

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TAŞKIN MODELLEMELERİ İÇİN FARKLI
UZAKTAN ALGILAMA GÖRÜNTÜLERİNDEN
ELDE EDİLEN PÜRÜZLÜLÜK HARİTALARININ
KARŞILAŞTIRILMASI**

Sultan BOLAT

2501161084

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Hasan ÖZDEMİR

İSTANBUL – 2019

TEZ ONAY SAYFASI

	<p>T.C. İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ</p> <p>YÜKSEK LİSANS TEZ ONAYI</p>	
---	--	---

ÖĞRENCİNİN;			
Adı ve Soyadı	: Sultan BOLAT	Numarası	: 2501161084
Anabilim Dalı / Anasanat Dalı / Programı	: Coğrafya	Danışmanı	: Prof. Dr. Hasan ÖZDEMİR
Tez Savunma Tarihi	: 09.12.2019	Saati	: 10:30
Tez Başlığı	: "Taşkın Modellemeleri İçin Farklı Uzaktan Algılama Görüntülerinden Elde Edilen Pürüzlülük Haritalarının Karşılaştırılması"		

TEZ SAVUNMA SINAVI, İÜ Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin 36. Maddesi uyarınca yapılmış, soruların cevaplarına alınan cevaplar sonunda adayın tezini **KABULÜ'NE** OYBİRLİĞİ / OYÇOKLUĞUYLA karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATİ (KABUL / RED / DÜZELTME)
1- Prof. Dr. Hasan ÖZDEMİR		KABUL
2- Doç. Dr. Cihan BAYRAKDAR		Kabul
3- Dr. Öğr. Üyesi Abdullah AKBAŞ		KABUL

YEDEK JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATİ (KABUL / RED / DÜZELTME)
1- Prof. Dr. Barbaros GÖNENÇGİL		
2- Doç. Dr. Tolga GÖRÜM		

ÖZ

TAŞKIN MODELLEMELERİ İÇİN FARKLI UZAKTAN ALGILAMA GÖRÜNTÜLERİNDEN ELDE EDİLEN PÜRÜZLÜLÜK HARİTALARININ KARŞILAŞTIRILMASI

SULTAN BOLAT

Sel ve taşkınların meydana gelmesi ve suyun zemin ortamında hareket etmesi yer yüzeyinin pürüzlü olmasından önemli oranda etkilenmektedir. Topoğrafyadan sonra yer yüzeylerinde akış düzenleri üzerinde etkili olan en önemli değişken yüzey pürüzlülüğüdür. Pürüzlülük parametresinin belirsizliği, su seviyesi tahmininde hatalara neden olarak hidrografik özellikleri etkilemektedir. Bu nedenle, hidrolik modellerin, kanalın ve taşkın yatağının su akışına karşı direncini tanımlayan Manning'in n veya Chézy'in C gibi hidrolik sürtünme katsayılarının kullanılmasıyla pürüzlülüğün etkisini parametrelendirmek gerekmektedir. Uzaktan algılama yöntemlerini kullanarak, etkili bir pürüzlülük haritası oluşturmak, taşkın yatağında bulunan arazi örtüsüne ilişkin bazı bilgiler gerektirmekte ve bu, yeterli ayrıntıya sahip olan mekânsal verilerin mevcudiyetine bağlı olmaktadır. Yüksek çözünürlükteki arazi örtüsü/ kullanımı verileri daha doğru pürüzlülük tahminine yardımcı olarak, en gerçekçi hidrolik modellemelerin elde edilmesinde etkili olmaktadır.

Bu çalışmada; Landsat-8 OLI, Sentinel-2 ve CORINE-2018 gibi birçok araştırmacı tarafından ücretsiz bir şekilde ulaşılabilen uzaktan algılama görüntüleri ve ürünlerinden elde edilen arazi örtüsü/kullanımı verisi ile aynı alanın yüksek çözünürlüklü DigitalGlobe uydu görüntüsünden elde edilen arazi kullanımı verilerinden elde edilen manning n dağılımlarının benzerlikleri ve yakalama kabiliyetleri üzerinde durulmuştur. Uydu görüntülerinin sınıflandırılması 'RandomForest' algoritması temelinde R programlama yazılımı kullanılarak yapılmış ve arazi örtüsü/kullanımı verileri elde edilmiştir. Bu veriler kullanılarak oluşturulan yüzey pürüzlülük haritaları ile referans verisi olarak kullanılan DigitalGlobe yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsünden elde edilen pürüzlülük haritaları karşılaştırılmış ve birtakım sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre; veri türlerinin mekânsal çözünürlüğünün yanı sıra spektral çözünürlükleri de daha gerçekçi pürüzlülük haritalarının üretilmesinde etkili olmuştur. Sentinel-2 10 metre bantları kullanılarak üretilen

pürüzlülük haritalarının daha gerçekçi olması beklenirken; Sentinel-2 20 metre ve Landsat-8 OLI çözünürlüklü verilerden üretilen pürüzlülük haritalarının DigitalGlobe verisine daha yakın sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Bu sonuç; kullanılan bant aralıkları ve sayısı ile yakından ilişkilidir. Kullanılan bant aralıklarının ve sayısının fazlalığı daha doğru arazi örtüsü/kullanımı verilerine etki etmekte bu da pürüzlülük haritalarının doğruluğunu etkilemektedir.

Anahtar Kelimeler: *Uzaktan algılama, Arazi örtüsü/kullanımı sınıflaması, RandomForest algoritması, Yüzey pürüzlülüğü, manning n.*



ABSTRACT

COMPARISON OF SURFACE ROUGHNESS DERIVED FROM DIFFERENT REMOTE SENSING SOURCES FOR FLOOD SIMULATIONS SULTAN BOLAT

The occurrence of floods and the movement of water heavily influenced by the roughness of the terrain surface. This is the most important parameter affecting overland flow patterns after topography. The uncertainty of the roughness parameter affects the hydrographic properties, causing errors in water level estimation. Therefore, Hydraulic models should parameterize the effect of roughness using hydraulic friction coefficients such as Manning or Chézy's C, which define the resistance of channel and the flood water flow. Using remote sensing methods, creating an effective roughness map requires some knowledge of the land cover in the floodplain and this depends on the availability of spatial data with sufficient detail. Land cover / land use maps are used to estimate the roughness values to show the most realistic flood propagation patterns. High-resolution land cover data can help to predict more accurate roughness, making it the most realistic hydraulic modelling.

This study aims to determine suitability for use in flood modelling and how the roughness maps obtained from different remote sensing images show a variation pattern, compare these maps with each other and finally determine the most suitable remote sensing image which can be used for roughness maps which is one of the parameters of flood modelling. In this study; land cover/land use maps were obtained from Landsat 8 OLI and Sentinel-2 remote sensing images using Random Forest algorithm. It was mapped surface roughness values using these data's and CORINE-2018 land cover data. These roughness maps were compared with the roughness map obtained from the DigitalGlobe high resolution image which was used as reference data.

According to the results, spectral resolution as well as spatial resolution of data type, have also been effective in producing a more realistic roughness map. While roughness maps produced using Sentinel-2 10 meters bands are expected to be more realistic, it is observed that the roughness maps produced from Sentinel-2 20 meters

and Landsat-8 OLI 30 meters resolution are closer to the high resolution DigitalGlobe data. This result; it is closely related with the bandwidth and the number of bands used. The greater the spacing and number of bands used affects more accurate; land cover/land use, which in turn affects the accuracy of roughness maps.

Keywords: *Remote sensing, Landcover/Landuse classification, Random Forest algorithm, Surface roughness, Manning'n*



ÖN SÖZ

“Taşkın Modellemeleri İçin Farklı Uzaktan Algılama Görüntülerinden Elde Edilen Pürüzlülük Haritalarının Karşılaştırılması” başlıklı bu çalışma, ücretsiz veri setleri temelinde elde edilen arazi örtüsü/kullanımı verileri kullanılarak, akarsu yatağı ve taşkın ovalarının yüzey pürüzlülük katsayılarını belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Böylelikle ücretsiz olarak erişilebilen çeşitli veri setlerinden hangisinin taşkın modelleme çalışmalarında kullanımı daha ekonomik sorusunun cevabı aranmıştır.

Farklı çözünürlüğe sahip birçok veri türlerinden elde edilebilen pürüzlülük haritalarının hangisinin daha iyi sonuçlar verebileceği sorusu eksik olarak görülmüş ve bu çalışmada bunun cevabı aranmaya çalışılmıştır. Bu çalışma ile taşkın modellemelerinde kullanılacak ücretsiz olarak erişilebilen en iyi veri türü belirlenmeye çalışılmış ve taşkın modellemeleri için altlık olacak yüzey pürüzlülüğü haritalarında kullanılması önerilen veri türünün ortaya konulması amacıyla böyle çalışmanın yapılması gerektiği düşünülmüştür. Taşkın Modellemeleri çalışmalarına kolaylık sağlaması amacıyla pürüzlülük haritaları oluşturulması konusu detaylı bir şekilde ele alınmaya çalışılmıştır. Uzaktan Algılama görüntüleri içinden hangisinin daha gerçekçi pürüzlülük haritası oluşturduğu belirlenerek bu konulardaki literatürde bulunan eksikliğin giderilmesi hedeflenmiştir.

Yüksek lisans tez konumun seçimi, planlanması ve yürütülmesi sürecinde değerli görüş ve önerileriyle beni yönlendiren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Hasan Özdemir’e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez yazma sürecinde manevi desteğini benden esirgemeyen ve her anlamda benim yanımda olan İstanbul Üniversitesi Coğrafya Yüksek Lisans öğrencisi Abdulkadir Duran’a sonsuz teşekkürler..

SULTAN BOLAT

İstanbul, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZ	iii
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
TABLolar LİSTESİ	xii
KISALTMALAR LİSTESİ	xiii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	6
1.2. Problemin Tanımlanması.....	6
1.3. Çalışma Alanı ve Genel Fiziki Özellikleri.....	7

İKİNCİ BÖLÜM

VERİ VE YÖNTEM

2.1 Verilerin toplanması.....	18
3.2 Metodoloji.....	23

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Arazi Örtüsü/Kullanımı Haritalarının Oluşturulması.....	30
3.2 Manning N Değerlerinin Atanması.....	38
3.3. Farklı Veri Türlerinin Değerlendirilmesi.....	43
3.3. Tartışma.....	56
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
KAYNAKÇA.....	59

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: 1985-2010 yılları arasında dünyada meydana gelmiş sel ve taşkınların coğrafi dağılışı.....	2
Şekil 1.1: Uygulama alanının yer bulduru haritası.....	8
Şekil 1.2: Uygulama alanı ve çevresinin jeoloji haritası.....	10
Şekil 1.3: Manyas-Mustafakemalpaşa Fayı'nın Mustafakemalpaşa Çayı'nı ötelemesi.	11
Şekil 1.4: Uygulama alanı ve çevresinin sayısal yükselti modeli (SYM) ve farklı lokasyonlardan alınan topoğrafik kesitler.....	12
Şekil 1.5: Mustafakemalpaşa istasyonu 1964-2005 ölçüm periyodu aylık toplam yağış miktarı ortalaması ve ortalama sıcaklığı gösteren grafik.....	13
Şekil 1.6: Döllük AGİ'ye ait 1980-2017 yılları arası ortalama aylık akım miktarını gösteren grafik.	14
Şekil 1.7: Döllük AGİ'ye ait 1980-2017 yılları arası yıllık akım miktarını gösteren grafik.....	15
Şekil 2.1: Rastgele orman algoritmasına dayalı sınıflandırma süreci.....	25
Şekil 2.2: Çalışmada kullanılan iş akış şeması.....	30
Şekil 3.1: CORINE-2018 (100 m) AÖ/AK haritası	31
Şekil 3.2: Landsat-8 OLI (30 m) 'den elde edilmiş AÖ/AK haritası	32
Şekil 3.3: Sentinel- 2 (20 m)'den elde edilmiş AÖ/AK haritası	33
Şekil 3.4: Sentinel- 2 (10 m)'den elde edilmiş AÖ/AK haritası	34
Şekil 3.5: DigitalGlobe yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsünden elde edilmiş AÖ/AK haritası.....	35
Şekil 3.6: Çalışmada referans veri olarak kullanılan yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsüne ait manning n değerlerinin dağılımı.....	39
Şekil 3.7: CORINE-2018 AÖ/AK Verisine göre manning n pürüzlülük değerlerinin dağılımı.....	40

Şekil 3.8: Landsat-8 OLI AÖ/AK verisine göre manning n pürüzlülük değerlerinin dağılımı.....	41
Şekil 3.9: Sentinel-2 (20 m) AÖ/AK göre manning n pürüzlülük değerlerinin dağılımı.....	41
Şekil 3.10: Sentinel-2 (10 m) AÖ/AK göre manning n pürüzlülük değerlerinin dağılımı.....	42
Şekil 3.11: Farklı veri türlerine göre manning n değerlerinin alansal dağılımı.....	43
Şekil 3.12: Farklı noktalardan alınan en kesitlerinin lokasyonları.....	46
Şekil 3.13: Farklı veri türlerine göre 1. en kesit boyunca manning n değerlerinin değişimini gösteren grafik.....	47
Şekil 3.14: Farklı veri türlerine göre manning n değerinin 1. en kesit boyunca yüzdesel dağılımı.....	48
Şekil 3.15: Farklı veri türlerine göre 2. en kesit boyunca manning n değerlerinin değişimini gösteren grafik.....	49
Şekil 3.16: Farklı veri türlerine göre manning n değerinin 2. en kesit boyunca yüzdesel dağılımı.....	50
Şekil 3.17: Farklı veri türlerine göre 3. en kesit boyunca manning n değerlerinin değişimini gösteren grafik.....	51
Şekil 3.18: Farklı veri türlerine göre manning n değerinin 3. en kesit boyunca yüzdesel dağılımı.....	51
Şekil 3.19: Farklı veri türlerine göre 4. en kesit boyunca manning n değerlerinin değişimini gösteren grafik.....	52
Şekil 3.20: Farklı veri türlerine göre manning n değerinin 4. en kesit boyunca yüzdesel dağılımı.....	53
Şekil 3.21: Farklı veri türlerine göre 5. en kesit boyunca manning n değerlerinin değişimini gösteren grafik.....	54
Şekil 3.22: Farklı veri türlerine göre manning n değerinin 5. en kesit boyunca yüzdesel dağılımı.....	54

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1: Uygulama alanı ve çevresinde zaman içerisinde meydana gelmiş taşkınlar.....	16
Tablo 1.2: Taşkın kontrol tesisleri.....	17
Tablo 2.1: Landsat-8 bant özellikleri.....	19
Tablo 2.2: Sentinel-2 bant özellikleri.....	20
Tablo 2.3: CORINE sınıflamasının çalışma alanı için belirlenmiş sınıf sayısına göre yeniden sınıflanmasını gösteren tablo.....	22
Tablo 2.4: Çalışma için belirlenmiş Arazi örtüsü/kullanımı sınıflarına göre manning n pürüzlülük katsayıları.....	26
Tablo 2.5: Manning n değerleri tablosu (Chow,1959'dan çevrilerek)	29
Tablo 3.1a: Landsat-8 OLI uydu görüntüsünden elde edilmiş AÖ/AK haritasına ait hata matrisi tablosu.....	37
Tablo 3.1b: Sentinel-2 (20 m) uydu görüntüsünden elde edilmiş AÖ/AK haritasına ait hata matrisi tablosu.....	37
Tablo 3.1c: Sentinel-2 (10 m) uydu görüntüsünden elde edilmiş AÖ/AK haritasına ait hata matrisi tablosu.....	37
Tablo 3.2: Farklı veri kaynaklarından elde edilmiş AÖ/AK haritalarına ait doğruluk belirleme değerleri.....	38
Tablo 3.3: Pürüzlülük katsayılarına göre, farklı veri türlerinin DigitalGlobe ile arasındaki oransal farkı gösteren tablo.....	45

KISALTMALAR LİSTESİ

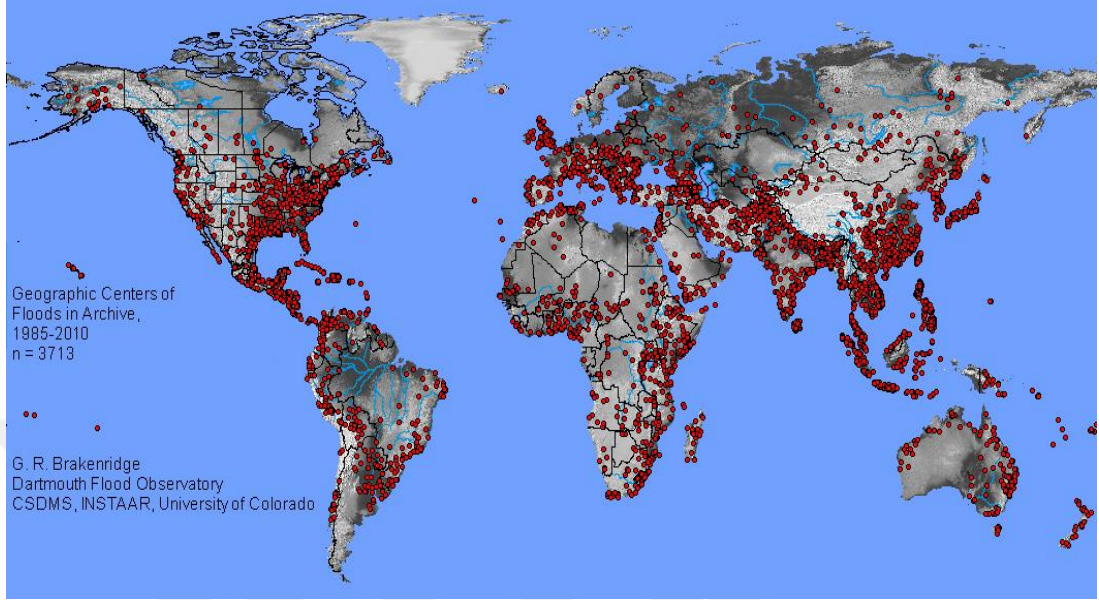
- AB** : Avrupa Birliği
- AGİ** : Akım Gözlem İstasyonu
- AÖ/AK** : Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı
- CBS** : Coğrafi Bilgi Sistemleri
- CORINE** : Coordination of Information on The Environment
- DG** : DigitalGlobe
- MGM** : Meteoroloji Genel Müdürlüğü
- RO** : Rastgele Orman
- SYM** : Sayısal Yükselti Modeli
- UZAL** : Uzaktan Algılama
- UTM** : Universal Transverse Mercator

GİRİŞ

Taşkınlar; büyüklüğü, sıklığı ve oluşumları itibariyle, ortaya çıkardığı büyük çaplı can ve mal kaybından dolayı dünyada en çok tahribata neden olan bir afet olarak kabul edilmektedir (Özdemir, 2007). Taşkınlar, en çok can kaybına sebep olan doğal afetler sıralanmasında kuraklık, depremler ve fırtınalardan sonra dördüncü sırada gelmektedir (CRED, 2019).

Son yıllarda taşkınların sıklığı, büyüklüğü ve yoğunluğundaki artışlar nedeniyle (Şekil 1), bu doğal afetten kaynaklanan zararları azaltma konusunda giderek artan bir küresel farkındalık meydana gelmiştir (Papaioannou vd., 2017). Taşkın olaylarını anlamak, taşkın riski taşıyan alanları ve olası hasarı tahmin etmek, taşkın yönetiminde önemli bir mesele haline gelmiştir (M. W. Straatsma ve Baptist, 2008). Tüm dünyada ciddi hasarlara yol açan taşkınların sebep olduğu zararları azaltabilmek için; bölge taşkın planları, hidrometrik ve meteorolojik rasat çalışmaları, taşkın envanteri (taşkın yıllıkları), imar planları ile ilgili taşkın etütleri gibi çalışmalar yapılmakta ve elde edilen tüm bilgiler neticesinde olası taşkınları tahmin etmek mümkün hale gelmektedir (Özalp, 2009). Bu bağlamda taşkın modellemeleri önemli bir yöntem olup; potansiyel taşkın alanlarının tahmin edilmesiyle taşkın riskini hesaplayarak, ekonomik hasarı ve can kayıplarını azaltmak için kullanılmaktadır (Dorn, Vetter, & Höfle, 2014).

Hidrodinamik modeller; taşkın sınırlarını, su derinliğini ve akış hızını modelleyerek taşkın tehlikelerini ortaya koymak için kullanılmaktadır (M. Straatsma ve Huthoff, 2011). Taşkın yatağı üzerinde, taşkın dalgalarının etkilerini tahmin etmek için nehrin hidrolik süreçleri, hidrolik modeller kullanılarak zamansal ve mekânsal ölçeklerde en uygun şekilde değerlendirilebilmektedir (Mtambai vd, 2015). Nehirlerde akış düzenlerini simüle edebilen ve taşkın alanlarındaki ekstrem taşkın seviyelerini tahmin edebilen hidrolik modeller geliştirmek, taşkın yönetimi açısından önemli bir konu haline gelmiştir. Bu sebeple gerçeğe yakın modellemeler ortaya koymak için bu modellemeler her geçen gün geliştirilmektedir. Büyük bir taşkın yatağında yüzeydeki su akışını iyi tanımlayan doğru ve güvenilir bir hidrolik modelin geliştirilmesi, topoğrafik veriler ve suyun zemin üzerindeki hareketini doğrudan etkileyen yüzey pürüzlülüğü olmak üzere iki önemli faktöre bağlı olmaktadır.



Şekil 1: 1985-2010 yılları arasında dünyada meydana gelmiş sel ve taşkınların coğrafi dağılışı (Kaynak: <http://floodobservatory.colorado.edu/>).

Yüzey pürüzlülüğü; hareket kuvveti (yerçekimi) ile akış direnci arasındaki dengeyi tanımlamakta olup (Teixeira, v.d., 2018) hidroloji, hidrolik ve diğer yüzeysel su akışı ile ilgili bilim ve mühendislik alanlarında en önemli ampirik parametrelerden birisidir (Terezinha, v.d., 2017). Bu pürüzlülük katsayısı, köprüler ve barajlar gibi hidrolik yapı projelerinde ve taşkınları haritalamak için kullanılan modellemeler üretmenin yanı sıra nehirlerin hidrolik davranışlarını incelemek için sayısal modellemeler de yaygın olarak kullanılmaktadır (Teixeira, vd., 2018).

Sel ve taşkınların meydana gelmesi ve suyun zemin üzerindeki hareketi yer yüzeyinin pürüzlü olmasında önemli oranda etkilenmektedir. Topoğrafik özelliklerden sonra yer yüzeylerinde akış düzenlerine etki eden en önemli değişken yüzey pürüzlülüğüdür. (Medeiros, Hagen, & Weishampel, 2012).

Arazinin pürüzlülüğü ve bitki örtüsü türü (ağaçlar, çalılar veya otlak alanlar) taşkın yatağı ve kanal akış rejimi üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Bir taşkın yatağının

hidrolik pürüzlülüğü, mendereslenme derecesinin yanında, bitki örtüsünün türü ve yapısı, kesit alanı, kanaldaki ve taşkın yatağındaki engeller gibi faktörlere bağlıdır.

Yüzey pürüzlülüğü, hidrolik modelin temel unsurlarından biri olup; özellikle bitki örtüsü ile kaplı taşkın ovalarında önemli bir rol oynamaktadır. Yer yüzeyindeki ağaçlar, çalılar, otlaklar ve yapılaşmalar gibi engellerle akışa uygulanan sürtünme kuvvetleri, taşkın dalgasının hızına ve hidrolik enerjinin yayılması üzerinde etkili olmaktadır (Medeiros vd., 2012). Buradan hareketle pürüzlülük parametresinin belirsizliği su seviyesi tahmininde hatalara neden olarak hidrografik özellikleri etkilemektedir. Bu nedenle, hidrolik modellerin, kanalın ve taşkın yatağının su akışına karşı direncini tanımlayan manning n veya chézy C gibi hidrolik sürtünme katsayılarının kullanılmasıyla pürüzlülüğün etkisini parametrelendirmek gerekmektedir (Hossain, Jia, & Chao, 2009).

Yüzey pürüzlülüğü değerlerini belirlemede; görsel yorumlama, fiziksel-temelli yöntemler, optimizasyon teknikleri ve CBS/UZAL tabanlı yöntemler gibi yaklaşımlar kullanılmaktadır (Arcement ve Schneider, 1990; Sellin vd., 2003; Kalyanapu vd., 2009). Bu yaklaşımlardan görsel yorumlama; saha gezileri, çalışma sahasına ait bilgi tecrübesi, taşkın yatağının fotoğraflarını karşılaştırarak ve kontrol ederek görsel olarak yorumlanmasıyla, kanallar, taşkın ovaları ve havza yüzeyleri için manning n değerlerinin belirlenmesi şeklinde olup hidrologlar tarafından yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yaklaşımın, çok küçük alanlardan başka yerlerde uygulanması zordur. Fiziksel-temelli yaklaşımlar; kanalın hidrolik pürüzlülüğü etkileyen fiziksel özellikleri (çıplak toprak yüzeyi, yüzey düzensizlikleri, dalgalanmalar, engeller, bitki örtüsü yoğunluğu ve ağaç gövdesi çapı vb.) hakkında bilgi toplanmasına dayanmaktadır. Bu yöntemler sistematik olmasına rağmen, bitki örtüsü türü, bitki yoğunluğu ve topoğrafya hakkında kapsamlı bilgi gerektirmekte ve havza yüzeyleri için uygulanabilir değildir. Optimizasyon yaklaşımları; manning n değerini akış derinlikleri, bitki örtüsü yüksekliği ve yoğunluğu, kanal eğimi, su altında kalma derecesi ve dâhil olan diğer faktörlerle birlikte nesnel bir fonksiyon oluşturarak belirler. Bu yaklaşım, optimizasyonun gerçekleştirilmesi için gerekli akış ve kanala ait morfolojik verilerinin mevcut olması nedeniyle kanallar için en uygun olanıdır. Son olarak CBS/UZAL yaklaşımında; uydu verilerine kolayca erişimin ve CBS'nin artan

olanakları sayesinde, matematiksel ilişkileri, hâlihazır tabloları (tablo halinde belirlenmiş pürüzlülük katsayıları) ve mantıksal olarak sonuç çıkarma yöntemlerini kullanarak geniş alanlar için verimli bir şekilde Manning n değerleri belirlenebilmektedir. CBS/UZAL yaklaşımı günümüzde büyük ölçekli çalışmalar için yüzey pürüzlülüğü verilerinin hızlı bir şekilde çıkarılması için önerilen ve yaygın olarak kullanılan bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır (Hornberger ve Boyer, 1995; Paniconi vd., 1999; Dorn, Vetter, & Höfle 2014).

Sürtünme parametreleri açısından, birçok taşkın modellemelerinde taşkın yatağı için benzer pürüzlülük değeri kullanılabileceği gibi dağıtılmış pürüzlülük değerleri de kullanılmaktadır (Bates ve De Roo, 2000; Gallegos vd., 2009; Horritt ve Bates, 2002; Werner vd., 2005; Wilson ve Atkinson, 2007; Schubert vd., 2008; Özdemir vd., 2013). Şehir alanları için Gallegos vd. (2009), mekânsal olarak benzer pürüzlülük değerinin, mekânsal olarak dağıtılmış pürüzlülük değerine kıyasla düşük akım doğruluğuna yol açtığını belirtmiştir. Özdemir vd. (2013) ise; benzer pürüzlülük katsayısının kullanımı ve dağıtılmış pürüzlülük katsayısının modellemelerde kullanımını kıyaslamıştır. Sonuç olarak; benzer yüzey pürüzlülük değerinin kullanılması veya arazi kullanımına dayalı dağıtılmış pürüzlülük değerinin kullanılması, akış hızları ve varış süreleri üzerinde su derinliği ve taşkın sınırlarına göre daha büyük bir etkiye sahip olduğu sonucuna varmıştır. Buradan hareketle, yüzey pürüzlülüğü parametresinin modellemelerde kullanılmasının yanı sıra, nasıl değerlendirilip kullanılacağı da modelleme sonuçlarını değiştirmekte ve bu parametrenin doğru bir şekilde kullanılması önem arz etmektedir.

En gerçekçi taşkın yayılma alanlarını göstermede kullanılan pürüzlülük değerlerini tahmin etmek için; yaygın olarak kullanılan bir yaklaşım, tablo halindeki pürüzlülük değerlerinin uzaktan algılamanın farklı teknikleri kullanılarak elde edilen arazi örtüsü/kullanımı sınıflarına göre atanması şeklindedir (Pfeifer v.d., 2012). Bunun için ise; uzaktan algılamanın farklı yöntem ve teknikleri kullanılmakta olup bu sayede daha doğru AÖ/AK haritaları ortaya konulmaktadır. Arazi örtüsü/kullanımı haritaları, dijital uydu görüntülerinin spektral yansıma derecelerine göre sınıflandırılmasından elde edilmekte ve daha sonra her bir sınıf tipine, Manning n tablosuna bağlı olarak bir hidrolik pürüzlülük değeri atanmaktadır.

Uzaktan algılama yöntemlerini kullanarak, etkili bir pürüzlülük haritası oluşturmak, taşkın yatağında bulunan arazi örtüsüne ilişkin bazı bilgiler gerektirmekte ve bu, yeterli ayrıntıya sahip olan mekânsal verilerin mevcudiyetine bağlı olmaktadır. Yüksek çözünürlükteki arazi örtüsü verileri daha doğru pürüzlülük tahminine neden olarak, en gerçekçi hidrolik modellemelerin elde edilmesinde etkili olmaktadır (Werner, Hunter ve Bates, 2005). Bu bağlamda, pürüzlülük değerlerinin daha iyi bir şekilde tahmin edilmesi, hidrolik modellerin performansını artıracak ifade edilmektedir (Wu vd., 1999; Jain vd., 2004).



BİRİNCİ BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1 Amaç ve Kapsam

Bu çalışmanın amacı, ücretsiz veri setleri temelinde akarsu yatağı ve taşkın ovalarının yüzey pürüzlülük katsayılarını, elde edilen arazi örtüsü/kullanımı verileri temelinde belirlemek ve belirlenen bu değerleri daha yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsünden üretilmiş verilerle karşılaştırmaktır. Böylelikle yüksek çözünürlüklü veri elde etme ve sınıflama işlemine girişmeden, aynı özellikleri verebilen ulaşımı daha kolay veri setlerinden hangisinin taşkın modelleme çalışmalarında kullanımı maliyet ve aynı zamanda zaman bakımından daha ekonomik sorusunun cevabı aranmıştır.

Bu amaç doğrultusunda ücretsiz olarak kullanılan veriler; güncel olarak da halen en yeni görüntüleri elde edilebilen Landsat-8 OLI ve Sentinel-2 uydu görüntüleri ile özellikle Avrupa kıtası açısından hazır veri seti olan CORINE-2018 arazi örtüsü verisidir. Ücretsiz bu veri setleri yüksek çözünürlüklü DigitalGlobe uydu görüntüsü temelinde karşılaştırılmıştır. Netice olarak özellikle noktasal veya bölgesel taşkın modellerinde kullanımı uygun olan pürüzlülük katsayılarının yüksek çözünürlüklü veriye en yakın özellikler sunan veri setinin hangisi olduğu bu çalışmada cevabı aranan soru olmuştur. Bunun için aynı tarihli elde edilen uydu görüntüleri olan Landsat-8 OLI, Sentinel-2 ve DigitalGlobe uydu görüntüleri sınıflamaya tabi tutulmuştur. Yeterli düzeyde doğruluğun elde edilmesiyle sınıflama sonrasında istatistiksel karşılaştırmalar yapılmıştır.

1.2 Problemin Tanımlanması

Taşkın modellemeleri; taşkın tehlikesi bulunan alanlarda, taşkın sınırlarını, derinliğini, etkisini ortaya koyulmasıyla elde edilen taşkın risk haritalarının ortaya konulmasında en önemli yöntemlerden bir tanesidir (Kalyanapu, Burian, & McPherson, 2009). Bu modellemenin doğruluk oranı ise; maddi zararları ve can kaybını önleme konusunda önemli bir husus olarak karşımıza çıkmaktadır. Aynı zamanda taşkın modellemeleri oluşturulurken de ekonomik maliyeti minimal şekilde tutarak gerçeğe en yakın şekilde ortaya koymak adına bu modellemeler her geçen gün

geliştirilmektedir (Brien & Fullerton, 1993; Bates & Roo, 2000; Leandro, vd., 2009; Liang, Q., 2010)

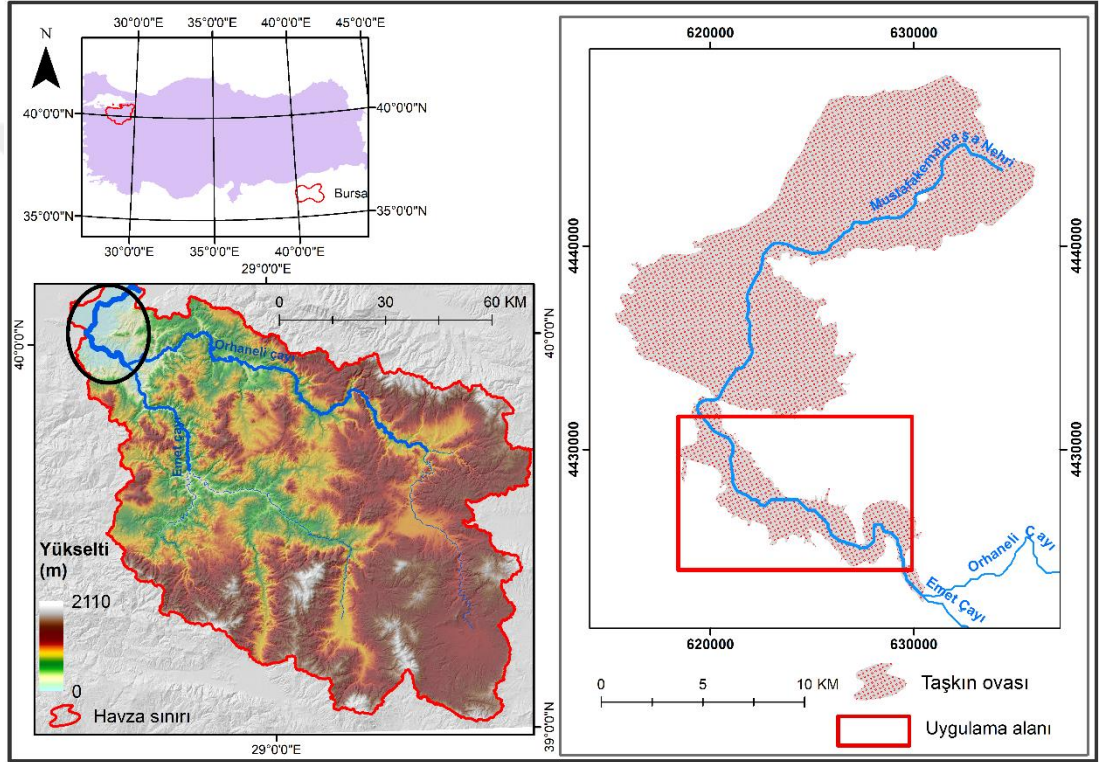
. Taşkın modellemelerinde kullanılan değişkenlerden belki de en önemlisi olan pürüzlülüğün de gerçeğe en yakın şekilde ortaya konulması bu model sonuçlarını da o oranda değiştirmektedir. Pürüzlülük parametresinin belirsizliği su seviyesi tahmininde hatalara neden olarak hidrografik özellikleri etkileyebilmekte ve sonuçta modellemenin de hatalı olmasına neden olabilmektedir. Bu bakımdan pürüzlülük verilerinin üretilmesinde kullanılan arazi örtüsü/kullanımı haritaları da farklı çözünürlüğe sahip uydu görüntülerine göre değişim göstermekte ve bu ise kullanılan UZAL görüntülerine göre modellemelerin sonuçlarını değiştirebilmektedir.

Günümüzde 10 metreye kadar uzaktan algılama görüntülerine ücretsiz ulaşabilme imkânı, en az maliyetle en gerçekçi taşkın modellemesinin ortaya konulmasına olanak sağlamaktadır. Yapılan literatür çalışması göstermektedir ki; açık kaynaklı uydu görüntülerinden elde edilen pürüzlülük haritalarının herhangi bir karşılaştırılması yapılmamış, bunlar arasında pürüzlülük haritalarının değişim desenlerine dair herhangi bir çalışma ortaya konulmamıştır. Bu durum modelleme çalışmalarında önemli bir eksiklik olarak görülmüştür. Bu çalışmayla birlikte maddi ve manevi birçok olumsuzluklara neden olan taşkınların; modelleme çalışmalarında daha doğru sonuçlar vermesine katkı sağlaması, aynı zamanda pürüzlülük haritalarının karşılaştırarak değerlendirilmesi ve ücretsiz UZAL görüntüleri içinden hangisinin daha gerçekçi pürüzlülük haritası oluşturduğu belirlenerek bu konulardaki literatürde bulunan eksikliğin giderilmesi hedeflenmektedir.

1.3 Çalışma Alanı ve Genel Fiziki Özellikleri

Marmara Bölgesi'nin güneyinde Susurluk Çayı havzası içerisindeki önemli alt kollardan birisi olan Mustafakemalpaşa Çayı çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Bunun nedeni; sahanın geçmiş dönemlerde çok fazla taşkına maruz kalması, akarsu debisinin oldukça yüksek ve akım verisinin eksiksiz olması gibi nedenlerden dolayı ve ayrıca bu saha üzerinde yapılması planlanan taşkın modelleme ve risk çalışmaları için

bir altlık olması düşünüldüğü için bu lokasyonun seçimi gerçekleşmiştir. Mustafakemalpaşa Çayı, Orhaneli ve Emet Çaylarının birleşmesi ile oluşmuş ve toplam havza alanı ise 10123 km²'dir. Uluabat Gölü'ne dökülen Mustafakemalpaşa Çayı göl gidegeni ile Susurluk Çayı'na bağlanmaktadır Çalışma sahası ise, toplam havza içerisinde 35,12 km² bir alan kaplamaktadır. (Şekil 1.1).



Şekil 1.1: Uygulama alanının yer bulduru haritası.

Çalışma alanında; Prekambriyen'den Kuvaterner'e kadar bir stratigrafik istif bulunmaktadır. Permiyen'de bölge sularla kaplı iken Mesozoyik başında karasallaşmış, daha sonra bölge Jura denizi içinde kalmıştır. Neojende mevcut olan göller Jura kireçtaşlarının aşınması ile taşınan malzeme ile dolmuştur. Sonrasında göller derinleşerek neojen kireçtaşı ve marnlar çökelmiştir. Miyosen sonlarında bölge karasallaşmış ve akarsuların getirdiği alüvyonlarla kaplanmıştır (Demirkaya, Öner, & Lale, 2016).

Çalışma alanını içinde bulunduran Mustafakemalpaşa-Susurluk-Orhaneli bölgesinde en altta Paleozoik yaşlı, yer yer mermer kütleleri içeren, metamorfik şistler ile granitler bulunmaktadır. Mesozoyik'te; kireçtaşı blokları içeren kırıntılı kayalar, konglomera-kumtaşı-kireçtaşı ardalanması, kireçtaşı ile çökel-metamorfik ve ofiyolit topluluğuna ait bazik ve ultrabazik kayalardan oluşmuş Yayla melanji görülmektedir. Senozoyik'te ise granit, volkanik kayalar, karasal çökeller, bazalt, gevşek tutturulmuş kum ve çakıldan oluşan Pliyo-kuvaterner çökelleri ile alüvyonlar oluşmuştur (Beygirci, 2017).

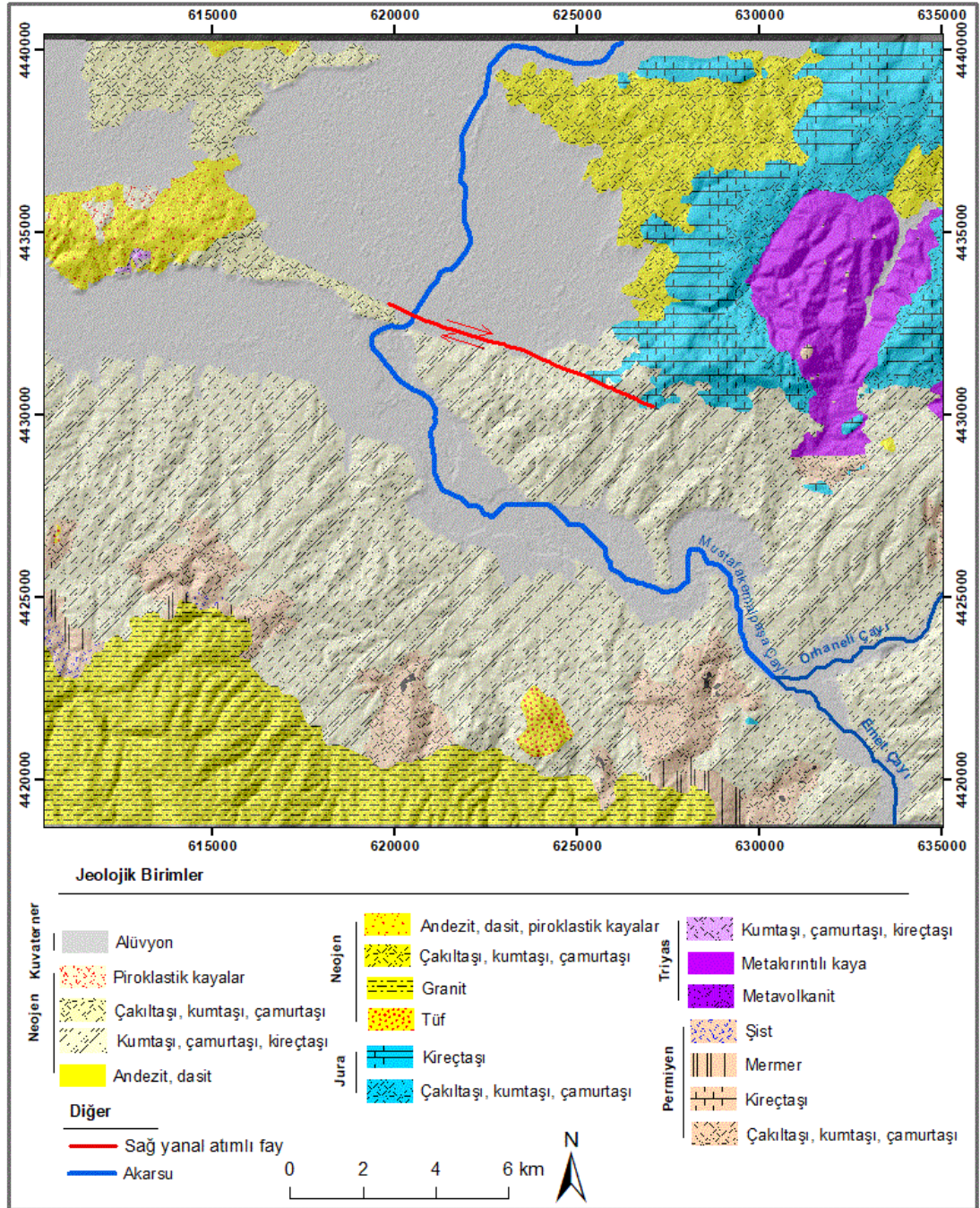
Uygulama alanı yakın çevresinde ise yukarıdaki formasyonlardan sadece Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşı, Neojen yaşlı karasal çökeller ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlar görülmektedir. İnceleme alanının hemen hemen tamamını kaplayan alüvyonlar Mustafakemalpaşa Çayı'nın oluşturduğu geniş düzlük alanlar ile Uluabat Gölü Havzası'nda, tutturulmamış kil, kum ve çakıldan oluşmuşlardır (Şekil 1.2).

Güney Marmara Bölgesi ve yakın çevresi Kuvaterner'de önemli jeomorfik değişiklikler göstermiş olup bu değişikliklerin en önemli sebebi Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) bölgeden geçmesi ve bölgenin Türkiye'deki en aktif tektonik alanlarından biri olmasıdır (Turoglu, Uludag, & Mater, 2002).

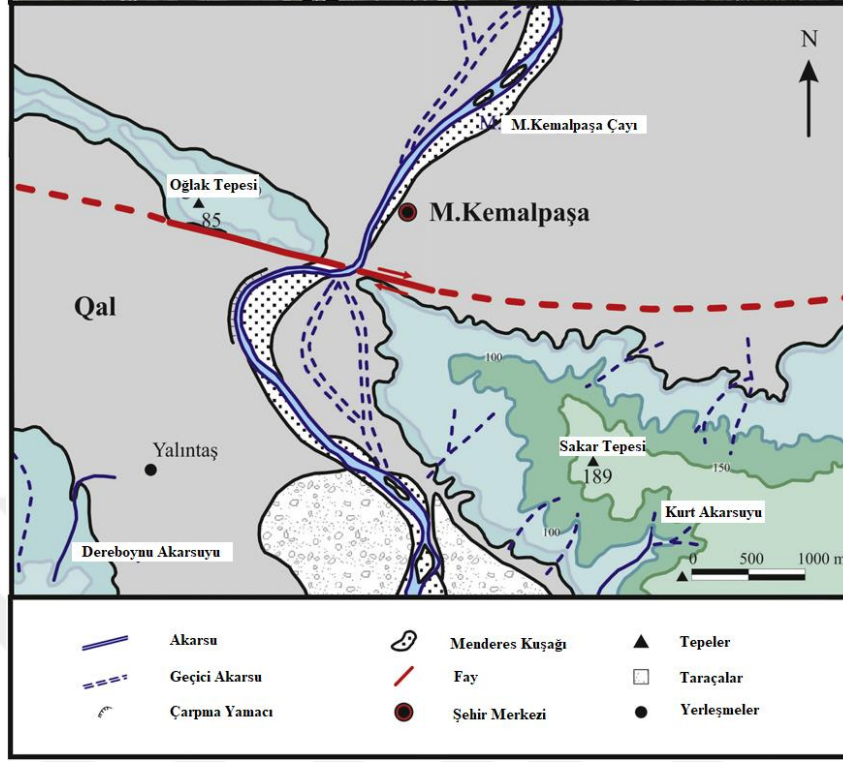
Uzanımları kabaca doğu-batı doğrultulu Bursa, Ulubat, Yenice-Gönen ve Manyas-Mustafakemalpaşa Fayları, tektonizmanın etkisiyle bu bölgenin jeomorfolojisini büyük oranda etkilemiştir. Ulubat, Manyas ve Orhaneli Fayları arasında bulunan Mustafakemalpaşa Fayı, 45 km uzunluğunda olup sağ-yanal doğrultuludur. Batıda bir basınç yükselmesiyle başlayan Mustafakemalpaşa Fayı, doğu uçlarına doğru gidildikçe karmaşık bir şekilde sona erer. Kapaklıoluk ve Kabulbaba arasında sünizoidal bir geometri gösteren fayın merkezi yaklaşık olarak sola doğru 750 m yükselmeyle başlar. Bu bölümde dağlık araziye geçen Mustafakemalpaşa Fayı, Jura yaşlı kireçtaşı, Miyosen yaşlı detritik kırıntılar ve ofiyolitleri keserek dekstral (sağ yönlü) faylanma özelliği gösterir ve ters bileşen kazanır (Kop, vd., 2016).

Mustafakemalpaşa Çayı ilçe merkezinde Manyas-Mustafakemalpaşa fayı etkisiyle, kuzeyinde yer alan Oğlak Tepesi çayın ağzını kapatarak doğrultusunu

değiştirmiştir. Geç Miyosende muhtemelen KB yönünde akış gösterirken Mustafakemalpaşa Çayı, tektonik hareketler neticesinde günümüzde K-KD yönünde bir akış gerçekleştirmektedir (Şekil 1.3) (Selim vd., 2013).



Şekil 1.2: Uygulama alanı ve çevresinin jeoloji haritası (MTA, 1/100 000 ölçekli H20 jeoloji paftası kullanılarak elde edilmiştir.).

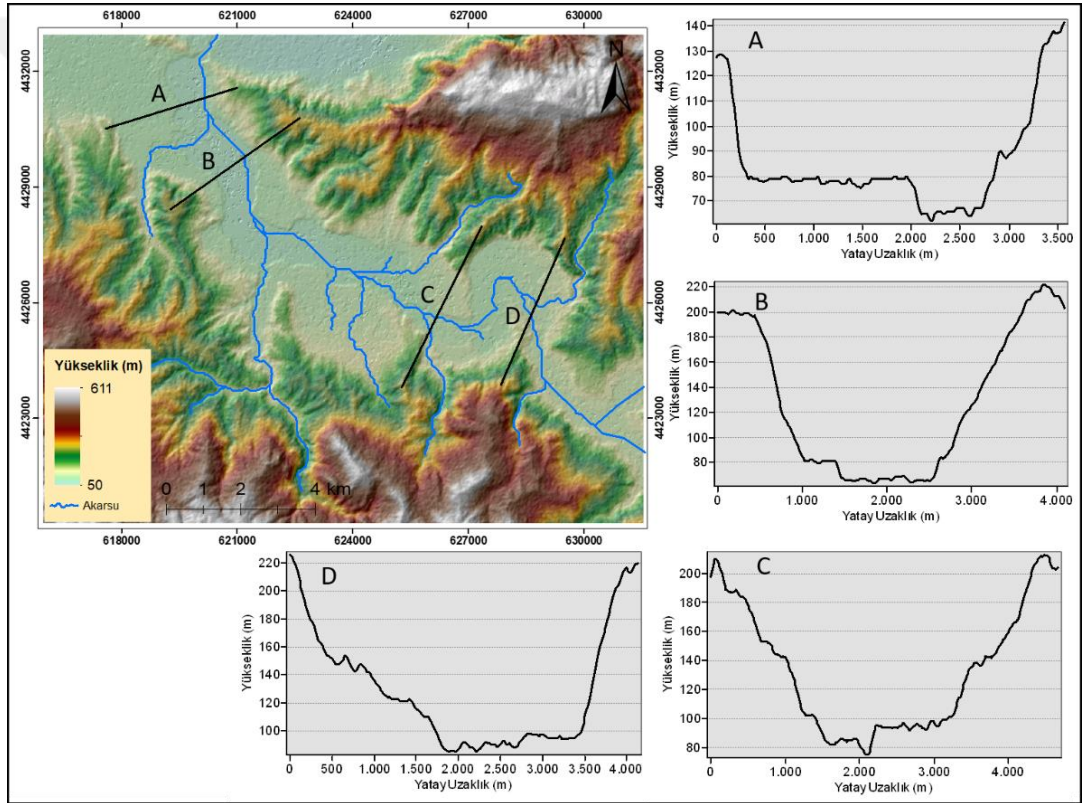


Şekil 1.3: Manyas-Mustafakemalpaşa Fayı'nın Mustafakemalpaşa Çayı'nı ötelemesi (Selim vd,2013'ten değiştirilerek).

Sayısal Yükselti Model (SYM) topoğrafik bir veri tabanı olup yeryüzüne ait bilgilerin sayısal gösterimi olarak ifade edilebilir (Miller ve Leflamme, 1958). Bu veri türü sayesinde arazi yüzeyine ait bir takım fiziksel özellikler ortaya konulmakta ve çeşitli analizlere olanak sağlamaktadır. Uygulama alanı ve çevresine ait ALOS-12,5 metre SYM'ye bakıldığında alana ait minimum ve maksimum yükselti verilmiş ve 50 metrelerden 600 metrenin üzerine kadar bir yükselti değişimi olduğu görülmüştür. Uygulama alanının kuzeydoğusu ve güneybatısının yükselti bakımından en yüksek alanlar olduğu görülmektedir. Düzlük alanlar ise MustafaKemalPaşa Çayı'nın kanal ve taşkınlarıyla şekillenen düzlükler olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 1.4). SYM'den faydalanılarak topoğrafik kesitler alınmış ve vadi özellikleri ortaya konulmuştur.

Farklı lokasyonlardan alınan kesitlere bakıldığında geniş tabanlı vadi özelliği sergilemektedir. Profillerde ayırt edilebilen, vadi tabanından yüksekte yer alan eski vadi tabanlarına ya da taşkın ovalarına karşılık gelen taraçalar ise alüvyal taraçalar

olup devresel olmayan taraçalar özelliğini göstermektedir. Diğer bir deyişle vadinin her iki tarafında taraça seviyesi aynı değildir. Farklı lokasyonlardan alınan kesitler incelendiğinde; taban seviyesinden yüksekte kalmış düzlüklerden hiçbirisinde vadinin diğer yamacında karşılığı olmadığı görülmektedir (Şekil 1.4). Bu taraçalar taşkın çalışmalarında önem arz eden bir jeomorfolojik birim olarak karşımıza çıkmaktadır çünkü; bir taşkın anında suyun ilk olarak taşacağı alanlar bu taraçalar olmakta ve bu taraça yüksekliklerine göre ise taşan su seviyesi değişebilmektedir.

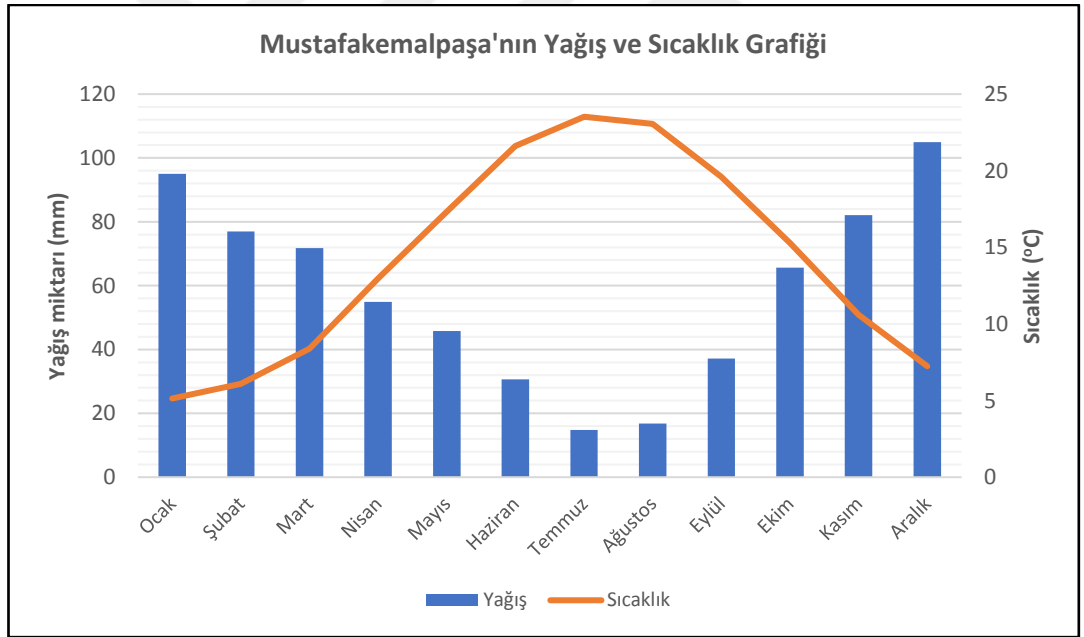


Şekil 1.4: Uygulama alanı ve çevresinin sayısal yükselti modeli (SYM) ve farklı lokasyonlardan alınan topoğrafik kesitler.

Çalışma alanı, Türkiye'nin kuzeybatısında, Marmara Bölgesi'nin Güney Marmara Bölümü'nde yer almaktadır. Akdeniz makro iklim bölgesinde bulunan Türkiye'de, bu iklim bölgesinin tipik bir özelliği yaz kuraklığının belirgin olmasıdır. Sıcaklık özellikleri bakımından Marmara geçiş ikliminde, yağış özelliği olarak ise

Akdeniz yağış rejiminde bulunmaktadır. Topoğrafik özellikler, etkili olan basınç sistemleri ve hava dolaşımı özellikleri, sıcaklığın ve yağışın alana ve zamana dağılışı iklim özellikleri üzerinde etkili olan temel faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır (Türkeş & Deniz, 2011).

Mustafakemalpaşa Bölgesi'nde yapılan 42 yıllık ölçümlerde ortalama sıcaklık ocak ayında 5,13 °C ile en düşük değerini almakta, temmuz ayında 23,52 °C ile en yüksek değerine ulaşmaktadır. Yıllık toplam yağış ortalaması ise 685,26 mm olup yıllık toplam yağışın çoğunluğu kış aylarında düşmektedir. En fazla yağış alan aylar; kasım, aralık ve ocak ayları; en az yağış ise temmuz ağustos ve eylül ayında düşmektedir (Şekil 1.5).

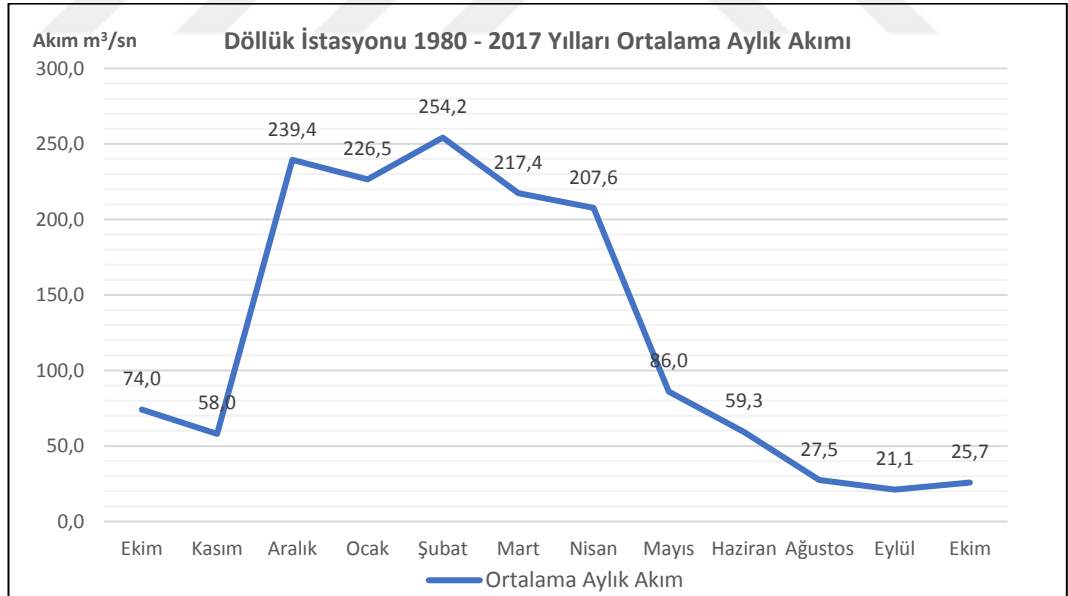


Şekil 1.5: Mustafakemalpaşa istasyonu 1964-2005 ölçüm periyodu aylık toplam yağış miktarı ortalaması ve ortalama sıcaklığı gösteren grafik (mgm.gov.tr).

Mustafakemalpaşa Çayı; Orhaneli ve Emet Çayları'nın Camandar Köyü yakınında birleşmesinden oluşan Kocadere, Döllük, Mustafakemalpaşa arasındaki vadi ovasını drene ederek Mustafakemalpaşa ilçe merkezinden geçer. Daha sonra kuzeydoğuya yönelerek Karaoğlan Köyü'nün kuzeyinde Uluabat Gölü'ne karışmaktadır (Şekil 1.1). Mustafakemalpaşa Çayı Döllük, Güllü ve

Mustafakemalpaşa Ovası'nın güney bölgesini drene etmektedir. Bursa ili Mustafakemalpaşa ilçesinin 15 km güneydoğusunda Döllük köyü çevresinde bulunan Akım Gözlem İstasyonu'na (AGİ) göre; 1980-2017 gözlem süresi boyunca; çayın en düşük ortalama aylık akım miktarı 21,1 m³ /sn ile eylül ayındadır. Maksimum akım ise 254, 2 m³ /sn olarak şubat ayında kaydedilmiştir. 1980-2017 yılları arasında ölçülen değerlere göre aylık ortalama akım miktarı 124,7 m³ /sn olarak ölçülmüştür (Şekil 1.6).

Orhaneli Çayı; Mustafakemalpaşa Çayı'nın bir kolu olup toplam drenaj alanı 4678 km²'dir. Emet Çayı ile birleşmeden önceki kesimde yer alan Kestelek akım rasat istasyonunda yıllık ortalama suyu ise 977 milyon m³'tür (Çelenli, 2000). Bu kol üzerinde 2002 yılında içme ve sulama amaçlı Çınarcık Barajı yapımının tamamlanması ve su tutulmaya başlanması ile akarsuyun akımlarında düşüşler gözlemlenmiştir (Şekil 1.7).

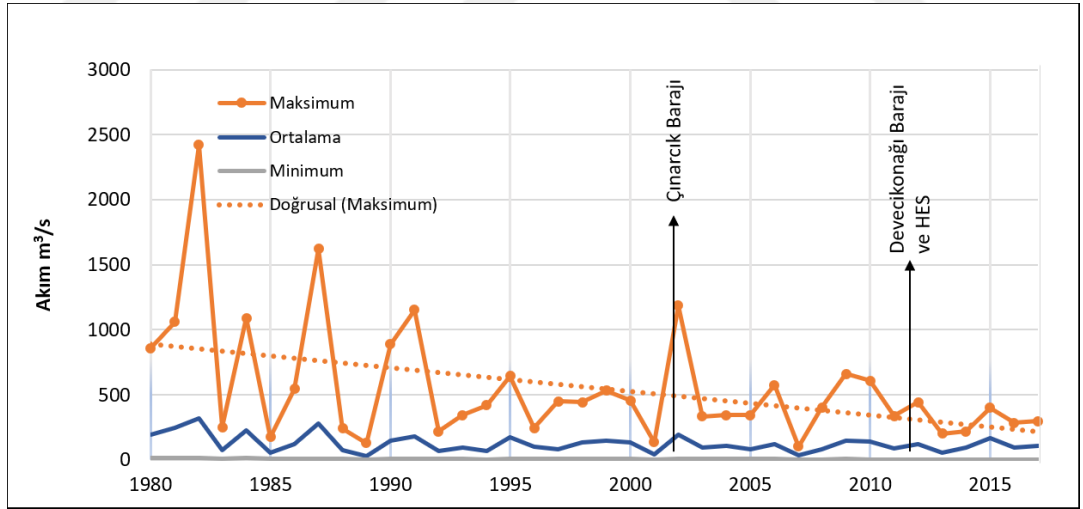


Şekil 1.6: Döllük AGİ'ye ait 1980-2017 yılları arası ortalama aylık akım miktarını gösteren grafik.

Mustafakemalpaşa Çayı'nın diğer önemli kolu olan Emet Çayı'nın toplam drenaj alanı ise 4970 km² dir. Emet Çayı; Gediz Yöresi'nde Şaphane Dağı'ndan (yaklaşık 1100 metrelerde) doğup 180 km kuzeye akarak Orhaneli Çayı ile birleşerek

Mustafakemalpaşa Çayı'nı oluşturur. Orhaneli Çayı ile birleşmeden önceki Devecikonağı akım rasat istasyonundan alınan verilere göre yıllık ortalama suyu 1213,6 milyon m³ olarak ölçülmüştür (Çelenli, 2000). Mustafakemalpaşa Çayı'nın önemli iki kolundan birisi olan Emet Çayı üzerinde Mustafakemalpaşa ilçesindeki tarım arazilerini sulamada kullanılmak için ve yılda 43,88 Gwh enerji üretim kapasitesi olan, Devecikonağı Barajı ve HES tesisi yapımı inşaata alınmıştır (<http://www.dsi.gov.tr>). Bu barajın faaliyete geçmesiyle birlikte Çınarcık Barajı'nda olduğu gibi çayın yıllık maksimum akımlarında düşüşler gözlemlenmiştir (Şekil 1.7).

Susurluk Havzası'nda yer alan Bursa'da, heyelandan sonra en çok görülen afet türü sel ve taşkınlar olup genellikle İnegöl, Yenişehir, Karacabey ve Mustafakemalpaşa ilçelerinde rastlanmaktadır (bursa.afad.gov.tr). Orman ve Su İşleri Bakanlığı'nın 2018 yılı Susurluk Havzası taşkın eylem planı raporuna göre; uygulama alanı ve çevresinde zaman içerisinde pek çok taşkın meydana gelmiş, can ve mal kayıplarına neden olmuştur (Tablo 1.1).



Şekil 1.7: Döllük AGİ'ye ait 1980-2017 yılları arası yıllık akım miktarını gösteren grafik.

Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda Mustafakemalpaşa'nın sel ve taşkınlar bakımından riskli olduğu saptanmıştır. Bu sebepten dolayı ilçede pek çok taşkın kontrol tesisleri kurulmuştur (Tablo 1.2).

	Ana olaya bağılı taşkın olayı	Taşkının gerçekleştiği yer	Başlangıç tarihi	Taşkının süresi	Can kaybı
1	M. Kemalpaşa-Simav-Emet-Kemer	Bursa - Hisarardı-Behram-Lütfiye-Minevin- M. Kemalpaşa -Çavuşköy-Camandar-Döllük-Malik-Karaorman	16.11.1955	11	0
2	M.Kemalpaşa-Simav-Emet-Kemer	Bursa - Yamanlı-Doğancı-Yavoyli-Ayaspaşa-Tepecik-Voyvoda	16.11.1955	11	0
3	M. Kemalpaşa - Adranos ve Alova kolları	Bursa - M. Kemalpaşa	28.12.1960	0	0
4	M.Kemalpaşa Ç.	Bursa - M.Kemalpaşa Ç.	19.12.1962	0	0
5	Susurluk N.	Bursa-Karabey-M.Kemalpaşa Ovası	17.02.1965	4	0
6	M.Kemalpaşa Ç.	M.Kemalpaşa Ovası	10.01.1968	2	2
7	Susurluk - M.Kemalpaşa, Devecikonağı D.	Bursa - M.Kemalpaşa	16.12.1981	0	0
8	Susurluk - M.Kemalpaşa, Devecikonağı D.	Bursa - M.Kemalpaşa	11.02.1984	0	0

Tablo 1.1: Uygulama alanı ve çevresinde zaman içerisinde meydana gelmiş taşkınlar (Orman ve Su işleri Bakanlığı, 2018’ den düzenlenerek).

İL	İLÇE	YERLEŞİM	TAŞKIN YERİ	MAHİYETİ
Bursa	M.Kemalpaşa	Adaköy	Adaköy Karadere Sağ ve Sol Sedde	
Bursa	M.Kemalpaşa	Adaköy	Adaköy Arazisi Karadere Islahı	Fildöferli mahmuz ve kıyı tahkimi
Bursa	M.Kemalpaşa	Ayaz	Ayazköy Kuşaklama Kanalı	
Bursa	M.Kemalpaşa	Bükköy	Bükköy Arazisi Sadıklar Deresi T.K.	
Bursa	M.Kemalpaşa	Çaltılıbük	Çaltılıbük Bucağı Çatak Deresi T.K.	
Bursa	M.Kemalpaşa	Çeltikli	Çeltikçi Köyü Drenaj Kanalı	
Bursa	M.Kemalpaşa	Demireli	Demireli Köyü Kuşaklama Kanalı	
Bursa	M.Kemalpaşa	Devecikonağı	Devecikonağı Köyü T.K.(Karaali-Hendekdere)	
Bursa	M.Kemalpaşa	Karaoğlan	Karaoğlan Köyü Kuşaklama Kanalı	
Bursa	M.Kemalpaşa	Karaoğlan	Karaoğlan Köyü Seddesi	
Bursa	M.Kemalpaşa	Karaorman	Karaorman Köyü Köy Deresi T.K.	
Bursa	M.Kemalpaşa	Kestelek	Kestelek Köyü Fındıklı Deresi T.K.	
Bursa	M.Kemalpaşa	M.Kemalpaşa	Melde Kuşaklama Kanalı	
Bursa	M.Kemalpaşa	M.Kemalpaşa	Tokmaklı Drenaj Kanalı ve kolları T.K.	(Koşuboğazı, Pınardere, Kavaklı, Enece, Çayırılık, Karacagöl, Tavşan ve Derecik)
Bursa	M.Kemalpaşa	M.Kemalpaşa	M.Kemalpaşa Sağ Sedde	
Bursa	M.Kemalpaşa	M.Kemalpaşa	M.Kemalpaşa Sol Sedde	
Bursa	M.Kemalpaşa	M.Kemalpaşa	Ulubat Göl Seddesi	

Tablo 1.2: Taşkın kontrol tesisleri (Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2018'den düzenlenerek).

İKİNCİ BÖLÜM

VERİ VE YÖNTEM

2.1. Verilerin Toplanması

Uzaktan Algılama verileri olan uydu görüntülerinin bazıları ücretsiz olarak internet üzerinden indirilebilmekte ve çalışma amacına göre farklı şekillerde kullanılabilir. Landsat 8 ve Sentinel-2, uzun zamanlarda yüksek frekanslı uzaktan algılama uygulamaları için ücretsiz olarak erişilebilen en gelişmiş uydu görüntüleridir (Zhang vd., 2017).

Landsat-8 ve Sentinel-2 uydu görüntülerine ait veriler 23/04/2018 tarihli olarak temin edilmiştir (Şekil 2.2). Uzaktan algılama görüntüleri yerden yansıyan elektromanyetik dalgalar baz alınarak elde edilmektedir. Yeryüzüne ait her bir cismin (toprak, su, ağaç vs.) yansıma dereceleri birbirinden farklı olup, bu farklılıkları kullanarak uzaktan algılama görüntüleri elde edilmektedir. Özellikle kırsal alanlardaki bitki ve ekili alanlara ait spektral yansıma değerleri yıl içinde mevsimlere (büyüme evresi ve yetiştirme evresi vs.) bağlı olarak değişmektedir. Çalışma alanı kırsal bir alanda kaldığı için bitki örtüsü ve ekili alanların daha fazla yer kaplamasından dolayı, özellikle bu alan çok çeşitli ürün desenlerinden oluştuğu için yetiştirme evresine dikkat edilerek veri temini sağlanmıştır. Bu sebeple görüntüler daha iyi arazi örtüsü/kullanımı elde etmek için, aynı mevsimsel dönem içerisinde ve yetiştirme evresine dikkat edilerek seçilmiştir. Veri temini yılının 2018 olarak belirlenmesindeki asıl amaç ise; CORINE'ye ait verilerin en günceli 2018 yılına ait olması nedeniyledir.

Bu çalışmanın kapsamı doğrultusunda kullanılan Landsat-8 OLI'ye ait uydu görüntüsü Amerikan Jeoloji Servisi'ne (USGS) ait internet sayfasından geometrik ve radyometrik olarak düzeltilmiş şekilde tedarik edilmiştir. Bu veriler, Universal Transverse Mercator (UTM) koordinat sisteminde 35. dilim ve WGS84 datumundadır. Landsat-8 OLI uydusu 2013 yılının şubat ayında yörüngesine oturmuş ve multispektral (1-7, 9) ve Thermal Infrared Sensor (TIRS) (10, 11) bantlarda 30 m, pankromatik bantta (8) ise 15 m yersel çözünürlüklü veri üretmektedir (Tablo 2.1).

Bu çalışmada; 30 metre yersel çözünürlüğe sahip multispektral 1-7 spektral aralıktaki bantlar görüntü sınıflandırma işleminde kullanılmıştır (Tablo 2.1).

Bantlar	Dalgaboyu	Çözünürlük
Bant 1 - Kıyı/ Aerosol	0.433 - 0.453 μm	30 m
Bant 2 – Mavi	0.450 - 0.515 μm	30 m
Bant 3 – Yeşil	0.525 - 0.600 μm	30 m
Bant 4 – Kırmızı	0.630 - 0.680 μm	30 m
Bant 5 -Yakın Infrared	0.845 - 0.885 μm	30 m
Bant 6 - Kısa Dalga Infrared	1.560 - 1.660 μm	30 m
Bant 7 - Kısa Dalga Infrared	2.100 - 2.300 μm	30 m
Bant 8 – Pankromatik	0.500 - 0.680 μm	15 m
Bant 9 - Sirkus	1.360 - 1.390 μm	30 m

Tablo 2.1: Landsat-8 bant özellikleri.

Diğer bir veri türü olan Sentinel-2 ise aynı şekilde Amerikan Jeoloji Servisi (USGS) internet sayfasından geometrik ve radyometrik düzenlemeleri yapılmış olarak elde edilmiştir. Kutup yörüngeli, multispektral yüksek çözünürlüklü algılayıcıya sahip bir uydu görüntüsüdür. Bitki örtüsü, toprak ve su kütleleri gibi arazi analizlerinin yapılması hedeflenmiştir (<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/home>). Sentinel-2, özellikle zengin veri ve görüntü sunmak için tasarlanmış olup; görünür, yakın kızılötesi (VNIR) ve kısa dalga kızılötesi (SWIR) spektral bölgelerinde, 13 spektral kanal dâhil olmak üzere, 10 ila 60 metre çözünürlükte ölçüm yapabilen bir opto-elektronik multispektral sensör ile donatılmıştır (www.satimagingcorp.com) (Tablo 2.2).

Sentinel-2 uydu görüntüsü, içerisinde farklı mekânsal çözünürlüğe sahip bantlar bulundurmaktadır (Tablo 2.2). Bu sebepten dolayı bu uydu görüntüsü

kullanılarak 2 farklı çözünürlükte arazi örtüsü/kullanımı haritası elde edilmiştir. Bu haritalardan bir tanesi; Sentinel-2 10 metre çözünürlüğe sahip bant aralıkları olan 2,3,4 ve 8 bantlar kullanılarak elde edilmiştir. Diğer ise; Sentinel-2 20 metre çözünürlüğe sahip bant aralıkları (5,6,7 ve 8A) kullanılarak ve ek olarak 10 metre yersel çözünürlüğe sahip olan bantların (bant 2,3,4 ve 8) 20 metre çözünürlüğe düşürülerek sınıflamaya katılmasıyla elde edilmiştir. Çünkü 20 m çözünürlükteki bant aralıkları sadece bitki örtüsü sınıflamasında kullanıldığından ve uygulama alanında çeşitli arazi örtüsü sınıfları bulunduğundan (bina, yol, çıplak alan vb.) diğer bant aralıkların çözünürlüğü 20 metreye düşürülerek sınıflamaya dâhil edilmiştir. Burada amaç; mekânsal çözünürlüğün etkisinin yanında spektral çözünürlüğün de görüntü sınıflamasında ne kadar etkili olduğunu ortaya koymaktır.

Bantlar	Merkez Dalgaboyu (µm)	Çözünürlük
Bant 1 - Kıyı/ Aerosol	0.433	60 m
Bant 2 – Mavi	0.490	10 m
Bant 3 – Yeşil	0.560	10 m
Bant 4 – Kırmızı	0.665	10 m
Bant 5 - NIR Bitki örtüsü sınıflandırması	0.705	20 m
Bant 6 - NIR Bitki örtüsü sınıflandırması	0.740	20 m
Bant 7 - NIR Bitki örtüsü sınıflandırması	0.783	20 m
Bant 8 NIR	0.842	10 m
Bant 8A- NIR- Bitki örtüsü sınıflandırması	865	20 m
Bant 9 - NIR-SWIR-su buharı	0.945	60 m
Bant 10 - SWIR- Sirüs	1.375	60 m
Bant 11 - SWIR - Kar/buz/bulut ayrımı	1.610	20 m
Bant 12 - SWIR - Kar/buz/bulut ayrımı	2.190	20 m

Tablo 2.2: Sentinel-2 bant özellikleri.

CORINE-2018 arazi örtüsü verisi; bu çalışmada kullanılan bir diğer veri türüdür ve mekânsal çözünürlüğü 100 metredir. CORINE (Coordination of Information on The Environment), Avrupa Birliği'nin (AB) 1985 yılında başlattığı önce 10 yılda, sonra 6 yılda bir güncellediği arazi örtüsünü ortaya koyma ve bunları sınıflandırma projesidir. AB'ye üye olan ülkeler tarafından kullanılması mecburi olan CORINE arazi sınıflandırma sistemi, AB ülkelerinin hepsine ait bir arazi kullanım haritası meydana getirmek, standart bir veri tabanı ortaya koymak ve çevresel politikaların belirlenmesi gibi temel hedeflerle planlanmıştır. AB'ye üye olma konusunda ortaya koyduğu önemli gelişmelerle her geçen gün biraz daha ilerleyen Türkiye, AB'nin geçerli standartlarını yakalamak zorundadır. Bunun için Türkiye'de arazilerin CORINE sistemine göre sınıflandırılması, uygulamanın belirli dönemlerde tekrarlanması ve arazi örtüsünün zaman içerisindeki değişimlerin izlenmesi önem arz etmektedir (corine.tarimorman.gov.tr).

CORINE-2018 için Sentinel-2 ve Landsat-8 görüntülerin değerlendirilmesi ile ortaya konulan verilerle istatistik elde edilmektedir. CORINE Arazi Örtüsü haritaları verisi 1:100.000 ölçekli olarak üretilmektedir. Ana prensipler ise; sınıflandırmak için kullanılan minimum haritalama birimi 25ha, alanların minimum genişliği 100 m, değişim haritalama birimi 5 ha dır. CORINE (Coordination of Information on the Environment - Çevresel Bilginin Koordinasyonu), Avrupa Çevre Ajansı tarafından ortaya konulan AÖ/AK sınıflandırmasına göre uydu görüntüleri kullanılarak bilgisayar destekli görsel yorumlama yöntemleri ile üretilen arazi örtüsü/kullanımını gösteren haritalara ait alan verisidir. Uydu görüntüleri üzerinden bilgisayar ortamında görsel yorumlama metodu ile operatör tarafından alanlar çizilmekte ve oluşturulan alanlara tekabül eden CORINE arazi örtüsü sınıfına atanarak işlem lokal veritabanına kaydedilmektedir. Yorumlama işlemi tamamlandığında birleştirme, kenarlaştırma ve topoloji işlemleri yapılmakta ve en sonunda CORINE arazi örtüsü veritabanı elde edilmektedir (CORINE.tarimorman.gov.tr). CORINE AÖ/AK sınıflandırma sistemi 3 seviyeli bir sınıflandırmadır ve 1. seviyede 5, ikinci seviyede 15 ve 3. seviyede 44 adet alt arazi örtüsü sınıfından oluşmaktadır. Ek olarak ülkeler kendi ihtiyaçları doğrultusunda 4. seviye olarak alt sınıflar ekleyebilmektedir. Buna dayanarak

Türkiye’de 4. seviyede 12 adet alt sınıf tanımlanmıştır (land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover).

Bu çalışmada CORINE verisini kullanırken, diğer veri türleriyle kıyaslamak adına bir standardizasyon oluşturmak için bu sınıf türleri; ‘bina, ‘su’, ‘çalılık’, ‘orman’, ‘ekili alan/otlak alanlar’, ‘çıplak arazi örtüsü’ olarak yeniden sınıflandırılmıştır.

Sınıf Kodu	CORINE sınıflaması	Yeni sınıflama
112	Süreksiz şehir yapısı	Bina
131	Maden çıkarım sahaları	Çıplak arazi örtüsü
211	Sulanmayan ekilebilir alanlar	Ekili alan/otlak
212	Sürekli sulanan alanlar	Ekili alan/otlak
222	Meyve bahçeleri	Çalılık
231	Meralar	Ekili alan/otlak
242	Karışık tarımsal alanlar	Ekili alan/otlak
243	Doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan tarımsal alanlar	Ekili alan/otlak
311	Geniş yapraklı ormanlar	Orman
312	İğne yapraklı ormanlar	Orman
313	Karışık ormanlar	Orman
321	Doğal çayırliklar	Ekili alan/otlak
324	Bitki değişim alanları (orman-çalı)	Çalılık
331	Sahiller, kumsallar ve kumluklar	Çıplak arazi örtüsü
511	Su yolları	Su
512	Su kütleler	Su

Tablo 2.3: CORINE sınıflamasının çalışma alanı için belirlenmiş sınıf sayısına göre yeniden sınıflanmasını gösteren tablo.

Çalışmada son olarak, referans verisi olarak kullanılan DigitalGlobe yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü ise 2019 yılına ait olup ‘Google Maps Dowlander 8.781’ yazılımı kullanılarak indirilmiştir (Şekil 2.2). Burada DigitalGlobe yüksek

çözünürlüklü uydu görüntüsünü indirebilmek için uygulama alanı koordinatları girilmiş ve 'zoom level'i 19 olarak belirlenerek çözünürlüğü 0,5 m olarak temin edilmiştir.

2.2. Metodoloji

Pürüzlülük haritaları, uydu görüntülerinden faydalanılarak oluşturulan arazi örtüsü/kullanımı haritalarından elde edilmektedir. Her bir arazi örtüsü sınıfına manning n pürüzlülük katsayısı değeri verilmesiyle pürüzlülük haritaları oluşturulmaktadır. Burada esas olan; arazi örtüsü/kullanımı haritalarının doğruluk oranı ve mekânsal çözünürlüğüdür.

AÖ/AK haritaları; uydu görüntülerinin farklı yazılımlar ve farklı algoritmalar yardımıyla, çok bantlı alanlardaki istatistiksel karar kuralları kullanılarak arazi örtüsü sınıflarına göre gruplandırılmasıyla elde edilir (Gao, 2009).

Uydu görüntülerinin farklı özelliklere sahip türleri, doğal spektral yansıtma ve yayma özelliklerine bağlı olarak çeşitli sayısal değerler bulduran kombinasyonlar oluşturmaktadır. Bu farklılıktan faydalanılarak benzer spektral özellikleri bulduran yer yüzeyindeki unsurlar sınıflandırılabilir. Sınıflandırmadaki amaç, uydu görüntülerindeki her bir pikseli spektral özelliklerine göre farklı gruplara ayırmak ve pikseli yansıtma değerlerine göre yeryüzünde karşılık geldiği kümeye atamaktır. Özetle; alanı kapsayan sınıflar ve konulara göre tüm pikselleri ayırt etmektir. UZAL ile üretilmiş görüntüler yeryüzüne ait çeşitli türde bilgileri barındırmaktadır. Bu bilgi yeryüzünden yansıyan ya da yayılan enerjinin elektromanyetik spektrumun belli aralıklarında ölçülerek bantlara kaydedilmesi vasıtasıyla elde edilir. Her bir bantta o bantın duyarlı olduğu spektral aralığa ait yansıma değerleri mevcuttur. Uydu görüntülerinin içerdiği bu veriler ham haldedir, karmaşık görünen bu verilerden bilgi elde edebilmek için çeşitli analizler ve yorumlama teknikleri kullanmak gerekmektedir.

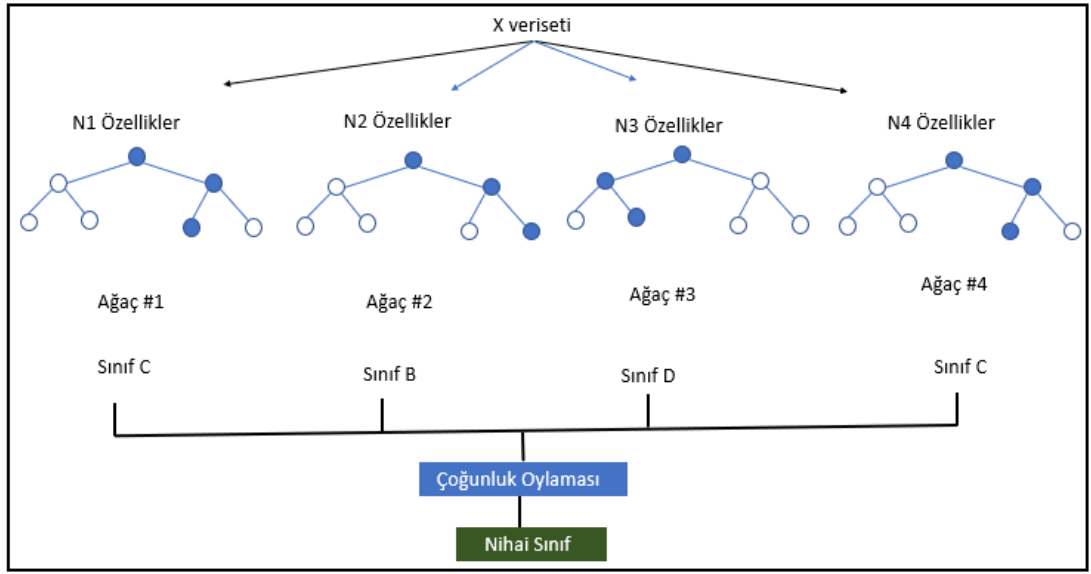
Görüntü sınıflandırma, bir görüntüye ait piksellerin spektral alandaki istatistiksel karar kuralları ya da mekânsal alandaki mantıksal karar kuralları

kullanarak çok sayıda sınıfa atama işlemine denilir. Literatürde en çok kullanılan sınıflandırma yöntemleri piksel tabanlı sınıflandırma ve obje tabanlı sınıflandırma yöntemleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yöntemlere seçenek olarak uydu görüntülerinden daha doğru ve güvenilir bilgi elde edilmesi amacıyla çeşitli makine öğrenme algoritmalar geliştirilmektedir. En yaygın kullanılan öğrenme tabanlı algoritmalar Rastgele Orman(RO), Torbalama, Hızlandırma, Karar Ağacı, Yapay Sinir Ağları, Destek Vektör Makinesi (DVM) ve K-En Yakın Komşuluk' tur (Akar ve Güngör, 2012). Makine öğrenme metotları verinin dağılımı ile ilgili herhangi bir hipoteze dayanmadığı için parametrik değildir. Bunlar veri temelinde yöntemler olup tahmin edici ile ve buna tekabül eden cevaplar arasındaki ilişkileri ortaya koyarlar (Breiman, 2001).

Bu çalışmada görüntü sınıflandırma yöntemlerinden, makine öğrenme metodu olan Rastgele Orman (RandomForest) algoritması kullanılmıştır (Şekil 2.2). Öğrenme tabanlı bir sınıflandırıcı olan Rastgele Orman algoritması, yüksek doğruluk elde etmesi ve hızlı bir sınıflandırıcı olması nedeniyle son zamanlarda araştırmacılar tarafından ilgi çekmektedir (Ok , Akar & Güngör, 2011).

Basit olarak algoritma rastgele olarak bir orman yaratarak (Şekil 2.1), algoritmadaki ağaç sayısı ve elde edebileceği sonuç arasında doğrudan bir ilişki kurmak suretiyle bir sonuç elde etmektedir. Diğer bir deyişle, her bir ağaç bir sınıflandırma ortaya koyar. Belirlenen sınıflar için ağaç oyları belirlenir. Orman en fazla oya sahip olan sınıflandırmayı kullanır. RO sınıflandırıcısı ile bir ağaç üretmek için kullanıcı tarafından tanımlanan 2 değişken gereklidir. Bu parametreler; en iyi bölünmeyi ortaya koymak için her bir düğümde kullanılan değişkenlerin sayısı (m) ve geliştirilecek ağaçların sayısı (N)'dir (Pal, 2005). Kullanıcı tarafından başlangıç m değeri gelişigüzel seçilir sonraki m 'ler genelleştirilmiş hatalara (Out of bag (OBB)) göre artırılır ya da azaltılır. Değişkenlerin sayısı (m) azalınca ilişki ve güç azalır, artınca ilişki ve güç artar. Bu şekilde en uygun değişken sayısı belirlenir ve sınıflandırma hassaslığı artar, hata azalır. Sınıflandırma sırasında, kuralı durdurma ya da budama işlemleri yapılmaz (Archer, 2008). Bu durum, RO'yu diğer karar ağaçları yöntemlerinden ayıran en önemli avantaj olarak karşımıza çıkmaktadır (Pal, 2005).

RO (Rastgele Orman), hiperparametre ayarı yapmadan bile, çoğunlukla önemli, güvenilir sonuçlar ortaya koyan, esnek, kullanımı son derece kolay bir makine öğrenmesi algoritmasıdır. Aynı zamanda en fazla tercih edilen algoritalardan biri olup sınıflandırma ve regresyon görevleri için kullanılabilir (Akar & Güngör, 2013).



Şekil 2.1 : Rastgele orman algoritmasına dayalı sınıflandırma süreci (Kumar, 2016'dan düzenlenerek).

RO algoritması ile görüntülerin sınıflandırılması için eğitim verilerinin üretilmesi gerekmektedir. Bu işlem için QGIS 3.8 programı kullanılmıştır. Öncelikli olarak belirlenen 7 sınıfa yansıtacak şekilde eğitim (train) ve test verileri toplanmış ve bir eğitim dosyası oluşturulmuştur. Bu amaç doğrultusunda, her bir sınıftan sınıfları iyi temsil edecek şekilde örnek pikseller toplanmıştır. Bu toplanan veriden eğitim ve test verilerinin üretilmesinde ve RO sınıflandırma işleminde R programlama dilinde (R Core Team, 2018) ve “RandomForest” paketi kullanılarak oluşturulmuştur (Şekil 2.2).

Yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsünden (DigitalGlobe) AÖ/AK elde edebilmek için ise; bilgisayar destekli görsel yorumlama tekniği ile sayısallaştırma

yöntemine gidilmiştir (Şekil 2.2). Burada amaç hata payını en aza indirerek kıyaslamayı en iyi şekilde yapabilecek bir referans verisi üretmektir.

Bu çalışma için belirlenen sınıf sayısı ve türü, taşkın ovası pürüzlülüğü ile ilgili yayınlanmış literatürlerden faydalanılarak oluşturulmuştur (Hossain vd., 2009), (Dorn vd., 2014), (Tablo 2.3). Her sınıfa verilen manning n pürüzlülük katsayısı değerleri, Chow, 1959 'un manning n değerleri tablosundaki normal değerler kullanılarak belirlenmiştir (Tablo 2.4).

Sınıf Kodu	Sınıf Adı	Manning n Pürüzlülük Katsayısı
1	Bina	0.015
2	Yol	0.013
3	Orman	0.150
4	Çalılık	0.050
5	Ekin/Otlak	0.030
6	Su	0.040
7	Çıplak toprak örtüsü	0.025

Tablo 2.4: Çalışma için belirlenmiş arazi örtüsü/kullanımı sınıflarına göre manning n pürüzlülük katsayıları.

Kanallar için Manning n Değeri (Chow, 1959)			
Kanal Türü ve Tanımı	Minimum	Normal	Maksimum
Doğal akışlar-ikincil akışlar (Taşkın evresinde üst genişlik < 100 ft)			
1. Ana Kanallar			
a. Temiz, düz, dolu evre, yarık veya derin su birikintisi yok	0.025	0.030	0.033
b. Yukarıdakiyle aynı, ancak daha fazla taş ve yabancı otlar	0.030	0.035	0.040
c. Temiz, dönemeçli, birkaç su birikintisi ve sığ su	0.033	0.040	0.045
d. Yukarıdakiyle aynı, ancak daha fazla taş ve yabancı otlar	0.035	0.045	0.050
e. Yukarıdakiyle aynı, daha alçak evre, çok az eğim ve kesitler	0.040	0.048	0.055

f. 'd' ile aynı fakat daha fazla taş	0.045	0.050	0.060
g. Cılız akımlar, yabancı otlar, derin su birikintileri	0.050	0.070	0.080
h. Çalılık ve keresteliklerin yoğun hakimiyeti ile derin su birikintileri veya taşkın kanalları ve çok yoğun otlak	0.075	0.100	0.150
2. Dağlık alanlardaki akışlar, bitki örtüsünden yoksun kanallar, genellikle dik setler, yüksek evrede sular altında kalmış setler boyunca ağaçlar ve çalılıklar			
a. Zemin: çakıllar, taşlar ve az miktarda kayalar	0.030	0.040	0.050
b. Zemin: büyük kayalar ile çakıllar	0.040	0.050	0.070
3. Taşkın Ovaları			
a. Otlak, çalılık yok			
1. Kısa otlar,	0.025	0.030	0.035
2. Uzun otlar	0.030	0.035	0.050
b. Ekili alanlar			
1. Mahsül yok	0.020	0.030	0.040
2. Olgun sıralı mahsüller	0.025	0.035	0.045
3. Olgun alansal mahsüller	0.030	0.040	0.050
c. Çalılık			
1. Dağınık çalılık, yoğun otlar	0.035	0.050	0.070
2. Hafif çalılık ve ağaçlar (kış)	0.035	0.050	0.060
3. Hafif çalılık ve ağaçlar (yaz)	0.040	0.060	0.080
4. Orta düzeyden yoğun çalılık (kış)	0.045	0.070	0.110
5. Orta düzeyden yoğun çalılık (yaz)	0.070	0.100	0.160
d. Ağaçlar			
1. Yoğun söğütler, yaz mevsimi, düz	0.110	0.150	0.200
2. Ağaç köklerinden temizlenmiş arazi, filiz yok	0.030	0.040	0.050
3. Yukarıdakiyle aynı, ancak yoğun bir şekilde büyümüş filizler	0.050	0.060	0.080
4. Keresteliklerin yoğun hakimiyeti, çok az ağaç, birkaç çalılık, ağaç dallarının aşağısında kalmış taşkın evresi	0.080	0.100	0.120
5. 4 ile aynı, ağaç dallarına ulaşan taşkın evresinde	0.100	0.120	0.160
4. Kazınmış ve taranmış kanallar			
a. Zemin düz ve düzenli			
1. Temiz, yakın zamanda tamamlanmış	0.016	0.018	0.020
2. Temiz, ayrışmadan sonra	0.018	0.022	0.025
3. Çakıl, düzenli bölüm, temiz	0.022	0.025	0.030
4. Kısa otlu, az miktarda yabancı otlu	0.022	0.027	0.033
b. Dönemeçli zemin, çok zayıf akım			
1. Bitki örtüsünden yoksun	0.023	0.025	0.030
2. Çimen, biraz yabancı ot	0.025	0.030	0.033
3. Derin kanallardaki yoğun yabancı otlar veya sucul bitkiler	0.030	0.035	0.040
4. Topraklı zemin ve moluzlu yanlar	0.028	0.030	0.035
5. Taşlı zemin ve yabancı ot bankları	0.025	0.035	0.040

6. İri taşlı zemin ve temiz yarıklar	0.030	0.040	0.050
c. Ağır kazı makinesi (dragline) ile kazınmış			
1. Bitki örtüsünden yoksun	0.025	0.028	0.033
2. Bankalarda hafif çalılık	0.035	0.050	0.060
d. Kaya kesmeleri			
1. Pürüzsüz ve düzgün	0.025	0.035	0.040
2. Pürüzlü ve düzensiz	0.035	0.040	0.050
e. Bakımı yapılmamış kanallar, yabancı otlar ve kesilmemiş çalılıklar			
1. Yoğun yabancı otlar, akış derinliği olarak yüksek	0.050	0.080	0.120
2. Temiz zemin, yarıklarda çalılık	0.040	0.050	0.080
3. Yukarıdakiyle aynı, en yüksek akım evresi	0.045	0.070	0.110
4. Yoğun çalılık, yüksek akım evresi	0.080	0.100	0.140
5. Kaplanmış ve yapıli kanallar			
a. Çimento			
1. Düzgün zemin	0.010	0.011	0.013
2. Harç	0.011	0.013	0.015
b. Odun			
1. Biçilmiş, işlenmemiş	0.010	0.012	0.014
2. Biçilmiş, kreozotlanmış	0.011	0.012	0.015
3. Biçilmemiş	0.011	0.013	0.015
4. Çita ile kalas	0.012	0.015	0.018
5. Çatı kağıdı ile kaplı	0.010	0.014	0.017
c. Beton			
1. Mala ile düzeltilmiş	0.011	0.013	0.015
2. Master ile düzeltilmiş	0.013	0.015	0.016
3. Düzeltilmiş, çakıllı zemin	0.015	0.017	0.020
4. Düzeltilmemiş	0.014	0.017	0.020
5. Püskürtme harç, pürüzsüz bölüm	0.016	0.019	0.023
6. Püskürtme harç, pürüzlü bölüm	0.018	0.022	0.025
7. Pürüzsüz kazılmış kayalar	0.017	0.020	
8. Düzensiz kazılmış kayalar	0.022	0.027	
d. Yanları master ile düzeltilmiş beton zemin			
1. Harç içinde yontulmuş taş	0.015	0.017	0.020
2. Harç içinde rasgele taş	0.017	0.020	0.024
3. Moloz-çimentolu duvar, sıvalı	0.016	0.020	0.024
4. Moloz-çimentolu duvar	0.020	0.025	0.030
5. Kuru iri çakıllar veya rırap	0.020	0.030	0.035
e. Yanları çakıl olan zemin			
1. Şekillenmiş beton	0.017	0.020	0.025
2. Rasgele harçlı taş	0.020	0.023	0.026
3. Kuru iri çakıllar veya rırap	0.023	0.033	0.036
f. Tuğla			

1. Sırlı tuğla	0.011	0.013	0.015
2. Çimento harcı içinde tuğla	0.012	0.015	0.018
g. Duvar			
1. Çimentolu çakıl	0.017	0.025	0.030
2. Kuru çakıl	0.023	0.032	0.035
3. Yontulmuş taş	0.013	0.015	0.017
i. Asfalt			
1. Pürüzsüz	0.013	0.013	
2. Kaba	0.016	0.016	
j. Bitkisel örtü	0.030		0.500

Tablo 2.5: Manning n değerleri tablosu (Chow,1959'dan çevrilerek).

AÖ/AK haritaları uzaktan algılama görüntülerinden elde edildikten sonra doğruluk belirlenmesi de yapılması gerekmektedir (Şekil 2.2). Doğruluk belirleme, sınıflama işlemlerinden sonra, sınıfların doğruluğunun gerçek arazi verileriyle test edilmesi işlemidir. Bu karşılaştırma işlemi hata matrisleriyle (Error Matrix) gerçekleştirilir. Hata matrisleri her bir sınıfa ait referans verileri (gerçek-yersel veriler) ile otomatik sınıflandırma sonuçları arasındaki ilişkiyi karşılaştırılarak elde edilir. Gerçek arazi verileri ise, GPS ile toplanmış veriler veya çalışılan sahanın detaylı hava fotoğrafları olabilmektedir. Hata matrisi için genel olarak her bir arazi kullanım türü için en az 50 örnek alınmalıdır. Fakat bu sayı saha büyüklüğüne göre değişmektedir. Çalışılan saha oldukça büyük ise ve çok fazla arazi kullanım türü var ise her bir sınıftan alınacak örnek sayısı da arttırılmalıdır.

Görüntü sınıflamasının doğruluğunu gösteren diğer bir yöntem de Kappa (k KHAT) istatistiğidir. Kappa (κ) istatistik ölçüsü, referans verilerle otomatik olarak sınıflandırılmış veriler arasındaki gerçek benzerlik ile, yine referans verilerle gelişigüzel sınıflandırılmış veriler arasındaki şans uyumu arasındaki farkı göstermede kullanılmaktadır (Cohen, 1960). İstatistik sonucu 0 ile 1 arasında değişir. Sonuçların 1'e yaklaşması sınıflamanın doğruluğunu gösterir (Landis & Koch, 1977). Bu doğruluk analizinin uygulanmasının bir nedeni de farklı kaynaklardan elde edilen görüntülerin ve metodların mekânsal veri üretiminde değerlendirmesini yapabilmektir (Özdemir, 2015).

$$\hat{k} = \frac{N \sum_{i=1}^R x_{ii} - \sum_{i=1}^R (x_{i+} \cdot x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^R (x_{i+} \cdot x_{+i})}$$

Formülde yer alan;

R : Error matrisindeki satır sayısı

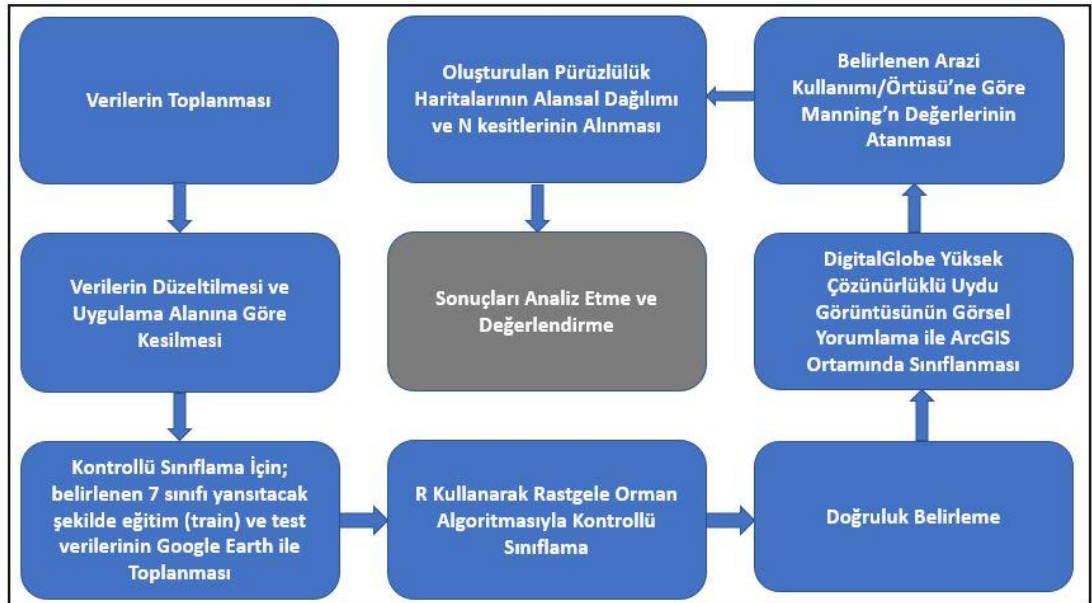
x_{ii} : satır i 'de ve kolon i 'deki gözlem sayısı

x_{i+} : Satır i 'de toplam gözlem sayısı

x_{+i} : Kolon i 'deki toplam gözlem sayısı

N = matriksteki toplam gözlem sayısı'dır.

Bu çalışmada arazi örtüsü/kullanımı verileri RO algoritması kullanılarak R programlama dilinde hesaplanmıştır. Elde edilen AÖ/AK haritalarına yukarıda belirlenen (Tablo 2.3) manning n pürüzlülük değerleri atanarak pürüzlülük haritaları elde edilmiştir. Daha sonra bu haritaları kıyaslamak için her bir türün alansal dağılımı hesaplanmıştır. Yine aynı şekilde veri türlerini kıyaslamak için elde edilen grafikler ise R programlama dilinde oluşturulmuştur. Haritalara ait tüm görselleştirmeler ise ArcGIS 10.5 yazılımının ArcMap arayüzü kullanılarak ortaya konulmuştur (Şekil 2.2).



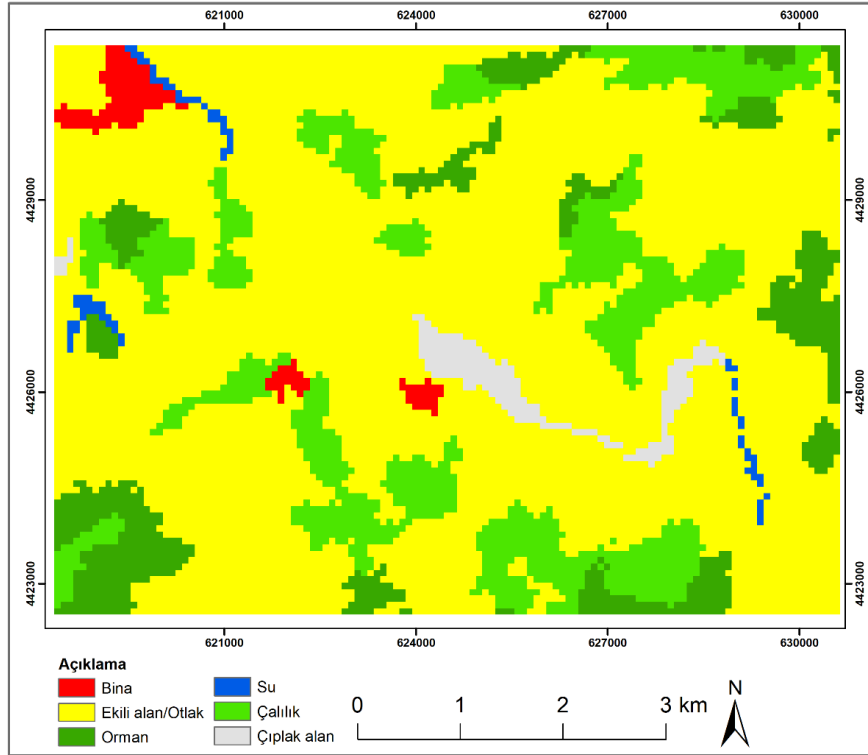
Şekil 2.2: Çalışmada kullanılan iş akış şeması.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

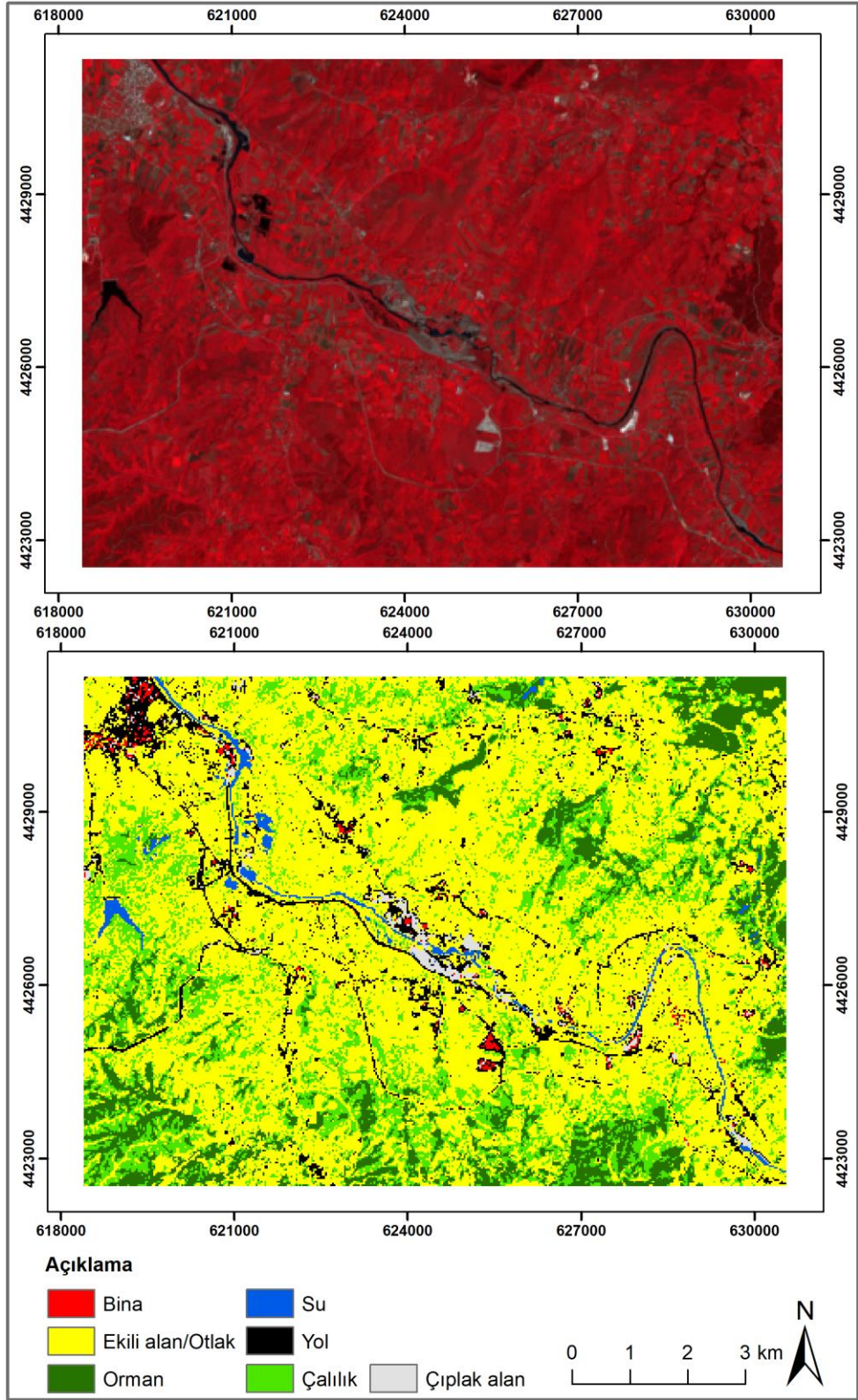
BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Arazi Örtüsü/Kullanımı Haritalarının Oluşturulması

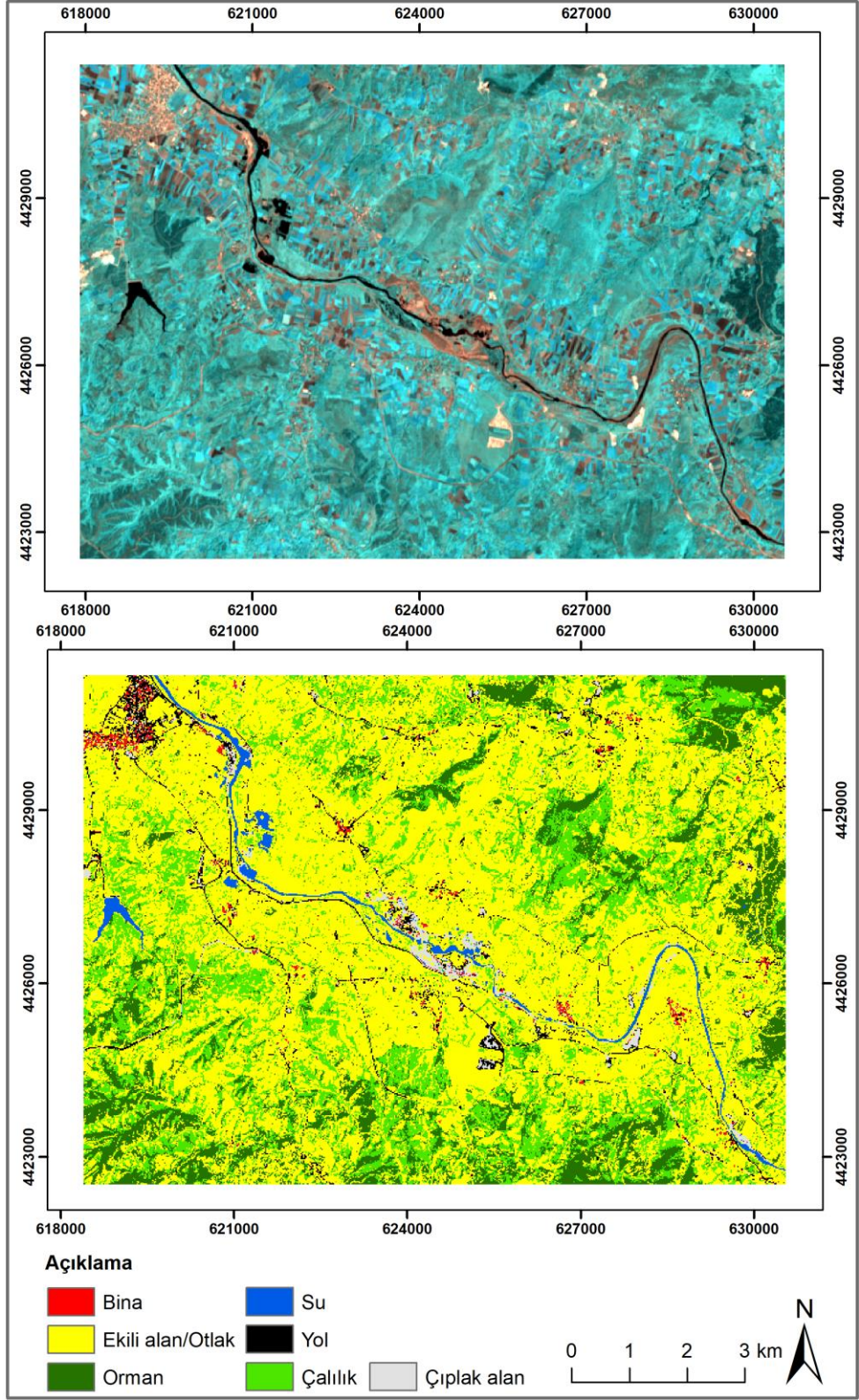
Çalışma alanına ait AÖ/AK haritaları farklı veri kaynakları temelinde oluşturulmuştur (Şekil 3.2, 3.3, 3.4). Bunlardan Landsat-8 ve Sentinel-2 uydu görüntüleri için RO algoritması kullanılmıştır. Bunlara ek olarak; CORINE-2018 arazi örtüsü verisi karşılaştırmaya dahil edilmiş (Şekil 3.1), son olarak referans verisi olan DG yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsünden de AÖ/AK haritası görsel yorumlama ile ArcGIS ortamında oluşturulmuştur (Şekil 3.5). Uydu görüntüleri farklı çözünürlükte olduğu ve AÖ/AK sınıflarının standart olması için 7 sınıf ortak olarak belirlenmiştir. Uydu görüntülerinden elde edilen her bir arazi örtüsü/ kullanımı haritasına ait doğruluk analizleri uygulanmıştır. Bunun için her bir sınıf için 50 rastgele örneklem alınarak yüksek çözünürlüklü verideki karşılıklarını belirlemek suretiyle hata matrisi ve kappa istatistiği değerleri ortaya konmuştur (Tablo 3.2).



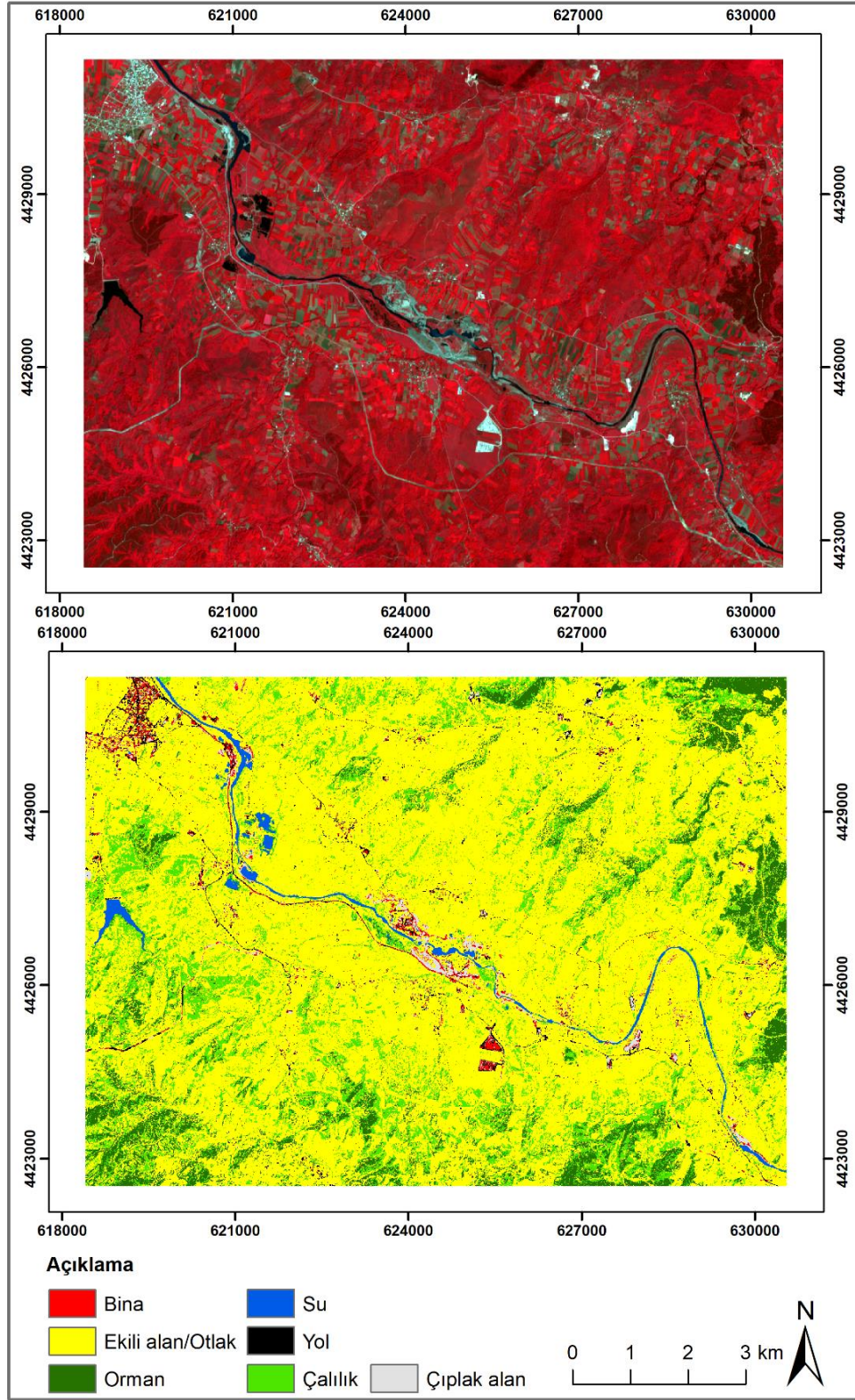
Şekil 3.1: CORINE-2018 (100 m) AÖ/AK haritası.



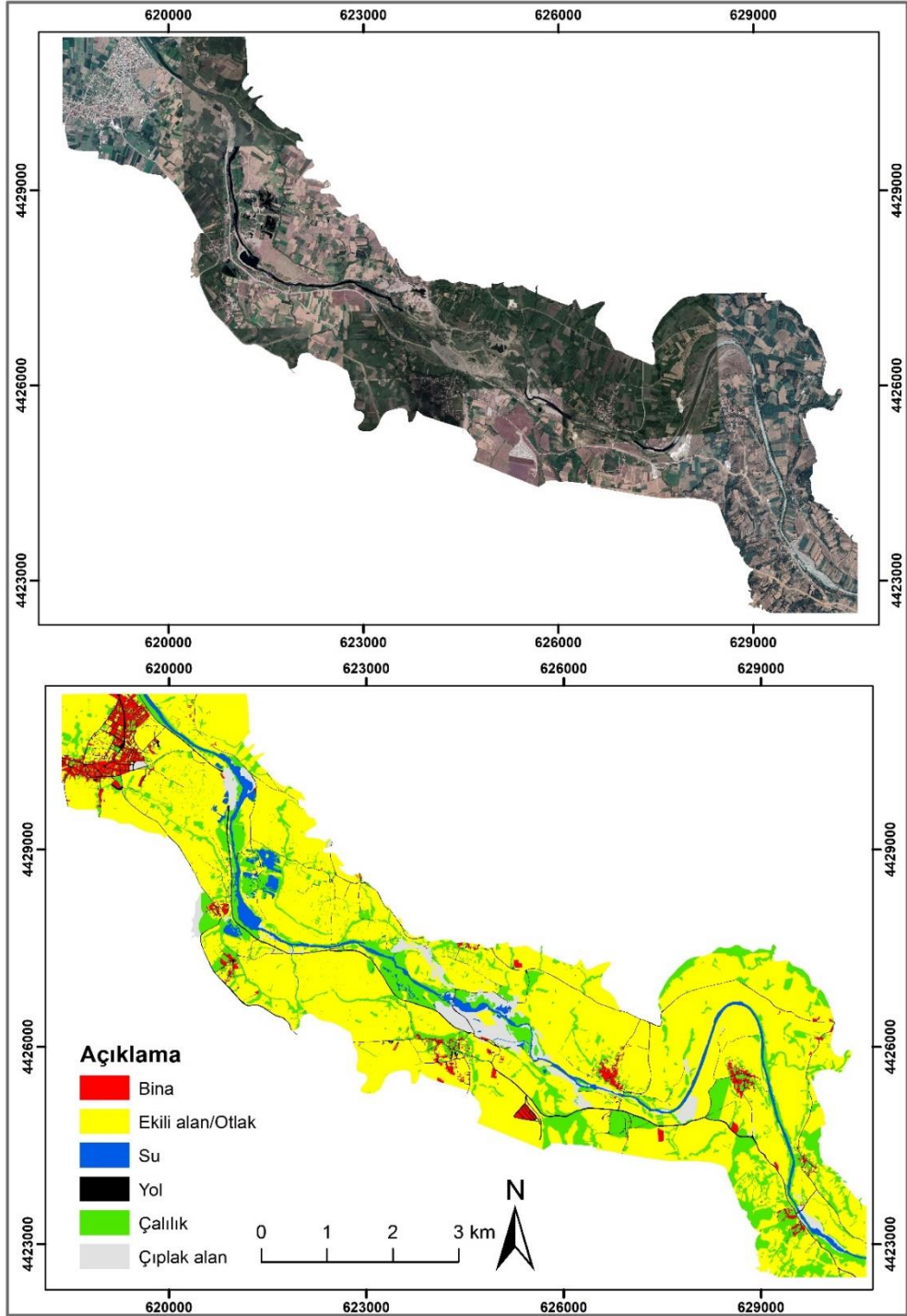
Şekil 3.2: Landsat-8 OLI (30 m) 'den elde edilmiş AÖ/AK haritası.



Şekil 3.3: Sentinel-2 (20 m) 'den elde edilmiş AÖ/AK haritası.



Şekil 3.4: Sentinel- 2 (10 m)'den elde edilmiş AÖ/AK haritası



Şekil 3.5: DigitalGlobe yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsünden elde edilmiş AÖ/AK haritası.

Elde edilen bulgulara göre; Landsat-8 OLI 30 metre çözünürlüğe sahip bantlar kullanılarak elde edilmiş arazi örtüsü haritasının hata matrisi tablosuna göre; orman, çalılık, ekili alan/otlak, su ve çıplak toprak örtüsüne ait sınıf türlerinde kullanıcı doğruluğu %80'in üzerine çıkmış, en düşük kullanıcı doğruluğu %42,00 ile yol sınıf türü olarak belirlenmiştir (Tablo 3.1a). Landsat-8 OLI 30 metre çözünürlüğe sahip görüntüden elde edilmiş AÖ/AK haritasının genel doğruluk oranı %75,71, kappa değeri ise 0,71 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.2). Bu doğruluk belirleme değerlerinin AÖ/AK haritasının kullanılabilir olduğunu göstermektedir.

Sentinel-2 20 metre çözünürlüğe sahip bantlar kullanılarak elde edilmiş AÖ/AK haritasının hata matrisi tablosuna göre; bina, orman, ekili alan/otlak ve su sınıf türlerinde kullanıcı doğruluğu %80'in üzerindedir. Çıplak toprak örtüsü sınıf türü %60'la en düşük doğruluk oranına denk gelmektedir (Tablo 3.1b). Genel olarak bu arazi örtüsü/kullanımı haritasının doğruluk oranı %78,57, Kappa değeri ise 0,75 olarak hesaplanmış ve bu oran kullanılması adına uygun görülmüştür (Tablo 3.2).

Son olarak, Sentinel-2, 10 metre çözünürlüğe sahip bantlar kullanılarak üretilen AÖ/AK haritasının hata matrisi tablosu incelendiğinde; orman, su ve ekili alan/otlak sınıf türlerinde kullanıcı doğruluğu %80'in üzerindedir. Çalılık sınıf türünde kullanıcı doğruluğu ise %70'in üzerindedir (Tablo 3.1c). Bu veri türünden üretilmiş arazi örtüsü/kullanımı haritasında genel doğruluk oranı: %74,28 ve Kappa değeri ise 0,70 olarak hesaplanmış ve bu sonuç haritanın kullanılabilirliği adına yeterli görülmüştür (Tablo 3.2).

Landsat-8 OLI	Bina	Yol	Orman	Çalılık	Ekili/Otlak	Su	Çıplak Toprak Örtüsü	Toplam	Kullanıcı Doğruluğu
Bina	27	2	0	6	6	1	8	50	% 54,00
Yol	4	21	0	0	18	0	7	50	% 42,00
Orman	0	0	47	1	2	0	0	50	% 94,00
Çalılık	0	0	0	41	9	0	0	50	% 82,00
Ekili/Otlak	0	0	1	3	46	0	0	50	% 92,00
Su	0	0	7	0	0	41	2	50	% 82,00
Çıplak Toprak Örtüsü	4	1	0	0	3	0	42	50	% 84,00
Toplam	35	24	55	51	84	42	59	350	% 75,71
Üretici Doğruluğu	% 77,14	% 87,50	% 85,45	% 80,39	% 54,76	% 97,62	% 71,19	% 79,15	

Tablo 3.1a: Landsat-8 OLI uydu görüntüsünden elde edilmiş AÖ/AK haritasına ait hata matrisi tablosu.

Sentinel-2 (20 m)	Bina	Yol	Orman	Çalılık	Ekili/Otlak	Su	Çıplak Toprak Örtüsü	Toplam	Kullanıcı Doğruluğu
Bina	40	3	0	1	3	0	3	50	% 80,00
Yol	5	31	0	1	13	0	0	50	% 62,00
Orman	0	0	43	2	5	0	0	50	% 86,00
Çalılık	0	0	0	39	11	0	0	50	% 78,00
Ekili/Otlak	0	0	0	7	43	0	0	50	% 86,00
Su	0	0	0	1	0	49	0	50	% 98,00
Çıplak Toprak Örtüsü	6	5	0	1	7	1	30	50	% 60,00
Toplam	51	39	43	52	82	50	33	350	% 78,57
Üretici Doğruluğu	% 78,43	% 79,49	% 100,00	% 75,00	% 52,44	% 98,00	% 90,91	% 82,04	

Tablo 3.1b: Sentinel-2 (20 m) uydu görüntüsünden elde edilmiş AÖ/AK haritasına ait hata matrisi tablosu.

Sentinel-2 (10 m)	Bina	Yol	Orman	Çalılık	Ekili/Otlak	Su	Çıplak Toprak Örtüsü	Toplam	Kullanıcı Doğruluğu
Bina	26	8	0	0	11	0	5	50	% 52,00
Yol	5	23	0	4	16	0	2	50	% 46,00
Orman	0	0	44	1	5	0	0	50	% 88,00
Çalılık	0	0	0	38	12	0	0	50	% 76,00
Ekili/Otlak	0	0	0	2	47	0	1	50	% 94,00
Su	0	1	0	0	0	49	0	50	% 98,00
Çıplak Toprak Örtüsü	11	1	0	0	5	0	33	50	% 66,00
Toplam	42	33	44	45	96	49	41	350	% 74,29
Üretici Doğruluğu	% 61,90	% 69,70	% 100,00	% 84,44	% 48,96	% 100,00	% 80,49	% 77,93	

Tablo 3.1c: Sentinel-2 (10 m) uydu görüntüsünden elde edilmiş AÖ/AK haritasına ait hata matrisi tablosu.

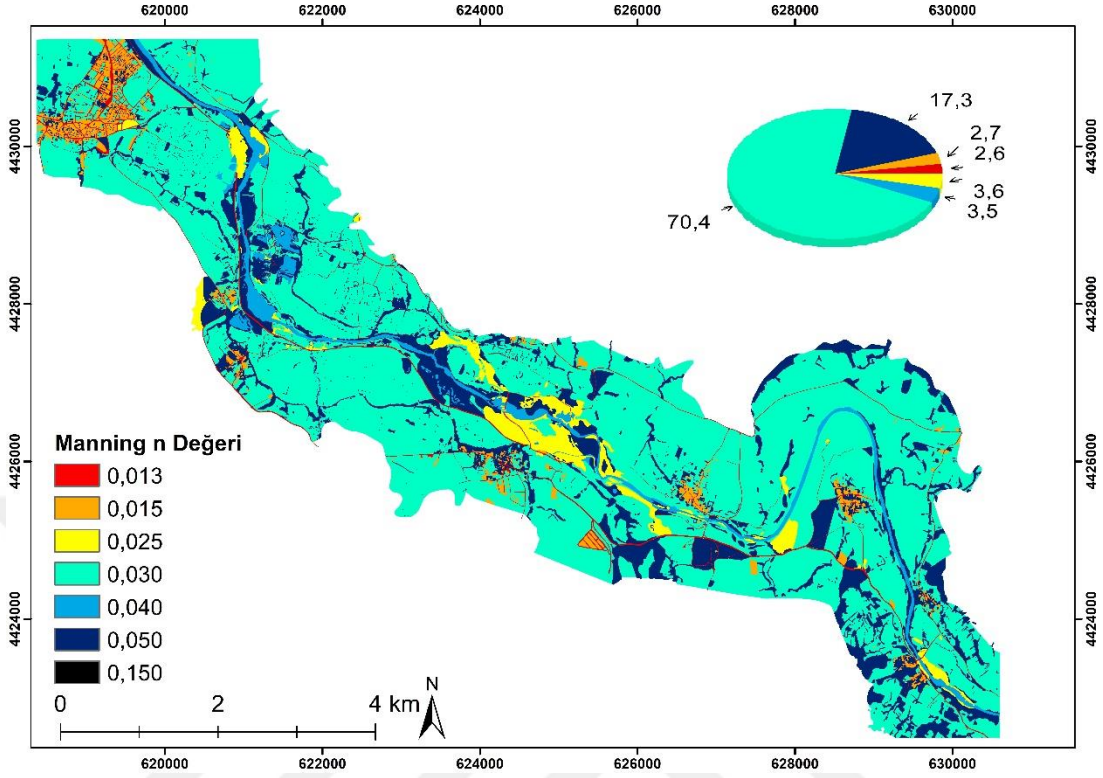
	Kappa İstatistik	Toplam Doğruluk
Sentinel-2 (10 m)	0,70	% 74,29
Sentinel-2 (20 m)	0,75	% 78,57
Landsat-8 OLI	0,71	% 75,71

Tablo 3.2: Farklı veri kaynaklarından elde edilmiş AÖ/AK haritalarına ait doğruluk belirleme değerleri.

3.2. Manning n Değerlerinin Atanması

Elde edilen AÖ/AK verilerine göre, her bir arazi türüne yukarıda belirlenmiş (Tablo 2.4) manning n pürüzlülük değerleri atanmış bu değerlerin uygulama sahası içerisinde alansal dağılışı haritaları oluşturulmuştur (Şekil 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10). DigitalGlobe yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsünden CBS ortamında görsel yorumlamalarla oluşturulan AÖ/AK verilerinden üretilmiş yüzey pürüzlülüğü haritası, bu çalışmada referans verisi olarak kullanılmıştır (Şekil 3.6). Elde edilen tüm bu pürüzlülük haritalarının dağılımı, farklılığı/benzerliği DG referans alınarak ortaya konulmuştur.

Referans verisi olarak kullanılan DG veri türünden elde edilen manning n değerlerinin alansal dağılımları şu şekildedir; toplam uygulama alanı 35,12 km² olup en fazla alanı %70,4 ile 0.030 (ekili alan/otlak) manning n değeri kaplamaktadır. Bunu %17,3 ile 0.050 (çalılık) manning n değeri takip etmekte, %3,6 ile 0.040 (su) manning n değeri kaplamaktadır. 0.025 (çiplak arazi örtüsü) manning n değeri toplam alanın %3,6'sını kaplamakta ve bunu 0.015 manning n değerine sahip bina sınıf türü %2,7'lik oranla takip etmektedir. En az alan kaplayan pürüzlülük değeri; 0.013 (yol) olup uygulama alanında %2,6'lık bir alan kaplamakla birlikte uygulama alanı içerisinde orman sınıf türü bulunmamaktadır (Şekil 3.6, 3.11).

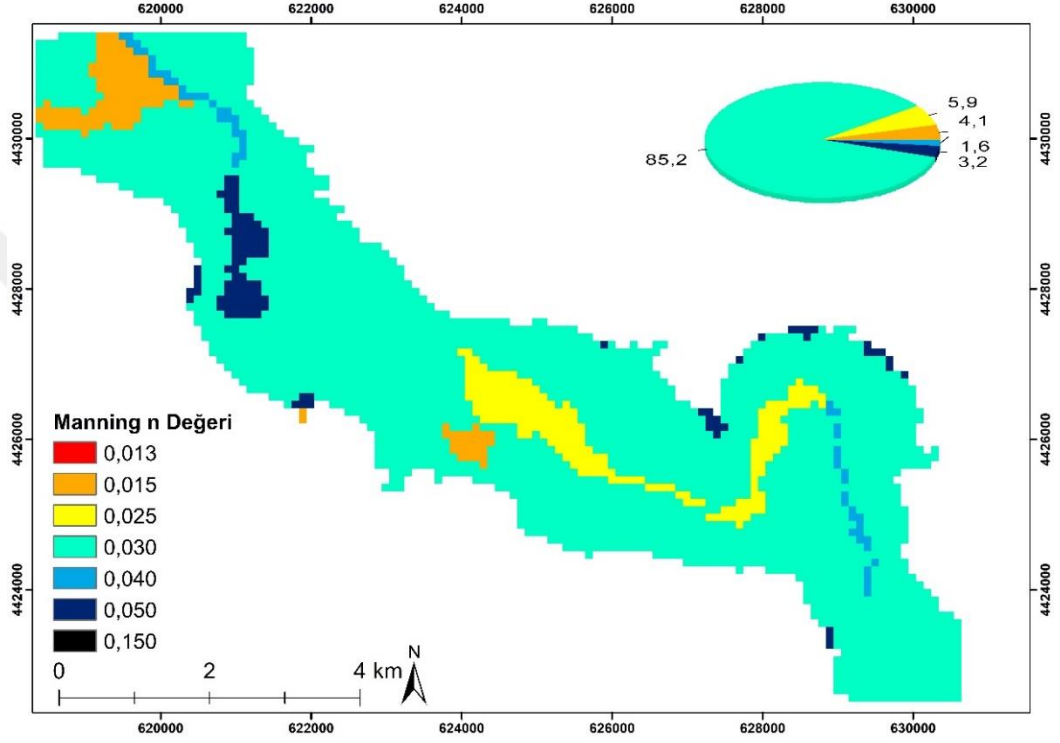


Şekil 3.6: Çalışmada referans veri olarak kullanılan yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsüne ait manning n değerlerinin dağılımı.

CORINE-2018 arazi örtüsü verisinden manning n pürüzlülük haritası elde edilmiştir (Şekil 3.7). Buna göre; çözünürlüğün düşük olmasından dolayı (100 m) çalışma alanı içerisinde ‘yol’ sınıfı ayırt edilememiş; arazi türü olarak ‘bina’, ‘çalılık’, ‘ekili alan/ otlak’, ‘su’ ve ‘çıplak arazi örtüsü’ sınıflarına haritada ayırt edilebilmiştir. Elde edilen pürüzlülük haritasına göre; toplam uygulama alanında en fazla yer kaplayan manning n değeri ‘0.030’ olup bu değer %85,2 ile ekili alan/otlak sınıf türüne karşılık gelmektedir. %5,9’ u ‘0.025’ (çıplak arazi örtüsü) manning n pürüzlülük katsayısına, %4,1’i ‘0.015’ (bina) değerini, %3,2’si ‘0.050’ (çalılık) ve son olarak toplam alanın %1,6’sı 0.040 pürüzlülük değerini oluşturmaktadır (Şekil 3.7, 3.11).

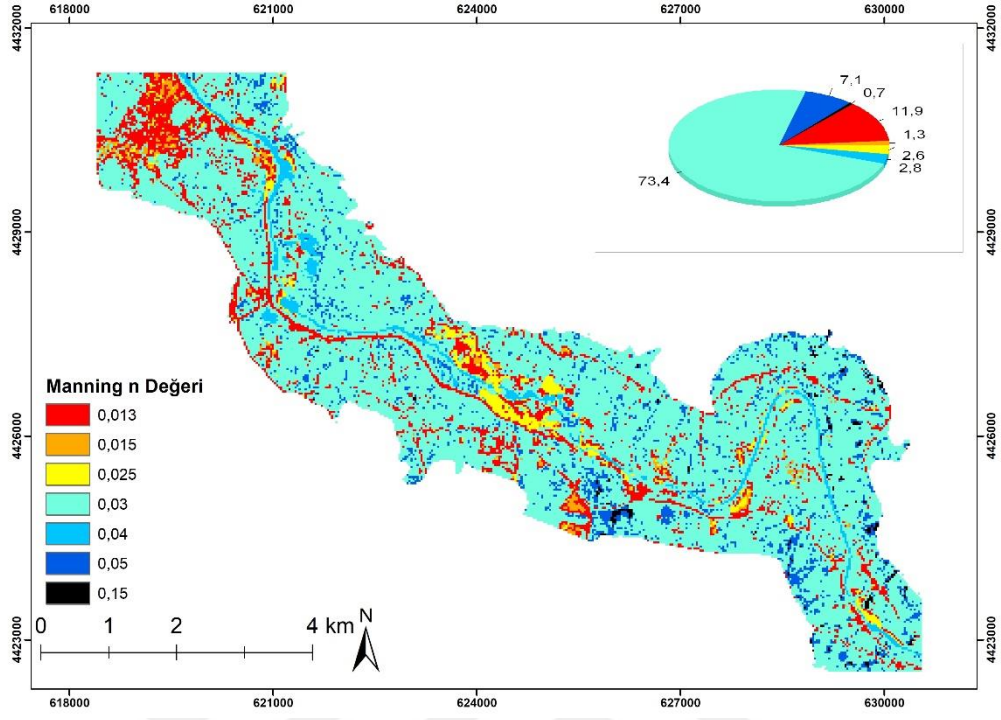
30 metre çözünürlüğe sahip olan Landsat-8 OLI uydu görüntüsü kullanılarak elde edilen AÖ/AK verisine manning n pürüzlülük değerleri atanarak pürüzlülük haritası elde edilmiştir (Şekil 3.8). CORINE’e göre çözünürlüğün yüksek olması burada yol sınıf türünün ayırt edilebilmesini sağlamıştır. Elde edilen bu pürüzlülük haritasında, toplam alanın %73,5’i 0.030 manning n değerini (ekili alan/otlak)

oluşturmaktadır. Bu oranı %11,9 ile 0.015 manning n değeri (bina) takip etmekte, %7,1 ile 0.050 (çalılık), %2,8 ile 0.040 (su), %2,6 ile 0.025 (çıplak arazi örtüsü) oluşturmaktadır (Şekil 3.11).

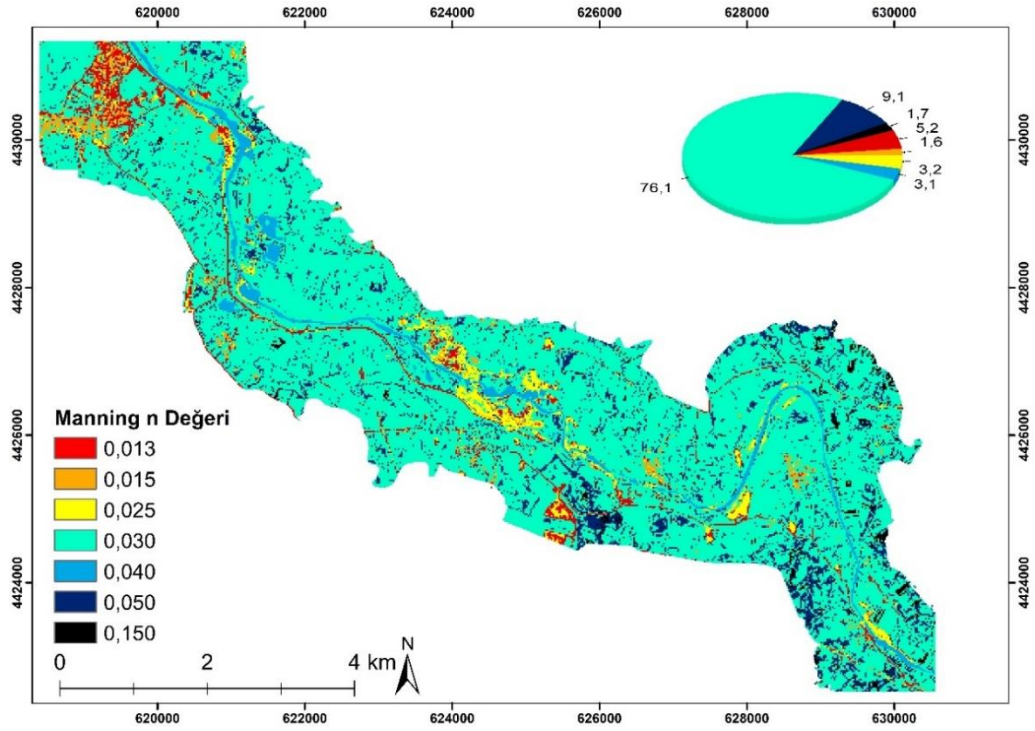


Şekil 3.7: CORINE-2018 AÖ/AK Verisine göre Manning n pürüzlülük değerlerinin dağılımı.

Sentinel-2'ye ait 20 metre çözünürlüklü bantlar ile 10 metre çözünürlükteki bantların 20 metreye düşürülerek sınıflamaya dahil edilmesiyle Sentinel-2 20 m çözünürlüklü AÖ/AK verisi elde edilmiştir. Elde edilen bu AÖ/AK verisine manning n pürüzlülük değerleri atanarak pürüzlülük haritası oluşturulmuştur (Şekil 3.9). Elde edilen bu pürüzlülük haritasında, toplam alanın %76,1'i 0.030 manning n değerini (ekili alan/otlak) oluşturmaktadır. Bu oranı %9,1 ile 0,050 (çalılık) manning n değeri takip etmekte, %5,2 ile 0.013 (yol), %3,2 ile 0.025 (çıplak arazi örtüsü), %3,1 ile 0.040 (bina) manning n değerleri takip etmektedir (Şekil 3.11).

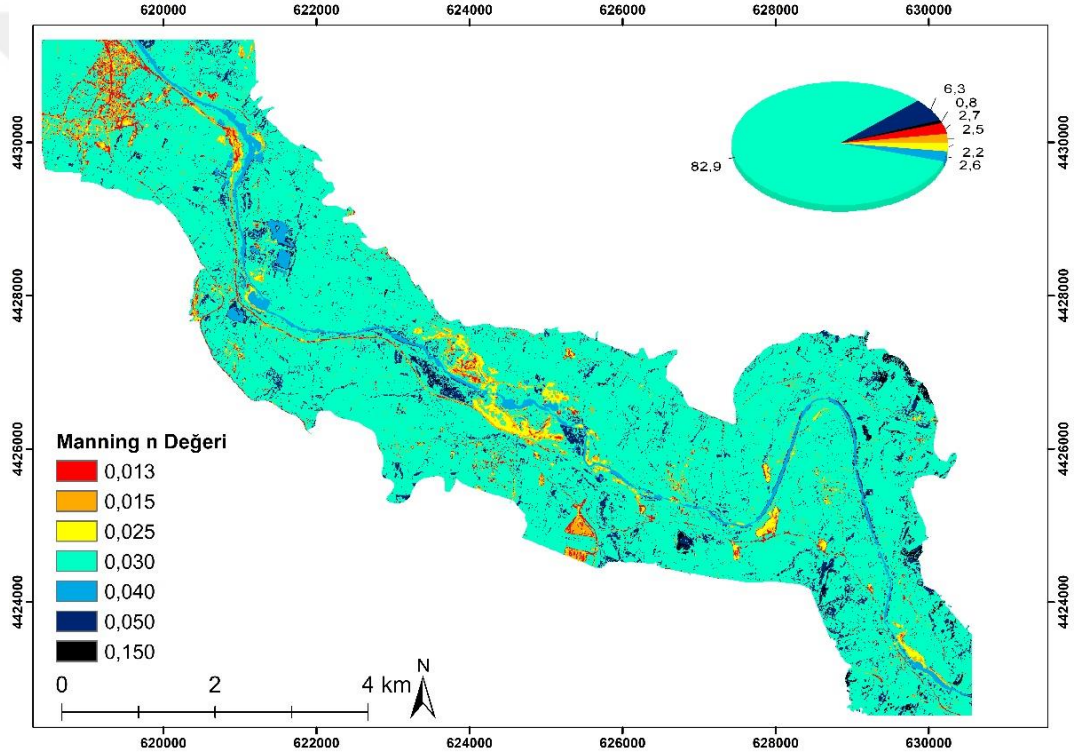


Şekil 3.8: Landsat 8 OLI AÖ/AK verisine göre Manning n pürüzlülük değerlerinin dağılımı.

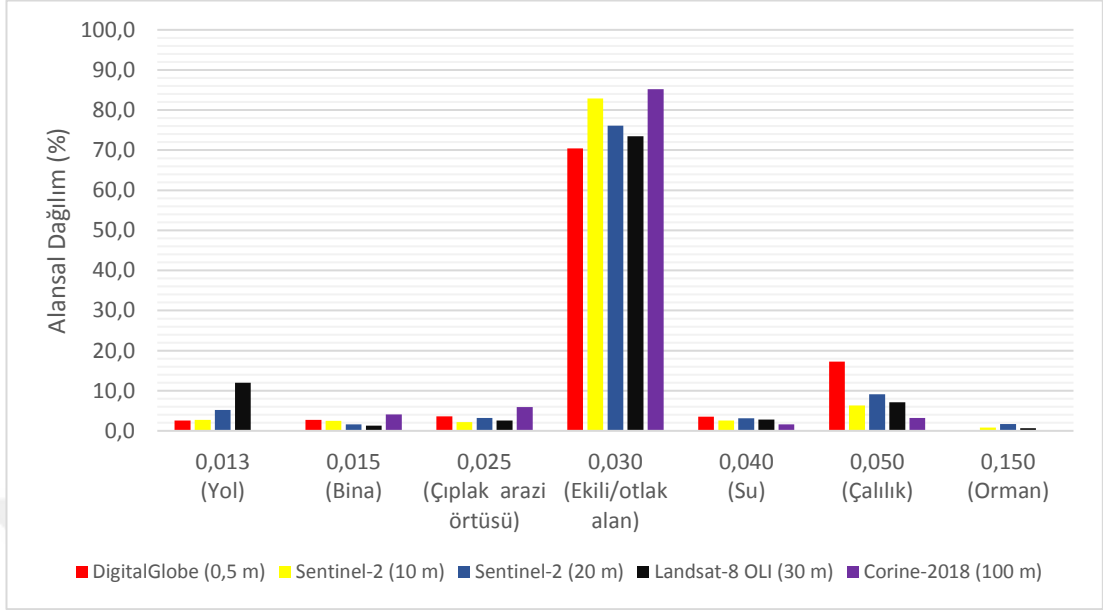


Şekil 3.9: Sentinel-2 (20 m) AÖ/AK göre manning n pürüzlülük değerlerinin dağılımı.

Son olarak Sentinel-2 (10 m) uydu görüntüsü kullanılarak elde edilen arazi örtüsü/kullanımı verisine manning n pürüzlülük değerleri atanarak pürüzlülük haritası elde edilmiştir (Şekil 3.10). Elde edilen bu pürüzlülük haritasında, toplam alanın %82,9'u 0.030 (ekili alan/otlak) Manning n değerini oluşturmaktadır. Bu oranı %6,3 ile 0.050 (çalılık) Manning n değeri takip etmekte, %2,7 ile 0.013 (yol), %2,6 ile 0.040 (su), %2,5 ile 0.015 (bina) Manning n değerleri takip etmektedir. Son olarak %2,2 ile 0.025 pürüzlülük değerine sahip olan çıplak arazi örtüsü kaplamaktadır (Şekil 3.11).



Şekil 3.10: Sentinel-2 (10 m) AÖ/AK göre manning n pürüzlülük değerlerinin dağılımı.



Şekil 3.11: Farklı veri türlerine göre manning n değerlerinin alansal dağılımı.

3.3. Farklı Veri Türlerinin Değerlendirilmesi

DigitalGlobe yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsünden görsel yorumlama ile AÖ/AK haritası oluşturulmuş ve bu haritaya göre manning n pürüzlülük değerleri atanmıştır (Şekil 3.6). Bu pürüzlülük haritası kullanılarak, diğer veri türlerinden elde edilen pürüzlülük haritalarının karşılaştırılması yapılmıştır. Kıyaslama yapabilmek için iki farklı yöntem uygulanmıştır. İlk olarak; AÖ/AK verilerine bağlı olarak oluşturulan manning n pürüzlülük değerlerinin alansal dağılımları, her bir veri türüne göre yüzde cinsinden verilmiş (Şekil 3.11) ve bu alansal dağılımların DG ile oransal farkı ortaya konulmuştur (Tablo 3.3). Diğer yöntem ise; farklı veri türleri ile DG yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsüne göre belirlenmiş pürüzlülük haritalarının kıyaslamasını yapabilmek için uygulama alanının farklı noktalarından en kesitler (Şekil 3.12) alınarak, bu en kesitler üzerindeki manning n değerlerinin DG ile kıyaslaması yapılmıştır. Bunun için ilk olarak; farklı en kesitler boyunca manning n değerlerinin değişimini bir en kesit boyunca gösteren grafikler oluşturulmuştur (Şekil 3.13, 3.15, 3.17, 3.19, 3.21). Daha sonra farklı en kesitler boyunca manning n değerleri dağılımı yüzdesel olarak gösterilmiştir (Şekil 3.14, 3.16, 3.18, 3.20, 3.22). Bunda

amaç 1 boyutlu taşkın modellerinde kullanılan en kesitlerdeki pürüzlülük değerlerinin değişimini net bir şekilde ortaya koymak ve ücretsiz kaynaklardan en gerçeğe yakın değerleri veren veriyi saptamaktır.

Uygulama alanı içerisinde farklı veri türlerine göre manning n değerlerinin alansal dağılımları farklılık göstermiş (Şekil 3.11) ve bu sebepten her bir veri türünün DG ile arasındaki oransal fark da değişiklik göstermiştir.

İlk olarak Sentinel-2 10 m verisi ile DG yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsüne göre belirlenmiş manning n değerlerinin alansal dağılımları kıyaslandığında; 0.013 pürüzlülük katsayısına ait oransal farkın %3,8 ile en az olduğu karşımıza çıkmaktadır. Bunu takip eden diğer manning n değerleri ise 0.015 pürüzlülük katsayısında oransal fark %7,4 ve 0.030 pürüzlülük katsayısında ise oransal fark %17,8 ile en yakın 3 değer olarak belirlenmiştir. Bu veri türü ile DG verisi arasındaki genel oransal fark ise %26,2 olup, bu oransal fark göz önünde bulundurulduğunda DG'ye en yakın veri türü olarak karşımıza çıkmaktadır (Tablo 3.3).

Diğer veri türü olan Sentinel-2 20 metrede DG ile oransal farklar incelendiğinde; DG ile en az oransal fark 0.030 pürüzlülük katsayısında %8,1 olarak, 0.025 pürüzlülük katsayısında %11,1 ve 0.040 pürüzlülük katsayısında ise %11,4 olarak belirlenmiştir. DG verisi ile arasındaki genel oransal fark ise %36,5 olarak ikinci en yakın veri türü olarak değerlendirilmiştir (Tablo 3.3).

Landsat-8 OLI ile DG oranları kıyaslandığında; 0.030 Manning n değerinde iki veri türü arasındaki oransal fark %4,4 ile en az farklılığın olduğu değer olmuştur. 0.040 manning n değerinde ise oransal fark %20,0 olup bu iki değer DG verisine en yakın iki manning n değeri olarak belirlenmiştir. 0.025 pürüzlülük değerinde %27,8'lik oransal fark ortaya çıkmıştır. En fazla oransal farkın olduğu manning n pürüzlülük değeri %361,5 olup bu farktan dolayı DG verisi ile arasındaki genel oransal farkın da artmasına sebep olmuş ve genel toplam oransal fark %87,4 olarak belirlenmiştir (Tablo 3.3).

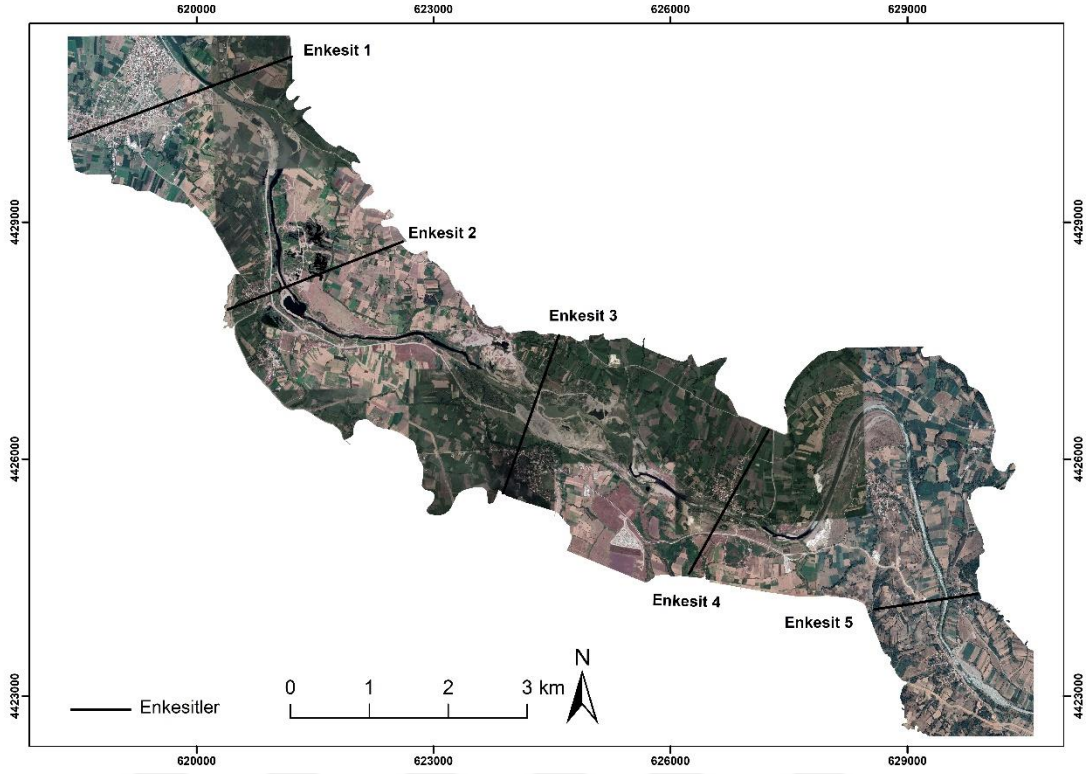
Son olarak CORINE-2018 verisi ile DG yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsüne göre belirlenmiş manning n değerlerinin alansal dağılımları kıyaslandığında; 0.030 manning n değerinde iki veri arasındaki oransal fark %21,0 ile

en az farklılığın olduğu pürüzlülük değeri olarak karşımıza çıkmaktadır. 0.015 manning n değerinde ise iki veri türündeki oransal fark %51,9'dur. Bunlar haricindeki diğer manning n değerleri dağılımında DG ile arasındaki oransal fark %60'ın üzerindedir. Toplam genel oransal fark ise 54,5 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.3). CORINE verisine ait bu genel oransal farkı Landsat-8'den az olsa da her bir pürüzlülük değerini kendi içerisinde incelendiğinde; 0.025, 0.030, 0.040 ve 0.050 pürüzlülük değerlerinde Landsat-8 in DG ile oransal farkın daha az olduğu ortaya çıkmaktadır.

Her ne kadar genel ortalama oransal farkın en az olduğu veri türü Sentinel-2 10 m olsa da her bir manning n pürüzlülük değerlerinin DG ile oransal farkı ayrı ayrı incelendiğinde farklı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. 0.013 ile 0.015 manning n pürüzlülük değerinde DG ile en az oransal fark (sırasıyla %3,8 ve %7,4) Sentinel-2 10 m veri türünde ortaya çıkmış; 0.025, 0.040 ve 0.050 pürüzlülük değerlerinde en az oransal fark (sırasıyla %11,1, %11,4 ve %47,4) ise Sentinel-2 20 m veri türünde ortaya çıkmıştır. 0.030 pürüzlülük değerinde ise en az oransal fark (%4,4) Landsat-8 OLI'de ortaya çıkmaktadır. Buradan hareketle ortalama genel oransal farka göre en iyi veri türü Sentinel-2 10 m olmakta ancak her bir manning n pürüzlülük değerlerine göre incelendiğinde 3 ayrı pürüzlülük değerlerinde oransal farkın en az çıkmasıyla en iyi veri türü Sentinel-2 20 m olarak değerlendirilmektedir (Tablo 3.3).

	Sentinel-2 (10 m)	Sentinel-2 (20 m)	Landsat-8 OLI (30 m)	Corine-2018 (100 m)
0,013 (Yol)	3,8	100,0	361,5	karşılığı yoktur
0,015 (Bina)	7,4	40,7	51,9	51,9
0,025 (Çıplak arazi örtüsü)	38,9	11,1	27,8	63,9
0,030 (Ekili/otlak alan)	17,8	8,1	4,4	21,0
0,040 (Su)	25,7	11,4	20,0	54,3
0,050 (Çalılık)	63,6	47,4	59,0	81,5
0,150 (Orman)	karşılığı yoktur	karşılığı yoktur	karşılığı yoktur	karşılığı yoktur
Genel Ortalama	26,2	36,5	87,4	54,5

Tablo 3.3: Pürüzlülük katsayılarına göre, farklı veri türlerinin DG ile arasındaki oransal farkı gösteren tablo.

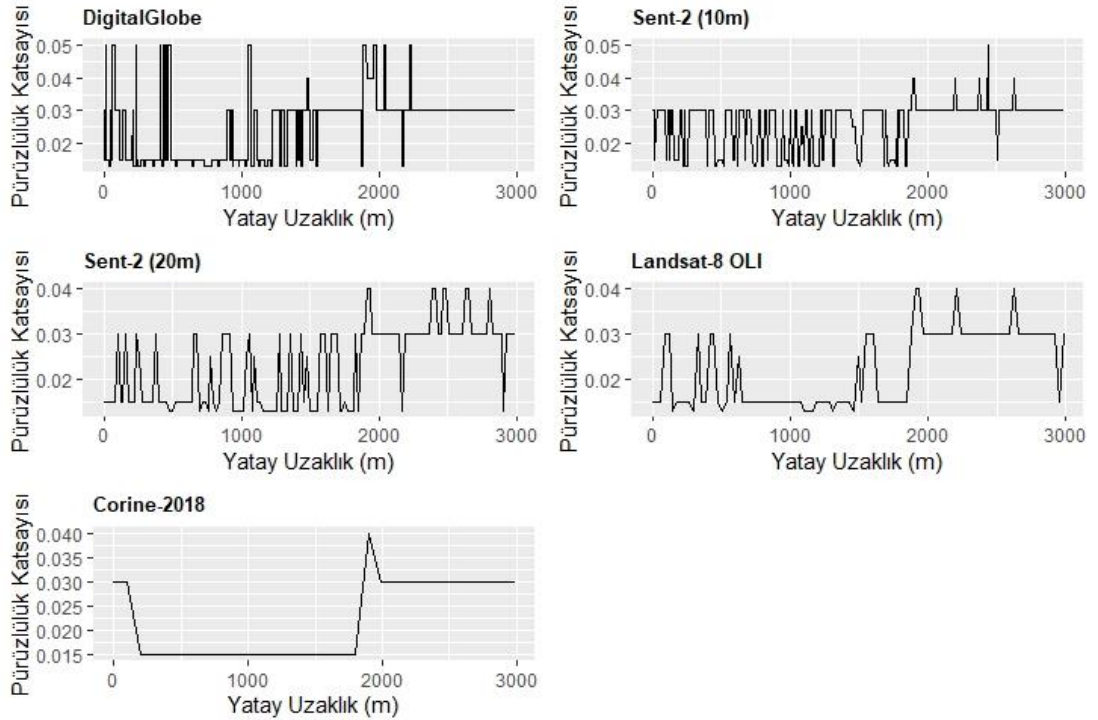


Şekil 3.12: Farklı noktalardan alınan en kesitlerinin lokasyonları.

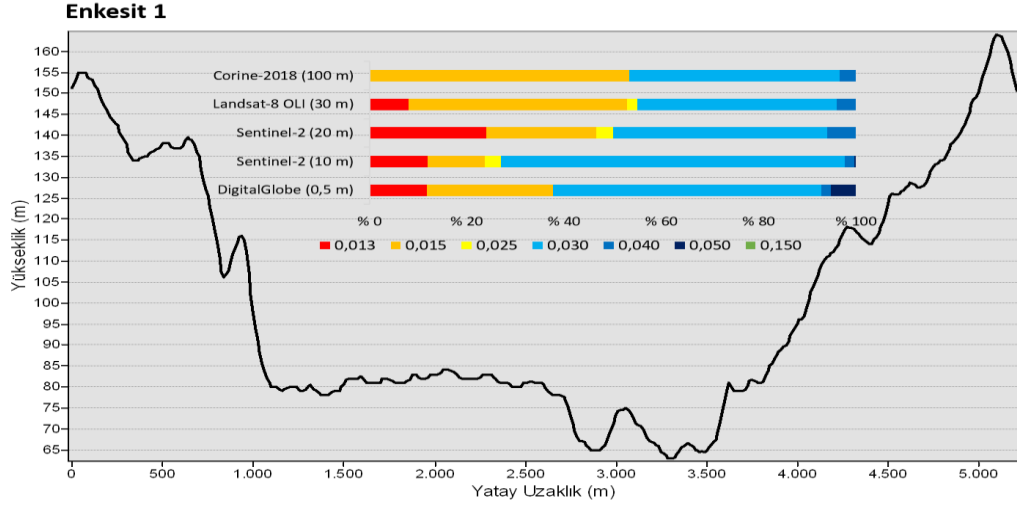
Farklı lokasyonlardan alınan en kesit değişim grafiklerinin tümü incelendiğinde görülmektedir ki; 5 en kesitin manning n sürtünme katsayıları birbirlerinden farklı değerler göstermektedir.

En kesit 1 için Şekil 3.13'e bakıldığında farklı veri türlerinin DG ile benzeştiği ve ayrıştığı noktaları göstermek adına önemli bir grafik olarak karşımıza çıkmaktadır. Görsel yorumlamalar neticesinde 1. en kesit boyunca farklı veri türlerine ait manning n değerleri ile DG yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsüne ait manning n değerlerinin benzeştiği noktalar açısından sentinel-2 20 metre çözünürlüklü uydu görüntüsünün diğer veri türlerine göre daha benzer sonuçlar verdiği görülmektedir. Benzerlik açısından en uzak veri türü ise CORINE olarak yorumlanmıştır (Şekil 3.13). En kesit boyunca her bir pürüzlülük değerine ait yüzdesel dağılımlar incelendiğinde ise; 0.013 pürüzlülük değeri için DG'ye ait yüzdesel dağılım %11,82 olup buna en yakın veri türü %12,00 ile Sentinel-2 10 metredir. 0.015 için ise DG değeri %25,93 olarak hesaplanmış ve buna en yakın veri türü %22,67 ile Sentinel-2 20 m olarak belirlenmiştir. 0.025 manning n pürüzlülük değeri DG veri türünde mevcut olmayıp

aynı şekilde CORINE veri türünde de 0.025 pürüzlülük değeri bulunmamaktadır. Ancak Sentinel-2 10 m, Sentinel-2 20 m ve Landsat 8 de bu pürüzlülük değeri gerçekte olmadığı halde 1. en kesit içinde sırasıyla %3,33, %3,33 ve %2,00 oranında yer almaktadır. Bu pürüzlülük değerinin bu 3 veride de bu oranlarda bulunması hata payını göstermektedir. 0.030 pürüzlülük değeri için ise DG'ye ait yüzdesel dağılım %55,18 olmakta ve buna en yakın oran %44,00 ile Sentinel-2 20 m verisi olmaktadır. 0.040 pürüzlülük değeri için DG'ye ait yüzdesel dağılım %1,82 olarak hesaplanmış ve buna en yakın veri türü %2 ile Sentinel-2 10 m olarak belirlenmiştir. Son olarak 0.050 pürüzlülük değeri için ise DG'de kapladığı oran %5,25 olup Sentinel-2 10 m hariç (% 0,33) diğer veri türlerinin hiçbiri bu en kesit için 0.050 pürüzlülük değerini ayırt edememiştir (Şekil 3.14). Her bir pürüzlülük değerinin oransal olarak DG ile kıyaslaması göz önünde bulundurulduğunda kesit 1 için en yakın veri türü Sentinel-2 10 m olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak Şekil 3.13'te gösterilen değişim deseni incelendiğinde DG'ye yakın sonuçlar vermesi açısından Sentinel-2 20 m verisi, en kesit 1 için ön plana çıkmaktadır (Şekil 3.13).



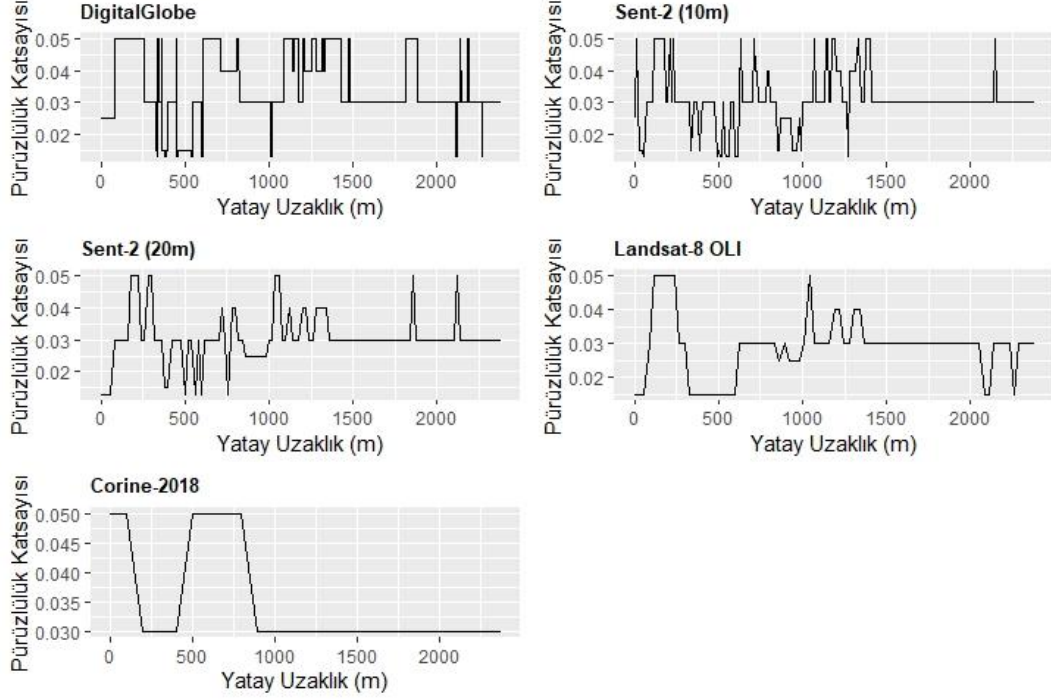
Şekil 3.13: Farklı veri türlerine göre 1. en kesit boyunca Manning n değerlerinin değişimini gösteren grafik.



Şekil 3.14: Farklı veri türlerine göre manning n değerinin 1. en kesit boyunca yüzdesel dağılımı.

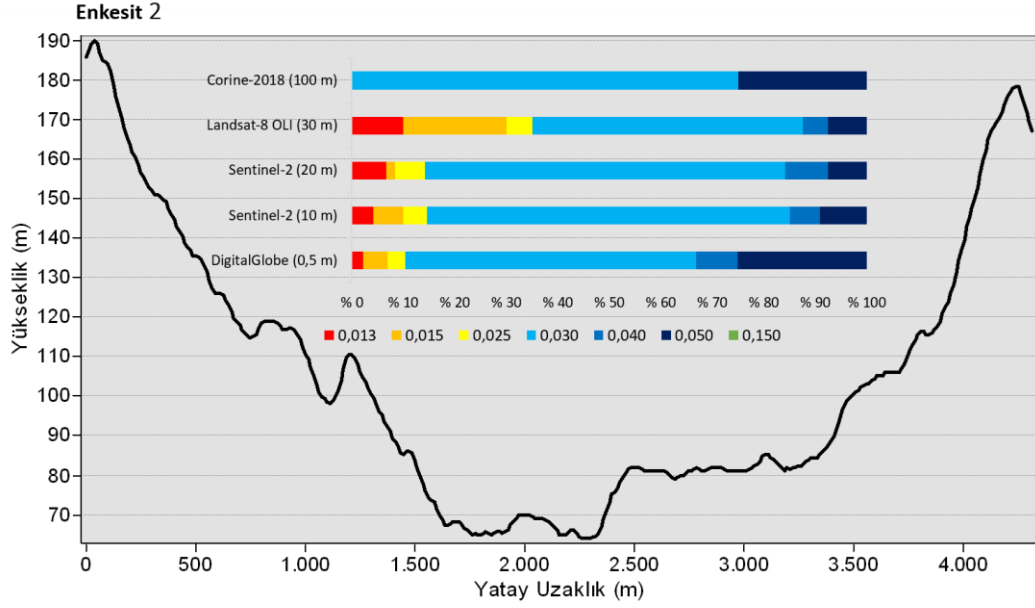
En kesit 2 için (Şekil 3.12); en kesit boyunca manning n değişiminin grafiği incelendiğinde DG yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsüne yakın değerlerin Sentinel-2 20 metre çözünürlüklü uydu görüntüsünün olduğu görülmektedir. Bu uydu görüntüsünü sırasıyla Sentinel-2 10 metre, Landsat-8 OLI ve CORINE verisi takip etmektedir (Şekil 3.15). En kesit boyunca her bir pürüzlülük değerine ait yüzdesel dağılımlar incelendiğinde ise; 0.013 pürüzlülük değeri için DG'ye ait yüzdesel dağılım %2,5 olup buna en yakın veri türü %4,17 ile Sentinel-2 10 metredir. 0.015 için ise DG değeri %4,77 ve buna en yakın veri türü Sentinel-2 10 m olarak görülmektedir. 0.025 manning n pürüzlülük değeri için DG'de kapladığı oran %3,50 olup bu değer için ise en yakın veri türü yine Sentinel-2 10 m veri türü olarak karşımıza çıkmaktadır. 0.030 pürüzlülük değeri için ise DG'ye ait yüzdesel dağılım %56,48 olmakta ve buna en yakın oran %52,50 ile Landsat verisi olmaktadır. 0.040 pürüzlülük değeri için DG'ye ait yüzdesel dağılım %8,06 olarak hesaplanmış ve buna en yakın veri türü %8,33 ile Sentinel-2 20 m olarak belirlenmiştir. Son olarak 0.050 pürüzlülük değeri için ise DG'de kapladığı oran %25,4 olup buna en yakın değer ise %9,17 ile Sentinel-2 10 m veri türü olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 3.16). Buradan hareketle kesit 1'deki gibi manning n değerlerinin DG yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsüne en yakın değerlerin Sentinel-2 10 metre çözünürlüklü veri türü olduğu görülmektedir. Özellikle; 0.013, 0.015, 0.025, 0.050 pürüzlülük değerlerine ait yüzdesel dağılımlarının diğer veri

türlerine kıyasla Sentinel-10 m'de DG 'ye daha yakın sonuçlar verdiği ortaya çıkmıştır. Bu uydu görüntüsünü sırasıyla Sentinel-2 20 metre, Landsat-8 OLI ve CORINE verisi takip etmektedir.



Şekil 3.15: Farklı veri türlerine göre 2. en kesit boyunca Manning n değerlerinin değişimini gösteren grafik.

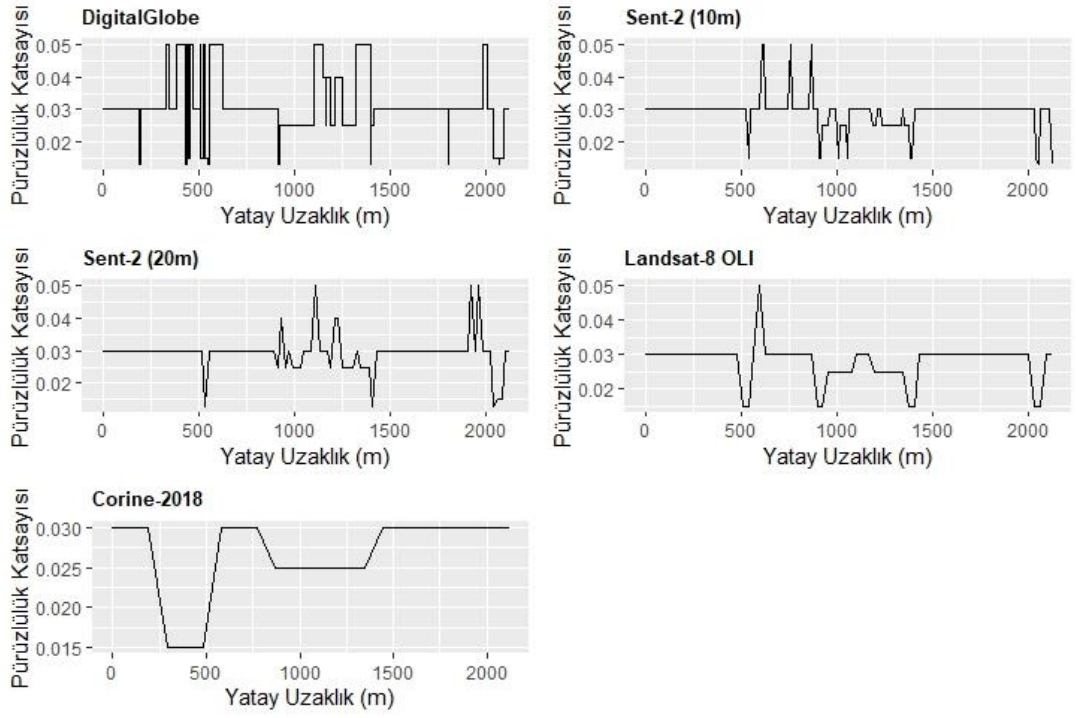
En kesit 3' e (Şekil 3.12) göre ise, 3. en kesit boyunca Manning n değerlerinin değişimini gösteren grafik incelendiğinde, Sentinel-2 20 metre olan veri türüne ait değişim grafiği ile DG yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsüne ait değişim grafiğinin birbirine benzer sonuçlar verdiği görülmektedir. Ardından Landsat-8 OLI, Sentinel-2 10 metre ve CORINE uydu görüntüleri sırasıyla giderek DG uydu görüntüsünden elde edilen verilere uzak değerler göstermiştir (Şekil 3.17). En kesit 3 için yüzdesel dağılımlar incelendiğinde; 0.013 pürüzlülük değeri için DG'ye ait yüzdesel dağılım %1,84 olup buna en yakın veri türü %0,93 ile Sentinel-2 10 metredir. 0.015 için ise DG değeri %4,00 ve buna en yakın veri türü % 3,74 ile Sentinel-2 10 m olarak görülmektedir. 0.025 Manning n pürüzlülük değeri için DG 'de kapladığı oran %13,59 olup bu değer için ise en yakın oran %12,04 ile Sentinel-2 20 m veri türü olarak karşımıza çıkmaktadır.



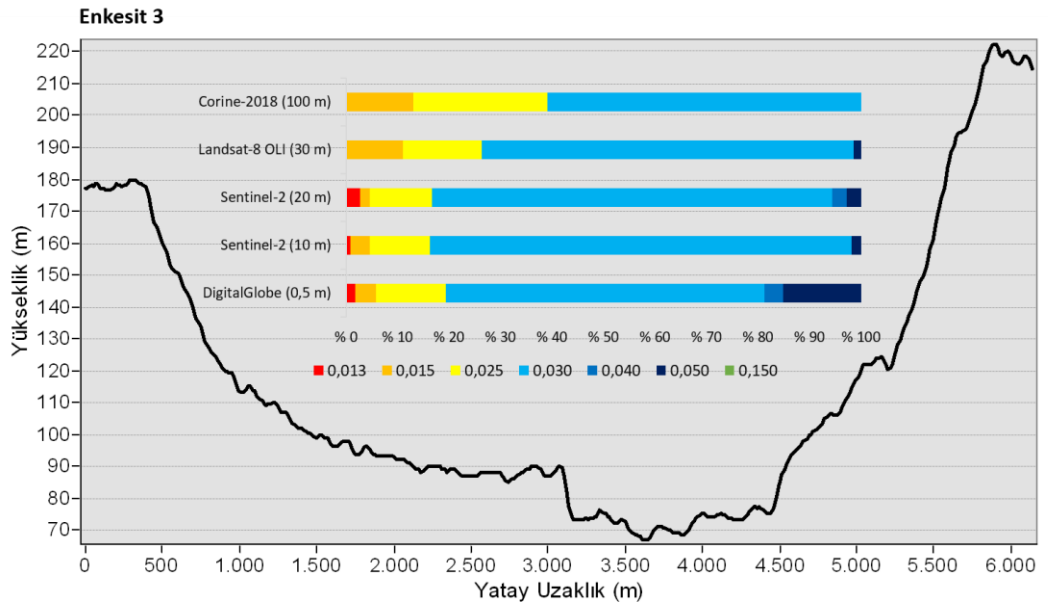
Şekil 3.16: Farklı veri türlerine göre manning n değerinin 2. en kesit boyunca yüzdesel dağılımı.

0.030 pürüzlülük değeri için ise DG'ye ait yüzdesel dağılım %61,77 olmakta ve buna en yakın oran %72,22 ile Landsat verisi olmaktadır. 0.040 pürüzlülük değeri için DG'ye ait yüzdesel dağılım %3,63 olarak hesaplanmış ve buna en yakın veri türü %2,78 ile Sentinel-2 20 m olarak belirlenmiştir. Son olarak 0.050 pürüzlülük değeri için ise DG'de kapladığı oran %15,17 olup buna en yakın değer ise %2,78 ile Sentinel-2 20 m veri türü olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 3.18). Buradan hareketle kesit 3'te manning n değişiminde DG yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsüne en yakın değerlerin Sentinel-2 20 metre çözünürlüklü veri türü olduğu görülmektedir.

En kesit 4' e (Şekil 3.12) göre ise, 4. en kesit boyunca manning n değerlerinin değişimini gösteren grafik incelendiğinde, Sentinel-2 10 metre olan veri türüne ait değişim grafiği ile DG yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsüne ait değişim grafiğinin birbirine benzer sonuçlar verdiği görülmektedir. Sentinel-2 20 metre ve Landsat-8 OLI birbirlerine yakın değerler verirken, CORINE verisi diğer uydu görüntülerinden daha uzak değerler göstererek daha kaba bir çizgisellik göstermektedir (Şekil 3.19).

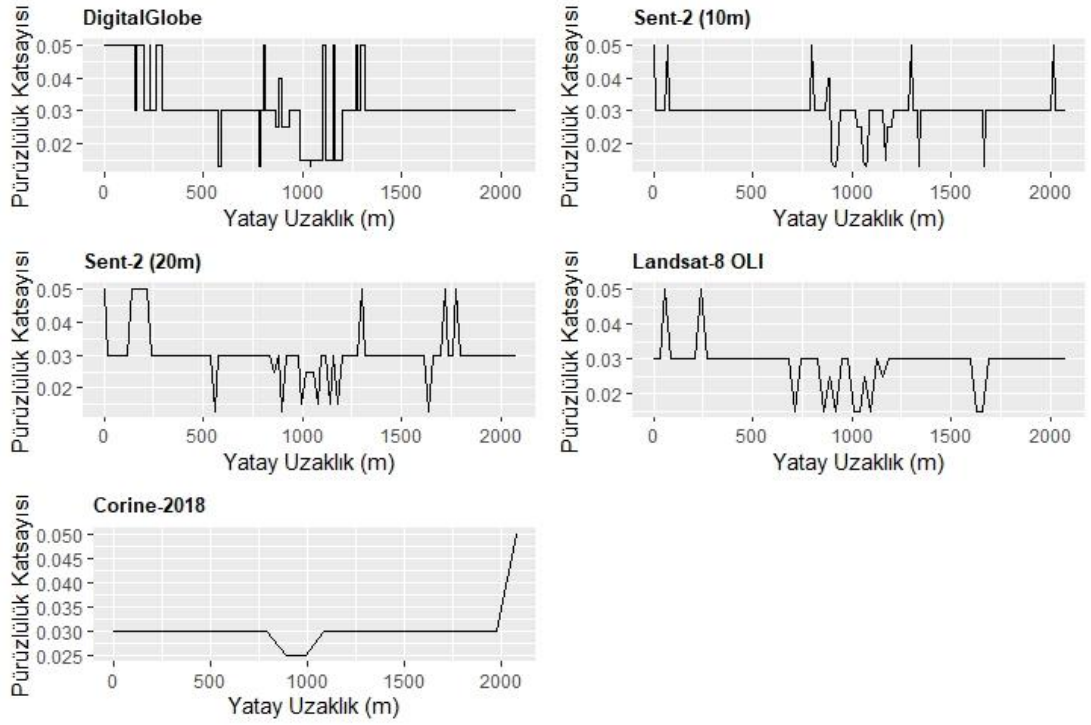


Şekil 3.17: Farklı veri türlerine göre 3. en kesit boyunca manning n değerlerinin değişimini gösteren grafik.

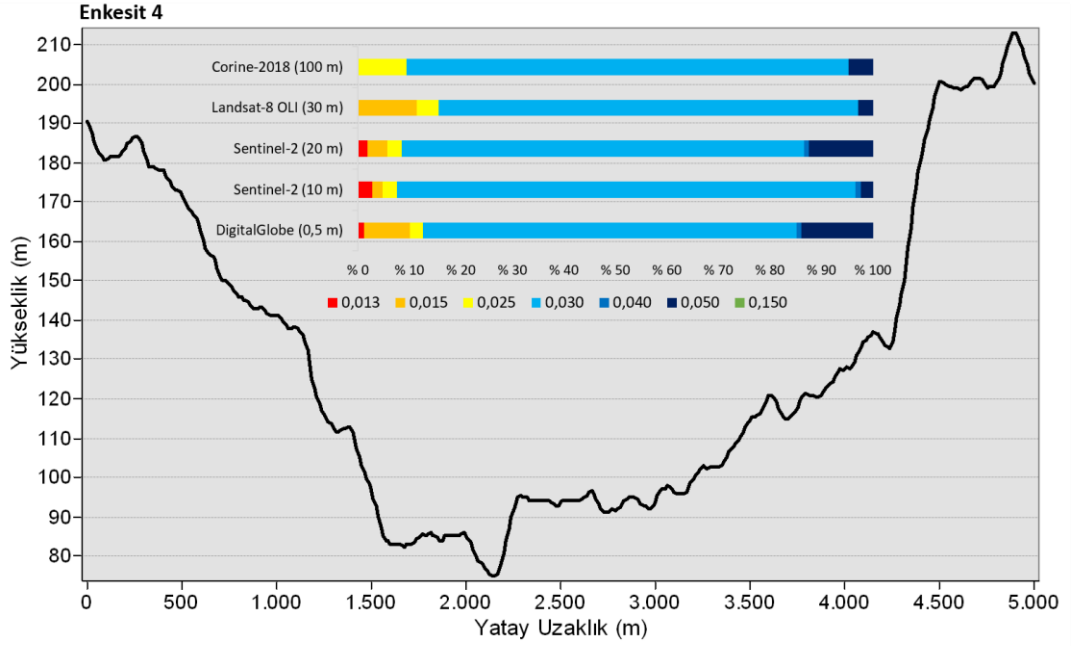


Şekil 3.18: Farklı veri türlerine göre manning n değerinin 3. en kesit boyunca yüzdesel dağılımı.

En kesit 4 için yüzdesel dağılım incelendiğinde ise; DG 'ye en yakın dağılım gösteren veri türünün Sentinel-2 20 m olduğu belirlenmiştir. Özellikle 0.013, 0.030 ve 0.050 pürüzlülük değerlerine ait yüzdesel dağılımlarının diğer veri türlerine kıyasla DG 'ye en yakın sonuçlar veren veri türü olarak karşımıza çıkmaktadır. (Şekil 3.20).



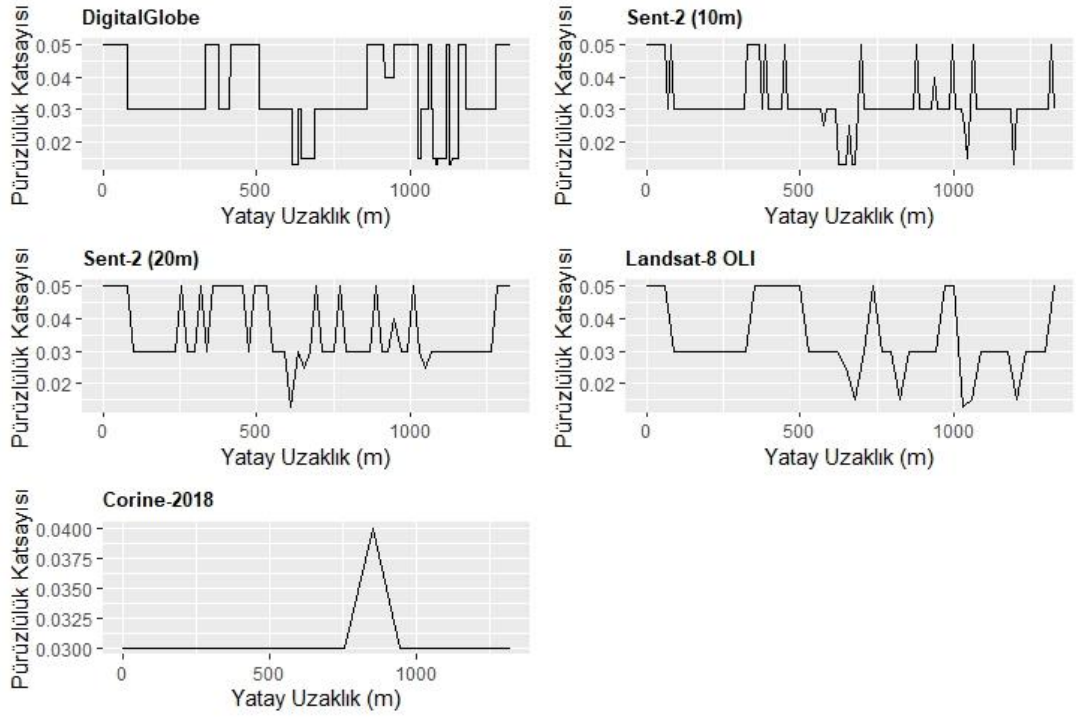
Şekil 3.19: Farklı veri türlerine göre 4. en kesit boyunca manning n değerlerinin değişimini gösteren grafik.



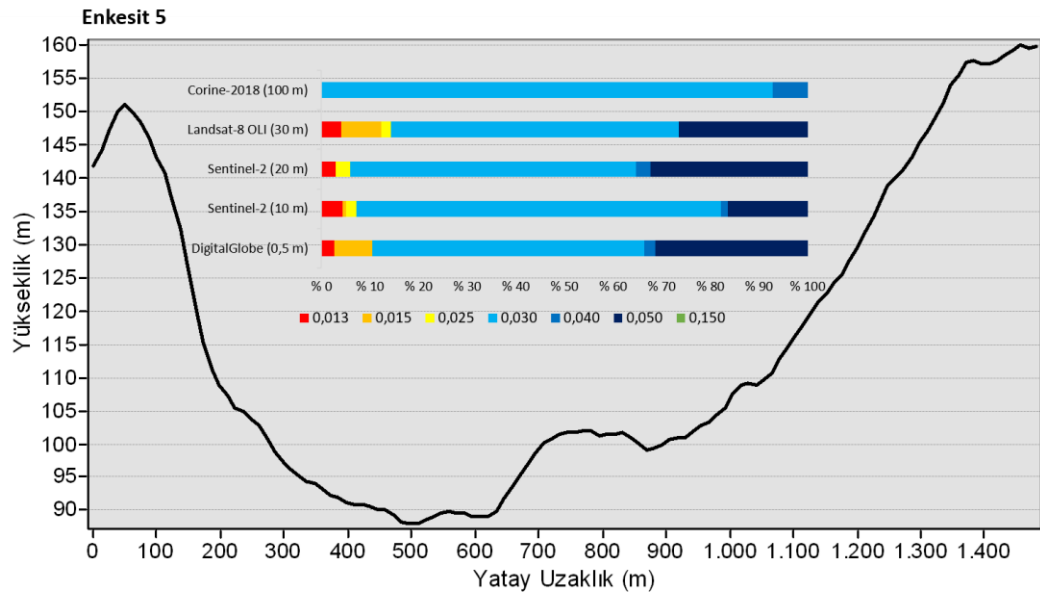
Şekil 3.20: Farklı veri türlerine göre manning n değerinin 4. en kesit boyunca yüzdesel dağılımı.

Son olarak en kesit 5'e (Şekil 3.12) ait sonuçlar incelendiğinde, 5. en kesit boyunca manning n değerlerinin değişimini gösteren grafiğe göre; Sentinel-2 20 metre, DG ile diğer veri türlerine göre daha yakın değişim deseni gösterdiği görülmektedir. Landsat ve CORINE verisi ise DG verisinden oldukça uzak ve kaba bir değişim deseni göstermektedir (Şekil 3.21).

En kesit 5 için yüzdesel dağılım grafiğine göre; 0.013 pürüzlülük değerinin yüzdesel değeri DG'de %2,61 olup buna en yakın oran %2,90 ile Sentinel-2 20 m veri türü olmaktadır. 0.015'te DG oranı %7,86 buna en yakın ise Landsat veri türü (%8,16) olarak hesaplanmıştır. 0.030 pürüzlülük değeri DG görüntüsünde %55,93'lük bir oran kaplamakta buna en yakın veri türü ise %57,97 ile Sentinel-2 20 m veri türü olmaktadır. 0.040'ın DG'de kapladığı oran % 2,32 olup % 2,90 ile Sentinel-2 20 m en yakın veri türü olarak karşımıza çıkmaktadır. Son olarak 0.050 manning n pürüzlülük değerinin DG'de kapladığı alan %31,28 olarak belirlenmiş ve buna en yakın oran olan %32,86 ile yine Sentinel-2 20 m verisi belirlenmiştir. Sonuç olarak; Sentinel-2 20 m verisi en kesit 5 için DG'ye en yakın veri türü olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 3.22).



Şekil 3.21: Farklı veri türlerine göre 5. en kesit boyunca manning n değerlerinin değişimini gösteren grafik.



Şekil 3.22: Farklı veri türlerine göre manning n değerinin 5. en kesit boyunca yüzdesel dağılımı.

3.3. Tartışma

Yüzey pürüzlülüğü haritaları taşkın modellemelerinde kullanılan önemli parametre olup, bu haritaların doğruluğu modellemeler üzerinde etkili olmaktadır. Yüzeğe ait her bir unsur suyun akışı üzerinde doğrudan etkili olduğundan yer yüzeyine ait unsurların en gerçekçi ve en detaylı şekilde belirlenmesi modelleme açısından önemlidir. Zemine ait her bir unsurun bir pürüzlülük katsayısı bulunmakta her bir unsurun etki derecesi de birbirinden farklı olmaktadır. Bu nedenle iyi bir pürüzlülük haritasını ucuz ve kolay bir şekilde elde etmek önem arz etmektedir.

Pürüzlülük haritaları ise AÖ/AK verileri kullanılarak oluşturulmakta ve AÖ/AK verileri farklı şekillerde elde edilmektedir. Günümüzde en yaygın olan yöntem UZAL görüntülerinden elde edilmesi şeklinde olup bu görüntülerin farklı metotlar kullanılarak sınıflandırılması şeklinde olmaktadır. Bu çalışmada UZAL görüntüleri kullanılarak elde edilen pürüzlülük haritalarının değerlendirilmesi yapılmış, doğru ve gerçeğe en yakın pürüzlülük haritasının hangi veri türü kullanılarak oluşturulabileceğinin cevabı aranmıştır.

Bilgisayar teknolojileri sayesinde, UZAL görüntülerinin spektral yansıma özellikleri kullanılarak sınıflandırılmasıyla AÖ/AK haritaları oluşturulmaktadır. Burada belirlenen sınıf sayısı ve ayırım yapılması istenen sınıf türleri bu haritaların doğruluğunu etkilemektedir. Çeşitli algoritmalar yardımıyla otomatik olarak yer yüzeyine ait her bir unsur, spektral yansıma derecesine göre belirlenen sınıf türüne atanmaktadır. Bu uygulamanın sınırlılıkları olarak; yer yüzeyine ait farklı unsurların bazen aynı spektral yansıma derecesine sahip olması ve belirlenen sınıf sayısının da artmasıyla AÖ/AK'ye ait sınıflamalarda hata payı da artmaktadır.

Bu çalışma yapılırken ilk başta sınıf sayısının detaylı bir pürüzlülük haritası elde etmek adına daha fazla oluşturulması amaçlanmış, sınıf sayısının fazla olması AÖ/AK haritalarının kullanılmayacak derecede hatalı çıkmasına neden olmuştur. Bundan dolayı sınıf sayısında azaltma yoluna gidilmiş ve sonuçta bu uygulama için toplam 7 sınıf oluşturulmuştur. Pürüzlülük haritalarını modellemeler için hazırlarken yer yüzeyine ait her bir unsurun farklı bir pürüzlülük katsayısı olmasından dolayı detaylı bir pürüzlülük haritasının oluşturulması gerekmektedir. Çalışma için belirlenen

sınıf türüne bakıldığında, genel olarak tüm yol türleri (toprak yol-asfalt yol vs.) yol sınıf türü olarak tek bir sınıfta toplanmıştır. Genel olarak tüm tarım türleri (kuru, sulu vs.), otlak alanlar, meralar gibi unsurlar ekili alan/otlak alan sınıf türüne dâhil edilmiştir. Maden çıkarım alanları, plajlar, kumullar, çıplak toprak örtüsü gibi unsurlar ise çıplak arazi örtüsü sınıf türüne dâhil edilmiştir. Böyle bir sınıflama sisteminin bu çalışma için oluşturulması zorunluluğu otomatik sınıflama hatalarından kaynaklanmakta olup pürüzlülük haritaları için bu unsurlardan her birinin detaylı olarak ayırt edilmesi gerekmektedir. Çünkü pürüzlülük parametresinin taşkın modellemelerindeki önemi göz önünde bulundurulduğunda detaylı bir pürüzlülük haritası ortaya koymak, daha iyi bir modelleme elde etmek adına önem arz etmektedir. Referans verisi olarak kullanılan DG veri türünden görsel yorumlamalarla oluşturulan AÖ/AK haritasında ise diğer veri türleri ile daha iyi kıyas yapabilmek için belli bir standardize getirmek amacıyla 7 sınıf olarak belirlenmiştir.

Sentinel-2 20 metreden pürüzlülük haritası üretilirken 20 metre çözünürlüklü bantların yanı sıra 10 metreye sahip olanların 20 metre çözünürlüğe düşürülerek sınıflamaya dahil edilmiştir. Bunu yapmada amaç; bantların spektral çözünürlüğünün sınıflamalarda etkili olmasından ileri gelmektedir. Bu çalışma için belirlenen sınıf sayısı ve türüne göre elde edilen pürüzlülük haritaları içerisinde Sentinel-2 20 metre çözünürlüklü veri türü elde edilen sonuçlar neticesinde ön plana çıkmıştır. Bu çalışmada böyle bir sonucun elde edilmesi mekânsal çözünürlüğün yanı sıra aynı zamanda spektral çözünürlüğün de iyi sonuçlar elde etmek adına önemli bir unsur olarak sonuçlar üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek mekânsal çözünürlüğe sahip Sentinel-2 10 metrede sonuçların daha iyi çıkması beklenirken Sentinel-2 20 metrenin daha iyi sonuç vermesi doğrudan kullanılan bant aralıkları ve sayısı ile ilişkili olmaktadır.

Ücretsiz olarak erişilebilen bu farklı veri kaynaklarından elde edilen pürüzlülük haritaları neticesinde Sentinel-2 20 metrenin daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Sentinel-2 20 metre verisinin diğer veri türlerine kıyasla orta ölçekli pürüzlülük çalışmalarında kullanılabileceği bu çalışmadan elde edilen sonuçlar neticesinde ortaya konulmuştur.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Taşkın modellemeleri için pürüzlülük parametresinin belirsizliği su seviyesi tahmininde hatalara neden olarak hidrografik özellikleri etkileyebilmekte ve sonuçta modellemenin de hatalı olmasına neden olabilmektedir. Bu bağlamda modellemelerde göz önünde bulundurulması gereken bir unsurdur. Uzaktan algılama yöntemlerini kullanarak, etkili bir pürüzlülük haritası oluşturmak, taşkın yatağında bulunan arazi örtüsüne ilişkin bazı bilgiler gerektirmekte ve bu, yeterli ayrıntıya sahip olan mekânsal verilerin mevcudiyetine bağlı olmaktadır. Bu kapsamda ücretsiz olarak temin edebileceğimiz farklı uzaktan algılama görüntüleri kullanılarak pürüzlülük haritaları üretilmiş ve bunların kıyaslaması yapılmıştır.

Kıyaslama yapabilmek için birçok farklı yöntem kullanılmış bu yöntemlerden elde edilen bulguların hepsinin değerlendirilmesiyle bir sonuca varılmıştır. Elde edilen ilk bulgulardan doğruluk belirleme değerlerine göre Sentinel-2 20 m veri setinde diğer veri türlerinden daha yüksek doğruluk değeri (kappa değeri ve genel doğruluk) ortaya çıkmıştır (Tablo 3.2). Farklı veri türlerine manning n değerlerinin alansal dağılımı ortaya konularak bu dağılımın DG ile arasındaki oransal fark ortaya konulmuştur. Bunun sonucuna göre ise; ortalama genel oransal fark Sentinel-2 10 m verisinde en az çıkmış bunu hemen Sentinel-2 20 m takip etmiştir. Ancak her bir manning n değerlerinin alansal dağılımlarına bakıldığında 3 farklı manning n değerinin DG ile arasındaki oransal farkın en az olduğu veri seti Sentinel-2 20 m olarak karşımıza çıkmıştır (Tablo 3.3).

Son olarak kıyaslama yapabilmek için uygulama alanı içerisinde rastgele 5 ayrı lokasyondan en kesitler alınmış bu en kesitler boyunca manning n değişimi ve DG'ye yakınlığı ortaya konulmuştur. En kesitler boyunca manning n değişimi ve yüzdesel dağılımlarının ortaya konulmasıyla buradan da bir sonuca varılmıştır. Buna göre; 5 ayrı en kesit boyunca manning n değişimleri ve yüzdesel dağılımların 4 tanesinde Sentinel-2 20 m veri türü DG ile benzer sonuçlar vermiştir.

Elde edilen bulgulara göre; Sentinel-2 20 m diğerlerinden daha iyi bir sınıflandırma vererek, pürüzlülük haritalarının doğruluğunu etkilemiştir. Sentinel-2 10 metre bantları kullanılarak üretilen pürüzlülük haritalarının daha gerçekçi olması

beklenirken; Sentinel-2 20 metre çözünürlüklü verilerden üretilen pürüzlülük haritalarının DG verisine daha yakın sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Bu sonuç; kullanılan bant aralıkları ve sayısı ile yakından ilişkilidir. Veri türlerinin mekânsal çözünürlüğünün yanı sıra spektral çözünürlükleri de daha gerçekçi pürüzlülük haritalarının üretilmesinde etkili olmuştur. Her ne kadar mekânsal çözünürlük görüntü yorumlanması ve işlenmesinde önemli bir unsur olsa da uydu görüntülerinin spektral yansıma dereceleri sınıflamalarda göz önünde bulundurulması gereken ve sonucu önemli oranda etkileyen bir diğer unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

Görüntü sınıflaması yapılırken belirlenen sınıf sayısı sonucu etkileyen bir faktördür. Sınıf sayısı arttıkça spektral yansıma oranlarının da birbirine benzemesinden dolayı sınıflar kendi içerisinde karışacak, bu da hata oranının artmasına neden olacaktır. Sınıflandırma sayısı arttıkça, hata oranı da artar mantığından yola çıkarak sınıf sayısını ve türünü iyi belirlemek gerekmektedir.

Orta ölçekli pürüzlülük çalışmalarında UZAL teknikleri kullanılmaktadır. Böylesi orta ölçekli çalışmalarda yüksek çözünürlüklü görüntüleri elde etmek çoğu zaman maliyetli olabileceği gibi, bu verileri işlemek bilgisayar gücüne göre zaman bakımından ekonomik değildir. Örneğin; uygulama alanı için referans verisi olarak kullanılan DG, bilgisayar ortamında hata payına yer vermemek için görsel yorumlamalar neticesinde el yordamıyla 30 çizilmiştir. Bundan daha büyük ölçekli çalışmalarda böylesi bir çalışma ciddi zaman alacaktır. Bu bağlamda UZAL verilerinden bazılarını ücretsiz olarak erişilebilmekte, hızlı ve az maliyetle bu çalışmalar yapılmaktadır. Farklı çözünürlüklerde UZAL veri türlerinin ücretsiz bir şekilde elde edilebilmesi neticesinde hangi veri türünün farklı çalışmalarda nasıl sonuçlar elde vereceği konusu önemli bir konu haline gelmiştir. Pürüzlülük çalışmalarında ise doğru güvenilir sonuçlar ortaya koymak modelleme sonuçlarını doğrudan etkilemektedir. Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda pürüzlülük haritaları için kullanılan farklı veri türlerinin değişim deseni ortaya konulmuş ve bir sonuca varılmaya çalışılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen bulgular göz önünde bulundurulduğunda Sentinel-2 20 metre veri türünün pürüzlülük çalışmalarında tercih edilmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Akar, Ö., & Güngör, O. (2012). “Rastgele orman algoritması kullanılarak çok bantlı görüntülerin sınıflandırılması.” **Journal of Geodesy and Geoinformation**, **1(2)**, 139–146. <https://doi.org/10.9733/jgg.241212>.
- Akar, Ö., & Güngör, O. (2013). “Classification of multispectral images using Random Forest algorithm.” **Journal of Geodesy and Geoinformation**, **1(2)**, 105–112. <https://doi.org/10.9733/jgg.241212.1>
- Arcement, G., & Schneider, V. (1990). “Guide for selecting Maning’s roughness coefficients for natural channels and flood plains.” **U. S. Geological Survey Water-Supply Paper 2339**.
- Archer, K.J., (2008). “Empirical characterization of random forest variable importance measure, computational statistical data analysis.” **Computational Statistics & Data Analysis**, **52(4)**, 2249-2260
- Bates, P. D. & De Roo, A. P. J., (2000). “A simple raster-based model for flood inundation simulation” **J. Hydrol.**, **236**, 54–77, 2000.
- Beygirci, H. (2017). “Etlik piliç yetiştirme tesisi kapasite artışı- Bursa ili Mustafakemalpaşa ilçesi Ormankadı mahallesi malalçakları mevki” **ÇED başvuru dosyası**.
- Breiman, L. (2001). “Random forests, machine learning.” **Kluwer Academic Publishers**, 5-32., **45(1)**, 532. <https://doi.org/10.3390/rs10060911>.

- Brien, B. J. S. “Two-dimensional water flood and mudflow simulation.”
O., & Fullerton, **Journal Of Hydraulic Engineering -ASCE**,119(2), 244–261.
W. T. (1993)
- Centre for “Natural Disaster 2018”
Research on the
Epidemiology of
Disasters –
CRED, 2019
- Chow, V.T., “Open Channel Hydraulics.” **McGraw Hill, New York**
1959.
- Cohen, J. (1960) “A coefficient of agreement for nominal scales”, **Educational
and Psychological Measurement Vol.20, No.1, pp.37-46**
- Çelenli, A. “Uluabat Gölü Çevre Jeokimyası.” **İstanbul Teknik
(2000). Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Doktora Tezi**
- Demirkaya, İ., “Uluabat gölü ve çevresinin hidrojeolojisi.”
Öner, S., & Lale,
K. (2016).
- Dorn, H., Vetter, “GIS-Based Roughness Derivation for Flood Simulations: A
M., & Höfle, B. Comparison of Orthophotos, LiDAR and Crowdsourced
(2014). Geodata.” **Remote Sensing, 1739–1759.**
<https://doi.org/10.3390/rs6021739>
- Gallegos, H. A., “Two- dimensional, high-resolution modeling of urban dam-
Schubert, J. E., break flooding: A case study of Baldwin Hills” **California, Adv.**
and Sanders, B. **Water Resour., 32, 1323–1335, 2009.**
F. (2009).
- Gao J.,(2009). “Digital analysis of remotely sensed imagery.” **The Mc Graw-
Hill Companies, USA**

- Horritt, M.S., Bates, P.D., (2002) “Evaluation of 1D and 2D numerical models for predicting river flood inundation.” **Journal of Hydrology** **268**, 87–99
- Hornberger, G. M., and Boyer, E. W. (1995). “Recent advances in watershed modeling.” In Pielke, R. A. Sr., and Vogel, R. M., (eds) **U.S. National Report to International Union of Geodesy and Geophysics 1991-1994: Contributions in Hydrology**. Washington DC. American Geophysical Union, pp. 949-957.
- Hossain, A. K. M. A., Jia, Y., & Chao, X. (2009). “Estimation of Manning ’ s Roughness Coefficient Distribution for Hydrodynamic Model Using Remotely Sensed Land Cover Features.” <https://doi.org/10.1109/GEOINFORMATICS.2009.5293484>.
- 5 Mayıs 2019 <http://www.dsi.gov.tr>.
- 20 Nisan 2019 <http://bursa.afad.gov.tr>.
- 12 Temmuz 2019 <https://corine.tarimorman.gov.tr/corineportal/>
- 15 Aralık 2018 <http://floodobservatory.colorado.edu/Archives/index.html>
- 5 Kasım 2019 <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2>
- 5 Kasım 2019 <https://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/other-satellite-sensors/sentinel-2a/>
- Jain, M. K., Kothyari, U. C., and Raju, K. G. R. (2004). “A GIS based distributed rainfall-runoff model.” **Journal of Hydrology**, **299**, 107-135.

- Kop, A., Özalp, S., Elmacı, H., Kara, M., & Duman, T. Y. (2016). “Active tectonic and palaeoseismological features of the western section of Mustafakemalpaşa Fault; Bursa, NW Anatolia.” **Geodinamica Acta**, **28(4)**, 363–378. <https://doi.org/10.1080/09853111.2016.1208525>.
- Kumar, N. (2016). “Random Forest Algorithm, An Interactive Discussion.”
- Landis, J. R., Koch, G. G. (1977). “The measurement of observer agreement for categorical data”, **Biometrics**, **33**, 159–174.
- Leandro, J., Chen, A. S., Djordjevi, S., & Savi, D. A. (2009). “Comparison of 1D / 1D and 1D / 2D Coupled Sewer / Surface Hydraulic Models for Urban Flood Simulation.”, **Journal Of Hydraulic Engineering -ASCE**
- Liang, Q. (2010). “Flood Simulation Using a Well-Balanced Shallow Flow Model.” **Journal of Hydraulic Engineering**, Volume: 136 Issue 9 (2010) ISSN: 0733-9429 Online ISSN: 1943-7900
- Medeiros, S. C., Hagen, S. C., & Weishampel, J. F. (2012). “Comparison of floodplain surface roughness parameters derived from land cover data and field measurements.” **Journal of Hydrology**, **452–453**, 139–149. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.05.043>
- Miller, C.L., Leflamme, R.A., (1958). “The digital terrain model-theory and application.” **Photogrammetric Engineering** **24**: 433442
- MTA, (1986). 1/100000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Mtamba, J., Velde, R. van (2016). “Use of Radarsat-2 and Landsat TM Images for Spatial Parameterization of Manning’s Roughness Coefficient in

- der, Ndomba, P., Hydraulic Modeling.” **Remote Sensing** 7 (1), 836–864.
& Zoltán, V. <https://doi.org/10.3390/rs70100836>
(2015).
- Ok, A., & “Rastgele Orman Sınıflandırma Yöntemi Yardımıyla Tarım
Güngör, O. Alanlarındaki ürün Çeşitliliğinin Sınıflandırılması.” **TUFUAB**
(2011). **2011 VI. Teknik Sempozyumu, Antalya**
- Orman ve Su “Susurluk havzası taşkın yönetim planı raporu.”
İşleri Bakanlığı,
(2018).
- Özalp, D. “Dere taşkın risk haritalarının CBS kullanılarak oluşturulması ve
(2009). CBS ile taşkın risk analizi.” **İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen**
Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Özdemir, H. “Taşkın alanlarının belirlenmesinde farklı tarihli ve farklı
(2007). çözünürlüklü uydu görüntülerinin kullanımı: 2003 Mahanadi
taşkınları örneği (Orissa-Hindistan).” **İstanbul Üniversitesi**
Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü COĞRAFYA
DERGİSİ, 13–23.
- Özdemir, H., “Evaluating scale and roughness effects in urban flood
Sampson, C. C., modelling using terrestrial LIDAR data.” **Hydrology and Earth**
De Almeida, G. **System Sciences, 17(10), 4015–4030.**
A. M., & Bates, [https://doi.org/10.5194/hess-17-4015-2013.](https://doi.org/10.5194/hess-17-4015-2013)
P. D. (2013).
- Özdemir, H., “Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri.” **Yayınlanmamış**
(2014). **ders notları, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi**
Coğrafya Bölümü.
- Pal M., (2005). “Random forest classifier for remote sensing classification.”
International Journal Of Remote Sensing, 26(1), 217-222.

- Paniconi, C., Kleinfeldt, S., Deckmyn, J., and Giacomelli, A. (1999). “Integrating GIS and data visualization tools for distributed hydrologic modeling.” **Transactions in GIS**, 3(2), 97-118
- Papaoannou, G., Vasiliades, L., Loukas, A., & Aronica, G. T. (2017). “Probabilistic flood inundation mapping at ungauged streams due to roughness coefficient uncertainty in hydraulic modelling.”, **Advances in Geoscience**, 23–34. <https://doi.org/10.5194/adgeo-44-23-2017>.
- Pfeifer, N., Mandlbürger, G., Höfle, B., Gschöpf, C., Hollaus, M., Vetter, M., & Wagner, W. (2012). “Vertical Vegetation Structure Analysis and Hydraulic Roughness Determination Using Dense ALS Point Cloud Data - a Voxel Based Approach.” **ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, XXXVIII-5/(January), 265–270. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-xxxviii-5-w12-265-2011>
- R Core Team, (2018) “Breiman and Cutler's Random Forests for Classification and Regression”
- Schubert, J. E., Sanders, B. F., Smith, M. J., and Wright, N. G. (2008). “Unstructured mesh generation and landcover-based resistance for hydrodynamic modeling of urban flooding.” **Adv. Water Resour.**, 31, 1603–1621, 2008.
- Selim, H. H., Tüysüz, O., “Morphotectonic evidence from the southern branch of the North Anatolian Fault (NAF) and basins of the south Marmara

Karakaş, A., & Taş, K. Ö. (2013). sub-region, NW Turkey.” **Quaternary International**, **292**, 176–192. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.11.022>.

Sellin, RHJ., Bryant, TB., & Loveless, JH. (2003). “An improved method for roughening floodplains on physical river models.” **Journal of Hydraulic Research**, **41** (1), 3 - 14.

Sönmez, O. (2013). “Nehirlerde 2 boyutlu taşkın modellenmesi ve taşkın haritalarının oluşturulması.” **Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi.**

Straatsma, M., & Huthoff, F. (2011). “Uncertainty in 2D hydrodynamic models from errors in roughness parameterization based on aerial images.” **Physics and Chemistry of the Earth**, **36**(7–8), 324–334. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2011.02.009>.

Straatsma, M. W., & Baptist, M. J. (2008). “Floodplain roughness parameterization using airborne laser scanning and spectral remote sensing.” **Remote Sensing of Environment**, **112**(3), 1062–1080. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2007.07.012>.

Teixeira, E. K. da C., Coelho, M. M. L. P., Pinto, E. J. de A., Diniz, J. G., & Saliba, A. P. M. (2018). “Manning’s roughness coefficient for the Doce River.” **Rbrh**, **23**(0), 1–12. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.231820180013>.

- Terezinha, V., Boulomytis, G., Zuffo, A. C., Gilberto, J., Filho, D., & Imteaz, M. A. (2017). "Estimation and calibration of Manning ' s roughness coefficients for ungauged watersheds on coastal floodplains." **International Journal of River Basin Management**, **5124**. <https://doi.org/10.1080/15715124.2017.1298605>.
- Türkeş, M., & Deniz, Z. A. (2011). "Güney Marmara Bölümü 'nün (Kuzey Bat Anadolu) klimatolojisi ile yağış ve akım dizilerinde gözlenen değerler ve eğilimler." **Uluslararası İnsani Bilimler Dergisi**, **8(1)**, 1579–1600.
- Turoğlu, H., Uludağ, M., & Mater, B. (2002). "Geomorphic environmental changes at Uluabat and Manyas lakes (Southern Marmara region, Turkey) from neotectonics to present time." **Environmental Studies**, **8**, 93–102.
- Werner, M. G. F., Hunter, N. M., and Bates, P. D., (2005). "Identifiability of distributed floodplain roughness values in flood extent estimation." **J. Hydrol.**, **314**, 139–157.
- Wilson, M. D. and Atkinson, P. M., (2007). "The use of remotely sensed land cover to derive floodplain friction coefficients for flood inundation modelling." **Hydrol. Process.**" **21**, 3576–3586, 2007
- Wu, F., Shen, H. W., and Chou, Y. (1999). "Variation of roughness coefficients for unsubmerged and submerged conditions." **Journal of Hydraulic Engineering**, **125(9)**, 934-942.
- Zhang, T., Su, "Band selection in sentinel-2 satellite for agriculture

J., Liu, C., Chen, applications.” **ICAC 2017 - 2017 23rd IEEE International**
W. H., Liu, H., **Conference on Automation and Computing: Addressing**
& Liu, G. **Global Challenges through Automation and Computing,**
(2017). **(September).**
<https://doi.org/10.23919/ICoNAC.2017.8081990>.

