Bu kriterlerin etki değerleri (kriter ağırlıkları) sırasıyla eğim %26, jeomorfoloji%23, yağış %20, arazi kullanımı %11, NDVI %6, Toprak %5, akarsuya yakınlık %3, bakı %3, litoloji %2 olarak belirlenmiştir. Üretilen sonuç haritasına göre Tosya ovası ve İnköy mevkiî havzada taşkın riskinin yüksek olduğu yerleri oluşturmaktadır. Ayrıca vadi tabanı boyunca taban genişliğinin arttığı yerlerde taşkın riskinin yüksek olduğu yerlerdir.

Çalışma sahasında Akkuş (1980) eğimin azaldığı yan kollar üzerinde sel sularının oluşturduğu çapraz tabakalanmaların varlığından bahsetmektedir. Bu durum havzada sel olayının da etkili olduğunu desteklemektedir. Neticede yaşanabilecek sel olayının eğimin azaldığı alanlarda ve vadi tabanında taşkınları destekleyici nitelikte olması ve Tosya ovasında havzada önemli ekonomik kaynaklardan biri olan çeltik tarımının yapılması havzadaki risk analizinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Heyelanlar için tutarlılık oranı sırasıyla eğim %8, yağış %8, akarsuya yakınlık %8, fay hatlarına yakınlık %8, jeomorfoloji %4, toprak %3, litoloji %4, arazi kullanımı %7, bakı %3, NDVI %3 olarak belirlenmiştir. Bu kriterlerin etki değerleri (kriter ağırlıkları) sırasıyla eğim %25, yağış %21, akarsuya yakınlık %15, fay hatlarına yakınlık %13, jeomorfoloji %9, toprak %6, litoloji %4, arazi kullanımı %3, bakı %2,

NDVI %2 olarak belirlenmiştir. Üretilen sonuç haritasına göre havzayı çevreleyen dağlık alanlarda heyelan riski yükselmektedir. Ilgaz Dağı ve Hacıhasan Dağı üzerinde 1500 metreden sonra yüksek ve çok yüksek heyelan riski bulunmaktadır. MTA'nın yapmış olduğu heyelan envanter haritasına göre havza sınırları içerisinde kalan heyelanların % 42'si söz konusu dağlık alanda bulunması yüksek riskli alanların doğruluğunu kanıtlar niteliktedir. MTA'nın ilgili haritasına göre havza sınırları içerisinde kalan heyelanların %19'u havzanın güneyini oluşturan Kös Dağları üzerinde ise Sazdağı, Çatak Dağı civarı ve bu bölgedeki akarsu yamaçları etrafı yüksek risk grubu içinde kalmaktadır.

Çalışma sahası kabaca doğu – batı yönünde uzanmaktadır. Vadi tabanı yükseltisi batıdan doğuya doğru azalırken etrafındaki dağlık alanların yükseltisi batıdan doğuya doğru artmaktadır. Taşkın ve heyelanlar için üretilen sonuç haritaları incelendiğinde söz konusu afetlerin havzanın batısından doğusuna doğru yoğunluk göstermektedir. Havzasının batı kesiminde kalan Kurşunlu ve Orta ilçeleri afet risk ve yönetimi açısından güvenilir bir bölge özelliği göstermektedir. Köle ve Atol (2010) Çankırı ilinde doğal afetlerin alansal dağılımı üzerine bir çalışma yapmıştır. Yapılan çalışmada Çankırı ilinin afet yoğunluk haritası çıkarılmıştır. Araştırmacıların çalışma sahaları ile Devrez Çayı Havzası sınırlarıyla kesişen ilçeler bulunmaktadır. Buna göre en azdan en fazlaya doğru Orta ilçesi I. grup, Kurşunlu ilçesi II. Grup Ilgaz ilçesi ise IV. grup olarak sınıflandırılmıştır. Araştırma sonuçlarından Orta İlçesinden Ilgaz ilçesine doğru, yani havzanın batısından doğusuna doğru afet yoğunlukları artış göstermektedir. Yapılan taşkın ve heyelan risk haritaları incelendiğinde söz konusu afetlerin havzanın batısından doğusuna doğru yoğunluk kazandığı görülmektedir. Bu yönüyle ilgili çalışma AHS yöntemi ile üretilen taşkın ve heyelan risk haritalarını destekler niteliktedir.

Havza genelinde geçmiş dönemde yaşanan taşkın olayları incelendiğinde Tosya Havzası yan kollarının aşağı çığırında meydana geldiği dikkat çekmektedir. Bu durum elde edilen risk haritasının doğruluğunu kanıtlar niteliktedir. Harita incelendiğinde genel olarak havzanın düşük risk seviyelerinde olduğu anlaşılmaktadır. Ancak vadi tabanı ve vadi yamaçları, yerleşmelerin (merkez ilçe ve köyler) kurulu olduğu ekonomik faaliyetlerin yoğunlaştığı alanlar olduğu göz önüne alınırsa bu alanların yüksek ve çok yüksek risk grupları içinde kaldığı görülmektedir.

Havzanın 3355,3 km²lik alana sahip olması çalışmayı zorlaştıran ve sınırlandıran bir etken olmuştur. Bu nedenle yapılan çalışmaların alt havza bazında daha küçük lokasyonlarda yapılması çalışmalarda daha doğru sonuçlara ulaşılmasını sağlayacaktır. Ayrıca bu çalışmanın sonuçları Devrez Çayı havzasında afet yönetimi ve önlemler alma konusunda öncelikli alanların belirlenmesini sağlayacak, zamansal ve mekânsal tasarrufları beraberinde getirecektir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre aşağıdaki öneriler sunulmuştur;

Çalışma sahasındaki taşkın ve heyelanların meydana gelmesinde etkin olduğu düşünülen ve literatürde birçok araştırmacı tarafından uygulanan; eğim, bakı, litoloji, toprak, akarsulara yakınlık, fay hatlarına yakınlık, jeomorfoloji, arazi kullanımı, yağış, NDVI faktörleri incelenmiştir. Belirlenen kriterlerin hem taşkın hem de heyelan üzerindeki etki değerleri arazi çalışmaları ve uzman görüşleri değerlendirilerek belirlenmiştir. Yamaç eğriselliği, yeraltı suyu seviyesi, toprak nemlilik değeri, sismik aktivite, sediment taşıma kapasitesi gibi kriterlere ait verilerin elde edilememiş olması çalışmayı sınırlandırmaktadır. Bu nedenle havzada risk analizi kapsamında yapılacak çalışmalarda kriterlerin artırılması üretilen sonuç haritalarının doğruluğunu artıracaktır.

Araştırma alanında faaliyet gösteren DSİ ve AFAD gibi kamu kurumları ile beraber ortak proje ve çalışmalar yürütülmelidir. Nitekim DSİ tarafından yapılan çalışmalar taşkın koruma kanallarının tıkanmasını, ağaçların boy atımlarının koruma altına alınmasını ve bakımını zorunlu kılmaktadır. Bu durum havza özelinde yapılacak çalışmaların birlikteliğine dikkat çekmektedir. Yaşanabilecek afetlerin zararlarının en aza indirilmesi için DSİ, AFAD ve yerel yönetimler için ortak çalışmalara ve kurum içi iletişime önem vermelidirler.

Havza genelinde yerleşmeler Devrez çayının yan kollarında vadi boyunca eğimin azaldığı yerlerde veya dağlık alanlarda yamaçlar üzerinde kurulmuştur. Şehir merkezlerinde kamusal alana hizmet verecek binaların, akarsu yatakları üzerinde yada eğim değerlerinin fazla olduğu gevşek zemin üzerine yapımından kaçınılmalıdır.

Bölgede önemli bir yere sahip olan İstanbul Samsun E80 karayolu üzerinde bulunan, Tosya ve Ilgaz ve Kurşunlu İlçeleri için yapılacak yeni imar planlarında taşkın ve heyelan oluşabilecek alanlar göz önüne alınarak yapılmalıdır. Bu durum Tosya ve Ilgaz ilçelerinin yatay ve dikey doğrultuda gelişme kaydetmeleri açısından son derece önemlidir.

Analitik hiyerarşi süreci taşkın risk alanlarının detaylandırılmasında Hidrolojik Modelleme Yöntemine yol gösterici niteliğindedir. Söz konusu uygulama taşkın alanlarına ait detaylı bilgiler vermektedir. Ancak bu modelin, Devrez çayı havzası gibi büyük sahalarda kullanımı çok fazla zaman ve ayrıntılı ölçümler gerektirdiğinden uygulanabilirliğini güçleştirmektedir. Bu nedenle Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile yapılan çalışmalar büyük havzalarda yoğunlaşılması gereken yerleri göstermesi adına yol gösterici ve Hidrolojik Modellemenin bir önceki adımı olarak sahaya uygulanabilir (Yılmaz vd., 2017).

Sonuç olarak araştırma sahasında önemli şehirlere geçiş noktasında bulunan karayollarının yapımında doğal afetler göz önünde bulundurulmalıdır. İlgili kurum ve kuruluşlar tarafından gerekli önlemler alınmalıdır. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama yöntemleri ile veri tabanları oluşturulup havzanın ekolojisine katkıda bulunmalıdır. Ayrıca gerek doğal gerekse de beşeri koşulların değişebileceği düşünülerek güncel risk analizleri yapılmalıdır.

Araştırma alanının temel ekonomik faaliyetlerden birisi de ormancılıktır. Orman bölgelerinin tahrip edilmesine bağlı olarak kaçak kesimler oluşmaktadır. Bu doğrultuda kaçak kesimlerin önlenmesi ve çıplak arazilerin ağaçlandırılması gerekmektedir. Ormanların yoğun olarak bulunduğu sahalardan olan Tosya, Ilgaz ve Kurşunlu havzalarında tarım alanı açmak, yapı malzemesi olarak kullanmak ve yakacak olarak kullanmak için ormanların tahrip edilmesinin önüne geçilmelidir.

Havza sınırları içerisinde alüvyon, akarsu yatak ve taşkın alanları mevkiinde bina ve yapılaşmaya müsaade edilmemelidir. Belirlenen alanların doğal afet risk grupları ve haritaları belirlenerek planlama yapılması gerekmektedir. Bu durum yaşanabilecek olası aksaklıkların önüne geçecektir.

Heyelan riskinin yüksek olduğu bölgelerde yer alan ormancılık ve hayvancılıkla uğraşan köylerin AFAD ve Yerel yönetimlerce bulunduğu bölgenin detaylı etüdü yapılarak tehlike arz eden köylerin yerleri değiştirilmelidir.

Havzanın akarsu rejimi incelendiğinde Mart, Nisan, Mayıs, Haziran aylarında akarsu debisinin fazla olduğu görülmektedir. Bu aylar sağanak yağışlar ve ani kar erimelerine bağlı olarak taşkın riski taşımaktadır. Bu nedenle söz konusu dönemden önce akarsu yataklarında akışı engelleyici unsurların kaldırılması ve yan kollar

üzerinde genişletme çalışmaları yapılması son derece önemlidir. Ayrıca havzada taşkınlara karşı erken uyarı sistemlerinin kurulması gerekmektedir.



KAYNAKÇA

- Açıksöz . (2013, 08 26). *www.aciksozgazetesi.com.tr*. 06 21, 2018 tarihinde Açıksözgazetesi. adresinden alındı
- Adekunle, R. S., Olufemi, A. P., & Shakirudeen, O. (2014). Multicriteria Flood Risk Analiysis Of Lower Ogun River Basin. *Journal Of Environment and Earth Science*, 112-125.
- AFAD. (2009, 06 17). *5902 sayılı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının Teşkiilet ve Görevleri Hakkında Kanun*. 01 22, 2018 tarihinde AFAD: <https://www.afad.gov.tr/tr/2305/Kanun> adresinden alındı
- AFAD. (2012). *2013 - 2017 Stratejik Planı*. Ankara: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı.
- AFAD. (2018). *Türkiye'de Afet Yönetimi*. 03 15, 2019 tarihinde Afet ve Acil Durum Müdürlüğü Sitesi: <https://www.afad.gov.tr/tr/2632/Kitaplar> adresinden alındı
- Akar, İ., & Maktav, D. (2008). Taşkın Araştırmalarında Çok Kriterli Karar Verme Analizi ve Hidrolojik Modellemelerin Uzaktan Algılama ve CBS Entegrasyonu ile Karşılaştırılması. 2. *Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu* (s. 322-330). Kayseri: UZAL-CBS.
- Akar, İ., & Maktav, D. (tarih yok). Taşkın Araştırmalarında Çok Kriterli Karar Verme Analizi ve Hidrolojik Modellemelerin Uzaktan Algılama ve CBS Entegrasyonu İle Karşılaştırılması.
- Akıncı, H., Yavuz Özalp, A., & Kılıçer, S. T. (2015). Coğrafi Bilgi Sistemleri ve AHP Yöntemi Kullanılarak Planlı Alanlarda Heyelan Duyarlılığının Değerlendirilmesi: Artvin Örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 40-53.
- Akkuş, A. (1980). *Devrez Çayı Vadisinin Jeomorfolojisi*. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yer Bilimleri Fakültesi.
- Ardel, A., Kurter, A., & Dönmez, Y. (1969). *Klimatoloji Tatbikatı*. İstanbul: Taş Matbaası.

- Atalay, İ. (1972). Devrez Çayı Havzasında Toprak Erozyonu Problemleri. *Jeomorfoloji Dergisi*.
- Atalay, İ. (1986). *Uygulamalı Hidrografiya - I*. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- Atalay, İ. (2006). *Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası*. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri .
- Atalay, İ. (2013). *Doğa Bilimleri Sözlüğü*. İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Atalay, İ. (2013). *Uygulamalı Klimatoloji*. İzmir: Meta Basım ve Matbaacılık Hizmetleri.
- Atalay, İ. (2014). *Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri*. İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Atalay, İ., & Mortan, K. (2017). *Türkiye Bölgesel Coğrafyası*. İstanbul: İnkılap Kitapevi.
- Avcı, M. (1993). Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Anadolu Diagonaline Coğrafi Bir Yaklaşım. *Türkiye Coğrafya Dergisi*, 225-248.
- Avcı, M. (1998). Ilgaz Dağları ve Çevresinin Bitki Coğrafyası I. *Coğrafya Dergisi*, 137-216.
- Ayaz, S. (2010). *Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi; Kızılırmak Havzası Nihai Raporu*. Kocaeli: TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Çevre Enstitüsü.
- Benkelman, C. (2017, 07 17). *Calculating NDVI from Landsat 8 USGS Tiles*. 06 23, 2019 tarihinde community.esri: <https://community.esri.com/thread/202213-calculating-ndvi-from-landsat-8-usgs-tiles> adresinden alındı
- Cihangir, M. E. (2013). *Alaplı Çayı Havzasının Sel ve Taşkın Analizi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Cihangir, M. E., Görüm, T., & Nefeslioğlu, H. A. (2018). Heyelan Tetikleyici Faktörlerine Bağlı Mekansal Hassasiyet Değerlendirmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 133-142.

- Coşkun, M., & Aksoy, B. (2010). Aksu Vadisi (Giresun) Aşağı Kesiminde Doğal Ortam Şartlarının Taşkın Üzerine Etkileri. *Gazi Tükiyet Türkoloji Araştırmaları Dergisi*, 135-154.
- Coşkun, M., & Topal, V. (2017). Karadeniz Kıyısından İç Kesime: Kastamonu ve Çevresinin İklim Parametreleri. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 46-86.
- Çakırkaş, M. (2013). *Madenli Havzası'nda (Isparta/Gelendost) CBS yardımıyla Sel-Taşkın Risk Analizi ve Yerel Risk Yönetimi*. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Çellek, S. (2013). *Sinop-Gerze Yöresinin Heyelan Duyarlılık Analizi*. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Üniversitesi.
- Çellek, S., Bulut, F., & Ersoy, H. (2015). AHP Yöntemi'nin Heyelan Duyarlılık Haritalarının Üretilmesinde Kullanımı ve Uygulaması (Sinop ve Yakın Çevresi). *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 59-90.
- Dağ, S. (2007). *Çayeli (Rize) ve Çevresinin İstatiksel Yöntemlerle Heyelan Duyarlılık Analizi*. Trabzon: Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Dirik, K. (2006). Kastamonu İli ve Civarının Depremselliği. İstanbul.
- Doğan, H. M., Kılıç, O. M., & Yılmaz, D. S. (2014). Tokat İli Bitki Yoğunluk Sınıflarının LANDSAT -7ETM+ Uydu Görüntüleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Araştırılması. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47-53.
- Dölek, İ. (2013). Muş'ta Yaşanan Sel ve Taşkınlara Neden olan Doğal Faktörlerin Analizi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 408-422.
- Ekici, D. (2003). İhsaniye Havzası(Zonguldak) Taşkın Analizi. *Coğrafya Dergisi*, 97-118.
- Ekici, T. (2001). *Orta (Çankırı) İlçesi Coğrafyası*. Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü .
- EM-DAT. (2018). *The International disaster Database*. 03 15, 2019 tarihinde The International disaster Database: https://emdat.be/sites/default/files/adsr_2018.pdf adresinden alındı

- Erden, T. (2009). *Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Analitik Hiyerarşi Yntemi'ne Dayalı İtfaiye İstasyonu Yer Seçimi: İstanbul Örneği*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ergene, A. (1987). *Toprak Biliminin Esasları*. erzurum: Atatürk Üniversitesi Basımevi.
- Ergünay, O. (2007). Türkiye'nin Afet Profili. *TMMOB Afet Sempozyumu Bildiriler Kitabı* (s. 1-14). Ankara: İMO Kongre ve Kültür Merkezi.
- Erinç, S. (1957). Türkiye'de Akarsul Rejimlerine Toplu Bir Bakış. *Türk Coğrafya Dergisi*, 93-117.
- Erinç, S. (2010). *Jeomorfoloji I*. İstanbul: Der Yayınları.
- Gökçeoğlu, C., & Ercanoğlu, M. (2001). Heyelan Duyarlılık Haritalarının Hazırlanmasında Kullanılan Parametrelere İlişkin Belirsizlikler. *Yerbilimleri*, 189-206.
- Gökkaya, M. A. (2014). *Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Üretilen Deprem Tehlike Haritalarının Duyarlılık Analizi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Göl, C., & Ediş, S. (2010). Ilgaz Dağı Güney Yamacındaki Farklı Orman Kuruluşlarındaki Toprak Özelliklerinin Değişimi. *Ormancılık Dergisi*, 40-54.
- Görecelioğlu, E. (1996). Ormanların sel ve Taşkınlar Üzerine Etkileri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi dergisi*, 15-25.
- İbret, B. (2000). *Devrez Havzası'nın Beşeri ve Ekonomik Coğrafyası*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- İzbrak, R. (1992). *Coğrafya Terimler Sözlüğü*. İstanbul: Öğretmen Kitapları Dizisi MEB.
- Kılıç, T. (1996). *Ilgaz'ın Beşeri ve İktisadi Coğrafyası*. Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Köle, M. M., & Murat, A. (2010). Çankırı İlinde Doğal Afetlerin Alansal Dağılımı Üzerine Bir Değerlendirme (1950-2010). *dergiler.ankara.edu.tr*.

- Küçükpehlivan, G. (2015). *Analitik Hiyerarşi Yöntemi Kullanılarak Bisiklet Yolu Güzergah Belirleme Modeli*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü.
- Oğuz, K., Oğuz, E., & Coşkun, M. (2016). Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Taşkın Risk Alanlarının Belirlenmesi: Artvin İli Örneği. *4. Ulusal Taşkın Sempozyumu* (s. 1-12). Rize: Devlet Su İşleri.
- Oğuz, K., Oğuz, E., & Coşkun, M. (2016). Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Taşkın Risk Alanlarının Belirlenmesi: Artvin İli Örneği. *4. Ulusal Taşkın Sempozyumu*, 1-12.
- Özcan, O. (2008). *Sakarya Nehri Aşt Havzasının Taşkın Riski Analizinin Uzaktan Algılama Ve CBS İle Belirlenmesi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Bilişim Enstitüsü.
- Özcan, O. (2017). Taşkın Tespitinin Farklı Yöntemlerle Değerlendirilmesi: Ayamama Deresi Örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 9-27.
- Özcan, O., Musaoğlu, N., & Şeker, D. Z. (2009). Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi: Sakarya Havzası Örneği. *12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*. Ankara: TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası.
- Özdemir, H. (2007). *Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Özşahin, E. (2013). Arnavutluk'ta Taşkın Risk Analizi. *Uluslararası Avrasya Sosyal Bilimler Dergisi*, 91-109.
- Özşahin, E. (2014). Tekirdağ İlinde Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanarak Heyelan Duyarlılık Analizi. *Humanitas*, 167-186.
- Özşahin, E., & Kaymaz, Ç. K. (2013). Taşkın Riskinin Değerlendirmesine Bir Örnek: Amik Ovası Taşkınları. *Turkish Studies*, 2021-2039.

- Özşahin, E., & Kaymaz, Ç. K. (2013). Taşkın Riskinin Değerlendirmesine Bir Örnek: Amik Ovası Taşkınları. *Turkish Studies*, 2021-2039.
- Öztürk, D. (2009). *CBS Tabanlı Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemleri İle Sel ve Taşkın Duyarlılığının Belirlenmesi: Güney Marmara Havzası Örneği*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Öztürk, D. (2009). *CBS Tabanlı Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemleri İle Sel Ve Taşkın Duyarlılığının Belirlenmesi: Güney Marmara Havzası Örneği*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Pektezel, H. (2015). Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi Kullanılarak Gelibolu Yarımadası'nda Heyelana Duyarlı Alanların Belirlenmesi. *Turkish Studies*, 789-814.
- Saaty, T. L. (1990). How To Make A Decision. *European Journal of Operational Research*, 9-26.
- Saral, A., & Musaoğlu, N. (2011). Çok Kriterli Karar Verme ve Bilgi Difüzyonu Yöntemleri İle Taşkın Risk Analizi. *13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*. Ankara: TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası.
- Selçuk, L., Sağlam Selçuk, A., & Kasapoğlu, D. (2016). Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi Kullanarak, Vanili Merkez İlçelerinin Kentsel Taşkın Duyarlılık Değerlendirmesi. *Yerbilimleri*, 1-18.
- Siddayao, G. P., Valdez, S. E., & Fernandez, P. L. (2014). Analytic Hierarchy Process (AHP) in Spatial Modeling For Floodplain Risk Assessment. *International Journal of Machine Learning and Computing*, 450-457.
- Şahin, C., & sipahioğlu, Ş. (2009). *Doğal Afetler ve Türkiye*. Ankara: Gündüz eğitim Yayınları.
- Şahin, M. (2016). *Ahır Dağı ve Yakın Çevresinde Analitik Hiyerarşi Yöntemi Kullanılarak Arazi Kullanım Önerilerinin Geliştirilmesi*. Kahramanmaraş: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Taş, B. (2004). Tosya İlçesinde Jeomorfik Birimlerin Arazi Kullanımı Üzerine Etkileri. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 43-66.
- Taş, B. (2006). *Tosya İlçesinde Araziden Yararlanma ve Planlamaya Yönelik Öneriler*. Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Tek, D. (2013). *CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Kağıthane Deresinin(İstanbul) Taşkın Risk Analizi*. İstanbul: Fatih Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Timor, M. (2011). *Analitik Hiyerarşi Prosesi*. İstanbul: Türkmen Kitabevi.
- Tokgözlü, A., & Özkan, E. (2018). Taşkın Risk Haritalarında AHP Yönteminin Uygulanması: Aksu Çayı Havzası Örneği. *SDÜ Fen- Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 151-176.
- Toprak, A., & Günek, H. (2015). Taşkın çalışmalarında Çok Kriterli Karar Verme Analizinin Ve Hidrolojik Modelin Karşılaştırılması: Derme (Battalgazi-Malatya) Deresi Havzası Örneği. *IV. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu*. Samsun: Jeomorfoloji Derneği.
- Topraklı, N. (2018, 06 05). *Arcgis Pro ile NDVI*. 5 28, 2019 tarihinde blog.esriturkey: <https://blog.esriturkey.com.tr/2018/06/05/arcgis-pro-ile-ndvi/> adresinden alındı
- Turoğlu, H., & Özdemir, H. (2005). *Bartın'da Sel ve Taşkınlar: Sebepler, Etkiler, Önleme ve Zarar Azaltma Önerileri*. İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Türkmenoğlu, A. G., Akıman, O., Aker, S., & Tankut, A. (1991). Orta (Çankırı) Yöresi Kil Yataklarının Jeolojisi ve Oluşumu. *MTA Dergisi*, 127-132.
- Tüysüz, O., & Erturaç, M. (2005). Kuzey Anadolu Fayının Devrez Çayı İle Soruk Çayı Arasındaki Kesiminin Özellikleri ve Fayın Morfolojik Gelişimdeki Yeri. *Türkiye Kuvaterner Sempozyumu* (s. 20-46). İstanbul: İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü.
- Yalçın, A. (2007). Heyelan Duyarlılık Haritalarının Üretilmesinde Analitik Hiyerarşi Yönteminin Ve Cbs'nin Kullanımı. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*.

- Yalçın, A. (2007). Heyelan Duyarlılık Haritalarının Üretilmesinde Analitik Hiyerarşi Yönteminin ve CBS'nin Kullanımı. *S.Ü. Müh.- Mim. Fakültesi Dergisi*, 1-13.
- Yalçınlar, İ. (1960). Türkiye'de Kaledoniyen Masifleri ve Morfolojik Karakterleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 107-113.
- Yılmaz, İ., Öztürk, D., & Kırbaş, U. (2017). Çorum İli Taşkın Tehlikesinin Analitik Hiyerarşi Yöntemi Kullanılarak İncelenmesi. *16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*. Ankara: TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası.
- Yücel, T. (1988). Batı Karadeniz Bölümünün Başlıca Topografik Elemanları. *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 1-7.



TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Araştırma Sahasında Alt Havzaların Kapladıkları Alanlar (Kaynak: Aster Gdem Verilerinden Üretilmiştir).....	31
Tablo 2: Araştırma sahasının Eğim Özellikleri ve Afet Türü İlişkisi (Özdemir, 2007).	40
Tablo 3: Araştırma Sahasındaki İstasyonların Konum ve Yükselti Değerleri (Kaynak: MGM Verilerinden Elde Edilmiştir).	46
Tablo 4: Araştırma Sahasındaki İstasyonların Aylık ve Yıllık Sıcaklıkları (Kaynak: MGM Verilerinden Üretilmiştir).....	47
Tablo 5: Araştırma Sahasına Ait İstasyonların Ortalama En Yüksek Sıcaklıkları (Kaynak: MGM Verilerinden Üretilmiştir).	48
Tablo 6: Araştırma Sahasına Ait İstasyonların Ortalama En Düşük Sıcaklıkları (Kaynak: MGM Verilerinden Üretilmiştir).	49
Tablo 7: Araştırma Sahasına Ait İstasyonların Don Olaylı Gün Sayıları (Kaynak: MGM Verilerinden Üretilmiştir).....	51
Tablo 8: Araştırma Sahasına Ait İstasyonların Ortalama Bağıl Nem Oranları (%) (Kaynak: MGM Verilerinden Üretilmiştir).....	53
Tablo 9: Araştırma Sahasına Ait İstasyonların Mevsimlere Göre Bağıl Nem Ortalamaları (%) (Kaynak: MGM Verilerinden Üretilmiştir).	53
Tablo 10: Araştırma Sahasına Ait İstasyonların Yıllık Yağış Miktarları (mm) (Kaynak: MGM Verilerinden Üretilmiştir).	54
Tablo 11: İstasyonların Aylar ve Yıllık Maksimum Hızları ve Estikleri Yönler (Kaynak: MGM Verilerinden Üretilmiştir).	58
Tablo 12: Havzaya Ait Alt Havzaların Kapladıkları Alan ve Oranları (Kaynak: Aster Gdem verilerinden üretilmiştir)	60
Tablo 13: Araştırma Sahasına Ait Ortalama İstasyonu 2015-2018 Yılları Akım Ortalamaları (m ³ /sn) (Kaynak: DSİ Verilerinden Üretilmiştir).	65
Tablo 14: Çeltikçibaşı İstasyonunun Akım Değerlerinin Mevsimlere Dağılışı (Kaynak: EİE'nin ilgili akım yıllıklarından elde edilmiştir.).....	67
Tablo 15: Araştırma Sahasına Ait Çeltikçibaşı İstasyonu 1971-2011 Yılları Akım Ortalamaları (m ³ /s) (Kaynak: EİE'nin ilgili akım yıllıklarından elde edilmiştir.).....	68
Tablo 16: AHS Önem Derecesi Tablosu (Saaty, 1990; Timor, 2011)	82
Tablo 17: İkili Karşılaştırma Matrisi (Timor, 2011).	82

Tablo 18: Her Bir Sütunun Toplamı (Timor, 2011).....	83
Tablo 19: Her Bir Elemanın Toplam Sütun Değerine Bölünmesi (Timor, 2011)	83
Tablo 20: Normalize Edilmiş Karşılaştırma Matrisi (Timor, 2011)	83
Tablo 21: Rastgele Değer İndeksi Tablosu.....	85
Tablo 22: Literatürde En Çok Kullanılan Parametreler (Çellek, vd., 2015).....	86
Tablo 23: AHS'de Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları	88
Tablo 24: Eğim Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları	88
Tablo 25: Jeomorfoloji Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları	88
Tablo 26: Yağış Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları	89
Tablo 27: Arazi Kullanımı Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları	89
Tablo 28: NDVI Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları	89
Tablo 29: Akarsuya Yakınlık Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları.....	90
Tablo 30: Toprak Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları	90
Tablo 31: Bakı Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları	90
Tablo 32: Litoloji Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları	91
Tablo 33: Sahadaki Heyelanlara Ait Bazı İstatistikî Özellikler(Kaynak: MTA Verilerinden Üretilmiştir).	98
Tablo 34: Çalışmada Belirlenen Kriterler ve Mevcut Heyelanlar Arasındaki İlişki ..	102
Tablo 35: AHS'de uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Tutarlılık Oranı	104
Tablo 36: Eğim Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları	104
Tablo 37: Akarsuya Yakınlık Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları.....	104

Tablo 38: Fay Hatlarına Yakınlık Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları.....	105
Tablo 39: Yağış Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları	105
Tablo 40: Bakı Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları	105
Tablo 41: Toprak Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları	106
Tablo 42: Litoloji Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları	106
Tablo 43: Jeomorfoloji Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları	106
Tablo 44: Arazi Kullanımı Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları	107
Tablo 45: NDVI Alt Kriterleri İçin Uygulanan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıklar.....	107

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 1:** Basit Bir Hiyerarşik Yapı81
- Şekil 2:**Verilen a ve b görüntülerinde havzada heyelandan etkilenen köylerin topografik konumu gösterilmektedir.99



HARİTA LİSTESİ

Harita 1: Araştırma Alanının Lokasyon Haritası.....	16
Harita 2: Araştırma Sahasının Jeoloji Haritası	28
Harita 3: Araştırma Sahasının Fay Haritası.....	29
Harita 4: Tosya Havzası ve Çevresindeki Başlıca Faylar (Tüysüz & Erturaç, 2005) 30	
Harita 5: Araştırma Sahasının Fiziki Haritası	34
Harita 6: Araştırma Sahasının Jeomorfoloji Haritası.....	39
Harita 7: Araştırma Sahasının Eğim Haritası	42
Harita 8: Araştırma Sahasının Bakı Haritası	44
Harita 9: Araştırma Sahasına Ait Ortalama Sıcaklık Haritası	50
Harita 10: Araştırma Sahasına Ait Yağış Haritası.....	55
Harita 11: Devrez Çayı Havzasının Alt Havzaları	61
Harita 12: Araştırma Sahasının Hidrografya Haritası.....	64
Harita 13: Araştırma Sahasının Toprak Haritası	73
Harita 14: Sahanın Landsat 8 2016 tarihli uydu görüntüsünden üretilmiş NDVI Dağılım Haritası	78
Harita 15: Çalışma Sahasının Taşkın Risk Haritası.....	96
Harita 16: Çalışma alanı içerisinde belirlenen heyelanlar.....	100
Harita 17: Çalışma Sahasının Heyelan Risk Haritası	109

GRAFİK LİSTESİ

Grafik 1: Araştırma Sahasının Toplam Fay Uzunlukları Grafiği (MTA Verilerinden Üretilmiştir.).....	30
Grafik 2: Araştırma Sahasında Eğitim Gruplarının Alansal Dağılımları	41
Grafik 3: Araştırma Sahasındaki Bakı Yönlerinin Alansal Dağılımları ve Oranları	43
Grafik 4: Araştırma Sahasına Ait İstasyonların Aylık Ortalama Sıcaklıkları Grafiği .	47
Grafik 5: Araştırma Sahasına Ait İstasyonların Ortalama En Yüksek Sıcaklıklar Grafiği.....	48
Grafik 6: Araştırma Sahasına Ait İstasyonların Ortalama En Düşük Sıcaklıklar Grafiği	49
Grafik 7: Araştırma Sahasına Ait İstasyonların Don Olaylı Gün Sayılarının Mevsimlere Oranı.....	52
Grafik 8: Araştırma Sahasına Ait İstasyonlarda Yağışın Mevsimlere Göre Dağılımı (%)	56
Grafik 9: İstasyonların Rüzgar Frekanslarına (%) Göre Hazırlanmış Yıllık Rüzgar Gülleri (Kaynak: MGM).....	59
Grafik 10: Ortalama İstasyonu Uzun Yıllar Aylık Ortalama Debi (m ³ /sn) (Kaynak: DSİ)	65
Grafik 11: Araştırma Sahasına Ait Çeltikçibaşı İstasyonu 1971-2011 Yılları Akım Ortalamaları (m ³ /s) Grafiği (Kaynak: EİE'nin ilgili akım yıllıklarından alınmıştır.) ...	66
Grafik 12: Çeltikçibaşı İstasyonunun Akım Değerlerinin Mevsimlere Dağılımı	67
Grafik 13: Taşkın Risk Gruplarının Yüzde Dağılımları	92
Grafik 14: Heyelan Risk Gruplarının Yüzde Dağılımları	108

FOTOĞRAF LİSTESİ

Fotoğraf 1: Devrez Çayı'nın 2 Kilometre Kuzeyinde Neojen Tortullarından Bir Görünüm.....	27
Fotoğraf 2: Orta İlçesinde Volkanik Araziler Üzerindeki Sakaeli Kaya Mezarları	31
Fotoğraf 3: Devrez Çayı Vadi Tabanı ve Ilgaz Dağları	33
Fotoğraf 4: Orta İlçesinin Batısında Havzayı Sınırlandıran Dağlık Alanların Genel Görünümü	36
Fotoğraf 5: Yarma Vadi Özelliği Taşıyan Karakaya Boğazından Görünüm	37
Fotoğraf 6: Tosya İlçe Merkezinin Doğusunda Yer Alan Badland Araziler	38
Fotoğraf 7: Eğim Değerlerinin 0-2° Olduğu Devrez Çayı Vadi Tabanı İnceçay Köyü Mevkisi	41
Fotoğraf 8: Gökçay Kolunun Devrez Çayına Katıldığı Alan İnköy Mevki ve Ilgaz Dağlarından Bir Görünüm	62
Fotoğraf 9: Örgülü Drenaj Tipinin Yoğun Olarak Görüldüğü Tosya Ovası (Kaynak: Google Earth).....	63
Fotoğraf 10: Çalışma Sahasına Ait Toprak Profili (Orta İlçesinin 8 Km Kuzeyi)	70
Fotoğraf 11: Alüvyal Toprakların Bulunduğu Vadi Tabanı (Ortalıca Yakınları)	71
Fotoğraf 12: Ilgaz Dağı Güney Yamaçlarında Karaçam Ormanları (Çeltikçi Köyü Yakınları).....	75
Fotoğraf 13 Orman Formasyonlarının Tahrip Edildiği Alanlarda Antropojen Çalı Formasyonları.	76
Fotoğraf 14: Sakaeli Köyünde Zayıf Bitki Örtüsünde Görünüm (Orta Havzası).....	77
Fotoğraf 15: Ilgaz Dağları Üzerindeki Yoğun Bitki Örtüsüne Sahip Gökmar Ormanları	79
Fotoğraf 16: Devrez Çayı Havza Kıyısında Kurulmuş Sakaeli Köyü	92
Fotoğraf 17: Çevlik Köyünde Yaşanan Taşkından Sonra DSİ Tarafından Yapılan Dere Islah Kanalı	93
Fotoğraf 18: Tosya Ovasında Yapılan Önemli Tarımsal Faaliyetlerden Biri Olan Çeltik Tarlaları	94
Fotoğraf 19: Geçmiş Yıllarda Taşkın Afetinin Yaşandığı Devrez Çayı (İnköy Mevkii)	95
Fotoğraf 20: Kurşunlu İlçe Merkezinde Mandı Deresi Islah Çalışması Kapsamında Yapılan Kanallar	97

Fotoğraf 21: Tosya İlçesi Kargı Köyü Afet konutları (Solda), Ilgaz İlçesi Mülayim Köyü Afet Konutları (Sağda).....	98
Fotoğraf 22: Vadiye Üzerinde Oluşan Kaymalar (Çeltikçi Köyü Yakınları).....	101
Fotoğraf 23: Ilgaz Dağı Milli Parkına Çıkan Yol Üzerinde Meydana Gelen Toprak Kayması.....	108



ÖZGEÇMİŞ

18/02/1991 Kastamonu Tosya doğdu İlk ve orta öğrenimini İstanbul'da tamamladıktan sonra 2009-2013 yıllarında Uşak Üniversitesi coğrafya bölümünden mezun olmuştur. 2013-2014 yıllarında Karabük Üniversitesinde Pedagoji formasyon eğitimini tamamladıktan sonra 2014 yılında aynı üniversitenin Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başlamıştır.

