



T.C.  
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI

TOKAT-ALMUS YÖRESİNDE FARKLI ARAZİ KULLANIM TÜRLERİNDE  
YÜZEY AKIŞ VE TOPRAK KAYIPLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Sevcan USLU

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Doç. Dr. İrfan OĞUZ

TOKAT-2019

Her hakkı saklıdır

T.C.  
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI

TOKAT-ALMUS YÖRESİNDE FARKLI ARAZİ KULLANIM  
TÜRLERİNDE YÜZEY AKIŞ VE TOPRAK KAYIPLARININ  
KARŞILAŞTIRILMASI

Sevcan USLU

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Doç. Dr. İrfan OĞUZ

TOKAT-2019  
Her hakkı saklıdır

**Sevcan USLU** tarafından hazırlanan “**Tokat-Almus Yöresinde Farklı Arazi Kullanım Türlerinde Yüzey Akış ve Toprak Kayıplarının Karşılaştırılması**”adlı tez çalışmasının savunma sınavı 26 Temmuz 2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı** 'nda Yüksek Lisans Teziolarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman  
Doç. Dr. İrfan OĞUZ

Üye  
Prof. Dr. Rasim KOÇYİĞİT

Üye  
Prof. Dr. Alper DURAK

ONAY

Prof. Dr. Çetin ÇEKİÇ  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### TOKAT-ALMUS YÖRESİNDE FARKLI ARAZİ KULLANIM TÜRLERİNDE YÜZEY AKIŞ VE TOPRAK KAYIPLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

SEVCANUSLU

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI  
(TEZ DANIŞMANI:DOÇ. DR. İRFAN OĞUZ)

Bu çalışmada, Tokat-Almus yöresinde tarım, orman ve mera arazilerinde WEPP (Water Erosion Prediction Project) modeli kullanılarak meydana gelen toprak kayıpları ve yüzey akış miktarları tahmin edilmiştir.ÇalışmadaAlmus meteoroloji istasyonuna ait 2008-2018 yılları arasındaki 11 yıllık iklim verileri kullanılmıştır. Yüzey toprak örnekleri üç farklı arazi kullanım türü (orman, mera, tarım) için olmak üzere dört farklı vejetasyonda (orman, mera, buğday ve yonca) alınmıştır. En yüksek toprak kayıpları buğday-nadas ekim nöbetinde ve en az toprak kaybı yonca tarımında hesaplanmıştır. Model tahminine göre, orman ve mera arazileri için toprak kayıpları meydana gelmemiştir.Yörede yer alan orman ve mera arazilerinin amaç dışı kullanımının engellenmesi, mera alanlarının kontrollü ve zamanında otlatılması, tarım arazilerinde azaltılmış toprak işleme uygulamaları yöre topraklarının sürdürülebilirliği için önerilmektedir.

2019, 55 Sayfa

**Anahtar Kelimeler:**Sürdürülebilir Tarım, Toprak kaybı, Yüzey akış, WEPP Model, Arazi Kullanımı, Tokat.

## **ABSTRACT**

### **MASTER THESIS**

#### **COMPARISON OF RUNOFF AND SOIL LOSSES IN DIFFERENT LAND USES IN TOKAT-ALMUS REGION**

**SEVCAN USLU**

**TOKATGAZIOSMANPASA UNIVERSITY  
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

**DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION**

**SUPERVISOR: ASSOOC. PROF.DR. İRFAN OĞUZ**

In this study, soil loss and runoff were estimated by using WEPP (Water Erosion Prediction Project) model in agricultural, forest and pasture lands in Tokat-Almus circumstance. In the study, 11-year climate data of Almus Meteorological Station between 2008-2018 were used. Topsoil soil samples were taken from four different vegetation (forest, pasture, wheat and alfalfa) for three different land use types (forestland, grassland, farmland). The highest soil losses calculated in wheat-fallow crop rotation and the least soil loss occurred in alfalfa farming. According to the model estimation, no soil losses and runoff occurred in forestlands and grasslands. Controlled grazing in grassland, and reduced tillage practices in farmlands are recommended for sustainability of the region.

2019, 55Pages

**KEY WORDS:** Sustainable Agriculture, Soil Loss, Surface Flow, Wepp Model, Land Use, Tokat.

## ÖNSÖZ

Bu çalışma; Tokat/Almus bölgesinde, birbirlerine yakın farklı arazi kullanımlarına (Orman, Mera ve Tarla) sahip arazilerin güncel erozyon durumlarını belirlemek, birbirleriyle karşılaştırmak ve sürdürülebilir arazi kullanımı için öneriler geliştirmek, Benzer tarımsal yapıya sahip yöre topraklarında elde edilecek araştırma bulgularını dikkate alarak yaygın planlamalar yapmak amacıyla hazırlanmıştır.

Çalışma konumunun belirlenmesi, yürütülmesi, yazılması aşamalarında her daim yanımda olan ve bıkmadan, usanmadan sabırla bana yol gösteren çok sevdiğim ve saygı duyduğum, değerli hocam Doç. Dr. İrfan OĞUZ' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışmalarında ve analizlerimde yardımcı olan Dr. Saniye DEMİR'e, tezimin yazımı aşamasında yardımlarını esirgemeyen hocam Prof. Dr. Şenay SARICA'ya ve sevgili hocam Dr. Öğrt. Üyesi Emine BERBEROĞLU'na teşekkür ederim.

Ayrıca, tüm hayatım boyunca bütün çalışmalarında benden hiçbir fedakarlığı esirgemeyen ve çalışmalarımın her aşamasında manevi desteğini gördüğüm sevgili eşim Haşim USLU'ya, Kızım Dr. Berfin Gizem USLU'ya, Oğlum Dt. Ferhat USLU'ya ve ailemizin en küçük ferdi olan küçük oğlum Süleyman Kayra USLU'ya çok teşekkür ederim.

Tezimde dahil olmak üzere yaptığım her işte dilek ve dualarıyla her daim manevi desteğini esirgemeyen annem Belkize Çıbuk'a ve babam Baba ŞAHİN'e sonsuz sevgi ve saygılarımla teşekkür ederim.

**Sevcan USLU**

**TOKAT- 2019**

## İÇİNDEKİLER

### **Sayfa**

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	Vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2.KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	9
3.1. Materyal.....	9
3.1.1.Araştırma Yeri.....	9
3.1.1.1. Çalışma Noktaları.....	10
3.1.2. Araştırma Yerinin İklim Özellikleri.....	19
3.1.3. Toprak Özellikleri.....	20
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1.Toprak Örneklerinin Alınması ve Yapılan Analizler.....	20
3.2.2. Yüzey Akış ve Toprak Kayıplarının Belirlenmesi.....	21
3.2.3. İstatistiksel Analiz.....	22
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	23
4.1. Çalışma Alanlarının Arazi ve Toprak Özellikleri .....	23

4.2. CLIGEN Yağış Simülasyon Sonuçları .....	25
4.3. Çalışma Noktalarına Ait Toprak Özellikleri.....	26
4.4. Çalışma Noktaları Toprak Kaybı ve Yüzey Akış Kayıpları.....	29
4.4.1. Orman Alanları Toprak Kayıpları.....	29
4.4.2. Mera Alanları Toprak Kayıpları.....	30
4.4.3. Tarım Alanları Toprak Kayıpları.....	32
4.4.4. Tarım Alanları Toprak ve Yüzey Akış Kayıplarının Karşılaştırılması.....	42
5.SONUÇ ve ÖNERİLER.....	48
6.KAYNAKLAR.....	49
7.ÖZGEÇMİŞ.....	54



## ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. Araştırma yerinin konumu.....	10
Şekil 3.2. Bakımlı 1 orman vejetasyonu ortofoto görüntüsü.....	12
Şekil 3.3. Bakımlı 1 mera vejetasyonu ortofoto görüntüsü.....	12
Şekil 3.4. Bakımlı 1 yonca tarlası ortofoto görüntüsü.....	13
Şekil 3.5. Bakımlı 1 buğday-nadas tarlası ortofoto görüntüsü.....	13
Şekil 3.6. Bakımlı 2 orman vejetasyonu ortofoto görüntüsü.....	14
Şekil 3.7. Bakımlı 2 mera vejetasyonu ortofoto görüntüsü.....	15
Şekil 3.8. Bakımlı 2 yonca vejetasyonu ortofoto görüntüsü.....	15
Şekil 3.9. Bakımlı 2 buğday-nadas tarlası ortofoto görüntüsü.....	16
Şekil 3.10. Kınık Gevrek Köyü orman vejetasyonu ortofoto görüntüsü.....	17
Şekil 3.11. Kınık Gevrek köyü mera vejetasyonu ortofoto görüntüsü.....	17
Şekil 3.12. Kınık Gevrek buğday-nadas tarlası ortofoto görüntüsü.....	18
Şekil 3.13. Serince Köyü yonca tarlası ortofoto görüntüsü.....	19
Şekil 4.1. Bakımlı 1 çalışma noktası arazileri.....	24
Şekil 4.2. Bakımlı 2 çalışma noktası arazileri.....	24
Şekil 4.3. Kınık (Gevrek) ve Serince çalışma noktası arazileri.....	25
Şekil 4.4. Bakımlı 1 orman çalışma noktası için Model bilgi ekranı.....	29
Şekil 4.5. Bakımlı 2 orman çalışma noktası için Model bilgi ekranı.....	30
Şekil 4.6. Kınık (Gevrek) 1 orman çalışma noktası için Model bilgi ekranı.....	30
Şekil 4.7. Bakımlı 1 mera çalışma noktası için model bilgi ekranı.....	31
Şekil 4.8. Bakımlı 2 mera çalışma noktası için model bilgi ekranı.....	31
Şekil 4.9. Kınık (Gevrek) 1 mera çalışma noktası için model bilgi ekranı.....	31

Şekil 4.10. Bakımlı 1 yonca tarlası için model bilgi ekranı.....	32
Şekil 4.11. Bakımlı 2 yonca tarlası için model bilgi ekranı.....	34
Şekil 4.12. Serince yonca tarlası için model bilgi ekranı.....	35
Şekil 4.13. Bakımlı 1 buğday-nadas tarlası için model bilgi ekranı.....	37
Şekil 4.14. Bakımlı 2 buğday-nadas tarlası için model bilgi ekranı.....	39
Şekil 4.15. Kınık (Gevrek) buğday-nadas tarlası için model bilgi ekranı.....	41



## ÇİZELGE LSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Almus meteoroloji istasyonu uzun yıllık iklim verileri.....	20
Çizelge 4.1. Çalışma arazilerinin bazı zellikleri.....	23
Çizelge 4.2. Çalışma arazilerinin bazı özellikleri.....	28
Çizelge 4.3. WEPP model Bakımlı 1 lokasyonu yonca tarlası için yıllık tahmini yüzey akış ve toprak kayıpları.....	33
Çizelge 4.4. WEPP model Bakımlı 2 lokasyonu yonca tarlası için yıllık tahmini yüzey akış ve toprak kayıpları.....	34
Çizelge 4.5. WEPP model Kınık (Gevrek) –Serince lokasyonu yonca tarlası için yıllık tahmini yüzey akış ve toprak kayıpları.....	36
Çizelge 4.6. WEPP model Bakımlı 1 lokasyonu buğday-nadas tarlası için yıllık tahmini yüzey akış ve toprak kayıpları.....	38
Çizelge 4.7. WEPP model Bakımlı 2 lokasyonu buğday-nadas tarlası için yıllık tahmini yüzey akış ve toprak kayıpları.....	40
Çizelge 4.8. WEPP model Kınık (Gevrek) lokasyonu buğday-nadas tarlası için yıllık tahmini yüzey akış ve toprak kayıpları.....	41
Çizelge 4.9. Araştırma yerleri Buğday-Nadas ekim nöbetinde toprak kayıpları.....	42
Çizelge 4.10. Araştırma yerleri Buğday-Nadas ekim nöbetinde yüzey akış kayıpları,mm.....	44
Çizelge 4.11. Araştırma yerleri yonca tarlası toprak kayıpları.....	45
Çizelge 4.12. Araştırma yerleri yonca tarlası yüzey akış kayıpları mm.....	45
Çizelge 4.13. Tarım arazileri toprak kayıplarının istatistiksel olarak karşılaştırılması.....	47

## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
<b>AGNPS</b>	Agricultural Nonpoint Source
<b>CLIGEN</b>	Climate Generator model
<b>CREAMS</b>	Chemicals, Runoff, and Erosion from Agricultural Management Systems
<b>Ç.İ.K.</b>	Çok İnce Kum
<b>GFDL</b>	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory
<b>GeoWEPP</b>	Geo-spatial interface for WEPP
<b>KDK</b>	Katyon Değişim Kapasitesi
<b>K Faktörü</b>	Toprak aşınımına duyarlılık faktörü
<b>MUSLE</b>	Modified Universal Soil Loss Equation
<b>NSE</b>	Nash-Sutcliffe Efficiency
<b>RUSLE</b>	Revised Universal Soil Loss Equation
<b>SWRRB-WQ</b>	Simulator for water Resources in Rural Basins-Water Quality
<b>SPSS</b>	Statistical Package for the Social Sciences
<b>USLE</b>	Universal Soil Loss Equation
<b>USDA</b>	United States Department of Agriculture
<b>WEPP</b>	The Water Erosion Prediction Project
<b>VIC-WEPP</b>	Variable Capacity Infiltration-Water Erosion Prediction Project

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
<b>AS</b>	Agregat Stabilesi
<b>cm</b>	Santimetre
<b>h</b>	saat
<b>Ha</b>	Hektar
<b>kg</b>	Kilogram
<b>Kb</b>	Kilobayt
<b>km</b>	Kilometre
<b>MJ</b>	Mega Joule
<b>Mm</b>	Milimetre
<b>m<sup>2</sup></b>	Metrekare
<b>m</b>	Metre
<b>tha<sup>-1</sup></b>	Tonhektar <sup>-1</sup>
<b>t</b>	zaman
<b>°C</b>	Santigrat derece
<b>%</b>	Yüzde
<b>OM</b>	Organik Madde



## 1. GİRİŞ

1820 yılında 1 milyar olan dünya nüfusu 2012’de katlanarak 7 milyara çıkması ve 2056 yılında 10 milyar olacağı öngörüsü, gıda, enerji ve doğal kaynaklara (su, hava, toprak) olan talepte önemli bir artışa yol açacağı beklenmektedir (Ferreira ve ark.,2018). Doğal kaynaklara olan talep artışı bu kaynakların sürdürülebilirliklerini tehlikeye maruz bırakmıştır. Böylelikle güncel ihtiyaçları karşılamaya yönelik insan baskısı beraberinde toprak bozulması ve çölleşme riskini güncel küresel sorun olarak insanoğlunun karşısına çıkarmıştır. Fiziksel toprak bozulmasının ana unsuru su erozyonu olarak başta gelmektedir.

İnsanoğlu erozyonla bir sorun olarak antik çağlardan beri karşı karşıya gelmiş ve kuraklık, sel ve heyelan olaylarının etkileriyle karşılaşmıştır. Bu olumsuz etkiler yerleşim yerlerinde değişimlere yol açmış ve bir zamanların muhteşem yerleşim yerleri kuraklık, sel gibi insan eliyle oluşmuş hızlı değişimlerden etkilenerek güncel durumda ya ıssız yada düşük nüfuslu küçük yerleşim birimlerine dönüşmüştür.

Toprak erozyonunun yıkıcı etkileriyle mücadele edebilmek amacıyla özellikle 1900 yıllarından itibaren araştırma amaçlı çeşitli arazi çalışmaları yürütülmüştür. Bu tarihte başlatılan ilk bilimsel araştırmalardan günümüze kadar elde edilen bilgi ve tecrübeler zaman zaman değerlendirilerek çeşitli toprak kayıp tahmin eşitlikleri geliştirilmiştir. Günümüzde toprak erozyonunun belirlenmesi hem çok pahalı hem de zaman gerektiren bir uğraş olmasından dolayı evrensel bir çevre problemi olarak kabul edilmektedir (Alkharabsheh ve ark.,2013). Zamanla gelişen veri tabanı ve bilgi seviyesi ile daha ileri tahmin eşitlikleri elde edilmiş ve bu eğilim bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle daha karmaşık tahmin modellerine doğru çevrilmiştir. Güncel olarak küresel ölçekte USLE, MUSLE, RUSLE, CREAMS (Knisel,1980), ANSWERS, AGNPS (Young ve ark., 1987), SWRRB-WQ (Arnold ve ark., 1990), WEPP (Lane ve Nearing,1989) gibi çok sayıda erozyon modelleri geliştirilmiştir. Bu modeller belli bir doğrulukta bir tarla veya havzadan yağışlara bağlı olarak oluşabilecek sediment verimini tahmin ederler. Böylelikle geçerli bir sonuç elde edebilmek için uzun süreli ve maliyeti yüksek arazi çalışmalarına ihtiyaç duymadan yüzey akış ve sediment verimi hızlı ve makul doğrulukta tahmin edilebilir.

Erozyon yağış ve toprak kaybı tahmin modelleri; arazi yönetimi kararlarını vermek için yararlı araçlardır (Stroosnijder,2005). Toprak kaybı modelleri, gerçek toprak kaybı ölçümleriyle karşılaştırıldığında, toprak koruma uygulamalarının tasarımı ve onların çekici bir alternatif haline getirilmesinde önemli ölçüde zaman ve kaynak tasarrufu sağlarlar (Amore ve ark., 2004). Ayrıca, bu modeller çevre üzerindeki toprak kaybının olumsuz etkilerini ve farklı arazi kullanımını altındaki toprakbozulmasını değerlendirmek için planlamalar yapmak amacıyla kullanılabilir (Nearing ve ark., 2004; Nearing ve ark., 2005). Ancak, toprak kaybı modellerinin uygulanabilirliği genellikle, deneysel toprak kaybı verileriyle doğrulandıkları alanlarla sınırlıdır (Renard ve ark.,1991).

ABD Tarım Bakanlığı (USDA) tarafından geliştirilen fiziksel tabanlı bir erozyon tahmin modeli olan Su Erozyonu Tahmin Projesi (WEPP) modeli (Flanagan ve ark.,2000), güncel olarak küresel ölçekte oldukça yaygın ve kabul görmüş bir erozyon tahmin modelidir.

Toprak erozyonu su kalitesi, toprak verimliliği ve ekosistemler üzerindeki etkileri nedeniyle dünya çapında önemli bir çevre sorunudur (Kinnell, 2007; Zhang, 1996). Genellikle toprak koruma uygulamalarının mevcut olmadığı yerlerde, sediment ve potansiyel olarak tehlikeli kirletici maddelerin nehir ve akarsularla taşınması toprak kaybını tetikler ve hızlandırır (Carpenter ve ark., 1998; Lin et al.,2009; Bagarello ve ark., 2010).Bu nedenle, toprak ve su kalitesi sorunlarının üstesinden gelmek veya önlemek için sediment taşınımını en aza indiren etkili toprak koruma uygulamaları tasarlanmalı ve uygulanmalıdır (Merritt ve ark., 2003).

Topraklar ve sürdürülemez insan faaliyetleri nedeniyle dünya topraklarının yoğun kullanımı, arazi bozulmasına neden olmuştur ve bu eğilimin devam etmesi beklenmektedir (Paleari, 2017). Rakshit ve ark. (2017), küresel arazi alanının% 33'ü bozulduğunu bildirmektedir. Dünya çapında yaklaşık 1.38 milyar hektar ekilebilir alanın her yıl 5 milyon hektarlık kısmının bozulma nedeniyle kaybedilmektedir (Jónsson ve ark., 2016).

Ülkemiz topraklarının büyük bir kısmı iklim, topoğrafya ve uygulanan yanlış amenajman yöntemlerinin etkisiyle erozyona çok duyarlı bir hale gelmiştir. İnsanların sürekli olarak bitki örtüsünü tahrip etmesi ve uygun özelliklere sahip olmayan toprakları



tarıma açması, erozyona ortam hazırlamaktadır. Dünya sıralamasında Türkiye toprakları en çok erozyona uğrayan ülkelerin başında yer almaktadır (Erol ve ark., 2009). Ülke topraklarının %7 sinde hafif, %20 sinde orta, %63 ünde şiddetli ve çok şiddetli erozyon görülmektedir. Türkiye’de her yıl yaklaşık 600-800 ton  $\text{km}^{-2}\text{yıl}^{-1}$  verimli toprak, akarsularla denizlere, göllere ve barajlara taşınmaktadır. Dünyada meydana gelen erozyon miktarıyla karşılaştırıldığında bu değer, 368 ton  $\text{yıl}^{-1}$  olan dünya ortalamasının yaklaşık iki katına eşit olduğu görülür (Erol ve ark., 2009).

Tokat ve çevresi iklim, topoğrafik yapı ve genel toprak özellikleri bakımından erozyona çok duyarlı bir yapıya sahiptir. Özellikle, şiddetli yağmur yağışlarına bağlı olarak meydana gelen yüzey akış, bitki örtüsü tahrip edilmiş alanlarda çok fazla miktarda toprak kayıplarına neden olmaktadır. Bundan dolayı, Tokat ve çevresinde sürdürülebilir toprak ve su kaynaklarının yönetimi çalışmalarında uygun bir erozyon kontrolü için, erozyona uygun alanların özelliklerinin çok iyi bilinmesi ve bu özellikleri etkileyen faktörlerin tanımlanması esastır.

Bu çalışmada, Tokat/Almus bölgesinde, birbirlerine yakın farklı arazi kullanımlarına (Orman, Mera ve Tarla) sahip homojen eğimli arazilerin yamaç boyunca güncel erozyon durumlarını belirleyip, birbirleriyle karşılaştırarak, sürdürülebilir arazi kullanımı için öneriler geliştirmek amaçlanmıştır. Benzer tarımsal yapıya sahip yöre topraklarında elde edilen araştırma bulgularını dikkate alarak toprak kayıplarının önlenmesi için gerekli önlemlerin geliştirilmesi hedeflenerek, yaygın planlamalar yapmak mümkün olacaktır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Tarım, orman ve mera arazilerinde, yağışlara bağlı oluşan toprak kayıpları ve yüzey akış önemli fiziksel bozulmalara yol açmaktadır. Taşınan toprak miktarı, oluşan miktarı aştığında toprak kalınlığı gittikçe azalır. Zamanla ana kaya ortaya çıkar ve geri dönüşümsüz zararlar görülür. Hızlandırılmış erozyon olarak tanımlanan bu durum genellikle insan aktivitelerinden kaynaklanır.

Bir tarlada veya havzada oluşan yüzey akış ve toprak kayıplarını bilmek erozyona karşı alınacak önlemleri planlamak bakımından son derece önemlidir. Yüzey akış kayıpları ve toprak kayıplarının deneysel olarak belirlenmesi uzun süreli tarla denemeleriyle mümkündür ve oldukça pahalıdır. Bu nedenle çoğunlukla pratik bir yaklaşım olarak kabul edilmemektedir.

Yirminci yüzyılın ortalarında, ABD'de toprak erozyonu ile mücadelede karar vermede yardımcı olacak iklim, toprak, topografya ve arazi yönetimi ile ilişkili yağış erozyonundaki değişimlerin tahminlerinde bulunan resmi bir matematiksel modelin gerekli olduğu kabul edilmiştir. Bu karar dünyada en çok kullanılan toprak kaybı tahmin modeli olan Ünlversal Toprak Kaybı Denklemine (USLE) geliştirilmesine yol açtı (Wischmeier ve ark., 1965, 1958).

Zamanla deneysel ve süreç temelli modeller de dahil olmak üzere farklı toprak kaybı modelleri geliştirilmiştir (Eisazadeh ve ark., 2012). Ampirik modeller arasında, USLE ve Revize Ünlversal Toprak Kaybı Eşitliği (RUSLE) modeli dünya çapında en yaygın kullanılan toprak kaybı tahmin aracıdır (Renard ve ark., 1991; Kinnell, 2010). USLE/RUSLE kullanımı çok az çevresel bilgi gerektirdiği, makul, uzun vadeli, yıllık toprak kaybı tahminleri sağladığı için caziptir (Spaeth ve ark., 2003;. Amore ve ark., 2004; Kinnell, 2010). Öte yandan, Su Erozyonu Tahmin Projesi (WEPP) modeli (Nearing ve ark., 1989) gibi süreç bazlı toprak kaybı modelleri, toprak kaybını simüle eden doğrulanmış süreç bazlı denklemleri kullanır (Tiwari ve ark., 2000).

RUSLE, tarla yamaçlarında beklenen ortalama erozyon miktarını beş faktörün çarpımı olarak hesaplar. Bu faktörler;  $A = K \times R \times LS \times C \times P$  olarak formüle edilmiştir. Bu eşitlikte A toprak kaybı ( $t\ ha^{-1}$ ), K toprak aşınabilirliği ( $t\ h\ ha\ MJ^{-1}mm^{-1}$ ), R yağış

erozivitesi ( $MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}$ ) ve LS, C ve P sırasıyla topografik faktör, bitki örtüsü ve toprak koruma önlemleri faktörlerdir (Renard ve ark., 1991; Kinnell, 2010). Bu modelin uzun vadeli yıllık toprak kaybı tahminlerini güvenilir olarak tahmin ettiği kanıtlanmıştır (Kinnell, 2010), ancak toprak özellikleri yağış olayları arasında mevsimsel olarak değiştiği için toprak özellikleri ile ilişkili toprak kaybını tahmin etmek için uygun değildir (Schmalz ve ark., 2013; Mirus ve ark., 2013; Gitika ve ark., 2014).

WEPP modeli, erozyon, bitki büyümesi, kalıntı, su kullanımı, hidrolik ve toprak işlemlerini içerdiği için en yaygın kullanılan ve onaylanmış işlem bazlı modellerden biridir (Flanagan ve ark., 2012; Laflen ve ark., 1991). Bu nedenle, WEPP, süreç temelli denklemler uygulandığında güvenle kullanılacak bir modeldir (Pieri ve ark., 2007). Dahası RUSLE' nin aksine, WEPP, toprak ve su kalitesini arttırmaya yönelik toprak koruma uygulamalarının doğru bir şekilde tasarlanması için gerekli olan olaya dayalı toprak kaybı tahminlerini (Yu, 2002) tahmin etmek için kullanılabilir (Nearing ve ark., 1999). Bununla birlikte, karmaşıklığı ve ölçülmesi zor veya pahalı olan bazı kapsamlı değişken girdi gereksinimleri nedeniyle, kaynaklar az olduğunda uygun bir alternatif değildir (Mankin, 2000).

WEPP'nin RUSLE'ye göre bir diğer avantajı, hem aşındırma hem de biriktirme işlemlerini hesaba katmasıdır (Polyakov ve ark., 2003). RUSLE ise yalnızca toprak aşınmasını öngörür (Renard ve ark., 1991). Düşük eğim derecelerine sahip homojen eğimlerde, bu biriktirme, aşınma işlemine kıyasla önemsiz düzeyde olduğundan önemli bir sorun oluşturmaz (Proffitt ve ark., 1991). Ancak WEPP'in bu üstünlüğü, birikimin önemli bir işlem olduğu karmaşık eğimler için dezavantaja dönüşür (Bonilla ve ark., 2008). Akış sonunda biriken sediment, bileşimi yer yer farklılıklar gösterebildiği için kritik bir değişken olan bu durum dolayısıyla su kalitesini belirlemek için büyük önem taşır (Pimentel ve ark., 1995; González ve ark., 2016). Ayrıca RUSLE ve WEPP modellerinin her ikisi de tahminlerde bulunurken sediment birikiminde toplam bozulmayı ve taşınmayı hesaba katmamaktadır (Foster ve ark., 1995). Toprak koruma uygulamalarının modellenmesi sedimentlerin yüzey alanı ile ilgili olduğu için bu sedimentlerin taşınımı toprak kayıplarının doğru tahmin edilmesi çok önemlidir (Horowitz ve ark., 1987).

Yamaç ve havzalarda toprak kayıpları ve yüzey akışın tahmin edilmesinde, WEPP Hillslope model yaygın olarak kullanılmaktadır (Chaves ve ark., 1991; Tiscareno-Lopez ve ark., 1994; Risse ve ark., 1994; Zhang ve ark., 1996; Flanagan ve ark., 2000; Pandey ve ark., 2008).

Laflen ve ark. (2004), USLE, RUSLE ve WEPP modellerini farklı koşullar altında karşılaştırdıkları çalışmada; WEPP modelinin performansının oldukça yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Yine, Mahmoodabadi ve Certa (2013), kurak ve yarı kurak iklime sahip intertill alanlarında toprak kayıplarını WEPP model kullanarak tahmin etmişleridir. Yağış simülatörünün kullanıldığı çalışmada model intertill erozyonu gözlenen değerden 14.5kez daha düşük tahmin etmiştir.

Gronsten ve ark. (2006), Norveç'in güneyinde iki farklı erozyon bölgesinde WEPP Hillslope 2002.7 versiyonunu kullanarak toprak kayıpları ve yüzey akışı, günlük ve yıllık olarak tahmin etmişlerdir. Simülasyon sonucunda modelin, Norveç iklim şartlarına uygun olmadığı sonucuna varmışlardır.

Demir,(2016)Tokat-Turhal ilçesinde bulunan Kazova'da,Eğime paralel ve dik sürüm ile tütün, buğday ve mercimek olmak üzere, farklı amenajman uygulamalarının yapıldığı homojen eğimli bir yamaç arazisinde WEPP Hillslope modelini kullanmak suretiyle,farklı toprak işleme altındaki arazilerde meydana gelen toprak kayıpları ve yüzey akışını tahmin etmiştir.WEPP Hillslope model ile yıllık ve aylık ortalama yağışlar değerlendirilmiş ve gerçek değerlere çok yakın değerler bulunmuştur.

Wang ve ark., (2018), iklim değişikliğinin toprak kayıplarına etkisini 2000-2100 yılları arası dönem için Great Lakes, ABD' de belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada, üç genel sirkülasyon modelinden (general circulation models)(GFDL, PCM, HadCM3) tahminleri kullanılarak üç iklim değişikliği senaryosu (A2, A1B, B1) altındaki toprak kayıplarını ölçmek için Makro Ölçekli Değişken Sızma Kapasitesi - WEPP (VIC-WEPP) toprak erozyonu modeli kullanılmıştır. Toprak kaybı gelecek üç dönem boyunca (2030, 2060 ve 2090), 0.4-0.7 ton ha<sup>-1</sup> yıl<sup>-1</sup> (% 4.99-23.2) oranında azalacağı tahmin edildi. Ormanlık kuzey bölgesinde erozyon, 9.7-68.3 mm yıl<sup>-1</sup>olarak yağışların artmasına bağlı olarak, gelecek dönemde üç yıl boyunca 0.01-0.18 ton

ha<sup>-1</sup> yıl<sup>-1</sup> artmaya devam etti. Mahsul ve otlaklarla kaplı güney çalışma alanında, 1.75-4.79 °C hava sıcaklığı artışları ve yaz aylarında yağışların azalması nedeniyle toprak kaybının 0.01-1.43 ton ha<sup>-1</sup>yıl<sup>-1</sup> azaldığını öngörülmüştür. Sonbahar ve kış mevsimi, A2 senaryosundaki bu iki mevsim için tahminlere bağlı olarak artan toprak kaybı risklerine sahip olmuştur. Sonbahardaki yağışların artmasına bağlı olarak toprak kaybı artışı ve kışın hem yağış hem de hava sıcaklığındaki artışların birleşik etkileri ile A1B senaryosunda daha yüksek risk tespit edilmiştir. Hem yağış hem de hava sıcaklığındaki artış nedeniyle ilkbahar ve yaz aylarında B1 senaryosunda toprak kaybı riski en yüksek olarak tespit edilmiştir.

Anacheve ark. (2018), arazi kullanımı ve iklim değişikliği, Brezilya'daki Cerrado biyomunda yüzey akış ve toprak erozyonuna etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Uzun süreli gözlemlenen verilerin olmayışı nedeniyle süreç tabanlı WEPP (Su Erozyonu Tahmin Projesi) modeli yöre koşulları için kalibre edilmiştir. Kalibrasyonda, dört yıllık arazi kullanımları (Cerrado ormanı, bitki örtüsüz işlemeli nadas, şeker kamışı ve mera) dikkate alınarak, 5 yıllık bir veri seti (2012-2016) ile gözlenen yüzey akış ve toprak kaybı verileri kullanılarak model kalibre edildi. Simülasyonlar, bölgesel iklim istatistiklerine dayanarak CLIGEN ile oluşturulan 100 yıllık bir iklim veri seti ile kalibre edilmiş WEPP model bileşenleri kullanılarak gerçekleştirildi. 2030, 2060 ve 2090 için gelecekteki iklim senaryolarına göre analiz edilen dört arazi kullanımının yüzey akış ve toprak erozyonu üzerinde önemli bir etkisi araştırılmıştır. WEPP model yarı tropik koşullarda kabul edilebilir bir performans göstermiştir. Arazi kullanımı yüzey akış ve toprak kayıplarını önemli olarak etkilemiştir. İklim değişiklikleri yağışların yoğunluğunu ve miktarını etkileme potansiyeline sahip olmakla birlikte çalışmada iklim değişikliğinin çalışma bölgesinde dört farklı arazi kullanımı için istatistiksel olarak önemli bir etkisi görülmemiştir.

Melakü ve ark., (2018), GeoWEPP modeli yardımıyla toprak su koruma yapılarının yüzey akış ve sediment verimi üzerine etkilerini değerlendirmek amacıyla 2012'den 2014'e kadar Etiyopya'da yer alan Gumara-Maksegnit alt havzasında entegre bir ölçüm ve modelleme çalışması yapmışlardır. Çalışma, toprak su koruma yapılarının inşa edildiği 27.1 hektar ve böyle bir tesisin bulunmadığı (kontrol) 31.7 hektar iki bitişik küçük su havzasında gerçekleştirildi. GeoWEPP model simülasyon sonuçları, her iki alt

havza içinde günlük sediment verimini tatmin edici şekilde öngörmüştür (kontrol alt havza için  $R^2 = 0.68$  ve  $NSE = 0.43$  ve toprak su koruma yapılarının bulunduğu havza için  $R^2 = 0.61$  ve  $NSE = 0.84$ ). Benzer şekilde, model öngörüsü sediment veriminde tatmin edici sonuçlar verdi ( $R^2 = 0,61$  ve  $NSE =$  kontrol havzası için  $0.59$  ve  $R^2 = 0.57$  ve toprak su koruma yapılarının bulunduğu havza için  $NSE = 0.81$ 'dir). Toprak su koruma yapıları, eğim gradyanını düşürdü ve yüzey akışı değiştirdi. Gözlem ve simülasyon çalışması, toprak su koruma yapılarının bulunduğu su havzası yüzey akışının kontrol su havzasına kıyasla yaklaşık% 19 oranında azaldığı sonucunu vermiştir.

Lobo ve Bonilla (2019), tarafından yürütülen çalışmada doğru toprak ve su koruma uygulamaları için kritik öneme sahip olan toprak kaybını ve bireysel olaylarla ilişkili sediment bileşimini (kil, silt ve kum fraksiyonları) ve olay ölçeğinde sediment iletimini tahmin etmek için bir model geliştirilmiştir. Bu amaçla WEPP modeli, bir toprak kaybı veri tabanı oluşturmak için Orta Şili'den ölçülen toprak ve iklim verilerini kullanarak uygulandı. 83 bölgedeki veriler kullanılarak 200.000'den fazla erozyon olayı simüle edildi. Çoklu regresyon analizi kullanılarak, yağış enerjisini, aşına duyarlılığı, yamaç eğimi geometrisini, öncül toprak nemini ve toplam yağış miktarını içeren toprak kaybını kontrol eden ana değişkenler belirlenmiştir. Bu değişkenler, bir toprak kaybı modeline dahil edilmiş ve 32 bölgeden ( $R^2 = 0.81-0.83$ ) veriler kullanılarak kalibre edilmiştir. Kalibrasyon sonucu kalan 51 bölgede doğrulandı ( $R^2 = 0.66-0.89$ ). Elde edilen model kil ve silt fraksiyonları için doğru tahminler sağlamıştır (sırasıyla  $R^2 = 0.86$  ve  $0.78$ ), ancak kum fraksiyonunu tahmin etmede zorluklar göstermiştir ( $R^2 = 0.31$ ). Konturlu çiftçilik ve vejetatif filtre şeridi rutinleri de güvenilir toprak kaybı ( $R^2 = 0.51-0.78$ ), kil ( $R^2 = 0.54-0.75$ ) ve silt ( $R^2 = 0.57-0.68$ ) tahminlerini sağlayan toprak kaybı modeline dahil edilmiştir.

Geliştirilen modelin kullanımı oldukça kolaydır ve sadeliği nedeniyle, toprak koruma planlaması için esnek bir araç sağlayan diğer toprak koruma rutinlerinin kullanılmasına izin verir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

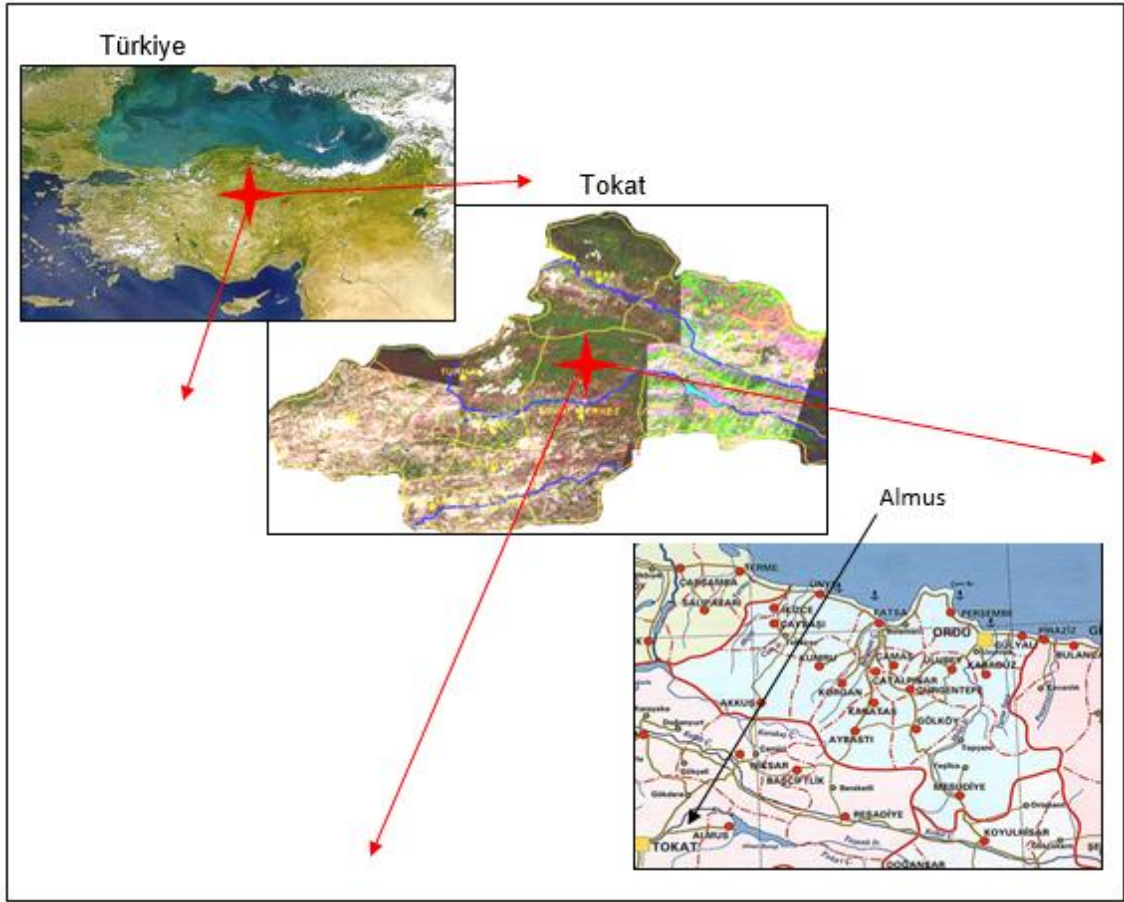
##### 3.1.1. Araştırma yeri

Araştırmanın yürütüldüğü Tokat ili, Karadeniz Bölgesinin Orta Karadeniz bölümünün geçit bölgesinde ve Yukarı Yeşilirmak Havzasında yer alır. İl toprakları  $35^{\circ} 27'$  ve  $37^{\circ} 39'$  doğu boylamları ile  $39^{\circ} 52'$  ve  $40^{\circ} 55'$  kuzey enlemleri arasında kalır, denizden yüksekliği ise 623 m' dir.

Toprak örneklerinin alındığı Almus ilçesi Orta Karadeniz Bölgesinde, Tokat iline 36 km mesafede olup, kuzeyden Samsun, doğudan Ordu, güneyden Sivas ve Yozgat illeri, batıdan ise Amasya, Tokat illeri ile çevrilidir. Almus, coğrafi koordinatlar bakımından  $40^{\circ} 37'$  ve  $40^{\circ} 36'$  kuzey enlemleri,  $36^{\circ} 79'$  ve  $36^{\circ} 85'$  doğu boylamları arasında kalır (Şekil 3.1).

Almus ilçesi 85270 ha alana sahip olup 12950 ha'ı (%15,19) rekreasyon ve turizm, 7739 ha'ı (%9,08) tarım, 7840 ha'ı (%9,19) sanayi, 11305 ha'ı (%13,26) yerleşim, 42756 ha'ı orman (%50,14), orman alanlarının ise 5924 (%13,86) ha'ı koruma alanı olarak tespit edilmiştir (Yeşil ve Yılmaz, 2013).

Araştırma alanı Almus'un iklim ve toprak özelliklerini temsil eden, Tokat-Almus karayolu üzerinde birbirine yakın konumda yer alan, Bakımlı, Gevrek ve Serince köyleri hudutlarında yer alan orman, mera ve tarım arazileri (yonca, buğday-nadas) olmak üzere üç tekerrürlü olacak şekilde toplam 12 parselde yürütülmüştür.



Şekil 3.1. Araştırma yerinin konumu

### 3.1.1.1. Çalışma noktaları

Çalışma, buğday-nadas ekim nöbeti ve yonca tarımı yapılan tarlalar, doğal mera ve doğal orman arazilerinde yürütülmüştür. Noktasal çalışmaların yürütüldüğü Bakımlı, Gevrek ve Serince köyleri, Almus yöresinin genel iklim ve toprak özelliklerini temsil etmesi ve Almus Meteoroloji İstasyonuna konum olarak yakınlığı nedeniyle tercih edilmiştir. Çalışma noktalarında orman, mera ve tarım (yonca ve buğday-nadas) arazi kullanım türleri ve bu kullanımlar altında 11 yıllık dönemde meydana gelen yüzey akış ve toprak kayıplarının WEPP model yardımıyla tahmini gerçekleştirilmiştir.

Yörenin vejetasyon ve arazi kullanım türlerini dikkate alarak dört farklı arazi kullanım türüne ait toprak ve su kayıpları belirlenmeye çalışılmıştır. İstatistiksel karşılaştırmalar yapabilmek amacıyla her arazi kullanım türü için üç tekerrürlü olacak şekilde arazi çalışmaları yürütülmüştür. Oluşacak toprak kayıplarında toprak özelliklerinden kaynaklanan etkileri mümkün olduğunca benzer şekilde yansıtabilmek için çalışma noktaları konumsal olarak birbirine yakın olmasına özen gösterilmiştir.



**Bakımlı köyü:**

Bakımlı köyü Tokat iline 26 km, Almus ilçesine 10.2 km, Almus gölüne ise 11.8 km uzaklıktadır. Doğusunda Serince köyü, Batısında Tokat'a bağlı Pınarlı Köyü, kuzeyinde İmamgazi Dağı, güneyinde ise Kınık Beldesi, Gevrek Mahallesi ile Ormandibi Köyü bulunmaktadır.

Bakımlı köyünün güney ve kuzeyi yüksek tepelerle kaplıdır. Köyün yerleşim yeri uzunca bir dere yatağına yerleşmiştir. Bakımlı köyünde iki farklı yerde arazi çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışma noktalarının birbirinden ayırımını yapabilmek için Bakımlı I ve Bakımlı II olarak tanımlanmıştır.

**Bakımlı I Çalışma Lokasyonu**

Bakımlı 1 çalışma lokasyonu, Höllüklük mevkinde olup, orman arazisi (9120 m<sup>2</sup>), mera arazisi (4620 m<sup>2</sup>), tarım arazisi (yonca) (5200 m<sup>2</sup>), tarım arazisi (buğday-nadas ekim nöbeti) (580 m<sup>2</sup>) olmak üzere dört farklı vejetasyona sahiptir. Çalışma arazileri coğrafi koordinatlar bakımından kuzey enlem ve doğu boylam değerleri; orman vejetasyonu için 40.3717 enlem ve 36.7939 boylam, mera vejetasyonu için 40.3717 enlem, 36.7939 boylam, yonca vejetasyonu için 40.3711 enlem, 36.7936 boylam, Buğday-Nadas tarlası için 40.3717 enlem, 36.79441 boylam olarak konumlanmıştır.

Arazi çalışmalarının yürütüldüğü parsellere ait ortofoto görüntüleri Şekil 3.2-Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.2. Bakımlı 1 orman vejetasyonu ortofoto görüntüsü



Şekil 3.3. Bakımlı 1 mera vejetasyonu ortofoto görüntüsü



Şekil 3.4. Bakımlı 1yonca tarlası ortofoto görüntüsü



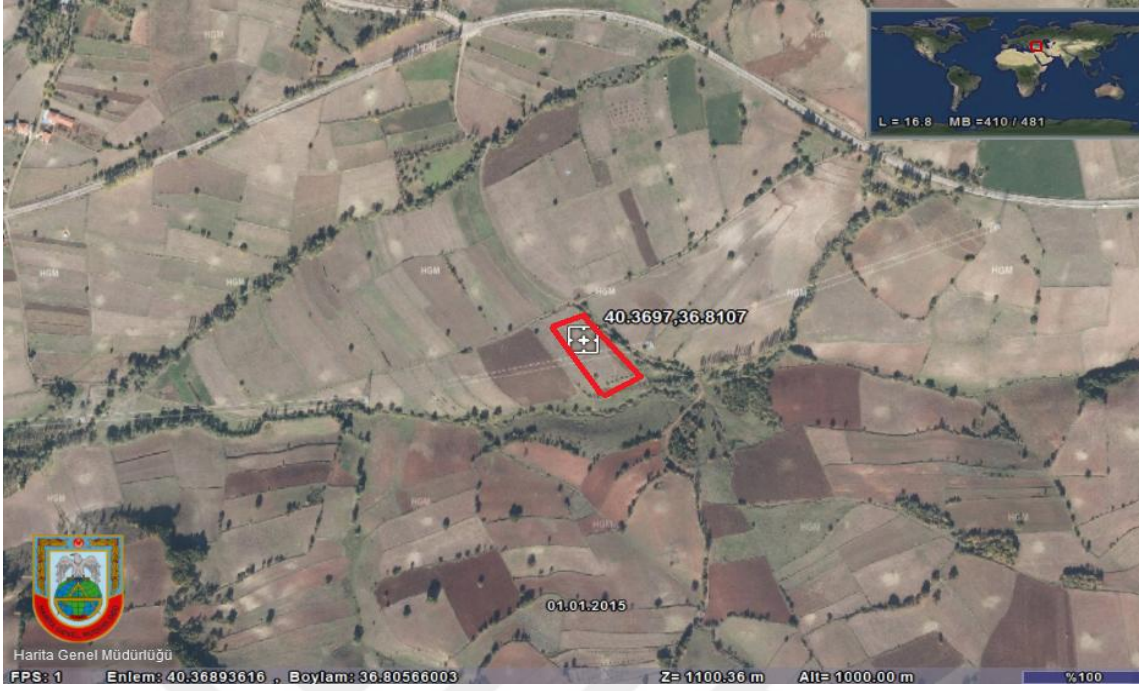
Şekil 3.5. Bakımlı 1 buğday-nadas tarlası ortofoto görüntüsü

## Bakımlı II Çalışma Lokasyonu

Bakımlı 2 çalışma lokasyonu Kızılyazı mevkinde olup, arazi çalışmaları orman (2520 m<sup>2</sup>), mera (7544m<sup>2</sup>), yonca tarlası (192 m<sup>2</sup>), Buğday-Nadas tarlada (342 m<sup>2</sup>) yürütülmüştür. Çalışma arazileri coğrafi koordinatlar bakımından kuzey enlem ve doğu boylam değerleri; orman vejetasyonu için 40.3696 enlem ve 36.8109 boylam, mera vejetasyonu için 40.3797 enlem, 36.8107 boylam, yonca vejetasyonu için 40.3726 enlem, 36.8241 boylam, Buğday-Nadas tarlası için 40.3698 enlem, 36.8106 boylam olarak konumlanmıştır.Çalışma arazileri ortofoto görüntüleri Şekil 3.6-Şekil 3.9'da verilmiştir.



Şekil 3.6. Bakımlı 2 orman vejetasyonu ortofoto görüntüsü



Şekil 3.7. Bakımlı 2 mera vejetasyonu ortofoto görüntüsü



Şekil 3.8. Bakımlı 2 yonca tarlası ortofoto görüntüsü



Şekil 3.9. Bakımlı 2 buğday-nadas tarlası ortofoto görüntüsü

### **Gevrek Köyü**

Gevrek Köyünün kuzeyi Serince Köyü, güneyi Çevreli Kasabası, güneybatısı Ormandibi Kasabası, doğusu Almus ilçesi, batısı yine Bakımlı ve Ormandibi Köyleri ile çevrilidir. Köy Almus ilçesine 8.7 km, Almus Gölü'ne ise 9.8 km uzaklıktadır. Gevrek Köyü Tokat ilinden ve Almus ilçesinden daha yüksektedir. Köyün 100-150m yüksekliğinden itibaren çam ağaçları ve gürgen (kayın) bitki örtüsü başlar. Bu ormanlık alan çevre köylerden Ormandibi ve Çevreliye kadar devam eder.

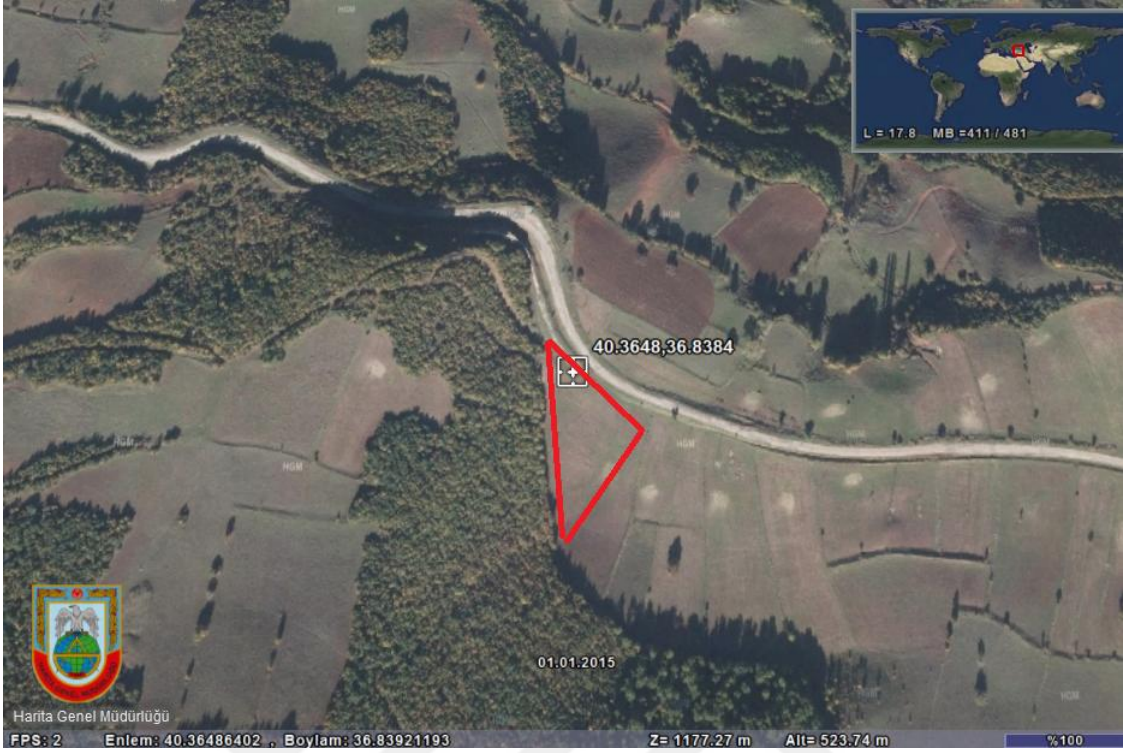
Araştırma çalışmasının yürütüldüğü Gevrek Köyü - Kınık mevki, Belyaylası ve Gühergülen mevkinde olup, orman arazisi (32314 m<sup>2</sup>), mera arazisi (1640m<sup>2</sup>), tarım arazisinde (Buğday-Nadas) (1364 m<sup>2</sup>) arazi çalışmaları yürütülmüştür. Çalışma arazileri coğrafi koordinatlar bakımından kuzey enlem ve doğu boylam değerleri; orman vejetasyonu için 40.3637 enlem ve 36.8383 boylam, mera vejetasyonu için 40.3639 enlem, 36.8386 boylam ve Buğday-Nadas tarlası için 40.3648 enlem, 36.8384 boylam olarak konumlanmıştır. Çalışma arazileri ortofoto görüntüleri Şekil 3.10 - Şekil 3.12'de verilmiştir.



Şekil 3.10. Kınık Gevrek Köyü orman vejetasyonu ortofoto görüntüsü



Şekil 3.11. Kınık Gevrek köyü mera vejetasyonu ortofoto görüntüsü



Şekil 3.12. Kınık Gevrek buğday-nadas tarlası ortofoto görüntüsü

### **Serince Köyü**

Serince Köyü Tokat iline 32 km, Almus ilçesine 5 km, Almus gölüne 6 km uzaklıktadır. Kuzeyinde ve doğusunda Almus'un Mahalleleri, güneyinde Kınık Köyü, batısında Bakımlı Köyü bulunmaktadır.

Serince Köyü çalışma bölgesinde yalnızca yonca tarlasında arazi çalışması yapılmıştır. Yonca tarım arazisi Serince köyü Tepetarla Mevkesinde (40.3744 enlem, 36.8548 boylam) olup, 2659 m<sup>2</sup> alana sahiptir. Çalışma arazisi coğrafi koordinatlar bakımından kuzey enlem ve doğu boylam değerleri ortofoto görüntüsü ile birlikte Şekil 3.13'te verilmiştir.





Şekil 3.13. Serince Köyü yonca tarlası ortofoto görüntüsü

### 3.1.2. Araştırma yerinin iklim özellikleri

Tokat ili yarı kurak karakterli geçit bölgesi iklim koşullarının etkin olduğu bir iklime sahiptir. Tokat'ta yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlı geçer. Yıllık ortalama yağış 432,4 mm'dir. En fazla yağış ilkbaharda, en az yağış ise yaz aylarında düşmektedir. Yıllık yağışın % 37'si ilkbahar, % 13'ü yaz, % 23'ü sonbahar ve % 27'si kış aylarında düşmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 11,9°C, en soğuk ay 1,3°C ile Ocak, en sıcak ay 22°C ile Temmuz ayıdır. Yıllık toplam buharlaşma 853,8 mm'dir. Yıllık ortalama nispi nem % 63,2'dir (Anonim, 2016).

Almus'un iklimi Karadeniz'in tesiri altında kalan sahalarla Orta Anadolu'nun kara iklimi yanında geçiş teşkil eder. Yağış genellikle aylara dağılmıştır. Yapılan gözlemlere göre, Almus'un yıllık ortalama yağışı 494 mm'dir. Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs aylarında yağış maksimum dereceye yükselir. En az yağış düşen aylar Temmuz ve Ağustos'dur. Uzun yıllık ortalama maximum sıcaklık 1981 yılının Temmuz ayında 38.8°C, minimum sıcaklık ise 1972 yılının Ocak ayında 23.6 °C olarak belirlenmiştir.

Almus meteoroloji istasyonundan alınan uzun yıllık iklim verileri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Almus meteoroloji istasyonu uzun yıllık iklim verileri (Anonim, 2018)

Meteorolojik Veriler	A y l a r												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Ortalama Sıcaklık, °C	1.8	3.4	7.5	12.5	16.4	19.8	22.4	22.3	18.8	13.7	7.6	3.5	12.5
Maksimum Sıcaklık, °C	20.2	22.8	31.1	33.5	36.1	38.5	45.0	II	III	IV	27.6	23.0	45.0
Minimum Sıcaklık, °C	-23.4	-22.1	-21.2	-4.5	0.0	3.2	6.1	3.4	7.5	12.5	-8.3	-21.0	-7
Donlu Gün Sayısı	8.3	6.0	2.2	0.2	-	-	-	-	-	-	0.8	4.7	22.2
Yağış, mm	14.8	15.8	16.1	20.5	16.9	9.6	2.5	1.9	7.2	17.6	19.5	18.5	160.9
Nispi Nem, %	77.6	74.6	73.1	72.8	73.9	71.9	70.9	73.9	77.2	81.5	82.3	79.1	75.7

### 3.1.3. Toprak özellikleri

Çalışma alanları; orta, dik ve çok dik meyilde olup, kahverengi orman topraklarından oluşur. Çalışma alanı arazi kabiliyet sınıflarına göre IV., VI. ve VII. sınıf arazilerden oluşmaktadır. Çalışma bölgesinde tarım, mera ve orman arazi kullanım türleri yaygın olarak yer almaktadır. Tarım yapılan alanlarda ağırlıklı olarak buğday–nadas ekim nöbeti uygulanmakta ve yem bitkilerinden yonca tarımı yaygın olarak yapılmaktadır.

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Toprak örneklerinin alınması ve yapılan analizler

Almus yöresi su erozyon karakteristiklerini tanımlamak üzere, toprak örnekleri üç farklı arazi kullanım türü (orman, mera, tarım ) için olmak üzere dört farklı vejetasyonda (orman, mera, buğday-nadas ve yonca) araştırma parsellerinden alınmıştır. Her çalışma noktası için (0-20)cm toprak derinliği dikkate alınarak toplam 12 adet üst toprak örneği alınmıştır.

Alınan toprak örnekleri plastik torbalar içinde laboratuara getirilip daha sonra oda sıcaklığında kurutulup, dövülüp, 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Analize hazır hale getirilen toprak örneklerinden yapılan analizlerle Organik madde, Katyon değişim kapasitesi, Hacim ağırlığı, Tekstür, Çok ince kum, Agregat stabilitesi ve K faktörü analizleri yapılmıştır.

**Organik madde:** Organik madde Modifiye edilmiş Walkley-Black Yöntemi ile belirlenmiştir(Kacar, 2009).

**KDK (Kasyon Değişim Kapasitesi):**Sodyum asetat yöntemi ile belirlenmiştir (Chapman ve Pratt 1961, Jackson 1958).

**Tekstür:** Toprakların kil, silt ve kum fraksiyonları Bouyous hidrometre yöntemi ile belirlenmiştir (Bouyoucus, 1951).

**Çok ince kum:** Toprakların 0,10-0,05 mm arasındaki çapların % dağılımı elek analizi ile belirlenmiştir (Soil Survey Staff, 1951).

**Hacim ağırlığı:** Silindir yöntemi ile belirlenmiştir (Tüzüner, 1990).

**Agregat stabilitesi:**Islak eleme yöntemi ile belirlenmiştir (Anonymous, 2003).

**Toprak aşınma duyarlılığının belirlenmesi (K değeri):**Toprak aşınma duyarlılığı toprakların yağmur damlası darbe etkisi ve yüzey akış etkisiyle erozyona karşı hassasiyetinin bir ölçüsüdür. K değeri 0-1 arasında değişir 1'e yaklaşan değerler toprakların erozyona karşı çok hassas olduğunu ifade eder. Çalışmada toprakların K faktör değerleri aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır(Foster ve ark.,1991).

$$100K=2.1M^{1.14} [(10)^{-4} (12-a)+3.25(b-2)+2.5(c-3)] \text{ (Eşitlik 1)}$$

Eşitlikte; K toprak aşınma duyarlılığı ( $t \text{ h ha MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ); M zerre irilik parametresi; a organik madde, b toprak strüktür kodu (çok ince granüler: 1, ince granüler: 2, orta veya kaba granüler: 3,ve blok, tabaka veya masif: 4), c hidrolik geçirgenlik (hızlı: 1, orta-hızlı: 2, orta: 3, orta-yavaş: 4, yavaş: 5, ve çok yavaş: 6). Çalışma yeri toprakları orta granüler strüktürde olduğu için b değeri tüm topraklar için 3 olarak alınmıştır. Toprakların hidrolik kondaktivitesi WEPP model algoritmasında bulunan %kum ve KDK içeriğine bağlı olarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$K_b \text{ (Hidrolik iletkenlik)}=-0,265+0,0086*(\%Kum\%)^{1,8}+(11,46*CEC)^{-0,75} \text{ (Eşitlik 2)}$$

### 3.2.2.Yüzey Akış ve Toprak Kayıplarının Belirlenmesi

Çalışma noktalarının toprak ve yüzey akış kayıpları WEPP Hillslope modeli yardımıyla belirlenmiştir. Bu model, Flanagan ve Nearing (1995) tarafından Amerika Birleşik Devletleri'nde geliştirilmiş olup fiziksel sürece dayalı bir modeldir. Model, iklim, kış süreçleri, sulama, hidroloji, toprak, bitki gelişimi, atıkların ayrışması, yüzey akış

hidrolojisi ile erozyon ve birikme olmak üzere dokuz parametreyi içermektedir. Modelde kullanılan hidrolojik parametreler, kinematik dalga denklemini kullanmak suretiyle yüzey akış ve pik değerinin belirlenmesini sağlamaktadır. Model yamacın tepe noktasından topuk kısmına kadar mesafe boyunca meydana gelen toprak kayıpları ve yüzey akışı tahmin etmektedir.

Model iklim, toprak, şev ve amenajman dosyası olmak 4 giriş dosyasından oluşmaktadır.

Bu çalışmada modelin çalışması için gerekli girdiler arazi çalışmalarıyla elde edilmiş bilgilerden yararlanılarak bitişik konumdaki mera, orman ve tarla arazileri için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

### **3.2.3. İstatistiksel Analiz:**

Farklı kullanımlar altında oluşan yıllık toprak kayıpları normal dağılım gösterdiği normalite testi ile kontrol edilmiştir. Tüm konulara ait yıllık toprak kayıplarının normal dağılım göstermesi üzerine aralarındaki farklılıklar istatistiksel olarak t testi ile karşılaştırılmıştır.

## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1.Çalışma alanlarının arazi ve toprak özellikleri

Araştırma yeri topraklarının tamamı Kahverengiorman Büyük Toprak Grubunda yer almaktadır. Çalışmanın yürütüldüğü orman arazileri 20-90 cm derinlikte sık meşelik, fundalık ve çalılıklardan oluşmaktadır. Mera alanları %40-80 örtülü, %15 civarında taşlılık, kimi bölgelerde uzun, kimi bölgelerde ise kısa boylu otlarla kaplıdır. Çalışma parsellerinden tarım arazisi niteliğinde olanlarda Buğday-Nadas ekim nöbeti ve yonca tarımı yapılmaktadır.

Çalışma parsellerinin eğim, en ve boy gibi özellikleri arazi çalışmaları ile belirlenmiş olup Çizelge 4.1’de verilmiştir. Arazi eğimleri %7-17 arasında değişmiştir. Arazilerin eğim uzunlukları 20-107 m arasında, eni ise 20-302 m arasında değişmiştir.

Çizelge 4.1. Çalışma arazilerinin bazı özellikleri

Vejetasyon	Bakımlı 1			Bakımlı 2			Gevrek (Kınık)			Serince		
	Eğim, %	En,m	Boy, m	Eğim,%	En,m	Boy,m	Eğim,%	En,m	Boy,m	Eğim,%	En,m	Boy,m
Orman	12	114	80	14	70	36	15	302	107	-	-	-
Mera	13	77	60	16	82	92	17	40	20	-	-	-
Yonca	15	130	40	10	48	40	-	-	-	12	43	63
Buğday- Nadas	7	20	29	17	70	49	15	22	62	-	-	-

Çalışma alanını oluşturan Bakımlı 1 bölgesine ait arazi resimleriŞekil 4.1’de, Bakımlı 2 arazilerine ait resimler Şekil 4.2’de, Kınık(Gevrek) ve Serince arazilerine ait resimler ise Şekil 4.3.’te verilmiştir.



Orman



Mera



Yonca



Buğday-Nadas

Şekil 4.1. Bakımlı 1 çalışma noktası arazileri



Orman



Mera



Yonca



Buğday-Nadas

Şekil 4.2. Bakımlı 2 çalışma noktası arazileri



Orman



Mera



Yonca



Buğday-Nadas

Şekil 4.3. Kınık (Gevrek) ve Serince çalışma noktası arazileri

#### 4.2. CLIGEN yağış simülasyon sonuçları

WEPP model ölçülmüş birçok iklim parametreleri yardımıyla tahminlerde bulunabilmektedir. Ancak ölçülmüş günlük iklim verileri modele doğrudan girilmemektedir. WEPP modelin meteorolojik simülasyonunu yapan CLIGEN adlı program yardımıyla erozyon hesaplamaları yapılacak bölgenin öncelikle iklim modeli oluşturulur. CLIGEN çıktıları kar erimeleri, yağış olasılıkları, toprak sıcaklığı gibi çok sayıda parametreyi toprak kayıplarını mümkün olduğu kadar doğru olarak hesaplayabilmek için optimize eder.

Çalışma alanı olarak seçilen Almus ilçesinde kurulu bulunan meteoroloji istasyonunun günlük verilerinden yararlanılarak, (2008-2018) yılları arasındaki iklim verileri CLIGEN iklim modeli ile simüle edilmiştir. Gözlenen yağışlar 427 mm ve simüle edilen yağışlar ise 344.71 mm olarak belirlenmiştir. Model, 11 yıllık zaman aralığındaki yağışları gözlenen değerinin altında tahmin etmiştir. CLIGEN tarafından oluşturulan

bölgenin iklim senaryosu farklı arazi kullanımlarına karşın oluşan toprak kayıpları ve yüzey akış kayıplarını belirleyebilmek için kullanılmıştır.

#### **4.3. Çalışma noktalarına ait toprak özellikleri**

Almus yöresi iklim ve toprak özelliklerini temsil niteliğinde olan Bakımlı, Kınık (Gevrek) ve Serince köyleri arazilerine ait orman, mera vetarla arazilerinden 0-20 cm derinliklerden olmak üzere bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinde organik madde, katyon değişim kapasitesi, tekstür, çok ince kum, hacim ağırlığı, agregat stabilitesi ve toprak aşınımına duyarlılık faktörü belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Araştırma yeri topraklarının organik madde içeriği en fazla orman arazisinde olmuştur. Bunu çoktan aza doğru yonca tarlası, mera ve buğday-nadas parselleri takip etmiştir. Mera arazisi organik madde içeriğinin yonca tarlalarına göre daha düşük olması ve neredeyse buğday-nadas tarlalarına yakın değerde olması mera parsellerinin aşırı otlatma nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Nitekim bu arazilerde örtülülük yüzdesi yer yer %40'a kadar düşmektedir.

KDK değerleri kil miktarına ve tipine bağlı olarak örnek noktalarında değişmiştir. En yüksek KDK değeri yonca tarlalarında en düşük değerler ise buğday-nadas tarlalarında belirlenmiştir. Çalışma lokasyonlarından biri olan Kınık(Gevrek)'ta Buğday-Nadas ekim nöbetinin uygulandığı tarla arazisinde, yüksek organik madde miktarına rağmen KDK değerinin düşük çıkması genişleme özelliği düşük kil minerallerinin varlığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kum içeriği mera>orman>yonca tarlası>buğday-nadas şeklinde olmuştur. Kil içeriği buğday-nadas tarla>yonca tarlası>orman>mera olarak değişmiştir. Silt içeriği ise farklı kullanımlar arasında belirgin farklılıklar göstermemiştir. Toprak bünyesi toprak oluşumu, arazi fizyografyası, yükseklik, yıkanma, erozyon süreçleri gibi çok sayıda olayların etkisiyle değişim göstermektedir. Çalışma bölgesinde genel olarak tarım yapılan alanlarda daha ince bünyeli topraklar bulunmaktadır.



Çalışma noktaları hacim ağırlıkları genel olarak yüksek çıkmıştır. Özellikle Bakımlı 1 mera ve Bakımlı 2 mera, Bakımlı 2 orman, tüm yonca tarlaları ve Bakımlı 1 buğday-nadas ve Bakımlı 2 buğday-nadas alanlarında hacim ağırlık değerleri oldukça yüksektir. Bu durum bitkisel üretimi riske sokacak derecededir. İşlemeli tarım alanlarında dipkazan, organik madde ilavesi gibi fiziksel önlemler almak yerinde olacaktır. Mera alanlarında ise erken ve ağır otlatmadan kaçınılmalıdır.

Agregat stabilite değerleri en yüksek orman vejetasyonunda olmuştur. Organik maddenin daha yüksek olduğu orman çalışma alanlarında erozyona karşı suya dayanıklı partiküller daha fazla olmuştur. Mera ve yonca tarlaları birbirlerine yakın agregat stabilite değeri gösterirken işlemeli tarım yapılan buğday-nadas tarlalarda agregat stabilite değerleri en düşük olmuştur. Çalışma bölgesini oluşturan işlemeli tarım alanlarında azaltılmış toprak işleme uygulamaları ve organik madde takviyelerinin yapılması gerekmektedir.

Toprakların aşınımına duyarlılıkları farklı arazi kullanım türleri arasında bariz farklılıklar göstermemiştir. Orman toprakları genel olarak daha düşük K değerleri göstermiştir.

Çizelge 4.2. Çalışma arazilerinin bazı özellikleri

Çalışma Bölgesi	OM, %	KDK, me/100 g	Kum, %	Kil, %	Silt, %	Ç.İ.K, %	HA, g/cm <sup>3</sup>	AS, %	K Faktör, t h ha MJ <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup>
Orman									
Bakımlı 1	2.68	6.39	32.60	40.7	26.7	11.02	1.62	95	0.16(Orta Aşınabilir)
Bakımlı 2	6.42	24.46	58.60	22.7	18.7	20.5	1.5	93	0.07(Az Aşınabilir)
Gevrek	6.97	20.04	44.60	30.7	24.7	9.78	1.33	95	0.09(Az Aşınabilir)
Mera									
Bakımlı 1	0.87	13.6	46.60	4.72	48.7	8.94	1.85	71	0.44(Çok Kuvvetli Aşınabilir)
Bakımlı 2	2.21	17.67	62.60	16.7	20.7	12.44	2.08	97	0.15(Orta Aşınabilir)
Gevrek	2.81	16.7	64.60	20.7	14.7	9.44	1.84	86	0.09(Az Aşınabilir)
Yonca									
Bakımlı 1	3.00	29.33	24.60	58.7	16.7	8.4	1.98	74	0.08(Az Aşınabilir)
Bakımlı 2	2.00	45.47	24.60	62.7	12.7	7.38	1.88	81	0.07(Az Aşınabilir)
Serince	2.90	36.97	44.60	40.7	14.7	17.18	1.72	76	0.11(Orta Aşınabilir)
Buğday-Nadas									
Bakımlı 1	1.68	14.55	22.60	54.7	22.7	16.78	2.12	79	0.14(Orta Aşınabilir)
Bakımlı 2	1.84	10.25	22.60	64.7	12.7	12.22	1.75	72	0.08(Az Aşınabilir)
Gevrek	2.45	9.47	18.60	64.7	16.7	9.8	1.64	76	0.11(Orta Aşınabilir)

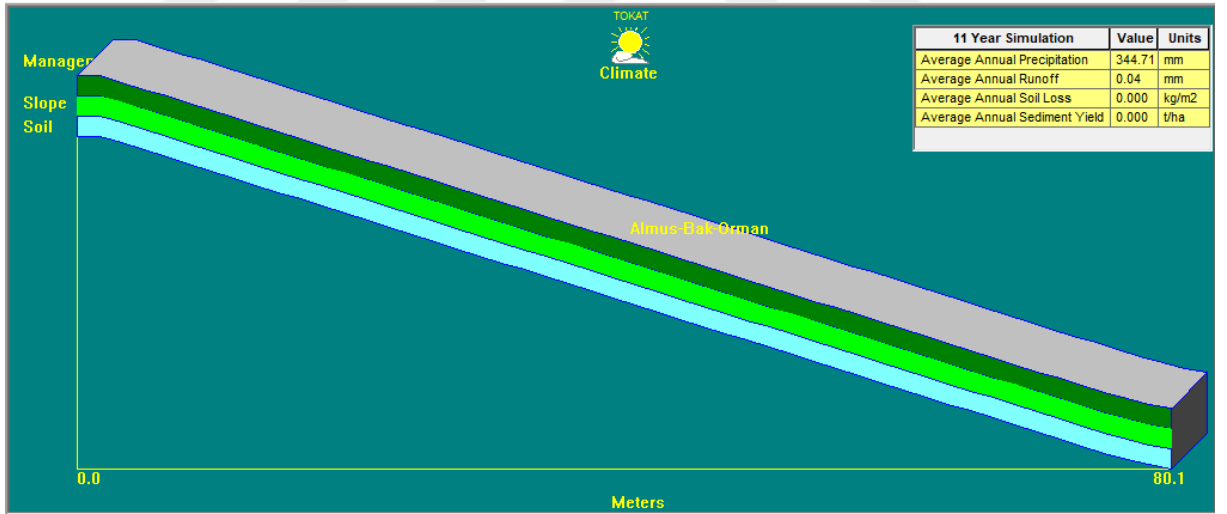
\*Kısaltmalar: OM: Organik madde; KDK: Katyon değişim kapasitesi; Ç.İ.K.: Çok ince kum, K: toprak aşınımına duyarlılık faktörü.

A.S:Agregat Stabilitesi, H.A: Hacim ağırlığı

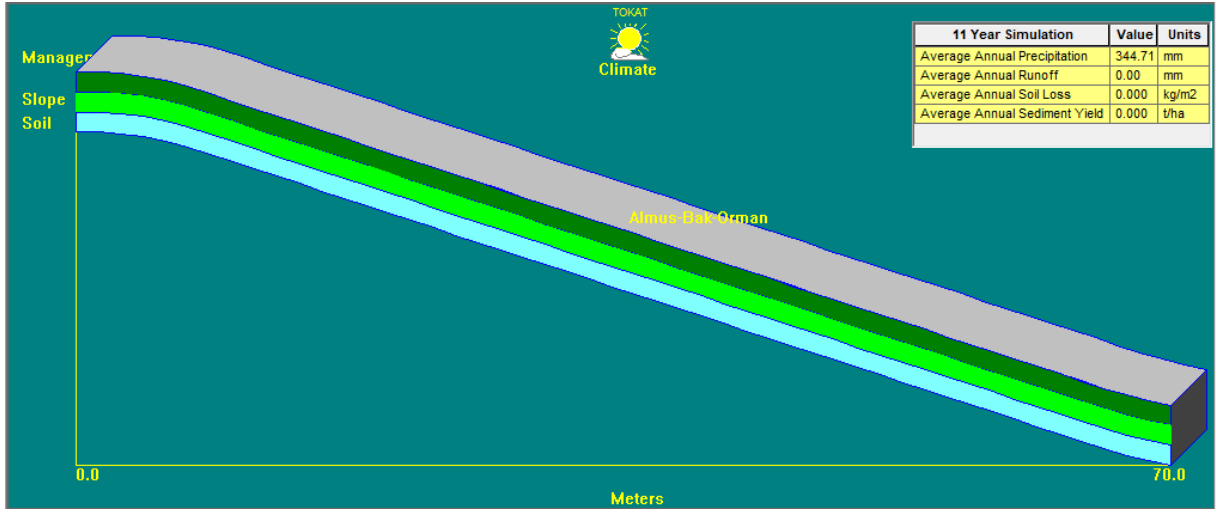
#### 4.4. Çalışma noktaları toprak kaybı ve yüzey akış kayıpları

##### 4.4.1. Orman alanları toprak kayıpları

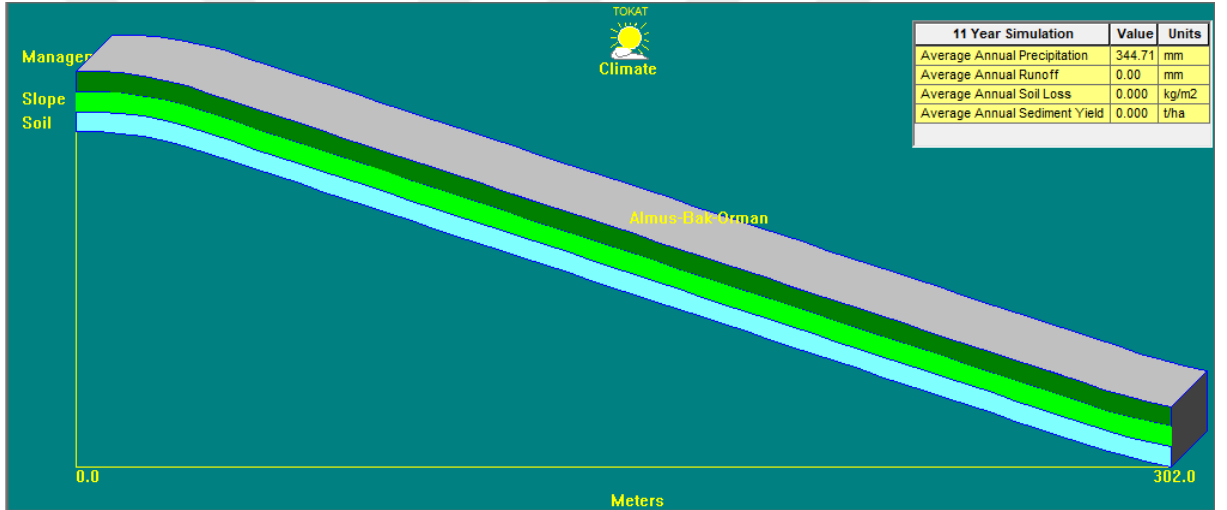
Bu çalışmada Almus orman alanlarının toprak ve su kayıplarının değerlendirilebilmesi amacıyla Bakımlı 1, Bakımlı 2 ve Kınık (Gevrek) orman arazilerinde arazi çalışmaları yürütülmüştür. Model girdileri toprak dosyası, amenajman dosyası, iklim dosyası olacak şekilde modele girilmiş ve 2008 ve 2018 yılları için simülasyon yapılmıştır. Model uzun yıllar simülasyon sonucunu gösterir bilgi ekranı Şekil 4.4-Şekil 4.6’da verilmiştir. Uzun yıllık simülasyon sonucuna göre ortalama 344.71 mm yıllık yağış çalışma noktalarının hiç birinde toprak kaybı ve yüzey akışa yol açmamıştır. Orman vejetasyonu mevcut iklim ve eğim koşullarında yeterince toprak ve su koruması yapabildiğini göstermiştir. Bu veri dikkate alınacak olursa yörede yer alan eğimli ve erozyon riski taşıyan tarlaların orman arazisine dönüştürülmesi gerektiği düşünülmektedir. Mevcut orman varlığının korunması amaç dışı kullanımının engellenmesi sürdürülebilirlik için bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır.



Şekil 4.4. Bakımlı 1 orman çalışma noktası için model bilgi ekranı



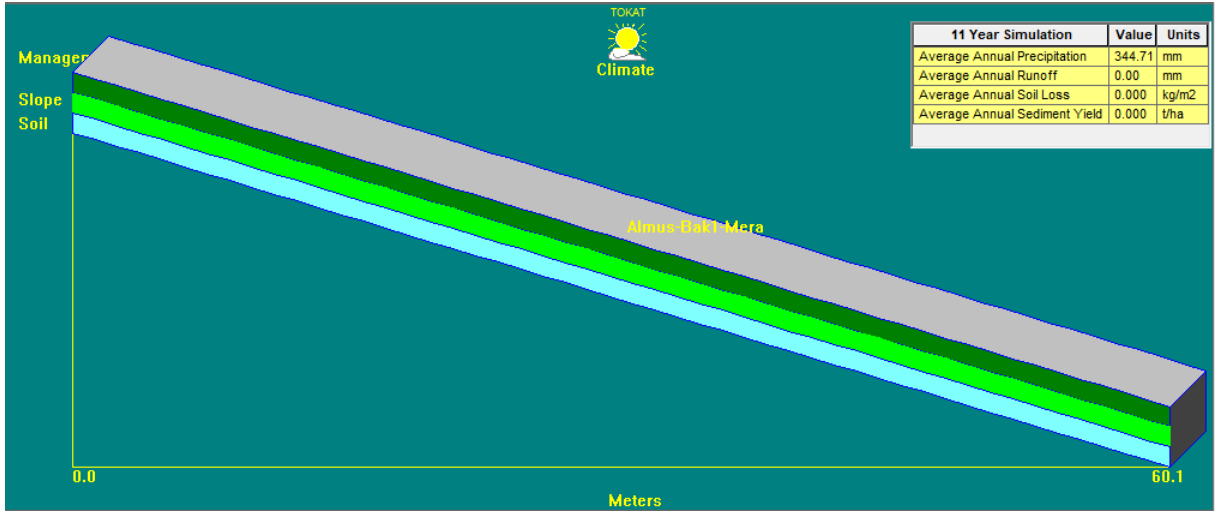
Şekil 4.5. Bakımlı 2orman çalışma noktası için model bilgi ekranı



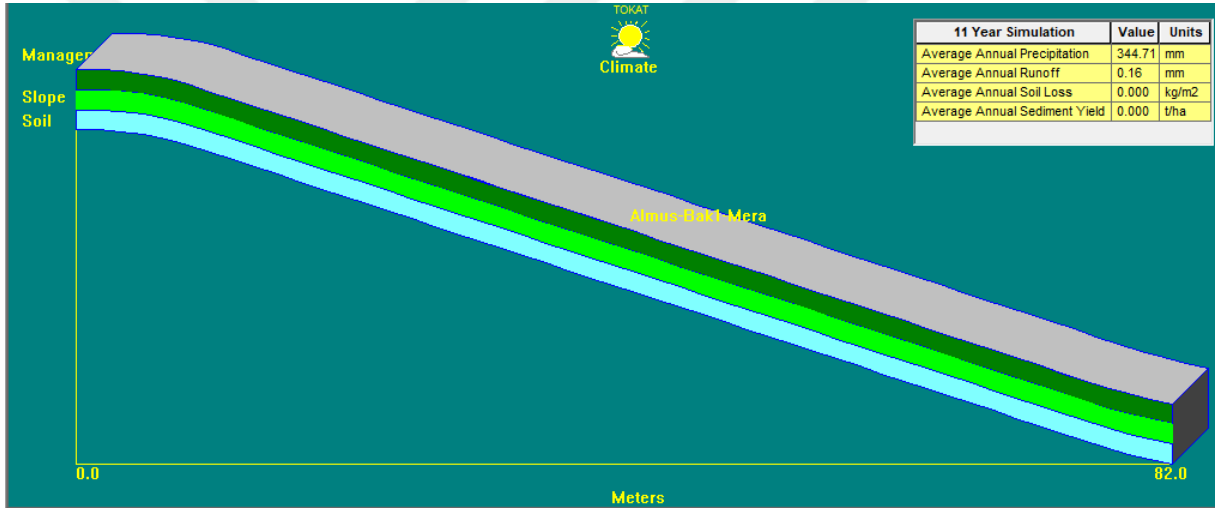
Şekil 4.6. Kınık (Gevrek) 1orman çalışma noktası için model bilgi ekranı

#### 4.4.2. Mera alanları toprak kayıpları

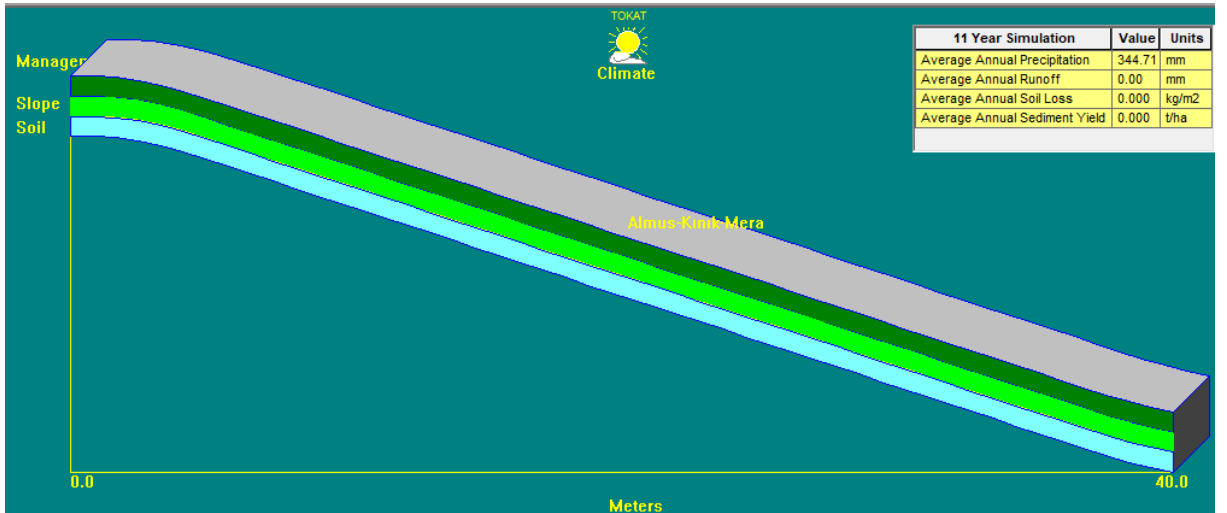
Almus mera alanlarını temsil etmek üzere seçilen Bakımlı 1, Bakımlı 2 ve Kınık (Gevrek) meralarında arazi çalışmaları yürütülmüştür. Model yardımıyla mera örnekleme noktaları için 2008 ve 2018 yılları için simülasyon yapılmıştır. Model uzun yıllar simülasyon sonucunu gösterir bilgi ekranı Şekil 4.7-Şekil 4.9'da verilmiştir. Uzun yıllık simülasyon sonucuna göre ortalama 344.71 mm yıllık yağış çalışma noktalarının hiç birinde toprak kaybı ve yüzey akışa yol açmamıştır. Bu sonuç eğimli ve bozulmuş durumda bile olsa mera alanlarının erozyonu kontrol altına alabilmek için çok önemli ve korunması gereken yerler olduğunu göstermiştir.



Şekil 4.7. Bakımlı 1 mera çalışma noktası için model bilgi ekranı



Şekil 4.8. Bakımlı 2 mera çalışma noktası için model bilgi ekranı



Şekil 4.9. Kınık (Gevrek) 1 mera çalışma noktası için model bilgi ekranı

#### 4.4.3. Tarım alanları toprak kayıpları

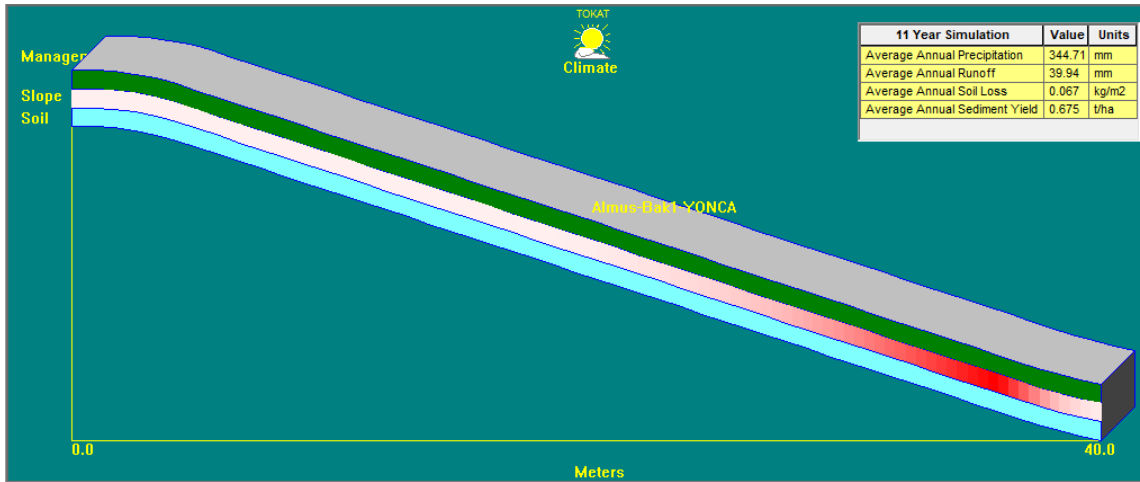
##### Yonca Tarlaları yüzey akış ve toprak kayıpları

###### Bakımlı 1

40m uzunluğunda, 130m genişliğinde ve %15 eğime sahip Bakımlı 1 yonca tarlasında ortalama yıllık toplam yüzey akış 39.94 mm, toprak kaybı  $0.067 \text{ kgm}^{-2}$  ve sediment verimi ise  $0.675 \text{ t/ha}^{-1}$  olarak tahmin edilmiştir (Şekil 4.10). Sonuçların verildiği Çizelge 4.2 incelendiğinde 37.53mm yağışlara ve 2.33mm ise kar erimesine bağlı olarak yüzey akışların meydana geldiği görülmektedir.

Deneme alanında 2011 ve 2014 yıllarında yağışa bağlı olarak toprak kayıpları meydana gelmiştir. 2011 yılında 58 erosiv yağışa bağlı olarak toplam 60.19mm yüzey akış ve bunun sonucunda ise  $0.050 \text{ kg m}^{-2}$  toprak kaybı simüle edilmiştir. 2014 yılında ise 46 erosiv yağış olayına bağlı olarak 32.79 mm yüzey akış ve ortalama toprak kaybı ise  $0.023 \text{ kg m}^{-2}$  olarak belirlenmiştir.

Kar erimesine bağlı olarak en yüksek toprak kaybı 2009 yılında meydana gelmiştir. 52 erosiv yağış olayı sonucunda 89.09mm ve bir kar erimesine bağlı olarakta 1.32 mm yüzey akış meydana gelmiştir. Ortalama toprak kaybı  $0.320 \text{ kgm}^{-2}$ 'dir. En düşük toprak kaybı ise 2017 yılında simüle edilmiştir. 31 erosiv yağışa bağlı olarak 16.72mm ve 2 kez kar erimesi sonucunda ise 2.65mm yüzey akış meydana gelmiştir. Ortalama toprak kayıpları  $0.006 \text{ kgm}^{-2}$ 'dir (Çizelge4.3).



Şekil 4.10. Bakımlı 1 yonca tarlası için model bilgi ekranı

Çizelge 4.3. WEPP model Bakımlı 1 lokasyonu yonca tarlası için yıllık tahmini yüzey akış ve toprak kayıpları

Yıl	Toplam Yağış	Toplam Sulama	Yüzey Akış			Toplam Ayrışma	İnterril Ayrışma	Toplam Birikme	Sediment Verimi
			Yağış	Kar Erimesi	Sulama				
			mm						
2008	449.70	0.00	41.79	3.26	0.00	0.062	0.024	0.000	0.615
2009	422.30	0.00	89.09	1.32	0.00	0.320	0.046	0.000	3.204
2010	306.90	0.00	66.15	12.51	0.00	0.093	0.035	0.000	0.934
2011	371.10	0.00	60.19	0.00	0.00	0.050	0.027	0.000	0.498
2012	499.70	0.00	51.51	2.11	0.00	0.141	0.023	0.000	1.411
2013	240.20	0.00	8.17	0.36	0.00	0.028	0.003	0.000	0.277
2014	401.90	0.00	32.79	0.00	0.00	0.023	0.013	0.000	0.226
2015	345.00	0.00	21.81	1.04	0.00	0.009	0.008	0.000	0.087
2016	384.30	0.00	25.46	2.41	0.00	0.011	0.010	0.000	0.109
2017	370.70	0.00	16.72	2.65	0.00	0.006	0.005	0.000	0.060
2018	269.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>Ortalama</b>	<b>344.71</b>	<b>0.00</b>	<b>37.53</b>	<b>2.33</b>	<b>0.00</b>	<b>0.067</b>	<b>0.018</b>	<b>0.000</b>	<b>0.675</b>

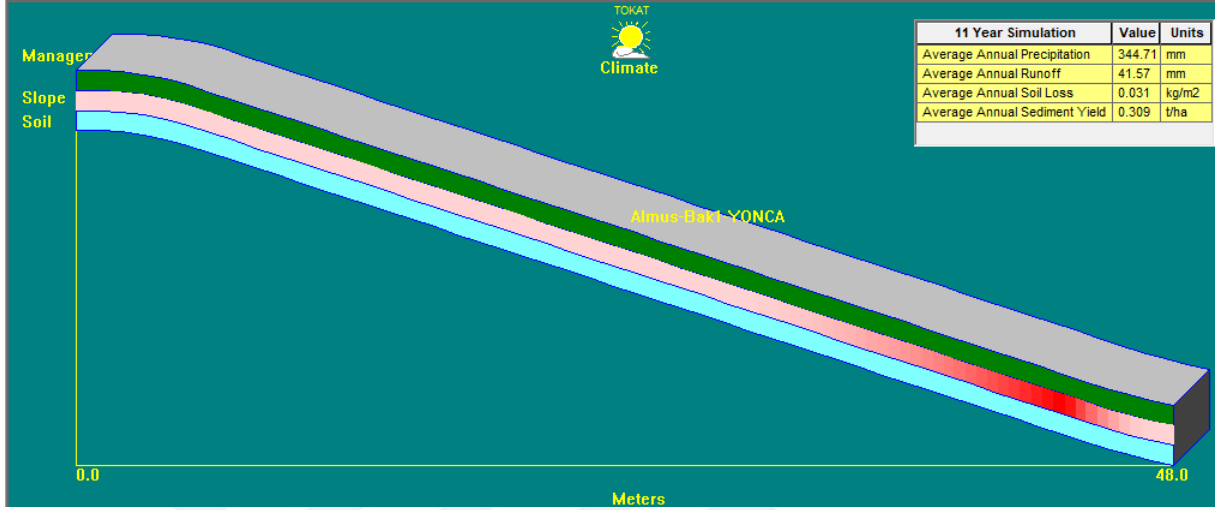
### Bakımlı 2

48m uzunluğunda, 2.8m genişliğinde ve %10 eğime sahip Bakımlı 2 yonca tarlasında ortalama yüzey akış 41.57mm, toprak kaybı 0.031kgm<sup>-2</sup>ve sedimentverimi 0.309t ha<sup>-1</sup> olarak simüle edilmiştir Şekil 4.11 'de verilmiştir.

2008-2018 yılları arasında 3 yıl için yağışa bağlı olarak toprak kaybı tahmin edilmiştir. Yağışlara bağlı olarak en yüksek toprak kaybı 2011 yılında meydana gelmiştir. 54 erosiv yağış olayı sonucunda 63.11mm yüzey akış meydana gelmiştir. Ortalama toprak kaybı ise 0.031kgm<sup>-2</sup>'dir.En düşük toprak kaybı ise 2013 yılında simüle edilmiştir 6 erosiv yağış olayı sonucunda toplam 8.77 mm yüzey akış ve ortalama 0.010kgm<sup>-2</sup>toprak kaybı meydana gelmiştir.

Hem yağış hem de kar erimesine bağlı olarak en yüksek toprak kayıpları 2009 yılında meydana gelmiştir. 49 erosiv yağış olayı sonucunda toplam 94.84mm ve bir kar erimesine bağlı olarak 1.27mm yüzey akış ve 0.138kgm<sup>-2</sup>ortalama toprak kaybı simüle

edilmiştir. En düşük toprak kaybı ise 2017 yılında simüle edilmiştir. 31 erosiv yağış olayı sonucunda 18.92mm ve 2 kar erimesine bağlı olarak 3.87mm yüzey akış meydana gelmiştir. Ortalama toprak kaybı ise  $0.006\text{kgm}^{-2}$ 'dir (Çizelge 4.4).



Şekil 4.11. Bakımlı 2 yonca tarlası için model bilgi ekranı

Çizelge 4.4. WEPP model Bakımlı 2 lokasyonu yonca tarlası için yıllık tahmini yüzey akış ve toprak kayıpları

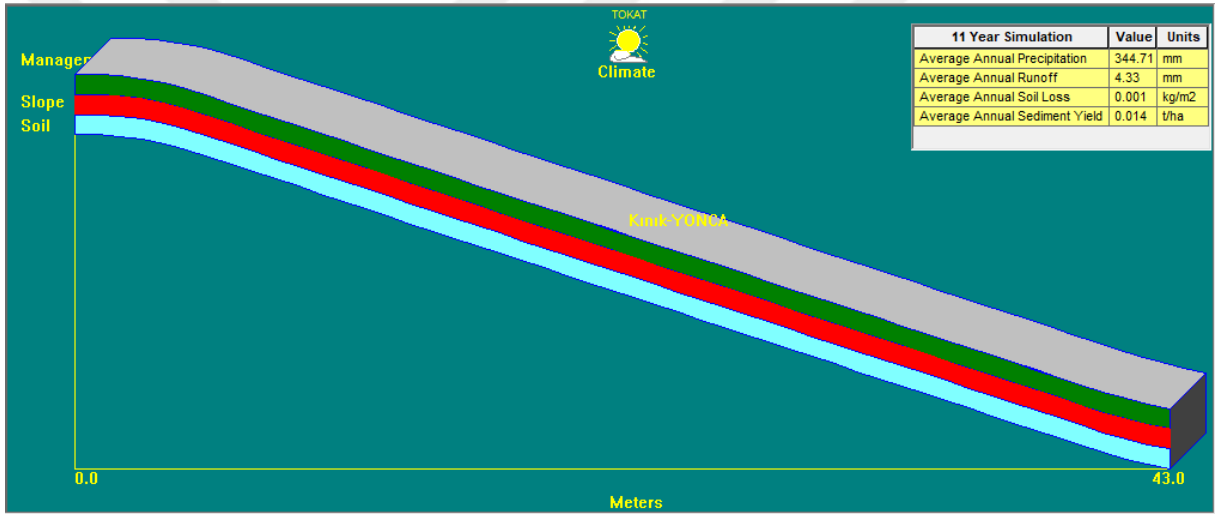
Yıl	Toplam Yağış	Toplam Sulama	Yüzey Akış			Toplam Ayırışma	İnterril Ayırışma	Toplam Birikme	Sediment Verimi
			Yağış	Kar Erimesi	Sulama				
			mm			kg.m <sup>-2</sup>		tha <sup>-1</sup>	
2008	449.70	0.00	40.08	3.67	0.00	0.031	0.024	0.000	0.310
2009	422.30	0.00	94.84	1.27	0.00	0.138	0.049	0.000	1.381
2010	306.90	0.00	70.13	13.88	0.00	0.036	0.035	0.000	0.360
2011	371.10	0.00	63.11	0.00	0.00	0.031	0.028	0.000	0.311
2012	499.70	0.00	53.62	1.99	0.00	0.055	0.026	0.000	0.553
2013	240.20	0.00	8.77	0.00	0.00	0.010	0.004	0.000	0.096
2014	401.90	0.00	34.88	0.00	0.00	0.015	0.015	0.000	0.147
2015	345.00	0.00	23.30	0.99	0.00	0.009	0.009	0.000	0.088
2016	384.30	0.00	23.40	0.46	0.00	0.009	0.009	0.000	0.091
2017	370.70	0.00	18.92	3.87	0.00	0.006	0.006	0.000	0.061
Ortalama	<b>344.71</b>	<b>0.00</b>	<b>39.19</b>	<b>2.38</b>	<b>0.00</b>	<b>0.031</b>	<b>0.019</b>	<b>0.000</b>	<b>0.309</b>



## Serince

Deneme alanında tahmin edilen ortalama yüzey akış 4.33mm, toprak kaybı 0.001kgm<sup>-2</sup> ve sediment verimi ise 0.014 t ha<sup>-1</sup> 'dir (Şekil 4.12).

2008 ve 2010 yıllarında kar erimesine; 2009, 2011, 2012 ve 2016 yıllarında ise sadece yağışa bağlı olarak toprak kaybı meydana gelmiştir. 2008 yılında 9 erosiv yağışa bağlı olarak 5.45mm ve 2 kar erimesi sonucunda ise 1.82mm yüzey akış meydana gelmiştir. Ortalama toprak kaybı 0.005kg m<sup>-2</sup>'dir. 2010 yılında ise 18 erosiv yağış sonucunda 14.02mm ve bir kar erimesine bağlı olarak 2.60mm yüzey akış meydana gelirken; ortalama toprak kayıpları ise 0.004kg m<sup>-2</sup>'dir. Yağışlara bağlı olarak meydana gelen toprak kayıpları ise 0.001 ve 0.002kg m<sup>-2</sup>'dir (Çizelge4.5).



Şekil 4.12. Serince yonca tarlası için model bilgi ekranı

Çizelge 4.5. WEPP model Kınık (Gevrek) –Serince lokasyonu yonca tarlası için yıllık tahmini yüzey akış ve toprak kayıpları

Yıl	Toplam Yağış	Toplam Sulama	Yüzey Akış			Toplam Ayrışma	İnterril Ayrışma	Toplam Birikme	Sediment Verimi
			Yağış	Kar Erimesi	Sulama				
			mm						
2008	449.70	0.00	5.45	1.82	0.00	0.005	0.005	0.000	0.053
2009	422.30	0.00	11.60	0.00	0.00	0.003	0.003	0.000	0.028
2010	306.90	0.00	14.02	2.60	0.00	0.004	0.004	0.000	0.041
2011	371.10	0.00	4.35	0.00	0.00	0.001	0.001	0.000	0.012
2012	499.70	0.00	5.18	0.00	0.00	0.002	0.002	0.000	0.016
2013	240.20	0.00	0.02	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2014	401.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2015	345.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2016	384.30	0.00	2.52	0.00	0.00	0.001	0.001	0.000	0.005
2017	370.70	0.00	0.08	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
Ortalama	<b>344.71</b>	<b>0.00</b>	<b>3.93</b>	<b>0.40</b>	<b>0.00</b>	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>	<b>0.000</b>	<b>0.016</b>

### Buğday-Nadas Tarlaları yüzey akış ve toprak kayıpları

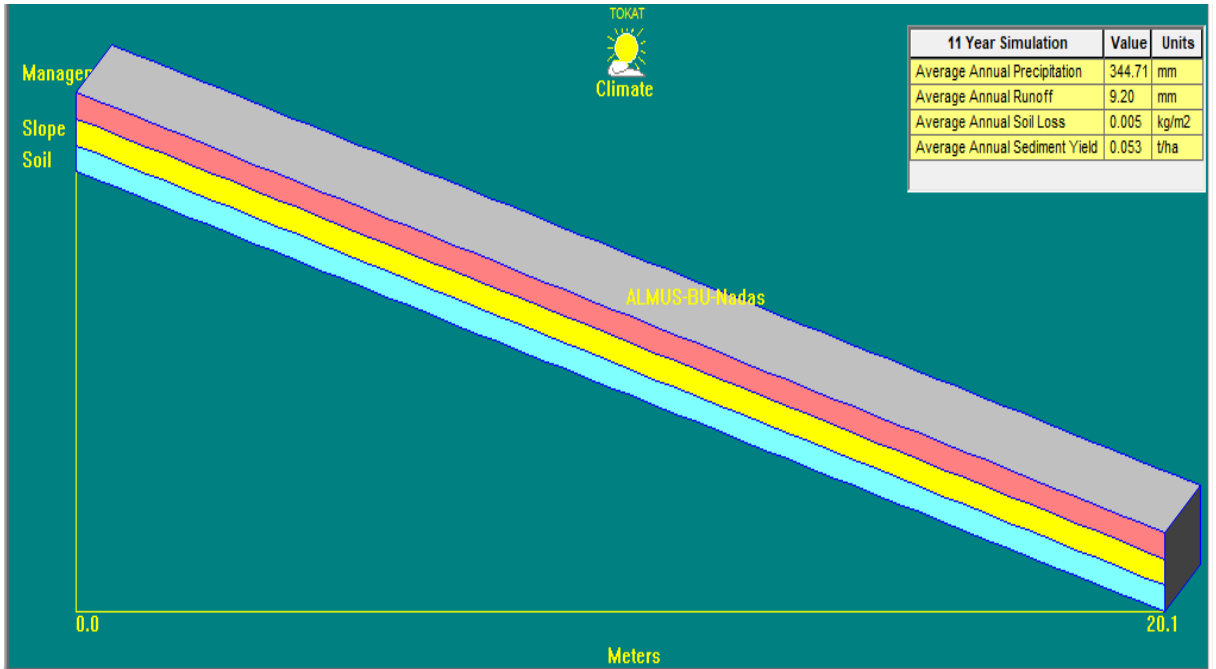
#### Bakımlı 1

20 m uzunluğunda, 29m genişliğinde ve %7 eğime sahip Bakımlı 1 buğday-nadas tarlasına ait model çıktısı Şekil 4.13’de ve sonuçlar ise Çizelge4.6’da verilmiştir. Çalışma alanında görülen toprak kayıpları yağış ve kar erimesine bağlı olarak meydana gelmiştir. Almus ilçesinde maksimum sıcaklıklar 4-31 °C ve minimum sıcaklıklar ise -7 ile 15 °C arasında değişmektedir. 8.49mm yağışlara ve 0.71mm kar erimesine bağlı olarak toplam 9.20 mm yüzey akış simüle edilmiştir.

Yağışlara bağlı olarak 6 yılda toprak kayıpları meydana gelmiştir. En fazla toprak kaybı 2009 yılında görülmüştür 65 bireysel yağış olayına bağlı olarak 422.30mm toplam yağış görülmüştür. 20 erosiv yağış sonucunda 3.16mm yüzey akış meydana gelmiştir. Buna bağlı olarak ortalama 0.015 kg m<sup>-2</sup> toprak kaybı tahmin edilmiştir.

En düşük toprak kaybı ise, 2011 yılında simüle edilmiştir. 64 bireysel yağış sonucunda toplam 371.1mm yağış meydana gelmiştir. 5 erosiv yağış olayına bağlı olarak 2.60mm yüzey akış simüle edilmiştir. Ortalama toprak kaybı  $0.02 \text{ kg m}^{-2}$ 'dir.

2010 yılında ise hem yağış hem de kar erimesine bağlı olarak toprak kayıpları simüle edilmiştir. 47 bireysel yağış olayı sonucunda 306.90mm yağış simüle edilmiştir. 12 erosiv yağış olayı sonucunda 7.85 mm erosiv yağışlardan ve 7.79 mm ise kar erimesine bağlı olarak yüzey akış meydana gelmiştir. Ortalama toprak kaybı  $0.010 \text{ kg m}^{-2}$ 'dir.



Şekil 4.13. Bakımlı 1 buğday-nadas tarlası için model bilgi ekranı

Çizelge 4.6. WEPP model Bakımlı 1 lokasyonu buğday-nadas tarlası için yıllık tahmini yüzey akış ve toprak kayıpları

Yıl	Toplam Yağış	Toplam Sulama	Yüzey Akış			Toplam Ayrışma	İnterril Ayrışma	Toplam Birikme	Sediment Verimi
			Yağış	Kar Erimesi	Sulama				
			mm						
2008	449.70	0.00	5.47	0.00	0.00	0.014	0.014	0.000	0.137
2009	422.30	0.00	3.16	0.00	0.00	0.015	0.015	0.000	0.152
2010	306.90	0.00	7.85	7.79	0.00	0.010	0.010	0.000	0.095
2011	371.10	0.00	2.60	0.00	0.00	0.002	0.002	0.000	0.016
2012	499.70	0.00	3.70	0.00	0.00	0.009	0.009	0.000	0.092
2013	240.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2014	401.90	0.00	6.36	0.00	0.00	0.004	0.004	0.000	0.037
2015	345.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2016	384.30	0.00	4.20	0.00	0.00	0.006	0.006	0.000	0.059
2017	370.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2018	269.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>Ortalama</b>	<b>344.71</b>	<b>0.00</b>	<b>8.49</b>	<b>0.71</b>	<b>0.00</b>	<b>0.005</b>	<b>0.005</b>	<b>0.000</b>	<b>0.053</b>

## Bakımlı 2

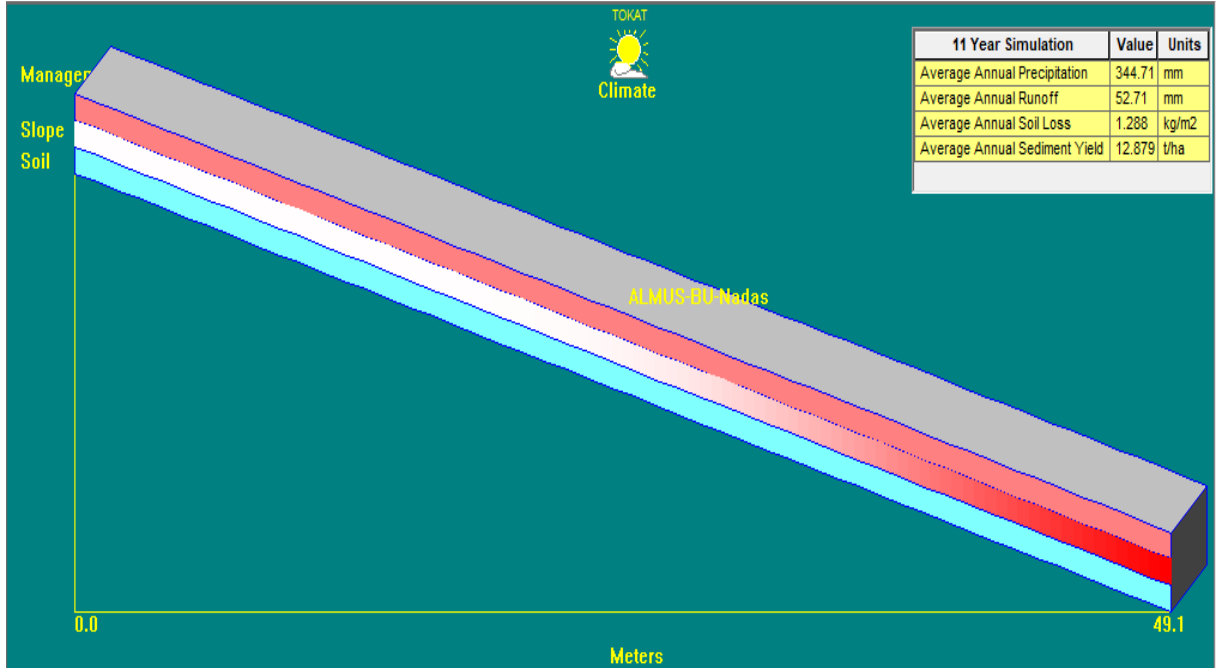
49m uzunluğunda, 70m genişliğinde ve %17 eğime sahip deneme alanının ortalama yüzey akış 52.71mm, ortalama toprak kayıpları 1.288 kgm<sup>-2</sup> ve sediment verimi ise 12.879tha<sup>-1</sup> olarak tahmin edilmiştir Şekil 4.14'te verilmiştir.. 2008-2018 yılları arasındaki zaman periyodu içerisindeki tüm yıllarda hem yağış hem de kar erimesine bağlı olarak toprak kayıpları meydana gelmiştir.

En fazla toprak kaybı 2008 yılında meydana gelmiştir. 72 bireysel yağış olayına bağlı olarak toplam 449.70mm yağış simüle edilmiştir. 48 erosiv yağış olayı sonucunda 68.21mm ve 4 kez kar erimesine bağlı olarak 3.67mm yüzey akış meydana gelmiştir. Ortalama toprak kaybı 2.313 kg m<sup>-2</sup>'dir.

En düşük toprak kaybı ise 2013 yılında simüle edilmiştir. 48 bireysel yağış olayı sonucunda toplam 240.20mm toplam yağış meydana gelmiştir. Çalışılan zaman aralığında en düşük toplam yağışın meydana geldiği yıldır. Gözlenen toplam yağış

253.20mm olup kurak bir yıldır. 12 erosiv yağış olayı sonucunda 6.49mm ve 3 kez kar erimesi ile 1.83mm yüzey akış meydana gelmiştir. Ortalama toprak kaybı  $0.060 \text{ kg m}^{-2}$ 'dir.

Yağışlara bağlı olarak toprak kayıpları 2011 yılında meydana gelmiştir. 64 bireysel yağış olayına bağlı olarak toplam 371.10mm yağış meydana gelmiştir. 53 erosiv yağışa bağlı olarak 50.50mm yüzey akış ve bunun sonucunda ise ortalama  $0.679 \text{ kgm}^{-2}$  toprak kaybı meydana gelmiştir (Çizelge 4.7).



Şekil 4.14. Bakımlı 2 buğday-nadas tarlası için model bilgi ekranı

Çizelge 4.7. WEPP model Bakımlı 2 lokasyonu buğday-nadas tarlası için yıllık tahmini yüzey akış ve toprak kayıpları

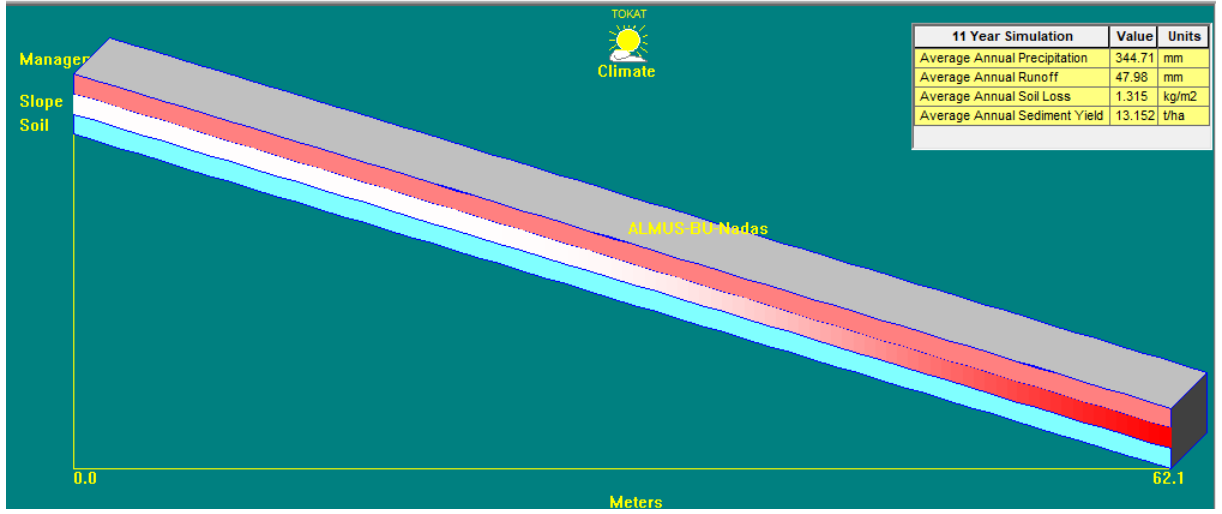
Yıl	Toplam Yağış	Toplam Sulama	Yüzey Akış			Toplam Ayrışma	İnterril Ayrışma	Toplam Birikme	Sediment Verimi
			Yağış	Kar Erimesi	Sulama				
			( mm )						
2008	449.70	0.00	68.21	3.67	0.00	2.313	0.063	0.000	23.129
2009	422.30	0.00	80.54	1.18	0.00	1.634	0.060	0.000	16.342
2010	306.90	0.00	66.98	13.84	0.00	2.137	0.054	0.000	21.365
2011	371.10	0.00	50.50	0.00	0.00	0.679	0.033	0.000	6.793
2012	499.70	0.00	02.10	1.96	0.00	3.952	0.080	0.000	39.519
2013	240.20	0.00	6.49	1.83	0.00	0.060	0.003	0.000	0.597
2014	401.90	0.00	60.67	0.46	0.00	1.764	0.044	0.000	17.642
2015	345.00	0.00	9.36	2.00	0.00	0.269	0.006	0.000	2.693
2016	384.30	0.00	79.32	5.08	0.00	1.143	0.050	0.000	11.433
2017	370.70	0.00	21.30	4.32	0.00	0.216	0.011	0.000	2.159
2018	269.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>Ortalama</b>	<b>344.71</b>	<b>0.00</b>	<b>49.59</b>	<b>3.12</b>	<b>0.00</b>	<b>1.288</b>	<b>0.037</b>	<b>0.000</b>	<b>12.879</b>

### Kınık (Gevrek)

62m uzunluğunda ve 22m genişliğindeki Kınık (Gevrek) buğday-nadas ekim alanı %15 eğime sahiptir. Bakımlı 2 ile hemen hemen aynı eğime sahip olup, daha uzundur. Ortalama yüzey akış 47.98mm, toprak kaybı 1.315 kgm<sup>-2</sup> ve sediment verimi ise 13.152tha<sup>-1</sup>'dir (Şekil 4.15).

Bakımlı 2 deneme alanında olduğu gibi yağışlara bağlı olarak toprak kayıpları 2011 yılında meydana gelmiştir. 52 erosiv yağış olayına bağlı olarak 44.77mm yüzey akış ve bunun sonucunda ise ortalama 0.636 kgm<sup>-2</sup> toprak kaybı meydana gelmiştir.

Yağış ve kar erimesine bağlı olarak en fazla toprak kaybı 2012 yılında meydana gelmiştir. 3 kez kar erimesine bağlı olarak 2.28 mm yüzey akış meydana gelmiştir. Ortalama toprak kaybı 3.935 kgm<sup>-2</sup>'dir (Çizelge 4.8).



Şekil 4.15. Kınık (Gevrek) buğday-nadas tarlası için model bilgi ekranı

Çizelge 4.8. WEPP model Kınık (Gevrek) lokasyonu buğday-nadas tarlası için yıllık tahmini yüzey akış ve toprak kayıpları

Yıl	Toplam Yağış	Toplam Sulama	Yüzey Akış			Toplam Ayrışma	İnterril Ayrışma	Toplam Birikme	Sediment Verimi
			Yağış	Kar Erimesi	Sulama				
			( mm )			kg.m <sup>-2</sup>		tha <sup>-1</sup>	
2008	449.70	0.00	64.84	3.51	0.00	2.374	0.058	0.000	23.738
2009	422.30	0.00	75.37	1.10	0.00	1.739	0.054	0.000	17.390
2010	306.90	0.00	63.13	3.24	0.00	2.252	0.050	0.000	22.523
2011	371.10	0.00	44.77	0.00	0.00	0.636	0.028	0.000	6.367
2012	499.70	0.00	91.80	2.28	0.00	3.935	0.070	0.000	39.350
2013	240.20	0.00	3.45	1.65	0.00	0.047	0.002	0.000	0.467
2014	401.90	0.00	53.90	0.38	0.00	1.907	0.039	0.000	19.074
2015	345.00	0.00	8.95	1.24	0.00	0.246	0.005	0.000	2.460
2016	384.30	0.00	72.73	3.58	0.00	1.182	0.046	0.000	11.821
2017	370.70	0.00	17.81	4.04	0.00	0.149	0.009	0.000	1.486
2018	269.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>Ortalama</b>	<b>344.71</b>	<b>0.00</b>	<b>45.16</b>	<b>2.82</b>	<b>0.00</b>	<b>1.315</b>	<b>0.033</b>	<b>0.000</b>	<b>13.152</b>

#### 4.4.4. Tarım alanları toprak ve yüzey akış kayıplarının karşılaştırılması

Araştırma yeri buğday-nadas ekim nöbetinde hesaplanan yıllık toplam toprak kayıpları Çizelge 4.9’de verilmiştir. Bakımlı 1 lokasyonunda uzun yıllar ortalama toprak kaybı 0.054 tonha<sup>-1</sup>yıl<sup>-1</sup>, Bakımlı 2 lokasyonunda 12.879 tonha<sup>-1</sup>yıl<sup>-1</sup> ve Kınık lokasyonunda 13.152 tonha<sup>-1</sup>yıl<sup>-1</sup> olmuştur. Bu sonuca göre Bakımlı 2 ve Kınık lokasyonundaki toprak kayıpları tolere edilebilir toprak kayıplarının üstünde olup kontrol altına alınabilmesi için ilave toprak ve su koruma önlemlerinin alınması gerekmektedir. Bu önlemler bu tarım arazilerinin sürdürülebilir kullanımı için bir gerekliliktir.

Çizelge 4.9. Araştırma yerleri Buğday-Nadas ekim nöbetinde toprak kayıpları

Yıl	Bakımlı 1 tonha <sup>-1</sup>	Bakımlı 2 tonha <sup>-1</sup>	Kınık tonha <sup>-1</sup>
2008	0.138	23.129	23.738
2009	0.152	16.342	17.390
2010	0.096	21.365	22.523
2011	0.017	6.793	6.367
2012	0.092	39.519	39.350
2013	0.000	0.597	0.467
2014	0.037	17.642	19.074
2015	0.000	2.693	2.460
2016	0.059	11.433	11.821
2017	0.000	2.159	1.486
2018	0.000	0.000	0.000
<b>Ortalama</b>	<b>0.054</b>	<b>12.879</b>	<b>13.152</b>
<b>Toplam</b>	<b>0.590</b>	<b>141.672</b>	<b>144.676</b>

Bakımlı 1 çalışma bölgesinde buğday-nadas ekim nöbeti uygulanan tarlada ortalama toprak kaybı 0.054 tonha<sup>-1</sup>yıl<sup>-1</sup> olmuştur. Model hesaplamalarına göre parselden oldukça düşük toprak kaybı meydana gelmiştir. Tarla orta derecede aşınmaya duyarlı bir arazidir. Organik madde içeriği %1.68 ve agregat stabilitesi % 79dir. Sahip olduğu bu özellikler yanısıra eğimi %7 olup bitişik arazilere göre düşük eğimlidir. Eğim uzunluğuarttıkça erozyon artmaktadır. Bu lokasyondaki tarlanın eğim uzunluğu sadece 29 m’dir. Tüm toprak ve arazi özellikleri su erozyonu bakımından birlikte değerlendirilmesi durumunda söz konusu tarlada işlemeli tarım yapılmakla birlikte toprak kayıplarının son derece düşük olması normal bir durum olarak değerlendirilmiştir. Söz konusu arazi



sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda mevcut tarımsal faaliyetlerle devamı uygun bulunmuştur.

Bakımlı 2 çalışma bölgesinde buğday-nadas ekim nöbeti uygulanan tarlada ortalama toprak kaybı  $12.879 \text{ tonha}^{-1}\text{yıl}^{-1}$  olmuştur. Buğday-nadas ekim nöbeti uygulanan tarlanın aşınım duyarlılığı  $0.08 \text{ t h ha MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$  olup az aşınabilir topraklar sınıfında yer almıştır. Muhtemelen %17 olan eğimli yapısı nedeniyle geçmiş yıllarda şiddetli erozyona maruz kalması erozyona hassas toprak partiküllerini kaybetmesi sonucunda geride erozyona daha dayanıklı materyalin kalmış olması güncel erozyona daha dayanıklı olmasına yol açmış olabilir. Tarlanın organik madde içeriği %1.84 ve agregat stabilitesi % 72 dir. Arazi eğimi %17 olup bitişik arazilere göre oldukça yüksek eğimlidir. Eğim uzunluğu 49 m oluşu erozyon riskini azaltmıştır. Tarlada işlemeli tarım yapılmaya devam edilmesi durumunda arazinin sürdürülebilir kullanımı mümkün görülmemiştir. Toprak işlemeli tarıma uygun olmayan bu eğimli arazinin mera veya orman olarak kullanılması önerilmektedir. Tarım arazisi olarak kullanılması durumunda çok yıllık yem bitkileri tarımı yapılması uygun olacaktır.

Kınık çalışma bölgesinde buğday-nadas ekim nöbeti uygulanan tarlada ortalama toprak kaybı  $13.152 \text{ tonha}^{-1}\text{yıl}^{-1}$  olmuştur. Tarlanın aşınım duyarlılığı orta aşınabilir topraklar sınıfında yer almıştır. Arazi eğimi %15 olup, organik madde içeriği %2.45 ve agregat stabilitesi % 76dir. Arazi eğim uzunluğu 62 m'dir. Tarlada işlemeli tarım yapılmaya devam edilmesi durumunda arazinin sürdürülebilir kullanımı mümkün görülmemiştir. Toprak işlemeli tarıma uygun olmayan bu eğimli arazinin mera veya orman olarak kullanılması önerilmektedir. Tarım arazisi olarak kullanılması durumunda çok yıllık yem bitkileri tarımı yapılması uygun olacaktır.

Çalışma bulgularına göre buğday-nadas tarım alanlarında toprak kayıplarına neden olan ana unsur eğim olduğu görülmektedir. Tarımsal faaliyetlerin %10 eğim altında yapılması erozyonu kontrol altına almak için yeterli bulunmuştur. Yörede %10'u aşan eğimli arazilerde kesinlikle işlemeli tarım yapılmaması önerilmektedir.

Buğday-nadas ekim nöbetinde Bakımlı 1, Bakımlı 2 ve Kınık (Gevrek) lokasyonlarına ait yüzeyakış kayıpları karşılaştırmalı olarak Çizelge 4.10'da verilmiştir. En fazla yağışa ve kar erimesine bağlı yüzey akış Bakımlı 2 lokasyonunda meydana gelmiştir.

Çizelge 4.10. Araştırma yerleri Buğday-Nadas ekim nöbetinde yüzey akış kayıpları,mm

Yıllar	Bakımlı 1		Bakımlı 2		Kınık	
	Yağış	Kar Erimesi	Yağış	Kar Erimesi	Yağış	Kar Erimesi
2008	5.47	0.00	6.821	3.67	4.84	3.51
2009	3.16	0.00	8.054	1.18	5.37	1.10
2010	7.85	7.79	6.698	13.84	3.13	3.24
2011	2.60	0.00	5.050	0.00	4.77	0.00
2012	3.70	0.00	0.210	1.96	1.80	2.28
2013	0.00	0.00	0.649	1.83	3.45	1.65
2014	6.36	0.00	6.067	0.46	3.90	0.38
2015	0.00	0.00	0.936	2.00	8.95	1.24
2016	4.20	0.00	7.932	5.08	2.73	3.58
2017	0.00	0.00	2.130	4.32	7.81	4.04
2018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ortalama	<b>3.03</b>	<b>0.71</b>	<b>4.050</b>	<b>3.12</b>	<b>4.25</b>	<b>1.91</b>
Toplam	<b>33.34</b>	<b>0.79</b>	<b>44.547</b>	<b>34.34</b>	<b>46.75</b>	<b>21.02</b>

Bakımlı 1 çalışma bölgesinde yer alan yonca tarlasında ortalama toprak kaybı  $0.675 \text{ tonha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$  olmuştur (Çizelge 4.11). Model hesaplamalarına göre parselden oldukça düşük toprak kaybı meydana gelmiştir. Yonca tarlası aşınma duyarlılığı az aşınabilir bir arazidir. Organik madde içeriği % 3.00 ve agregat stabilitesi % 74 tür. Arazi eğimi %15 olup bitişik arazilere göre oldukça yüksek eğimlidir. Eğim uzunluğu 40 m'dir. Tüm toprak ve arazi özellikleri su erozyonu bakımından birlikte değerlendirilmesi durumunda söz konusu tarlada işlemeli tarım yapılmamış olması, yonca bitkisinin toprak özelliklerini geliştirmiş olması ve vejetatif örtü olarak yağmur damlalarının çarpma etkisini azaltmasına bağlı olarak toprak kayıpları son derece düşüktür.

Bakımlı 2 çalışmabölgesinde yer alan yonca tarlasında ortalama toprak kaybı  $0.309 \text{ tonha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$  olmuştur (Çizelge 4.11). Model hesaplamalarına göre parselden oldukça düşük toprak kaybı meydana gelmiştir. Yonca tarlası aşınma duyarlılığı az aşınabilir bir arazidir. Organik madde içeriği % 2.00 ve agregat stabilitesi % 81'tür. Arazi eğimi %10 olup Bakımlı 1 yonca tarlasına göre daha düşük eğimlidir. Eğim uzunluğu 40 m'dir. Yonca tarlasının sınırlı işlenmesi, yonca bitkisinin toprak özelliklerini geliştirmiş olması ve vejetatif örtü olarak yağmur damlalarının çarpma etkisini azaltmasına bağlı olarak toprak kayıpları son derece düşüktür.

Serince çalışma bölgesinde yer alan yonca tarlada ortalama toprak kaybı  $0.014 \text{ tonha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$  olmuştur (Çizelge 4.11). En düşük toprak kaybı Serince yonca tarlasında hesaplanmıştır. Yonca tarlası aşınma duyarlılığı  $0.11 \text{ t h ha MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$  (az

aşınabilir)'dir. Organik madde içeriği % 2.90 ve agregat stabilitesi % 76'dır. Arazi eğimi %12 olup eğim uzunluğu 63 m'dir. Yonca tarımında toprak işlemenin 5 yılda bir yapılması, yonca bitkisinin toprak özelliklerini geliştirmiş olması ve vejetatif örtü olarak yağmur damlalarının çarpma etkisini azaltmasına bağlı olarak toprak kayıpları son derece düşüktür. Yörede eğimli işlemeli tarıma uygun olmayan arazilerde yonca gibi yem bitkileri tarımının yapılması arazinin sürdürülebilirlik yönetimini mümkün kılacaktır.

Çizelge 4.11. Araştırma yerleri yonca tarlası toprak kayıpları

Yıl	Bakımlı 1	Bakımlı 2	Serince
2008	0.615	0.310	0.053
2009	3.204	1.381	0.028
2010	0.934	0.360	0.041
2011	0.498	0.311	0.012
2012	1.411	0.553	0.016
2013	0.277	0.096	0.000
2014	0.226	0.147	0.000
2015	0.087	0.088	0.000
2016	0.109	0.091	0.005
2017	0.060	0.061	0.000
2018	0.000	0.000	0.000
Ortalama	<b>0.675</b>	<b>0.309</b>	<b>0.014</b>
Toplam	<b>7.421</b>	<b>3.398</b>	<b>0.155</b>

Yonca tarlalarından meydana gelen yüzey akış kayıpları Çizelge 4.12'de verilmiştir. Yağışa ve kar erimelerine bağlı en fazla yüzey akış Bakımlı 2'de meydana gelmiştir.

Çizelge 4.12. Araştırma yerleri yonca tarlası yüzey akış kayıpları, mm

Yıllar	Bakımlı 1		Bakımlı 2		Serince	
	Yağış	Kar Erimesi	Yağış	Kar Erimesi	Yağış	Kar Erimesi
2008	1.79	3.26	4.008	3.67	5.45	1.82
2009	9.09	1.32	9.484	1.27	11.60	0.00
2010	6.15	2.51	7.013	13.88	14.02	2.60
2011	0.19	0.00	6.311	0.00	4.35	0.00
2012	1.51	2.11	5.362	1.99	5.18	0.00
2013	8.17	0.36	0.877	0.00	0.02	0.00
2014	2.79	0.00	3.488	0.00	0.00	0.00
2015	1.81	1.04	2.330	0.99	0.03	0.00
2016	5.46	2.41	2.340	0.46	2.52	0.00
2017	6.72	2.65	1.892	3.87	0.08	0.00
2018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ortalama	3.97	1.42	3.919	2.38	3.93	0.40
Toplam	43.68	15.66	43.105	26.13	43.25	4.42

Araştırma bulgularına göre orman ve mera arazilerinde toprak ve yüzey akış kayıpları meydana gelmemiştir. Ancak tarım arazilerinde çeşitli miktarlarda toprak kayıpları WEPP model yardımıyla hesaplanmıştır. Buğday-Nadas ekim nöbeti ve yonca ekili tarlalarda meydana gelen toprak kayıplarının lokasyonlar arası istatistiksel karşılaştırılması t testi ile gerçekleştirilmiştir. Bunun için her üç lokasyon yıllık toprak kayıplarının normal dağılım gösterip göstermediği SPSS yazılım yardımıyla kontrol edilmiştir. Yapılan normalite test sonuçlarına göre her üç lokasyonda her iki farklı toprak yönetimi uygulaması altında meydana gelen toprak kayıpları normal dağılım göstermiştir. Araştırma yeri tarım arazileri toprak kayıplarının aynı popülasyondan gelip gelmediği t istatistiği ile belirlenmiş olup test sonuçları Çizelge 4.13'de verilmiştir.

İstatistiksel değerlendirme sonucuna göre buğday-nadas ve yonca olmak üzere her iki vejetasyon için tarlalar arasındaki toprak kayıpları önemli farklılıklar göstermiştir. Toprak özellikleri, arazi özellikleri ve diğer birçok farklılıklar aynı ürün çeşidi yetiştirilen bitişik arazilerde bile toprak kayıplarında kayda değer farklılıklar göstermesi beklenen ve doğal bir durumdur.

Buğday-nadas ekim nöbetinde Bakımlı 1 lokasyonu hariç tutulacak olursa yonca ekili tarlalara göre daha yüksek toprak kayıpları meydana gelmiştir. Bakımlı 2 ve Gevrek lokasyonu toprak kayıpları bakımından aynı grupta yer almıştır. Her iki bölgede de toprak kayıpları izin verilebilir sınırlar üzerindedir.

Yonca tarlalarında Bakımlı 1 ve Bakımlı 2 lokasyonlarında görülen yıllık toprak kayıpları aynı grupta yer almış ve istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermemiştir. En düşük toprak kayıpları Serince lokasyonunda yer alan yonca tarlasında meydana gelmiştir. Yonca tarımı altında meydana gelen toprak kayıplarının tamamı tolere edilebilir toprak kayıpları içerisinde yer almakta olup bu araziler toprak kayıpları bakımından sürdürülebilir tarım yapılabilecek arazilerdir.

Çalışma bölgesinde yer alan mera ve orman arazilerinden yüzey akış ve toprak kayıpları oluşmadığı için istatistiksel bir fark bulunmamaktadır. Yöre mera ve orman vejetasyon alanları yeterince toprak ve su koruma etkisi gösterdiği görülmüştür.

Çizelge 4.13. Tarım arazileri toprak kayıplarının istatistiksel olarak karşılaştırılması

Çalışma Bölgesi	Buğday-Nadas	Yonca	Mera	Orman
Bakımlı 1	0.054 <sup>a</sup>	0.675 <sup>a</sup>	0.000 <sup>a</sup>	0.000 <sup>a</sup>
Bakımlı 2	12.879 <sup>b</sup>	0.309 <sup>a</sup>	0.000 <sup>a</sup>	0.000 <sup>a</sup>
Gevrek/Serince	13.152 <sup>b</sup>	0.014 <sup>b</sup>	0.000 <sup>a</sup>	0.000 <sup>a</sup>

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tokat-Almus ilçesine bağlı Bakımlı, Kınık (Gevrek) ve Serince köylerinde yürütülen bu çalışmada, farklı arazi kullanımları altında meydana gelecek toprak kayıplarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Toprak kayıpları WEPP model yardımıyla hesaplanmıştır.

Almus ilçesine ait farklı bölgelerde yer alan orman, mera ve tarım arazilerinden meydana gelen toprak ve yüzey akış kayıpları karşılaştırılmıştır. Çalışma bulgularına göre yörede yayılım gösteren mera ve orman alanları ne kadar zayıf vejetasyona sahip olurlarsa olsunlar yeterince toprak ve su korunumu sağlamaktadırlar. Bu nedenle Almus yöresinde ileri derecede toprak kayıplarının söz konusu olduğu aşırı eğimli arazilerin orman veya mera kullanımına dönüştürülmesi önerilir.

Tarım arazilerinden yonca ve buğday-nadas alanlarında toprak kayıpları ve yüzey akış kayıpları meydana gelmiştir. Yonca ekili eğimli arazilerde oluşan toprak kayıpları tolere edilebilir bulunmuştur. Yonca tarlaları oldukça eğimli olmalarına karşın meydana gelen toprak kayıpları tolerans değerinin altındadır.

Bakımlı 2 ve Kınık çalışma noktalarında yer alan buğday-nadas tarlalarından oluşan toprak kayıpları çok fazladır. Yörede işlemeli tarım arazileri %10 eğimin altında olması durumunda buğday-nadas ekim nöbetinde sürdürülebilir yönetilebilecektir. Zira % 7 eğime sahip Bakımlı 1 lokasyonunda meydana gelen toprak kayıpları sürdürülebilir nitelikte olmuştur. Ancak daha fazla eğimli arazilerde yem bitkileri yetiştiriciliği toprak kayıplarını tolere edilebilir düzeye indirecektir. Eğimli alanlarda işlemeli tarıma devam edilmesi durumunda söz konusu alanlarda çölleşme ve fiziksel toprak bozulma süreçleri gelecekte etkisini daha da artıracığı düşünülmektedir.

Yöre topraklarının organik madde içerikleri, agregat stabilite değerleri ve aşınım duyarlılıkları toprakların erozyona karşı korunmasında toprak su korumacılara kolaylık sağlayacak derecede tatminkâr bulunmuştur. Bununla birlikte yüksek hacim ağırlığı değerleri toprak sıkışması sorunu bulunduğunu göstermektedir. Mera alanlarında kontrollü otlatma ve zamanında otlatma uygulamaları yapılmalıdır. Tarım arazilerinde azaltılmış toprak işleme uygulamaları gerçekleştirilmelidir.

## 6. KAYNAKLAR

- Alkharabsheh, M.M., Alexandridisa, T.K., Bilasb, G., Misopolinosb, N. ve Silleosa, N., 2013. Impact Of Land Cover Change On Soil Erosion Hazard in Northern Jordan Using Remote Sensing And Gİs. *Procedia Environmental Sciences*, 19, pp.912–921.
- Anache,J.A.A.,Flanagan,D.C.,Sirivastava,A. ve Wendland,E.C.2018.Land use and climate change impacts on runoff and soil erosion at the hillslope scale in the Brazilian Cerrado). *Science of the Total Environment*, 622–623, 140–151.
- Anonim. 2018. Devlet Meterololoji İşleri 2008-2018 Tokat İli uzun yıllık meteorolojik verileri. Tokat.
- Anonymous.2003. Soil quality test kit. Section II. Background & Interpretive for Individual,Tests.Page2.
- Aladağ, İ. 2009. Kahramanmaraş yöresi ahır dağı meralarında WEPP (Water Erosion Prediction Project) yöntemiyle toprak kayıplarının belirlenmesi üzerine araştırmalar(Keklik Deresi Yağış Havzası Örneği).Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Orman Mühendisliđi, Yüksek Lisans Tezi.
- Amore, E., Modica, C., Nearing, M. A. ve Santoro, V.C. 2004. Scale effect in USLE and WEPP application for soil erosion computation from three Sicilian basins. *J. Hydrol.*, 293,100–114.
- Bagarello, V., Ferro, V. ve Giordano, G. 2010. Testing alternative erosivity indices to predict event soil loss from bare plots in Southern Italy. *Hydrol. Process.*, 24, 789–797.
- Bonilla, C.A., Reyes, J.L. and Magri, A. 2008. Water erosion prediction using the revised universal soil loss equation (RUSLE) in a gis framework, Central Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 70 (1), 159-169.
- Bouyoucos, G. J. 1951. A recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soil *Agron. J.*, 43-49.
- Carpenter, S.R., Caraco, N.F., Correll, D.L., Howarth, R.W., Sharpley, A.N. ve Smith, V.H.1998. Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecol. Appl.*,8 (3), 559–568.
- Chapman, H.D. and Pratt, P.F. 1961. *Methods of analysis for soils. Plants and water* Univ. Calofornia, Berkeley, CA, USA.
- Chaves, J.C.D., Miyazawa, M. and Pavan, M.A. 1991. Espec,ação quımica da soluç ao do solo para interpreteçao da absorçao de calcio e aluminio por raizes de cafeeiro. *Presquisa Agropeeuaria Brasilerira* 26 (3), 1-11.
- Demir,S.2016.Wepp Hillslope Modeli ile Yüzey Akış ve Toprak Kayıplarının Belirlenmesi, Gaziosmanpaşa niversitesi, FenBilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Eisazadeh,L., Sokouti, R., Homae, M. and Pazira, E. 2012. Comparison of emprical models to estimatate soil erosion and sediment yield in micro catchments. *Eurasian Journal of Soil Science*.

- Erol, A., Babalik, A.A., Sonmez, K. AND Serin, N. 2009. Erodibility changes related to the land use types of Isparta-Darideresi watershed soils. *SDU Facul Fores J.* 2, 21-36.
- Ferreira, C.S., Pereira, P., Kalantaric, Z. 2018. Human impacts on soil. *Science of the Total Environment*, 644:830-834.
- Flanagan, D.C. and Nearing, M.A. 1995. Usda water erosion prediction Project Hillslope profile and watershed model documentation. NSERL Report No: 10, USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayette, IN 47907-1194.
- Flanagan, D., Renschler, C., Cochrane, T., 2000. Application of the WEPP Model with Digital Geographic Information, 4th International Conference on Integrating GIS and Environmental Modeling Probelmnes. *Prospects and Research Needs*, 330: 2-8 p.
- Flanagan, D.C., Ascough, J.C., Nearing, M.A. ve Laflen, J.M. 2001. The water erosion prediction project (WEPP) model. In: Harmon, R.S., Doe, W.W. (Eds.), *Landscape Erosion and Evolution Modeling*. Springer US, Boston, MA, 145–199.
- Flanagan, D.C., Frankenberger, J.R. ve Ascough II, J.C. 2012. WEPP: mode use, calibration and validation. *Trans. ASABE*, 55 (4), 1463–1477.
- Foster, G.R., Mc Cool, D.K., Renard, K.G., Moldenhauer, W.C. 1991. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. *Journal of Soil and Water Conservation*, 36: 355-359.
- Foster, G.R., Flanagan, D.C., Nearing, M.A., Lane, L.J., Risse, L.M. ve Finkner, S.C. 1995. Hillslope erosion component. In: Flanagan, D.C., Nearing, M.A. (Eds.), *The Water Erosion Prediction Project (WEPP) Technical Documentation*. USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayette.
- Gitika, T. ve Ranjan, S., 2014. Estimation of surface runoff using NRCS Curve number procedure in Buriganga Watershed, Assam, India - a geospatial approach. *Int. J. EarthSci.*, 2 (5), 1–7.
- González, V.I., Carkovic, A.B., Lobo, G.P., Flanagan, D.C. ve Bonilla, C.A. 2016. Spatial discretization of large watersheds and its influence on the estimation of hillslope sediment yield. *Hydrol. Process*, 30, 30–39.
- Grønsten, H.A. ve Lundekvam, H., 2006. Prediction Of Surface Runoff And Soil Loss in Southeastern Norway Using The Wepp Hillslope Model. *Soil & Tillage Research* 85, 85, Pp.186–199.
- Horowitz, A.J. ve Elrick, K.A. 1987. The relation of stream sediment surface area, grain size and composition to trace element chemistry. *Appl. Geochem.*, 2, 437–451.
- Jackson, M.I. 1958. *Soil chemical analysis*. Prentice-Hall Inc, Englewood Cliffs, NJ, 498p.
- Jónsson, J.Ö. Davíðsdóttir, B., Jónsdóttir, E.M. Kristinsdóttir, S.M. Ragnarsdóttir, K.V. 2016. Soil indicators for sustainable development: A transdisciplinary approach



- for indicator development using expert stakeholders. *Agriculture, Ecosystems, Environment*, 232: 179-189.
- Kacar, B. 2009. *Toprak analizleri (ikinci baskı)* Nobeel Yayın No: 1387. Isbn 978-605-395-184-1, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Knisel, W. G. 1980. *CREAMS: A Field Scale Model for Chemicals, Runoff and Erosion* USDA, Washington D.C. 643.
- Kinnell, P.I.A. 2007. Sediment delivery from hillslopes and the universal soil loss equation: some perceptions and misconceptions. *Hydrol. Process*, 22 (16),3169–3175.
- Kinnell, P.I.A. 2010. Event soil loss, runoff and the Universal Soil Loss Equation family of models: a review. *J. Hydrol.*, 385, 394–397.
- Laflen, J.M., Lane, J.L. ve Foster, G.R. 1991. WEPP–A new generation of erosion prediction technology. *J. Soil Water Cons.*, 46 (1), 34–38.
- Laflen, J.M., Flanagan, D.C., Engel, B.A., 2004. Soil Erosion and Sediment Yield Prediction Accuracy Using WEPP. *Journal of The American Water Resources Association* 40, 289–297.
- Lane, L. J., Nearing, M. A. 1989. WEPP profile model documentation. NSERL Report No. 2. Ind.: USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, W. Lafayette.
- Lin, L., Deng, Z.Q. ve Gang, D.D. 2009. Nonpoint source pollution. *Water Environ. Res.*, 81 (10), 1996–2018.
- Lobo, G. ve Bonilla, C.A. 2019. Predicting soil loss and sediment characteristics at the plot and field scales: Model description and first verifications. *Catena*, 172, 113–124.
- Mahmoodabadi, M., Cerdà, A. 2013. Geoderma Wepp Calibration For Improved Predictions Of Interrill Erosion In Semi-Arid To Arid Environments. *Geoderma*, 204-205, pp.75–83.
- Mankin, K.R. 2000. An integrated approach for modelling and managing golf course water quality and ecosystem diversity. *Ecol. Model.*, 133 (3), 259–267.
- Melaku, N.D., Renshcler, C.S., Flagler, J., Bayu, W. ve Klik, A. 2018. Integrated impact assessment of soil and water conservation structures on runoff and sediment yield through measurements and modeling in the Northern Ethiopian highlands. *Catena*, 169, 140–150.
- Merritt, W.S., Letcher, R.A. ve Jakeman, A.J. 2003. A review of erosion and sediment transport models. *Environ. Model. Softw.*, 18, 761–799.
- Mirus, B.B. ve Loague, K. 2013. How runoff begins (and ends): characterizing hydrologic response at the catchment scale. *Water Resour. Res.*, 49, 1–20.
- Nearing, M.A., Pruski, F.F. ve O'Neal, M.R. 2004. Expected climate change impacts on soil erosion rates: a review. *J. Soil Water Conserv.*, 59 (1), 43–50.

- Nearing, M.A., Foster, G.R., Lane, L.J. ve Finkner, S.C. 1989. A process-based soil erosion model for USDA - water erosion prediction project technology. *Trans. ASAE*, 32, 1587–1593.
- Nearing, M.A., Govers, G. ve Norton, L.D. 1999. Variability in soil erosion data from replicated plots. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 63, 1829–1835.
- Nearing, M.A., Jetten, V., Baffaut, C., Cerdan, O., Couturier, A., Hernandez, M., Le Bissonnais, Y., Nichols, M.H., Nunes, J.P., Renschler, C.S., Souchere, V. ve van Oost, K. 2005. Modeling response of soil erosion and runoff to changes in precipitation and cover. *Catena*, 61 (2–3), 131–154.
- Pandey, A., Chowdary, V.M., Mal, B.C. ve Billib, M., 2008. Runoff And Sediment Yield Modeling From A Small Agricultural Watershed in India Using The Wepp Model. *Journal Of Hydrology*, Pp.305–319.
- Paleari, S. 2017. Is the European Union protecting soil? A critical analysis of Community environmental policy and law. *Land Use Policy*, 64: 163-173.
- Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., MsNair, M., Crist, S., Shpritz, L., Fitton, L., Saffouri, R., Blair, R., 1995. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science* 267, 1117–1123.
- Pieri, L., Bittelli, M., Wu, J.Q., Dun, S., Flanagan, D.C., Pisa, P.R., Ventura, F., Salvatorelli, F., 2007. Using the Water Erosion Prediction Project (WEPP) model to simulate fieldobserved runoff and erosion in the Apennines mountain range, Italy. *J. Hydrol.* 336 (1–2), 84–97.
- Polyakov, V.O., Nearing, M.A., 2003. Sediment transport in rill flow under deposition and detachment conditions. *Catena* 51, 33–43.
- Proffitt, A.P.B. and Rose, C.W. 1991. Soil erosion processes. II. Settling velocity charactersitics of eroded sediment. *Aust. J. Soil Res.* 29, 685-695.
- Rakshit, A., Abhilash, P.C., Singh, H.B., Ghosh, S. 2017. Managing soil resources for sustainable development adaptive soil management: from theory to practices. *J. Clean. Prod.* 174:199-200.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., Porter, J.P., 1991. RUSLE revised universal soil loss equation. *J. Soil Water Conserv.* 46 (1): 30-33.
- Risse, L.M., 1994. Validation of WEPP Using Natural Runoff Plot Data. Ph.D. Dissertation, National Soil Erosion Research Laboratory, Purdue University, West Lafayette, IN, 230 Pp.
- Schmalz, H.J., Taylor, R.V., Johnson, T.N., Kennedy, P., De Bano S.J., Newingham, B.A. and Mc Daniel, P.A. 2013. Soil morphologic properties and cattle stocking rate affect dynamic soil properties. *Rangeland Ecol Manage* 66, 445-453.
- Soil Survey Staff, 1951. *Soil Survey Manual*. US. Dept. Agr. Handbook No: 18, US Government Print Office, Washington.
- Spaeth, K.E., Pierson, F.B., Weltz, M.A., Blackburn, W.H., 2003. Evaluation of USLE and RUSLE estimated soil loss on rangeland. *J. Range Manag.* 56 (3), 234–246.
- Stroonsnijder, L. 2005. Measurement of erosion: Is it possible. *Catena*. 64: 162-173.

- Tiscareno-Lopez, M., Lopes, V.L., Stone, J.J. and Lane, L.J. 1994. Sensivity analysis of the WEPP watershed model for rangeland applications. II. Channel Processes Transactions of the ASAE. 37 (1), 151-158.
- Tiwari, A.K., Risse, L.M., Nearing, M.A., 2000. Evaluation of WEPP and its comparison with USLE and RUSLE. Trans. ASAE 43 (5), 1129–1135.
- Tüzüner, A. 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuarları El Kitabı. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. sf : 21-27.
- Wang, L., Cherkauer, K.A., Flanagan, D.C. 2018. Impacts of climate change on soil erosion in theGreat Lakes Region. Water, 10:6, 715.
- Wischmeier, W.C., Smith, D.D., 1958. Rainfall energy and its relationship to soil loss.Trans. Am. Geophys. Union 39, 285–291.
- Wischmeier, W.C., Smith, D.D., 1965. Predicting Rainfall Erosion Losses from Cropland East of the Rocky Mountains. Agricultural Handbook no. 282. US Dept. Agric., Washington, DC.
- Yu, B., 2002. Using CLIGEN to generate RUSLE climate inputs. Trans. ASAE 45 (4), 993–1001.
- Zhang, X.C., Nearing, M.A., Risse, L.M., McGregor, K.C., 1996. Evaluation of WEPP runoff and soil loss predictions using natural runoff plot data. Trans. ASAE 39 (3), 855–863.

## 7. ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Sevcan USLU

Doğum Tarihi ve Yeri:30/07/1968 Hopek

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Telefon : 0(531) 888 56 83

e-mail : [sevcan.uslu@tarim.orman.gov.tr](mailto:sevcan.uslu@tarim.orman.gov.tr)

### Eğitim Durumu

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Y. Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi/Toprak Bilimi ve Bitki besleme	2019
Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi/Ziraat Fakültesi	2015
Lisans	Anadolu Üniversitesi/ İktisat Fakültesi	2008
Önlisans	Anadolu Üniversitesi/ Tarım Önlisans	1998
Önlisans	Anadolu Üniversitesi/Ev İdaresi	1996
Lise	Siirt Ev Ekonomisi Meslek Lisesi	1989

## İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
1989-1996	Gıda Tarım ve Hay. İlçe Müd.Ergani/Diyarbakır	Ev Ekonomisi Teknisyeni
1996-2000	Gıda Tarım ve Hay. İlçe Müd. Köprübaşı /D.bakır	Ev Ekonomisi Teknikeri
2000-2007	Gıda Tarım ve Hay. İlçe Müd. DİYARBAKIR	Ev Ekonomisi Teknikeri
2007-2013	Gıda Tarım ve Hay. İl Müd. BALIKESİR	Ekonomist
2013-2017	Gıda Tarım ve Hay. İlçe Müd. Almus/TOKAT	Ekonomist
2017-2019	Gıda Tarım ve Hay. İl Müd.TOKAT	Ekonomist
2019-Halen	Tarım ve Orman İl Müd. TOKAT	Ziraat Mühendisi