



**T.C.
SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TAŞKIN ALANLARININ SENTETİK AÇIKLI RADAR (SAR)
GÖRÜNTÜLERİ ve ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİ (AHY)
İLE BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İlknur SAYKILI
(20169249025)**

**Geomatik Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Fatih POYRAZ**

**SİVAS
EYLÜL 2019**

İlknur SAYKILI'nın hazırladığı ve "TAŞKIN ALANLARININ SENTETİK AÇIKLI RADAR (SAR) GÖRÜNTÜLERİ ve ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİ (AHY) İLE BELİRLENMESİ " adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı	Doç. Dr. Murat Fatih POYRAZ Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Uğur ACAR Yıldız Teknik Üniversitesi
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi İ. Ercüment AYAZLI Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Özlem Pelin CAN
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 20.08.2014 tarihli ve 7 sayılı kararı ile kabul edilen Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırlanmıştır.



Bütün hakları saklıdır.
Kaynak göstermek koşuluyla alıntı ve gönderme yapılabilir.
© İlknur SAYKILI, 2019

ETİK

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- ✓ Bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- ✓ Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- ✓ Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere, bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- ✓ Bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ✓ Tezin herhangi bir bölümünü, Cumhuriyet Üniversitesi veya bir başka üniversitede, bir başka tez çalışması olarak sunmadığımı; beyan ederim.

18.09.2019

İlknur SAYKILI

ÖZET

TAŞKIN ALANLARININ SENTETİK AÇIKLI RADAR (SAR) GÖRÜNTÜLERİ ve ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİ (AHY) İLE BELİRLENMESİ

İlknur SAYKILI

Yüksek Lisans Tezi

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Fatih POYRAZ

2019, 66 + xvı sayfa

Taşkın olayları insan hayatını olumsuz yönde etkileyen, büyük can ve mal kayıplarının yaşanmasına neden olan doğal bir afettir. Meydana gelen taşkınlarda can kaybının yaşanması, insanların mağdur olmaları, çevreye verilen zararların fazla olması vb. olayların yaşanması ile doğal afetler, felakete dönüşmektedir. Son zamanlarda, sel tehlikesi haritaları, sel olaylarının çok sık meydana gelmesi nedeniyle oldukça önemlidir.

Tez çalışmasında Sivas Gürün ilçesi taşkın tehlike alanlarının belirlenmesinde uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı, Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) kullanılmıştır. Sentetik Açıklı Radar (SAR) görüntüleri ve AHY ile elde edilen sonuçların karşılaştırılmasının yapılması ve aralarında ki uyum yüzdesi araştırılarak en uygun sonucun belirlenmesi hedeflenmiştir.

AHY ile taşkın alanlarının belirlenmesinde genel literatürde kullanılan parametreler olan; yağış, eğim, yükseklik, bakı, arazi kullanım, akarsuya uzaklık, jeolojik yapı, havza ölçütleri değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda bu ölçütlere ek olarak plan eğrilik, profil eğrilik, topoğrafik nemlilik değeri (TWI) parametreleri de eklenerek sonuçlar değerlendirilmiştir. Taşkına etki eden parametreler belirlendikten sonra dört farklı senaryo üretilmiştir. SAR görüntüleri ile elde edilen sonuçlar, dört farklı senaryo oluşturularak üretilen taşkın alanları karşılaştırılmış ve iki yöntem arasındaki uyum alıcılık işletim karakteristiği (ROC) eğrisi ile belirlenmiştir. SAR ve AHY arasında ROC eğrisi altında kalan alanlar 0,55 ile 0,73 arasında değişen bir uyum sağlamaktadır.

Senaryo drtde plan eğrilik, profil eğrilik, topoğrafik nemlilik değeri (TWI) verileri kullanarak üretilen haritanın uyum yüzdesinin 0.73 olduğu görülmüştür. Sonuç olarak takn risk alanların belirlenmesinde plan eğrilik, profil eğrilik, topoğrafik nemlilik değeri (TWI) parametrelerin de eklenerek sonuçların daha iyi olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Takn, SAR, CBS, çok ltl Karar Verme Yöntemi, AHY, ROC Eğrisi



ABSTRACT

DETERMINATION OF FLOOD RISK AREAS BY SYNTHETIC OPEN RADAR (SAR) AND ANALYTICAL HIERARCHY METHOD

İlknur SAYKILI

Master of Science Thesis

Department of Geomatik Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Fatih POYRAZ

2019, 66 + xvi pages

The flood events are a natural disaster that affects human life negatively and causes great loss of life and property. Natural disasters are transformed into disasters due to the loss of lives, floods of people in the floods, high environmental damage etc. Recently, the flood hazard maps are very important due to the frequent occurrence of flood events.

In the thesis study, Remote Sensing and Geographical Information Systems (GIS) based, Analytical Hierarchy Method (AHY), which is one of the multi-criteria decision making methods, was used to determine the flood hazard areas of Sivas Gürün district. The aim of this study was to compare the results obtained with Synthetic Aperture Radar (SAR) images and AHY and to determine the most appropriate result by investigating the percentage of agreement between them.

The parameters used in the general literature to determine flood areas with AHY; rainfall, slope, altitude, view, land use, distance to river, geological structure, basin criteria were evaluated. In addition to these criteria, plan curvature, plan profile, topographic wetness index (TWI) parameters were added to the results. The four different scenarios were produced after determining parameters affecting the flood. The results obtained with SAR images were compared by generating four different scenarios and comparing the flood areas and determining the adaptive receiver operating characteristic (ROC) curve between the two methods. Areas under the ROC curve between SAR, and AHY provide a coherence ranging from 0.55 to 0.73.

In the scenario four, it was seen that the fit percentage of the map produced by using plan curvature, plan profile, topographic wetness index (TWI) data was 0.73. As a result, it was found that plan curvature, plan profile, topographic wetness index (TWI) parameters were also added to determine flood risk areas.

Key Words: Flood, SAR, GIS, Multidimensional Decision Making Method, AHY, ROC Curve



TEŞEKKÜR

Lisans ve Lisansüstü eğitim hayatımda bilgi ve deneyimleriyle yol gösteren ve danışmanlığımı üstlenerek, her koşulda yardımını esirgemeyen, hoşgörüsü ve manevi destekleriyle yanımda olan sayın hocam Doç. Dr. Fatih POYRAZ'a

Tez çalışması kapsamında analiz işlemlerin gerçekleştirilmesinde, bilgi ve deneyimleri ile katkı sağlayan ve yönlendirmesini esirgmeden yardımcı olan değerli bölüm akademisyenlerim Doç. Dr. Kemal Özgür HASTAOĞLU ve Dr. Öğr. Üyesi İ.Ercüment AYAZLI'ya

Lisans ve Lisansüstü eğitim sürecimde her anımda yanımda olan, yaptığım her çalışmalarda yardımını esirgmeden paylaşan eniştem Osman Nuri BULUT'a, her an beni motive ederek, manevi desteği ile yanımda olan halam Emine BULUT'a ve kuzenlerim Ecrin ve Ebrar BULUT'a

Tez çalışmamda bulunan uydu-radar görüntülerinin, ücretsiz kullanımını sağlayan Avrupa Uzay Ajansı (ESA)'na

Hayatım boyunca aldığım her kararda yanımda olan, en büyük destekçilerim, canım babam Turan SAYKILI'ya, değerli annem Müjgan SAYKILI'ya, kardeşlerim Öznur SAYKILI ve Ümmühan SAYKILI'ya sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	vi
ABSTRACT	viii
TEŞEKKÜR	x
İÇİNDEKİLER	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
SİMGELER DİZİNİ	xv
KISALTMALAR DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
1.1 Amaç ve Kapsam.....	3
1.2 Literatür Çalışmaları.....	4
1.2.1 Sentetik Açıklı Radar Görüntülerinin Taşkın Çalışmalarında Kullanılması	4
1.2.2 Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Taşkın Alanların Belirlenmesi	6
2. MATERYAL	10
2.1 Çalışma Alanı.....	10
2.2 Kullanılan Veriler ve Özellikleri.....	11
2.2.1 Sentinel-1A Sar Uydu Verisi ve Özellikleri	11
2.2.2 Sayısal Arazi Modeli (SAM) Verisinin Oluşturulması	12
2.2.3 Eğim	13
2.2.4 Yağış.....	15
2.2.5 Bakı	15
2.2.6 Arazi Kullanımı	16
2.2.7 Jeolojik Yapı.....	18
2.2.8 Akarsuya Olan Uzaklık ve Havza	19
2.2.9 Profil Eğriselliği.....	21
2.2.10 Plan eğriselliği	22

2.2.11 Topoğrafik Nemlilik İndeksi	23
3.TAŞKIN RİSK ALANLARININ BELİRLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER ve SONUÇ HARİTALARININ OLUŞTURULMASI.....	25
3.1 Sentetik Açıklıklı Radar (SAR) Görüntülerinin Taşkın Çalışmalarında Kullanılması.....	25
3.1.2 SAR Verilerin İşlenmesi, Genel İşlem Akışı ve Sonuç Haritalar	26
3.1.2.1 Sentinel-1A Görüntülerin Değerlendirilmesi	29
3.2 Çok Ölçütlü Karar Verme Analizi.....	33
3.2.1 Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY)	33
3.2.1.1 AHY verilere ait Karşılaştırma Matrisi, Ağırlıklar, Normalize Değerler ve Elde Edilen Taşkın Risk Haritası	36
4. TAŞKIN RİSK HARİTALARININ DOĞRULANMASI.....	50
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	56
KAYNAKÇA.....	59
ÖZGEÇMİŞ.....	66

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Çalışma Alanı	10
Şekil 2.2 Gürün İlçe Merkezi yükseklik haritası.	13
Şekil 2.3 Gürün ilçe merkezi eğim haritası.	14
Şekil 2.4 Gürün ilçe merkezi bakı haritası.	16
Şekil 2.5 Gürün ilçe merkezi arazi kullanım haritası.	17
Şekil 2.6 Gürün ilçe merkezi jeoloji haritası.	18
Şekil 2.7 SAM 'nde ki oluşan boşluk ve boşlukların doldurulması işlemi sonra oluşan görüntü (Güreşçi vd., 2012)	19
Şekil 2.8 Hidroloji analizi işlem akışı, akarsu alanları ve akarsu uzaklık haritaları. .	20
Şekil 2.9 Gürün ilçe merkezi havza alanları	21
Şekil 2.10 Gürün İlçe Merkezi profil eğrilik haritası.	22
Şekil 2.11 Gürün İlçe Merkezi plan eğrisellik haritası.	23
Şekil 2.12 Topoğrafik nemlilik indeksi.	24
Şekil 3.1 20 Mayıs 2018 tarihinde bölgede gerçekleşen taşkın olayına ait görseller (Dağtekin, 2018).	26
Şekil 3.2 Yapay Açıklı Radar görüntülerin işlem akış şeması.	27
Şekil 3.3 25.05.2018 tarihli Sentinel-1 görüntüsüne ait VV polarizasyon modu, Lee 3*3 spektral filtre, Lee 5*5 spektral filtre, Lee 7*7 spektral filtre uygulanmış görüntüleri.	28
Şekil 3.4 Ocak ve mayıs ayına ait sar verilerinin RGB kombinasyonu.	29
Şekil 3.5 Mayıs ayına ait sar verilerinin RGB kombinasyonu.	30
Şekil 3.6 Haziran ve mayıs ayına ait sar verilerinin RGB kombinasyonu.	31
Şekil 3.7 Ekim ve mayıs ayına ait sar verilerinin RGB kombinasyonu.	32
Şekil 3.8 Basit analitik hiyerarşi modeli (Saaty, 1980).	33
Şekil 3.9 Çalışma alanına ait AHY-1'e göre taşkın risk haritası.	39
Şekil 3.10 Çalışma alanına ait AHY-1 taşkın risk sınıflarının alansal dağılım yüzdesi.	40
Şekil 3.11 Çalışma alanına ait AHY-2'ye göre taşkın risk haritası.	42
Şekil 3.12 Çalışma alanına ait AHY-2 taşkın risk sınıflarının alansal dağılım yüzdesi.	42
Şekil 3.13 Çalışma alanına ait AHY-3'e göre taşkın risk haritası.	45
Şekil 3.14 Çalışma alanına ait AHY-3 taşkın risk sınıflarının alansal dağılım yüzdesi.	45
Şekil 3.15 Çalışma alanına ait AHY-4'e göre taşkın risk haritası.	48
Şekil 3.16 Çalışma alanına ait AHY-4 taşkın risk sınıflarının alansal dağılım yüzdesi.	48
Şekil 4.1 Sentinel-1 ve AHY-1 ROC eğrisi.	51
Şekil 4.2 Sentinel-1 ve AHY-2 ROC eğrisi.	52
Şekil 4.3 Sentinel-1 ve AHY-3 ROC eğrisi.	53
Şekil 4.4 Sentinel-1 ve AHY-4 ROC eğrisi.	54
Şekil 4.5 AUC-AHY uyum yüzde grafiği.	55

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Sentinel-1 görüntüleme modları (Sentinel-1 Team,2013).....	11
Çizelge 2.2 Yüksek çözünürlüklü Level-1 GRD görüntüleme modları (Sentinel-1 Team,2013).....	12
Çizelge 2.3 Gürün İlçe Merkezi 2018 yılına ait yağış miktarı (Saritaş, 2018).	15
Çizelge 3.1 AHY tercih ölçeği (Saaty, 1980).	34
Çizelge 3.2 Random gösterge değerleri (Macharis vd., 2004).....	35
Çizelge 3.3 Taşkın risk analizinde kullanılan ölçütler, alt ölçütler ve ağırlık değerleri.	36
Çizelge 3.4 AHY-1 ikili karşılaştırma matrisi.	37
Çizelge 3.5 AHY-1 normalize edilmiş matris değerleri ve ağırlık hesabı.	38
Çizelge 3.6 AHY-1Tutarlılık Hesabı.	38
Çizelge 3.7 AHY-2 ikili karşılaştırma matrisi	40
Çizelge 3.8 AHY-2 normalize edilmiş matris değerleri ve ağırlık hesabı.	41
Çizelge 3.9 AHY-2 Tutarlılık Hesabı.	41
Çizelge 3.10 AHY-3 ikili karşılaştırma matrisi.	43
Çizelge 3.11 AHY-3 normalize edilmiş matris değerleri ve ağırlık hesabı.	43
Çizelge 3.12 AHY-3 Tutarlılık Hesabı.	44
Çizelge 3.13 AHY-4 ikili karşılaştırm matrisi.	46
Çizelge 3.14 AHY-4 normalize edilmiş matris değerleri ve ağırlık hesabı.	46
Çizelge 3.15 AHY-4 Tutarlılık hesabı.	47
Çizelge 4.1 Eğri Altında Kalan Alan.	50
Çizelge 4.2 Sentinel-1 ve AHY-1 ROC Eğrisi Altında Kalan Alan.....	51
Çizelge 4.3 Sentinel-1 ve AHY-2 ROC Eğrisi Altında Kalan Alan.....	52
Çizelge 4.4 Sentinel-1 ve AHY-3 ROC Eğrisi Altında Kalan Alan.....	53
Çizelge 4.5 Sentinel-1 ve AHY-4 ROC Eğrisi Altında Kalan Alan	54

SİMGELER DİZİNİ

km	Kilometre
km²	Kilometre kare
m	Metre
A_s	Özgül Havza Alanı
tanβ	Yamaç Eğimi
sn	Saniye
mm	Milimetre



KISALTMALAR DİZİNİ

SCÜ	:	Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
CBS	:	Coğrafi Bilgi Sistemi
UA	:	Uzaktan Algılama
SAR	:	Sentetik Açıklı Radar
SAM	:	Sayısal Arazi Modeli
MCDA	:	Çok Kriterli Karar Verme Analizi
AHY	:	Analitik Hiyerarşi Yöntemi
EC	:	Avrupa Komisyonu
ESA	:	Avrupa Uzay Komisyonu
DEM	:	Sayısal Yükseklik Modeli
UTM	:	Universal Transverse Mercator
TWI	:	Topoğrafik Nem İndeksi
CI	:	Tutarlılık İndeksi
CR	:	Tutarlılık Oranı
RI	:	Random Gösterge
AUC	:	Eğri Altında Kalan Alan
DP	:	Doğru Pozitif
YP	:	Yanlış Pozitif
ROC	:	Karakteristik Eğri
ÇÖKA	:	Çok Ölçütlü Karar Analizi
SAM	:	Sayısal Arazi Modeli

1. GİRİŞ

İnsanlık için fiziksel, sosyal, ekonomik ve çevresel kayıplara neden olan, yaşamın olağan akışını ve insanların faaliyetlerini durdurmak ya da kesintiye uğratmak sureti ile toplulukları etkileyen, bu yönde etkilenen topluluğun kendi imkân ve kaynaklarını kullanarak baş edemeyeceği, kaynağı doğa, teknoloji veya insan olan olayların sonuçlarına afet denilmektedir (Url-1). Afetler, doğal ve doğal olmayan afetler olmak üzere iki sınıfta incelenir. Doğal afetler, insanların engel olamadığı, genelde kısa süre içerisinde cereyan eden, öngörülemeyen ve kontrol edilemeyen doğa olaylarıdır. Can ve mal kayıplarının yaşanmasına neden olur. Doğal afetlerin taşkın, deprem, heyelan vb. şeklinde sınıflandırılması mümkündür. Doğal olmayan afetler ise çevreye ve canlı yaşamına olumsuz etkileri olan, büyük zararların yaşanmasına neden olan hava kirliliği, su kirliliği, orman yangınları vb. olaylar olup kaynağı ise büyük oranda insandır.

Doğal afetler kategorisinde yer alan, şiddetli yağış, büyük oranda kar kütlelerinin hızlı bir şekilde erimesi gibi olaylar sonucu oluşan su kütlelerinin, akarsu yatağında birleşip, akışa geçerek taşmasına taşkın adı verilmektedir (Ağralıoğlu, 2007). Yoğun yağışın miktarına bağlı olarak veya karların erimesiyle oluşan su kütlelerinin, bir bölgeyi tamamen ya da kısa süreli sular altında bırakması olayına ise sel denir. Sel ve taşkın olayları genellikle eş anlamlı kelimeler olarak kullanılmasına rağmen aralarında farklar vardır. Sel olayı genellikle yukarı havzalarda ve akarsuların yan derelerde aniden oluşan ve bol miktarda sert materyal taşınan, yüksek ve eğimi fazla alanlarda gerçekleşir. Taşkınlar ise akarsu havzalarında ve sert materyal taşımının daha az olduğu olaylardır. Konuyla ilgili olarak sel ve taşkın terimlerinin eş anlamlı kullanılması ve ikisi arasında bir farklılık gözetmemenin anlam bütünlüğü sağlaması bakımından daha uygun olduğu düşünülmektedir (Parlak, 2006).

Küresel ısınmanın etkisiyle hava sıcaklıklarının artışı, karbondioksit oranının yükselmesi, buzulların erimesi, fırtınaların artması, kuraklık ve çölleşmenin artışı artık herkesin kabulleneceği netlikte iklim değişikliği gerçeğini ortaya çıkarmıştır. Yaşanan iklim değişikliği gerçeği doğanın olağan dengesini bozmakta, bu olumsuz faktörlerden biri olarak da meteorolojik bakımdan yağışları etkilemektedir. Son yıllarda küresel ısınmanın etkisiyle atmosfer ve iklim koşullarında oluşan değişimler sebebiyle yaşanan taşkın olaylarının artırması doğanın olağan dengesinin bozulmasına örnek olarak verilebilir (Kaya, 2012).

Yaşanan olumsuz doğa olaylarından taşkın, bölgenin iklimine, coğrafyasına, yağışın etkili olduğu alan büyüklüğüne ve koşullarına bağlıdır. Büyük havzalarda görülen taşkın olayı genellikle mevsimlik kar erimeleriyle oluşan su birikintisinin yağmur sularıyla birleşmesiyle oluşur. Küçük havzalar da yaşanan taşkınlar ise konvektif fırtınaların etkisiyle oluşan şiddetli yağışlar şeklinde yaşanmaktadır. (Özalp D., 2009; Oğuz vd., 2016).

Şiddetli yağmur ve toplu kar erimleri ile oluşan su kütlelerinin akarsu yataklarında toplanarak debi miktarında artışa sebep olması ve akarsu yataklarının taşıma kapasitesin üstüne çıkarak taşmasıyla oluşan akarsu taşkınları yaygın bir şekilde görülmektedir. (Yüksek vd., 2008). Taşkınlar çok fazla can ve mal kayıplarının yanı sıra, sosyal ve ekonomik yaşantıları da etkileyen ve büyük ölçüde hasara sebep olan doğal afetlerdendir.

Taşkınların meydana gelmesini sağlayan temel etkenlerin; doğa olaylarına bağlı meteorolojik etkenler olduğu düşünülse de dere ve akarsu yataklarının insanlık tarafından doğal hallerinin bozulması ve tahrip edilmesi de göz önünde bulundurulmalıdır (Özalp, 2009). Dere ve akarsu yataklarına yakın bölgelerde eğim ve yüksekliğin az olması, bu bölgeleri yerleşim ve ulaşım açısından önemli kılmaktadır. Bölgelerin doğal afetler bakımından fizibilitesi üzerinde çalışılmadan verilen imar izinleri ile oluşturulan yerleşim alanları, sanayi bölgeleri ve ulaşım ağı, bu bölgelerde kuru dere ve akarsu yataklarının tahrip edilmesini arttırmaktadır. Kurulan yerleşim alanları, sanayi bölgeleri ve ulaşım ağı dere ve akarsu yataklarının doğal akış güzergâhını kapatmakta ve yağışın etkisiyle debisinin artmasıyla suyun yatağından taşması ve önüne çıkan yerleşim, sanayi bölgeleri ve tarım alanlarını sular altında bırakması olayı yaşanmaktadır. İnsanlar çevreyi, kendi çıkarları doğrultusunda kullanarak, doğanın dengesinin bozmakta ve bu durum doğal felaketlerin yaşanmasına neden olmaktadır.

Ülkemiz coğrafi konum ve jeolojik özellikler bakımından eğimi yüksek alanlara sahiptir. Jeolojik koşulların meteorolojik olayların birleşmesi doğal afet oluşumuna alt yapı oluşturmaktadır.

Tez çalışmasına konu olan Sivas İli Gürün İlçesi genel olarak dağlık ve engebeli arazi özelliği taşır. Yüksek platolarla kaplı ve platoları kesen dereler ve kanyonlar bulunur. Bölgenin en önemli akarsuyu olan Tohma çayı, ilçeden geçmektedir (Kurtman, 1978). Bölgenin yerleşim alanı ilçe merkezinin tam ortasından geçen Tohma çayı ve

çevresinde kurulmuş olup bu nedenle bölgede kentsel hareketler fazladır. Bölge ulaşım ağı bakımından gelişmiş olup çevre illere ve ilçelere ulaşım kesintisiz sağlanmaktadır (Bozkurt, 2016). Bölgenin jeolojisi incelendiğinde ilçe merkezi çamur taşı, kireçtaşı, kumtaşı, alüvyon özellik taşıdığı görülmektedir. Çamur taşı, kumtaşı, kireçtaşı boşluklu yapıya sahip olup bu boşluklu yapısı sayesinde bünyesinde bulunan su ve su kütlelerini havzalara taşıma özelliği gösterir. Alüvyon yapıdaki topraklar dere ve dere yataklarını besleyen jeolojik özellik taşır (Arslan, 2019).

Gerek ülke bazında gerekse tez çalışmasına konu olan bölgede afetlerin önlenmesi teknik olarak mümkün olarak gözükme bile, gerekli tedbirlerin alınmasıyla yaşanacak zararların etkisinin minimuma indirilmesi sağlanabilir.

1.1 Amaç ve Kapsam

Taşkın risk analizleri, taşkın risk oluşumunda etkilenen sonuçların değerlendirilmesi olarak tanımlanır (Merz vd., 2008). Taşkınlar, doğal olarak engellenemeyen olaylar olup ancak sosyal ve ekonomik olarak zararlı etkileri azaltmak için önlemler alınabilir. Bu kapsamda, taşkın risk planlaması öne çıkan bir öge olup, bu planlar ile yaşanabilecek taşkın olaylarının zararlı etkileri en aza indirilebilir. Taşkın risk planlamasında birçok yöntem geliştirilmekte ve kullanılmaktadır. Gelişen teknolojiyle birlikte Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) sistemleri risk çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Uzaktan algılama ve CBS ortamında ki çalışmaların birlikte kullanılabilirliği bu iki faktörü cazip kılan bir özelliktir.

CBS ve UA sistemlerin de veri kaynaklarına hızlı erişim sağlamakta, zaman ve maliyeti daha uygun olması yönüyle son zamanlarda kullanımları artmaktadır. Gelişen uzaktan algılama teknolojilerinde yeni uydu görüntüleri çeşitli kullanım alanları sunmaktadır. UA, büyük alanların uzak mesafeden görüntülenmesi, verilere hızlı erişim ve verinin depolanması açısından önemlidir. Verilerin hesaplanması klasik yöntemlere göre kolay ve kısa zamanda elde edilmesine olanak sunmaktadır. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda uzaktan algılama, taşkın haritalama ve hasar tespit çalışmalarında çok kullanışlı bir kaynak haline gelmiştir (Özdemir, 2008). CBS karmaşık hale gelen mekânsal verilerin çözümü için önemli bir araçtır. Elde edilen verilerin önemli ölçüde mekânsal veriler olduğu düşünüldüğünde karar verme ve hızlı bir şekilde sonuçlanması bakımından CBS büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, taşkın risk analizlerinin uygun amaç doğrultusunda kullanılarak, Coğrafi Bilgi Sistemi ve uzaktan algılama sistemleri ile bölge için güncel taşkın risk haritalarının oluşturulması hedeflenmiştir. Uzaktan algıma yönteminde Sentinel-1 uydu radar görüntü verisi kullanılarak taşkın haritası oluşturulması amaçlanmıştır. CBS’nde taşkın riski oluşumuna etki eden faktörler doğrultusunda altlık veriler oluşturulması ve gerekli risk analizleri yapılarak taşkın haritaların oluşturulması amaçlanmıştır. Son aşamada ise UA ve CBS ortamında yapılan analizler ile oluşturulan risk haritaların birbiriyle entegre edilerek ne kadar uyum sağladığını belirlenmesi hedeflenmektedir.

Çalışma bölgesinin Gürün İlçe Merkezi olarak belirlenmesinin nedeni, bölgenin topografik ve jeolojik özellikleri nedeniyle taşkın riskine maruz alanlardan olması, gerek geçmiş yıllarda ve gerekse 2018 yılında sosyal ve ekonomik zarar boyutuyla çevreye zarar veren taşkınların yaşanmış olması (Saritaş, 2019), bölge kentsel alanlarının ve tarım alanlarının bu risk alanı içerisinde bulunmasıdır.

1.2 Literatür Çalışmaları

Tez çalışması kapsamında literatür çalışmaları iki bölümde incelenmiştir, ilk bölüm Sentetik Açıklı Radar (SAR) görüntülerinin taşkın çalışmalarında kullanılması, ikinci bölüm taşkın alanlarının CBS ve AHY ile belirlenmesi kapsamında yapılan çalışmalardan oluşmaktadır.

1.2.1 Sentetik Açıklı Radar Görüntülerinin Taşkın Çalışmalarında Kullanılması

Čotar vd., (2016), Slovenya ve yakın çevresinde bulunan su kütlelerini Sentinel-1 uydu verisi ile haritalanmıştır. Uygulanan çalışmada Otsu’ nun eşik değer yöntemi su ve karanın ayrılmasında kullanmışlardır. Sonuç olarak su kütlelerinin belirlenmesinde Sentinel-1 uydusunun VV modunda daha güvenilir ve doğru sonuçlar elde edilmiştir.

Twele vd., (2016), Mart 2015’te Meriç Nehrinde yaşanan taşkın olayını Sentinel-1 verisi ile su ve araziyi sınıflandırmak için kullanmıştır. Sentinel-1’in interferometrik geniş alan (IW) modunun VV/VH polarizasyonları ayrı ayrı yapılan işlemlerin doğruluğu sonucunda VV modunun, VH moduna göre daha iyi sonuç verdiğini görülmüştür.

Clement vd., (2017), Yorkshire/İngiltere’de yaşanan taşkın olayını Sentinel-1 uydu verisinin VH ve VV polarizasyon modlarını kullanarak analiz işlemlerini

gerçekleştirmişlerdir. Yapılan analiz sonuçları Sentinel-2 uydu verisine ait görüntüler yardımıyla doğrulanmıştır. VH ve VV polarizasyon modlarında %97 doğruluk elde edilmesine rağmen VV modunda yapılan sınıflama sonucunda daha az yanlışlık olduğu anlaşılmıştır.

Psomiadis (2017), Orta Yunanistan'ın Fthiotida Bölgesi'ndeki Sperchios Nehri'nin, son zamanlarda çevresel ve sosyoekonomik ilgisinin artan bir havza özelliği taşıyan bu bölgede çalışmalarını gerçekleştirmiştir. 2015 Şubat ayının başında bölgede meydana gelen yoğun ve şiddetli yağışların neticesinde büyük sel felaketi yaşanmıştır. Sel olaylarını kapsayan önceki ve sonraki Sentinel-1'den elde edilen iki uzaylı radar görüntüsü kullanılarak işlemler gerçekleştirilmiştir. Sel tehlikesi haritaları üretmek için iki farklı yöntem kullanılmıştır. İki yöntemden elde edilen su altındaki alanlar tespit edildi ve benzer sonuçlar elde edilmiştir. Sonuç olarak VV modunun, eşikleme yöntemindeki VH modu ile karşılaştırıldığında, daha iyi sonuçlar verdiği, sel tehlikesi ve acil durumlarda uygulanabileceği anlaşılmıştır.

Bayık, Abdikan vd., (2018), yoğun yağış sonrasında meydana gelen sel insan yaşamını riske atar, ekonomik hasarların oluşmasını yol açar. Nehir yönetiminde su başmış alanlarının haritalanması, karar alma ve acil durum hizmetleri önemlidir. Bu çalışmada Edirne ilinde su altında kalan alanlar çok zamansal değişim tespit analizi ile belirlenmiştir. Bölgede 2 Şubat 2015'te kentsel ve kırsal alanları etkileyen büyük su taşkını yaşanmıştır. 2015 yılı Ocak ve Şubat aylarına ait olay öncesi ve sonrası Sentinel-1 verileri çalışmada kullanılmış ve su altında kalanlar belirlenmiştir.

Akgül (2018), Aralık 2016-Ocak 2017 tarihleri arasında Mersin ilinde meydana gelen taşkında en çok etkilenen bölgelerden olan Berdan ovasında, Sentetik Açıklıklı Radar (SAR) uydularından Sentinel-1 uydusunun taşkın alanlarının tespitindeki kullanımı araştırılmıştır. Bölgeye ait 12 adet Sentinel-1 verilerin hepsine eşik değeri yöntemiyle analiz edilmiş ve taşkın alanları belirlenmiştir. Sayısal arazi modeli (SAM) yardımıyla çalışma bölgesinin kot-alan-hacim hesap grafik cetveli oluşturulmuştur. Bu grafik ve elde edilen taşkın alanları yardımıyla uyduların taşkın ve hacimleri oluşturulmuştur. Sonuç olarak Sentinel-1 uydusunun taşkın çalışmalarında kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Tavus, Kocaman, vd., (2018), Mayıs 2018'de Ankara'da yaşanan sel olayı, Sentinel-1 SAR verileri kullanılarak haritalanmıştır. Çalışma sonucunda SAR verileri uygun yöntemler kullanılması durumunda taşkın sırasında hızlı ve doğru sonuçlar sağladığını

ve taşkın olaylarının doğası, yani yoğun bulut kapsamı nedeniyle, şu anda optik uzaktan algılama teknikleriyle yeri doldurulamadığını göstermektedir.

Zoka vd., (2018), çalışmasında optik ve radar verilerini kullanarak taşkın etkisini ve su altında kalan alanların tespit edilmesinde kullanılmıştır. Mayıs 2016'da Batı Tesalya'nın orta doğu kısmında yaşanan taşkın olayını, Landsat-7 ETM + ve Sentinel-1 SAR verileri ile haritalanmıştır. Landsat-7 için birkaç su endeksi ve Sentinel-1 için eşik yöntemi uygulandı ve sonuçlar haritalandı. Sentinel-2 görüntüleri kullanılarak, su basmış alanın arazi örtüsü belirlenmiştir. Optik veriler bulutlara nüfuz edemez, taşkın riski alanlarda radar verileri bulut örtüsü üzerinden gözlemler gerçekleştirerek etkili ve zamanında taşkın uyarısı alınabilir sonucuna ulaşılmıştır.

1.2.2 Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Taşkın Alanların Belirlenmesi

Özcan (2008), Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yöntemlerini kullanarak taşkın risk analizi gerçekleştirilmiştir. Risk alanların belirlenmesinde, Hidrolojik-Hidrolik Model ile Çok Ölçütlü Karar Analiz (ÇÖKA) metodunda, havza da taşkına neden olan parametreler kullanılarak Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) uygulanmış ve her iki yöntemle ait taşkın risk alanları belirlenmiştir. Uygulan iki yöntemin sonuçları değerlendirildiğinde ÇÖKA yönteminde kullanılan parametrelerin sınırlı olması ve Hidrolojik-Hidrolik Model'e göre kısıtlamanın az olmasından dolayı daha yüksek risk değeri elde edilmiştir. Taşkın risk çalışmalarında kullanılan yöntemin sınır koşulları göz önünde bulundurulmalı ve hesaplamalar bu amaç doğrultusunda gerçekleştirilmelidir.

Sinha, Bapalu, Singh, Rath (2008), sıklıkla taşkın yaşanması ve çevreye zarar vermesi ve insanların yaşantısını olumsuz etkilediği için araştırma bölgesi Hindistan'ın doğusunda, Bihar ovasında bulunan Kosi nehri belirlemiştir. Taşkın riski analiz aşamasında Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) belirlenmiştir. AHY'nde kullanılacak parametreler, arazi örtüsü, yükselti, akarsu alanlarına olan mesafesi, vejetasyon ve nüfus yoğunluğu olarak belirlenmiş ve Taşkın risk haritası, geçmişte uzun süreli su basmış alan haritalarıyla doğrulanmış, taşkın riskinin fazla olduğu alanlarda taşkın verdiği zararları azaltma önlemlerinin planlanması için uygun maliyetli bir çözüm önerilmiştir.

Öztürk (2009), doktora tez çalışmasında sel ve taşkın duyarlılıkların belirlenmesinde Çok Ölçütlü Karar Analizi yöntemleri(ÇÖKA) AHY'ne dayalı bir model tasarlanması

ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamında arayüz programı geliştirilmesi hedeflenmiştir. Modelde yükseklik, yağış, baki, eğim, drenaj yoğunluğu ve alt havzaların büyüklüğü olmak üzere altı kriter kullanılmıştır. Arayüz programı; kriterlerin normalleştirilmesi, ağırlıkların belirlenmesi ve ÇÖKA yöntemlerini kapsamaktadır. Geliştirilen modelin güvenilebilir sonuç sağlamıştır.

Fernández, Lutz (2010), Arjantin, Tucumán eyaletinde bulunan Yerba Buena ve Tucuman kentlerinde son yıllarda yoğun selin neden olduğu sel felaketleri artmaktadır. Bölgede meydana gelen taşkın ve seli etkileyen ana faktörler arazi ve meteorolojik özelliklerdir. Yaşanan sel ve taşkınlar AHY ile analiz edilmiştir. Ana faktörler ve arazi örtüsü, drenaj ağı, eğim ve yükselti parametreler AHY ile ağırlıkları hesaplanmıştır. Sonuç olarak taşkın risk alanları oluşturularak onaylanmıştır.

Dang, Babel, Luong (2011), çalışmada sel risk parametreleri tanımlamak ve ölçmek için AHY analizi kullanılmıştır. Nüfus ve kirlilik, binalar, sosyal, ekonomik ve çevresel etkenler taşkın baskınlarına neden olan önemli göstergelerdir. Çalışma sonuçlarında taşkın risk haritaları sel riskini azaltmak için gerekli önlemler almaları ve uygulamaları açısından önemlidir.

Tek (2013), yaptığı çalışmada İstanbul, Kâğıthane deresi taşkın risk haritaları coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama yöntemleriyle üretilmesi hedeflenmiştir. İlk adımda taşkın tanımı ve etkileyen faktörler belirlenmiştir. Taşkın meydana gelmesini etkileyen faktörler çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHY ile risk haritası oluşturulmuştur. Yüksek taşkın riski derenin güney kısmında yoğunlaştığı, yerleşim alanlarını (bina, mahalle, cadde), kamu kurumlarının vb. birçok yapının etkileneceği belirlenmiş ve gerekli önlemler belirlenmiştir.

Siddayao, Valdez, Fernandez (2014), AHY ile, kuzey Filipinler'de taşkın alanı olan Enrile kasabasında taşkın risk analizi ve değerlendirmesi CBS ortamında üretilmiştir. İstatistiksel, coğrafi ve tarihsel verilerle birlikte uzman görüşlerinden edinilen bilgiler doğrultusunda AHY ile risk analizi gerçekleştirilmiştir.

Yılmaz (2015), çalışmasında Çok Ölçütlü Karar Analizi (ÇÖKA) yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Yöntemiyle Çorum ilinin taşkın tehlike haritası elde edilmiş ve taşkın tehlike alanları ile çalışma alanında yaşanan tarihi taşkınlarla karşılaştırılmış ve tehlike haritasının doğruluğu tespit edilmiştir. Taşkın neden olan faktörlerin doğru belirlenmesiyle ÇÖKA ile elde edilen taşkın tehlike haritalarının gerçekçi bir sonuç sağladığı belirlenmiştir.

Chitsaz, Banihab, (2015), İran'daki Gorganrood Nehri için taşkın risk analizlerinde kullanılan çok ölçütlü karar analizi (ÇÖKA) yöntemlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Karşılaştırmada sekiz farklı metod kullanılmıştır.

Toprak (2015), çalışmada taşkın önemi, daha önce yapılmış çalışmalar incelenmiş, sel ve taşkın etki eden faktörler belirlenmiş ve analiz teknikleri belirlenmiştir. CBS ortamında AHY analiz tekniği kullanılarak risk altında kalan alanlar belirlenmiştir.

Oğuz vd., (2016), çalışmalarında taşkın risk alanlarının belirlenmesi için Artvin ili seçilmiştir. Taşkın risk alanlarının belirlenmesinde CBS tekniklerinden yararlanılmıştır. Çalışma için eğim, bakı, toprak, maksimum yağış, arazi kullanımı, jeoloji ve akarsuya uzaklık verileri Çok Ölçütlü Karar Analizi (ÇÖKA) yöntemi kullanılarak uygulanmış ve taşkın risk alanlar belirlenmiştir. Bölge yüksek taşkın risk taşımakta ve yaşanacak taşkın durumunda yerleşim ve tarım alanları etkileyeceği sonucuna ulaşılmıştır.

Ocak (2018), yüksek lisans tez çalışmasında, Ünye ilçe sınırı içerisinde yer alan havzaların taşkın risk potansiyeli, CBS teknikleri kullanılmıştır. Taşkın afet risk analizinin yapıldığı bu çalışmada Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKA) metodu, taşkın risk gruplarının belirlenmesinde eğim, toprak, bakı, jeoloji, arazi kullanımı, yükseklik ve yağış parametreleri Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) ile kullanılmıştır. Meydana gelebilecek olası taşkın zarar vermesine yönelik, taşkın risk analizi ile çoklu zarar görülebilirlik analizi gerçekleştirmiş ve sonuç haritalar oluşturulmuştur.

Tokgözlü ve Özkan (2018), Aksu Çayı Alt Havzası'na taşkın yaşanmasında etkili faktörler; yağış, arazi örtüsü, eğim, toprak, litoloji, akarsu ağlarına yakınlık olarak belirlenmiş ve aralarında önem derecelerine göre sıralama işlemi gerçekleştirilmiştir. AHY ile hesaplanan katsayılar ve matrislere göre işlemler CBS ortamında geliştirilmiş ve taşkın tehlike haritası oluşturulmuştur.

Ortaç (2019), çalışmasında, çok kriterli karar verme yöntemiyle taşkın risk alanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Taşkın risk alanların belirlenmesinde, çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Yöntemi kullanılmıştır. Taşkın risk haritasının elde edilebilmesi için çalışma sahasına ait toprak, litoloji, arazi kullanımı, akarsu yakınlık, yükselti, eğim, bakı özelliklerine ait veriler kullanılmıştır. AHY ile önemlilik dereceleri belirlenmiş ile taşkın risk haritası elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar büyük felaketlerinin yaşanana neden olan taşkın olaylarını doğrular nitelikte olduğu sonucuna varılmıştır.

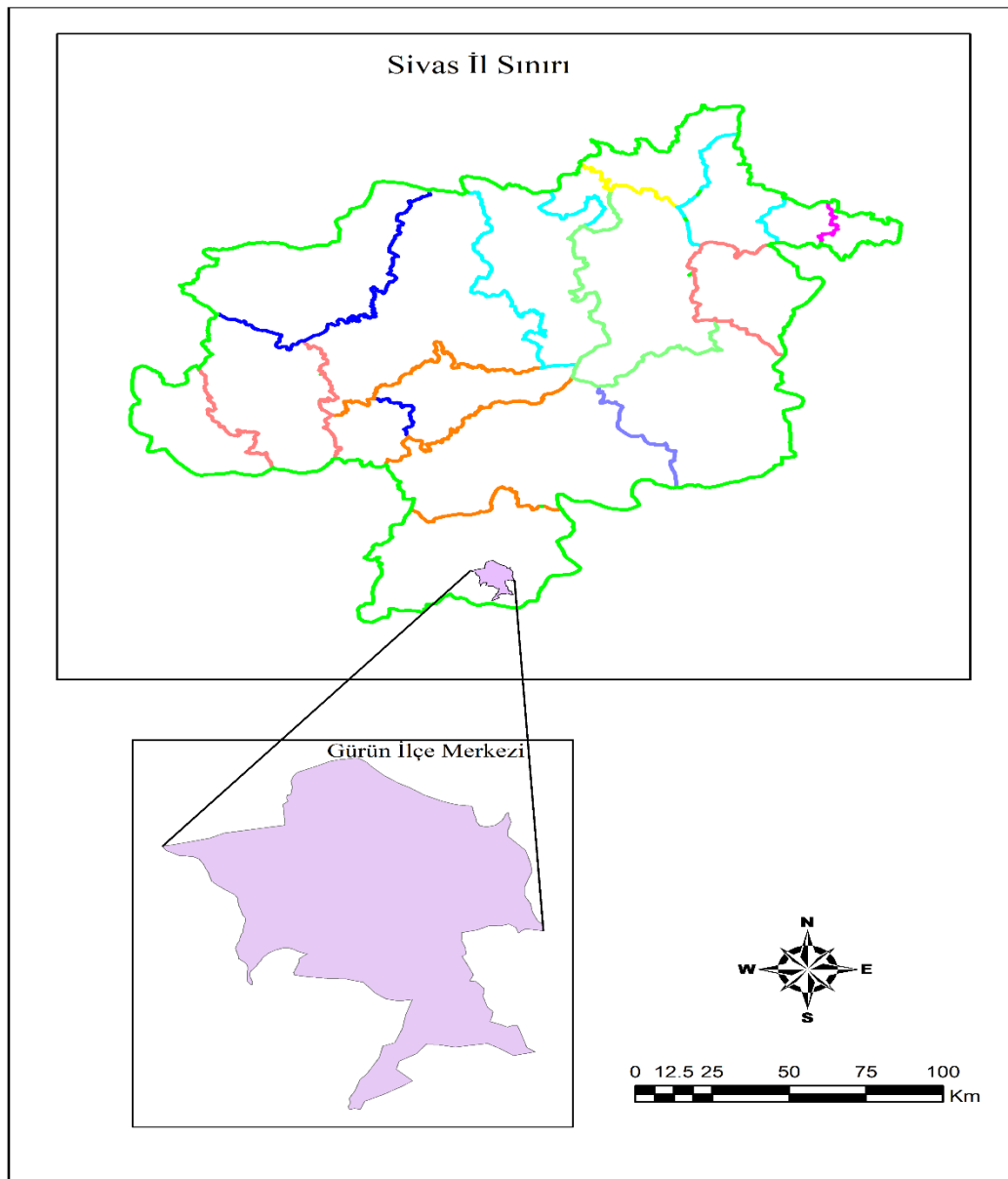
Literatür çalışmaları incelenerek tez çalışması kapsamında ; her iki yöntem kullanılarak taşkın alanları belirlenmesi amaçlanmıştır. İki yöntemin karşılaştırılması yapılarak, aralarındaki uyum yüzdesi ROC Eğrisi ile belirlenmesi hedeflenmiştir. ROC Eğri sonuçlarına göre en iyi sonuç elde edilene kadar deneme yapıldı ve en iyi sonucu topoğrafik nemlilik, plan ve profil eğriliği parametrelerin eklenmesiyle elde edildiği tespit edildi.



2. MATERYAL

2.1 Çalışma Alanı

Gürün, Sivas ilinin Doğu Anadolu Bölgesi toprakları sınırları içerisinde yer alan ilçesidir. Sivas iline 136 kilometre (km) mesafe de yer almaktadır. İlçe Tohma Çayı kenarında kurulmuş, yüzölçümü 2.797 km² ve rakımı 1.330 m'dir. Yeryüzü şekilleri bakımından çevresi dağlarla çevrili ve engebeli arazi yapısına sahiptir. Kışları soğuk ve karlı, yazlar ise sıcak ve kurak özeliğe sahip olup ilçede karasal iklim özellikleri hüküm sürmektedir. İlçe ekonomisi büyük oranda tarım ve hayvancılığa dayalıdır.



Şekil 2.1 Çalışma Alanı

2.2 Kullanılan Veriler ve Özellikleri

2.2.1 Sentinel-1A Sar Uydu Verisi ve Özellikleri

Sentinel-1 uyduları, Avrupa Komisyonu (EC) ve Avrupa Uzay Ajansı (ESA)'nın ortak girişimi olan Copernicus programı kapsamında geliştirilen takımyıldızı uydularındandır. Sentinel-1 ve Sentinel-2 takımyıldızları aynı yörünge düzlemini paylaşan uydulardır. (Sentinel-1 Team,2013).

SAR, bulut örtüsünün veya aydınlatmanın yetersiz kaldığı durumlara rağmen dalga boylarını engellemeyip çalışma olanağı sağlar ve tüm hava şartlarında, gece veya gündüz her koşulda veri erişimini C bantlı sentetik açıklı radar (SAR) aleti ile sağlar ve geniş alanları güvenilir, tekrarlı izleme imkânı sunar. İlk uydu 3 Nisan 2014'te Sentinel-1A ve 25 Nisan 2016'da Sentinel-1B uyduları kullanımı başlamıştır ve zamansal çözünürlüğü 12 gündür.

Sentinel-1 verilerin geniş uygulama alanına sahiptir. Uygulama alanları deniz ve kara izlemesi, doğal afet oluşmasının etkisiyle acil durum haritalarının oluşturulması, orman, tarım alanlarının ve su kaynakları vb. şeklinde sınıflandırılabilir. Sentinel-1 uyduları, farklı çözünürlük ve tarama genişliği olan dört farklı modda çalışır.

Çizelge 2. 1 Sentinel-1 görüntüleme modları (Sentinel-1 Team,2013)

Mod	Tar. Gen. (km)	Çöz. (SLC) (m)	Çöz. (GRD) (m)	Polar. (H:Yt V:Dk)
Strip Map (SM)	80	5*5	23*23	HH+HV, VH+VV
Interferometric Wide Swath (IW)	250	5*20	20*22	HH+HV, VH+VV
Extra-Wide Swath (EW)	400	20*40	50*50	HH+HV, VH+VV
Wave-Mode (WM)	20*20	5*5	-	HH+HV, VH+VV

Level-0, Level-1 SLC, Level-1 GRD ve Level-2 modlarında farklı veri üretebilmektedirler.

Level-0 sıkıştırılmış odaklanmamış SAR ham veri setinden oluşur. Verilerin kullanılabilir hale gelmesi için SAR işlemcisi yardımıyla sıkıştırılması ve işlenmesi gerekir (Url-2).

Level-1 Tek Bakımlı Kompleks (SLC) ürünleri, uydudan gelen yörünge ve davranış verileri yardımıyla sunulan coğrafi referanslı odaklanmış SAR verilerinden oluşur. Tam aktarım sinyali, bant genişliğini kullanır ve her boyutta tek bir görünüm içeren ve

faz bilgisini koruyan karmaşık öğelerden oluşur. Belirtilen alanları faz ve genliğe sahip karmaşık görüntülere sahiptir (Url-2).

Level-1 Zemin Aralığı Algılanan (GRD) ürünleri, Dünya elipsoidi modeli kullanılarak tespit edilmiş, çok bakımlı ve zemin aralığı yansıtılarak odaklanmış SAR verilerinden oluşur. GRD ürünleri üç çözünürlüğe sahiptir: Tam çözünürlük (FR), Yüksek Çözünürlük (İK), Orta Çözünürlük (MR). Çözünürlük gerçekleştirilen çoklu görünüme bağlıdır (Url-2).

Çizelge 2.2 Yüksek çözünürlüklü Level-1 GRD görüntüleme modları (Sentinel-1 Team,2013).

Mod	Çözünürlük (m)	Piksel Aralığı (m)	Bakış Sayısı
SM	23*23	10*10	6*6
IW	20*22	10*10	5*1
EW	50*50	25*25	3*1

Level- 2 Okyanus (OCN) verileri: Okyanusun jeofizik parametrelerinin sistematik olarak dağıtılmış verilerden oluşur.

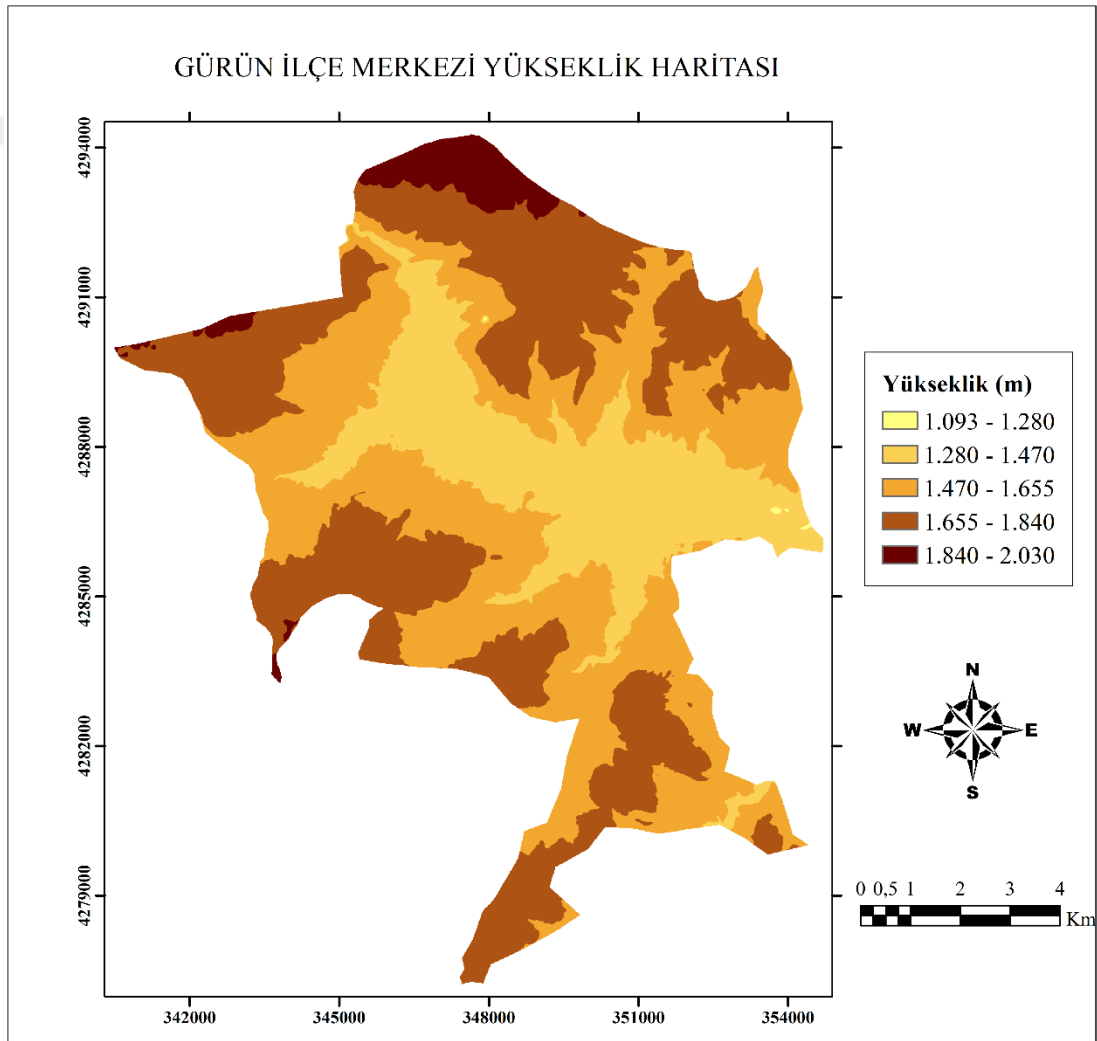
2.2.2 Sayısal Arazi Modeli (SAM) Verisinin Oluşturulması

Sayısal arazi modeli (SAM); yüzey konumu ve yükseklik bilgilerinden oluşan bir model olmakla birlikte arazini yükseklik özelliği hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlamaktadır (Url-3). Yükseklik bölgenin eğim ve iklim özelliğini belirleyen bir faktördür. Bununla birlikte doğal akım üzerinde de oldukça önemlidir. Bölgenin sahip olduğu yükseklik arttıkça buna bağlı olarak sıcaklık azalır, yağış miktarı artar. Sıcaklığın azalması ile buharlaşma miktarı da azalacağı için bölgeye düşen yağış miktarı da artmaktadır. Yüksekliğin artışı ile yüzeysel akış doğru orantılıdır.(Hoşgören, 2004).

Yüksek bölgelerde akımın fazla olması gelen yağışları yüksekliğin az olduğu bölgelerde toplanmasını sağlar. Bu kapsamda yüksekliğin az olduğu bölgeler de biriken su ve su kütle miktarını etkilemesi nedeniyle yükseklik faktörü taşkın riski açısından büyük önem taşır (Görçelioğlu, 2003).

Çalışma bölgesinin sayısal arazi modeli harita genel komutanlığı tarafından hazırlanan 1/25000 ölçekli haritalar altlık olarak kullanılmıştır. Çalışma bölgesini kapsayan yükseklik eğrilerine ait sayısal K38A3 – K38B4 - K38C1 - K38D2 paftaları

kullanılmıştır. Bu paftalar UTM (Universal Transverse Mercator) projeksiyonu, ED 50 datumu ve 37. Zon koordinat sisteminde birleştirilmiştir. Paftaları birleştirme işlemi ve coğrafi bilgi sistemi (CBS) ortamında yapılacak tüm analizler için Sivas Cumhuriyet Üniversitesi (SCÜ) adına lisanslı ArcGIS 10.1 programı kullanılmıştır. 1/25000 ölçekli haritaların değerlendirilmesinde hücre aralığı genel olarak 10 m ile 30 m değer aralığında kullanılabilir (Delikanlı, 2010). Çalışma bölgesine ait sayısal arazi modeli 10 x 10 m hücre (grid) aralığında oluşturulmuştur. Elde edilen yükseklik haritası Şekil 2.2’de gösterilmiştir.



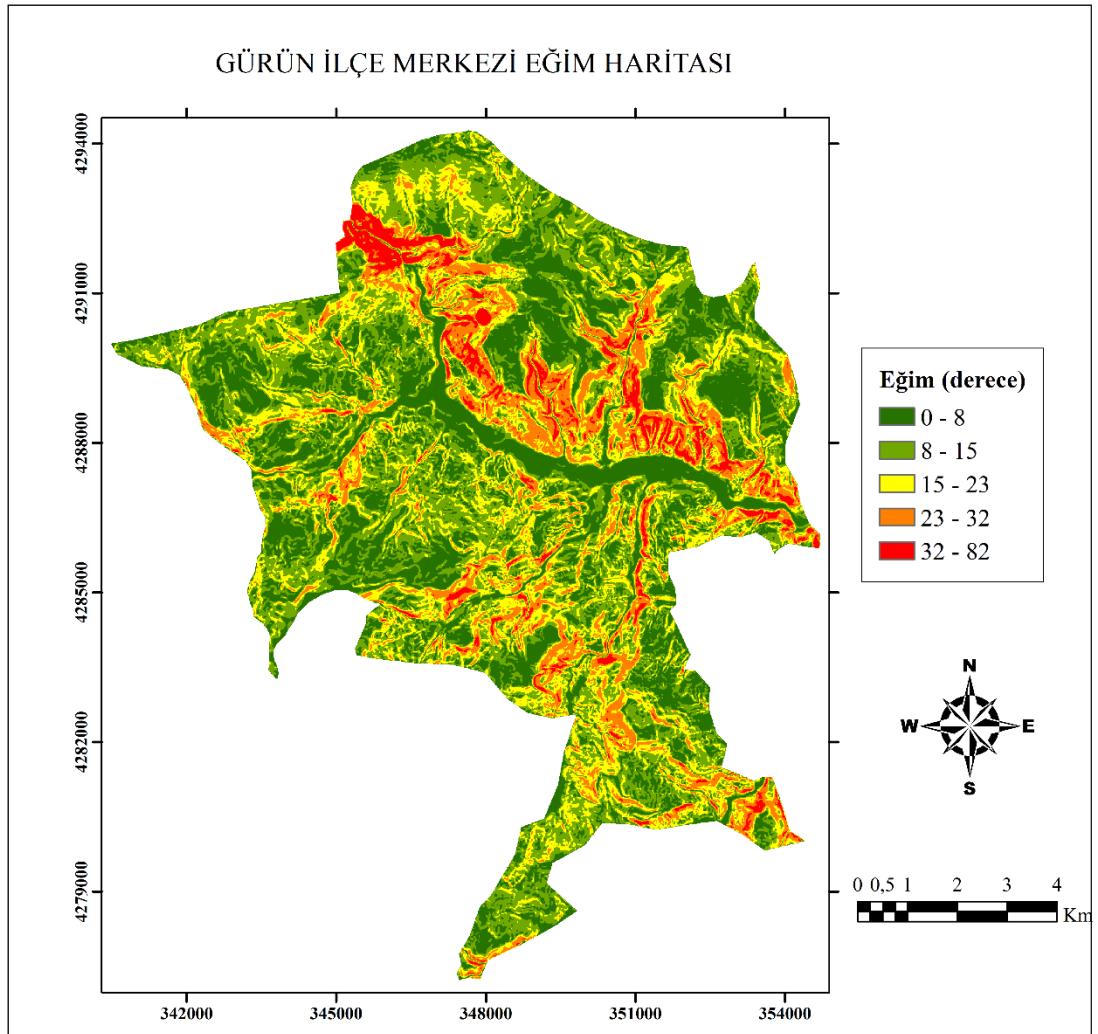
Şekil 2.2 Gürün İlçe Merkezi yükseklik haritası.

2.2.3 Eğim

Eğim bölgede ki akış miktarını ve hızını, yüzeyde biriken yağış miktarını ve su kütlelerini buna bağlı olarak toprağın nemliliğini etkileyen bir faktördür (Görcelioğlu,

2003). Taşkınların oluşumunda bölgenin eğim özelliği belirleyici özelliklerdendir. Eğim arttıkça sızma ve buharlaşma miktarı azalır. Eğimin fazla olduğu yerlerde, toprağın su tutma potansiyelinin azalması, sızmanın ve buharlaşmanın da az olması nedeniyle yağmur suları, akarsuya karışan yağmur suyu miktarını etkilemektedir. Eğimin arttıkça yüzeysel akışın artması, eğimin az olduğu bölgelerdeki su miktarı etkiler ve düşük eğime sahip alanlarda biriken su miktarı daha fazla olmaktadır. Bu nedenle eğimin düşük olduğu bölgelerde su miktarının fazla olması taşkın oluşumunu etkileyen faktördür (Özalp 2009, Hoşgören 2004). Eğimin düşük olduğu bölgelerde, yüksek bölgelerden gelen su ve su kütlelerini topladığı için taşkın süresi, etkisi daha uzun olmaktadır (Özdemir, 1978).

Çalışma bölgesine ait oluşturulan sayısal arazi modeli kullanılarak, eğim analizi işlemi sonucu oluşturulan eğim haritası Şekil 2.3’de gösterilmiştir.



Şekil 2.3 Gürün ilçe merkezi eğim haritası.

2.2.4 Yağış

Taşkın oluşumunu etkileyen önemli faktörlerden olan yağış, miktarı, şekli ve şiddeti bakımından etkilemektedir. Taşkın oluşumu, çoğunlukla sağanak şeklinde ve şiddetli yağışlar şeklinde etkiler. Taşkın oluşum hızı şiddetli yağışların süresi ile doğru orantılıdır. Sağanak yağışlar esnasında fazla miktarda yağmur suyu yeryüzüne düşer ve yağış şekline bağlı olarak toprağa sızmasını engeller ve taşkın oluşumu sağlamaktadır (Hoşgören, 2004).

Yağışlar akarsu yataklarında akan su miktarını etkiler. Yağış miktarının fazla olması akarsuyun sahip olduğu su miktarını yükselterek artmasına neden olur. Yağışın süresinin artması akarsuyun sahip olduğu yatak taşıyacağı kapasitenin üstüne çıkmasıyla akarsu dışı doğru taşarak taşkınları oluşumunu sağlar.

Bahar mevsiminde görülen taşkınlar kar erimelerinden kaynaklanır. Yüksek alanlarda karın erimesi havza boyunca akışın gerçekleşmesiyle akarsulara karışır. Yağışla birlikte eriyen kar suları birleşerek akarsuya karışır ve debinin artmasıyla akarsu yatağını zorlar. Taşıyamayacağı noktaya ulaşan su yatak dışına taşarak taşkın oluşturur.

Çalışma bölgesine ait 2018 yılına ait aylık yağış miktarı DSİ Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Bölgeye ait yağış miktarı Çizelge 2.3 incelendiğinde ocak, mayıs, haziran, ekim aylarında yağışın fazla olduğu görülmektedir.

Çizelge 2.3 Gürün İlçe Merkezi 2018 yılına ait yağış miktarı (Sarıtaş, 2018).

Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım
Yağış(mm)	94,6	6,8	25,6	3,6	85,2	55,9	0	4,9	14	34	16,6

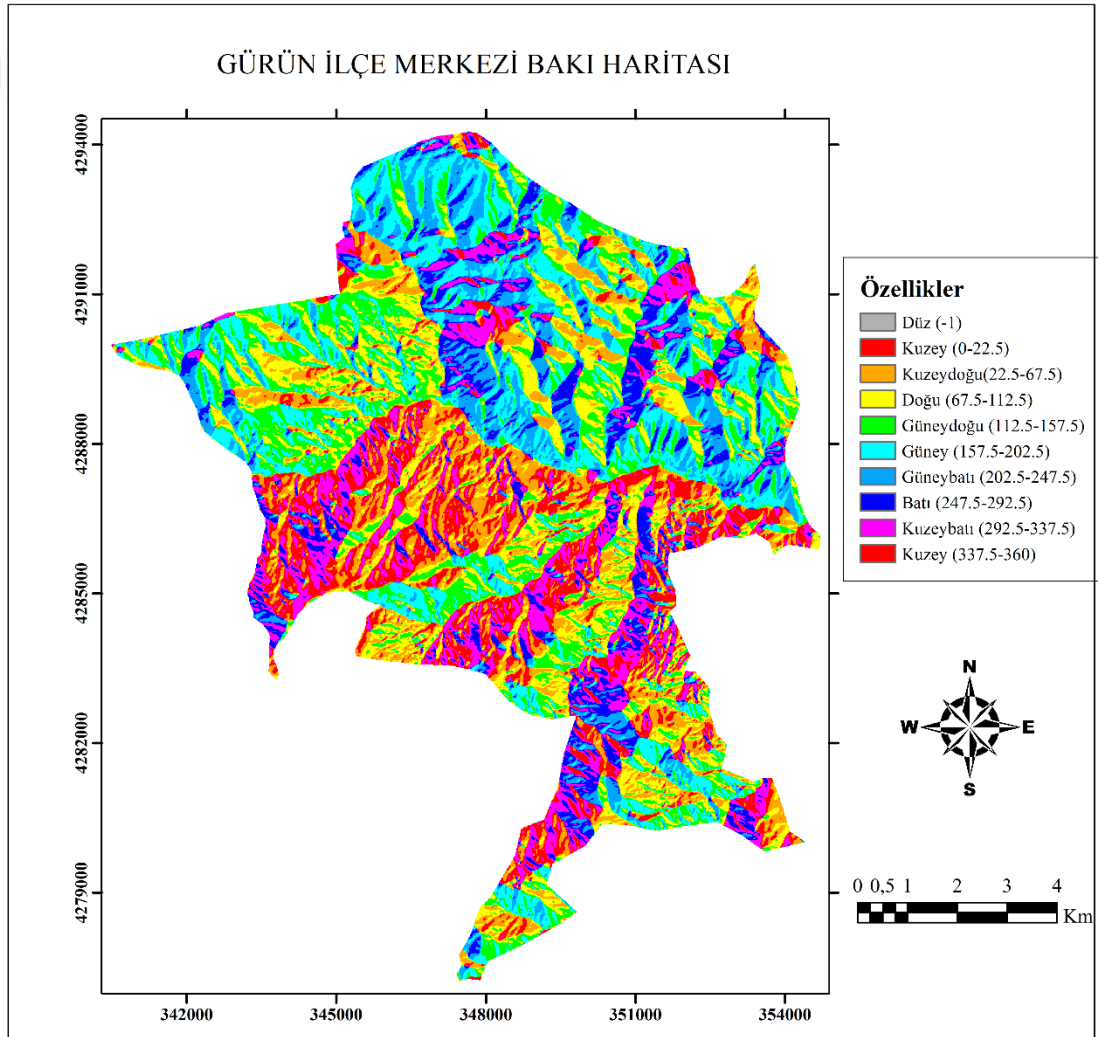
Taşkın oluşumuna etkileyen yağışlar en etkili faktör olmasıyla birlikte, baş etken olarak görülmektedir (Yavuz, 2010; Özoral, 2007; Yılmaz, 2015).

2.2.5 Bakı

Bakı; yağış miktarı ve şekli ile buharlaşma ve terleme miktarını belirleyen ve taşkın üzerinde etkili olan diğer bir faktördür (Hoşgören, 2004).

Türkiye konumu bakımından Kuzey Yarımküredeki bakı özelliklerini göstermektedir. Kuzey yamaçları, güneye yamaçlara göre güneşten oluşan radyasyon etkisinden daha az etkilemektedir. Bununla birlikte, sabahları doğuya bakan yamaçları, akşamları ise batıya bakan yamaçlar güneş etkisinde daha fazla etkilenir (Özcan,2008).

Bakı, kuzey ve güneye bakan yamaçlarda farklılık gösterir. Güney yamaçlarda, bitkinin su ihtiyacı ve buharlaşma miktarı ile toplam su kaybı daha fazladır, yani bu bölgede bulunan bitkilerde su ihtiyacı meydana gelir. Bu nedenle güney yamaçlarda seyrek ve kuraklığa dayanıklı bitkilerden oluşur ve yüzey akışı daha fazla olmaktadır. Kuzey yamaçlarda ise toprağın sahip olduğu nem, yağışlardan sonra uzun süre korunur. Bu alanlarda ise daha gelişmiş bitkiler bulunur ve toprak oluşumu için uygun şartlar sağlanır. Bu nedenle kuzeye bakan yamaçlarda yüzeysel akışı engelleyip, azaltıcı etki gösterir (Özdemir, 2007). Çalışma bölgesine ait oluşturulan sayısal arazi modeli kullanılarak ve bakı analizi işlemi gerçekleştirilerek oluşturulan bakı haritası Şekil 2.4’de gösterilmiştir.



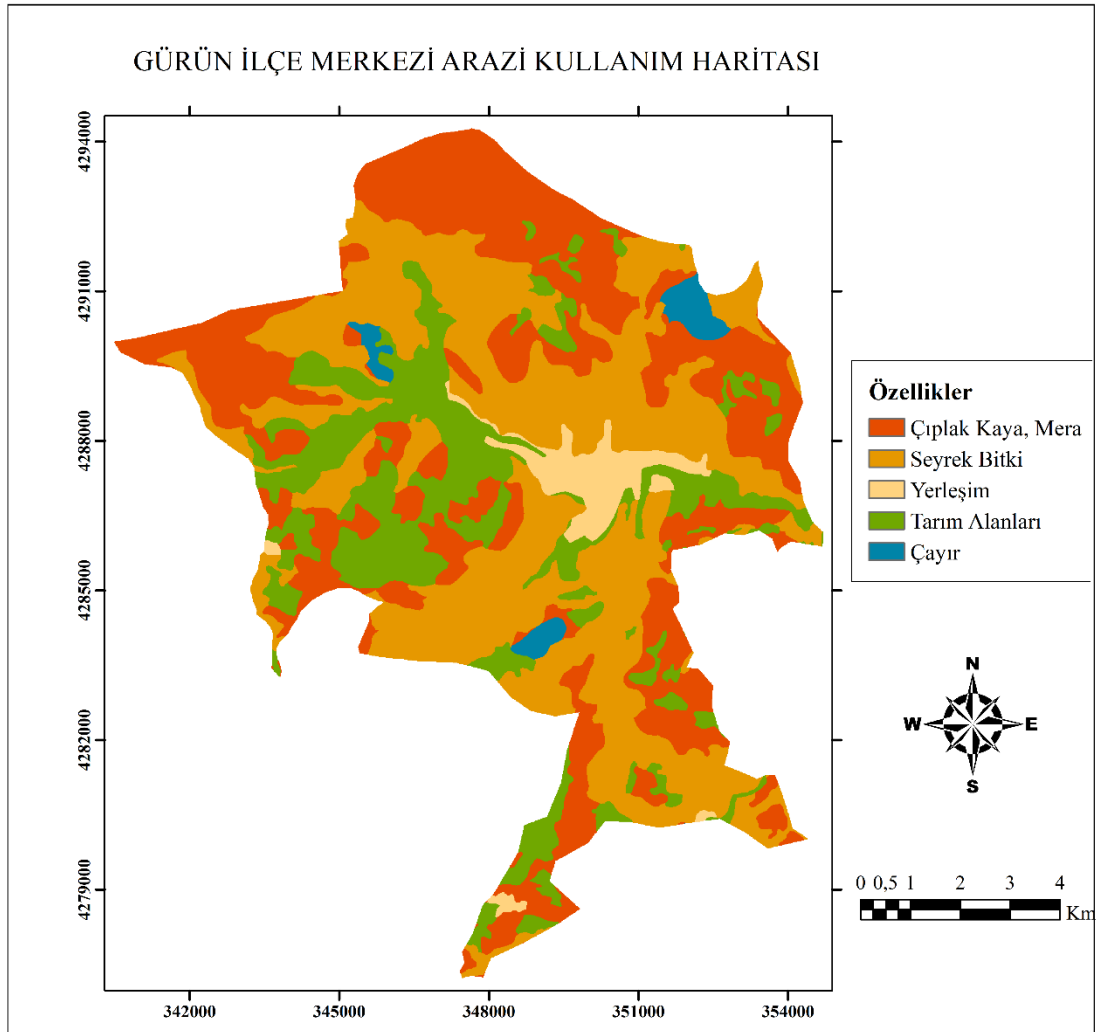
Şekil 2.4 Gürün ilçe merkezi bakı haritası.

2.2.6 Arazi Kullanımı

Arazi yaşamın sürdürülebilmesi için vazgeçilmez bir önem taşımaktadır.

Arazinin sahip olduğu doğal ve beşeri etkenler sebebiyle sürekli değişikliğe uğramakta ve yaşamı etkileyen olumsuzlukları arttırmaktadır.

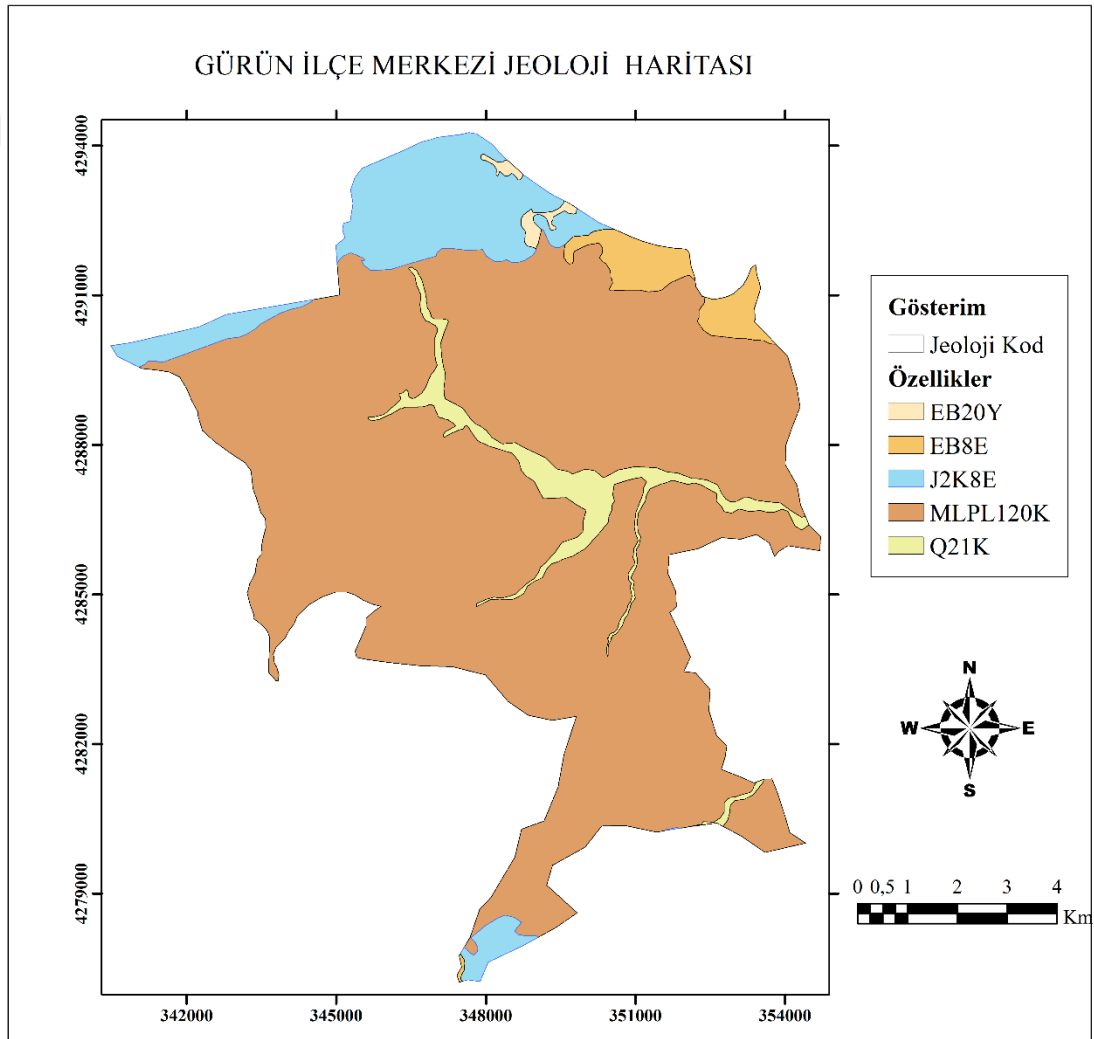
Sürekli artan nüfusa bağlı ihtiyaç doğrultusunda arazilerin plansız bir şekilde kullanımı, arazi kullanımını değiştirmekte ve bu değişim su kaynaklarını da olumsuz etkileyeceği göz ardı edilmemelidir. (Sala vd., 2000, Vorosmarty vd.,2000). Toprakta bulunan bitkinin varlığı koruyucu özellik taşıır ve akışı engeller (Stefanidis ve Stathis, 2013). İhtiyaç doğrultusunda plansız arazi kullanıma bağlı olarak yerleşim, ulaşımın uygunsuz planması su kaynakların kirlenmesine, toprağa karışan su miktarının azalmasına ve yüzey geçirimlerin azalması, taşkın riski açısından yüzey geçirimin yüksek olduğu alanlardan daha fazla önem taşımakta ve etkilemektedir (Önsoy, 2008). Geçirimsiz yüzeylerin artmasıyla yağmur suları, akışa karışarak taşkın riskinin meydana gelmesini zemin hazırlar (Çokoyoğlu, 2008).



Şekil 2.5 Gürün ilçe merkezi arazi kullanım haritası.

2.2.7 Jeolojik Yapı

Yeryüzünün sahip olduğu jeolojik özelliklerine göre kayaçların cinsleri, geçirgenlik ve aşınma durumlarını etkilemekle birlikte, taşkın riskini etkiler. Taşkın oluşumun da jeolojik durum dolaylı olarak etkilidir. Geçirgenliği yüksek kayaçların bulunduğu bölgelerde sızma fazla, yüzeysel akış azdır. Bu bölgelerde taşkın riski azalmaktadır. Geçirgenliği düşük kayaçların bulunduğu bölgelerde yüzelsel akışın fazla olması taşkın riskini arttırmaktadır. Alüvyon toprak alanları taşkın oluşum tehlikesi bakımından diğer jeolojik özelliklere göre yüksek potansiyele sahiptir (Özcan, 2008).



Şekil 2.6 Gürün ilçe merkezi jeoloji haritası.

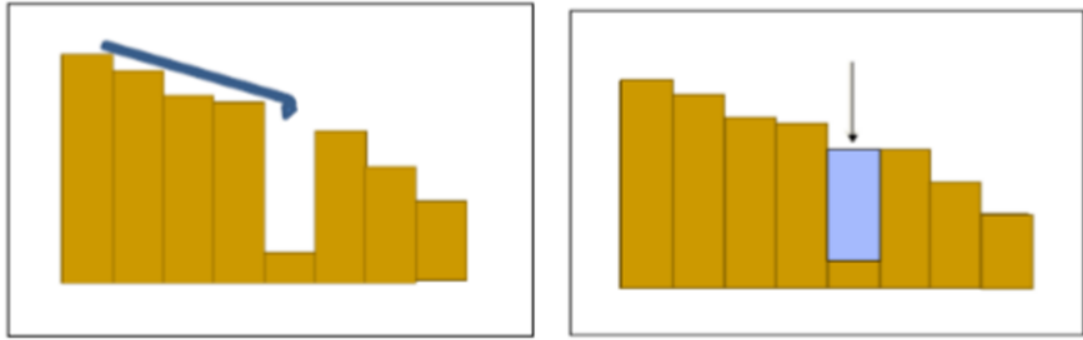
Şekil 2.6’da yer alan MTA jeolojik kodlar; EB20Y: Lütésiyeñ-Kumtaşı-Çamurtaşı-Kireçtaşı-Yamaç- Çökel kaya, EB8E Lütésiyeñ- Kireçtaşı-Şelf- Çökel kaya, J2K8E: Dogger- Kretase- Kireçtaşı-Şelf- Çökel Kaya, MLPL120K: Alt miyosen- Alt

pliyosen-Kumtaşı-Çamurtaşı-Kireçtaşı- Karasal- Çökel Kaya, Q21K: Kuvaterner-Alüvyon- Karasal- Çökel kaya şeklindedir.

2.2.8 Akarsuya Olan Uzaklık ve Havza

Akarsuya olan uzaklık taşkın oluşumunda etkili olan bir diğer faktörden birisidir. Taşkın oluşum esnasında akarsuya yakın olan bölgeler uzak olan bölgelere göre daha fazla etkilenir (Sinha vd., 2008; Özşahin ve Kaymaz, 2015).

Akarsu ve havza alanlarını belirlemeden önce sayısal arazi verisinde bulunan boşlukların doldurulması gerekmektedir. SAM verisinde bulunan boşlukların etrafı kendisinden daha yükseklik değere sahip hücreler ile çevrilidir. Veride hidroloji analizi yapılmadan önce bu boşlukların doldurulması gerekir aksi halde dem verisinde ki boşluklar doldurulup veri düzeltilmediği zaman yüzey akışı gerçekleştirilemez. SAM verisinde bulunan boşluklar giderildiğinde yükseklik değerleri düzeltilmiş olur.

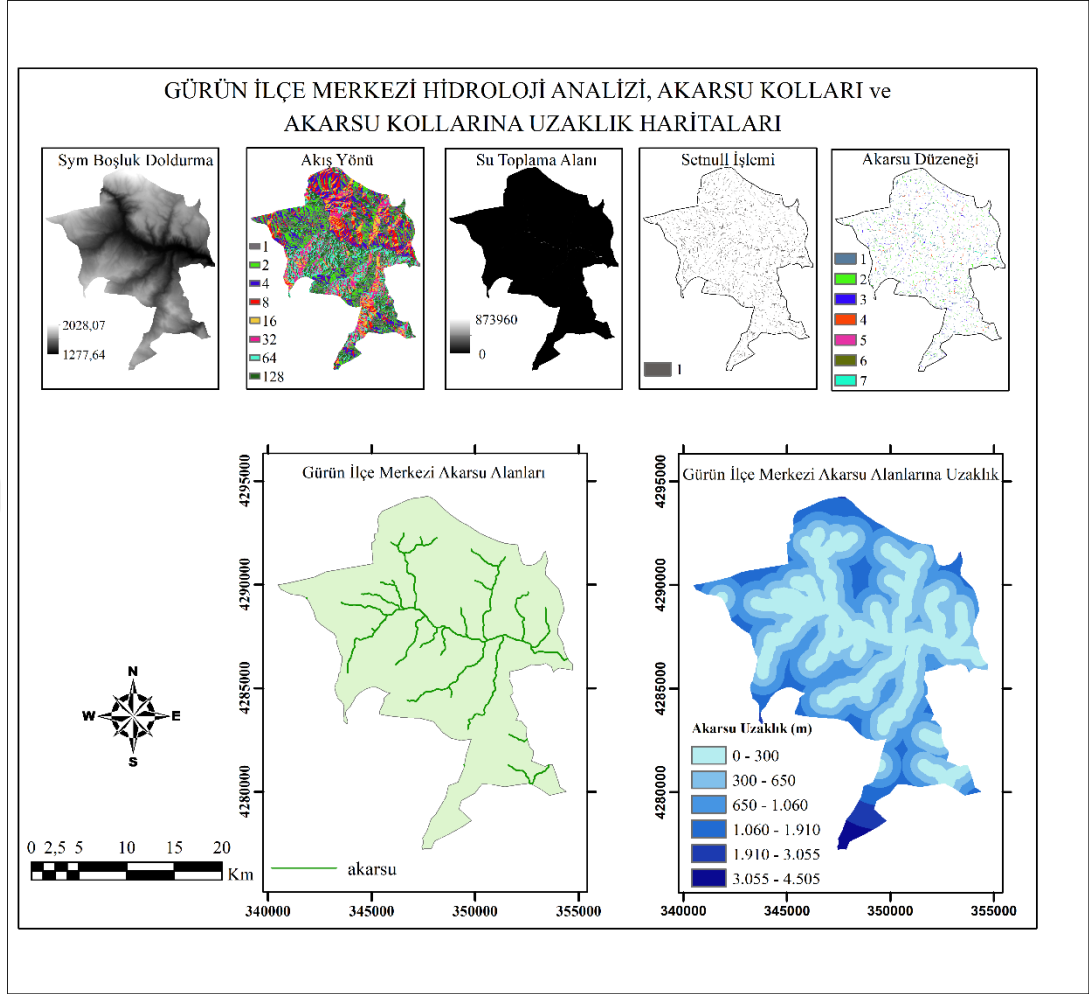


Şekil 2.7 SAM 'nde ki oluşan boşluk ve boşlukların doldurulması işlemi sonra oluşan görüntü (Güreşçi vd., 2012)

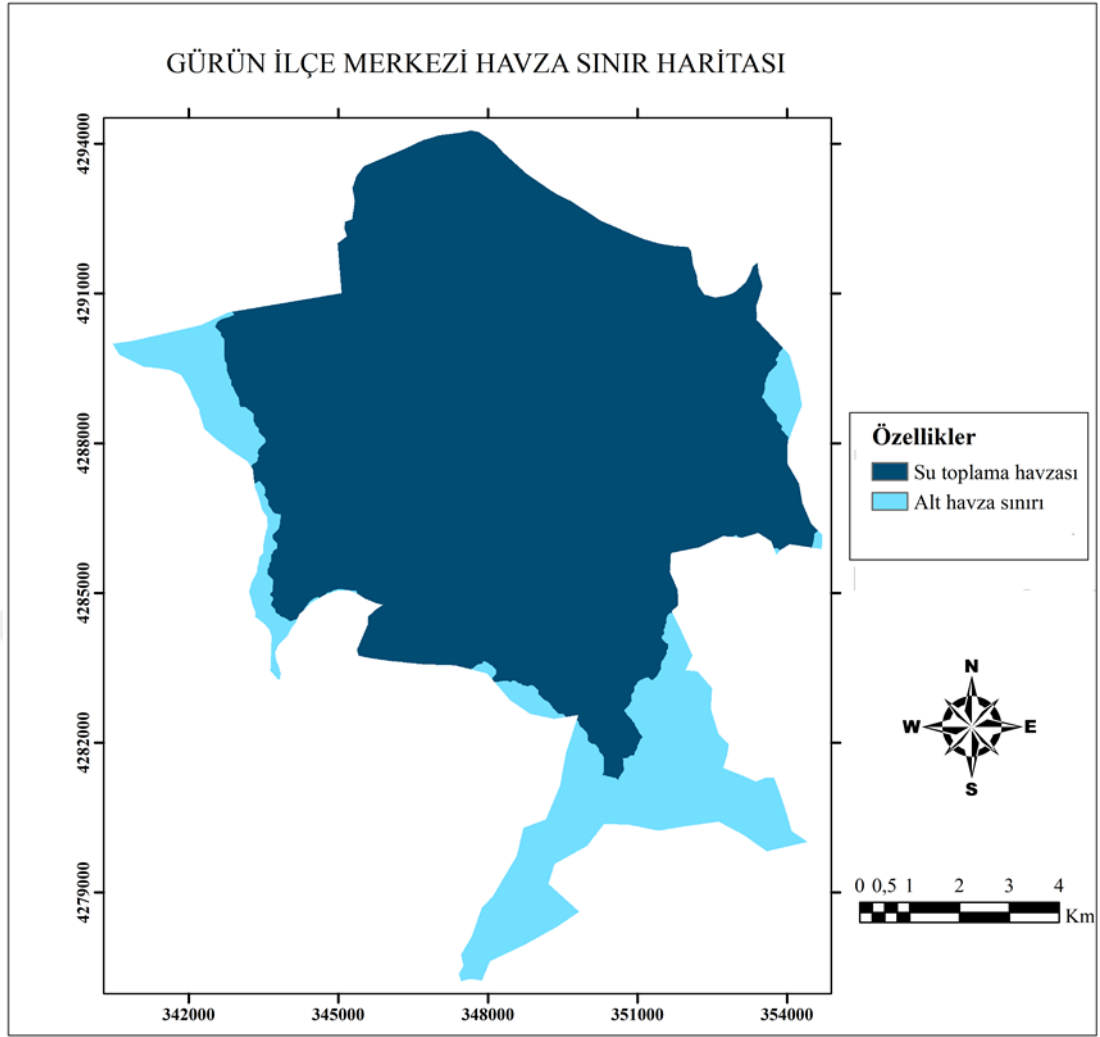
SAM 'de ki boşluklar doldurulduktan sonra düzenlenen yeni yükseklik verisiyle, akım yönü, su akışı yükseltinin fazla olduğu değerden en düşük yükselti değerine doğru akış belirlenir. Akım yönü belirlendikten sonra akım kaynağı belirlenmelidir. Her bir hücreye düşen akım, sahip olduğu akımın hücreye nereden geldiği belirlenmesi işlemidir. Hücreler genellikle küçük birikimlere sahiptir, ancak büyük akarsu ve nehirlerin sahip olduğu değerler daha büyüktür. Yüksek değere sahip hücreler çıkartılarak alanın drenaj ağının gösterimi hazırlanır. Akarsu ağ kolları ve 'Strahler' metoduyla gerçekleştirilmiştir. Akarsu ağ kolları kullanılarak 'Euclidean Distance' yardımıyla akarsuya olan uzaklık hesaplanmıştır.

Akım kaynağı kullanılarak havza sınırı belirlenir. Havzanın büyüklüğü akarsuyun sahip olduğu toplam akım hacmi açısından önemlidir. Su toplama havzası yağmur

sularını, eriyen karlarla birlikte oluşan su kütlelerini bünyesinde toplayarak taşkın oluşuma altlık oluşturmaktadır.



Şekil 2.8 Hidroloji analizi işlem akışı, akarsu alanları ve akarsu uzaklık haritaları.

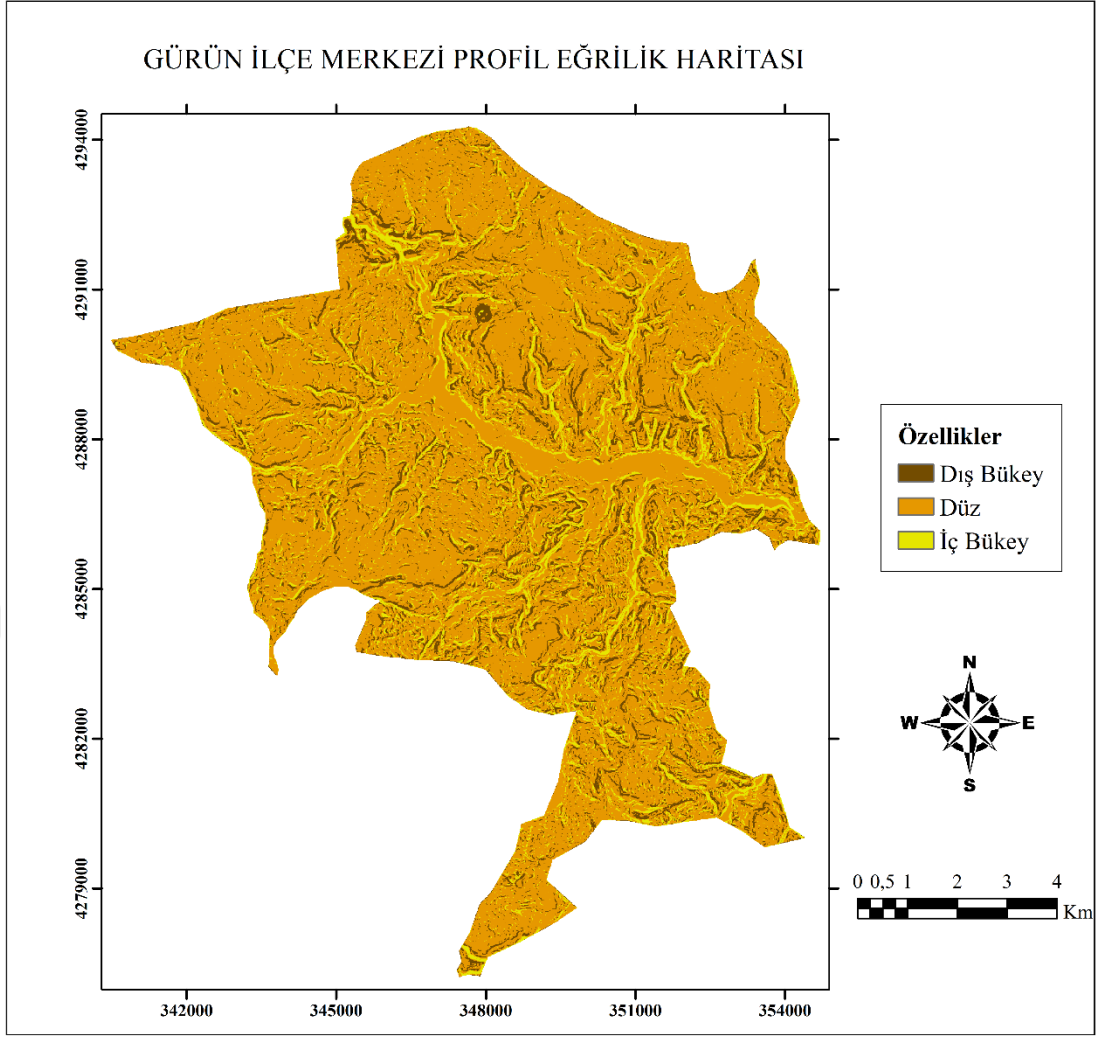


Şekil 2.9 Gürün ilçe merkezi havza alanları

2.2.9 Profil Eğriselliği

Profil eğriselliği; eğimin maksimum yükselme seviyesini gösterir, eğimin dikliği veya düzlüğü şeklinde ifade edilir. (Url-4).

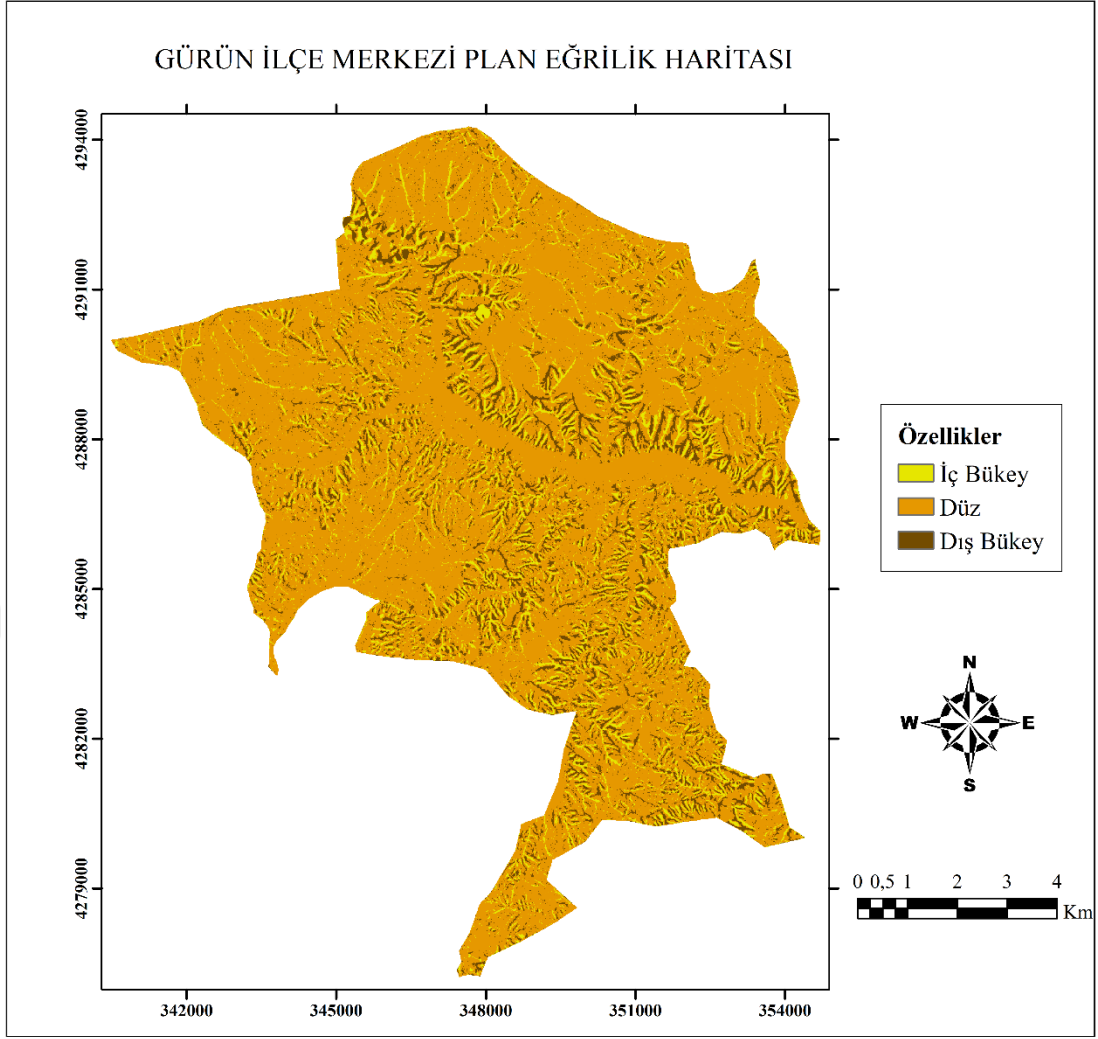
Profil eğriliği, eğim ile paralel olmakla birlikte aynı zamanda maksimum eğim hakkında bilgi verir. Yüzeyde oluşan akışı etkilemektedir. Profil eğrilik haritasında negatif alanlarda yüzey dışbükey, pozitif eğrilik gösteren alanlarda yüzey içbükey alanları göstermektedir (Wilson ve Gallant, 2000). Negatif profil eğriliğinde akış yavaşlar, pozitif profil eğriliğinde ise akış hızlanmaktadır. Düz alanlar düşük eğime sahiptir, bu nedenle su tutma kapasitesi daha fazladır. İç bükey alanlar sahip olduğu özellik bakımında bünyesinde su ve su kütlelerini toplarken, dış bükey alanlar su kütlelerini eğimin düşük olduğu bölgelere iter.



Şekil 2.10 Gürün İlçe Merkezi profil eğrilik haritası.

2.2.10 Plan eğriselliği

Plan eğriselliği, yatay yönde yüzeyin eğri ve değişim seviyesini ifade eder (Url-4). Plan eğriselliği maksimum eğim yönüne diktir ve yüzeyde oluşan akışın yaklaşma ve uzaklaşması ile ilişkilidir. Profil eğrilğinde pozitif alanlar yanal olarak dışbükey (konkav) yamaçları, negatif alanlar yanal olarak içbükey (konveks) yamaçları gösterir (Wilson ve Gallant, 2000). Düz alanların bünyesinde su tutma kapasitesi daha yüksektir. İç bükey alanlar sahip olduğu özellik bakımında bünyesinde su ve su kütlelerini toplarken, dış bükey alanlar su kütlelerini eğimin düşük olduğu bölgelere iter.



Şekil 2.11 Gürün İlçe Merkezi plan eğrisellik haritası.

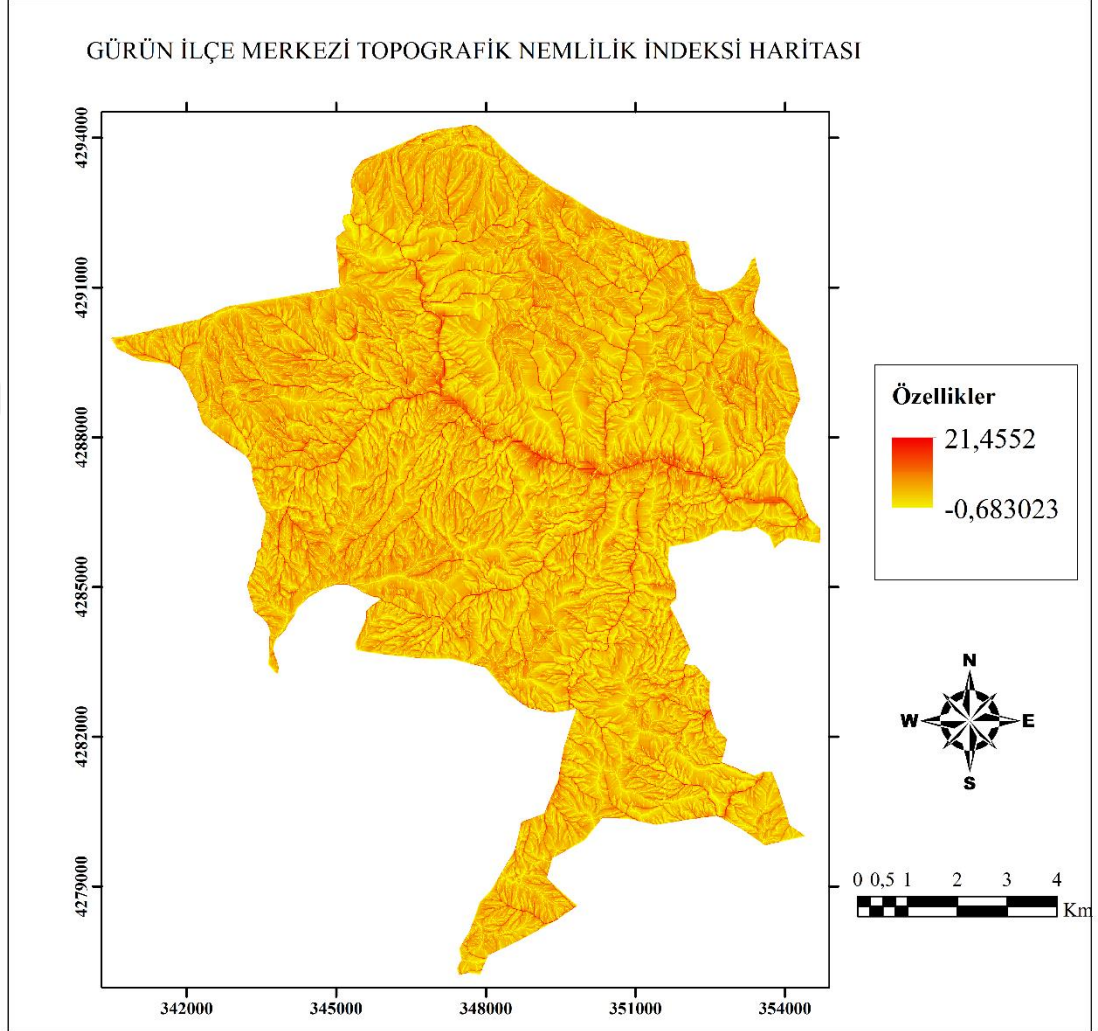
2.2.11 Topoğrafik Nemlilik İndeksi

Topoğrafik nem indeksi (TWI), topoğrafik anlamda suya doymun alanların yerlerinin belirlenmesinde sıkça kullanılır. TWI değeri, Moore vd., (1991) tarafından (Eş., 2.1)'e göre hesaplanmasını önermiştir.

$$TWI = \ln \left(\frac{A_s}{\tan\beta} \right) \quad [2.1]$$

Eşitlikte ki, A_s özgül havza alanı, $\tan\beta$ ise yamaç eğimidir. Eşitlik eğimin az olduğu ve havza alanların geniş olduğu doymunluğa ulaşan alanlar hakkında bilgi edinmemizi sağlamaktadır. (Dağdelenler, 2013)

Topoğrafik nem indeksi hesabı sonucu, nemlilik indeksi arttıkça suya doygunluk oranı artmaktadır. Meydana gelen taşkın esnasında nemli bölgelerde ki su miktarında artış görülmektedir.



Şekil 2.12 Topoğrafik nemlilik indeksi.

3.TAŞKIN RİSK ALANLARININ BELİRLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER ve SONUÇ HARİTALARININ OLUŞTURULMASI

3.1 Sentetik Açıklıklı Radar (SAR) Görüntülerinin Taşkın Çalışmalarında Kullanılması

Küresel ısınmanın etkisiyle değişen iklimler doğal afet olayların yaşanma sıklığını arttırmaktadır. Doğal afet olaylarından olan taşkınların oluş sıklığı ve etkisi altında kalan alanların artması, taşkın haritalarına duyulan ihtiyaçı artmaktadır. Uzaktan algılama yöntemiyle verilerin elde edilmesi yersel ölçmelere göre daha kolaylıklar sağlamakta ve sonuç bilgilere daha hızlı elde edilmesini sağlar. Uzaktan algılama da yapılan çalışmalar ve geliştirilen yöntemler ile birlikte yeni gözlem uydularının piyasaya sürülmesiyle, her türlü coğrafi ve meteorolojik koşullarda kullanılabilen uydu verileri geliştirilmektedir.

Taşkın oluşumunu sağlayan yağışların etkisi taşkın sırasında ve sonrasında da devam etmekte olup, görüntüleme yapan uydular oluşan bulutluluk durumunun etkisinde kalıp uyduların kullanımını engel olur (Akgül, 2018). Bu sebeple her koşulda, tüm hava şartında, gece-gündüz görüntüleme yapabilen radar uyduları (Sentinel-1), hava koşullarının etkisi altında kalan optik uydularının bu eksikliğini tamamlamaktadır. SAR bulutluluk durumunu absorbe edip sel felaketlerinin izlenmesinde yararlı olan, gece-gündüz görüntü yakalayabilmesi taşkın çalışmalarında önemli rol almaktadır (Psomiadis, 2016). SAR ile taşkın alanların belirlenmesinde kullanılan ilk yöntemler ve iş akış şemaları 1980'lerin başında tanıtıldı ve zamanla geliştirildi (Lowry vd., 1981). SAR verilerinin sağladığı avantajlar, taşkın çalışmalarında, haritalamasında sıkça kullanılır hale gelmektedir.

Farklı modlara sahip Sentinel-1 uydularının amaç doğrultusunda yapılan çalışmalarda uygun Sentinel-1 modları kullanılmaktadır. Taşkın alanlarının belirlenmesinde kullanılan en uygun modlar SM ve IW modlarıdır. ‘*SM modu acil durum yönetim eylemlerini desteklemek için yalnızca istisnai durumlarda kullanılmakta olup arazideki uygulamaların çoğunda IW modu kullanılmaktadır*’ (Akgül, 2018).

SAR verileri VV, VH moduna sahiptir. VH modu verici antenin dikey (Vertical, V), alıcı antenin yatay (Horizontal, H) konumlandığı moddur. VV modu, alıcı ve verici antenlerinin ikisinin de dikey (Vertical) konumlandığı moddur. VV modu taşkın alanı

belirleme çalışmalarında VH polarizasyon moduna göre daha iyi sonuç verdiği anlaşılmıştır (Manjusree vd., 2012).

20 Mayıs 2018 tarihinde Gürün İlçe Merkezi'nde yaşanan taşkın yolları etkilemiş, trafiğe engel olmuş ve 17km uzaklıkta bulunan Kavak köyünün ilçeye olan bağlantısı kesilmiştir (Url-5).

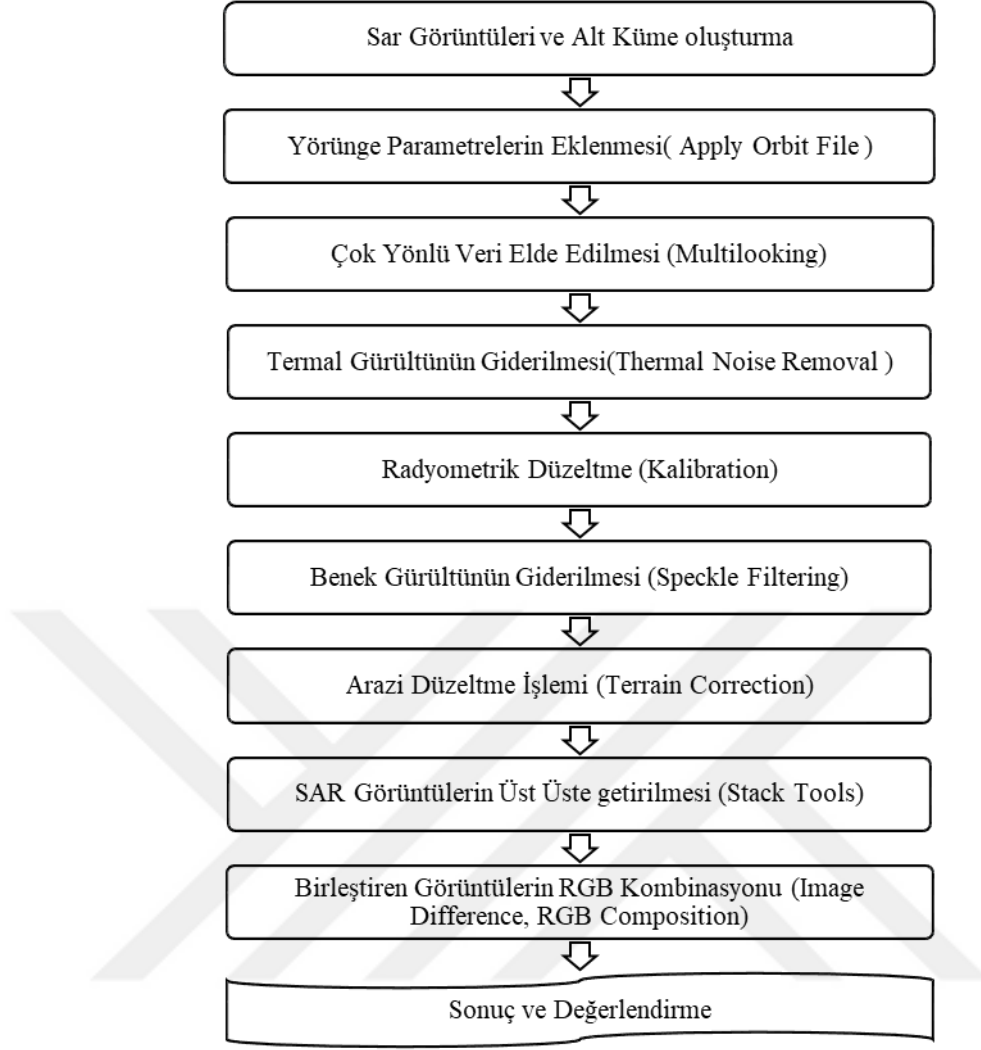


Şekil 3.1 20 Mayıs 2018 tarihinde bölgede gerçekleşen taşkın olayına ait görseller (Dağtekin, 2018).

Yaşanan taşkın olayları göz önünde bulundurularak taşkın olayının yaşandığı 2018 yılı mayıs ayı haricinde ilçe merkezine düşen aylık yağışların yüksek olduğu ocak, haziran, ekim aylarındaki yağışların çevreye etkisini incelemek için SAR verileri kullanılmış ve sonuçlar gözlemlenmiştir.

3.1.2 SAR Verilerin İşlenmesi, Genel İşlem Akışı ve Sonuç Haritalar

Çalışmada kullanılacak SAR görüntüleri Scientific ESA Data Hub website (Url-6) ile ücretsiz erişilerek veriler temin edilmiştir. Temin edilen SAR görüntülerinde bulunan benek etkisi, topoğrafik etki ve yüzey pürüzlülüğü etkileri görsel yorumlamayı zorlaştıran etkilerdendir. Bu tür etkiler göz önünde bulundurularak SAR görüntülerinin kalibrasyon ve düzeltme işlemlerinin yapılması gerekir. SAR görüntüleri için gerekli olan tüm işlemler ESA SNAP 2016 programıyla gerçekleştirilmiş ve sonuç haritalar elde edilmiştir. Gerçekleştirilen işlem akış şeması Şekil 3.2 de gösterilmiştir.

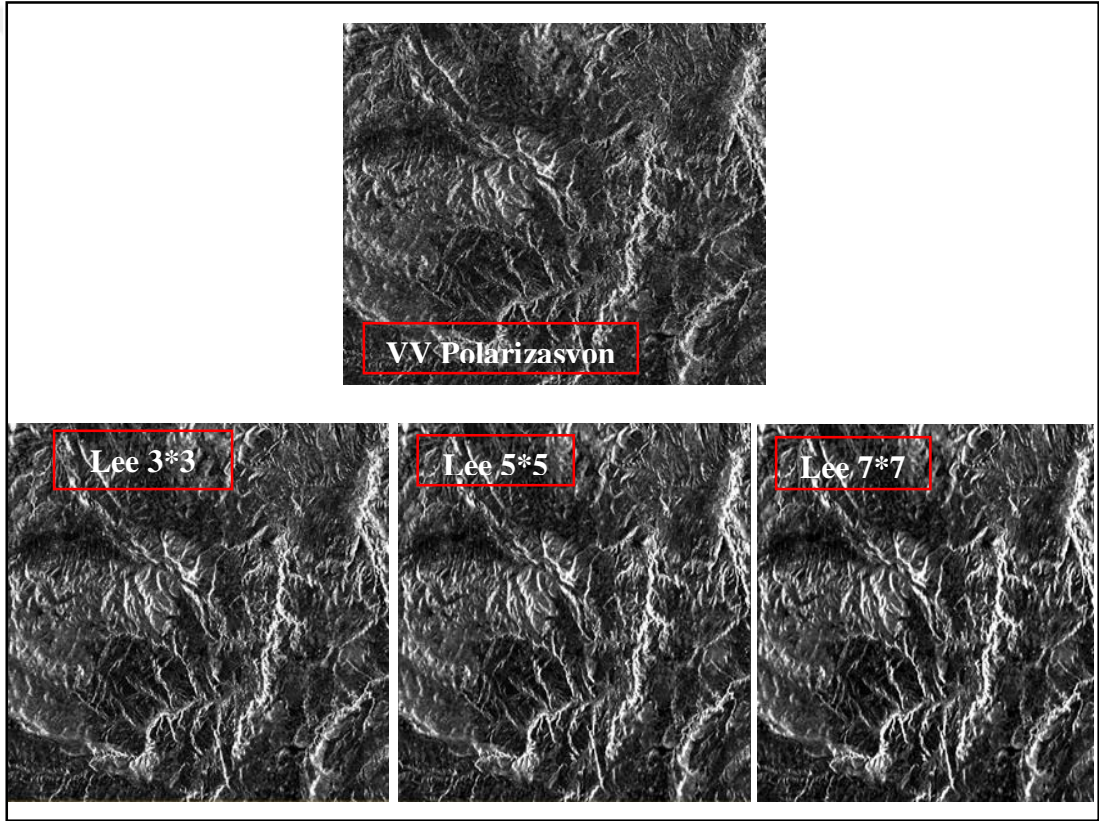


Şekil 3.2 Yapay Açıklı Radar görüntülerin işlem akış şeması.

SAR görüntüleri çok geniş alan kapsamaktadır. Çalışma için gerekli olan bölge belirlenip SAR görüntülerinin, VV moduna sahip görüntü görüntülenip, bölgeyi kapsayacak şekilde alt küme alanı oluşturularak işlemlerin daha hızlı gerçekleşmesi sağlanır. Daha sonra alt kümesi oluşturulan görüntünün hassas yörünge dosya parametreleri yüklenir. Yörünge parametreleri, görüntünün geometrik doğruluğu ve hız bilgisi için gerekli parametreleri sağlamaktadır. Bu işlemin ardından multilooking ile çok yönlü veri elde edilmiştir.

Termal gürültü, düşük geri saçılma alanlarında ki görüntülerin kalitesini etkiler. Bu nedenle termal gürültünün giderilmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. SAR görüntülerinde arazinin sebep olduğu bozulmalar radyometrik düzeltmelerle düzeltilir (Small vd., 1997). Bu nedenle kalibrasyon işlem adımı önemlidir.

SAR görüntülerinde yaşanan sorunlardan bir diğeri benek gürültüsüdür. Her bir hücrede gerçekleşen çoklu geri saçılmaların rastgele dağılım etkilerinden kaynaklanan gürültüdür (Singh ve Shree, 2016). Benek gürültüsü, görüntünün kalitesini düşüren ve yorumlanmasını zorlaştıran bir gürültü şeklidir, bu nedenle gerekli işlemlerden önce gürültü etkisini azaltmak tercih edilir (Miranda ve Meadows, 2015). Benek gürültüsünü gidermek için çeşitli filtre yöntemi geliştirilmiştir. Bu tez çalışmasında Lee yöntemi kullanılmıştır, çünkü Lee ve Lee Sigma filtreleme yöntemlerinin yapılan birçok taşkın çalışmalarında diğer yöntemlere göre daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Lee ve Pottier, 2009; Jaybhay ve Shastri, 2015). Uygulanan Lee filtre yönteminde filtre boyutunu VV bantlı görüntüde 7 x 7 filtre boyutunda diğer küçük filtre boyutlarına göre daha net olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3.3 25.05.2018 tarihli Sentinel-1 görüntüsüne ait VV polarizasyon modu, Lee 3*3 spektral filtre, Lee 5*5 spektral filtre, Lee 7*7 spektral filtre uygulanmış görüntüleri.

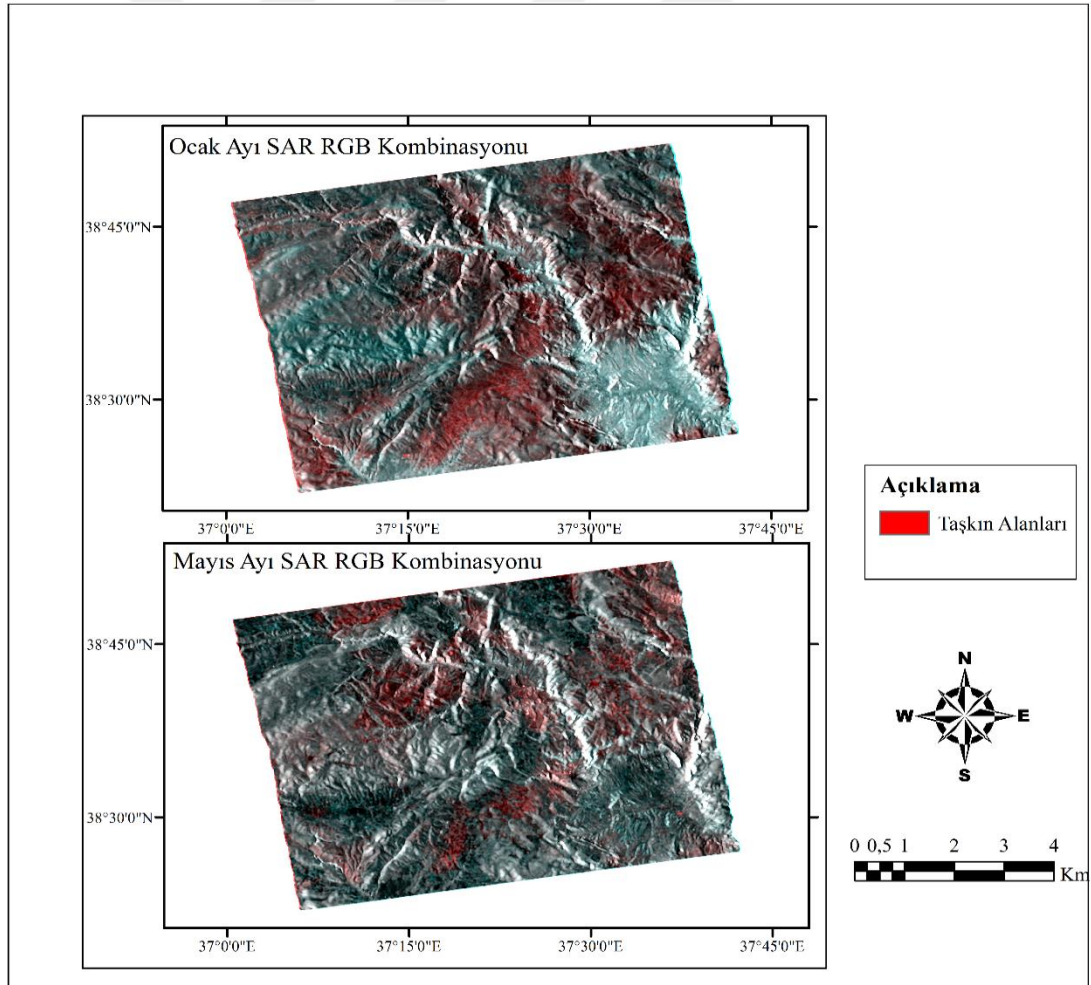
Topografik değişikliklerin ve uydu sensörünün etkisiyle SAR görüntülerinde bozulmalar oluşabilir. Oluşabilecek bozulmalar için görüntünün gerçek araziye olduğunca yakın olacak şekilde arazi düzeltmeleri yapılır (O'Grady vd., 2013). Bu

doğrultuda, arazi düzeltme algoritması kullanılarak arazi düzeltmesi gerçekleştirildi ve SRTM-3Sec (Auto Download) sayısal yükseklik modeli (DEM) kullanılmıştır.

3.1.2.1 Sentinel-1A Görüntülerin Değerlendirilmesi

2018 yılına ait yağışın yüksek olduğu ocak, mayıs, haziran ve ekim ayları Sentinel-1A görüntüsü ile değerlendirileceği belirlenmiş ve değerlendirilmesi yapılacak olan her ay için iki tane Sentinel-1A görüntüsü kullanılmıştır.

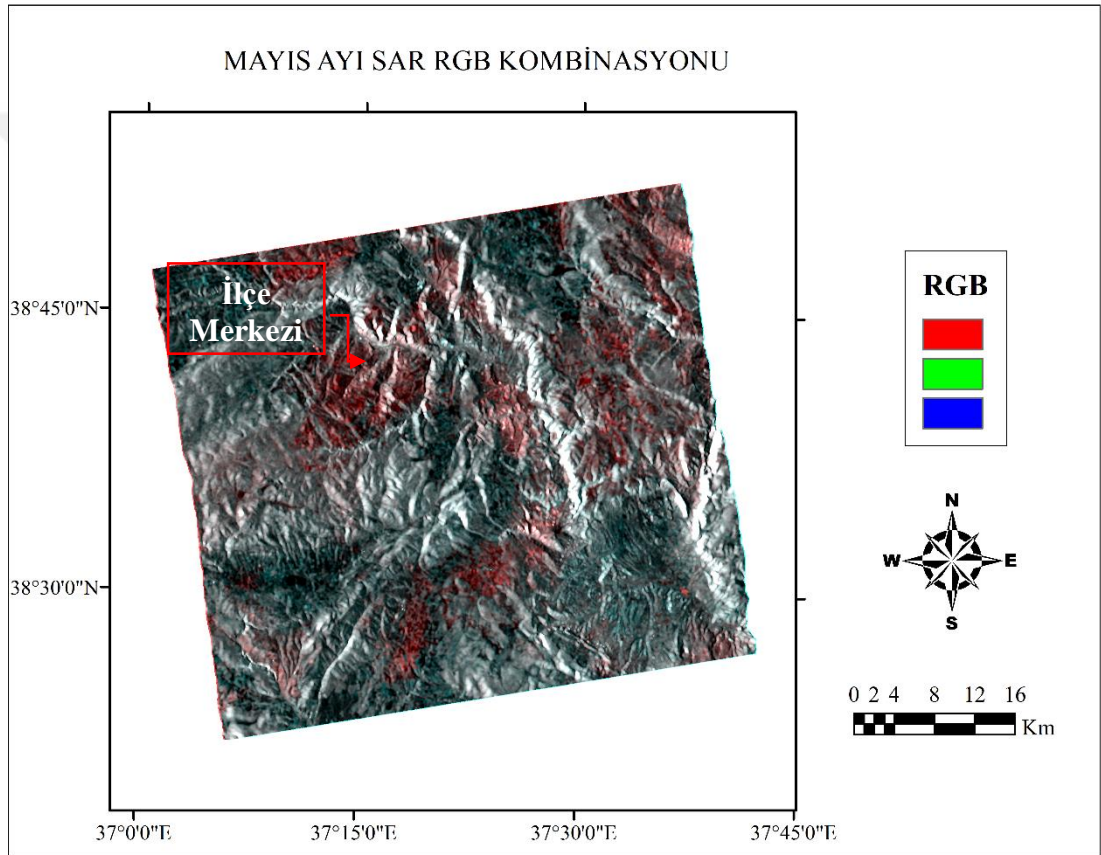
Ocak ayına ait 01.01.2018 ve 25.01.2018 tarihli iki Sentinel-1 görüntülerine iş akış şemasında ki tüm ön işlem adımları yapılmış ve iki görüntü birleştirilip, RGB kombinasyon işlemi yardımıyla sonuç haritalar oluşturulmuştur. Ocak ayında Gürün İlçe Merkezi aylık 94,6mm yağış almış ve Tohma Çayı'nın ocak ayına ait debisi 8,65 m³/sn'olarak belirlenmiştir. Mayıs ayında ise aylık 85,2mm yağış almış ve Tohma Çayı'na ait debisi 15,9m³/sn düzeyinde seyretmiştir (Sarıtaş, 2018). Mayıs ayında gerçekleşmiş olan taşkın göz önünde bulundurularak, ocak ve mayıs ayına ait oluşturulan iki harita karşılaştırılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Ocak ve mayıs ayına ait sar verilerinin RGB kombinasyonu.

Ocak ayı için bölgenin araştırılması yapıldığında, kış olması ve iklim özellikleri de göz önünde bulundurulduğunda ocak ayında yoğun kar yağışı ulaşımında aksaklıklar yaşatmıştır. Ocak ayı SAR RGB kombinasyonu değerlendirilirken oluşan kırmızı alanların yüksekliğin fazla olduğu ve kar yağışının etkileri olduğu sonucuna varılmıştır.

Gürün İlçe Merkezi'nde meydana gelen 20.05.2018 tarihli taşkın göz önünde bulundurulup, 01.05.2018 ve 25.05.2018 tarihli Sentinel-1 görüntüleri kullanılarak taşkın sonuç haritası oluşturulmuştur. (Şekil 3.5)

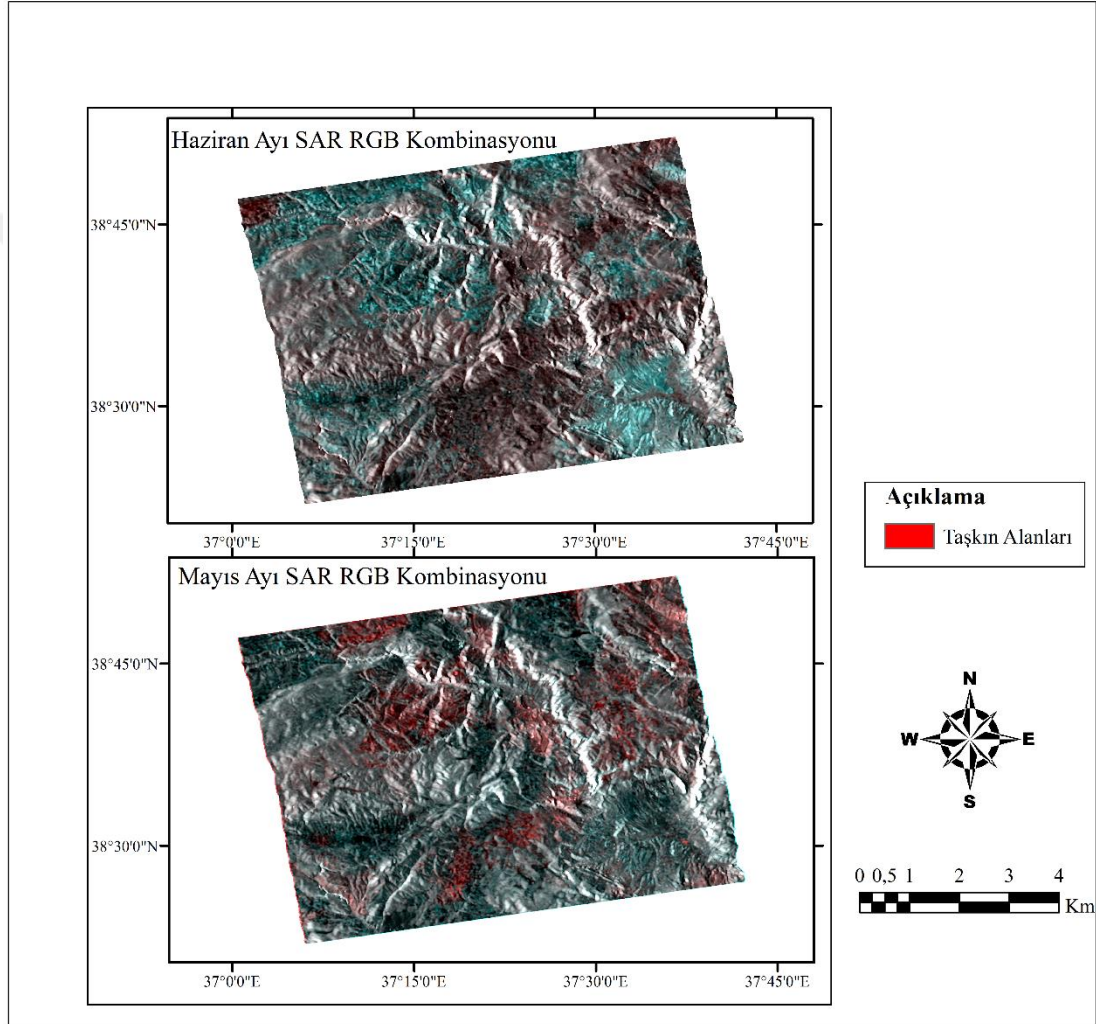


Şekil 3.5 Mayıs ayına ait sar verilerinin RGB kombinasyonu.

Mayıs ayına ait sonuç değerlendirildiğinde, 20.05.2018 tarihli taşkında meydana gelen taşkın alanların haritası elde edildi. VV polarizasyon moduna ait RGB görüntülerinde kırmızı alanlar; su basmış alanları, gri tonlar; iki veri arasında değişikliğin olmadığı alanları temsil eder. Mavi renk alanlar; taşkın oluşumunda yüksek tepki alanlarını temsil eder ve taşkınla doğrudan bağlantılı değildir. Sonuç haritasın doğruluğu bölgede

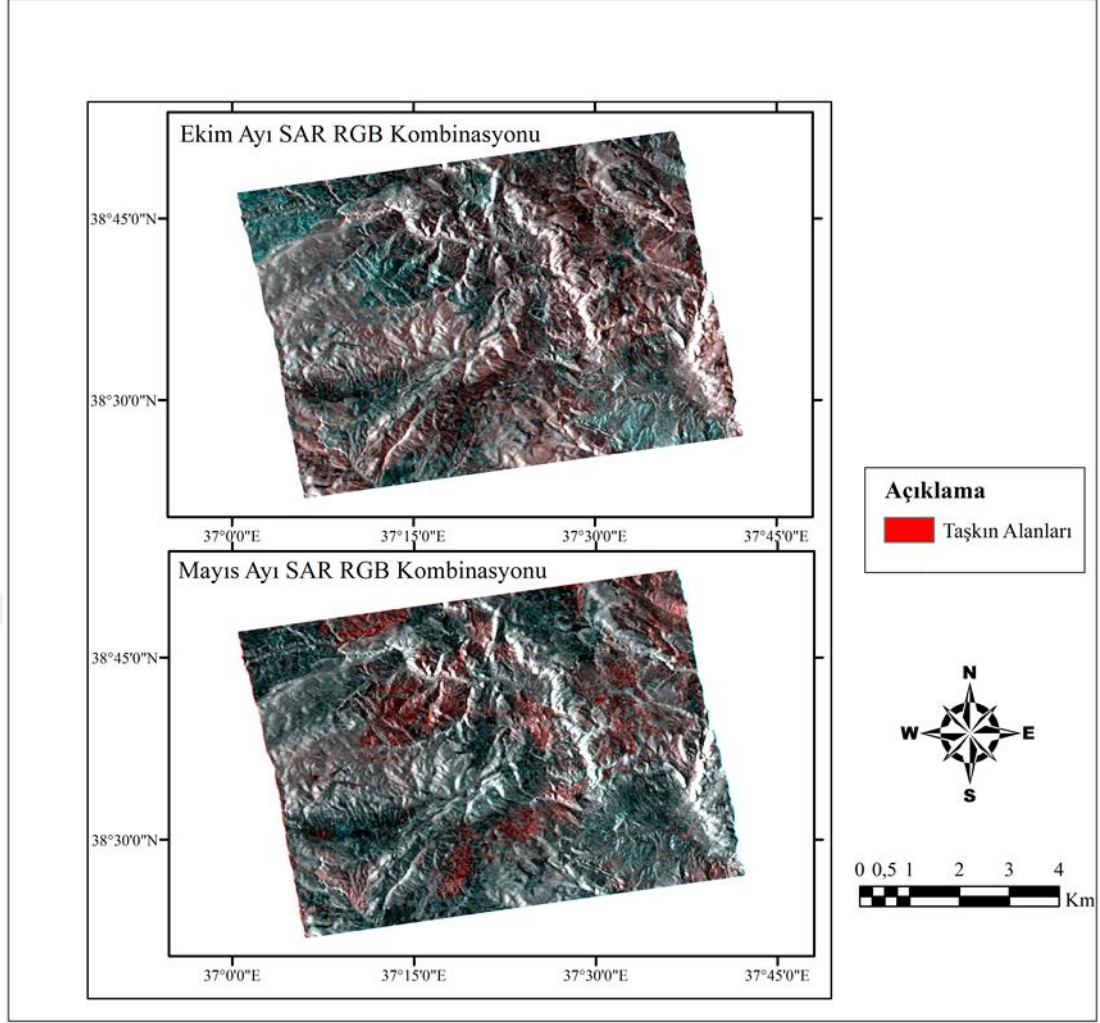
yaşanan taşkınla kıyaslanmış ve kırmızı alan bölgeleri Kavak köy, ilçe merkezi gibi taşkından etkilenen alanları kapsadığı yani su basmış alanları göstermektedir.

Haziran ayına ait 06.06.2018 ve 18.06.2018 tarihli Sentinel-1 görüntüleri için gerekli işlemler yapılmış ve sonuç haritası oluşturulmuştur. Haziran ayında Gürün İlçe Merkezi'ne aylık 55,9mm yağış almış ve Tohma Çayı'na ait debi miktarı 11,9 m³/sn'dir (Saritaş, 2018) . Haziran ve mayıs ayına ait oluşturulan iki harita karşılaştırılmıştır (Şekil 3.6)



Şekil 3.6 Haziran ve mayıs ayına ait sar verilerinin RGB kombinasyonu.

Ekim ayına ait 04.10.2018 ve 28.10.2018 tarihli Sentinel-1 görüntüleri için gerekli işlemler yapılmış ve sonuç haritası oluşturulmuştur. Ekim ayında Gürün İlçe Merkezi'ne aylık 34mm yağış almış ve Tohma Çayı'na ait debi miktarı 11,3 m³/sn'dir (Saritaş, 2018) . Ekim ve mayıs ayına ait oluşturulan iki harita karşılaştırılmıştır (Şekil 3.7)



Şekil 3.7 Ekim ve mayıs ayına ait sar verilerinin RGB kombinasyonu.

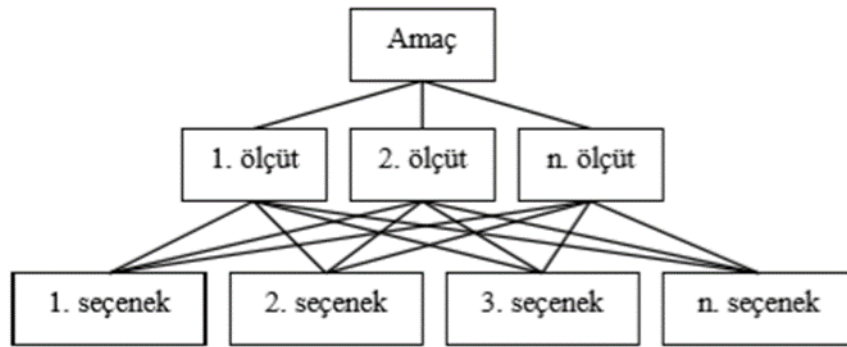
Elde edilen haritalar değerlendirildiğinde; ocak, haziran ve ekim aylarında yağışların diğer aylara göre yüksek olmasına rağmen Tohma Çayına ait debi miktarı, mayıs ayına ait debi miktarından daha düşük olması ve yapılan işlemler sonucunda bir değişiklik tespit edilmemiştir ve bu aylarda taşkın riski taşımadığı görülmüştür. 20.05.2018 tarihinde bölgede yaşanan, taşkın mayıs ayında yapılan işlemler sonucunda da belirlendiği görülmüştür.

3.2 Çok Ölçütlü Karar Verme Analizi

Sonlu sayıda bulunan ölçüt faktörlerin seçilmesi, sıralanması, sınıflandırması, amaç doğrultusunda öncelik durumuna göre ağırlıkların oluşturulması çok sayıda kriter kullanılarak değerlendirilmesi işlemidir. (Yoon ve Hwang, 1995). Karar aşaması ölçüt faktörlere göre modellenmesi ve analiz edilmesi sürecini kapsar. Çok sayıda kriterin kullanılmasındaki amaç, alternatif ve kriter sayılarının fazla olduğu durumlarda karar verme modelini kontrol edilmesini ve karar sonucunu kolay ve kısa zamanda elde edilmesini sağlamaktadır (Öztürk, 2009). Çalışmamızda CBS ile uyum sağlayabilen “Çok Kriterli Karar Verme” yöntemlerinden olan Analitik hiyerarşi yöntemi (AHY) kullanıldı.

3.2.1 Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY)

Tabanda Analitik hiyerarşi yöntemi (AHY) 1970’li yılında Thomas Saaty tarafından geliştirilen birden çok kriter (ölçüt) içeren karmaşık yapıda ki problemlerin çözüme ulaşmasında kullanılan karar verme yöntemidir (Kuruüzüm ve Atsan, 2001). Problemin sonlu sayıdaki ölçütlerin öncelik durumuna göre ağırlıkların belirlenmesini, ölçütleri birbirlerine göre karşılaştıran ve sıralama yapılmasını sağlayan bir sistematik bir yaklaşımdır (Hu ve Peng, 2008: 1095). AHY, nitel ve nicel ölçütlerin objektif bir şekilde karşılaştırmasının yapılması açısından önemlidir. AHY iş akışında problem için amaç, ölçüt, olası alt ölçütler ve seçeneklerden oluşan hiyerarşik bir model oluşturulur. Saaty tarafından 1980’lerde önerilen en az üç düzeyden oluşan hiyerarşi modeli şekil de gösterilmiştir.



Şekil 3.8 Basit analitik hiyerarşi modeli (Saaty, 1980).

AHY problemin karar verme sürecinin tanımlanması, gözlenmesi, hiyerarşi modelinin kurulması, ölçütlerin öncelik sıralarının belirlenmesi, değerlendirilmesi, analiz işlemlerini kapsayan adımlardan oluşur (Çiçekli ve Karaçizmeli, 2013).

AHY karar verme işlem süreci aşağıdaki aşamalarla gerçekleşir (Özyörük ve Özcan, 2008):

1. Problem tanımlaması gerçekleşir ve karar verme sürecini etkileyen tüm ölçütler belirlenerek, amaç ve hedeflerin ortaya konulmasını sağlar. Daha sonra AHY model yapısı oluşturulur.
2. Amaça yönelik elde edilen bilgiler doğrultusunda iki ölçüt arasında hangi ölçütün daha üstün olduğunu Satty (1980) tarafından önerilen önem ölçeği (Çizelge3.1) kullanılarak (Malczewski, 1999b), ölçütler arasında ikili karşılaştırma matrisi (nxn) boyutunda, köşegen üzerindeki matris elemanları 1 olacak şekilde kare matris hazırlanır.

Çizelge 3.1 AHY tercih ölçeği (Saaty, 1980).

Tanım	AHY Ölçeği
Eşit Önemli	1
1.öğe 2.öğeye göre biraz daha önemli	3
1.öğe 2.öğeye göre fazla önemli	5
1.öğe 2.öğeye çok fazla önemli	7
1.öğe 2.öğeye göre aşırı derecede önemli	9
Ara Değer	2, 4, 6, 8

Nxn boyutunda oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi Eşitlik 3.1’de gösterilen şekilde oluşturulur (Saaty ve Özdemir, 2003).

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad [3.1]$$

3. Oluşturulan ikili karşılaştırma matrisinde bulunan her sütun için, ilgili sütun da bulunan değerlerin sütun toplamına bölünerek oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi normalize edilir.
4. Ölçütlerin aynı satırda normalize edilmiş değerlerin toplanması ve toplam ölçüt sayısına bölünmesiyle öncelikli değer matrisi (ağırlık) oluşturulur.
5. Oluşturulan AHY modelinde ikili karşılaştırma matrisi ile ağırlık matrisi çarpılarak toplam ağırlıklandırılmış matris hesaplanır. Bu matris tüm ölçütlerin ağırlık ve ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığı hesaplanmak için kullanılır.

Tutarlılık indeksi (CI) ve tutarlılık oranı (CR) yardımıyla matrislerin tutarlılığı hesaplanır.

6. Tutarlılık indiks (CI) değeri Eş.3.2'e göre hesaplanır.

$$CI = \left(\frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \right) \quad [3.2]$$

7. Tutarlılık indeks (CI) ve ölçüt sayısı (n) hangi Random gösterge (RI) değerine karşılık geliyorsa o değere bölünerek tutarlılık oranı (Eş. 3.3) hesaplanır. Random gösterge (RI) değeri Çizelge 3.2 'de gösterilmiştir.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad [3.3]$$

Çizelge 3.2 Random gösterge değerleri (Macharis vd., 2004)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56

AHY'de yapılan işlemlerin tutarlılığı ve doğruluğu için; Saaty (1980) tarafından önerilen oran kullanılır. Saaty (1980) önerdiği tutarlılık oranı en fazla 0,10 olmalıdır. Genellikle hesaplanan tutarlılık oranı 0.10 değerinden küçük olmalıdır. Hesaplanan tutarlılık oranı 0.10'un altında ise elde edilen sonuçun tutarlılık derecesinin yeterli ve değerler kullanılabilir. Tutarlılık oranının 0.10'un üstünde bir değer olması halinde ölçütler tutarsız ve matris değerleri yeniden incelenmelidir (Malczewski, 1999b). İkili karşılaştırma matrisinde gerekli düzenlemeler yapılarak işlemler yeniden tekrar edilir.

8. Son aşamada ise, ölçütlerin alt sınıflarına ait puan ile ölçütlerin ağırlık değerleri çarpılarak, toplanması işlemiyle sonuç haritası oluşturulur (Yalçın, 2007).

Çok kriterli karar verme yönteminde kullanılan parametreler ve ağırlık değerleri o bölgenin özelliklerine, analizi yapılacak işlemde ne kadar etkili olduğuna bakılarak ve uzman görüşleri tarafından belirlenir. Çalışmada kullanılan parametreler ve ağırlık değerleri ise bu yöntemle oluşturulan, uzman görüşleri ve literatür de bulunan değerler kullanılarak oluşturulmuştur.

3.2.1.1 AHY verilere ait Karşılaştırma Matrisi, Ağırlıklar, Normalize Değerler ve Elde Edilen Taşkın Risk Haritası

AHY ile taşkın risk değerlendirmesinde Gürün İlçe Merkezi seçilmiştir. AHY'nin ilk adımı olan problem tanımlanması ve taşkına sebep olan ölçütler belirlenmiştir. Belirlenen ölçütler arasında en çok kullanılan ölçütler (Özcan,2008; Tek, 2013; Yılmaz, 2015); SAM, eğim, bakı, akarsuya uzaklık, yağış, arazi kullanım, jeoloji, havza olmakla birlikte bu verilerle; plan eğriselliği, profil eğriselliği, toprak nemlilik indeksi ölçütleri de değerlendirilmiştir. Arazi kullanım ve jeoloji verileri haricinde ki diğer ölçütler raster veri formatında oluşturulmuştur. Vektör veri formatında olan arazi kullanım ve jeoloji verisi analizde kullanılmak amacıyla raster veri dönüşümü gerçekleştirilmiştir.

AHY'nde çalışma alanındaki taşkın riskine sebep olan ölçütler değerlendirilmiş ve ölçütlerin sahip olduğu alt ölçütlerin her birine ağırlık değeri verilmiştir (Çizelge 3.3). Ağırlık değerleri 1-5 arasında değişmektedir. Bir ve bire en yakın olan değer en az, beş ve beşe en yakın olan değer ise en fazla riske sahiptir.

Çizelge 3.3 Taşkın risk analizinde kullanılan ölçütler, alt ölçütler ve ağırlık değerleri.

Ölçüt	Alt Ölçüt	Ağırlık Değeri
Yükseklik(SAM), (m)	1093-1285	5
	1280-1470	4
	1470-1655	3
	1655-1840	2
	1840 m ve üzeri	1
Eğim (derece)	0-8	5
	8-15	4
	15-23	3
	23-32	2
	32 derece ve üzeri	1
Bakı	Düz - Kuzey	5
	Kuzeybatı - Kuzeydoğu	4
	Doğu	3
	Diğerleri	1
Arazi Kullanım	Çayır	5
	Tarım Alanları	4
	Yerleşim Yeri	3
	Seyrek Bitki	2
	Çıplak kaya, Mera	1
Akarsu Uzaklık (m)	0-300	5
	300-650	4
	650-1060	3
	1060 m ve üzeri	1

Jeoloji	Alüvyon	5
	Diğerleri	3
Havza	Su toplama havzası	5
	Alt havza	1
Yağış	Her alanda eşit yağış	5
Profil Eğriselliği	İç Bükey	3
	Düz	5
	Dış Bükey	1
Plan Eğriselliği	İç Bükey	3
	Düz	5
	Dış Bükey	1
Toprak Nemlilik İndeksi (TWI)	-0,6 - 4,09	1
	4,09 - 6,08	3
	6,08 ve üzeri nemlilik	5

Ağırlıklar belirlendikten sonra taşkın riskine sebep olan ölçütlere ait bağıl önem belirlenip ikili karşılaştırma matrisi ile bağıl önem ağırlıkları hesaplanmıştır. Yapılan tüm bu işlemlerin bir arada değerlendirilebilmesi için ölçüt katmanlar normalizasyon işlemi yapılmıştır. Çalışma alanına ait dört farklı AHY senaryosu üretilmiş, yapılan analiz sonucunda elde edilen taşkın risk haritaları beş risk seviyesine ayrılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

AHY üretilen ilk senaryo da taşkın riski açısından belirlenen SAM, yağış, eğim, bakı, akarsuya uzaklık, arazi kullanımı, jeoloji ve havza verileri kullanılmıştır. Belirlenen sekiz ölçütün, alt kriterlerin ağırlıklandırılması Çizelge 3.3'e göredir.

Taşkın riski için değerlendirilecek sekiz ölçütün bağıl önem ağırlıkları ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 3.1 AHY tercih ölçeği ile belirlenmiştir. Ölçütler arasındaki bağıl önem yapılan literatür araştırmaları (Özcan,2008; Tek, 2013; Yılmaz, 2015), uzman görüşleri ve taşkın etkileri doğrultusunda karar verilmiştir. Ölçütlerin ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 3.4 'te gösterilmektedir.

Çizelge 3.4 AHY-1 ikili karşılaştırma matrisi.

Ölçüt	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8
Ö1 (Yağış)	1	2	2	4	5	5	6	7
Ö2 (A. Uzaklık)		1	2	3	4	5	6	7
Ö3 (Eğim)			1	2	3	4	5	6
Ö4 (Yükseklik)				1	2	4	5	6
Ö5 (Arazi Kul.)					1	3	4	5
Ö6 (Bakı)						1	3	5
Ö7 (Jeoloji)							1	2
Ö8 (Havza)								1

İkili karşılaştırma matrisinde ölçüt değerleri, her ölçütün sahip olduğu sütun toplamlarına bölünerek değerler normalize edilmiştir. Normalize edilen değerlerin satır toplamları ölçüt sayısına bölünerek ölçütlerin bağıl ağırlıkları hesaplanmıştır. Hesaplanan bağıl ağırlıkların değer toplamı bir olacak şekilde kontrolü yapılmıştır (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5 AHY-1 normalize edilmiş matris değerleri ve ağırlık hesabı.

Ölçüt	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ağırlık
Ö1	0,33789	0,43546	0,31008	0,35982	0,31679	0,22189	0,19672	0,17949	0,29477
Ö2	0,16895	0,21773	0,31008	0,26987	0,25343	0,22189	0,19672	0,17949	0,22727
Ö3	0,16895	0,10886	0,15504	0,17991	0,19007	0,17751	0,16393	0,15385	0,16227
Ö4	0,08447	0,07258	0,07752	0,08996	0,12672	0,17751	0,16393	0,15385	0,11832
Ö5	0,06758	0,05443	0,05168	0,04498	0,06336	0,13314	0,13115	0,12821	0,08431
Ö6	0,06758	0,04355	0,03876	0,02249	0,02112	0,04438	0,09836	0,12821	0,05805
Ö7	0,05632	0,03629	0,03101	0,01799	0,01584	0,01479	0,03279	0,05128	0,03204
Ö8	0,04827	0,03110	0,02584	0,01499	0,01267	0,00888	0,01639	0,02564	0,02297
Toplam	1	1	1	1	1	1	1	1	1

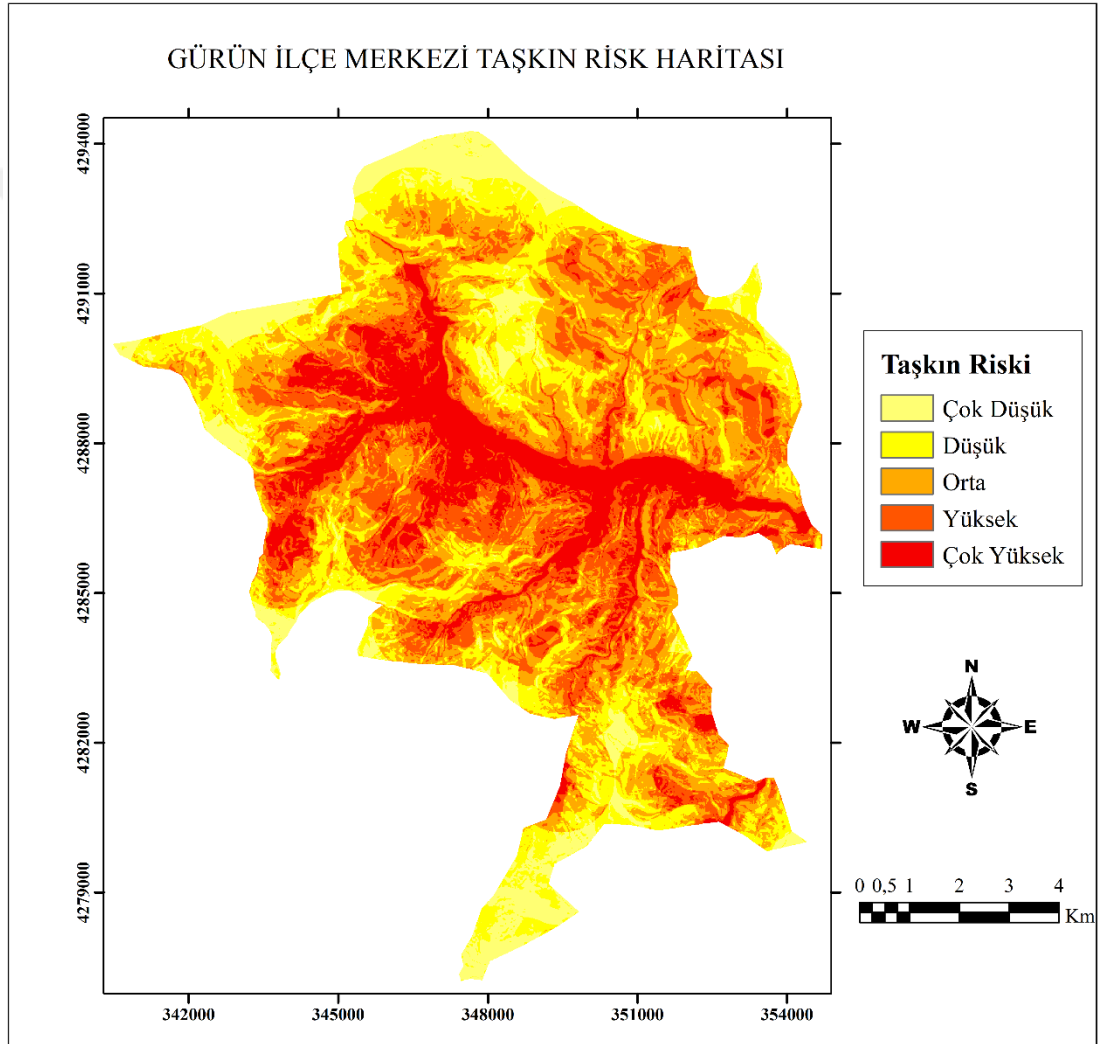
Oluşturulan ikili karşılaştırma matrisinde ki değerlerin tutarlı olup olmadığı incelenmeli ve tutarlı değilse değerler düzeltilip yeniden işlem adımları tekrar edilmelidir. Bu kapsamda öncelikle ikili karşılaştırma matrisi ile hesaplanan ağırlık değerleri çarpılır ve toplanır. Sonraki adımda Eşt (3.2) ve Eşt (3.3) formülleri kullanılarak CR ve RI değerleri hesaplanır.

Çizelge 3.6 AHY-1Tutarlılık Hesabı.

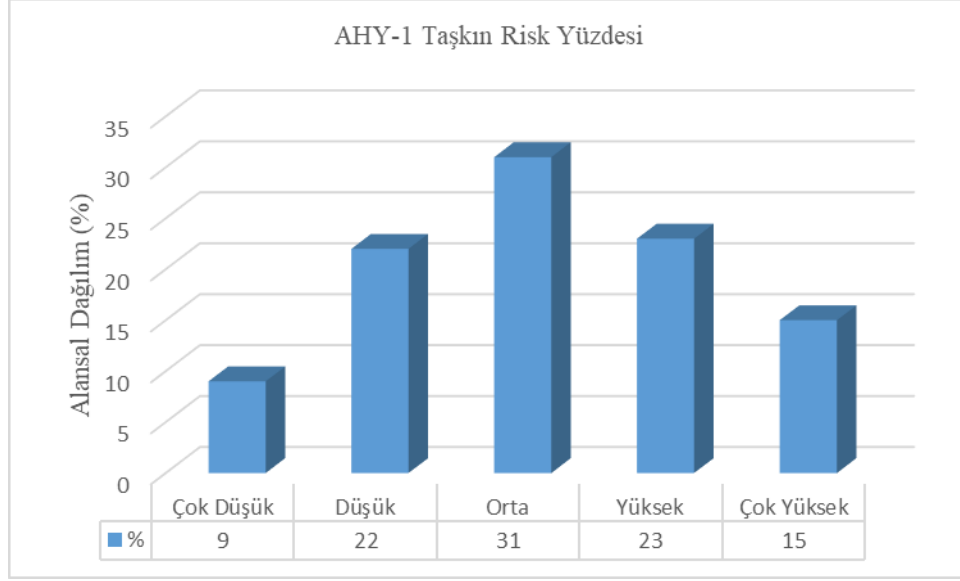
1.Adım	2.Adım
$1*0,29477+2*0,22727+2*0,16227+4*0,11832+5*0,08431+5*0,05805+6*0,03204+7*0,02297=2,61199$	8,86119
$0,5*0,29477+1*0,22727+2*0,16227+3*0,11832+4*0,08431+5*0,05805+6*0,03204+7*0,02297=2,03471$	8,95287
$0,5*0,29477+0,5*0,22727+1*0,16227+2*0,11832+3*0,08431+4*0,05805+5*0,03204+6*0,02297=1,44311$	8,89348
$0,25*0,29477+0,33333*0,22727+0,5*0,16227+1*0,11832+2*0,08431+4*0,05805+5*0,03204+6*0,02297=1,04778$	8,85568
$0,2*0,29477+0,25*0,22727+0,33333*0,16227+0,5*0,11832+1*0,08431+3*0,05805+4*0,03204+5*0,02297=0,73052$	8,66419
$0,2*0,29477+0,2*0,22727+0,25*0,16227+0,25*0,11832+0,33333*0,08431+1*0,05805+3*0,03204+5*0,02297=0,47169$	8,12501
$0,16667*0,29477+0,16667*0,22727+0,2*0,16227+0,2*0,11832+0,25*0,08431+0,33333*0,05805+1*0,03204+2*0,02297=0,26154$	8,16338
$0,14286*0,29477+0,14286*0,22727+0,16667*0,16227+0,16667*0,11832+0,2*0,08431+0,2*0,05805+0,5*0,03204+1*0,02297=0,18881$	8,21843
$\lambda_{max} = 8,59178$	
CR = 0,08454	
RI = 0,05996	

Tutarlık hesabında RI değerinin 0,1 den küçük olduğu için yapılan işlemlerin tutarlı olduğu sonuca varılmış ve AHY-1 senaryosunun taşkın risk sonuç haritası (Şekil 3.9) gibi olup, sonuç beş risk seviyesine ayrılıp değerlendirilmiştir.

AHY-1 senaryosu taşkın risk sınıflandırma sonuçları değerlendirildiğinde Gürün İlçe Merkezi %9'u Çok Düşük, %22'si Düşük, % 31'i Orta, %23'ü Yüksek, %15'i Çok Yüksek taşkın riskine sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.9 Çalışma alanına ait AHY-1'e göre taşkın risk haritası.



Şekil 3.10 Çalışma alanına ait AHY-1 taşkın risk sınıflarının alansal dağılım yüzdesi.

AHY üretilen ikinci senaryo da taşkın riski açısından ilk senaryoda kullanılan sekiz ölçüt (SAM, yağış, eğim, bakı, akarsuya uzaklık, arazi kullanımı, jeoloji ve havza) kullanılmıştır. Fakat ikinci senaryoda sekiz ölçütün önem sırası değiştirilerek sonuç değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.7 AHY-2 ikili karşılaştırma matrisi

Ölçüt	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8
Ö1 (Eğim)	1	2	2	4	5	6	6	7
Ö2 (Yükseklik)		1	2	3	4	5	5	6
Ö3 (Yağış)			1	2	3	4	5	6
Ö4 (A. Uzaklık)				1	3	3	5	7
Ö5 (Arazi Kul.)					1	2	4	5
Ö6 (Havza)						1	3	4
Ö7 (Bakı)							1	2
Ö8 (Jeoloji)								1

AHY-2 ikili karşılaştırma matrisin, normalizasyon değerleri yardımıyla ölçüt ağırlıkları hesaplanmış ve kontrolü yapılmıştır.

Çizelge 3.8 AHY-2 normalize edilmiş matris değerleri ve ağırlık hesabı.

Ölçüt	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ağırlık
Ö1	0,34174	0,43011	0,31008	0,36322	0,29499	0,27799	0,20339	0,18421	0,30073
Ö2	0,17087	0,21505	0,31008	0,27249	0,23599	0,23166	0,16949	0,15789	0,22044
Ö3	0,17087	0,10753	0,15504	0,18166	0,17699	0,18533	0,16949	0,15789	0,16310
Ö4	0,08544	0,07168	0,07752	0,09083	0,17699	0,13900	0,16949	0,18421	0,12439
Ö5	0,06835	0,05376	0,05168	0,03028	0,05900	0,09266	0,13559	0,13158	0,07786
Ö6	0,05696	0,04301	0,03876	0,03028	0,02950	0,04633	0,10169	0,10526	0,05647
Ö7	0,05696	0,04301	0,03101	0,01817	0,01475	0,01544	0,03390	0,05263	0,03323
Ö8	0,04882	0,03584	0,02584	0,01298	0,01180	0,01158	0,01695	0,02632	0,02377
Toplam	1	1	1	1	1	1	1	1	1

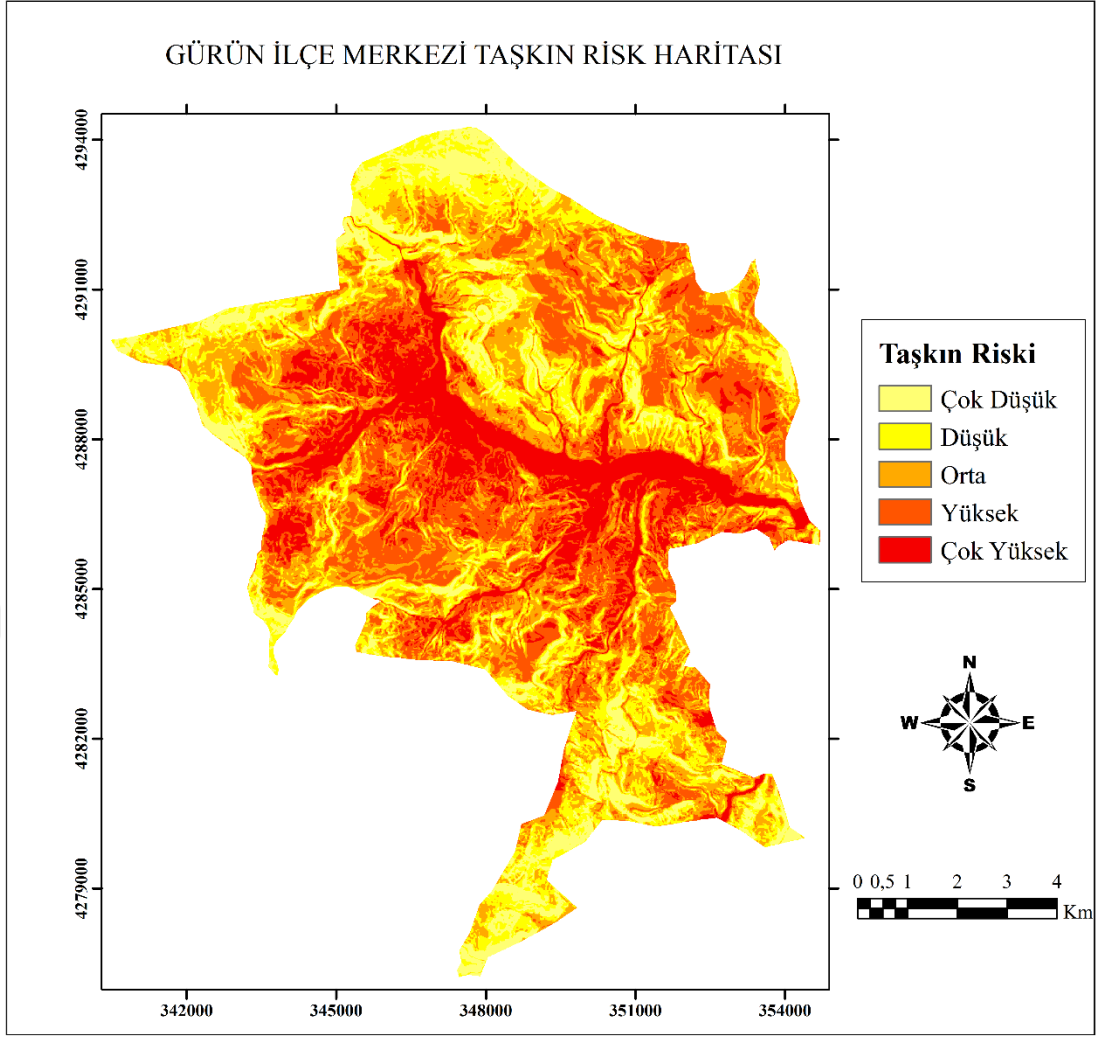
Hesaplanan değerlerin tutarlılık oranına bakılarak işlemlerin tutarlı olup olmadığı incelenmiştir.

Çizelge 3.9 AHY-2 Tutarlılık Hesabı.

1.Adım	2.Adım
$1*0,30073+2*0,22044+2*0,16310+4*0,12439+5*0,07786+6*0,05647+6*0,03323+7*0,02377= 2,65931$	8,84289
$0,5*0,30073+1*0,22044+2*0,16310+3*0,12439+4*0,07786+5*0,05647+5*0,03323+6*0,02377= 1,97277$	8,94920
$0,5*0,30073+0,5*0,22044+1*0,16310+2*0,12439+3*0,07786+4*0,05647+5*0,03323+6*0,02377= 1,44072$	8,83333
$0,25*0,30073+0,33333*0,22044+0,5*0,16310+1*0,12439+3*0,07786+3*0,05647+5*0,03323+7*0,02377= 1,09014$	8,76357
$0,2*0,30073+0,25*0,22044+0,33333*0,16310+0,33333*0,12439+1*0,07786+2*0,05647+4*0,03323+5*0,02377= 0,65366$	8,39503
$0,16667*0,30073+0,2*0,22044+0,25*0,16310+0,33333*0,12439+0,5*0,07786+1*0,05647+3*0,03323+4*0,02377= 0,46662$	8,26250
$0,16667*0,30073+0,2*0,22044+0,2*0,16310+0,2*0,12439+0,25*0,07786+0,33333*0,05647+1*0,03323+2*0,02377= 0,27076$	8,14741
$0,14286*0,30073+0,16667*0,22044+0,16667*0,16310+0,14286*0,12439+0,2*0,07786+0,25*0,05647+0,5*0,03323+1*0,02377= 0,19473$	8,19370
$\lambda_{max}= 8,54845$ CR = 0,07835 RI = 0,05557	

Tutarlılık hesabında RI değerinin 0,1 den küçük olduğu için yapılan işlemlerin tutarlı olduğu sonuca varılmış ve AHY-2 senaryosunun taşkın risk sonuç haritası (Şekil 3.11) gibi olup, sonuç beş risk seviyesine ayrılıp değerlendirilmiştir.

AHY-2 ile oluşturulan senaryoda taşkın risk sınıflandırma değerlendirildiğinde çalışma alanında %10'u Çok Düşük, %21'i Düşük, % 27'si Orta, %27'si Yüksek, %15'i Çok Yüksek taşkın riskine sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.11 Çalışma alanına ait AHY-2'ye göre taşkın risk haritası.



Şekil 3.12 Çalışma alanına ait AHY-2 taşkın risk sınıflarının alansal dağılım yüzdesi.

AHY üretilen üçüncü senaryo da taşkın riski açısından belirlenen SAM, eğim, bakı, akarsuya uzaklık, arazi kullanımı, jeoloji ve havza verileri kullanılmıştır. Alt ölçütlerin ağırlıklandırması Çizelge 3.3’de ki gibidir.

Taşkın riski için değerlendirilecek yedi ölçütün bağıl önem ağırlıkları ikili karşılaştırma matrisi ile belirlenmiştir. Ölçütlerin ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 3.10’ da gösterilmektedir.

Çizelge 3.10 AHY-3 ikili karşılaştırma matrisi.

Ölçüt	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7
Ö1 (Yükseklik)	1	2	3	4	4	5	7
Ö2 (Eğim)		1	2	3	4	4	5
Ö3 (Arazi Kul.)			1	3	3	5	6
Ö4 (A. Uzaklık)				1	3	4	4
Ö5 (Bakı)					1	2	4
Ö6 (Jeoloji)						1	2
Ö7 (Havza)							1

AHY-3 ikili karşılaştırma matrisin, normalizasyon değerleri yardımıyla ölçüt ağırlıkları hesaplanmış ve kontrolü yapılmıştır.

Çizelge 3.11 AHY-3 normalize edilmiş matris değerleri ve ağırlık hesabı.

Ölçüt	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ağırlık
Ö1	0,37367	0,44118	0,42654	0,33803	0,25397	0,23256	0,24138	0,32962
Ö2	0,18683	0,22059	0,28436	0,25352	0,25397	0,18605	0,17241	0,22253
Ö3	0,12456	0,11029	0,14218	0,25352	0,19048	0,23256	0,20690	0,18007
Ö4	0,09342	0,07353	0,04739	0,08451	0,19048	0,18605	0,13793	0,11619
Ö5	0,09342	0,05515	0,04739	0,02817	0,06349	0,09302	0,13793	0,07408
Ö6	0,07473	0,05515	0,02844	0,02113	0,03175	0,04651	0,06897	0,04667
Ö7	0,05338	0,04412	0,02370	0,02113	0,01587	0,02326	0,03448	0,03085
Toplam	1	1	1	1	1	1	1	1

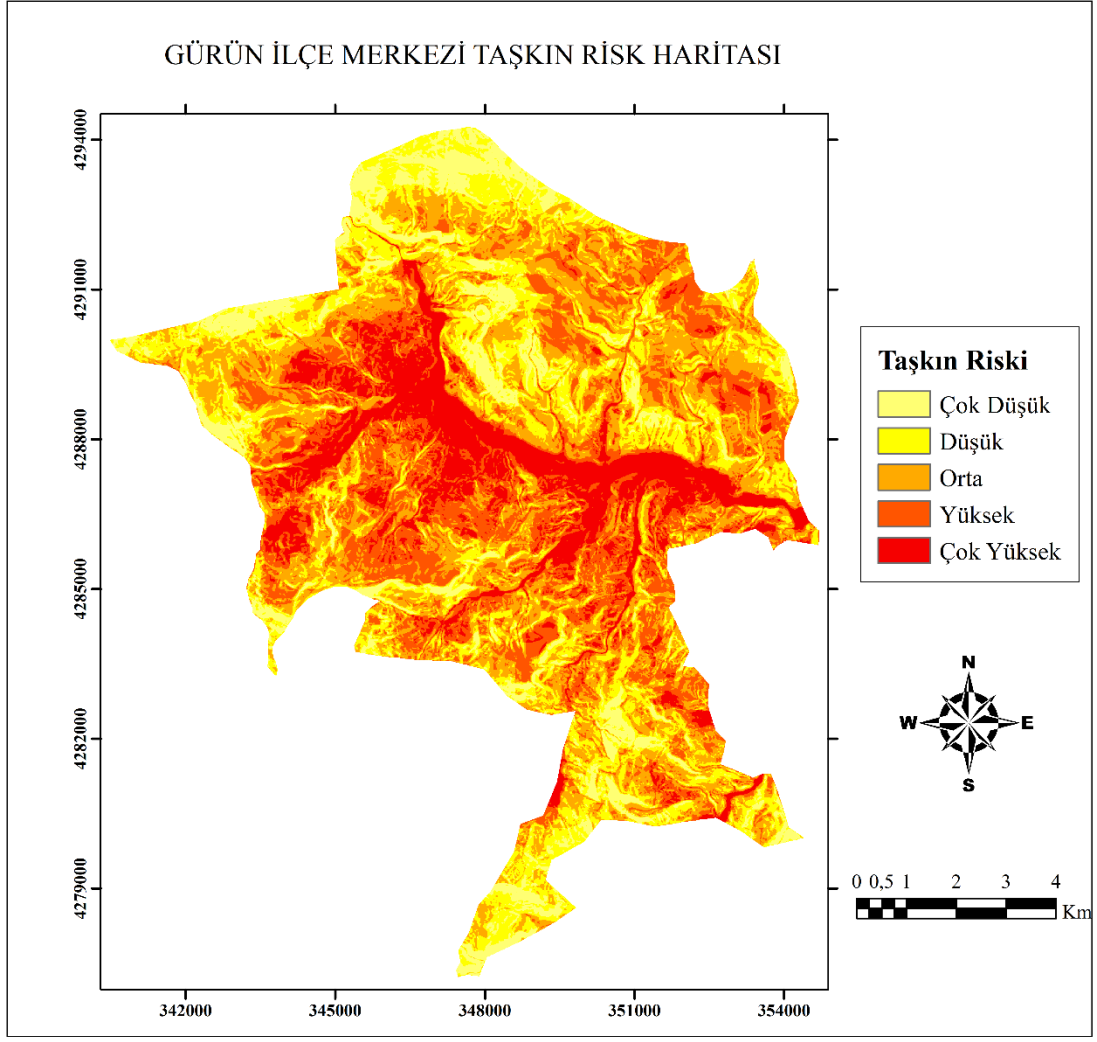
Hesaplanan değerlerin tutarlılık oranına bakılarak işlemlerin tutarlı olup olmadığı incelenmiştir.

Çizelge 3.12 AHY-3 Tutarlılık Hesabı.

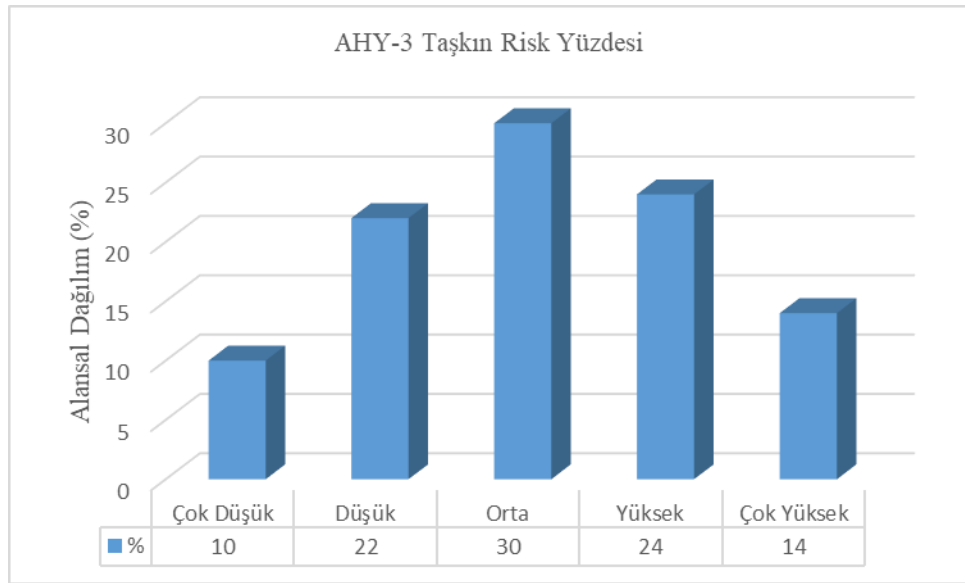
1.Adım	2.Adım
$1*0,32962+2*0,22253+ 3*0,18007+4*0,11619+4*0,07408+5*0,04667$ $7*0,03085=2,52523$	7,66110
$0,5*0,32962+1*0,22253+ 2*0,18007+3*0,11619+4*0,07408+4*0,04667$ $5*0,03085=1,73327$	7,78881
$0,33333*0,32962+0,5*0,22253+ 1*0,18007+3*0,11619+3*0,07408+5*0,04667$ $6*0,03085=1,39043$	7,72165
$0,25*0,32962+0,33333*0,22253+0,33333*0,18007+1*0,11619+3*0,07408+4*0,04667$ $4*0,03085=0,86509$	7,44577
$0,25*0,32962+0,25*0,22253+ 0,33333*0,18007+0,33333*0,11619+1*0,07408+$ $2*0,04667 4*0,03085=0,52759$	7,12179
$0,2*0,32962+0,25*0,22253+ 0,2*0,18007+0,25*0,11619+0,5*0,07408+1*0,04667$ $2*0,03085=0,33202$	7,11472
$0,14286*0,32962+0,2*0,22253+ 0,16667*0,18007+0,25*0,11619+0,25*0,07408+$ $0,5*0,04667+1*0,03085=0,22335$	7,24055
$\lambda_{max} = 7,44206$ CR = 0,07368 RI = 0,05582	

Tutarlık hesabında RI değerinin 0,1 den küçük olduğu için yapılan işlemlerin tutarlı olduğu sonuca varılmış ve AHY-3 senaryosunun taşkın risk sonuç haritası (Şekil 3.13) gibi olup, sonuç beş risk seviyesine ayrılıp değerlendirilmiştir.

AHY-3 ile oluşturulan senaryoda taşkın risk sınıfları değerlendirildiğinde çalışma alanında %10'i Çok Düşük, %22'i Düşük, % 30'u Orta, %24'si Yüksek, %14'ü Çok Yüksek taşkın riskine sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.13 Çalışma alanına ait AHY-3'e göre taşkın risk haritası.



Şekil 3.14 Çalışma alanına ait AHY-3 taşkın risk sınıflarının alansal dağılım yüzdesi.

AHY üretilen dördüncü senaryo da taşkın riski açısından ilk senaryoda kullanılan sekiz (SAM, yağış, eğim, bakı, akarsuya uzaklık, arazi kullanımı, jeoloji ve havza) ölçüte plan eğriselliği, profil eğriselliği ve toprak nemlilik indeksi ölçütleri de değerlendirilmek üzere on bir ölçüt kullanılmıştır. Ölçüt ağırlıkları Çizelge 3.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.13 AHY-4 ikili karşılaştırma matrisi.

Ölçüt	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ö9	Ö10	Ö11
Ö1	1	2	3	3	4	5	6	6	7	8	8
Ö2		1	2	3	3	4	4	5	6	6	7
Ö3			1	2	3	4	5	6	6	7	8
Ö4				1	2	3	4	5	5	6	6
Ö5					1	2	3	4	4	5	5
Ö6						1	2	3	3	4	5
Ö7							1	2	2	3	4
Ö8								1	2	3	3
Ö9									1	2	3
Ö10										1	2
Ö11											1

(Ö1:Eğim, Ö2:Yükseklik, Ö3:Akarsuya olan uzaklık, Ö4:Plan Eğriselliği, Ö5:Profil Eğriselliği, Ö6:Yağış, Ö7:Bakı, Ö8:TWI, Ö9:Havza, Ö10: Arazi Kullanımı, Ö11Jeoloji.)

AHY-5 ikili karşılaştırma matrisin, normalizasyon değerleri yardımıyla ölçüt ağırlıkları hesaplanmış ve kontrolü yapılmıştır.

Çizelge 3.14 AHY-4 normalize edilmiş matris değerleri ve ağırlık hesabı.

Ölçüt	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ö9	Ö10	Ö11	Ağırlık
Ö1	0,2991	0,3743	0,3804	0,2773	0,2714	0,2425	0,2257	0,1809	0,1900	0,1758	0,1538	0,2519
Ö2	0,1495	0,1871	0,2536	0,2773	0,2036	0,1940	0,1504	0,1507	0,1629	0,1318	0,1346	0,1814
Ö3	0,0997	0,0935	0,1268	0,1849	0,2036	0,1940	0,1880	0,1809	0,1629	0,1538	0,1538	0,1583
Ö4	0,0997	0,0623	0,0634	0,0924	0,1357	0,1455	0,1504	0,1507	0,1357	0,1318	0,1153	0,1166
Ö5	0,0747	0,0623	0,0422	0,0462	0,0678	0,0970	0,1128	0,1206	0,1086	0,1098	0,0961	0,0853
Ö6	0,0598	0,0467	0,0317	0,0308	0,0339	0,0485	0,0752	0,0904	0,0814	0,0879	0,0961	0,0620
Ö7	0,0498	0,0467	0,0253	0,0231	0,0226	0,0242	0,0376	0,0603	0,0543	0,0659	0,0769	0,0442
Ö8	0,0498	0,0374	0,0211	0,0184	0,0169	0,0161	0,0188	0,0301	0,0543	0,0659	0,0576	0,0351
Ö9	0,0427	0,0311	0,0211	0,0184	0,0169	0,0161	0,0188	0,0150	0,0271	0,0439	0,0576	0,0281
Ö10	0,0373	0,0311	0,0181	0,0154	0,0135	0,0121	0,0125	0,0100	0,0135	0,0219	0,0384	0,0204
Ö11	0,0373	0,0267	0,0158	0,0154	0,0135	0,0097	0,0094	0,0100	0,0090	0,0109	0,0192	0,0161
Toplam	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

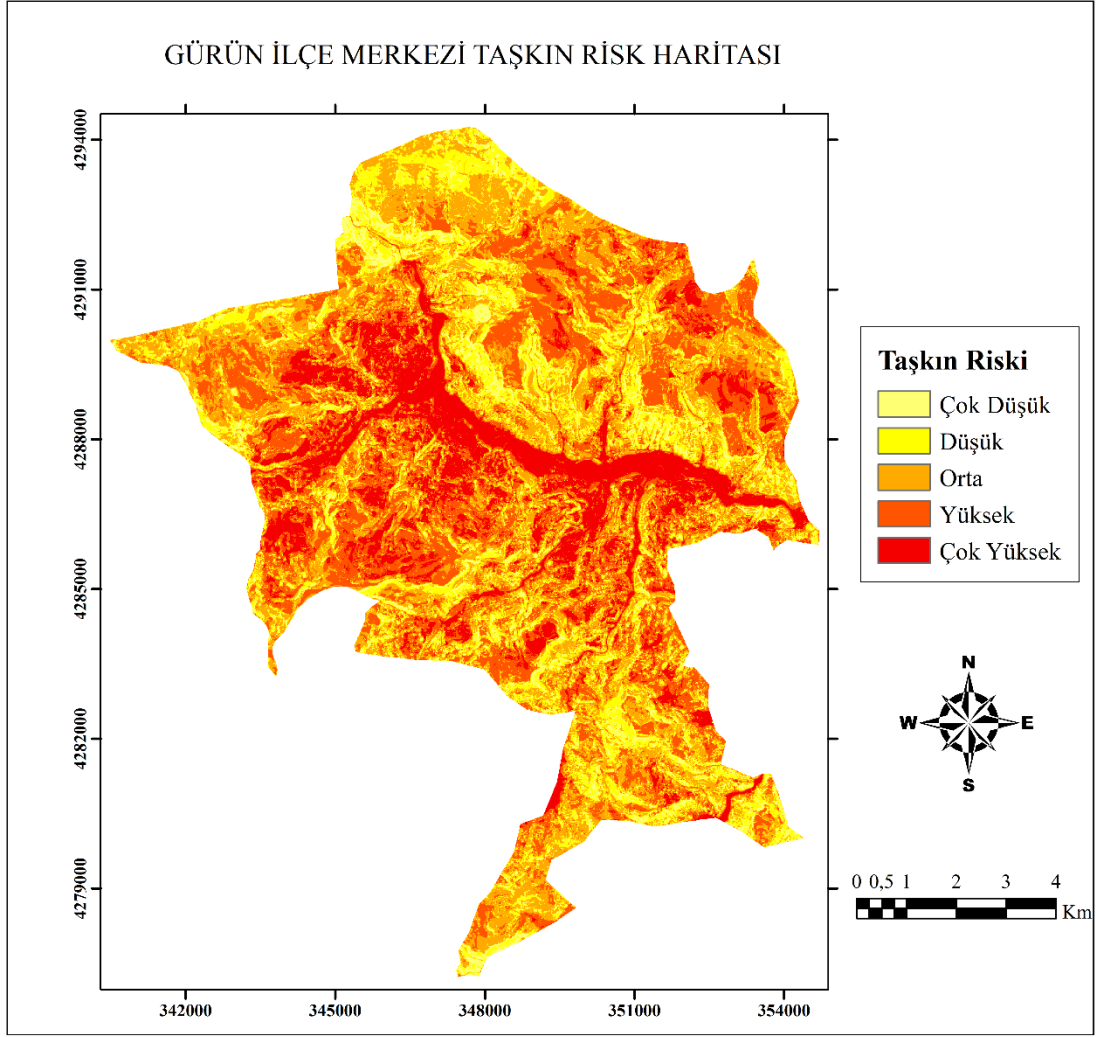
Hesaplanan değerlerin tutarlılık oranına bakılarak işlemlerin tutarlı olup olmadığı incelenmiştir.

Çizelge 3.15 AHY-4 Tutarlılık hesabı.

1.Adım	2.Adım
$1*0,25197+2*0,18145+3*15839+3*0,11668+4*0,08533+5*0,06207+6*0,04428+6*0,03518+7*0,02813+8*0,02040+8*0,01613=3,05759$	12,13480
$0,5*0,25197+1*0,18145+2*15839+3*0,11668+3*0,08533+4*0,06207+4*0,04428+5*0,03518+6*0,02813+6*0,02040+7*0,01613=2,23558$	12,32036
$0,33333*0,25197+0,5*0,18145+1*15839+2*0,11668+3*0,08533+4*0,06207+5*0,04428+6*0,03518+6*0,02813+7*0,02040+8*0,01613=1,94377$	12,27238
$0,33333*0,25197+0,33333*0,18145+0,5*15839+1*0,11668+2*0,08533+3*0,06207+4*0,04428+5*0,03518+5*0,02813+6*0,02040+6*0,01613=1,41002$	12,08478
$0,25*0,25197+0,33333*0,18145+0,33333*15839+0,5*0,11668+1*0,08533+2*0,06207+3*0,04428+4*0,03518+4*0,02813+5*0,02040+5*0,01613=1,01277$	11,86858
$0,2*0,25197+0,25*0,18145+0,25*15839+0,33333*0,11668+0,5*0,08533+1*0,06207+2*0,04428+3*0,03518+3*0,02813+4*0,02040+5*0,01613=0,71969$	11,59449
$0,16667*0,25197+0,25*0,18145+0,2*15839+0,25*0,11668+0,33333*0,08533+0,5*0,06207+1*0,04428+2*0,03518+2*0,02813+3*0,02040+4*0,01613=0,50428$	11,38844
$0,16667*0,25197+0,2*0,18145+0,16667*15839+0,2*0,11668+0,25*0,08533+0,33333*0,06207+0,5*0,04428+1*0,03518+2*0,02813+3*0,02040+3*0,01613=0,39319$	11,17778
$0,14286*0,25197+0,16667*0,18145+0,16667*15839+0,2*0,11668+0,25*0,08533+0,33333*0,06207+0,5*0,04428+0,5*0,03518+1*0,02813+2*0,02040+3*0,01613=0,31503$	11,20107
$0,125*0,25197+0,16667*0,18145+0,14286*15839+0,16667*0,11668+0,2*0,08533+0,25*0,06207+0,33333*0,04428+0,5*0,03518+0,5*0,02813+1*0,02040+2*0,01613=0,22960$	11,25389
$0,125*0,25197+0,14286*0,18145+0,125*15839+0,16667*0,11668+0,2*0,08533+0,2*0,06207+0,25*0,04428+0,33333*0,03518+0,33333*0,02813+0,5*0,02040+1*0,01613=0,18464$	11,44946
$\lambda_{max} = 11,70419$ CR = 0,07042 RI = 0,04664	

Tutarlılık hesabında RI değerinin 0,1 den küçük olduğu için yapılan işlemlerin tutarlı olduğu sonuca varılmış ve AHY-4 senaryosunun taşkın risk sonuç haritası (Şekil .15) gibi olup, sonuç beş risk seviyesine ayrılıp değerlendirilmiştir.

AHY-3 ile oluşturulan senaryoda taşkın risk sınıfları değerlendirildiğinde çalışma alanında %8'i Çok Düşük, %19'i Düşük, % 30'u Orta, %28'si Yüksek, %15'ü Çok Yüksek taşkın riskine sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.15 Çalışma alanına ait AHY-4'e göre taşkın risk haritası.



Şekil 3.16 Çalışma alanına ait AHY-4 taşkın risk sınıflarının alansal dağılım yüzdesi.

Bölgenin yerleşiminin Tohma Çayı ve etrafında olması ve geçmiş yıllarda yaşanan taşkınların yerleşim, tarım ve ulaşım alanlarını etkilemiştir (Saritaş, 2019), edinilen bilgiler doğrultusunda bölgenin yapısını bilen uzman kişilerle görüşüldü ve sonuç haritalar yorumlandı (Saritaş, 2019).

AHY kullanılarak elde edilen taşkın risk haritaları değerlendirildiğinde, yerleşim ve tarım alanların yüksek risk potansiyeli taşıdığı bölgelerde yer aldığı görülmüştür.



4. TAŞKIN RİSK HARİTALARININ DOĞRULANMASI

Elde edilen taşkın risk haritalarının doğruluğunun belirlenebilmesi için ROC analiz yöntemi kullanıldı. ROC analiz yöntemi, eğri altında kalan alan (AUC) olarak ifade edilen ve doğru pozitif (DP) ve yanlış pozitif (YP) şeklinde sınıflandırılan alanların oransal karşılaştırılması neticesinde AUC değerinin ifade edilmesidir. Bir ROC eğrisinde dikey eksen doğrultusunda DP (duyarlılık) ve yatay eksen doğrultusunda YP (1-özgüllülük) oranlarının ifade edildiği egridir. Eğri üzerindeki değerler pozitif ve negatif oranlar arasında doğru ayırımın ifade edilebilmesi için modelin kabiliyetinin (yeterliliğinin) göstergesidir (Begueria, 2006).

Sentinel-1 ve AHY yöntemi sonucunda belirlenen taşkın risk haritalarının uyumluluğunun değerlendirilmesi için, karakteristik eğrisi (ROC) altında kalan alan (AUC) yöntemi kullanılmıştır (Lee, 2005). AUC yönteminde alan 0 ile 1 değerleri arasında değişmektedir. ROC eğrisi altında kalan alan (AUC) değerinin 1'e yakın olması ideal uyumun olduğunu gösterirken, 0.5'e yakın bir değer, durumunda ideal uyumun oldukça az olduğunu ifade etmektedir (Fawcett, 2006). Eğri altında kalan değer ne kadar büyük olursa aralarında ki uyum o kadar iyi olmaktadır. ROC eğrisi altında kalan alan değeri için genel olarak çizelge 4.1 de ki kurallar kullanılır (Hosmer, Lemeshow ve Sturdivant, 2013).

Çizelge 4.1 Eğri Altında Kalan Alan.

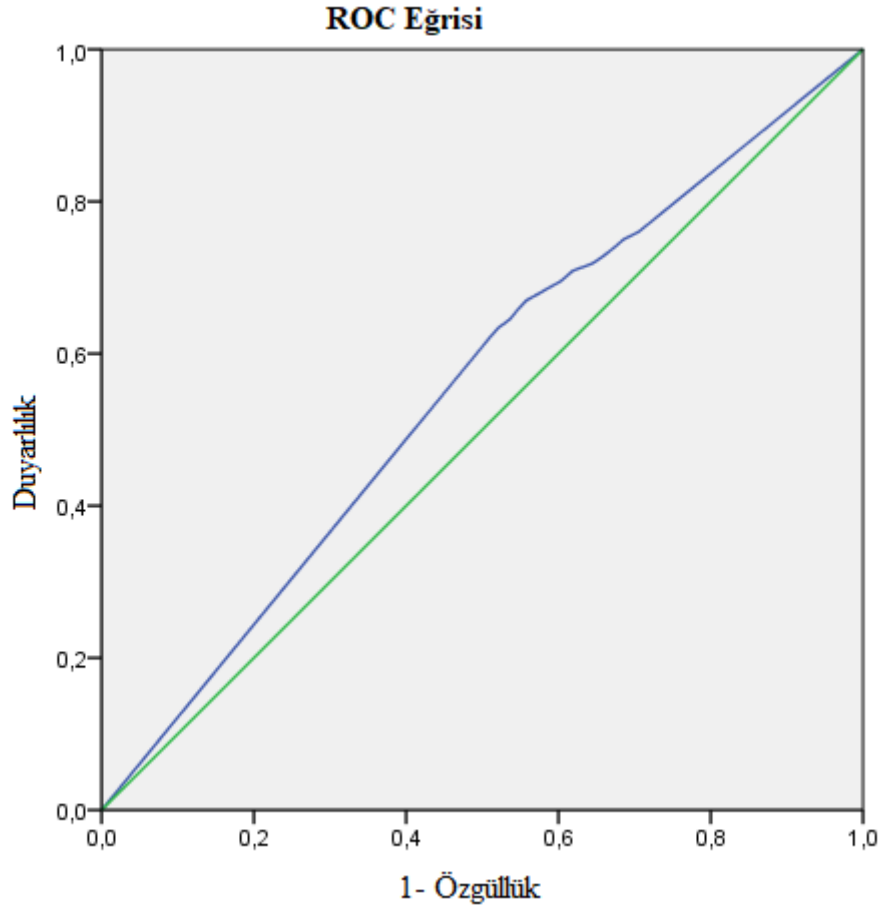
$AUC=0,5$	Bu durum bir uyum ifade etmez
$0,5 < AUC < 0,6$	“Kötü” bir uyum olduğunu ifade eder
$0,6 \leq AUC < 0,7$	“Zayıf” bir uyum olduğunu ifade eder
$0,7 \leq AUC < 0,8$	“Kabul edilebilir” bir uyum olduğunu ifade eder
$0,8 \leq AUC < 0,9$	“Mükemmel” bir uyum olduğunu ifade eder
$AUC \geq 0,9$	“Olağanüstü” bir uyum olduğunu ifade eder

Cumhuriyet Üniversitesi adına kayıtlı lisanslı SPSS istatistik programı kullanılarak, CBS tabanında çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden AHY'ne göre üretilen taşkın haritaların, SAR verileriyle elde edilen taşkın alanlarıyla ne kadar uyumlu olduğu araştırılmıştır. ROC eğrisi altında kalan alan yöntemiyle doğrulanmıştır.

Gürün İlçe Merkezi'nde 20.05.2018'nde meydana gelen taşkından yola çıkılarak, mayıs ayına ait SAR verileriyle oluşturulan sonuç haritaları ile AHY oluşturulan dört

senaryoya ait taşkın risk haritalarının ne kadar uyumlu olduğu incelenmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

SAR ve AHY-1 , AHY-2, AHY-3 ve AHY-4'e göre oluşturulan haritaların birbiriyle ne kadar uyum sağladığını ROC eğrisi (Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4) ve eğri altında kalan alan (Çizelge 4.2, Çizelge 4.3, Çizelge 4.4, Çizelge 4.5) ile gösterilmiş, AUC değeri (Çizelge4.1) bakılarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

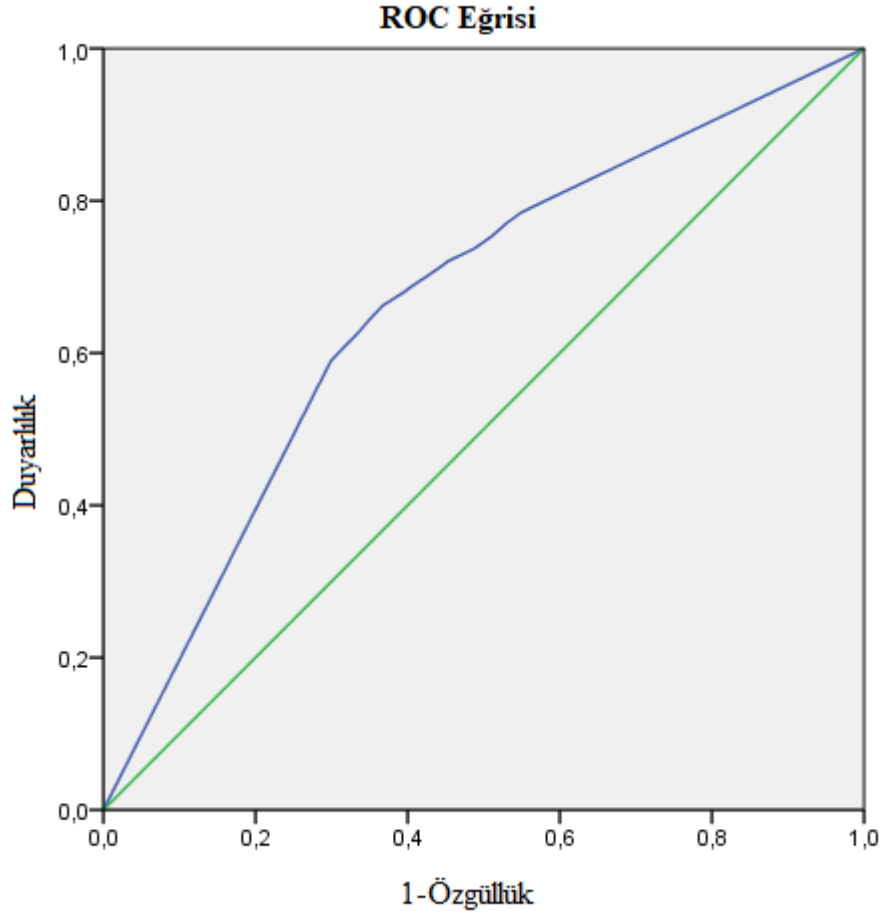


Şekil 4.1 Sentinel-1 ve AHY-1 ROC eğrisi.

SAR ve AHY-1 yöntemlerine göre hesaplanan ROC eğrisi altındaki alan Çizelge 4.2;

Çizelge 4.2 Sentinel-1 ve AHY-1 ROC Eğrisi Altında Kalan Alan.

AUC	Std. Hata	Asimp. P	Asimp. %95 Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Üst Sınır
0,554	0,003	0,000	0,547	0,560

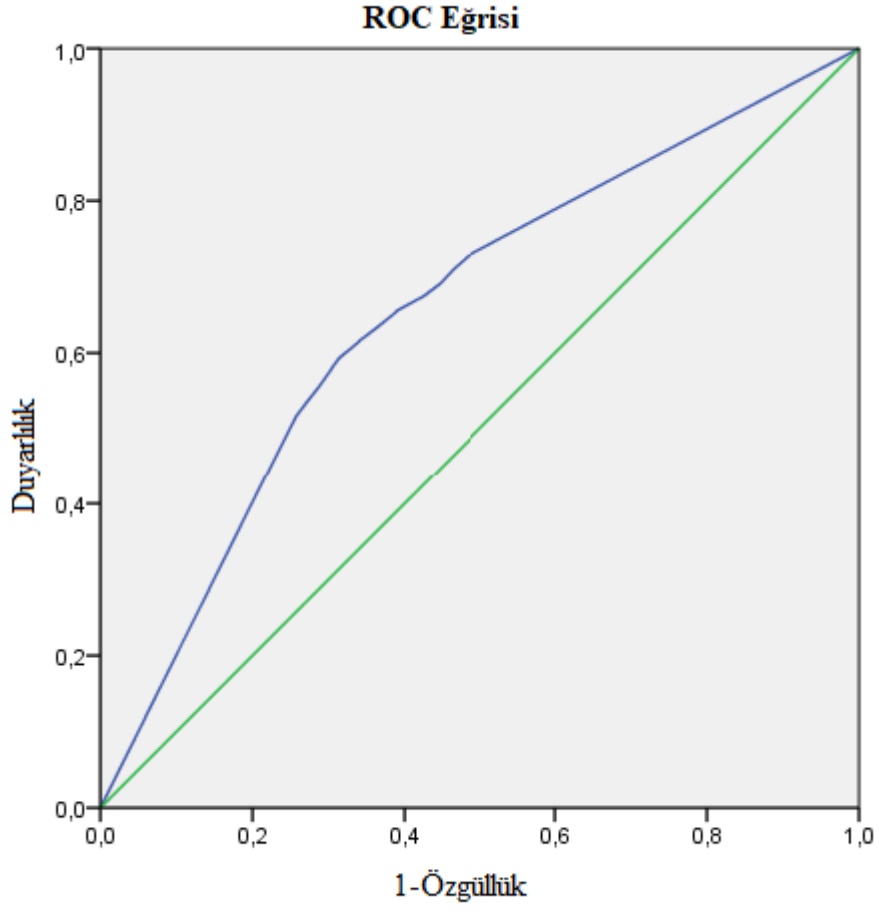


Şekil 4.2 Sentinel-1 ve AHY-2 ROC eğrisi.

SAR ve AHY-2 yöntemlerine göre hesaplanan ROC eğrisi altındaki alan Çizelge 4.3;

Çizelge4.3 Sentinel-1 ve AHY-2 ROC Eğrisi Altında Kalan Alan.

AUC	Std. Hata	Asimp. P	Asimp. %95 Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Üst Sınır
0,664	0,003	0,000	0,658	0,671

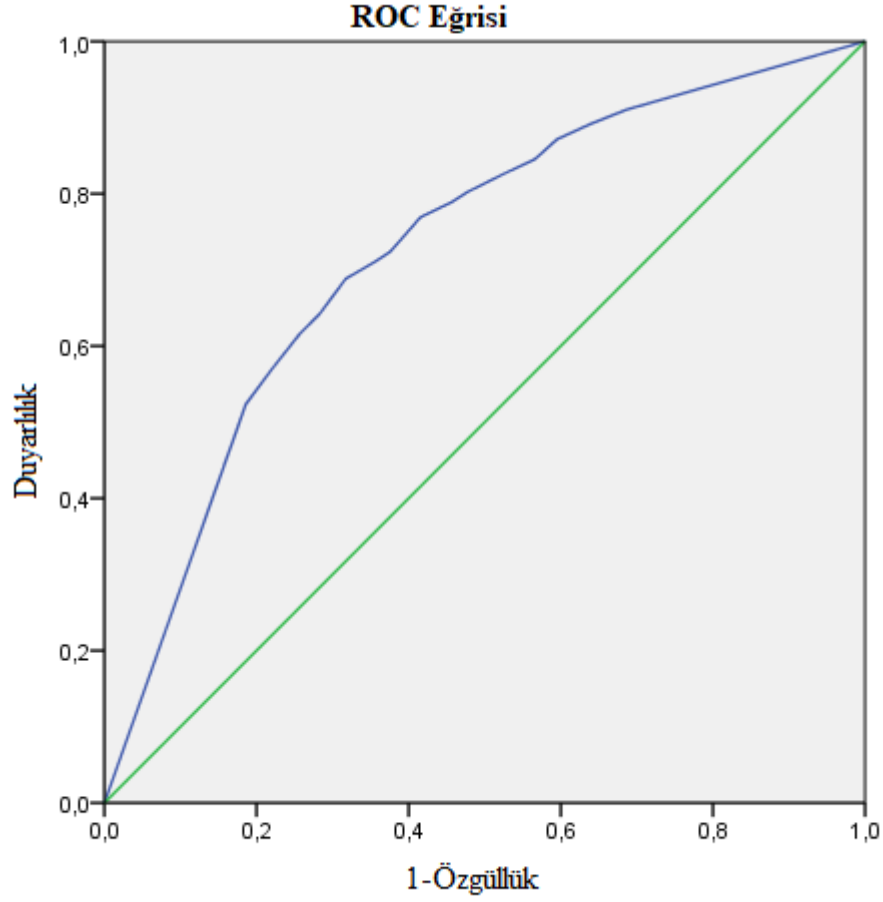


Şekil 4.3 Sentinel-1 ve AHY-3 ROC eğrisi.

SAR ve AHY-3 yöntemlerine göre hesaplanan ROC eğrisi altındaki alan Çizelge 4.4;

Çizelge 4.4 Sentinel-1 ve AHY-3 ROC Eğrisi Altında Kalan Alan.

AUC	Std. Hata	Asimp. P	Asimp. %95 Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Üst Sınır
0,656	0,003	0,000	0,650	0,662



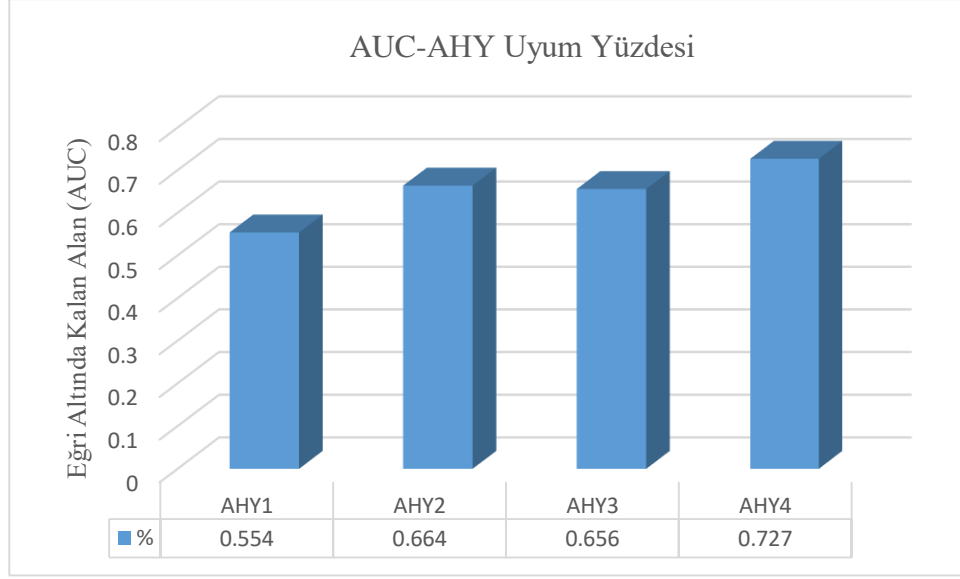
Şekil 4.4 Sentinel-1 ve AHY-4 ROC eğrisi.

SAR ve AHY-2 yöntemlerine göre hesaplanan ROC eğrisi altındaki alan Çizelge 4.5;

Çizelge 4.5 Sentinel-1 ve AHY-4 ROC Eğrisi Altında Kalan Alan

AUC	Std. Hata	Asimp. P	Asimp. %95 Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Üst Sınır
0,727	0,003	0,000	0,721	0,733

ROC eğrisi altında kalan alan, ROC analizinin uyum başarısı hakkında bilgi verir. AUC yapılan çalışmalarda ne kadar uyum sağladığını ve veriler arasındaki ayrımı yüzdesel olarak ifade eder. AUC değeri yükseldikçe kullanılan yöntemler arasında ki ayırım yeteneğinin yüzdesel ifadesi artmaktadır.



Şekil 4.5 AUC-AHY uyum yüzde grafiği.

Şekil 4.5 incelendiğinde SAR ve AHY-1 yöntemlerin, AUC değeri 0,554 olup, kötü uyuma sahiptir ve iki yöntem %55 kötü uyum aralığındadır. SAR ve AHY-2 yöntemlerin, AUC değeri 0,664 olup, zayıf ayrıma sahiptir. İki yöntem birbiriyle %66 zayıf uyum sağlamaktadır. SAR ve AHY-3 yöntemlerin AUC değeri 0,656 olup, zayıf uyuma sahip ve iki yöntem birbiriyle %66 zayıf uyum sağlamaktadır. SAR ve AHY-4 yöntemlerin, AUC değeri 0,727 olup, kabul edilebilir ayrıma sahiptir. İki yöntem birbiriyle %73 uyum sağladığı belirlenmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye ve dünya genelinde, iklim değişikliğine bağlı olarak taşkın olaylarının yaşanma sıklığının da artış görülmektedir. Küresel ısınmanın etkisi ile iklimsel özelliklerin değişmesi, insanlar tarafından akarsu yataklarına yapılan işlemlerle akarsu ve dere yataklarının doğal akış koridorlarının tahrip edilmesi, imar uygulamalarında yapılan yanlışlıklar, yanlış arazi kullanım planlaması gibi etkenler bir arada düşünüldüğünde taşkın oluşumu için elverişli ortam sağlanmakta ve bu olayların meydana geliş sıklığında artış gözlenmektedir.

Taşkınlar ekonomik ve sosyal yaşantıyı olumsuz etkileyen doğal afetlerdendir. Yaşanan taşkın olaylarında görülen artış ile yapıların (yol, bina, köprü, vb.), tarihi ve kültürel eserlerin, tarım arazilerinin olumsuz etkilenmesi ile birlikte, can kaybının yaşanmasında da artışlar görülmektedir. Normal koşullarda, yaşanacak taşkın olayını engellemek mümkün değildir. Ancak birtakım kültürel ve fiziksel tedbirler vasıtası ile yaşanması muhtemel taşkın olaylarında oluşabilecek hasar düzeyini minimuma indirmek mümkündür. Oluşabilecek her türlü taşkın afetinde, taşkın riskine sahip bölgeler için hazırlanan taşkın tehlike haritalarının yardımıyla önceden birtakım tedbirlerin alınabileceği ve bu tedbirlerin yaşanabilecek can ve mal kaybını önleyebileceği unutulmamalıdır.

Tez kapsamında, geçmişte taşkın olayları ile karşılaşmış ve taşkın risk düzeyi büyük olan Sivas İli Gürün İlçe Merkezi'ne ait taşkın haritası oluşturulmuş ve bölgede yaşanan taşkınların değerlendirilmesi ile taşkın riskine sahip alanlar bilimsel doneler ile ortaya konulmuştur.

Çalışmada, uzaktan algılama yönteminde gelişen teknoloji sayesinde arazi uygulamaları, afet olayları vb. birçok alanda kullanılmakta olan SAR görüntüleri, taşkın tehlike haritalarının oluşturulmasında da kullanılabilirliği ortaya konulmuştur. Bu yöntemde taşkın öncesi ve taşkın sonrasında ki SAR görüntüleri kullanılarak taşkın tehlike alanları belirlenmiştir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanlı, ÇÖKA yöntemlerinden olan AHY kullanılarak taşkın risk haritaları oluşturulmuştur. AHY kapsamında taşkına etki eden ölçütler belirlenmiş ve ölçütler doğrultusunda gerekli analiz metotları ve diğer işlemler yardımlarıyla taşkın risk haritaları oluşturulmuştur. Analiz işlemleri için genel literatürde kullanılan ölçütler (yükseklik, eğim, bakı, arazi kullanım, yağış, jeolojik yapı, akarsu uzaklık,

havza) belirlenmiştir. Bu ölçütler taşkın riski açısından ölçüt ağırlandırılması işlemine tabii tutulmuş ve AHY kapsamında üç senaryo üretilerek taşkın risk haritaları oluşturulmuştur. Oluşturulan taşkın risk haritaları eşit aralıklı olacak şekilde; Çok Düşük, Düşük, Orta, Yüksek, Çok Yüksek olmak üzere beş sınıfta değerlendirilmiştir. SAR görüntüleri kullanılarak belirlenen taşkın tehlike alanları, AHY ile üç senaryo sonucu elde edilen taşkın risk alanları karşılaştırılmıştır. Her iki yöntem arasında ki uyum, uyum alıcı işletim karakteristiği (ROC) eğrisi ile belirlenmiştir. Mayıs ayına ait SAR verilerinin RGB sonucu ile AHY-1 yönteminde yağış, akarsuya olan uzaklık, eğim, yükseklik, arazi kullanımı, bakı, jeoloji, havza parametreleri kullanılarak elde edilen sonuç haritası ile arasında % 55 uyum sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç Çizelge 4.1’de belirlenen kriterlerle göre kötü uyum sınıfına girmektedir. Mayıs ayına ait SAR RGB sonucu ile AHY-2 yönteminde ilk senaryoda kullanılan (eğim, yükseklik, yağış, akarsuya uzaklık, arazi kullanımı, havza, bakı, jeoloji) parametreler kullanılmıştır fakat taşkına etki etmesindeki önemlere göre ölçütlerin önem sırası değiştirilerek oluşturulan taşkın risk haritası arasında ki uyum %66 değerine sahiptir ve kötü uyum aralığındadır. Mayıs ayına ait Sar RGB sonucu ile AHY-3 yönteminde ise taşkın oluşumunu önemli ölçüde etkileyen yağış dışında kalan diğer faktörlerin (yükseklik, eğim, arazi kullanımı, akarsu, bakı, jeoloji, havza) etkilerini belirlemek için analiz gerçekleştirilmiş ve sonuç haritası oluşturulmuştur. SAR ve AHY-3 arasında %66 uyum değeri bulunmuş olup bu değer Çizelge 4.1’de belirlenen kriterlerle göre kötü uyum aralığında değerlendirilmiştir. SAR ve AHY-1, AHY-2, AHY-3 yöntemleri arasında kabul edilebilir uyum sağlamadığı tespit edilmiştir. Üç senaryo sonucu elde edilen taşkın risk alanların yeterli uyum seviyesinde olmamasından dolayı taşkına etki eden başka parametrelerin kullanılabilirliği araştırılmıştır. Araştırma sonucu genel literatürde ki ölçütlere plan eğriselliği, profil eğriselliği ve topografik nemlilik indeksi verileri eklenerek AHY kapsamında dördüncü senaryo üretilerek, sonuç harita değerlendirilmiştir. SAR ve AHY-4 ile elde edilen sonuç haritalar değerlendirildi ve ROC eğrisi altında kalan %73 uyum değerine sahip olduğu belirlenmiştir. SAR ve AHY-4 arasında kabul edilebilir uyum aralığında olduğu tespit edilmiştir. Yapılan analiz doğrultusunda SAR ve AHY-4 yöntemleri arasında uyum değerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Bunun sonucunda taşkın olaylarını etkileyen ölçütler belirlenirken, topografik nemlilik indeksi, plan ve profil eğriselliği verilerin de etkilediği görülmüştür. AHY kapsamında

uzman görüşleri doğrultusunda ölçütler belirlenirken, ölçütler arasında ki korelasyon değerlerine göre gruplandırılarak ölçütler belirlenirse, çalışmalar daha nesnel olacaktır.

Taşkın riskinin etkisi altında kalan alanların, taşkın oluşumu sırasında ve taşkın süreci devam ederken belirlenmesi, oluşabilecek zararlı etkilerin en aza indirilmesi için alınacak gerekli önlemler açısından oldukça önemlidir. Fakat taşkın sırasında hava koşullarının kötü olması ve bu olumsuz koşulların hemen iyileşmemesi, yersel ve uzaktan algılama yöntemlerinde optik uydu görüntüleri yardımıyla taşkın risk alanlarının haritalanmasını olanaksız kılmaktadır.

Sonuç olarak yapılan işlem ve analizler doğrultusunda hava koşullarından etkilenmeyen radar uydularının (Sentinel-1), taşkın alanlarının tespit edilmesinde verimli olarak kullanılabilceği belirlenmiştir. AHY ile yapılan analizler sonucunda taşkın risk alanlarının belirlenmesinde topografik nemlilik indeksi, plan ve profil eğriliği verilerin önemli etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Taşkınların, önemli ölçüde can ve mal kaybına sebep olan doğal afetlerden olduğu göz ardı edilmemeli, taşkın olaylarının öncesinde ve taşkın sürecinde, taşkın risk haritaları yardımıyla alınacak olan önlemler ile oluşabilecek zararların en az düzeyde atlatılacağı unutulmamalıdır.

KAYNAKÇA

- Ağralıoğlu, N.**, (2007). Baraj Planlama ve Tasarımı; Su Vakfı Yayınları, 73.
- Akgül, A.M.**, (2018). Sentetik Açıklıklı Radar verilerinin Taşkın Çalışmalarında Kullanılması: Berdan Ovası Taşkını. *Geomatik*, 3(2), 154-162.
- Arslan, G.** (2019). DSİ 19.Bölge Müdürlüğü, *Jeoteknik Hiz. Ve Yas. Şube Müdürlüğü*, Kişisel Görüşme, Ziyaret Tarihi :31.05.2019
- Bayık, C., Abdikan, S., Ozbulak, G., Alasag, T., Aydemir, S., and Balik Sanli,** (2018). Exploiting Multi-temporal Sentinel-1 SAR Data For Flood Extent Mapping, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-3/W4, 109-113, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-3-W4-109-2018>.
- Begueria, S.**, (2006). Validation and evaluation of predictive models in hazard assessment and risk management. *Natural Hazards*, 37(3), 315-329.
- Bozkurt, S.G.**, (2016). Gürün (Sivas) ilçesinin rekreasyon kaynaklarının belirlenmesi ve değerlendirilmesi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 66(1), 318-328.
- Chitsaz, N. ve Banihabib, M. E.** (2015). Comparison of different multi criteria decision-making models in prioritizing flood management alternatives. *Water Resources Management*, 29(8), 2503-2525.
- Clement, M.A., Kilsby, C.G., Moore, P.**, (2017). Multi-temporal synthetic aperture radar flood mapping using change detection. *Journal of Flood Risk Management*, 11(2), 152-168.
- Čotar, K., Oštir, K., Kokalj, Ž.** (2016). Radar Satellite Imagery and Automatic Detection of Water Bodies. *Geodetski glasnik*, 50(47), 5-15.
- Çiçekli, U. G., Karaçizmeli, A.**, (2013). Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci İle Başarılı Öğrenci Seçimi: *Ege Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Örneği. Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 71-95.
- Çokyoğlu, S.**, (2008). Alibeyköy ve Kağıthane Havzalarında Arazi Kullanımı ve Sorunlarının 50 Yıllık Değişimi , *İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi)*, 70s, İstanbul.
- Dağdelenler, G.** (2013). Heyelan Duyarlılık Haritalarının Üretilmesinde Örneklem ve Doğrulama Stratejilerinin Değerlendirilmesi (Gelibolu Yarımadası'nın doğu

- kesimi). *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Doktora Tezi)*, 186 s, Ankara.
- Dağtekin, T.** (2018). DSİ 19. Bölge Müdürlüğü, *Proje İnşaat Şube Müdürlüğü, Arazi Rapor Çalışması*.
- Dang, N. M., Babel, M. S. ve Luong, H. T.,** (2011). Evaluation of food risk parameters in the Day River Flood Diversion Area, Red River Delta, Vietnam. *Natural Hazards*, 56(1), 169–194.
- Delikanlı, M.** (2010). Coğrafi bilgi sistemi ile Yaka (Gelendost, Isparta) Bölgesinin Heyelan Duyarlılık İncelemesi , *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi)*, 125s, Konya.
- DSİ 19. Bölge Müdürlüğü,** (2019), Kişisel Görüşme, Son ziyaret tarihi 03.06.2019.
- Fawcett, T.,** (2006). An introduction to ROC analysis. *Pattern recognition letters*, 27(8), 861-874.
- Fernández, D. S., Lutz, M. A.** (2010). Urban flood hazard zoning in Tucumán Province, Argentina, using GIS and multicriteria decision analysis. *Engineering Geology*, 111(1-4), 90-98.
- Görcelioğlu, E.,** (2003). Sel ve Çığ Kontrolü, İÜ Yayınları, İstanbul. Görcelioğlu, E. (2003). Sel ve çığ kontrolü. *İÜ Orman Fakültesi Yayınları*, (4415/473,384).
- Güreşçi, N. G., Seyrek, K. ve Sargın, A. H.,** (2012). Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Hidroloji Uygulamaları, *Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Teknoloji Dairesi Başkanlığı, CBS Şube Müdürlüğü*.
- Hosmer, D. W., Lemeshow, S., and X. Sturdivant, R.,** (2013). Applied Logistic Regression (Vol. 398). New York: John Wiley & Sons.
- Hoşgören, M.Y.,** (2004). "Hidrografyanın ana çizgileri". Çantay Kitapevi, İstanbul.
- Hu, J., Peng, J.,** (2008). Application of supplier selection based on the AHP theory. In 2008 *IEEE International Symposium on Knowledge Acquisition and Modeling Workshop* (pp. 1095-1097). IEEE.
- Jaybhay, J., Shastri, R.,** (2015). A study of speckle noise reduction filters. *Signal & Image Processing: An International Journal (SIPIJ) Vol, 6*.
- Kaya, M.,** (2012). Giresun Pazarsuyu örneğinde, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Entegrasyonu ile Taşkın Risk Haritalarının Üretilmesi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi)*, 97s, Trabzon.

- Kurtman, F.,** (1978). Gürün Bölgesinin Jeolojisi ve Tektonik Özellikleri, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 91(91).
- Kuruüzüm, A., Atsan, N.,** (2001). Analitik hiyerarşi yöntemi ve işletmecilik alanındaki uygulamaları. *Akdeniz University Faculty of Economics & Administrative Sciences Faculty Journal/Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(1).
- Lee, J.S., Pottier, E.,** (2009). *Polarimetric radar imaging: from basics to applications*. CRC press.
- Lee, S.,** (2005). Application of logistic regression model and its validation for landslide susceptibility mapping using GIS and remote sensing data. *International Journal of Remote Sensing*, 26(7), 1477-1491.
- Lowry, R.T., Langham, E.J., Murdy, N.,** (1981). Preliminary analysis of SAR mapping of the Manitoba flood, May 1979. *Proceedings series-American Water Resources Association*.
- Macharis, C., Springael, J., De Brucker, K., & Verbeke, A.** (2004). PROMETHEE and AHP: The design of operational synergies in multicriteria analysis.: Strengthening PROMETHEE with ideas of AHP. *European Journal of Operational Research*, 153(2), 307-317.
- Malczewski, J.** (1999b). *GIS and multicriteria decision analysis*. John Wiley and Sons, New York.
- Manjusree, P., Kumar, L.P., Bhatt, C.M., Rao, G.S., Bhanumurthy, V.,** (2012). Optimization of threshold ranges for rapid flood inundation mapping by evaluating backscatter profiles of high incidence angle SAR images. *International Journal of Disaster Risk Science*, 3(2), 113-122.
- Merz, B., Kreibich, H., Apel, H.,** (2008). Flood risk analysis: uncertainties and validation. *Österreichische Wasser-und Abfallwirtschaft*, 60(5-6), 89-94.
- Miranda, N., Meadows, P.J.,** (2015). Radiometric Calibration of S-1 Level-1 Products Generated by the S-1 IPF. Technical note.
- Moore, I.D., Grayson, R.B., Ladson, A.R.,** (1991). Digital terrain modelling: a review of hydrological, geomorphological, and biological applications. *Hydrological processes*, 5(1), 3-30.
- O'Grady, D., Leblanc, M., Gillieson, D.,** (2013). Relationship of local incidence angle with satellite radar backscatter for different surface

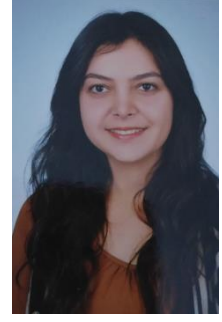
conditions. *International journal of applied earth observation and geoinformation*, 24, 42-53.

- Ocak, F.**, (2018). Ünye Şehir Sellerinin Zarar Görebilirlik Yöntemi İle İncelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi)*, 155s, Samsun.
- Oğuz, K., Oğuz, E., Çoşkun, M.**, (2016). Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Taşkın Risk Alanlarının Belirlenmesi: Artvin İli ÖRNEĞİ. *Ulusal Taşkın Sempozyumu Tebliğler Kitabı*, 793-804.
- Ortaç., G.** (2019). Filyos Çayı Havzası'nın (Karabük-Gökçebey) çok kriterli karar verme yöntemi yardımıyla taşkın risklerinin belirlenmesi, *Karabük Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi)*, 126s, Karabük.
- Önsoy H.**, (2008). Kentleşmede hidrolojinin önemi, 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları: *Sel, Taşkın ve Heyelan Konferansları Bildiriler Kitabı*, 38-42.
- Özalp, D.**, (2009). Dere Taşkın Risk Haritalarının CBS Kullanılarak Oluşturulması ve CBS İle Taşkın Risk Analizi, *İTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi)*, 156s, İstanbul.
- Özcan, O.**, (2008). Sakarya Nehri Alt Havzası'nın Taşkın Riski Analizinin Uzaktan Algılama ve CBS ile Belirlenmesi, *İTÜ. Bilişim Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi)*, 72s, İstanbul.
- Özdemir, H.** (2008). Taşkınların Tahmini ve Risk Analizinde CBS UZAL ve Hidrolik Modellemenin Entegrasyonu. 5. Dünya Su Forumu İstanbul 2009, *Taşkın Konferansı*, 19-20 Haziran 2008, 131/292s, Edirne.
- Özdemir, H.**, (1978). Uygulamalı taşkın hidrolojisi. *DSİ Genel Müdürlüğü Basım ve Foto-Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, Ankara.*
- Özdemir, H.**, 2007. Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama yöntemleriyle taşkın ve heyelan risk analizi. *Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul.*
- Özoral E.**, (2007). Taşkın Koruma Faaliyetlerinde Mempa ve Mansap Planlanması ve Yukarı Havza Önlemleri. *Sel-Heyelan-Çığ Sempozyumu*, 29-31.
- Özşahin, E., Kaymaz Ç. K.**, (2015). CBS ve AHS kullanılarak Doğal Çevre Bileşenleri Açısından Kentsel Mekânın Yerleşime Uygunluk Analizine Bir Örnek: Antakya (hatay). *Doğu Coğrafya Dergisi*, 20(33), 111-134.

- Öztürk, D.**, (2009). Risk Analizi, Cbs Tabanlı Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemleri İle Sel Ve Taşkın Duyarlılığının Belirlenmesi: Güney Marmara Havzası Örneği, *YTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi)*, İstanbul.
- Özyörük, B., ve Özcan, E.C.**, (2008). Analitik Hiyerarşi Sürecinin Tedarikçi Seçiminde Uygulanması: Otomotiv Sektöründen Bir Örnek. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(1), 133-144.
- Parlak, M.**, (2006). Sedimentin Taşkınlara Etkisi ve Kontrolü. *I. Ulusal Taşkın Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 187-197 s, Ankara.
- Psomiadis, E.**, (2016). Flash flood area mapping utilising SENTINEL-1 radar data. In *Earth Resources and Environmental Remote Sensing/GIS Applications VII* (Vol. 10005, p. 100051G). International Society for Optics and Photonics.
- Saaty, T. L.**, (1980). The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill Comp., U.S.A.
- Saaty, T. L., Özdemir, M. S.**, (2003). Why the magic number seven plus or minus two. *Mathematical and computer modelling*, 38(3-4), 233-244.
- Sala, O.E., Chapin, F.S.I., Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Hueneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.M., Mooney, H.A., Oesterheld, M., Poff, N.L., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M., Wall, D.H.**, (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287(5459), 1770-1774.
- Sarıtaş, A.** (2018). DSİ 19. Bölge Müdürlüğü, Havza Yönetim ve Tahsisler Şube Müdürlüğü, *Akım Gözlem Yılı Raporu*, 2018 Akım Gözlem yılılığı.
- Sarıtaş, Z.** (2019). DSİ 19. Bölge Müdürlüğü, *Arazi Toplulaştırma ve TİGH. Şube Müdürlüğü*, Kişisel Görüşme: 24.05.2019
- Sentinel-1 Team.** (2013). Sentinel-1 User Handbook. European Space Agency (ESA), Reference GMES-S1OP-EOPG-TN-13000. P:80
- 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*, 4(5), 450.
- Singh, P., Shree, R.**, (2016). Analysis and effects of speckle noise in SAR images. In *2016 2nd International Conference on Advances in Computing, Communication, & Automation (ICACCA)(Fall)* (pp. 1-5). IEEE.

- Sinha R., Bapalu G. V., Singh L. K., Rath B.,** (2008). Flood risk analysis in the Kosi river basin, north Bihar using multi-parametric approach of analytical hierarchy process (AHP). *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 36(4), 335-349.
- Small, D., Holecz, F., Meier, E., Nüesch, D., Barmettler, A.,** (1997). Geometric and radiometric calibration of RADARSAT images. *Proc. of Geomatics in the Era of RADARSAT, Ottawa, Canada.*
- Stefanidis, S., Stathis, D.,** (2013). Assessment of flood hazard based on natural and anthropogenic factors using analytic hierarchy process (AHP). *Natural hazards*, 68(2), 569-585.
- Tavus, B., Kocaman, S., Gokceoglu, C., Nefeslioglu, H.A.** (2018). Considerations on the use of sentinel-1 data in flood mapping in urban areas: ankara (Turkey) 2018 floods. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences.*
- Tek, D.,** (2013). CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Kâğıthane Deresinin (İstanbul) Taşkın Risk Analizi, *Fatih Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi)*, İstanbul.
- Tokgözlü A., Özkan E.,** (2018). Taşkın Risk Haritalarında AHP Yönteminin Uygulanması: Aksu Çayı Havzası Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (44), 151-176.
- Toprak, A.** (2015). Solhan Deresi Havzası'nın (Bingöl) Sel ve Taşkın Analizi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi)*, 151s, Elazığ.
- Twele, A., Cao, W., Plank, S., Martinis, S.,** (2016). Sentinel-1-based flood mapping: a fully automated processing chain. *International Journal of Remote Sensing*, 37(13), 2990-3004.
- Url-1**<<https://www.isgkutuphanesi.com/tr/document/afet-ve-acil-durumlara-hazirlik-temel-bilgi-ve-kavramlar.html>> alındığı tarih, 17.10.2019
- Url-2**<<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-1/data-products>> alındığı tarih, 18.06.2019
- UrL-3**< <https://bimtas.istanbul/litmDem.aspx>> alındığı tarih, 16.10.2019
- UrL-4**<http://www.supergeotek.com/SpatialAnalyst_ENG_HTML/7_5_curvature.htm>, alındığı tarih, 15.05.2019

- Url-5**<<https://www.haberturk.com/sivas-haberleri/60994006-sel-koy-yollarini-vurdusivasin-gurun-ilcesinde-sel-koy-yollarinda-ulasimda-aksamalara-neden>>, alındığı tarih, 25.06.2018
- Url-6** < *ESA Scientific Data Hub—Copernicus*, 2018. Available online: <https://www.scihub.copernicus.eu/dhus/#/home/>>, alındığı tarih, 10.02.2019
- Vorosmarty,CJ., Green, P., Salisbury, J., Lammers, R.B.,** (2000). Global water resources: vulnerability from climate change and population growth. *science*, 289(5477), 284-288.
- Wilson, J.P., Gallant, J.C.,** (2000). *Terrain analysis: principles and applications*. John Wiley & Sons.
- Yalçın, A.** (2007). Heyelan duyarlılık haritalarının üretilmesinde analitik hiyerarşi yönteminin ve cbs'nin kullanımı. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 22(3), 1-14.
- Yavuz M.,** (2010). Hidroloji çalışmaları, DSİ Mühendislik Meslek Eğitimi Ders Notları, Cilt 1, 27-72.
- Yılmaz, İ.** (2015). Çorum İli Taşkın Tehlikesinin Analitik Hiyerarşi Yöntemi Kullanılarak İncelenmesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi)*, 91s, Samsun.
- Yoon, K., Hwang, C.,** (1995). *Multiple Attribute Decision Making: SpringerVerlag and Heidelberg GmbH&Co. KG, Berlin.*
- Yüksek, Ö., Kankal, M., Önsoy, H., Filiz, M. H.,** (2008). Doğu Karadeniz Havzası Taşkınları Üzerine Bir Değerlendirme, 5. *Dünya Su Forumu Türkiye Bölgesel Hazırlık Toplantıları, Taşkın, Heyelan ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı Bildiriler Kitabı, Sayfa*, 17-28.
- Zoka, M., Psomiadis, E., Dercas, N.** (2018). The complementary use of Optical and SAR data in monitoring flood events and their effects. In *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings* (Vol. 2, No. 11, p. 644).



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel bilgiler

Adı Soyadı İlknur SAYKILI
Doğum Yeri ve Tarihi Ödemiş/İzmir, 18.03.1994
Medeni Hali Bekar
Yabancı Dil İngilizce
E-posta Adresi ilknursaykili35@gmail.com

Eğitim Durumu

Lise Prof. Dr. Muzaffer Kula Lisesi, 2012
Lisans Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, 2016

Yayınlar

SAYKILI, İ., BİRDAL, A. C., TÜRK, T. (2017). En Uygun Arazi Kullanım Planlarının CBS ile İncelenmesi: Sivas İli Dikmencik Köyü Örneği. *Geomatik*, 2(3), 126-134.

Kongreler ve Bildiriler

TUFUAB IX. Teknik Sempozyumu, *En Uygun Arazi Kullanım Planlarının CBS ile İncelenmesi: Sivas İli Dikmencik Köyü Örneği*.