



**ÇORUH NEHRİ HAVZASI'NA BAĞLI OLUR MİKROHAVZASI'NDAKİ  
SEDİMENT ÜRETİMİNİN EROZYON ÇUBUK YÖNTEMİ, ASKIDA KATI  
MADDE ÖLÇÜMÜ VE GEOWEPP TAHMİN MODELİ İLE BELİRLENMESİ**

**Cengizhan YILDIRIM**

**Yüksek Lisans Tezi  
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman  
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TÜFEKÇİOĞLU**

**2019**

**Artvin**

**T.C.  
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ÇORUH NEHRİ HAVZASI'NA BAĞLI OLUR MİKROHAVZASI'NDAKİ  
SEDİMENT ÜRETİMİNİN EROZYON ÇUBUK YÖNTEMİ, ASKIDA KATI  
MADDE ÖLÇÜMÜ VE GEOWEPP TAHMİN MODELİ İLE BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Cengizhan YILDIRIM**

**Danışman  
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TÜFEKÇİOĞLU**

**Artvin 2019**

## TEZ BEYANNAMESİ

Artvin oruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Çoruh Nehri Havzası'na Bağlı Olur Mikrohavzası'ndaki Sediment Üretiminin Erozyon ubuk Yöntemi, Askıda Katı Madde Ölçümü ve GeoWEPP Tahmin Modeli İle Belirlenmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TÜFEKÇİOĞLU'nun sorumluluğunda tamamladığımı, örnekleri kendim topladığımı, analizleri ilgili laboratuvarlar da yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 14/06/2019

**Cengizhan YILDIRIM**

**T.C.**  
**ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

ÇORUH NEHRİ HAVZASI'NA BAĞLI OLUR MİKROHAVZASI'NDAKİ  
SEDİMENT ÜRETİMİNİN EROZYON ÇUBUK YÖNTEMİ, ASKIDA KATI  
MADDE ÖLÇÜMÜ VE GEOWEPP TAHMİN MODELİ İLE BELİRLENMESİ

Cengizhan YILDIRIM

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 14/6/2019

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 4/7/2019

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TÜFEKÇİOĞLU

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ömer KARA

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Mehmet ÖZALP

ONAY:

Bu Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından .../.../2019 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../2019 tarih ve .....sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

.../.../2019

Doç. Dr. Hilal TURGUT  
Enstitü Müdürü

## ÖNSÖZ

“Çoruh Nehri Havzası’na Bağlı Olur Mikrohavzası’ndaki Sediment Üretiminin Erozyon Çubuk Yöntemi, Askıda Katı Madde Ölçümü Ve GeoWEPP Tahmin Modeli İle Belirlenmesi” başlığıyla yapılan bu çalışma; Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TÜFEKÇİOĞLU’na teşekkürlerimi sunarım.

Literatür araştırmalarımnda ve tez işleyişinde yardımcı olan hocam Dr. Öğr. Üyesi Esin ERDOĞAN YÜKSEL’e teşekkür ederim. Elde edilen verilerin analiz edilmesinde, tezin yazım aşamasında yardımlarını esirgemeyen hocam Dr. Öğr. Üyesi Ahmet DUMAN’a, dostlarım Orman Mühendisi Fatih ÇORUHLU ve İnşaat Mühendisi Faruk DEMİR’e teşekkür ederim.

Bu tez çalışması “Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi” kapsamında Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA) ve Orman ve Su İşleri Bakanlığına bağlı Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından desteklenmiştir. Katkılarından dolayı bütün planlayıcı, uygulayıcı ve izleyici kurum personellerine bana sunmuş oldukları bu imkan için teşekkürlerimi sunarım.

Bana inanan ve maddi manevi olarak her yönden yanımda olan ve desteğini esirgemeyen değerli annem, babam ve kardeşlerime sabırlarından dolayı şükranlarımı sunarım.

Araştırmanın bilimsel ve teknik açıdan uygulayıcılara ve ülkemize faydalı olmasını dilerim.

Cengizhan YILDIRIM  
Artvin - 2019

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa No

<b>TEZ BEYANNAMESİ</b> .....	<b>I</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>I</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>II</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>V</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>VI</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>VII</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>XII</b>
<b>KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>XVI</b>
<b>1 GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Genel Bilgiler.....	3
1.1.1 Toprak ve Erozyon Tanımı.....	4
1.1.2 Erozyon Tipleri .....	4
1.1.3 Erozyonu Etkileyen Faktörler .....	10
1.1.4 Dünya, Türkiye ve Çalışma Alanı Erozyon Durumları.....	12
1.2 Literatür Çalışması .....	14
1.2.1 Erozyon Belirlemelerine İlişkin Literatür Taraması .....	16
1.2.2 Erozyon Tahmin Modellerine İlişkin Literatür Taraması.....	18
<b>2 MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>22</b>
2.1 Materyal.....	22
2.1.1 Araştırma Alanı .....	22
2.1.2 İklim Özellikleri .....	23
2.1.3 Bitki Örtüsü.....	24
2.1.4 Toprak Özellikleri ve Jeolojik Yapı .....	24
2.1.5 Arazi Kullanımı.....	26
2.1.6 Sosyo - Ekonomik Durum .....	28
2.2 Yöntem .....	28
2.2.1 Havza Karakteristiklerinin Belirlenmesi .....	28
2.2.1.1 Topoğrafik Karakteristikler .....	28
2.2.1.2 Reliyef - Eğim Karakteristikleri.....	30

2.2.1.3	Hidrolojik Karakteristikler.....	30
2.2.2	Erozyon Çubuk Yöntemi ile Kanal ve Oyuntularda Erozyon Ölçümü .....	33
2.2.2.1	Örnekleme Noktaları .....	35
2.2.2.2	Arazi Çalışmaları.....	37
2.2.2.3	Şev Toprak Hacim Ağırlığı ve Alanları .....	37
2.2.2.4	Kanal ve Oyuntu Erozyonuyla Gerçekleşen Toprak Kayıpları .....	38
2.2.3	Sediment İstasyonu ile Askıda Katı Madde Ölçümü .....	38
2.2.3.1	Su Örneklerinin Alınması .....	41
2.2.3.2	Laboratuvar Çalışmaları .....	41
2.2.3.3	Askıda Katı Madde Tayini.....	42
2.2.4	WEPP, TOPAZ ve CBS Entegrasyonu (GeoWEPP) ile Erozyon Tahmini	43
2.2.4.1	Eğim Dosyası (Slope File).....	49
2.2.4.2	Toprak Yönetimi (Soil Option) Dosyası .....	50
2.2.4.3	Arazi Kullanım Yönetimi (Land Cover) Dosyası.....	52
2.2.4.4	İklim (Climate) Dosyası .....	54
<b>3</b>	<b>BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>56</b>
3.1	Olur Mikrohavzası'nın Karakteristikleri .....	56
3.1.1	Topoğrafik Karakteristikler .....	56
3.1.2	Reliyef - Eğim Karakteristikleri.....	56
3.1.3	Hidrolojik Karakteristikler.....	59
3.2	Kanal ve Oyuntu Erozyon Değerleri .....	62
3.3	Örnekleyici (Sampler) ile Askıda Katı Madde Değerleri .....	72
3.4	GeoWEPP Erozyon Tahmin Değerleri .....	77
3.4.1	1 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	78
3.4.2	2 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	80
3.4.3	3 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	83
3.4.4	4 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	85
3.4.5	5 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	88
3.4.6	6 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	90
3.4.7	7 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	93
3.4.8	8 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	95
3.4.9	9 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	98
3.4.10	10 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	100

3.4.11	11 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	103
3.4.12	12 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	105
3.4.13	13 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	108
3.4.14	14 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	110
3.4.15	15 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	113
3.4.16	16 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	115
3.4.17	17 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	118
3.4.18	18 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	120
3.4.19	19 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	123
3.4.20	20 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	125
3.4.21	21 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	128
3.4.22	22 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	130
3.4.23	23 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	133
3.4.24	24 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	135
3.4.25	25 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri .....	138
3.4.26	Tüm Alanın Tahmin Sonuçları ve Erozyon Haritaları .....	141
3.4.27	GeoWEPP Tahmin Dağılımı.....	147
<b>4</b>	<b>SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>157</b>
	<b>EKLER.....</b>	<b>161</b>
	<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>176</b>
	<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>183</b>



## ÖZET

### ÇORUH NEHRİ HAVZASI'NA BAĞLI OLUR MİKROHAVZASI'NDAKİ SEDİMENT ÜRETİMİNİN EROZYON ÇUBUK YÖNTEMİ, ASKIDA KATI MADDE ÖLÇÜMÜ VE GEOWEPP TAHMİN MODELİ İLE BELİRLENMESİ

Çalışmada Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi kapsamında belirlenen 37517 ha alana sahip Erzurum Olur Mikrohavzası'nda erozyonla meydana gelen toprak kaybı iki yıllık (2017 ve 2018) bir süre dahilinde üç farklı yöntem ve entegre bir yaklaşımla belirlenerek karşılaştırılmıştır. Uygulanan yöntemler; GeoWEPP erozyon tahmin modeli ile erozyon alanlarının ve miktarının tahmin edilmesi, sediment istasyonu ile havza mansabında sediment veriminin belirlenmesi ve son olarak “erozyon çubuk yöntemi” ile kanal (1.sınıf ve 2.sınıf dereler) ve oyuntularda kenar (şev) erozyonunun ölçümüdür.

Çalışmanın birinci (2017) ve ikinci (2018) yıllarında ölçülen kanal ve oyuntu erozyonu şev toprak kayıpları sırasıyla 24472, 159746 ton/yıl'dır. 2018 yılının özellikle son altı aylık döneminde gerçekleşen yağış miktarlarındaki ve sayısındaki artış bu yıl için ölçülen erozyon miktarını da önemli düzeyde yükseltmiştir. 1. sınıf ve 2. sınıf derelere oranla toplam kayıpların yaklaşık %90'ı oyuntu derelerinden gerçekleşmiştir. GeoWEPP modeli ile tahmin edilen kanal ve oyuntu erozyonu miktarları her iki yıl içinde (2017: 58 ton/yıl; 2018: 19989 ton/yıl) ölçülen değerlerden çok daha düşük çıkmıştır. Modelin havza geneli için belirlemiş olduğu toplam sediment verimi 2017 ve 2018 yılları için sırasıyla 87.6, 89124 ton/yıl'dır (0.002, 2.80 ton/ha/yıl). Sediment istasyon verilerine göre belirlenen askıda katı madde (AKM) miktarları 2017 yılı için 36312 ton/yıl (0.97 ton/ha/yıl), 2018 yılı için 26108 ton/yıl (0.70 ton/ha/yıl)'dır. Bu sonuçlara göre özellikle kurak dönemler için tahmin edilen sonuçların gözlenenden daha düşük olduğu kanısına varılmıştır. 2018 yılı için ölçülen AKM miktarlarının havzada yapılan ıslah faaliyetleri neticesinde azaldığı tespit edilen önemli sonuçlardan biridir. Diğer taraftan özellikle AKM miktarının tespitinde yatak yükünün ölçülememesi toplam sediment bütçesinin oluşturulmasını zorlaştırmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** GeoWEPP, Erozyon, CBS, Sediment, Erozyon Çubuk Yöntemi, Askıda Katı Madde, Kanal ve Oyuntu Erozyonu

## SUMMARY

### DETERMINING SEDIMENT YIELD IN OLUR SUB-WATERSHED WITHIN ÇORUH RIVER BASIN USING EROSION PIN METHOD, SUSPENDED SOLID MEASUREMENT AND GEOWEPP PREDICTION MODEL

The objectives of the study were to determine and compare soil erosion losses from Olur sub-watershed (37517 ha) within Çoruh River Basin using three different measurement approaches including GeoWEPP erosion prediction model, sediment station for the assessment of suspended load, and erosion pin method for assessment of gully and stream bank (1<sup>st</sup>, and 2<sup>nd</sup> order) erosion within two year study period.

The gully and streambank soil loss measured during the first (2017) and second year (2018) of the study period were 24472 and 159746 tons/yr, respectively. Significant soil loss was measured during the second year of the study period due to increase in the rainfall amount and its event number. Gully erosion accounted almost 90% of the total soil loss compared to 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> order streams. The streambank and gully erosion loss (2017: 58 ton/yr; 2018: 19989 ton/yr) predicted by the GeoWEPP model were much lower than the measured ones. The total sediment yield predicted by the model was 87.6 ton/yr (0.002 ton/ha/yr) and 89124 ton/yr (2.80 ton/ha/yr) for the year 2017 and 2018, respectively. The suspended loads measured at the sediment station were 36312 ton/yr (0.97 ton/ha/yr), 26108 ton/yr (0.70 ton/ha/yr) for the year 2017 and 2018, respectively. According to results; the bank erosion values were underestimated by the model and this was pronounced even more during the dry period. Additionally, the measured suspended load for the second year of the study was lower than the first year, probably due to rehabilitation efforts undertaken across the watershed. Beside all these results, the shortcoming in the measurement of the bed load was the biggest obstacle to estimate the sediment budget for the whole watershed.

**Key Words:** GeoWEPP, Erosion, GIS, Sediment, Erosion Pin Method, Suspended Solid, Streambank and Gully Erosion

## TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Erozyon Çubukları Alan İsim ve Dere Sınıfları (Strahler, 1957).....	36
Tablo 2. Dere Sınıfları ve Sayıları .....	60
Tablo 3. 2017 Yılı Kanal ve Oyuntu Erozyonu Miktarları.....	62
Tablo 4. 2017 Yılı Deneme Alanlarının Dere Sınıflarına Göre Toprak Kayıpları..	63
Tablo 5. 2017 Yılı Olur Mikrohavzası Erozyonla Kaybolan Toprak Miktarları ....	64
Tablo 6. 2018 Yıllık Erozyon Miktarı.....	64
Tablo 7. 2018 Yılı Deneme Alanlarının Dere Sınıflarına Göre Toprak Kayıpları..	65
Tablo 8. 2018 Yılı Olur Mikrohavzası Erozyonla Kaybolan Toprak Miktarları ....	66
Tablo 9. 2017 Yılı Günlük Ham Verilerden Elde Edilen Değerler .....	72
Tablo 10. 2017 Yılı İçin Günlük Debi ve AKM Değerleriyle Bulunan Yıllık AKM.....	73
Tablo 11. 2018 Yılı Günlük Ham Verilerden Elde Edilen Değerler .....	74
Tablo 12. 2018 Yılı İçin Günlük Debi ve AKM Değerleriyle Bulunan Yıllık AKM.....	75
Tablo 13. 1 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	79
Tablo 14. 1 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri .....	79
Tablo 15. 1 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	79
Tablo 16. 1 Numaralı Alan Bakı Durumu .....	80
Tablo 17. 1 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	80
Tablo 18. 2 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	81
Tablo 19. 2 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri .....	81
Tablo 20. 2 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	82
Tablo 21. 2 Numaralı Alan Bakı Durumu .....	82
Tablo 22. 2 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	82
Tablo 23. 3 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	84
Tablo 24. 3 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri .....	84
Tablo 25. 3 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	84
Tablo 26. 3 Numaralı Alan Bakı Durumu .....	85
Tablo 27. 3 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	85

Tablo 28.	4 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	86
Tablo 29.	4 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri .....	86
Tablo 30.	4 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	87
Tablo 31.	4 Numaralı Alan Bakı Durumu .....	87
Tablo 32.	4 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	87
Tablo 33.	5 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	88
Tablo 34.	5 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri .....	89
Tablo 35.	5 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	89
Tablo 36.	5 Numaralı Alan Bakı Durumu .....	89
Tablo 37.	5 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	90
Tablo 38.	6 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	91
Tablo 39.	6 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri .....	91
Tablo 40.	6 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	92
Tablo 41.	6 Numaralı Alan Bakı Durumu .....	92
Tablo 42.	6 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	92
Tablo 43.	7 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	93
Tablo 44.	7 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri .....	94
Tablo 45.	7 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	94
Tablo 46.	7 Numaralı Alan Bakı Durumu .....	94
Tablo 47.	7 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	95
Tablo 48.	8 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	96
Tablo 49.	8 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri .....	96
Tablo 50.	8 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	97
Tablo 51.	8 Numaralı Alan Bakı Durumu .....	97
Tablo 52.	8 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	97
Tablo 53.	9 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	98
Tablo 54.	9 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri .....	99
Tablo 55.	9 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	99
Tablo 56.	9 Numaralı Alan Bakı Durumu .....	99
Tablo 57.	9 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	100
Tablo 58.	10 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	101
Tablo 59.	10 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri.....	101

Tablo 60.	10 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	102
Tablo 61.	10 Numaralı Alan Bakı Durumu .....	102
Tablo 62.	10 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	102
Tablo 63.	11 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	103
Tablo 64.	11 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri.....	104
Tablo 65.	11 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	104
Tablo 66.	11 Numaralı Alan Bakı Durumu .....	104
Tablo 67.	11 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	105
Tablo 68.	12 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	106
Tablo 69.	12 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri.....	106
Tablo 70.	12 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	107
Tablo 71.	12 Numaralı Alan Bakı Durumu .....	107
Tablo 72.	12 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	107
Tablo 73.	13 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	108
Tablo 74.	13 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri.....	109
Tablo 75.	13 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	109
Tablo 76.	13 Numaralı Alan Bakı Durumu .....	109
Tablo 77.	13 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	110
Tablo 78.	14 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	111
Tablo 79.	14 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri.....	111
Tablo 80.	14 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	112
Tablo 81.	14 Numaralı Alan Bakı Durumu .....	112
Tablo 82.	14 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	112
Tablo 83.	15 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	113
Tablo 84.	15 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri.....	114
Tablo 85.	15 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	114
Tablo 86.	15 Numaralı Alan Bakı Durumu .....	114
Tablo 87.	15 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	115
Tablo 88.	16 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	116
Tablo 89.	16 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri.....	116
Tablo 90.	16 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	117
Tablo 91.	16 Numaralı Alan Bakı Durumu .....	117

Tablo 92.	16 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	117
Tablo 93.	17 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	118
Tablo 94.	17 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri.....	119
Tablo 95.	17 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	119
Tablo 96.	17 Numaralı Alan Bakı Durumu .....	119
Tablo 97.	17 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	120
Tablo 98.	18 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	121
Tablo 99.	18 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri.....	121
Tablo 100.	18 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	122
Tablo 101.	18 Numaralı Alan Bakı Durumu .....	122
Tablo 102.	18 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	122
Tablo 103.	19 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	123
Tablo 104.	19 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri.....	124
Tablo 105.	19 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	124
Tablo 106.	19 Numaralı Alan Bakı Durumu .....	124
Tablo 107.	19 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	125
Tablo 108.	20 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	126
Tablo 109.	20 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri.....	126
Tablo 110.	20 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	127
Tablo 111.	20 Numaralı Alan Bakı Durumu.....	127
Tablo 112.	20 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	127
Tablo 113.	21 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	128
Tablo 114.	21 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri.....	129
Tablo 115.	21 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	129
Tablo 116.	21 Numaralı Alan Bakı Durumu .....	129
Tablo 117.	21 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	130
Tablo 118.	22 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	131
Tablo 119.	22 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri.....	131
Tablo 120.	22 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	132
Tablo 121.	22 Numaralı Alan Bakı Durumu .....	132
Tablo 122.	22 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	132
Tablo 123.	23 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	134

Tablo 124. 23 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri.....	134
Tablo 125. 23 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	135
Tablo 126. 23 Numaralı Alan Bakı Durumu .....	135
Tablo 127. 23 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	135
Tablo 128. 24 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	136
Tablo 129. 24 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri.....	136
Tablo 130. 24 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	137
Tablo 131. 24 Numaralı Alan Bakı Durumu .....	137
Tablo 132. 24 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	138
Tablo 133. 25 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri.....	139
Tablo 134. 25 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri.....	139
Tablo 135. 25 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı.....	140
Tablo 136. 25 Numaralı Alan Bakı Durumu .....	140
Tablo 137. 25 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri.....	140
Tablo 138. 2017 Yılı Tahmin Değerleri .....	141
Tablo 139. 2018 Yılı Tahmin Değerleri .....	143
Tablo 140. 20 Yıllık İklim Verisi Tahmin Değerleri.....	145
Tablo 141. GeoWEPP Tahmin Sonuçları .....	148
Tablo 142. Toprak Kaybı ve Sediment Üretimlerinin Alana Yüzdesel Dağılımları .	148
Tablo 143. Yamaçlarda Tarım, Mera ve Orman Erozyon Durumları.....	153
Tablo 144. Erozyon Çubuk Yöntemi ve Askıda Katı Madde Sonuçları .....	158
Tablo 145. GeoWEPP Tahmin Sonuçları .....	159

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Yağmur Damlası Erozyonu ve Erozyon Başlangıcı (URL-1).....	6
Şekil 2. Yüzey Erozyonu (URL-1) .....	7
Şekil 3. Parmak Erozyonu .....	7
Şekil 4. Oyuntu Erozyonu .....	8
Şekil 5. Kanal Erozyonu.....	9
Şekil 6. Dünya Su Erozyonu Risk Haritası (USDA, 2003).....	12
Şekil 7. Türkiye Su Erozyonu Risk Haritası (USDA, 2003).....	13
Şekil 8. Çoruh Nehri Havzası Su Erozyonu Risk Haritası (Anonim, 2012) .....	14
Şekil 9. Araştırma Alanı Lokasyonu .....	22
Şekil 10. 1990-2010 Yıllarını Kapsayan Meteoroloji İstasyonu Verileri.....	23
Şekil 11. Olur Mikrohavzası Toprak Grupları Dağılımı (TRGM, 2014).....	25
Şekil 12. Alansal Bazda Toprak Grupları Grafiği.....	26
Şekil 13. Olur Mikrohavzası Arazi Kullanım Haritası.....	27
Şekil 14. Arazi Kullanımı Alan Dağılımı .....	27
Şekil 15. Ana Dere Eğim Hesabı .....	31
Şekil 16. Menderesleşme Oranı ve Dereceleri (Allen, 1970).....	33
Şekil 17. Erozyon Çubuk Yönteminde Deneme Alanı Görünümü .....	35
Şekil 18. Çalışma Alanları Haritası.....	36
Şekil 19. Çakılmış Çubuklar ve Cetvel ile Ölçülmeleri.....	37
Şekil 20. Silindir Toprak Numunesi Alımı .....	37
Şekil 21. ISCO Sampler 3700 Cihazının Görünümü .....	39
Şekil 22. Vakum Borusu (A) ve Lazer Doppler (Debi Ölçer) Cihazı (B) .....	39
Şekil 23. Sediment İstasyonu Genel Görünümü.....	40
Şekil 24. Akış Ölçer ile Hız/Debi Ölçümü .....	40
Şekil 25. Askıda Katı Madde Tespit Aşamaları.....	42
Şekil 26. WEPP Programında Yamaç Boyunca Erozyon Tahmini Görünümü.....	43
Şekil 27. Programa DEM, Toprak ve Arazi Kullanım Verilerinin Girişi .....	44
Şekil 28. Örnek DEM, Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları.....	45
Şekil 29. 50ha CSA ve 100ha CSA Drenaj Ağı Çizim Farkları .....	46
Şekil 30. 50ha CSA ve 100ha CSA Alt Havza Çizim Farkları.....	46



Şekil 31. İklim Dosyasının Seçilmesi .....	47
Şekil 32. Programın Çalıştırılması.....	47
Şekil 33. Uygulanan Çalışma Şematiği.....	47
Şekil 34. 24 Numaralı Alan Simülasyon Sonucu Toprak Kaybı Haritası .....	48
Şekil 35. 24 Numaralı Alan Simülasyon Sonucu Sediment Üretim Haritası.....	48
Şekil 36. 24 Numaralı Alan Simülasyon Sonuç Raporu .....	49
Şekil 37. Örnek Toprak Verilerinin Girilmesi.....	51
Şekil 38. Kaydedilen Toprak Dosyasının (.sol) Text İçeriği .....	51
Şekil 39. Soil Description ve Database Text Dosyaları .....	52
Şekil 40. Örnek Arazi Kullanım Dosyası (.rot).....	53
Şekil 41. Bitki Özelliklerinin Detay Değerleri (USDA) .....	53
Şekil 42. Landuse Description ve Database Text Dosyaları.....	54
Şekil 43. Örnek İklim Dosyası (.par).....	55
Şekil 44. Örnek İklim Dosyası (.cli) .....	55
Şekil 45. Olur Mikrohavzası Eğim Sınıfları Haritası .....	57
Şekil 46. Eğim Sınıfları Alansal Dağılımı.....	57
Şekil 47. Olur Mikrohavzası Bakı Haritası .....	58
Şekil 48. Bakı Grupları Alansal Dağılımı .....	58
Şekil 49. Olur Mikrohavzası Yükselti Haritası.....	59
Şekil 50. Olur Mikrohavzası Dere Sınıfları Haritası .....	60
Şekil 51. Ana Dere Menderesleşme Oranı .....	61
Şekil 52. Periyotların Erozyon (cm) ve Yağış Durumu (mm) .....	66
Şekil 53. Periyotlarda Yağış ve Erozyon İlişkisi .....	67
Şekil 54. Alanda Bulunan Kanal ve Oyuntuların Genel Görünümü.....	67
Şekil 55. 2017 Yılı Günlük Dereden Geçen Sediment ve Debi Miktarları.....	74
Şekil 56. 2018 Yılı Günlük Dereden Geçen Sediment ve Debi Miktarları.....	76
Şekil 57. Sedimentin Dere İçerisindeki Taşınımı (URL-4).....	77
Şekil 58. 1 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	78
Şekil 59. 1 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	79
Şekil 60. 2 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	81
Şekil 61. 2 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	82
Şekil 62. 3 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	83
Şekil 63. 3 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	84

Şekil 64.	4 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	86
Şekil 65.	4 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	87
Şekil 66.	5 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	88
Şekil 67.	5 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	89
Şekil 68.	6 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	91
Şekil 69.	6 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	92
Şekil 70.	7 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	93
Şekil 71.	7 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	94
Şekil 72.	8 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	96
Şekil 73.	8 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	97
Şekil 74.	9 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	98
Şekil 75.	9 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	99
Şekil 76.	10 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	101
Şekil 77.	10 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	102
Şekil 78.	11 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	103
Şekil 79.	11 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	104
Şekil 80.	12 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	106
Şekil 81.	12 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	107
Şekil 82.	13 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	108
Şekil 83.	13 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	109
Şekil 84.	14 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	111
Şekil 85.	14 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	112
Şekil 86.	15 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	113
Şekil 87.	15 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	114
Şekil 88.	16 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	116
Şekil 89.	16 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	117
Şekil 90.	17 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	118
Şekil 91.	17 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	119
Şekil 92.	18 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	121
Şekil 93.	18 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	122
Şekil 94.	19 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	123
Şekil 95.	19 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	124
Şekil 96.	20 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	126

Şekil 97. 20 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	127
Şekil 98. 21 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	128
Şekil 99. 21 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	129
Şekil 100. 22 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	131
Şekil 101. 22 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	132
Şekil 102. 23 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	133
Şekil 103. 23 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	134
Şekil 104. 24 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	136
Şekil 105. 24 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	137
Şekil 106. 25 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları .....	139
Şekil 107. 25 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları.....	140
Şekil 108. 2017 Yılı Erozyon ve Sediment Üretimi Haritaları .....	142
Şekil 109. 2018 Yılı Erozyon ve Sediment Üretimi Haritaları .....	144
Şekil 110. 20 Yıllık İklim Verisi Erozyon ve Sediment Üretimi Haritaları .....	146
Şekil 111. 2017, 2018 ve 20 Yıllık Yağış Verileri.....	149
Şekil 112. Deneme Alanında Oluşan Depolama Durumu.....	150
Şekil 113. Uydu Görüntüleri Üzerine Oturtulmuş 2018 Yılı GeoWEPP Toprak Kaybı Haritası ve 3 Boyutlu Görünümleri .....	151
Şekil 114. Tarım, Orman ve Mera Dağılımı.....	152
Şekil 115. 21 Numaralı Alanda Tarımın Yamaç Boyunca Toprak Kaybı Görünümü	153

## KISALTMALAR DİZİNİ

AKM	Askıda Katı Madde
ANSWERS	Areal Nonpoint Source Watershed Environment Response Simulation
ARS	Agricultural Research Service
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CORINE	Coordination of Information on the Environment
CSA	Critical Source Area
ÇNHRP	Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi
DEM	Digital Elevation Model
DSİ	Devlet Su İşleri
EPIC	Erosion-Productivity Impact Calculator
ESRI	Environmental System Research Institute
GeoWEPP	Geo-Spatial Interface For Water Erosion Prediction Project
GIS	Geographic Information System
GSMH	Gayri Safi Milli Hasıla
ha	Hektar
ICONA	Instituto para la Conservación de la Naturaleza
IUFRO	International Union of Forest Research Organizations
JICA	Japanese International Cooperation Agency
MH	Mikrohavza
Ort	Ortalama
RUSLE	Revised Universal Soil Loss Equation
SİO	Sediment İletim Oranı
SWAT	Soil and Water Assessment Tool
SYM	Sayısal Yükselti Modeli
Top	Toplam
TOPAZ	Topographic Parameterization
USDA	United States Department of Agriculture
USLE	Universal Soil Loss Equation
WEPP	Water Erosion Prediction Project

## 1 GİRİŞ

Günümüzde artmış ve artmakta olan Dünya nüfusu gıdaya olan ihtiyacı da beraberinde getirmiştir. Artan nüfusun beslenmesi için birim alanda toprak verimliliğinin artması ya da mevcut tarım topraklarının korunması gerekmektedir. Dolayısıyla toprak insanoğlunun geleceği için en büyük yatırımdır. Bu durumda doğal işleyişi (döngüyü) sürdürebilmek için toprağın erozyondan korunup verimliliğini arttıracak ıslah çalışmalarının yapılması ihtiyacı doğmaktadır.

Erozyon Dünya'yı tehdit altına almış başlıca çevre problemlerinden en önemlisidir. Dünya genelindeki toprak erozyonu neticesinde tarım topraklarının bozulmasıyla beraber yılda 6 milyon hektar verimli alandaki üretkenlik yok edilmektedir. Yalnızca toprak erozyonu ile yılda 3 milyon hektar ve çölleşme ile 2 milyon hektar tarım topraklarında kayıp yaşanmaktadır (Çelik, 2011).

Toprak erozyonu Türkiye'deki toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı ve yeterli gıda üretiminin sağlanması açısından önemle üzerinde durulması gereken en önemli çevresel sorunlardan biridir. Nitekim ülkemiz içinde bulunduğu topografik ve iklimsel şartlardan dolayı erozyona en çok hassas olan ülkelerden biridir (Tüfekçioğlu, 2018). Yapılan son çalışma sonuçlarına göre ülkemizde her yıl 642 milyon ton toprak, su erozyonu aracılığıyla yer değiştirmekte olup bunun 154 milyon tonu mevcut akarsu ağıyla karasal sistemden kaybolmaktadır (Erpul ve ark., 2018).

Eğimli mera ve orman arazilerindeki tarım için açılan alanlar toprak kayıplarını ve erozyonu beraberinde getiren önemli unsurlardan biridir. Nüfus artışının hızlanması besin ihtiyacını artırırken aynı zamanda erozyon, yeryüzündeki tarımın gerçekleşeceği toprakların azalmasına sebebiyet vermektedir (Gülmezyüz, 2012). Türkiye iklim koşulları, topoğrafya ve toprak özellikleri bakımından erozyon riski yüksek olan bir ülkedir. Toplam arazi varlığımızın %47,98'inde eğim derecesi %20'den daha fazla ve %62,15'inde eğim %12'den fazladır. %2-20 eğime sahip arazilerimizin miktarı ise 29,7 milyon hektardır. Aynı zamanda, topraklarımızın sadece %14'ünde organik madde kapsamı %2'den fazladır; buna karşılık %64'lük

bir kısmında bu düzey %1'den daha azdır. Ekili toprak derinliklerine bakıldığında, arazilerimizin %37,2'sinin işlemeli tarıma uygun olmayan 0-20 cm derinlikte olduğu belirlenmiştir (Anonim, 1978; Anonim, 1982; Çanga ve Erpul, 1994).

Ülkemiz sınırları içerisinde yer alan Bayburt ilinde doğan, uzunluğu 431 km olan Çoruh Nehri'nin son 20 km'si Gürcistan sınırlarındadır. Karadeniz'e dökülen nehirde Devlet Su İşleri tarafından yapılmış ve yapılmakta olan baraj sayısı 16 olup, hidroelektrik santrali sayısı ise 162'dir. Yılda 6.3 milyar m<sup>3</sup> akışa sahip olan Çoruh Nehri ile 5.8 milyon m<sup>3</sup> sediment taşınmaktadır (Sucu ve Dinç, 2008).

Çoruh Nehri'nde su erozyonu sonucunda yılda 52.8 milyon ton, birim alanda ise 26.09 ton/ha/yıl toprak yer değiştirmektedir. Akarsular tarafından taşınan toprak miktarı ise 7.5 milyon ton olup birim alanda 3.79 ton/ha/yıl'dır. Çoruh Nehri Havzası mera alanları şiddetli ve çok şiddetli erozyona sahiptir. Çoruh Nehri Havzası'ndaki yıllık 52.8 milyon tonluk erozyonun 45 milyon tonu (%85.49) mera alanlarında meydana gelmektedir. Geri kalan erozyonun %12.12'si tarım, %1.65'i orman ve %0.74'ü diğer alanlarda oluşmaktadır. Birim alandaki verim 26.09 ton/ha/yıl ile ülkemizdeki havzalar arasında en yüksek değere sahiptir. Çoruh Nehri Havzası'nda meydana gelen su erozyonu miktarlarının %43.57 çok hafif, %18.19 hafif, %9.64 orta, %8.84 şiddetli ve %19.75 çok şiddetli gerçekleşmektedir. Çoruh Nehri Havzası'nı oluşturan toplamda 2.025.996 hektar alanın 324.692 hektarı tarım, 658.553 hektarı orman, 924.446 hektarı mera ve 118.303 hektarı diğer alanlardan oluşmaktadır (Anonim, 2018).

Çoruh Nehri Havzası'ndaki yüksek düzeydeki bu erozyonu azaltmak için Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi (ÇNHRP) 2013 yılında uygulanmaya başlanmış ve 2019 yılı itibariyle tamamlanmıştır. Projenin genel amacı ise havzada entegre rehabilitasyon ve bitki örtüsü, toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı ve muhtelif gelir getirici faaliyetlerle geçimin iyileştirilmesi sayesinde doğal kaynakların korunması ve fakirliğin azaltılmasına katkıda bulunmaktır. Bu amaca ulaşmak için vejetasyon, toprak ve su kaynakları dahil olmak üzere entegre havza rehabilitasyonunun sağlanması, kırsal kesimde yaşayanların yaşam koşullarının iyileştirilmesi, toprağın korunması, bozuk ormanların rehabilitasyonu,

doğal afetlerin önlenmesi (çığ ve sel taşkın kontrolü) gibi çalışmalar yapılmaktadır (Anonim, 2017).

Erzurum ili sınırları içerisinde bulunan Olur Mikrohavzası ÇNHRP tarafından seçilen 13 mikro havzadan bir tanesidir. Olur Mikrohavzası'nın seçilmesinde önemli faktörler vardır. Doğal kaynakların azalması ve düşük verim sebebiyle halkın geçim gücünün sürekli düşüyor olması. Diğer yandan çığ ve sel gibi doğal felaketlerin sık yaşandığı bir alandır. Havzadaki yüksek erozyon nedeniyle yaşanan yüksek sedimentasyon, tamamlanmış veya inşası devam eden barajların hızlı sediment üretiminden dolabilme ihtimaliyle havzada rehabilitasyona ihtiyaç duyulmaktadır. Havzanın zorlu topoğrafyası ve iklimi sebebiyle fakir kalması ve sürekli zarar görmesi de önemli bir faktördür. Bunların yanı sıra havzadaki dışarı verilen hızlı göç, kişi başına düşen GSMH, kısıtlı gelir kaynakları, yanlış arazi kullanımı gibi durumların engellenmesi için yöre halkının bilgilendirilmesi büyük önem arz etmektedir. Havzadaki doğal kaynaklar; düşük verimli sığ toprak, yağış azlığı ve sert geçen kışlar dolayısıyla bozulmuştur. Bunu takiben yasa dışı ağaç kesimleri, yanlış arazi kullanımı ve aşırı otlatmanın mera vejetasyonu üzerindeki olumsuz etkileri havzanın seçilmesine sebep olan kriterlerdendir (Anonim, 2012).

Bu bağlamda uygulamaya alınan proje faaliyetlerinden bir tanesi de Olur Mikrohavzası'ndaki erozyon durumunun belirlenmesi ve gerekli tedbirlerin alınmasıdır. Bu tez çalışmasının amacı ise Olur Mikrohavzası'nda gerçekleşen toplam toprak kayıplarının ve alansal dağılımının hem GeoWEPP erozyon tahmin modeliyle hemde iki yıllık kanal/oyuntu erozyonu ve sediment istasyon verileri kullanılarak entegre bir yaklaşımla belirlemek ve karşılaştırmaktır.

## **1.1 Genel Bilgiler**

Bu kısımda tezin anlaşılabilir olması için genel olarak toprak ve erozyon terimlerinden bahsedilmiştir. Erozyonun tanımı, çeşitleri ve etki eden faktörler hakkında genel bilgiler verilmiştir.

### **1.1.1 Toprak ve Erozyon Tanımı**

Toprak, genel tanımı itibariyle var olan kaynak ve kayaçların yüksek basınç ve sıcaklık altında zaman ile etkileşimi sonucunda oluşan temel yaşam kaynaklarımızdan bir tanesidir. Elbette önceliğimiz bu yaşam kaynağımızı en iyi şekilde korumak olmalıdır zira toprak üretimini arttırmak veya toprak üretmek insanoğlunun elinde değildir.

Toprak, çok uzun zaman periyodunda ana kayaların ayrışarak değişikliğe uğraması sonucu meydana gelir. Toprak yapısı dolayısıyla besin kaynakları için gerekli olan mineraller ve organik maddeler içerdiğinden tüm canlılar için vazgeçilmezdir. Toprak; anakaya veya anamateryal, iklim, canlı varlıklar ve reliyef olarak dört faktör tarafından meydana gelmektedir (Çepel, 1997).

Erozyon; doğanın baş unsuru olan toprağı tutan ve koruyan bitki örtüsünün iklim, fizyografik faktörler ve insan aracılığıyla değişikliğe uğratılması sonucu toprağın büyük ölçüde su ve rüzgar gibi etmenlerle hızlı bir şekilde aşınması ve taşınması olayıdır (Reis ve ark., 2001).

Kısaca erozyon toprağın su veya rüzgâr tarafından aşınması taşınması ve birikmesi olaylarına verilen isimdir. Erozyon besin maddelerini zamanla yok etme ve toprağın verimini düşürme özelliğine sahiptir, derelerin yüksek oranda sediment taşınmasına ve suyun kirlenip baraj gibi enerji üretimine katkı sağlayan yapıların ömrünü erken doldurmasına neden olacaktır. Bu sebeplerle erozyon istenmeyen bir durumdur.

Erozyon sürecinde taşınmakta olan materyaller, taşındıkları bölgelerde sedimentasyon kirliliklerine sebebiyet vererek verimli araziler üzerinde olumsuz etki yaratır. Diğer yönden taşınan materyaller alanlarda besin elementi kaybolmasına neden olmaktadır. Bu sebeple aşınımların şiddetlerine göre toprağın fakirleşmesi ve tarımsal üretimlerde problemler oluşmasına sebebiyet vermektedir (Yakupoğlu, 2007).

### **1.1.2 Erozyon Tipleri**

Erozyonun oluşumunda etkili olan faktör dikkate alındığında doğal (jeolojik) erozyon ve hızlandırılmış (anormal) erozyon olarak iki gruba ayrılmaktadır.



Doğal erozyon, tercih edilen bir erozyon türü olmakla beraber doğa içerisindeki denge ile oluşmaktadır. Doğal erozyon ile taşınan topraklar taşındıkları yerleri yeniler ve gençleştirir. Depolanma bölgelerinde alüvyal araziler başta olarak verimli tarım arazilerinin oluşumunda rol oynarlar (Sarı, 1997).

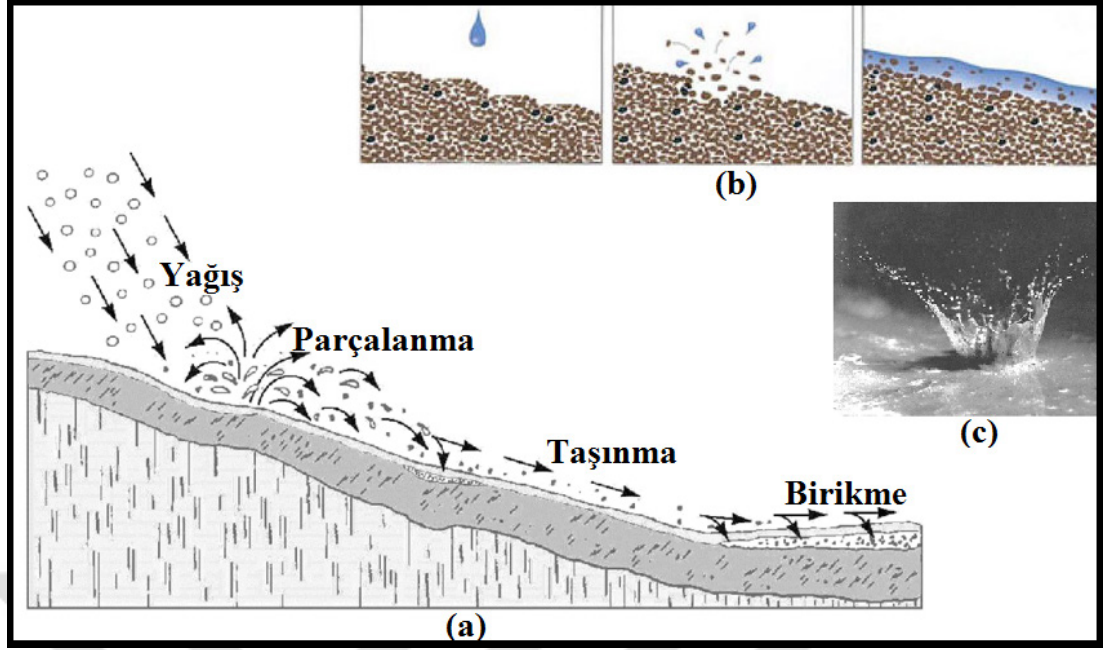
Hızlandırılmış erozyon insan etkisi ile meydana gelmektedir. İnsan etkisi ile oluşan başlıca erozyon sebepleri; hatalı tarım teknikleri, aşırı otlatma, orman yangınları ve ormanlardaki üretim çalışmaları olarak sıralanabilir (Topçu, 1998).

Erozyonun gerçekleşmesi; doğal dengenin bozulması, dış güçlerin etkisi ve şiddetine bağlı olduğundan aşınmaya sebep olan dış güçlere göre erozyonu su, rüzgâr, buzul, dalga şeklinde sınıflandırabiliriz. Su erozyonu genellikle yeryüzündeki tüm suları (dalga hariç) içine almaktadır. Yağış ile yeryüzüne düşen sular, kaynak suları, kar ve buz erimesinden oluşan suların sebep oldukları aşındırma taşıma ve biriktirmelerden meydana gelir. Rüzgâr erozyonu genellikle kurak alanlarda su erozyonundan daha etkili olmaktadır. Buzul erozyonu yavaş gerçekleşir ve insanların yaşam alanlarının dışında oldukları için daha az zararlı görülmektedir. Dalga erozyonu ise kıyıların şekillenmesinde rol oynamaktadır (Yılmaz, 2010).

Su erozyonu aşındırma şiddetlerine göre 5 farklı şekilde sınıflandırılmaktadır. Sırayla açıklayacak olursak;

- Damla erozyonu

Yağmur yağışıyla beraber damlaların çıplak toprak yüzeyine temasıyla toprağın sıçramasına ve parçalara ayrılması gerçekleştiğinden erozyonun başlangıcını tetiklemektedir (Şekil 1a). Sağanak yağış sonucu zemine hızlı düşen damlalar iki farklı etki oluşturmaktadır. Birincisi toprak gözeneklerini tıkatarak sızdırmanın azalmasıdır. İkincisi ise zemine hızlı çarpan damlalar toprak parçalarını ilk olarak yukarı sonrasında eğimle beraber yamaç aşağıya doğru hareketine sebep olur. Parçalanmış agregatlar yüzeysel akışında etkisiyle taşınmaktadırlar (Şekil 1b). Eğimli arazilerde bu şekilde sıçrayan taneler erozyonu hızlandırır (Yılmaz, 2010).



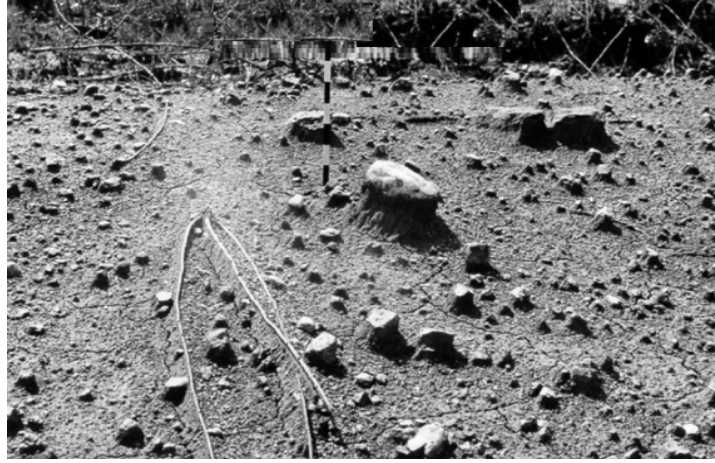
Şekil 1. Yağmur Damlası Erozyonu ve Erozyon Başlangıcı (URL-1)

Yağmur damlaları düşerken diğer su damlalarıyla birleşerek yere düşebilmektedir. Bu durumlarda yağmurun erozyon etkisi artacaktır (Şekil 1c). Damla erozyonu özellikle toprağın aşınması bakımından hızlandırıcı bir etki yaratır. Etkisi damlanın kinetik enerjisi (boyut, düşme hızı) ve zemin yapısıyla alakalıdır (Erinç, 2000).

- Yüzey erozyonu

Yağan yağış sonucunda oluşan damla erozyonu şiddetli yağışla beraber tüm yüzeyi kaplayarak toprak gözenekleri tıkanır ve artık sızamayan su tüm yüzeyde erozyon meydana getirmektedir. Yüzeyde biriken su eğim yönüyle beraber yamaç aşağı harekete geçer ve beraberinde toprağın üst kısmındaki sürükleyebildiği toprak parçalarını da beraberinde harekete geçirir. Toprağın verimli olan üst kısmı etkilediği için tehlikeli bir erozyon şeklidir.

Topografya yüzeyini kaplayan yağış sularının akarak meydana getirmiş olduğu aşınma yamaçların işlenmesi ve şekillenmesinde etkili olan başlıca süreçlerdendir. Etkisi yüzeyden akan suyun kütlesi ve hızıyla doğru orantılıdır (Erinç, 2000). Şekil 2’de örnek yüzey erozyonu gösterilmiştir.



Şekil 2. Yüzey Erozyonu (URL-1)

- Parmak (Oluk) erozyonu

İnce kanallar içerisinde eğim yönünde akmaya başlayan yüzeysel akış sularının, akış yolunda ilerleme süresince giderek artan bir oyma ve taşıma gücü kazanmaktadır. Bu su akış yolu üstündeki her kıvrımlarda toprağı gevşeterek oyar ve toprak parçalarını yerinden koparır. Eğim yönünde akan bu su toprağın yüzeyinde ince kanallar oluşturması ve onları genişletip derinleştirmesine el parmaklarımız gibi oluklar açmasına parmak erozyonu denilmektedir (Bahtiyar, 2006). Şekil 3'te alanımızdan örnek parmak erozyonu gösterilmiştir.



Şekil 3. Parmak Erozyonu

- Oyuntu erozyonu

Arazilerde oluşmuş olan parmakların zamanla genişleyip derinleşerek sel yarıntısı halini alırlar. Oluşan bu yarıntılara etrafından gelen sel suları katılmaktadır. Bu sular yarıntının yan yarıntılarla dallanmasına ve genişlemesine sebep olur. Yarıntılardaki genişlik ve derinlik toprağın jeolojik yapısına, kalınlığına, toprak altı materyalin sertliğine, arazinin eğim derecesine ve yarıntıdan akan sel sularının taşıdığı materyalin cinsine ve miktarına bağlı olarak değişmektedir (Akalan, 1987). Şekil 4'te alanımızdan örnek oyuntu erozyonu gösterilmiştir.



Şekil 4. Oyuntu Erozyonu

Oyuntular parmak erozyonunun bir sonraki aşamasıdır. Oyuntular küçük alanlı ve dar bir çukur oluştururlar. Bu çukurlar toprağın alt kısmının dayanıklılığı ile ilişkili olarak "V" veya "U" şeklini alabilirler. Oyuntuların parmak erozyonundan en belirgin farkı erozyon kanalının 45-55 cm eninde ve en az 25-30 cm derinliğinde olması gerekmektedir (Çepel, 1997).

- Akarsu yatak (Kanal) erozyonu

Oyuntu erozyonuyla oluşmuş yarıntılar zaman içerisinde büyüyerek akarsu yataklarını meydana getirirler. Akarsuyun, tabanı ve kıyılarını yatay olarak aşındırması sonucunda oluşurlar. Oyuntularda yalnızca su akışı olduğu zamanlarda

erozyon meydana gelirken akarsularda sürekli bir erozyon oluşumu vardır. Akarsular, sürtünmenin de etkisiyle yatak boyunca kıyılarından kopardıkları ve sel sularıyla materyalleri taşımaktadırlar. Taşınan materyalin boyutu debi ile orantılıdır. Debi ne kadar yüksek ise materyal boyutu da o derecede büyük olacaktır. Akarsu erozyonunun sürekliliği nedeniyle gerekli tedbirlerin alınması önemlidir (Çanga, 2011). Şekil 5'te alandan örnek kanal erozyonu gösterilmiştir.



Şekil 5. Kanal Erozyonu

Kanal erozyonu 3 şekilde gerçekleşmektedir. Bunlar; suyun etkisiyle sürtünme sonucu toprağın kanal yüzeyinden aşınıp erozyona uğraması, toprağın kütleler halinde kopması veya düşmesi, toprak yüzeyindeki materyalin iklimsel değişimler (donma ve ısınma) ile ayrılması ve erozyona daha yatkın olarak erozyona uğraması şeklindedir.

Kütle hareketi olarak kanal (şev) erozyonu killi topraklarda daha fazla meydana gelmektedir. Kil tanecikleri arasındaki kohezyon kuvveti yüksek olduğundan suyun bu kütleleri koparması oldukça zordur. Kütle hareketi ile oluşan erozyonlarda su topraktan içeri doğru hareket eder ve geçirimsiz tabaka ile karşılaştığında toprak içerisinde yüzeyel akışa geçerek alttaki tabakanın kayganlaşmasını sağlar ve yer çekimine yenilen kütleler koparak erozyona uğrar. Su etkisiyle toprak taşınması

kumlu topraklarda daha fazladır. Kumlu topraklarda tanecikler arası çekim kuvveti düşük olduğundan sürtünme sonucu aşınarak erozyona uğrar.

### 1.1.3 Erozyonu Etkileyen Faktörler

Erozyon birçok çalışmada benzer faktörler ışığında tanımlanmıştır. Erozyonu kontrol eden ana faktörler iklim, bitki örtüsü, toprak, insan ve topoğrafyadır.

- İklim

Erozyon oluşumunda en belirgin etkiyi iklim içerisinde yağış faktörünün rolü büyüktür. Çünkü su erozyonunda yağışlar doğrudan toprak partiküllerine çarparak aşınma ile erozyon eğilimini artıracaktır. Yağmur damlalarının çapları, düşme hızları kısacası şiddeti yüzeysel akışa geçmeyi doğrudan etkileyecektir.

Toprak kaybı ile yağışlar arasında yağmur damlalarının yüzeysel akışa katkı sağlaması nedeniyle yakın ilişki söz konusudur. Özellikle yüzeysel akış ve oluk erozyonunda en önemli kriter yağış yoğunluğu kabul edilmektedir (Çanga, 1985).

İklim elemanlarından sıcaklık, yağış türü ve şiddeti, toprağın nem miktarı, toprağın donması gibi etkenler toprağın emiş gücünü dolayısıyla erozyon üzerinde etkili olmaktadır. Rüzgâr ise genellikle kurak iklime sahip bölgelerde etkisini daha çok göstermektedir.

- Toprak

Toprak koşullarında toprağın tekstür ve strüktürü erozyonda başrol almaktadır. Toprağın kumlu veya killi yapısı erozyonu etkilemektedir. Killi toprakların kohezyon kuvveti fazla olduğundan koparılması zor lakin ince taneli yapısı sebebiyle taşınması kolaydır. Kumlu topraklarda ise düşük tutunma gücü sayesinde koparılma kolay, iri taneli yapısı sebebiyle taşınma daha zor gerçekleşmektedir (Tüfekçioğlu, 2017).

Bunların yanında toprağın öz hacim ağırlığı, toprağın gözenek durumu, organik madde miktarı, nem içeriği, mikroorganizma faaliyetlerinin de erozyon oluşumunda etkileri söz konusudur.

- Bitki örtüsü

Bitki örtüsü toprak ve atmosferin arasında bir tampon koruyucu olarak görev üstlenmektedir. Bitkilerin yapraklar ve sap gibi toprak üstünde kalan kısımları, yağışın ve rüzgârın toprak üzerinde olan etkisini azaltacaktır. Kökler ise toprağı sıkı sıkıya tutabildiğı için toprağın kopup gitmesine engel olacaktır. Orman alanlarında ağaçların taç kısımları ve gövdeleri rüzgârın hızını kıracaktır. Mevsim geçişlerindeki yaprak dökülmeleri organik madde miktarını artırarak toprak yüzeyinde ölü örtü oluşmasını sağlayacak ve toprağın emiş gücüne katkıda bulunacaktır. Aynı zamanda yağışın toprağı düşüş noktasında hızını kırarak bir etki yaratmaktadır.

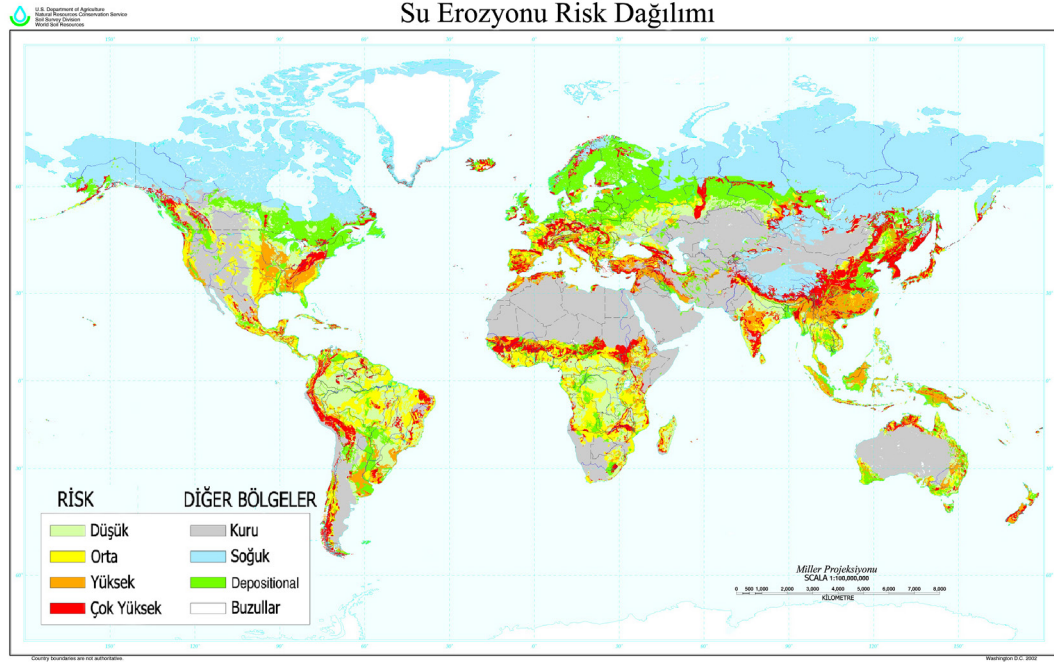
- Topoğrafya

Erozyon eğim ve eğimin uzunluğuna bağlı olarak yüzeysel akışların hızı ve taşıdıkları materyalin miktarıyla doğru orantılıdır. Düz alanlarda yağmur damlaları toprağın parçalarını tesadüfi olarak her yöne sıçratabilirler ancak eğimli yüzeylerde sıçrama eğim yönünde eğim tersine oranla daha fazla gerçekleşecektir. Bunun oranı eğim artışıyla ilişkilidir (Çanga, 1985).

- İnsan

İnsanlar genellikle yaşadıkları alandaki bitki örtüsünü tahrip etmektedir. Günümüzde kırsalda insanlar hayatlarını sürdürebilmek için tarım ve hayvancılığı başvurmak zorundadırlar. Bu durum istemeden de olsa arazi tahribini takiben erozyonu tetiklemektedir. Yanlış tarım teknikleri ve arazi kullanımı toprağın doğal oluşum yetenekleriyle zıt yönde olması erozyon zararının beklenenden fazla olmasına sebep olmaktadır (Sarı, 2005).

#### 1.1.4 Dünya, Türkiye ve Çalışma Alanı Erozyon Durumları

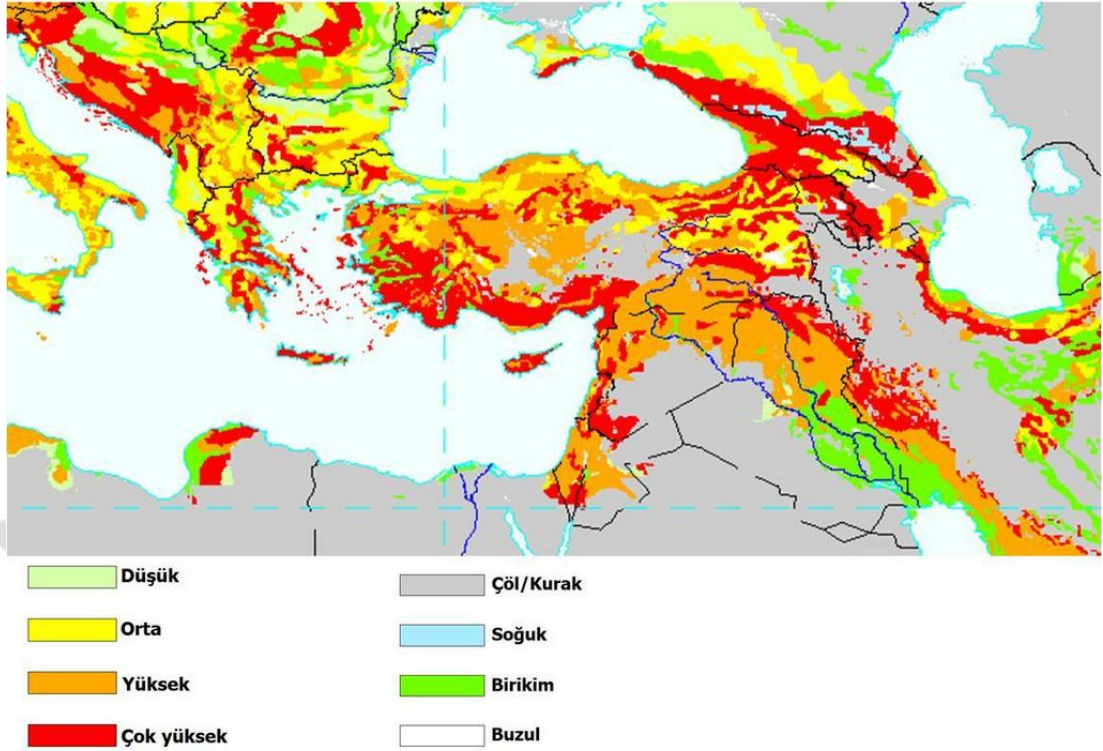


Şekil 6. Dünya Su Erozyonu Risk Haritası (USDA, 2003)

Şekil 6’da Dünya’da ki erozyon dağılımı gösterilmiştir. Dünya’da su erozyonu daha çok yükseltiye bağlı olarak eğimin yüksek olduğu dağlık, kurak ve yarı kurak iklimin hakim olduğu alanlar ile bitki örtüsünün zayıf veya hiç olmadığı alanlarda gerçekleşmektedir. Suyun sebep olduğu erozyonun kıtalara göre dağılımı şu şekildedir; Kuzey ve Güney Amerika kıtasında 237 milyon hektar, Avrupa kıtası 117 milyon hektar, Afrika kıtası 227 milyon hektar, Asya kıtası 441 milyon hektar ve Okyanusya ise 83 milyon hektar arazi su erozyonunun etkisi altındadır (Gülşen, 2014). Dünyada her yıl yaklaşık olarak ortalama 24 milyar ton toprak erozyonla kaybedilmektedir. Erozyon sebebiyle 110 ülke çölleşme tehlikesi ile karşı karşıyadır. Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından yapılan hesaplamalarla, Dünyada çölleşme ve erozyonun önüne geçebilmek için yılda 42 milyar dolar harcanması gerektiği ortaya çıkmaktadır (Anonim, 2013).



### Su Erozyonu Duyarlılık Haritası

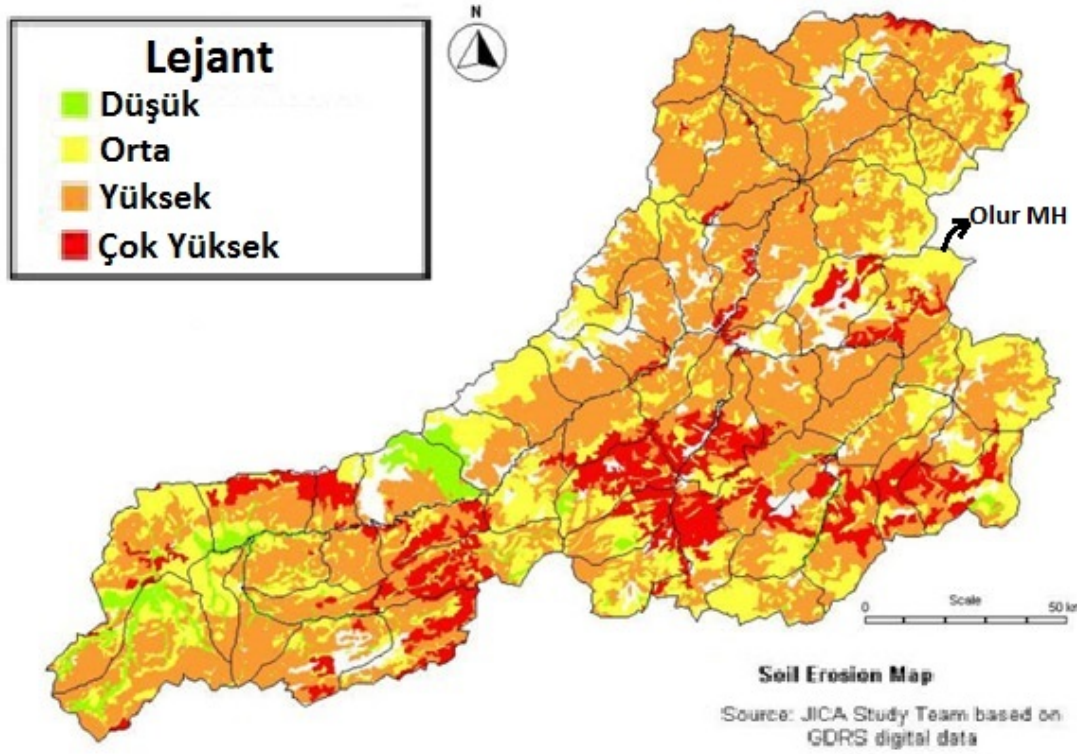


Şekil 7. Türkiye Su Erozyonu Risk Haritası (USDA, 2003)

Şekil 7’de Türkiye’de ki erozyon dağılımı gösterilmiştir. Türkiye, içinde bulunduğu coğrafi konum, iklim, topoğrafya, jeolojik yapı ve toprak şartları sebebi ile erozyona karşı oldukça hassastır. İnsanların tabiata olan yanlış müdahaleleri ve aşırı kullanımı ise erozyonu daha da artırmaktadır. Neticede erozyonla taşınan topraklarla birlikte organik madde taşınmakta, toprakların verimliliği azalmakta, taşınan rüsubat ile birlikte barajların ekonomik ömürleri beklenenden daha erken dolmakta, meydana gelen sel ve taşkınlar can ve mal kayıplarına sebep olmaktadır (Anonim, 2013).

T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı’na göre Türkiye topraklarının %73’ü şiddetli erozyon altındadır. Ülke yüzeyinden bir senede kaybedilen verimli üst toprak miktarı yaklaşık olarak 1.4 milyar tondur. Sadece tarım alanlarından 500 milyon ton/yıl verimli toprak kaybı olmaktadır (Anonim, 2012a).

Taşınan bu topraklar bir kilometre karelik alanda oluşan toprak kaybı itibariyle Avrupa’da 84, Avustralya’da 273, Amerika’da 491, Asya’da 610, Afrika kıtasında 715 iken Türkiye’de 800 tonu bulmaktadır (Aydınalp, 2000).



Şekil 8. Çoruh Nehri Havzası Su Erozyonu Risk Haritası (Anonim, 2012)

Şekil 8’de Çoruh Nehri Havzası erozyon dağılımı gösterilmiştir. Haritadan açıkça görülmektedir ki havzanın büyük bir kısmı şiddetli ve aşırı toprak erozyonuna maruz kalmaktadır. Tüm havzanın %3.8’i düşük, %25.3’ü orta, %51’i yüksek, %19.9’u çok yüksek erozyon altındadır. Çoruh nehri sisteminde, ana nehir ve ayaklar akışta mevsimsel özellikler göstermektedir, en yüksek akış Mart ile Haziran arası karların eridiği dönemdir, yazın çok düşük su seviyesi, sonbahar ve kışta da düşük su seviyeleri görülmektedir (Anonim, 2012).

## 1.2 Literatür Çalışması

Dünya ve ülkemizde erozyon belirleme veya tahmin modellerine ilişkin çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Erozyon belirlemede genellikle askıda katı madde ölçümleri kullanılmıştır. Tezimiz Türkiye’de daha önce uygulanmamış olan kanal ve oyuntularda kullanılan erozyon çubuk metodunu içermektedir. Günümüzde erozyonun, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri ile tahmin yöntemleri revaçtadır. Genellikle kullanılan erozyon tahmin modelleri şunlardır: RUSLE, USLE, CORINE, ICONA, WEPP, GeoWEPP, SWAT, EPIC, ANSWERS. Ülkemizde

sayıca az uygulaması bulunan GeoWEPP erozyon tahmin modeli tezimizde uygulanmıştır. Aşağıda bu konularla benzer çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir.

WEPP (Water Erosion Prediction Project); toprak türü, iklim koşulları, topografik durum, toprak örtü yüzdesi dahil olmak üzere belirli erozyon faktörlerini kullanarak sediment verimi ve yüzeysel akış tahmini için geliştirilmiştir. WEPP işlem tabanlı model olduğundan, erozyon değerlendirmesine ve sediment veriminin belirlenebilmesi için önemli miktarda veri girişi olmalıdır (Flanagan ve Livingston, 1995).

WEPP (Water Erosion Prediction Project) erozyon modeli, sürekli bir bilgisayar simülasyonu programı olup, yamaçlardan yüzeysel akışla birlikte meydana gelen toprak kayıpları ve sediment birikimini, derelerden meydana gelen toprak kayıpları ve sediment taşınımını tahmin etmektedir. Bu erozyon bileşenlerine ek olarak, aynı zamanda, iklim verilerini, infiltrasyon durumunu, günlük su bitki-toprak ve su arasındaki dengeyi, bitkilerin gelişimini ve ölü örtü durumunu ve sulama işlemlerini de içermektedir. WEPP model bir yağış havzasından veya bir yamaç araziden meydana gelen toprak kayıplarının nerelerde ve ne zaman meydana geleceğini ve depolanacağını ortaya koymakta olup, böylece uygulama açısından nerelerde hangi toprak koruma önleminin alınması gerektiği konusunda belirleyici rol oynamaktadır (Okatan ve ark., 2007). Modelin dezavantajı uzun süreli devamlı veri talep etmesidir. Bu nedenle modeli çalıştırmak için gereken verileri kısa sürede elde etmek zordur (Yazidhi, 2003).

WEPP'in GIS ile entegre edilmesi ile GeoWEPP (Geo-Spatial Interface For Water Erosion Prediction Project) programı geliştirilmiştir. GeoWEPP programı GIS, WEPP ve TOPAZ programlarını entegre eden ve özellikle büyük yağış havzaları için uygulama imkanları sunan en son WEPP teknolojisidir. TOPAZ havzanın alt havzalara otomatik olarak ayrılmasını, drenaj ağının belirlenmesini, havzanın yamaçlara ayrılmasını ve akım yönlerinin belirlenmesini sağlamaktadır. Havzadan kaybolan toprak miktarı, sediment verimi, modelin giriş ve çıkış parametreleri CBS ortamında raster halde görülebilmektedir (Martz ve Garbrecht, 1993; Garbrecht ve Martz, 1999; Lyon, 2003).

### 1.2.1 Erozyon Belirlemelerine İlişkin Literatür Taraması

Aybaş (1976), 3.46 km<sup>2</sup> alanı olan Beytepe Havzası'nda 1967-1975 yıllarında yaptığı çalışmada, ıskara metoduyla gölette birikmiş sediment miktarını 2388 m<sup>3</sup>/yıl bulmuştur. Gw Musgrave formülüyle havzanın sediment verimini 3893 m<sup>3</sup>/yıl olarak bulmuştur.

Doğan ve Sevinç (1997), Batı Akdeniz Bölgesi'nde bulunan Çayboğazı Havzası ve alt havzalarında 3 senelik sediment ölçümü yapmış ve erozyon miktarını ortaya koymuşlardır. 1994 yılında Çayboğazı Havzası'nın alt havzası Nif Havzası'nda ki askıda sediment miktarını 17.464 t km<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> olarak bulmuşlardır. Yine 1995 yılında Çayboğazı Havzası'nın alt havzası Cenger Havzası'nda 130.804 t km<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup>, aynı dönemde Çayboğazı Havzası sediment miktarını 111.153 t km<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> olarak bulmuşlardır.

Demirkıran (2003), 17.6 km<sup>2</sup> alanı bulunan Güvenç Gölet Havzası'nda 1997-2002 yıllarını kapsayan çalışmada, ekosandır metodu ile gölete biriken sediment miktarını 109322 m<sup>3</sup> olarak bulmuştur.

Tüfekçioğlu (2006), Amerika Birleşik Devletleri Iowa eyaletinin bazı mera alanlarında yürütülen iki yıllık yüksek lisans tez çalışmasında dere kenarı tampon bölgeleri (yeşil kuşak) üzerinde erozyon çubuk yöntemi ile kenar erozyonu toprak kaybı ölçümleri gerçekleştirmiştir. İlkbaharda 8.4 cm, yaz aylarında 7.8 cm ve sonbahar için 1.7 cm erozyon değerleri bulmuştur. Anlaşılacağı üzere ilkbahar ve yaz aylarında oluşan erozyon değerleri sonbahara göre daha fazla çıkmaktadır. Çalışmada ki 9 deneme alanında ilk yıl 968 mm yağışta 283, ikinci yıl 819 mm yağışta 152 olmak üzere ortalama 217 ton/km/yıl toprak kaybı hesaplanmış, alanlardaki kayıplar 74 - 383 ton/km/yıl aralığında değişim göstermiştir. Yağış ve toprak kaybı arasındaki doğrusal ilişki ortaya koymuştur. Zaines (2004), ise Doktora tezinde aynı alanlarda yapılan 3 yıllık çalışma sonucunda erozyon değerlerinin 1.6 ve 29.8 cm/yıl aralığında hesaplamıştır. Toprak kayıpları ise benzer şekilde 63 - 258 ton/km/yıl aralığında değişim göstermiştir. DeWolfe ve ark. (2004), ise ABD Vermont eyaletinde benzer drenaja sahip alandaki derelerde 10 - 663 ton/km/yıl toprak kaybı bulmuştur. Havzalarından birinde bulduğu en yüksek toprak kaybı ise 1333 ton/km/yıl'dır.

Zaimes ve ark. (2004), Amerika Birleşik Devletleri Iowa eyalet merkezinde 11 km boyunca uzanan derenin orman, tarım ve mera içeren dere kenarlarında erozyon çubukları ile Haziran 1998 ve Haziran 1999 yılları arasında kış ayları hariç her ay boyunca erozyon ölçümleri gerçekleştirmişlerdir. Orman alanlarında yılda 14.2 cm, tarım alanlarında 38.7 cm, meralarda ise 29.5 cm erozyon değerleri elde edilmiştir. En yüksek dere kenarı erozyon miktarını 40.8 cm/yıl olarak bulmuştur.

Tüfekçioğlu (2018), Olur Mikrohavzası'na 30 km uzaklıkta bulunan Erzurum Oltu ilçesinde çubuk erozyon yöntemi ile 2 yıllık kanal ve oyuntu erozyon ölçümleri gerçekleştirmiştir. İlk yıl 1.99 cm/yıl erozyon, ikinci yıl 3.34 cm/yıl ortalama erozyon değerleri ölçülmüştür. İki yılın ortalaması olarak oyuntularda 18889 (%73) ton/yıl, 1. sınıf derelerde 5995 (%23) ton/yıl, 2. sınıf derelerde ise 867 (%3) ton/yıl toprak kaybı değerlerini ortaya koymuştur. Yıllık toprak kayıpları 0 - 286.5 ton/km/yıl aralığında değişmektedir. Oyuntu derelerinde ortalama 2.6 cm/yıl, 2. sınıflarda 0.7 cm/yıl ve 1. sınıflarda ise 6.5 cm/yıl erozyon değerleri ölçülmüştür. En yüksek toprak kaybı 137 ton/km/yıl değeri ile 1. sınıf derelerde gerçekleştiğini ortaya koymuştur. Ortalama yıllık toprak kaybı 75.4 ton/km/yıl olup toplamda 25750 ton/yıl, birim alanda ise 0.7 ton/ha/yıl değeri bulmuştur.

Pakih (2019), Tüfekçioğlu'nun yaptığı çalışmanın devamı niteliğinde Oltu Mikrohavzası'nda yapılan 2.5 yıllık erozyon çubuk yöntemi çalışmasında, tez çalışmamızda yaptığımız periyotlar dikkate alındığında 2017 yılı için toplam 0.9 cm, 2018 yılı için ise 8 cm erozyon miktarı bulunmuştur. İki buçuk yılın erozyon miktarları ortalaması alınarak yapılan değerlendirmede Oltu Mikrohavzası'ndaki 2. sınıf derelerde 0 ton/yıl, 1. sınıf derelerde 5827 ton/yıl, oyuntularda ise 29248 ton/yıl olmak üzere toplamda 35075 ton/yıl toprak kaybı bulmuştur. Alana oranında ise 1.0 ton/ha/yıl toprak kaybı hesaplanmıştır.

Acar (2019), Olur Mikrohavzası'na 70 km mesafedeki Tortum Kuzey Mikrohavzası'nda yapılan, 2 yıllık erozyon çubuk yöntemi çalışmasında, ölçülen yıllık kanal ve oyuntu erozyon miktarları çalışmanın ilk ve ikinci yılı için sırasıyla 0.7 cm/yıl (2015 yaz/sonbahar ve 2016 kış/ilkbahar), 2.5 cm/yıl (2016 yaz/sonbahar ve 2017 kış/ilkbahar) bulmuştur. İki yılın erozyon miktarları ortalamasına bakıldığında 2. sınıf derelerde 1662 ton/yıl, 1. sınıf derelerde 1534 ton/yıl,

oyuntularda ise 8818 ton/yıl olmak üzere toplamda 12014 ton/yıl toprak kaybı bulunmuştur. Alana oranında ise 0.3 ton/ha/yıl toprak kaybı hesaplanmıştır.

Laubel ve ark. (2003), 15 adet Danimarka kırsal alanlarında, 1. ve 2. sınıf derelerden oluşan toplamda 91 dere kenarı alanında 2 yıllık çalışma ile sediment ve fosfor kaybını tahmin etmeye çalışmışlardır. Dere kenarlarından ortalama 1.1 cm/yıl erozyon değeri hesaplanmıştır. Dere kenarının alt kısımlarında 2 cm/yıl, üst kısımlarında ise 0.6 cm/yıl erozyon değeri bulunmuştur.

Oğuz ve Akar (2007), tarafından Tokat Artova Ekinli II Gölet Havzası sediment verimini ölçmek amacıyla yürüttükleri çalışmada 1981, 1987 ve 2006 yıllarında batimetrik ölçümler yapmışlardır. Gölette x, y ve z değerlerine göre su depolama kapasitesindeki azalmalar Netcad haritalama yazılımından yararlanarak ortaya konulmuştur. Gölette 1981-2006 yılları arasında 9627.1 m<sup>3</sup> sediment birikmiştir. Gölet kapasite kaybı % 27.68 olmuştur.

Ceylan ve ark. (2011), Türkiye'deki Altınapa Barajında su seviyelerine göre hacim ve yüzey alanındaki değişimleri belirlemişlerdir. 1981-2009 yılları arasındaki veriler ile ArcGIS programı kullanılarak barajın sediment birikimini tahmin etmişlerdir. 28 yıl içinde yapılan araştırmalara göre barajın depolama kapasitesinin havzasından gelen sedimentten dolayı % 12.4 oranında azaldığını bildirmişlerdir.

### **1.2.2 Erozyon Tahmin Modellerine İlişkin Literatür Taraması**

Aydın (2009), Gümüşhane - Torul Barajı Havzasında WEPP modeli kullanarak 8177.86 hektar alanda arazi kullanımlarına göre toprak kayıplarını ortaya koymuştur. Sonuçlarda, alanın %69.7'sini kaplayan ormanlık alanlarda 10494.04 ton/yıl (1.86 ton/ha/yıl) iken, %20.17'lik yer kaplayan mera alanlarında 12630.18 ton/yıl (7.66 ton/ha/yıl) ve %10.77'sini oluşturan tarım alanlarında 10108.18 ton/yıl (11.48 ton/ha/yıl) olarak ortaya koymuştur.

Yüksel ve ark. (2007), Kahramanmaraş bölgesinde Ayvalı Barajı Su Havzası'nda WEPP modeli ile sediment üretimi tahmini yapmışlardır. Toplam 11531 hektar alanda orman, mera ve tarım arazi kullanımları için tahmin değerleri şu şekildedir; ormanlarda 9035.06 ton/yıl ve 1.32 ton/ha/yıl, meralarda 7910.31 ton/yıl ve 4.69

ton/ha/yıl, tarım alanlarında 68589.62 ton/yıl ve 23.95 ton/ha/yıl olarak hesaplamışlardır.

Erdoğan Yüksel, (2015) Borçka Barajı Yağış Havzası'nda meydana gelen erozyon ve sediment verimini GeoWEPP modeli kullanarak tahmin etmiştir. 59 yılda oluşan ortalama yağış miktarının 698.70 mm olduğu çalışma alanında 86576.83 hektar alanda 360431.70 ton/yıl sediment verimi, 4.16 ton/ha/yıl birim alan sediment verimi değerleri hesaplamıştır.

Reis ve ark. (2017), Kahramanmaraş Keklik Havzası'nda 780 ha alanda meydana gelen sediment üretimini GeoWEPP programı aracılığıyla tahmin etmişlerdir. Havza çıkışına ulaşan sediment verimi 34533.5 ton/yıl, birim alan sediment verimi ise 44.2 ton/ha/yıl, sediment iletim oranı ise 0.591 bulunmuştur.

Yüksel ve ark. (2008), Kahramanmaraş ilinin yaklaşık 25 km güneydoğusunda bulunan 780 hektar alana sahip Orcan Dere Havzası'nın, 175 hektarında orman, 165 hektarında mera, 150 hektarında ise tarım alanı mevcuttur. Ortalama, yükselti 957m ve eğim %34'tür. Yıllık ortalama 730 mm yağışa sahiptir. GeoWEPP programı aracılığıyla sediment üretimi ve yüzeysel akışa geçen yağış tahmin çalışması yapılarak, 6.95 ton/ha/yıl sediment üretimi ve 23.17 mm/yıl yüzeysel akış suyu tespit etmişlerdir.

Maalim ve ark. (2013), Minnesota Le Sueur Havzası'nda GeoWEPP programı kullanarak yüzeysel akış ve sediment verimini işlemeli tarım, işlemez tarım ve yerleşim öncesi şeklinde 3 farklı durumda ortaya koymuştur. Yüzeysel akış derinliği, toprak kaybı ve sediment iletim oranları belirlenmiştir. 30 yıllık simülasyon sonucunda bu değerler sırasıyla işlemeli tarımda: 86 mm, 2.6 ton/ha, 0.84; işlemez tarımda: 73.8 mm, 0.5 ton/ha, 0.9; yerleşim öncesinde: 70.9 mm, 0.2 ton/ha, 0.73 olarak bulunmuştur.

Saghafian ve ark. (2014), Kuzey İran'da bulunan Kasilian Havzası 69 km<sup>2</sup> alana sahip olup, yükselti 1120 ve 3123 metre aralığındadır. Ortalama eğimi %24 olup, yıllık ortalama yağışı 960 mm'dir. Alanın %70'inde doğal ormanlar, %20'sinde ise tarım alanları hâkimdir. Alanın genelinde erozyon değeri 0.25 ton/ha/yıl'dan

düşüktür. 2001 yılında 1.2 t/ha/yıl değeri bulunmuştur. Havzanın %20'den fazlasında erozyon değerleri 4 ton/ha/yıl ve üzerinde bulunmuştur.

Puno (2014), Filipinler'de bulunan Lantapa mevkiindeki 79.9 hektar Mapawa su toplama havzasında GeoWEPP erozyon tahmin modeli ile çalışmıştır. Alanın ortalama yükseltisi 1258 metre, eğim aralığı 0.5 ile %75 aralığında değişmekte olup, yıllık yağış değeri 2102 mm'dir. Arazi kullanım durumu; %32 tarım alanı, %9 orman, %8 yerleşim alanı, %15 Bambu çalı ve öncü türler, %36 mera alanı şeklindedir. GeoWEPP tahmin sonucunda 1770.1 ton/yıl ve 22.1 ton/ha/yıl sediment üretimi değerlerini elde etmiştir.

Oğuz ve ark. (2006), 10.4 km<sup>2</sup> alana sahip Tokat Çelikli Göleti Havzası'nda yaptıkları çalışmada 2000-2005 yıllarındaki toprak kaybını USLE yardımı ile CBS ortamında belirlemiş ve haritalandırmışlardır. Toprak erozyonunun ürün verimine etkileri araştırılmış ve havzada artan erozyonun buğday verimine olumsuz etki yarattığını belirlemişlerdir.

Özsoy (2007), Mustafakemalpaşa Nehri ile bu nehrin boşaldığı Uluabat Gölü'nde yıllık toprak kaybını RUSLE ile belirlemişlerdir. Toprak erozyonu risk tahminlerinde uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri tekniklerinin uygulanabilirliği araştırılmıştır. Havzada RUSLE ile 11.18 ton ha<sup>-1</sup> yıl<sup>-1</sup> toprak kaybı hesaplanmıştır.

Yılmaz (2010), Doğu Anadolu Bölgesi'nde Elazığ İli Sivrice İlçesinde ki Kürççayı Havzası'nda RUSLE modeli ile alandaki erozyon riskini belirlemiştir. Çalışma alanının %1'inde erozyon görülmemiştir. %23.1'inde çok hafif, %31.6'sında hafif, %26.3'ünde hafif şiddetli, %12.7'sinde şiddetli ve %5.4'ünde çok şiddetli erozyon olduğu belirlenmiştir.

Karaş ve Öztürk (2011), Küçükemmalı Gölet Havzası'nda yürüttükleri çalışmada, arazi kullanım planı ve toprak koruma önlemlerine göre hazırlanan havzadaki toprak kaybını USLE eşitliğiyle ortaya koymuşlardır. Mevcut arazi kullanımında ortalama 6.4 t ha<sup>-1</sup> yıl<sup>-1</sup>, kontur tarımda 5.15 t ha<sup>-1</sup> yıl<sup>-1</sup>, şeritvari tarımda 2.60 t ha<sup>-1</sup> yıl<sup>-1</sup> olarak bulmuşlardır. Önerilen arazi kullanım değişikliği ve sürdürülebilir havza planlamalarıyla ortalama toprak kaybı 0.08 ton/ha/yıl değerine düşürülebileceği ortaya konmuştur.



Tüfekçioğlu ve Yavuz (2016), Artvin Yusufeli'nde 245 km<sup>2</sup>'lik bir alanda RUSLE erozyon hesaplama çalışması yapmıştır. Çalışma neticesinde tahmini ortalama yüzey erozyonunu 3.6 ton/ha/yıl olarak hesaplanmış, çalışma sonucunda erozyon risk alanları belirlenmiş ve haritalanmıştır.

Karaş (2005), Sakarya Nehri Havzası'da ki Kkelmalı ve Güvenç Havzalarında su ve sediment verilerini SWAT ve USLE modellerini kullanarak tahmin çalışması yapmıştır. Kkelmalı Havzası'nda toprak kaybını 4.9 ton/ha/yıl, Güvenç Havzası'nda 15.98 ton/ha/yıl olarak tahmin etmiştir.

Yavuz ve Tüfekçioğlu (2019), Erzurum Uzundere Mikrohavzası'nda RUSLE metodu ile yüzey erozyonu risk tahmin çalışması yapmıştır. Yıllık 585 mm yağış alan bölgede çok dik topoğrafya hkim olup yüksek eğim uzunlukları bulunmaktadır. Yıllık hektarda 25.38 ton toprağın yüzeysel akışa geçtiği tespit edilmiştir. Çalışma alanının %44.5'i çok düşük, %10.3' düşük, %13.6'sı orta, %17.2'si yüksek ve %14.5'i çok yüksek riskli olarak kategorize edilmiştir.

Erol ve anga (2004), Eskişehir ili Mihalıççık ilçesindeki toprakların potansiyel ve aktüel erozyon risk alanlarını CORINE metodu ile belirlemiştirler. Potansiyel erozyon risk haritasına göre alanın %44'nde düşük, %52'sinde orta, %4'nde ise yüksek erozyon riski taşıdığını gözlemlenmiş. Gerçek erozyon risk haritasına göre alanın %31'i düşük, %20'si orta ve %49'unda yüksek erozyon tehlikesi olduğunu belirlemiştirler.

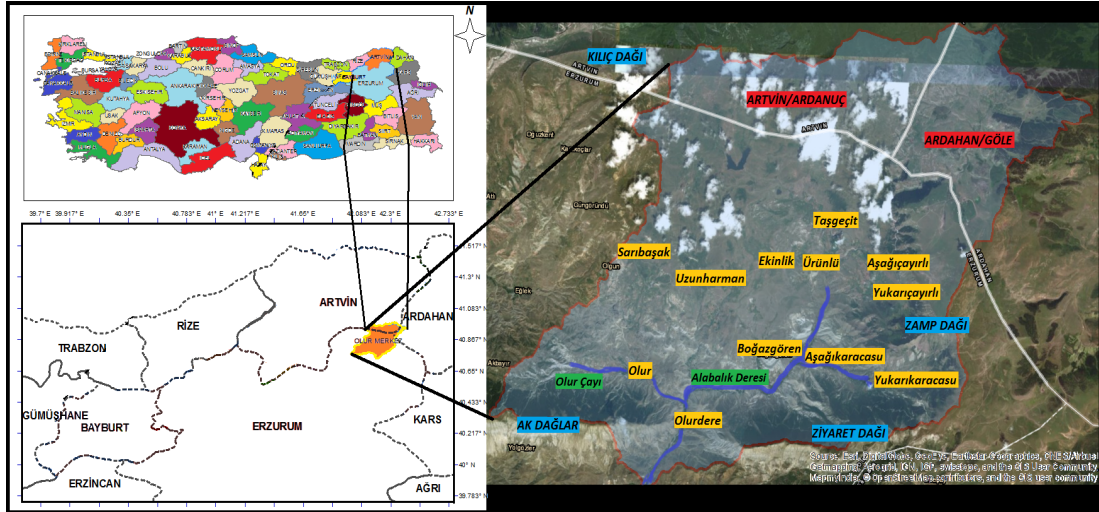
Bayramin ve ark. (2005), Ankara ili Beypazarı ilçesinin gerçek toprak erozyon riskini CORINE metodu ile belirlemiştir. Sonuçlara göre toprakların %60'nda çok yüksek erozyon riski olduğu, %20'sinde ise ciddi erozyon problemi olmadığı ortaya konulmuştur.

## 2 MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1 Materyal

#### 2.1.1 Araştırma Alanı

Araştırma alanımızı oluşturan Olur mikrohavzası, Doğu Anadolu Bölgesi'nin kuzeydoğu sınırları içerisinde yer almakta olup 37517.28 ha'lık bir yüzölçümüne sahiptir. Alanımız 40.78° ile 40.98° kuzey enlemleri, 42.05° ile 42.40° doğu boylamları arasında yer almaktadır. Siyasi olarak Erzurum, Artvin ve Ardahan illeri sınırlarına dahildir. Kuzeyinde Ardanoç, doğusunda Göle, güneydoğusunda Şenkaya, güneyinde Oltu, batısında Yusufeli ile çevrilidir (Şekil 9). Havzanın uzunluğu 27 km, genişliği ise 20 km kadardır. Ortalama eğimi %28.07 olup ortalama yükseltisi 1996m'dir. Sahanın hidrolojisi; batıdan doğuya doğru gelen Olur Çayı'na bağlanan kuzeydoğudan güneye doğru gelen Alabalık Deresi ve bunlara bağlanan kollardan oluşmaktadır. Alanın detaylı mevki haritaları "EKLER" kısmında paylaşılmıştır.



Şekil 9. Araştırma Alanı Lokasyonu

İlçe güneyinde 2342 m'de Ak Dağlar, kuzeyde; 2951m'de Kılıç Dağı, güneydoğuda 2438m'de Ziyaret Dağı ve doğuda 2745m'de Zamp Dağı bulunmaktadır.

### 2.1.2 İklim Özellikleri

Araştırma alanımız Doğu Karadeniz Bölümü ve Erzurum-Kars bölümü arasında bulunması nedeniyle geçit iklim özelliği göstermektedir. Yüksek rakım sebebiyle yüksek kuzey alanlarda iklim sert ve kar yağışları fazladır. Yağışlar genellikle yağmur şeklinde düşer (Anonim, 2017). Olur'da Thorntwaite metodu uygulayan Tüzemen (1991), su bilançosunu inceleyerek nisandan itibaren buharlaşmanın yağışın aleyhine artmakta olup bu durumun kasım ayına kadar devam ettiğini belirtmiştir. Aralık, ocak ve şubat aylarında sıcaklığın 0°C altında olduğundan buharlaşmanın olmadığı kabul edilmiştir. Toprakta nisan ayına kadar su birikmesi olup, haziranda toprakta biriken su buharlaşma ile tükenmektedir. Bunu takip eden temmuz, ağustos, eylül ve ekim aylarında su noksanlığı ortaya çıkmaktadır. Bu da, bu aylar süresince alandaki kuraklık sorununa bir işarettir. Sonuç olarak Thorntwaite metoduna göre "yarı kurak, mezotermal su fazlası olmayan kontinental tipe daha yakın" bir iklim tipi olduğu ortaya konulmuştur. Ancak bu iklim tipinin fiziki coğrafya faktörlerinin etkisiyle değişebileceği; 1500-2000 m aralığında yarı nemli ve daha yüksek kesimlerde ise nemli iklim şartlarının hüküm sürdüğü gözlem sonuçlarına dayanarak söylenebilmektedir (Tüzemen, 1991).

Olur'un merkezinde bulunan meteoroloji istasyon verileri Şekil 10'da paylaşılmıştır.

*1990-2010*	Ocak	Subat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Agustos	Eylul	Ekim	Kasım	Aralık
Max Ort (°C)	2.70	4.80	9.60	15.20	20.50	25.50	29.50	30.20	26.20	19.20	10.50	3.50
Min Ort (°C)	-6.80	-5.40	-1.50	3.40	7.20	10.60	14.10	14.60	10.50	5.90	0.00	-5.00
Yağış Top Ort (mm)	17.34	12.16	30.32	50.49	59.08	60.55	51.03	30.19	22.13	42.16	28.67	22.88
Yağışlı Gun Ort	5.70	5.20	6.90	12.20	11.80	9.40	7.50	6.10	3.10	8.10	6.20	6.60

Şekil 10. 1990-2010 Yıllarını Kapsayan Meteoroloji İstasyonu Verileri

1990-2010 yılları meteoroloji istasyonu verilerine göre, senelerin toplam ortalama yağış miktarı 426.99 mm'dir. Maksimum ortalama sıcaklık 16.45°C olup minimum 3.97°C'dir. En sıcak ay ortalamasının Ağustos ayı, en soğuk ay ortalamasının ise Ocak ayı olduğu görülmektedir.

Olur'da yağış, yükselti ve orografik faktörlerin etkisi ile artmaktadır. 1300m yükseltideki Olur ilçe merkezinde ortalama yıllık yağış 439.2 mm iken, 1300-2000m yükseltide 400-500 mm, 2000-2500 m'lerde 500-600 mm, 2500-3000 m'lerde ise 600 mm'yi aşmaktadır. Yağışın yükseltiyle artmasını bitki örtüsünün artışı da desteklemektedir (Tüzemen, 1991).

### 2.1.3 Bitki Örtüsü

Olur ve çevresinde 1500 m'den itibaren orman yapısı başlayıp ve 2500 m'lere kadar devam etmektedir. Orman sınırı üzerinde alpin çayırlar baş göstermektedir. Tahrip edilen orman alanları ise antropojen step alanlarıdır. Çeşitli sebeplerle ormanın tahrip edilmesi tarıma uygun olmayan yerlerin tarıma açılması ve aşırı otlatmalar, orman alanlarının daralıp eğimin çok olduğu yerlerde toprak erozyonuna sebebiyet vermiştir (Tüzemen, 1991). Olur, İran-Turan fitocoğrafik bölgesinin Doğu Anadolu kesiminde bulunmaktadır (Duman, 2017).

Olur ve çevresi bitki örtüsü olarak 3 grupta incelenmiştir. Bunlar antropojen stepler, orman formasyonu, alpin çayır formasyonudur. Antropojen stepler meşe ve sarıçamla kaplı orman alanlarının tahribi sonucu İran-Turan kökenli otsu türlerle işgal görmüştür. Bu stepler yaylacılık ve hayvancılık faaliyetlerinin devamlılığını sağlamıştır. Böğürtlen, nane, kekik, sütleğen bu bölgelerde bulunan otsu türlerden bazılarıdır. Orman formasyonunda genel itibariyle sarıçamlar geniş alana yayılmıştır. Yer yer sarıçamla karışık ardıç-meşe ve kavak toplulukları da bulunmaktadır. Akarsu boylarında söğüt ve karaağaçlarda karşımıza çıkmaktadır. Alpin çayır formasyonunda yaz boyunca yeşil kalan çayırlar hayvancılık faaliyetlerinin gelişmesine zemin hazırlamıştır. Sonuç itibari ile Akdeniz flora elemanları Çoruh vadisi aracılığı ile sahamızın alçak kesimlerini etkisi altına almıştır (Tüzemen, 1991).

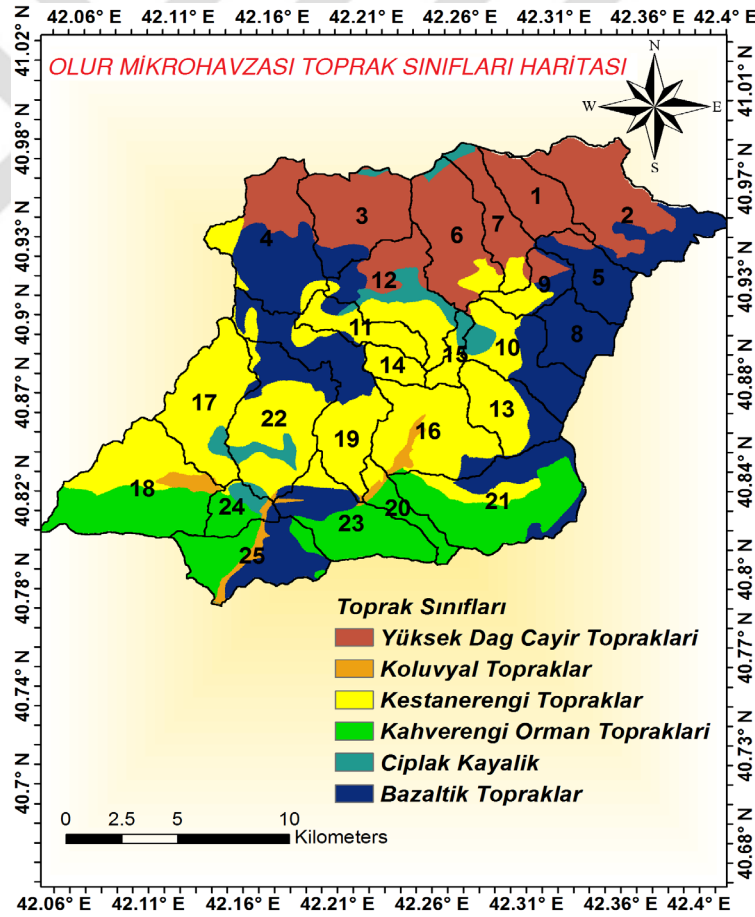
### 2.1.4 Toprak Özellikleri ve Jeolojik Yapı

Alanımızdaki; eğim, bakı, yükselti ve drenaj şartları zonal, azonal ve intrazonal toprak gelişimine sebebiyet vermiştir. Zonal topraklar altında kestanerengi topraklar ve kahverengi orman toprakları bulunmaktadır. Azonal topraklar altında kolüvyal topraklar, intrazonal topraklar altında ise yüksek dağ çayır toprakları ve bazaltik toprak grupları bulunmaktadır (Tüzemen, 1991).

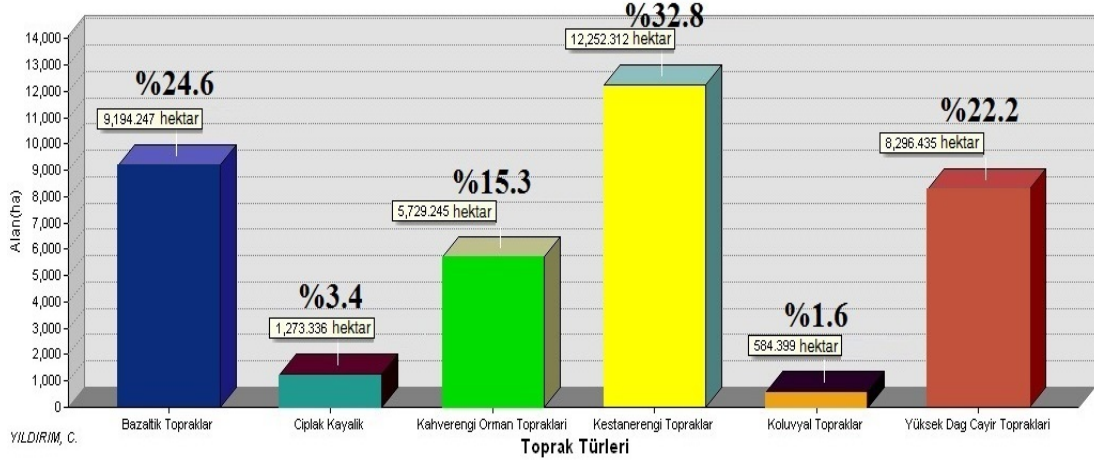
Kahverengi orman toprakları genellikle andezit ve kil taşları üstünde oluşmaktadır. Yüksek eğimli alanlarda oluştuklarından sığ ve kireççe zengin topraklardır. Yüksek dağ çayır topraklarının bünyeleri çok ince olmamakla birlikte organik maddece zengindirler (TGM, 1981).

Kolüvyal topraklar dik-eğimli yamaçlarda yayılım göstermektedirler. Yamaçlardan yer çekimi, toprak kayması yüzey akışı ve dereler tarafından taşınarak biriktirilmiş olan bu topraklar genellikle çakıllı ve kumludur. Bu sebeple toprak özellikleri çevresindeki alanın toprak özelliklerine benzemektedir. Kestanerengi topraklar alanımızda en iyi profil gösteren topraklardır. Genellikle Filizli ve Ürünlü çevresinde örneklerini görebiliriz. Düşük eğimli kireçtaşları üzerinde 1-1.5 m kalınlığa sahiptirler. Bazaltik toprakların kalınlığı az olup bazı yerlerinde ana kaya yüzeye çıkmıştır. Bazalt üzerinde gelişmiş ve taşlı olması sebebiyle sürüme elverişli değildir (Tüzemen, 1991).

Toprak grupları haritası Şekil 11’de verilmiş olup toprak gruplarının alansal bazda dağılımı Şekil 12’de paylaşılmıştır.



Şekil 11. Olur Mikrohavzası Toprak Grupları Dağılımı (TRGM, 2014)

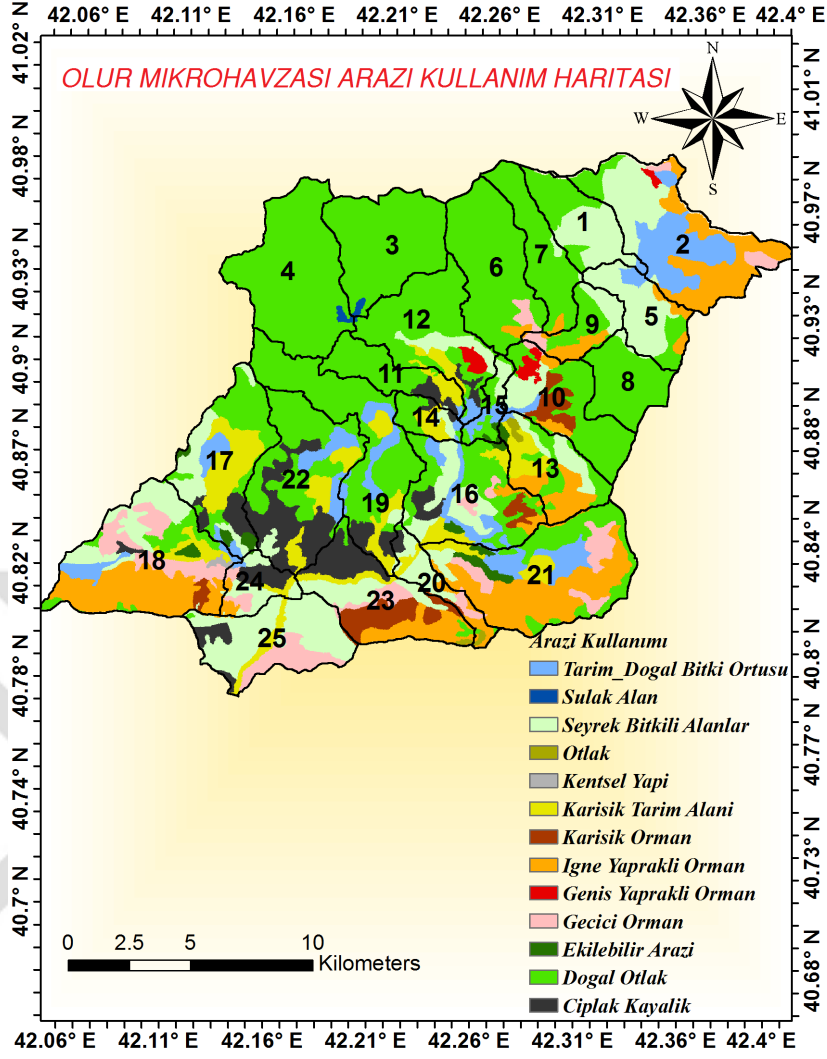


Şekil 12. Alansal Bazda Toprak Grupları Grafiği

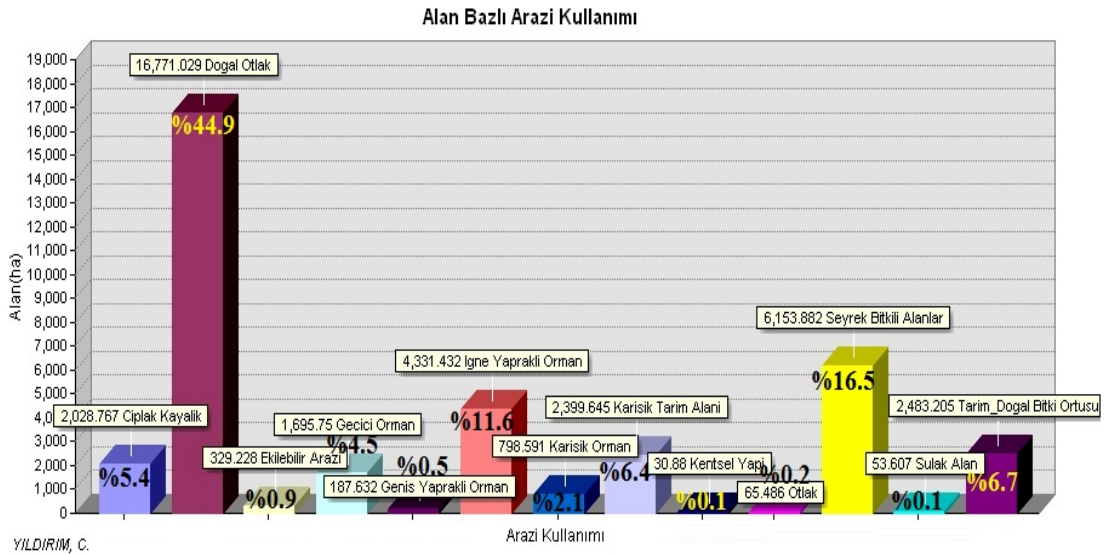
Alanımızın jeolojik yapısı ise dönemi bilinmeyen andezit, siplit ve porferit yarı derin nötr volkanik kayalar, alt kretase ve eosen dönemine ait filiş, üst kretase ve paleozoik döneme ait tortul kayaların beraberinde oligo-miyosen dönemine ait jipsli fasiyes tortul kayalardan meydana gelmektedir (Duman, 2017).

### 2.1.5 Arazi Kullanımı

ÇNHRP'den temin edilen Olur Mikrohavzası arazi kullanım dağılımı verilmiştir (Şekil 13). Alanın arazi kullanım şekilleri hektar bazında verilmiş olup (Şekil 14) 7013.41 ha (%18.79) orman alanı, 16836.52 ha (%45.10) mera alanı, 5212.08 ha (%13.96) tarım alanı ve geri kalan 8267.14 ha (%22.15) diğer arazi kullanımlarına sahiptir. Tarım, orman ve mera ile ilgili kıyaslama GeoWEPP kısmı sonuçlarında irdelenmiştir.



Şekil 13. Olur Mikrohavzası Arazi Kullanım Haritası



Şekil 14. Arazi Kullanımı Alan Dağılımı

### 2.1.6 Sosyo - Ekonomik Durum

2014 nüfus bilgilerine göre Olur ilçe nüfusu 7082'dir. İstihdamın sınırlı olması sebebiyle ilköğretim eğitimi sonrası erkek nüfusun %40-50'si mevsimlik işler için ilçe dışına çıkmakta ve sonucunda tarımsal işleyiş kadın ve genç çocuklar tarafından sürdürülmektedir. Olur ilçesinde temel geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktır. Genellikle bağ, bahçe ve sebzeçiliğe dayanmakta olup yetersiz ve uygunsuz araziler tarım ve hayvancılığı kısıtlamaktadır. Yazları otlatma kışları kaba yem ihtiyacını karşılama konusunda zorluklar söz konusudur. 185 hanede 3167 adet büyükbaş hayvan ve 11 hanede 2850 adet küçükbaş hayvan mevcuttur. İlçenin düşük rakımlı köylerinde seracılık faaliyetleri aile ekonomilerine katkı sağlamıştır. Geniş floraya sahip olan ilçe arıcılık faaliyetleri için gayet uygun yapıdadır. Toplamda 38 köyde 8900 kovan bulunmakta olup kovan başına 30 kg/yıl üretim söz konusudur (Anonim, 2017).

## 2.2 Yöntem

### 2.2.1 Havza Karakteristiklerinin Belirlenmesi

Havzanın sorunlarını bulabilmek ve çözüm üretebilmek adına havza karakteristiklerini ortaya koymak gerekmektedir. Karakteristikler 1/25000 ölçekli sayısal haritalar yardımıyla ArcGIS10.22 programından faydalanarak üretilmiştir.

#### 2.2.1.1 Topoğrafik Karakteristikler

Topoğrafik karakteristik adı altında şekil karakteristikleri olan form faktörü, dairesellik oranı ve uzama oranlarından bahsedilmektedir.

- Form faktörü (F)

$$F = \frac{A}{L^2}$$

F=Form faktörü A=Havza alanı (km<sup>2</sup>) L=Havza uzunluğu (km)



Havza alanının havza uzunluğu karesine bölünerek bulunur. Form faktörü havzanın genişlik, darlık ve uzunluk gibi ölçütleri hakkında bilgi vermektedir. Genellikle 1'den küçük çıkmaktadır. Havzanın genişlik ve uzunlukları eşit olduğunda faktör 1 değerine eşit olacaktır. Genişliğin uzunluktan büyük olması halinde faktör 1'den büyük değere sahip olacaktır (Özhan, 2004).

Form faktörünün yüksek olması kısa sürede pik akımı meydana geleceğini belirtmektedir. Başka bir deyişle hidrografın çan şeklini alacağını göstermektedir (Koralay, 2015).

- Dairesellik oranı (R<sub>c</sub>)

$$R_c = \frac{4\pi A}{P^2}$$

R<sub>c</sub>=Dairesellik oranı A=Havza alanı (km<sup>2</sup>) P=Havza çevresi (km)

Dairesellik oranı havza şekil saptamasında kullanılıp, havza alanının havza çevresinin uzunluğuna eşit çevre uzunluğunda daire alanına oranlanması sonucu bulunur. Dairesellik oranı genelde 1'den az çıkmaktadır. Homojen jeolojik yapıdaki havzalarda oran 0.6-0.7 arasında değişip, nispeten heterojen yapılarda havzalar 0.4-0.5 civarında değer vererek havzanın uzunlamasına ve heterojen jeolojik yapıda olduğunu gösterir (Koralay, 2015).

- Uzama oranı(E)

$$E = \frac{\sqrt{\frac{A}{\pi}}}{L}$$

E=Uzama oranı A=Havza alanı (km<sup>2</sup>) L=Havza uzunluğu (km)

Uzama oranı havza alanıyla eşit büyüklükte daire çapının, havzadaki maksimum uzunluğa bölünmesi ile bulunur. Uzama oranının düşük olması yüzeysel akışın havza çıkışına ulaşmasının uzamasına yani konsantrasyon süresinin uzun olması manasını taşımaktadır (Özhan, 2004). Uzama oranının 0.6-0.8 arası değerleri arazinin

genellikle dik ve sarp bir topoğrafik yapıya kuvvetli reliyefe sahip olduğunu, 1'e yakın ise alçak bir topoğrafik yapıya düşük reliyefe sahip olduğunu belirtmektedir (Koralay, 2015).

### **2.2.1.2 Reliyef - Eğim Karakteristikleri**

Havzanın reliyef-eğim karakteristikleri altında ortalama eğim ve ortalama yükseltiden söz edilmiştir.

- Ortalama eğim

Havza ortalama eğimi su erozyonu açısından büyük önem taşımakta olup yüzeysel akışın oluşumu ve pik akımını etkilemektedir. Eğimin yüksek oluşu drenaj yoğunluğu ve dere frekansının yüksek olması ayrıca yağışların hızla yüzeysel akışa geçeceğini gösterecektir (Koralay, 2015). Ortalama eğim için CBS ortamında SYM altlığında eğim haritası çıkarılmış. Çıkan haritanın istatistiksel değerleri arasından ortalama eğim değerleri alınmıştır. Tüm bölmelerin ortalama eğimleri çıkarılmıştır. Alanın bakı haritası da güneşli ve gölgeli bakılar olarak üretilmiştir.

- Ortalama yükselti

Sayısal yükseklik modeli olan havzanın CBS ortamında ortalama değerleri alınmıştır. Aynı zamanda tüm bölmelerin ortalama yükselteleri ortaya konulmuştur.

### **2.2.1.3 Hidrolojik Karakteristikler**

Hidrolojik karakteristikler adı altında ana dere eğimi, dere sayısı, dere sıklığı, drenaj yoğunluğu ve konsantrasyon zamanı başlıklarından söz edilmiştir.

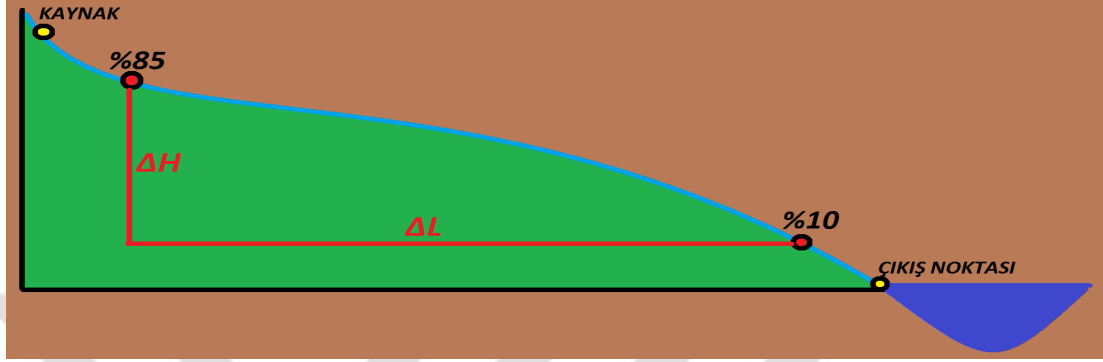
- Ana dere eğimi

Akarsu eğimi belirlenmesinde Benson tarafından geliştirilmiş olan ana dere eğim yöntemi (Şekil 15) kullanılabilir. Bu yönteme göre ana derenin uzunluğu belirlendikten sonra uzunluğun %10'u ve %85'i harita üzerinde işaretlenerek bu iki noktayı harita üzerinde birleştirip elde edilen doğrunun eğimi ana dere eğimi olarak bulunur. Eğim suyun akış hızını etkileyen bir faktördür (Özhan, 2004).

$$\text{Ana dere eğimi} = \frac{\Delta H}{\Delta L} \times 100$$

$\Delta H$  = Ana dere uzunluğunun %10'u ve %85'inin yükselti farkları (m)

$\Delta L$  = Ana dere uzunluğunun %10'u ve %85'i arasındaki yatay mesafe (m)



Şekil 15. Ana Dere Eğim Hesabı

- Dere sayısı

Dere sıralamasında; Strahler (1957) metodundaki yaklaşım uygulanmıştır. Devamlı dereler sıralamada dikkate alınır. Kuru dereler sıralamaya dâhil değildir. Ana dere en yüksek sıra değerini alıp yan kolları olmayan dereler 1 numarayı alıp birleşimlerinden oluşan derelere 2 numara verilir. 2 numaraların birleşimine 3 numara verilir böylece devam etmektedir. Dere sayıları CBS ortamında elle sayısallaştırılmıştır.

- Dere sıklığı

Havzadaki devamlı aktif dere sayısının havza alanına bölümüyle elde edilmektedir. Birim alana düşen dere sayısını ifade etmektedir.

$$D_s = \frac{N_s}{A}$$

$D_s$  = Dere sıklığı

$N_s$  = Toplam dere sayısı

$A$  = Havza alanı ( $\text{km}^2$ )

Dere sayısının yüksek olması zeminin geçirgen olmadığı ve bitki örtüsünün seyrek olabileceğinin göstergesidir. Dere sıklığının 3.5 değerinden büyük olması çok yüksek kabul edilmektedir (Özhan, 2004).

- Drenaj yoğunluğu

Havzadaki birim alana düşen derelerin uzunluklarıdır. Havza içindeki su taşıyan tüm kolların toplam uzunluğu alana bölünerek bulunur. İklim şartlarının akarsu uzunluğuna etkisini gösteren drenaj yoğunluğu 0.5-2.5 km/km<sup>2</sup> arasında değişmektedir (Özhan, 2004).

$$D_y = \frac{\sum L}{A}$$

$D_y$  = Drenaj yoğunluğu  $A$  = Havza alanı (km<sup>2</sup>)  $L$  = Top. devamlı dere uzunluğu (km)

Drenaj yoğunluğu yüzeysel akış ile sediment ve su verimi üzerinde etkisi büyüktür. Drenaj yoğunluğunun değerinin küçük olması havzanın iyi bitki örtüsü ile yüzeysel akışı tutabildiğini gösterirken, büyük bir değere sahip olması zayıf bitki örtüsünü, geçirimsiz zemin koşullarını ve dağlık topoğrafyayı göstermektedir (Atalay, 1986).

- Konsantrasyon zamanı

Havzada çıkış noktasına en uzak noktaya (yüzeysel akışın maksimum uzunluğu) düşen yağışın dere çıkış noktasına ulaşmaya kadar geçecek olan zamandır. Formül Kirpich (1940), tarafından ufak boyutlu havzalar için geliştirilmiştir.

$$T_c = 0,01947 \left( \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}} \right)$$

$T_c$  = Konsantrasyon zamanı (dak)

$L$  = Yüzeysel akışın maksimum uzunluğu (m)

$$S \text{ (Havza eğimi)} = \frac{\Delta H}{L}$$

$\Delta H$  = Yüzeysel akışın maksimum uzunluğu ile dere çıkışı arasındaki yükselti farkı (m)

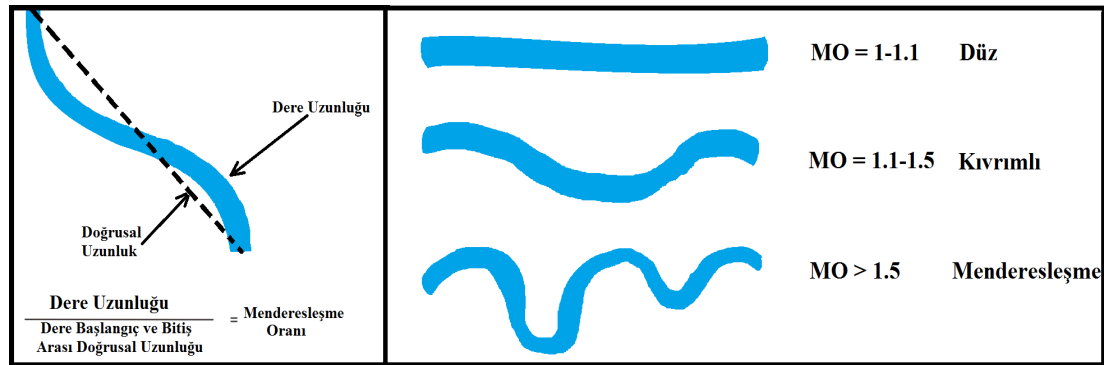
- Kıvrım/Menderesleşme Oranı (Sinuosity/Meandering)

Menderesleşme oranı, derenin ne derece kıvrımlı (dönemeçli) bir yapıya sahip olduğunu belirlemek amacıyla bulunmaktadır. Menderesleşme oranı, akış (dere) uzunluğunun, dere başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki doğrusal uzunluğa bölünmesi ile bulunmaktadır (Şekil 16). Düz ve menderesleşmiş akışlar arasındaki geçiş genellikle 1.5 menderesleşme oranı ile ayırt edilmektedir (Ritter ve ark., 2002)

Menderesleşme oranı, sürecini tamamlayan veya uzun süre aşındırma yaparak düşük eğime ulaşmış akarsularda daha yüksektir. Aşındırma işlemi tamamlayan akarsular, eğimi düşürmesi sebebiyle hızı azaldığından eroziv gücü düşük olacaktır. Eğimsiz alanda dere kendine kıvrımlı bir yol çizecektir. Sürecin başında bulunan menderesleşme oranı düşük olan akarsularda ise bu durumun tam tersi olarak yüksek eğim, hız ve erozyon gücüne sahip olacaktır. Aynı zamanda menderesleşme oranının fazla olması konsantrasyon süresini de doğrudan artıracaktır.

Allen (1970), tarafından tanımlanan menderesleşme oranları; 1-1.1 aralığında düz, 1.1-1.5 arasında kıvrımlı (hafif menderesleşme), 1.5'ten büyükse menderesleşmiş, şeklinde sınıflandırılmış akarsu durumları bulunmaktadır.

Çalışmamızda ana dere için menderesleşme oranı hesaplanmıştır.



Şekil 16. Menderesleşme Oranı ve Dereceleri (Allen, 1970)

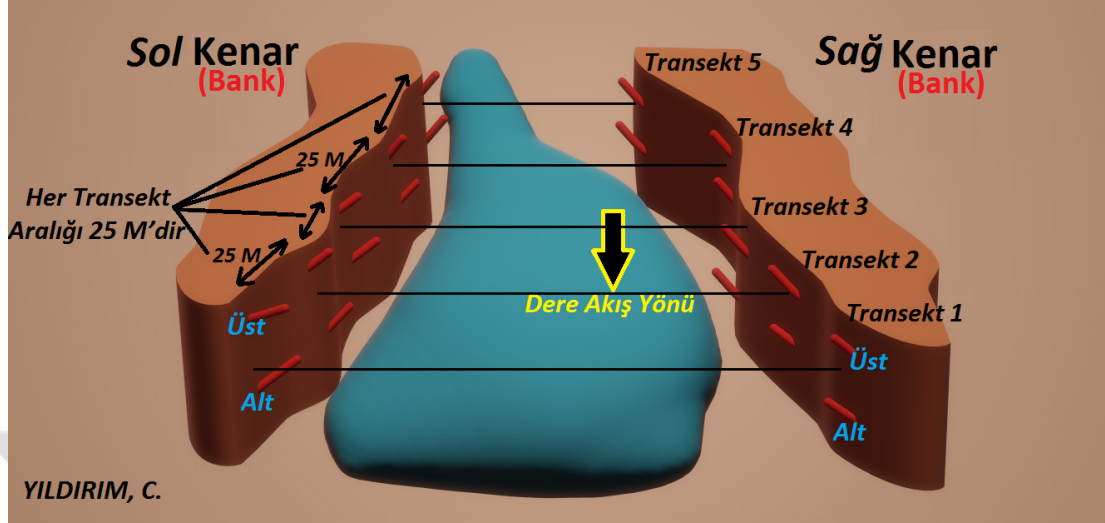
### 2.2.2 Erozyon Çubuk Yöntemi ile Kanal ve Oyuntularda Erozyon Ölçümü

Erozyon çubuk yöntemi (erosion pin method) dere kenarı (şev) erozyonuyla kaybolan toprak miktarını ölçmek için kullanılmaktadır. Birikim veya erozyona

maruz kalan dere kenarı yüzeyindeki (şevlerdeki) küçük ve orta ölçekli değişiklikleri ölçmek için yüksek doğruluk gerektiren kısa zaman ölçekli çalışmalarda pratik olduğu için kullanılır (Zaimes, 2004; Tüfekçioğlu, 2006, 2010; Bear, 2011). Kanal ve oyuntularda oluşan erozyonun ölçülmesi havzada oluşan toplam erozyonun tespitinde büyük katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada erozyon çubukları rastgele seçilen kanal ve oyuntu dere şevleri (kenarı) üzerinde çakılmıştır. Toplamda 15 farklı deneme alanında kurulan 75 transekt üzerinde yaklaşık 300 adet erozyon çubuk kullanılmıştır. Her bir deneme alanında (100m uzunluğundaki dere) 5 adet transekt (enine düzlem) noktası 25 m aralıklarla konumlandırılmıştır (Şekil 17). Transektler dere akışına ters istikamette aşağıdan yukarıya doğru 1'den 5'e kadar numaralandırılmıştır. Çubukların çakım işlemi şev yüksekliğine bağlı olarak 0.7 metre ve altındaysa toplam şev yüksekliğinin orta noktasına (1/2) tek çubuk olacak şekilde, şev yüksekliğinin 0.7 metreden fazla olduğu durumlarda ise dere kenarının yüzeyine yerleştirilen çubukların sayısı şev yüksekliğine bağlı olarak 2 ila 3 adet arasında değişmektedir. Örneğin, 3 metre yüksekliğindeki bir şevde çubukların her biri ayrı olarak üç sıra şeklinde, dere kenarı yüksekliğinin üçte biri (1/3), üçte ikisi (2/3) ve üçte üçünün (3/3) orta noktasına sırasıyla yerleştirilmiştir. Şematiği "EKLER" kısmında verilmiştir. Demir çubuklar 60 cm boy ve 8 mm çapa sahip olup son 10 cm'leri dışarıda kalacak şekilde altı üstlü çakılmıştır (Şekil 17). Dışarıda kalan kısımlar 6 aylık dönemler (Mayıs ve Kasım ölçümleri) boyunca yılda 2 defa ölçülmüştür. Her alandaki 6 aylık iki periyot ölçümleri toplanarak bir yılda oluşan toplam kanal ve oyuntu erozyon miktarı cm/yıl olarak hesaplanmıştır. Altı aylık ölçümler arasında oluşan farklar o dönem için gerçekleşen erozyon miktarını vermektedir. Ölçümler arasındaki farkı bulmak için ise son ölçüm değerinden ilk ölçüm değeri çıkılmıştır. Deneme alanlarındaki her çubukta çıkan farkların ortalaması alınarak o deneme alanı için 6 ayda oluşan ortalama erozyon değeri hesaplanmıştır.

Farkın pozitif olması erozyonu, negatif olması ise depolama (birikim) anlamına gelmektedir. Şiddetli yağışlar sonrasında dere taşkınlarında çubukları yerinden sökebilecek kadar erozyon oluşmaktadır. Bu gibi durumlarda 50 cm'lik erozyonun gerçekleştiği varsayılmıştır. Benzer şekilde çubukların fazlaca depolanmaya maruz

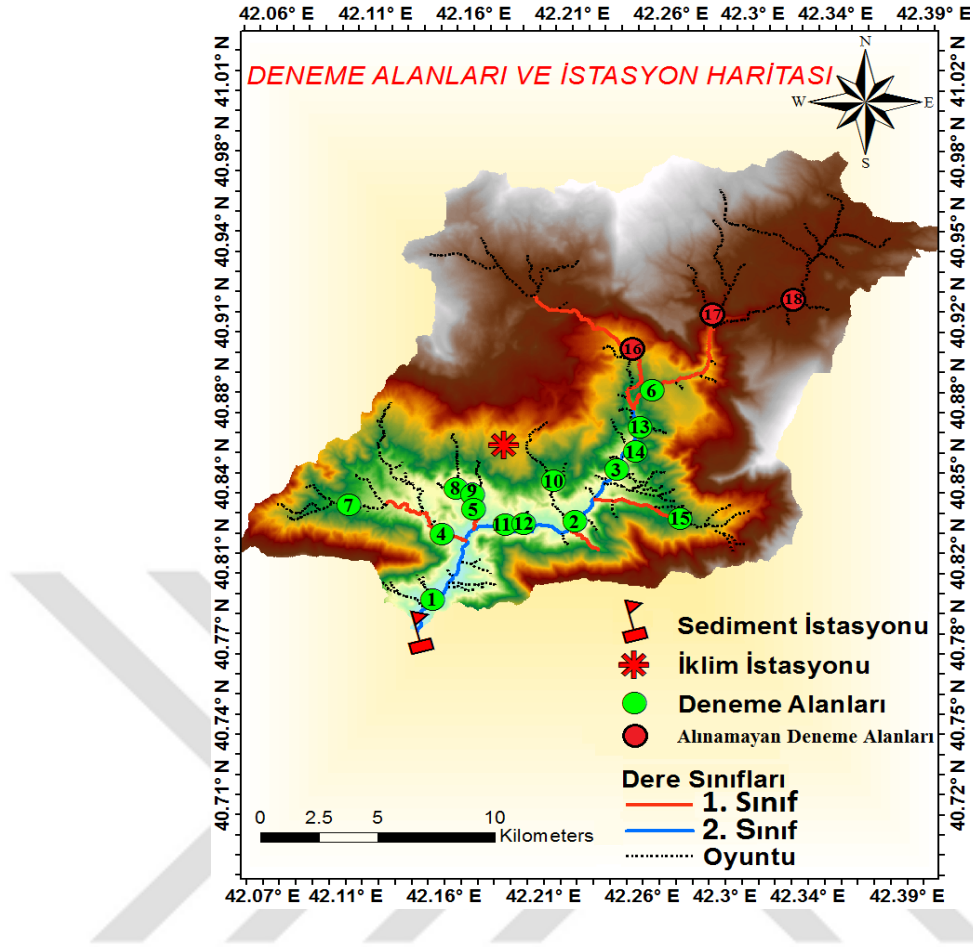
kalması sonucu toprak altına gömüldüğü durumlarda 0 cm yani erozyon olmadığı şeklinde değerlendirilmiştir.



Şekil 17. Erozyon Çubuk Yönteminde Deneme Alanı Görünümü

### 2.2.2.1 Örnekleme Noktaları

Olur Mikrohavzası'nda kanal ve oyuntularda oluşan erozyon miktarını belirlemek için yalnızca erozyonun sık yaşandığı alanları örnek almak yanlış olacaktır. Bu sebeple çalışma rastgele örnekleme yöntemiyle seçilen 15 adet deneme alanında (erozyon çubuk noktaları) uygulanmıştır (Şekil 18). Normalde rastgele örnekleme sonucu seçilen; 16 numaralı alanda tamamen taşlılık sebebiyle, 17 ve 18 numaralı alanlarda ise ulaşım için yol bulunmadığından çubuk çakılamamış ve alanlar iptal edilmiştir. Alan isimleri Tablo 1'de alan numaraları ve dere sınıflarıyla beraber belirtilmiştir. Seçilen deneme alanlarından 3'er tanesi ikinci (ana kol; 1-3) ve birinci sınıf dereler (büyük yan kollar; 4-6) üzerinde konumlandırılmış olup geri kalan 9 tanesi (7-15) ise oyuntu dereleri üzerinde seçilmiştir (Şekil 18). On altı nolu deneme alanı taşlık şev yapısına sahip olduğu için, 17 ve 18 nolu alanlar ise ulaşımın mümkün olmadığı için alınmamış, bu alanlarda çubuk çakım işleme gerçekleştirilememiştir (Şekil 18).



Şekil 18. Çalışma Alanları Haritası

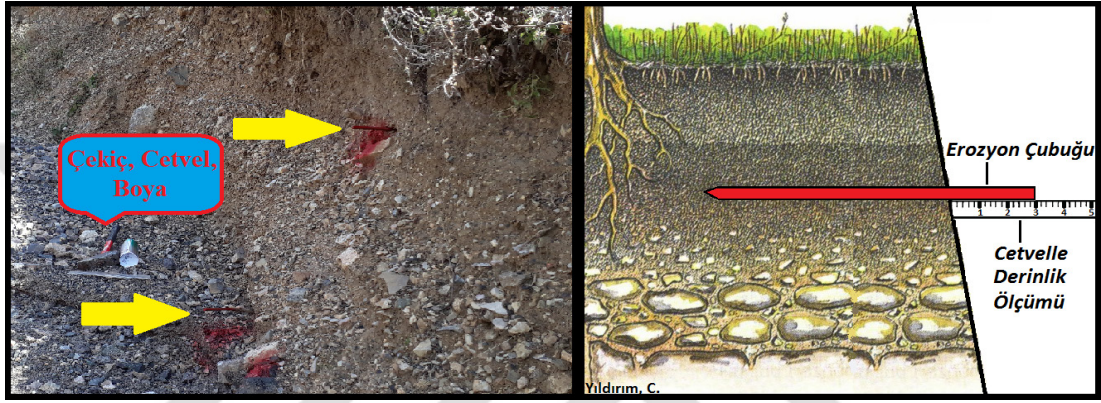
Tablo 1. Erozyon Çubukları Alan İsim ve Dere Sınıfları (Strahler, 1957)

Alan Numarası	Alan İsmi	Dere Sınıfı
1	Olurdere	2. Sınıf
2	Boğazgören	2. Sınıf
3	Aşağıkaracasu	2. Sınıf
4	Olur	1. Sınıf
5	Yeşilbağlar	1. Sınıf
6	Altunkaya	1. Sınıf
7	Olur 1	Oyuntu
8	Olur 2	Oyuntu
9	Boğazgören 1	Oyuntu
10	Boğazgören 2	Oyuntu
11	Boğazgören 3	Oyuntu
12	Boğazgören 4	Oyuntu
13	Filizli	Oyuntu
14	Aşağıkaracasu	Oyuntu
15	Yukarıkaracasu	Oyuntu
16 (ALINAMADI)	Taşgeçit	1. Sınıf
17 (ALINAMADI)	Soğukgöze 1	Oyuntu
18 (ALINAMADI)	Soğukgöze 2	Oyuntu



### 2.2.2.2 Arazi Çalışmaları

Çalışma yapılan alanlar ArcGIS ortamında KML formatına çevrilip tablette var olan Google Earth programına yüklenmiştir. Tabletten GPS özelliği kullanarak alanlara arazi aracıyla 6 aylık periyotlarda ölçüm çalışmaları yapılmıştır. Arazi çalışmalarında erozyon çubukları, not defteri, çekiç, su geçirmez bot, spreylenmiş boya ve cetvel kullanılmıştır. Alanda bulunan çakılmış olduğumuz çubuklar ölçülmüş ve not edilmiştir (Şekil 19).



Şekil 19. Çakılmış Çubuklar ve Cetvel ile Ölçümleri

### 2.2.2.3 Şev Toprak Hacim Ağırlığı ve Alanları

Şevler üzerinden gerçekleşen toprak kaybının belirlenebilmesi için her deneme alanının 1,3 ve 5. transektlerinden alınan toprak örneklerinin hacim ağırlıkları ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) laboratuvar ortamında  $105^\circ\text{C}$ 'de 24 saat kurutulduktan sonra tartılarak belirlenmiştir (Blake ve Hartge, 1986). Toprak örneklemesinde toplam şev yüksekliği dikkate alınmıştır; ortalama 6 adet olmak üzere örnekleme şev yüksekliğine homojen olarak dağıtılmıştır. Örneklemede  $2 \times 10$  cm ebatlarındaki silindirik toprak alım borusu kullanılmıştır (Şekil 20).



Şekil 20. Silindirik Toprak Numunesi Alımı

Dere kenarı alanlarının bulunması için mira ve çelik şerit metre kullanılmıştır. Dere kenarı yükseklikleri her transekt noktasındaki sağ ve sol şevler üzerinde ölçülüp, ortalamaları alınarak her deneme alanının dere kenarı yüksekliği bulunmuştur. Dere kenarı uzunlukları ise sağ ve sol 100'er metre olarak her deneme alanı için 200 m olarak değerlendirilmiştir. Dere kenarı ortalama yükseklik ve uzunluklarının (200 m) çarpımlarından dere kenarı alanları m<sup>2</sup> olarak elde edilmiştir. Alanımızda bulunan 1. ve 2. sınıf ile oyuntu dere sınıflarının toplam dere uzunlukları (km) ArcGIS ortamında hesaplanıp sağ ile sol banklar dâhilinde 2 ile çarpılıp dere kenarı toplam uzunlukları havza geneli için tespit edilmiştir.

#### **2.2.2.4 Kanal ve Oyuntu Erozyonuyla Gerçekleşen Toprak Kayıpları**

Çubuklarla ölçülen erozyon miktarı şev toprak hacim ağırlığı ve şev alanları ile çarpılarak toplam toprak kaybı (TTK) ton/km/yıl olarak hesaplanmıştır.

$$TTK = \text{ŞA} \times \text{THA} \times \text{EM}$$

Formüldeki; ŞA birim dere uzunluğuna ait şev alanını (m<sup>2</sup>/km), THA şevlere ait ortalama toprak hacim ağırlığını (t/m<sup>3</sup>), EM ise ortalama yıllık erozyon miktarını (m/yıl) ifade etmektedir.

Akabinde her dere sınıfında bulunan toplam (sağ ve sol) dere kenarı uzunlukları birim toprak kayıpları (ton/km/yıl) ile çarpılarak alandaki dere sınıflarında oluşan toplam toprak kayıp değerleri ton/yıl olarak bulunmuştur. Dere sınıfları için bulunan toprak kaybı değerleri toplanarak tüm havzanın kanal ve oyuntu toprak kaybı ton/yıl olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, yüzey erozyonu miktarıyla karşılaştırma yapabilmek bağlamında ton/yıl birimindeki toplam toprak kaybı hektar birimindeki havza alan büyüklüğüne bölünüp tüm havzanın kanal ve oyuntu erozyon değeri ton/ha/yıl olarak da ortaya konulmuştur.

#### **2.2.3 Sediment İstasyonu ile Askıda Katı Madde Ölçümü**

Alanımızın askıda katı madde (sediment) miktarının bulunması için ÇNHRP kapsamında Olur Mikrohavzası'nın çıkış noktasına kurulan sediment istasyonundan faydalanılmıştır (Şekil 18). İstasyon içerisinde iki farklı cihaz bulunmaktadır.

Bunlardan ilki üst kısmında bulunan programlama ekranında ayarlanan tarih ve saatlerde dereден 500 ml su örneği alan örnekleyci (ISCO sampler 3700 model) cihazdır. Örnekleri cihazın orta kısmında bulunan pompa aracılığıyla almaktadır. Cihazın alt kısmı 24 adet günlük örneк alabilme kapasitesine sahiptir (Şekil 21). Örnekleri dereye sarkıtılan vakum borusu aracılığıyla almaktadır (Şekil 22A).

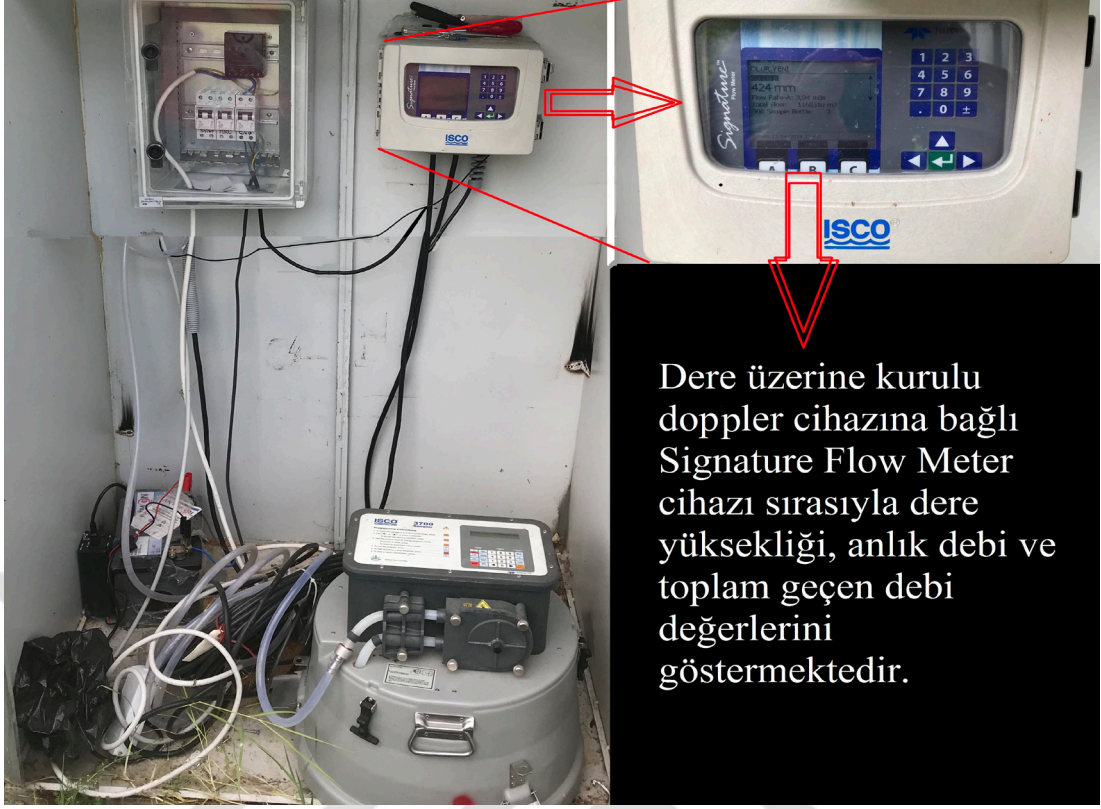


Şekil 21. ISCO Sampler 3700 Cihazının Görünümü



Şekil 22. Vakum Borusu (A) ve Lazer Doppler (Debi Ölçer) Cihazı (B)

İstasyonda bulunan ikinci cihaz ise ISCO signature flow meter modeli cihazdır (Şekil 23). Dere üzerine monte edilmiş olan debi ölçer (lazer doppler) cihazına (Şekil 22B) bağlanarak veri akışı sağlanmaktadır. Cihaz 5 saniye aralıklar ile dereден anlık geçen debi miktarını  $m^3/s$  biriminde hafızasına kayıt etmektedir. Veriler USB bellek ile alınabilmektedir.



Şekil 23. Sediment İstasyonu Genel Görünümü

Cihaz ile ölçülen debi miktarlarının doğruluğunu teyit için manuel debi ölçümleri farklı zaman aralıklarında akış ölçer ile ayrıca gerçekleştirilmiştir (Şekil 24).



Şekil 24. Akış Ölçer ile Hız/Debi Ölçümü

Manuel hız/debi ölçümü için deredeki her 1 metre genişliğin tam ortasından derinlik değerleri ve debi ölçer ile hız ölçümleri yapılmıştır. Hız ölçümü, toplam su seviyesinin (yüksekliğinin) %60 derinliğinden ölçülmüştür. Genişlik (m), su derinliği (m) ve ölçülen hız (m/s) çarpılarak, her 1 m'lik bölme için debi miktarları  $m^3/s$

olarak hesaplanır, sonrasında bütün bölmelerdeki debiler toplanarak dere kesitinden geçen toplam debi bulunur.

Dereden günlük olarak geçen toplam sediment miktarı bu iki cihazdan elde edilen veriler ile tespit edilmiştir. Her güne ait sediment örneği süzdürülüp belirlenen AKM konsantrasyonu (g/L) 1000 ile çarpılarak  $g/m^3$  yapılır. Aynı şekilde her günün debi değeri ( $m^3/s$ ) 86400 ile çarpılarak gün boyunca dereden geçen toplam debi ( $m^3/gün$ ) değeri hesaplanmıştır. Her günün  $g/m^3$  birimindeki sediment miktarı ile  $m^3/gün$  birimindeki debi miktarı çarpılıp 1000'e bölünerek dereden günlük akıda geçen sediment miktarı  $kg/gün$  biriminde belirlenmiştir. Her günün değeri toplanarak sene boyunca geçen toplam sediment bulunmuştur. Değer son aşamada tekrar 1000 ile bölünerek ton/yıl birimine çevrilmiştir.

Çalışmamızda 2017 ve 2018 yılları için toplam 730 adet su örneği otomatik su alım cihazı ile alınmış ve işlenmiştir.

### **2.2.3.1 Su Örneklerinin Alınması**

ISCO sampler cihazı 24 örnek kapasiteye sahip olması dolayısıyla her 24 gün dolduğunda cihaza aldırılan 500 ml'lik su örnekleri süzdürülmek üzere cihazdan çıkarılıp yerine boş örnek şişeleri koyulur. Cihaz tekrardan örnek almak üzere programlanır ve süreç böylece devam ettirilir. Her örnek alımında cihazın kontrolleri yapılmış ve vakum borusunun temizliği sağlanmıştır. Aynı zamanda sampler cihazının aldığı örneklerin doğruluğunu kontrol etmek için her arazi ziyareti esnasında dereden elle ayrıca su örnekleri alınmış ve bu örneklerdeki değerler sampler cihazının almış olduğu örneklerle karşılaştırılmıştır.

### **2.2.3.2 Laboratuvar Çalışmaları**

Arazide ISCO sampler cihazından alınan örnekler laboratuvara getirilip her günün su örneği 1'den 24'e kadar sıralanmış, alüminyum kaplar ve filtre kâğıtları kullanılarak süzdürme işleminden geçirilmiştir. Süzdürülen örnekler 24 saat ve  $105^{\circ}C$ 'de etüvde kurutulmuş ve hassas terazi ile ölçüm işlemleri gerçekleştirilmiştir.

### 2.2.3.3 Askıda Katı Madde Tayini

Askıda katı madde tayini için 0.45 µm (mikron) por genişliğine sahip filtre kâğıtları kullanılmıştır. Filtre kâğıtları nemsiz kalması için nem emici fanus içerisinde korunmuştur. 24 örnek için alüminyum kaplar ile boş filtre kâğıdının toplam ağırlığı 0,0001 g hassas terazi kullanarak not edildikten sonra vakum pompası yardımıyla su örnekleri 250 ml (AKM'nin çok olduğu durumlarda) veya 500 ml miktarında filtre kâğıtlarına süzdürülme işlemine geçilmiştir. Süzdürme işlemi bitince sediment yüklü filtre kâğıdı tekrar alüminyum kaba koyularak 105°C'de 24 saat fırınlanmıştır. Fırınlanmış numuneler alüminyum kabıyla beraber tekrar tartılmış ilk ve son ağırlık değerlerinin farkı alınarak 250 ml veya 500 ml içerisindeki askıda katı madde miktarı gram olarak bulunmuştur. Bulunan değerler 4 veya 2 ile çarpılarak 1 litreye çevrilmiştir. Böylece g/L biriminde değerler elde edilmiştir (Şekil 25).

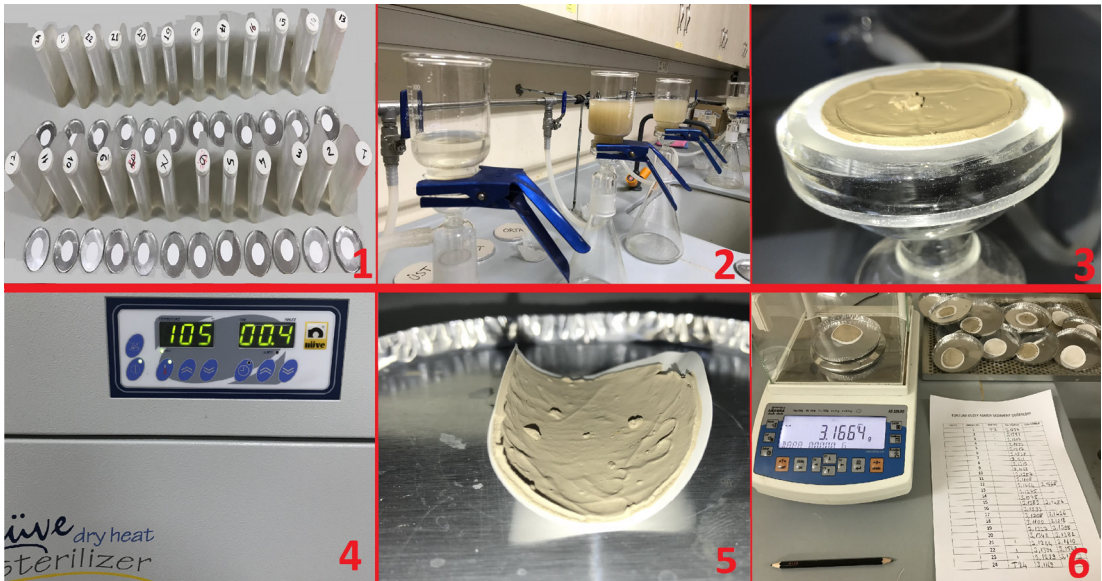
$$AKM(g/L) = (A - B) \times 4$$

AKM = Askıda katı madde (g/L)

A = Süzdürülmüş (Sedimentli) filtre kâğıdı + Alüminyum kap (g) (Son değer)

B = Boş filtre kâğıdı + Alüminyum kap (g) (İlk değer)

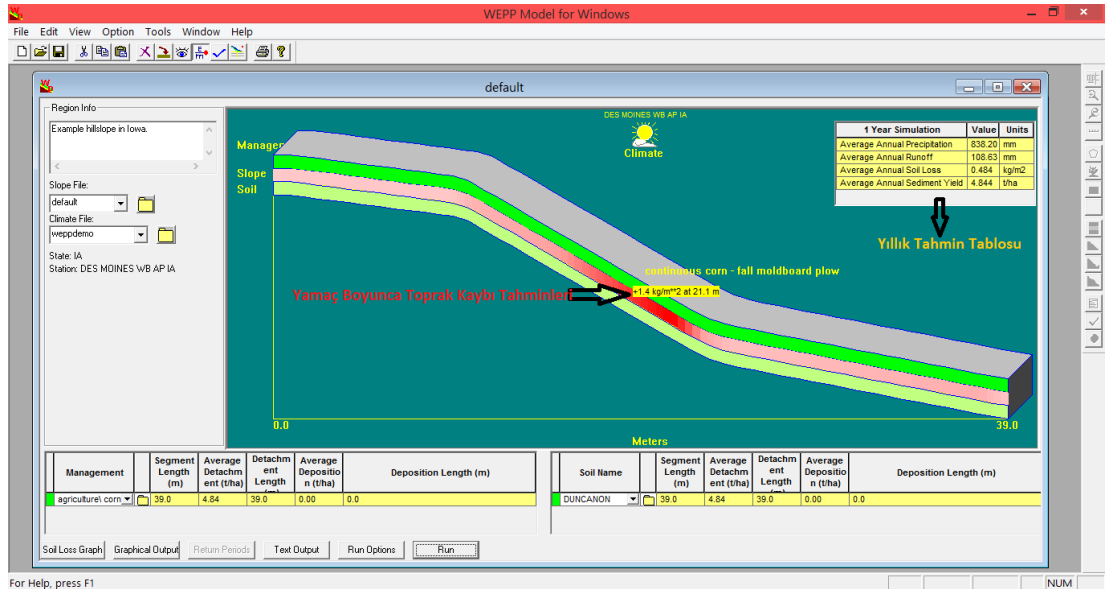
4 = Süzdürülen 250 ml örnekleri 1 litreye çevirme katsayısı



Şekil 25. Askıda Katı Madde Tespit Aşamaları

## 2.2.4 WEPP, TOPAZ ve CBS Entegrasyonu (GeoWEPP) ile Erozyon Tahmini

GeoWEPP programı son yıllarda kullanılan popüler erozyon tahmin modellerinden bir tanesidir. Program arka planında Environmental System Research Institute (ESRI) tarafından geliştirilen ArcGIS, USDA-ARS tarafından geliştirilen TOPAZ (Topographic Parameterization) programı ve WEPP modelini kullanmaktadır. GeoWEPP ortamında ArcGIS, WEPP ve TOPAZ birlikte kullanılmaktadır. CBS ile sayısal yükseklik modeli (SYM) oluşturulup TOPAZ ile topoğrafik özellikler, drenaj ağı (network) ve drenaj boyunca oluşan alt havzalar (sub-catchment) çizdirilir ve GeoWEPP'e uyumlaştırılıp toprak kaybı ve sediment verimi tahmin edilmektedir. Model geniş ölçekte toprak kaybı, sediment kaybı, toprak depolanması ve sediment üretim değerlerini tahmin edebilen bir simülasyondur. Modelin uygulanmasında topoğrafyayı ayıklamak tek başına zor olması sebebiyle ArcGIS ile uyumlu olabilmesi en büyük tercih nedenlerindedir. Program çalışılan alan üzerindeki toprak kayıplarını eğim, yükselti, toprak özellikleri, arazi kullanımı ve iklim ile harmanlayarak sonuca ulaşmaktadır. WEPP programı görünümü Şekil 26'da gösterilmiştir.



Şekil 26. WEPP Programında Yamaç Boyunca Erozyon Tahmini Görünümü

GeoWEPP programının tek olumsuz yanı büyük alanlarda çalışmamasıdır. Program arka planında flowpath (akış yolu) ile çalışmaktadır. Programın tanımında 10.000

flowpath üzerinde programın çalışamayacağını, çalışsa dahi sonuç raporlarını veremeyeceği bu konu üzerinde çalışıldığı belirtilmektedir (URL-2). Elbette flowpath sayısı DEM haritasındaki topoğrafik yapıya göre değişen bir değer olduğu için her havzada farklı flowpath sayısı elde edilmektedir. Bu sebeple belirli bir alan boyutu söylemek doğru olmayacaktır. Havzamızda programı çalıştırabilmek için alanımız ArcSWAT programı ile dere, tepe ve sırtlara göre bölümlenmesi sonucu 25 adet ayrı alan elde edilmiştir. Her alanın DEM, arazi kullanım ve toprak haritaları "Extract by Mask" komutu ile ArcGIS programında kesilmiştir. Program her alan için ayrı ayrı çalıştırılıp alınan tahmin sonuçları toplanarak tüm havzanın erozyon durumunu ortaya koyulmaya çalışılmıştır.

GeoWEPP programı pikseller yani raster altlığıyla çalışmaktadır. Altlık haritalar olan SYM (DEM), toprak ve arazi kullanım haritaları aynı piksel boyutlarında (cell size) olup ASCII formatında programa girilir. Toprak ve arazi kullanımları için ayrı ayrı toprak tiplerinin ve arazi kullanım tiplerinin tanımlaması, "description" ve "database" olarak adlandırdığımız text formatındaki dosyalar programa tanımlanır (Şekil 27).

Start new GeoWEPP Project

This form allows for you to begin a new GeoWEPP project. The only required input is a digital elevation model in ASCII format. If you have a soil map and land cover map of the area of interest you may upload those files as well. Click on the text fields below to select files for processing.

**Required inputs**

Provide a project name. No spaces! (required):  
Alan24

Add a DEM file in ASCII format (required):  
C:\GeoWEPP\_10\_2\_24\dem24ascii.asc [Clear selection]

**Soils Option**

Do you want to add a soil files? If no, default files will be used.  
 Yes  
 No

ASCII: C:\GeoWEPP\_10\_2\_24\soil24ascii.asc [Clear selection]  
Description: C:\GeoWEPP\_10\_2\_24\soilsmap.txt [Clear selection]  
Database: C:\GeoWEPP\_10\_2\_24\soilsdb.txt [Clear selection]

**Land Cover Option**

Do you want to add land cover files? If no, default files will be used.  
 Yes  
 No

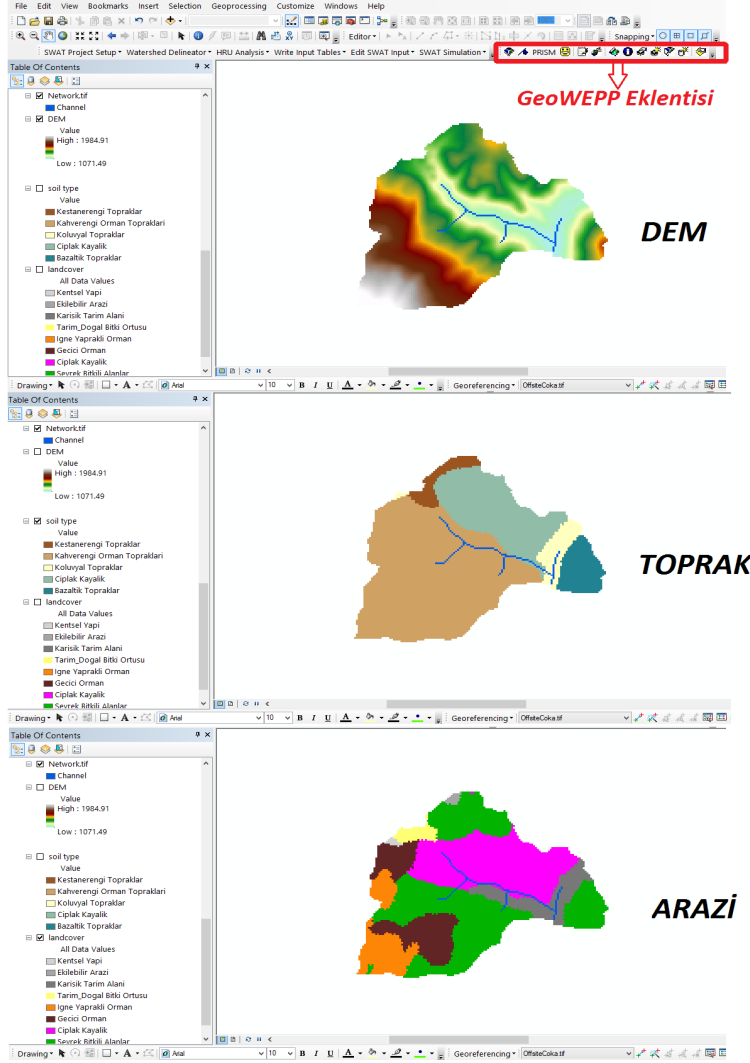
ASCII: C:\GeoWEPP\_10\_2\_24\landuse24ascii.asc [Clear selection]  
Description: C:\GeoWEPP\_10\_2\_24\landcov.txt [Clear selection]  
Database: C:\GeoWEPP\_10\_2\_24\landusedb.txt [Clear selection]

[Start Processing] [Cancel]

Şekil 27. Programa DEM, Toprak ve Arazi Kullanım Verilerinin Girişi

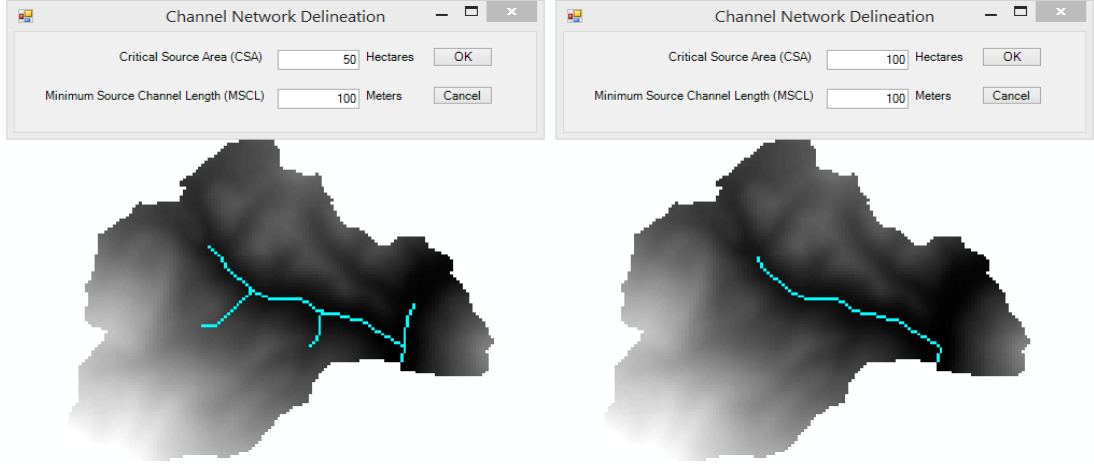
Veri girişi sonrası "Start Processing" ile dosyaları tanıtılmış halde olan proje ArcGIS10.22 programına aktarılır. DEM, toprak ve arazi kullanım dosyaları üst üste bindirilmiştir (Şekil 28).





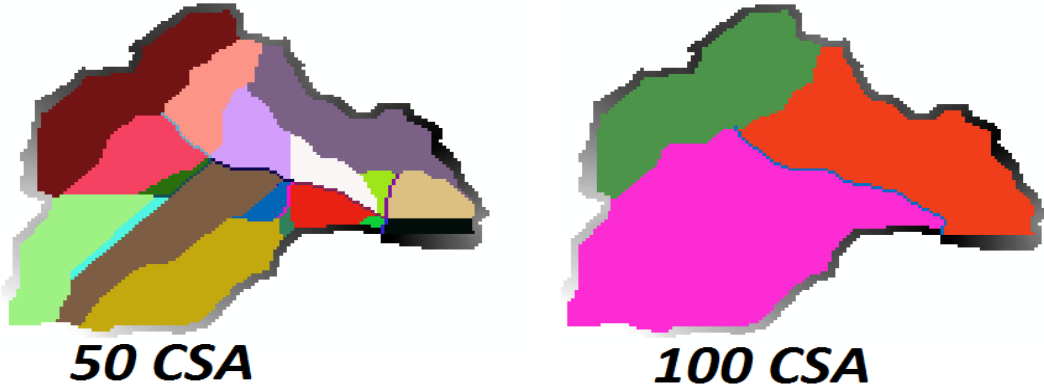
Şekil 28. Örnek DEM, Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

TOPAZ, DEM altlığıyla alanın drenaj ağını belirli bir CSA (Critical Source Area) ve MSCL (Minimum Source Channel Length) ile çizmektedir (Şekil 29). Artırılan CSA görüldüğü üzere alanın drenaj yoğunluğunu azaltıp daha az alt havza oluşmasına sebebiyet vermektedir. Artırılan MSCL değeri ise kısa kaynaklı dereleri (1 numaralı) drenaj ağından kaldıracaktır. Doğru CSA ve MSCL değerini yakalamak için alanın gerçek dere akışını bilmek veya uydu fotoğraflarından tespit etmek gereklidir. Aksi takdirde program gerçekte var olmayan dereleri çizip yanlış sonuca götürebilmektedir. TOPAZ programının yürütülebilmesi için arka planda analiz programları çalışmaktadır. Bunlar; DEDNM (Digital Elevation Drainage Network Model), RASPRO (RASter PROperties), RASFOR (RASter FORmating), RASBIN (RASter to BINary network), NSTAT (Network and Subcatchment STATistics) ve PARAM (PARAMeterization) olmak üzere 6 programla desteklenmektedir.



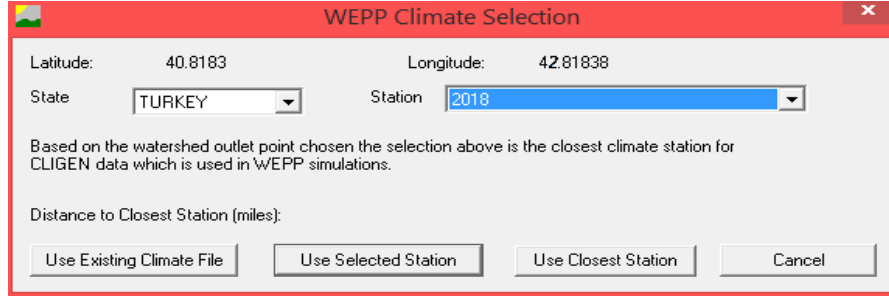
Şekil 29. 50ha CSA ve 100ha CSA Drenaj Ağı Çizim Farkları

Drenaj ağı çizimi tamamlanmasını takiben derenin çıkış noktası “Specify the Outlet Point Watershed” seçeneği ile derenin havzadaki çıkış yaptığı piksel seçilerek “subcathment” dediğimiz alanın alt havzalara bölüm işlemi gerçekleşir. Farklı CSA değerleri drenaj ağı çizimini etkilemesi dolayısıyla alt havza sayısını da etkilemektedir (Şekil 30).

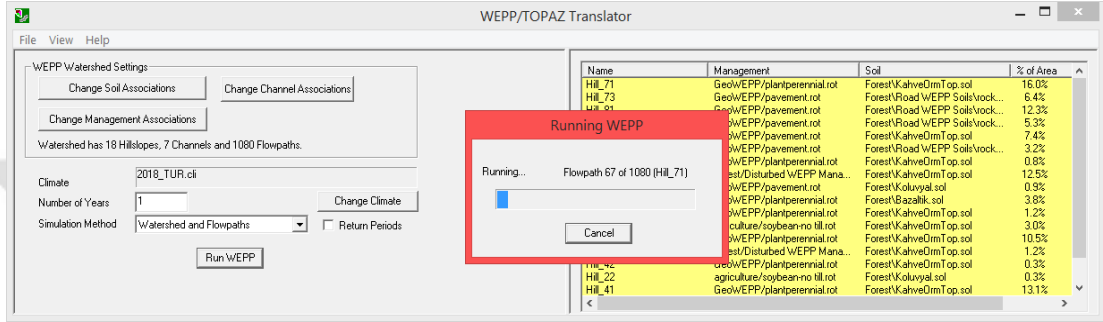


Şekil 30. 50ha CSA ve 100ha CSA Alt Havza Çizim Farkları

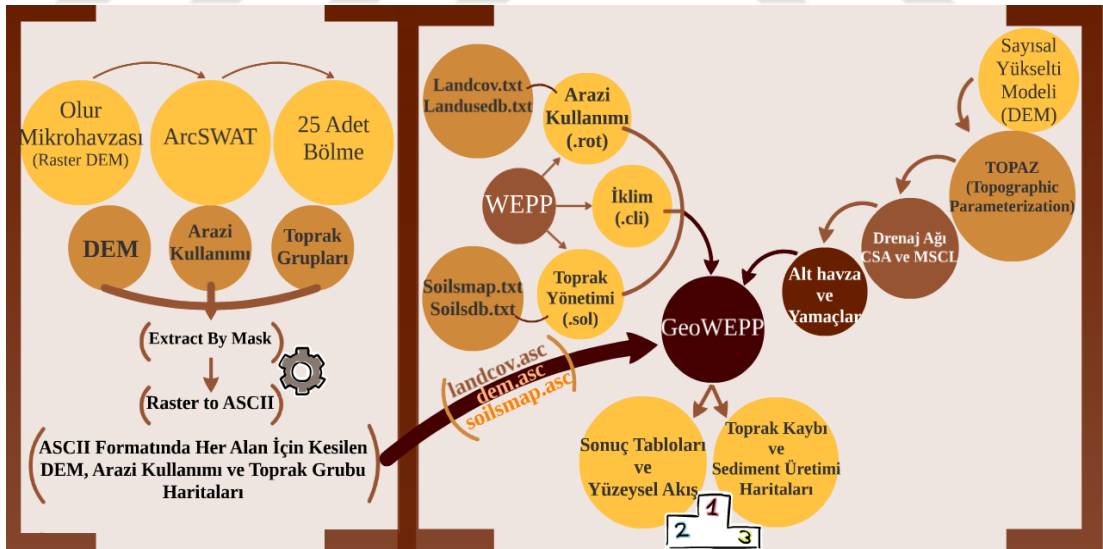
Çalışmamızda, 50ha CSA ve 100ha MSCL değerleri kullanılmıştır. Tolere edilebilir toprak kaybı 1 ton/ha/yıl olarak alınmıştır. Bu değerlerin belirlenmesi akabinde ArcGIS’te ki GeoWEPP eklentisinde yer alan “Get the erosion pattern in the watershed” komutu ile erozyon simülasyonu başlatılır. “Use existing climate file” komutu ile kullanacağımız “cligen” formatındaki iklim dosyası seçilir (Şekil 31). Böylece tüm katmanlar WEPP/TOPAZ’a entegre edilir ve kaç yıllık simülasyon yapılacağı girilip çalıştırılır (Şekil 32). Programın çalıştırılma süreci Şekil 33’te gösterilmiştir.



Şekil 31. İklim Dosyasının Seçilmesi

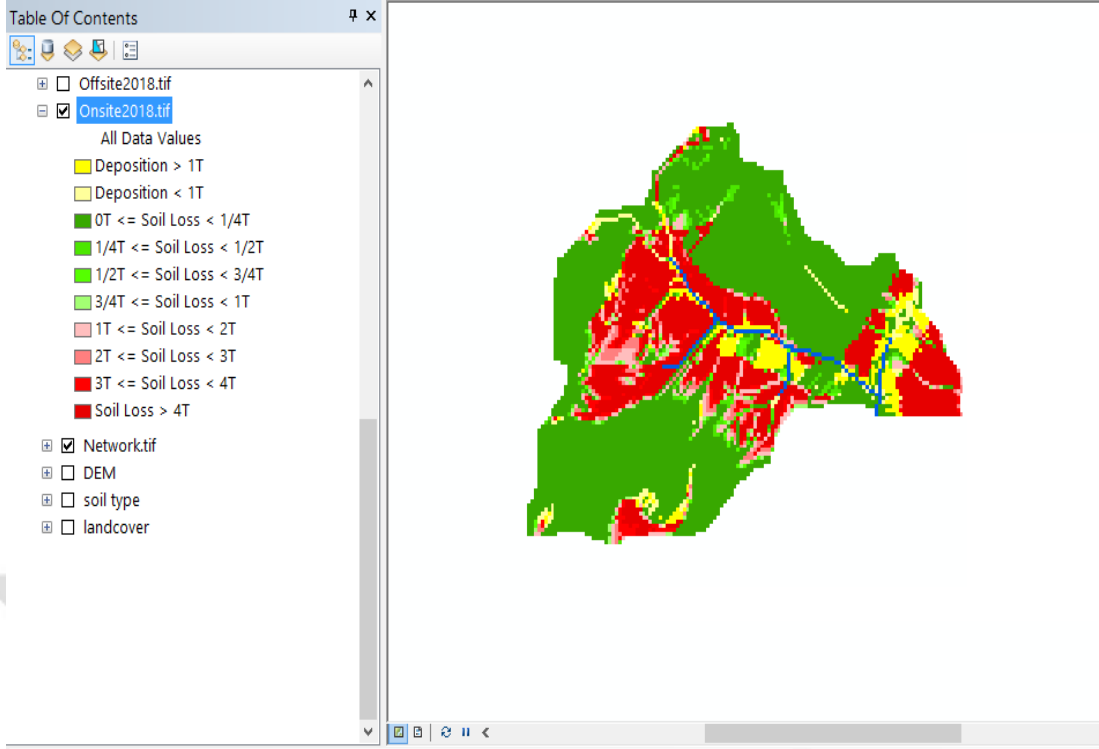


Şekil 32. Programın Çalıştırılması

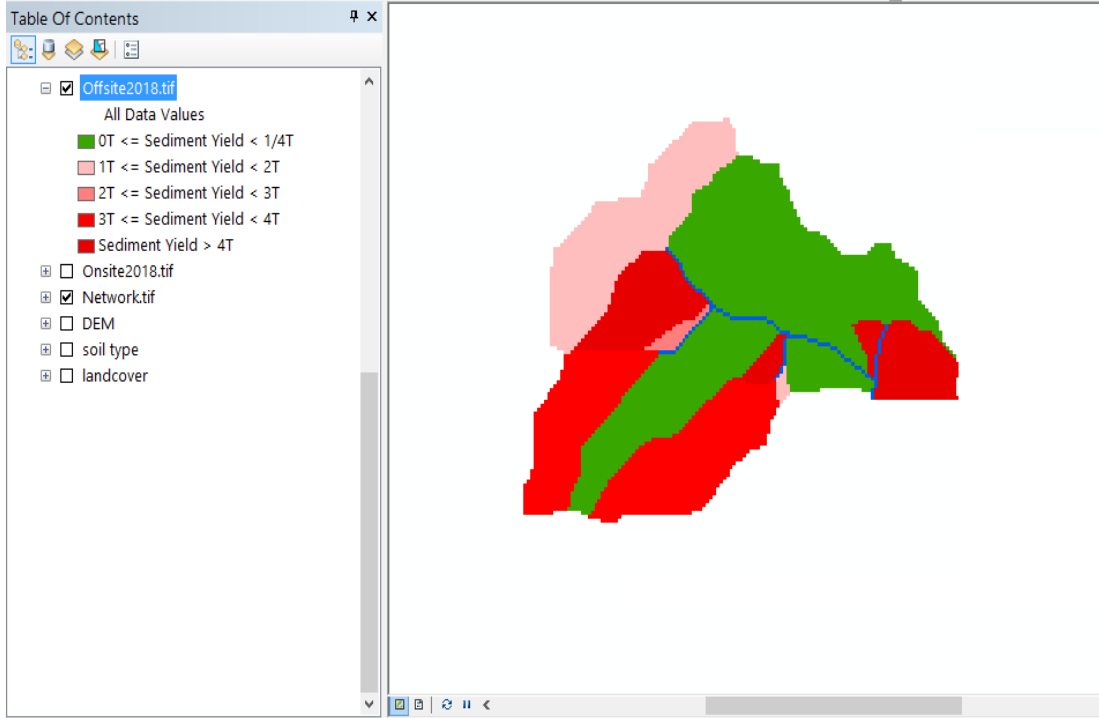


Şekil 33. Uygulanan Çalışma Şematığı

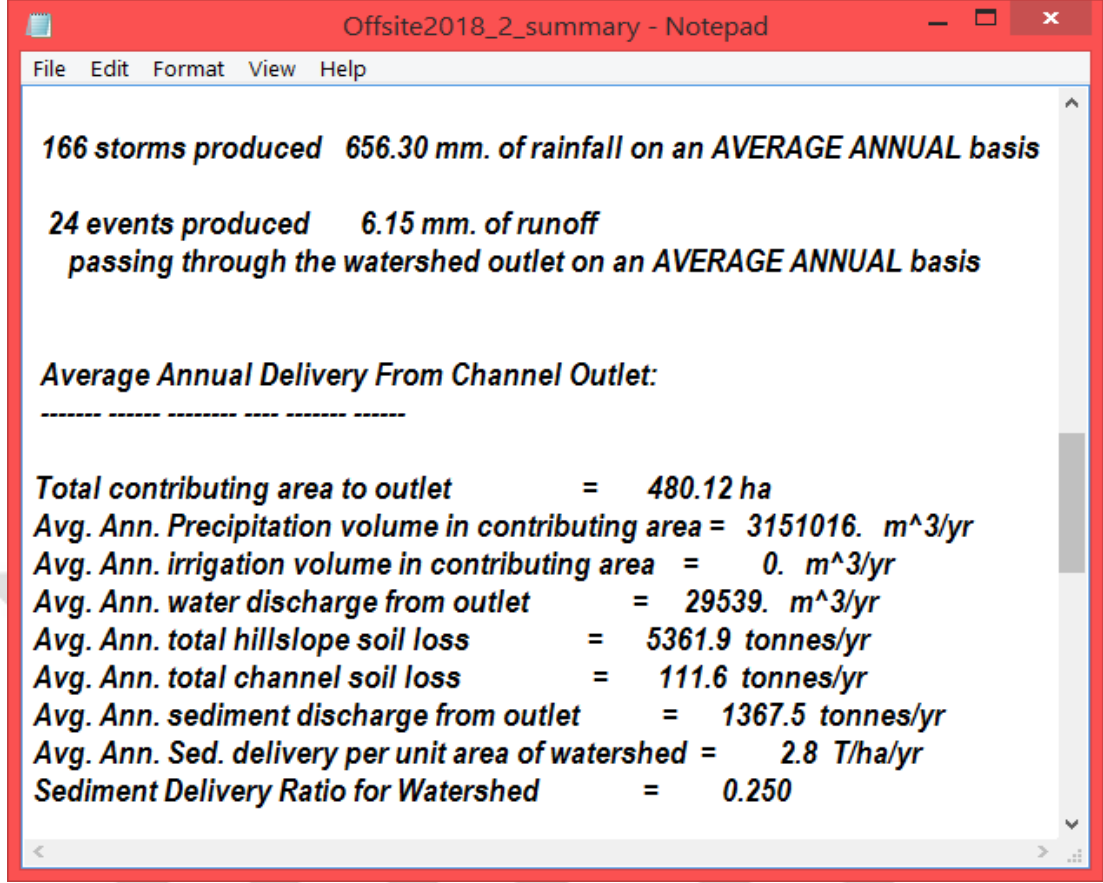
Programın çalışmayı bitirdikten sonra raster formatında toprak kaybı (Şekil 34) ve sediment üretim (Şekil 35) haritalarını çıkartmaktadır. Aynı zamanda oluşan toprak kayıpları ve sediment üretimleri rapor halinde kullanıcıya sunulmaktadır (Şekil 36).



Şekil 34. 24 Numaralı Alan Simülasyon Sonucu Toprak Kaybı Haritası



Şekil 35. 24 Numaralı Alan Simülasyon Sonucu Sediment Üretim Haritası



Şekil 36. 24 Numaralı Alan Simülasyon Sonuç Raporu

480.12 ha'lık alana sahip örnek havzanın sediment verimi 1367.5 ton/yıl, birim alanda ise 2.8 t/ha/yıl'dır. Yamaç (hillslope) toprak kaybı 5361.9 ton/yıl, Kanal (channel) toprak kaybı 111.6 ton/yıl bulunmuştur. Sediment iletim oranı ise 0.250 olup model tarafından hesaplanmıştır. Havzaya düşen 656.30 mm yağışın 6.15 mm'sinin yüzeysel akışa geçtiği belirlenmiştir. Biriken toplam su miktarı 3151016 m<sup>3</sup>/yıl olup havza çıkışından boşalan su 29539 m<sup>3</sup>/yıl olarak bulunmuştur.

#### 2.2.4.1 Eğim Dosyası (Slope File)

Çalışma alanımızı içeren Kars G48a1, G48a2, G48a3, G48a4, G48b1, G48b2 ve G48b4 paftalarının 1/25.000 ölçekli memleket haritaları Harita Genel Komutanlığı'ndan sayısal olarak eşyükselti eğrileriyle elde edilmiştir. GeoWEPP programının girdilerinden ilki olan DEM haritası ArcGIS ortamında çıkarılmıştır. Program DEM dosyasını TOPAZ ile entegre ederek eğim amaçlı kullanmaktadır.

Diğer yandan CSA ve MSCL değerleri girilerek alt havza ve yamaçların oluşumunda kullanılmaktadır.

#### **2.2.4.2 Toprak Yönetimi (Soil Option) Dosyası**

Havza içerisinde bulunan büyük toprak gruplarının fiziksel ve hidrolojik özellikleri her toprak grubu için özel (.sol) formatta dosya olarak çıkarılıp GeoWEPP programına girişi gerçekleştirilmektedir. Alanımızda kestanerengi topraklar (%32.8), kahverengi orman toprakları (%15.3), kolüvyal topraklar (%1.6), bazaltik topraklar (%24.6), yüksek dağ çayır toprakları (%22.2) ve çıplak kayalıklar (%3.4) olmak üzere 6 farklı büyük toprak grubu bulunmaktadır.

Olur'da ÇNHRP kapsamında, 19'u mera 27'si bozuk ormandan olmak üzere toplam 46 toprak örneği alınmıştır (Duman, 2017). 46 toprak örneğinden 35 tanesi alanımız sınırları içerisinde düşmektedir. Bu örneklerin laboratuvar analizi sonucu toprak tekstürleri belirlenmiştir. 35 adet toprak örneği alındıkları konum itibariyle içerisinde düştükleri toprak gruplarına göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflama sonucu 9 toprak örneği bazaltik topraklar, 8 toprak örneği kahverengi orman toprakları, 12 toprak örneği kestanerengi topraklar, 5 toprak örneği kolüvyal topraklar, 1 toprak örneği ise yüksek dağ çayır toprakları içerisinde düşmüştür. Sınıflara düşen topraklar kendi içlerinde ortalama değerleri alınarak her büyük toprak grubu için tek değer oluşturulmuştur. Değerler arasında toprağın 0-150 mm ve 150-300 mm derinliklerindeki yüzde olarak kum, kil, toz, organik madde ve taşlılık değerleri bulunmaktadır. Alandaki 35 toprak örneğinin genel ortalama değerleri %65.8 kum, %14.5 kil, %19.7 toz şeklindedir. Genel ortalamadan anlaşılacağı üzere alanımız kumlu balçık ile kuşanmıştır. Bu sebeple toprağın emiş gücü yüksek olup yağışları infiltre edebilmektedir. Lakin yüksek doyuma ulaşan toprağın iri taneli olması (kohezyon yapısı zayıf) sebebiyle erozyona geçme eğilimi yüksektir. Organik madde miktarı ise ortalama %2.77 olarak görünmektedir. Çıplak kayalıklar sınıflamanın dışında tutulup %100 taşlılık değeri girilmiştir.

Bu değerler haricinde toprak dosyasında kullanılan katyon değişim kapasitesi, albedo ve saturasyon seviyesi değerleri WEPP kullanım kılavuzunda (Flanagan ve Livingston, 1995) belirtilen formüller veya literatürde bulunan diğer formüller ile

bulunabilmektedir. Dere ile dereler arası erodibiliteler, kesme direnci ve hidrolik iletkenlik değerleri istenirse model tarafından otomatik hesaplanabilir veya kullanım kılavuzunda bulunan formüller ve literatürdeki formüller aracılığıyla da bulunabilmektedir. Programda kullandığımız formüller “EKLER” kısmında verilmiştir. Toprak dosyasının (.sol) oluşturulabilmesi için veriler WEPP programından girilmektedir (Şekil 37).

Layer	Depth(mm)	Sand(%)	Clay(%)	Organic(%)	CEC(meq/1)	Rock(%)
1	150	69.4	11.6	3.481	15.3	30.0
2	300	60.7	18.6	2.969	18.1	25.0
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						

Şekil 37. Örnek Toprak Verilerinin Girilmesi

Verilerin girilmesini takiben “Save As” komutu kullanılarak .sol dosyası GeoWEPP database dosyalarına kayıt edilir. Kaydedilen .sol uzantılı dosyanın text biçiminde görünümü verilmiştir (Şekil 38).

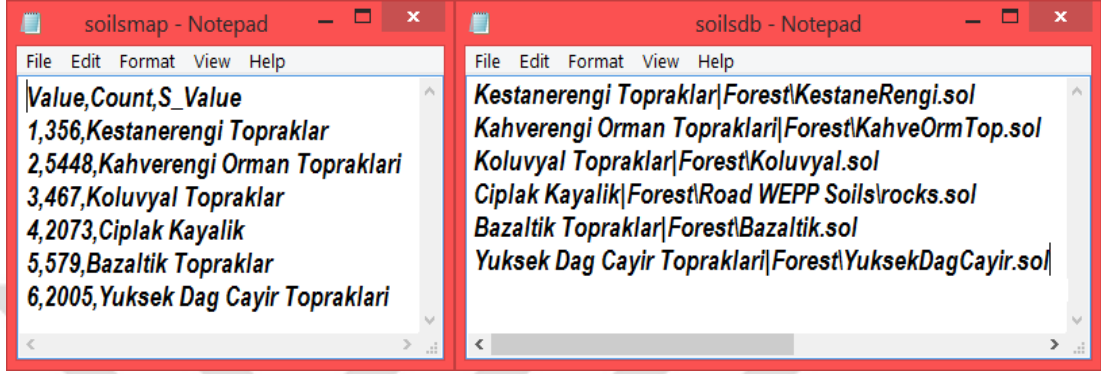
```

2006.2
#
# Created by C YILDIRIM, Wed Apr 10 07:17:42 PM 2019
# Author: Cengizhan YILDIRIM
#
Any comments:
1 1 (Toprak Tekstürü) (Albedo) (Saturasyon S.) (Interrill Erodibility) (Rill Erodibility) (Kesme Direnci) (Hidrolik İletkenlik)
'Bazaltik' 'Kumlu Balcik' 2 0.0300 0.4300 186619.0000 0.0006 2.0000 17.0000
150.000 69.400 11.600 3.481 15.300 30.000
300.000 60.700 18.600 2.969 18.100 25.000
(Derinlik) (Kum) (Kil) (Org. Madde) (KDK) (Taşlılık)

```

Şekil 38. Kaydedilen Toprak Dosyasının (.sol) Text İçeriği

Elde edilen toprak dosyalarının (.sol) raster toprak haritasındaki düştüğü piksellere tanıtılması gerekmektedir. Bu sebeple programa hangi pikselde hangi .sol dosyasının kullanılacağını “description” ve “database” olarak iki text dosyası şeklinde tanıtılır. Örnek dosyalar Şekil 39’da gösterilmiştir.



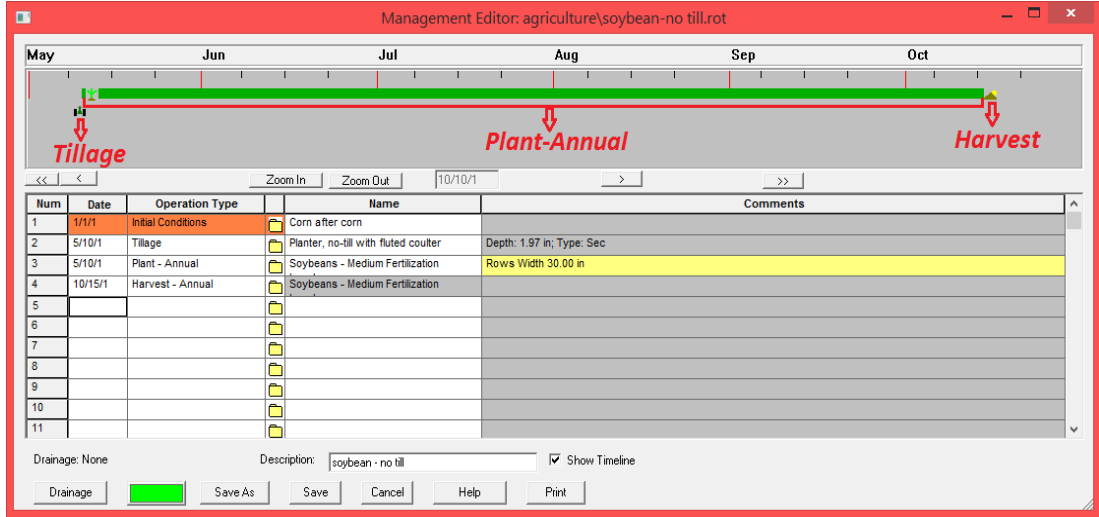
Şekil 39. Soil Description ve Database Text Dosyaları

Soilsmap.txt dosyasında “value” toprak tiplerinin değerlerini, “count” türün haritada kaç adet pikselden oluştuğunu, “s\_value” ise toprak tipinin ismini belirtir. Soilsdb.txt dosyasında ise üretilen .sol dosyalarının C:\GeoWEPP\_10\_2\WEPP\Data\Soils konumunun devamındaki hangi klasörde olduğunu belirtmektedir.

### 2.2.4.3 Arazi Kullanım Yönetimi (Land Cover) Dosyası

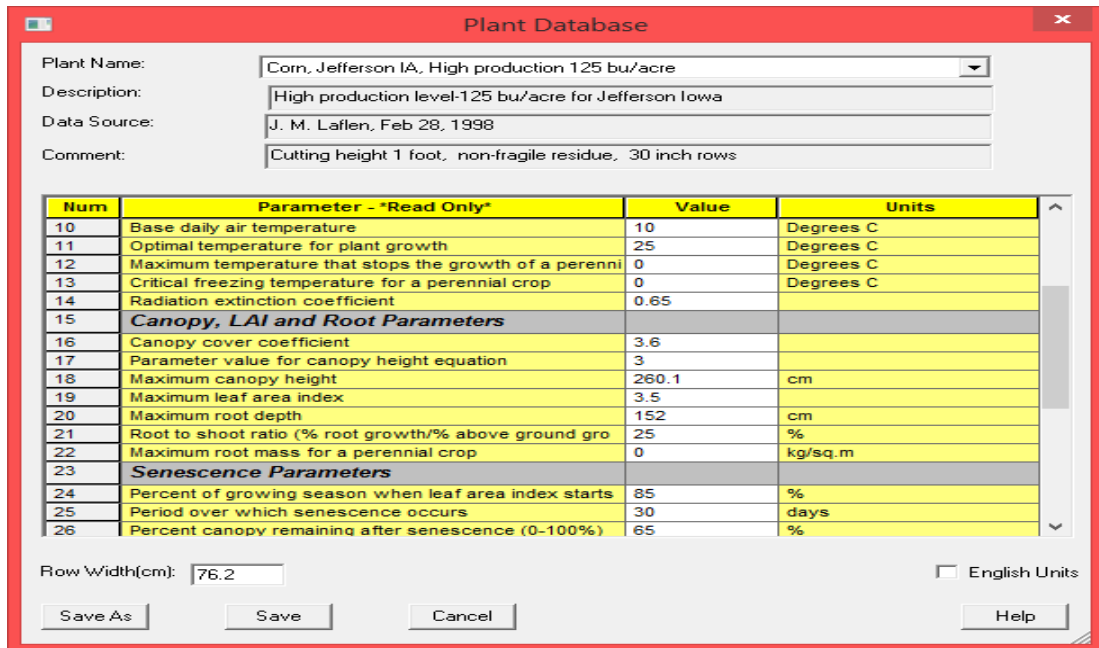
Arazi kullanımı dosyalarını (.rot) oluşturabilmemiz için her arazi kullanım şekli için ayrı dosya hazırlanmıştır. Alanımızda kentsel yapı, ekilebilir arazi, otlak, karışık tarım alanı, tarımlı bitki örtüsü, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman, doğal otlak, karışık orman, geçici orman, çıplak kayalık, seyrek bitkili alanlar ve sulak alan olmak üzere 13 farklı arazi kullanım şekli bulunmaktadır. WEPP programının veri tabanında bulunan USDA kaynaklı arazi kullanım şekli verilerinden faydalanılmıştır. Kentsel yapı, çıplak kayalık ve sulak alan adı altındaki arazi kullanım şekilleri sınıflama dışında tutulup erozyonun olmadığı alanlar olarak tanımlanmıştır. Mera alanları için alandaki mevcut hayvan sayısı dikkate alınmış olup 10 hektara 1 büyükbaş düşecek şekilde arazi kullanım dosyası oluşturulmuştur. Örnek karışık tarım alanı için WEPP programında oluşturulan arazi kullanım dosyası gösterilmiştir (Şekil 40).





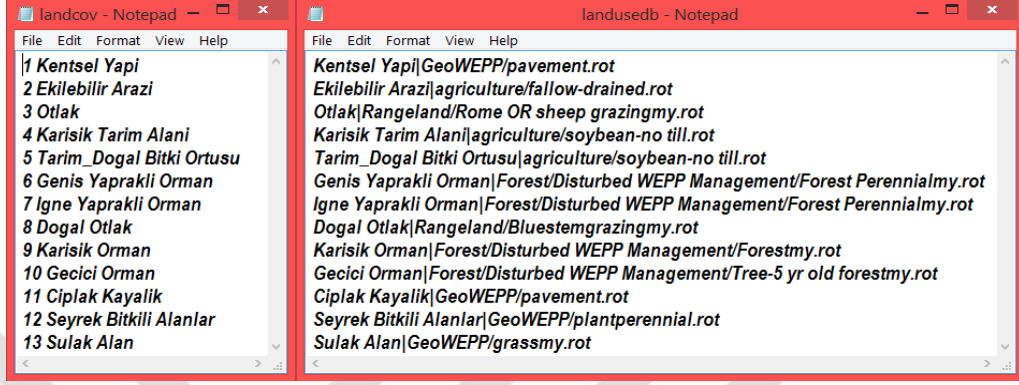
Şekil 40. Örnek Arazi Kullanım Dosyası (.rot)

Görüleceği üzere tarım alanı için oluşturulan (.rot) örnek dosyada alanın sene içerisindeki değişimleri detaylandırılmıştır. Sene içerisinde ki tarihleri ile arazinin sürülmesi, var olan duruma göre seçilebilen tarımda kullanılacak bitki türleri (patates, fasulye, mısır vb.) ve hasat zamanı şeklindedir. Daha da detaylandırılacak olursak bitki veya ağaçların uzunlukları ve altında kullanılan birçok değer söz konusudur (Şekil 41). Bitki veya ağaç uzunlukları için alanımızda gözlenen değerler kullanılmıştır. Bu değerler USDA'nın program veritabanında bulunması dolayısıyla alanımızla benzer nitelikteki arazi kullanım verileri kullanılmıştır.



Şekil 41. Bitki Özelliklerinin Detay Değerleri (USDA)

Elde edilen arazi kullanım dosyalarının (.rot) raster arazi kullanım haritasındaki düştüğü piksellere tanıtılması gerekmektedir. Bu sebeple programa hangi pikselde hangi .rot dosyasının kullanılacağını “description” ve “database” olarak iki text dosyası şeklinde tanıtılır. Örnek dosyalar Şekil 42’de gösterilmiştir.



Şekil 42. Landuse Description ve Database Text Dosyaları

Landcov.txt dosyasındaki değerler (value) arazi kullanım biçimlerini doğrudan temsil edip yanlarına isimleri yazılmaktadır. Landusedb.txt dosyasında ise üretilen .rot dosyalarının C:\GeoWEPP\_10\_2\WEPP\Data\managements konumunun devamındaki hangi klasörde olduğunu belirtmektedir.

#### 2.2.4.4 İklim (Climate) Dosyası

Erozyon tahmininde en etkili faktör olan iklim dosyası 2017, 2018 ve 20 Yıllık olmak üzere 3 adet üretilmiştir. 2017 ve 2018 yılı için aynı seneler içerisindeki ÇNHRP kapsamında Yaylabaşı 1710 m yükseltide kurulan istasyon iklim verileri kullanılmış olup, 20 yıllık iklim dosyasında Olur ilçe merkezinde 1300 m yükseltideki istasyonun 20 yıllık iklim verileri kullanılmıştır. 2017 yılı senelik toplam yağışı 392.43 mm, 2018 yılı 561.09 mm, 20 yıllık ortalaması ise 426.99 mm'dir. İklim dosyası başlangıçta .par uzantılı text dosyası (Şekil 43) olarak oluşturulmaktadır. Dosyada başlıca; aylık ortalama yağış, aylık 30 dakikada düşen maksimum yağışlar, yıl içinde düşen maksimum 30 dakika ve 6 saatlik yağış değerleri, aylık ortalama maksimum ve minimum sıcaklık değerleri, aylık yağışlı gün sayıları, kurak günü izleyen nemli gün ve nemli günü izleyen nemli gün sayıları, günlük ortalama nem, çiğlenme noktası sıcaklık değerleri, günlük ortalama güneş radyasyonu, her yön için ortalama rüzgâr hızları ve esme yüzdeleri ve iklim

istasyonu yükseltisi bulunmaktadır. Örnek .par uzantılı iklim verileri Forest Service WEPP Interfaces (URL-3) sitesinde bulunmaktadır.

```
OlurNORMAL + + + TUR - Notepad
File Edit Format View Help
OlurNORMAL + + + TUR          999999 0
LATT= 40.85 LONG= 42.18 YEARS= 27. TYPE= 1
ELEVATION = 5608. TP5 = 2.03 TP6= 3.72
MEAN P  0.12 0.09 0.17 0.16 0.20 0.25 0.27 0.19 0.28 0.20 0.18 0.14
S DEVP  0.20 0.28 0.21 0.36 0.12 0.02 0.00 0.01 0.01 0.14 0.69 0.34
SKEWP  0.69 0.89 -.04 2.81 2.18 6.03 0.01 6.46 3.82 0.74 1.44 0.13
P(W/W) 0.30 0.61 0.58 0.69 0.77 0.48 0.49 0.34 0.24 0.61 0.57 0.52
P(W/D) 0.16 0.09 0.12 0.21 0.14 0.24 0.16 0.16 0.09 0.14 0.11 0.13
TMAX AV 36.59 44.26 52.34 61.12 68.41 77.40 86.79 81.59 78.69 64.08 50.63 37.89
TMIN AV 22.60 25.14 32.11 37.87 46.62 51.98 58.75 57.02 52.20 42.39 32.72 23.81
SD TMAX 6.08 5.87 5.08 5.19 4.40 4.75 4.67 4.17 4.88 5.56 6.09 5.97
SD TMIN 4.71 4.38 3.96 3.99 3.26 2.87 3.12 3.13 3.78 4.09 4.70 4.82
SOL.RAD 316.0 411.0 524.0 626.0 689.0 707.0 650.0 622.0 557.0 442.0 353.0 295.0
SD SOL  16.2 14.8 18.0 23.4 28.8 32.9 46.2 78.6 36.1 14.9 9.8 13.9
MX.5P  0.23 0.16 0.33 0.37 1.08 0.97 1.52 1.58 0.96 0.74 0.27 0.09
DEW PT 21.68 23.36 23.36 29.03 37.66 48.33 56.44 55.49 49.52 40.30 28.06 23.95
Time Pk 0.587 0.707 0.760 0.859 0.867 0.869 0.885 0.893 0.899 0.931 0.963 1.000
% N     6.46 6.54 4.98 4.87 4.18 3.21 3.48 3.72 5.14 6.36 6.17 7.07
MEAN    6.75 3.93 3.65 5.01 4.53 5.98 4.10 3.74 4.05 3.52 4.92 4.37
STD DEV 1.83 1.87 1.92 1.90 2.16 1.78 2.02 1.61 1.85 1.90 2.88 2.27
SKEW    0.61 0.57 0.67 0.54 0.59 0.66 0.78 2.04 0.58 0.69 0.74 0.69
% NNE   4.10 4.35 2.93 3.63 3.33 2.49 2.84 2.85 3.31 3.63 4.03 3.93
MEAN    6.16 4.81 4.63 6.16 3.84 4.96 4.31 4.23 4.87 4.10 4.44 4.11
STD DEV 2.59 2.50 1.82 2.76 1.84 2.37 2.23 1.91 1.74 1.75 2.21 2.11
SKEW    0.44 0.58 0.48 0.41 0.61 0.52 0.97 0.68 0.59 0.51 0.49 0.91
```

Şekil 43. Örnek İklim Dosyası (.par)

İklim dosyası .par uzantısı halindeyken WEPP programında "Add Climate Location" komutu kullanılarak WEPP database klasörüne eklenir ve bu iklim verilerinden cligen (.cli) formatına dönüşüm yapılır. Cligen erozyon simülasyonunu çalıştırırken kullanılan iklim dosyası formatıdır (Şekil 44).

```
2018_TUR - Notepad
File Edit Format View Help
5.30000
1 0 0
Station: 2018 TUR          CLIGEN VER. 5.30000 -r: 0 -l: 0
Latitude Longitude Elevation (m) Obs. Years Beginning year Years simulated Command Line:
40.85 42.18 1709 1 1 100 -itemp.par
Observed monthly ave max temperature (C)
3.1 7.9 11.4 16.5 20.2 24.3 29.9 27.9 24.8 19.5 10.2 4.5
Observed monthly ave min temperature (C)
-4.1 -2.5 0.8 2.3 8.1 9.9 14.1 13.5 10.1 6.3 0.2 -3.0
Observed monthly ave solar radiation (Langleys/day)
316.0 411.0 524.0 626.0 689.0 707.0 650.0 622.0 557.0 442.0 353.0 295.0
Observed monthly ave precipitation (mm)
20.1 12.4 45.0 2.3 116.9 101.6 39.6 75.0 46.9 50.1 18.8 39.0
da mo year prcp dur tp ip tmax tmin rad w-vl w-dir tdev
(mm) (h) (C) (C) (l/d) (m/s)(Deg) (C)
1 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 0.2 -5.7 239. 2.0 183. -2.9
2 1 1 0.5 1.05 0.06 1.01 0.7 -5.6 220. 0.5 84. -2.6
3 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 2.7 -6.0 221. 1.9 190. -1.8
4 1 1 2.5 0.37 0.60 2.08 5.2 -2.0 226. 1.4 178. 1.4
5 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 9.1 0.7 209. 2.1 181. 4.6
6 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 5.2 -1.2 225. 5.2 16. 1.8
7 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 5.7 -2.5 226. 0.1 99. 1.4
8 1 1 0.8 1.19 0.06 3.94 5.1 -2.1 227. 2.4 355. 1.3
9 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 2.7 -4.9 229. 0.1 217. -1.3
10 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 2.0 -5.7 230. 2.6 237. -2.0
```

Şekil 44. Örnek İklim Dosyası (.cli)

### 3 BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1 Olur Mikrohavzası'nın Karakteristikleri

##### 3.1.1 Topoğrafik Karakteristikler

- Form Faktörü

Havza alanı (A) 375.2 km<sup>2</sup> ve havza uzunluğu (L) 28.5 km'dir. Form faktörü 0.46 bulunmuştur. Havzanın uzunlama bir yapıda olduğunu göstermektedir.

- Dairesellik Oranı

Havza alanı (A) 375.2 km<sup>2</sup> ve havza çevresi (P) 131.41 km'dir. Dairesellik oranı 0.27 bulunmuştur. Havzanın heterojen ve uzun yapıda olduğunu göstermektedir.

- Uzama Oranı

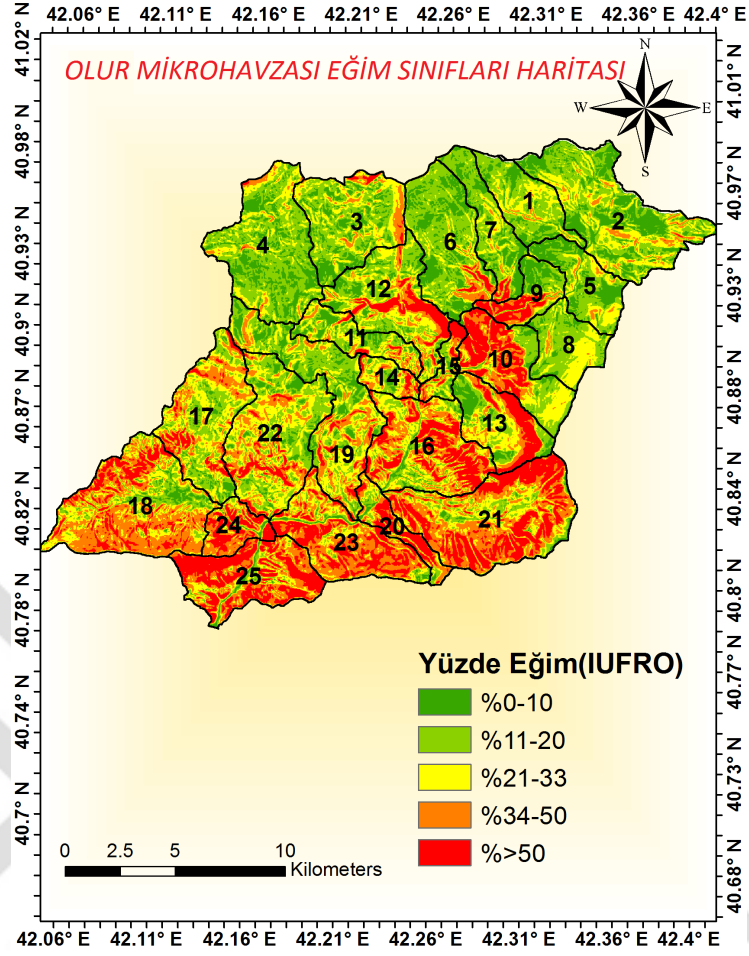
Havza alanı (A) 375.2 km<sup>2</sup> ve havza uzunluğu (L) 28.5 km'dir. Uzama oranı 0.38 bulunmuştur. Bu değer yüzeysel akış sularının havza çıkışına ulaşmasının gecikeceğini belirtmektedir. Diğer bir ifadeyle konsantrasyon süresinin uzun olması manasına gelir.

##### 3.1.2 Reliyef - Eğim Karakteristikleri

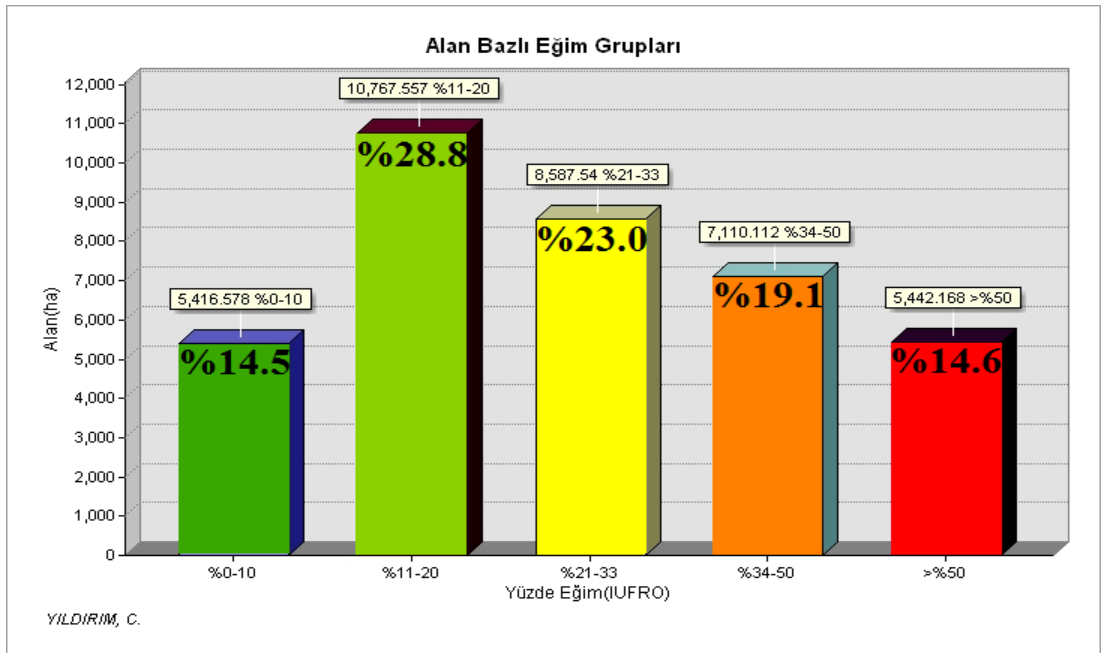
Alanın eğim haritası (Şekil 45) ArcGIS ortamında yüzde olarak çıkarılıp IUFRO tarafından kabul edilmiş eğim sınıflaması yapılmıştır. Sınıflamaya düşen alan büyüklükleri Şekil 46'da verilmiştir. Alanın ortalama eğimi %28.07 çıkmaktadır.

Alanın bakı haritası (Şekil 47) ArcGIS ortamında çıkarılıp gölgeli ve güneşli bakılar olarak sınıflandırılmıştır. Sınıflamaya düşen alan büyüklükleri Şekil 48'de verilmiştir.

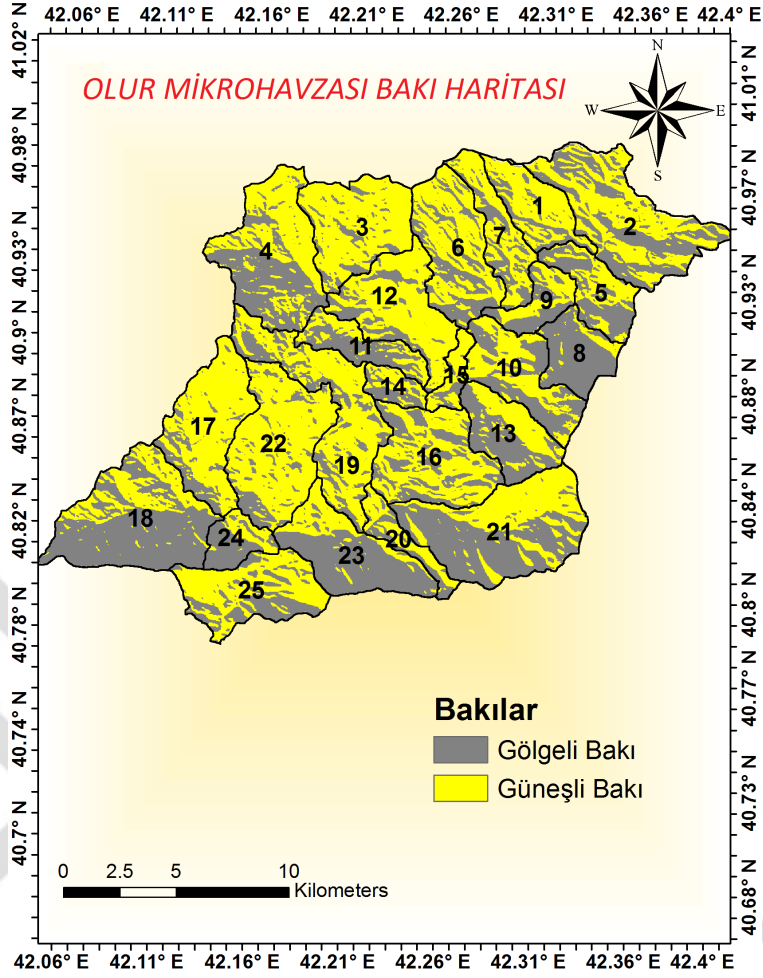
Alanın yükselti haritası (Şekil 49) ArcGIS ortamında sayısallaştırılmış eşyükseleler aracılığıyla ortaya konmuştur. Alanın ortalama yüksekliği 1996 m çıkmaktadır.



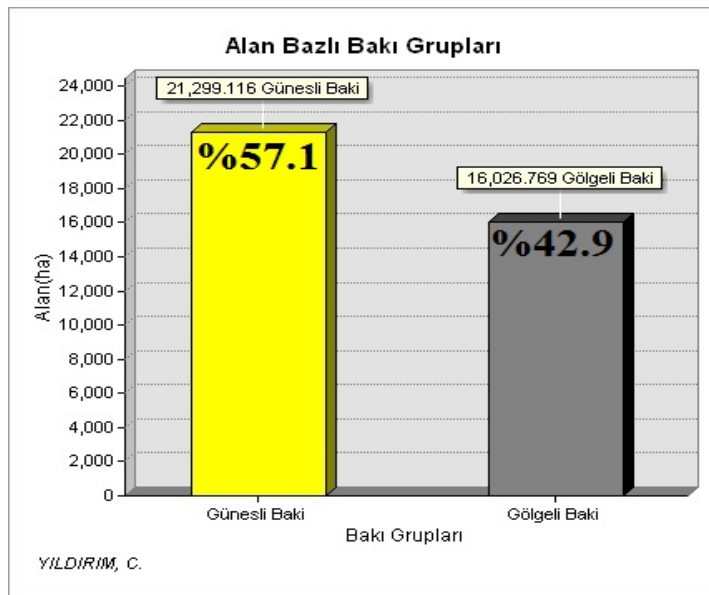
Şekil 45. Olur Mikrohavzası Eğim Sınıfları Haritası



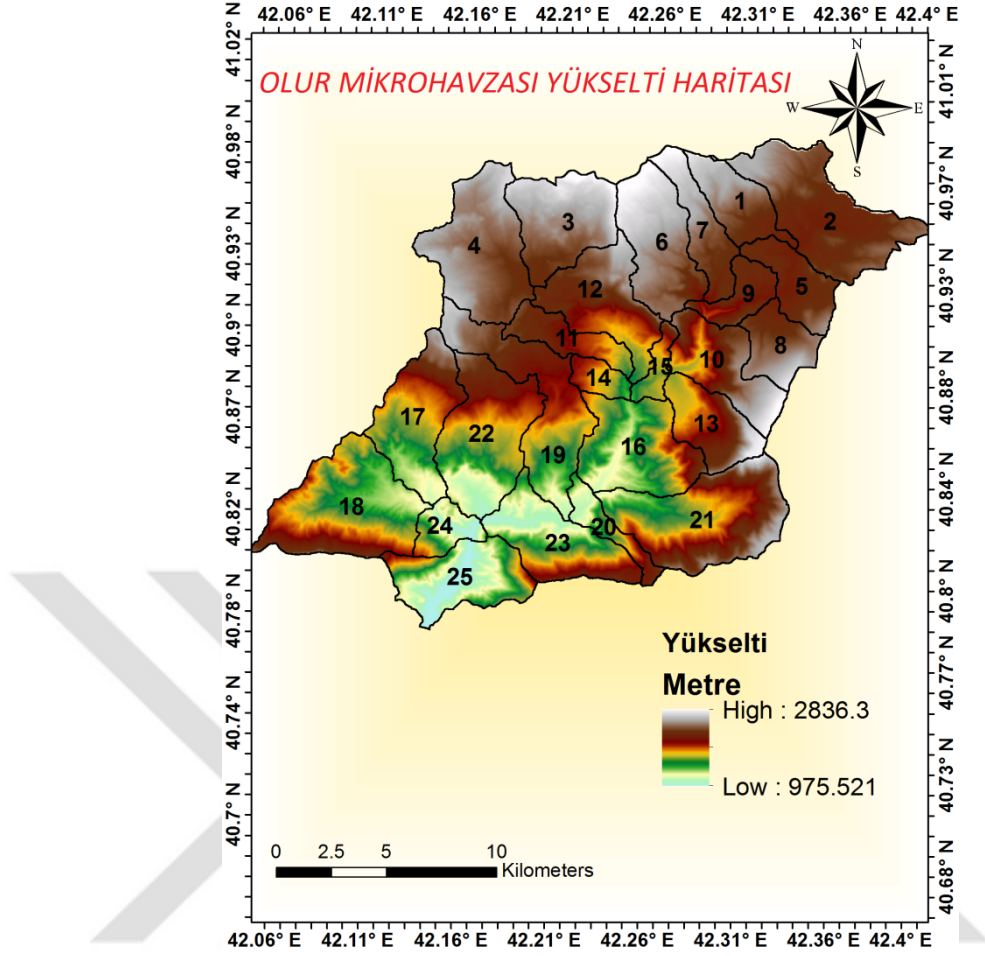
Şekil 46. Eğim Sınıfları Alansal Dağılımı



Şekil 47. Olur Mikrohavzası Bakı Haritası



Şekil 48. Bakı Grupları Alansal Dağılımı



Şekil 49. Olur Mikrohavzası Yükselti Haritası

### 3.1.3 Hidrolojik Karakteristikler

- Ana dere eğimi

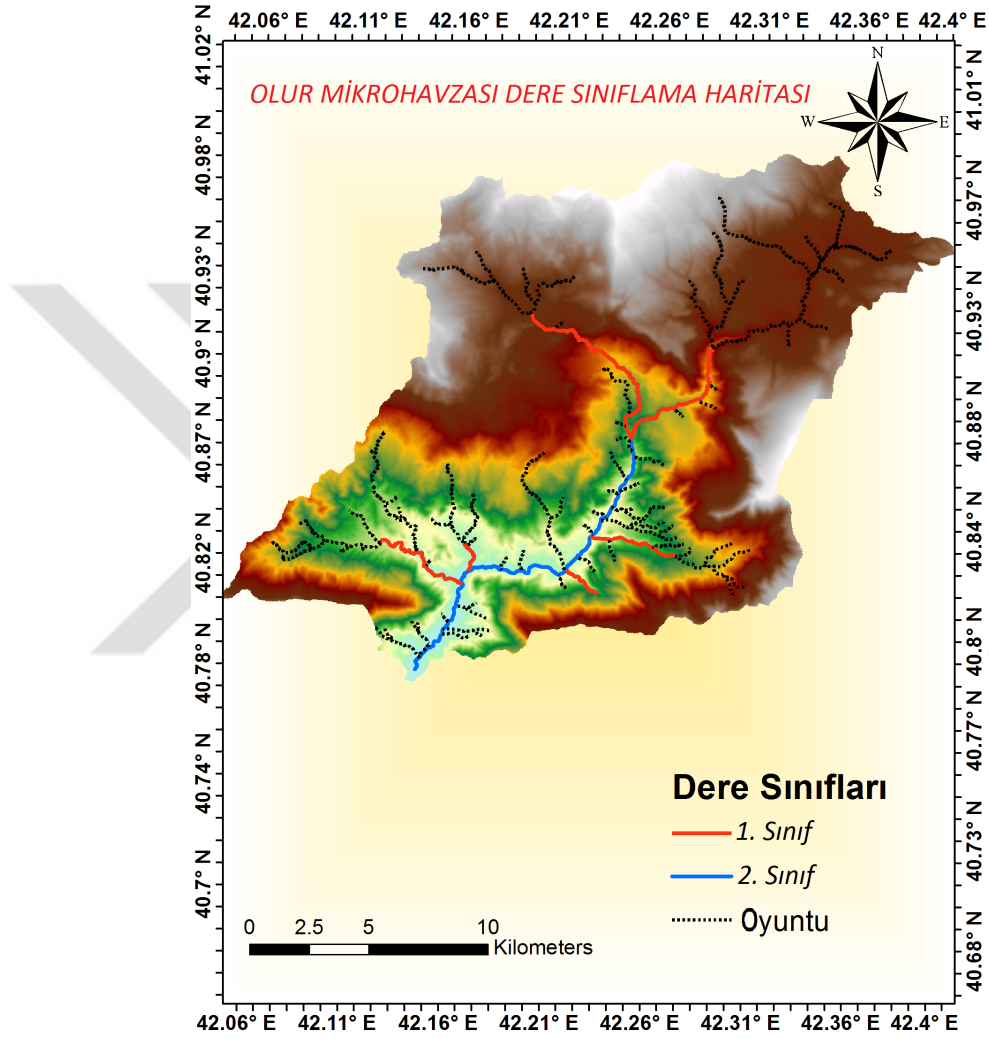
Ana derenin %10 ve %85 aralığındaki yatay mesafe 9885 m'dir. %10 ve %85 noktalarının yükselti farkı ise 269 m'dir. Bu değerlerin sonucunda ana dere eğimi %2.72 bulunmuştur.

- Dere sayısı

Alanımızda toplam 92 tane dere vardır (Tablo 2). Şekil 50'de dere sınıfları gösterilmiştir.

Tablo 2. Dere Sınıfları ve Sayıları

Dere Sınıfı	Dere Sayısı
Oyuntu	85
1. Sınıf	6
2. Sınıf	1



Şekil 50. Olur Mikrohavzası Dere Sınıfları Haritası

- Dere sıklığı

Havza alanı (A) 375.2 km<sup>2</sup> ve toplam dere sayısı (N<sub>s</sub>) 92'dir. Dere sıklık değerimiz 0.24 bulunmuştur. Dere sayımızın az olması alanın geçirgen olduğunun göstergesidir.



- Drenaj yoğunluğu

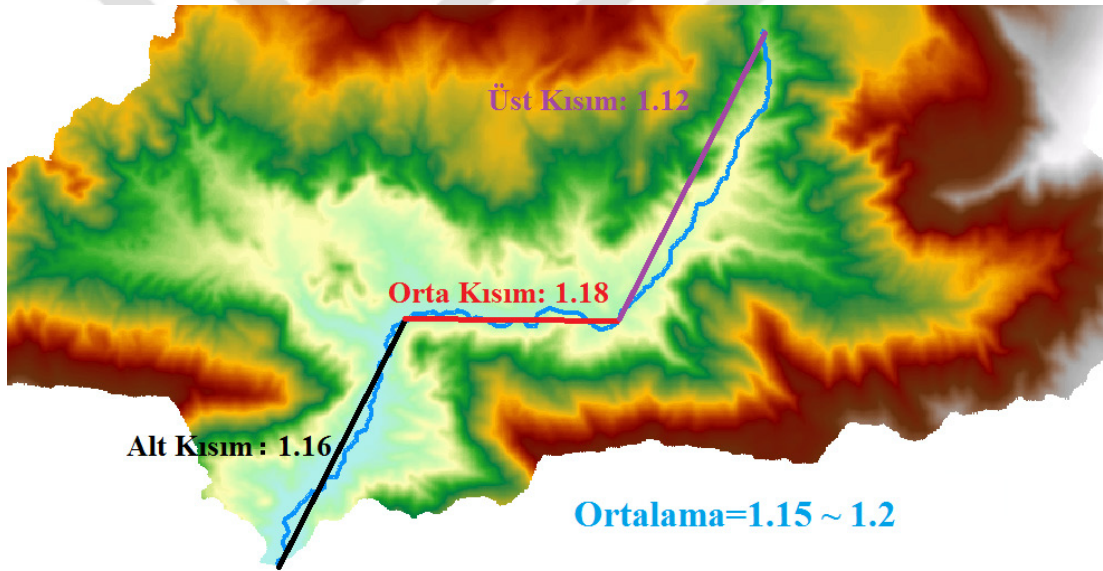
Havza alanı (A) 375.2 km<sup>2</sup> ve devamlı derelerin toplam uzunluğu 187.9 km'dir. Drenaj yoğunluğu 0.50 km/km<sup>2</sup> bulunmuştur. Yoğunluk normalin alt sınırlarındadır.

- Konsantrasyon zamanı

Yüzeysel akışın maksimum uzunluğu 28467 m ve dere çıkış noktasıyla olan yükselti farkı 1346 m'dir. Konsantrasyon zamanı 169.6 dakika bulunmuştur.

- Kıvrım/Menderesleşme Oranı (Sinuosity/Meandering)

Menderesleşme oranı ana derenin; alt, orta ve üst olarak 3 ayrı kısmında irdelenmiştir (Şekil 51).



Şekil 51. Ana Dere Menderesleşme Oranı

Menderesleşme oranı alt kısımda 1.16, orta kısımda 1.18, üst kısımda ise 1.12 bulunmuş olup ana dere için ortalama 1.2 menderesleşme oranı elde edilmiştir. Bu değerden anlaşılacağı üzere ana dere düze yakın hafif kıvrımlı bir şekle sahiptir. Ana dere oluşumunun başında olduğundan, eğimi yüksek ve hala aşındırmaya devam eden (eroziv gücü yüksek) hızlı akan bir deredir. Ana dere eğimi olarak bulunan %2.72 değeri de bu durumu destekler niteliktedir.

### 3.2 Kanal ve Oyuntu Erozyon Değerleri

- 2017 yılı erozyon değerleri

Tablo 3. 2017 Yılı Kanal ve Oyuntu Erozyonu Miktarları

Alan no_ Alan ismi (Dere Sınıfı)	6 Aylık İlkbahar Ortalama Erozyon (cm/6ay)	6 Aylık Sonbahar Ortalama Erozyon (cm/6ay)	Yıllık Toplam Ortalama Erozyon (cm/yıl)
1_ Olurdere (2. Sınıf)	0.98	-1.82	-0.84
2_ Boğazgören (2. Sınıf)	1.79	-0.8	0.99
3_ Aşağıkaracasu (2. Sınıf)	2.16	-0.1	2.06
4_ Olur (1. Sınıf)	0.12	1.58	1.70
5_ Yeşilbağlar (1. Sınıf)	-0.66	1.33	0.67
6_ Altunkaya (1. Sınıf)	2.04	-0.41	1.63
7_ Olur 1 (Oyuntu)	0.65	-0.69	-0.04
8_ Olur 2 (Oyuntu)	-0.44	-0.59	-1.03
9_ Boğazgören 1 (Oyuntu)	-0.81	-1.95	-2.76
10_ Boğazgören 2 (Oyuntu)	-0.13	-0.1	-0.23
11_ Boğazgören 3 (Oyuntu)	-0.14	3.48	3.34
12_ Boğazgören 4 (Oyuntu)	1.03	11.02	12.05
13_ Filizli (Oyuntu)	8.11	-0.37	7.74
14_ Aşağıkaracasu (Oyuntu)	0.29	-0.26	0.03
15_ Yukarıkaracasu (Oyuntu)	1.46	0.63	2.09
ORTALAMA	1.10	0.73	1.83

Tablo 3'te Olur Mikrohavzası'nda bulunan 15 adet örnek alanın ilkbaharda ve sonbaharda ölçülmüş 6 aylık erozyon değerleri -1.95 ila 8.11 cm arasında değişim göstermiştir. Yıllık ortalama erozyon miktarları ise -2.76 ila 12.05 cm arasında değişim göstermiştir. Bazı deneme alanlarındaki ortalama birikme miktarları ortalama aşınmadan fazla olduğu için negatif (depolama) değerler ölçülmüştür. Bu durum erozyon çubuklarının gerek akarsu tarafından getirilen rusubat tarafından gerekse yüzey sularıyla şevlerin üst kısımlarından getirilen sediment tarafından doldurulması sonucunda gerçekleşmiştir.

Ortalama erozyon miktarları dere sınıfları açısından karşılaştırıldığında 2. sınıf, 1. sınıf ve oyuntu derelerinde sırasıyla 0.74, 1.33 ve 2.30 cm/yıl'lık erozyon bulunmuştur. Genel ortalama değerler ise ilkbahar ölçümlerinde 1.10, sonbahar ölçümlerinde 0.73, yıllık ortalama ise 1.83 cm olarak bulunmuştur.

Tablo 4. 2017 Yılı Deneme Alanlarının Dere Sınıflarına Göre Toprak Kayıpları

Dere Sınıfı (Strahler)	Dere Kenarı Yüksekliği (m)	Dere Kenarı Uzunluğu (m)	Erozyon Miktarı (m/yıl)	Toprak Hacim Ağırlığı (ton/m <sup>3</sup> )	Dere Kenar Alanı (m <sup>2</sup> )	Toprak Kaybı (ton/km/yıl)
2. sınıf	1.22	200	0.0000	1.21	244	0.0
2. sınıf	1.26	200	0.0099	1.28	252	16.0
2. sınıf	1.06	200	0.0206	1.33	212	29.1
1. sınıf	1.56	200	0.0170	1.41	312	37.5
1. sınıf	1.83	200	0.0067	1.45	366	17.8
1. sınıf	1.42	200	0.0163	1.16	284	26.8
Oyuntu	1.33	200	0.0000	1.39	266	0.0
Oyuntu	1.14	200	0.0000	1.34	228	0.0
Oyuntu	1.09	200	0.0000	1.52	218	0.0
Oyuntu	3.25	200	0.0000	1.26	650	0.0
Oyuntu	1.67	200	0.0334	1.40	334	77.9
Oyuntu	1.47	200	0.1205	1.48	294	261.6
Oyuntu	3.48	200	0.0774	1.34	696	361.8
Oyuntu	2.47	200	0.0003	1.52	494	1.1
Oyuntu	0.47	200	0.0209	1.26	94	12.4
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Tüm Ortalama	1.65	200	0.0215	1.36	330	56.1
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
2. sınıf Ortalama	1.18	200	0.0102	1.27	236	15.0
1. sınıf Ortalama	1.60	200	0.0133	1.34	321	27.4
Oyuntu Ortalama	1.82	200	0.0281	1.39	364	79.4

Deneme alanlarında ölçülen ortalama dere kenar yüksekliği 1.65 m, dere uzunluğu 200 m, erozyon miktarı 0.0215 m/yıl, hacim ağırlığı 1.36 t/m<sup>3</sup>, dere kenar alanı 330 m<sup>2</sup> ve üretilen ortalama toprak kaybı 56.1 ton/km/yıl olarak bulunmuştur. Ayrıca 2. ve 1. sınıf derelerde 15.0 ve 27.4 ton/km/yıl, oyuntularda ise 79.4 ton/km/yıl ortalama toprak kaybı hesaplanmıştır (Tablo 4).

Tablo 5. 2017 Yılı Olur Mikrohavzası Erozyonla Kaybolan Toprak Miktarları

Dere Sınıfı (Strahler)	Dere Kenarı Uzunluğu* (km)	Toprak Kaybı (ton/km/yıl)	Toplam Toprak Kaybı (ton/yıl)	Havza Alanı (ha)	Birim Toprak Kaybı (ton/ha/yıl)	Toplam Toprak Kaybı (%)
2. sınıf	34.1	15	512			2.1
1. sınıf	58.2	27	1571			6.4
Oyuntu	283.4	79	22389			91.5
Toplam	375.7		24472	37517	0.65	100.0

\*Sağ ve sol dere kenarlarının (şevlerinin) toplam uzunluklarını ifade etmektedir.

Tablo 5'te görüldüğü üzere 2017 yılı mikrohavza genelinde toplamda 24472 ton/yıl toprak kaybı belirlenmiştir. Bu miktarın yüzde 91.5'i oyuntulardan meydana gelirken 1 ve 2. sınıf dereler yüzde 8.5'te kalmıştır. Havza alanı değerlendirildiğinde ise kanal ve oyuntulardan 2017 yılında toplam 0.65 ton/ha/yıl erozyon gerçekleşmiştir.

- 2018 yılı erozyon değerleri

Tablo 6. 2018 Yıllık Erozyon Miktarı

Alan no_ Alan ismi(Dere Sınıfı)	6 Aylık İlkbahar Ortalama Erozyon (cm/6ay)	6 Aylık Sonbahar Ortalama Erozyon (cm/6ay)	Yıllık Toplam Ortalama Erozyon (cm/yıl)
1_ Olurdere (2. Sınıf)	1.41	4.59	6.00
2_ Boğazgören (2. Sınıf)	5.99	19.55	25.54
3_ Aşağıkaracasu (2. Sınıf)	1.63	14.97	16.60
4_ Olur (1. Sınıf)	0.00	3.57	3.57
5_ Yeşilbağlar (1. Sınıf)	0.45	3.99	4.44
6_ Altunkaya (1. Sınıf)	1.69	-0.11	1.58
7_ Olur 1 (Oyuntu)	0.75	27.04	27.79
8_ Olur 2 (Oyuntu)	0.30	24.29	24.59
9_ Boğazgören 1 (Oyuntu)	4.74	14.98	19.72
10_ Boğazgören 2 (Oyuntu)	-1.06	13.44	12.38
11_ Boğazgören 3 (Oyuntu)	0.82	14.7	15.52
12_ Boğazgören 4 (Oyuntu)	-0.66	20.23	19.57
13_ Filizli (Oyuntu)	1.53	17.28	18.81
14_ Aşağıkaracasu (Oyuntu)	0.63	33.57	34.20
15_ Yukarıkaracasu (Oyuntu)	0.45	-1.7	-1.25
ORTALAMA	1.24	14.03	15.27

Tablo 6'da Olur Mikrohavzası'nda bulunan 15 adet örnek alanın ilkbaharda ve sonbaharda ölçülmüş 6 aylık erozyon değerleri -1.7 ila 33.57 cm arasında değişim

göstermiştir. Yıllık ortalama erozyon miktarları ise -1.25 ila 34.20 cm arasında bulunmuştur. Ortalama erozyon miktarları dere sınıfları açısından karşılaştırıldığında 2. sınıf, 1. sınıf ve oyuntu derelerinde sırasıyla 16.05, 3.20, ve 19.04 cm/yıl'lık erozyon bulunmuştur. Genel ortalama değerler ise ilkbahar ölçümlerinde 1.24, sonbahar ölçümlerinde 14.03, yıllık ortalama ise 15.27 cm olarak bulunmuştur.

Tablo 7. 2018 Yılı Deneme Alanlarının Dere Sınıflarına Göre Toprak Kayıpları

Dere Sınıfı (Strahler)	Dere Kenarı Yüksekliği (m)	Dere Kenarı Uzunluğu (m)	Erozyon Miktarı (m/yıl)	Toprak Hacim Ağırlığı (ton/m <sup>3</sup> )	Dere Kenar Alanı (m <sup>2</sup> )	Toprak Kaybı (ton/km/yıl)
2. sınıf	1.22	200	0.0600	1.21	244	88.4
2. sınıf	1.26	200	0.2554	1.28	252	411.6
2. sınıf	1.06	200	0.1660	1.33	212	234.8
1. sınıf	1.56	200	0.0357	1.41	312	78.7
1. sınıf	1.83	200	0.0444	1.45	366	117.6
1. sınıf	1.42	200	0.0158	1.16	284	26.0
Oyuntu	1.33	200	0.2779	1.39	266	513.6
Oyuntu	1.14	200	0.2459	1.34	228	374.8
Oyuntu	1.09	200	0.1972	1.52	218	325.9
Oyuntu	3.25	200	0.1238	1.26	650	506.7
Oyuntu	1.67	200	0.1552	1.40	334	361.9
Oyuntu	1.47	200	0.1957	1.48	294	424.8
Oyuntu	3.48	200	0.1881	1.34	696	879.2
Oyuntu	2.47	200	0.3420	1.52	494	1285.9
Oyuntu	0.47	200	0.0000	1.26	94	0.0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Tüm Ortalama	1.65	200	0.1535	1.36	330	375.3
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
2. sınıf Ortalama	1.18	200	0.1605	1.27	236	244.9
1. sınıf Ortalama	1.60	200	0.0320	1.34	321	74.1
Oyuntu Ortalama	1.82	200	0.1918	1.39	364	519.2

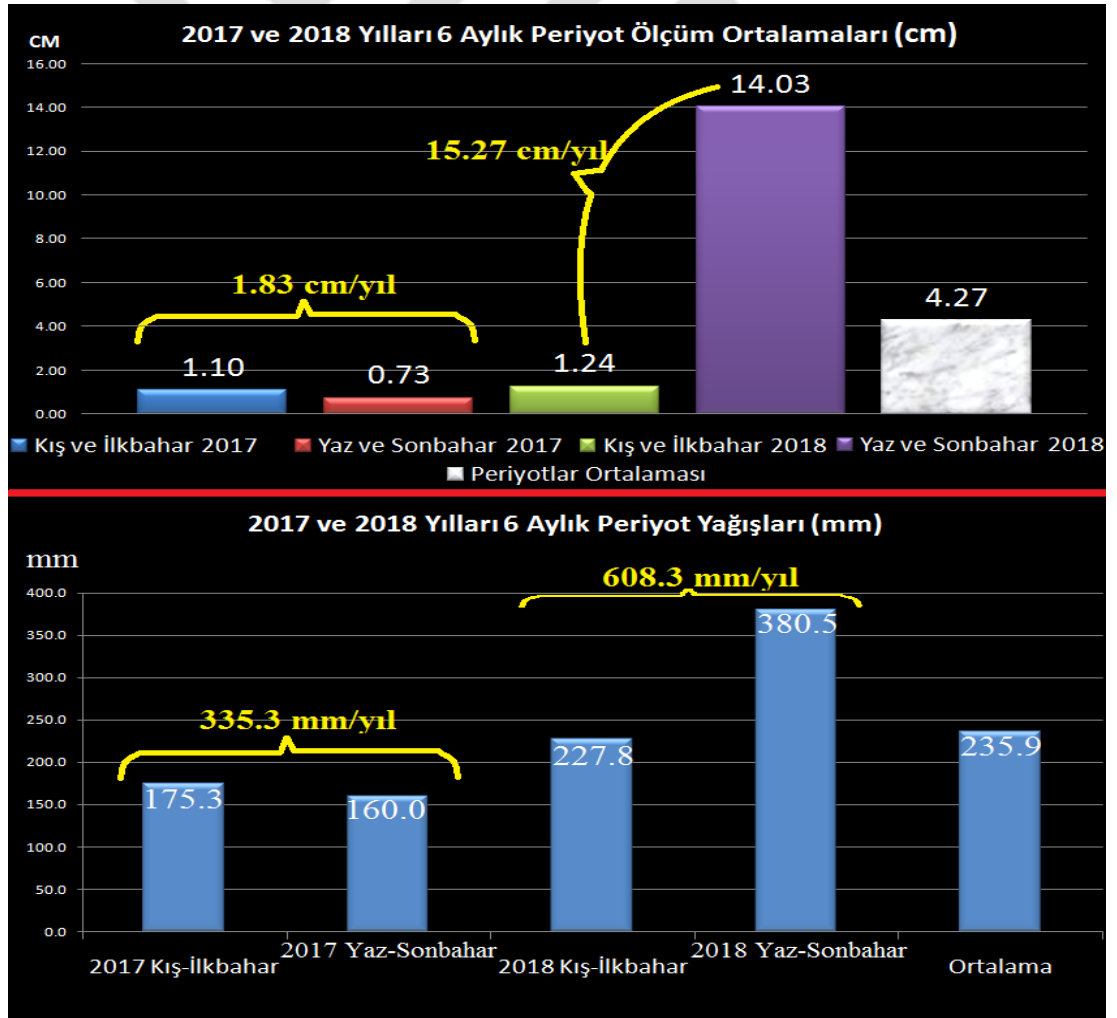
Deneme alanlarında ölçülen ortalama dere kenar yüksekliği 1.65 m, dere uzunluğu 200 m, erozyon miktarı 0.1535 m/yıl, hacim ağırlığı 1.36 t/m<sup>3</sup>, dere kenar alanı 330 m<sup>2</sup> ve üretilen ortalama toprak kaybı 375.3 ton/km/yıl olarak bulunmuştur. Ayrıca 2. ve 1. sınıf derelerde 244.9 ve 74.1 ton/km/yıl, oyuntularda ise 519.2 ton/km/yıl ortalama toprak kaybı hesaplanmıştır (Tablo 7).

Tablo 8. 2018 Yılı Olur Mikrohavzası Erozyonla Kaybolan Toprak Miktarları

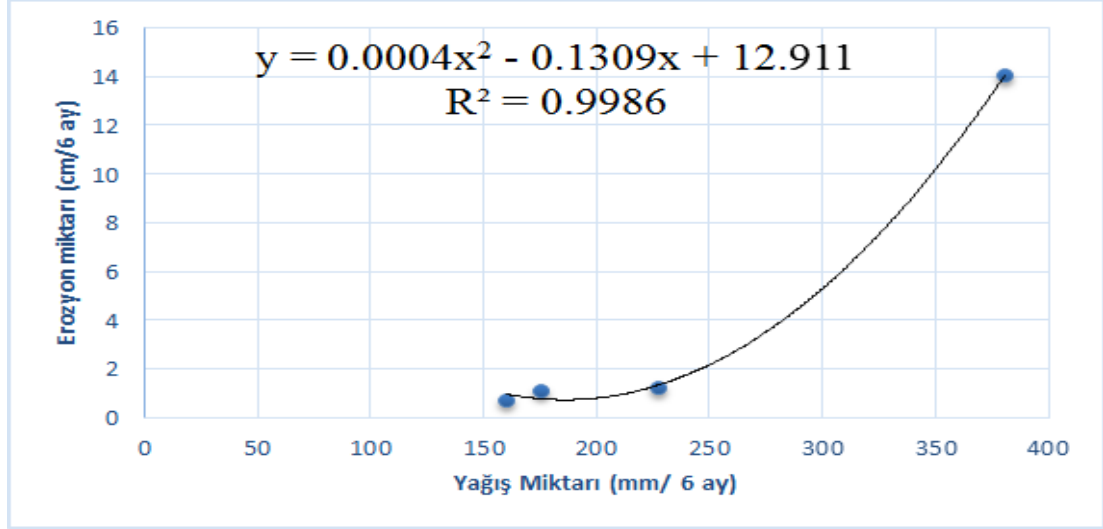
Dere Sınıfı (Strahler)	Dere Kenarı Uzunluğu* (km)	Toprak Kaybı (ton/km/yıl)	Toplam Toprak Kaybı (ton/yıl)	Havza Alanı (ha)	Birim Toprak Kaybı (ton/ha/yıl)	Toplam Toprak Kaybı (%)
2. sınıf	34.1	245	8355			5.2
1. sınıf	58.2	74	4307			2.7
Oyuntu	283.4	519	147085			92.1
Toplam	375.7		159746	37517	4.26	100

\*Sağ ve sol dere kenarlarının (şevlerinin) toplam uzunluklarını ifade etmektedir.

Tablo 8’de görüldüğü üzere 2018 yılı mikrohavza genelinde toplamda 159746 ton/yıl toprak kaybı belirlenmiştir. Bu miktarın yüzde 92.1’i oyuntulardan meydana gelirken 1 ve 2. sınıf dereler yüzde 7.9’da kalmıştır. Havza alanı değerlendirildiğinde ise kanal ve oyuntulardan 2018 yılında toplam 4.26 ton/ha/yıl erozyon gerçekleşmiştir.



Şekil 52. Periyotların Erozyon (cm) ve Yağış Durumu (mm)



	1. Periyot	2. Periyot	3. Periyot	4. Periyot
Toplam Yağış (mm)	175.3	160	227.8	380.5
Toplam Erozyon (cm)	1.1	0.73	1.24	14.03

Şekil 53. Periyotlarda Yağış ve Erozyon İlişkisi

Periyotlarda gerçekleşen yağış ve erozyon durumu istatistiki olarak değerlendirilmiş olup (Şekil 53)  $R^2$  değeri 0.9986 olarak bulunmuştur. Kanal ve oyuntularda oluşan erozyonun yağış ile yüksek bir ilişkiye sahip olduğu ortaya konulmuştur.



Şekil 54. Alanda Bulunan Kanal ve Oyuntuların Genel Görünümü

Şekil 54'te ölçüm yapılan alanlardan görüntüler verilmiş olup kanal ve oyuntulardaki toprak kayıplarının ve şevlerin boyutu gösterilmiştir.

İlk periyot 05/11/2016-28/05/2017, ikinci periyot 28/05/2017-14/10/2017, üçüncü periyot 14/10/2017-15/05/2018, dördüncü periyot ise 15/05/2018-04/11/2018 tarihlerini kapsamak üzere toplam 4 periyotta gerçekleştirilen ölçümler alansal olarak tablo halinde "EKLER" kısmında verilmiştir. Şekil 52'de görüldüğü üzere ilk iki periyodu kapsayan 2017 yılında toplam 1.83 cm erozyon ve 335.3 mm yağış, son iki periyodu kapsayan 2018 yılında ise toplam 15.27 cm erozyon ve 608.3 mm yağış gerçekleşmiştir. 2018 yılının özellikle yaz-sonbahar periyodunda çok daha fazla ve yüksek miktardaki (380.5 mm) yağışlar sonucunda diğer periyotlara göre çok daha fazla kanal ve oyuntu erozyonu ölçülmüştür. Ayrıca %2.72 gibi yüksek bir eğim değerine sahip olan ana dere, kanal ve oyuntu erozyonunu pozitif yönde etkileyen önemli unsurlardan biridir.

İklim istasyonu günlük verilerine göre 2017 kış-ilkbahar periyodunda 10 mm ve üzeri toplamda 3 adet yağış gerçekleşmiş olup bu yağış değerleri; 14.7, 12.7 ve 10.4 mm'dir. 2017 yaz-sonbahar periyodunda 10 mm ve üzeri toplamda 3 adet yağış gerçekleşmiş olup bu yağış değerleri; 24.4, 15.8 ve 15.2 mm'dir. 2018 kış-ilkbahar periyodunda 10 mm ve üzeri toplamda 4 adet yağış gerçekleşmiş olup bu yağış değerleri; 17.5, 11.4, 11.2 ve 10.4 mm'dir. 2018 yaz-sonbahar periyodunda 10 mm ve üzeri toplamda 10 adet yağış gerçekleşmiş olup bu yağış değerleri; 30.5, 25.2, 23.9, 22.4, 21.1, 19.3, 16.5, 14.0, 10.7 ve 10.4 mm olarak kaydedilmiştir. Bu verilere göre yağışlardaki artış beraberinde su seviyesini de artırarak kanal ve oyuntu erozyonunu artırmıştır.

Yapılan diğer kanal ve oyuntu erozyonu çalışmalarında da benzer şekilde yüksek su seviyesi (yüksek debi) ile şev erozyonu arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur (Larsen ve ark., 2006; Bak ve ark., 2013). Mevsimsel bağlamda yılda üç ölçümün gerçekleştirildiği bazı çalışmalarda kış mevsiminde (Aralık-Mart) ölçülen erozyon miktarlarının yaz ve sonbahara göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Willet ve ark., 2012; Tüfekçioğlu ve ark., 2012; Peacher ve ark., 2018). Buradan hareketle kanal ve oyuntu erozyonunun hem zamansal hem de uzamsal açıdan farklı faktörlerin etkileşimi sonucu gerçekleştiği kanısına varılmıştır.

Bu çalışmada kanal ve oyuntu erozyonuyla gerçekleşen toprak kayıpları 2017 yılında 56.1 ton/km/yıl, 2018 yılında 375.3 ton/km/yıl ve bu iki yıl için ortalama 215.7



ton/km/yıl olarak hesaplanmıştır. Deneme alanlarında hesaplanan yıllık toprak kayıpları 6.2 - 643.5 ton/km/yıl aralığında değişmektedir. İki yıllık ortalama erozyon değerleri; oyuntu derelerinde 11 cm/yıl, 2. sınıf derelerde 8.4 cm/yıl ve 1. sınıf derelerde ise 2.27 cm/yıl olarak ölçülmüştür. İki yılda ortalama oluşan toprak kaybı ise oyuntularda 84737 (%92.0) ton/yıl, 2. sınıf derelerde 4434 (%4.8) ton/yıl, 1. sınıf derelerde ise 2939 (%3.2) ton/yıl olarak bulunmuştur. Havza genelinde 2 yılda ortalama tüm kanal ve oyuntulardaki toprak kaybı 92109 ton/yıl olup, birim alanda ortalama 2.46 ton/ha/yıl olarak bulunmuştur.

Olur Mikrohavzası'na 30 km mesafedeki Oltu Mikrohavzası'nda (36876 ha, yıllık ortalama yağış 372 mm) yapılan 2 yıllık benzer bir erozyon çalışmasında (Tüfekçioğlu, 2018), ölçülen yıllık kanal ve oyuntu erozyon miktarlarını çalışmanın ilk ve ikinci yılları için sırasıyla 1.99 cm/yıl (2014 yaz/sonbahar ve 2015 kış/ilkbahar) ve 3.34 cm/yıl (2015 yaz/sonbahar ve 2015 kış/ilkbahar) bulmuştur. İki yıllık erozyon miktarlarının ortalamasına göre 2. sınıf derelerde 867 ton/yıl, 1. sınıf derelerde 5995 ton/yıl, oyuntularda ise 18889 ton/yıl olmak üzere toplamda 25750 ton/yıl toprak kaybı bulmuştur. Alana oranında ise 0.7 ton/ha/yıl toprak kaybı hesaplanmıştır. Bu değerlerin bizim çalışmamızdaki yağış miktarının düşük olduğu birinci yıl toprak kaybı değerleriyle (24472 ton/yıl; 0.65 ton/ha/yıl) benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmamızda ikinci yıldaki değerler artan yağış miktarıyla birlikte birinci yıla oranla 6.5 kat daha artarak 159746 ton/yıl (4.26 ton/ha/yıl) olarak hesaplanmıştır.

Tüfekçioğlu'nun yaptığı çalışmanın devamı niteliğindeki Oltu Mikrohavzası'nda yapılan 2.5 yıllık benzer erozyon çalışmasında (Pakih, 2019), periyotlarda ölçülen kanal ve oyuntu erozyon miktarlarını; 2016 yaz/sonbaharda 1.2 cm, 2017 kış/ilkbaharda 0.7 cm, 2017 yaz/sonbaharda 0.2 cm, 2018 kış/ilkbaharda 1 cm, 2018 yaz/sonbaharda 7 cm olarak bulmuştur. Karşılaştırma için tez çalışmamızda yaptığımız periyotlar dikkate alındığında 2017 yılı için toplam 0.9 cm, 2018 yılı için ise 8 cm erozyon miktarı bulunmuştur. İki buçuk yılın erozyon miktarları ortalaması alınarak yapılan değerlendirmede Oltu Mikrohavzası'ndaki 2. sınıf derelerde 0 ton/yıl, 1. sınıf derelerde 5827 ton/yıl, oyuntularda ise 29248 ton/yıl olmak üzere toplamda 35075 ton/yıl toprak kaybı bulmuştur. Alana oranında ise 1.0 ton/ha/yıl toprak kaybı hesaplanmıştır. Bu çalışmadaki sonuçlarda bizim çalışmamızın

sonuçlarına benzerlik göstermektedir. Pakih (2019) çalışmasının ilk iki yıllık erozyon değerleri çok düşük olmakla birlikte son altı aylık dönemdeki yüksek erozyon miktarı (7 cm) toplam erozyon miktarını artırmış ve bu durum ilgili döneme ait artan yağış miktarıyla açıklanmıştır.

Olur Mikrohavzası'na 70 km mesafedeki Tortum Kuzey Mikrohavzası'nda (38864 ha, yıllık ortalama yağış 465 mm) yapılan 2 yıllık benzer erozyon çalışmasında (Acar, 2019), ölçülen yıllık kanal ve oyuntu erozyon miktarları çalışmanın ilk ve ikinci yılı için sırasıyla 0.7 cm/yıl (2015 yaz/sonbahar ve 2016 kış/ilkbahar), 2.5 cm/yıl (2016 yaz/sonbahar ve 2017 kış/ilkbahar) bulmuştur. İki yılın erozyon miktarları ortalamasına bakıldığında 2. sınıf derelerde 1662 ton/yıl, 1. sınıf derelerde 1534 ton/yıl, oyuntularda ise 8818 ton/yıl olmak üzere toplamda 12014 ton/yıl toprak kaybı bulmuştur. Alana oranında ise 0.3 ton/ha/yıl toprak kaybı hesaplanmıştır. Bu değerler gerek bizim çalışmamızdaki (Olur) gerekse Oltu Mikrohavzası'nda tespit edilen kanal ve oyuntu erozyonu değerlerine göre daha küçüktür.

Olur Mikrohavzası'nda ölçülen kanal ve oyuntu erozyonu değerleri yakın mikrohavza (Oltu ve Tortum Kuzey) verileri ile genel anlamda benzerlik göstermektedir. Yağışların fazla olmadığı kurak dönemlerde ölçülen ortalama erozyon miktarları bu havzalarda 1-3.4 cm/yıl (20.5 - 75.4 ton/km/yıl) olarak değişirken en fazla olduğu dönemlerde 15.3 cm/yıl'a (375.3 ton/km/yıl) kadar çıkabilmektedir. Yine benzer şekilde bu üç havzada gerçekleşen toplam toprak kayıplarının büyük bir oranı (%73 - %91) oyuntu erozyonuyla gerçekleşmektedir.

Bu bağlamda ilgili mikrohavzaların özellikle oyuntularında gerçekleşen/taşınan toprak kaybının azaltılabilmesi için en etkili yöntemlerden olan kafes tel ve kuru duvar eşiklerin uygulanması gerekecektir. Bu tür enine yapılar kanal ve oyuntularda oluşan erozyonu azaltması ve depolanması hususunda oldukça etkili oldukları Oltu Mikrohavzası'nda yapılan oyuntu ıslah çalışmasıyla ortaya konulmuştur (Tüfekçioğlu, 2018).

Kanal ve oyuntu erozyonu çalışmalarının çok daha yoğun uygulandığı ABD'de tespit edilen erozyon değerleri bu çalışmadaki değerlere oranla (genel olarak) daha yüksek çıkmıştır. Tüfekçioğlu (2006), Iowa eyaletinin bazı mera alanlarında yürütülen iki yıllık yüksek lisans tez çalışmasında dere kenarı tampon bölgeleri (yeşil kuşak)

üzerinde erozyon çubuk yöntemi ile kenar erozyonu toprak kaybı ölçümleri gerçekleştirmiştir. İlbaharda 8.4 cm, yaz aylarında 7.8 cm ve sonbahar için 1.7 cm erozyon değerleri bulmuştur. Çalışmada ki 9 deneme alanında ilk yıl 968mm yağışta 283 ton/km/yıl, ikinci yıl 819mm yağışta 152 ton/km/yıl olmak üzere ortalama 217 ton/km/yıl toprak kaybı hesaplanmış, alanlardaki kayıplar 74 - 383 ton/km/yıl aralığında değişim göstermiştir. Yağış ve toprak kaybı arasındaki doğrusal bir ilişki ortaya koyulmuştur. Zaines (2004), ise Doktora tezinde aynı alanlarda yapılan 3 yıllık çalışma sonucunda erozyon değerlerinin 1.6 ve 29.8 cm/yıl aralığında hesaplamıştır. Toprak kayıpları ise benzer şekilde 63 - 258 ton/km/yıl aralığında değişim göstermiştir. DeWolfe ve ark. (2004), ise ABD Vermont eyaletinde benzer drenaja sahip alandaki derelerde 10 - 663 ton/km/yıl toprak kaybı bulmuştur. Havzalarından birinde bulunduğu en yüksek toprak kaybı ise 1333 ton/km/yıl'dır.

Zaines ve ark. (2004), Iowa eyalet merkezinde 11 km boyunca uzanan derenin orman, tarım ve mera içeren dere kenarlarında erozyon çubukları ile Haziran 1998 ve Haziran 1999 yılları arasında kış ayları hariç her ay boyunca erozyon ölçümleri gerçekleştirmişlerdir. Orman alanlarında yılda 14.2 cm, tarım alanlarında 38.7 cm, meralarda ise 29.5 cm erozyon değerleri elde edilmiştir. En yüksek dere kenarı erozyon miktarını 40.8 cm/yıl olarak bulmuştur.

Gerek bu çalışma verileri gerekse literatür verileri harmanlandığında, kanal ve oyuntu erozyonunun iklimsel ve topoğrafik şartlara bağlı olarak çok geniş bir aralıkta seyrebileceği tespitine varılmıştır. En önemli etkili faktörün yağış miktarı ve yağışın karakteristik özellikleri olduğunu göz önünde bulundurmak kaydıyla diğer faktörlerinde (arazi kullanımı, toprak yapısı, şev vejetasyonu, yüksek debiler, kanalın morfolojik özellikleri) erozyon süreçleri üzerinde çok önemli rol oynadığı bilinmektedir (Laubel ve ark., 1999).

### 3.3 Örnekleyici (Sampler) ile Askıda Katı Madde Değerleri

Askıda katı madde değerleri; cihazın dere yüzeyine yakın konumdan numune alması dolayısıyla %25 oranında artırılmıştır.

- 2017 yılı sediment değerleri

Tablo 9. 2017 Yılı Günlük Ham Verilerden Elde Edilen Değerler

Aylar	Günlük AKM Ortalaması (g/L&g/m <sup>3</sup> )	Günlük AKM Toplamı (g/L&g/m <sup>3</sup> )	Günlük Debi Ortalama (m <sup>3</sup> /s)	Günlük Debi Toplam (m <sup>3</sup> /s)	Günlük Toplam Yağış (mm)
Ocak	0.111&111	3.453&3453	1.74	53.9	9.1
Şubat	0.038&38	1.058&1058	1.30	36.4	3.8
Mart	0.099&99	3.075&3075	2.35	72.9	10.4
Nisan	0.463&463	13.901&13901	4.62	138.7	36.6
Mayıs	1.016&1016	31.482&31482	5.04	156.3	84.8
Haziran	0.341&341	10.218&10218	2.71	81.4	55.9
Temmuz	0.716&716	22.210&22210	2.52	78.0	46.5
Ağustos	0.199&199	6.177&6177	1.48	45.9	17.0
Eylül	0.199&199	5.975&5975	1.00	30.1	5.1
Ekim	0.141&141	4.371&4371	2.85	88.3	55.9
Kasım	0.156&156	4.689&4689	2.79	83.7	37.3
Aralık	0.137&137	4.236&4236	2.65	82.3	30.0
ORTALAMA	0.301&301	9.237&9237	2.59	-----	-----
TOPLAM	-----	110.846&110846	-----	-----	392.4

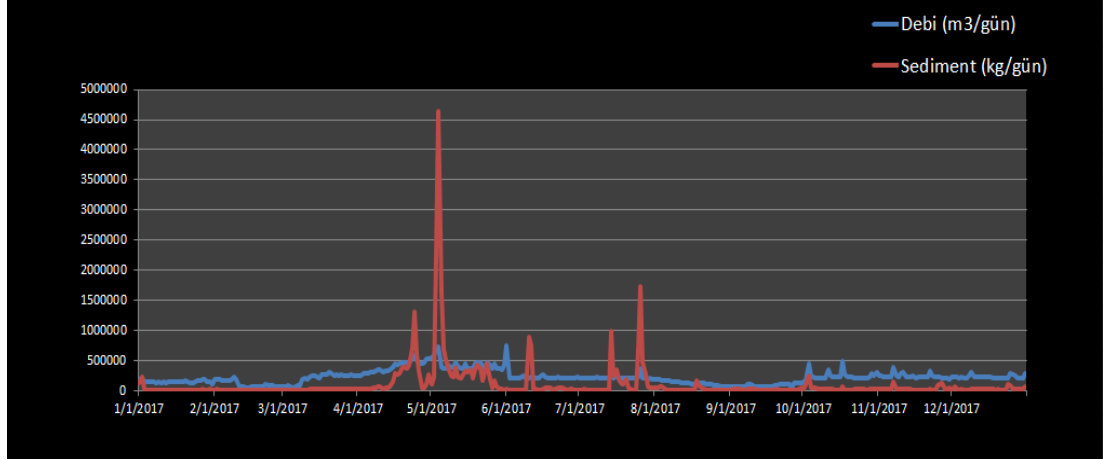
Tablo 9'da yıl içerisinde ölçülen 365 adet AKM ve debilerin günlük ortalama ve toplam değerleri paylaşılmıştır. AKM ölçümleri, süzdürme sonucu bulunan g/L biriminden 1000 ile çarpılarak g/m<sup>3</sup> birimine dönüştürülmüştür. Bu birim aynı zamanda mg/L birimine denktir. Günlük ortalama 0.301 g/L AKM bulunmuştur. Günlük AKM toplamı değerlerine göre aylık ortalama 9.237 g/L, yılda toplam 110.846 g/L AKM değeri süzdürülme sonucu elde edilmiştir. Yağışın en çok yaşandığı Mayıs ayında en yüksek AKM değeri alınmıştır. Yağışların sık yaşandığı yaz aylarından Temmuz'da yüksek değerler yakalanmıştır. Nisan ve Mayıs aylarındaki debi değerlerinin de yağışla doğru orantıya sahip olup diğer aylara göre fazla oluşu göze çarpmaktadır. Günde saniyelik geçen ortalama debi değeri 2.59 m<sup>3</sup>/s bulunmuştur. Günlük toplamlardan bulunan senelik yağış 392.4 mm'dir.

Tablo 10. 2017 Yılı İçin Günlük Debi ve AKM Değerleriyle Bulunan Yıllık AKM

Aylar	Debiler Ortalaması (m <sup>3</sup> /gün)	Debiler Toplamı (m <sup>3</sup> /ay)	AKM Ortalaması (ton/gün)	AKM Toplamı (ton/ay)
Ocak	150296	4659175	19	591
Şubat	112409	3147462	4	126
Mart	203285	6301826	21	654
Nisan	399530	11985902	219	6585
Mayıs	435551	13502069	510	15802
Haziran	234439	7033165	75	2247
Temmuz	217399	6739382	186	5754
Ağustos	127928	3965760	27	823
Eylül	86688	2600640	17	498
Ekim	245991	7625726	36	1105
Kasım	241001	7230029	38	1140
Aralık	229277	7107601	32	987
ORTALAMA	-----	6824895	-----	3026
TOPLAM	-----	81898737	-----	36312

Tablo 10'da ham verilerden hesaplanan, günlük olarak dereden geçen toplam sediment ve debi değerleri elde edilmiştir. 365 adet olan günlük debi değerlerinin aylık ortalama ve toplam değerleri paylaşılmıştır. Günlük geçen toplam debi ile çarpılarak bulunan, dereden günlük geçen toplam sediment değerlerinin aylık ortalama ve toplam değerleri paylaşılmıştır.

Tabloya göre 2017 yılı boyunca günlük AKM toplamından dereden aylık ortalama 3026 ton/ay sediment geçmiştir. Geçen toplam AKM 36312 ton/yıl olarak bulunmuştur. 36312 ton/yıl olarak bulunan AKM, alanımız olan 37517 ha ile bölümünden 0.97 ton/ha/yıl birim alan sediment değeri bulunmuştur. Günlük debiler toplamından aylık ortalama 6824895 m<sup>3</sup>/ay debi değeri alınmıştır. Yıl boyunca geçen toplam debi ise 81898737 m<sup>3</sup>/yıl olarak hesaplanmıştır. Şekil 55'te günlük sediment ve debi değerleri grafiklendirilmiştir. Debi ve sediment değerleri arasında Cubic denklemine göre 0.213 R<sup>2</sup> değeri bulunmuştur. Bu değer sedimentin debi ile birlikte diğer faktörlerinde etkisi altında kaldığını göstermektedir. 2017 yılı günlük ölçüm değerleri "EKLER" kısmında paylaşılmıştır.



Şekil 55. 2017 Yılı Günlük Dereden Geçen Sediment ve Debi Miktarları

- 2018 yılı sediment değerleri

Tablo 11. 2018 Yılı Günlük Ham Verilerden Elde Edilen Değerler

Aylar	Günlük AKM Ortalaması (g/L&g/m <sup>3</sup> )	Günlük AKM Toplamı (g/L&g/m <sup>3</sup> )	Günlük Debiler Ortalaması (m <sup>3</sup> /s)	Günlük Debiler Toplamı (m <sup>3</sup> /s)	Günlük Toplam Yağış (mm)
Ocak	0.113&113	3.502&3502	2.86	88.6	21.3
Şubat	0.061&61	1.710&1710	1.14	32.0	12.4
Mart	0.435&435	13.471&13471	4.34	134.6	43.2
Nisan	0.295&295	8.844&8844	4.29	128.6	2.0
Mayıs	0.475&475	14.730&14730	5.61	174.0	114.0
Haziran	0.219&219	6.556&6556	3.60	108.1	99.3
Temmuz	0.041&41	1.279&1279	2.19	67.8	39.4
Ağustos	0.208&208	6.439&6439	2.35	72.8	75.4
Eylül	0.131&131	3.926&3926	2.09	62.6	45.7
Ekim	0.072&72	2.226&2226	2.36	73.2	50.6
Kasım	0.166&166	4.985&4985	1.78	53.4	18.3
Aralık	0.055&55	1.694&1694	2.27	70.3	39.4
ORTALAMA	0.189&189	5.780&5780	2.91	-----	-----
TOPLAM	-----	69.362&69362	-----	-----	561.1

Tablo 11’de yıl içerisinde ölçülen 365 adet AKM ve debilerin günlük ortalama ve toplam değerleri paylaşılmıştır. AKM ölçümleri, süzdürme sonucu bulunan g/L biriminden 1000 ile çarpılarak g/m<sup>3</sup> birimine dönüştürülmüştür. Bu birim aynı zamanda mg/L birimine denktir. Günlük ortalama 0.189 g/L AKM bulunmuştur. Günlük AKM toplamı değerlerine göre aylık ortalama 5.780 g/L, yılda toplam 69.362 g/L AKM değeri süzdürülme sonucu elde edilmiştir. Yağışın en çok yaşandığı Mayıs ayında en yüksek AKM değeri alınmıştır. Yağışların sık yaşandığı

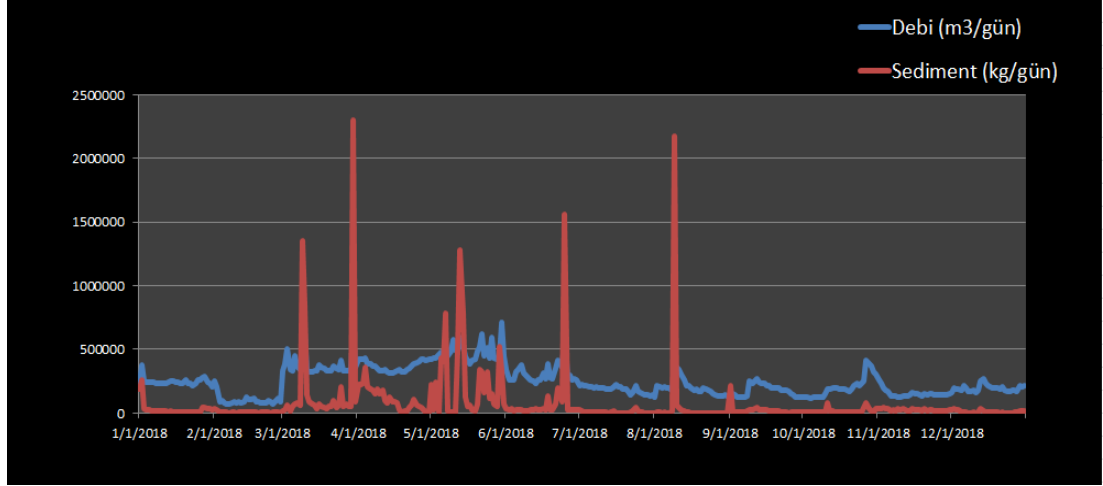
Mart ayında da yüksek değerler yakalanmıştır. Mart ve Mayıs aylarındaki debi değerlerinin de yağışla doğru orantıya sahip olup diğer aylara göre fazla oluşu göze çarpmaktadır. Günde saniyelik geçen ortalama debi değeri 2.91 m<sup>3</sup>/s bulunmuştur. Günlük toplamlardan bulunan senelik yağış 561.1 mm'dir.

Tablo 12. 2018 Yılı İçin Günlük Debi ve AKM Değerleriyle Bulunan Yıllık AKM

Aylar	Debiler Ortalaması (m <sup>3</sup> /gün)	Debiler Toplamı (m <sup>3</sup> /ay)	AKM Ortalaması (ton/gün)	AKM Toplamı (ton/ay)
Ocak	246872	7653021	30	945
Şubat	98765	2765410	7	187
Mart	375206	11631387	204	6317
Nisan	370495	11114842	111	3317
Mayıs	484922	15032590	244	7553
Haziran	311419	9342562	96	2872
Temmuz	188965	5857920	8	248
Ağustos	202901	6289920	77	2398
Eylül	180324	5409708	22	675
Ekim	204049	6325515	16	494
Kasım	153680	4610406	25	764
Aralık	196052	6077615	11	338
ORTALAMA	-----	7675908	-----	2176
TOPLAM	-----	92110896	-----	26108

Tablo 12'de ham verilerden hesaplanan, günlük olarak dereden geçen toplam sediment ve debi değerleri elde edilmiştir. 365 adet olan günlük debi değerlerinin aylık ortalama ve toplam değerleri paylaşılmıştır. Günlük geçen toplam debi ile çarpılarak bulunan, dereden günlük geçen toplam sediment değerlerinin aylık ortalama ve toplam değerleri paylaşılmıştır.

Tabloya göre 2018 yılı boyunca günlük AKM toplamından dereden aylık ortalama 2176 ton/ay sediment geçmiştir. Geçen toplam AKM 26108 ton/yıl olarak bulunmuştur. 26108 ton/yıl olarak bulunan AKM, alanımız olan 37517 ha ile bölümünden 0.70 ton/ha/yıl birim alan sediment değeri bulunmuştur. Günlük debiler toplamından aylık ortalama 7675908 m<sup>3</sup>/ay debi değeri alınmıştır. Yıl boyunca geçen toplam debi ise 92110896 m<sup>3</sup>/yıl olarak hesaplanmıştır. Şekil 56'da günlük sediment ve debi değerleri arasında Cubic denklemine göre 0.238 R<sup>2</sup> değeri bulunmuştur. 2018 yılı günlük ölçüm değerleri "EKLER" kısmında paylaşılmıştır.



Şekil 56. 2018 Yılı Günlük Dereden Geçen Sediment ve Debi Miktarları

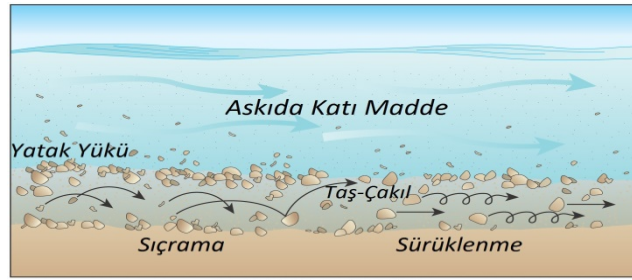
Mikrohavzanın 2017 ile 2018 debi ve sediment değerlerinin ortaya konulduğu çalışmamızda değinilmesi gereken bazı hususlar vardır. Debi değerleri yıllık yağış miktarıyla beraber artış göstermesine rağmen sediment değerleri beklenenin aksine yıllık yağış miktarları ile paralellik göstermemiştir. 2017 yılının yıllık yağış miktarı 392.4 mm ve 2018 yılı ise 561.1 mm olmasına rağmen 2018 yılında bulunan sediment değeri 2017 yılına oranla daha az çıkmıştır. Bunun birçok sebebi olabilir. Birinci olarak iklimsel faktörlerdeki zamansal veya mekansal değişkenlikler; kurak yaz dönemlerinde gerçekleşen yağışların gerek infiltrasyona gerekse evapotranspirasyona geçme potansiyelinin fazla oluşu veya gelen yağışların havza alanına homojen ya da heterojen dağılım yapısı sebebiyle yağışın yüzeye olan etkisi. Bu bağlamda 2017 yağışlarının daha heterojen bir dağılım göstermiş olduğu tahmin edilmektedir. İkinci olarak ÇNHRP kapsamında özellikle oyuntu dereleri üzerinde 2017 yılı sonuna doğru yapılan kafes tel ve kuru duvar eşiklerin rusubat depolama fonksiyonu. Nitekim yapılan bu ıslah faaliyetleri neticesinde oyuntu dereleri üzerinde toplamda 8114 ton'luk bir rusubatin depolandığı tespit edilmiştir (Anonim, 2019). Üçüncü faktörün ise dere sistemi içerisinde özellikle yatak eğiminin azaldığı ana kol ve yan kollar (2. sınıf ve 1. sınıf) üzerinde yoğun rusubat depolanmasının (aggradation) gerçekleşmiş olması 2018 arazi çalışmalarında dikkat çekici unsur olarak tespit edilmiştir.

2017 yılında kar sularının hızla eriyip dereye karışması, anlık debi artışıyla beraber sedimente katkı sağlamış olabilir. Bunun haricinde havza içerisine düşen yağışlar



2017 yılında dere yataklarında yoğunlaşmış olup, 2018 yılındaki yağışlar havza içerisinde homojen bir dağılım göstererek toprak tarafından emilip absorbe edildiği düşünülmektedir. 2017 yılındaki heterojen yağışlar ana dereden geçen sedimenti yükseltmiş, 2018 yılındaki alana homojen yayılan yağışların ise kanal ve oyuntu erozyonuna yansıyor düşük debi ve sedimente sebep olduğu düşünülmektedir.

Vakum borusunun örneklemeyi su yüzeyine yakın bir yerde yaptığı düşünüldüğünde, bu durumda tabana yakın kısımdaki rusubatın belli bir kısmının örneklenemediği aşikârdır (Şekil 57). Nitekim DSİ’de yapmış olduğu AKM örneklemelerinde bu durumu gerekçe göstererek mevcut ölçülen sediment değerini %20-30 oranında artırmaktadır. Bu bağlamda bizde bu çalışmada ölçülen AKM değerinin %25 oranında artırılmasının uygun olacağı kanısına vardık. Havza genelinde 2 yılda ortalama AKM 31210 ton/yıl olup, birim alanda ortalama 0.83 ton/ha/yıl olarak bulunmuştur. Diğer yandan ölçümlerimiz yalnızca askıda geçen katı madde (suspended load) tespitine yöneliktir. Süzdürülen AKM örneklerinin, kil ve toz ağırlıklı olup kum miktarının düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bununla beraber derenin tabanındaki yatak yükü (bed load; taş, çakıl vb.) değerleri mevcut imkanlar dahilinde ölçülemediğinden bu yolla havza çıkışına ulaşan rusubat miktarı bilinmemektedir.



Şekil 57. Sedimentin Dere İçerisindeki Taşınımı (URL-4)

### 3.4 GeoWEPP Erozyon Tahmin Değerleri

Olur Mikrohavzası 25 ayrı bölmeye ayrılmış, GeoWEPP erozyon tahmin modeli her bölme için 2017 ve 2018 yılı için ayrı üretilen senelik iklim verileri ile 20 yıllık iklim verisi kullanılmak üzere 3 farklı durumda çalıştırılmış ve tahmini değerler her alan için ortaya konulmuştur. Arazi kullanım ve toprak dosyalarında değişiklik yapılmamıştır.

Eğim ve bakı alan hesaplarında ArcGIS "Raster to Polygon" komutu kullanıldığından raster resim formatından polygon çizim formatına geçişte alanlarda azalmalar söz konusu olmaktadır. Aynı şekilde GeoWEPP çalışma sistemi dolayısıyla alanlarda ufak kırpma işlemleri, tampon veya koruma zonu (buffer zone) yaptığından alan boyutlarında eser miktarda küçülme görülebilmektedir. Bu sebeple eğim ve bakılarda orijinal alan boyutları yazılmıştır. Lakin GeoWEPP tablolarında hesaplarda kullanılması dolayısıyla kesilmiş alan boyutları girilmiştir.

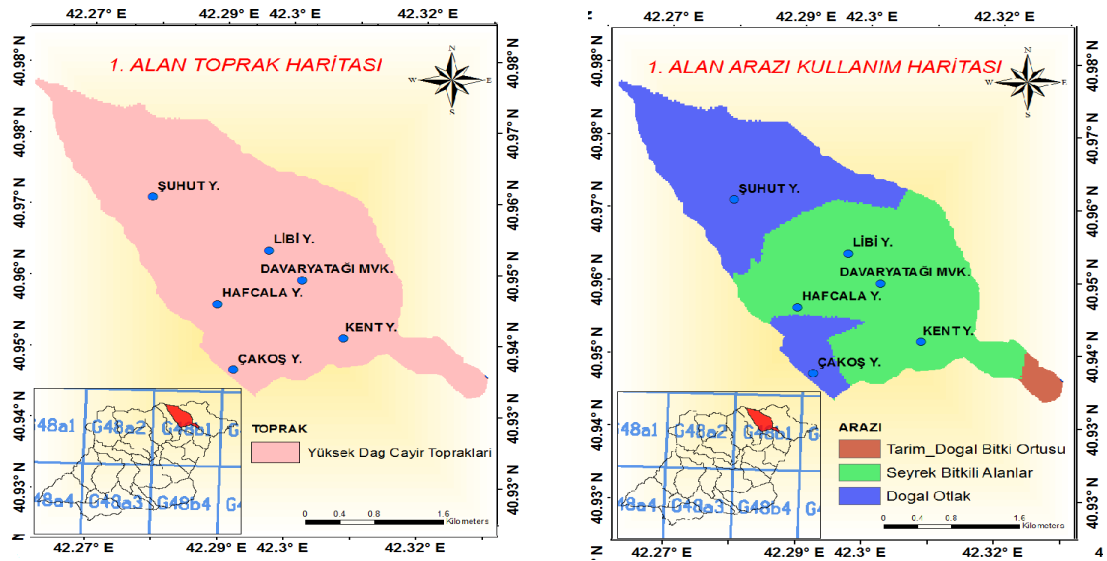
### 3.4.1 1 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

Olur Mikrohavzası'nda bulunan 1 numaralı bölme Olur Mikrohavzası'na dahil olmasına rağmen Artvin ili Ardanuç ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48b1 paftası içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 2363 m'dir.

1 numaralı alanımız 40.94° ile 40.98° kuzey enlemleri, 42.26° ile 42.33° doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın memba kısmının üst noktalarındadır. Alanın merkezi Davaryatağı mevkiisi olarak adlandırılmaktadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak; tamamen yüksek dağ çayır topraklarıyla donanmıştır. Arazi kullanımını ise tarım ve doğal bitki örtüsü, seyrek bitkili alanlar, doğal otlak olmak üzere 3 farklı durumdadır (Şekil 58).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 13). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 14).



Şekil 58. 1 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

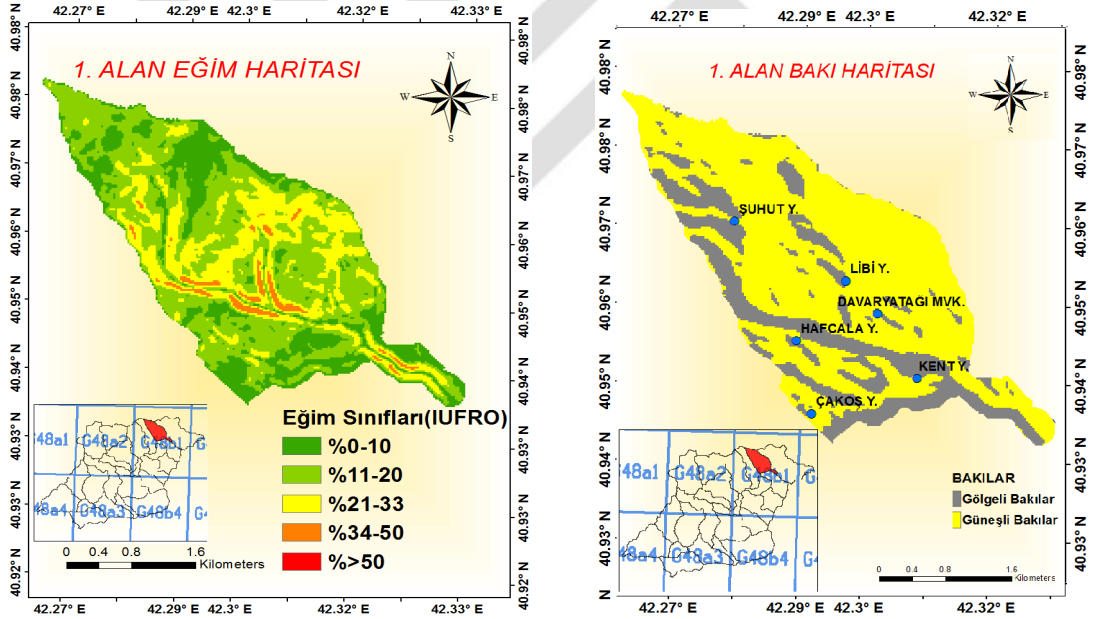
Tablo 13. 1 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Yüksek Dağ Çayır Toprakları	100

Tablo 14. 1 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Tarım ve Doğal Bitki Örtüsü	1.4
Doğal Otlak	43.1
Seyrek Bitkili Alanlar	55.5

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 59). Alansal bazda eğim yüzdeleri (Tablo 15) gösterilmiş olup ortalama eğim %15.84'tür. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 16) gösterilmiştir.



Şekil 59. 1 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 15. 1 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
1007.70	230.74	497.27	238.99	25.85	0

Tablo 16. 1 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı
1007.70	263.04	730.08

Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri (Tablo 17) verilmiştir.

Tablo 17. 1 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	863	23ve9	0	0	0	0	0
2018	863	23ve9	5741.6	468.9	0.534	3316.6	3.8
20Yıl	863	23ve9	106.8	34.5	0.805	113.6	0.1

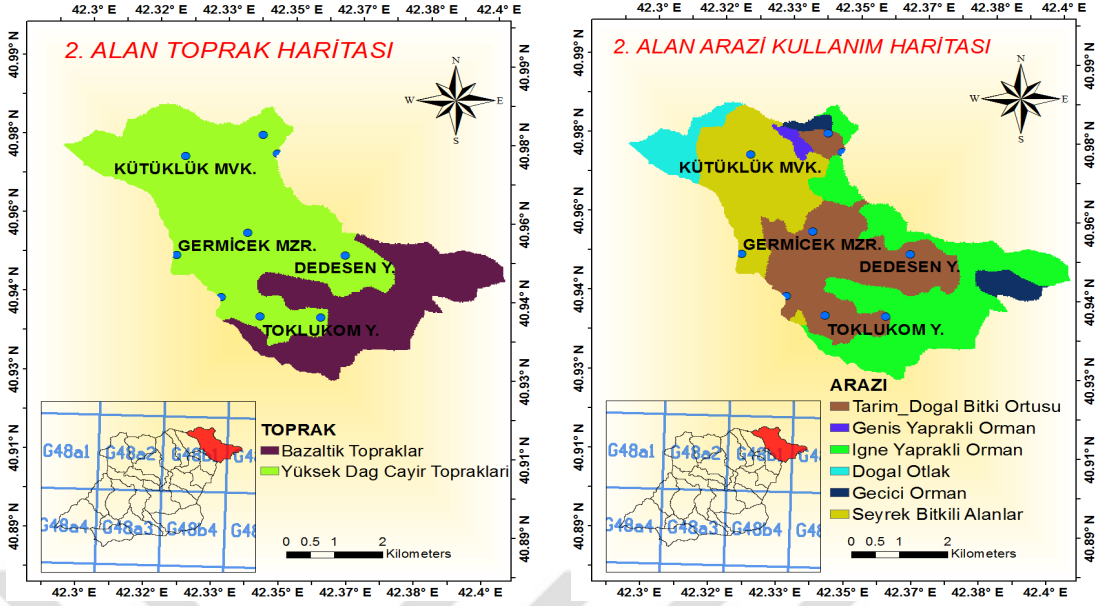
### 3.4.2 2 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

Olur Mikrohavzası'nda bulunan 2 numaralı bölme Olur Mikrohavzası'na dahil olmasına rağmen havzanın üst kısmı Artvin ili Ardanuç ilçesi sınırları alt kısmı ise Ardahan ili Göle ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48b1 paftası içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 2363 m'dir.

2 numaralı alanımız 40.93° ile 40.99° kuzey enlemleri, 42.29° ile 42.40° doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın memba kısmının üst noktalarındadır. Alanın merkezi Germicek mezrası olarak adlandırılmaktadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak; yüksek dağ çayır toprakları ve bazaltik topraklar ile donanmıştır. Arazi kullanımı ise tarım ve doğal bitki örtüsü, seyrek bitkili alanlar, doğal otlak, geçici orman, iğne yapraklı orman ve geniş yapraklı orman olmak üzere 6 farklı durumdadır (Şekil 60).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 18). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 19).



Şekil 60. 2 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

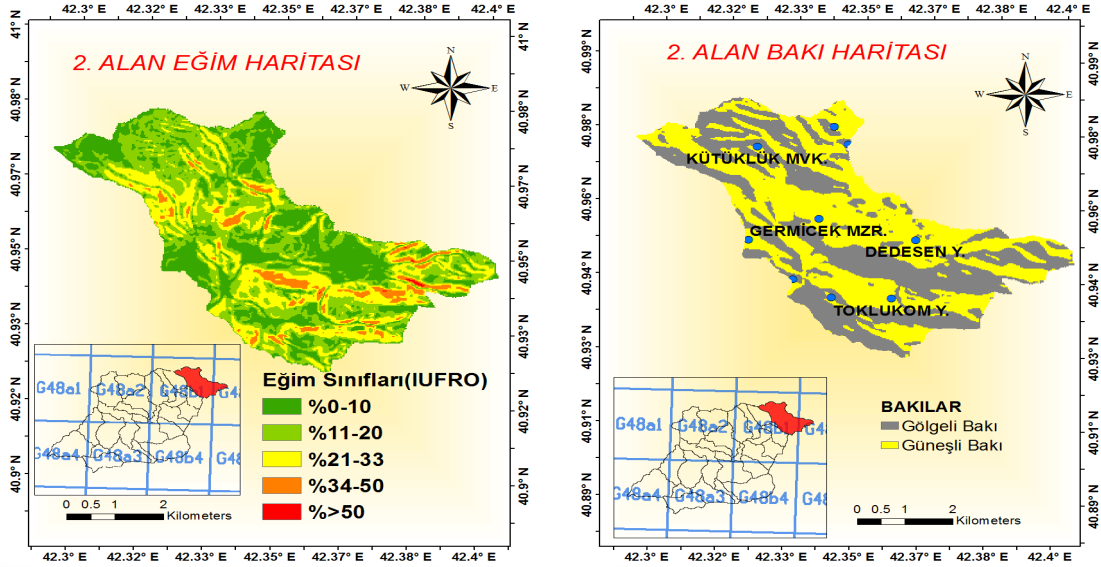
Tablo 18. 2 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Bazaltik Topraklar	29.8
Yüksek Dağ Çayır Toprakları	70.2

Tablo 19. 2 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Tarım ve Doğal Bitki Örtüsü	33.9
Geniş Yapraklı Orman	1.2
İğne Yapraklı Orman	32.9
Doğal Otlak	5.1
Geçici Orman	2.9
Seyrek Bitkili Alanlar	23.9

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 61). Alansal bazda eğim yüzdeleri (Tablo 20) gösterilmiş olup ortalama eğim %15.89'dur. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 21) gösterilmiştir.



Şekil 61. 2 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 20. 2 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
2590.8	770.49	966.97	613.49	134.15	2.94

Tablo 21. 2 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölge Bakı	Güneşli Bakı
2590.8	1121.08	1367.03

Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri (Tablo 22) verilmiştir.

Tablo 22. 2 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	2182	63ve25	0	0	0	0	0
2018	2182	63ve25	9969.0	726.1	0.294	3145.0	1.4
20Yıl	2182	63ve25	1371.8	132.5	0.261	392.7	0.2

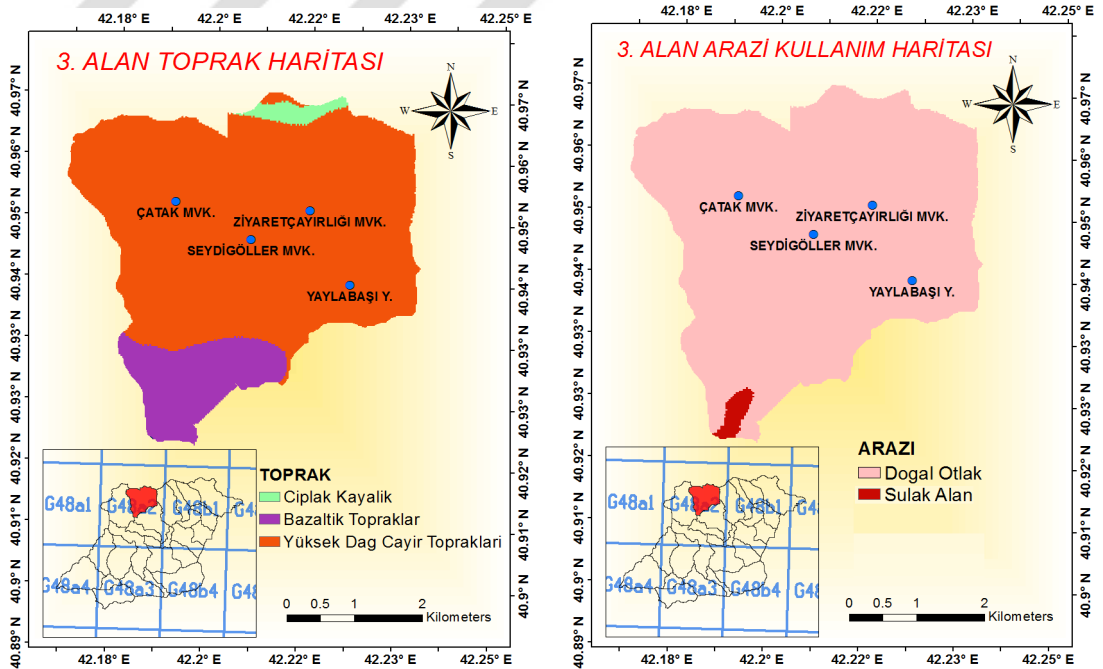
### 3.4.3 3 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

Olur Mikrohavzası'nda bulunan 3 numaralı bölme Olur Mikrohavzası'na dahil olmasına rağmen havzanın üst kısmı Artvin ili Ardanuç ilçesi sınırları alt kısmı Erzurum ili Olur ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48a2 paftası içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 2461 m'dir.

3 numaralı alanımız 40.92° ile 40.97° kuzey enlemleri, 42.17° ile 42.23° doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın memba kısmının üst noktalarındadır. Alanın merkezi Seydigöller mevkiisi olarak adlandırılmaktadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak; yüksek dağ çayır toprakları, bazaltik topraklar ve çıplak kayalıklar ile donanmıştır. Arazi kullanımı ise doğal otlak ve sulak alan olmak üzere 2 farklı durumdadır (Şekil 62).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 23). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 24).



Şekil 62. 3 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

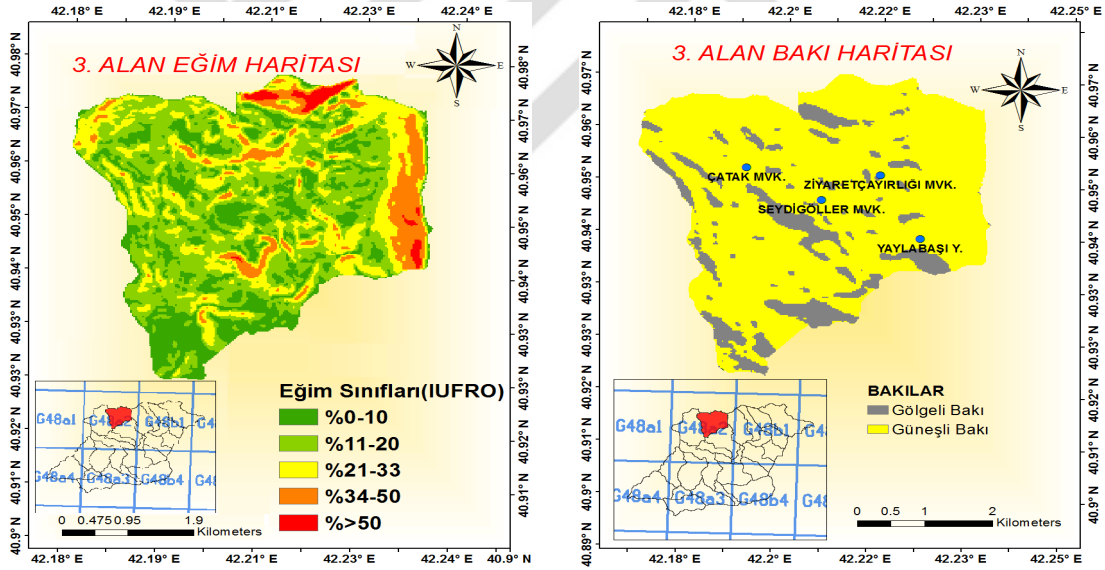
Tablo 23. 3 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Bazaltik Topraklar	12.4
Yüksek Dağ Çayır Toprakları	86.0
Çıplak Kayalık	1.6

Tablo 24. 3 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Doğal Otlak	98.8
Sulak Alan	1.2

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 63). Alansal bazda eğim yüzdeleri (Tablo 25) gösterilmiş olup ortalama eğim %18.47'dir. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 26) gösterilmiştir.



Şekil 63. 3 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 25. 3 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
1786.7	405.41	744.28	444.21	162.30	28.36



Tablo 26. 3 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı
1786.7	273.55	1511.32

Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri (Tablo 27) verilmiştir.

Tablo 27. 3 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	1626	43ve17	0	0	0	0	0
2018	1626	43ve17	20.6	681.8	1.000	703.5	0.4
20Yıl	1626	43ve17	0	0.8	0.040	0	0

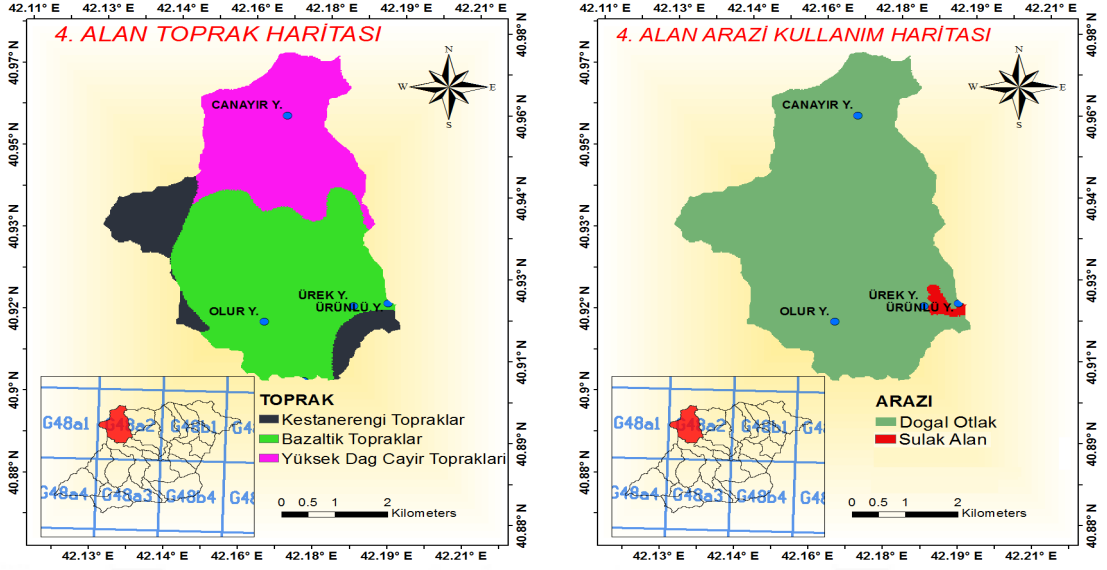
#### 3.4.4 4 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

Olur Mikrohavzası'nda bulunan 4 numaralı bölme Olur Mikrohavzası'na dahil olmasına rağmen havzanın üst kısmı Artvin ili Ardanuç ilçesi sınırları alt kısmı Erzurum ili Olur ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48a2 paftası içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 2397 m'dir.

4 numaralı alanımız 40.90° ile 40.97° kuzey enlemleri, 42.13° ile 42.19° doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın memba kısmının üst noktalarındadır. Alanın merkezi Olur yaylası olarak adlandırılmaktadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak; yüksek dağ çayır toprakları, bazaltik topraklar ve kestanerengi topraklar ile donanmıştır. Arazi kullanımı ise doğal otlak ve sulak alan olmak üzere 2 farklı durumdadır (Şekil 64).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 28). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 29).



Şekil 64. 4 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

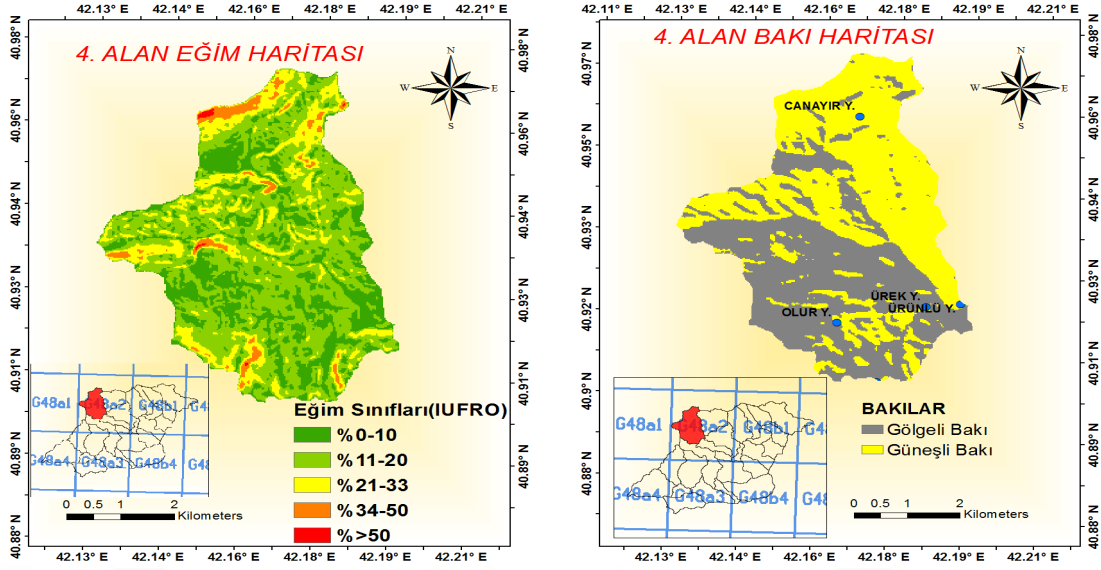
Tablo 28. 4 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Bazaltik Topraklar	54.4
Yüksek Dağ Çayır Toprakları	34.1
Kestanerengi Topraklar	11.5

Tablo 29. 4 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Doğal Otlak	98.8
Sulak Alan	1.2

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 65). Alansal bazda eğim yüzdeleri (Tablo 30) gösterilmiş olup ortalama eğim %15.05'dir. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 31) gösterilmiştir.



Şekil 65. 4 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 30. 4 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
2358.1	625.04	1246.14	400.84	76.76	4.96

Tablo 31. 4 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı
2358.1	1133.01	1220.96

Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri (Tablo 32) verilmiştir.

Tablo 32. 4 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	2164	48ve19	0	0	0	0	0
2018	2164	48ve19	2.2	335.4	1.000	338.2	0.2
20Yıl	2164	48ve19	0	0	0.015	0	0

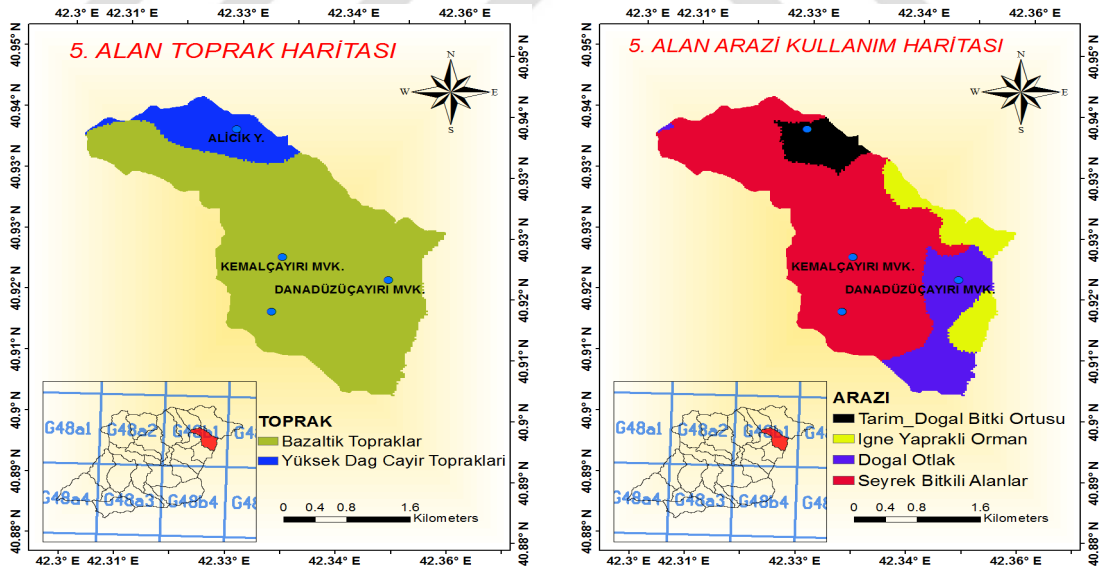
### 3.4.5 5 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

Olur Mikrohavzası'nda bulunan 5 numaralı bölme Olur Mikrohavzası'na dahil olmasına rağmen havzanın üst kısmı Artvin ili Ardanuç ilçesi sınırları alt kısmı Ardahan ili Göle ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48b1 paftası içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 2205 m'dir.

5 numaralı alanımız 40.90° ile 40.94° kuzey enlemleri, 42.30° ile 42.36° doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın memba kısmının üst noktalarındadır. Alanın merkezi Kemalçayırı mevki olarak adlandırılmaktadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak; yüksek dağ çayır toprakları ve bazaltik topraklar ile donanmıştır. Arazi kullanımı ise tarım ve doğal bitki örtüsü, iğne yapraklı orman, seyrek bitkili alan ve doğal otlak olmak üzere 4 farklı durumdadır (Şekil 66).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 33). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 34).



Şekil 66. 5 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

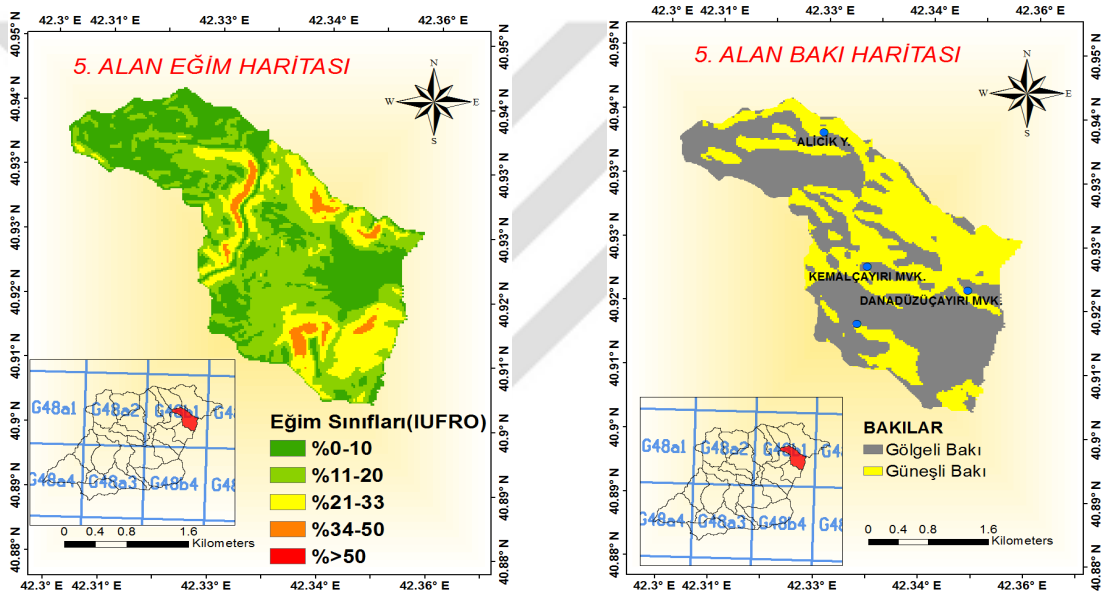
Tablo 33. 5 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Bazaltik Topraklar	87.9
Yüksek Dağ Çayır Toprakları	12.1

Tablo 34. 5 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Doğal Otlak	16.0
Tarım ve Doğal Bitki Örtüsü	6.4
İğne Yapraklı Orman	10.2
Seyrek Bitkili Alanlar	67.4

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 67). Alansal bazda eğim yüzdeleri (Tablo 35) gösterilmiş olup ortalama eğim %14.26'dır. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 36) gösterilmiştir.



Şekil 67. 5 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 35. 5 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
953.0	346.15	380.03	189.17	33.72	0

Tablo 36. 5 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı
953.0	537.11	412.65

Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri (Tablo 37) verilmiştir.

Tablo 37. 5 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	786	31ve12	0	0	0	0	0
2018	786	31ve12	3974.1	145.5	0.522	1259.7	1.8
20Yıl	786	31ve12	61.5	12.4	0.420	28.3	0.1

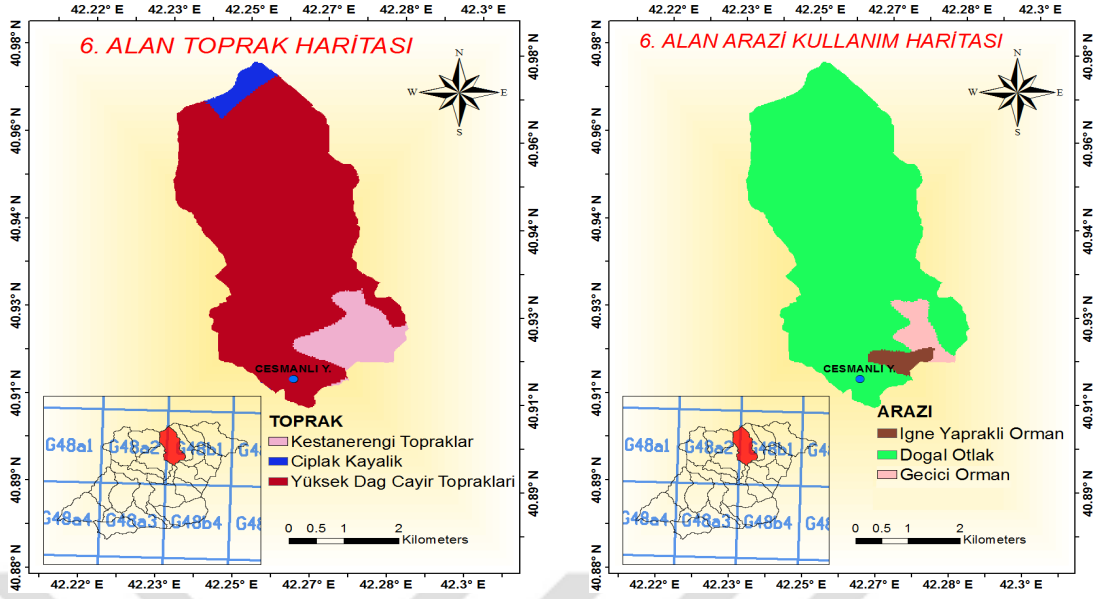
### 3.4.6 6 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

Olur Mikrohavzası'nda bulunan 6 numaralı bölme Olur Mikrohavzası'na dahil olmasına rağmen havzanın üst kısmı Artvin ili Ardanuç ilçesi sınırları alt kısmı Erzurum ili Olur ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48b1 ve G48a2 paftaları içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 2472 m'dir.

6 numaralı alanımız 40.91° ile 40.98° kuzey enlemleri, 42.23° ile 42.28° doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın memba kısmının üst noktalarındadır. Alanın merkezi Cesmanlı yaylası olarak adlandırılmaktadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak; yüksek dağ çayır toprakları, kestanerengi topraklar ve çıplak kayalık ile donanmıştır. Arazi kullanımını ise iğne yapraklı orman, geçici orman ve doğal otlak olmak üzere 3 farklı durumdadır (Şekil 68).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 38). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 39).



Şekil 68. 6 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

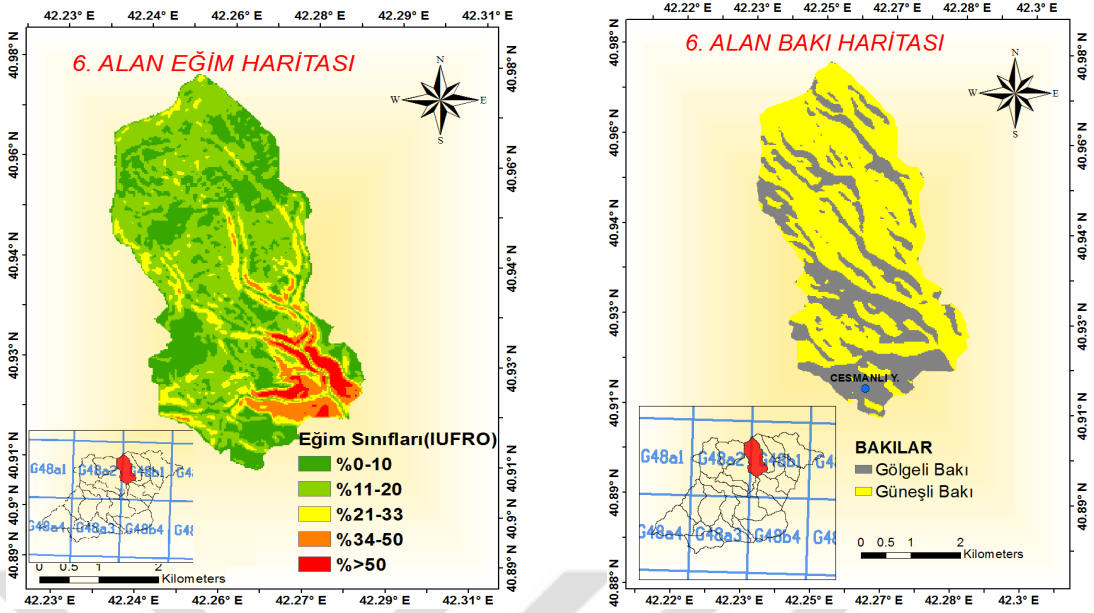
Tablo 38. 6 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Kestanerengi Topraklar	10.6
Çıplak Kayalık	2.2
Yüksek Dağ Çayır Toprakları	87.2

Tablo 39. 6 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Doğal Otlak	93.3
Geçici Orman	4.3
İğne Yapraklı Orman	2.4

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 69). Alansal bazda eğim yüzdeleri (Tablo 40) gösterilmiş olup ortalama eğim %16.04'dür. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 41) gösterilmiştir.



Şekil 69. 6 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 40. 6 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
1828.3	541.07	906.90	223.81	108.57	50.17

Tablo 41. 6 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı
1828.3	651.56	1178.37

Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri (Tablo 42) verilmiştir.

Tablo 42. 6 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	1618	42ve17	0	0	0	0	0
2018	1618	42ve17	19.0	632.4	1.000	652.7	0.4
20Yıl	1618	42ve17	0	0.4	0.857	0.4	0



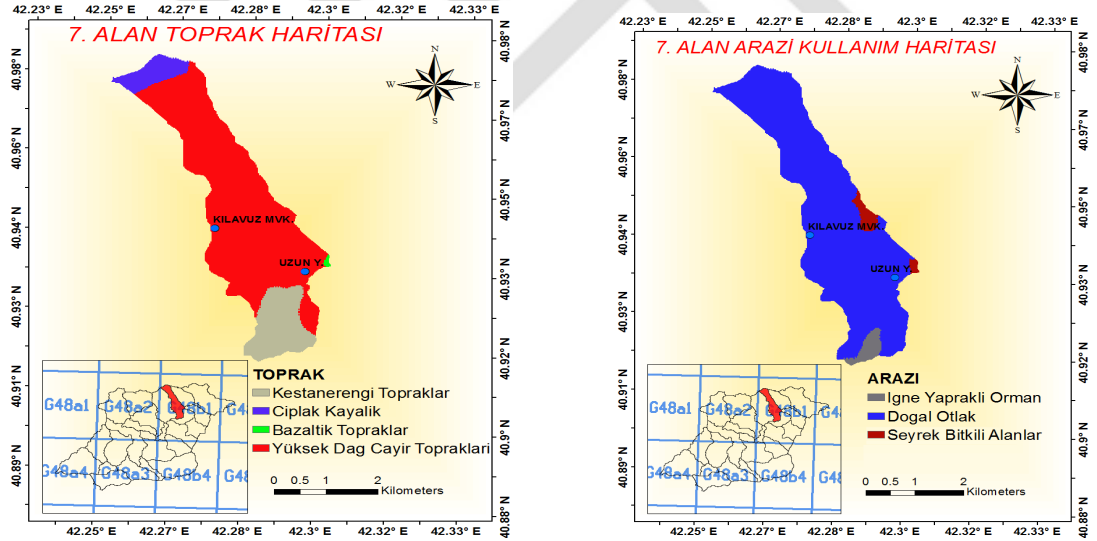
### 3.4.7 7 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

Olur Mikrohavzası'nda bulunan 7 numaralı bölme Olur Mikrohavzası'na dahil olmasına rağmen Artvin ili Ardanuç ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48b1 paftası içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 2395 m'dir.

7 numaralı alanımız 40.91° ile 40.99° kuzey enlemleri, 42.25° ile 42.30° doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın memba kısmının üst noktalarındadır. Alanın merkezi Kılavuz mevkiisi olarak adlandırılmaktadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak; yüksek dağ çayır toprakları, bazaltik topraklar, kestanerengi topraklar ve çıplak kayalıklar ile donanmıştır. Arazi kullanımı ise iğne yapraklı ormanlar, seyrek bitkili alanlar, doğal otlak olmak üzere 3 farklı durumdadır (Şekil 70).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 43). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 44).



Şekil 70. 7 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

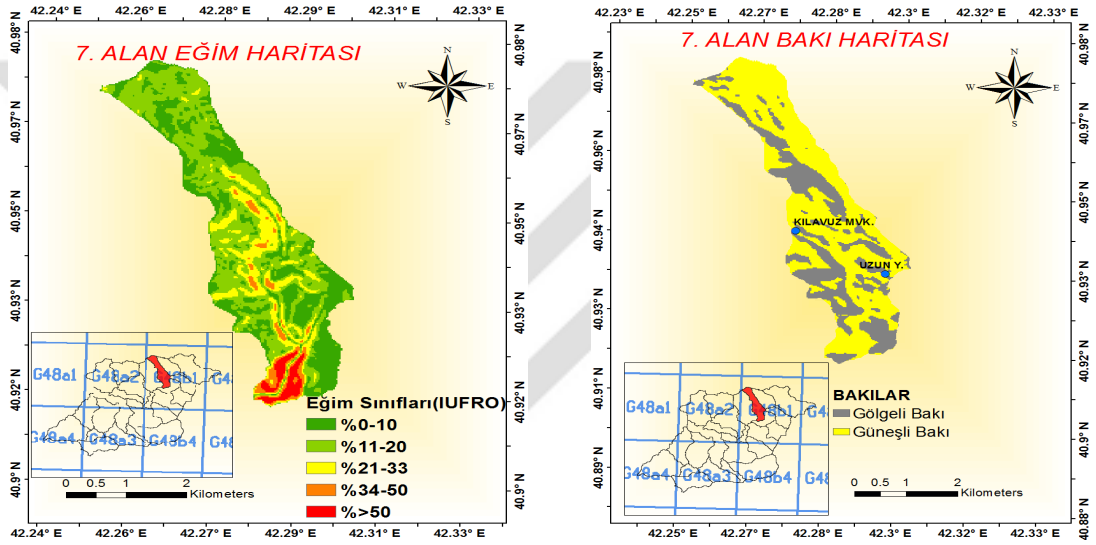
Tablo 43. 7 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Kestane rengi Topraklar	15.5
Bazaltik Topraklar	0.1
Çıplak Kayalık	5.6
Yüksek Dağ Çayır Toprakları	78.8

Tablo 44. 7 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
İğne Yapraklı Orman	2.8
Doğal Otlak	94.8
Seyrek Bitkili Alanlar	2.4

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 71). Alansal bazda eğim yüzdeleri (Tablo 45) gösterilmiş olup ortalama eğim %15.74'tür. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 46) gösterilmiştir.



Şekil 71. 7 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 45. 7 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
1002.67	319.36	460.40	149.74	42.17	31.09

Tablo 46. 7 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı
1002.67	349.29	653.19

Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri (Tablo 47) verilmiştir.

Tablo 47. 7 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	858	18ve7	0	0	0	0	0
2018	858	18ve7	1.9	383.2	1.000	385.4	0.4
20Yıl	858	18ve7	0	7.7	0.691	5.3	0

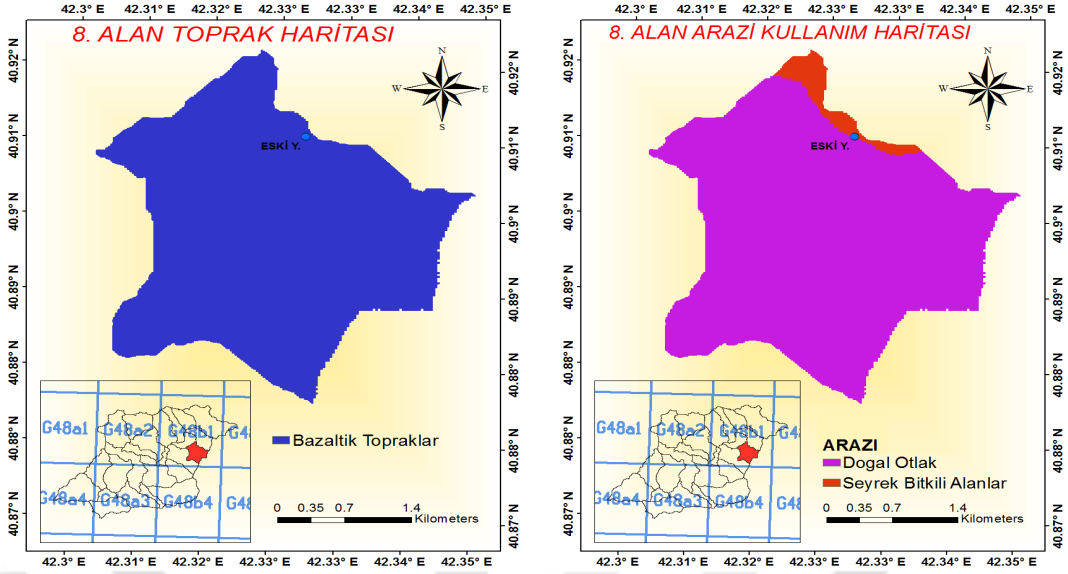
### 3.4.8 8 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

Olur Mikrohavzası'nda bulunan 8 numaralı bölme Olur Mikrohavzası'na dahil olmasına rağmen havzanın üst kısmı Ardahan ili Göle ilçesi sınırları alt kısmı ise Erzurum ili Olur ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48b1 paftası içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 2347 m'dir.

8 numaralı alanımız 40.88° ile 40.92° kuzey enlemleri, 42.30° ile 42.35° doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın memba kısmının üst noktalarındadır. Alanın merkezi Eski yayla olarak adlandırılmaktadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak tamamen bazaltik topraklar ile donanmıştır. Arazi kullanımını ise seyrek bitkili alanlar ve doğal otlak olmak üzere 2 farklı durumdadır (Şekil 72).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 48). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 49).



Şekil 72. 8 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

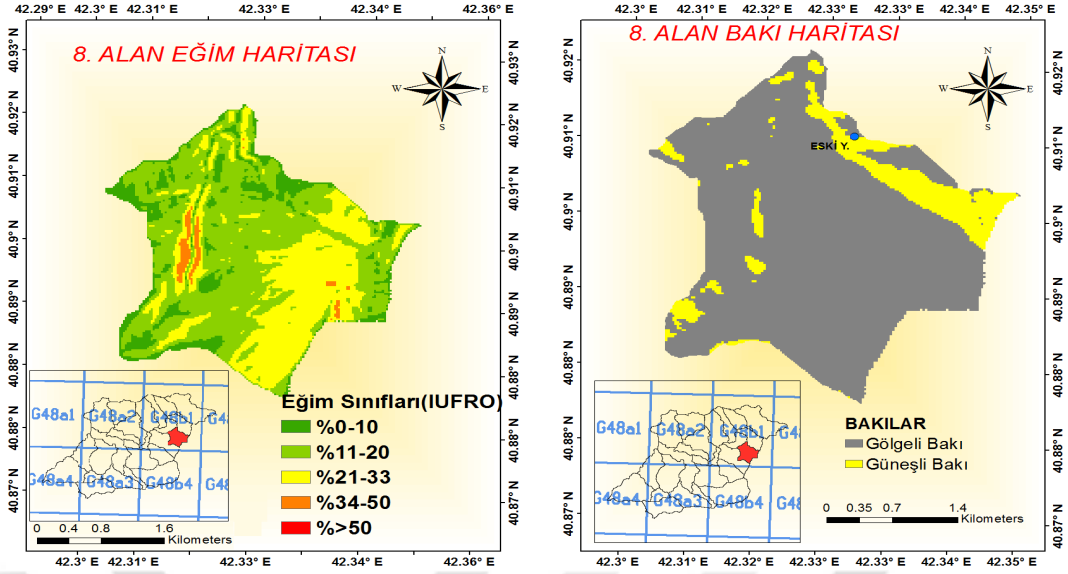
Tablo 48. 8 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Bazaltik Topraklar	100

Tablo 49. 8 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Doğal Otlak	97.6
Seyrek Bitkili Alanlar	2.4

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 73). Alansal bazda eğim yüzdeleri (Tablo 50) gösterilmiş olup ortalama eğim %17.27'dir. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 51) gösterilmiştir.



Şekil 73. 8 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 50. 8 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
907.18	123.61	477.06	283.53	16.39	0

Tablo 51. 8 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı
907.18	786.17	120.69

Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri (Tablo 52) verilmiştir.

Tablo 52. 8 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	784	17ve7	0	0	0	0	0
2018	784	17ve7	67.3	89.3	0.995	155.8	0.2
20Yıl	784	17ve7	1.8	0.1	0.900	1.7	0

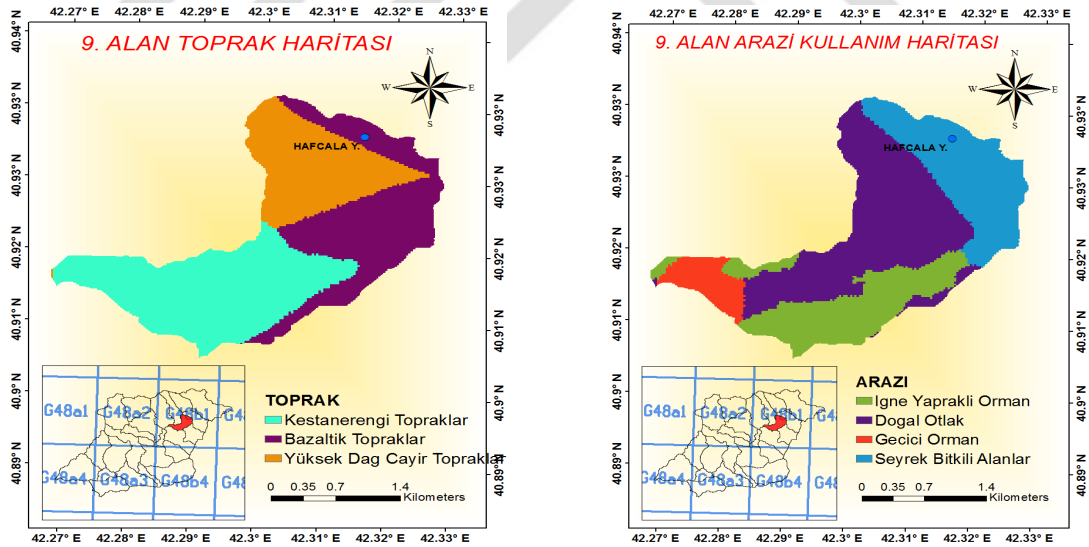
### 3.4.9 9 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

Olur Mikrohavzası'nda bulunan 9 numaralı bölme Olur Mikrohavzası'na dahil olmasına rağmen üst kısmı Artvin ili Ardanuç ilçesi alt kısmı Erzurum ili Olur ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48b1 paftası içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 2143 m'dir.

9 numaralı alanımız 40.90° ile 40.94° kuzey enlemleri, 42.26° ile 42.33° doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın memba kısmının üst noktalarındadır. Alanın merkezi Hafcala yaylası olarak adlandırılmaktadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak; yüksek dağ çayır toprakları, bazaltik topraklar ve kestanerengi topraklar ile donanmıştır. Arazi kullanımı ise iğne yapraklı ormanlar, seyrek bitkili alanlar, doğal otlak ve geçici ormanlar olmak üzere 4 farklı durumdadır (Şekil 74).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 53). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 54).



Şekil 74. 9 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

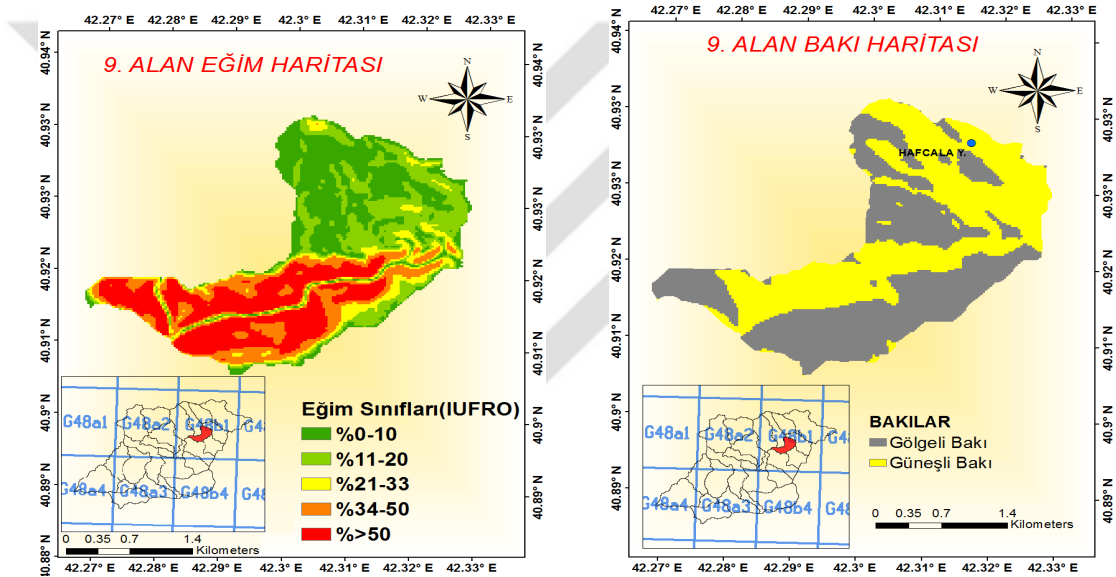
Tablo 53. 9 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Kestane rengi Topraklar	37.6
Bazaltik Topraklar	32.5
Yüksek Dağ Çayır Toprakları	30.0

Tablo 54. 9 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
İğne Yapraklı Orman	23.4
Doğal Otlak	48.8
Seyrek Bitkili Alanlar	27.6
Geçici Orman	0.2

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 75). Alansal bazda eğim yüzdeleri (Tablo 55) gösterilmiş olup ortalama eğim %29.67'dir. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 56) gösterilmiştir.



Şekil 75. 9 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 55. 9 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
630.33	168.25	143.96	56.64	99.64	163.27

Tablo 56. 9 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı
630.33	326.44	304.40

Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri

(Tablo 57) verilmiştir.

Tablo 57. 9 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	495	8ve3	0	0	0	0	0
2018	495	8ve3	700.1	335.3	0.976	1010.2	2.0
20Yıl	495	8ve3	10.4	16.4	0.960	25.7	0.1

### 3.4.10 10 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

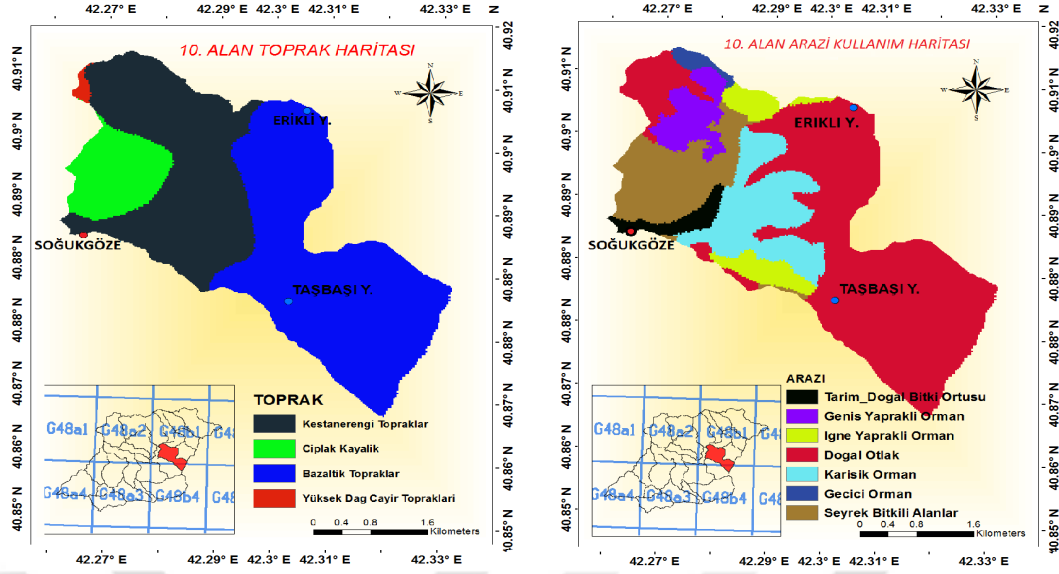
Olur Mikrohavzası'nda bulunan 10 numaralı bölme Erzurum ili Olur ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48b1 ve G48b4 paftaları içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 2211 m'dir.

10 numaralı alanımız 40.87° ile 40.92° kuzey enlemleri, 42.26° ile 42.33° doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın orta kısmında olup doğu tarafında kalmaktadır. Alanın alt kısmı Soğukgöze mahallesi, üst kısmı ise Taşbaşı yaylası olarak adlandırılmaktadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak; bazaltik topraklar, kestanerengi topraklar, yüksek dağ çayır toprakları ve çıplak kayalıklar ile donanmıştır. Arazi kullanımı ise seyrek bitkili alanlar, geçici orman, karışık orman, iğne yapraklı orman, geniş yapraklı orman, tarımlı doğal bitki örtüsü ve doğal otlak olmak üzere 7 farklı durumdadır (Şekil 76).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 58). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 59).





Şekil 76. 10 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

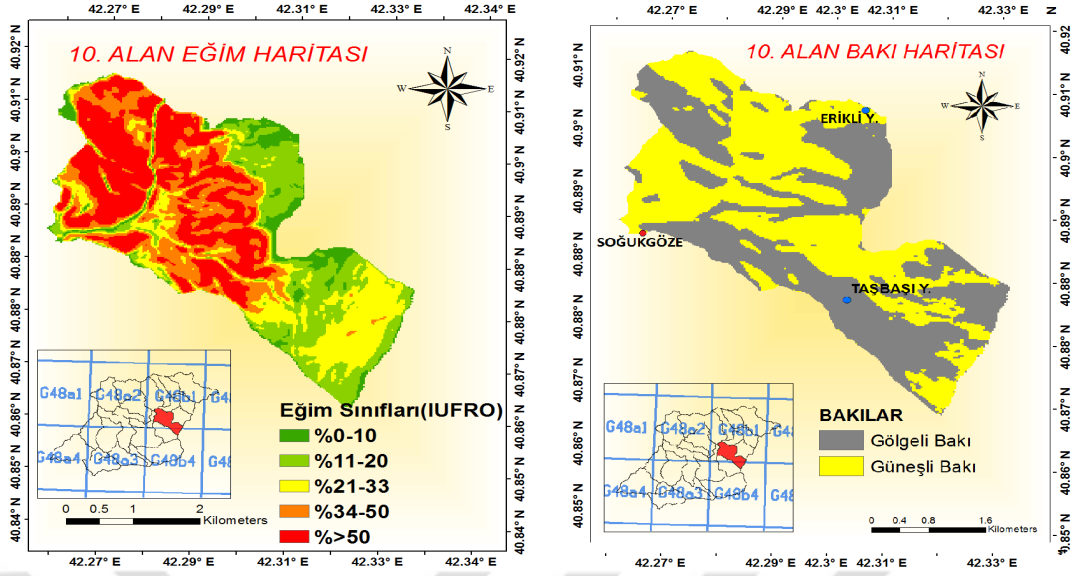
Tablo 58. 10 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Kestanerengi Topraklar	37.4
Çıplak Kayalık	11.2
Bazaltik Topraklar	51.1
Yüksek Dağ Çayır Toprakları	0.3

Tablo 59. 10 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Tarım ve Doğal Bitki Örtüsü	2.6
Geniş Yapraklı Orman	6.5
İğne Yapraklı Orman	5.3
Karışık Orman	16.6
Geçici Orman	0.8
Doğal Otlak	54.3
Seyrek Bitkili Alanlar	13.9

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 77). Alansal bazda eğim yüzdeleri (Tablo 60) gösterilmiş olup ortalama eğim %36.52'dir. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 61) gösterilmiştir.



Şekil 77. 10 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 60. 10 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
1462.02	98.11	321.53	293.66	298.16	447.48

Tablo 61. 10 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı
1462.02	712.0	747.73

Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri (Tablo 62) verilmiştir.

Tablo 62. 10 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	1293	38ve15	4.1	6.5	0.835	8.8	0
2018	1293	38ve15	352.2	339.9	0.925	640.1	0.5
20Yıl	1293	38ve15	107.2	6.2	0.519	58.8	0

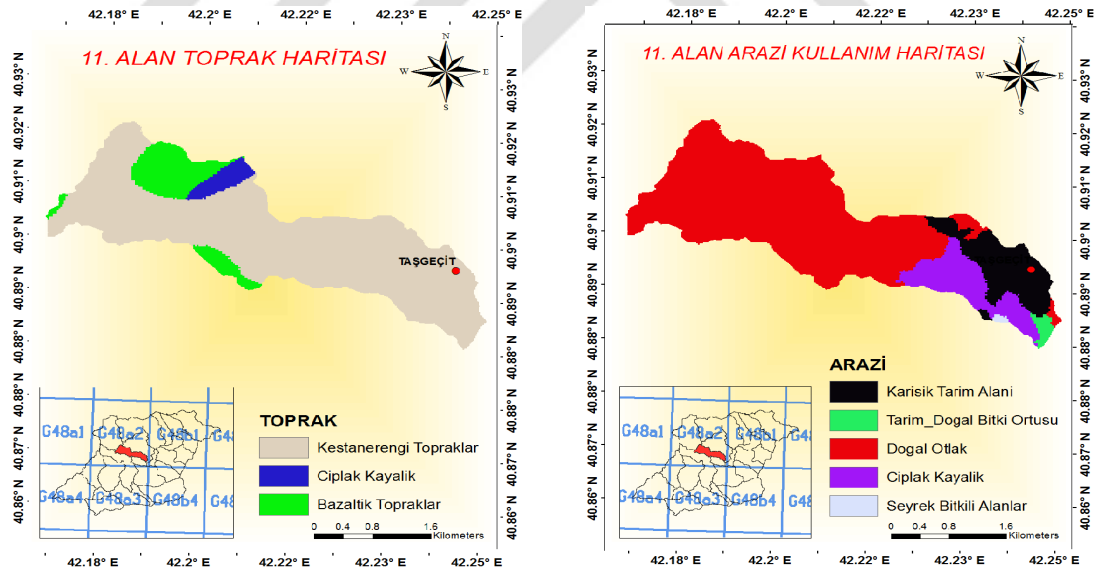
### 3.4.11 11 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

Olur Mikrohavzası'nda bulunan 11 numaralı bölme Erzurum ili Olur ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48a2 paftası içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 2018 m'dir.

11 numaralı alanımız 40.88° ile 40.92° kuzey enlemleri, 42.17° ile 42.25° doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın orta kısmının merkezi noktalarındadır. Alanın merkezi Taşgeçit olarak adlandırılmaktadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak; bazaltik topraklar, kestanerengi topraklar ve çıplak kayalıklar ile donanmıştır. Arazi kullanımı ise karışık tarım alanı, tarımlı doğal bitki örtüsü, doğal otlak, seyrek bitkili alanlar ve çıplak kayalık olmak üzere 5 farklı durumdadır (Şekil 78).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 63). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 64).



Şekil 78. 11 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

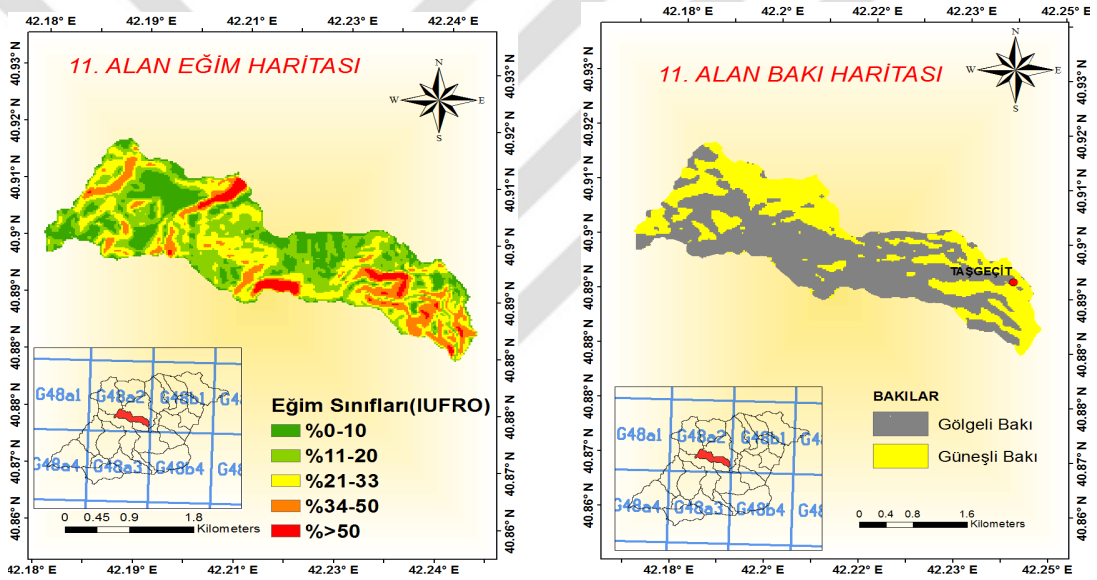
Tablo 63. 11 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Kestanerengi Topraklar	85.6
Bazaltik Topraklar	11.7
Çıplak Kayalık	2.7

Tablo 64. 11 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Karışık Tarım Alanı	14.0
Tarım ve Doğal Bitki Örtüsü	1.1
Doğal Otlak	72.4
Seyrek Bitkili Alanlar	0.1
Çıplak Kayalık	12.4

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 79). Alansal bazda eğim yüzdeleri (Tablo 65) gösterilmiş olup ortalama eğim %21.23'tür. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 66) gösterilmiştir.



Şekil 79. 11 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 65. 11 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
786.49	163.25	266.06	227.13	102.95	30.57

Tablo 66. 11 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı
786.49	465.78	320.30

Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri (Tablo 67) verilmiştir.

Tablo 67. 11 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	647	13ve5	0	0	0	0	0
2018	647	13ve5	2995.5	669.1	1.000	3675.8	5.7
20Yıl	647	13ve5	705.7	44.7	0.591	443.3	0.7

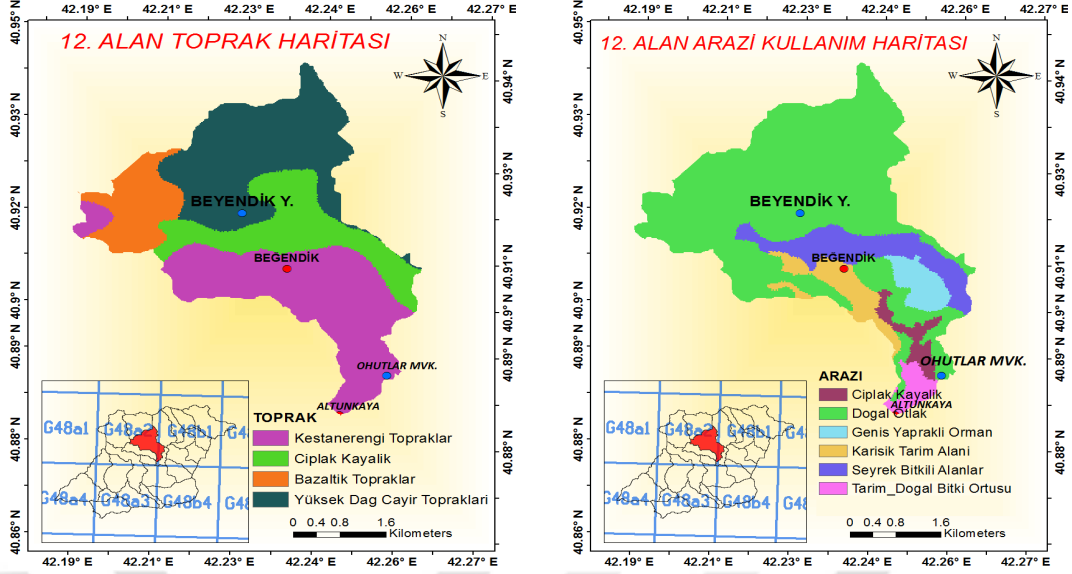
#### 3.4.12 12 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

Olur Mikrohavzası'nda bulunan 12 numaralı bölme Erzurum ili Olur ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48a2 ve G48b1 paftaları içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 2129 m'dir.

12 numaralı alanımız 40.88° ile 40.94° kuzey enlemleri, 42.19° ile 42.26° doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın memba bölgesi kısmında olup merkezi noktada kalmaktadır. Alanın merkezi Beğendik mahallesi olarak adlandırılmaktadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak; bazaltik topraklar, kestanerengi topraklar, yüksek dağ çayır toprakları ve çıplak kayalıklar ile donanmıştır. Arazi kullanımı ise seyrek bitkili alanlar, karışık tarım alanı, geniş yapraklı orman, tarımlı doğal bitki örtüsü, doğal otlak ve çıplak kayalıklar olmak üzere 6 farklı durumdadır (Şekil 80).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 68). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 69).



Şekil 80. 12 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

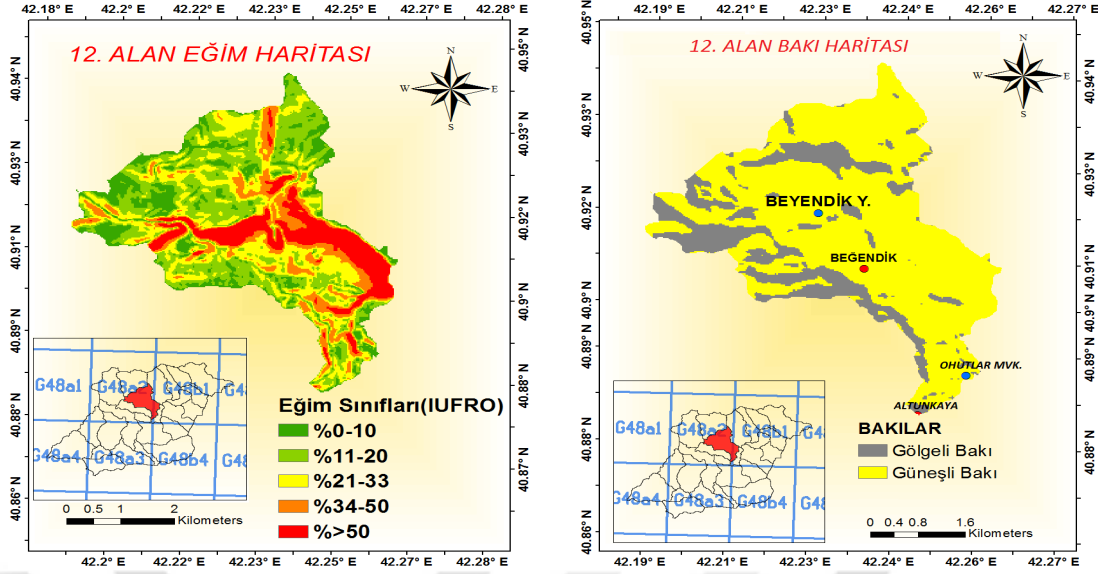
Tablo 68. 12 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Kestanerengi Topraklar	34.1
Çıplak Kayalık	21.2
Bazaltik Topraklar	11.2
Yüksek Dağ Çayır Toprakları	33.5

Tablo 69. 12 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Tarım ve Doğal Bitki Örtüsü	2.4
Geniş Yapraklı Orman	4.7
Karışık Tarım Alanı	6.4
Çıplak Kayalık	3.4
Doğal Otlak	71.1
Seyrek Bitkili Alanlar	12.0

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 81). Alansal bazda eğim yüzdeleri (Tablo 70) gösterilmiş olup ortalama eğim %27.17'dir. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 71) gösterilmiştir.



Şekil 81. 12 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 70. 12 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
1798.34	258.06	581.82	464.22	248.46	248.32

Tablo 71. 12 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölge Bakı	Güneşli Bakı
1798.34	400.96	1397.55

Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri (Tablo 72) verilmiştir.

Tablo 72. 12 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	1576	28ve11	0	0	0	0	0
2018	1576	28ve11	158.3	1218.2	0.970	1334.6	0.8
20Yıl	1576	28ve11	47.2	42.3	0.623	55.7	0

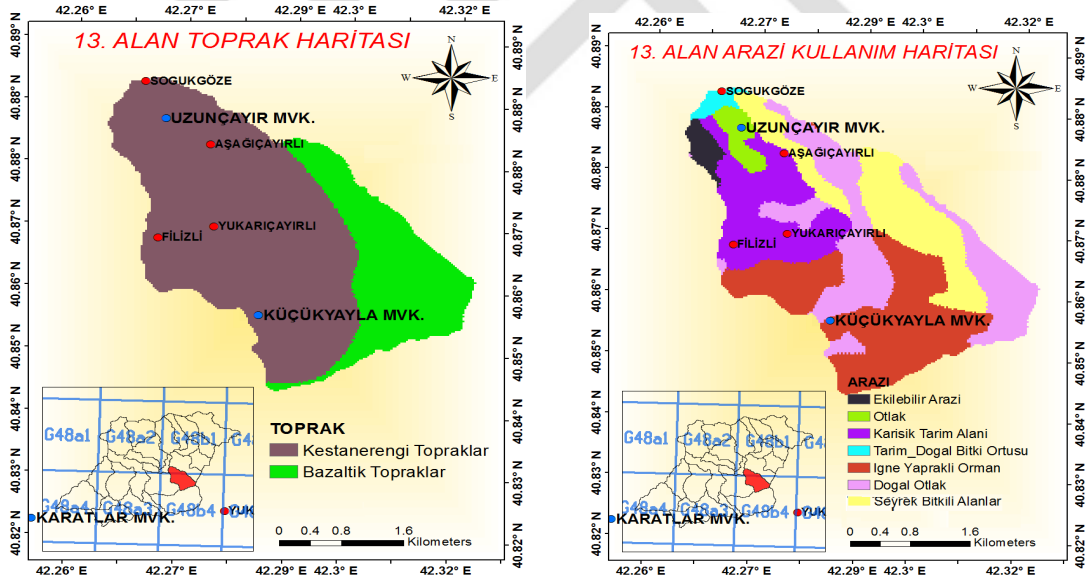
### 3.4.13 13 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

Olur Mikrohavzası'nda bulunan 13 numaralı bölme Erzurum ili Olur ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48b1 ve G48b4 paftaları içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 2076 m'dir.

13 numaralı alanımız 40.84° ile 40.88° kuzey enlemleri, 42.26° ile 42.32° doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın orta kısmının doğu noktalarındadır. Alanın merkezi Yukarıçayırılı ve Filizli mahalleleri olarak adlandırılmaktadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak; bazaltik topraklar ve kestanerengi topraklar ile donanmıştır. Arazi kullanımı ise karışık tarım alanı, iğne yapraklı orman, otlak, ekilebilir arazi, tarımlı doğal bitki örtüsü, doğal otlak ve seyrek bitkili alanlar olmak üzere 7 farklı durumdadır (Şekil 82).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 73). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 74).



Şekil 82. 13 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

Tablo 73. 13 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

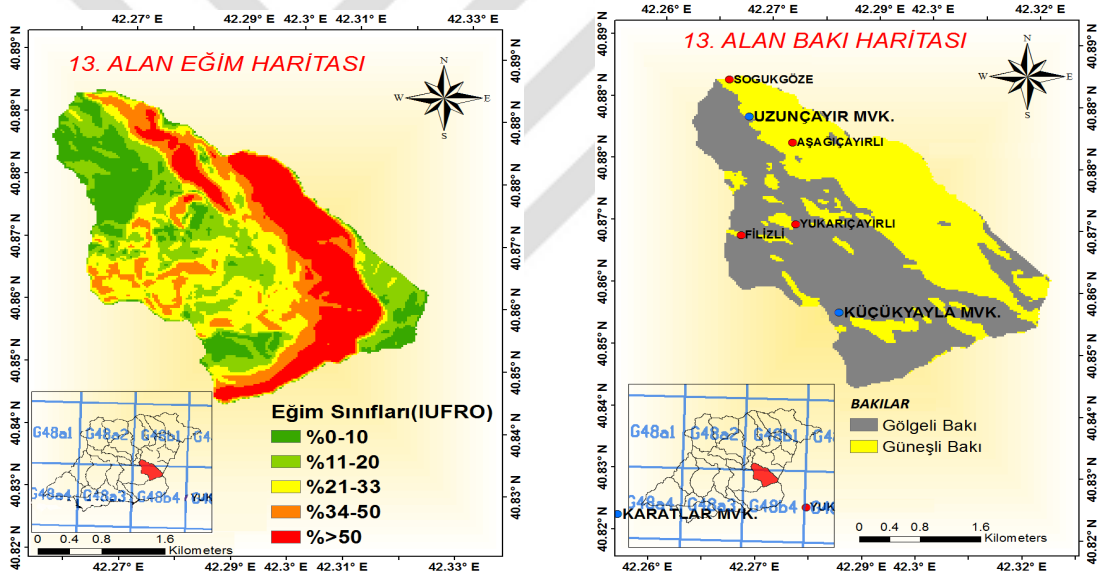
TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Kestanerengi Topraklar	74.9
Bazaltik Topraklar	25.1



Tablo 74. 13 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Karışık Tarım Alanı	18.9
Tarım ve Doğal Bitki Örtüsü	1.0
Ekilebilir Arazi	1.7
İğne Yapraklı Orman	29.8
Otlak	3.4
Seyrek Bitkili Alanlar	20.4
Doğal Otlak	24.8

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 83). Alansal bazda eğim yüzdeleri (Tablo 75) gösterilmiş olup ortalama eğim %31.61'dir. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 76) gösterilmiştir.



Şekil 83. 13 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 75. 13 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
1166.51	181.65	260.18	281.33	189.14	254.22

Tablo 76. 13 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı
1166.51	662.36	504.42

Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri (Tablo 77) verilmiştir.

Tablo 77. 13 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	1045	23ve9	0	0	0	0	0
2018	1045	23ve9	6125.5	854.0	0.956	6669.5	6.4
20Yıl	1045	23ve9	477.0	76.4	0.891	493.0	0.5

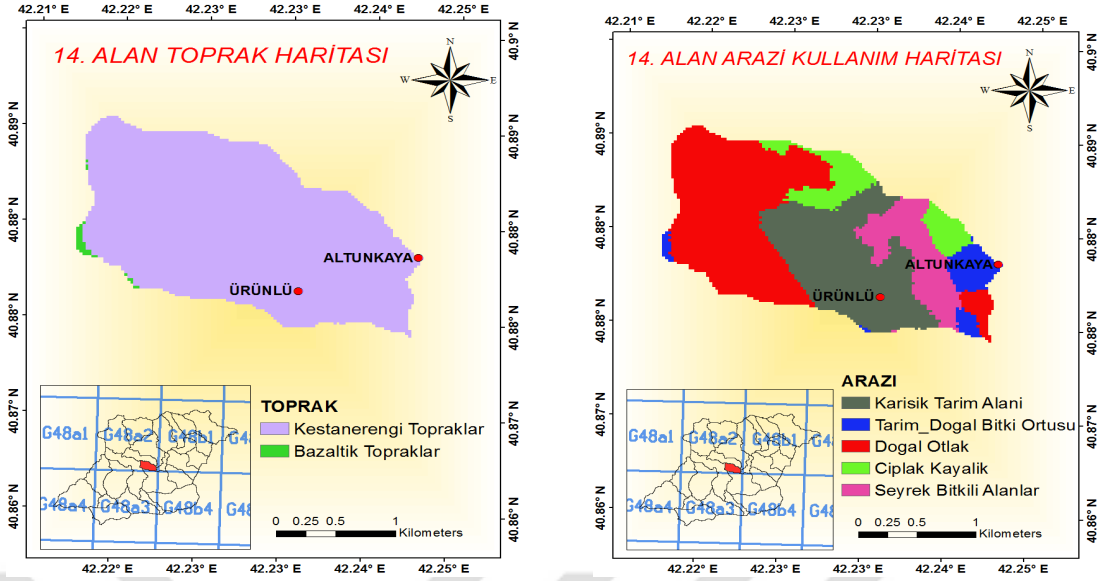
#### 3.4.14 14 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

Olur Mikrohavzası'nda bulunan 14 numaralı bölme Erzurum ili Olur ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48a2 paftası içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 1786 m'dir.

14 numaralı alanımız 40.88° ile 40.89° kuzey enlemleri, 42.21° ile 42.25° doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın orta kısmının doğu noktalarındadır. Alanın merkezi Ürünlü ve Altunkaya mahalleleri olarak adlandırılmaktadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak; bazaltik topraklar ve kestanerengi topraklar ile donanmıştır. Arazi kullanımını ise karışık tarım alanı, tarımlı doğal bitki örtüsü, doğal otlak, seyrek bitkili alanlar ve çıplak kayalıklar olmak üzere 5 farklı durumdadır (Şekil 84).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 78). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 79).



Şekil 84. 14 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

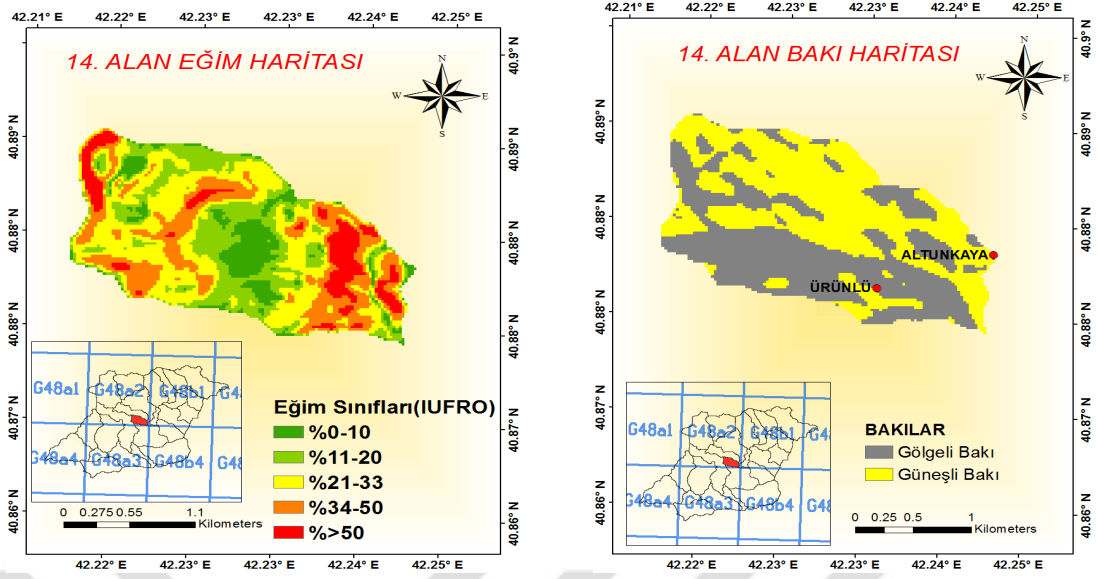
Tablo 78. 14 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Kestanerengi Topraklar	99.9
Bazaltik Topraklar	0.1

Tablo 79. 14 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Karışık Tarım Alanı	32.7
Tarım ve Doğal Bitki Örtüsü	4.2
Çıplak Kayalık	8.2
Seyrek Bitkili Alanlar	13.5
Doğal Otlak	41.3

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 85). Alansal bazda eğim yüzdeleri (Tablo 80) gösterilmiş olup ortalama eğim %27.79'dir. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 81) gösterilmiştir.



Şekil 85. 14 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 80. 14 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
381.98	41.15	93.14	126.11	86.60	36.96

Tablo 81. 14 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölge Bakı	Güneşli Bakı
381.98	185.71	195.85

Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri (Tablo 82) verilmiştir.

Tablo 82. 14 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	326	8ve3	0	0	0	0	0
2018	326	8ve3	1350.7	214.9	1.000	1568.8	4.8
20Yıl	326	8ve3	89.7	64.3	0.768	118.2	0.4

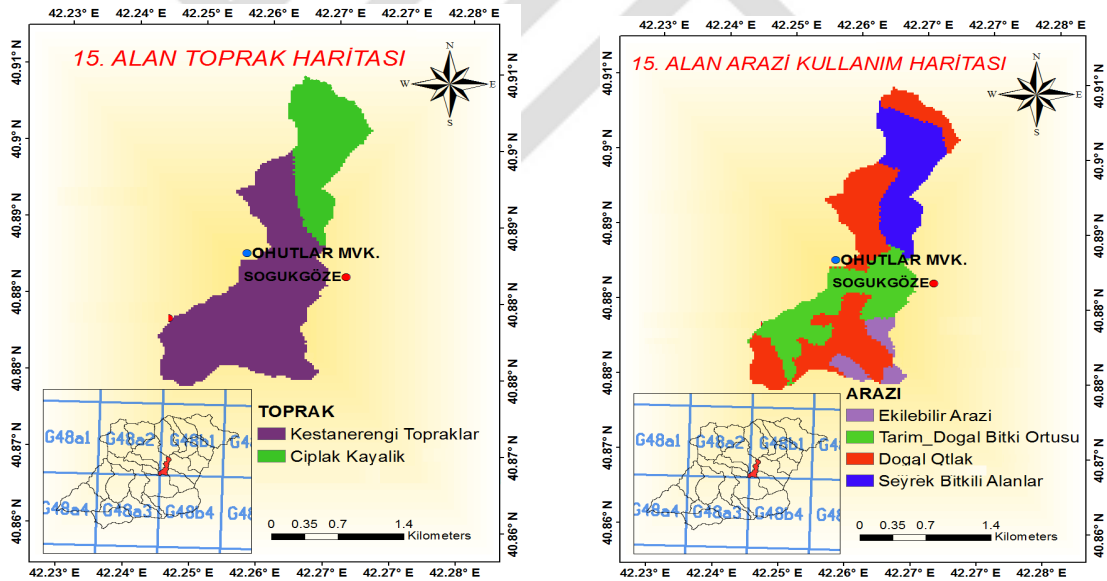
### 3.4.15 15 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

Olur Mikrohavzası'nda bulunan 15 numaralı bölme Erzurum ili Olur ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48b1 paftası içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 1773 m'dir.

15 numaralı alanımız 40.88° ile 40.91° kuzey enlemleri, 42.24° ile 42.27° doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın orta kısmının merkezi noktalarındadır. Alanın merkezi Soğukgöze mahallesi olarak adlandırılmaktadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak; kestanerengi topraklar ve çıplak kayalıklar ile donanmıştır. Arazi kullanımı ise ekilebilir arazi, tarımlı doğal bitki örtüsü, doğal otlak ve seyrek bitkili alan olmak üzere 4 farklı durumdadır (Şekil 86).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 83). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 84).



Şekil 86. 15 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

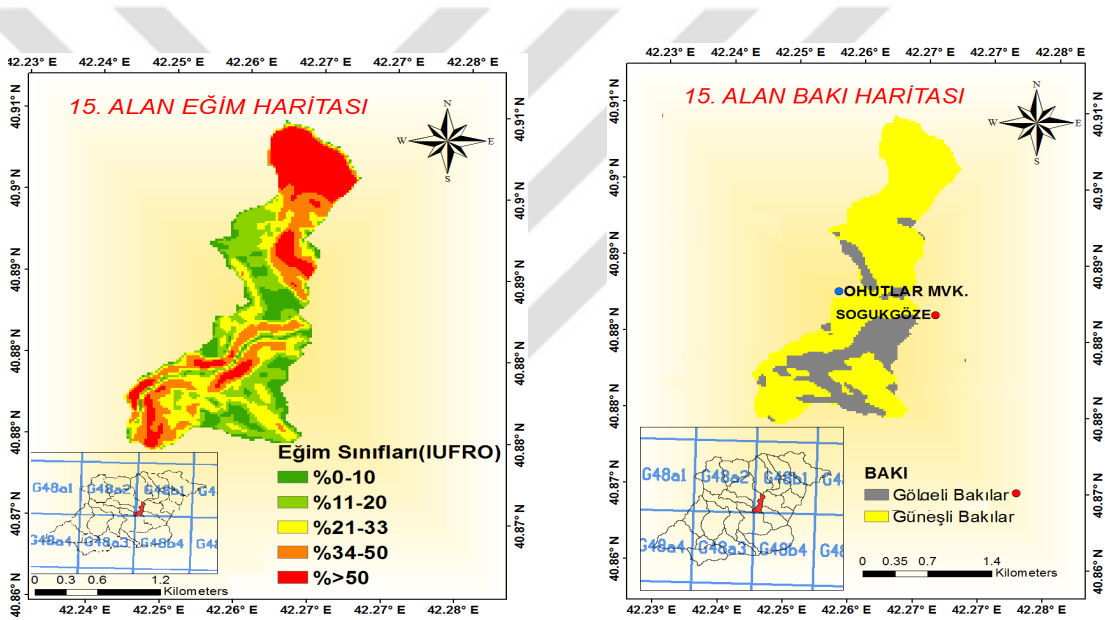
Tablo 83. 15 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Kestanerengi Topraklar	79.1
Çıplak Kayalık	20.9

Tablo 84. 15 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Ekilebilir Arazi	5.7
Tarım ve Doğal Bitki Örtüsü	30.1
Seyrek Bitkili Alanlar	21.0
Doğal Otlak	43.2

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 87). Alansal bazda eğim yüzdeleri (Tablo 85) gösterilmiş olup ortalama eğim %32.67'dir. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 86) gösterilmiştir.



Şekil 87. 15 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 85. 15 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
336.22	43.58	77.35	78.12	68.53	69.20

Tablo 86. 15 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı
336.22	80.08	256.07

Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri

(Tablo 87) verilmiştir.

Tablo 87. 15 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	224	3ve1	0	0	0	0	0
2018	224	3ve1	18.9	18.0	0.988	36.4	0.2
20Yıl	224	3ve1	25.9	4.4	0.981	29.7	0.1

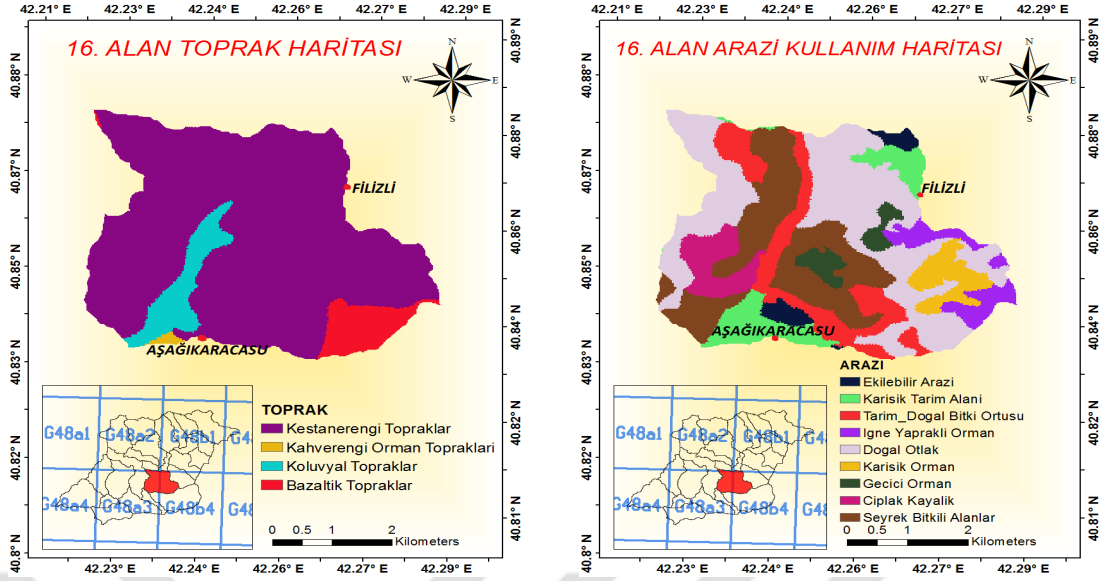
### 3.4.16 16 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

Olur Mikrohavzası'nda bulunan 16 numaralı bölme Erzurum ili Olur ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48a3 ve G48b4 paftaları içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 1592 m'dir.

16 numaralı alanımız 40.83° ile 40.88° kuzey enlemleri, 42.21° ile 42.29° doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın mansap kısmına yakın noktalarındadır. Alanın üst kısmı Filizli mahallesi alt kısmı ise Aşağıkaracasu mahallesi olarak adlandırılmaktadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak; kestanerengi topraklar, kahverengi orman toprakları, kolüvyal topraklar ve bazaltik topraklar ile donanmıştır. Arazi kullanımı ise ekilebilir arazi, karışık tarım alanı, tarımlı doğal bitki örtüsü, iğne yapraklı orman, doğal otlak, karışık orman, geçici orman, seyrek bitkili alanlar ve çıplak kayalıklar olmak üzere 9 farklı durumdadır (Şekil 88).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 88). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 89).



Şekil 88. 16 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

Tablo 88. 16 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

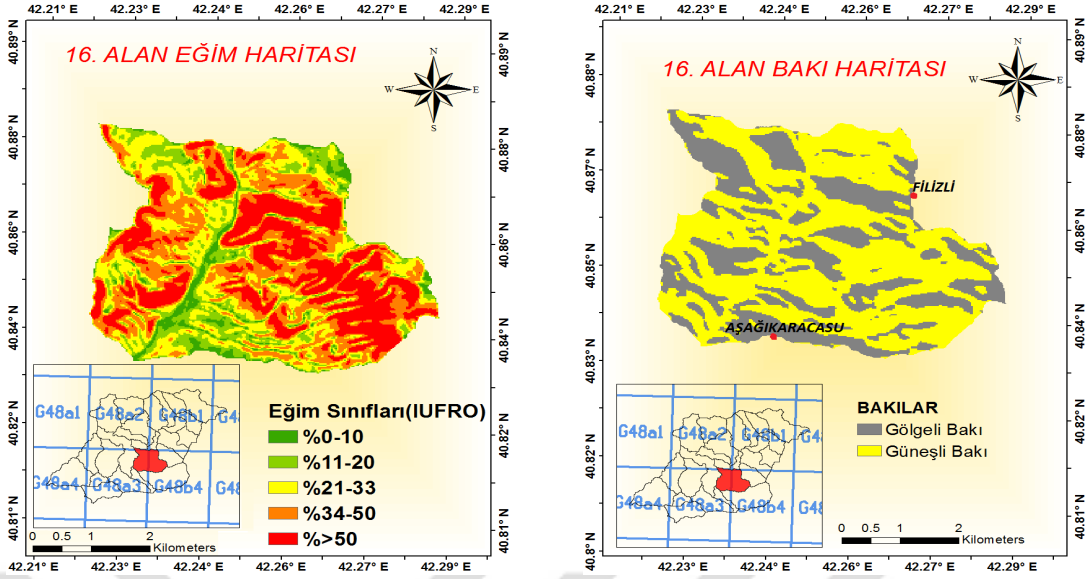
TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Kestanerengi Topraklar	87.0
Kahverengi Orman Toprakları	0.3
Kolüvyal Topraklar	7.2
Bazaltik Topraklar	5.6

Tablo 89. 16 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Ekilebilir Arazi	2.2
Karışık Tarım Alanı	7.4
Tarım ve Doğal Bitki Örtüsü	13.6
İğne Yapraklı Orman	4.3
Doğal Otlak	34.7
Karışık Orman	5.3
Geçici Orman	3.6
Seyrek Bitkili Alanlar	22.8
Çıplak Kayalık	6.0

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 89). Alansal bazda eğim yüzdeleri (Tablo 90) gösterilmiş olup ortalama eğim %38.22'dir. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 91) gösterilmiştir.





Şekil 89. 16 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 90. 16 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
1984.63	92.93	283.58	499.91	558.97	552.48

Tablo 91. 16 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı
1984.63	752.93	1231.82

Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri (Tablo 92) verilmiştir.

Tablo 92. 16 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	1791	51ve20	196.1	9.9	0.165	34.0	0
2018	1791	51ve20	15528.1	862.3	0.620	10166.0	5.7
20Yıl	1791	51ve20	2802.2	118.4	0.466	1361.4	0.8

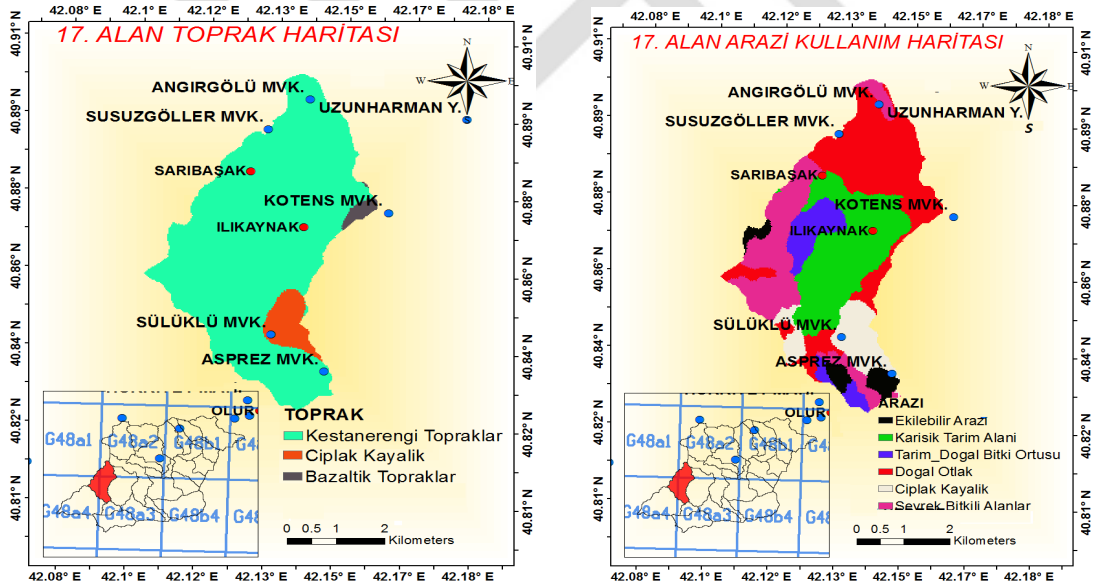
### 3.4.17 17 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

Olur Mikrohavzası'nda bulunan 17 numaralı bölme Erzurum ili Olur ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48a3, G48a2 ve G48a4 paftaları içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 1775 m'dir.

17 numaralı alanımız 40.82° ile 40.90° kuzey enlemleri, 42.10° ile 42.16° doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın orta kısmının batı noktalarındadır. Alanın merkezi Ilıkaynak ve Sarıbaşak mahalleleri olarak adlandırılmaktadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak; kestanerengi topraklar, bazaltik topraklar ve çıplak kayalıklar ile donanmıştır. Arazi kullanımı ise ekilebilir arazi, karışık tarım alanı, tarımlı doğal bitki örtüsü, doğal otlak, seyrek bitkili alanlar ve çıplak kayalıklar olmak üzere 6 farklı durumdadır (Şekil 90).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 93). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 94).



Şekil 90. 17 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

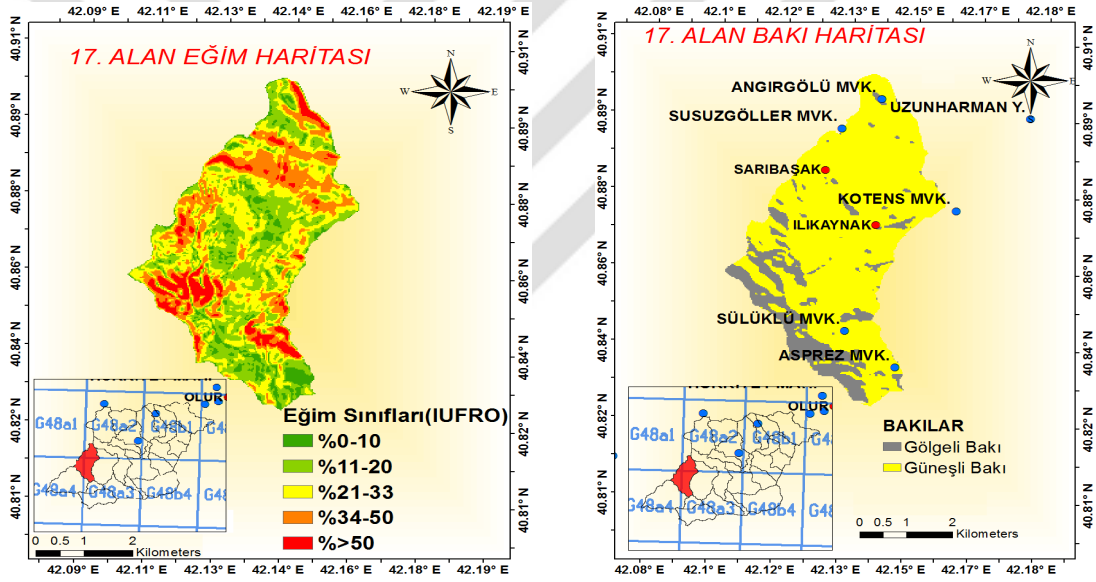
Tablo 93. 17 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Kestane rengi Topraklar	93.9
Çıplak Kayalık	5.5
Bazaltik Topraklar	0.6

Tablo 94. 17 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Ekilebilir Arazi	4.0
Karışık Tarım Alanı	29.3
Tarım ve Doğal Bitki Örtüsü	8.5
Doğal Otlak	29.0
Seyrek Bitkili Alanlar	19.5
Çıplak Kayalık	9.8

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 91). Alansal bazda eğim yüzdeleri (Tablo 95) gösterilmiş olup ortalama eğim %27.27'dir. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 96) gösterilmiştir.



Şekil 91. 17 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 95. 17 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
1869.44	135.72	557.75	617.96	408.85	150.42

Tablo 96. 17 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı
1869.44	436.54	1534.91

Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri (Tablo 97) verilmiştir.

Tablo 97. 17 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	1658	50ve20	0.6	0	0	0	0
2018	1658	50ve20	6809.4	2404.6	0.941	8670.1	5.2
20Yıl	1658	50ve20	1098.5	268.7	0.715	977.1	0.6

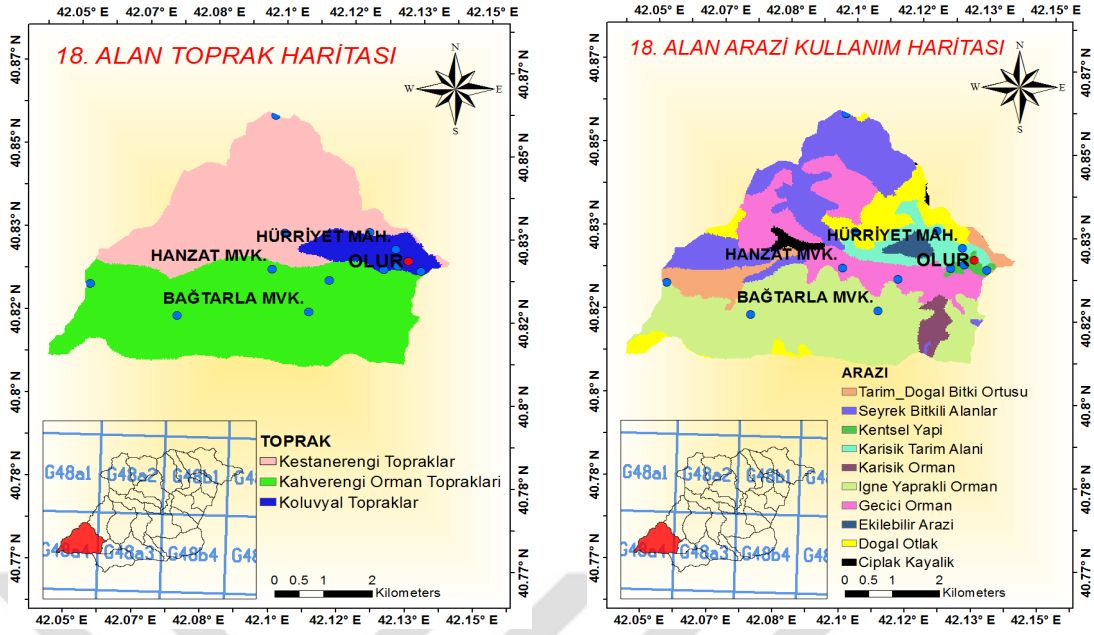
#### 3.4.18 18 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

Olur Mikrohavzası'nda bulunan 18 numaralı bölme Erzurum ili Olur ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48a3 ve G48a4 paftaları içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 1719 m'dir.

18 numaralı alanımız 40.81° ile 40.86° kuzey enlemleri, 42.04° ile 42.14° doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın mansap kısmının batı noktalarındadır. Alan Olur ilçe merkezini barındırmaktadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak; kestanerengi topraklar, kahverengi orman toprakları ve kolüvyal topraklar ile donanmıştır. Arazi kullanımını ise kentsel yapı, ekilebilir arazi, geçici orman, seyrek bitkili alanlar, karışık orman, iğne yapraklı orman, tarımlı doğal bitki örtüsü, karışık tarım alanı, doğal otlak ve çıplak kayalıklar olmak üzere 10 farklı durumdadır (Şekil 92).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 98). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 99).



Şekil 92. 18 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

Tablo 98. 18 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

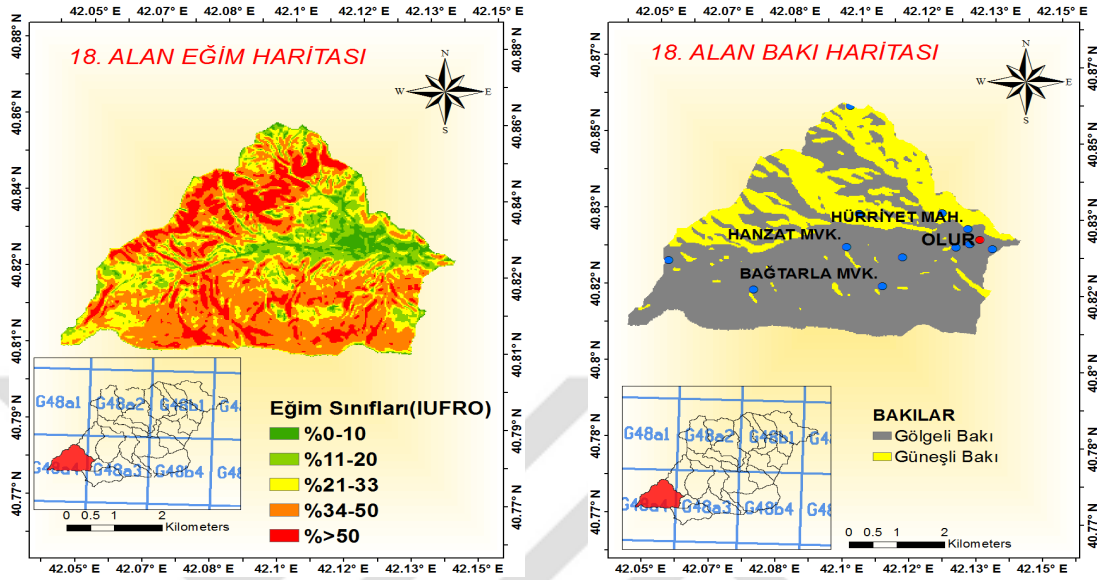
TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Kestanerengi Topraklar	40.7
Kahverengi Orman Toprakları	52.6
Koluviyal Topraklar	6.6

Tablo 99. 18 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Kentsel Yapı	1.1
Ekilebilir Arazi	1.5
Geçici Orman	19.0
Seyrek Bitkili Alanlar	19.3
Karışık Orman	2.2
İğne Yapraklı Orman	36.0
Tarım ve Doğal Bitki Örtüsü	5.2
Karışık Tarım Alanı	5.9
Doğal Otlak	8.7
Çıplak Kayalık	1.1

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 93). Alansal bazda eğim yüzdeleri

(Tablo 100) gösterilmiş olup ortalama eğim %35.60'dır. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 101) gösterilmiştir.



Şekil 93. 18 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 100. 18 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
2754.04	138.27	365.38	642.53	1155.03	442.92

Tablo 101. 18 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölge Bakı	Güneşli Bakı
2754.04	1976.21	776.94

Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri (Tablo 102) verilmiştir.

Tablo 102. 18 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	2540	77ve31	11.1	35.1	0.818	37.8	0
2018	2540	77ve31	6322.1	1643.3	0.675	5380.2	2.1
20Yıl	2540	77ve31	480.3	397.8	0.257	225.7	0.1

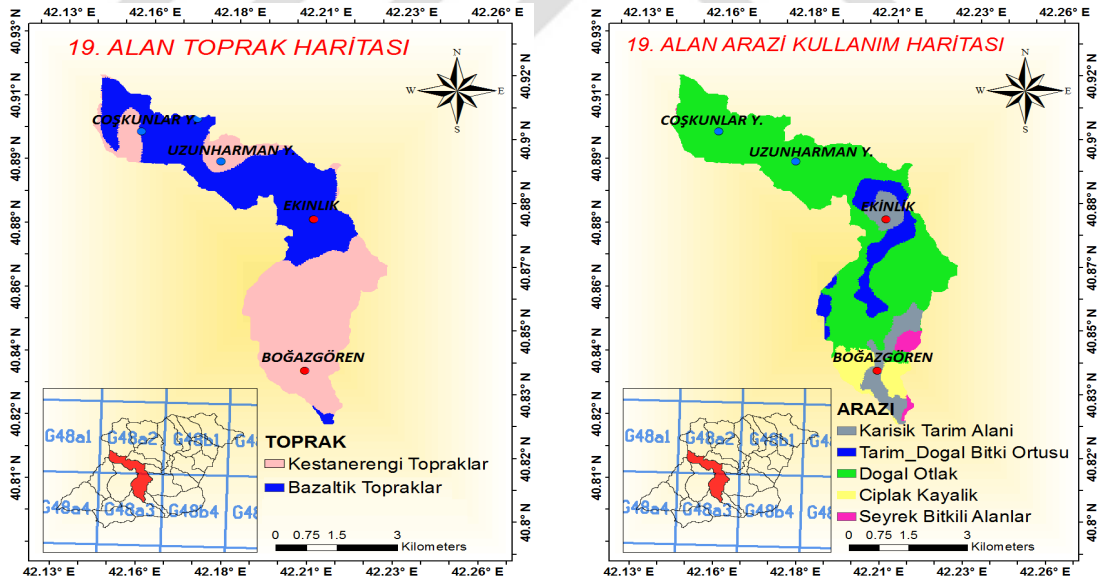
### 3.4.19 19 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

Olur Mikrohavzası'nda bulunan 19 numaralı bölme Erzurum ili Olur ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48a2 ve G48a3 paftaları içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 1930 m'dir.

19 numaralı alanımız 40.82° ile 40.92° kuzey enlemleri, 42.13° ile 42.23° doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın orta kısmının merkezi noktalarındadır. Alanın üst kısmı Ekinlik mahallesi alt kısmı ise Boğazgören mahallesi olarak adlandırılmaktadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak; kestanerengi topraklar ve bazaltik topraklar ile donanmıştır. Arazi kullanımı ise karışık tarım alanı, tarımlı doğal bitki örtüsü, doğal otlak, seyrek bitkili alanlar ve çıplak kayalıklar olmak üzere 5 farklı durumdadır (Şekil 94).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 103). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 104).



Şekil 94. 19 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

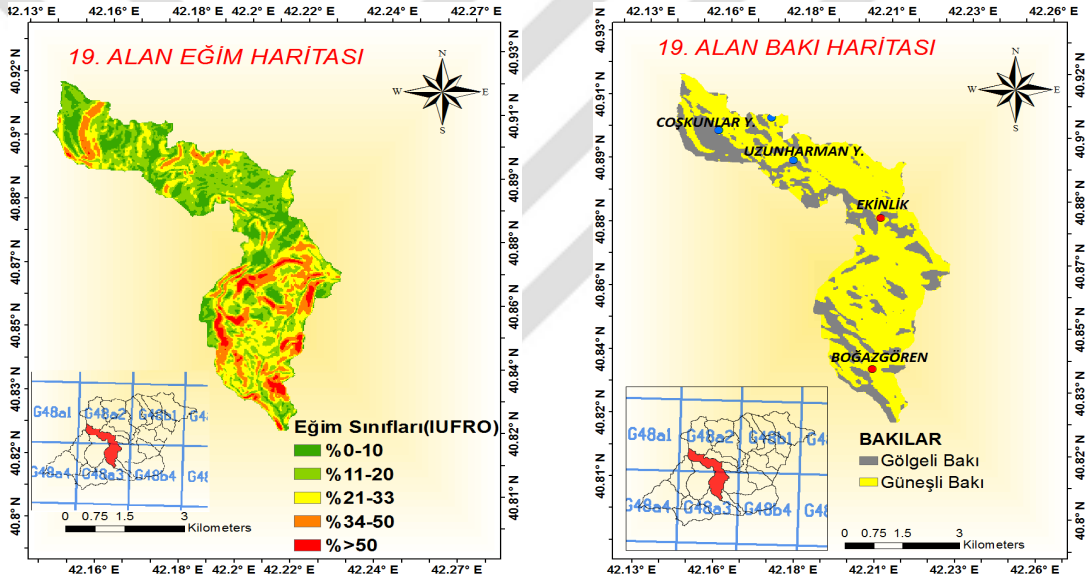
Tablo 103. 19 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Kestanerengi Topraklar	55.0
Bazaltik Topraklar	50.0

Tablo 104. 19 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Karışık Tarım Alanı	11.0
Tarım ve Doğal Bitki Örtüsü	11.0
Doğal Otlak	70.1
Seyrek Bitkili Alanlar	1.5
Çıplak Kayalık	6.4

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 95). Alansal bazda eğim yüzdeleri (Tablo 105) gösterilmiş olup ortalama eğim %21.61'dir. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 106) gösterilmiştir.



Şekil 95. 19 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 105. 19 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
2257.97	409.02	800.95	627.10	343.87	79.26

Tablo 106. 19 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölge Bakı	Güneşli Bakı
2257.97	654.47	1603.08



Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri (Tablo 107) verilmiştir.

Tablo 107. 19 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	1974	43ve17	0	0	0	0	0
2018	1974	43ve17	5416.8	1842.4	0.933	6775.8	3.4
20Yıl	1974	43ve17	1274.0	170.8	0.570	823.1	0.4

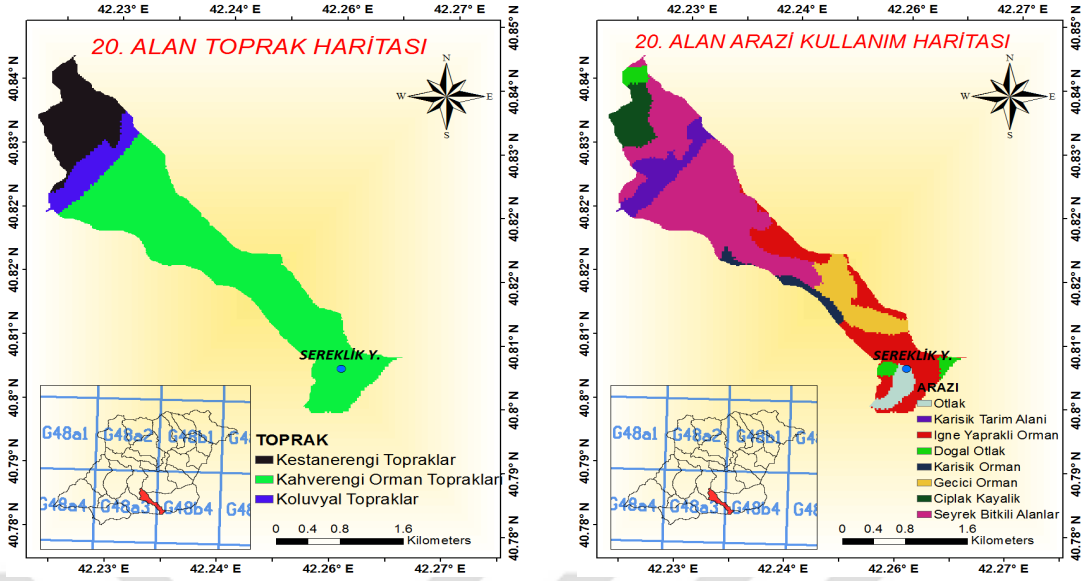
#### 3.4.20 20 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

Olur Mikrohavzası'nda bulunan 20 numaralı bölme Erzurum ili Olur ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48a3 ve G48b4 paftaları içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 1602 m'dir.

20 numaralı alanımız 40.80° ile 40.85° kuzey enlemleri, 42.22° ile 42.27° doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın mansap kısmının doğu noktalarındadır. Alanın üst kısımları Sereklik yaylası olarak adlandırılmaktadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak; kestanerengi topraklar, kahverengi orman toprakları ve kolüvyal topraklar ile donanmıştır. Arazi kullanımını ise karışık tarım alanı, karışık orman, doğal otlak, seyrek bitkili alanlar, geçici orman, otlak, iğne yapraklı orman ve çıplak kayalıklar olmak üzere 8 farklı durumdadır (Şekil 96).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 108). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 109).



Şekil 96. 20 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

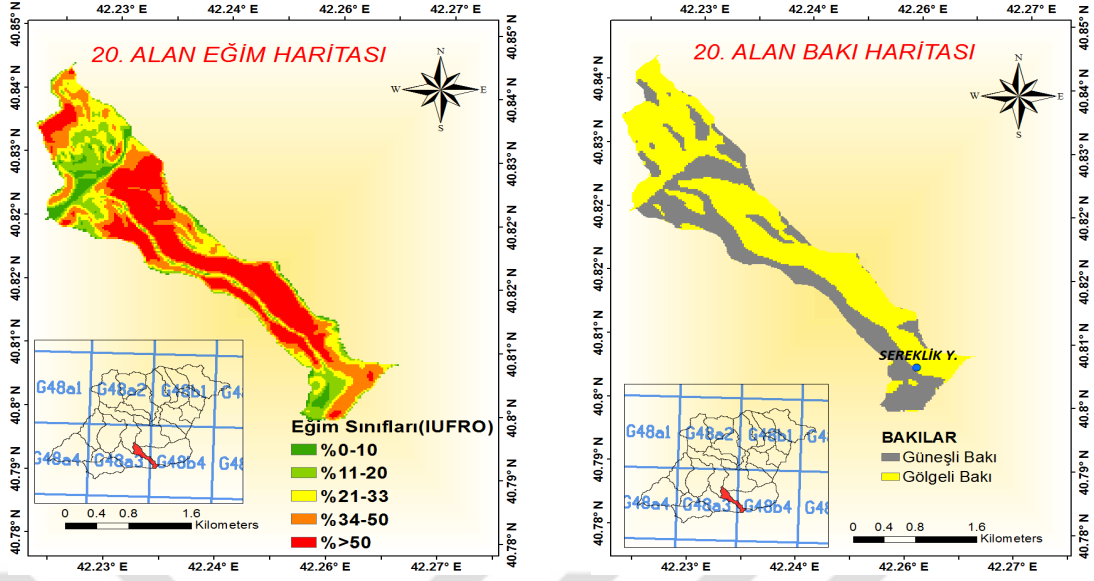
Tablo 108. 20 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Kestanerengi Topraklar	17.8
Kahverengi Orman Toprakları	72.7
Kolüvyal Topraklar	9.5

Tablo 109. 20 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
İğne Yapraklı Orman	17.1
Otlak	3.7
Karışık Orman	1.5
Geçici Orman	11.6
Karışık Tarım Alanı	9.6
Doğal Otlak	2.0
Seyrek Bitkili Alanlar	47.8
Çıplak Kayalık	6.7

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 97). Alansal bazda eğim yüzdeleri (Tablo 110) gösterilmiş olup ortalama eğim %40.25'dir. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 111) gösterilmiştir.



Şekil 97. 20 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 110. 20 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
535.25	28.89	78.70	115.45	130.89	179.33

Tablo 111. 20 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı
535.25	215.08	319.94

Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri (Tablo 112) verilmiştir.

Tablo 112. 20 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	419	8ve3	0	0	0	0	0
2018	419	8ve3	4111.0	520.5	0.601	2783.2	6.6
20Yıl	419	8ve3	275.8	28.4	0.560	170.5	0.4

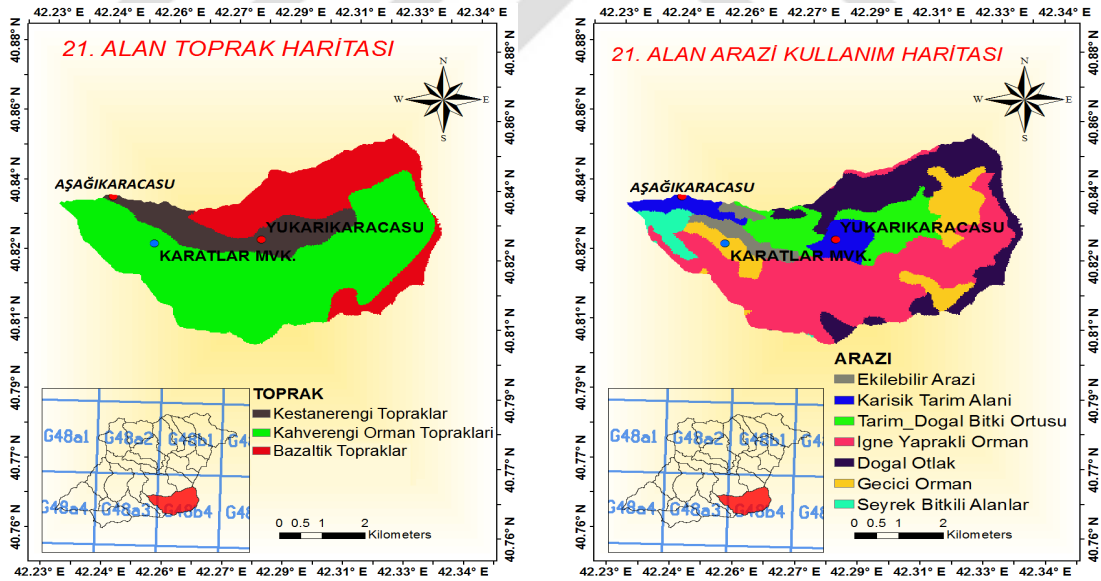
### 3.4.21 21 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

Olur Mikrohavzası'nda bulunan 21 numaralı bölme Erzurum ili Olur ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48a3 ve G48b4 paftaları içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 1972 m'dir.

21 numaralı alanımız 40.80° ile 40.85° kuzey enlemleri, 42.23° ile 42.34° doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın mansap kısmının doğu noktalarındadır. Alanın merkezi Yukarıkaracasu mahallesi olarak adlandırılmaktadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak; kestanereği topraklar, kahverengi orman toprakları ve bazaltik topraklar ile donanmıştır. Arazi kullanımı ise karışık tarım alanı, geçici orman, doğal otlak, seyrek bitkili alanlar, tarımlı doğal bitki örtüsü, ekilebilir arazi ve iğne yapraklı orman olmak üzere 7 farklı durumdadır (Şekil 98).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 113). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 114).



Şekil 98. 21 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

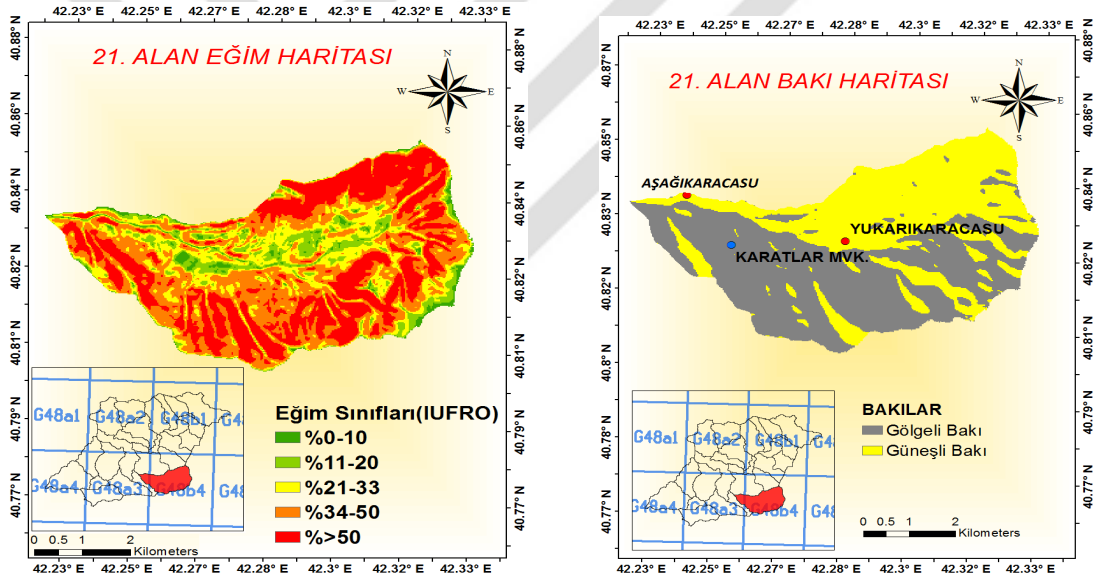
Tablo 113. 21 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Kestaneerengi Topraklar	13.6
Kahverengi Orman Toprakları	61.8
Bazaltik Topraklar	24.6

Tablo 114. 21 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
İğne Yapraklı Orman	41.5
Tarım ve Doğal Bitki Örtüsü	12.7
Ekilebilir Arazi	4.1
Geçici Orman	12.3
Karışık Tarım Alanı	7.0
Doğal Otlak	19.4
Seyrek Bitkili Alanlar	3.0

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 99). Alansal bazda eğim yüzdeleri (Tablo 115) gösterilmiş olup ortalama eğim %42.58'dir. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 116) gösterilmiştir.



Şekil 99. 21 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 115. 21 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
2802.76	66.89	271.43	531.13	958.44	956.89

Tablo 116. 21 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı
2802.76	1535.12	1265.96

Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri (Tablo 117) verilmiştir.

Tablo 117. 21 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	2573	73ve29	2.4	0.1	0.001	0	0
2018	2573	73ve29	1842.2	1872.8	0.991	3679.9	1.4
20Yıl	2573	73ve29	1109.1	537.8	0.451	742.6	0.3

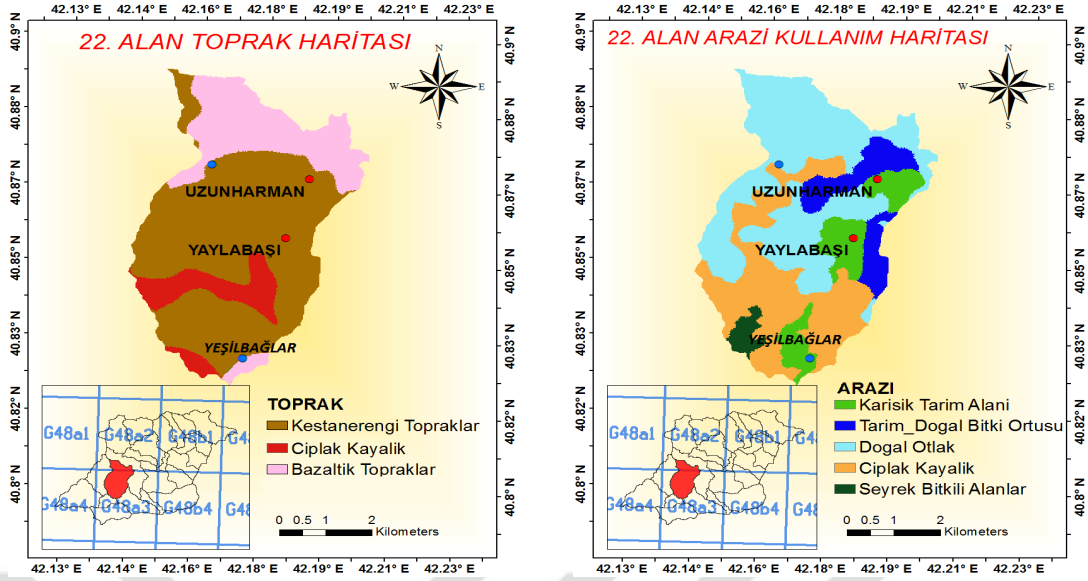
#### 3.4.22 22 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

Olur Mikrohavzası'nda bulunan 22 numaralı bölme Erzurum ili Olur ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48a2 ve G48a2 paftaları içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 1725 m'dir.

22 numaralı alanımız 40.82° ile 40.89° kuzey enlemleri, 42.14° ile 42.20° doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın orta kısmının merkezi noktalarındadır. Alanın merkezi Yaylabaşı mahallesi olarak adlandırılmaktadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak; kestane rengi topraklar, bazaltik topraklar ve çıplak kayalıklar ile donanmıştır. Arazi kullanımını ise karışık tarım alanı, tarımlı doğal bitki örtüsü, doğal otlak, seyrek bitkili alanlar ve çıplak kayalık olmak üzere 5 farklı durumdadır (Şekil 100).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 118). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 119).



Şekil 100. 22 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

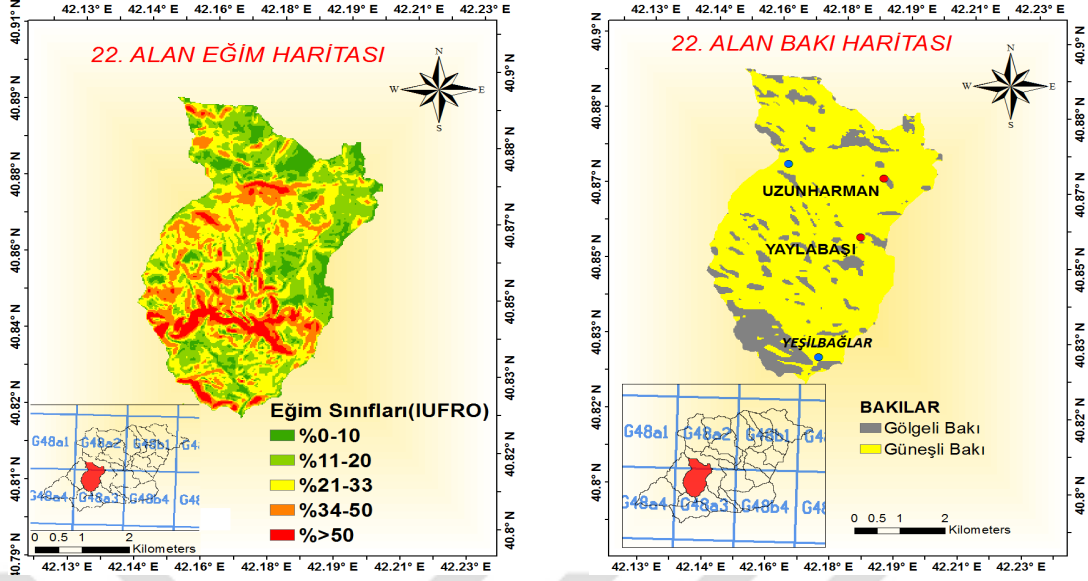
Tablo 118. 22 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Kestanerengi Topraklar	66.6
Çıplak Kayalık	10.3
Bazaltik Topraklar	23.0

Tablo 119. 22 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Tarım ve Doğal Bitki Örtüsü	10.6
Çıplak Kayalık	30.1
Karışık Tarım Alanı	12.7
Doğal Otlak	44.3
Seyrek Bitkili Alanlar	2.3

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 101). Alansal bazda eğim yüzdeleri (Tablo 120) gösterilmiş olup ortalama eğim %25.60'dır. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 121) gösterilmiştir.



Şekil 101. 22 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 120. 22 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
2360.15	245.40	732.64	788.49	437.33	158.88

Tablo 121. 22 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı
2360.15	413.8	1946.69

Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri (Tablo 122) verilmiştir.

Tablo 122. 22 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	2152	43ve17	0	0	0	0	0
2018	2152	43ve17	14435.9	2348.7	0.827	13885.4	6.4
20Yıl	2152	43ve17	3933.7	425.8	0.570	2484.2	1.2



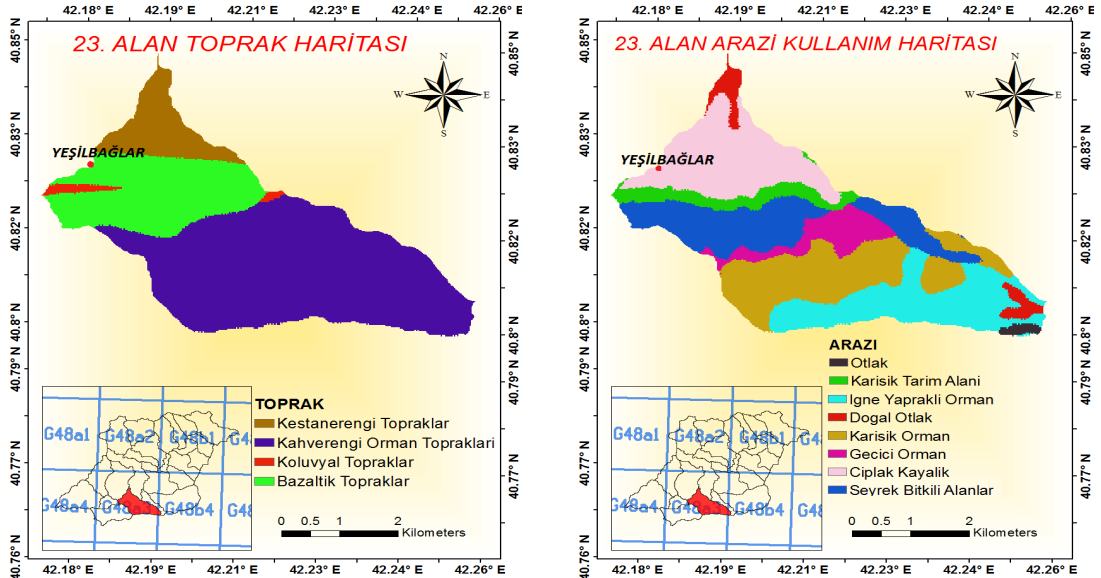
### 3.4.23 23 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

Olur Mikrohavzası'nda bulunan 23 numaralı bölme Erzurum ili Olur ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48a3 paftası içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 1558 m'dir.

23 numaralı alanımız 40.80° ile 40.85° kuzey enlemleri, 42.17° ile 42.26° doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın orta kısmının merkezi noktalarındadır. Alanın memba kısmı Yeşilbağlar mahallesi olarak adlandırılmaktadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak; kestanerengi topraklar, bazaltik topraklar, kahverengi orman toprakları ve kolüvyal topraklar ile donanmıştır. Arazi kullanımı ise otlak, iğne yapraklı orman, seyrek bitkili alanlar, karışık orman, doğal otlak, karışık tarım alanı, geçici orman ve çıplak kayalıklar olmak üzere 8 farklı durumdadır (Şekil 102).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 123). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 124).



Şekil 102. 23 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

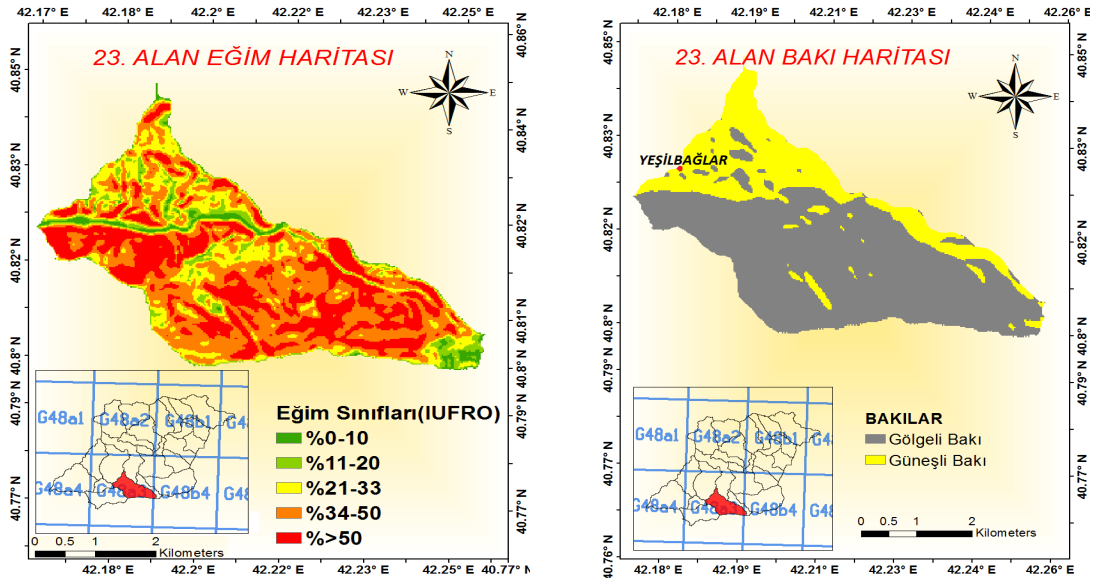
Tablo 123. 23 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Kestanerengi Topraklar	9.2
Kolüvyal Topraklar	1.3
Kahverengi Orman Toprakları	63.8
Bazaltik Topraklar	25.7

Tablo 124. 23 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Otlak	0.6
İğne Yapraklı Orman	19.3
Karışık Orman	23.4
Geçici Orman	7.7
Çıplak Kayalık	20.3
Karışık Tarım Alanı	6.3
Doğal Otlak	3.0
Seyrek Bitkili Alanlar	19.6

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 103). Alansal bazda eğim yüzdeleri (Tablo 125) gösterilmiş olup ortalama eğim %41.35'dir. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 126) gösterilmiştir.



Şekil 103. 23 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 125. 23 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
1725.07	52.00	128.77	319.41	687.51	531.41

Tablo 126. 23 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı
1725.07	1230.44	495.41

Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri (Tablo 127) verilmiştir.

Tablo 127. 23 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	1551	38ve15	1.2	0	0	0	0
2018	1551	38ve15	17752.1	194.3	0.239	4289.8	2.8
20Yıl	1551	38ve15	2863.6	25.3	0.187	538.8	0.3

#### 3.4.24 24 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

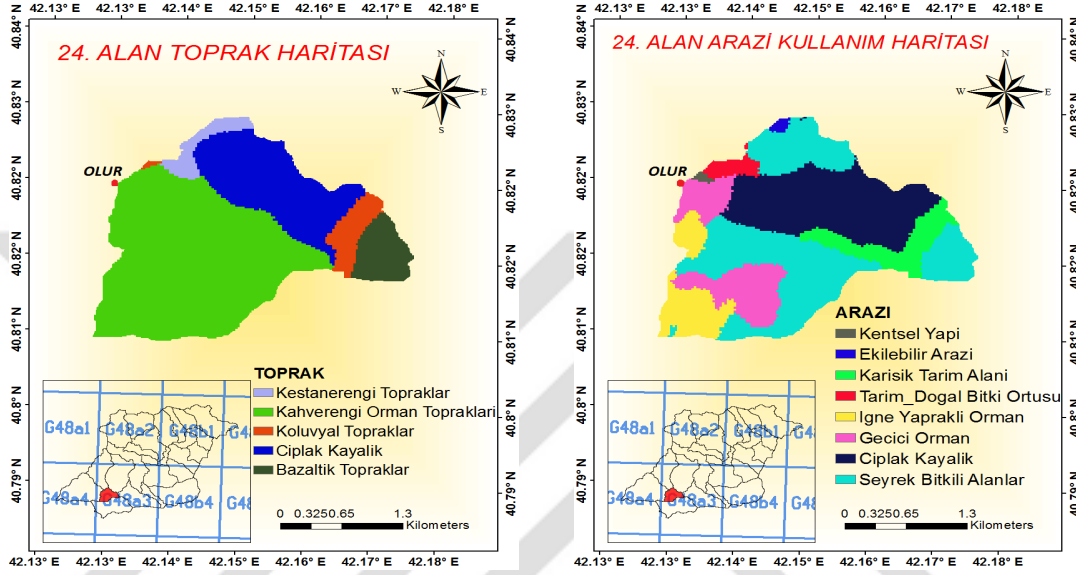
Olur Mikrohavzası'nda bulunan 24 numaralı bölme Erzurum ili Olur ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48a3 paftası içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 1382 m'dir.

24 numaralı alanımız 40.81° ile 40.83° kuzey enlemleri, 42.13° ile 42.18° doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın mansap kısmının merkezi noktalarındadır. Alan Olur ilçe merkezinin alt noktalarındadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak; kestanerengi topraklar, bazaltik topraklar, kahverengi orman toprakları, kolüvyal topraklar ve çıplak kayalıklar ile donanmıştır. Arazi kullanımı ise ekilebilir arazi, kentsel yapı, tarımlı doğal bitki

örtüsü, geçici orman, seyrek bitkili alanlar, karışık tarım alanı, iğne yapraklı orman ve çıplak kayalıklar olmak üzere 8 farklı durumdadır (Şekil 104).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 128). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 129).



Şekil 104. 24 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

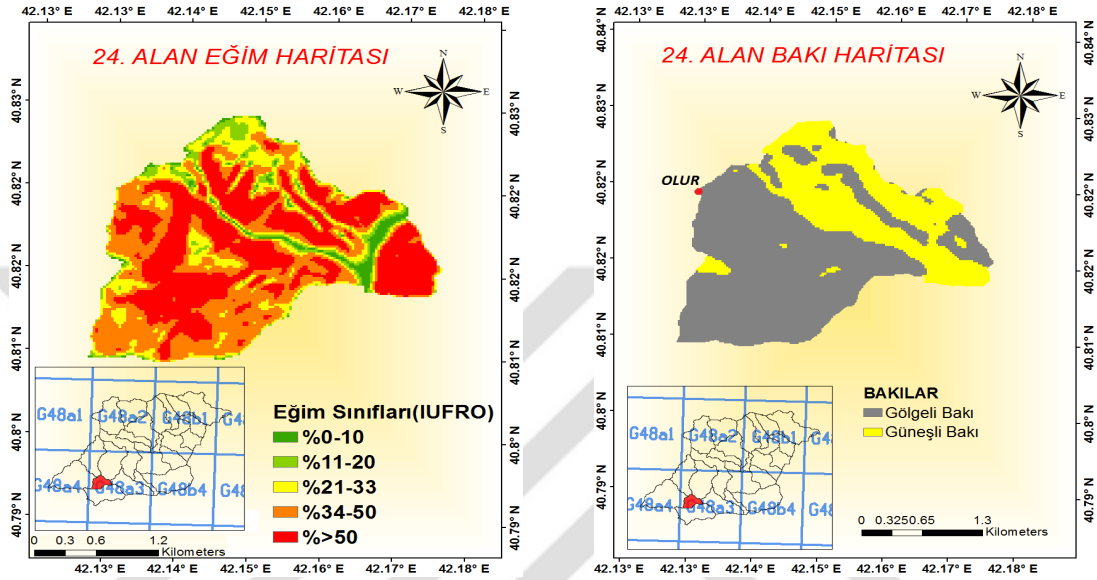
Tablo 128. 24 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Kestanerengi Topraklar	2.6
Kolüvyal Topraklar	5.1
Kahverengi Orman Toprakları	62.3
Bazaltik Topraklar	5.3
Çıplak Kayalık	24.8

Tablo 129. 24 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Kentsel Yapı	0.2
İğne Yapraklı Orman	8.2
Ekilebilir Arazi	0.2
Geçici Orman	14.4
Çıplak Kayalık	30.3
Karışık Tarım Alanı	8.1
Tarım ve Doğal Bitki Örtüsü	1.6
Seyrek Bitkili Alanlar	37.0

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 105). Alansal bazda eğim yüzdeleri (Tablo 130) gösterilmiş olup ortalama eğim %45.58'dir. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 131) gösterilmiştir.



Şekil 105. 24 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 130. 24 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
558.27	17.34	34.66	83.79	192.77	231.23

Tablo 131. 24 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı
558.27	373.27	185.66

Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri (Tablo 132) verilmiştir.

Tablo 132. 24 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	480	18ve7	32.2	0.8	0.002	0.1	0
2018	480	18ve7	5361.9	111.6	0.250	1367.5	2.8
20Yıl	480	18ve7	416.5	10.0	0.170	72.4	0.2

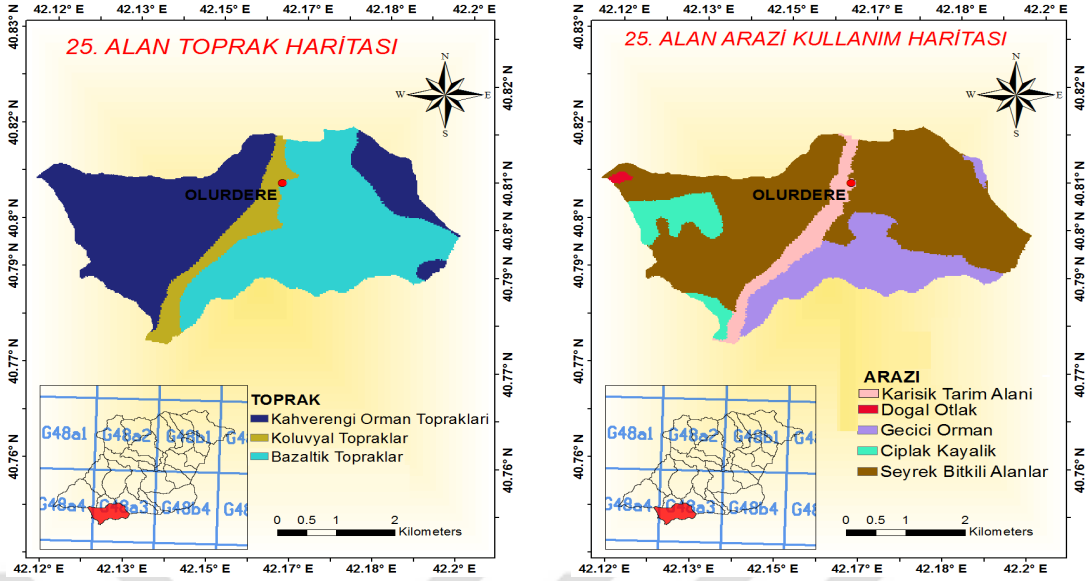
### 3.4.25 25 Numaralı Alanın Genel Bilgi ve Tahmin Değerleri

Olur Mikrohavzası'nda bulunan 25 numaralı bölme Erzurum ili Olur ilçesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Olur G48a3 ve G48a4 paftaları içerisinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 1365 m'dir.

25 numaralı alanımız  $40.77^\circ$  ile  $40.82^\circ$  kuzey enlemleri,  $42.12^\circ$  ile  $42.20^\circ$  doğu boylamları arasında bulunmakta olup havzamızın mansap kısmıdır. Alanın merkezi Olurdere mahallesi olarak adlandırılmaktadır.

Alanımızın toprak yapısını inceleyecek olursak; bazaltik topraklar, kahverengi orman toprakları ve kolüvyal topraklar ile donanmıştır. Arazi kullanımını ise doğal otlak, geçici orman, seyrek bitkili alanlar, karışık tarım alanı ve çıplak kayalıklar olmak üzere 5 farklı durumdadır (Şekil 106).

Toprak yapılarının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 133). Arazi kullanımının yüzde olarak alansal bazda oranları verilmiştir (Tablo 134).



Şekil 106. 25 Numaralı Alan Toprak ve Arazi Kullanım Haritaları

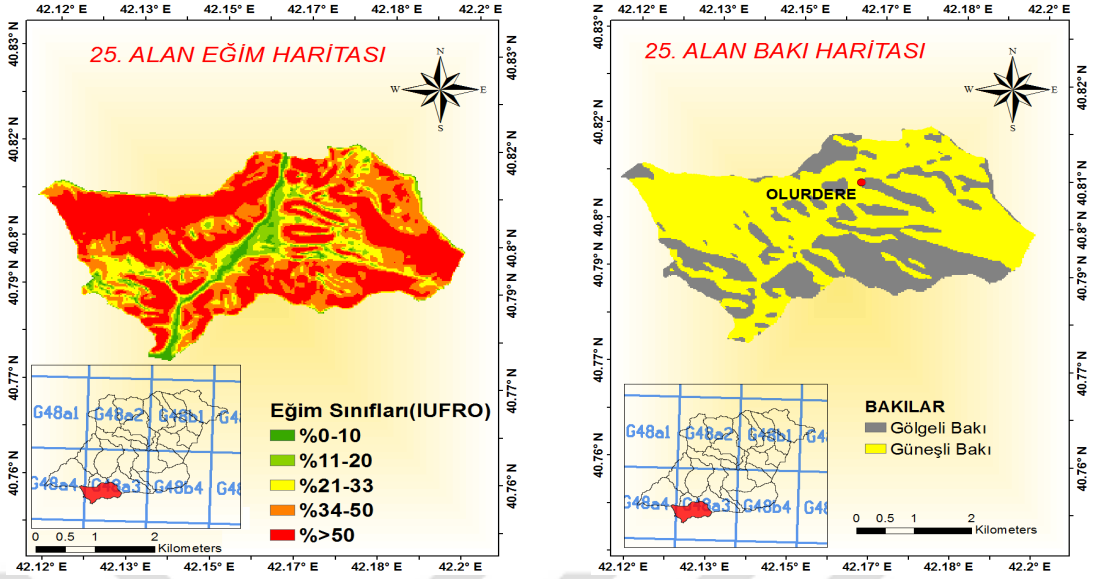
Tablo 133. 25 Numaralı Alan Toprak Yüzdeleri

TOPRAK YAPISI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Kolüvyal Topraklar	9.5
Kahverengi Orman Toprakları	46.1
Bazaltik Topraklar	44.4

Tablo 134. 25 Numaralı Alan Arazi Kullanım Yüzdeleri

ARAZİ KULLANIMI	YÜZDE ALAN DEĞERLERİ(%)
Geçici Orman	18.5
Çiğlak Kayalık	6.8
Karışık Tarım Alanı	7.6
Doğal Otlak	0.3
Seyrek Bitkili Alanlar	66.8

Alanımızın IUFRO'nun belirlemiş olduğu eğim sınıflarına göre dağılım durumu ve gölgeli, güneşli bakı durumu gösterilmiştir (Şekil 107). Alansal bazda eğim yüzdeleri (Tablo 135) gösterilmiş olup ortalama eğim %47.48'dir. Alansal bazda bakı dağılım yüzdeleri (Tablo 136) gösterilmiştir.



Şekil 107. 25 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) ve Bakı Haritaları

Tablo 135. 25 Numaralı Alan Eğim Sınıfları(IUFRO) Dağılımı

Alan(ha)	Düz (%0-10)	Hafif (%11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok Dik (>%50)
1673.12	45.10	105.43	250.88	496.60	761.44

Tablo 136. 25 Numaralı Alan Bakı Durumu

Alan(ha)	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı
1673.12	613.55	1059.01

Alanın 2017, 2018 ve 20 yıllık çalıştırılması sonucu ortaya çıkan tahmin değerleri (Tablo 137) verilmiştir.

Tablo 137. 25 Numaralı Alan GeoWEPP Tahmin Değerleri

Yıl	Alan (ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
2017	1499	38ve15	5.8	5.7	0.593	6.9	0
2018	1499	38ve15	27448.8	1076.9	0.254	7233.4	4.8
20Yıl	1499	38ve15	953.3	65.9	0.333	339.0	0.2



### 3.4.26 Tüm Alanın Tahmin Sonuçları ve Erozyon Haritaları

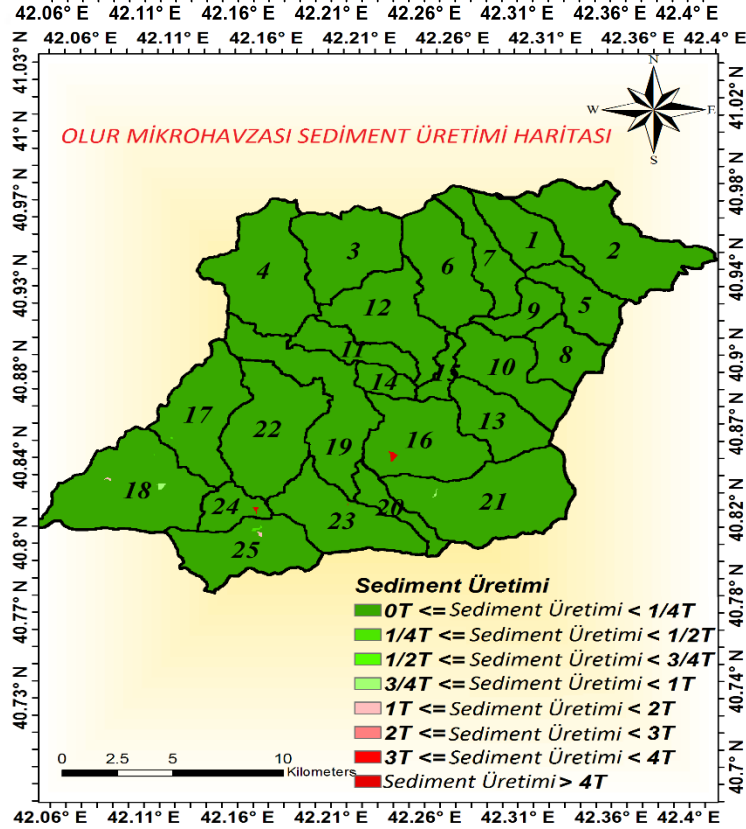
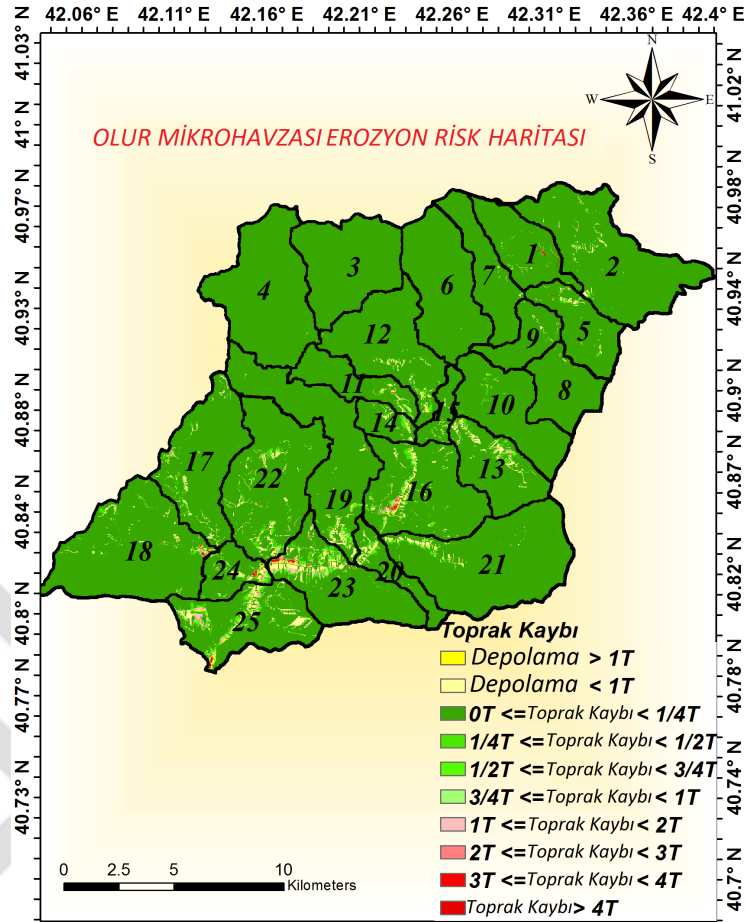
- 2017 yılı tahmin değerleri ile toprak kaybı ve sediment üretimi haritaları:

Tablo 138'de Olur Mikrohavzası'nın GeoWEPP tahmin değerleri paylaşılmıştır.

Tablo 138. 2017 Yılı Tahmin Değerleri

Alan No(ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
1(863)	23ve9	0	0	0	0	0
2(2182)	63ve25	0	0	0	0	0
3(1626)	43ve17	0	0	0	0	0
4(2164)	48ve19	0	0	0	0	0
5(786)	31ve12	0	0	0	0	0
6(1618)	42ve17	0	0	0	0	0
7(858)	18ve7	0	0	0	0	0
8(784)	17ve7	0	0	0	0	0
9(495)	8ve3	0	0	0	0	0
10(1293)	38ve15	4.1	6.5	0.835	8.8	0.0068
11(647)	13ve5	0	0	0	0	0
12(1576)	28ve11	0	0	0	0	0
13(1045)	23ve9	0	0	0	0	0
14(326)	8ve3	0	0	0	0	0
15(224)	3ve1	0	0	0	0	0
16(1791)	51ve20	196.1	9.9	0.165	34	0.0189
17(1658)	50ve20	0.6	0	0	0	0
18(2540)	77ve31	11.1	35.1	0.818	37.8	0.0148
19(1974)	43ve17	0	0	0	0	0
20(419)	8ve3	0	0	0	0	0
21(2573)	73ve29	2.4	0.1	0.001	0	0
22(2152)	43ve17	0	0	0	0	0
23(1551)	38ve15	1.2	0	0	0	0
24(480)	18ve7	32.2	0.8	0.002	0.1	0.0002
25(1499)	38ve15	5.8	5.7	0.593	6.9	0.0046
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Toplam	845ve334	253.5	58.1	-----	87.6	-----
Ortalama	-----	-----	-----	0.100	-----	0.0018

2017 yılında bulunan toplam yamaç sayısı 845, kanal sayısı 334'tür. Toplam yamaç (hillslope) kaybı 253.5 ton/yıl, kanal (channel) kaybı 58.1 ton/yıl, sediment verimi 87.6 ton/yıl olarak bulunmuştur. Ortalama sediment iletim oranı 0.100 olup birim alan sediment verimi ise 0.0018 ton/ha/yıl bulunmuştur (Şekil 108).



Şekil 108. 2017 Yılı Erozyon ve Sediment Üretimi Haritaları

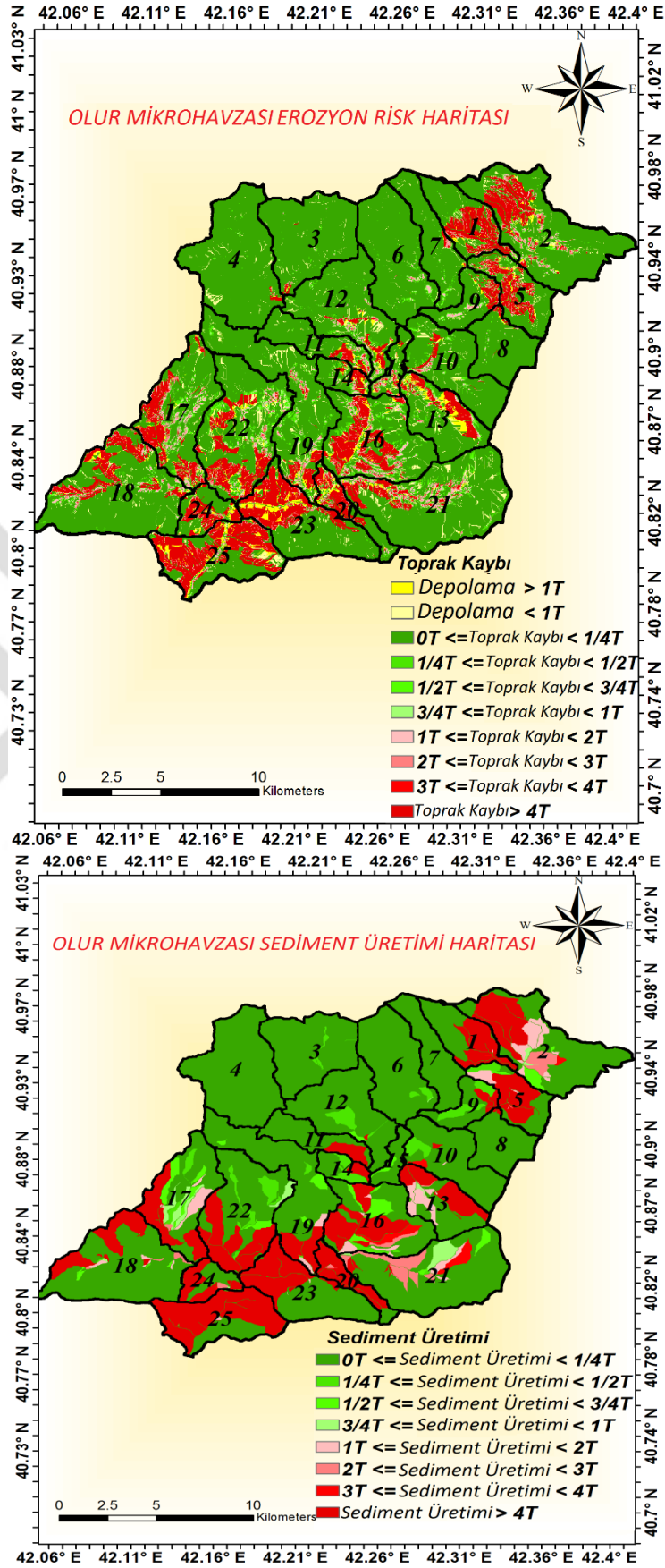
- 2018 yılı tahmin değerleri ile toprak kaybı ve sediment üretimi haritaları:

Tablo 139'da Olur Mikrohavzası'nın GeoWEPP tahmin değerleri paylaşılmıştır.

Tablo 139. 2018 Yılı Tahmin Değerleri

Alan No(ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
1(863)	23ve9	5741.6	468.9	0.534	3316.6	3.8
2(2182)	63ve25	9969	726.1	0.294	3145	1.4
3(1626)	43ve17	20.6	681.8	1.000	703.5	0.4
4(2164)	48ve19	2.2	335.4	1.000	338.2	0.2
5(786)	31ve12	3974.1	145.5	0.522	1259.7	1.8
6(1618)	42ve17	19	632.4	1.000	652.7	0.4
7(858)	18ve7	1.9	383.2	1.000	385.4	0.4
8(784)	17ve7	67.3	89.3	0.995	155.8	0.2
9(495)	8ve3	700.1	335.3	0.976	1010.2	2
10(1293)	38ve15	352.2	339.9	0.925	640.1	0.5
11(647)	13ve5	2995.5	669.1	1.000	3675.8	5.7
12(1576)	28ve11	158.3	1218.2	0.97	1334.6	0.8
13(1045)	23ve9	6125.5	854	0.956	6669.5	6.4
14(326)	8ve3	1350.7	214.9	1.000	1568.8	4.8
15(224)	3ve1	18.9	18	0.988	36.4	0.2
16(1791)	51ve20	15528.1	862.3	0.62	10166	5.7
17(1658)	50ve20	6809.4	2404.6	0.941	8670.1	5.2
18(2540)	77ve31	6322.1	1643.3	0.675	5380.2	2.1
19(1974)	43ve17	5416.8	1842.4	0.933	6775.8	3.4
20(419)	8ve3	4111	520.5	0.601	2783.2	6.6
21(2573)	73ve29	1842.2	1872.8	0.991	3679.9	1.4
22(2152)	43ve17	14435.9	2348.7	0.827	13885.4	6.4
23(1551)	38ve15	17752.1	194.3	0.239	4289.8	2.8
24(480)	18ve7	5361.9	111.6	0.25	1367.5	2.8
25(1499)	38ve15	27448.8	1076.9	0.254	7233.4	4.8
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Toplam	845ve334	136525.2	19989.4	-----	89123.6	-----
Ortalama	-----	-----	-----	0.780	-----	2.80

2018 yılında bulunan toplam yamaç sayısı 845, kanal sayısı 334'tür. Toplam yamaç (hillslope) kaybı 136525.2 ton/yıl, kanal (channel) kaybı 19989.4 ton/yıl, sediment verimi 89123.6 ton/yıl olarak bulunmuştur. Ortalama sediment iletim oranı 0.780 olup birim alan sediment verimi ise 2.80 ton/ha/yıl bulunmuştur (Şekil 109).



Şekil 109. 2018 Yılı Erozyon ve Sediment Üretimi Haritaları

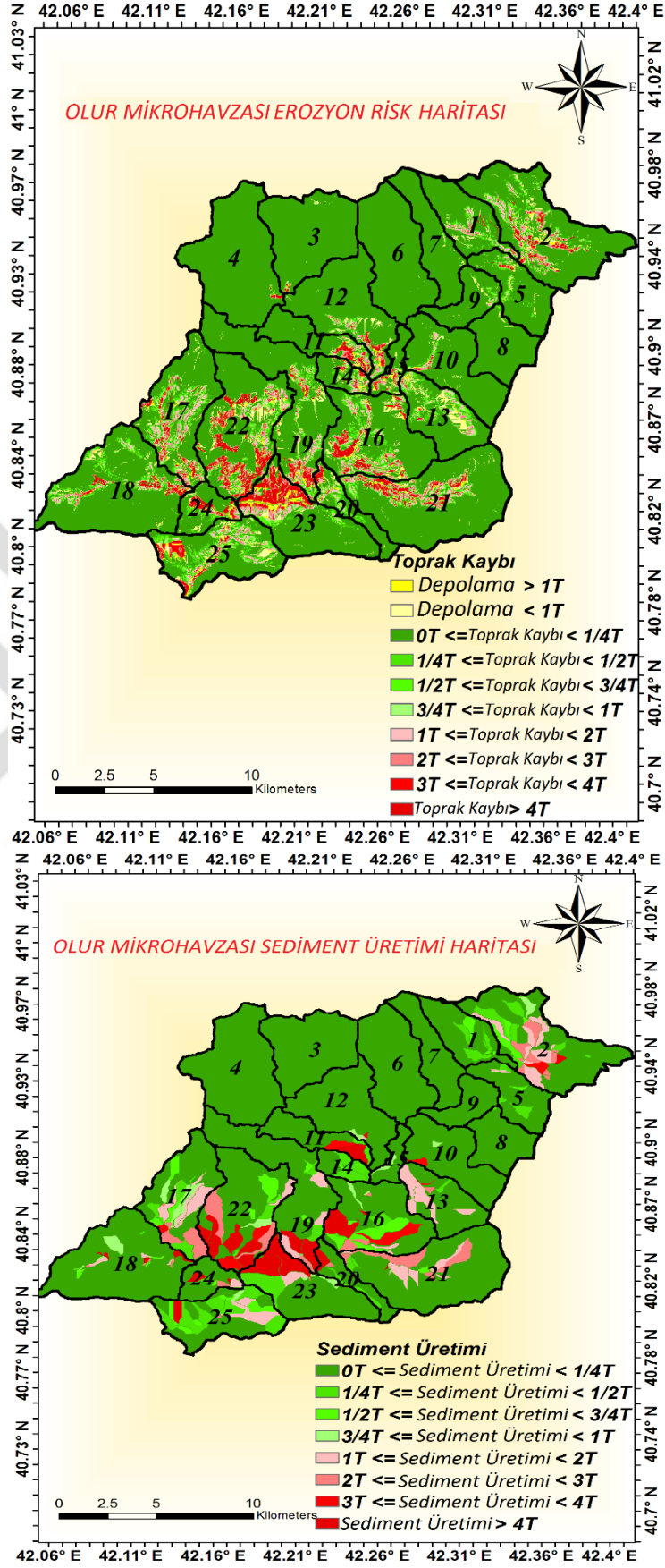
- 20 yıllık iklim verisi tahmin değerleri ile toprak kaybı ve sediment üretimi haritaları:

Tablo 140'ta Olur Mikrohavzası'nın GeoWEPP tahmin değerleri paylaşılmıştır.

Tablo 140. 20 Yıllık İklim Verisi Tahmin Değerleri

Alan No(ha)	Yamaç ve Kanal Sayısı	Yamaç (Hillslope) Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Sediment Verimi (ton/yıl)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
1(863)	23ve9	106.8	34.5	0.805	113.6	0.1
2(2182)	63ve25	1371.8	132.5	0.261	392.7	0.2
3(1626)	43ve17	0	0.8	0.04	0	0
4(2164)	48ve19	0	0	0	0	0
5(786)	31ve12	61.5	12.4	0.42	28.3	0.1
6(1618)	42ve17	0	0.4	0.857	0.4	0
7(858)	18ve7	0	7.7	0.691	5.3	0
8(784)	17ve7	1.8	0.1	0.9	1.7	0
9(495)	8ve3	10.4	16.4	0.96	25.7	0.1
10(1293)	38ve15	107.2	6.2	0.519	58.8	0
11(647)	13ve5	705.7	44.7	0.591	443.3	0.7
12(1576)	28ve11	47.2	42.3	0.623	55.7	0
13(1045)	23ve9	477	76.4	0.891	493	0.5
14(326)	8ve3	89.7	64.3	0.768	118.2	0.4
15(224)	3ve1	25.9	4.4	0.981	29.7	0.1
16(1791)	51ve20	2802.2	118.4	0.466	1361.4	0.8
17(1658)	50ve20	1098.5	268.7	0.715	977.1	0.6
18(2540)	77ve31	480.3	397.8	0.257	225.7	0.1
19(1974)	43ve17	1274	170.8	0.57	823.1	0.4
20(419)	8ve3	275.8	28.4	0.56	170.5	0.4
21(2573)	73ve29	1109.1	537.8	0.451	742.6	0.3
22(2152)	43ve17	3933.7	425.8	0.57	2484.2	1.2
23(1551)	38ve15	2863.6	25.3	0.187	538.8	0.3
24(480)	18ve7	416.5	10	0.17	72.4	0.2
25(1499)	38ve15	953.3	65.9	0.333	339	0.2
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Toplam	845ve334	18212	2492	-----	9501.2	-----
Ortalama	-----	-----	-----	0.544	-----	0.27

20 yıllık iklim verisi simülasyonunda toplam yamaç sayısı 845, kanal sayısı 334'tür. Toplam yamaç (hillslope) kaybı 18212 ton/yıl, kanal (channel) kaybı 2492 ton/yıl, sediment verimi 9501.2 ton/yıl olarak bulunmuştur. Ortalama sediment iletim oranı 0.544 olup birim alan sediment verimi ise 0.27 ton/ha/yıl bulunmuştur (Şekil 110).



Şekil 110. 20 Yıllık İklim Verisi Erozyon ve Sediment Üretimi Haritaları

### 3.4.27 GeoWEPP Tahmin Dağılımı

Üst kısımda verilen hesaplamalarda yamaç (hillslope) ve kanal (channel) toprak kayıpları (erozyon miktarı) toplanıp sediment iletim oranı (SİO) ile çarpılarak alanların sediment verimi (havza çıkışına ulaşan sediment) ton/yıl biriminde bulunmaktadır. Sediment veriminin alana bölümü sonucu birim alan sediment verimi ton/ha/yıl biriminde elde edilmiştir. GeoWEPP çalıştığı her alanda kırpma işlemleri, tampon veya koruma zonu (buffer zone) yaptığı için havzanın toplam boyutunu 37517 hektar olmasına rağmen 33124 hektar üzerinden işlem görmüştür.

Alanımızın 7013.41 hektarı (%18.79) orman alanı, 16836.52 hektarı (%45.10) mera alanı, 5212.08 hektarı (%13.96) tarım alanı ve geri kalan 8267.14 hektarı (%22.15) diğer arazi kullanımlarına sahiptir. Alandaki 35 toprak örneğinin genel ortalama değerleri %65.8 kum, %14.5 kil, %19.7 toz şeklindedir. Ortalama eğim %28.07 olup ortalama yükselti ise 1996 metredir. Yağış durumu 2017 yılı için toplam 392.4 mm, 2018 yılı için toplam 561.1 mm ve 20 yıllık ortalama ise 426.9 mm şeklindedir.

25 alan içerisinde 2017 yılı için ortalama SİO 0.100 bulunmuştur. En yüksek erozyon değeri 18. alanda 37.8 ton/yıl olup geri kalan alanlarda düşük erozyon değerleri bulunmuştur. 2018 yılı için ortalama SİO 0.780 bulunmuştur. En yüksek erozyon değeri 16. alanda 10166 ton/yıl ve 5.7 ton/ha/yıl, En düşük erozyon değeri ise 17. alanda 36.4 ton/yıl ve 0.2 ton/ha/yıl olarak bulunmuştur. 20 yıllık iklim verisi ile elde edilen sonuçlarda ise ortalama SİO 0.544 bulunmuştur. En yüksek erozyon değeri 22. alanda 2484.2 ton/yıl ve 1.2 ton/ha/yıl, en düşük erozyon değeri ise 3 ve 4. alanlarda 0 ton/yıl ve 0 ton/ha/yıl olarak bulunmuştur.

2017 yılı için SİO 0 ila 0.874 arasında, 2018 yılı için 0.25 ila 1.000 arasında, 20 yıllıkta ise 0.04 ila 0.981 arasında değişmektedir. GeoWEPP programının sediment iletim oranını yağış ile bağlantılı bir biçimde hesapladığı görülmektedir. Bu sebeple 2017 yılındaki SİO değerlerinin düşük oluşu sediment verimi tahminlerini var olandan çok daha düşük göstermesine sebebiyet verdiği düşünülmektedir.

25 alanda bulunan sediment verimlerinin toplanması sonucunda havzada oluşan toplam verim değeri ton/yıl ve birim alan sediment verimleri ortalaması alınarak

ton/ha/yıl birimlerinde ortaya konulmuştur. 20 yıllık iklim verisiyle bulunan yıllık değerler 20 ile çarpılarak toplam 20 senelik tahminde bulunulmuştur (Tablo 141).

Tablo 141. GeoWEPP Tahmin Sonuçları

Yıllar	Yamaç (Hillslope) ton/yıl	Kanal (Channel) ton/yıl	Sediment Verimi ton/yıl	Birim Alan Sediment Verimi ton/ha/yıl
2017	253.5(%81.4)	58.1(%18.6)	87.6	0.0018
2018	136525.2(%87.2)	19989.4(%12.8)	89123.6	2.80
20 Yıl <sub>ortalama</sub>	18212(%88)	2492(%12)	9501.2	0.27
20 Yıllık	364240 <sub>(ton/20yıl)</sub>	49840 <sub>(ton/20yıl)</sub>	190024 <sub>(ton/20yıl)</sub>	5.36 <sub>(ton/ha/20yıl)</sub>

Tablo 142’de tahmin değerlerinin alana dağılımı verilmiştir.

Tablo 142. Toprak Kaybı ve Sediment Üretimlerinin Alana Yüzdesele Dağılımları

	2017 Alan (%)	2018 Alan (%)	20 Yıllık Alan (%)
Toprak Kaybı < 1 Ton	97.22	74.75	85.87
Toprak Kaybı > 1 Ton	0.60	20.56	10.35
Depolama < 1 Ton	1.93	2.69	2.58
Depolama > 1 Ton	0.25	2.00	1.20
Sediment Üretimi < 1 Ton	99.93	72.94	87.22
Sediment Üretimi > 1 Ton	0.07	27.06	12.78

Tablodan, haritalardan ve tahmin sonuçlarından anlaşılacağı üzere alanımızda 2018 yılında gerçekleşen ekstrem yağışlar sonucu değerler fazla bulunmuştur. 20 Yıllık iklim verisinde yıllık toplam ortalama yağış 426.99 mm iken; 2017 yılı 392.43 mm ile ortalamanın altında, 2018 yılı ise 561.09 mm ile ortalamanın fazlaca üstündedir (Şekil 111). 2017, 2018 ve 20 yıllık iklim verisi yağış değerleri ve elde edilen sediment verimi tahmin sonuçları arasında 0.990 R<sup>2</sup> değeri bulunmuş olup güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Fakat yöntem kısmında bahsettiğimiz gibi tahmin programımız yalnızca yağış verisi kullanmakla kalmayıp; sıcaklık, nem, güneşlenme miktarı, rüzgâr şiddeti, rüzgâr esme sayısı ve yönleri, çığlenme noktası, yağış şiddeti, ıslak günler sayısı ve birbirini takip eden ıslak ve kuru günler gibi birçok değerden faydalanmaktadır. Bu sebeple tahminler arasındaki farkı yalnızca yağış miktarının azlığı ya da çokluğuyla bağdaştırmak eksik bir değerlendirme olur.



2017	Ocak	Subat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Agustos	Eylul	Ekim	Kasim	Aralık
Yagis Top (mm)	9.14	3.81	10.41	36.57	84.83	55.88	46.48	17.02	5.08	55.89	37.34	29.97
Yagisli Gun Sayisi	7.00	6.00	10.00	10.00	18.00	12.00	8.00	4.00	3.00	10.00	12.00	11.00
2018	Ocak	Subat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Agustos	Eylul	Ekim	Kasim	Aralık
Yagis Top (mm)	21.33	12.45	28.19	17.03	114.04	99.31	39.37	75.44	45.72	50.55	18.29	39.37
Yagisli Gun Sayisi	13.00	7.00	16.00	1.00	27.00	20.00	8.00	11.00	7.00	13.00	8.00	14.00
*1990-2010*	Ocak	Subat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Agustos	Eylul	Ekim	Kasim	Aralık
Yagis Top Ort (mm)	17.34	12.16	30.32	50.49	59.08	60.55	51.03	30.19	22.13	42.16	28.67	22.88
Yagisli Gun Ort	5.70	5.20	6.90	12.20	11.80	9.40	7.50	6.10	3.10	8.10	6.20	6.60

Şekil 111. 2017, 2018 ve 20 Yıllık Yağış Verileri

2017 yılındaki yüksek sıcaklık değerleri ve düşük yağışlar kuraklığı beraberinde getirmiş ve sonuçlara yansımıştır. Ayrıca yağışlı gün sayıları düşük ve sıklıkları azdır. Yağışlar yıl içinde peş peşe düşmediği için erozyon etkisi düşük olmuştur. Bunların yanı sıra iklim verisi 2017 yılı için programın hesaplayabileceği bir aralıkta olmadığı yani tek senelik veri olduğu için yetersiz kalmış olabilir. Bilindiği üzere GeoWEPP uzun süreli verilerde çalışmaya programlıdır. Bu sebeple 2017 erozyon tahmin sonuçlarının aşırı düşük olduğu düşünülmektedir. Nitekim yukarıda bahsedildiği gibi 2017 için belirlenen SİO'nunda düşük oluşu sediment verimini düşük kılmıştır.

2018 yılı tahmin sonuçları kanal ve oyuntu ölçümlerimizi destekler niteliktedir. Nitekim yüksek düzeydeki erozyonun yaşandığı çubuk ölçümleri için gidilen alanlarda gözlenmiştir. İklim verilerindeki yağış sıklığı ve büyüklüğü de göze çarpmaktadır. Mayıs ayındaki 27 gün boyunca yağış gözlemlenmesi dolayısıyla erozyonu çok daha artırmıştır. Yağışların erozyon etki değerini belirleyici en önemli faktörlerden biride yağışın büyüklüğüne bağlı olarak yıl içerisindeki gerçekleşme frekanslarıdır. Bu bağlamda 2018 yılında 10 mm ve üzeri yağışların sayısı 13 adet olup bu yağışlar sırasıyla 30.48, 25.15, 23.88, 22.35, 21.08, 19.3, 16.51, 13.97, 11.18, 10.67, 10.67, 10.41, 10.41 mm şeklinde olup ortalamaları 17.39 mm'dir. 2017 yılı için ise 10 mm ve üzeri yağış sayısı 8 adet olup bu yağışlar sırasıyla 24.38, 17.53, 15.75, 15.24, 14.73, 12.7, 11.43, 10.41 mm şeklinde olup ortalamaları 15.27 mm'dir.

Genel itibariyle modelin tahmin ettiği değerlerinin ölçülen kanal ve oyuntu değerlerinden çok daha düşük olduğu görülmektedir. Tahmin değerlerinin düşük çıkmasının ana sebebi programın depolama (aggradation) durumunu hesaba katmasıdır (Şekil 112). Bunun yanında arazide yapılan kanal ve oyuntu ölçümlerinde bulunan erozyon değerlerinin ne kadarının havza çıkışına ulaştığını bilemediğimiz

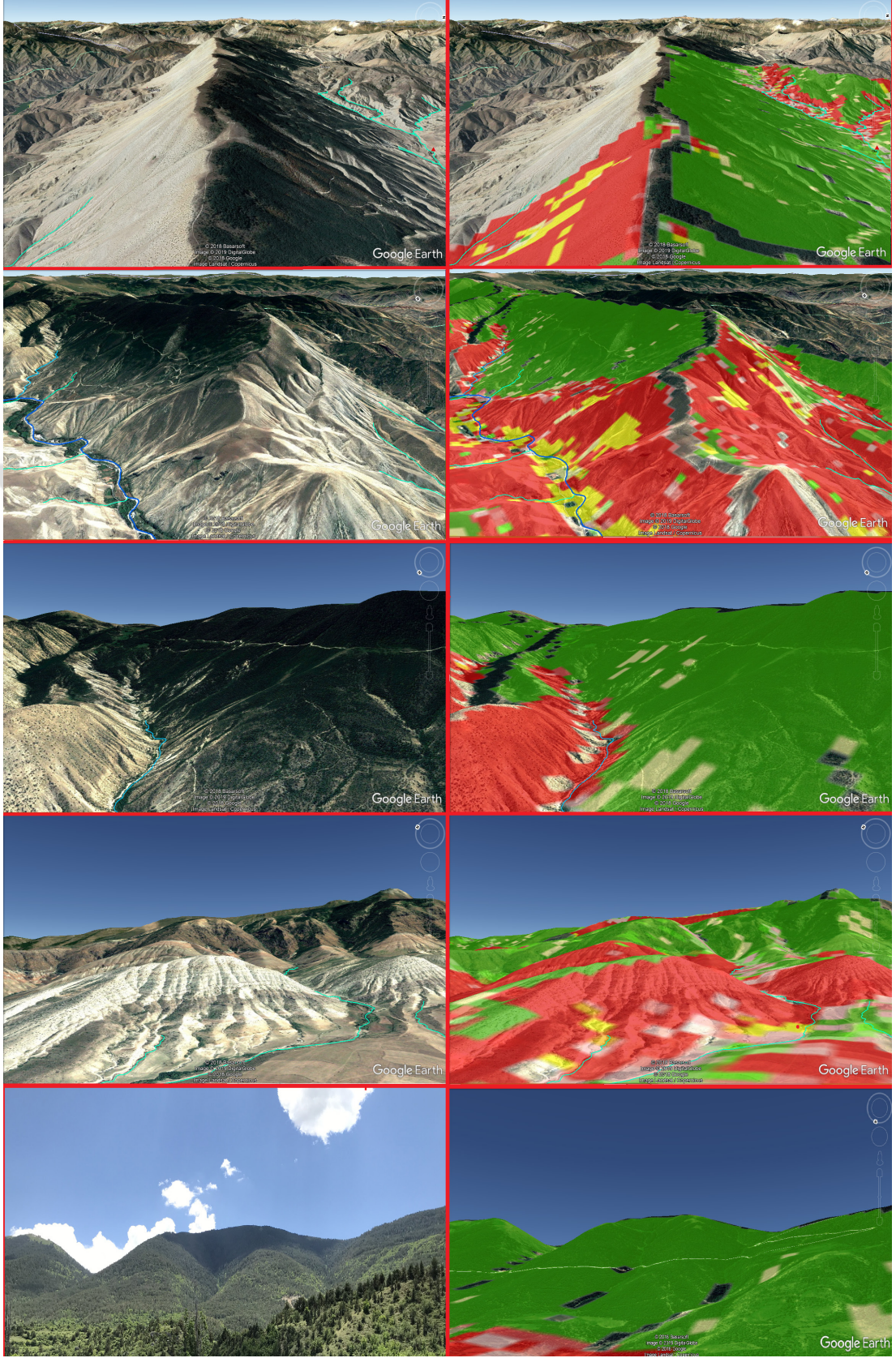
için sediment iletim oranıyla çarpılarak bulunan sediment verimi ile karşılaştırmak yanlış olacaktır. Karşılaştırma için GeoWEPP programının yalnızca kanallarda bulunmuş olduğu toprak kaybı değeriyle karşılaştırılabilir. Karşılaştırılmada tahmin değerlerinin azlığı; depolama, programın kullandığı analizler, iklim verimizin çok uzun süreli olmaması, sediment iletim oranının yağış miktarına göre hesaplanması, alandaki tüm mevcut durumu programa aktaramamak gibi sebeplerden kaynaklanabilmektedir.



Şekil 112. Deneme Alanında Oluşan Depolama Durumu

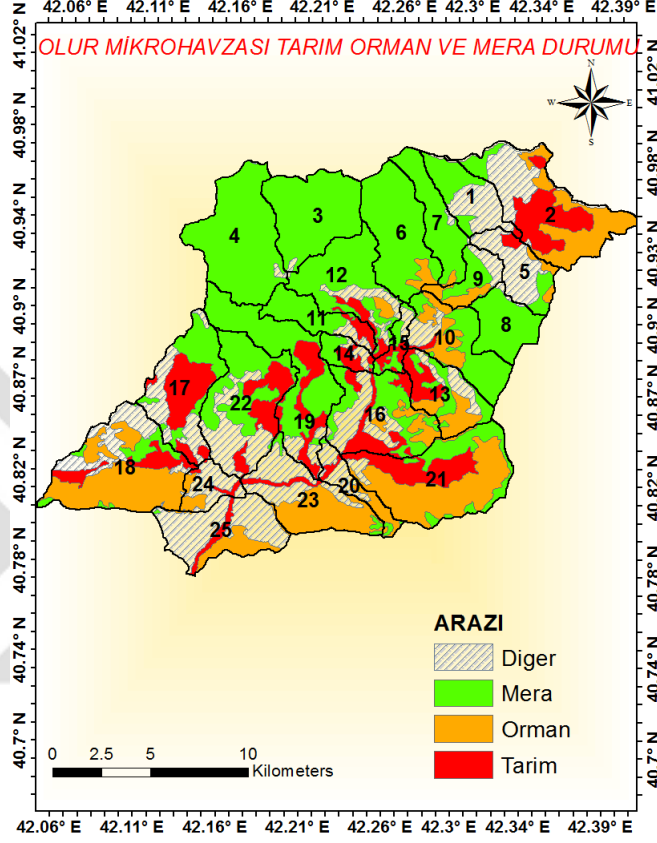
GeoWEPP programının çalıştırılmasıyla yamaç ve kanal toprak kayıplarıyla beraber yüzeysel akışa geçen yağış miktarları (runoff) da ayrıca elde edilmiştir. 2017 yılında alana düşen 369.8 mm yağışın ortalama 0.012 mm'sinin, 2018 yılında alana düşen 656.3 mm yağışın ortalama 4.4 mm'sinin, 20 yıllık iklim verisinde ise alana düşen 410.2 mm yağışın ortalama 0.43 mm'sinin yüzeysel akışa geçtiği belirlenmiştir.

GeoWEPP sonuç haritalarından 2018 yılının toprak kaybı haritası .kml formatına dönüştürülerek "Google Earth" yazılımında uydu fotoğrafları üzerine oturtulmuştur. Böylece alanın 3 boyutlu halde gerçek durumuyla karşılaştırma yapılmıştır. Son fotoğraf alanda tarafımızca çekilmiş olup uydu görüntüsü değildir. Yeşil alanlar 1 ton altı, kırmızı alanlar 1 ton ve üzeri toprak kaybını, sarı alanlar ise depolamayı belirtmektedir (Şekil 113). Görüntülerden anlaşılacağı üzere GeoWEPP erozyona maruz kalan bölgelerin tespitinde başarılı olmuştur. Ormanlık alanlar ve çıplak alanlardaki erozyon durumu açıkça ortaya konulmuştur.



Şekil 113.Uydu Görüntüleri Üzerine Oturtulmuş 2018 Yılı GeoWEPP Toprak Kaybı Haritası ve 3 Boyutlu Görünümleri

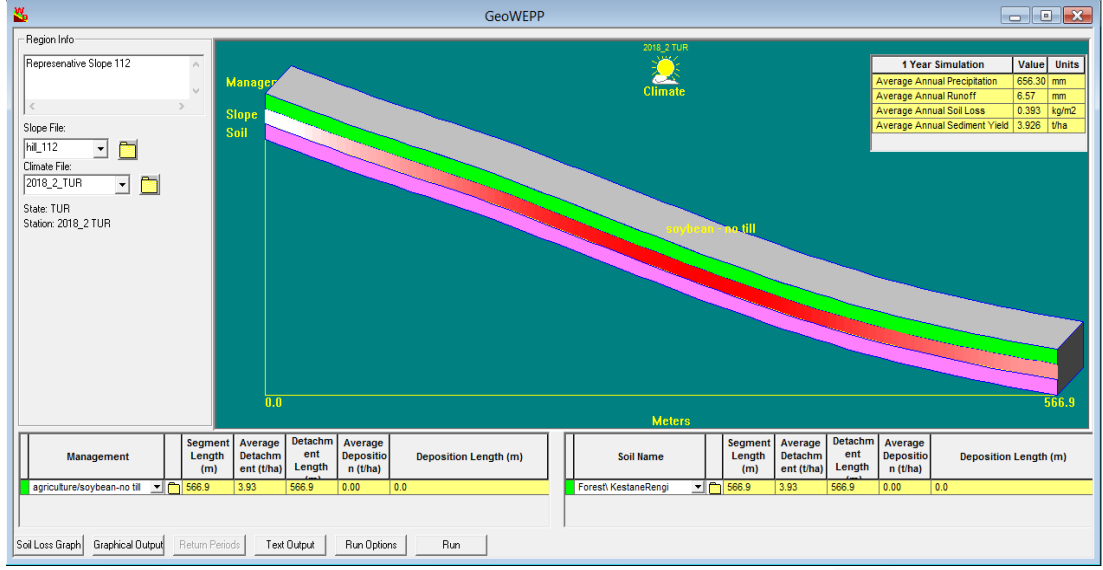
GeoWEPP programının alanımız içerisinde bulunan tarım, mera ve orman alanlarındaki (Şekil 114) erozyon farkını ortaya koymak için alanımız içerisinde belirlenen %100'ü tarım, mera veya ormandan oluşan yamaçlarda karşılaştırma yapmak amacıyla program çalıştırılmıştır.



Şekil 114. Tarım, Orman ve Mera Dağılımı

Alanda 7013.41 ha (%18.79) orman alanı, 16836.52 ha (%45.10) mera alanı, 5212.08 ha (%13.96) tarım alanı ve geri kalan 8267.14 ha (%22.15) diğer arazi kullanımları bulunmaktadır.

Karşılaştırma için en yüksek değer aralığına sahip 2018 yılı iklim verileri kullanılmıştır. Çalıştırma sonucunda bulunan bu yamaçlar "WEPP" programına aktarılarak 1 yıllık simülasyon ile sonuçlandırılmıştır. WEPP programında toprak kaybının yamaç boyunca görünümü Şekil 115'te gösterilmiştir. 3'er adet, farklı eğim sınıflarında havzayı temsil edebilecek vasıftaki tamamen tarım, mera veya orman alanlarından oluşan yamaçlardaki sonuçlar Tablo 143'te belirtilmiştir.



Şekil 115. 21 Numaralı Alanda Tarımın Yamaç Boyunca Toprak Kaybı Görünümü

Tablo 143. Yamaçlarda Tarım, Mera ve Orman Erozyon Durumları

Alan Numarası	Toprak Kaybı (kg/m <sup>2</sup> )	Sediment Üretimi (t/ha)	Yamaç Uzunluğu (m)	Eğim (%)
<b>TARIM</b>				
2	0.073	0.73	577.1	15.89
13	0.160	1.59	261.8	31.61
21	0.393	3.93	566.9	42.58
<b>ORTALAMA</b>	<b>0.209</b>	<b>2.08</b>	<b>468.6</b>	<b>30.03</b>
<b>ORMAN</b>				
2	0	0	861.2	15.89
21	0	0	3174.8	42.58
23	0	0	1140.7	41.35
<b>ORTALAMA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1725.6</b>	<b>33.27</b>
<b>MERA</b>				
3	0.035	0.35	128.2	18.47
17	0.029	0.30	221	27.27
19	0	0.01	866	21.61
<b>ORTALAMA</b>	<b>0.021</b>	<b>0.22</b>	<b>405.1</b>	<b>22.45</b>

Tablo 143'e göre seçilen yamaçlarda 2.08 t/ha değeriyle tarım alanları en çok erozyon yaşanan alanlardır. Tarım alanlarını 0.22 t/ha değeriyle mera alanları takip etmekte olup, orman alanlarında erozyon değeri 0 bulunmuştur.

Çalışmamızda elde edilen sediment verimi değerleri ülkemizdeki farklı havzalarda bulunan sonuçlara paralellik göstermektedir.

Gümüşhane-Torul'da yapılan çalışmada alan 1710 m ortalama yükseltiye, %71.43 ortalama eğime sahiptir. Toplamda 8177 ha alanda GeoWEPP kullanılarak yapılan çalışmada, 5647.91 ha (%69.7) orman alanında 10494.04 ton/yıl, 1649.56 ha (%20.17) mera alanında 12630.18 ton/yıl ve 880.39 ha (%10.77) tarım alanında 10108.18 ton/yıl sediment verimi ve birim alanda sırasıyla 1.86, 7.66 ve 11.48 ton/ha/yıl olarak tespit edilmiştir (Aydın, 2009).

Kahramanmaraş, Ayvalı Barajı Yağış Havzası'nda 11531 ha alanda yıllık 85534.99 ton sediment verimi ve birim alanda 7.42 ton/ha/yıl olarak tespit edilmiştir (Yüksel, 2001).

Arazi kullanımı 175 hektar orman, 165 hektar mera, 150 hektar tarım alanı olmak üzere toplamda 490 hektar alana sahip Orcan Deresi Havzası'nda GeoWEPP ile 5 ha CSA kullanılarak yapılan çalışmada tahmini sediment verimi 6.95 ton/ha/yıl, yüzeysel akışı ise 23.17 mm bulunmuştur. Gözlenen sonuçlar olan 5.48 ton/ha/yıl sediment verimi ve 26.58 mm yüzeysel akış ile benzer değerler ortaya koymuştur. Ortalama; eğimi %34, yükseltisi 957 metre olup yıllık ortalama 730 mm yağış almaktadır (Yüksel ve ark., 2008).

Artvin Borçka Barajı Yağış Havzası'nın yıllık ortalama yağış miktarı 698.7 mm olup 86576.83 ha alana sahiptir. Arazi kullanımları %56.42 orman, %16.39 mera, %14.49 milli park, %7.71 ziraat ve %4.99'u diğer alanlardan oluşmaktadır. Ortalama yükseltisi 1362 metre olup ortalama eğimi ise %56.28'dir. Yapılan çalışmada GeoWEPP kullanılarak 5 ha CSA ile yıllık toplam sediment miktarı 360431.70 ton, yıllık ortalama birim alan sediment verimi ise havza genelinde 4.16 ton/ha/yıl olarak bulunmuştur (Erdoğan Yüksel, 2015).

Reis ve ark. (2017), 780 ha alana sahip Kahramanmaraş Keklik Havzası'nda yalnızca mera alanlarında çalışmışlardır. Yıllık ortalama yağış 976.5 mm, ortalama yükselti 1600 metre, ortalama eğimi ise %45.7'dir. Meydana gelen sediment üretimini GeoWEPP programı aracılığıyla tahmin etmişlerdir. Havza çıkışına ulaşan sediment verimi 34533.5 ton, birim alan sediment verimi ise 44.2 ton/ha bulunmuştur.

Yüksel ve ark. (2007), Kahramanmaraş bölgesinde Ayvalı Barajı Su Havzası'nda GeoWEPP modelinde 5 ha CSA ile sediment üretimi tahmini yapmışlardır. Havzanın;

6984 hektarı orman alanı, 1688 hektarı mera, 2859 hektarı tarım alanı olmak üzere toplam 11531 hektar alana sahiptir. Ortalama yükselti 1430 metre, ortalama eğim %35 ve ortalama yağış 552.42 mm'dir. Alanda orman, mera ve tarım arazi kullanımları için tahmin değerleri şu şekildedir; ormanlarda 9035.06 ton/yıl (1.32 ton/ha/yıl), meralarda 7910.31 ton/yıl (4.69 ton/ha/yıl), tarım alanlarında ise 68589.62 ton/yıl (23.95 ton/ha/yıl) olarak hesaplamışlardır.

Maalim ve ark. (2013), Minnesota'da bulunan 2880 km<sup>2</sup>'lik alana sahip Le Sueur Havzası'nda GeoWEPP programı kullanarak yüzeysel akış ve sediment verimini işlemeli tarım, işlemez tarım ve yerleşim öncesi şeklinde 3 farklı durumda ortaya koymuştur. Yerleşim öncesi 1986 yılında alanın %86'sı çayırlardan oluşurken, 2007 yılında alanın %43'ü mısır ve %30'u fasülye tarım alanına dönüşmüş. Yüzeysel akış derinliği, toprak kaybı ve sediment iletim oranları belirlenmiştir. 30 yıllık simülasyon sonucunda bu değerler sırasıyla işlemeli tarımda: 86 mm, 2.6 ton/ha, 0.84; işlemez tarımda: 73.8 mm, 0.5 ton/ha, 0.9; yerleşim öncesinde: 70.9 mm, 0.2 ton/ha, 0.73 olarak bulunmuştur.

Kuzey İran'da bulunan Kasilian Havzası 69 km<sup>2</sup> alana sahip olup, yükselti 1120 ve 3123 metre aralığındadır. Ortalama eğimi %24 olup, yıllık ortalama yağışı 960 mm'dir. Alanın %70'inde doğal ormanlar, %20'sinde ise tarım alanları hakimdir. GeoWEPP erozyon tahmin modeli uygulanmış olup, alanın genelinde erozyon değeri 0.25 ton/ha/yıl'dan düşüktür. 2001 yılında 1.2 t/ha/yıl değeri bulunmuştur. Havzanın %20'den fazlasında erozyon değerleri 4 ton/ha/yıl ve üzerinde bulunmuştur (Saghafian ve ark., 2014).

Filipinler'de bulunan Lantapa mevkiindeki 79.9 hektar Mapawa su toplama havzasında GeoWEPP erozyon tahmin modeli ile çalışmıştır. Alanın ortalama yükseltisi 1258 metre, eğim aralığı 0.5 ile %75 aralığında değişmekte olup, yıllık yağış değeri 2102 mm'dir. Arazi kullanım durumu; %32 tarım alanı, %9 orman, %8 yerleşim alanı, %15 Bambu çalı ve öncü türler, %36 mera alanı şeklindedir. GeoWEPP tahmin sonucunda 1770.1 ton/yıl ve 22.1 ton/ha/yıl sediment üretimi değerlerini elde etmiştir (Puno, 2014).

Genel olarak değerlendirildiğinde literatür çalışmalarındaki GeoWEPP erozyon tahmin değerleri bu çalışmadaki model tahmin değerlerine göre daha yüksek

çıkıştır. Bizim değerlerimizin daha düşük oluşundaki en önemli faktör çalışma alanının yarı-kurak özelliğe sahip olması ve neticesindeki düşük yağış miktarına sahip olması. Nitekim 2018 yılı erozyon tahmin verisi (2.80 ton/ha/yıl) yağıştaki artışa paralel olarak kayda değer bir şekilde artmıştır (2017 yılı: 0.002 ton/ha/yıl).

Erozyon çubuk yöntemiyle tespit edilen kanal ve oyuntu erozyonu değerleri model tahmin sonuçlarına göre çok daha yüksek çıkmıştır. 2017 ve 2018 yılı arazi ölçüm değerleri sırasıyla 24472, 159746 ton/yıl'dır, model tahmin değerleri ise sırasıyla 58, 19989 ton/yıl'dır. Sediment verimi sonucunda ise GeoWEPP'in depolama ve SİO faktörlerini hesaba katması dolayısıyla düşüklük söz konusudur.

Sediment istasyon (AKM; suspended load) verileri ile GeoWEPP model verileri (sediment yield) karşılaştırıldığında, 2017 yılı model tahmin değerinin (87.6 ton/yıl) ölçülen AKM değerine (36312 ton/yıl) oranla düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçtan hareketle özellikle yağış miktarının az olduğu kurak dönemlerde/yıllarda model tahmininin ölçülen değerlerden az olduğu tespit edilmiştir. 2018 yılında ise model verileri (89123 ton/yıl) ölçülen AKM değerlerine (26108 ton/yıl) göre daha yüksek çıkmıştır. AKM değerlerinin düşük çıkmasındaki en önemli faktörlerden biri yatak yükünün tam olarak hesaplanamaması ve ayrıca akarsu yatağındaki depolamaların etkisi, ikinci ise yine bu yılda havzada yapılan ıslah faaliyetlerinin (kafes-tel, kuru-duvar eşik) taşınan sediment (iletim oranını) miktarını azaltması. Değişen iklimsel şartlar altında (yağış ve sıcaklık karakteristikleri) gelişen bütün bu faktörlerin etkileşimi çalışma yıllar itibariyle mevcut durumun tespitini ve karşılaştırılmasını zorlaştırmıştır.



#### 4 SONUÇ VE ÖNERİLER

Olur Mikrohavzası'nda yapılan çalışmalar sonucunda, kanal ve oyuntularda erozyon çubuk yöntemiyle ölçülen toprak kaybı ve havza çıkışında ölçülen AKM değerleri Tablo 144'de özetlenmiştir. Kanal ve oyuntu erozyonuyla ölçülen ortalama erozyon miktarı çalışmanın ilk yılı için 1.83 cm/yıl ikinci yılı için 15.27 cm/yıl ve bu iki yılın ortalama değeri 8.55 cm/yıl'dır. İki yılda ortalama olarak oyuntu derelerinde 11 cm/yıl, 2. sınıf derelerde 8.4 cm/yıl ve 1. sınıf derelerde ise 2.27 cm/yıl erozyon ölçülmüştür. 2017 ve 2018 yılları için hesaplanan ortalama şev toprak kaybı sırasıyla 56.1 ve 375.3 ton/km/yıl'dır. Bu iki yılın ortalaması ise 215.7 ton/km/yıl olarak hesaplanmıştır. Deneme alanlarındaki yıllık toprak kayıpları 6.2 - 643.5 ton/km/yıl aralığında değişim göstermiştir. İki yılın ortalama şev toprak kaybı oyuntularda 84737 (%92.0) ton/yıl, 1. sınıf derelerde 2939 (%3.2) ton/yıl, 2. sınıf derelerde ise 4434 (%4.8) ton/yıl olarak bulunmuştur. Havza genelinde 2 yılda ortalama tüm kanal ve oyuntulardaki toprak kaybı 92109 ton/yıl olup, birim alanda ortalama 2.46 ton/ha/yıl olarak bulunmuştur. GeoWEPP modeli tarafından tahmin edilen kanal ve oyuntu erozyonu miktarları (2017: 58 ton/yıl; 2018: 19989 ton/yıl) erozyon çubuk yöntemiyle ölçülen değerlere oranla (2017: 24472 ton/yıl; 2018: 159746 ton/yıl) çok daha düşük çıkmıştır.

Ayrıca belirtmek gerekir ki, kullanmış olduğumuz erozyon çubuk yöntemi Türkiye de yapılan ilk çalışmalardan biri olma özelliğine sahiptir. Ülkemizde bundan sonra yapılacak olan kanal ve oyuntu erozyonu çalışmaları için öncü olacağı düşünülmektedir.

2018 yılındaki kanal ve oyuntulardaki toprak kaybı artışı ilkbahar mevsiminden itibaren yılsonuna kadar (Haziran-Ekim) olan yağışların hem sayıca fazla hem de etki gücü açısından büyük olmalarından kaynaklanmaktadır. 2018 yılında alana yayılan homojen ve yüksek miktardaki yağışlarla birlikte şev topraklarının suya doygunluğu artmış ve ayrıca artan su seviyesinin aşındırıcı etkisi ile kanal ve oyuntulardaki erozyon miktarı büyük miktarda artış göstermiştir. Diğer önemli bir husus ise kanal/oyuntu sisteminde gerçekleşen erozyonun ortalama %91.8'i oyuntu

derelerindedir. Bu bağlamda yapılacak kanal ıslahı çalışmalarında oyuntulara daha çok önem verilmesi gerekmektedir.

Beklenenden farklı olarak, çalışmada 2018 yılı için ölçülen AKM miktarı 2017 yılına göre daha az çıkmıştır. 2017 yılı sonunda ÇNHRP kapsamında yapılan kafes-tel ve kuru-duvar eşiklerin rusubat depolaması sonucu SİO'nun düşmesi ile AKM miktarını azalttığı düşünülmektedir. Ayrıca, 2018 yılında yağışların havza alanına homojen yayıldığı, bununda SİO'na etki ederek mansaba ulaşan AKM miktarını düşürdüğü düşünülmektedir. Diğer önemli bir husus ise 2018'de münferit yüksek yağışlarla gerçekleşen kanal ve oyuntu erozyonu miktarlarının gerek sistem içinde depolanması gerekse yatak yükü olarak hareket edişi AKM miktarını beklenenden daha az kılmıştır. Yatak yükü olarak geçen rusubat miktarının toplam rusubat içerisindeki oranı bilinmemektedir, bu da ölçülen ve tahmin edilen değerlerin karşılaştırılmasını zorlaştırmaktadır.

Dolayısıyla 2017 yılındaki az yağışın çok sediment taşınması, kanal ve oyuntunun az oluşu; 2018 yılındaki çok yağışın ise az sediment taşınması, kanal ve oyuntunun fazla oluşu yağışın miktarından daha çok yağışın alana ne şekilde geldiği, şiddeti, sıklığı, yağış süresi, alana eşit yayılma durumu ve bir önceki yağışın ne zaman geldiği yani toprağın suya olan doygunluğu, sıcaklık, buharlaşma gibi durumların ne kadar önem taşıdığı ortaya çıkmıştır.

Tablo 144. Erozyon Çubuk Yöntemi ve Askıda Katı Madde Sonuçları

Yıllar	Kanal ve Oyuntu Toprak Kaybı ton/yıl	Birim Alan Kanal ve Oyuntu Toprak Kaybı ton/ha/yıl	Askıda Katı Madde ton/yıl	Birim Alan Askıda Katı Madde ton/ha/yıl
2017	24472	0.65	36312	0.97
2018	159746	4.26	26108	0.70
ORTALAMA	92109	2.46	31210	0.83
TOPLAM	184218	-----	62420	-----

GeoWEPP modeli, 25 ayrı alt bölmeye ayrılan mikrohavzamızda her alan için 2017, 2018 ve 20 yıllık iklim verisi 50 hektar CSA ile toplamda 75 defa çalıştırılmıştır. 20 Yıllık iklim verisi ile ulaşılan yıllık değerler 20 ile çarpılarak 20 yılda oluşacak erozyonda ayrıca tahmin edilmiştir. Çalıştırma sonucunda bulunan tahmini değerler Tablo 145'te paylaşılmıştır.

Tablo 145. GeoWEPP Tahmin Sonuçları

Yıllar	Yamaç (Hillslope) ton/yıl	Kanal (Channel) ton/yıl	Sediment Verimi ton/yıl	Birim Alan Sediment Verimi ton/ha/yıl
2017	253.5	58.1	87.6	0.0018
2018	136525.2	19989.4	89123.6	2.80
20 Yıl <sub>ortalama</sub>	18212	2492	9501.2	0.27
20 Yıllık	364240 <sub>(ton/20yıl)</sub>	49840 <sub>(ton/20yıl)</sub>	190024 <sub>(ton/20yıl)</sub>	5.36 <sub>(ton/ha/20yıl)</sub>

Üretilen haritalar ve uydu fotoğrafları mikro ölçekte (lokal bazda) eşleştirildiğinde, model ile tahmin edilen erozyon risk alanlarının mevcut durumu yüksek doğruluk oranıyla belirlediği tespit edilmiştir. Üretilen harita üzerinde sediment depolama alanları ayrıca gözükmemektedir.

GeoWEPP modeli genel bağlamda 2017 ve 2018 yılları arasındaki yağış farklılığına bağlı olarak erozyon miktarında da farklılıklar üretmiştir. Toplamda 561 mm'lik yağışın gerçekleştiği 2018 yılı içinde gerçekleşen yüksek şiddetli münferit yağışların bu yılda gerçekleşen erozyon miktarını (89124 ton/yıl) artırmıştır. 2017 yılı için bu değer 87.6 ton/yıl olarak minimal düzeyde gerçekleşmiştir. Bu yıl için model tahmini beklenenden çok daha düşük gerçekleşmiştir. Bu değer küçük oluşundaki en önemli faktörün yağışların karakteristik özellikleri (miktarı, büyüklükleri, frekansı vb.) ve bu yağışlara bağlı olarak model tarafından belirlenen SİO oranındaki küçüklüğün yanında iklim verisinin kısa süreli olduğu tahmin edilmektedir.

Oltu Mikrohavzası'nda yapılan oyuntu ıslahı çalışmalarında toprak erozyonunun azaltılabilmesi için kanal ve oyuntulara uygun kafes-tel ve kuru-duvar eşiklerin uygulanmasının en etkili yol olduğu belirlenmiştir (Tüfekçioğlu, 2018). Aynı şekilde Olur Mikrohavzası'nda yapılan kuru-duvar ve tel-kafes eşiklerin sayısı artırılmalıdır. Alan kumlu toprak yapısı dolayısıyla çok kolay erozyona uğrama potansiyeline sahiptir. Yeterli bitki örtüsü bulunmayan çıplak alanlarda teraslamalar, toprak işleme, ağaçlandırmalar yapıp yüzeysel akışa engel olunmalıdır. Çevirme hendeği gibi ıslah tedbirleriyle oyuntu oluşumları ve erozyonu azaltılabilir. Yeterli ıslah faaliyetlerinin yapılmaması neticesinde havzanın sediment verimi her geçen yıl artacak dolayısıyla Ayvalı barajına olan rüsubat birikimi baraj ömrünü kısaltacaktır.

Bulunan erozyon değerlerinin (özellikle kanal ve oyuntular için) elbette ki alandaki faaliyetlerle doğrudan ilişkisi olmaktadır. Aslında sediment verimini doğrudan

etkileyen öncelikli olarak yağış miktar ve karakteristikleridir, bunun akabinde bitki örtüsünden yoksun çıplak alanlar, tarım alanlarında uygulanan teknikler ve havzanın yaklaşık yarısını kaplayan mera alanlarındaki aşırı otlatma gelmektedir. Otlatma kapasitesinin aşılmadığı, münavebeli otlatma, taş toplama, suluk, gölgelik gibi çalışmalar yapılarak meraların iyileştirilmeleri sağlanmalıdır. Köylerdeki hayvan sayısının mera otlatma kapasitesine göre sınırlandırılması ve otlamanın bir plan dahilinde yapılarak toprak ve su kaynaklarına olan baskının minimize edilmesi gerekmektedir. Tarıma uygun arazilerin sınırlı olması dolayısıyla halk için seracılık, arıcılık gibi yeni iş kolları üretmek gereklidir. Böylece uygun olmayan yerlerdeki tarımın yapılması engellenebilir. Ormanlık alanlar üzerindeki baskıda beraberinde azalacaktır.



## EKLER

❖ WEPP toprak dosyası hazırlamak için kullanılan formüller:

- Hidrolik iletkenlik (Flanagan & Livingston, 1995)

*Kil içeriği ≤ 40% olan topraklar için*

$$\text{Ek Formül 1. } K_b = -0.265 + 0.0086 * \text{SAND}^{1.8} + 11.46 * \text{CEC}^{-0.75}$$

*Kil içeriği > 40% olan topraklar için*

$$\text{Ek Formül 2. } K_b = 0.0066 \exp(244 / \text{CLAY})$$

- Albedo (Flanagan & Livingston, 1995)

$$\text{Ek Formül 3. } \text{SALB} = 0.6 / \exp(0.4 * \text{ORGMAT})$$

- Erodibilite değerleri ve kesme direnci (Flanagan & Livingston, 1995)

*% 30 ve üzerinde kum içeren tarım toprakları için*

$$\text{Ek Formül 4. } K_i = 2728000 + 192100 * \text{VFS}$$

$$\text{Ek Formül 5. } K_r = 0.00197 + 0.00030 * \text{VFS} + 0.03863 * \exp(-1.84 * \text{ORGMAT})$$

$$\text{Ek Formül 6. } \tau_c = 2.67 + 0.065 * \text{CLAY} - 0.058 * \text{VFS}$$

*% 30'dan daha az kum içeren tarım toprakları için*

$$\text{Ek Formül 7. } K_i = 6054000 - 55130 * \text{CLAY}$$

$$\text{Ek Formül 8. } K_r = 0.0069 + 0.134 * \exp(-0.20 * \text{CLAY})$$

$$\text{Ek Formül 9. } \tau_c = 3.5$$

Mera toprakları için

Ek Formül 10.  $K_i = 1810000 - 19100 \cdot \text{SAND} - 63270 \cdot \text{ORGMAT} - 846000 \cdot \Theta_{fc}$

Ek Formül 11.  $K_r = [0.000024 \cdot \text{CLAY} - 0.000088 \cdot \text{ORGMAT} - 0.00088 \cdot \text{BD}_{\text{dry}} - 0.00048 \cdot \text{ROOT10}] + 0.0017$

Ek Formül 12.  $\tau_c = 3.23 - 0.056 \cdot \text{SAND} - 0.244 \cdot \text{ORGMAT} + 0.9 \cdot \text{BD}_{\text{dry}}$

- Saturasyon seviyesi (URL-5; Saxton, 1986)

Ek Formül 13.  $\% \text{SAT} = 0.332 - 0.0007251 \cdot \text{SAND} + 0.1276 \cdot \text{LOG10}(\text{CLAY})$

- Kasyon değişim kapasitesi (URL-6; Yüksel, 2001)

Ek Formül 14.  $\text{KDK} = (\% \text{O.M} \cdot 2.5) + (\% \text{KİL} \cdot 0,57)$

- ❖ Erozyon çubuklarının 2017 ve 2018 yıllarını kapsayan 6 aylık periyot ölçüm değerleri alan numaraları, isimleri ve dere sınıflarıyla beraber paylaşılmıştır:

Transect No	Dere Kenarı	Çubuk no	5/11/2016	28/05/2017	fark(cm)	14/10/2017	fark(cm)	15/05/2018	fark(cm)	4/11/2018	yeni	fark(cm)
1	Sağ taraf	1 (alt)	15	13.5	-1.5	14.2	0.7	13.3	-0.9	30.5	9	17.2
		1 (alt)	20	20	0	15.3	-4.7	15.1	-0.2	50	-	34.9
		2 (üst)	12.8	12.8	0	13.5	0.7	14.7	1.2	10.2	10.2	-4.5
2	Sağ taraf	1 (alt)	18.6	17.1	-1.5	6.4	-10.7	8.5	2.1	8	8	-0.5
		2 (üst)	18	18.1	0.1	17.8	-0.3	19.3	1.5	17.2	17.2	-2.1
	Sol taraf	1 (alt)	22.2	26	3.8	19.2	-6.8	25	5.8	2.3	2.3	-22.7
		2 (üst)	18.4	20	1.6	22.5	2.5	22.5	0	23.3	23.3	0.8
3	Sağ taraf	1 (alt)	21.2	22	0.8	20.8	-1.2	21	0.2	20.1	20.1	-0.9
		1 (alt)	21.5	31	9.5	29.5	-1.5	32	2.5	50	-	18
		2 (üst)	16.4	18.1	1.7	18.5	0.4	18.7	0.2	18.1	18.1	-0.6
4	Sağ taraf	1 (alt)	11.5	12	0.5	11.4	-0.6	10.4	-1	50	-	39.6
		1 (alt)	19.8	20	0.2	23.5	3.5	-	-	50	-	-
5	Sağ taraf	1 (alt)	25.4	25.5	0.1	18.4	-7.1	24.9	6.5	19	19	-5.9
		2 (üst)	23.8	24	0.2	23	-1	23.3	0.3	24.7	24.7	1.4
	Sol taraf	1 (alt)	27.8	28	0.2	25	-3	27.2	2.2	21.3	21.3	-5.9
		2 (üst)	15.5	15.5	0	15.5	0	16.2	0.7	16.3	16.3	0.1
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)					0.98	-1.82	1.41	4.59				
Mevsim					kış ve bahar	yaz ve sonbahar	kış ve bahar	yaz ve sonbahar				
ALAN 1: OLURDERE 2ND					2017	2017	2018	2018				

Ek Şekil 1. Alan 1: Olurdere 2. Sınıf Çubuk Erozyon Değerleri

Transect No	Dere Kenarı	Çubuk no	5/11/2016	28/05/2017	fark(cm)	14/10/2017	fark(cm)	15/05/2018	Yeni	fark(cm)	4/11/2018	Yeni	fark(cm)
1	Sağ taraf	1 (alt)	15.6	15.5	-0.1	11.6	-3.9	9.5	9.5	-2.1	2	2	-7.5
		2 (üst)	10.5	10	-0.5	10.1	0.1	13	13	2.9	24	24	11
	Sol taraf	1 (alt)	duvar	duvar	0	duvar	0	duvar	duvar	0	duvar	duvar	0
2	Sağ taraf	1 (alt)	10.3	11.5	1.2	10	-1.5	12.5	12.5	2.5	11.7	11.7	-0.8
	Sol taraf	1 (alt)	duvar	duvar	0	duvar	0	duvar	duvar	0	duvar	duvar	0
3	Sağ taraf	1 (alt)	10	11	1	10.6	-0.4	50	14.8	39.4	50	15.5	35.2
		2 (üst)	16	16	0	15	-1	29.5	11.1	14.5	50	9.8	38.9
	Sol taraf	1 (alt)	11	16.5	5.5	16.5	0	29	18	12.5	50	Taslik	32
4	Sağ taraf	1 (alt)	10.7	23.5	12.8	20	-3.5	24.3	24.3	4.3	50	11.5	25.7
		2 (üst)	13.5	13.5	0	11	-2.5	12.4	12.4	1.4	16.7	16.7	4.3
	Sol taraf	1 (alt)	29.5	37	7.5	35.5	-1.5	50	10.8	14.5	50	Taslik	39.2
5	Sağ taraf	1 (alt)	10.7	11.2	0.5	11.9	0.7	12.5	12.5	0.6	50	13.5	37.5
		2 (üst)	9.4	9.5	0.1	10.3	0.8	11.3	11.3	1	50	-	38.7
	Sol taraf	1 (alt)	22.7	22.3	-0.4	23	0.7	18	18	-5	AlanaGirildi	-	-
		2 (üst)	13	12.3	-0.7	12.3	0	15.7	15.7	3.4	AlanaGirildi	-	-
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)					1.79	-0.80	5.99	19.55					
Mevsim					kış ve bahar	Yaz ve Sonbahar	kış ve bahar	Yaz ve Sonbahar					
<b>ALAN 2: BOĞAZGÖREN 2ND</b>					2017	2017	2018	2018					

Ek Şekil 2. Alan 2: Boğazgören 2. Sınıf Çubuk Erozyon Değerleri

Transect No	Dere Kenarı	Çubuk no	5/11/2016	28/05/2017	Yeni(cm)	fark(cm)	14/10/2017	fark(cm)	15/05/2018	Yeni	fark(cm)	4/11/2018	Yeni	fark(cm)
1	Sağ taraf	1 (alt)	14	13.5	13.5	-0.5	13	-0.5	14.5	14.5	1.5	50	14.8	35.5
		1(yeni üst)											10.2	
	Sol taraf	1 (alt)	taşlık	taşlık	taşlık	0	taşlık	0	taşlık	taşlık	0	taşlık	taşlık	0
2	Sağ taraf	1 (alt)	16.5	29	29	12.5	28	-1	38	22.5	10	50	12.6	27.5
			19.8	36.5	14.2	16.7	14	-0.2	23.7	11.1	9.7	50	10	38.9
	Sol taraf	1 (alt)	taşlık	taşlık	taşlık	0	taşlık	0	taşlık	taşlık	0	taşlık	taşlık	0
3	Sağ taraf	1 (alt)	15.3	12	12	-3.3	11.5	-0.5	9	9	-2.5	50	13.3	41
		2 (üst)	11	11.5	11.5	0.5	12.5	1	13.3	13.3	0.8	50	8.5	36.7
	Sol taraf	1 (alt)	taşlık	taşlık	taşlık	0	taşlık	0	taşlık	taşlık	0	taşlık	taşlık	0
4	Sağ taraf	1 (alt)	taşlık	taşlık	taşlık	0	taşlık	0	taşlık	taşlık	0	taşlık	taşlık	0
	Sol taraf	1 (alt)	taşlık	taşlık	taşlık	0	taşlık	0	taşlık	taşlık	0	taşlık	taşlık	0
5	Sağ taraf	1 (alt)	taşlık	taşlık	taşlık	0	taşlık	0	taşlık	taşlık	0	taşlık	taşlık	0
		2 (üst)	taşlık	taşlık	taşlık	0	taşlık	0	taşlık	taşlık	0	taşlık	taşlık	0
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)					2.16	-0.10	1.63	14.97						
Mevsim					kış ve bahar	Yaz ve Sonbahar	kış ve bahar	Yaz ve Sonbahar						
<b>ALAN 3: AŞAĞIKARACASU 2ND</b>					2017	2017	2018	2018						

Ek Şekil 3. Alan 3: Aşağıkaracasu 2. Sınıf Çubuk Erozyon Değerleri

Transect No	Dere Kenarı	Çubuk no	5/11/2016	yeni	28/05/2017	yeni	fark(cm)	14/10/2017	yeni	fark(cm)	15/05/2018	yeni	fark(cm)	4/11/2018	Yeni	fark(cm)	
1	Sağ taraf	1 (yeni alt)							18.5		17.8	17.8	-0.7	17.1	17.1	-0.7	
		2 (orta)	50	11.6	9.5	9.5	-2.1	11.6	11.6	2.1	14.2	14.2	2.6	15	15	0.8	
		3 (üst)	13.3	13.3	11.5	11.5	-1.8	13	13	1.5	es geçilmiş	0		es geçilmiş	es geçilmiş		
	Sol taraf	1 (alt)	50	23.8	24.5	24.5	0.7	23.7	23.7	-0.8	0	0	-23.7	42	14.2	42	
		2 (üst)	10.4	10.4	15	15	4.6	15.6	15.6	0.6	20	20	4.4	37.8	10.3	17.8	
		3 (üst)	10.3	10.3	10.3	10.3	0	13	13	2.7	25.5	25.5	12.5	25	11	-0.5	
	2	Sağ taraf	1 (alt)	60	5.8	iptal											
			2 (üst)	24.7	5.8	6.3	6.3	0.5	5.7	5.7	-0.6	5	5	-0.7	5	5	0
		Sol taraf	1 (alt)	16.9	16.9	15	15	-1.9	16	16	1	16	16	0	13	13	-3
2 (orta)			13.9	13.9	12.2	12.2	-1.7	13.7	13.7	1.5	13.6	13.6	-0.1	13	13	-0.6	
3 (üst)			11.7	11.7													
3		Sağ taraf	1 (alt)	15.8	15.8	16.4	16.4	0.6	17	17	0.6	18.6	18.6	1.6	18.6	18.6	0
	2 (üst)		20.2	20.2	20.5	20.5	0.3	22	22	1.5	22	22	0	22	22	0	
	Sol taraf	1 (alt)	21.3	21.3	24.2	24.2	2.9	26	26	1.8	37	37	11	50	50	13	
		2 (orta)	26	26	25	25	-1	26.2	26.2	1.2	25.3	25.3	-0.9	17.1	17.1	-8.2	
		3 (üst)	16.2	16.2	15.3	15.3	-0.9	15	15	-0.3	15.8	15.8	0.8	16	16	0.2	
	4	Sağ taraf	1 (alt)	15	15	8.5	8.5	-1.5	15	15	6.5	15.3	15.3	0.3	7	7	-8.3
2 (üst)			18	18	17.8	17.8	-0.2	17.8	17.8	0	16.1	16.1	0.6	15.1	15.1	-1	
Sol taraf		1 (alt)	9.8	9.8	10.5	10.5	0.7	9.4	9.4	-1.1	4.5	4.5	-4.9	8	8	3.5	
		2 (orta)	0	0													
5		Sağ taraf	1 (alt)	29.8	14.2	19	0	4.8	19	19	19	19	0	6.4	6.4	-12.6	
			Sol taraf				9.2		5.1	5.1	-4.1	0	14.5	-5.1	50	50	35.5
	1 (alt)	7.1	7.1	6	6	-1.1	6.4	6.4	0.4	6.8	6.8	0.4	4.7	4.7	-2.1		
	2 (üst)	12.2	12.2	11.1	11.1	-1.1	10.8	10.8	-0.3	12	12	1.2	10.8	10.8	-1.2		
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)							0.12		1.58		0.00		3.57				
Mevsim	ALAN 4: OLUR 1ST						kış ve bahar		Yaz ve Sonbahar		kış ve bahar		Yaz ve Sonbahar				
						2017		2017		2018		2018					

Ek Şekil 4. Alan 4: Olur 1. Sınıf Çubuk Erozyon Değerleri

Transect No	Dere Kenarı	Çubuk no	5/11/2016	Yeni	28/05/2017	Yeni	Fark(cm)	14/10/2017	Yeni	Fark(cm)	15/05/2018	Yeni	Fark(cm)	4/11/2018	Yeni	Fark(cm)
1	Sağ taraf	1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (üst)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sol taraf	1 (alt)	15	15	12.5	12.5	-2.5	8.5	8.5	-4	6	6	-2.5	50	15	44
		2 (üst)	14.3	14.3	15	15	0.7	12.5	12.5	-2.5	17.5	17.5	5	24	24	6.5
2	Sağ taraf	1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.4	12.4	12.4
		2 (üst)	10.2	10.2	9.1	9.1	-1.1	10	10	0.9	10.2	10.2	0.2	10.5	10.5	0.3
	Sol taraf	1 (alt)	0	12	10	10	-2	7.2	7.2	-2.8	3	3	-4.2	16	16	13
		2 (üst)	21.2	21.2	23.8	23.8	2.6	21.2	21.2	-2.6	25.6	25.6	4.4	16	16	-9.6
3	Sağ taraf	1 (alt)	31.7	31.7	26	26	-5.7	27.3	27.3	1.3	19.2	19.2	-8.1	?	?	?
		1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sol taraf	2 (orta)	22	22	22.2	22.2	0.2	25	9.6	2.8	13	13	3.4	13	13	0
		3 (üst)	16.1	16.1	17.1	17.1	1	50	-	32.9	-	11.4		11	11	
4	Sağ taraf	1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	-14
			20.6	20.6	16.4	16.4	-4.2	15.1	15.1	-1.3	19.1	19.1	4	11.3	11.3	-7.8
	Sol taraf	1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16.4	16.4	16.4
		2 (üst)	12.7	12.7	12.8	12.8	0.1	14.1	14.1	1.3	16.2	16.2	2.1	14	14	-2.2
5	Sağ taraf	1 (alt)	18.5	18.5	18	18	-0.5	16.3	16.3	-1.7	9.6	9.6	-6.7	15.1	15.1	5.5
			13.4	14.7	14.7	1.3	15.5	15.5	0.8	19	19	3.5	13.4	13.4	-5.6	
	Sol taraf	1 (alt)	14.4	14.4	11.4	11.4	-3	10.5	10.5	-0.9	11.8	11.8	1.3	26	26	14.2
		2 (üst)	7.9	7.9	7.8	7.8	-0.1	7.8	7.8	0	9	9	1.2	13.8	13.8	4.8
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)							-0.66		1.33		0.45		3.99			
Mevsim	ALAN 5: YEŞİLBAĞLAR 1ST						kış ve ilkbahar		Yaz ve Sonbahar		kış ve bahar		Yaz ve Sonbahar			
						2017		2017		2018		2018				

Ek Şekil 5. Alan 5: Yeşilbağlar 1. Sınıf Çubuk Erozyon Değerleri



Transect No	Dere Kenarı	Çubuk no	5/11/2016	yeni	28/05/2017 fark(cm)	14/10/2017 fark(cm)	15/05/2018 fark(cm)	4/11/2018 fark(cm)				
1	Sağ taraf	1 (alt)	0	0	0	0	0	0				
		2 (üst)	17	17	17	0	15	-2	16.5	1.5	15.4	-1.1
	Sol taraf	1 (alt)	12.6	12.6	12.8	0.2	12.8	0	16.2	3.4	16.3	0.1
		2 (üst)	10.4	10.4	11.5	1.1	10.6	-0.9	12.3	1.7	17.1	4.8
2	Sağ taraf	1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (üst)	17.3	17.3	21	3.7	18.1	-2.9	25.5	7.4	23.5	-2
	Sol taraf	1 (alt)	11.7	11.7	12.8	1.1	13	0.2	12.5	-0.5	11.7	-0.8
		2 (orta)	9.3	9.3	11.5	2.2	11	-0.5	13.3	2.3	11.2	-2.1
3	Sağ taraf	1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (üst)	10.2	10.2	8.9	-1.3	8.5	-0.4	9.5	1	9.5	0
	Sol taraf	1 (alt)	15.5	15.5	15.8	0.3	15.3	-0.5	16.5	1.2	16.5	0
		2 (üst)	8	13.2	5.2	14.8	1.6	17.7	2.9	17.7	0	
4	Sağ taraf	1 (alt)	22	22	24.2	2.2	24.5	0.3	23.5	-1	23.5	0
	Sol taraf	1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	Sağ taraf	1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sol taraf	1 (alt)	11	11	29	18	27.5	-1.5	34.6	7.1	34	-0.6
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)						2.04	-0.41	1.69	-0.11			
Mevsim						kış ve bahar	yaz ve sonbahar	kış ve bahar	yaz ve sonbahar			
<b>ALAN 6: ALTUNKAYA 1ST</b>					2017	2017	2018	2018				

Ek Şekil 6. Alan 6: Altunkaya 1. Sınıf Çubuk Erozyon Değerleri

Transect No	Dere Kenarı	Çubuk no	5/11/2016	yeni	28/05/2017 fark(cm)	14/10/2017 Yeni fark(cm)	15/05/2018 fark(cm)	4/11/2018 Yeni fark(cm)						
1	Sağ taraf	1 (alt)	22.5	22.5	22.7	0.2	24	21	1.3	17.3	-3.7	50	20.2	32.7
		2 (üst)	10.4	10.4	16.8	6.4	16.6	10.3	-0.2	16.3	6	50	20.8	33.7
	Sol taraf	1 (alt)	0	8.5	9	0.5	8.1	8.1	-0.9	9.7	1.6	50	11.3	40.3
		2 (üst)	14	14	12.3	-1.7	11.3	11.3	-1	9.8	-1.5	50	-	40.2
2	Sağ taraf	1 (alt)	0	0	10.8	10.8	0	0	-10.8	0	0	15.7	15.7	15.7
		2 (orta)	11	11	14.8	3.8	11.5	11.5	-3.3	6.7	-4.8	15.2	15.2	8.5
		3 (üst)	11.3	11.3	13	1.7	15	15	2	20.4	5.4	23.1	23.1	2.7
	Sol taraf	1 (alt)	7.2	7.2	6.2	-1	13.3	13.3	7.1	0	-13.3	50	11.2	50
2 (üst)		6.5	6.5	5.7	-0.8	5.7	5.7	0	15	9.3	50	11.8	35	
3	Sağ taraf	1 (alt)	14.2	14.2	20	5.8	19.5	13	-0.5	13.2	0.2	50	50	36.8
		2 (orta)	18.4	18.4	23.9	5.5	19.8	10.3	-4.1	17.8	7.5	20	9.4	2.2
		3 (üst)	23.5	23.5	25	1.5	25	15.7	0	23.8	8.1	27.7	11.5	3.9
	Sol taraf	1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	11.4	50
2 (üst)		21.3	21.3	14.2	-7.1	13.5	13.5	-0.7	14	0.5	50	12.8	36	
4	Sağ taraf	1 (alt)	22.7	22.7	19	-3.7	19.3	19.3	0.3	19	-0.3	50	13.8	31
	Sol taraf	1 (alt)	16	16	10.3	-5.7	7.3	7.3	-3	2.5	-4.8	50	18	47.5
5	Sağ taraf	1 (alt)	3.1	3.1	2	-1.1	2	2	0	2	0	0	0	-2
		2 (üst)	9.8	9.8	10	0.2	10.4	10.4	0.4	10.4	0	10.6	10.6	0.2
	Sol taraf	1 (alt)	10.1	10.1	13.5	3.4	13.5	13.5	0	11.3	-2.2	50	10.4	38.7
		2 (üst)	20.3	20.3	13.5	-6.8	13.3	13.3	-0.2	14.5	1.2	50	-	35.5
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)						0.65	-0.69	0.75	27.04					
Mevsim						kış ve bahar	yaz ve sonbahar	kış ve bahar	yaz ve sonbahar					
<b>ALAN 7: OLUR 1 OYUNTU</b>					2017	2017	2018	2018						

Ek Şekil 7. Alan 7: Olur 1 Oyuntu Çubuk Erozyon Değerleri

Transect No	Dere Kenarı	Çubuk no	5/11/2016	28/05/2017	fark(cm)	14/10/2017	fark(cm)	15/05/2018	fark(cm)	4/11/2018	Yeni	fark(cm)
1	Sağ taraf	1 (alt)	15	16.3	1.3	15.3	-1	21.1	5.8	30.2	13.7	9.1
	Sol taraf	1 (alt)	27.2	27.8	0.6	25.2	-2.6	25.2	0	50	50	24.8
2	Sağ taraf	1 (alt)	26.5	25	-1.5	25	0	22.3	-2.7	50	-	27.7
		2 (üst)	6	6.5	0.5	6.5	0	7.1	0.6	27	27	19.9
	Sol taraf	1 (alt)	7.2	10	2.8	iptal	iptal	iptal	iptal	iptal	iptal	iptal
		2 (üst)	12.4	10.4	-2	iptal	iptal	iptal	iptal	iptal	iptal	iptal
3	Sağ taraf	1 (alt)	5.5	4.5	-1	0	-4.5	0	0	13.8	13.8	13.8
		2 (üst)	0	0	0	0	0					
	Sol taraf	1 (alt)	5.6	4.3	-1.3	0	-4.3	0	0	50	-	50
4	Sağ taraf	1 (alt)	23	21.5	-1.5	22.8	1.3	23.8	1	37.4	37.4	13.6
		2 (üst)	15.1	11.5	-3.6	11.2	-0.3	12.1	0.9	15.3	15.3	3.2
	Sol taraf	1 (alt)	12.9	13	0.1	12.3	-0.7	14.4	2.1	50	-	35.6
		2 (üst)	22.8	23.6	0.8	24	0.4	23.3	-0.7	50	-	26.7
5	Sağ taraf	1 (alt)	20	20.3	0.3	22.7	2.4	17.9	-4.8	50	-	32.1
		2 (üst)	15	13	-2	13.5	0.5	14.6	1.1	50	-	35.4
	Sol taraf	1 (alt)	25.5	25	-0.5	25.5	0.5	26.1	0.6	50	-	23.9
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)					-0.44	-0.59	0.30				24.29	
Mevsim					kış ve bahar	yaz ve sonbahar	kış ve bahar				yaz ve sonbahar	
<b>ALAN 8 : OLUR 2 OYUNTU</b>					2017	2017	2018				2018	

Ek Şekil 8. Alan 8: Olur 2 Oyuntu Çubuk Erozyon Değerleri

Transect No	Dere Kenarı	Çubuk no	5/11/2016	yeni	28/05/2017	fark(cm)	14/10/2017	fark(cm)	15/05/2018	yeni	fark(cm)	4/11/2018	Yeni	fark(cm)
1	Sağ taraf	1 (alt)	13.7	13.7	9.1	-4.6	7.1	-2	4.1	4.1	-3	3	3	-1.1
		2 (üst)	8	8	7.9	-0.1	11	3.1	9.1	9.1	-1.9	9.7	9.7	0.6
	Sol taraf	1 (alt)	14.2	14.2	12	-2.2	8.3	-3.7	50	11.3	41.7	11	11	-0.3
2	Sağ taraf	1 (alt)	0	0	11.2	11.2	8	-3.2	8.5	8.5	0.5	9.3	9.3	0.8
		2 (üst)		11	0	-11	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sol taraf	1 (alt)	10.3	10.3	10.3	0	10.2	-0.1	12.5	12.5	2.3	12.8	12.8	0.3
		2 (üst)	13.2	13.2	12.7	-0.5	13.8	1.1	13.4	13.4	-0.4	14.1	14.1	0.7
		1 yeni alt						21.3	21.3	21.3	28	28	6.7	
3	Sağ taraf	1 (alt)	31.6	13.3	11.8	-1.5	9	-2.8	11	11	2	37.8	18	26.8
		2 (üst)												
	Sol taraf	1 yeni alt							10.2	10.2	10.2	50	-	39.8
		1 (alt)	12.3	12.3	12.3	0	8.2	-4.1	9.6	9.6	1.4	50	20	40.4
		2 (üst)												
4	Sağ taraf	1 (alt)	20	20	19.5	-0.5	0.5	-19	4.3	4.3	3.8	50	-	45.7
		2 (üst)	17.8	17.8	19.3	1.5	20.5	1.2	21.6	21.6	1.1	50	-	28.4
	Sol taraf	1 (alt)	11.3	11.3	8	-3.3	6.2	-1.8	4.7	4.7	-1.5	50	-	45.3
5	Sağ taraf	1 (alt)	8.2	8.2	6.8	-1.4	8	1.2	8.9	8.9	0.9	0	0	-8.9
		Sol taraf	1 (alt)	14.2	14.2	14	-0.2	14	0	15.9	15.9	1.9	30	16.5
		2 (üst)	15.8	15.8	16.2	0.4	17	0.8	17.3	17.3	0.3	32.7	18.2	15.4
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)					-0.81	-1.95	4.74				14.98			
Mevsim					kış ve bahar	yaz ve sonbahar	kış ve bahar				yaz ve sonbahar			
<b>ALAN 9: BOĞAZGÖREN 1 OYUNTU</b>					2017	2017	2018				2018			

Ek Şekil 9. Alan 9: Boğazgören 1 Oyuntu Çubuk Erozyon Değerleri

Transect No	Dere Kenarı	Çubuk no	5/11/2016	28/05/2017	fark(cm)	14/10/2017	fark(cm)	15/05/2018	fark(cm)	4/11/2018	Yeni	fark(cm)
1	Sağ taraf	1 (alt)	4	9.5	5.5	9.3	-0.2	7.6	-1.7	50	-	42.4
		2 (orta)	22	0	-22	0	0	0	0	50	-	50
		3 (üst)	18.2	19.5	1.3	22.8	3.3	23.2	0.4	22.8	22.8	-0.4
	Sol taraf	1 (alt)	19.1	18.6	-0.5	17.4	-1.2	16.4	-1	15.5	15.5	-0.9
		2 (üst)	12.2	16.7	4.5	15.8	-0.9	15	-0.8	16.3	16.3	1.3
2	Sağ taraf	1 (alt)	11.5	12.3	0.8	12.5	0.2	11.8	-0.7	50	-	38.2
		2 (orta)	12	12.1	0.1	11.8	-0.3	11.5	-0.3	50	-	38.5
		3 (üst)	12.5	12	-0.5	12.2	0.2	11.7	-0.5	11.7	11.7	0
	Sol taraf	1 (alt)	14.5	14.7	0.2	14.5	-0.2	13	-1.5	10.2	10.2	-2.8
		2 (orta)	16.5	18.2	1.7	15.3	-2.9	11.2	-4.1	13.7	13.7	2.5
3	Sağ taraf	1 (alt)	15.6	19.4	3.8	14.7	-4.7	15.2	0.5	50	10.4	34.8
		2 (orta)	11.8	10.5	-1.3	9.8	-0.7	8.1	-1.7	15.5	15.5	7.4
		3 (üst)	6.5	5.8	-0.7	5	-0.8	3.7	-1.3	1.5	1.5	-2.2
	Sol taraf	1 (alt)	9.8	9.7	-0.1	8.8	-0.9	6.1	-2.7	11.2	11.2	5.1
		2 (üst)	20	20	0	24	4	21.9	-2.1	25.1	25.1	3.2
4	Sağ taraf	1 (alt)	15.8	16	0.2	17.4	1.4	17.2	-0.2	50	-	32.8
		2 (orta)	15.2	15.7	0.5	15.2	-0.5	15.7	0.5	17.1	17.1	1.4
		3 (üst)	15.5	15.3	-0.2	15.8	0.5	15	-0.8	15.5	15.5	0.5
	Sol taraf	1 (alt)	17.8	18.2	0.4	18.1	-0.1	17.5	-0.6	18.2	18.2	0.7
		2 (üst)	15.8	16	0.2	16.6	0.6	18	1.4	19.4	19.4	1.4
5	Sağ taraf	1 (alt)	7.1	9	1.9	8.1	-0.9	0.8	-7.3	4.2	4.2	3.4
		2 (üst)	15.2	16	0.8	17.2	1.2	18.4	1.2	50	-	31.6
	Sol taraf	1 (alt)	12.7	13.4	0.7	13.5	0.1	11.8	-1.7	43.5	9.3	31.7
		2 (üst)	11	10.5	-0.5	11	0.5	10.5	-0.5	12.4	12.4	1.9
	Ortalama Erozyon Miktarı (cm)					-0.13	-0.10	-1.06				13.44
	Mevsim					kış ve bahar	Yaz ve Sonbahar	kış ve bahar				Yaz ve Sonbahar
<b>ALAN 10: BOĞAZGÖREN 2 OYUNTU</b>					2017	2017	2018				2018	

Ek Şekil 10. Alan 10: Boğazgören 2 Oyuntu Çubuk Erozyon Değerleri

Transect No	Dere Kenarı	Çubuk no	5/11/2016	28/05/2017	fark(cm)	14/10/2017	Yeni	fark(cm)	15/05/2018	fark(cm)	4/11/2018	Yeni	fark(cm)
1	Sağ taraf	1 (alt)	11.8	11.8	0	10.5	6	-1.3	6.5	0.5	5	5	-1.5
		2 (üst)											
	Sol taraf	1 (alt)	1										
		2 (üst)	11.5	11.8	0.3	11	6	-0.8	7.5	1.5	5.3	5.3	-2.2
2	Sağ taraf	1 (alt)	4.7	6.2	1.5	5.7	5.7	-0.5	5.1	-0.6	13.5	13.5	8.4
		2 (üst)	8.8	8.6	-0.2	5	5	-3.6	4	-1	10	10	6
	Sol taraf	1 (alt)	7	5	-2	4.8	4.8	-0.2	7	2.2	4.5	4.5	-2.5
		2 (üst)											
3	Sağ taraf	1 (alt)	4	5	1	50	10.7	45	12.8	2.1	Dozer	Dozer	
		2 (üst)											
	Sol taraf	1 (alt)	11.4	12	0.6	10	10	-2	12.2	2.2	15.2	15.2	3
		2 (üst)											
4	Sağ taraf	1 (alt)	9.2	9.2	0	9.6	9.6	0.4	8.5	-1.1	50	-	41.5
		2 (üst)											
	Sol taraf	1 (alt)	3.2	3.2	0	2.7	2.7	-0.5	3.9	1.2	50	7.3	46.1
		2 (üst)											
5	Sağ taraf	1 (alt)	6	3.4	-2.6	6.8	6.8	3.4	8.7	1.9	12.8	12.8	4.1
	Sol taraf	1 (alt)	7.5	7.4	-0.1	5.8	5.8	-1.6	5.9	0.1	50	-	44.1
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)					-0.14	3.48	0.82				14.70		
Mevsim					kış ve bahar	yaz ve sonbahar	kış ve bahar				yaz ve sonbahar		
<b>ALAN 11: BOĞAZGÖREN 3 OYUNTU</b>					2017	2017	2018				2018		

Ek Şekil 11. Alan 11: Boğazgören 3 Oyuntu Çubuk Erozyon Değerleri

Transect No	Dere Kenarı	Çubuk no	5/11/2016	yeni	28/05/2017	fark(cm)	14/10/2017	yeni	fark(cm)	15/05/2018	Yeni	fark(cm)	4/11/2018	Yeni	fark(cm)
1	Sağ taraf	1 (alt)	0.5	0.5	4	3.5	21	8	17	8.3	8.3	0.3	33.4	9.8	25.1
		2 (üst)	60	8	13.4	5.4	16	16	2.6	22.6	22.6	6.6	22.5	14.7	-0.1
	Sol taraf	1 (alt)	9	9	8.8	-0.2	7.6	7.6	-1.2	8	8	0.4	9.5	9.5	1.5
		2 (üst)													
2	Sağ taraf	1 (alt)	6.5	6.5	5	-1.5	30	9.7	25	4.3	4.3	-5.4	50	-	45.7
		2 (üst)	15	15	11	-4	15.5	15.5	4.5	16.8	16.8	1.3	20	20	3.2
	Sol taraf	1 (alt)													
		2 (üst)	9.5	9.5	11	1.5	9.8	9.8	-1.2	9.4	9.4	-0.4	10.6	10.6	1.2
3	Sağ taraf	1 (alt)	8	8	7.9	-0.1	9.5	9.5	1.6	9.5	9.5	0	24.2	24.2	14.7
		2 (üst)	7.8	7.8	7.8	0	14.9	14.9	7.1	8.1	8.1	-6.8	24.3	8.9	16.2
	Sol taraf	1 (alt)													
		2 (üst)													
4	Sağ taraf	1 (alt)	13.3	13.3	14.6	1.3	50	50	35.4	15	15	-35	32	iptal	17
		2 (üst)	8	8	7.9	-0.1	14.6	14.6	6.7	50	9	35.4	50	11	41
	Sol taraf	1 (alt)	18	18	23.7	5.7	40.9	32	17.2	21	21	-11	50	35	29
		2 (orta)	13	13	19.5	6.5	21.7	10.8	2.2	11.3	11.3	0.5	20	20	8.7
5	Sağ taraf	1 (alt)	11.4	11.4	8	-3.4	50	9	42	8.5	8.5	-0.5	23	23	14.5
		2 (üst)	7.6	7.6	10.5	2.9	9	9	-1.5	17	17	8	50	-	33
	Sol taraf	1 (alt)	7	7	5	-2	12.9	12.9	7.9	3	3	-9.9	50	-	47
2 (üst)															
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)						1.03		11.02		-0.66		20.23			
Mevsim						kış ve bahar		yaz ve sonbahar		kış ve bahar		yaz ve sonbahar			
<b>ALAN 12: BOĞAZGÖREN 4 OYUNTU</b>						2017		2017		2018		2018			

Ek Şekil 12. Alan 12: Boğazgören 4 Oyuntu Çubuk Erozyon Değerleri

Transect No	Dere Kenarı	Çubuk no	5/11/2016	yeni	28/05/2017	yeni	fark(cm)	14/10/2017	fark(cm)	15/05/2018	fark(cm)	4/11/2018	Yeni	fark(cm)
1	Sağ taraf	1 (alt)	11	11	11.8	11.8	0.8	11.3	-0.5	11.7	0.4	13	13	1.3
		2 (üst)	20.5	20.5	20.8	20.8	0.3	19.9	-0.9	21.4	1.5	24.8	24.8	3.4
	Sol taraf	1 (alt)	7.8	7.8	9.5	9.5	1.7	7.5	-2	8	0.5	8.4	8.4	0.4
		2 (üst)	15.3	15.3	12.8	12.8	-2.5	13.1	0.3	13	-0.1	13.8	13.8	0.8
2	Sağ taraf	1 (alt)	2	2	0	0	-2	0	0	0	0	0	0	0
		2 (üst)	16.5	16.5	19	19	2.5	19.9	0.9	20.5	0.6	20.5	20.5	0
	Sol taraf	1 (alt)	60	8.5	50	7.3	41.5	8	0.7	8.5	0.5	50	-	41.5
		2 (üst)	60	7.5	50	50	42.5							
3	Sağ taraf	1 (alt)	5.8	5.8	9.9	9.9	4.1	10	0.1	16.6	6.6	50	-	33.4
		2 (üst)	7.9	7.9	13.5	13.5	5.6	9.7	-3.8	21.5	11.8	50	-	28.5
	Sol taraf	1 (alt)	17.2	17.2	38	15	20.8	15.1	0.1	15	-0.1	24.5	24.5	9.5
		2 (üst)	14	14	50	15	36	14.5	-0.5	15	0.5	27	27	12
4	Sağ taraf	1 (alt)	35	9	9	9	0	9.8	0.8	13.2	3.4	27.2	27.2	14
		2 (üst)	24	24	25	25	1	24.1	-0.9	25.7	1.6	20.5	20.5	-5.2
	Sol taraf	1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	-	50
		2 (üst)	8	8	8.5	8.5	0.5	8.9	0.4	8	-0.9	50	-	42
5	Sağ taraf	1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (üst)	9.8	9.8	11	11	1.2	10.3	-0.7	10.5	0.2	50	-	39.5
	Sol taraf	1 (alt)	9.5	9.5	9.6	9.6	0.1	9	-0.6	10	1	50	-	40
2 (üst)														
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)						8.11		-0.37		1.53		17.28		
Mevsim						kış ve bahar		yaz ve sonbahar		kış ve bahar		yaz ve sonbahar		
<b>ALAN 13: FİLİZLİ OYUNTU</b>						2017		2017		2018		2018		

Ek Şekil 13. Alan 13: Filizli Oyuntu Çubuk Erozyon Değerleri

Transect No	Dere Kenarı	Çubuk no	5/11/2016	28/05/2017	fark(cm)	14/10/2017	fark(cm)	15/05/2018	fark(cm)	4/11/2018	Yeni	fark(cm)
1	Sağ taraf	1 (alt)	8.2	8.8	0.6	8.1	-0.7	9.5	1.4	50	13.6	40.5
		2 (üst)	8.9	7.5	-1.4	9.2	1.7	5.8	-3.4	50	-	44.2
	Sol taraf	1 (alt)	5.5	6.3	0.8	0	-6.3	7	7	0	12.5	-7
		2 (orta)	7.1	0	-7.1	0	0	0	0	0	17.5	0
		3 (üst)	9.8	10	0.2	10.1	0.1	10.6	0.5	12.5	-	1.9
2	Sağ taraf	1 (alt)	5	4.5	-0.5	5.3	0.8	10.4	5.1	50	13.2	39.6
	Sol taraf	1 (alt)	18.8	18.8	0	18.8	0	19	0.2	50	11.2	31
			2 (üst)	12.8	13	0.2	14	1	14.1	0.1	50	23.2
3	Sağ taraf	1 (alt)	8.1	10.4	2.3	14	3.6	12	-2	50	calilik	38
		2 (üst)	8.1	8.5	0.4	7.8	-0.7	9.3	1.5	50	calilik	40.7
	Sol taraf	1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	50	16	50
		2 (üst)	14.8	22	7.2	20.5	-1.5	22.4	1.9	50	21	27.6
4	Sağ taraf	1 (alt)	10	11.7	1.7	11.7	0	12.5	0.8	50	12.5	37.5
		2 (üst)	11	10.9	-0.1	9.8	-1.1	9.6	-0.2	50	10.5	40.4
	Sol taraf	1 (alt)	9.1	9.2	0.1	7.5	-1.7	4.8	-2.7	50	11.5	45.2
		2 (üst)	8.9	10	1.1	9.3	-0.7	11	1.7	50	12.1	39
5	Sağ taraf	1 (alt)	8.5	8.6	0.1	8.4	-0.2	8.5	0.1	50	12	41.5
		2 (üst)	4.5	4.5	0	5.7	1.2	5.3	-0.4	50	-	44.7
	Sol taraf	1 (alt)	9.6	9.3	-0.3	8.8	-0.5	9.9	1.1	50	9	40.1
		2 (üst)	9.3	9.7	0.4	9.6	-0.1	9.5	-0.1	50	-	40.5
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)					0.29	-0.26	0.63				33.57	
Mevsim					kış ve bahar	yaz ve sonbahar	kış ve bahar				yaz ve sonbahar	
ALAN 14: AŞAĞIKARACASU OYUNTU					2017	2017	2018				2018	

Ek Şekil 14. Alan 14: Aşağıkaracasu Oyuntu Çubuk Erozyon Değerleri

Transect No	Dere Kenarı	Çubuk no	5/11/2016	28/05/2017	Yeni	fark(cm)	14/10/2017	fark(cm)	15/05/2018	Yeni	fark(cm)	4/11/2018	fark(cm)
1	Sağ taraf	1 (alt)	25.5	35.3	14	9.8	14.1	0.1	12.6	12.6	-1.5	16.6	4
		2 (üst)	17	17	17	0	17.8	0.8	17.3	17.3	-0.5	17.5	0.2
	Sol taraf	1 (alt)	19	18.3	18.3	-0.7	19	0.7	18.6	18.6	-0.4	16.2	-2.4
		2 (üst)	13.5	9.3	9.3	-4.2	13.2	3.9	11.9	11.9	-1.3	11.4	-0.5
2	Sağ taraf	1 (alt)	8.2	7.8	7.8	-0.4	8.2	0.4	8.2	8.2	0	0	-8.2
	Sol taraf	1 (alt)	19.5	23	23	3.5	23.5	0.5	30.5	15.5	7	12.8	-2.7
			2 (üst)	28	28	28	0	33	5	34.5	34.5	1.5	36.3
3	Sağ taraf	1 (alt)											
		2 (üst)											
Sol taraf	1 (alt)												
4	Sağ taraf	1 (alt)	9.9	3	3	-6.9	0	-3	0	0	0	0	0
		2 (üst)		8.9	8.9	8.9	9.2	0.3	9.3	9.3	0.1	9.3	0
	Sol taraf	1 (alt)	0		10		10.5	0.5	9.6	9.6	-0.9	0	-9.6
5	Sağ taraf	1 (alt)	9	16.8	16.8	7.8	16.8	0	17.2	17.2	0.4	16.8	-0.4
	Sol taraf	1 (alt)	12.2	12	12	-0.2	12.2	0.2	14.4	14.4	2.2	12.1	-2.3
		2 (üst)	15	14.9	14.9	-0.1	13.7	-1.2	13	13	-0.7	11	-2
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)						1.46	0.63		0.45		-1.70		
Mevsim						kış ve bahar	Yaz ve Sonbahar		kış ve bahar		Yaz ve Sonbahar		
ALAN 15: YUKARIKARACASU OYUNTU						2017	2017		2018		2018		

Ek Şekil 15. Alan 15: Yukarıkaracasu Oyuntu Çubuk Erozyon Değerleri

- 2017 ve 2018 yıllarını kapsayan ISCO (Sampler) ve ISCO (Lazer Doppler) aracılığıyla alınan günlük sediment ve debi değerleri paylaşılmıştır:

Tarih	Sediment (gr/L)	Debi (m <sup>3</sup> /sn)	Tarih	Sediment (gr/L)	Debi (m <sup>3</sup> /sn)	Tarih	Sediment (gr/L)	Debi (m <sup>3</sup> /sn)	Tarih	Sediment (gr/L)	Debi (m <sup>3</sup> /sn)	Tarih	Sediment (gr/L)	Debi (m <sup>3</sup> /sn)
1/1/2017	0.667	2.08	2/1/2017	0.098	2.11	3/1/2017	0.105	0.78	4/1/2017	0.113	3.00	5/1/2017	0.202	6.43
1/2/2017	1.113	2.33	2/2/2017	0.104	2.23	3/2/2017	0.092	0.73	4/2/2017	0.116	2.96	5/2/2017	0.399	6.82
1/3/2017	0.154	1.80	2/3/2017	0.045	2.21	3/3/2017	0.073	0.92	4/3/2017	0.103	3.38	5/3/2017	3.166	8.12
1/4/2017	0.062	1.74	2/4/2017	0.061	2.01	3/4/2017	0.057	0.78	4/4/2017	0.104	3.39	5/4/2017	6.387	8.42
1/5/2017	0.080	1.68	2/5/2017	0.026	1.89	3/5/2017	0.104	0.60	4/5/2017	0.102	3.34	5/5/2017	4.212	4.41
1/6/2017	0.062	1.70	2/6/2017	0.028	1.85	3/6/2017	0.102	0.78	4/6/2017	0.109	3.49	5/6/2017	1.855	4.30
1/7/2017	0.064	1.68	2/7/2017	0.026	2.02	3/7/2017	0.080	1.14	4/7/2017	0.129	3.68	5/7/2017	1.389	4.30
1/8/2017	0.078	1.60	2/8/2017	0.026	2.22	3/8/2017	0.055	0.99	4/8/2017	0.155	3.85	5/8/2017	0.903	5.04
1/9/2017	0.061	1.62	2/9/2017	0.027	2.70	3/9/2017	0.063	2.15	4/9/2017	0.200	4.06	5/9/2017	0.672	4.41
1/10/2017	0.089	1.58	2/10/2017	0.002	2.24	3/10/2017	0.068	2.35	4/10/2017	0.180	3.97	5/10/2017	0.589	4.46
1/11/2017	0.089	1.62	2/11/2017	0.053	0.78	3/11/2017	0.051	2.28	4/11/2017	0.123	3.64	5/11/2017	0.830	5.36
1/12/2017	0.066	1.57	2/12/2017	0.040	0.90	3/12/2017	0.105	2.66	4/12/2017	0.137	3.74	5/12/2017	0.536	4.78
1/13/2017	0.036	1.67	2/13/2017	0.050	0.70	3/13/2017	0.117	2.99	4/13/2017	0.132	3.71	5/13/2017	0.565	4.30
1/14/2017	0.045	1.83	2/14/2017	0.031	0.65	3/14/2017	0.098	2.85	4/14/2017	0.190	4.02	5/14/2017	0.740	4.30
1/15/2017	0.028	1.80	2/15/2017	0.041	0.60	3/15/2017	0.107	2.55	4/15/2017	0.375	4.58	5/15/2017	0.718	5.26
1/16/2017	0.031	1.67	2/16/2017	0.033	0.76	3/16/2017	0.105	2.45	4/16/2017	0.635	5.11	5/16/2017	0.838	4.30
1/17/2017	0.032	1.76	2/17/2017	0.048	0.78	3/17/2017	0.105	3.12	4/17/2017	0.601	5.05	5/17/2017	0.937	4.30
1/18/2017	0.048	1.63	2/18/2017	0.088	0.68	3/18/2017	0.110	3.03	4/18/2017	0.648	5.13	5/18/2017	0.575	4.30
1/19/2017	0.024	1.62	2/19/2017	0.024	0.84	3/19/2017	0.107	3.07	4/19/2017	0.829	5.42	5/19/2017	0.759	5.31
1/20/2017	0.049	1.92	2/20/2017	0.020	0.77	3/20/2017	0.117	3.58	4/20/2017	0.817	5.40	5/20/2017	0.902	5.52
1/21/2017	0.035	1.65	2/21/2017	0.031	0.84	3/21/2017	0.102	3.30	4/21/2017	0.803	5.38	5/21/2017	0.793	5.36
1/22/2017	0.014	1.58	2/22/2017	0.042	1.21	3/22/2017	0.118	2.94	4/22/2017	0.903	5.52	5/22/2017	0.437	4.72
1/23/2017	0.019	1.40	2/23/2017	0.025	1.02	3/23/2017	0.105	3.11	4/23/2017	1.364	6.10	5/23/2017	0.851	4.30
1/24/2017	0.034	1.63	2/24/2017	0.011	1.00	3/24/2017	0.113	3.00	4/24/2017	2.186	6.90	5/24/2017	0.984	5.36
1/25/2017	0.014	1.92	2/25/2017	0.044	1.10	3/25/2017	0.106	3.10	4/25/2017	1.198	5.90	5/25/2017	0.450	4.99
1/26/2017	0.019	1.88	2/26/2017	0.021	0.78	3/26/2017	0.114	2.98	4/26/2017	0.725	5.26	5/26/2017	0.116	4.30
1/27/2017	0.184	2.11	2/27/2017	0.005	0.81	3/27/2017	0.140	2.77	4/27/2017	0.102	5.13	5/27/2017	0.357	5.31
1/28/2017	0.015	2.21	2/28/2017	0.007	0.73	3/28/2017	0.113	2.99	4/28/2017	0.105	5.37	5/28/2017	0.166	4.24
1/29/2017	0.021	1.75				3/29/2017	0.112	3.00	4/29/2017	0.196	6.11	5/29/2017	0.065	4.20
1/30/2017	0.146	1.63				3/30/2017	0.117	2.95	4/30/2017	0.521	6.15	5/30/2017	0.053	4.15
1/31/2017	0.095	1.25				3/31/2017	0.114	2.98				5/31/2017	0.037	4.92

Ek Şekil 16. 2017 İlk 6 Aylık Sediment ve Debi Değerleri

Tarih	Sediment (gr/L)	Debi (m <sup>3</sup> /sn)	Tarih	Sediment (gr/L)	Debi (m <sup>3</sup> /sn)	Tarih	Sediment (gr/L)	Debi (m <sup>3</sup> /sn)	Tarih	Sediment (gr/L)	Debi (m <sup>3</sup> /sn)	Tarih	Sediment (gr/L)	Debi (m <sup>3</sup> /sn)
7/1/2017	0.067	2.40	8/1/2017	0.310	2.10	9/1/2017	0.255	0.80	10/1/2017	0.204	1.70	11/1/2017	0.136	2.79
7/2/2017	0.068	2.40	8/2/2017	0.310	2.10	9/2/2017	0.297	0.80	10/2/2017	0.667	1.90	11/2/2017	0.134	2.81
7/3/2017	0.093	2.40	8/3/2017	0.331	2.10	9/3/2017	0.378	0.80	10/3/2017	0.553	5.22	11/3/2017	0.162	2.65
7/4/2017	0.063	2.40	8/4/2017	0.357	2.00	9/4/2017	0.482	0.70	10/4/2017	0.216	2.73	11/4/2017	0.146	2.73
7/5/2017	0.043	2.38	8/5/2017	0.153	2.00	9/5/2017	0.335	0.70	10/5/2017	0.198	2.73	11/5/2017	0.146	2.73
7/6/2017	0.056	2.40	8/6/2017	0.101	1.90	9/6/2017	0.233	0.70	10/6/2017	0.186	2.50	11/6/2017	0.146	2.73
7/7/2017	0.036	2.44	8/7/2017	0.088	1.90	9/7/2017	0.198	0.70	10/7/2017	0.160	2.50	11/7/2017	0.379	4.59
7/8/2017	0.021	2.63	8/8/2017	0.068	1.80	9/8/2017	0.211	1.30	10/8/2017	0.136	2.50	11/8/2017	0.123	2.90
7/9/2017	0.032	2.40	8/9/2017	0.071	1.80	9/9/2017	0.262	1.20	10/9/2017	0.114	2.40	11/9/2017	0.146	2.73
7/10/2017	0.022	2.40	8/10/2017	0.065	1.80	9/10/2017	0.355	1.00	10/10/2017	0.101	2.40	11/10/2017	0.104	3.39
7/11/2017	0.021	2.40	8/11/2017	0.039	1.70	9/11/2017	0.292	0.90	10/11/2017	0.069	4.14	11/11/2017	0.111	3.52
7/12/2017	0.032	2.40	8/12/2017	0.043	1.60	9/12/2017	0.234	0.90	10/12/2017	0.087	2.77	11/12/2017	0.146	2.73
7/13/2017	0.028	2.40	8/13/2017	0.019	1.60	9/13/2017	0.173	0.80	10/13/2017	0.119	2.70	11/13/2017	0.146	2.60
7/14/2017	3.699	3.12	8/14/2017	0.074	1.50	9/14/2017	0.144	0.80	10/14/2017	0.055	2.70	11/14/2017	0.146	2.60
7/15/2017	1.142	2.49	8/15/2017	0.025	1.40	9/15/2017	0.136	0.80	10/15/2017	0.051	2.71	11/15/2017	0.051	2.89
7/16/2017	1.438	2.77	8/16/2017	0.083	1.20	9/16/2017	0.113	0.80	10/16/2017	0.021	2.74	11/16/2017	0.031	2.50
7/17/2017	0.909	2.46	8/17/2017	0.159	1.30	9/17/2017	0.182	0.90	10/17/2017	0.132	5.59	11/17/2017	0.075	2.55
7/18/2017	0.593	2.40	8/18/2017	1.292	1.50	9/18/2017	0.112	0.90	10/18/2017	0.030	3.19	11/18/2017	0.073	2.65
7/19/2017	0.527	2.40	8/19/2017	0.680	1.60	9/19/2017	0.190	1.00	10/19/2017	0.014	2.73	11/19/2017	0.075	2.55
7/20/2017	0.901	2.40	8/20/2017	0.416	1.50	9/20/2017	0.310	1.10	10/20/2017	0.017	2.70	11/20/2017	0.028	2.60
7/21/2017	0.211	2.40	8/21/2017	0.218	1.40	9/21/2017	0.086	1.20	10/21/2017	0.016	2.60	11/21/2017	0.038	2.55
7/22/2017	0.134	2.40	8/22/2017	0.097	1.30	9/22/2017	0.017	1.30	10/22/2017	0.146	2.50	11/22/2017	0.084	3.89
7/23/2017	0.054	2.40	8/23/2017	0.036	1.30	9/23/2017	0.116	1.30	10/23/2017	0.146	2.45	11/23/2017	0.049	2.77
7/24/2017	0.071	2.40	8/24/2017	0.080	1.20	9/24/2017	0.124	1.30	10/24/2017	0.146	2.40	11/24/2017	0.066	2.55
7/25/2017	3.091	2.69	8/25/2017	0.072	1.00	9/25/2017	0.053	1.30	10/25/2017	0.146	2.40	11/25/2017	0.380	2.55
7/26/2017	4.556	4.39	8/26/2017	0.173	1.00	9/26/2017	0.044	0.30	10/26/2017	0.146	2.45	11/26/2017	0.494	2.55
7/27/2017	2.259	2.40	8/27/2017	0.094	1.00	9/27/2017	0.128	1.40	10/27/2017	0.001	2.50	11/27/2017	0.567	2.45
7/28/2017	1.263	2.40	8/28/2017	0.189	0.90	9/28/2017	0.052	1.40	10/28/2017	0.146	2.73	11/28/2017	0.171	2.42
7/29/2017	0.363	2.30	8/29/2017	0.206	0.80	9/29/2017	0.161	1.40	10/29/2017	0.104	3.39	11/29/2017	0.112	2.40
7/30/2017	0.218	2.35	8/30/2017	0.164	0.80	9/30/2017	0.304	1.60	10/30/2017	0.134	2.81	11/30/2017	0.222	2.30
7/31/2017	0.218	2.30	8/31/2017	0.165	0.80				10/31/2017	0.108	3.48			

Ek Şekil 17. 2017 Son 6 Aylık Sediment ve Debi Değerleri

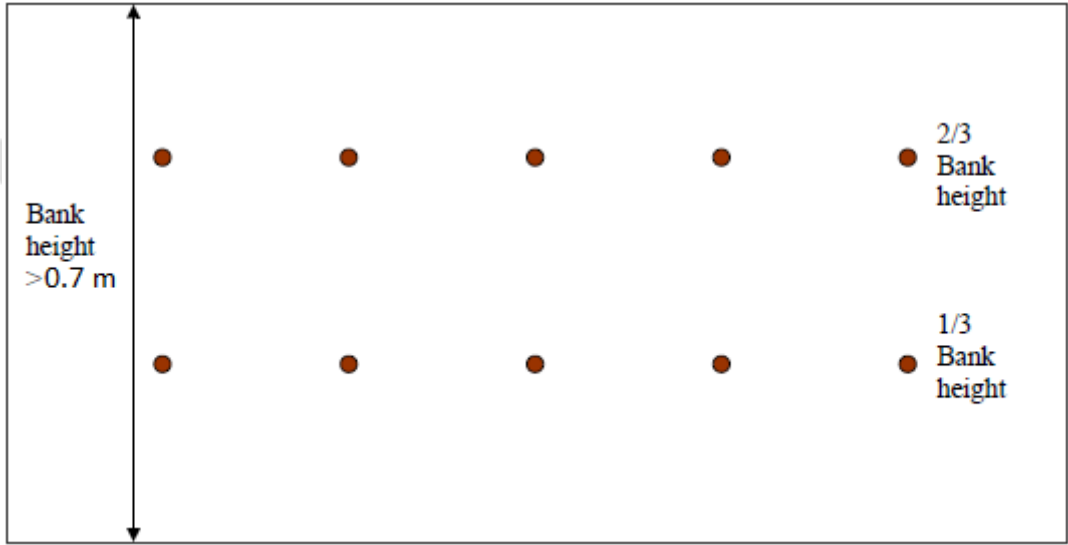
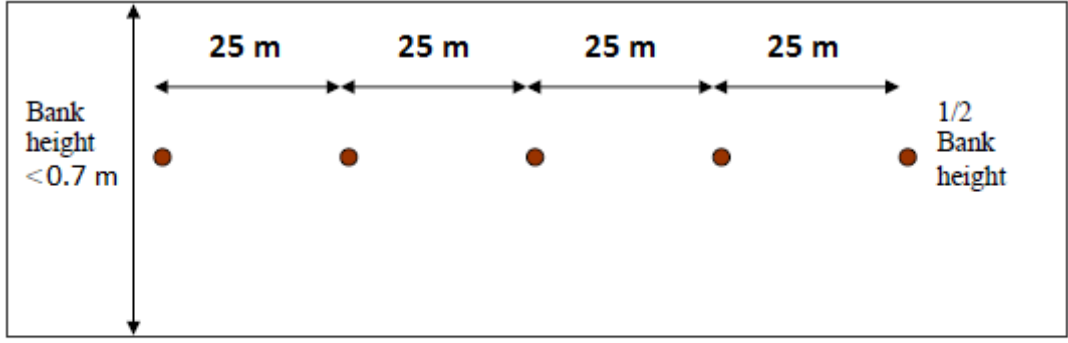
Tarih	Sediment (gr/L)	Debi (m <sup>3</sup> /sn)	Tarih	Sediment (gr/L)	Debi (m <sup>3</sup> /sn)	Tarih	Sediment (gr/L)	Debi (m <sup>3</sup> /sn)	Tarih	Sediment (gr/L)	Debi (m <sup>3</sup> /sn)	Tarih	Sediment (gr/L)	Debi (m <sup>3</sup> /sn)
1/1/2018	0.804	2.73	2/1/2018	0.123	2.90	3/1/2018	0.041	3.85	4/1/2018	0.533	4.92	5/1/2018	0.533	4.92
1/2/2018	0.688	4.43	2/2/2018	0.129	2.44	3/2/2018	0.062	4.48	4/2/2018	0.520	4.90	5/2/2018	0.060	5.04
1/3/2018	0.154	2.90	2/3/2018	0.070	0.98	3/3/2018	0.130	5.84	4/3/2018	0.558	4.92	5/3/2018	0.565	4.98
1/4/2018	0.124	2.84	2/4/2018	0.086	1.10	3/4/2018	0.061	3.94	4/4/2018	0.825	5.00	5/4/2018	0.023	5.35
1/5/2018	0.105	2.78	2/5/2018	0.051	0.90	3/5/2018	0.154	3.85	4/5/2018	0.533	4.45	5/5/2018	0.909	5.53
1/6/2018	0.074	2.80	2/6/2018	0.053	0.85	3/6/2018	0.158	5.21	4/6/2018	0.495	4.43	5/6/2018	0.866	5.47
1/7/2018	0.064	2.78	2/7/2018	0.051	0.80	3/7/2018	0.215	4.30	4/7/2018	0.483	4.30	5/7/2018	1.458	6.20
1/8/2018	0.078	2.70	2/8/2018	0.051	0.96	3/8/2018	0.192	3.94	4/8/2018	0.420	4.32	5/8/2018	0.035	5.16
1/9/2018	0.074	2.72	2/9/2018	0.052	0.98	3/9/2018	3.640	4.30	4/9/2018	0.533	4.09	5/9/2018	0.018	5.59
1/10/2018	0.069	2.68	2/10/2018	0.027	0.88	3/10/2018	1.363	7.20	4/10/2018	0.445	3.88	5/10/2018	0.021	6.69
1/11/2018	0.076	2.72	2/11/2018	0.078	1.04	3/11/2018	0.428	3.85	4/11/2018	0.533	3.81	5/11/2018	0.019	5.77
1/12/2018	0.066	2.67	2/12/2018	0.065	0.97	3/12/2018	0.279	3.75	4/12/2018	0.283	3.95	5/12/2018	0.998	5.65
1/13/2018	0.037	2.77	2/13/2018	0.075	1.04	3/13/2018	0.222	3.70	4/13/2018	0.245	3.77	5/13/2018	2.150	6.87
1/14/2018	0.058	2.93	2/14/2018	0.056	1.41	3/14/2018	0.176	3.88	4/14/2018	0.395	3.68	5/14/2018	1.458	6.20
1/15/2018	0.037	2.90	2/15/2018	0.066	1.22	3/15/2018	0.105	3.85	4/15/2018	0.283	3.60	5/15/2018	0.285	5.06
1/16/2018	0.031	2.77	2/16/2018	0.058	1.20	3/16/2018	0.179	4.39	4/16/2018	0.283	3.70	5/16/2018	0.136	4.82
1/17/2018	0.044	2.86	2/17/2018	0.073	1.30	3/17/2018	0.146	4.12	4/17/2018	0.233	3.81	5/17/2018	0.171	4.43
1/18/2018	0.048	2.73	2/18/2018	0.114	0.98	3/18/2018	0.129	4.03	4/18/2018	0.084	3.92	5/18/2018	0.071	4.84
1/19/2018	0.024	2.72	2/19/2018	0.001	1.01	3/19/2018	0.106	3.85	4/19/2018	0.031	3.80	5/19/2018	0.045	4.92
1/20/2018	0.031	3.02	2/20/2018	0.045	0.93	3/20/2018	0.155	3.85	4/20/2018	0.045	3.75	5/20/2018	0.139	5.65
1/21/2018	0.035	2.75	2/21/2018	0.056	0.98	3/21/2018	0.155	3.85	4/21/2018	0.039	3.94	5/21/2018	0.643	6.08
1/22/2018	0.020	2.68	2/22/2018	0.067	0.93	3/22/2018	0.258	4.22	4/22/2018	0.120	4.09	5/22/2018	0.522	7.20
1/23/2018	0.019	2.50	2/23/2018	0.050	1.12	3/23/2018	0.114	4.08	4/23/2018	0.158	4.26	5/23/2018	0.368	5.16
1/24/2018	0.022	2.73	2/24/2018	0.036	0.98	3/24/2018	0.187	3.94	4/24/2018	0.283	4.48	5/24/2018	0.628	5.90
1/25/2018	0.014	3.02	2/25/2018	0.069	0.80	3/25/2018	0.494	4.85	4/25/2018	0.158	4.60	5/25/2018	0.277	5.04
1/26/2018	0.019	2.98	2/26/2018	0.046	0.98	3/26/2018	0.155	3.85	4/26/2018	0.119	4.74	5/26/2018	0.249	6.93
1/27/2018	0.146	3.21	2/27/2018	0.031	1.34	3/27/2018	0.200	3.85	4/27/2018	0.095	4.92	5/27/2018	0.158	4.98
1/28/2018	0.140	3.31	2/28/2018	0.032	0.98	3/28/2018	0.155	3.85	4/28/2018	0.070	4.85	5/28/2018	0.131	4.92
1/29/2018	0.146	2.85				3/29/2018	0.168	3.85	4/29/2018	0.026	4.84	5/29/2018	1.169	5.16
1/30/2018	0.146	2.73				3/30/2018	3.400	7.84	4/30/2018	0.016	4.92	5/30/2018	0.470	8.27
1/31/2018	0.108	2.35				3/31/2018	0.243	4.21				5/31/2018	0.156	5.16

Ek Şekil 18. 2018 İlk 6 Aylık Sediment ve Debi Değerleri

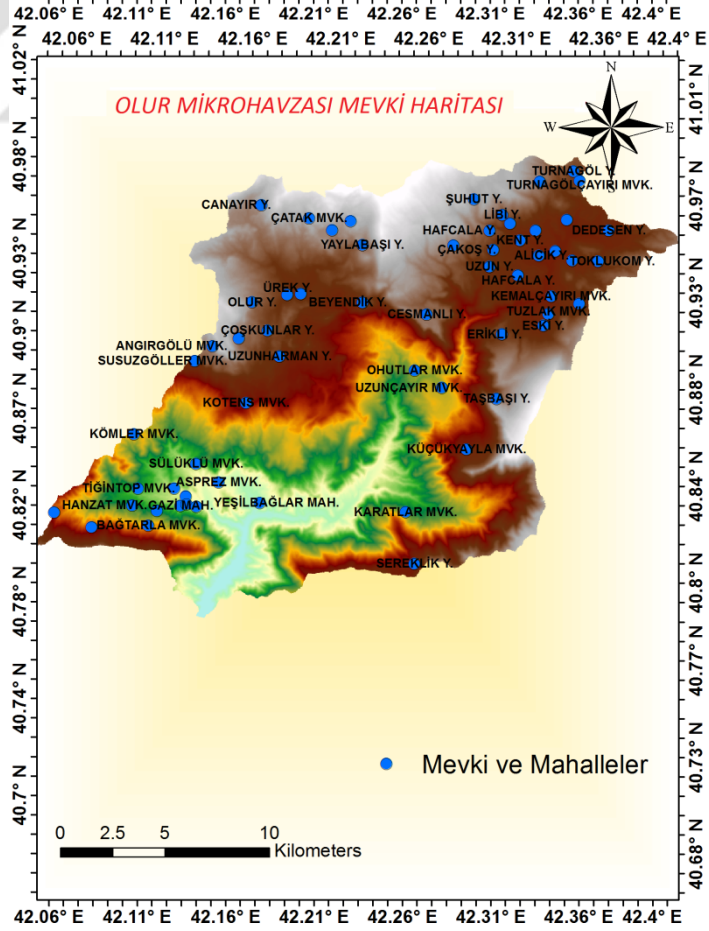
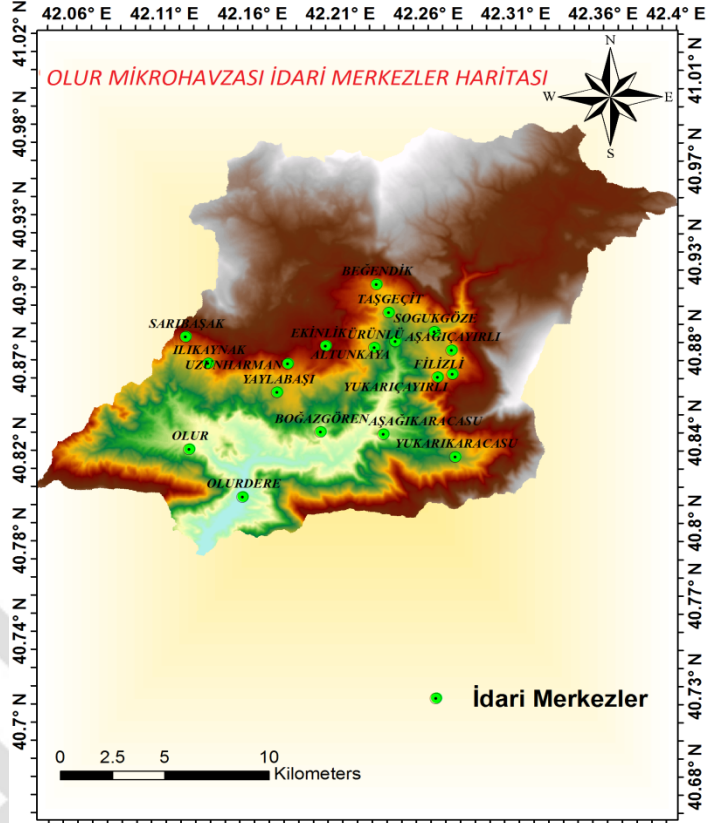


Tarih	Sediment (gr/L)	Debi (m3/sn)	Tarih	Sediment (gr/L)	Debi (m3/sn)	Tarih	Sediment (gr/L)	Debi (m3/sn)	Tarih	Sediment (gr/L)	Debi (m3/sn)	Tarih	Sediment (gr/L)	Debi (m3/sn)
7/1/2018	0.106	2.50	8/1/2018	0.014	1.50	9/1/2018	1.574	1.60	10/1/2018	0.043	1.40	11/1/2018	0.123	3.00
7/2/2018	0.068	2.60	8/2/2018	0.051	2.50	9/2/2018	0.068	1.80	10/2/2018	0.067	1.42	11/2/2018	0.139	2.70
7/3/2018	0.043	2.50	8/3/2018	0.039	2.40	9/3/2018	0.065	1.70	10/3/2018	0.049	1.50	11/3/2018	0.231	2.30
7/4/2018	0.051	2.50	8/4/2018	0.010	2.30	9/4/2018	0.077	1.46	10/4/2018	0.053	1.35	11/4/2018	0.209	2.10
7/5/2018	0.031	2.40	8/5/2018	0.018	2.40	9/5/2018	0.079	1.47	10/5/2018	0.083	1.49	11/5/2018	0.215	2.00
7/6/2018	0.056	2.40	8/6/2018	0.008	2.30	9/6/2018	0.079	1.47	10/6/2018	0.070	1.43	11/6/2018	0.131	1.57
7/7/2018	0.018	2.30	8/7/2018	0.009	2.30	9/7/2018	0.073	1.45	10/7/2018	0.044	1.49	11/7/2018	0.225	1.56
7/8/2018	0.020	2.40	8/8/2018	0.103	2.10	9/8/2018	0.097	1.55	10/8/2018	0.041	1.47	11/8/2018	0.131	1.55
7/9/2018	0.043	2.30	8/9/2018	5.599	4.50	9/9/2018	0.105	2.90	10/9/2018	0.051	1.45	11/9/2018	0.248	1.50
7/10/2018	0.018	2.30	8/10/2018	0.163	4.20	9/10/2018	0.127	2.70	10/10/2018	0.045	1.80	11/10/2018	0.185	1.49
7/11/2018	0.018	2.30	8/11/2018	0.122	4.00	9/11/2018	0.152	2.90	10/11/2018	0.424	2.20	11/11/2018	0.246	1.51
7/12/2018	0.031	2.20	8/12/2018	0.097	3.50	9/12/2018	0.160	3.10	10/12/2018	0.097	2.20	11/12/2018	0.215	1.57
7/13/2018	0.018	2.20	8/13/2018	0.053	3.00	9/13/2018	0.100	2.80	10/13/2018	0.066	2.30	11/13/2018	0.113	1.61
7/14/2018	0.027	2.20	8/14/2018	0.026	2.50	9/14/2018	0.120	2.70	10/14/2018	0.040	2.30	11/14/2018	0.136	1.68
7/15/2018	0.064	2.40	8/15/2018	0.018	2.50	9/15/2018	0.096	2.70	10/15/2018	0.055	2.30	11/15/2018	0.197	1.84
7/16/2018	0.005	2.60	8/16/2018	0.012	2.30	9/16/2018	0.108	2.50	10/16/2018	0.045	2.20	11/16/2018	0.152	1.73
7/17/2018	0.007	2.40	8/17/2018	0.002	2.10	9/17/2018	0.095	2.50	10/17/2018	0.025	2.20	11/17/2018	0.163	1.77
7/18/2018	0.006	2.40	8/18/2018	0.001	2.20	9/18/2018	0.097	2.30	10/18/2018	0.036	2.20	11/18/2018	0.201	1.62
7/19/2018	0.005	2.20	8/19/2018	0.009	2.00	9/19/2018	0.098	2.30	10/19/2018	0.026	2.10	11/19/2018	0.101	1.56
7/20/2018	0.003	2.20	8/20/2018	0.013	2.00	9/20/2018	0.070	2.30	10/20/2018	0.030	2.00	11/20/2018	0.227	1.71
7/21/2018	0.007	2.00	8/21/2018	0.004	2.30	9/21/2018	0.069	2.30	10/21/2018	0.041	2.20	11/21/2018	0.131	1.67
7/22/2018	0.028	1.70	8/22/2018	0.003	2.20	9/22/2018	0.066	2.10	10/22/2018	0.021	2.50	11/22/2018	0.152	1.73
7/23/2018	0.118	1.90	8/23/2018	0.014	2.10	9/23/2018	0.027	2.10	10/23/2018	0.029	2.70	11/23/2018	0.173	1.80
7/24/2018	0.215	2.50	8/24/2018	0.015	2.00	9/24/2018	0.048	2.10	10/24/2018	0.019	2.50	11/24/2018	0.124	1.64
7/25/2018	0.115	2.00	8/25/2018	0.006	1.80	9/25/2018	0.019	2.00	10/25/2018	0.049	2.70	11/25/2018	0.138	1.69
7/26/2018	0.060	1.90	8/26/2018	0.004	1.70	9/26/2018	0.029	1.80	10/26/2018	0.188	2.90	11/26/2018	0.195	1.68
7/27/2018	0.033	1.80	8/27/2018	0.003	1.60	9/27/2018	0.061	1.70	10/27/2018	0.200	4.80	11/27/2018	0.115	1.61
7/28/2018	0.017	1.70	8/28/2018	0.007	1.60	9/28/2018	0.053	1.50	10/28/2018	0.085	4.50	11/28/2018	0.135	1.68
7/29/2018	0.015	1.70	8/29/2018	0.001	1.60	9/29/2018	0.064	1.41	10/29/2018	0.048	4.30	11/29/2018	0.128	1.71
7/30/2018	0.020	1.60	8/30/2018	0.008	1.70	9/30/2018	0.049	1.40	10/30/2018	0.030	3.80	11/30/2018	0.165	1.77
7/31/2018	0.012	1.70	8/31/2018	0.007	1.60				10/31/2018	0.125	3.50	11/31/2018	0.059	2.50

Ek Şekil 19. 2018 Son 6 Aylık Sediment ve Debi Değerleri



Ek Şekil 20. Erozyon Çubukları Yerleşimi ve Transektler Arası Genişliğin Şematik Gösterimi (Tüfekçioğlu, 2010)



Ek Şekil 21. Olur İdari Merkez, Mevki ve Mahalle Haritaları

## KAYNAKLAR

- Acar, A., 2019. Çoruh Nehri Havzasına Bağlı Tortum Kuzey Mikro Havzasında Kanal ve Oyuntu Erozyonuyla Gerçekleşen Toprak Kaybının Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Artvin.
- Akalan, İ., 1987. Toprak Bilgisi, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1058, Ders Kitabı, 309 s. Ankara.
- Allen, J.R.L., 1970. Physical Processes of Sedimentation: Earth Science Series No.1 248 s. Elsevier, New York, USA.
- Anonim, 1978. Türkiye Arazi Varlığı. Toprak-Su Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 1982. Türkiye Genel Toprak Haritası Sayısal Toprak Veri Tabanı. Türkiye Toprak ve Su Kaynakları Ulusal Bilgi Merkezi (UBM) Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2012. Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi Başlangıç Raporu, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2012a. [http://aris.ormansu.gov.tr/index.php?q=tr/toprak/turkiyede\\_erozyon](http://aris.ormansu.gov.tr/index.php?q=tr/toprak/turkiyede_erozyon).
- Anonim, 2013. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Erozyonla Mücadele Eylem Planı 2013-2017, Ankara, 96 s.
- Anonim, 2017. Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi Olur Merkez Mikrohavzası Plan Raporu, 257 s.
- Anonim, 2018. DEMİS Türkiye Su Erozyonu İstatistikleri, Teknik Özet. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, Türkiye. ISBN: 978-605-9550-22-2.
- Anonim, 2019. Çoruh Havzası Rehabilitasyon Projesi İzleme ve Değerlendirme Sistemi Final Raporu. Ankara.
- Atalay, İ., 1986. Uygulamalı Hidrografya-I. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi, Yayın No: 38.
- Aybaş, M.C., 1976. Beytepe Kompleks Havzasında Sediment Verimi Araştırması, Ankara.
- Aydın, M., 2009. Gümüşhane-Torul Barajı Yağış Havzasında Arazi Kullanımına Göre WEPP Modeli İle Toprak Kayıplarının Belirlenmesi ve Alınması Gereken

- Önlemler. Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 9 (1): s.54-65, Kastamonu.
- Aydınlı, C., 2000. Türkiye'nin Toprak Sorunları, Anadolu Journal, Aegean Agricultural Research Institute, 10(1), ss. 135-143.
- Bahtiyar, M., 2006. Su Erozyonu Oluşumu ve Nedenleri, ([http://tema.org.tr/trcevre\\_kutuphanesi/erozyon/pdf/ToprakErozyonuOlusumuNedenleri.pdf](http://tema.org.tr/trcevre_kutuphanesi/erozyon/pdf/ToprakErozyonuOlusumuNedenleri.pdf)).
- Bak, L., Michalik, A., Tekielak, T., 2013. The relationship between bank erosion, local aggradation and sediment transport in a small Carpathian stream. *Geomorphology*, 191, 51-63.
- Bayramın, İ., Erpul, G., Erdoğan, E.H., 2005. Use Of CORINE Methodology to Assess Soil Erosion Risk in the Semi-Arid Area of Beypazarı, Ankara
- Bear, D.A., 2011. Pasture Management Effects On Nonpoint Source Pollution of Midwestern Watersheds (Graduate Theses and Dissertations). 11983. Iowa State University, Ames, Iowa. USA.
- Blake, G.R., Hartge, K.H., 1986. Bulk Density. *Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. Am. Soc. Agron. s. 365-375. Madison, Wisconsin, USA.
- Ceylan, A., Karabork, H., Ekizoğlu, İ., 2011. An Analysis of Bathymetric Changes in Altınapa Reservoir. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 6 (2), s. 15-24.
- Çanga, M.R., 1985. Toprak ve Su Koruma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1386, Ders Kitabı No:400.
- Çanga, M.R., 2011. Toprak ve Su Koruma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları.
- Çanga, M.R., Erpul, G., 1994. Toprak İşlemeli Tarım Alanlarında Erozyon ve Kontrolü. *Topraksu*, 3(2), 14-16.
- Çelik, V., 2011. Değirmen Deresi Havzası'nda (Bolvadin-Afyonkarahisar) Toprak Erozyonu Risk Analizi (Yüksek Lisans Tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı. Afyonkarahisar.
- Çepel, N., 1997. Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar, Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları No:14, İstanbul.
- Demirkıran, O., 2003. Ankara Yenimahalle Güvenç Gölet Havzası Sediment Verimi, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı 2002. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Yayın No: 121, Ankara.

- DeWolfe, M.N., Hession, W.C., Watzin, M.C., 2004. Sediment and phosphorus loads from streambank erosion in Vermont, USA. Critical Transactions in Water and Environmental Resources Management, G. Sehlke, D.F. Hayes, and D.K. Stevens (eds.), Am. So. of Civil Engineers, Reston, VA.
- Doğan, O. ve Sevinç, A. N., 1997. Batı Akdeniz Bölgesi Çayboğazı Havzasında Erozyon Ölçümleri, Ankara.
- Duman, A., 2017. Artvin, Erzurum ve Bayburt İllerindeki Bazı Mikro Havzalarda Bozuk Orman ve Mera Alanlarında Bazı Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi, Uydu Görüntüleri İle İlişkilendirilmesi ve Modellenmesi (Doktora Tezi). Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, ss. 153. Artvin.
- Erdoğan Yüksel, E., 2015. Borçka Barajı Yağış Havzası'nda Meydana Gelen Toprak Erozyonu ve Sediment Veriminin WEPP Erozyon Tahmin Modeli ve CBS Teknikleri Kullanılarak Belirlenmesi (Doktora Tezi), Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Artvin.
- Erinç, S., 2000. Jeomorfoloji I, Der Yayınları, İstanbul.
- Erol, E., Çanga, R.M., 2004. Coğrafi Bilgi Sistemi Tekniği Kullanılarak Erozyon Risk Değerlendirmesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 10 (2) s.136-143.
- Erpul, G., Şahin, S., İnce, K., Küçümen, A., Akdağ, M.A., Demirtaş, İ., Çetin, E., 2018. Türkiye Su Erozyonu Atlası. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Flanagan, D. C. and Livingston, S. J., 1995. WEPP User Summary (USDA-Water Erosion Prediction Project): National Soil Erosion Research Laboratory, Report No:11.
- Garbrecht, J. and Martz, L. W., 1999. TOPAZ: An Automated Digital Landscape Analysis Tool for Topographic Evaluation, Drainage Identification, Watershe Segmentation and Subcatchment Parameterization; TOPAZ Overview. USDA-ARS Publication No. GRL 9-I.
- Gülmezyüz, Ş., 2012. Gaziantep Bölgesinde (Nizip, Karkamış, Yavuzeli, Oğuzeli ve Araban İlçeleri) Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanımı İle Erozyon Sahalarının Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Gaziantep üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Gaziantep.
- Gülşen, M., 2014. Eber Havzasında (Afyonkarahisar) Toprak Erozyonunun Değerlendirilmesi, (Yüksek Lisans Tezi), Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar, 78 s.
- Karaş, E., 2005. Küçükemalı ve Güvenç Havzalarının Su ve Sediment Verimlerine Göre Sürdürülebilir Yönetimi (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Karaş, E., ve Öztürk, F., 2011. Küçükermalı Gölet Havzasının Toprak Koruma Önlemlerine Göre Arazi Kullanım Planlaması. GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 2011, 28 (2), 127-134.
- Kirpich, Z.P., 1940. Time of Concentration of Small Watersheds. J. of Civil Engineering 10(6). ASCE. New York, NY. ss. 362.
- Koralay, N., 2015. Solaklı Deresi Havzasında Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerin Su Kalitesine Etkileri (Yüksek Lisans Tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, ss. 203, Trabzon.
- Larsen, E.W., Fremier, A.K., and Greco, S.E., 2006. Cumulative effective stream power and bank erosion on the Sacramento River, California, USA. Journal of the American Water Resources Association. 42(4), 1077-1097.
- Laubel, A., Kronvang, B., Hald A.B., Jensen, C., 2003. Hydromorphological and Biological Factors Influencing Sediment and Phosphorus Loss via Bank Erosion in Small Lowland Rural Streams in Denmark. Wiley Interscience. Hydrological Processes 17:3443-3463.
- Laubel, A., Svendsen, L.M., Kronvang, B., Larsen, S.E., 1999. Bank erosion in a Danish lowland stream system. Hydrobiologia, 410, 279-285.
- Lyon, J. G., 2003. GIS for Water Resources and Watershed Management, Taylor&Francis Group, ISBN: 0-203-21791-8.
- Maalim, F.K., Melesse, A.M., Belmont, P. and Gran, K.B., 2013. Modeling the Impact of Land Use Changes on Runoff and Sediment Yield in the Le Sueur Watershed, Minnesota Using GeoWEPP. CATENA, 107, 35-45.
- Martz, L. W. and Garbrecht, J., 1993. Automated Extraction Of Drainage Network And Watershed Data From Digital Elevation Models. Journal of the American Water Resources Association, 29(6), 901-908.
- Oğuz, İ., Akar, Ö., 2007. Tokat Artova Ekinli II Gölet Havzası Sediment Verimi. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Yayın No: TAGEM-BB-TOPRAKSU-2007/45, Tokat.
- Oğuz, İ., Karaş, E., Susam, T., Tetik, A., Noyan, Ö.F., Akar, Ö., 2006. Tokat-Artova Çelikli Havzasında Toprak Bozulmasının Belirlenerek Sürdürülebilir Bir Tarım İçin Havzanın Planlanması. TAGEM-BB-TOPRAKSU-2006/19, Enstitü Yayın No: 230, Teknik Yayın No: 45, Tokat.
- Okatan, A., Aydın, M., Urhan, O. Ş., 2007. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Havza Amenajmanında Kullanımı ve Önemi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 30 Ekim-02 Kasım 2007, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Özhan, S., 2004. Havza Amenajmanı, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayın No: 481, İstanbul, 384.

- Özsoy, G., 2007. Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Teknikleri Kullanılarak Erozyon Riskinin Belirlenmesi (Doktora Tezi), Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Toprak Anabilim Dalı, Bursa.
- Pakih, H., 2019. Çoruh Nehri Havzasına Bağlı Oltu Mikro Havzasında Kanal ve Oyuntu Erozyonuyla Gerçekleşen Toprak Kaybının Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Artvin.
- Peacher, R. D., Lerch, R. N., Schultz, R. C., Willett, C. D. ve Isenhardt, T. M., 2018. Factors controlling streambank erosion and phosphorus loss in claypan watersheds. *Journal of Soil and Water Conversation*, Vol:73/2, 189-199.
- Puno, G.R., 2014. Runoff and Sediment Yield Modeling Using GeoWEPP in Mapawa Catchment. *CMU Journal of Science* Vol, 18. s. 49-70.
- Reis, M., Altun Aladağ, İ., Bolat, N., Dotal, H., 2017. Using GeoWEPP Model To Determine Sediment Yield And Runoff in The Keklik Watershed in Kahramanmaraş, Turkey. *Şumarski list*, 11–12, s. 563–569.
- Reis, M., Okatan A., Yüksel, A., Aydın, M., 2001. Çorum-Karhın Çayı Yağış Havzasında Dere Akımlarını Etkileyen Fizyografik Etmenler ile Bazı Hidro-Fiziksel Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler Üzerine Bir Araştırma: Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt 4, Sayı 2 s.16-29.
- Ritter, D.F., Kochel, R.C., Miller, J.R., 2002. *Process Geomorphology-Fourth Edition*. McGraw-Hill Higher Education. ISBN: 0-697-34411-8. New York, 10020. USA.
- Saghafian, B., Meghdadi, A.R., Sima, S., 2014. Application Of The WEPP Model To Determine Sources Of Run-Off And Sediment In a Forested Watershed. *Hydrological Processes*, DOI: 10.1002/hyp.10168.
- Sarı, M., 1997. Türkiye'deki Hatalı ve Yanlış Arazi Kullanımının Boyutları ve Erozyonla Olan İlişkileri, TEMA Vakfı Eğitim Kursları, s.25.
- Sarı, M., 2005. Toprak Erozyonuna Farklı Bir Bakış, [http://tema.org.tr/trcevre\\_kutuphanesi/erozyon](http://tema.org.tr/trcevre_kutuphanesi/erozyon).
- Saxton, K.E., Rawls, W.J., Romberger, J.S., Papendick R.I., 1986. Estimating Generalized Soil-Water Characteristics From Texture. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 50(4):1031-1036.
- Strahler, A.N., 1957. Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. *Transactions, American Geophysical Union*, 38(6), s. 913-920.
- Sucu, S., Dinç, T., 2008. Çoruh Havzası Projeleri. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi 1. Cilt. s. 33-38.
- TGM, 1981. Toprak Genel Müdürlüğü, Doğu Karadeniz Havzası Toprakları, Topraksu Genel Müdürlüğü, Yayın No: 310, Ankara.



- Topçu, S., 1998. Tarım mühendisliğinde çevre sorunları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Genel Yayınları. No:207, Ders Kitap No:A-65, Adana. 269 s.
- TRGM, 2014. Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Büyük Toprak Grupları Veri Tabanı Bilgileri.
- Tüfekçioğlu, M., 2006. Riparian Land-Use Impacts on Stream Bank Soil and Phosphorus Losses from Grazed Pastures (Master Thesis). 863. Iowa State University, Ames, Iowa. USA.
- Tüfekçioğlu, M., 2010. Stream Bank Soil And Phosphorus Losses Within Grazed Pasture Stream Reaches in The Rathbun Watershed in Southern Iowa (PhD. Dissertations). 11895. Iowa State University, Ames, Iowa. USA.
- Tüfekçioğlu, M., 2017. Akarsu Prosesleri ve Jeomorfolojisi (Ders Notları), Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Artvin.
- Tüfekçioğlu, M., 2018. Gully And Streambank Erosion And The Effectiveness of Control Measures In a Semi-Arid Watershed. Fresenius Environmental Bulletin Volume 27 - No. 12/2018 s 8233-8243.
- Tüfekçioğlu, M., Isenhardt, T.M., Schultz, R.C., Bear, D.A., Kovar, J.L., and Russell, J.R. 2012. Stream bank erosion as a source of sediment and phosphorus in grazed pastures of the Rathbun Lake Watershed in Southern Iowa, USA. Journal of Soil Water Conservation. 67(6), 545-555.
- Tüfekçioğlu, M., Yavuz, M., 2016. Yusufeli Mikro Havzasında (Artvin) Yüzey Erozyonu Toprak Kaybının Tahmin Edilmesi ve Erozyon Risk Haritasının Oluşturulması. Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, ISSN: 2146-1880, Cilt: 17, Sayı: 2, s. 188-199.
- Tüzemen, S., 1991. Olur'un Beşeri ve İktisadi Coğrafyası (Doktora Tezi), Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, ss. 264. Erzurum.
- URL-1 [http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/havzaamenajmani\\_0e010.pdf](http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/havzaamenajmani_0e010.pdf)
- URL-2 <http://geowepp.geog.buffalo.edu/questions/faq-arcgis-10-2/>
- URL-3 <http://forest.moscowfs.lwsu.edu/cgi-bin/fswapp/rc/rockclim.pl>
- URL-4 [http://web.gccaz.edu/~lnewman/gph111/topic\\_units/fluvial/16\\_07.jpg](http://web.gccaz.edu/~lnewman/gph111/topic_units/fluvial/16_07.jpg)
- URL-5 <http://staffweb.wilkes.edu/brian.oram/soilwatr.htm>
- URL-6 <http://www.swac.umn.edu/classes/soil2125/doc/s12ch2.htm>.
- USDA, 2003. Url; [https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/use/worldsoils/?cid=nrcs142p2\\_054005](https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/use/worldsoils/?cid=nrcs142p2_054005).

- Willett, C.D., Lerch, R.N., Schultz, R.C., Berges, S.A., Peacher, R.D., Isenhardt, T.M., 2012. Streambank erosion in two watersheds of the Central Claypan Region of Missouri, United States. *Journal of Soil and Water Conservation*, 67 (4), 249-263.
- Yakupoğlu, T., Özdemir, N., 2007. Erozyona Uğramış Topraklara Uygulanan Arıtma amuru ve ay Endüstrisi Atığının Toprakların Mikro Element İeriklerine Etkileri, *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 22(2) s.207-213.
- Yavuz, M., Tüfekioğlu, M., 2019. Estimating Surface Soil Losses in The Mountainous Semi-Arid Watershed Using RUSLE And Geospatial Technologies. *Fresenius Environmental Bulletin*, Vol: 28. No: 4. s. 2589-2598.
- Yazidhi, B., 2003. A Comparative Study of Soil Erosion Modelling in Lom Kao-Phetchabun, Thailand, (Yüksek Lisans Tezi), International Institute For Geo-Information Science and Earth Observation Enschede, Hollanda. 92 s.
- Yılmaz, H., 2010. Kürk ayı Havzasının Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Erozyon Riskinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ. 78 s.
- Yüksel, A., 2001. K.Maraş Ayvalı Barajı Yağış Havzasının CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) Ortamında Havza Amenajmanı Bakımından Planlanması Üzerine Araştırmalar. (Doktora Tezi), K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yüksel, A., Akay, A.E., Gundogan, R., Reis, M., Cetiner, M., 2008. Application of GeoWEPP for Determining Sediment Yield And Runoff in The Orcan Creek Watershed in Kahramanmaraş, Turkey. *Sensors* 2008, 8, s. 1222-1236.
- Yüksel, A., Akay, A.E., Reis, M., Gündoğan, R., 2007. Using The WEPP Model to Predict Sediment Yield In a Sample Watershed In Kahramanmaraş Region. *KSÜ, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü*, 46060, Kahramanmaraş. 20 s.
- Zaimes G.N., 2004. Riparian Land-Use İmpacts On Stream And Gully Bank Soil And Phosphorus Losses With An Emphasis On Grazing Practices (Doctor Of Philosophy), Iowa State University, Ames, Iowa. USA.
- Zaimes G.N., Schultz, R.C., Isenhardt, T.M., 2004. Stream Bank Erosion Adjacent to Riparian Forest Buffers, Row-Crop Fields and Continuously-Grazed Pastures Along Bear Creek in Central Iowa. *Journal of Soil and Water Conservation* 59 (1), 19-27. USA.

## ÖZGEÇMİŞ



### Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : YILDIRIM, Cengizhan  
Uyruğu : T.C.  
Doğum Yılı ve Yeri : 1994 ARTVİN  
Medeni Hali : Bekâr  
Yabancı Dili : İngilizce  
Telefon : +90 (539) 745 06 14  
E-Posta : cengizhanxyildirim@hotmail.com

### Eğitim

<u>Derece</u>	<u>Eğitim Birimi</u>	<u>Mezuniyet Yılı</u>
Yüksek Lisans	Artvin Çoruh Üniversitesi/Orman Mühendisliği Anabilim Dalı	2019
Lisans	Karadeniz Teknik Üniversitesi/Orman Mühendisliği Bölümü	2016
Ön Lisans	Anadolu Üniversitesi/Coğrafi Bilgi Sistemleri Bölümü	2019
Lise	Artvin Kazım Karabekir Anadolu Lisesi	2012