

**T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI EROZYON KONTROL ÖNLEMLERİNİN TOPRAK
TAŞINIMI VE YÜZEYSEL AKIŞ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

Volkan AKSOY

**Danışman
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi**

**Doç. Dr. Miraç AYDIN
Dr.Öğr. Üyesi Kerim GÜNEY
Prof.Dr. Halil Barış ÖZEL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

KASTAMONU – 2019

TEZ ONAYI

Volkan AKSOY tarafından hazırlanan " Farklı Erozyon Kontrol Önlemlerinin Toprak Taşınımı ve Yüzeysel Akış Üzerindeki Etkileri " adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Doç. Dr. Miraç AYDIN
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Kerim GÜNEY
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL
Bartın Üniversitesi



04/07/2019

Enstitü Müdürü

Doç. Dr. Nur BELKAYALI



TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.


Volkan AKSOY

ÖZET

Yüksek Lisans

FARKLI EROZYON KONTROL ÖNLEMLERİNİN TOPRAK TAŞINIMI VE YÜZEYSEL AKIŞ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Volkan AKSOY
Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Miraç AYDIN

Proje çalışması ülkemizin Karadeniz Bölgesinin Orta Karadeniz Bölümünde yer alan Çorum ili Osmancık ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Çorum ili arazilerinde şiddetli ve çok şiddetli erozyon sahaslarının bulunması nedeniyle gerek Orman ve Su İşleri Bakanlığı'nın (Sungurlu, Bayat, Laçın, Osmancık, Ortaköy, İskilip, Alaca ilçelerinde erozyon kontrol çalışmaları) gerekse Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü'nün (ÇEM) (Bayırdıvan, Uğurludağ sel kontrol projeleri) erozyonu önleme çalışmalarında bulunmaktadır.

Bu çalışmada Amasya Orman Bölge Müdürlüğü bünyesindeki Çorum Orman İşletme Müdürlüğü, Koyunbaba Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki OT (Orman Toprağı) sahasında farklı erozyon kontrol tedbirlerinin yüzeysel akış ve sediment verimi üzerindeki etkilerinin belirlenmesi için yapılmıştır. Parsellerden elde edilen bulgulara göre; süspanse ve sürüntü materyali olarak taşınan toplam erozyon miktarları, kontrol parselinde 2,583 ton/ha, OT parselinde 1,747 ton/ha, PAM3 parselinde 1,672 ton/ha, PAM1 parselinde 1,480 ton/ha, PAM2 parselinde 1,278 ton/ha, taş kordon parselinde 1,075 ton/ha ve örme çit parselinde ise 0,748 ton/ha olarak tespit edilmiştir. Buna göre, erozyonu önlemede en etkili yöntemlerin örme çit, taş kordon ve PAM2 uygulamalarının olduğu ve OT ve kontrol parsellerinde en yüksek erozyonun gerçekleştiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Erozyon, PAM, sediment, Çorum

2019, 32 sayfa
Bilim Kodu: 1205

ABSTRACT

MSc. Thesis

THE EFFECTS OF DIFFERENT EROSION CONTROL MEASURES ON SOIL TRANSPORTATION AND SURFACE RUNOFF

Volkan AKSOY
Kastamonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Miraç AYDIN

The project work is located within the borders of Osmancık district of Çorum province which is located in the Central Black Sea Section of the Black Sea Region of our country. Due to the presence of severe and very severe erosion areas in Çorum province, both the Ministry of Forestry and Water Affairs (Sungurlu, Bayat, Laçın, Osmancık, Ortaköy, İskilip, Alaca districts) and the General Directorate of Combating Desertification and Erosion (ÇEM). (Bayırdivan, Uğurludağ flood control projects).

In this study, the determination of the effects of different erosion control measures on surface runoff and sediment yield in the OT (Forest Soil) area within the borders of Çorum Forest Management Directorate, Koyunbaba Forest Management Directorate within Amasya Forest Regional Directorate. According to the findings obtained from the parcels; total erosion carried as suspended and swab materials, 2,583 tons / ha in control parcel, 1,747 tons / ha in OT parcel, 1,672 tons / ha in PAM3 parcel, 1,480 tons / ha in PAM1 parcel, 1,278 tons / ha in PAM2 parcel, 1,075 tons in parcel of stone / ha and knitted fence parcel is 0.748 tons / ha. According to this, the most effective methods to prevent erosion are knitted fence, stone cord and PAM2 applications and OT and control parcels have the highest erosion.

Key Words: Erosion, PAM, sediment, Çorum

2019, 32 pages

Science Code: 1205

TEŞEKKÜR

"Farklı Erozyon Kontrol Önlemlerinin Toprak Taşınımı ve Yüzeysel Akış Üzerindeki Etkileri" adlı bu çalışma Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Konu seçiminden çalışmanın son aşamasına kadar, ilgili ve yol gösterici tutumuyla çalışmalarımı destekleyen ve yardımlarını esirgemeyen hocam Sayın Doç. Dr. Miraç AYDIN'a teşekkür ederim.

Tez çalışmama yapmış oldukları katkılardan dolayı mesai arkadaşlarım Çetin DAYI, Erdoğan AKGÜL ve Yılmaz GÖKGÖZ'e teşekkür ederim.

Volkan AKSOY
Kastamonu, Temmuz, 2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ ONAYI.....	ii
TAAHHÜTNAME.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	8
3.1. Materyal.....	8
3.1.1. Çalışma Alanının Tanıtımı.....	8
3.1.2. Çalışma Alanının Seçimi.....	8
3.1.3. Vejetasyon.....	9
3.1.4. İklim.....	11
3.1.5. Jeolojik Yapı.....	13
3.2. Yöntem.....	15
3.2.1. Arazi Yöntemleri.....	15
3.2.2. Laboratuvar Yöntemleri.....	19
3.2.2.1. Toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analizleri.....	19
3.2.2.2. Tekstür analizi.....	19
3.2.2.3. Organik madde.....	19
3.2.2.4. Toprak reaksiyonu (pH).....	20
3.2.2.5. Elektriksel iletkenlik.....	20
4. BULGULAR.....	21
4.1. Parsellerin Toprak Özellikleri.....	21
4.2. Yağış.....	22
4.3. Yüzeysel Akış.....	23
4.4. Toplam Erozyon.....	24
4.4.1. Sürüntü Materyali Miktarları.....	24
4.4.2. Askıda Sediment Miktarları.....	25
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	27
6. ÖNERİLER.....	28
KAYNAKLAR.....	29
ÖZGEÇMİŞ.....	32

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

m ²	Metrekare
mm	Milimetre
gr	Gram
%	Yüzde
PAM	Poliakrilamd
OBM	Orman Bölge Müdürlüğü
OT	Orman Toprağı

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Çalışma alanının konumu	8
Şekil 3.2. Çalışma alanının görüntüsü	9
Şekil 3.3. Çalışma alanının jeolojik yapısı.....	14
Şekil 3.4. Örme çit yapımı	16
Şekil 3.5. Örme çit parseli.....	16
Şekil 3.6. Taş kordon yapımı ve parseli.....	17
Şekil 3.7. PAM parseli, OT parseli, kontrol parseli.....	17
Şekil 3.8. Parsellerden genel görünüm.....	35

TABLULAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Araştırma alanında bulunan bitki türleri.....	10
Tablo 3.2. 1930-2015 yılları ortalama iklim verileri.....	12
Tablo 3.3. Araştırma alanı deneme deseni	18
Tablo 4.1. Parsellerde elde edilen toprakların bazı toprak özellikleri.....	22
Tablo 4.2. Araştırma alanında ölçülen yağış miktarı değerleri.....	22
Tablo 4.3. Laçın meteoroloji istasyonu aylık toplam yağış verileri (mm=kg÷m ²) OMGI.....	23
Tablo 4.4. Parsellerde ölçülen yüzeysel akış miktarları.....	23
Tablo 4.5. Parsellerde meydana gelen sürüntü materyali miktarları.....	24
Tablo 4.6. Parsellerde meydana gelen askıda sediment miktarları	26
Tablo 5.1. Parsellerden taşınan toplam sediment miktarları	27

1. GİRİŞ

Günümüzde bütün ülkelerdeki modern gelişmeler orman örtüsünün tahrip edilmesine, doğal sulak alanların kurutulmasına ve yerleşim alanlarının hızla yayılıp genişlemesine yol açmıştır. Bunlar ve daha birçok insan müdahaleleri infiltrasyonu azaltarak yüzeysel akışın miktarını ve hızını arttırmış, sel ve taşkınların daha sık ve daha şiddetli meydana gelmesine sebep olmuştur. Sel ve taşkınları arttıran bu hali hazırdaki nedenlerin yanı sıra, küresel iklim değişikliği konusundaki belirtiler sel ve taşkın olaylarında daha da artış olacağını göstermektedir.

Ülkemizde gerek topoğrafya ve iklim özelliklerinin ve gerekse arazi kullanımlarındaki olumsuz yönde değişimlerin ülke genelinde kayda değer bir erozyon sorununun ortaya çıkmasında etkili oldukları bilinmektedir. Her yıl ülke genelindeki arazilerden verimli topraklar erozyon nedeniyle akarsulara taşınmak sureti ile hem topraklarda verim kaybına hem de mevcut barajların ekonomik ömürlerinin daha erken tamamlamalarına yol açmaktadır. Özellikle barajların bulunduğu havzaların yukarı havza olarak tabir edilen memba kısımlarında gerekli erozyon kontrol tedbirlerinin alınmaması barajlarda sedimentasyon problemini ortaya çıkarmakta ve barajların kapasitelerinin daha erken dolmasına yol açmaktadır. Bu nedenle taşınan sedimenti önlemede sadece akarsular ve sel dereleri üzerinde oyuntu ıslahı tesisleri yeterli olmamakta aynı zamanda erozyonun başladığı alan olan yamaç arazilerde yamaç ıslahı önlemlerinin de alınması gerekmektedir. Bu bağlamda düşünüldüğünde, ciddi bir erozyon problemi ile karşı karşıya bulunan ülkemizde erozyonun önlenmesine yönelik çalışmaların önemi de daha fazla önem kazanmaktadır.

Proje çalışması ülkemizin Karadeniz Bölgesinin Orta Karadeniz Bölümünde yer alan Çorum ili Osmancık ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Çorum ili arazilerinde şiddetli ve çok şiddetli erozyon sahalarının bulunması nedeniyle gerek Orman ve Su İşleri Bakanlığı'nın (Sungurlu, Bayat, Laçın, Osmancık, Ortaköy, İskilip, Alaca ilçelerinde erozyon kontrol çalışmaları) gerekse Çölleşme ve Erozyonla Mücadele

Genel Mdrlg'nn (EM) (Bayırdıvan, Uğurludağ sel kontrol projeleri) erozyonu nleme çalışmalarında bulunmaktadırlar.

Bu alışmada Amasya Orman Bölge Mdrlg bünyesindeki orum Orman İşletme Mdrlg, Koyunbaba Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki OT (Orman Toprağı) sahasında farklı erozyon kontrol tedbirlerinin yüzeysel akış ve sediment verimi üzerindeki etkilerinin belirlenmesi için yapılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Günümüzde bütün ülkelerdeki modern gelişmeler orman örtüsünün tahrip edilmesine, doğal sulak alanların kurutulmasına ve yerleşim alanlarının hızla yayılıp genişlemesine yol açmıştır. Bunlar ve daha birçok insan müdahaleleri infiltrasyonu azaltarak yüzeysel akışın miktarını ve hızını arttırmış, sel ve taşkınların daha sık ve daha şiddetli meydana gelmesine sebep olmuştur. Sel ve taşkınları arttıran bu halihazırdaki nedenlerin yanı sıra, küresel iklim değişikliği konusundaki belirtiler sel ve taşkın olaylarında daha da artış olacağını göstermektedir.

Ülkemizde gerek topoğrafya ve iklim özelliklerinin ve gerekse arazi kullanımlarındaki olumsuz yönde değişimlerin ülke genelinde kayda değer bir erozyon sorununun ortaya çıkmasında etkili oldukları bilinmektedir. Her yıl ülke genelindeki arazilerden verimli topraklar erozyon nedeniyle akarsulara taşınmak sureti ile hem topraklarda verim kaybına hem de mevcut barajların ekonomik ömürlerinin daha erken tamamlamalarına yol açmaktadır. Özellikle barajların bulunduğu havzaların yukarı havza olarak tabir edilen memba kısımlarında gerekli erozyon kontrol tedbirlerinin alınmaması barajlarda sedimentasyon problemini ortaya çıkarmakta ve barajların kapasitelerinin daha erken dolmasına yol açmaktadır. Bu nedenle taşınan sedimenti önlemede sadece akarsular ve sel dereleri üzerinde oyuntu ıslahı tesisleri yeterli olmamakta aynı zamanda erozyonun başladığı alan olan yamaç arazilerde yamaç ıslahı önlemlerinin de alınması gerekmektedir. Bu bağlamda düşünüldüğünde, ciddi bir erozyon problemi ile karşı karşıya bulunan ülkemizde erozyonun önlenmesine yönelik çalışmaların önemi de daha fazla önem kazanmaktadır.

Dünyada ve Türkiye’de en çok karşılaşılan doğal kaynak sorunlarının başında toprak erozyonu gelmektedir. Toprak erozyonuna neden olan en önemli eroziv etmen olarak kabul edilen su, Türkiye genelinin %73’ünde çeşitli derecelerde etkili olmaktadır (Balcı, 1996). İklim, toprak özellikleri, bitki örtüsü ve topografik faktörler su erozyonu etkileyen başlıca etmenlerdir (Fangmeier vd., 2005).

Sojka vd., (2001), PAM uygulamalarının etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada PAM'ın sedimentle taşınan N, toplam P, pestisitler, yabancı ot tohumları ve yüzey akışta mikroorganizmaların kaybını azaltarak yüzeysel akış suyunun kalitesini artırdığını ve erozyonu önlemede etkili oldukları tespit etmişlerdir.

Coşkun vd., (2006), yaptıkları çalışmada PAM uygulamasının yapıldığı topraklarda erozyon oranında oluşan azalmanın tütün atığına oranla daha düşük seviyede gerçekteğini tespit etmişlerdir. Sonuçta PAM uygulamasının topraktaki erozyon oranı indeks değerini sınır değerinin altına düşürerek toprağın erozyona karşı daha dayanıklı hale geldiğini belirlemişlerdir.

Meral vd., (2003), farklı karık ve akış tiplerinin karıklarda meydana gelen sediment taşınımına etkilerini araştırdıkları çalışmalarında PAM uygulamalarının birinci sulamada %77.7-87.7, ikinci sulamada ise %35.6-58.0 arasında sediment taşınımını azalttığını tespit etmişlerdir.

Yılmaz vd., (2010), PVA ve PAM yapay polimerlerini laboratuvar koşullarında yapay yağış uygulamak sureti ile yüzeysel akış ve toprak kaybı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda topraktaki suya dayanıklı agregatların fazla ve agregatlaşmanın iyi olmasında PVA ve PAM uygulamalarının etkisi olduğunu ve bu uygulamalarının yüzeysel akış ve toprak kayıplarını azaltılmasında etkili olduklarını belirlemişlerdir. Çalışmada, PVA ve PAM polimerlerinin her ikisinin de yüzeysel akışının başlamasını geciktirdiği ve bu sürenin gecikmesiyle birlikte toplam yüzeysel akış ve toprak kaybının azaldığı tespit etmişlerdir.

Yapay polimerler günümüzde toprak partiküllerini kümeleşmesini sağlayabilen özelliklere sahip olduğundan dolayı toprağı düzenleyici olarak topraklara daha iyi bir strüktür kazandırmak için kullanılmaktadır. Polimerler, toprakta killer üzerinde polimerlerin adsorpsiyonu ile suya dayanıklılık sağlamakta, adesif özelliklerini devam ettiren çözünemez bileşimler meydana getirmektedirler (Schamp vd., 1973).

Toprak strüktürünü ve agregat stabilitesini iyileştirmek veya sürekliliğini sağlamak için kimyasal toprak düzenleyicilerinin toprağı uygulanması infiltrasyonunu arttırmakta ve yüzeysel akış ile erozyonu azaltmada etkili olmaktadır. Hatta

polimerik toprak düzenleyicilerin kullanımı ile toprak erozyonu minimum seviyeye indirilebilmekte veya tamamıyla önlenabilmektedir (Wallace vd., 1986).

Toprak yüzeyindeki stabil agregatlar yağmur damlalarının çarpma etkisiyle meydana gelebilecek parçalanmaya ve yüzeysel akış suyu ile taşınmaya daha dirençli özelliktedir. Agregat stabilitesini arttırmak ve kil dispersiyonunu önlemek toprak düzenleyicilerinin toprağa ilavesiyle sağlanabilmektedir (Levy, 1996).

Uysal vd., (1995), yaptıkları çalışmada 30x45x15 cm boyutlarındaki erozyon parsellerine yerleştirdikleri 6 adet toprak örneğine 1 ve 5 g L-1 dozlarında PVA ve PAM solüsyonlarını püskürtmüşler ve 24 saat sonra 64 mm saat-1 yağış uygulamışlardır. PVA ve PAM'in yüzey akış ve toprak kayıplarını azalttığını, en iyi sonucun 5 g L-1 uygulamalarından elde edildiğini bildirmişlerdir.

Polimerlerin etki oranının toprağın kil içeriği ve organik madde içeriği ile değiştiğini belirten Wallace vd., (1990), PAM kullanarak yaptıkları çalışmada, toprakta kil oranının yüksek olması durumunda daha yüksek PAM konsantrasyonuna gereksinim duyulduğu sonucuna varmışlardır.

Lentz vd., (1996), yüksek aşınabilir özelliğe sahip siltli tın bünyeli toprak üzerinde yürüttükleri çalışmada, farklı uzunluk (175-264 m) ve eğimlerde (0.5-7.0 %) hazırlanan karıklara farklı debilerde (13-38 L dak-1), karık başlarından sulama suyuna kuru PAM'dan 0.3-0.7 kg ha-1, solüsyon PAM'dan ise 1200-2400 g m-3 vermişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, kuru ve solüsyon halde uygulanan PAM'ın sediment kaybını % 70-94 azaltırken, infiltrasyonu ise % 15 arttırdığı saptanmıştır. Hem kuru hem solüsyon PAM uygulamaları arasında ise önemli bir fark bulunmadığını tespit etmişlerdir.

Espinosa vd., (2000), yaptıkları çalışmada optimum uygulama metotları ve nemli ve kuru koşullar altında PAM polimerinin etkilerini saptamak amacıyla % 10 eğimde milli tın bünyeli toprakta 1x1 m parseller üzerine 6.4 cm saat-1 yapay yağmurlama uygulamışlardır. Çalışmada, tanık, kuru toprağa PAM solüsyonu, kuru toprağa kuru PAM, kuru toprağa solüsyon PAM + malç, nemli toprağa solüsyon PAM kullanmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre, diğer yöntemlerle kıyaslandığında kuru

toprağa kuru PAM uygulamasının yüzey akışı azaltırken, infiltrasyonu arttırdığı saptanmıştır. Ancak, toprak kaybının azaltılmasında en etkili uygulamanın ise kuru toprağa PAM solüsyonu + malç olduğunu tespit etmişlerdir. Bu uygulama ile sediment kaybında kontrole kıyasla %93 azalma saptanmıştır.

Peterson vd., (2002), laboratuvar koşullarında parsellere yerleştirdikleri milli killi tın bünyeli toprak örnekleri üzerinde yürüttükleri araştırmada besin külü, jips, PAM solüsyonu + besin külü, PAM solüsyonu + jips, granül PAM + jipsi toprak yüzeyine verdikten sonra 2 saat süre ile 70 mm saat-1 yapay yağmurlama uygulamışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, PAM solüsyonu + jips karışımında yüzeysel akış % 35 azalırken, PAM solüsyonu + jips ve PAM solüsyonu + besin külü karışımında ise toprak kayıpları % 74 ve 77 azaldığını tespit etmişlerdir.

Michelle vd., (2004), yaptıkları çalışmada kuru ve solüsyon PAM, hydroseeding ve saman malçı uyguladıkları topraklara 1 saat kuru 30 dakika aradan sonra 30 dakika nemli olmak üzere 46 mm saat-1 yapay yağmurlama uygulamışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre; PAM uygulamalarının yüzeysel akış ve toprak kaybını azaltırken, infiltrasyonu arttırdığını, bununla birlikte solüsyon halinde uygulanan PAM'ın daha ekonomik ve etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Teo vd., (2006), yaptıkları çalışmada 30x30x12 cm parsellere yerleştirdikleri kumlu tın, milli kil ve milli tın bünyeli topraklara kuru ve solüsyon PAM (Superfloc A-836, C-492, Aerotil-D, Superfloc A-130) uyguladıktan sonra 5 cm saat-1 ve 8.5 cm saat-1 yoğunluklarda yapay yağmurlama uygulamışlardır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, PAM uygulamalarının yüzeysel akışla ve sıçrama ile meydana gelen sedimenti ve yüzey akışı azaltırken, infiltrasyonu arttırdığı belirlenmiştir.

Majed vd., (2007), 10 ve 30 kg ha-1 dozlarında hazırladıkları PAM'ı (Superfloc A-836 ve A-870), arazide ve doğal yağış koşullarında hazırladıkları parsellere (2x10m; %12 eğim) uygulamışlardır. Çalışmada, yüzeysel akış ve toprak kaybının A-836 uygulamasında tanığa göre, sırasıyla % 23 ve %35, A-870 uygulamasında ise % 16 ve %8 oranında azaldıklarını bulmuşlardır. Uygulama dozlarının yüzeysel akışı çok

fazla etkilememesine karşılık 30 kg ha-1 uygulamasının toprak kayıplarını daha çok azalttığı tespit edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma Alanının Tanıtımı

Proje çalışması ülkemizin Karadeniz Bölgesinin Orta Karadeniz Bölümünde yer alan Çorum ili Osmancık ilçesi sınırları içerisinde Dodurga-Güvercinlik mevkiisinde yer almaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çalışma alanının konumu

3.1.2. Çalışma Alanının Seçimi

Çorum ili arazilerinde şiddetli ve çok şiddetli erozyon sahalarının bulunması nedeniyle gerek Orman ve Su İşleri Bakanlığı'nın (Sungurlu, Bayat, Laçın, Osmancık, Ortaköy, İskilip, Alaca ilçelerinde erozyon kontrol çalışmaları) gerekse Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü'nün (ÇEM) (Bayırdivan, Uğurludağ sel kontrol projeleri) erozyonu önleme çalışmalarında bulunmaktadır (AOBM, 2012).

Parsellerin yerlerinin seçiminde, erozyon durumu, eğim durumu, bakı durumu, yamaç şekli ve durumu ve arazi kullanım durumu kriterleri dikkate alınmıştır. Belirlenen kriterlerden hareketle erozyon sorunu olan, çok dik eğimli, güneşli bakı, açıklık bir alan olmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca, parsellerin uygulandığı çalışma alanı olarak düz yamaç özelliğinde bulunan üst yamaçta açıklık alan niteliğinde bir alan (OT) seçilmiştir. Parsellerin kurulduğu üst yamaçtaki alan çok dik eğimli olmakla birlikte ortalama eğimi %80-85 aralığındadır. Alanın genel bakışı batı bakı olup güneşli bakı grubu içerisinde kalmaktadır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Çalışma alanının görünümü

3.1.3. Vejetasyon

Çorum Orman Bölge Müdürlüğünden alınan verilere göre Çorum İşletme Müdürlüğünün mevcut toplam orman varlığı 1.876.200,1 hektardır. Araştırmanın gerçekleştirildiği Koyunbaba Orman İşletme Şefliği sınırlarının mevcut alanı 91.290,0 hektar olup bunun 51.577,0 hektarı ormanlık alanlardan oluşmaktadır (AOBM, 2018).

Plan ünitesi ormanlarını oluşturan bitki örtüsü elemanları arazide yapmış olduğumuz inceleme ve gözlemler sonucunda (ağaç, ağaçcık, çalı ve otsu bitkiler) aşağıdaki Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Araştırma alanında bulunan bitki türleri

Kızılçam	<i>Pinus brutia</i>	Keçi Söğüdü	<i>Salix caprea</i>
Sarıçam	<i>Pinus silvestris</i>	Boz Söğüt	<i>Salix cinerea</i>
Karaçam	<i>Pinus nigra</i>	Söğüt	<i>Salix sp.</i>
Göknar	<i>Abies bormülleriana</i>	İğde	<i>Eleanus angustifolia</i>
Adi ardıç	<i>Juniperus communis</i>	Papazkühahı	<i>Eonymus europeus</i>
Boz ardıç	<i>Juniperus excelsa</i>	Kadın Tuzluğu	<i>Berberis vulgaris</i>
Katran ardıcı	<i>Juniperus oxycedrus</i>	Kuşburnu	<i>Roda canina</i>
Saçlı meşe	<i>Quercus cerris</i>	Tespah	<i>Styrax officinalis</i>
İspir meşesi	<i>Quercus macranthera</i>	Sumak	<i>Rhus coriaria</i>
Tüylü meşe	<i>Quercus pupescens</i>	Karaçalı	<i>Paliurus spina</i>
Sapsız meşe	<i>Quercus petraea</i>	Ateş Dikeni	<i>Pyracantha coccinea</i>
Mazı meşesi	<i>Quercus infectoria</i>	İlgın	<i>Tamarix</i>
Kara gürgen	<i>Carpinus betulus</i>	Dağ Muşmulası	<i>Cotoneaster</i>
Doğu gürgeni	<i>Carpinus orientalis</i>	Ayı Üzüümü	<i>Vaccinium myrtillus</i>
Kuş üvezi	<i>Sorbus aucuparia</i>	Böğürtlen	<i>Rubus fritucosus</i>
Yabani üvez	<i>Sorbus torminalis</i>	Patlangaç	<i>Colutea arborescens</i>
Üvez	<i>Sorbus umbellala</i>	Laden	<i>Cistus sp.</i>
Titrek Kavak	<i>Populus tremula</i>	Defne	<i>Daphne</i>
Ak Kavak	<i>Populus alba</i>	Çilek	<i>Frageria vesca</i>
Kara Kavak	<i>Populus nigra</i>	Isırgan	<i>Urtica diardon</i>
Akçaağaç	<i>Acer hyrcanum</i>	Sütleğen	<i>Euphorbia</i>
Çınar yapraklı Akçaağaç	<i>Acer platanoides</i>	Güzelavrat otu	<i>Atropa belledonna</i>
Adi Fındık	<i>Corylus avellane</i>	Orman Sarmaşığı	<i>Hedera helix</i>
Menengiç	<i>Pistacia terebenthus</i>	Sıklamen(Buhur'u Meryem)	<i>Cyclamen</i>
Adi Kızılağaç	<i>Alnus glutinosa</i>	Yarpuz (Kır nanesi)	<i>Mentha pulegium</i>
Karaağaç	<i>Ulmus sp.</i>	Sinir(Damar otu, siğil otu) Otu	<i>Alisma plantago</i>
Dışbudak	<i>Fraxinus sp.</i>	Sığırkuyruğu	<i>Verbascum tuhapsus</i>
Ihlamur	<i>Tilia sp.</i>	Ökse otu	<i>Viscum albüm</i>
Kızılcık	<i>Cornus mas</i>	Yabani Karanfil	<i>Dianthus</i>
Kırmızı yapraklı Kızılcık	<i>Cornus sanguines</i>	Vargit gülü	<i>Stranbergia clusiana</i>
Yabani Elma	<i>Malus sylvestris</i>	Geven	<i>Astragalus</i>
Yabani Erik	<i>Prunus spinosa</i>	Eğrelti	<i>Pteridium</i>
Ahlat	<i>Pyrus elaeagrifolia</i>		
Alıç	<i>Crafaegus sp.</i>		
Muşmula	<i>Mespilus germanica</i>		

3.1.4. İklim

Karadeniz iklimi ile Karasal İklim arasında geçiş iklimi özelliğine sahip ilçede kışları soğuk, yazları sıcak ve kurak geçmektedir. Yağışlar genelde İlkbaharda gerçekleşmektedir. En fazla yağışın gerçekleştiği aylar nisan, mayıs ve haziran aylarıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 447,30 mm.'dir. Yıllık ortalama sıcaklık 10,5 C'dir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2. 1930 -2015 yılları ortalama iklim verileri

	Ölçüm Periyodu: 1930 - 2005												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ort. Sıcaklık (° C)	0.3	0.9	4.9	10.5	14.6	18.2	21.0	20.8	16.9	11.5	5.5	1.6	10.5
En Yüksek Sıcaklık (° C)	17.5	20.4	26.4	30.4	33.5	36.3	42.6	39.8	38.7	33.0	24.7	19.2	42.6
En Düşük Sıcaklık (° C)	-23.3	-27.2	-23.3	-9.2	-4.3	0.2	3.4	3.8	-0.8	-6.3	-9.8	-18.8	-27.2
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ort. (mm)	38	27.2	36	56.8	62.6	50.1	22.3	17.8	21.5	31.5	37.4	46.1	447.3
Ortalama Nisbi Nem (%)	78	73	68	65	65	62	59	60	63	68	74	78	67
Donlu Günler Sayısı	26.8	22.5	20.0	8.9	2.4	-	-	-	-	3.3	11.3	15.3	110.5
Yağmurlu Günler Sayısı													
Karlı Günler Sayısı	9.0	7.7	5.2	1,1	-	-	-	-	-	0.1	2.5	6.0	31.7
Ortalama Karla Örtülü Günler Sayısı	11.5	7.7	3.5	0.5	-	-	-	-	-	-	1.2	6.9	31.3

3.1.5. Jeolojik Yapı

Plan ünitesi geniş bir alanı kapsamakta ve değişik jeolojik yapılar göstermektedir. Genel olarak II. Zaman (MESOZOİK), III. Zaman (SENOZOİK), ve IV. Zaman (KUATERNER) in çeşitli dönemlerinde oluşmuştur.

Plan ünitesinin kuzeyinde Kızılırmak-Obruk baraj gövdesinden Dodurga'ya doğru uzanan yatağı ve Alpagut Çayı yatağının Çiftlikköy'e kadar olan kesimi IV. Zaman'ın (KUATERNER) Pleistosen döneminde meydana gelen eski alüvyon sahalarından oluşmaktadır. Bu alanlarda irili ufaklı çakıllar ve çapraz tabakalanmış kum yatakları görülmektedir.

Çorum il merkezinin kuzeyinde yer alan ve Çorum-Hamamlıçay kavşağı arasında kalan alan ise aynı zamanın holesen dönemi oluşumudur. Bu alanlarda Kumlu Killi ve siltli yeni alivyonlar egemendir ve tarıma elverişli toprak oluşumu görülmektedir.

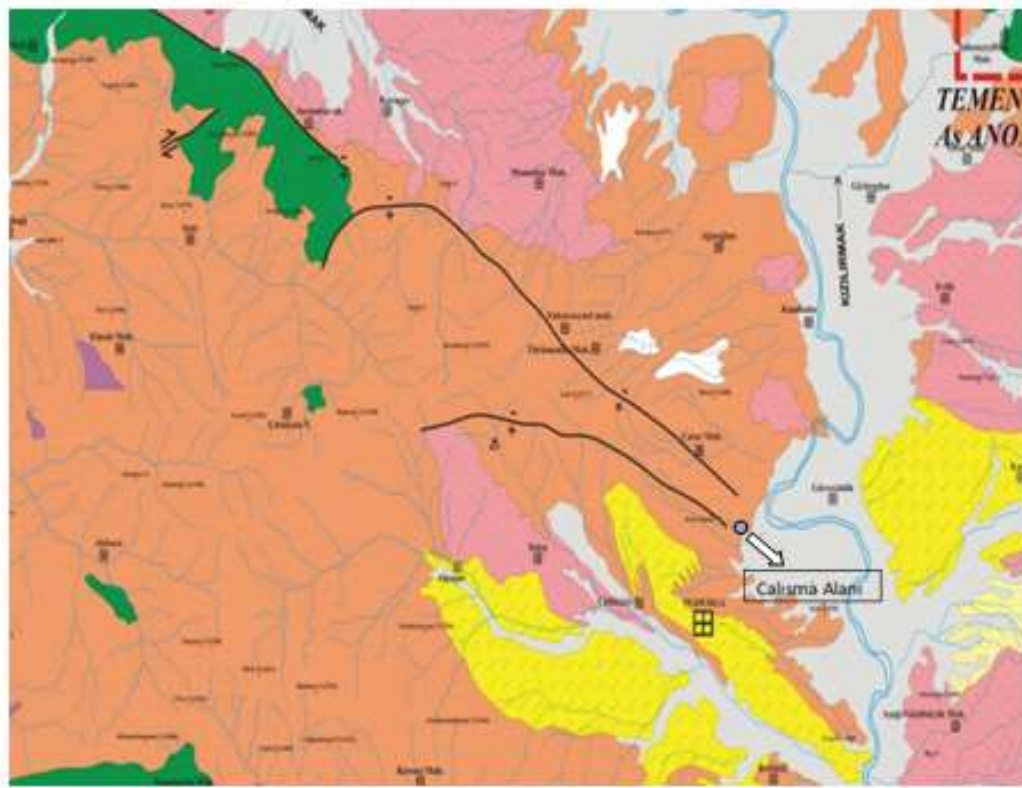
Çorum il merkezinin kuzeyinde bulunan yeni alüvyon alanları alacalı bir renge sahip neojen oluşumları ile çevrilidir. Bu alanları tabanı kalın konglomera ve grelerden, üst kısımları ise aralarında tuz ve jips yatakları bulunan marn ve killerden oluşmuştur.

Plan ünitesinin orta kesimlerinde Hamamlıçay havzasının Laçın, Kuyumcu, Gökgözler, Narlı, Hamamözü, Karasoku, Çamlıca ve Küçük Laçın yerleşim alanları arasında kalan kısmı da Kızılırmak kenarına doğru küçük bir alan dışında karafasiesinde ve Lagün fasieste gelişmiş neojen bir oluşumdur.

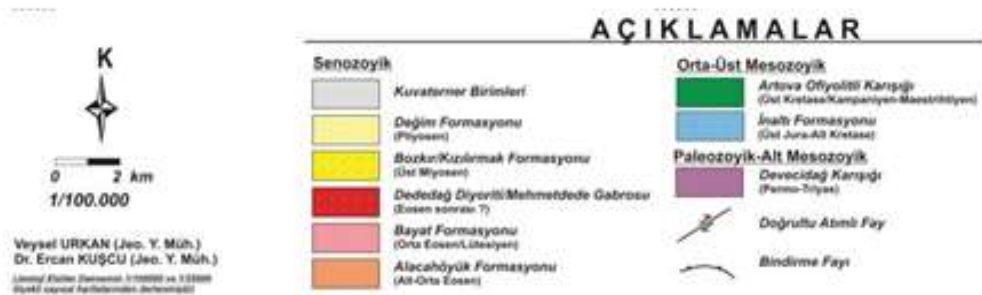
Laçın ilçe merkezinden güneye doğru yükselen ve bir silsile halinde Karlık tepeye doğru uzanan Laçın, Eski Gökgözler, Çalyayla, Kızılpınar yerleşim alanları ile Yeliboyun Tepe, Karlık Tepe, Çatak, Şeyhhamza, Feruz, Kırkdilim, Gözübüyük ve Küçük Laçın yerleşim yerleri ile çevrili alanda II. ZAMAN (MESOZOİK) Kretase döneminde ince lite kalkerler, spilit, diabaz, bazalt ve andezit cinsi amigdaloid yapılu yastık denizaltı larvaları, kırmızı ince tabakalı kalker marn, radiolaritler ve serpantin kitleleri gibi çeşitli litolojik serilerin birleşmesi ile oluşmuş karışık tektonik seriler yer almaktadır.

Yukarıda belirtilenler dışında kalan tüm alan III. ZAMAN (SENOZOİK) 'in eosen döneminde oluşmuştur. Bu alanda Andezit lav-tüf ve aglomera alanları kalın yataklar halinde fliş tabakaları arasında yer almıştır. Oluşum Volkanik fasieste gelişmiştir. Volkanik seriler içerisinde hornblendli veya ojitli kalın andezit yatakları görülmektedir.

Dodurga-Alpagut arasında yer alan eosen dönemi flişler arasında linyit yatakları bulunmaktadır (AOBM, 2019) (Şekil 3.3).



● Çalışma Alanının Jeolojik Haritadaki Konumu



Şekil 3.3. Çalışma alanının jeolojik yapısı

3.2. Yöntem

3.2.1. Arazi Yöntemleri

Yapılan çalışmada projede, erozyon sorunu olan yamaç arazilerde farklı yamaç ıslahı tedbirlerinin erozyon miktarı üzerindeki etkileri ortaya konulmuştur. Bu amaçla, topoğrafik özellikler (eğim, bakı, yükselti vb.), iklim özellikleri (yağış, sıcaklık vb.) ve toprak özellikleri (anakayası, tekstürü, derinliği) bakımından aynı özellikleri taşıyan bir yamaç arazide yüzeysel akış ve taşınan toprak miktarını belirlemek amacıyla yüzeysel akış parselleri oluşturulmuştur.

Toprak erozyonunun belirlenmesi ve ölçülmesi yöntemleri, çeşitli değerlendirmeler ya da başlıklar altında sınıflandırılmıştır. Genel olarak erozyonun belirlenmesinde kullanılan yöntemler doğrudan, dolaylı ve tahmini ölçümler şeklindedir. Su erozyonunun arazide ve laboratuvar koşullarında doğrudan ölçülmesi ve tahmini yöntemler kullanarak belirlenmesi şeklinde yapılan sınıflandırmalar da bulunmaktadır (Balcı, 1996, Şensoy vd., 2011). Doğrudan ölçüm (arazide erozyon ölçümü), çeşitli yöntemler kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir. Yüzeysel akış parseli, tesis edilerek erozyon, toprak kaybı ve yüzeysel akış ölçülmesi bu yöntemlerden biridir (Şensoy, 2011).

Yüzeysel akış parsellerinin ebatları arazinin yapısı dikkate alınarak 2m X 5 m (10 m²) olarak arazide tesis edilmiştir.

Belirlenecek yamaç arazide tesis edilecek olan yüzeysel akış parselleri kapsamında 1 adet kontrol parseli, 1 adet OT (Orman Toprağı), 2 adet yamaç ıslahı tesisleri ve önlemleri (Örme çit, Taş kordon) ile 3 farklı PAM uygulaması olmak üzere toplamda 7 adet parsel kurulumu gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4 ve Şekil 3.5).



Şekil 3.4. Örne çit yapımı



Şekil 3.5. Örne çit parseli



Şekil 3.6. Taş kordon yapımı ve parseli



Şekil 3.7. PAM parseli, OT parseli (orman toprağı), kontrol parseli



Şekil 3.8. Parsellerden genel görünüm

Tablo 3.3. Araştırma alanı deneme deseni

YAMAÇ ISLAHI TEDBİRLERİ	PAM UYGULAMASI
1- Örme Çit	1- PAM – Doz-1 (3.333 gr/10 m ²)
2- Taş kordon	2- PAM – Doz-2 (6.666 gr/10 m ²)
3- OT (Orman Toprağı)	3- PAM – Doz-3 (33.333 gr/10 m ²)
4- Kontrol	

Çalışma sonucunda, yamaç ıslahı tedbirlerinin arazide meydana gelecek olan yüzeysel akış ve erozyonu önlemedeki etkileri ortaya konulmuştur.

Araştırma alanından tesis edilen 7 adet yüzeysel akış parselinden ölçümlere başlamadan önce toprak örnekleri alınmıştır. Parsellerden ölçümler başlamadan önce örnek alınmasının ve analizlerinin yapılmasının amacı parsellerdeki yüzeysel akış ve

erozyon değerlerinde sadece erozyon kontrol önlemlerinin etkisinin belirlenmesi, toprak özelliklerinin etkilerinin bertaraf edilmesidir.

3.2.2. Laboratuvar Yöntemleri

Araştırma alanında her bir parselden alınan toprak örnekleri ile her bir parselin toprak özelliklerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Yüzeysel akış parsellerinde alınan toprak örneklerinden parsellere ait bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri tespit edilmiştir. Alınan toprak örneklerinin analizleri laboratuvarda gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.1. Toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analizleri

Araştırma alanında tesis edilen parsellerden yüzeysel akış ve erozyon ölçümleri yapılmadan önce, alana tesis edilen 7 adet parselin her birinden 0-20 cm derinlikten üst toprak örnekleri alınmış ve bu örneklerin bazı fiziksel ve kimyasal analizleri laboratuvarda gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.2. *Tekstür analizi*

Toprak örneklerinin tane çapı boyutlandırması, Bouyoucous'un hidrometre yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Toprak türünün belirlenmesinde uluslararası tane çapı sınıflaması esas alınmıştır (İrmak, 1954; Bouyoucous, 1962; Gülçur, 1974).

3.2.2.3. *Organik madde*

Toprak örneklerinin organik karbon miktarı Walkley-Black ıslak yakma yöntemine göre 0,25 mm'lik elekten geçirilmiş 0,5 g toprak kullanılarak belirlenmiştir (Walkley-Black, 1934; Gülçur, 1974; Kaçar, 1995). Organik madde belirlenirken öncelikle organik C miktarı saptanmıştır. Saptanan organik C miktarı 1,724 (Van Bemmelen faktörü) ile çarpılmış ve organik madde miktarı belirlenmiştir (Kaçar, 1995).

3.2.2.4. Toprak reaksiyonu (pH)

Toprak örnekleri 1/ 2,5 oranında saf su ile ıslatılıp 24 saat bekletildikten sonra cam elektrotlu pH metre kullanılarak reaksiyonları ölçülmüştür (Gülçur, 1974; Kaçar, 1995).

3.2.2.5. Elektriksel iletkenlik

Elektriksel iletkenliğin belirlenmesi için toprak örnekleri 1/5 oranında saf su ile ıslatılıp bir gün bekletilmiş ve elektriksel iletkenliği belirlenmiştir (Gülçur, 1974; Eruz, 1979).

4. BULGULAR

4.1. Parsellerin Toprak Özellikleri

Araştırma alanından tesis edilen 7 adet yüzeysel akış parselinden ölçümlere başlamadan önce alınan toprak örneklerinin analizleri gerçekleştirilmiştir. Parsellerden ölçümler başlamadan önce örnek alınmasının ve analizlerinin yapılmasının amacı parsellerdeki yüzeysel akış ve erozyon değerlerinde sadece erozyon kontrol önlemlerinin etkisinin belirlenmesi, toprak özelliklerinin etkilerinin bertaraf edilmesidir. Elde edilen toprak örneklerinin analizleri laboratuarda gerçekleştirilmiş ve analizler neticesinde parsellerin toprak özelliklerinin benzer özellikte oldukları tespit edilmiştir (Tablo 4.1). Analizlerden elde edilen sonuçlara göre; parsellerdeki pH değerlerinin 6.60-7.50 aralığında olduğu ve toprakların pH'sının nötr, nötre yakın ve bazik özellikte oldukları, elektiriksel geçirgenlik (EC) değerlerinin 103.70-166.10 aralığında oldukları, organik madde değerlerinin %1.92-2.53 arasında değişim gösterdikleri tespit edilmiştir. Erozyon ve yüzeysel akış bakımında önem arzeden toprak tekstürünün ise kum değerlerinin % 55.54-71.36 arasında, toz değerlerinin % 12.46-24.25 arasında ve kil değerlerinin % 14.77-21.93 arasında değişim göstererek alanın toprak tekstür tipinin kumlu balçık olduğu belirlenmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre, toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tüm parsellerde benzer özellikler gösterdikleri tespit edilmiştir.

Tablo 4.1. Parsellerde elde edilen toprakların bazı toprak özellikleri

Parsel No	Parsel Tanımı	pH	EC	Organik madde (%)	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	Tekstür Tipi
1	Örme çit	7,10	135,90	2,01	64,34	20,89	14,77	Kumlu Balçık
2	Taş kordon	7,20	159,00	2,40	59,75	24,25	16,00	Kumlu Balçık
3	PAM 1	6,80	145,30	2,53	64,68	16,29	19,03	Kumlu Balçık
4	PAM 2	7,50	103,70	2,01	65,65	19,49	14,87	Kumlu Balçık
5	PAM 3	6,20	161,50	2,18	71,36	12,46	16,18	Kumlu Balçık
6	OT	7,30	166,10	1,92	61,34	18,62	20,04	Kumlu Balçık
7	Kontrol	6,60	142,20	2,12	55,54	22,53	21,93	Kumlu Balçık

4.2. Yağış

Parsel denemelerinin yapıldığı alana tesis edilen 1 adet yağışölçer ile çalışma süresince alan düşen toplam yağış miktarı ve dağılımı Tablo 4.2’de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Araştırma alanında ölçülen yağış miktarı değerleri

Tarih	Yağış (mm/m ²)	Tarih	Yağış (mm/m ²)
01.03.2019	3,26	28.04.2019	1,92
10.03.2019	2,50	05.05.2019	4,80
18.03.2019	6,72	09.05.2019	17,28
31.03.2019	2,88	12.05.2019	14,40
10.04.2019	1,92	19.05.2019	2,40
17.04.2019	3,84	25.05.2019	20,16
19.04.2019	2,88	07.06.2019	8,64
22.04.2019	1,92	Toplam Yağış (mm/m ²)	95.52

Araştırma alanında 3 aylık periyotta toplam yağış miktarı 95.52 mm olarak ölçülmüştür. Alanın yakınındaki Laçın ilçesinde bulunan meteoroloji istasyonunda ölçülen toplam yağış miktarı da 130,00 mm olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Elde edilen verilerde en yüksek yağış miktarlarının ilkbaharda nisan-mayıs ayında gerçekleştiği görülmektedir.

Tablo 4.3. *Laçın meteoroloji istasyonu aylık toplam yağış verileri (mm=kg÷m²) OMGI*

Yıl/Ay	1	2	3	4	5
2019	38.2	35.8	15.0	46.2	68.8

4.3. Yüzeysel Akış

Araştırma alanında yağışlardan sonra ölçülen yüzeysel akış miktarları ve tarihleri Tablo 4.4'te belirtilmiştir.

Tablo 4.4. *Parsellerde ölçülen yüzeysel akış miktarları*

Tarih	Örme çit	Taş kordon	PAM 1	PAM 2	PAM 3	OT	Kontrol	Yağış
01.03.2019	0,45	0,30	0,50	0,30	0,38	0,50	0,30	3,26
10.03.2019	0,25	0,20	0,38	0,22	0,30	0,40	0,20	2,50
18.03.2019	0,75	0,80	0,90	0,80	0,70	0,85	0,95	6,72
31.03.2019	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15	0,05	0,15	2,88
10.04.2019	0,20	0,15	0,10	0,10	0,15	0,10	0,25	1,92
17.04.2019	0,40	0,20	0,50	0,40	0,35	0,40	0,40	3,84
19.04.2019	0,30	0,15	0,35	0,25	0,25	0,25	0,20	2,88
22.04.2019	0,25	0,13	0,40	0,30	0,25	0,25	0,20	1,92
28.04.2019	0,25	0,20	0,35	0,20	0,30	0,20	0,30	2,76
05.05.2019	0,50	0,40	0,40	0,45	0,40	0,45	0,40	3,96
09.05.2019	2,60	2,70	3,10	2,80	2,80	2,50	2,60	17,28
12.05.2019	1,85	1,85	1,95	1,50	1,75	1,60	1,80	14,40
19.05.2019	0,30	0,25	0,35	0,25	0,30	0,30	0,25	2,40
25.05.2019	2,90	2,95	3,10	2,85	2,70	2,90	3,00	20,16
07.06.2019	1,15	0,95	1,80	1,70	2,10	1,40	1,50	8,64
Toplam Yüzeysel Akış (parsel) (mm)	122,50	113,30	142,80	122,70	128,80	121,50	122,50	
Toplam Yüzeysel Akış (mm/m ²)	12,25	11,33	14,28	12,27	12,88	12,15	12,50	
Akış Oranı (%)	12,82	11,86	14,95	12,85	13,48	12,72	13,09	

Elde edilen değerlerden, en fazla yüzeysel akış değerinin 14.28 mm/m² değeri ile PAM1 parselinde en düşük ise 11.33 mm/m² değeri ile taş kordon parselinde gerçekleştiği tespit edilmiştir.

4.4. Toplam Erozyon

Araştırma alanında parsellerin ön kısmındaki depolama alanından toplanan sürüntü materyali ile yüzeysel akış depolama bidonu içerisindeki yüzeysel akış suyu ile depolanan askıda sediment miktarlarının belirlenmesi ile alandaki toplam taşınan toprak miktarı (erozyon) tespit edilmiştir.

4.4.1. Sürüntü Materyali Miktarları

Araştırma alanında parsellerin ön kısmındaki depolama alanından toplanan sürüntü materyali Tablo 4.5'te verilmiştir. Elde edilen verilerden toplam sürüntü materyalinin en fazla 2532.10 gr değeri ile kontrol parselinde, en düşük değeri ise 720.26 gr değeri ile örme çit parselinde gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Tablo 4.5. Parsellerde meydana gelen sürüntü materyali miktarları

Tarih	Materyal	Örme çit	Taş kordon	PAM 1	PAM 2	PAM 3	OT	Kontrol
01.03.2019	> 2 mm	5,05	2,85	5,86	2,04	9,54	16,63	7,6
	< 2 mm	4,12	5,27	9,41	3,13	12,37	4,26	7,49
	Toplam	9,17	8,12	15,27	5,17	21,91	20,89	15,09
10.03.2019	> 2 mm	3,47	1,86	4,61	1,46	6,47	12,08	5,87
	< 2 mm	3,36	3,51	5,3	2,14	9,9	2,89	4,95
	Toplam	6,83	5,37	9,91	3,6	16,37	14,97	10,82
18.03.2019	> 2 mm	9,51	3,77	13,67	4,12	21,67	36,37	17,43
	< 2 mm	9,24	7,61	12,89	6,39	19,88	10,24	14,19
	Toplam	18,75	11,38	26,56	10,51	41,55	46,61	31,62
31.03.2019	> 2 mm	47,1	142,09	50,67	16,71	93,42	290,28	144,8
	< 2 mm	25,35	42,51	24,99	6,05	26,07	95,38	63,36
	Toplam	72,45	184,6	75,66	22,76	119,49	385,66	208,16
10.04.2019	> 2 mm	42,67	135,27	40,09	12,28	81,92	275,61	138,52
	< 2 mm	20,07	41,63	21,33	5,54	28,41	91,37	59,48
	Toplam	62,74	176,9	61,42	17,82	110,33	366,98	198
17.04.2019	> 2 mm	9,69	19,43	11,08	27,55	17,42	41,94	21,1
	< 2 mm	17,97	19,69	16,12	16,21	11,49	10,29	11,91
	Toplam	27,66	39,12	27,2	43,76	28,91	52,23	33,01
19.04.2019	> 2 mm	10,08	8,16	33,08	5,12	15,48	36,33	16,86
	< 2 mm	8,39	5,58	17,94	4,25	4,15	6,68	6,49
	Toplam	18,47	13,74	51,02	9,37	19,63	43,01	23,35

Tablo 4.5'in devamı

22.04.2019	> 2 mm	8,28	37,76	182,45	160,58	114,79	15,67	218,79
	< 2 mm	13,3	15,88	105,01	95,12	97,08	20,81	130
	Toplam	21,58	53,64	287,46	255,7	211,87	36,48	348,79
28.04.2019	> 2 mm	3,33	1,28	5,71	4,34	2,65	6,21	2,16
	< 2 mm	6,09	5,39	6,34	8,05	7,61	6,53	9,74
	Toplam	9,42	6,67	12,05	12,39	10,26	12,74	11,9
05.05.2019	> 2 mm	5,82	2,84	7,12	5,07	3,94	7,55	4,21
	< 2 mm	9,88	7,62	11,33	8,87	13,38	9,66	10,43
	Toplam	15,7	10,46	18,45	13,94	17,32	17,21	14,64
09.05.2019	> 2 mm	7,3	8,34	17,63	9,3	9,45	13,12	7,13
	< 2 mm	37,85	32,04	46,18	34,48	41,24	27,87	50,53
	Toplam	45,15	40,38	63,81	43,78	50,69	40,99	57,66
12.05.2019	> 2 mm	3,43	12,25	4,96	7,61	6,48	14,16	6,33
	< 2 mm	10,33	24,9	12,81	15,52	13,54	14,88	12,86
	Toplam	13,76	37,15	17,77	23,13	20,02	29,04	19,19
19.05.2019	> 2 mm	12,74	15,09	30,4	14,21	22,46	14,02	22,28
	< 2 mm	18,85	21,38	42,32	29,35	40,85	24,35	56,5
	Toplam	31,59	36,47	72,72	43,56	63,31	38,37	78,78
25.05.2019	> 2 mm	79,07	86,95	214,03	314,65	153,89	204,01	332,7
	< 2 mm	79,95	100,51	145,67	156,66	83,91	133,42	218,02
	Toplam	159,02	187,46	359,7	471,31	237,8	337,43	550,72
07.06.2019	> 2 mm	69,56	78,29	141,24	110,34	220,03	71,73	296,76
	< 2 mm	138,41	154,29	210,46	153,33	385,01	107,45	633,61
	Toplam	207,97	232,58	351,7	263,67	605,04	179,18	930,37
Toplam Sediment Parsel (gr)	> 2 mm	317,1	556,23	762,6	695,38	779,61	1055,71	1242,54
	< 2 mm	403,16	487,81	688,1	545,09	794,89	566,08	1289,56
	Toplam	720,26	1044,04	1450,7	1240,47	1574,5	1621,79	2532,1
Taşınan sediment (gr/m ²)	> 2 mm	31,71	55,62	76,26	69,54	77,96	105,57	124,25
	< 2 mm	40,32	48,78	68,81	54,51	79,49	56,61	128,96
	Toplam	72,03	104,40	145,07	124,05	157,45	162,18	253,21

4.4.2. Askıda Sediment Miktarları

Araştırma alanında parsellerde yüzeysel akışla birlikte taşınan toplam askıda sediment miktarları Tablo 4.6'da verilmiştir. Elde edilen verilerden toplam askıda sediment miktarı en fazla 125.60 gr değeri ile OT parselinde, en düşük değeri ise 27.48 gr değeri ile örme çit parselinde gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Tablo 4.6. Parsellerde meydana gelen askıda sediment miktarları

Tarih	Örme çit	Taş kordon	PAM 1	PAM 2	PAM 3	OT	Kontrol
01.03.2019	1,16	1,46	1,33	1,42	2,37	3,30	1,85
10.03.2019	0,75	0,96	0,83	1,11	2,28	3,65	1,30
18.03.2019	1,94	2,90	2,66	3,36	7,60	8,66	5,11
31.03.2019	1,46	1,85	1,69	2,07	2,32	3,37	2,37
10.04.2019	0,84	1,23	1,12	1,38	1,67	2,28	1,62
17.04.2019	1,48	1,53	1,61	1,72	2,44	3,88	2,20
19.04.2019	1,16	1,02	1,11	1,37	2,01	3,15	1,64
22.04.2019	0,71	0,95	1,01	1,13	1,37	2,08	1,45
28.04.2019	1,80	1,50	1,47	1,48	2,39	3,60	1,68
05.05.2019	1,35	1,18	1,13	1,22	3,22	4,54	1,77
09.05.2019	3,55	3,48	2,85	5,42	18,48	21,47	7,61
12.05.2019	3,17	3,92	3,93	5,87	14,16	18,77	5,91
19.05.2019	0,57	0,69	0,71	0,99	1,52	1,95	2,20
25.05.2019	4,42	4,81	4,59	5,07	22,43	28,61	9,64
07.06.2019	3,12	3,59	3,37	4,12	12,74	16,29	4,27
Toplam Sediment-Parsel (gr)	27,48	31,07	29,41	37,73	97,00	125,60	50,62
Taşınan sediment (gr/m ²)	2,75	3,11	2,94	3,77	9,70	12,56	5,06

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışma alanında el edilen sonuçlara göre; erozyon kontrol önlemlerinden olan örme çit ve taş kordonun erozyonu önlemede etkin bir yöntem olduğu anlaşılmaktadır. Aynı zamanda PAM uygulamalarından elde edilen erozyon değerlerinin kontrol parselindeki değerlerden düşük çıktığı ve erozyonu önlemede etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Tablo 5.1).

Tablo 5.1. Parsellerden taşınan toplam sediment miktarları

Parsel No	Parsel Adı	Toplam sür. sediment (gr)	Toplam sür. sediment (gr/m ²)	Toplam sediment süsp. (gr)	Taşınan toplam sediment süspn. (gr/m ²)	Toplam Sediment (ton/ha)	Toplam sediment (gr/m ²)
1	Örme çit	720,26	72,03	27,48	2,75	0,748	74,77
2	Taş kordon	1044,04	104,40	31,07	3,11	1,075	107,51
3	PAM 1	1450,70	145,07	29,41	2,94	1,480	148,01
4	PAM 2	1240,47	124,05	37,73	3,77	1,278	127,82
5	PAM 3	1574,50	157,45	97,00	9,70	1,672	167,15
6	OT	1621,79	162,18	125,60	12,56	1,747	174,74
7	Kontrol	2532,10	253,21	50,62	5,06	2,583	258,27

Parsellerden elde edilen bulgulara göre; süspans ve sürüntü materyali olarak taşınan toplam erozyon miktarları, kontrol parselinde 2,583 ton/ha, OT parselinde 1,747 ton/ha, PAM3 parselinde 1,672 ton/ha, PAM1 parselinde 1,480 ton/ha, PAM2 parselinde 1,278 ton/ha, taş kordon parselinde 1,075 ton/ha ve örme çit parselinde ise 0,748 ton/ha olarak tespit edilmiştir. Buna göre, erozyonu önlemede en etkili yöntemlerin örme çit, taş kordon ve PAM2 uygulamalarının olduğu ve OT ve kontrol parsellerinde en yüksek erozyonun gerçekleştiği belirlenmiştir.

6. ÖNERİLER

Ülkemiz genelinde mevcut erozyon probleminin çözümünde erozyonu azaltan önlemlerin etkin olduğu, yüzeysel akışı ve taşınan toprak miktarını azalttığı görülmektedir. Bu nedenle, erozyonu önleyici tedbirlerin erozyon probleminin olduğu sahalarda uygulanması gerekmektedir.

Diğer taraftan, yurt dışında özellikle yangın geçirmiş sahalarda yangın sonrası toprak taşınımını azaltmak için kullanılan PAM uygulamasının da yüzeysel akışı ve toprak taşınımını azaltmak için şiddetli erozyonun olduğu sahalarda kullanılabileceği anlaşılmaktadır. Ancak PAM uygulaması ile ilgili daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

Ülkemizde özellikle OT ve erozyonun var olduğu sahalarda erozyon kontrol önlemlerinin ivedilikle alınarak toprak kayıplarının azaltılması gerekmektedir. Erozyonu önlemede alınan kontrol tedbirlerinin etkili olduğu ve alınan önlemlerle toprak kayıplarının azaldığı anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Anonim, (2004). Çoruh nehri su havzası çok amaçlı uygulama projesi Ek-4, Artvin İl Çevre ve Orman Müdürlüğü. Artvin.
- Anonim, (2008a). Erozyon kontrolü uygulamalarında dikkate alınacak hususlar, orman bakanlığı ağaçlandırma ve erozyon kontrolü genel müdürlüğü, Tamim no: 14, AGM Yayın No: 14, Ankara, 252 s.
- Anonim, (2008b). Ağaçlandırma ve erozyon kontrol çalışmaları Erişim adresi: <Http://www.agm.gov.tr/faaliyetler8.asp> 15.10.2008.
- Aşk, K., (1977). Erozyonla savaş el kitabı. Gürsoy Matbaası, Ankara.
- Balcı, A. N., (1978). Toprak koruması ders notları. İ.Ü. Orman Fakültesi Havza Amenajmanı Kürsüsü, İstanbul.
- Cook, D.J., Dickinson, W.T. & Rudra, R.D., (1985). Estimating field soil losses by sheet and rill erosion. Agricultural Engineering Educational School Engineering University Of Guelph. Ontario.
- Coşkun, Z., Özdemir, N. & Öztürk, E., (2006). Aşınmış toprakta tütün atığı ve pam uygulamasının erozyona karşı duyarlılık ile azot ve fosfor yararıllığına etkileri, *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2):218-224, Samsun.
- Çanga, M., (1997). Toprak ve Su Koruma Ders Notları. Ankara Üniversitesi Cook, D.J., Dickinson, W.T., Rudra, R.D., 1985 Yayınları.
- Espinosa, A.R., Bubenzer, G.D., & Miyashita, E.S., (2000). Sediment and runoff control on construction sites using four application methods of polyacrylamide mix. *National Conferance on Tools for Urban Water Reseource Management and Protection*. Chicago. Pp: 278-283.
- Fangmeier, D.D, Elliot, W.J, Workman, S.R, Huffman, R.L & Schwab G.O., (2005). Soil and water conservation engineering, fifth edition, Thomson Delmar Learning, Clifton Park, NY, USA 502 pp.
- Kenneth, R.G., Foster, G.R., Weesles, G.A., Mccool, D.K. & Yoder, D.C., (1993). Predicting soil erosion by water – a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE), *United States Department of Agriculture, Agriculture Handbook*, Washington DC, In press.
- Lafren, J.M., Foster, G.R. & Onstad C.A., (1985). Simulation of individual storm soil loss for modelling the impact of soil erosion on crop productivity . In S.A, El Swaify, W. C.
- LAL, R., (1993). Soil Erosion resarch Methots.

- Lentz, R.D., & Sojka, R.E., (1996). Polyacrylamide application to control furrow irrigation-induced erosion. *Proceedings of The 27th International Erosion Contra/Assoc. Conference*. 421-430.
- Levy, G. J., (1996). Soil stabilizers, *Soil Erosion, Conservation and Rehabilitation (ed M.Agassi)*, Marcel Dekker, Inc., 12, 267-299.
- Majed, A.J., A.S. Munjet, & A. Jumah, (2007). Erosion control of arid land in Jordan with two anionic polyacrylamides. *Arid Land Research and Management*. 21(14): 315-328.
- Meral R. & Apan M., (2003), Karık sulama yönteminde polyacrylamide (PAM) ve sıkıştırılmış karık uygulamalarının farklı akış koşullarında sediment taşınımına etkisi, *Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17 (2), shf: 67-69.
- Michelle, L.S., S. Mostaghimi, A. Masters, K.A. Flahive, D.H. Vaughan, A. Mendez, & P.W. McClellan., (2004). Effectiveness of polyacrylamide (PAM) in improving runoff water quality from construction sites. *Journal of The American Water Resources Association*. 40(1): 53-66.
- Ölmez, Z., Göktürk A., Temel F. & Öncül Ö., (2004). Artvin yöresi potansiyel erozyon sahaları ile ağaçlandırma ve erozyon kontrol çalışmalarına genel bir bakış. *Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi* 5: 61-70.
- Peterson, J.R., Flanagan, D.C. & Tishmack, J.K., (2002). Polyacrylamide and gypsum material effects on runoff and erosion under simulated rainfall. *Transactions of The ASAE*. 45(4): 1011-1019.
- Schamp, N., & Huylebroeck, J., (1973). Adsorption of polymers on clays, *J. Polym. Sci. Symp.*, 42, 553-562.
- Sojka, R. E., Lentz,R.D., Shainberg,I, Trout, T. J., Ross, C.W., Robbins, C.W., ntry, J. A., Aase, J. K., Bjornesberg, D.L., Orts, W. J., Westermann, D. T., Morishita,D.W ., Watwood, M. E., Spofford, T. L. & Barvenik, F. W., (2001). Irrigating with polyacrylamide (PAM) nine years and a milion acres of experience.
- Şensoy H., Kara Ö. & Hızal A., (2011). Erozyonun belirlenmesinde yüzeysel akış parseli kullanımının irdelenmesi, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt: 13, Sayı: 19, 1-3, ISSN: 1302-0943, 2011, Bartın.
- Tavşanoğlu, F., (1971). Sel yataklarının tahkimi. İ.Ü. Yayın No: 1972, Orman Fakültesi Yayın No. 203, İstanbul.
- Teo, J.A., R. Chittaranjan, & S.A. El Swaify, (2006). Screening of polymers on selected Hawaii soils for erosion reduction and particle settling. *Hydrolic Process*. 20: 109-125.

- Uysal, H., A. Taysun, & C. Köse, (1995). Kümeleşmeyi sağlayan bazı polimerlerin toprak özellikleri ile birlikte laboratuvar şartlarında erozyona etkileri, *Toprak ve Çevre Sempozyumu*, 7 (II), 101-111, Ankara.
- Uzunsoy, O., & Görçelioğlu, E., (1985). Havza ıslahında temel ilke ve uygulamalar. İ.Ü. Yayın No. 3310, Orman Fak. Yayın No. 371, İstanbul.
- Wallace, A., & Wallace, G.A. (1990). Soil and crop improvement with water-soluble polymers, *Soil Tech.*, 3, 1-8.
- Wallace, A., & Wallace, G.A., (1986). Control of soil erosion by polymeric soil conditioners, *Soil Sci.*, 141, 363-367.
- Yılmaz, G. & Uysal H., (2010), Pva ve Pam uygulamalarının yüzey akış ve toprak kaybı üzerine etkileri, *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47 (2), Shf: 191-199, İzmir.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Volkan AKSOY
Doğum Yeri ve Yılı : Ayancık / 11.02.1977
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : volkanaksoy01@ogm.gov.tr



Eğitim Durumu

Lise : Zonguldak Atatürk Anadolu Lisesi
Lisans : İ.Ü Orman Fakültesi

Mesleki Deneyim

İş Yeri : O.G.M
İş Yeri : Çorum Orman İşletme Müdürlüğü
İş Yeri : Laçın Orman İşletme Şefliği