



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ İLE TAŞKIN RİSK
ANALİZİ: OSMANELİ/BİLECİK ÖRNEĞİ

Yasin DURSUN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Şubat-2022
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Yasin DURSUN tarafından hazırlanan “Coğrafi Bilgi Sistemi ile Taşkın Risk Analizi: Osmaneli/BİLECİK Örneği” adlı tez çalışması 01/02/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Dr. Öğr. Üyesi Osman Sami KIRTILOĞLU

Danışman

Prof. Dr. Fatih İŞCAN

Üye

Doç. Dr. Ela ERTUNÇ

İmza

.....

.....

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Yasin DURSUN

Tarih:01/02/2022

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ İLE TAŞKIN RİSK ANALİZİ: OSMANELİ/BİLECİK ÖRNEĞİ

Yasin DURSUN

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Fatih İŞCAN

2022, 64 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Fatih İŞCAN

Doç. Dr. Ela ERTUNÇ

Dr. Öğr. Üyesi Osman Sami KIRTILOĞLU

İklim değişiklikleri, yanlış arazi kullanımı ve plansız yapılaşma kavramları, taşkın oluşum riskini de beraberinde getirmektedir. Taşkınların sonucunda, ciddi anlamda maddi ve manevi zararlar yaşanmaktadır. Bu zararlar ekonomik olabileceği gibi, can kayıplarıyla da sonuçlanabilmektedir. Taşkınların oluşumunu engellemek veya en aza indirmek için bir takım önlemlerin alınması gerekmektedir.

Bu tez çalışmasında, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak Bilecik ili Osmaneli ilçe sınırları üzerinde taşkın risk analizi yapılmıştır. Uygulama alanının Bilecik ilinin Osmaneli ilçesinin seçilmesinde bölgedeki önemli akarsularından olan, Sakarya Nehri ve kolları etkili olmuştur. Çok Ölçütlü Karar Analizi (ÇÖKA) yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) kullanılarak, taşkına sebep olan parametrelerin ağırlık değerleri hesaplanmış ve taşkın riskine sahip olan alanlar belirlenmiştir. AHY ile taşkın analizlerinin belirlenmesinde kullanılan parametreler önem sırasına göre; yağış, akarsuya uzaklık, eğim, yükseklik, arazi kullanımı, bakı, jeoloji ve sıcaklıktır. Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verisinin elde edilmesinde ALOS PALSAR uydularının veri setinden faydalanılmıştır. Raster ve vektör veriler kullanılarak, haritalama ve çakıştırılmalı analiz işlemlerinde ArcGIS programından yararlanılmıştır.

Taşkın risk analizinin sonucunda; %11.94 oranında çok yüksek riskli, %35.98 oranında yüksek riskli, %28.72 oranında riskli, %20.61 az riskli ve %2.75 oranında risksiz alanlar tespit edilmiştir. Genellikle akarsu havzalarına yakın alanlarda, taşkın oluşum riskinin fazla olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY), Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Çok Ölçütlü Karar Analizi (ÇÖKA), Taşkın Risk Analizi

ABSTRACT

MS THESIS

FLOOD RISK ANALYSIS WITH GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM: A CASE STUDY OF OSMANELİ/BİLECİK

Yasin DURSUN

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Geomatic Engineering**

Advisor: Prof. Dr. Fatih İŞCAN

2022, 64 Pages

Jury

Prof. Dr. Fatih İŞCAN

Assoc. Prof. Dr. Ela ERTUNÇ

Asst. Prof. Dr. Osman Sami KIRTILOĞLU

The concepts of climate change, wrong land use, and unplanned construction bring the risk of flood formation. As a result of floods, serious material and moral damages are experienced. These damages can be both economical and life-threatening results. A number of measures should be taken to prevent or minimize the occurrence of floods.

In this thesis study, flood risk analysis was carried out on Osmaneli district on Bilecik province borders by using Geographical Information Systems (GIS). It was chosen Sakarya River, which is one of the important streams and its tributaries in the region, due to its influence in the selection of the Osmaneli district of Bilecik province for the application area. The weight values of the parameters causing the flood were calculated and the areas with the flood risk were determined by using the Analytical Hierarchy Method (AHM), one of the Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) methods. In order of importance, the parameters used in the determination of AHM and flood analysis are; precipitation, distance from the stream, slope, elevation, land use, aspect, geology, and temperature. The data set of ALOS PALSAR satellites was used to obtain Digital Elevation Model (DEM) data. ArcGIS program was used for mapping and overlapping analysis by using raster and vector data.

As a result of the flood risk analysis; areas with very high risk in 11.94%, high risk in 35.98%, risky areas in 28.72%, low risk in 20.61% and risk-free areas in 2.75% were determined. It has been observed that the risk of flood formation is high in areas close to river basins.

Keywords: Analytical Hierarchy Method (AHM), Flood Risk Analysis, Geographic Information Systems (GIS), Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA)

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasını hazırlamada emeği geçen, her türlü bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yardımlarını esirgemeyen, değerli danışmanım Prof. Dr. Fatih İŞCAN'a katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Çalışmalarımın her anında ve her alanda yanımda olan, beni destekleyen, cesaretlendiren, maddi ve manevi her konuda yardımlarını esirgemeyen, babam Hasan Hüseyin DURSUN'a, annem Kiraz DURSUN'a, ablam Hafize DURSUN'a ve babaannem Hafiza DURSUN'a sonsuz teşekkür ederim.

Yasin DURSUN
KONYA-2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç ve Kapsam	3
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM	11
3.1. Çalışma Alanının Tanıtımı.....	11
3.1.1. İklim.....	13
3.1.2 İdari Yapı ve Nüfus.....	14
3.1.3 Tarım Alanı.....	15
3.1.4 Akarsular.....	15
3.2. Parametrelerin Belirlenmesi ve Kullanılacak Veriler	16
3.2.1. Yükseklik Veri Modelinin Oluşturulması.....	17
3.2.2. Eğim.....	20
3.2.3. Bakı.....	22
3.2.4. Yağış	24
3.2.5 Sıcaklık	26
3.2.6 Arazi Kullanımı	28
3.2.7. Jeoloji.....	30
3.2.8 Akarsuya Uzaklık	32
3.3. Method	34
3.3.1. Çok Ölçütlü Karar Analizi	34
3.3.2 Analitik Hiyerarşi Yöntemi	35
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	48
4.1. Analiz Sonuçları	48
4.2. Taşkın Risk Haritasının Oluşturulması ve Değerlendirilmesi	52
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	58
5.1 Sonuçlar	58
5.2 Öneriler	59
KAYNAKLAR	60

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C: Derece Santigrat

km: Kilometre

km²: Kilometre kare

m: Metre

m³/sn: Saniyede metreküp

mm: Milimetre

%: Yüzde

Kısaltmalar

AHY: Analitik Hiyerarşi Yöntemi

CBS: Coğrafi Bilgi Sistemleri

CI: Tutarlılık İndeksi

CORINE: Coordination of Information on the Environment (Çevresel Bilginin Koordinasyonu)

CR: Tutarlılık Oranı

ÇÖKA: Çok Ölçütlü Karar Analizi

HGM: Harita Genel Müdürlüğü

IDW: Inverse Distance Weighted (Ters Mesafe Ağırlıklı)

MTA: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü

RI: Tesadüfîlik Göstergesi

SYM: Sayısal Yükseklik Modeli

TUİK: Türkiye İstatistik Kurumu

TUREF: Türkiye Ulusal Referans Sistemi

UA: Uzaktan Algılama

1. GİRİŞ

Ülkemizin yer aldığı konumun topografyası ve jeolojik yapı etkileri incelendiğinde, afet kavramının ortaya çıkması muhtemel durumdadır. Afetlerin önceden tespit edilmesi uzun zamanı alırken, çoğunlukla ansızın gerçekleştiği söylenebilir (Şen, 2018).

Afet kavramı; genel olarak toplum üzerinde fiziksel, sosyal, ekonomik ve çevre kayıpları meydana getiren, güncel hayatın içinde yer aldığı akış düzenindeki insan faaliyetlerini kısıtlamak veya kesinti göstermek amacıyla, kaynağını doğa, teknoloji veya insandan alan sonuçlar olarak nitelendirilebilir. Afet kavramının, doğal veya doğal olmayan afetler olarak 2 kategoride incelenmesi gerçekleşir (Saykılı, 2019). Afetlerin engellenmesi çoğu zaman mümkün değildir. Fakat oluşabilmesi muhtemel olan zararların en aza indirilmesi için bir takım önlemler alınması gerekmektedir. Taşkın, sel, heyelan, erozyon, çığ, deprem, kuraklık gibi doğal afet olayları ülkemizin fiziki yapısına kaynaklı olarak, yaygın bir şekilde gözlenmesi mümkündür (Yaylak, 2016).

Doğal afetlerin yaygın olarak gözlemlendiği önemli olaylardan biri şüphesiz taşkınlardır. Taşkın olayları ülkemiz üzerinde sürekli olarak meydana gelmesinden dolayı, bu konu ile ilgili bilincin ortaya konulması gerekmektedir. Son zamanlarda meydana gelen iklim değişikliklerinin ve çevresel etkilerin taşkın oluşumunu tetikler duruma getirmesiyle birlikte, riskin oluşumunu daha fazla artırmıştır. Taşkın oluşumunun beraberinde getireceği risklerin göz önüne alınmasıyla, kontrol altında tutulması ve bilinçlendirme çalışmalarının olması gerekmektedir (Özkan, 2017).

Taşkın olaylarının meydana gelmesinde birçok etken bulunmaktadır. Bu etkenlerden birisi olan mevsimlerin, taşkın oluşumu üzerindeki etkisi büyüktür. Taşkın olaylarını tetikleyen en büyük sebep ise, akarsu havzalarının taşıyabileceğinden fazla olan ve kapasitesinin üzerindeki suyun gelmesi ile birlikte doluluk oranının artmasıdır. Mevsim faktörüne bağlı olarak değerlendirme yapılırsa, kış aylarındaki karların erimesi ile birlikte, ilkbahar ve sonbahar aylarında yağışların şiddetli ve çok miktarda gelmesi taşkın oluşum riski için büyük öneme sahiptir (Yılmaz, 2015). Taşkınların oluşumunun sadece mevsimsel faktörlerin sonucu ile değerlendirilmemesi gerekmektedir. Sanayileşme, kentleşme ve sektör çeşitliliğinin artmasından dolayı, akarsu bölgelerinin yakınlarındaki yaşam alanı varlığında da doğru orantıda artış meydana gelmiştir. İnsanların geçim kaynağı oluşturabilecek faaliyet arayışından dolayı, akarsu havzalarında yoğunluk artış göstermektedir. Bu durumun sonucunda ise

hidrolojik olarak havza üzerindeki dengeler deđişerek, maddi ve manevi zarara neden olur (Özalp, 2009).

Taşkın riskinin yol açtığı zararlara bir çözüm bulabilmek için bu afet kavramı, bir bütün olarak değerlendirilmelidir. Taşkın öncesi alınabilecek tedbirler ve risk durum analizleri, taşkın anında gerçekleşen olayların bütünü ve taşkın sonrasında oluşan bölgesel zararın araştırılması olarak ele alınabilir (URL1). Afet yönetimi kapsamında değerlendirmesi yapılacak olursa; taşkın öncesi alınabilecek tedbirler ve risk analizlerinin oluşturulması bir tür hazırlık aşaması olarak karşımıza çıkmaktadır. Hazırlık durumunda afetlerin oluşumu sonrasında yaşanması mümkün olan kayıpları planlamak, tedbir alınmasına yönelik erken uyarı sistemini oluşturmak ve eğitim çalışmaları yaparak afet riskini en aza indirmek amaçlanmalıdır. Taşkın oluşumu sırasında ise mümkün olduğunca insan ve canlı hayatını kurtarmak amaç edinilmelidir. Taşkın sonrası bölgesel zarar araştırılarak, olağan hayatı daha güncel tutarak durumları iyileştirmeye yönelik çalışmalar yapılmalıdır (Shirzad, 2017).

Taşkın oluşum riskinin belirlenmesi kapsamında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) de önemi büyüktür. CBS, çalışmaların daha düzenli, depolanabilir, görüntüleme kısmında elde etmesi kolay ve analiz işlemlerinin hızlı yapılmasına olanak sağladığı için, bu teknolojinin kullanımı son yıllarda yaygınlaşmaktadır. CBS kullanımı sonucunda verilere ulaşmak daha hızlı olacaktır. Bundan sebeple CBS teknolojileri, zamandan tasarruf ve yüksek maliyetlerden de kurtulma olanağı sağlamaktadır. Güncel veri sağlamlığında büyük önem taşıyan CBS teknolojileri, günümüz çalışmalarının birçoğunda kullanılmaktadır. Taşkın risk analizleri, heyelan analizleri, çığ ve deprem analizleri, havza alanları ve sınırının belirlenmesi, yükseklik veri modellerine dayalı haritaların oluşturulması gibi birçok alanda CBS teknolojilerinin sunduğu imkândan faydalanılabilir (Şen, 2019).

Uydu görüntülerinden elde edilen verilerin geniş alanları kapsamı ve sürekli olarak algılama yapması, doğal felaketlere karşı ön hazırlıklı olma, risk taşıyan alanları belirleme ve sonuçları izleyip gerekli tedbirleri önceden alabilme kapsamında, önemli bir kaynak olarak nitelendirilir. Bu nedenle Uzaktan Algılama (UA) elemanlarının kullanımı, risk oluşturabilecek alanların analizinin yapılabilmesi kapsamında önem taşımaktadır. UA ve CBS birbiriyle bağlantılı ve verim elde edilecek bir biçimde kullanılması, su kaynaklarına yönelik problemlerin çözülmesinde, afetlerin oluşmadan önce risklerinin analizlerinin yapılmasında ve afet oluşumundan sonraki hasar

durumunun inceleme çalışmalarının yapılmasında, büyük ölçüde mühendislere önem sağlamıştır (Özcan, 2008).

1.1. Amaç ve Kapsam

Bu çalışmada, CBS teknikleri kullanılarak, Osmaneli ilçesine ait taşkın risk analizi yapılması amaçlanmıştır. Osmaneli ilçesinin fiziksel hidrolojisinin oluşumunda, bölgede bulunan akarsuların önemi büyüktür. Bu akarsulardan önemli olanı, ilçe merkezinden geçen Sakarya Nehri'dir. Ayrıca bölgede bulunan ve Sakarya Nehri'nin kollarını oluşturan Göksu Çayı, Göynük Çayı ve Karasu Çayı' da taşkın riski oluşturabileceğinden önemli akarsulardandır. Çalışma bölgesi genellikle, yükseklik seviyesi ve eğim derecesi düşük alanlardan oluşmaktadır. Bölgenin akarsulara yakın oluşu, yağış ve yükseklik faktörleri çalışma alanının belirlenmesinde etkili olmuştur. Aynı zamanda bu faktörlerle birlikte, geçtiğimiz zamanlarda meydana gelen, Bursa ve ilçesi İnegöl'deki şiddetli yağış nedeniyle, Osmaneli ilçesinden geçen Göksu Nehrinin taşması sonucu, tarım arazilerinin sular altında kalmış olması yer seçimi kararımızı destekler niteliktedir. Çünkü bu durumların oluşması, bölgede taşkın riskinin her zaman olabileceğini göstermektedir. Bölgedeki taşkın oluşumunun fotoğrafı Osmaneli Belediyesinin internet sitesinden alınmış, Resim 1.1' de gösterilmiştir (URL2).



Resim 1.1. Osmaneli İlçesi Taşkın Fotoğrafı (URL2)

Bu çalışma kapsamında, Sayısal Yükseklik Modelinin (SYM) oluşturulması için uydu görüntülerinden yararlanılmış olup, bu görüntülerin taşkın risk analizinin oluşturulması için kullanılabilirliğinin tespit edilmesi sağlanmıştır.

Çok Ölçütlü Karar Analizi (ÇÖKA) yöntemlerinden olan Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) kullanılarak, belirlenen parametreler ile taşkın duyarlılık ve risk analizi oluşturulmuştur. Kullanılacak parametreler; yükseklik, eğim, bakı, yağış, sıcaklık, arazi kullanımı, jeoloji, akarsuya uzaklık olarak belirlenmiştir. Bu parametrelere ait tematik haritalar ve analiz işlemleri ArcGIS programı ile yapılmıştır. Vektör verilerin raster verilere çevrilmesi ile birlikte, ağırlık değerleri kullanılarak, yapılan çakıştırma işlemi sonucu taşkın risk analizi oluşturulmuştur.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Özcan (2008) çalışmasında, Sakarya Nehri alt havzası için UA ve CBS yöntemlerini kullanarak taşkın risk analizlerini oluşturmuştur. Topografik ve jeomorfolojik özellikleri ile tektonik özelliklerinin harita çalışması yapılmış olup kriter ve seçenekler oluşturularak AHY kullanılmıştır. Uydu görüntüleriyle taşkın haritaları oluşturmuştur. Taşkın risk analizi çalışmalarında, havzanın fiziksel özellikleri ve bunlara bağlı parametrelerin kısa sürede güncellenmesinin zor olacağını belirtmiş ve uydu görüntüleri yardımıyla bu güncellemelerin gerçekleştirilip CBS entegrasyonu sağlanabilir sonucuna varmıştır.

Sinha ve diğ. (2008) çalışmalarında, sel ve taşkın tehlikesi olan alanları azaltmak amacıyla CBS tabanlı risk haritaları oluşturmuştur. Bihar ovasında bulunan Kosi Nehri için hidrolojik, jeomorfolojik ve nüfus yoğunluğu parametrelerinden yararlanılarak AHY ile risk analizi gerçekleştirmişlerdir.

Özalp (2009) çalışmasında, ArcGIS programı kullanılarak Tavukçu Deresi'nin tüm havzasının 3D arazi modellemesini yapmıştır. Sayısal Yükseklik Modelini (SYM) oluşturmuş olup verileri raster formata dönüştürerek ArcGIS Hidrolik ve ArcHydro modüllerini kullanmıştır. Bu modüller ile ana dere ve kolları için su toplama havzasının alanı belirlenmiş olduğu gözlenmektedir. Ayrıca derenin hidrodinamik modülünün oluşması için HECRAS programı kullanılmıştır. Çalışmasında uydu görüntüleri ile sayısal halihazır paftalar karşılaştırılarak risk altındaki bölgeler tespit edilmiştir.

Samarasinghe ve diğ. (2010), Sri Lanka, Kalu – Ganga Nehri'nde meydana gelen sel ve taşkın olayı için yapmış olduğu çalışmalarında uydu görüntülerinden boyut çıkarmıştır. HEC-RAS ile hidrolik analizinin gerçekleştirilmesi ile birlikte UA ve CBS teknolojileri kullanılarak taşkın risk analizi yapılmış olup, geleceğe yönelik tahmin, planlama ve yönetim ile ilgili değerlendirmelerde bulunmuşlardır.

Ahmad ve diğ. (2013) çalışmalarında, Coğrafi Bilgi Sistemleri ile ArcGIS programının Simulation Tool modülünü kullanarak Pakistanın Sindh bölgesi için taşkın analizleri gerçekleştirmişlerdir. Nem, hava basıncı, rüzgâr yönü ve yağmur gibi parametreler analiz edilerek afet yönetimi için değerlendirmede bulunmuşlardır.

Özşahin (2013), Arnavutluk'taki taşkın riskini CBS yöntem ve tekniklerinden yararlanılarak analizini gerçekleştirmiştir. Çalışmasında faktör haritalardan yararlanmıştır. Bu haritalardan elde edilen jeoloji, jeomorfoloji, eğim, bakı, yağış, akarsuya uzaklık,

yeraltı suyu, toprak ve arazi kullanım özelliklerine ait veriler ağırlıklı çakıştırma yöntemi ile birleştirilip, taşkın risk alanları belirlenmiştir.

Elsheikh ve diğ. (2015), Malezya Terengganu'da son yıllarda yoğun sel ve taşkın olaylarının gözlenmesi sebebiyle taşkın riski analizi için vaka çalışması olarak bu bölgeyi seçmişlerdir. Yıllık yağış miktarı, eğim, drenaj ağı ve toprak türü dikkate alınarak yapılan çalışmada mekânsal potansiyel konumları sıralamak ve görüntülemek için ÇÖKA kullanılırken, her bir parametrenin öncelik ağırlıklarını hesaplamak AHY kullanılmıştır. CBS ve ÇÖKA kullanılarak oluşturulan taşkın risk haritaları sel riskini değerlendirmek için değerli bir araç olabileceği kanısına varılmıştır. Ayrıca bu çalışmada CBS' nin karar verme ve karar sürecindeki birçok kriteri değerlendirmedeki yaklaşımının önemli bir rolü olduğunu özetlemiştir.

Yılmaz (2015) çalışmasında, ÇÖKA yöntemlerinden AHY ile Çorum ilinin taşkın tehlikesini araştırmış. Yağış, sıcaklık, akarsulara uzaklık, eğim, yükseklik, arazi kullanımı, jeoloji, baki, alt havzaların büyüklüğü ve şekli gibi parametrelerle ikili karşılaştırmalar yapmış ve bölgenin haritalarını oluşturmuştur. Yapılan çalışmada tehlikelerin belirlenmesinin hızlı, ekonomik ve taşkına etki eden faktörlerin çok boyutlu ele alındığı ÇÖKA ile değerlendirilmesi ve ayrıntılı çalışmaların yapılmasını önermiştir.

Oğuz ve diğ. (2016) çalışmalarında, CBS' nin önemini vurgulayarak ÇÖKA yöntemiyle Artvin ilinin bazı ilçelerini değerlendirmiştir. Değerlendirmeyi topografya haritalarından üretilen sayısal yükseklik modeli, jeoloji, yağış, toprak ve arazi kullanım verilerinin haritalarını oluşturarak gerçekleştirmiştir. Çalışma alanında denize yakın kesimlerde, yağışın fazla, eğimin düşük ve tarım alanlarının yaygın olduğu bölgelerde taşkın riskinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çotar ve diğ. (2016) çalışmalarında, su kütlelerinin tespiti için Slovenya ve yakın çevresini Sentinel-1 radar uydu verilerini kullanarak haritalamışlardır. Radar uydu sistemlerin optik sistemlere göre en önemli avantajları hava koşulları ve güneş ışığından bağımsız olması nedeniyle uydu sistemlerinin çalışmalarda daha uygun olduğu belirtilmiştir.

Danumah ve diğ. (2016), Fildişi Sahilin Güneyindeki Abidjan bölgesinde yapmış oldukları çalışmada AHY modeli ve CBS tekniklerini kullanarak sel riski taşıyan alanları belirlemiş ve haritalandırmışlardır. Çalışmada harita saha çalışması ve alan çalışması gibi tematik katmanlar oluşturulurken uydu görüntüsünden yararlanılmıştır. Ayrıca ArcGIS, Mapinfo ve eCognition yazılım araçları ile eğim, toprak, yağış dağılımı, drenaj yoğunluk haritalarını hazırlamışlardır.

Selçuk ve diğ. (2016) çalışmalarında, CBS tabanlı ÇÖKA kullanarak, Van ilinin merkez ilçelerinin kentsel taşkın duyarlılığının değerlendirilmesini sağlamışlardır. Çalışmada taşkına konu olan litoloji, yeraltı su seviyesinin derinliği, eğim, yükseklik, drenaj kanallarına olan mesafe ve alan kullanımı faktörleri üzerinde durulmuş. Ve bu faktörlere ait raster haritaları oluşturulmuş. Katmanların ve kriterlerinin ağırlık dereceleri ile tutarsızlık oranı belirlenerek model oluşturulması sağlanmış. ÇÖKA ile taşkın duyarlılık haritaları oluşturulmuş ve haritanın doğruluğunun tespiti için meydana gelen taşkın olayları ile karşılaştırılması değerlendirilmiş. Taşkınlardan korunmak için dere yatakları ve kanalizasyon alt yapılarına yönelik iyileştirme çalışmalarının önemli olabileceği savunulmuştur.

Shirzad (2017) çalışmasındaki amacı, Kocaeli Maden Deresinin taşkın riskini UA ve CBS teknolojileri ile değerlendirerek farklı periyotlara ait taşkın risk haritalarını tespit etmektir. Çalışmasında CBS ortamında gerekli verileri Hec-GeoRAS ile hazırlayıp HEC-RAS yazılımına aktararak hidrolik modelleme yapmıştır. Verilere göre çalışma alanının ıslah öncesi ve sonrası için taşkın risk haritalamasını hazırlayarak risk altındaki elemanlarını belirlemiştir.

Akgül (2018) çalışmasında, Aralık 2016 – Ocak 2017 tarihleri arasında Mersin ilinde meydana gelen taşkında etkilenen Berdan ovasında eski Aynaz bataklığını ele almıştır. Çalışmada Sentetik Açıklı Radar (SAR) uydularından olan Sentinel-1 uydusu kullanılarak taşkın alanının incelendiği gözlenmektedir. Çalışmasında eşik değeri yöntemi ile analiz gerçekleştirmiş ve taşkın kapladığı alanları hesaplamıştır.

Rincón ve diğ. (2018) çalışmasında, Büyük Toronto Bölgesi (GTA) için risk haritalarını CBS ve ÇÖKA kullanarak oluşturmuştur. Taşkın analizlerini oluşturmak, optimum seçimi tamamlamak ve ölçmek için AHY ile değerlemesini sağlamıştır. 4 farklı senaryo oluşturularak birbirleri arasında karşılaştırma yapılmıştır.

Saykılı (2019) çalışmasında, UA ve CBS tabanlı, AHY kullanmıştır. SAR görüntüleri ve AHY sonuçlarının karşılaştırılması ile Sivas ili Gürün ilçesindeki taşkın tehlike alanlarını belirlenmesini hedeflemiştir. AHY ile taşkın alanlarının belirlenmesindeki parametreleri; yağış, eğim, yükseklik, bakı, arazi kullanım, akarsuya uzaklık, jeolojik yapısı, havza ölçütleri değerlendirmiş olup SAR görüntüleri sonuçları ile karşılaştırmıştır. İki arasında uyumu ise ROC eğrisi ile sağlamıştır.

Aykut (2019) çalışmasında, Kırklareli ilinin Pehlivan köy ilçesini çalışma alanı olarak belirlemiş ve ÇÖKA yöntemi kullanarak taşkın risk haritası üretmiştir. Uzman görüşüne dayalı ÇÖKA yöntemi ile elde edilen taşkın risk değerlerini ve Landsat 8 uydu

görüntüsünün kontrollü sınıflandırılması ile elde edilen taşkın yayılım alanlarını karşılaştırmış. Birbirleriyle büyük oranda uyuşmadığını tespit etmiştir. Uzmanı dayalı ÇÖKA yöntemi ile yapılan taşkın analizlerinin genel bir fikir verdiğini ancak detaylı çalışmalar için güvenilir olmadığı sonucuna varmıştır.

Baykal (2019) çalışmasında, Antalya il sınırları içerisinde bulunan Küçük Aksu Çayı'nda CBS ve hidrolik modellemeyi kullanarak taşkın risk analizi yapmıştır. Öncelikli olarak Hec-RAS programını kullanarak tekerrür debilerini belirlemiştir. Analiz ile taşkın yayılım ve derinlik haritalarını elde etmiştir. Eğim, yağış, kümülatif akım, akarsuya uzaklık, arazi kullanımı, akifer tipi ve toprak verilerini ağırlıklandırarak AHY ile risk analizini oluşturmuştur. İki yöntemin kıyaslanması sonucunda ise taşkın riskinin benzer alanlarda olduğu kanaatine varmış ve bu yöntemlerin taşkın risk analizini belirlemede kullanabileceğini gözlemlemiştir.

Bulan (2019) çalışmasında, taşkınlar ile ilgili değerlendirme yaparak Ağrı ilinin Merkez ilçesinden geçen Murat Nehri'nin risk haritalarını CBS ile üretmiştir. Çalışmasında 1/1000 ölçekli halihazır haritalarını ve dere alımlarını kullanarak bölgenin TIN haritasını ArcGIS ve NetCAD yazılımları yardımıyla oluşturmuştur. Hidrometrik verileri HEC-RAS yazılımıyla hesaplamalar yaparak su yüzü kotlarını ve taşkın sınırlarını belirlemiştir. Yapılan analizler, sayısal haritalar ve uydu görüntüleri birleştirilerek taşkın riski olan bölgeler görülmüş ve taşkın zarar hesabını yapmıştır.

Sözer ve diğ. (2019) çalışmalarında, Ankara üzerindeki son yıllarda sıklıkla meydana gelen aşırı yağışlar ve taşkınlar sebebiyle risk haritası yapma gereksinimi duymuşlardır. Çalışmalarında Değiştirilmiş Analitik Hiyerarşi Süreci (M-AHP) kullanılmıştır. Çalışma sürecinde SAM, akış birikimi, eğim, Landsat -8 görüntüsü sınıflandırılarak elde edilmiş arazi örtülerinden, litoloji, topografik nemlilik indeksi (twi), kalıcı derecelere mesafeleri ve kuru derelere mesafeler ölçüt olarak kullanılmıştır. Bu ölçütlerin haritalama çalışmaları oluşturulmuş ve alt ölçütleri ile birlikte puanlaması yapılarak AHY ile taşkın duyarlılık haritası oluşturulması sağlanmıştır.

Tanrıverdi (2019) tez çalışmasında, Şanlıurfa il merkezinde olan büyük derelerden; Sırrın, Karakoyun, ve Cavsak dereleri ile birlikte diğer dereleri esas alarak CBS kullanılarak taşkın alanlarını belirlemiştir. ÇÖKA yöntemlerinden AHY kullanarak kriterler ve bu kriterlerden oluşan alt seçeneklerin ağırlıklarını belirleyerek normleştirilmiş haritalarını elde etmiştir. Ölçüt katmanlarının hazırlanabilmesi için yağış, jeoloji, eğim, bakı, 1/25000 ölçekli topografik haritalar, SYM verileri ve arazi

kullanım haritalarından faydalanmıştır. Normalleştirilmiş haritaların karşılaştırılması ile birlikte uygun taşkın risk analizini gerçekleştirmiştir.

Albano ve diğ. (2020) çalışmalarında, uygun maliyetli bir yöntem önermektedir. Bu yöntemler; su derinliği haritasının doğrusal ikili sınıflandırmaya dayalı jeolojik yöntem, makine öğrenimi kullanarak çok spektral Landsat8 uydu görüntülerinden geliştirilen arazi kullanım haritası sınıflandırması ve CBS aracı kullanımı yaparak sel hasarının değerlendirilmesi gibi 3 ana çerçeveden oluşmaktadır. Çalışmalarında Romanya için bir uygulama gerçekleştirmişlerdir.

Bayazıt (2021) çalışmasında, Bilecik ilindeki şehirleşmeyle olan taşkın riski üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışmada analiz işlemlerinin gerçekleşmesi kapsamında ÇÖKA yöntemlerinden faydalanmıştır. Bayazıt'ın yapmış olduğu çalışmada kullandığı ölçütler; yağış, eğim, yükseklik, arazi kullanımı ve akarsulara uzaklıktır. Arazi kullanım bilgilerini elde etmek için CORINE 2000 ve 2018 yılına ait verileri kullanmıştır. Bilecik ili ve ilçelerinin taşkın riskini belirlemek amacıyla yapılmış olan bu çalışmada, 2000 yılındaki riskli alanlar 12250 ha iken, 2018 yılında 13547 ha olduğunu gözlemiştir ve şehirleşmenin taşkın riski üzerindeki durumunun negatif etkisini ortaya koyduğu sonucuna varmıştır.

Pham ve diğ. (2021) çalışmalarında, ÇÖKA yöntemlerinden faydalanarak taşkın riskinin değerlendirmiştir. Çalışmada genel olarak taşkın riskinin değerlendirilmesinde 3 ana unsur üzerinde durmuşlardır. Bunlar tehlike, maruz kalma ve hassasiyettir. Çalışma bölgesi olarak Vietnam'ın eğimli bölgelerinden Quang Nam eyaleti seçilmiş olup, taşkın riskine konu olan 14 faktör belirlemiştir. Ve bu faktörleri topografik, hidroloji, jeoloji, arazi kullanımı ve meteoroloji faktöründen oluşan 5 grup içerisinde sıralamışlardır. Topografya ve hidroloji verileri için Aster Sayısal Yükseklik Modelinden yararlanmışlardır. Raster ve vektör veriler kullanılarak tematik haritalar oluşturulan bu çalışmada modellerin performansların değerlendirilmesi ve doğrulanması için ROC eğrilerinden de yararlanıldığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, çalışma içerisinde kullanılan ÇÖKA yöntemlerinin, bir alanın doğru bir biçimde taşkın risk değerlendirme haritasının geliştirilmesi ve taşkın tehlikesinin yönetimi için umut verici bir yaklaşım olduğundan bahsedilmiştir.

Ramkar ve Yadav (2021), Tapi Nehri havzasının ortasında, beş nehir koluna sahip, Hindistan'daki Savkheda Jalgaon semtini çalışma alanı olarak belirlemiştir. Çalışmalarında CBS ile birlikte AHY kullanarak taşkın riskine yönelik değerlendirme çalışması yapmışlardır. Eğim, ana nehir kanalına uzaklık, arazi kullanım/arazi örtüsü,

toprak haritası, drenaj yoğunluğu, yağış gibi ölçütler kullanılarak ağırlıklandırmaları yapılan bu çalışmada faktörler karşılaştırılmış ve risk haritası elde edilmiştir. Çalışmadaki elde edilen sonuca göre, baskın olan ölçütlerin belirlenmesi sağlanmış ve CBS ile AHY kombinasyonunun risk belirlenmesinde alternatif yöntem olarak kullanılabilceği kanaatine ulaşmışlardır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanının Tanıtımı

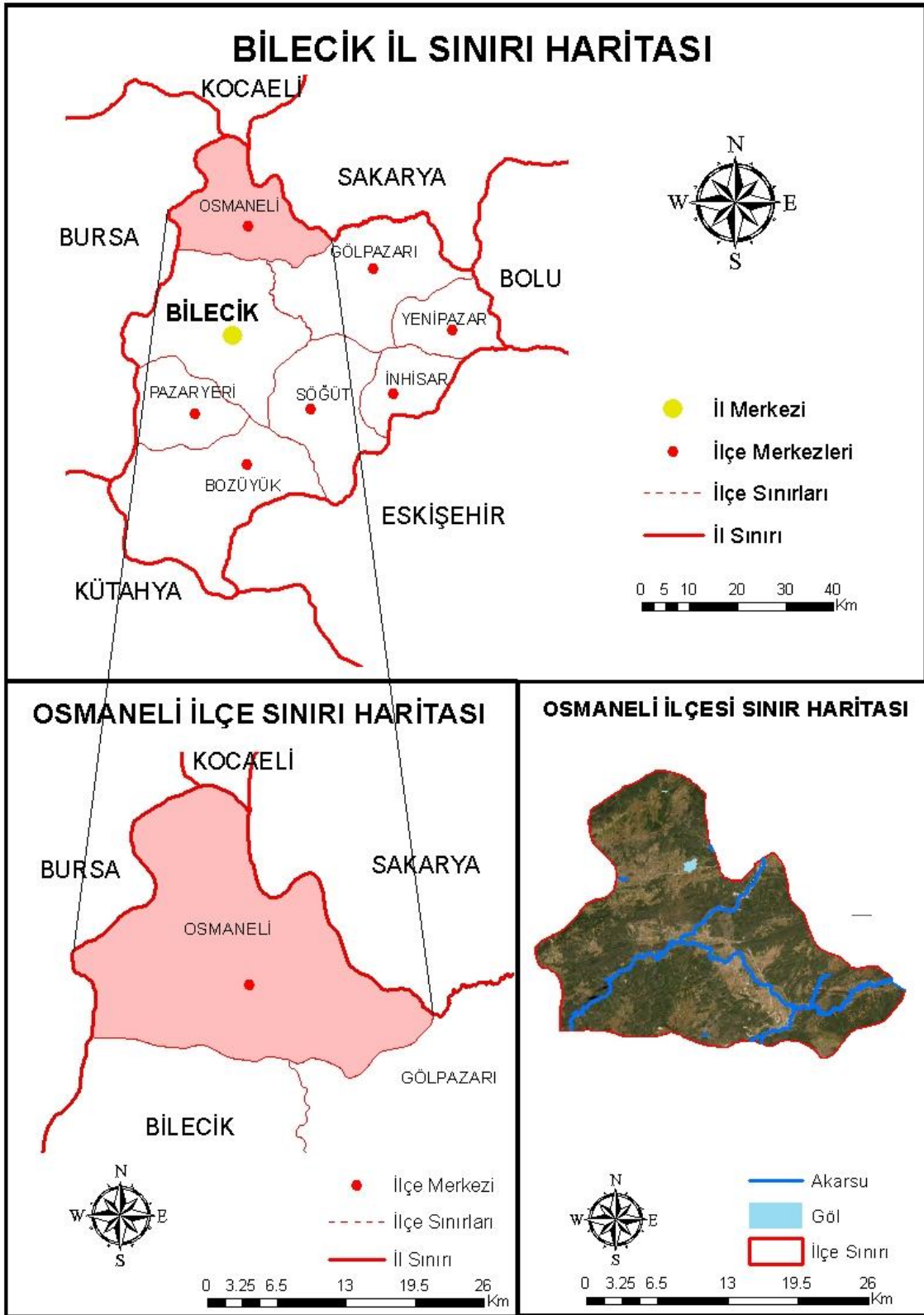
Osmaneli ilçesi, Bilecik iline bağlı olup, Güney Marmara Bölgesi'nin Sakarya vadisinde yer almaktadır. İl merkezinin 34 km kuzey tarafına düşen ilçe, Haydarpaşa-Ankara demiryolu ile İstanbul-Eskişehir karayolu üzerindedir. Karayolu ile de İznik üzerinden Bursa ve Yalova'ya bağlanmaktadır (URL3). Osmaneli ilçesinin yüzölçümü yaklaşık 488 km²'dir.

Osmaneli ilçesini fiziksel çevre açısından tanımlayacak olursak; doğuda Bilecik'in Gölpazarı ilçesi ve Sakarya'nın Geyve ilçesi, güneyinde Bilecik Merkez, batıda Bursa iline bağlı olan Yenişehir, İznik ilçeleri, kuzeyde ise Sakarya'nın Pamukova ilçesi ve Kocaeli ile çevrilmiştir.

Osmaneli ilçesini hidrolojik model açısından; topografyası Sakarya Nehri ve kolları ile yarılmış, parçalı olarak gözlenen plato yüzeyleri ile sahalar içinde bulunan depresyon alanları ve vadilerden meydana gelmektedir. Bu jeomorfolojik ünitelere bakıldığında geçiş yapmış olduğu alanlar ve platonun yüzey kısımlarında, eğimin yüksek olduğu belirlenmektedir. Güney taraftan ilçe sınırları içerisinde olan Sakarya Nehri, Karasu Çayı kolu ile birlikte, doğudan Göynük Çayı ve batı taraftan ise Göksu Çayı ile birleşmekte olup mecrası dolayınca akmaktadır. İlçe genel anlamda Sakarya ve kollarının oluşturduğu hidroloji içerisinde yer almaktadır (Başkaya, 2012).

2020 yılı TÜİK verilerine göre Osmaneli ilçesinin toplam 21072 nüfusa sahip olduğu, nüfusun 15598 kişi ilçe merkezinde olup, 5474 kişi ise belde ve köylerde yaşamaktadır (URL4).

Şekil 3.1' de, çalışma alanına ait lokasyon haritası görülmektedir. Lokasyon haritasında il ve ilçe sınırları belirlenirken Harita Genel Müdürlüğü (HGM)'nün internet sitesinden alınmış olan veriler kullanılmıştır. ArcGIS programı kullanılarak yapılan lokasyon haritasında, programdaki Basemap içerisinde bulunan World Imagery eklentisi ile uydu görüntülerinin ilçe sınırlarındaki gösterimi sağlanmıştır.



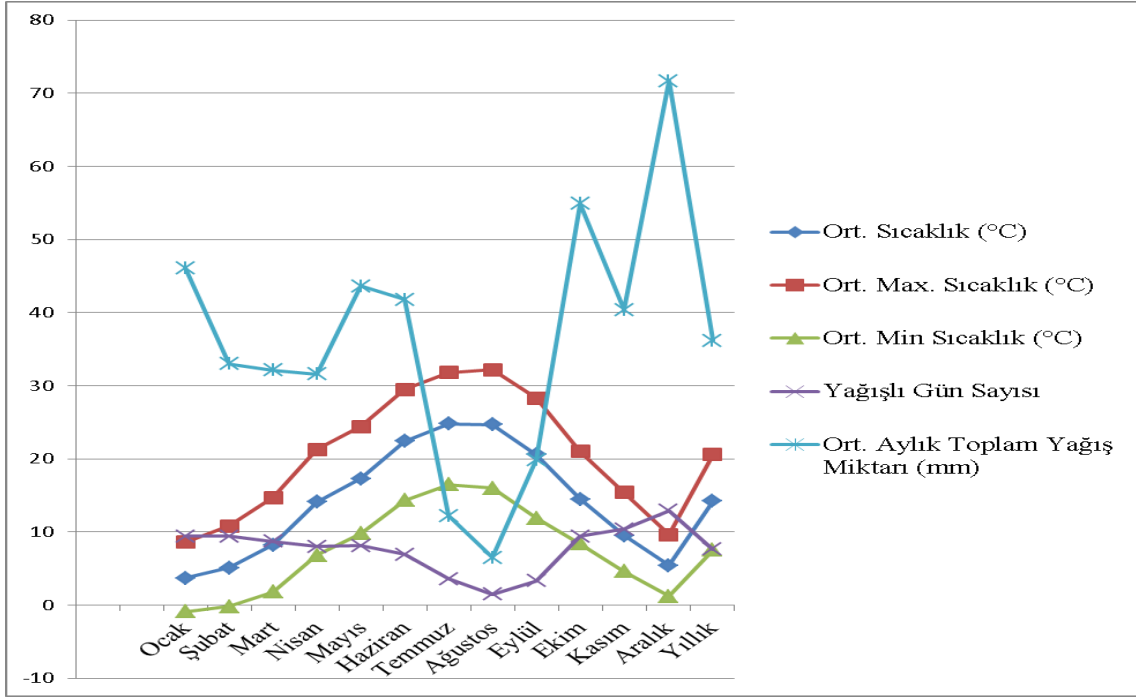
Şekil 3.1. Osmaneli İlçesi Lokasyon Haritası

3.1.1. İklim

Başkaya (2012) çalışmasında, iklim özelliklerini tespit edebilmek için yöreye ait uzun süreli meteoroloji verilerinden faydalanılması gerektiğini belirtmiştir. Osmaneli Meteoroloji İstasyonu'nun ve yakın çevresinde bulunan istasyonlara ait verileri kullanarak, iklim özelliklerini belirlemiştir. Araştırma sahasının iklim özelliklerini belirlemek için 3 formülden yararlanmıştır. Bu formüllerden elde etmiş olduğu sonuçlara göre, araştırma bölgesine ait kış mevsiminde ortalama sıcaklığın 0 °C'nin altında olmadığını gözlemlemiştir. Yağışın ise 45 mm üzerinde olmasından dolayı Aralık - Ocak ayları gibi nemlilik fazla olurken, kış sonu - ilkbahar başlarında olan Şubat - Mart ayları ile sonbahar mevsim özelliklerini barındıran Ekim - Kasım aylarında yarı nemli iklim şartları vardır. İlkbahar mevsiminin ortalarında yarı kurak etki olduğu, Temmuz – Ağustos gibi zamanlarda tam kurak iklim şartları oluşarak, Eylül ayından sonra nemliliğin olduğunu belirtmiştir. Değerlendirmeleri sonucunda ise; Karadeniz - Akdeniz ve İç Anadolu Karasal iklimleri arasındaki geçiş özelliği ile Marmara geçiş tipi ikliminin görüldüğünü saptamıştır. Başkaya (2012)'nin derlediği Osmaneli Meteoroloji İstasyonu'nun 1985-1992 yıllarına ait olan iklim parametreleri değerlerinden birkaçı Tablo 3.1, 3.2'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Osmaneli İlçesi İklim Parametrelerine Ait Değerler (Başkaya, 2012)

Aylar	Ort. Sıcaklık (°C)	Ort. Max. Sıcaklık (°C)	Ort. Min Sıcaklık (°C)	Yağışlı Gün Sayısı	Ort. Aylık Toplam Yağış Miktarı (mm)
Ocak	3,7	8,6	-0,9	9,4	46,1
Şubat	5,1	10,8	-0,2	9,4	33,0
Mart	8,2	14,7	1,8	8,7	32,1
Nisan	14,1	21,3	6,8	8,0	31,6
Mayıs	17,3	24,4	9,8	8,1	43,6
Haziran	22,4	29,5	14,3	6,9	41,8
Temmuz	24,8	31,8	16,5	3,6	12,2
Ağustos	24,7	32,2	16,0	1,5	6,5
Eylül	20,6	28,3	11,9	3,3	19,9
Ekim	14,5	21,0	8,4	9,4	54,9
Kasım	9,5	15,4	4,6	10,4	40,4
Aralık	5,4	9,6	1,2	12,9	71,7
Yıllık	14,2	20,6	7,5	7,6	36,15

Tablo 3.2. Osmaneli İlçesi İklim Parametrelerinin Aylara Göre Dağılımı Grafiği

3.1.2 İdari Yapı ve Nüfus

İlçenin 27 köyü ve 4 mahallesi bulunmaktadır. Yerleşkelerin ve 2020 yılının nüfus verileri Tablo 3.3, 3.4'de gösterilmiştir (URL5).

Tablo 3.3. Osmaneli İlçesi Mahalleleri ve Nüfusu

Mahalle Adı	Nüfusu
Cami Kebir Mahallesi	4889
Haceloğlu Mahallesi	4346
İnönü Mahallesi	3966
Cami Cedit Mahallesi	2397

Tablo 3.4. Osmaneli İlçesi Köyleri ve Nüfusu

Köy Adı	Nüfusu	Köy Adı	Nüfusu	Köy Adı	Nüfusu
Hisarcık	637	Akçapınar	235	Bereket	94
Oğulpaşa	580	Ericek	210	Balçıkhisar	88
Çerkeşli	531	Ciciler	178	Orhaniye	88
Soğucakpınar	395	Belenalan	147	Borcak	81
Selimiye	313	Avdan	119	Çiftlik	68
Medetli	306	Boyunkaya	118	Adliye	56
Selçik	294	Büyükyenice	118	Günüören	43
Düzmeşe	259	Kazancı	108	Dereyörük	37
Ağlan	239	Sarıyazı	99	Kızılöz	33

3.1.3 Tarım Alanı

Osmaneli ilçesinin mikro klima iklim özellikleri taşınması sebebiyle, tarımsal ürün çeşitliliği ve hayvancılık faaliyetleri ile ilgili önemli bir konumda olduğu gözlenmektedir. Bilecik Valiliği İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nün 2020 yılı için hazırlanmış olduğu İl Brifingi verilerinden yararlanılarak elde edilen bilgilere göre;

- Toplam tarım alanı 124,728 dekar,
- Tahıllar ve diğer bitkisel ürün alanları 47,458 dekar,
- Nadas alanı 3,025 dekar,
- Sebze alanı 29,546 dekar,
- Meyveler, içecek ve baharat bitki alanı 44,699 dekadır.

Tarım havzaları ve desteklenen ürün kapsamında arpa, buğday, ayçiçeği, yem bitkileri, yulaf ve zeytin gelmektedir. 2020 yılı ilçeler bazında hayvan varlığını incelediğimizde;

- Büyükbaş hayvan sayısı toplam 5709 adet,
- Küçükbaş hayvan sayısı toplam 22,129 adet,
- Arıcılıkta 23 işletme satışı, 2192 toplam kovan ile ortalama 11,126 kg bal üretimi olmaktadır (URL6).

3.1.4 Akarsular

Sakarya Nehri: Eskişehir ilçesinin Çifteler ilçe merkezinin 3 km güneydoğusundan doğmakta olan nehir, diğer birçok nehirler ile birleşip ülkemizin çok önemli akarsularından biri haline gelmiştir (Özcan, 2008). Bilecik ilinin de başlıca akarsuyu olan Sakarya Nehrinden dökülen çay ve dereler ilin öteki su kaynaklarını oluşturmaktadır. Sakarya, İnhisar yakınlarından Bilecik topraklarına girip; kuzey-güney yönlü akarak ili doğu ve batı şeklinde iki parçaya bölmektedir. Vezirhan'ın kuzeyinde Karasu Deresi, Osmaneli ilçesi yakınlarında da Göksu Çayını alarak kuzeye doğru yönelmektedir. Sakarya Nehri kolları ile birlikte toplam uzunluğu 824 km olup onda birlik kısmı Bilecik sınırları içine akmaktadır. Ortalama debisi 100 m³/sn, ortalama derinliği 1,5 metre, en fazla derinliği ise 5 metre kadardır (URL7). Osmaneli ilçesinin merkez dolaylarından geçmesi ve diğer akarsu kollarına bağlanması sebebiyle bölgenin topografyasını oluşturur niteliktedir. Bu da bölgenin önemli akarsu kaynaklarından biri olmasını destekler niteliktedir.

Göksu Çayı: Araştırma sahasının içinde yer alan ve Sakarya Nehri'nin önemli kollarından biridir. Kaynağı Domaniç- Yirce dağlarından doğmakta olup, İnegöl Havzası ve Yenişehir Ovası'ndan akmaya devam eden Göksu Çayı, Hayriye Boğazı'na giriş yaparak Osmaneli sınırlarına ulaşmaktadır. Osmaneli ilçe merkezine ulaşmadan kuzey yönünde Sakarya Nehri'yle karışan Göksu Çayı toplam 118 km uzunluğundadır (Başkaya, 2012).

Göynük Çayı: Sakarya Nehri ile birleşen en önemli kollardan biri olan Göynük Çayı, Osmaneli ilçe yerleşkesinin güneyinde, Sakarya Vadisi'nin doğu yönünden Sakarya'ya katılan bir akarsudur. Bel Tepe ile Kuzyaka Tepe arasından sızıp batı yönünde hareket eden akarsu, Osmaneli ilçesi Medetli köyünün kuzey yönünden Sakarya Nehri'ne karışmaktadır (Başkaya, 2012).

Karasu Çayı: Bilecik ilinin Bozüyük ilçesinden doğan Karasu Çayı, Vezirhan' da Sakarya Nehri'ne katılır. Düzensiz bir debiye sahiptir. 0,9 m³/sn ile 72,6 m³/sn arasında değişen debisi vardır. Ortalama debisi ise 3,6 m³/sn'dir (URL7).

3.2. Parametrelerin Belirlenmesi ve Kullanılacak Veriler

Osmaneli ilçesinin taşkın risk analizini gerçekleştirmek için 8 adet parametre kullanılmıştır. Bu parametrelerin belirlenmesi için literatür çalışmalardan yararlanılmış olup, çalışma alanının yapısal ve iklimsel özellikleri de göz önüne alınarak tematik haritalar oluşturulmuştur. Çalışmaya konu olan parametrelerin değerlendirilmesi, verilerin işlenmesi ve tematik haritaları oluşturmak için ArcGIS programından yararlanılmıştır. Çalışma kapsamında, Harita Genel Müdürlüğü'nün sitesinden alınan veriler ile Osmaneli ilçesinin çalışma sınırları oluşturulmuştur. Projeksiyon sistemi TUREF TM30 olarak seçilmiştir. Taşkın risk analizinin gerçekleştirilmesinde kullanılacak parametreler ve detay bilgileri Tablo 3.5'de verilmiştir.

Tablo 3.5. Taşkın Risk Analizini Gerçekleştirmek İçin Kullanılacak Parametreler ve Detay Bilgileri

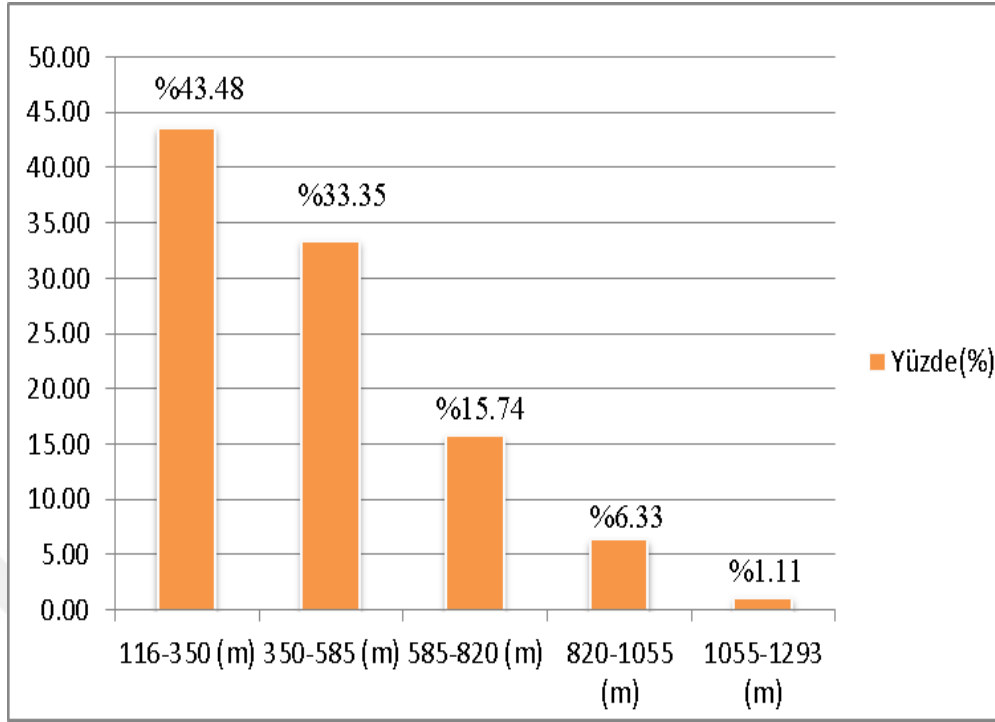
PARAMETRELER	VERİ	VERİ KAYNAKLARI
Yükseklik	Sayısal Yükseklik Modeli (SYM)	Alos Palsar veri seti (https://search.asf.alaska.edu/)
Eğim	SYM	Alos Palsar veri seti (https://search.asf.alaska.edu/)
Bakı	SYM	Alos Palsar veri seti (https://search.asf.alaska.edu/)
Yağış	Yağış verileri (güncel)	climate-data.org
Sıcaklık	Sıcaklık verileri (güncel)	climate-data.org
Arazi Kullanımı	CORINE 2018	Avrupa Çevre Ajansı
Jeoloji	1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası (İstanbul) ve Türkiye Jeoloji Haritası (Zonguldak)	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) (https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/doc/ISTANBUL.pdf ; https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/doc/ZONGULDAK.pdf)
Akarsuya Uzaklık	Akarsu verileri ve SYM	OpenStreetMap ve Alos Palsar veri seti (https://search.asf.alaska.edu/)

3.2.1. Yükseklik Veri Modelinin Oluşturulması

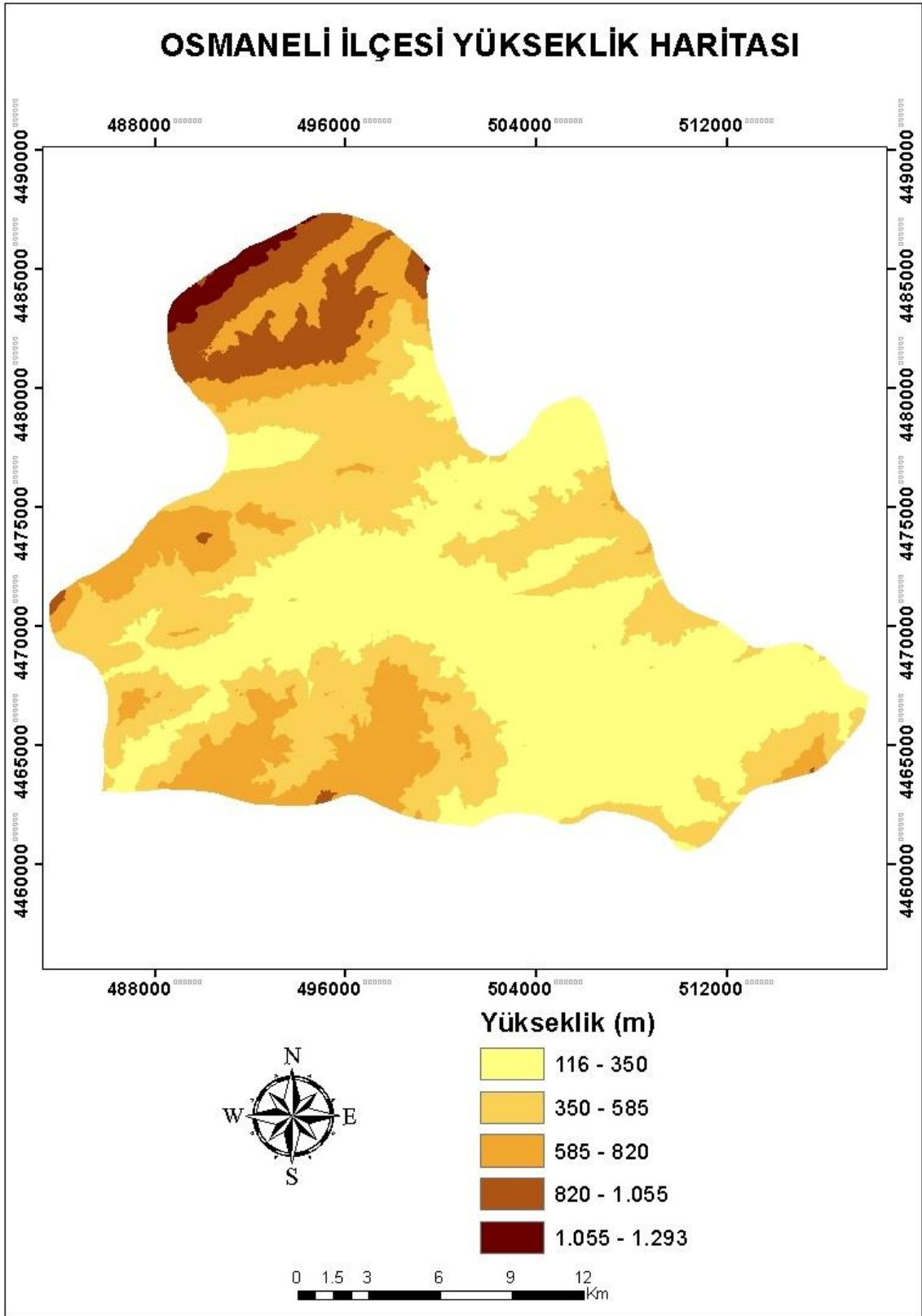
SYM; ortofoto haritalarının üretilmesinde, 3 boyutlu şehir modellemelerinin yapımında, taşkın ve su baskınlarının analizi gibi birçok çalışmada kullanılmaktadır (Eker vd., 2017). SYM arazinin yüzeyini 3 boyutlu olarak bizlere sunan ve arazi ile ilgili yükseklik verilerinden oluşturulmuş sayısal modeldir ve arazi üzerindeki eğim, bakı, havza alanı, eğim uzunluğu gibi özelliklerin belirlenebilmesi için ihtiyaç duyulan veri kaynağıdır (URL8).

Yükseklik bir bölgenin eğimi ve iklim özellikleri ile doğrudan ilişkili olup doğal akım üzerinde de büyük bir öneme sahiptir. Bölgedeki yüksekliğin artması ile birlikte sıcaklık azalır, yağış miktarı oranı artış gösterir. Sıcaklığın azalması durumunda buharlaşma oranı da azalma göstereceğinden dolayı yağış miktarında artış yaşanacaktır (Saykılı, 2019).

Çalışma bölgesine ait SYM verisinin elde edilmesi için <https://search.asf.alaska.edu/> internet sitesinden ALOS PALSAR veri setinden yararlanılmıştır. SYM verileri uygun formda düzenlenmiş ve birleştirme çalışması yapılmıştır. Çalışma sınırına göre düzenlenen raster veri formatındaki SYM verileri, sayısallaştırma işlemi ile vektör veriye çevrilmiştir. Yükseklik verilerinden elde edilen alansal dağılışı Tablo 3.6'daki gibidir.

Tablo 3.6. Yükseklik Verilerinin Alansal Dağılım Oranı

HGM'nin internet sitesinden alınmış verilerle çalışma bölgesinin sınır çizgileri belirlenmiştir. ArcGIS programı üzerinden SYM verileri ile sınır çizgileri karşılaştırılarak, bölge üzerindeki yükseklik verileri elde edilmiştir. Raster veri formatında bulunan SYM verilerinin anlaşılabilir olması için uygun renklendirme çalışması yapılmış ve Osmaneli ilçesine ait yükseklik haritası oluşturulmuştur (Şekil 3.2).



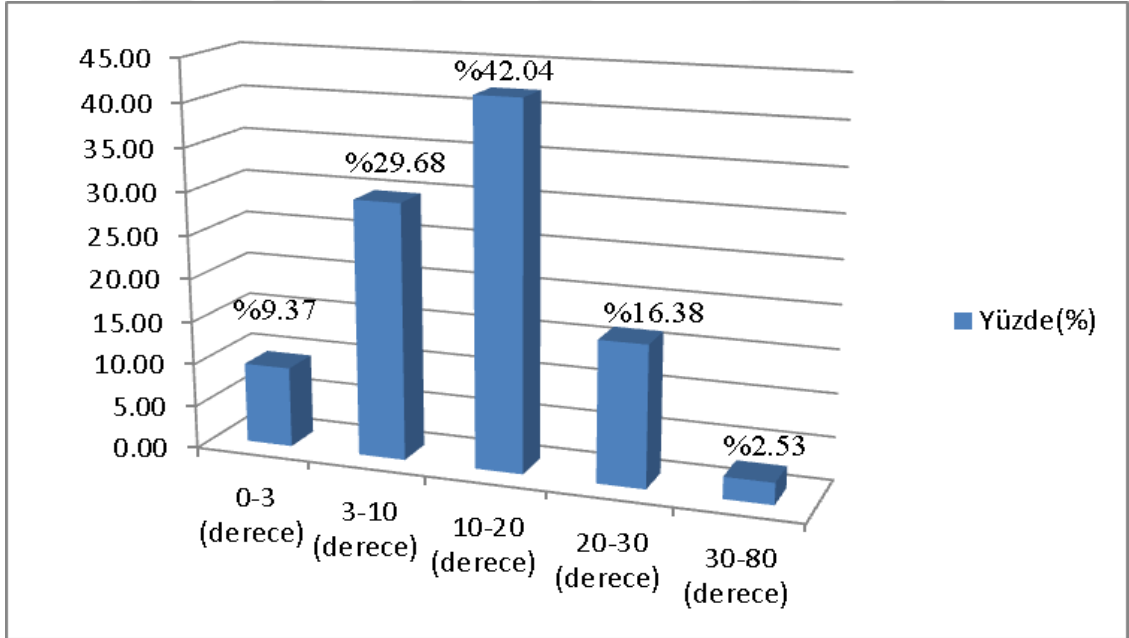
Şekil 3.2. Osmaneli İlçesi Yükseklik Haritası

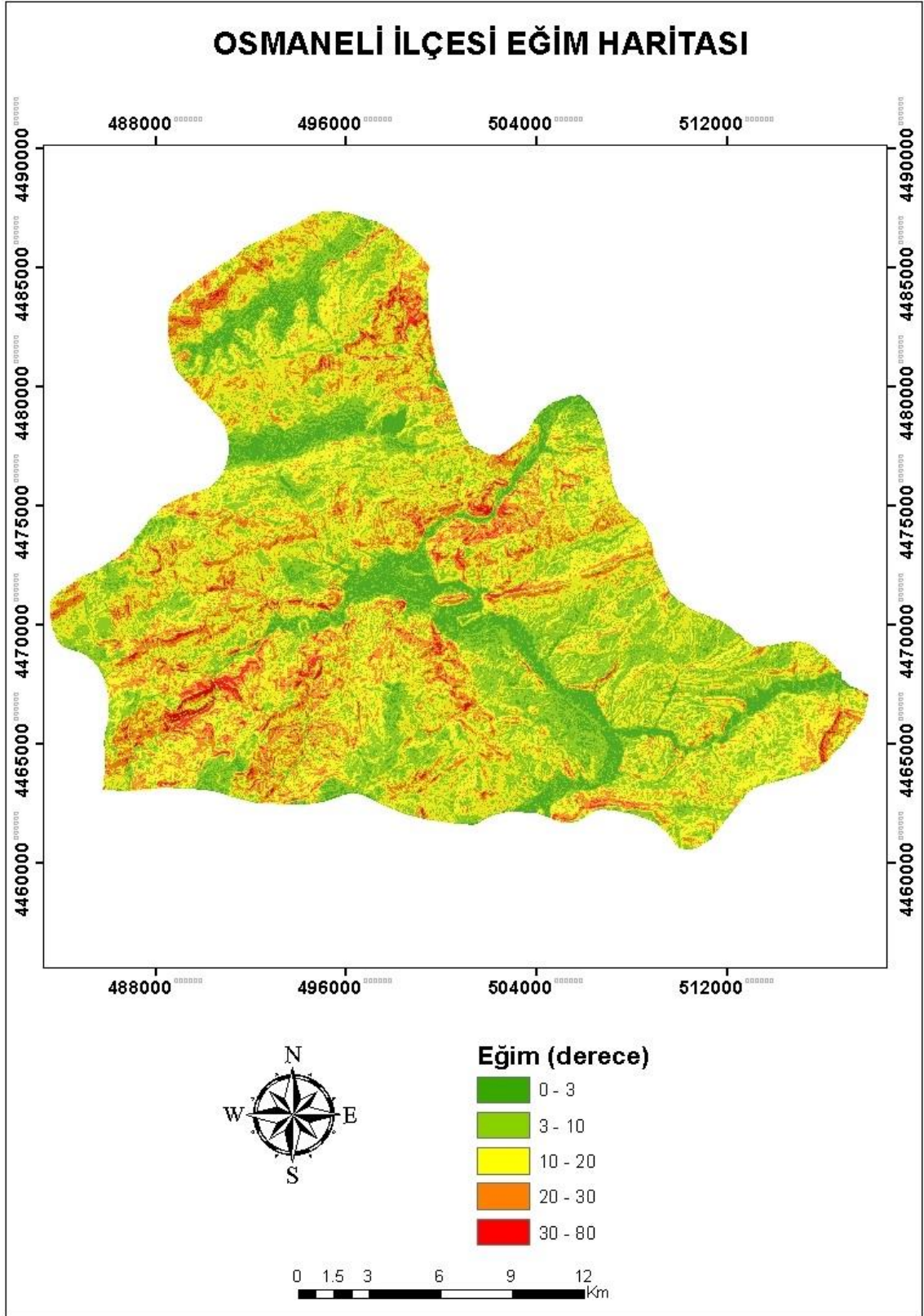
3.2.2. Eğim

Taşkın risk faktörünün belirlenmesinde kullanılacak önemli faktörlerden biri olan eğim, havza üzerinde bulunan jeomorfolojik özelliklerle birlikte ilişkilendirilmektedir. Çevresel ve fiziksel koşulların aynı olduğu varsayıldığı zaman, fazla eğime sahip alanlarda toprağa giden su miktarı az olacaktır. Yağış sebebiyle de toprağa sızan su miktarı daha az olması beklenir. Eğime bağlı olarak yüzeysel akıştaki olaylarda değişiklikler gözlenebilir. Yani eğim yüzeyinin fazla olduğu alanlarda yüzeysel akıştan geçen su miktarının daha fazla olduğu söylenebilir. Bu durumdan yola çıkılarak, düşük eğime sahip alanlarda yüzey üzerinde biriken su miktarının daha fazla olması sebebiyle, taşkın oluşum riski daha fazladır denilebilir (Özcan, 2008).

Çalışma bölgesine ait olan SYM verileri kullanılarak, ArcGIS programı üzerinden eğim haritası yapılmıştır. Bölgedeki eğimin alansal yüzdesi Tablo 3.7'de gösterilmiş olup, Osmaneli ilçesine ait eğim haritasına da Şekil 3.3'de yer verilmiştir.

Tablo 3.7. Eğimin Alansal Dağılım Oranları





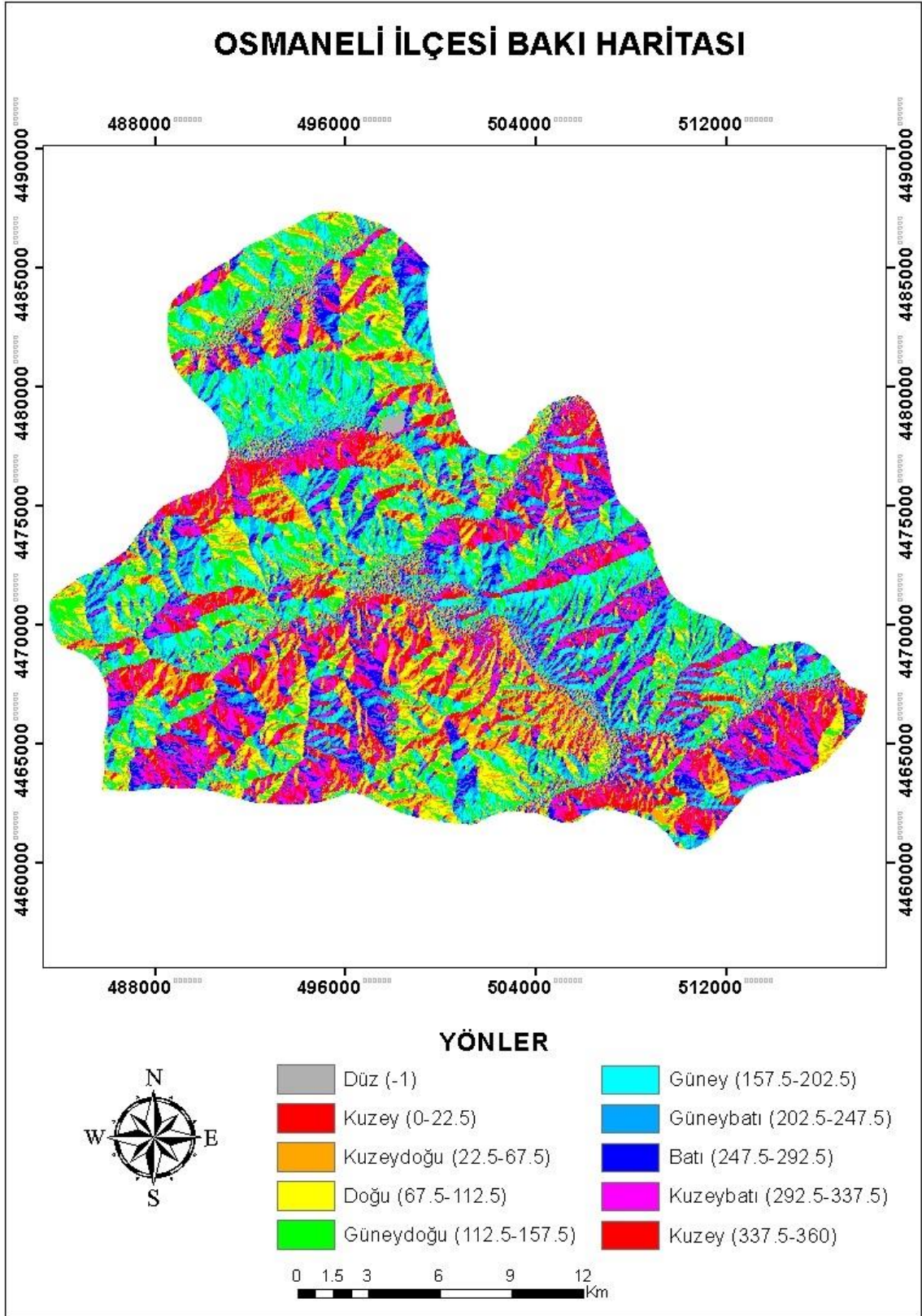
Şekil 3.3. Osmaneli İlçesi Eğim Haritası

3.2.3. Bakı

Üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizin, yeryüzü üzerinde yer aldığı konum incelendiğinde, kuzey yarım küredeki bakının özelliklerini göstermektedir. Buradaki özelliklerin genel olarak incelemesi yapıldığında, kuzeye bakan taraftaki yamaçlar, güneye bakan taraftaki yamaçlara göre radyasyondan etkilenmesi daha az olacaktır. Bu radyasyon etkilenmeleri güneş kaynakları olarak oluşmaktadır. Doğu tarafında görülen yamaçlar için sabahları daha fazla, batı tarafında görülen yamaçlar için akşamları güneşten etkilendiği söylenebilir (Özcan, 2008).

Bakının yeryüzü üzerindeki etkisiyle birlikte, kuzey ve güney yamaçlarındaki jeomorfolojisi üzerinde bir takım farklılıklar ortaya çıkar. Genellikle güneye bakan yamaçlar üzerinde, bitki terlemesi ve buharlaşması adı verilen evapotranspirasyon oranı daha fazla olacaktır. Bu oran ile birlikte bitkilerde ani bir su ihtiyacı doğmaktadır. Su ihtiyacı genel coğrafya üzerinde bitki örtüsünü daha da seyrekleştirir ve kuraklığa daha dayanıklı yeni bitki türlerinin oluşmasına olanak sağlar. Böylece nemi seven bitki türleri gelişir ve toprak türlerinin oluşumu için uygun şartlar sağlanmış olur. Yüzey akışında ise azaltıcı bir etki oluşumunda rol oynar (Özdemir, 2007).

Çalışma bölgesine ait SYM verilerinden faydalanılarak, bakı verileri elde edilmiştir. Raster veri formatı üzerinden ise 8 farklı yön ve düz alanlardan oluşturulmuş, Osmaneli ilçesinin bakı haritası Şekil 3.4’de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Osmaneli İlçesi Bakı Haritası

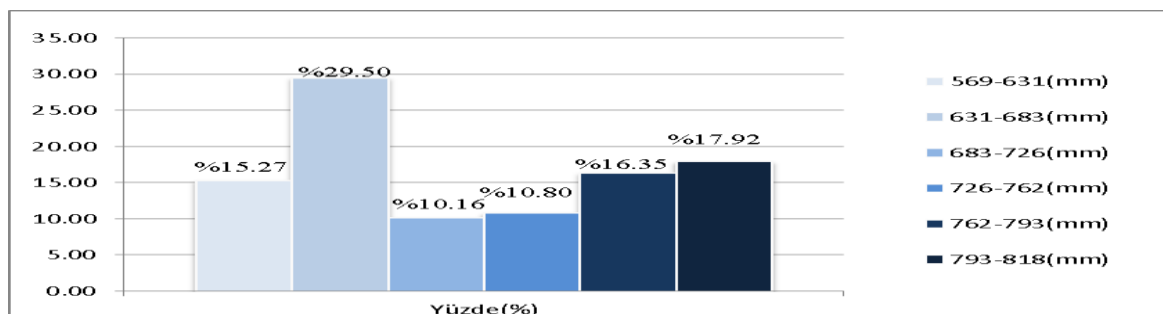
3.2.4. Yağış

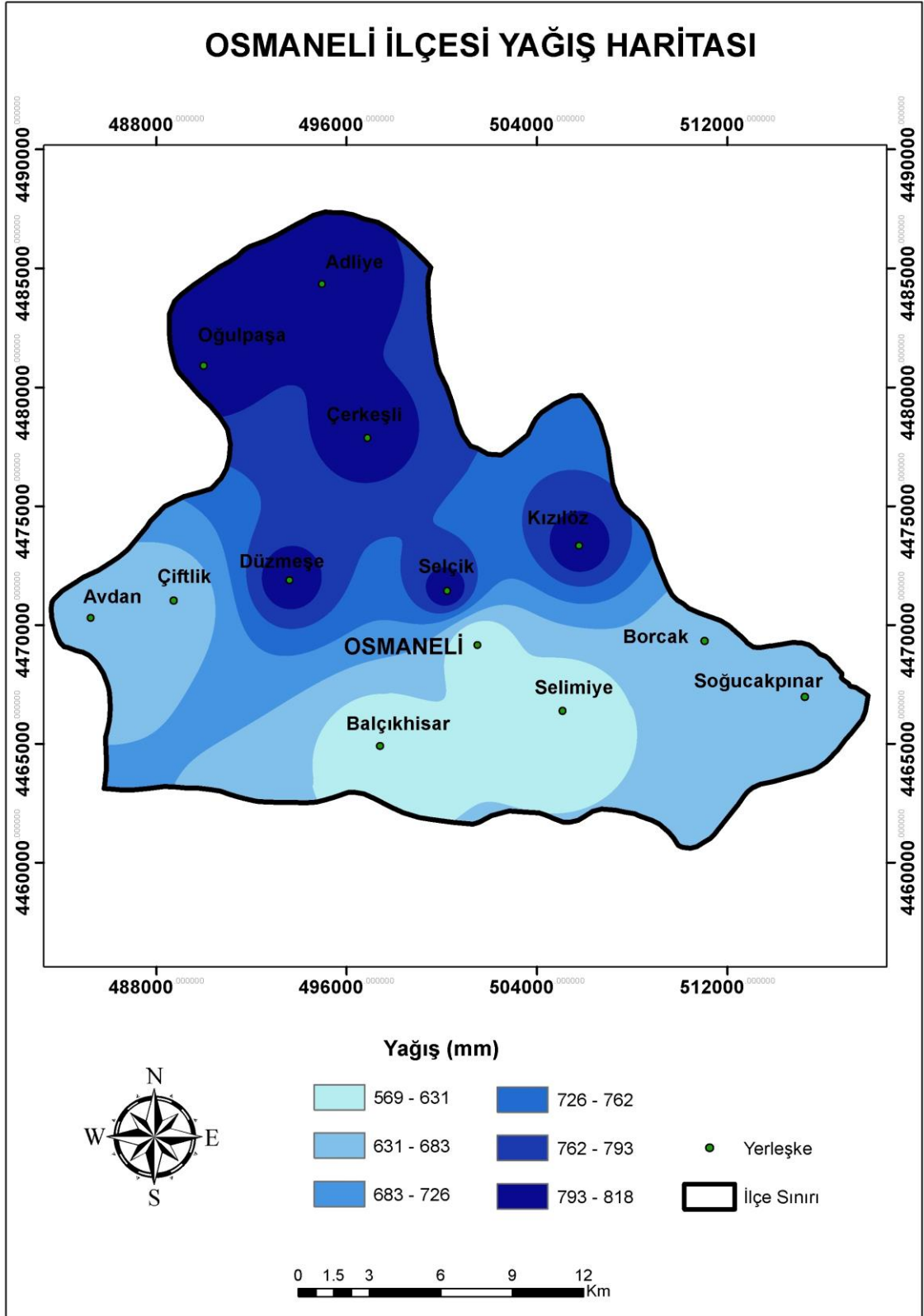
Taşkınların oluşumunda ve risk faktörlerinin belirlenmesinde önemli etkiye sahip olan kriterlerden biri yağışlardır. Yağışlar geliş şiddetine, miktarına, açısına ve şekline bağlı olarak, taşkınlar üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Sağanak ve şiddetli biçimde olan yağışlar, çevresel etkilerle birlikte taşkınların meydana gelmesinde aktif rol oynamaktadır. Gelen yağışın şiddetine bağlı olarak taşkınların oluşum hızı eşdeğerlilik göstermektedir. Sağanak biçimde gerçekleşen yağışların yer yüzeyine fazla su düşürmesinden dolayı, toprak içerisine suyun sızması engellenir. Yüzeyde biriken su fazlalığı ise taşkınların oluşumunda etkili olmaktadır. Su kütlelerinin birikmesi akarsu yatakları içinde risk teşkil etmektedir. Yağışa bağlı olarak akarsu yataklarının üzerine gelen su miktarı artış göstermektedir. Böylece yağışın fazla olduğu zamanlarda akarsu içerisindeki suyun taşma durumu gerçekleşir. Bu da taşkın oluşum riskine etki etmektedir (Saykılı, 2019).

Osmaneli ilçesinin mevcut konumuna bakılacak olursa; etrafında bulunan yüksek dağlarla birlikte çevrilmiş vadi içerisinde yer aldığı söylenebilir. Bölgenin fiziksel durumu da göz önüne alındığında diğer meteoroloji istasyonlarından daha az yağış aldığı söylenebilir. Sınır şehirlerdeki yağış istasyonları incelendiğinde; en fazla yağışın Karadeniz üzerinden gelen rüzgârlardan etkilenecek bölgede olduğu, güneye doğru yağış değerlerinde azalış gözlenmektedir (Başkaya, 2012).

Yağışın taşkın oluşumuna etkisini araştırmak için çalışma bölgesinin sınırları içinde farklı 13 adet yerleşim yeri belirlenmiştir. Bu yerleşkelerin, güncel ve ortalama yağış bilgileri climate-data.org ait internet sitesinden alınmıştır. Çalışma alanına ait ortalama yağış değerlerinin alansal yüzdesi Tablo 3.8'de gösterilmiştir. ArcGIS programı üzerinden Mekansal Analiz (Spatial Analyst) aracından Inverse Distance Weighted (IDW) enterpolasyon yöntemiyle ortalama yağış miktarlarının haritası oluşturulmuştur (Şekil 3.5).

Tablo 3.8. Yağışın Alansal Dağılım Oranları





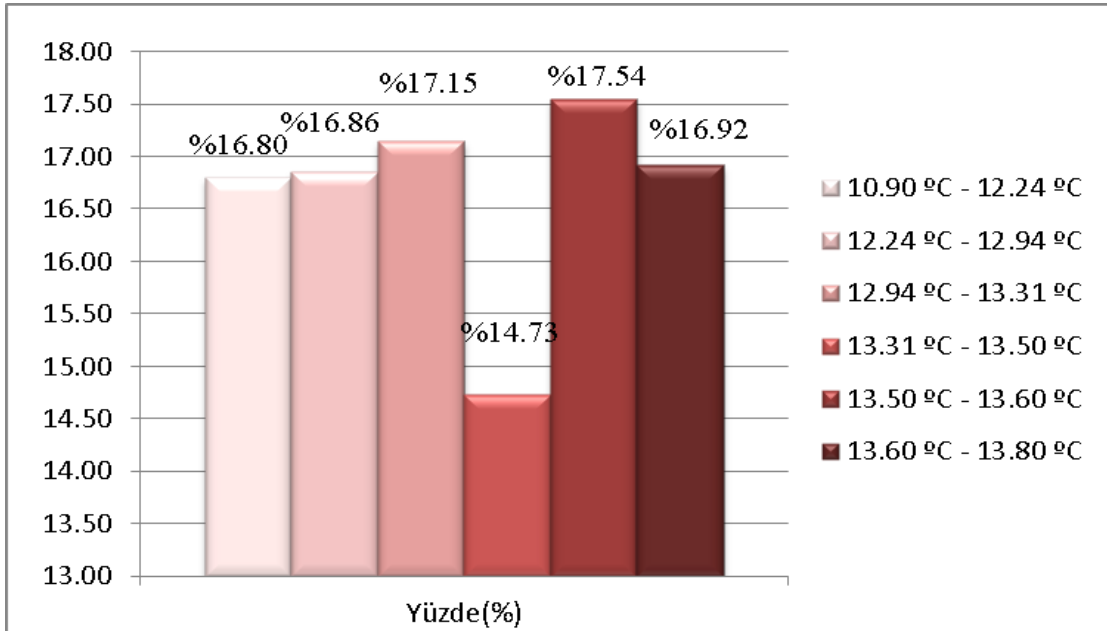
Şekil 3.5. Osmaneli İlçesi Yağış Haritası

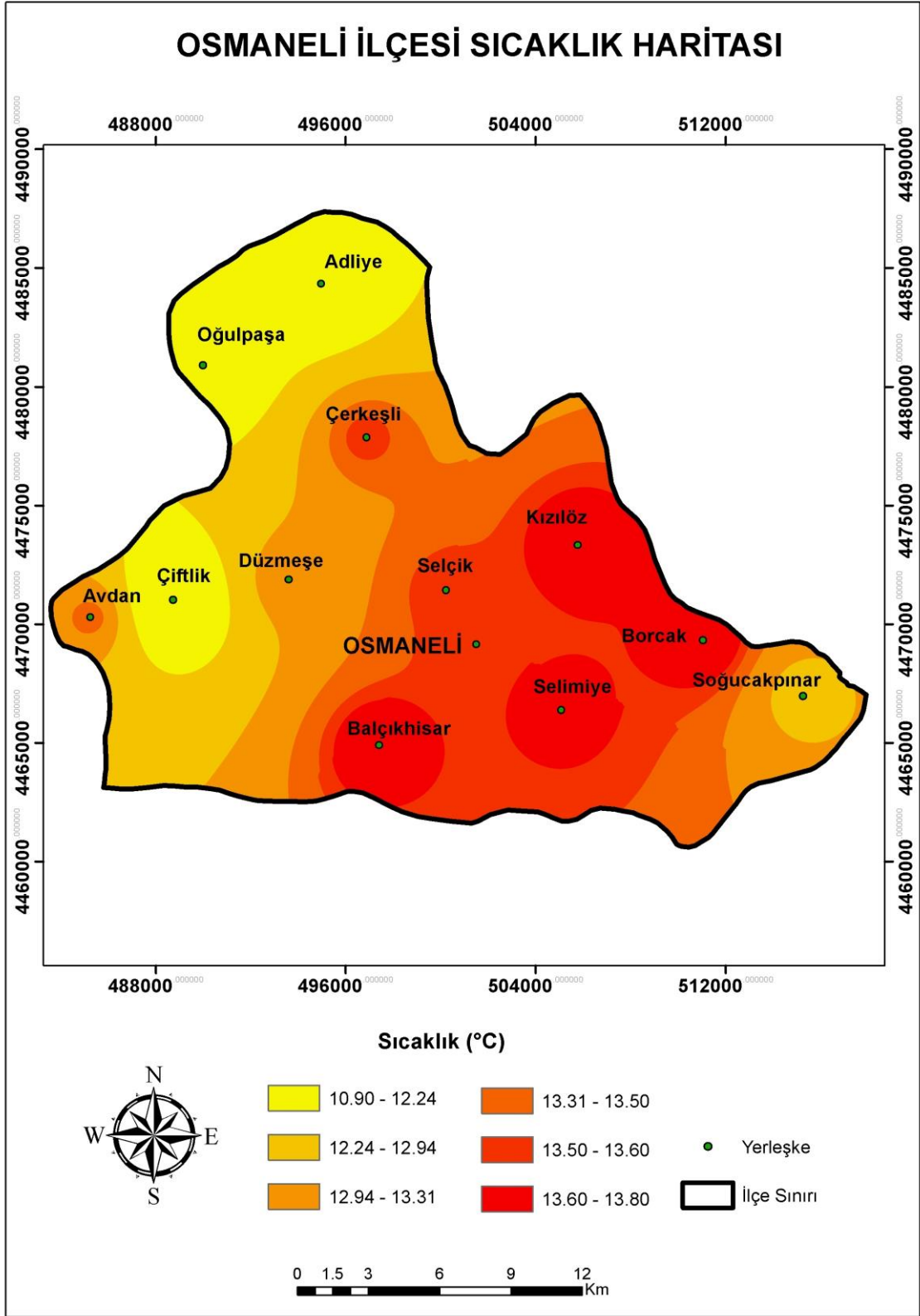
3.2.5 Sıcaklık

Son yıllarda gözlenen doğal afetlerin başlıca sebepleri arasında, iklim değişiklikleri gelmektedir. Taşkın riskinin oluşmasında yoğun yağışların yanı sıra, sıcaklık da etkili olmaktadır. Sıcaklık faktörünün meydana getirmiş olduğu buharlaşma, basınç, nem ve kar yağışındaki erimelerin sonucunda, taşkın riskinin arttığı bilinmektedir. Sıcaklığı düşük olan bölgeler gözleendiği zaman oluşan yağışlar, kar ve dolu olarak bölgede yer alır. Yüksek sıcaklığa sahip olan bölgelerde ise mevsim şartlarına göre yağmur olarak bölgede varlığını sürdürür. Bölgedeki rakım faktörünün ise bu durum üzerinde doğrudan ilişkisi olduğunu gösterir (Bulan, 2019).

Sıcaklık değerlerinin taşkın riskine etkisinin araştırılması için, çalışma alanı sınırları içerisinde bulunan farklı 13 adet yerleşke belirlenmiştir. Bu yerleşkelere ait güncel ve ortalama sıcaklık verileri climate-data.org sitesinden alınmıştır. Çalışma alanında bulunan yerleşkelere ait ortalama sıcaklık değerlerinin alansal yüzdesi Tablo 3.9'da gösterilmiştir. IDW enterpolasyon yöntemiyle oluşturulan, çalışma sahasına ait sıcaklık haritası Şekil 3.6'da gösterilmiştir.

Tablo 3.9. Sıcaklıkların Alansal Dağılım Oranları





Şekil 3.6. Osmaniye İlçesi Sıcaklık Haritası

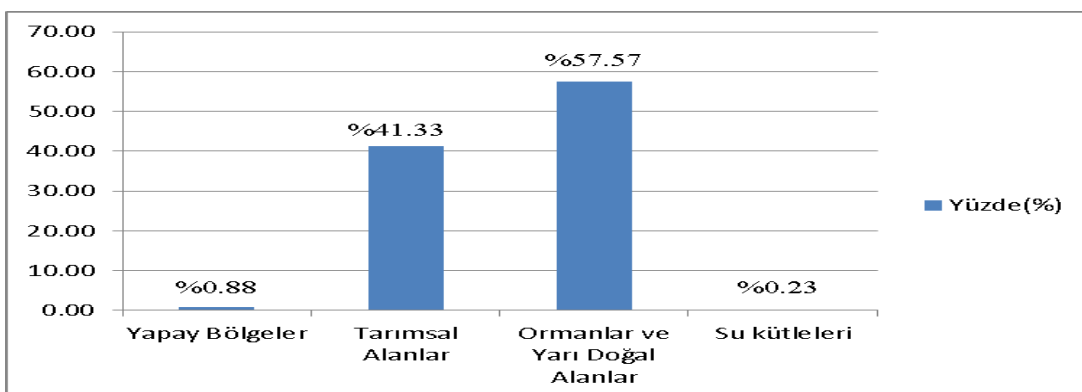
3.2.6 Arazi Kullanımı

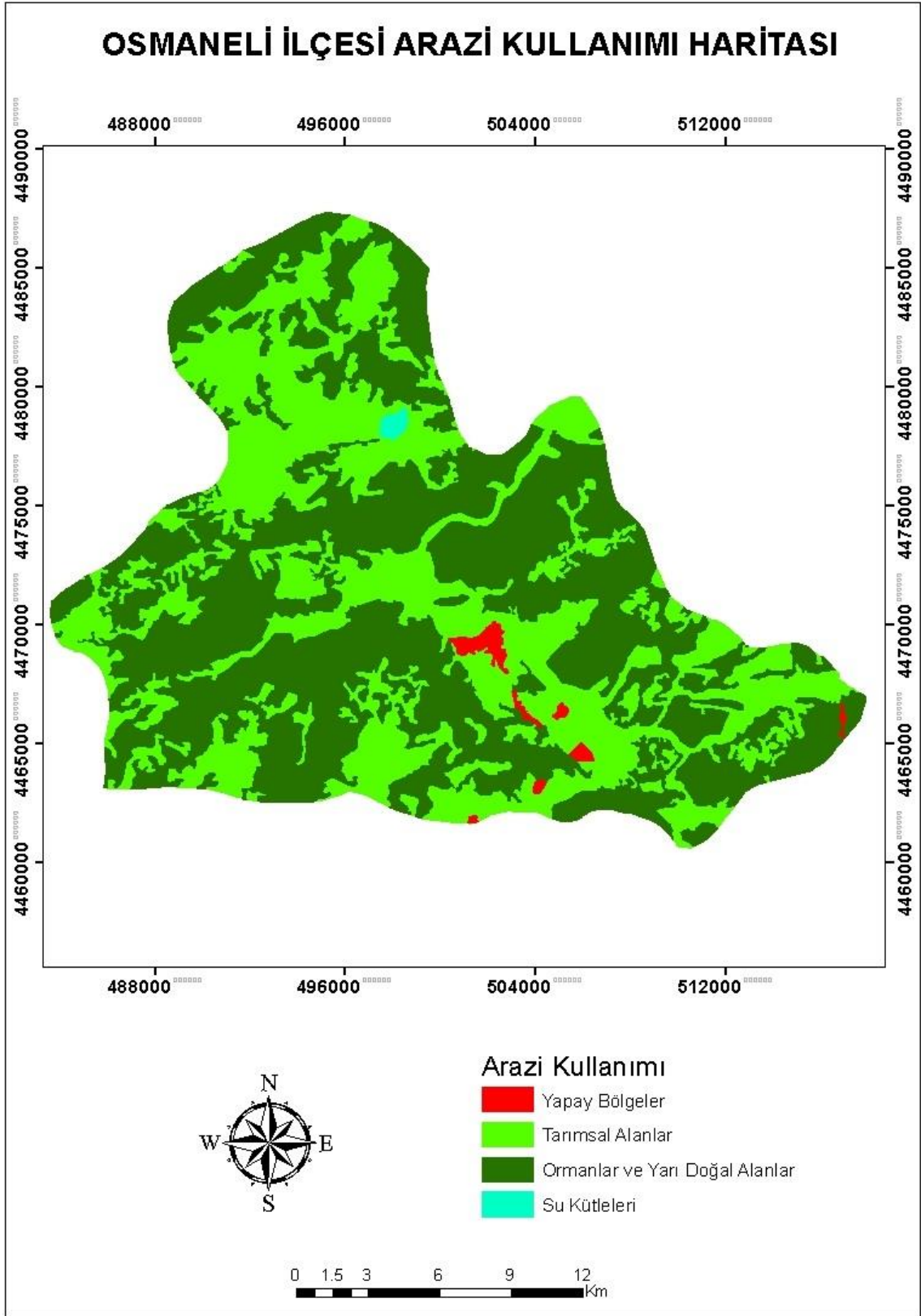
Güncel yaşamımızın sürdürülebilirliği açısından önemli yer tutan arazi, doğru kullanılmadığı zaman sosyal ve çevresel etkenlerle değişiklik göstermesi mümkündür. Bu değişkenliklerin sebebi olarak; iklimsel faktörler, biyolojik çeşitlilik kaybı ve insanların çevre üzerindeki faaliyetleri örnek gösterilebilir (Popovici vd., 2013). Günümüzde çevreye ait veri bilgilerinin elde edilmesi için doğrudan gözlem yapılabilmesinin dışında, uydu görüntülerinin ve coğrafi bilgi sisteminin kullanımı yaygınlaşmıştır (Özür ve Ataol, 2018).

CORINE (Coordination of Information on the Environment - Çevresel Bilginin Koordinasyonu) ise arazi kullanımı ve arazi örtüsünü izlenimi için fiili bir standarttır. Ortak bir standarda göre üretimi yapılarak 1990, 2000, 2006, 2012 ve 2018 referans yıllarının durumlarını temsil eder. Çevre ile ilgili bilgilerin koordinasyonu için bu girişim, 1985 yılında Avrupa Birliği tarafından başlatılmıştır. Bu program AB için tutarlı bir çevresel veri tabanı derlemeyi amaç edinmektedir. Avrupa Çevre Ajansı tarafından koordine edilen bu sistem, uydu görüntülerinin manuel olarak yorumlanması ile arazi kullanım verileri elde etmeyi amaçlamaktadır (Aune-Lundberg ve Strand, 2021).

Çalışma alanının arazi kullanımı/örtüsü için CORINE 2018 veri parametreleri kullanılmıştır. Bu verilerdeki parametreler; yapay bölgeler, tarımsal alanlar, ormanlar ve yarı doğal alanlar, su kütleleri olmak üzere 4 ana kategoride toplanmaktadır. Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığının, mevcut CORINE meta verisinden alınan arazi kullanım raporlarının derlenmesi ile Tablo 3.10 oluşturulmuştur (URL9). Bu veri parametrelerinden yola çıkılarak arazi kullanım haritası Şekil 3.7'de gösterilmiştir.

Tablo 3.10. Arazi Kullanımı Verileri (URL9)





Şekil 3.7. Osmaneli İlçesi Arazi Kullanımı Haritası

3.2.7. Jeoloji

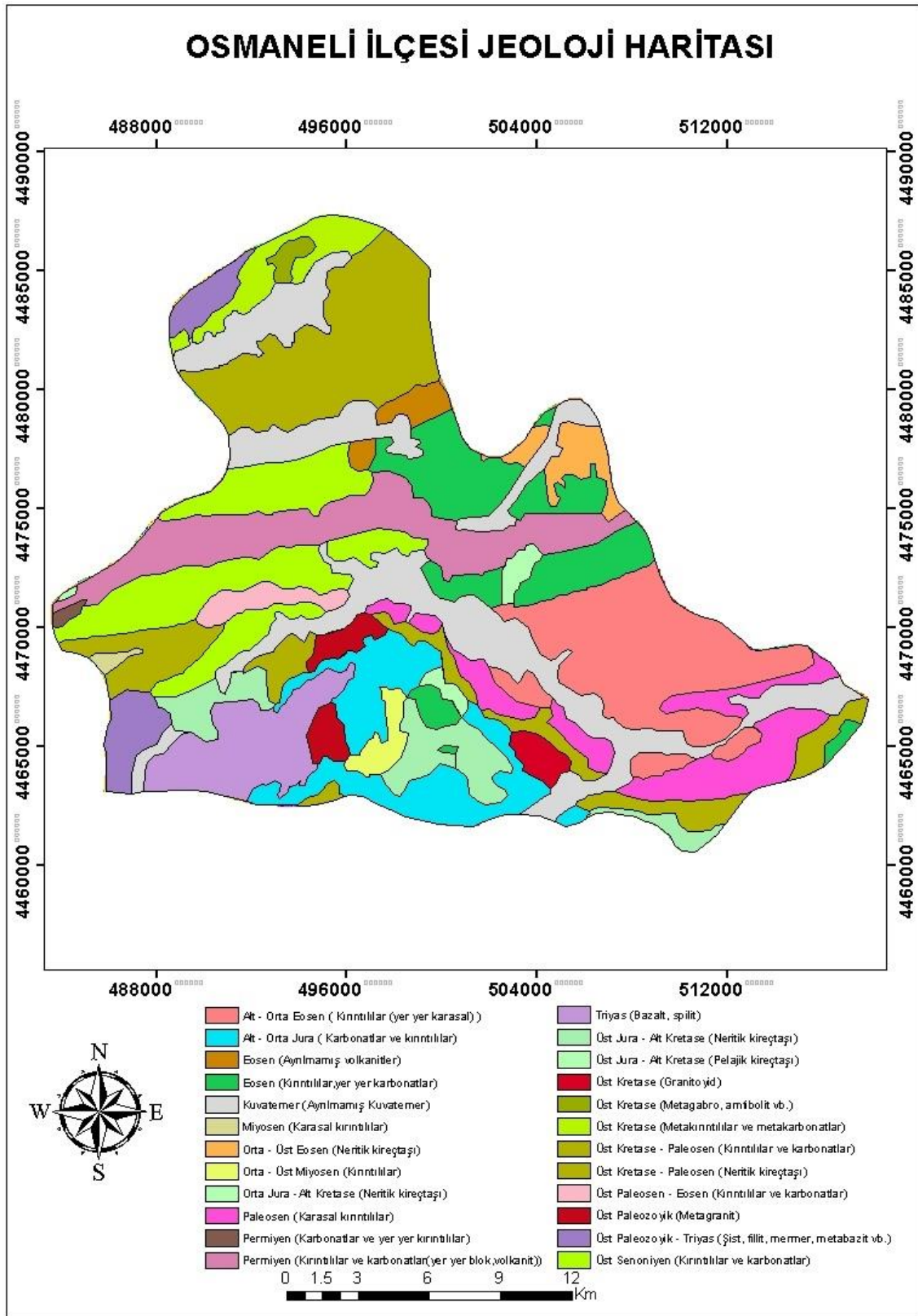
Zamansal süreç ile birlikte yeryüzünün şekillenmesinde büyük etki sahibi olan jeolojik özellikler, taşkına neden olan risk faktörlerinden biridir. Taşkınların meydana gelmesinde dolaylı olarak etki sahibi olan jeolojik özelliklerin, alüvyon toprak tipinin oluşturduğu bölgelerde risk, diğer alanlara daha göre yüksektir. Kayaç geçirgenliği ne kadar düşük olursa, bulunduğu alanlarda yüzeysel akış fazla olması nedeniyle taşkın tehlikesine neden olmaktadır (Saykılı, 2019).

Çalışma alanının genel jeoloji durumunu incelediğimiz zaman bölgedeki en yaşlı topluluğun Paleozoyik yaşlı metamorfikler ile magmatitlerden oluştuğu gözlenmektedir. Osmaneli ilçesinin önemli jeolojik özelliklerinden biri olan Kuvaterner, bölgede Sakarya Nehri ve Göynük Çayı'nda bulunmaktadır. Akarsuların ve bunlara bağlanan derelerin yataklarından birikmiş olan çakıl, kum, yamaç döküntüsü, molozu ve birikinti kolonilerini yeni alüvyonları oluşturmaktadır. Gevşek tutturulmuş karbonat çimentolu çakıltaşı ve kumtaşları ise eski alüvyonlar dediğimiz yapıları oluşturmuştur. Eski ve yeni alüvyon adını alan bu yapılar, Kuvaterner olarak tanımlanmaktadır (Aydın, 2013).

Çalışma alanına ait jeoloji haritalarının hazırlanmasında Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA)'nın internet sitesinin basılı jeoloji haritalarından olan, 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası (İstanbul) ve Türkiye Jeoloji Haritası (Zonguldak) kullanılmıştır (URL10;URL11). Jeoloji haritalarının birleştirilmesinde ve çalışma alanına ait sayısallaştırma işlemlerinde ArcGIS programından yararlanılmıştır. Jeoloji haritaları raster veriden, vektör veri formatına dönüştürülerek hazırlanmış ve çalışma alanına göre tematik haritası oluşturulmuştur (Şekil 3.8).

Şekil 3.8 incelendiğinde ve akarsu yataklarına göre değerlendirildiğinde, taşkın riskine sebep olabilecek jeolojik yapılar belirlenmiştir. Bir sonraki aşamalarda kullanılması amacıyla, çalışma alanı için önemli jeolojik özellikler 6 grupta incelenecektir. Bu gruplar;

- Kuvaterner,
- Üst Jura - Alt Kretase,
- Üst Kretase – Paleosen,
- Alt - Orta Eosen,
- Kretase,
- Diğer jeolojik özellikler (yukarıdaki 5 madde hariç diğerleri).



Şekil 3.8. Osmaneli İlçesi Jeoloji Haritası (MTA' nın 1/500.000 Ölçekli Haritalarından Yararlanılmıştır.) (URL10;URL11)

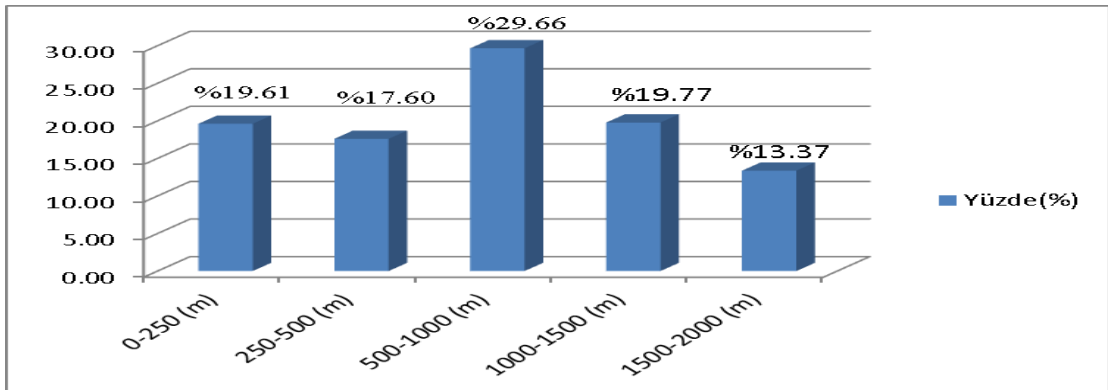
3.2.8 Akarsuya Uzaklık

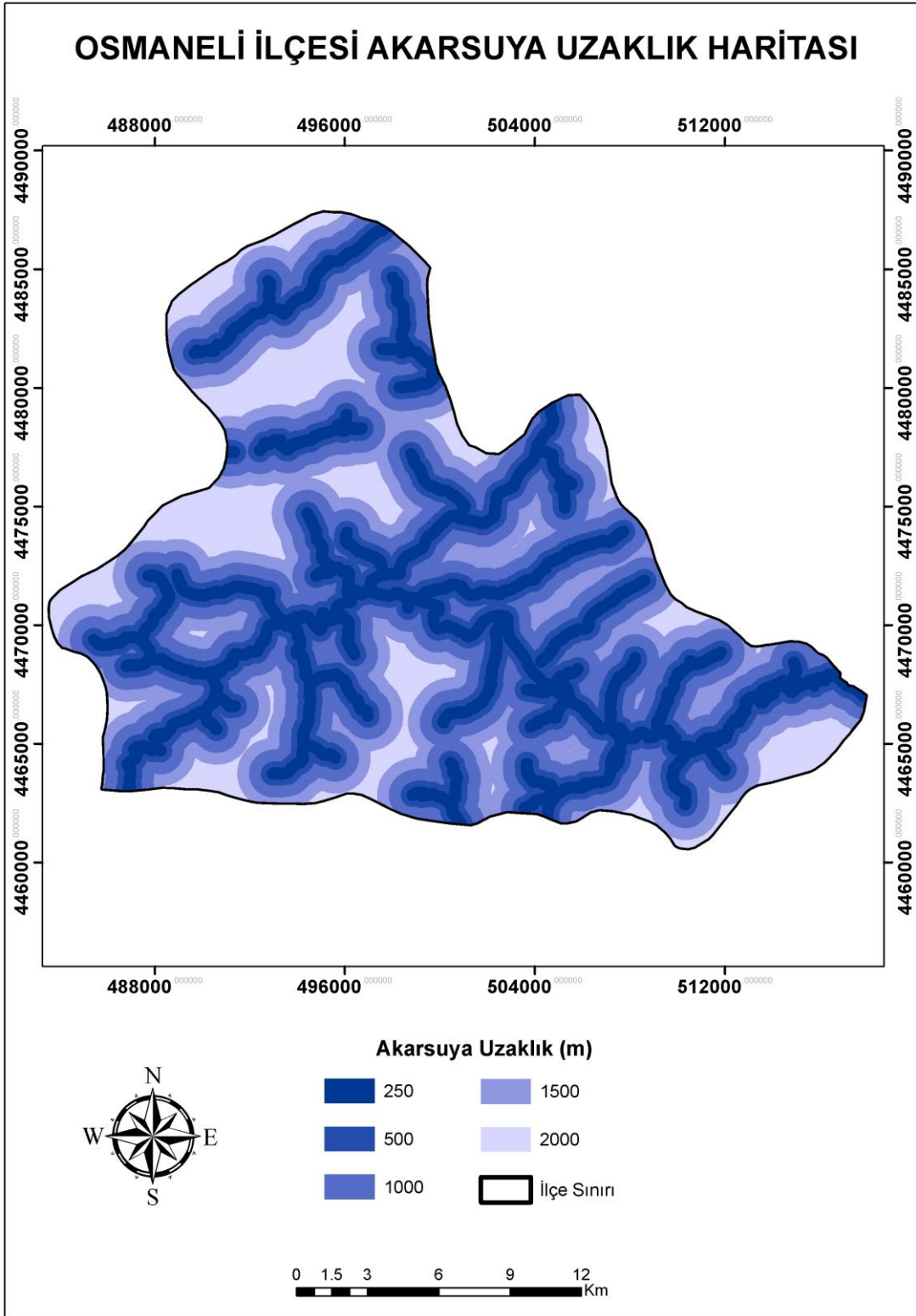
Taşkın oluşumunda önemli risk kategorisinden biri olan ve yerleşime uygunluk konusunda değerlendirme yapılabilecek faktörlerden biri akarsuya uzaklıktır. Akarsuya yakın bölgeler, uzak olanlara göre daha fazla risk teşkil eder (Özşahin ve Kaymaz, 2015).

Çalışmada akarsuya uzaklık haritasını elde edebilmek için projeksiyon sisteminin aynı tutulması gerekir. Bu çalışmada hidroloji analizini gerçekleştirirken ve akarsuya uzaklık haritasını yaparken 2 veri tipinden yararlanılmıştır. İlk veri tipi olarak aynı projeksiyon sistemine ait, çalışma alanım ile karşılaştırılmış OpenStreetMap görüntülerinden elde edilmiş akarsu katmanıdır. Bu katman vektör veri formatında düzenlenmiştir. İkinci veri tipi; hidroloji analizini gerçekleştirebilmek ve havzadaki akarsu sınırlarını detaylı bir şekilde oluşturmak için, önceden kullanılan SYM verileridir. Bu işlemler için ArcGIS programının ArcToolbox menüsünden Spatial Analyst Tools, Hydrology sekmesi kullanılmıştır.

Sırasıyla çukur ve tepeleri gidererek boşlukları doldurmak için Fill komutu kullanılmıştır. Flow Direction komutu ile akış yönü belirlenerek, Flow Accumulation komutu ile de akım toplamı elde edilmiştir. Raster haldeki akarsu dosyamızdan vektörel halde veri elde etmek için sırasıyla Stream Order ve Stream To Feature komutlarıyla işlem yapılmıştır. OpenStreetMap ile kesişen akarsu ağları şekillendirilmiştir. Yeni oluşan akarsu ağları verileri Multiple Rig Buffer komutu ile derecelendirerek, tampon bölgelerinin akarsuya uzaklık haritası elde edilmiştir. Akarsuya uzaklıkların alansal dağılımları Tablo 3.11’de gösterilirken, akarsuya uzaklık haritası Şekil 3.9’da verilmiştir.

Tablo 3.11. Akarsuya Uzaklık Alansal Dağılım Oranları





Şekil 3.9. Osmaneli İlçesi Akarsuya Uzaklık Haritası

3.3. Method

Çalışmada taşkına neden olan parametreler belirlenmiş olup, bu parametrelere ait ilçe verileri toplanmıştır. Belirlenen parametreler ile bir karar hiyerarşisi oluşturulmuştur. Taşkına neden olan parametre faktörlerinin belirlenmesi kapsamında, önceki literatür çalışmalarından faydalanılmış ve uzman kişilerin yorumları dikkate alınmıştır. AHY ile taşkına neden olan parametreler önem sırasına göre oluşturulmuş ve ağırlıkları belirlenmiştir. Analiz işlemi sonucunda ise taşkın riski oluşturabilecek bölgeler belirlenmiştir.

3.3.1. Çok Ölçütlü Karar Analizi

İnsanlar yaşamları boyunca birçok etkinliklerde yer almış ve hayatlarının her kesitinde doğru kararı verebilmek için çabalamışlardır. Karar verme kavramı bir amaca yönelik oluşturulmakla beraber, yapılabilmesi en uygun yöntemlerle kriterleri seçme işlemidir. Karar verici bu kriterleri seçmek için, öncelikli durumları göz önünde bulundurma, çevresel olarak etkilenme niteliklerini belirleme ve kararın sonuçlarını irdeleyerek karar verme sürecini tamamlamak ister (Kılıç, 2020).

Çok ölçütlü karar verme süreci ise, çeşitli yöntem veya niteliklere bağlı olarak alternatif seçimi hedef tutar. Ve bu seçim en iyi olan kararlarla ilgilidir (Cho, 2003). Karar verme sürecinde alternatiflerin sıralaması yapılırken, bu alternatiflere yönelik birden fazla kriter ve alt kriter içerikleri oluşturulur. Bu yöntem ile sadece alternatifleri belirlenmekle kalmaz. Değerlendirilmesi gereken parametrelere göre öncelik oluşturmak için bir rehber görevi görür (Saaty, 2008).

ÇÖKA, karar vericinin yorumuna göre değişkenlik gösterir. Karar vericinin düzenlemiş olduğu ölçütler arasından seçim yapmasını gerektiren işlemdir (Öztürk ve Batuk, 2007).

Çalışmada kullanılan parametreler ve önem sırasına göre aralık değerleri Tablo 3.12' de gösterilmiştir. Jeoloji ve bakı değerleri risk grupları ve önem derecelerine göre düzenlenerek kısaltması yapılmıştır. Bu çalışmada, bölgesel olarak taşkın risklerinin belirlenmesi için ÇÖKA' ya dayalı olan, AHY kullanılmıştır.

Tablo 3.12. Parametreler ve Aralık Değerlerinin Önem Sırasına Göre Düzenlenmesi

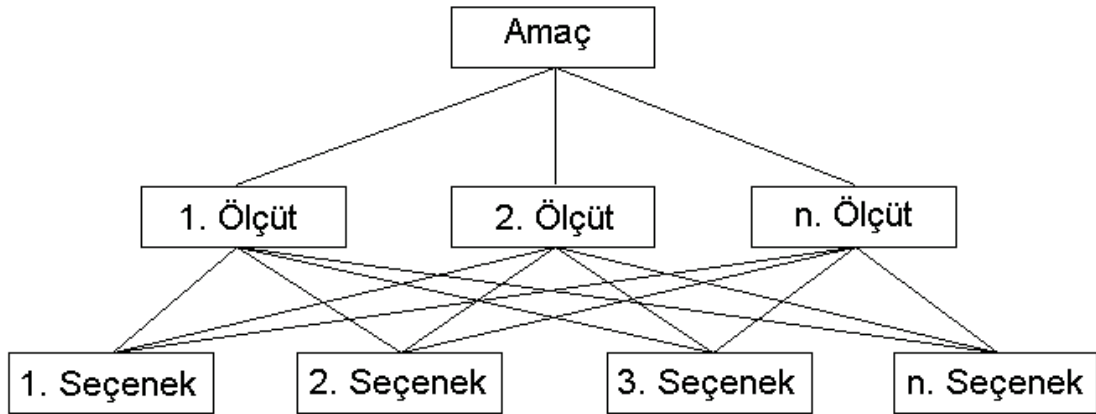
Parametreler	Aralık Değerleri
Yağış (mm)	793 – 818
	762 – 793
	726 – 762
	683 – 726
	631 – 683
	569 – 631
Akarsuya Uzaklık (m)	0 – 250
	250 – 500
	500 – 1000
	1000 – 1500
	1500 – 2000
Eğim (derece)	0 – 3
	3 – 10
	10 – 20
	20 – 30
	30 – 80
Yükseklik (SYM), (m)	116 – 350
	350 – 585
	585 – 820
	820 – 1055
	1055 – 1293
Arazi Kullanım	Yapay Bölgeler
	Tarımsal Alanlar
	Ormanlar ve Yarı Doğal Alanlar
	Su Kütleleri
Bakı	Kuzey – Kuzeydoğu – Kuzeybatı
	Güney – Güneydoğu – Güneybatı
	Doğu – Batı
Jeoloji	Kuvaterner
	Üst Jura – Alt Kretase
	Üst Kretase – Paleosen
	Alt – Orta Eosen
	Kretase
	Diğer
Sıcaklık (°C)	10.90 – 12.24
	12.24 – 12.94
	12.94 – 13.31
	13.31 – 13.50
	13.50 – 13.60
	13.60 – 13.80

3.3.2 Analitik Hiyerarşi Yöntemi

Analitik hiyerarşi yöntemi genel bir ölçüm teorisi niteliğindedir. Ayrık ve sürekli oran ölçeklerinde ikili karşılaştırmalar için kullanılmıştır. Bu karşılaştırmalar için kullanılan veri parametreleri gerçek ölçümlerden alınan veya temel olarak göreceli veri kavramlarını yansıtan tercihlerden oluşmaktadır. AHY, tutarlıkların ayrılması ve belirlenmesi kapsamında genel düşüncelere sahiptir (Saaty, 1987).

AHY, 1970’li yılında Thomas Saaty tarafından geliştirilmiş bir model olup, kriterlerin problemlerinin çözülmesinde büyük ölçüde yardımcı olan karar verme yöntemidir. AHY ile yapılan çalışmalar, ölçütlerin doğru ve tarafsız olarak karşılaştırmalarının oluşturulması açısından büyük önem taşımaktadır. Hiyerarşiyi tarif edecek olduğumuzda; en az üç düzeyden oluştuğu gözlenmektedir. En üst kısmında problemin genel amacı, amacın hemen altında ölçütler ve gerekiyorsa alt ölçütler kullanılır. Hiyerarşi modelinin en alt düzey kısmında ise seçenekler gelmektedir (Saykılı, 2019).

Tablo 3.13. Basit Analitik Hiyerarşi Modeli (Saaty, 1980)



AHY ile karar verme süreci aşağıdaki adımları kullanarak gerçekleşir (Tanrıverdi, 2019).

1. Karar verme ihtiyacına göre problemlerin tanımlaması yapılarak değerlendirme ölçütleri belirlenir. Problemdaki hedeflerin belirlenmesi ile birlikte alternatifler tanımlanır.
2. Amaçların karar verme hedeflerine varabilmek için, ölçüt unsurlarının birbirlerine göre üstünlükleri belirlenip, ikili karşılaştırmalar yapılarak değerlendirilir.

Tablo 3.14. AHY Değerleme Ölçeği (Saaty, 1980).

Önem Derecesi	Değer Tanımı
1	Eşit Önemli
3	Orta derecede önemli
5	Oldukça güçlü derecede önemli
7	Çok güçlü derecede önemli
9	Aşırı derecede önem sahibi
2,4,6,8	Ara – uzlaşma değerleri

3. İkili karşılaştırmaların sonucunda elde edilen değerlerin birbirleriyle olan tutarlılıklarının değerlendirilmesi yapılır. Saaty (1980) tarafından önerilen tutarlılık oranı kullanılmakta olup bu değer 0.10 kabul edilmiştir. Oran 0.10' un altında ise yargıların tutarlılığının yeterli olduğu ve değerlendirmeler de kullanılabileceği kabul edilirken, 0.10' un üzerinde olan tutarlılık oranları için değerlendirmelere tekrar göz atılması gerektiğini ifade etmektedir (Yılmaz, 2015).
4. Belirlenen her bir seçenek, 2. Aşamada elde edilen öneme göre sıralanır ve son seçim yapılır (Tanrıverdi, 2019)

3.3.2.1 Parametrelerin ve Alt Öğelerin Ağırlıklarının Belirlenmesi

Bu çalışmada ağırlıkların belirlenmesi kapsamında AHY yönteminden yararlanılmıştır. AHY ile taşkın risk faktörünün değerlendirilmesinde Osmaneli ilçe sınırları baz alınarak işlem yapılmıştır. Taşkına neden olan problemler tanımlanmış ve parametreler seçilmiştir. Bu parametreler belirlenirken önceki literatür çalışmalardan faydalanılmıştır. Belirlenen parametreler, taşkın riskini oluşturabilecek en önemli faktörden az önemli faktöre göre sıralanarak ağırlık değerleri verilmiştir. Ve buna göre karşılaştırılması yapılmıştır. Önem derecesine göre sırasıyla parametreler; yağış, akarsuya uzaklık, eğim, yükseklik, arazi kullanımı, bakı, jeoloji, sıcaklık olarak belirlenmiştir.

İlk faktör olan ana parametrelerin ikili karşılaştırması risk grubundaki sıraya göre oluşturulmuştur. Oluşturulan matris Tablo 3.15' de gösterilmiştir.

Tablo 3.15. Parametrelerin İkili Karşılaştırma Matrisi

1. Adım								
Parametre	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
P1	1	2	3	4	5	5	6	6
P2	1/2	1	3	4	5	5	6	6
P3	1/3	1/3	1	2	3	4	5	5
P4	1/4	1/4	½	1	2	4	4	5
P5	1/5	1/5	1/3	1/2	1	3	4	4
P6	1/5	1/5	¼	1/4	1/3	1	2	3
P7	1/6	1/6	1/5	1/4	1/4	1/2	1	2
P8	1/6	1/6	1/5	1/5	1/4	1/3	1/2	1
Toplam	2.817	4.317	8.483	12.200	16.833	22.833	28.500	32.000
P1: Yağış P2: Akarsuya Uzaklık P3: Eğim P4: Yükseklik P5: Arazi Kullanımı P6: Bakı P7: Jeoloji P8: Sıcaklık								

İkili karşılaştırma işlemi tercih sıramıza göre oluşturduktan sonra, matristeki ölçü değerleri, her parametrenin sahip olduğu sütun toplamına bölünerek bağıl ağırlıkların toplamı 1 olacak şekilde getirilmesi amaçlanmıştır. Sonrasında ise her satırın ortalaması alınıp, bağıl ağırlık değerleri hesaplanmıştır (Tablo 3.16).

Tablo 3.16. Parametrelerin Ağırlıklarının Belirlenmesi

2. Adım									
Parametre	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	Ağırlık
P1	0.355	0.463	0.354	0.328	0.297	0.219	0.211	0.188	0.302
P2	0.178	0.232	0.354	0.328	0.297	0.219	0.211	0.188	0.251
P3	0.118	0.077	0.118	0.164	0.178	0.175	0.175	0.156	0.145
P4	0.089	0.058	0.059	0.082	0.119	0.175	0.140	0.156	0.110
P5	0.071	0.046	0.039	0.041	0.059	0.131	0.140	0.125	0.082
P6	0.071	0.046	0.029	0.020	0.020	0.044	0.070	0.094	0.049
P7	0.059	0.039	0.024	0.020	0.015	0.022	0.035	0.063	0.035
P8	0.059	0.039	0.024	0.016	0.015	0.015	0.018	0.031	0.027
Toplam	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

İkili karşılaştırma yargılarındaki tutarlılığın belirlenmesi için tutarlılık oranının hesaplanması gerekir. Tutarlılık oranının hesaplanması için bağıl ağırlık değerleri ile ikili karşılaştırma sütunları sırası ile çarpılır. Elde edilen değerler ile matrislerin satır toplamı bulunarak yazılır. Ve ağırlık toplamına sırasıyla bölünerek tutarlılık vektörünü elde etmiş oluruz. Tutarlılık vektörü toplamının ölçüt sayısına bölümünden “λ” değeri elde edilir. Tutarlılık indeksi Tİ(CI) hesaplanarak TG(RI) tesadüfîlik

göstergesine bölünmesi ile birlikte TO tutarlılık oranı hesaplanmaktadır (Tanrıverdi, 2019).

Malczewski, 1999'dan alınmış tesadüfilik göstergesi Tablo 3.17'de gösterilmiştir.

Tablo 3.17. Tesadüfilik Göstergesi (Malczewski, 1999)

n	TG	n	TG	n	TG
1	0.00	6	1.24	11	1.51
2	0.00	7	1.32	12	1.48
3	0.58	8	1.41	13	1.56
4	0.90	9	1.45	14	1.57
5	1.12	10	1.49	15	1.59

Burada ki parametre sayısı 8 olduğu için Tesadüfilik gösterge tablosuna göre TG = 1.41' tir. Tutarlılık oranı hesaplama sonucunda 0.061 elde edilmiştir. Hesaplanan bu değer $0.061 < 0.10$ olduğundan dolayı ikili karşılaştırma yargıları tutarlıdır denilebilir (Tablo 3.18).

Tablo 3.18. Parametrelerin Tutarlılık Hesabı

Parametre	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	Satır Toplamı	Tutarlılık Vektörü
P1	0.302	0.501	0.436	0.439	0.409	0.247	0.207	0.162	2.702	8.956
P2	0.151	0.251	0.436	0.439	0.409	0.247	0.207	0.162	2.301	9.182
P3	0.101	0.084	0.145	0.220	0.245	0.197	0.173	0.135	1.299	8.941
P4	0.075	0.063	0.073	0.110	0.163	0.197	0.138	0.135	0.954	8.695
P5	0.060	0.050	0.048	0.055	0.082	0.148	0.138	0.108	0.690	8.439
P6	0.060	0.050	0.036	0.027	0.027	0.049	0.069	0.081	0.401	8.123
P7	0.050	0.042	0.029	0.027	0.020	0.025	0.035	0.054	0.282	8.174
P8	0.050	0.042	0.029	0.022	0.020	0.016	0.017	0.027	0.224	8.304

$\lambda = (\text{Tutarlılık vektörleri toplamı}) / 8 = 8.602$ $CI(T\bar{I}) = (\lambda - 8) / (8 - 1) = 0,086$
 $CR(TO) = CI / RI (1.41) = 0.061$

Ana öğeler kapsamında değerlendirilen parametreler için, ikili karşılaştırma matrisleri kullanılarak, ağırlıkları belirlenmiş ve tutarlılık hesabı yapılarak, oranlar tablolarda belirtilmiştir. Parametrelerin verilerini oluşturan aralık değerleri alt öğeler kapsamında değerlendirilebilir. Hiyerarşiye göre detaylı sonuç vermesi için alt öğelerinde ikili karşılaştırma matrisleri ile ağırlıkları belirlenerek, tutarlılık hesabının yapılması gerekmektedir. Bu hesaplamalar yapılarak aşağıda verilen tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 3.19. Yağış Katmanındaki Alt Öğelerin Karşılaştırma Matrisi

Yağış Alt Öğeleri	A.Ö.1	A.Ö.2	A.Ö.3	A.Ö.4	A.Ö.5	A.Ö.6
A.Ö.1	1	2	3	5	6	7
A.Ö.2	1/2	1	2	3	5	6
A.Ö.3	1/3	1/2	1	3	5	6
A.Ö.4	1/5	1/3	1/3	1	2	3
A.Ö.5	1/6	1/5	1/5	1/2	1	2
A.Ö.6	1/7	1/6	1/6	1/3	1/2	1
Toplam	2.343	4.200	6.700	12.833	19.500	25.000

A.Ö.1: 793 – 818 mm
A.Ö.2: 762 – 793 mm
A.Ö.3: 726 – 762 mm
A.Ö.4: 683 – 726 mm
A.Ö.5: 631 – 683 mm
A.Ö.6: 569 – 631 mm

Tablo 3.20. Yağış Katmanındaki Alt Öğelerin Ağırlıklarının Belirlenmesi

Yağış Alt Öğeleri	A.Ö.1	A.Ö.2	A.Ö.3	A.Ö.4	A.Ö.5	A.Ö.6	Ağırlık
A.Ö.1	0.4268	0.4762	0.4478	0.3896	0.3077	0.2800	0.3880
A.Ö.2	0.2134	0.2381	0.2985	0.2338	0.2564	0.2400	0.2467
A.Ö.3	0.1423	0.1190	0.1493	0.2338	0.2564	0.2400	0.1901
A.Ö.4	0.0854	0.0794	0.0498	0.0779	0.1026	0.1200	0.0858
A.Ö.5	0.0711	0.0476	0.0299	0.0390	0.0513	0.0800	0.0531
A.Ö.6	0.0610	0.0397	0.0249	0.0260	0.0256	0.0400	0.0362
Toplam	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

A.Ö.1: 793 – 818 mm
A.Ö.2: 762 – 793 mm
A.Ö.3: 726 – 762 mm
A.Ö.4: 683 – 726 mm
A.Ö.5: 631 – 683 mm
A.Ö.6: 569 – 631 mm

Tablo 3.21. Yağış Katmanındaki Alt Öğelerin Tutarlılık Hesabı

Yağış Alt Öğeleri	A.Ö.1	A.Ö.2	A.Ö.3	A.Ö.4	A.Ö.5	A.Ö.6	Satır Toplamı	Tutarlılık Vektörü
A.Ö.1	0.388	0.493	0.570	0.429	0.319	0.253	2.453	6.322
A.Ö.2	0.194	0.247	0.380	0.257	0.266	0.217	1.561	6.329
A.Ö.3	0.129	0.123	0.190	0.257	0.266	0.217	1.183	6.223
A.Ö.4	0.078	0.082	0.063	0.086	0.106	0.109	0.524	6.104
A.Ö.5	0.065	0.049	0.038	0.043	0.053	0.072	0.320	6.031
A.Ö.6	0.055	0.041	0.032	0.029	0.027	0.036	0.220	6.068

$\lambda = (\text{Tutarlılık vektörleri toplamı}) / 6 = 6.180$ $CI(Tİ) = (\lambda - 6) / (6 - 1) = 0,036$
 $CR (TO) = CI / RI (1.24) = 0.029$

Tablo 3.22. Akarsuya Uzaklık Katmanındaki Alt Ögelerin Karşılaştırma Matrisi

Akarsuya Uzaklık Alt Ögeleri	A.Ö.1	A.Ö.2	A.Ö.3	A.Ö.4	A.Ö.5
A.Ö.1	1	3	5	7	9
A.Ö.2	1/3	1	3	5	7
A.Ö.3	1/5	1/3	1	3	5
A.Ö.4	1/7	1/5	1/3	1	3
A.Ö.5	1/9	1/7	1/5	1/3	1
Toplam	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
A.Ö.1: 0 – 250 m A.Ö.2: 250 – 500 m A.Ö.3: 500 – 1000 m A.Ö.4: 1000 – 1500 m A.Ö.5: 1500 – 2000 m					

Tablo 3.23. Akarsuya Uzaklık Katmanındaki Alt Ögelerin Ağırlıklarının Belirlenmesi

Akarsuya Uzaklık Alt Ögeleri	A.Ö.1	A.Ö.2	A.Ö.3	A.Ö.4	A.Ö.5	Ağırlık
A.Ö.1	0.5595	0.6415	0.5245	0.4286	0.3600	0.5028
A.Ö.2	0.1865	0.2138	0.3147	0.3061	0.2800	0.2602
A.Ö.3	0.1119	0.0713	0.1049	0.1837	0.2000	0.1344
A.Ö.4	0.0799	0.0428	0.0350	0.0612	0.1200	0.0678
A.Ö.5	0.0622	0.0305	0.0210	0.0204	0.0400	0.0348
Toplam	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
A.Ö.1: 0 – 250 m A.Ö.2: 250 – 500 m A.Ö.3: 500 – 1000 m A.Ö.4: 1000 – 1500 m A.Ö.5: 1500 – 2000 m						

Tablo 3.24. Akarsuya Uzaklık Katmanındaki Alt Ögelerin Tutarlılık Hesabı

Akarsuya Uzaklık Alt Ögeleri	A.Ö.1	A.Ö.2	A.Ö.3	A.Ö.4	A.Ö.5	Satır Toplamı	Tutarlılık Vektörü
A.Ö.1	0.503	0.781	0.672	0.474	0.313	2.743	5.455
A.Ö.2	0.168	0.260	0.403	0.339	0.244	1.414	5.432
A.Ö.3	0.101	0.087	0.134	0.203	0.174	0.699	5.204
A.Ö.4	0.072	0.052	0.045	0.068	0.104	0.341	5.030
A.Ö.5	0.056	0.037	0.027	0.023	0.035	0.177	5.093
$\lambda = (\text{Tutarlılık vektörleri toplamı}) / 5 = 5.2428$ $CI(Tİ) = (\lambda - 5) / (5 - 1) = 0,061$ $CR (TO) = CI / RI (1.12) = 0.054$							

Tablo 3.25. Eğitim Katmanındaki Alt Öğelerin Karşılaştırma Matrisi

Eğitim Alt Öğeleri	A.Ö.1	A.Ö.2	A.Ö.3	A.Ö.4	A.Ö.5
A.Ö.1	1	3	5	7	9
A.Ö.2	1/3	1	3	5	7
A.Ö.3	1/5	1/3	1	3	5
A.Ö.4	1/7	1/5	1/3	1	2
A.Ö.5	1/9	1/7	1/5	1/2	1
Toplam	1.787	4.676	9.533	16.500	24.000
A.Ö.1: 0 – 3 Derece A.Ö.2: 3 – 10 Derece A.Ö.3: 10 – 20 Derece A.Ö.4: 20 – 30 Derece A.Ö.5: 30 – 80 Derece					

Tablo 3.26. Eğitim Katmanındaki Alt Öğelerin Ağırlıklarının Belirlenmesi

Eğitim Alt Öğeleri	A.Ö.1	A.Ö.2	A.Ö.3	A.Ö.4	A.Ö.5	Ağırlık
A.Ö.1	0.5595	0.6415	0.5245	0.4242	0.3750	0.5050
A.Ö.2	0.1865	0.2138	0.3147	0.3030	0.2917	0.2619
A.Ö.3	0.1119	0.0713	0.1049	0.1818	0.2083	0.1356
A.Ö.4	0.0799	0.0428	0.0350	0.0606	0.0833	0.0603
A.Ö.5	0.0622	0.0305	0.0210	0.0303	0.0417	0.0371
Toplam	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
A.Ö.1: 0 – 3 Derece A.Ö.2: 3 – 10 Derece A.Ö.3: 10 – 20 Derece A.Ö.4: 20 – 30 Derece A.Ö.5: 30 – 80 Derece						

Tablo 3.27. Eğitim Katmanındaki Alt Öğelerin Tutarlılık Hesabı

Eğitim Alt Öğeleri	A.Ö.1	A.Ö.2	A.Ö.3	A.Ö.4	A.Ö.5	Satır Toplamı	Tutarlılık Vektörü
A.Ö.1	0.505	0.786	0.678	0.422	0.334	2.725	5.397
A.Ö.2	0.168	0.262	0.407	0.302	0.260	1.399	5.340
A.Ö.3	0.101	0.087	0.136	0.181	0.186	0.691	5.091
A.Ö.4	0.072	0.052	0.045	0.060	0.074	0.304	5.045
A.Ö.5	0.056	0.037	0.027	0.030	0.037	0.188	5.062
$\lambda = (\text{Tutarlılık vektörleri toplamı}) / 5 = 5.187$ $CI(Tİ) = (\lambda - 5) / (5 - 1) = 0,047$ $CR(TO) = CI / RI (1.12) = 0.042$							

Tablo 3.28. Yükseklik Katmanındaki Alt Öğelerin Karşılaştırma Matrisi

Yükseklik Alt Öğeleri	A.Ö.1	A.Ö.2	A.Ö.3	A.Ö.4	A.Ö.5
A.Ö.1	1	3	5	7	9
A.Ö.2	1/3	1	3	5	7
A.Ö.3	1/5	1/3	1	3	5
A.Ö.4	1/7	1/5	1/3	1	2
A.Ö.5	1/9	1/7	1/5	1/2	1
Toplam	1.787	4.676	9.533	16.500	24.000
A.Ö.1: 116 – 350 m A.Ö.2: 350 – 585 m A.Ö.3: 585 – 820 m A.Ö.4: 820 – 1055 m A.Ö.5: 1055 – 1293 m					

Tablo 3.29. Yükseklik Katmanındaki Alt Öğelerin Ağırlıklarının Belirlenmesi

Yükseklik Alt Öğeleri	A.Ö.1	A.Ö.2	A.Ö.3	A.Ö.4	A.Ö.5	Ağırlık
A.Ö.1	0.5595	0.6415	0.5245	0.4242	0.3750	0.5050
A.Ö.2	0.1865	0.2138	0.3147	0.3030	0.2917	0.2619
A.Ö.3	0.1119	0.0713	0.1049	0.1818	0.2083	0.1356
A.Ö.4	0.0799	0.0428	0.0350	0.0606	0.0833	0.0603
A.Ö.5	0.0622	0.0305	0.0210	0.0303	0.0417	0.0371
Toplam	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
A.Ö.1: 116 – 350 m A.Ö.2: 350 – 585 m A.Ö.3: 585 – 820 m A.Ö.4: 820 – 1055 m A.Ö.5: 1055 – 1293 m						

Tablo 3.30. Yükseklik Katmanındaki Alt Öğelerin Tutarlılık Hesabı

Yükseklik Alt Öğeleri	A.Ö.1	A.Ö.2	A.Ö.3	A.Ö.4	A.Ö.5	Satır Toplamı	Tutarlılık Vektörü
A.Ö.1	0.505	0.786	0.678	0.422	0.334	2.725	5.397
A.Ö.2	0.168	0.262	0.407	0.302	0.260	1.399	5.340
A.Ö.3	0.101	0.087	0.136	0.181	0.186	0.691	5.091
A.Ö.4	0.072	0.052	0.045	0.060	0.074	0.304	5.045
A.Ö.5	0.056	0.037	0.027	0.030	0.037	0.188	5.062
$\lambda = (\text{Tutarlılık vektörleri toplamı}) / 5 = 5.187$ $CI(T\hat{I}) = (\lambda - 5) / (5 - 1) = 0.047$ $CR(TO) = CI / RI (1.12) = 0.042$							

Tablo 3.31. Arazi Kullanımı Katmanındaki Alt Ögelerin Karşılaştırma Matrisi

Arazi Kullanımı Alt Ögeleri	A.Ö.1	A.Ö.2	A.Ö.3	A.Ö.4
A.Ö.1	1	3	5	7
A.Ö.2	1/3	1	3	5
A.Ö.3	1/5	1/3	1	3
A.Ö.4	1/7	1/5	1/3	1
Toplam	1.676	4.533	9.333	16.000
A.Ö.1: Yapay Bölgeler A.Ö.2: Tarımsal Alanlar A.Ö.3: Ormanlar ve Yarı Doğal Alanlar A.Ö.4: Su Kütleleri				

Tablo 3.32. Arazi Kullanımı Katmanındaki Alt Ögelerin Ağırlıklarının Belirlenmesi

Arazi Kullanımı Alt Ögeleri	A.Ö.1	A.Ö.2	A.Ö.3	A.Ö.4	Ağırlık
A.Ö.1	0.5966	0.6618	0.5357	0.4375	0.5579
A.Ö.2	0.1989	0.2206	0.3214	0.3125	0.2633
A.Ö.3	0.1193	0.0735	0.1071	0.1875	0.1219
A.Ö.4	0.0852	0.0441	0.0357	0.0625	0.0569
Toplam	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
A.Ö.1: Yapay Bölgeler A.Ö.2: Tarımsal Alanlar A.Ö.3: Ormanlar ve Yarı Doğal Alanlar A.Ö.4: Su Kütleleri					

Tablo 3.33. Arazi Kullanımı Katmanındaki Alt Ögelerin Tutarlılık Hesabı

Arazi Kullanımı Alt Ögeleri	A.Ö.1	A.Ö.2	A.Ö.3	A.Ö.4	Satır Toplamı	Tutarlılık Vektörü
A.Ö.1	0.558	0.790	0.609	0.398	2.356	4.222
A.Ö.2	0.186	0.263	0.366	0.284	1.099	4.175
A.Ö.3	0.112	0.088	0.122	0.171	0.492	4.036
A.Ö.4	0.080	0.053	0.041	0.057	0.230	4.041
$\lambda = (\text{Tutarlılık vektörleri toplamı}) / 4 = 4.1185$ $CI(Tİ) = (\lambda - 4) / (4 - 1) = 0,0395$ $CR (TO) = CI / RI (0.9) = 0.044$						

Tablo 3.34. Bakı Katmanındaki Alt Öğelerin Karşılaştırma Matrisi

Bakı Alt Öğeleri	A.Ö.1	A.Ö.2	A.Ö.3
A.Ö.1	1	3	5
A.Ö.2	1/3	1	3
A.Ö.3	1/5	1/3	1
Toplam	1.533	4.333	9.000

A.Ö.1: Kuzey – Kuzeydoğu – Kuzeybatı
A.Ö.2: Güney – Güneydoğu – Güneybatı
A.Ö.3: Doğu – Batı

Tablo 3.35. Bakı Katmanındaki Alt Öğelerin Ağırlıklarının Belirlenmesi

Bakı Alt Öğeleri	A.Ö.1	A.Ö.2	A.Ö.3	Ağırlık
A.Ö.1	0.6522	0.6923	0.5556	0.6333
A.Ö.2	0.2174	0.2308	0.3333	0.2605
A.Ö.3	0.1304	0.0769	0.1111	0.1062
Toplam	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

A.Ö.1: Kuzey – Kuzeydoğu – Kuzeybatı
A.Ö.2: Güney – Güneydoğu – Güneybatı
A.Ö.3: Doğu – Batı

Tablo 3.36. Bakı Katmanındaki Alt Öğelerin Tutarlılık Hesabı

Bakı Alt Öğeleri	A.Ö.1	A.Ö.2	A.Ö.3	Satır Toplamı	Tutarlılık Vektörü
A.Ö.1	0.633	0.781	0.531	1.946	3.072
A.Ö.2	0.211	0.260	0.318	0.790	3.033
A.Ö.3	0.127	0.087	0.106	0.320	3.011

$\lambda = (\text{Tutarlılık vektörleri toplamı}) / 3 = 3.0387$
 $CI(Tİ) = (\lambda - 3) / (3 - 1) = 0.0194$
 $CR(TO) = CI / RI (0.58) = 0.033$

Tablo 3.37. Jeoloji Katmanındaki Alt Öğelerin Karşılaştırma Matrisi

Jeoloji Alt Öğeleri	A.Ö.1	A.Ö.2	A.Ö.3	A.Ö.4	A.Ö.5	A.Ö.6
A.Ö.1	1	3	5	6	7	9
A.Ö.2	1/3	1	3	4	7	9
A.Ö.3	1/5	1/3	1	2	5	7
A.Ö.4	1/6	1/4	1/2	1	2	5
A.Ö.5	1/7	1/7	1/5	1/2	1	3
A.Ö.6	1/9	1/9	1/7	1/5	1/3	1
Toplam	1.9540	4.8373	9.8429	13.7000	22.3333	34.0000

A.Ö.1: Kuvaterner
A.Ö.2: Üst Jura – Alt Kretase
A.Ö.3: Üst Kretase – Paleosen

A.Ö.4: Alt – Orta Eosen
A.Ö.5: Kretase
A.Ö.6: Diğer

Tablo 3.38. Jeoloji Katmanındaki Alt Öğelerin Ağırlıklarının Belirlenmesi

Jeoloji Alt Öğeleri	A.Ö.1	A.Ö.2	A.Ö.3	A.Ö.4	A.Ö.5	A.Ö.6	Ağırlık
A.Ö.1	0.5118	0.6202	0.5080	0.4380	0.3134	0.2647	0.4427
A.Ö.2	0.1706	0.2067	0.3048	0.2920	0.3134	0.2647	0.2587
A.Ö.3	0.1024	0.0689	0.1016	0.1460	0.2239	0.2059	0.1414
A.Ö.4	0.0853	0.0517	0.0508	0.0730	0.0896	0.1471	0.0829
A.Ö.5	0.0731	0.0295	0.0203	0.0365	0.0448	0.0882	0.0487
A.Ö.6	0.0569	0.0230	0.0145	0.0146	0.0149	0.0294	0.0255
Toplam	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
A.Ö.1: Kuvaterner A.Ö.2: Üst Jura – Alt Kretase A.Ö.3: Üst Kretase – Paleosen A.Ö.4: Alt – Orta Eosen A.Ö.5: Kretase A.Ö.6: Diğer							

Tablo 3.39. Jeoloji Katmanındaki Alt Öğelerin Tutarlılık Hesabı

Jeoloji Alt Öğeleri	A.Ö.1	A.Ö.2	A.Ö.3	A.Ö.4	A.Ö.5	A.Ö.6	Satır Toplamı	Tutarlılık Vektörü
A.Ö.1	0.443	0.776	0.707	0.497	0.341	0.230	2.994	6.765
A.Ö.2	0.148	0.259	0.424	0.332	0.341	0.230	1.733	6.700
A.Ö.3	0.089	0.086	0.141	0.166	0.244	0.179	0.905	6.396
A.Ö.4	0.074	0.065	0.071	0.083	0.097	0.128	0.517	6.240
A.Ö.5	0.063	0.037	0.028	0.041	0.049	0.077	0.295	6.058
A.Ö.6	0.049	0.029	0.020	0.017	0.016	0.026	0.157	6.126
$\lambda = (\text{Tutarlılık vektörleri toplamı}) / 6 = 6.3808$ $CI(Tİ) = (\lambda - 6) / (6 - 1) = 0,076$ $CR(TO) = CI / RI (1.24) = 0.061$								

Tablo 3.40. Sıcaklık Katmanındaki Alt Öğelerin Karşılaştırma Matrisi

Sıcaklık Alt Öğeleri	A.Ö.1	A.Ö.2	A.Ö.3	A.Ö.4	A.Ö.5	A.Ö.6
A.Ö.1	1	2	3	5	6	7
A.Ö.2	1/2	1	2	3	5	6
A.Ö.3	1/3	1/2	1	3	5	6
A.Ö.4	1/5	1/3	1/3	1	2	3
A.Ö.5	1/6	1/5	1/5	1/2	1	2
A.Ö.6	1/7	1/6	1/6	1/3	1/2	1
Toplam	2.3429	4.2000	6.7000	12.8333	19.5000	25.0000
A.Ö.1: 10.90 °C – 12.24 °C A.Ö.2: 12.24 °C – 12.94 °C A.Ö.3: 12.94 °C – 13.31 °C A.Ö.4: 13.31 °C – 13.50 °C A.Ö.5: 13.50 °C – 13.60 °C A.Ö.6: 13.60 °C – 13.80 °C						

Tablo 3.41. Sıcaklık Katmanındaki Alt Öğelerin Ağırlıklarının Belirlenmesi

Sıcaklık Alt Öğeleri	A.Ö.1	A.Ö.2	A.Ö.3	A.Ö.4	A.Ö.5	A.Ö.6	Ağırlık
A.Ö.1	0.4268	0.4762	0.4478	0.3896	0.3077	0.2800	0.3880
A.Ö.2	0.2134	0.2381	0.2985	0.2338	0.2564	0.2400	0.2467
A.Ö.3	0.1423	0.1190	0.1493	0.2338	0.2564	0.2400	0.1901
A.Ö.4	0.0854	0.0794	0.0498	0.0779	0.1026	0.1200	0.0858
A.Ö.5	0.0711	0.0476	0.0299	0.0390	0.0513	0.0800	0.0531
A.Ö.6	0.0610	0.0397	0.0249	0.0260	0.0256	0.0400	0.0362
Toplam	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
A.Ö.1: 10.90 °C – 12.24 °C A.Ö.2: 12.24 °C – 12.94 °C A.Ö.3: 12.94 °C – 13.31 °C A.Ö.4: 13.31 °C – 13.50 °C A.Ö.5: 13.50 °C – 13.60 °C A.Ö.6: 13.60 °C – 13.80 °C							

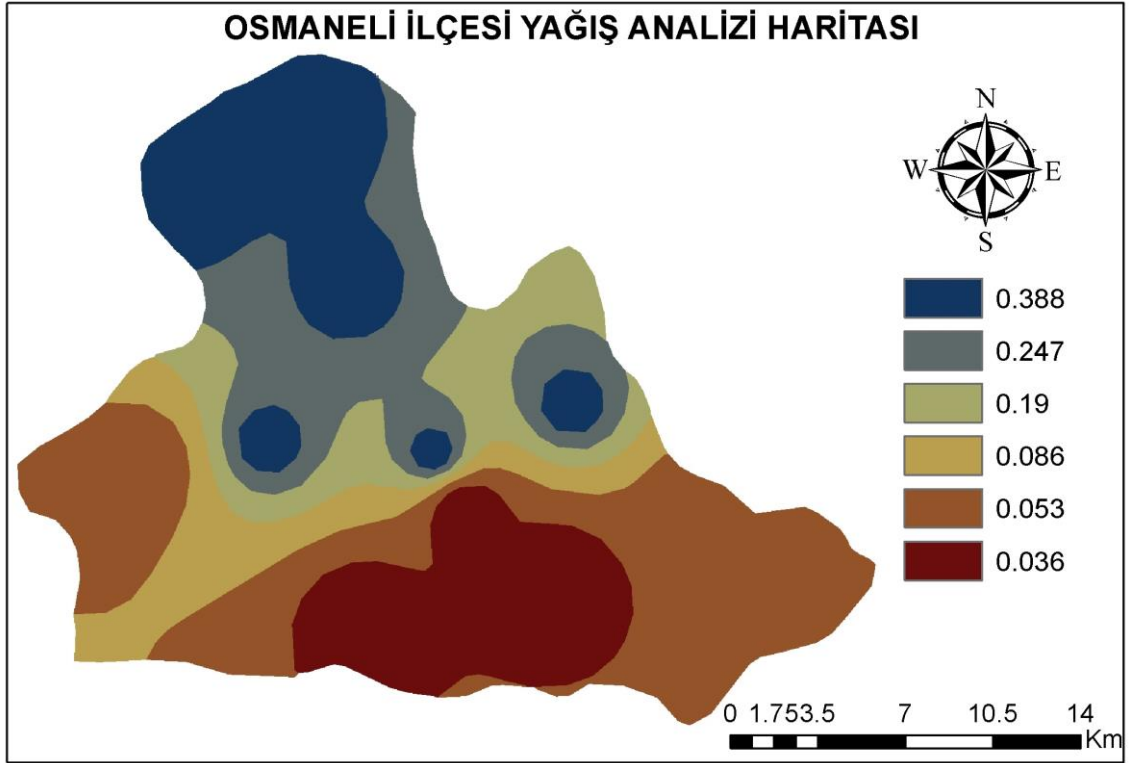
Tablo 3.42. Sıcaklık Katmanındaki Alt Öğelerin Tutarlılık Hesabı

Sıcaklık Alt Öğeleri	A.Ö.1	A.Ö.2	A.Ö.3	A.Ö.4	A.Ö.5	A.Ö.6	Satır Toplamı	Tutarlılık Vektörü
A.Ö.1	0.388	0.493	0.570	0.429	0.319	0.253	2.453	6.322
A.Ö.2	0.194	0.247	0.380	0.257	0.266	0.217	1.561	6.329
A.Ö.3	0.129	0.123	0.190	0.257	0.266	0.217	1.183	6.223
A.Ö.4	0.078	0.082	0.063	0.086	0.106	0.109	0.524	6.104
A.Ö.5	0.065	0.049	0.038	0.043	0.053	0.072	0.320	6.031
A.Ö.6	0.055	0.041	0.032	0.029	0.027	0.036	0.220	6.068
$\lambda = (\text{Tutarlılık vektörleri toplamı}) / 6 = 6.180$ $CI(\bar{Tİ}) = (\lambda - 6) / (6 - 1) = 0,036$ $CR (TO) = CI / RI (1.24) = 0.029$								

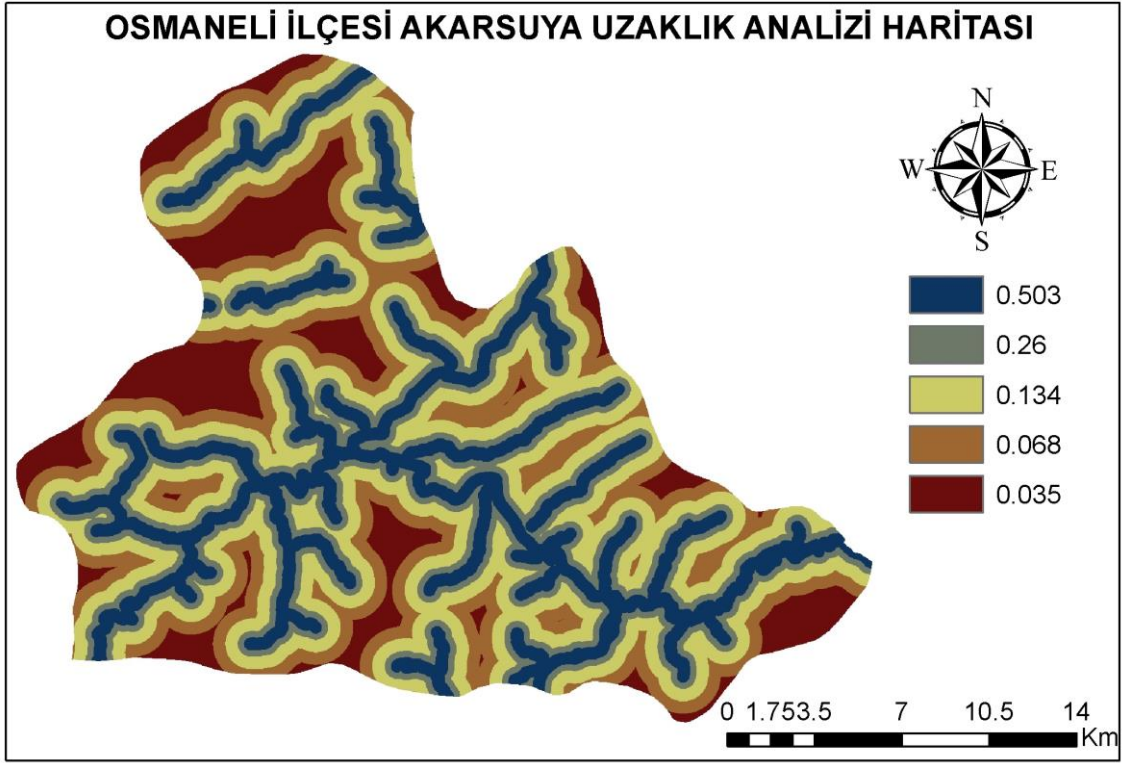
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Analiz Sonuçları

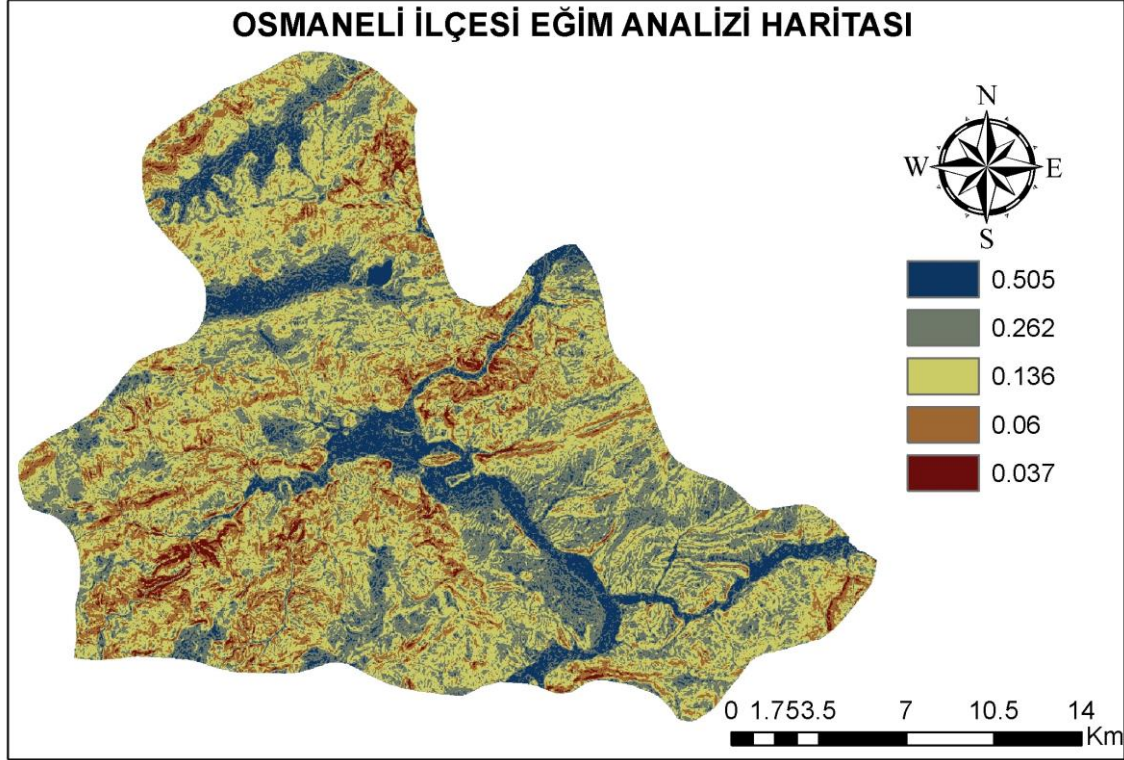
Taşkın risk analizini belirlemek için; yağış, akarsuya uzaklık, eğim, yükseklik, arazi kullanım, bakı, jeoloji, sıcaklık parametrelerinin ağırlık verilerine göre normalleştirme çalışması yapılmıştır. Normalleştirme işlemi ArcGIS programı üzerinden gerçekleştirilmiştir. Çakıştırma (overlay) analizini yapmadan önce vektör veriler, raster formata çevrilmesi gerekmektedir. Analizi yapılan normalleştirme haritaları için aynı renk grubu kullanılmıştır. Analiz haritaları önem sırasına göre Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8' de gösterilmiştir.



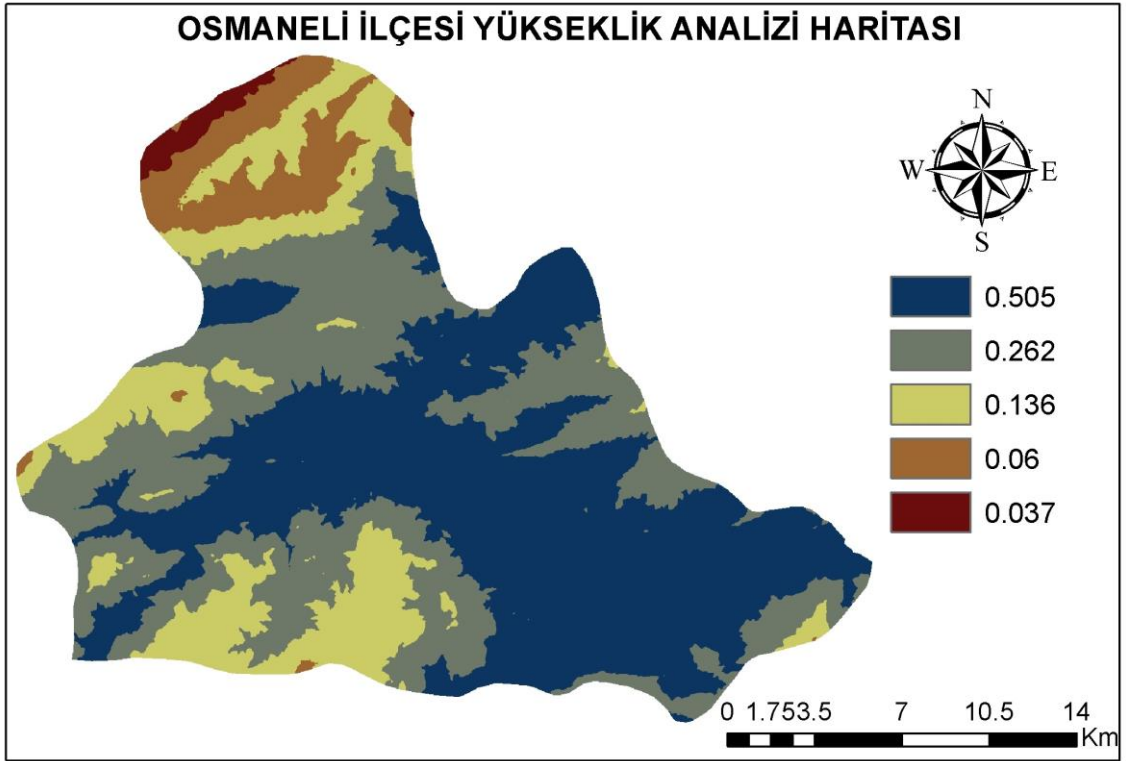
Şekil 4.1. Osmaneli İlçesi Yağış Analizi Haritası



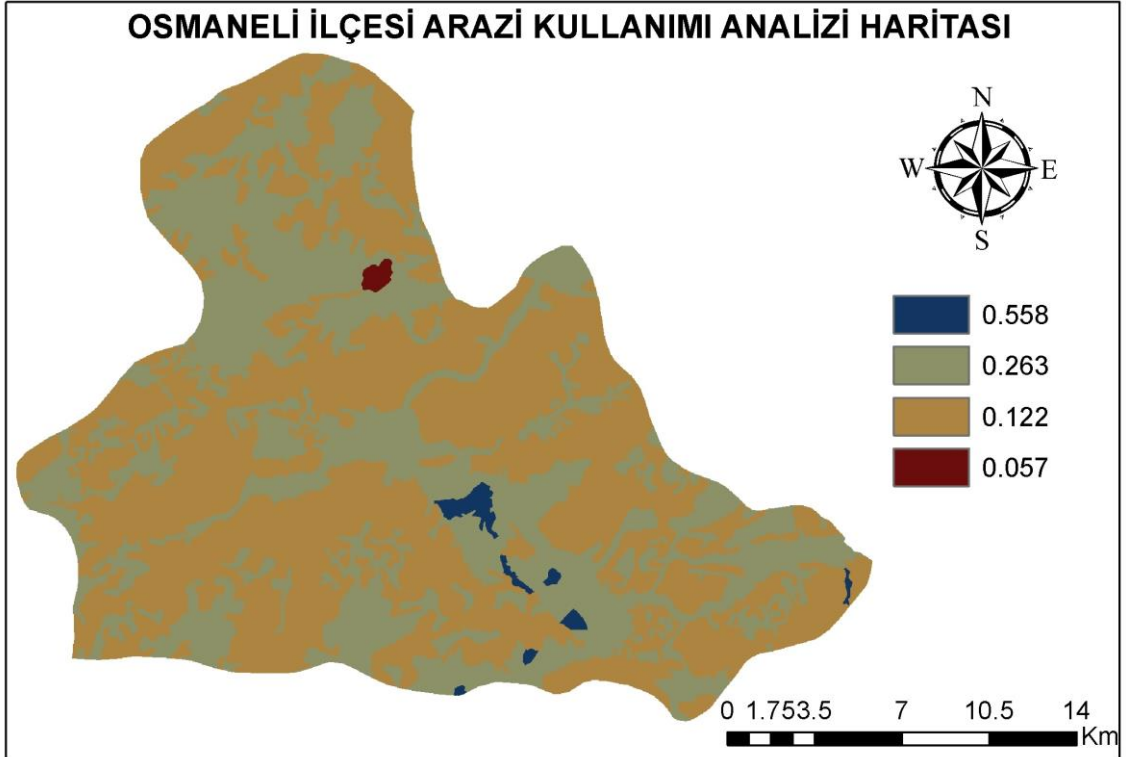
Şekil 4.2. Osmaneli İlçesi Akarsuya Uzaklık Analizi Haritası



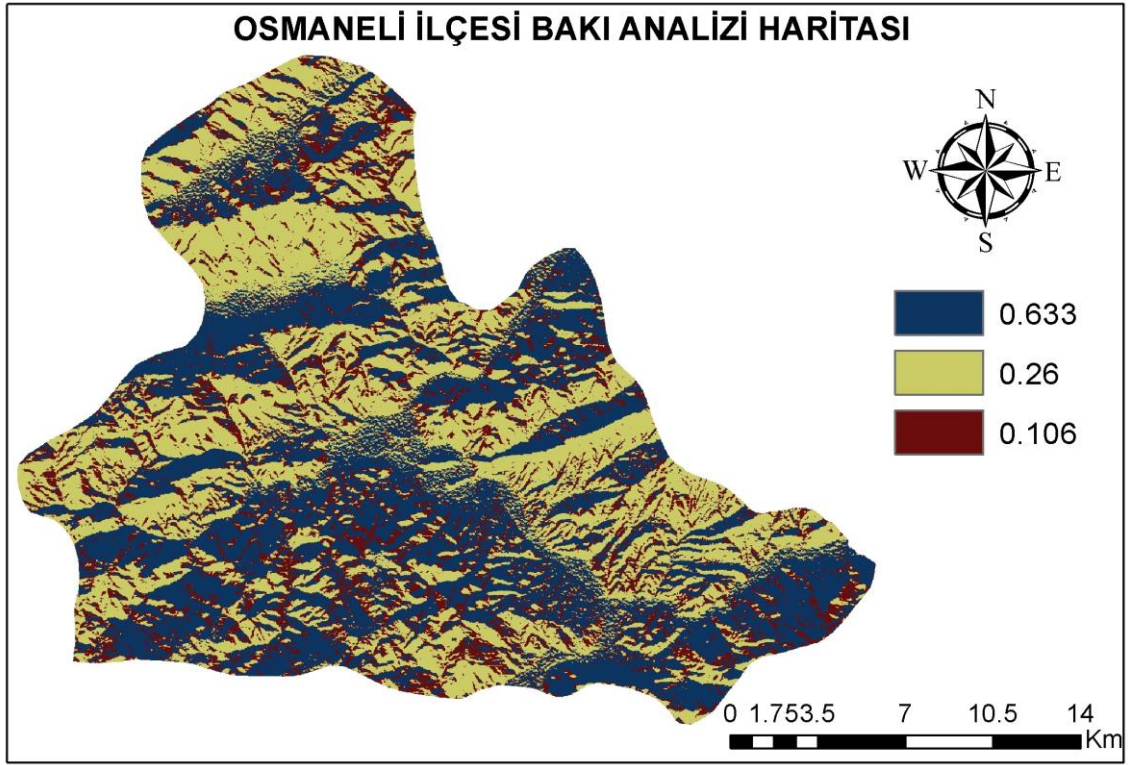
Şekil 4.3. Osmaneli İlçesi Eğim Analizi Haritası



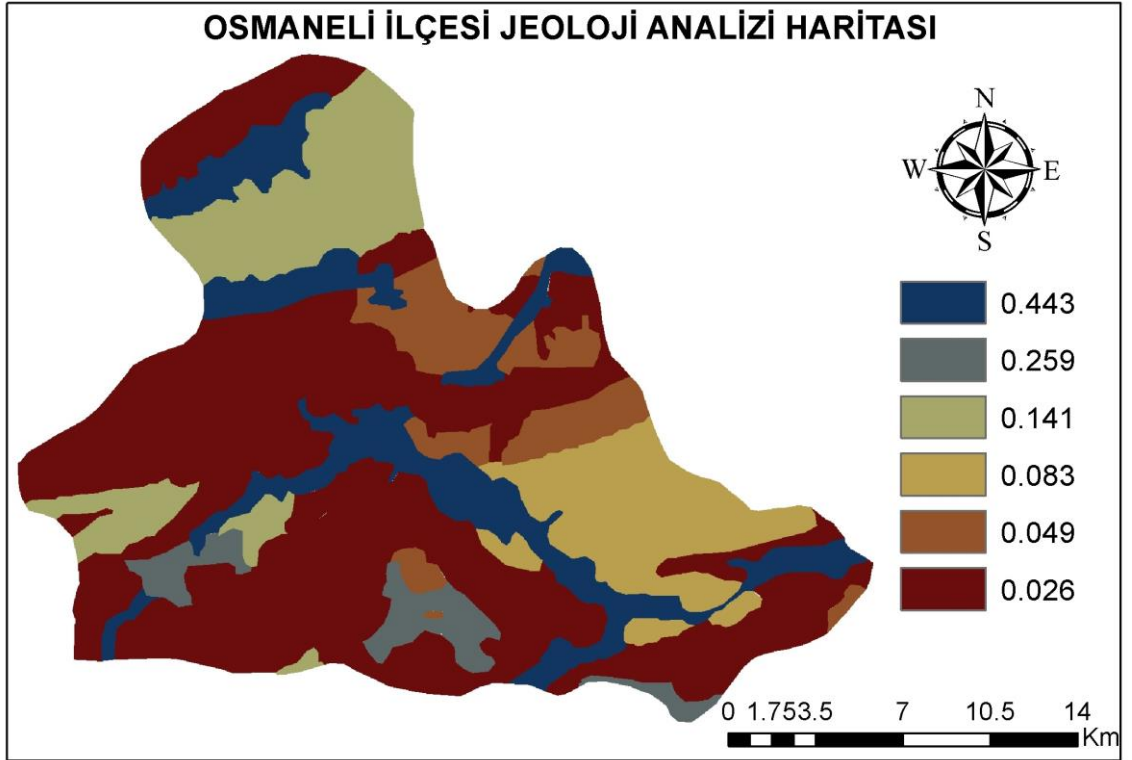
Şekil 4.4. Osmaneli İlçesi Yükseklik Analizi Haritası



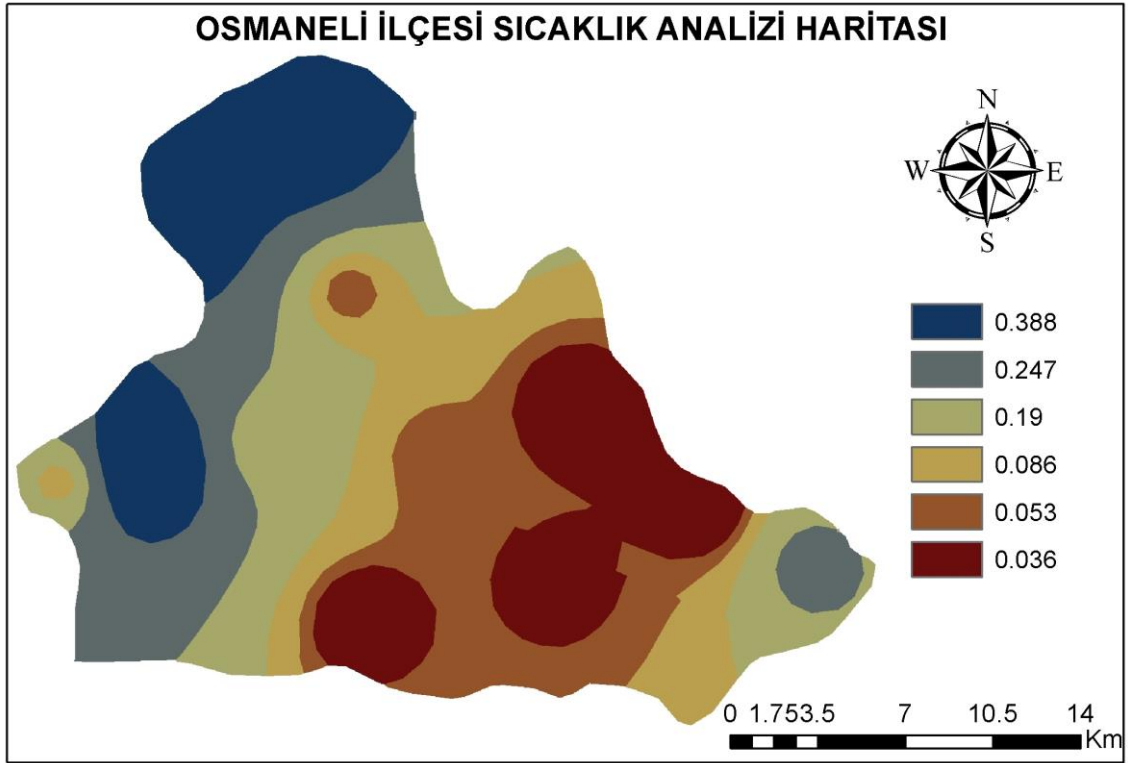
Şekil 4.5. Osmaneli İlçesi Arazi Kullanımı Analizi Haritası



Şekil 4.6. Osmaneli İlçesi Bakı Analizi Haritası



Şekil 4.7. Osmaneli İlçesi Jeoloji Analizi Haritası

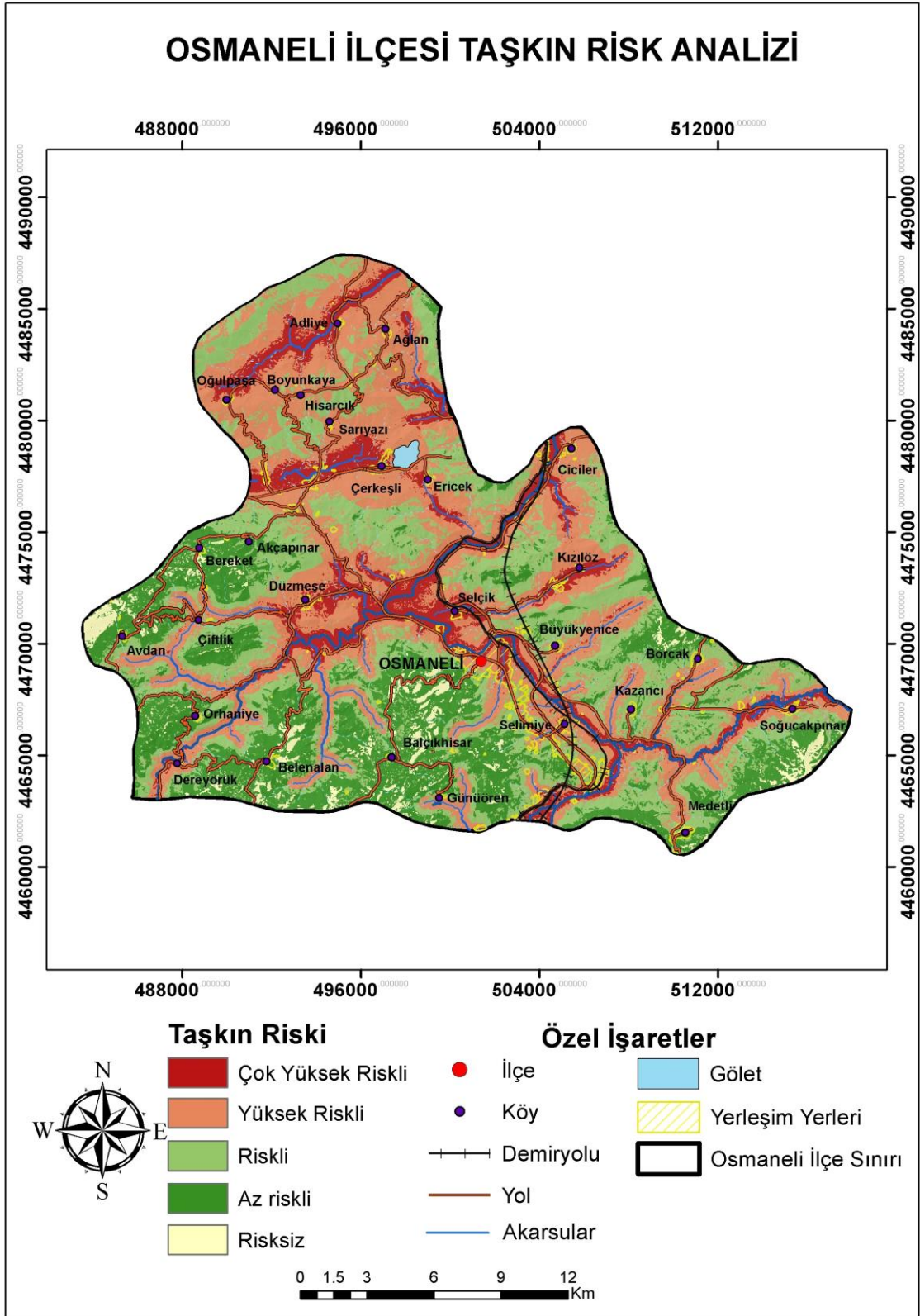


Şekil 4.8. Osmaneli İlçesi Sıcaklık Analizi Haritası

4.2. Taşkın Risk Haritasının Oluşturulması ve Değerlendirilmesi

Alt öğelerin ağırlıkları ile ana parametrelerin normalleştirme ve tampon analizleri işleminin gerçekleştirilmesi sonrasında, taşkın analizi sonuç ürününü elde edebilmek için çakıştırma işlemi yapılması gerekmektedir. Analiz için ana ölçütler arasında AHY ile belirlenen, ağırlık değerleri kullanılacaktır. 0 – 1 arasındaki puan değerleri kullanılarak, çakıştırma işlemi için ağırlıklı toplam analizi yapılmıştır. ArcGIS programı üzerinden çakıştırma (overlay) analizini gerçekleştirebilmek için Weighted Sum komutu kullanılmıştır.

Analiz işleminin gerçekleştirilmesinin ardından, uygun haritalama teknikleri ile Şekil 4.9’da Osmaneli ilçesine ait taşkın risk analizinin sonuç ürünü gösterilmiştir.



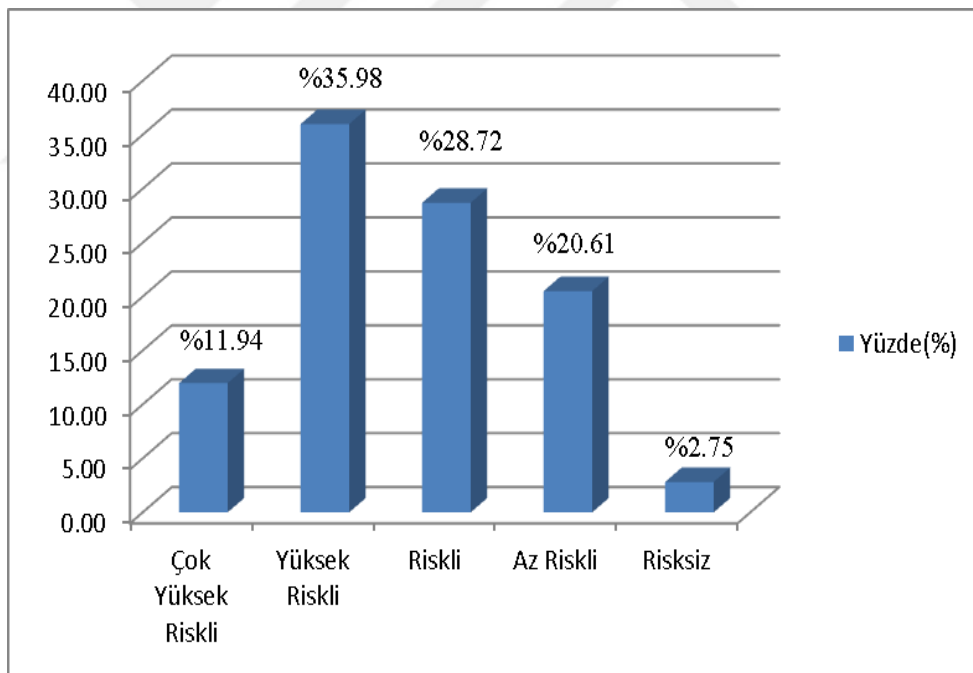
Şekil 4.9. Osmaneli İlçesi Taşkın Risk Analizi

Osmaneli ilçesindeki taşkın risk analizini gerçekleştirilirken, “1; Çok Yüksek Riskli”, “2; Yüksek Riskli”, “3; Riskli”, “4; Az Riskli”, “5; Risksiz” olmak üzere beş farklı grupta sınıflandırılmıştır. Taşkın risk analizi haritasından elde edilen sınıflandırma sonuçları Tablo 4.1’de gösterilmiştir. Sonuç ürünleri incelendiğinde bölgede %35.98 oranında yüksek riske sahip alanların daha fazla olduğu gözlenmiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4.1. Osmaneli İlçesinin Taşkın Risk Sınıflarının Alansal Sonuçları

Taşkın Riski	Alan(ha)	Yüzde(%)
Çok Yüksek Riskli	5820.92	11.94
Yüksek Riskli	17546.73	35.98
Riskli	14006.35	28.72
Az Riskli	10051.82	20.61
Risksiz	1342.08	2.75
Toplam	48767.90	100.00

Tablo 4.2. Taşkın Risk Analizi Sonuçlarının Alansal Dağılımı



CORINE 2018 arazi kullanım veri parametrelerinden yola çıkılarak, Osmaneli ilçesindeki yapay bölgelerin taşkın risk sınıflarına göre alansal dağılımı Tablo 4.3’de, tarımsal arazilerin taşkın risk sınıflarına göre alansal dağılımı da Tablo 4.4’te verilmiştir.

Tablo 4.3. Osmaneli İlçesinin Yapay Bölgelerinin Taşkın Tehlikesine Göre Alansal Dağılımı

Yapay Bölgeler	Çok Yüksek Riskli Alanlar (ha)	Yüksek Riskli Alanlar (ha)	Riskli Alanlar (ha)	Az Riskli Alanlar (ha)	Risksiz Alanlar (ha)
Kesikli Şehir Yapısı	94.04	120.90	4.96	0.02	0.00
Endüstriyel ve Ticari Birimler	33.10	80.93	9.51	0.00	0.00
Maden Çıkarım Sahaları	0.00	1.42	19.01	4.87	0.00
İnşaat Sahaları	0.00	0.20	17.35	38.96	0.00

Tablo 4.4. Osmaneli İlçesinin Tarımsal Arazilerinin Taşkın Tehlikesine Göre Alansal Dağılımı

Tarımsal Arazi Grupları	Çok Yüksek Riskli Alanlar (ha)	Yüksek Riskli Alanlar (ha)	Riskli Alanlar (ha)	Az Riskli Alanlar (ha)	Risksiz Alanlar (ha)
Doğal Bitki Örtüsü ile Birlikte Bulunan Tarım Alanları	605.70	2089.96	1717.95	1602.06	161.44
Karışık Tarım Alanları	323.38	724.41	698.82	256.07	3.07
Meralar	174.54	16.83	1.87	0.00	0.00
Meyve Bahçeleri	608.83	1005.36	153.01	0.12	0.00
Sulanmayan Ekilebilir Alanlar	812.78	2916.47	1338.91	1071.59	67.66
Sürekli Sulanan Alanlar	1993.78	1471.35	229.09	3.64	0.00
Üzüm Bağları	50.67	56.90	0.00	0.00	0.00

Taşkın risk analizi haritasında bulunan ve koyu kırmızı renk ile gösterilen kısımlar çok yüksek riske sahip alanlardır. Bu alanların incelendiğinde risk faktörünün daha çok, akarsuya yakın mesafelerde olduğu söylenebilir. Bölgede çok yüksek riske sahip olduğu belirlenen alanlar %11.94'lük taşkın riskine sahiptir.

Açık kırmızı renk ile gösterilen bölümlerin yüksek riske sahip olduğu görülmüştür. Yüksek riske sahip olan alanlar %35.98'lik oranla, bölgede en fazla dağılım gösteren kategoridir. Bu alanların ise akarsu havzalarına olan yakınlığı sebebiyle bazı tarımsal arazi bölgelerinde olduğu söylenebilir.

Açık yeşil renk ile gösterilen kısımlar %28.72'lik oran ile riskli bölgelere sahip olan alanları teşkil etmektedir. Bazı tarımsal araziler bu riskli bölge kapsamında değerlendirilebilir.

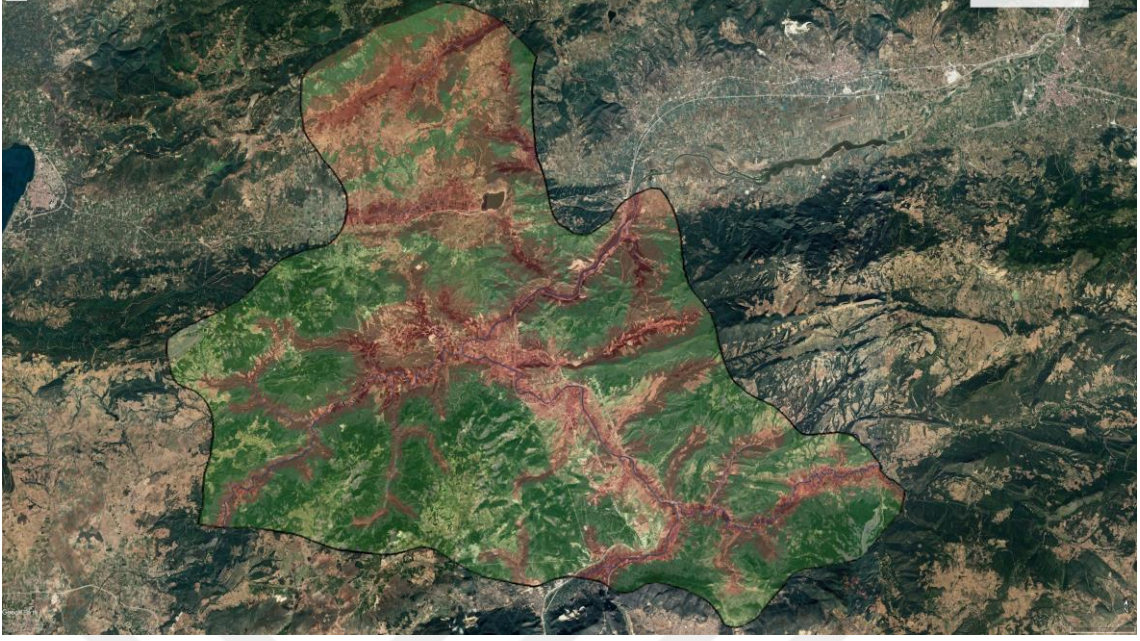
Koyu yeşil renk kategorisinde gösterilen alanların az riskli olduğu söylenebilir. Bu alanlar bölgede %20.61 oran ile bulunmaktadır. Genellikle orman tipinin görüldüğü bölgeler olarak değerlendirilebilir.

Beyaz renk ile gösterilen kısımların risksiz alanlara ait olduğu gözlenmektedir. Bu alanlar bölgede %2.75 oranında bulunmaktadır. Genellikle sert kayalık ve bazı orman sahalarından oluşan alanlardır.

Osmaneli ilçesinin taşkın risk analizinde, çok yüksek riskli ve yüksek riske sahip olan alanların ilçe merkezinde ve bazı tarım alanları üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu tespit doğruluğunu ve uyumluluğunu göstermek için taşkın risk analizinden elde edilen sonuç haritasının, Google Earth Pro programının uydu görüntüleri ile karşılaştırılması yapılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda riskin yükseldiği bölgeler akarsu ve kollarının oluşturduğu alanlar olduğu tespit edilmiştir. Osmaneli ilçe merkezi ve bazı tarım arazileri akarsular ile iç içedir. Ve bölgenin genel topografyasını şekillendirme de akarsuların önemi büyüktür. Şekil 4.10'da yer alan Osmaneli ilçe merkezi ve yakınındaki tarım arazilerinin risk durumları mevcuttur. Şekil 4.11'de ise Osmaneli ilçe sınırları içerisindeki risk gruplarının karşılaştırılması işlemi gerçekleştirilmiştir.

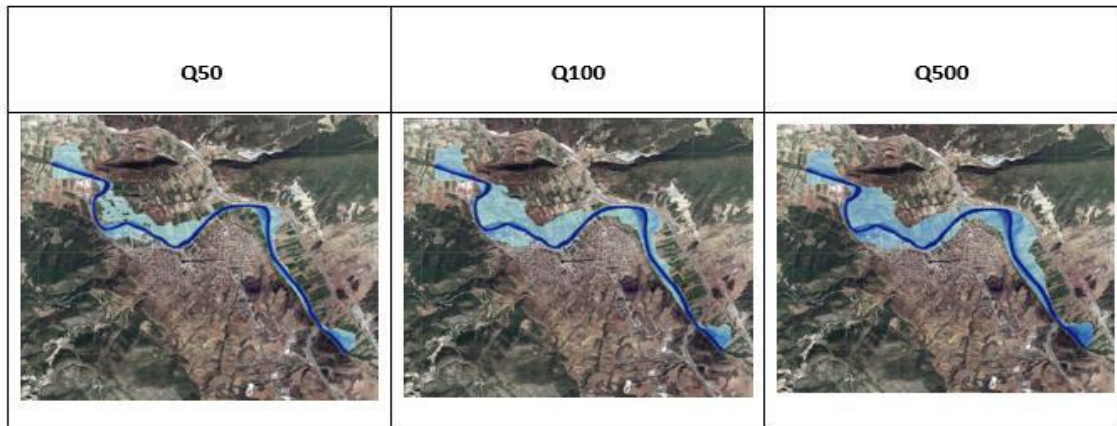


Şekil 4.10. Osmaneli İlçe Merkezinin Taşkın Risk İncelemesi



Şekil 4.11. Osmaneli İlçesi Risk Analizinin Çakıştırılması ve İncelemesi

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğünün 2018 yılında SU PEK Proje ve Müşavirlik A.Ş. firmasına hazırlanmış olduğu Sakarya Havzası Taşkın Yönetim Planı içerisinde Osmaneli ilçe merkezinin 50, 100, 500 yıl tekerrürlü taşkın tehlike haritalarından yola çıkılarak, çalışma alanının ilçe merkezinde taşkın riskinin olduğu görülmektedir. Yapılan bu çalışma ve tez çalışmasında oluşturulan taşkın risk analizinin sonucunda, Osmaneli ilçe merkezinin taşkın tehlikesi riskinin olabileceği belirlenmiştir. Q50, Q100, Q500 tekerrür debilerine göre, taşkın tehlike haritalarının karşılaştırmalı gösterimi Şekil 4.12 de verilmiştir (URL1).



Şekil 4.12 Bilecik – Osmaneli İlçesi Sakarya Nehri Taşkın Tehlike Haritaları Karşılaştırmalı Gösterim (Q50, Q100, Q500) (URL1)

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu tez çalışmasında, Osmaneli ilçesi sınırları kapsamında, Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak taşkın riski analizi yapılmıştır. Çalışma bölgesinin akarsulara yakın olması, Sakarya Nehri ve kollarının ilçe merkezi ve tarımsal alanlardan geçmesi nedeniyle taşkın oluşum riskini tetiklediği kanaatine varılmıştır.

Çalışmada kullanılan ALOS PALSAR uydu veri setinden elde edilmiş Sayısal Yükseklik Modeli, arazi üzerindeki eğim ve bakı analizlerinde kullanılması için raster veri formatında önemli bir altlık oluşturmuştur. Ve çalışmada internet kaynaklı uydu veri setinden elde edilmiş görüntülerin, taşkın risk analizinde kullanılabileceği belirlenmiştir.

Çalışma içerisinde yapılan araştırmalara göre, yağış faktörünün taşkınlar üzerinde büyük öneme sahip olduğu belirlenmiştir. Şiddetli ve çok miktarda gelen yağışların, akarsu ve yükseklikle doğru orantılı olarak taşkın oluşum riskini artırdığı gözlenmektedir. Çalışma kapsamında, 13 yerleşkeye ait ortalama yağış verilerinden faydalanılmıştır. Alan sınırı ve önem derecesine bağlı olarak, elde edilmiş yağış verilerinin çokluğu, taşkın risk analizinde önemli yer tutmaktadır.

Taşkın risk haritasının oluşturulmasında, Çok Ölçütlü Karar Analizi (ÇÖKA) yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) kullanılmıştır. Taşkına neden olan parametreler ve onların alt kriterleri belirlenmiştir. Parametrelerin birbirlerine göre öncelik sırası ve ağırlık durumları oluşturulmuştur. Bahsedilen bu parametreler AHY ile kullanım sırasına göre; yağış, akarsuya uzaklık, eğim, yükseklik, arazi kullanımı, bakı, jeoloji, sıcaklıktır. Parametrelerin alt kriterlerinin de kendi aralarında ağırlık değerleri hesaplanmıştır. Ağırlıklandırma ile birlikte vektör veri formatından raster formatına çevrilmiş ve normalleştirilmiş analizler oluşturulmuştur. Alt kriterlerin analizlerinin karşılaştırılması ile de taşkın risk haritasının modeli ortaya çıkmıştır.

Taşkın risk analizinden elde edilen sonuçlara göre; bölgede yüksek riske sahip alanların varlığı fazladır. Yüksek riske sahip alanların bölgede %35.98 oranında varlığını sürdürdüğü gözlenmektedir. Çok yüksek riskli alanlar ise, bölgede %11.94'lük oran ile yer almaktadır. Çok yüksek riske sahip alanlar ve yüksek riskli alanlar dikkate

alındığında, akarsuya yakın bölgelerde ki taşkın oluşum riski, bölgedeki diğer alanlara göre daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Taşkın risk analiz haritası ile Google Earth uydu görüntüleri üzerinde karşılaştırma işlemi sonucunda, bölgenin topografyası incelenmiştir. Riskli alanların yerleşim bölgesine ve ekilebilir tarım bölgelerine yakınlığı dikkat çekmiştir. Çünkü taşkın oluşumu ile birlikte, can ve mal kayıpları oluşmaktadır. Analiz sonuçlarına göre %28.72 oran riskli alanları, % 20.61 oran az riskli alanları ve % 2.75 oran risksiz alanları temsil etmektedir.

5.2 Öneriler

- Taşkın oluşabilecek alanlara bakıldığı zaman, ilçe merkezi ve tarım arazileri göze çarpmaktadır. Buralardaki taşkın riski oluşumunu engellemek veya en aza indirmek için set yükseklikleri ve kontrol yapıları artırılabilir.
- Taşkına neden olabilecek akarsu kollarının birikinti yüzeylerini toplamak için baraj sayılarının artırımına gidilebilir.
- Bölgede yapılan plansız yapılaşma unsuru mevcut ise, kontrol altına alınması sağlanmalıdır.
- Bazı akarsu bölgelerinde, kirliliği önlemek ve suların kesintisiz olmasını sağlamak için temizlik çalışmaları yapılmalıdır.
- Taşkın koruma çalışmalarına yönelik olarak insanların bu konu üzerinde ki bilinçlendirmeleri sağlanabilir.
- İlçe merkezine yönelik kanalizasyon alt yapı sistemlerinin kontrolü ve iyileştirme çalışması ile taşkın riski azaltılabilir.

KAYNAKLAR

- Ahmad, N., Hussain, M., Riaz, N., Subhani, F., Haider, S., Alamgir, K. S., & Shinwari, F., 2013, Flood prediction and disaster risk analysis using GIS based wireless sensor networks, a review. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 3(8), 632-643.
- Akgül, M. A., 2018, Sentetik Açıklıklı Radar verilerinin Taşkın Çalışmalarında Kullanılması: Berdan Ovası Taşkını. *Geomatik*, 3(2), 154-162.
- Albano, R., Samela, C., Crăciun, I., Manfreda, S., Adamowski, J., Sole, A., ... & Ozunu, A., 2020, Large Scale Flood Risk Mapping in Data Scarce Environments: An Application for Romania. *Water*, 12(6), 1834.
- Aune-Lundberg, L., & Strand, G. H., 2021, The content and accuracy of the CORINE Land Cover dataset for Norway. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 96, 102266.
- Aydın, H., 2013, Osmaneli(Bilecik) Yöresinin Stratigrafisi, Yüksek Lisans Tezi, *Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas*
- Aykut, T., 2019, Taşkın Risk Analizlerinde Kullanılan Uzman Dayalı Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi'nin Tutarlılığı Hakkında Bir Değerlendirme: Pehlivan köy (Kırklareli) İlçesi Örneği/An Evaluation About Consistency Of Using Expert Dependent Multivariable Decision Making Method In Flood Risk Analysis: A Case Study In Pehlivan köy (Kırklareli) District.
- Başkaya, Z., 2012, Osmaneli İlçesinin Beşeri ve Ekonomik Coğrafyası, Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum*.
- Bayazıt, Y., 2021, Bilecik İlindeki Şehirleşmenin Taşkın Riski Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 217-227.
- Baykal, T., 2019, Küçük Aksu Çayı'nda Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Hidrolik Model ile Taşkın Risk Analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Isparta Uygulamalı Bilimler Enstitüsü, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta*
- Bulan, M. N., 2019, Taşkın Risk Alanlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak İncelenmesi: Murat Nehri (Ağrı) Örneği, Yüksek Lisans Tezi, *Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane*.

- Cho, K.T., 2003, "Multicriteria Decision Methods: An Attempt to Evaluate and Unify", *Mathematical and Computer Modeling*, 37(9-10): 1099–1119.
- Čotar, K., Oštir, K., & Kokalj, Ž., 2016, Radar satellite imagery and automatic detection of water bodies. *Geodetski glasnik*, 50(47), 5-15.
- Danumah, J. H., Odai, S. N., Saley, B. M., Szarzynski, J., Thiel, M., Kwaku, A., ... & Akpa, L. Y., 2016, Flood risk assessment and mapping in Abidjan district using multi-criteria analysis (AHP) model and geoinformation techniques,(cote d'ivoire). *Geoenvironmental Disasters*, 3(1), 1-13.
- Eker, O., Bayram, B., Erdoğan, M., Durğut, T., Kayı, A., & Şeker, D. Z., 2017, Farklı Uydu Görüntülerinden Yığın Görüntü Eşleme Yöntemiyle Yüksek Çözünürlükte Sayısal Yüzey Modeli Verisi Üretimi: SPOT6 Ve PLÉIADES Uygulaması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(4), 132-137.
- Elsheikh, R. F. A., Ouerghi, S., & Elhag, A. R., 2015, Flood risk map based on GIS, and multi criteria techniques (case study Terengganu Malaysia). *Journal of Geographic Information System*, 7(04), 348.
- Kılıç, D., 2020, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Kullanılarak En Uygun Kırsal Yerleşim Alanlarının Belirlenmesi ve Ekolojik Köy Tasarımı: Erzincan İli Örneği, Yüksek Lisans Tezi, *Konya Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Konya
- Malczewski J., 1999, *GIS and Multicriteria Decision Analysis*, John Wiley and Sons, New York.
- Oğuz, K., Oğuz, E., & Coşkun, M., 2016, Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Taşkın Risk Alanlarının Belirlenmesi: Artvin İli Örneği.
- Özalp, D., 2009, Dere Taşkın Risk Haritalarının CBS kullanılarak Oluşturulması ve CBS İle Taşkın Risk Analizi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Özcan, O., 2008, Sakarya Nehri Alt Havzası'nın Taşkın Riski Analizinin Uzaktan Algılama ve CBS ile Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü*, İstanbul.
- Özdemir, H., 2007, Havran Çayı Havzasının(Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi, Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
- Özkan, E., 2017, Aksu Çayı Havzası'nda Taşkın Risk Analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Isparta

- Özşahin, E., 2013, Arnavutluk'ta Taşkın Risk Analizi. *International Journal Of Eurasia Social Sciences*, 2013(12), 91-109.
- Özşahin, E., Kaymaz Ç. K., 2015, CBS ve AHS kullanılarak Doğal Çevre Bileşenleri Açısından Kentsel Mekânın Yerleşime Uygunluk Analizine Bir Örnek: Antakya (Hatay). *Doğu Coğrafya Dergisi*, 20(33), 111-134.
- Öztürk, D., Batuk, F., 2007, Çok Sayıda Kriter Ėle Karar Vermede Kriter Ağırlıkları, Yıldız Teknik Üniversitesi, Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi 25(1), 86-98
- Özür, N. , Ataol, M., 2018, Türkiye'de CORINE verilerinin kullanılmasına dair değerlendirme. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 110-130.
- Pham, B. T., Luu, C., Van Dao, D., Van Phong, T., Nguyen, H. D., Van Le, H., ... & Prakash, I., 2021, Flood risk assessment using deep learning integrated with multi-criteria decision analysis. *Knowledge-Based Systems*, 219, 106899.
- Popovici, E. A., Bălteanu, D., & Kucsicsa, G., 2013, Assessment of changes in land-use and land-cover pattern in Romania using Corine Land Cover Database. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 8(4), 195-208.
- Ramkar, P., & Yadav, S. M., 2021, Flood risk index in data-scarce river basins using the AHP and GIS approach. *Natural Hazards*, 109(1), 1119-1140.
- Rincón, D., Khan, U. T., & Armenakis, C., 2018, Flood risk mapping using GIS and multi-criteria analysis: A greater Toronto area case study. *Geosciences*, 8(8), 275.
- Saaty T. L., 1980. *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill Comp., U.S.A.
- Saaty, R. W., 1987, The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. *Mathematical modelling*, 9(3-5), 161-176.
- Saaty, T. L., 2008, Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98.
- Samarasinghea, S. M. J. S., Nandalalb, H. K., Weliwitiyac, D. P., Fowzed, J. S. M., Hazarikad, M. K., & Samarakoond, L., 2010, Application of remote sensing and GIS for flood risk analysis: a case study at Kalu-Ganga River, Sri Lanka. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science*, 38(8), 110-115.

- Saykılı, İ., 2019, Taşkın Alanlarının Sentetik Açıklı Radar (SAR) Görüntüleri ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) ile Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü*, Sivas.
- Selçuk, L., Selçuk, A. S., & Kasapoğlu, D., 2016, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA) Kullanılarak, Van İli Merkez İlçelerinin Kentsel Taşkın Duyarlılık Değerlendirmesi, *Van/Türkiye. Yerbilimleri*, 37(1).
- Shirzad, M. R., 2017, Taşkın Riskinin Uzaktan Algılama ve CBS Teknolojileri ile Değerlendirilmesi: Kocaeli Maden Deresi Örneği, Yüksek Lisans Tezi, *Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kocaeli.
- Sinha, R., Bapalu, G. V., Singh, L. K., & Rath, B., 2008, Flood risk analysis in the Kosi river basin, north Bihar using multi-parametric approach of analytical hierarchy process (AHP). *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 36(4), 335-349.
- Sözer, B., Kocaman, S., Nefeslioğlu, H. A., Fırat, O., & Gökçeoğlu, C., 2019, Değiştirilmiş AHP (M-AHP) yöntemi kullanılarak Ankara için taşkın duyarlılık haritası üretimi. *Harita Dergisi*, 162, 12-24.
- Şen, M., 2018, Afet Yönetimi İçin İha Görüntülerinin Kullanımı ve Karapınar Obruqları Örneği, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Şen, T., 2019, Atatürk Baraj Bendinin Yıkılmasıyla Oluşacak Taşkın ve Etkilerinin CBS Yardımıyla İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 2019
- Tanrıverdi, M., 2019, Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS) Tabanlı Çok Ölçütlü Karar Analizi İle Şanlıurfa İl Merkezi'nin Taşkın Alanlarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Şanlıurfa
- Yaylak, M. M., 2016, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Yardımıyla Bitlis Deresi Taşkın Risk Analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bitlis
- Yılmaz, İ., 2015, Çorum İli Taşkın Tehlikesinin Analitik Hiyerarşi Yöntemi Kullanılarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun.

URL1:

<https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Ta%C5%9Fk%C4%B1n%20Y>

[%C3%B6netim%20Planlar%C4%B1/5\)%20SAKARYA%20HAVZASI%20TA%C5%9EKIN%20YONETIM%20PLANI.pdf](#), (Ziyaret Tarihi: 30 Kasım, 2021).

URL2: <https://www.osmaneli.bel.tr/guncel/bursa-ve-inegoldeki-yagmur-ilcemizde-goksu-nehrinde-taskina-sebep-oldu-taskin-tarlalarda-urunlere-zarar-verdi.html>,

(Ziyaret Tarihi: 17 Aralık, 2021)

URL3: <https://www.osmaneli.bel.tr/cografya>, (Ziyaret Tarihi: 27 Ekim, 2021).

URL4: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Nufus-ve-Demografi-109>,

(Ziyaret Tarihi: 15 Aralık, 2021)

URL5: <https://www.nufusune.com/osmaneli-ilce-nufusu-bilecik>, (Ziyaret Tarihi: 15 Aralık, 2021).

URL6:

https://bilecik.tarimorman.gov.tr/Belgeler/2020%20Y%C4%B1%C4%B1%20B_rifingi.pdf, (Ziyaret Tarihi: 25 Kasım, 2021).

URL7: <https://bilecik.tarimorman.gov.tr/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=34>, (Ziyaret Tarihi: 22 Kasım, 2021).

URL8: <https://cbsakademi.ibb.istanbul/dem-digital-elevation-model-sayisal-yukseklilik-modeli/>, (Ziyaret Tarihi: 10 Aralık, 2021).

URL9: <http://corinecbs.tarimorman.gov.tr/corine>, (Ziyaret Tarihi: 4 Aralık, 2021).

URL10: <https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/doc/ISTANBUL.pdf>, (Ziyaret Tarihi: 5 Kasım, 2021)

URL11: <https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/doc/ZONGULDAK.pdf>, (Ziyaret Tarihi: 5 Kasım, 2021)