

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

**EROZYON KONTROL ALANLARINDA BİTKİLENDİRME  
ÇALIŞMALARININ TOPRAK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE  
OLAN ETKİLERİ**

**Sevda BAYRAMOĞLU KAŞ**

**Danışman  
Jüri Üyesi  
Jüri Üyesi**

**Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ  
Yrd. Doç. Dr. Burak ARICAK  
Yrd. Doç. Dr. Mehmet KÜÇÜK**

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

**KASTAMONU – 2016**

## TEZ ONAYI

Sevda BAYRAMOĞLU KAŞ tarafından hazırlanan "Erozyon Kontrol Alanlarında Bitkilendirme Çalışmalarının Toprak Özellikleri Üzerine Olan Etkileri" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve oy birliği / oy çokluğu ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ  
Kastamonu Üniversitesi

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Burak ARICAK  
Kastamonu Üniversitesi

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Mehmet KÜÇÜK  
Artvin Çoruh Üniversitesi

11.02.2016

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Ömer KÜÇÜK

## 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.

İmza

Sevda BAYRAMOĞLU KAŞ

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### EROZYON KONTROL ALANLARINDA BİTKİLENDİRME ÇALIŞMALARININ TOPRAK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE OLAN ETKİLERİ

Sevda BAYRAMOĞLU KAŞ  
Kastamonu Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ

Türkiye’de ciddi bir erozyon problemi bulunmaktadır. Ziraat sahalarının %59’u, orman sahalarının %54’i ve mera sahalarının %64’ü erozyon riski altında bulunmaktadır. Erozyonla mücadele faaliyetleri içinde, teras yapımı yüzey erozyonunu engellemede en çok kullanılanıdır. Erozyona karşı duvar yapımı, tel kafes, çit yapımı aynı zamanda kullanılmaktadır. Teras faaliyetlerinde, genç fidanlar genellikle belirli aralıklarla teraslar üzerine dikilmekte ve bu aralıklardaki topraklar ağaçlar büyüyüp kapalılık oluşturana kadar erozyona karşı korunmasız kalmaktadırlar. Oysa birçok ülkede erozyona maruz kalan alanlarda, canlı ot ve çalı türlerinin toprak yüzeyinde koruyucu bir örtü şeklinde kullanılmasının, toprak kaybı ve yüzeysel akışla mücadelede teras yaparak sadece ağaç türleriyle ağaçlandırılmasından daha etkili olduğuna dair sonuçlar bildirilmiştir.

Burada sunulan çalışmada, doğal yeşil örtü olarak ortamda bulunan Kuşburnu (*Rose canina*) ve korunganın (*Onobrychis viciifolia Scop*) bulunduğu ve bulunmadığı karaçam teras ağaçlandırma sahalarındaki toprak özelliklerinin, erozyon oranlarının ve karbon depolama kapasitelerinin sayısal karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışma sonunda elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, terasların doğal veya yapay olarak bir şekilde yeşil örtü ile kaplanmasının, toprakların ince kısımlarının yıkanmasını engellediği, su ile doymuşluk yüzdesini arttırdığı, besin elementlerini ve organik madde tutulma miktarını yükselttiği, karbon depolama kapasitesini arttırdığı ve en önemlisi erozyona duyarlılığını azalttığı belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Erozyon, kuşburnu, korunga, karbon depolama kapasitesi, azot miktarı, dispersiyon oranı

**2016, 47 sayfa**  
**Bilim Kodu: 1205**

## ABSTRACT

MSc Thesis

### EFFECTS OF PLANTING STUDIES ON SOIL PROPERTIES IN EROSION CONTROL AREAS

Sevda BAYRAMOĞLU KAŞ  
Kastamonu University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Forest Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ

Turkey has a severe erosion problem. There is erosion on 59% of the agricultural area, 54% of the forestland and 64% of the rangeland in Turkey. In the erosion control activities; terracing activities are the most used one to prevent the surface erosion. The facilities such as dry wall, live threshold and wire net are also used to prevent gully erosion. In the terracing activities, the terraces are generally planted by young trees with some gaps among them. Until they get older their canopy only cover and protect small part of soil surfaces. However, in some countries, the uses of grasses and shrubs on the eroded sites have revealed better results to prevent soil losses and runoff compared to the use of only young tree plantation technique.

In this study, we aim at comparing some soil properties, erosion rates and carbon stock capacities from the terraces planted by Black pine (*Pinus nigra*) with and without using covers of Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop) and Dog rose (*Rose canina*). Results show that using plant cover can reduce leaching of the fine parts within soil Profile and increase water holding capacity, nutrients and organic matter amount, carbon storage capacity and most importantly it reduces erosion susceptibility. In general, the erosion terraces covered by young plants can not protect soil against water and wind erosion until they reach the certain age to cover the soil underneath and around. However, naturally or artificially used plants shelter and fix the soil with their roots, reduce the energy of raindrops with their canopy. Also, vegetation can act as a physical barrier, altering sediment flow at the soil surface and store more carbon in soil.

**Key Words:** Erosion, rosehip, sanfoin, carbon storage capacity, nitrogen content, dispersion rate

**2016, 47 pages**

**Science Code: 1205**

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
FOTOGRAFLAR DİZİNİ.....	xi
GRAFİKLER DİZİNİ.....	xii
HARİTALAR DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Erozyon ve Temel Nedenleri.....	5
1.2. Erozyona Sebep Olan Başlıca Etkenler.....	8
1.3. Erozyonun Çeşitleri ve Sınıflandırılması.....	12
1.4. Erozyonu Önlemek İçin Alınabilecek Bazı Önlemler.....	13
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	15
2.1. Erozyonun Etkileri Konusunda Yapılan Genel Çalışmalar.....	15
2.2. Erozyonla Mücadelede Yeşil Örtü Kullanılmasına Yönelik Çalışmalar.....	20
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	23
3.1. Çalışma Alanının Tanıtımı.....	23
3.2. Toprak örneklerinin alınması.....	26
3.3. Analiz.....	29
4. BULGULAR.....	32
4.1. Toprak özelliklerine ait bulgular.....	32
4.2. Dispersiyon oranlarına ait bulgular.....	33
4.3. Karbon ve azot depolama kapasitelerine ait bulgular.....	33
5. TARTIŞMA.....	36
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	40
KAYNAKLAR.....	42
ÖZGEÇMİŞ.....	47

## TEŞEKKÜR

**"Erozyon Kontrol Alanlarında Bitkilendirme Çalışmalarının Toprak Özellikleri Üzerine Olan Etkileri"** isimli bu çalışma, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez konusunun belirlenmesinde, yönlendirilmesinde ve sonuçlanmasında bana destek olan danışmanım Sayın hocam Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ'a teşekkür ederim. Sunulan tez çalışması, Kastamonu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir. (Proje No: KÜBAP-03/2012-8, 2012). Desteklerinden dolayı BAP Koordinatörlüğüne, laboratuvar çalışmalarında yardımlarını gördüğüm Sayın Arş. Gör. Gamze Sıvacı'ya teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmanın ülkemiz ormancılığına ve araştırmacılara faydalı olmasını dilerim.

Sevda BAYRAMOĞLU KAŞ  
Kastamonu, Ocak/2016

## TABLolar DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Tablo 3.1. Dispersiyon oranı .....	31
Tablo 4.1. Çalışılan alanların iki farklı toprak derinliğine ait tekstür, pH, tuz, su ile doymuşluk, kireç, fosfor, potasyum ve organik maddelerine ait bulgular.....	33
Tablo 4.2. Çalışılan alanların iki farklı toprak derinliğine ait dispersiyon oranları. Tukey's testine göre her bir tür için aynı derinlik kademesine ait kolonlar arasında aynı harf ile ifade edilmeyen değerler arasında önemli farklılıklar ( $P<0.05$ ) bulunmaktadır.....	34





## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 1.1. Erozyon ve erozyonu oluşturan etkenler .....	5
Şekil 1.2. Erozyonun çeşitleri ve sınıflandırılması.....	12
Şekil 3.1. Çalışma alanının jeoloji haritası.....	25



## FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Fotoğraf 1.1. Bazı erozyon örnekleri .....	7
Fotoğraf 1.2. İklimden kaynaklanan erozyon örneği .....	9
Fotoğraf 1.3. Topografyadan kaynaklanan erozyon örneği .....	10
Fotoğraf 1.4. İnsan kaynaklı erozyon örneği .....	11
Fotoğraf 1.5. Hanönü Günlüburun mevkiinde yapılan örme çit sahalarına ait resimler.....	13
Fotoğraf 3.1. Hanönü Günlüburun mevkiinde yapılan erozyonla mücadele sahalarına ait resimler .....	24
Fotoğraf 3.2. Karaçam dikilen teraslar yeşil örtü ile kaplanmış durumda .....	24
Fotoğraf 3.3. Karaçam dikilen teraslarda yeşil örtü bulunmayan alanlar .....	25
Fotoğraf 3.4. Karaçam dikilmiş teraslar.....	26
Fotoğraf 3.5. Korunga ile örtülü teraslar.....	27
Fotoğraf 3.6. Doğal kuşburnu ile örtülü teraslar .....	27
Fotoğraf 3.7. Çıplak alanlar (kontrol) .....	28
Fotoğraf 3.8. Doğal karaçam alanları.....	28

## GRAFİKLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Grafik 4.1. Çalışılan alanların iki farklı toprak derinliğine (0-10 ve 10-20 cm) ve toplam derinliğe (0-20 cm) ait karbon depolama kapasitesi .....	34
Grafik 4.2. Çalışılan alanların iki farklı toprak derinliğine (0-10 ve 10-20 cm) ve toplam derinliğe (0-20 cm) ait azot depolama kapasitesi.....	35
Grafik 4.3. Farklı çalışma terasları ile karaçam meşcereleri altındaki toprakların (0-20 cm) karbon depolama kapasiteleri ile toprak azot (N) miktarları arasındaki ilişki .....	35



## HARİTALAR DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Harita 1.1. Türkiye erozyon haritası .....	6
Harita 3.1. Kastamonu-Taşköprü-Hanönü yol güzergâhı etrafının erozyonla kaybedilen yeşil örtüsü açık olarak görülmektedir .....	23



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

KDK	Katyon değişim kapasitesi
CA	Kalsiyum
MG	Magnezyum
NA	Sodyum
H	Hidrojen
N	Azot
TOC	Toprak organik karbon
TOM	Toprak organik maddesi
AAL	Açık alan
KÇ	Karaçam
KÇY	Karaçam yetişkin
KUB	Kuşburnu
KOR	Korunga
KLB	Killi balçık
OM	Organik madde
TBÜ	Toprak bünyesi
SDY	Su ile doymuşluk

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda, çölleşme çevrenin korunmasında önemli bir konu haline gelmiştir. Çölleşmenin en açık göstergelerinden birisi vejetasyonun bozulması ya da yok olmasıdır. Vejetasyon örtüsünün azalması toprağı artan bir şekilde rüzgâr ve yağmur damlalarının etkisine karşı savunmasız bırakmaktadır. Bu olayda erozyon süreçlerini şiddetlendirmekte, toprak yapılarının kırılmasını hızlandırmaktadır. Erozyonun ana nedenleri arasında; a) Ormanlarda yapılan kanunsuz kesimler, yangınlar, hayvanların gereğinden fazla otlatılması, tarla açma için ağaç kesimi vb. sebeplerle toprağı kaplayan bitki örtüsünün tahribi ve yok olması, b) Meralarda, gereğinden fazla otlatma yapılarak kapasitesinin üzerine çıkılması, buna bağılı olarak bitki örtüsünün tahribe uğraması, c) Arazinin özellikleri dışında kullanılması ve çok dik yamaçlarda tarım yapılması sayılabilir. Bu nedenle, erozyonun etkisini azaltmak ve toprakları korumak için birçok stratejiler ve teknikler geliştirilmiştir. Bu stratejilerin ve tekniklerin birçoğı arazinin ormansızlaşması ya da tarım alanının terk edilmesinden sonra toprak bozulmasına karşı yapılan mücadeleler şeklinde olmuştur. Bu çalışmalar çok çeşitli doğal arazi çalışmaları olup, farklı alanlarda gerçekleştirilen araştırmaları kapsamaktadır. Erozyonla mücadele çalışmaları arasında, teras yapma, siper, hendek veya toz tuzaklarının kullanımı, yeniden ağaçlandırma, mikoriza ya da artık madde ile muamele, ürün rotasyonları, çalı türleri ya da otlarla yeşillendirme sayılabilir. Tarım, ziraat ve mera alanlarında erozyonla mücadelede otsu türlerle çıplak alanların yeşillendirilmesi yaygın olarak kullanılırken, teras ağaçlandırmalarının yapıldığı alanlarda bu yöntemin kullanılmasının sınırlı olduğu görülmüştür.

Burada sunulan çalışmamızda Taşköprü Hanönü karayolu güzergâhı etrafında birçok alanda erozyonu problemi bulunmaktadır. Bu alanlara Taşköprü Orman İşletme Müdürlüğü tarafından teraslar kurularak, bu teraslar üzerine karaçam ve kızılçam dikimleri gerçekleştirilmiştir. Orman İşletme Müdürlüğü tarafından korunga yem bitkisi dikimleri 2008 yılında yapılmıştır. Alanda doğal olarak bulunan kuşburnu ile de iki teras arası ve etrafının yeşillendirilme çalışması yapılmıştır.

Burada korunganın erozyonu önlemede yeşil örtü olarak düşünülmesinin nedenleri;

Korunga: her iklimde yetişebilir. Fide dönemi dışında kuraklığa özellikle soğuşa dayanıklıdır. Korunga geçirgen, kireçli, kumlu toprakları sever (URL-1, 2015). Kıraç, zayıf ve çakıllı topraklarda korunga yetişir. Her türlü iklim ve toprak şartlarında ekim nöbetine sokularak zayıf ve kıraç alanları ıslah eder. Ayrıca kıraç ve erozyona açık yerlerde suni meraların kurulmasında karışıma giren önemli bir bitkidir (URL-2, 2015). Toprak yönünden seçici değildir. Su faktörünün kritik olduğu birçok bölgede vazgeçilmez bir bitkidir. Böyle çevre koşullarında korunganın yerine yetiştirilebilecek başka bir baklagiller yem bitkisi yoktur (URL-1, 2015). Köklerin derine gitmesi fakir topraklarda dahi yetişebilmesi toprakta serbest olmayan fosforu serbest duruma getirmesi nedeniyle iyi bir toprak ıslah bitkisidir (URL-1, 2015). Erozyon kontrolünde çok etkili bir şekilde faydalanılır. Aynı zamanda korunganın kök yapısında yaşamını sürdüren bakterilerin etkisiyle havadaki serbest azotu toprağa veya bitki köklerindeki yumrularla bağlantı kurarak toprağın azot yönünden zenginleşmesine destekte bulunmaktadır.

Bölgede doğal olarak bulunan kuşburnunun yeşil örtü olarak kullanılmasının nedenleri; Kuşburnu: bazı alanlarda derin kök kısımlarıyla erozyona karşı mücadelede aktif olarak görev yaparken sürgün, tohumları ve yaprakları hayvanlara yem olarak ta kullanıldığı bilinmektedir.

Dünyadaki toprak parçaları göz önüne alındığında Türkiye toprakları en fazla erozyona uğrayan ülkedir. Ülkemizin her yıl yaklaşık Kıbrıs adası büyüklüğünde bir kısmı erozyonla denizlere taşınmaktadır (Oruç, 2010). Ziraat alanlarının %59'u, orman alanlarının %54'i ve mera alanlarının %64'ü erozyon riski altındadır (Doğan, 2011). Önlem alınmadığı takdirde Türkiye'nin çölleşmeye doğru yol aldığı ileri sürülmektedir. Ormanların verimini yitirmesinin sebepleri; düzensiz arazi kullanımı, ormanların çeşitli nedenlerle tahrip edilmesi, gereğinden fazla koyun, keçi gibi hayvanların otlatılması, akarsuların toprak parçalarını taşıması vb. gösterilebilir.

Devlet ve bazı sivil toplum kuruluşları bozulan tabii dengenin yeniden kurulması, verim dışı kalmış veya tamamen boşaltılmış orman sahalarının zaman kaybetmeden erozyon kontrol çalışmaları ve ağaçlandırma yaparak verimli hale getirmek için büyük enerji ve para harcamaktadır. Erozyon sosyal yaşamı da olumsuz

etkilemektedir ve bunun sonucunda toplumsal sorunlar ortaya çıkmaktadır. Tarım sahalarının verimini hatalı arazi kullanımı azaltmaktadır. Bunun sonucunda geçim sıkıntısı nedeniyle hayatı zorlanan insanların yaşam şartları yönünden, tek çareleri kentlere göç etmek kalmıştır. Yapılan göçler ise altyapı yetersizliği ve ekonomik sıkıntılar toplumsal sorunları tetiklemektedir.

Erozyon baraj ve yeraltı sularını da olumsuz etkilemektedir. Yerinden aşınarak sürüklenen topraklar, baraj göllerinde birikerek su depolama alanını düşürmekte ve barajların kullanım ömrünün azalmasına sebebiyet vermektedir. Toprağın altında bulunan cansız tabaka yani ana kaya erozyon nedeniyle gün yüzüne çıkmaktadır. Mineral yönünden zengin ve verimli toprak katmanları kaybolan ve tahrip olan alanlarda çölleşmeye doğru ilerlemektedir. NASA'nın yaptığı araştırmalara göre, erozyonun şiddetini arttırarak devam etmesi halinde Ülkemizin büyük bir kesimi yakın bir tarihte çölleşmeye maruz kalacaktır. Çölleşmenin olduğu topraklardaki ülkelerde zamanla toplumsal sorunlar başlar başta işsizlik olmak üzere, ekonomik sıkıntılar, açlık, içgöç vb. olaylar artış gösterir (URL-3, 2015). Toprak biliminde erozyon; yeryüzündeki ana materyalin bazı sebeplerle aşınıp taşınmasıdır. Erozyonun en önemli sebebi, toprağı muhafaza eden bitki örtüsünün tahrip edilip ortadan kaldırılmasıdır. Erozyonun şiddetini belirleyen öğeleri şöyle sıralayabiliriz; toprağın yapısı, arazinin eğimi, yıllık yağış miktarı, iklim faktörleri, bitki örtüsü, toprak ve bitkiye yapılan çeşitli müdahalelerdir.

Erozyon genel itibariyle kurak bölgelerle, yarı kurak bölgelerde daha fazla meydana gelmektedir. Bu alanlar mineral verimlilik ve biyolojik faaliyetler yönünden çok yetersizdir. Ana kaya gün yüzüne çıkmıştır. Erozyon nedeniyle toprağın üzerinde yeşil örtünün bulunmaması, dolayısıyla topraktan buharlaşmanın (evaporasyon) fazlaşmasına neden olur. Yağış miktarı az olup, o da vejetasyon (yeşillenme) periyodu dışında (kışın) düşmektedir. Yüzeysel akış ve toprağın derinliğinin az olması zaten az olan yağışın depolanamamasına sebep olmaktadır. Bütün bu olumsuz şartların birikmesiyle ağaçlandırma çalışmalarını kötü etkilemekte ve özel önlemlerin alınmasına gereksinim duyulmasına sebep olmaktadır. Bu önlemlerin en başında topraktaki yüzeysel akışı azaltmak ve yağışların toprağı içine geçmesini sağlamak gelir. Bu amaçla genelde bölgeye uygun teraslar açılmakta ve bu teraslar



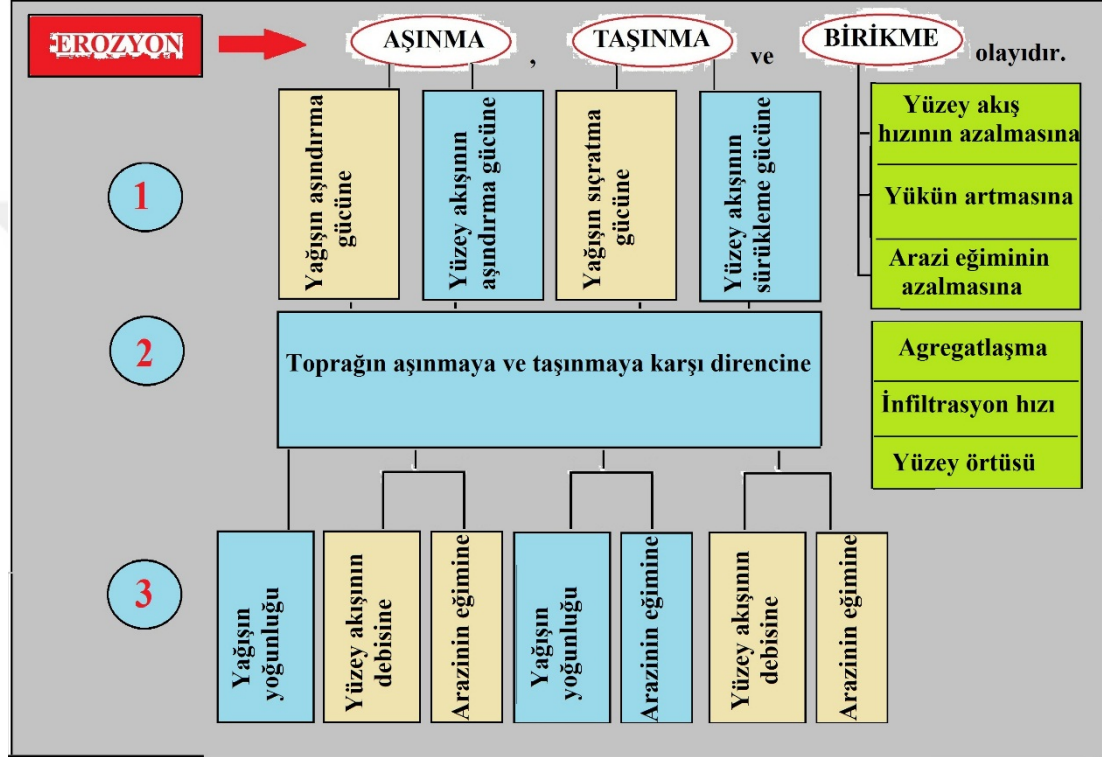
uygun ağaç türleriyle ağaçlandırılmaktadır. Ağaçlandırmanın başlangıcında dikilen fidanların küçüklüğü nedeniyle koruyabildiği toprak yüzeyi az olduğundan, fidanlar büyüyüp kapalılık oluşana kadar erozyonun toprak yüzeyindeki yıpratıcı etkisi toprakları fakirleştirmeye devam etmektedir. Bu nedenle, tarım, ziraat ve mera alanlarında sıklıkla uygulanan uygun otsu türleriyle çıplak alanların yeşillendirilmesi çalışmalarının, ağaçlandırma yapılan teras sahalarında uygulanmasının erozyonla toprak kaybına ve toprak özelliklerine olası etkilerinin sayısal değerlerinin elde edilmesi yönünde çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Bu nedenlerle; yüksek lisans tez çalışması olarak sunulan çalışmamızda, geniş kök yapısıyla büyük toprak yığınlarını örten koruyan çalı ve ot bitkilerinin (bu çalışmada korunga ve kuşburnu) erozyonu önlemedeki (özellikle eğimli arazilerde) rolleri araştırılarak erozyon oranlarına (dispersiyon oranları), bazı toprak özellikleri ve karbon depolama kapasiteleri üzerine olan etkilerinin sayısal olarak ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışmanın gerçekleştirildiği alan, Kastamonu İli Hanönü İlçesinde gerçekleşmekte olup, çalışmanın sonunda elde edilecek sayısal sonuçlar, Türkiye'nin diğer bölgelerinde teras ağaçlandırılması yöntemiyle yapılan erozyonla mücadelede çalışmalarına katkı sağlayacağından kapsamı oldukça geniştir.

İlerleyen bölümlerde konunun daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla öncelikle erozyon ve nedenleri, sebepleri, erozyonu önleme metotları, dünyada ve ülkemizde erozyonun etkileri yanında, otsu ve çalı türleri kullanılarak yapılan erozyonla mücadele çalışmalarının genel bir özetini içeren literatür bilgileri derlenmiştir. Daha sonra araştırma alanına ait genel ve özel mevkii faktörleri açıklanmış ve devamında da arazide ve laboratuvarında yapılan çalışmalar ve yapılaş şekillerine ait açıklamalarda bulunulmuştur. Yapılan bu açıklamalardan sonra çalışma alanlarına ait toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine uygulanan bir takım istatistiksel analizler sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiş ve bu bulguların tartışılması yapılmıştır. Sonuç olarak elde edilen bulgulara ve bazı görüşlere yer verilmiştir.

## 1.1. Erozyon ve Temel Nedenleri

Erozyon tanımlayacak olursak; doğal ve dış güçlerin (akarsu, rüzgâr ve sel suları gibi) tesiriyle, buldukları yerlerden sürüklenip taşınması ve farklı yerlerde bir araya gelerek toplanması olarak tarif etmek mümkündür. Bu tanım Şekil 1.1' de gösterilmiştir (URL-3, 2015).



Şekil 1.1. Erozyon ve erozyonu oluşturan etkenler

Yıllardan beri kendi yasaları içerisinde devam etmekte olan bu olay, insan etkileriyle erozyonu hızlandırması sonucunda birçok medeniyetin yok olmasına, göçlere, işgallere ve savaşımlara sebebiyet vermiştir. Özellikle son yüzyılda, nüfusun çoğalmasına bağlı olarak gelen olumsuzluklar;

- Besin maddeleri ihtiyacının hızla artmasına,
- Erozyon nedeniyle toprakların üretkenliklerini yitirmesine,
- Uygun olup olmadığına bakılmaksızın yeni arazilerin tarıma sokulmasına,
- Tarım alanlarının çoğalmasına neden olmuştur. Bu durumda insanlar, yeni tarım alanları kazanmak için eğimli arazilerdeki doğal mera yapılarını tahrip etmekte ve bitki örtüsünü yok etmeye çalışmıştır. Pulluk kullanımına bırakılan bu

topraklar, yağışlı bölgelerde yağmur sularıyla, kurak bölgelerde ise esen şiddetli rüzgârlarla az bir sürede erozyona uğrayarak aşınıp taşınmış ve işlevlerini yitirmiş hale gelmişlerdir. İnsan elinin müdahalesiyle işlevini arttırmış olan bu erozyon, “Doğal Erozyon”dan daha çok zarara sebebiyet vermiştir.

Hareketli ve etkin bir yapıya sahip olan toprak, oluşur (doğar) ve gün geçtikçe gelişip olgun duruma gelir. Toprağın meydana gelip olgunlaşma evresi ile yandan görünüş kalınlığı ve istihsal kuvveti zamanla çoğalırken, erozyonla da kesintisiz ve hızlı bir şekilde azalmaya uğrar. Biçimlenme ve olgunlaşma süreci uzun zaman süren birkaç cm’lik bir toprak parçasının kaybı, kısa bir sürede tahribe uğramaktadır veya taşınma olayı ile verimini yitirmektedir.

Türkiye de bulunan kara parçalarının %90’ını aşırı şekilde erozyona maruz kalmıştır. Arazinin; %63’ü aşırı şiddetli ve şiddetli, %20’si ise orta şiddetli, %7’si ise düşük şiddetli erozyonla karşı karşıyadır (URL-1, 2015).

Erozyon genellikle tarım sahalarında etkisini göstermektedir. Harita 1.1. de Türkiye erozyon haritası resmedilmiştir (URL-4, 2015).



%7 Hafif  %20 Orta  %63 Şiddetli  ve Çok Şiddetli

Harita 1.1. Türkiye erozyon haritası

Türkiye tarım sahalarının sadece 5 milyon hektarlık kısmında erozyon bulunmamaktadır. Su ve rüzgâr erozyonu ülkedeki toprakların %65'ini etkisini göstermekte, kurak bir iklime sahip olan Konya ve çevresinde rüzgâr erozyonu 506 bin hektarlık bir alanda yayılcı bir etki göstermektedir. İşlenen tarım sahalarının %75'inde (yaklaşık 20 milyon Ha) yoğun bir şekilde erozyona maruz kalmaktadır. (URL-5, 2015).



Fotoğraf 1.1. Bazı erozyon örnekleri

Türkiye'de akarsularla aşınıp sürüklenen toprak parçaları, ABD'nin 7, Avrupa'nın 17 ve Afrika'nın 22 katı daha fazla seviyededir. Fırat Nehri, yılda 108 milyon ton, Yeşil Irmak 55 milyon ton toprak taşımaktadır. Her sene sonunda Keban Barajı'na 32 milyon, Karakaya Barajı'na 31 milyon ton toprak toplanmaktadır (URL-5, 2015).

Erozyon nedeniyle yılda 90 milyon ton civarında besin maddesi toprak ile yok olmaktadır. Yok olan bu topraklar, 25 cm kalınlığında, yaklaşık 400 bin hektar büküklüğünde bir alanla eşdeğerdir (URL-1, 2015). Gütülen hedefin dışında arazi kullanımı, hatalı tarım teknikleri, kent, sanayi, ulaşım ve benzeri yatırımların hatalı konumlanması süreci ise erozyonun şiddetini daha da arttırdı.

## 1.2. Erozyona Sebep Olan Başlıca Etkenler

Erozyon olaylarında aktif rol alan doğal güçler sırasıyla;

- Suyun aşındırması ve taşınması,
- Rüzgârın aşındırması, sürüklemesi, sıçratması, havada süspansiyon olarak (toz halinde) taşınması,
- Heyelan, dalga, buzul ve çığ gibi güçlerin aşındırması, sökmesi, götürülmesi, toprağı kütle halinde taşınması.

Anlaşıldığı gibi erozyonu oluşturan en büyük ve önemli faktörler “su” ve “rüzgâr”dır. Sıcaklık değişimleri ve biyolojik sebepler ise erozyona altyapı hazırlarlar (URL-3, 2015). Erozyon oluşumunda en önemli sebeplerden biri sudur. Yağışlar ve akarsular toprağı parçalar, gevşetir ve taşırlar. Deniz ve göl suları kıyılarını dalgalar yardımıyla aşındırırlar. Su direngen olduğu müddetçe etki ettiği tüm yüzeyleri aşındırır. Diğer yandan rüzgâr, toprak yüzeyinde gevşek halde olan çok küçük tanecikleri (İnce kum, silt, kil) doğrudan üfleyerek ve özellikle içerisinde taşımakta olduğu bu tanecikleri kayalara ve topraklara çarptırarak, bir törpünün, zımparanın ya da mekanik toz temizleyicinin etkisi gibi, onları aşındırır. Su ve rüzgâr el birliğiyle bir süzgeç gibi görev yaparak, aşınmış küçük tanecikleri irileri arasından ayıklanmasına sebep olarak, hareket ettikleri yönde sürükleyerek taşırlar.

Erozyona sebep olan faktörleri 5 grup altında inceleyebiliriz. Bunlar; iklim, toprak özellikleri, topografya, bitki örtüsü ve insan faktörü dür. İnsan faktörü dışındaki diğer dört faktör doğal erozyon faktörleri olarak tanımlanır.

Erozyona sebep olan faktörlerden olan iklim; erozyonu doğrudan etkileyerek, yağış ve rüzgârın hızının şiddeti ile kendini gösterir (Dekui ve ark. 2003). İklimsel faktörler yağışın türü, şiddeti miktarı, süresi ve mevsimlere göre dağılışı yönünden önem arz eder. Toprak aşınımının artmasına, yağış şiddeti ve süresi sebep olurken, senenin tüm aylarına bölünmüş yağışlar, bir mevsimde biriken yağışlardan daha az tesirlidir (Çilek, 2013). Yağışın kinetik enerjisi aşındırmada en önemli etkidir (Fotoğraf 1.2.) (URL-6, 2015).





Fotoğraf 1.2. İklİmİden kaynaklanan erozyon örneği

Erozyonun başlıca bileşenleri olarak gösterİlen toprak özellikleri; toprak tekstürü, organik madde içeriği, agregat madde stabilitesi, toprak yapısı, birim hacim ağırlığı, üst toprak çatlama dayanıklılığı, kabuk kalınlığı ve su geçirgenliği direncidir (Model, 2005).

Erozyona sebep olan etkenlerden olan topografya ise; erozyon üzerinde etkisini gösteren faktörlerden bir tanesidir (Fotoğraf 1.3). Topografyanın su erozyonunu etkilediği şekİller ise; eğim dikliği, eğim uzunluğu, mikro-relief, eğim şekli, havza büyüklüğu ve şekli ve yöney olmak üzere etkiler.



Fotoğraf 1.3. Topografyadan kaynaklanan erozyon örneği

Erozyona sebep olan bir diğer etken ise bitki örtüsüdür. Bitki örtüsü yağmur damlalarının çarpma etkisini azaltıcı etki yapmaktadır. Yüzeydeki bitki örtüsünün farklı çeşitleri de toprak aşınımı üzerine de tesir eder. Toprağa düşen yağmur damlalarının yıpratıcı etkisinden muhafaza eder, filtrasyon seviyesini azaltır, toprak yüzeyinin engebелiliđini muhafaza eder, yüzey akışın şiddetini azaltır, toprağı muhafaza eder, üst toprak tabakalarında mikro-iklim iniş çıkışlarını düzenler ve toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik bakımından özelliklerini gelişimine yardımcı olur (Petter, 1992).

Toprakları daha çok muhafaza eden bitki örtüsünden daha az muhafaza edene göre aşağıda maddelerle verilmiştir. Bunlar;

- Devamlılığını sürdüren bitki örtüsü
- Baklagiller
- Küçük tohumlu baklagiller
- Tahıllar (Buğday, Arpa, Yulaf vb.)
- Çapa bitkileri (Tütün, Patates, Mısır, Soya vb.)

Bu sıralamaya göre çapa bitkilerinin toprağı en az muhafaza ettiği anlaşılmaktadır.

Bu sebeple yüksek eğimli alanlarda çapa bitkisi tarımı yapılırken toprak ve su muhafazası tedbirlerine daha fazla önem verilmelidir (URL-6, 2015).

İnsan faktörü, erozyonu etkileyen faktörlerin başında gelir. Çünkü insan faktörü, yalnızca erozyona neden olmakla kalmayıp diğer etkili faktörlerinde farklı etki göstermesine sebebiyet vermektedir ve buda etkinin daha da artmasına neden olmaktadır (Fotoğraf 1,4). İnsan faktörü,

1. Bitki örtüsünü tahrip edip yok etmek,
2. Arazi açmak veya yakacak elde etmek için orman yapısını tahrip etmek,
3. Meraların bulunduğu kapasitesinin üzerine çıkararak kullanmak,
4. Amaç dışı arazi kullanımı,
5. Toprağın ve suyun muhafaza şartlarına önem vermemek,
6. Yanlış kullanım yaparak sürüm yapmak, gibi benzer sebepler erozyonda etkili olmaktadır.

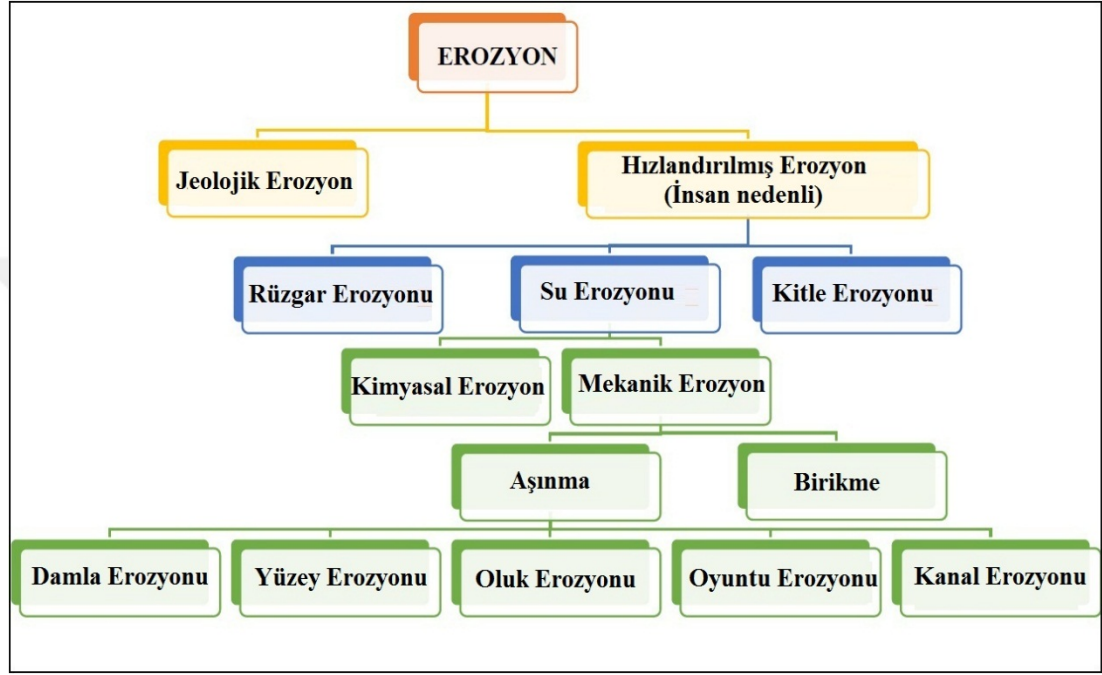


Fotoğraf 1.4. İnsan kaynaklı erozyon örneği



### 1.3. Erozyonun Çeşitleri ve Sınıflandırılması

Yukarıdaki açıklamalara bağlı olarak, ana hatlarıyla toprak erozyonunu “Jeolojik Erozyon” ve “Hızlandırılmış Erozyon” olarak iki ana başlıkta incelenebilir. Şekil 1.2’de erozyonun sınıflandırılması görülmektedir (URL-3, 2015).



Şekil 1.2. Erozyonun çeşitleri ve sınıflandırılması

Jeolojik Erozyon; doğal güçler sonucu topraklar sistematik bir dengenin içinde aşındırılıp taşınıp başka yerlerde biriktirilmesi olayı olarak tanımlanabilir. Jeolojik erozyona faydalı olduğu durumlarda olmaktadır. İnsan elinin müdahil bulunmadığı yerlerde, erozyonla üstten aşınıp taşınan toprak miktarıyla alttan oluşan toprak miktarı arasında olağanüstü bir terazi dengesinden söz edilebilir. Böyle durumlarda toprak kazanımı daha fazladır.

Dünyamızın oluşumundan bu yana meydana gelen jeolojik erozyonun en önemli belirtileri;

- Arazilerde eğimin ve bitki örtüsünün devamlı ve tekdüze olması,
- Akarsuların şeffaf (temiz) ve bulunduğu arazilere uygun şekilde akmasıdır.

Ekolojik düzeni muhafaza edilmiş yerlerde, Jeolojik erozyon genellikle toprak oluşumundan hızlı olmayan bir şekilde işlemini sağlar.

Hızlandırılmış Erozyon; İnsanların hatalı arazi kullanımı ve yanlış tarımsal işlevler neticesinde meydana gelen erozyondur. Hatalı tarımsal işlem ve yöntemlerinin uygulamaya konulması, çayır-meraların erken ve aşırı şiddette otlatılmaya bırakılması, ormanların farklı sebeplerle tahribe maruz kalması, yani ekosistemin ve ekolojik yapının tahribe uğraması, erozyonu başlatan ve hızlandıran sebeplerin başında gelmektedir (URL-7, 2015).

#### **1.4. Erozyonu Önlemek İçin Alınabilecek Bazı Önlemler**

Erozyonu önlemede etkin ve yaygın olarak kullanılan bazı metotlardan şu şekilde bahsedilebilir; Erozyona karşı duvar yapımı, tel kafes, çit yapımı aynı zamanda kullanılmaktadır. Teras faaliyetlerinde, genç fidanlar genellikle belirli aralıklarla teraslar üzerine dikilmekte ve bu aralıklardaki topraklar ağaçlar büyüyüp kapalılık oluşturana kadar erozyona karşı korunmasız kalmaktadırlar.

Dış etkilerle normal formasyonu bozulmuş çıplak alanlarda uygulanan en önemli mücadele tekniği, teraslar inşa edilerek üzerine tekniğine uygun olarak ağaç dikimi yapılmasıdır. Teras alanlarına dikilen fidanlar büyüyüp kapalılık oluşturana kadar ancak tepe çatılarının elverdiği ölçüde toprak yüzeylerini örterek erozyona karşı korumakta ama teraslar ve fideler arası açık alanlar erozyonun şiddetine maruz kalmaya devam etmektedirler.

Sunulan çalışmamızda erozyon problemi görülen alanlara örme çit yapımı gerçekleştirilmiştir (Fotoğraf 1.5 ).



Fotoğraf 1.5. Hanönü Günlüburun mevkiinde yapılan örme çit sahalarına ait resimler

Erozyonu önlemek için alınabilecek önlemlerden olan örme çitlerin aplikasyonunda çevrede sürgün verme özelliği olan ağaç türlerinden yapılmış kazıklar tercih edilecektir. Kazıkların kalınlığı az olan çapları 4-6 cm. ve boyları 90-100 cm. olmalıdır. Kazıkların 2/3' ü toprağa girecek şekilde ve yamaca düşey ve dik yönde değil ikisi arasında daha çok yukarı yönde açılacaktır. Örme çit tesisinde kullanılan kazıklar, kılavuz kazık kullanılarak alın başları toprağa gelecek şekilde çakılacaktır. Çakılan kazıkların aralarındaki mesafe 30-40 cm. sıralar arasındaki mesafe de 1-1,5 m. olmalıdır. Kazıklar yörede bulunan mevcut ağaç türlerinden seçilirken, rutubete dayanıklı türler tercih edilecektir. Örme çitlerin tesisinde kullanılacak örme malzemelerinin cinsi o mınıtkada bol olan ağaç türlerinden olmakla birlikte söğüt, kavak gibi elastikiyeti fazla olan dallar tercih edilecektir. Kazıkların dikme ve örme aşamaları bitince örülen kazıkların arka tarafı toprakla doldurulacak ve üst bölümlerine projesinde belirtilen ağaç türlerinden dikilecektir. Çitlerin tertip tarzları ve tesisi edilecekleri noktalar projede belirtildiği şekilde olacaktır (URL-8, 2016).

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

### 2.1. Erozyonun Etkileri Konusunda Yapılan Genel Çalışmalar

Dünya’da ve Türkiye’de doğal denge bozulması denince akla ilk gelen konulardan biri de yanlış arazi kullanımı ve bunun beraberinde getirdiği toprak aşınımı olgusudur. Ülkemiz koşullarında bu sorun büyük önem taşımaktadır. Bu konu üzerinde şimdiye kadar dünyanın çeşitli ülkelerinde yapılan araştırmalar sonucunda, temel kavram ve kuralların ortaya konulduğunu görmekteyiz. Ancak; söz konusu araştırmalarla ortaya konulan bulgu ve bilgilere dayalı çözüm modellerinin sorunun yaşandığı her bölge için geçerli sayılabileceği anlamına gelmemektedir. Nitekim farklı bölgeler, beraberinde; meteorolojik, jeolojik, ekolojik, topoğrafik vb. yönden farklılıkları da getirmektedir. Bunun sonucu olarak sorunun çözümüne yönelik yöresel bilgi ve bulguların araştırılması, toplanması ve bu bulgular ışığında, daha önce ortaya konulan bilgi ve yöntemler ile uyum sağlanarak yöresel uygulamalara gidilmesi sorunun çözümü için daha gerçekçi bir yaklaşım olarak görülmektedir.

İnsanoğlu, çok uzun süreli farklılaşma ve oluşumun mahsulü olan doğal membarları hatalı kullanımlarla yok etmeye devam ederek, doğal dengenin önde gelen ögesi olan, toprağı aşınma ve taşınmaya olayına karşı muhafaza eden doğal bitki örtüsünü değıştirmesi veya yok etmesi neticesinde toprağın oluşum ve gelişimi ile aşınıp taşınmasıyla birlikte dengeyi bozmuştur. Uygulamada, toprak erozyonu veya erozyon denince akla gelen, "insan müdahalesi sonunda bitki örtüsü tümüyle ortadan kalkmış ya da büyük ölçüde zayıflamış olan arazide, toprakların oluşum hızlarından daha büyük bir hızla taşınması" ortaya çıkmaktadır.

Sıcaklık değışimleri ve biyolojik faktörler ise erozyona ortam sağlar. Erozyon, yağış ve yüzey akışının kriterleri, toprağın kriterleri ve arazi yüzeyinin topografik kriterleri ile bağlantılı olup, bitki örtüsüne ve toprak muhafaza koşullarına göre artar ya da düşer.

Dünyada son 50 senede; fazla otlatmalardan dolayı 679 milyar ha ve öteki yanlış uygulamalarla 155 milyar ha olmak üzere toplam 1 965 milyar ha alan insan

müdahalesiyle erozyona uğramaktadır. Dünyadaki toplam ekim yapılabilen arazinin yaklaşık % 17'sini meydana getirmektedir (Doğan, 1995). Ülkemiz deniz seviyesi ile 5165 m yükseklikte, yağış dağılımı açısından da 250-2500 mm arasında olup, topraklarımızda %73 gibi bir oranda aşırı derecede erozyon görülmektedir (Doğan, 1995). Tarım alanlarındaki mineral yönünden zengin toprakların erozyonla yok olması, bilhassa toprakların su tutma özelliklerinin ve organik madde kaybının olmasına ve en önemlisi de toprağın verimliliğinin düşmesine sebep olmaktadır. Türkiye topraklarının kaybedilmesine sebebiyet veren en önemli etkilerin başında erozyon gelmektedir.

Erozyon sebebi ile toprağın mineral yönünden zenginliği düşmekte, besin maddelerince kayba uğramakta, sular kirlenmekte, ürünlerin kaliteleri azalmaktadır (Doğan ve Küçükçakar, 1989a).

Ülkemizde yüzeysel akış ve sediment taşınması ile ilgili ormanlık alanlarla ve açık alanları karşılaştırılarak birçok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların bir kısmı aşağıda sunulmuştur. Bununla beraber, erozyonla mücadele çalışmalarında yeşil örtü kullanılarak yapılan çalışma sonuçları yok denecek kadar azdır.

Bolu yöresinde yapılan bir tetkikte, ormandan açılmış % 45 eğim derecesine sahip bir yamaçta bulunan fındık bahçesi ile benzer arazi şartlarına sahip en yakınındaki ormanla çevrili bir yamaçta örnekleme sahaları alınarak toprak aşınmaları incelenerek ölçüm yapılmış ve yapılan hesaplarla karşılaştırılmalı sonuçlara ulaşılmıştır. Bulunan verilere göre fındık bahçelerinin 1 ha alanında 1 senede 3,1 ton toprak donerlerinin taşındığı anlaşılmaktadır. Buna binaen ormandaki numunelendirme sahasında ise erozyonun ölçülmeyecek boyutta küçük olduğu tespit edilmiştir (Balcı, 1996).

Tüfekçioğlu ve Güner (2008), aynı araştırma alanında Mayıs 2007 – Haziran 2008 yılları arasında yapmış oldukları çalışmalarında akasyalık ve çayırılık sahaslarındaki toplam yüzeysel akış ve taşınan sediment oranlarının değişimlerini incelemişlerdir. Bu çalışmada daha çok yüzeysel akış ve sediment taşınımı Ekim-Kasım periyotlarında gerçekleşmiştir. Örnekleme periyotlarındaki toplam yüzeysel akış oranı kuzey çayır, güney çayır, kuzey akasya ve güney akasya sahaslarında sırasıyla

192,8; 428; 37,7 ve 25,7 ton/ha olarak belirlenmiştir. Ortalama toplam yüzeysel akış çayırılık sahada 310,4 akasya sahasında ise 31,7 ton/ha olarak tespit edilmiştir. Örnekleme periyotlarındaki toplam taşınan sediment oranı kuzey çayır, güney çayır, kuzey akasya ve güney akasya sahalarında sırasıyla 35,5; 71,2; 9,6 ve 11,7 kg/ha olarak belirtilmiştir. Ortalama toplam taşınan sediment oranı çayırılık sahada 53,4, akasya sahasında ise 10,7 kg/ha olduğu belirlenmiştir.

Balcı'nın (1958), Elmalı Barajı yağış havzasında yapmış olduğu çalışmada, üzerinde hiçbir işe bulunmayan sahaya düşen yağışın % 56'sının yüzeysel akışla sürüklendiği, fakat % 44'ünün toprağa sızdığı tespit edilmiştir. Benzer yağış havzasında orman ile çevrili yamaçlarda ise, sahaya düşen yağışın %18'nin yüzeysel akışla sürüklendiği, %82'sinde toprağa sızdığı bulgularla tespit edilmiştir.

Okur (2010), yaptığı çalışmada kuraklık ve rüzgâr erozyonu etkisi altında kalan Karapınar rüzgâr erozyonu muhafaza etme alanında badem ile muhafaza sonrasında dikimi gerçekleştirilen akasya bitkilerinin toprak agregat yapısı ve oluşumuna tesirini saptamıştır. Araştırma neticesinde, badem-akasya birlikteliğinin arazi muhafaza çalışmalarına tesiri nicel tespit edilmiştir. Proje öngörüsünde yapılan fiziksel, kimyasal, mineralojik ile mikro morfolojik veriler badem ve akasya birlikteliğinin toprakların özellikle fosfor ve organik madde içeriğini tarım yapılan topraklara oranla daha yüksek derecede arttırdığını ortaya çıkarmıştır. Çalışmanın nihayetinde, İç Anadolu insan peyzajında (anthroscape) en başta erozyon araştırmalarında badem-akasya dikiminin toprak niteliğine yararlı tesir ettiği tespit edilmiştir.

Karagül (1996), Trabzon-Söğütlüdere Havzası'nda çeşitli arazi kullanım yöntemleri toprakların niteliklerini ne derece etki ettiğini incelemiştir. Bu amaçla toprak numuneleri, inceleme alanındaki üç değişik arazi kullanım biçimine göre (orman, mera, işlemeli tarım) alınmıştır. Yapılan incelemelerde, en az dispersiyon oranı orman topraklarında belirlenirken, mera toprakları bu sıralamada ikinci sırada ve hemen ardından en çok orana sahip tarım topraklarını geldiği tespit edilmiştir. Bu neticeye bakılarak, orman sahalarının mera ve tarım sahalarına değişiminin erozyonun şiddetini arttırdığı neticesine ulaşılmıştır. Dehşet (2011), Deriner Barajı

projesi kapsamında yapılan yol çalışmaları sonucunda ortaya çıkan sorunlu alanlardaki erozyon kontrol ve ağaçlandırma uygulamalarının, alandaki toprak erozyonunu engellemede ve toprak özelliklerini iyileştirmede etkili mi olduğu konuları incelemiştir. Bu amaçla yol yapımı sırasında tahrip edilmiş ve teraslama yapılarak farklı türlerle (yalancı akasya ve sarıçam) ağaçlandırılmış iki erozyon muhafaza sahasıyla etkilenmemiş orman sahalarından toprak örnekleri alınmıştır. Tüm alanın iyi bir şekilde temsil edilebilmesi için teraslama çalışmaları yapılan alanlarda hem teras hem de teras aralıklarından üçer örnek olmak üzere toplam 60 adet bozulmuş toprak örneği alınmıştır. Bu alanlarla karşılaştırmak amacıyla terasların üst kısmında bulunan ormanlık alandan da toplam 15 adet bozulmuş toprak örneği alınmıştır. Araştırma alanından alınan bu toprak örnekleri üzerinde tekstür, pH, organik madde, toplam azot, toplam kireç ve elektrik iletkenliği olmak üzere toplam 6 adet toprak analizi yapılmıştır. Erozyon kontrolü ve ağaçlandırma çalışmaları yapılan alanlardaki toprak özelliklerinde iyileşme olup olmadığı yapılan varyans analizleri ile ortaya konulmaya çalışılmıştır. Yapılan istatistikî veriler yardımıyla erozyon kontrol ve ağaçlandırma sahasındaki terasların ve teras aralarının toprak özellikleri arasında önemli ölçüde fark olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yalancı akasya ile yapılan ağaçlandırma çalışmalarının, sarıçam ile yapılan ağaçlandırma çalışmalarına göre toprağı daha fazla iyileştirdiğı ortaya konulmuştur.

Adana-Tufanbeyli-Doğanlı ve Evcı Köyleri'nin yarı kurak alanlarında yapılan ağaçlandırma çalışmalarının erozyonu engellemesinin araştırıldığı çalışmada (O. Polat ve S. Polat, 2006), 1992 yılında Evcı köyü hudutlarında bozuk orman toprağı vasıflı alanları rehabilite etmek, erozyonu önlemek ve enerji ormanı tesis etmek amacıyla yapılan çalışmaların amacına ulaştığı bildirilmektedir. Evcı köyünde yapılan çalışmalarda yörenin doğal türlerinin tercih edilmesinin başarıyı artırdığı vurgulanmıştır. Akan yamaçlarda erozyonu durdurmak amacıyla dikilen yalancı akasyaların gelişimleri iyi olmakla beraber yüzey erozyonunu tam olarak durduramadığından bahsedilmiştir. Bu sahalarda yer yer boşlukların olduğu, bu boşluklarda aynı türlerle dikim yapılması ve bu erozyonu tam olarak durdurabilmesi için; işçi ile toprak işleme ve yörenin asli türü olan sedir dikimi ile desteklenmesi erozyonu durdurmakta başarıya ulaşılacağı sonucuna varılmıştır. Doğanlı köyü

sahalarında proje uygulamaları ise 2006 yılında başlamıştır. Bu projede sahalarda dikimi yapılacak türü tespit etmek kadar bu türün orjinide önemlidir. Çalışma yapılan alanın ekolojik özelliklerine uygun ormanlardan alınan tohumlardan üretilen fidanların kullanılmasının önemi belirtilmiştir.

Çankırı (Tümçam)'da yarı kurak ağaçlandırma çalışmalarının değerlendirilmesinin yapıldığı araştırmada (İmal vd., 2006), kurak ve yarı kurak bölgelerde uygun yerlerin seçimi kadar bu yerlerde kurak ve lokal koşullara karşı binlerce yıl süren tabii seleksiyon sonucu bu yörelere adapte olmuş tür ve orjinlerin, kuraklık ve soğuğa dayanıklılık bakımından aynı türlerin orjinlerine oranla daha dayanıklı oldukları gözlemlendiğinden, söz konusu türlere öncelik verilmesi icap ettiği belirtilmiştir. Yarı kurak mıntikalarda doğrudan ağaçlandırma faaliyetleri risk taşıyacağından, başarı oranını yükseltmek için, yetiştirme ortamı istekleri göz önüne alınarak seçilecek uygun türlerle yetiştirme ortamı uygun hale getirildikten sonra asli ağaç türlerine yer verilmesi gerektiği belirtilmiştir. Su kaybının daha fazla olduğu alanlarda derin toprak işleme yanında, su kayıplarını azaltıcı yüzeysel toprak işleminin yapılması belirtilmiştir. Kurak bölgelerde ağaçlandırma çalışmalarında sığ köklü ağaç türlerine yer verilmemesi belirtilmiştir. Kurak bölgelerde; dişbudak, gladiçya, yalancı akasya gibi ağaç türleri, kökleri desteğiyle havada bulunan azotu toprağa bağlayarak ağaçların azot gereksinimini karşıladığından, söz konusu ağaç türlerine öncelik verilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Bu çalışmaların neticelerine benzeyen çalışmalar diğer ülkelerde de görülmektedir. Örneğin, Almanya'da yapılan bir incelemeye göre, ladin ormanı ile kaplı bir araziden muayyen zaman aralıklarında erozyonla 1 m<sup>2</sup> yüzeyden taşınan toprak oranı 4 gramdır. Aynı iklim ve arazi eğimi şartlarında üzerinde bitki örtüsü bulunmayan sahalardan erozyonla taşınan toprak oranının ise, 1 m<sup>2</sup> başına 1500 gr olduğu bildirilmektedir (Köstler, Bürückner ve Bibelriether 1968). Bu incelemelere göre, ormanın üzerinde bitki örtüsü bulunmayan toprakla karşılaştırılırsa erozyonu 375 kat düşürülmüştür.

Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan başka bir yurtdışı çalışmada; bir yağış havzasında olan bir derenin 1 senede sürüklediği toprak oranı uzun süreli olarak



ölçülmüştür. Uzun süreli ölçümlere sahip senelik yaklaşık verilere bakılarak bu derenin, yağış havzası meşe ormanlarıyla çevrili iken 1 senede taşıdığı toprak oranı 2 ton olarak ölçülmüştür. Bu yağış havzasındaki orman ağaçları kesime uğrayarak tahrip edilmiş ve arazi tarım sahasına dönüştürülmüştür. Böylece ölçümlere ağırlık verilmiş, aynı derenin 1 yılda yaklaşık olarak 200 ton toprak taşıdığı ölçümlerle belirlenmiştir (Troeh, Hobbs ve Donahue 1991). Sonuç olarak orman sahaları tarım sahalarıyla karşılaştırılırsa 100 kat kadar düşürdüğü belirlenmiştir.

## **2.2. Erozyonla Mücadelede Yeşil Örtü Kullanılmasına Yönelik Çalışmalar**

Ülkemizde birçok Devlet ve Sivil toplum kuruluşları farklı bölgelerde farklı yöntemler kullanarak erozyonla mücadele çalışmaları yapmaktadır. Erozyonla mücadelede alınabilecek tedbirler teknik (yapısal), kültürel (biyolojik) ve yönetsel (idarî) nitelikte olmaktadır. Teknik tedbirler, erozyon zararlarını en aza düşürmek için yapılan farklı tip yapıları kapsamaktadır (Doğan ve Küçükçakar, 1989b). Yönetsel önlemler, erozyona neden olan sebeplerin muhafaza altına alınması için alınan destekleme, yönlendirme, kısıtlama, yasaklama vb. gibi tedbirlerdir. Kültürel (biyolojik) tedbirler olarak isimlendirilen ve en çok kullanılan önlem ise, toprağı erozyondan korumak için otsu ya da odunsu bitkiler kullanılarak bitkilendirmeler yapılır. Orman Genel Müdürlüğü, Ağaçlandırma Dairesi Başkanlığı da birçok bölgede ağaçlandırma çalışmaları yaparak erozyonla mücadele etmektedir. Bu kapsamda yapılan mücadele şekli genelde aşırı erozyon görülen çıplak alanlara teraslar kurarak yapraklı veya iğne yapraklı fideler dikmektir. Bununla beraber, bu yapılan erozyonla mücadele çalışmalarının çoğunda ağaçlandırmanın toprak özellikleri üzerine olası etkileri veya erozyonu ne kadar azalttığı yönündeki sayısal verilerin ortaya konulması gibi bir amacı bulunmamaktadır. Yaygın olarak yapılan diğer bir uygulama ise dikilen fidanlar sadece tepe örtüsünün örtüğü alanlardaki toprağı korurken, iki fidan veya iki teras arasındaki alanlar çıplak kaldığından bu açık alanlarda erozyon riski devam etmektedir. Literatürde, özellikle ziraat, tarım ve mera alanlarında çıplak alanların otsu türlerle yeşillendirmesinin erozyonla toprak taşınmasını azalttığı yönünde çalışmalar bulunmaktadır. Toprak üzerinde çim kapağı meydana getiren ve büyük bir alana yayılmış kök yapılarıyla toprak katmanını koruyan çayır ve mera bitkilerinin erozyonu önlemedeki rolü büyüktür. %16

eğimli, milli-tınlı toprak kalınlığının 18 cm olduğu bir arazide bir toprağın kaybolmasında harcanan süre nadas sahalarında 7 yıl, sadece mısır dikimi bulunan sahalarda 11 yıl, mısır-arpa-yoncannın karışık olarak dikilmiş sahalarda 40 yıl ve sık bir şekilde çayırların olduğu sahalarda 33600 yıl olarak belirlenmiştir (T. Emin ve M. Emin, 1986). Nadasa terk edilen bir arazide 10.4 mm' lik bir yzey akışıyla 532.8 kg/da toprak taşınması olurken buğday ekili arazide 4.4 mm'lik yzey akışı 116.2 kg/da kztleye sahip toprağın yer değiştirmesine sebep olmaktadır (Doğan ve Gzzer, 1986). Bursa'da % 35 eğimli bir arazide toprak zzerinin uygun bitkiyle rtltlt olmasının yzey akışını ve yitirilen toprak oranını btyk miktarda dzttrdtđđ tespit edilmiştir (Arıcı, 1988). Mera bitkilerinin erozyon muhafazasındaki roltt yapılan çeşitli araştırmalarda açıkça gtrltmrt olup, bir buğdaygiller merasından, temiz işlenmiş nadas veya mısır arazisine gtre blgteler neticesiyle 526-1029 kez çok az toprak, 5-272 kez çok az yağış kaybı belirlenmiştir (Graffis, Juengenson ve Vickar 1985).

Venezuela'da yapılan bir çalışmada toprak erozyonu araştırmasında hafif humuslu topraklarda, hem doğal hem de ktltre alınmış sahalarda 4 farklı vejetasyon incelenmiştir. Buna gtre en btyk toprak kayıpları senede 22 ton/ha ile bahçe bitkilerinin olduğu sahalarda meydana gelmiştir. Elma ağaçlarının olduğu sahalardaki toprak kayıpları senede 1.96 ton/ha, ayır mera sahalarındaki toprak kaybı hayvan otlatılmaksızın 1.11 ton/ha ve doğal orman sahalarındaki toprak kaybı ise 0.54 ton/ha olduğu tespit edilmiştir (Sanchez, Ataroff ve Lopez 2002).

Avustralya'da yapılan bir araştırmada arazinin kullanımını yttnden 3 farklı blgt (rotasyonlu yetiştiriciliğin yapıldığı bahçe bitkileri sahaları, işlenmeyen ayır mera ve orman sahaları ve hayvan otlatılan otlak sahaları) incelenmiş ve erozyonun neden olduğu toprak kayıpları yetiştiricilik yapılan sahalarda ve otlak sahalarında senede ortalama olarak benzer ve 5.5 ton/ha iken, yararlanılmayan ayır mera ve orman sahalarındaki toprak kaybı ise 1 ton/ha olduğu tespit edilmiştir (Loughran, Elliott, Mcfarlane ve Campbell 2004). İtalya ve Avusturya'da Alp vadilerindeki araştırmada ise mera sahalarının doğal ayır sahalarına gtre çok dztşk oranda erozyon riski taşıdığı tespit edilmiştir. Bu durum, vejetasyonda bulunan bitki ttrlerinin değişimine bağlanmış ve rttt çimleri, bodur çalılar, yabancı otlar gibi

toplam kök uzunluğu ve köklenme sıklığı toprağın derinliklerine kadar olan bitki çeşitlerinin sayılarının çok olmasının erozyon riskini düşürdüğü belirlenmiştir (Tasser, Mader ve Tappeiner 2003).

Endonezya'da 5.5 yıl süre ile, baklagiller, yem bitkileri, çalılar, buğdaygiller ve hayvanlar tarafından otlanabilen ağaç çeşitleri birlikte ekilerek, devamlı gözlemlerde bulunulmuş; sığırlar bu sistematik olay neticesinde beslendiklerinde geleneksel sistematik yapıya göre çok fazla canlı ağırlık kazanmışlar ve otlatma yapılan bu alanda erozyonun minimum seviyeye düştüğü tespit edilmiştir (Nitis, Lana, Suarna, Sukenten ve Putra 1990). Hindistan'da yüzey toprağı çok ince olan ve erozyondan çok büyük ölçüde etkilenen bir alana buğdaygiller yem bitkileri ekilmiş ve alan küçükbaş hayvanlarca otlatılmıştır. Sonuç olarak arazinin erozyondan çok düşük oranda etkilendiği ve hayvanlar için verimli ve yararlı yem üretildiği belirlenmiştir (Kulkarni, 1989).

Tarımsal, ziraat ve mera alanlarında erozyonla mücadelede otsu türlerle çıplak alanların yeşillendirilmesi yaygın olarak kullanılırken, teras ağaçlandırılmalarının yapıldığı alanlarda bu yöntemin kullanılmasının sınırlı olduğu görülmektedir. Eski ismiyle İl çevre ve Orman Müdürlüğü tarafından Kastamonu Taşköprü mevkiinde 2011 yılında aşırı erozyon görülen çıplak alanlara teraslar kurularak karaçam fideleri dikilmiş, bazı alanlarda ise korunga ekimi yapılarak çıplak alanların yeşil örtü ile kaplanması düşünülmüştür.

Yüksek Lisans tezi olarak sunulan çalışmamızda, karaçam ile gerçekleştirilen teras ağaçlandırması çalışmalarında toprak yüzeyini örtmeyen fidanlar ve teraslar arası boşlukların yapay ve doğal olarak korunga ve kuşburnu ile yeşillendirilmesinin, yeşillendirilmeyen alanlara, doğal karaçam meşcerelerine ve erozyon mücadelesi yapılmayan çıplak alanlara göre toprak kaybı, yüzeysel akış ve bazı toprak özelliklerine olan etkilerini sayısal olarak ortaya koymayı amaçlamaktadır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Çalışma Alanının Tanıtımı

Çalışma alanı Kastamonu İli, Hanönü İlçesi, Hanönü Orman İşletme Müdürlüğü Günlüburun Orman İşletme Şefliği sınırları içinde bulunmaktadır (41°23'19" N, 33°46'57" E). Taşköprü Hanönü karayolu güzergâhı etrafında birçok alanda erozyon problemi bulunmaktadır (Harita 3.1).



Harita 3.1. Kastamonu-Taşköprü-Hanönü yol güzergâhı etrafının erozyonla kaybedilen yeşil örtüsü açık olarak görülmektedir

Erozyona mağdur alanlarda Taşköprü Orman İşletme Müdürlüğü tarafından teraslar yapılarak karaçam, kızılçam ve bunun yanı sıra korunga yem bitkisi dikimlerini 2008 yılından beri gerçekleştirmektedir (Fotoğraf 3.1). Çalışma alanlarında bulunan karaçam fidanları dikilen terasların bazı kısımları yeşil örtü ile kaplı durumda iken (Fotoğraf 3.2) diğer teras alanlarında ise yeşil örtü bulunmamaktadır (Fotoğraf 3.3). Çalışma alanının ortalama yüksekliği yaklaşık 450 metre, ortalama eğim %45, hakim bakı kuzey doğudur. Hanönü İlçesi coğrafi konum olarak İç Anadolu ve Karadeniz Bölgeleri arasında geçit bölgesi olduğundan her iki bölgenin karasal iklim özelliğine sahiptir. Geçit bölgesi olduğundan farklı iklim özellikleri baş göstermektedir. Bazı senelerde İç Anadolu Bölgesine ait karasal iklim hüküm sürmekte, bazı senelerde ise Karadeniz Bölgesine ait bol yağışlı ılıman iklim özelliği görülmektedir. Çalışma alanında genel olarak karasal iklim görülmekte olup, kışlar uzun, soğuk ve karlı,

yazlar ise kısa ve sıcaktır. Mevsimsel ve günlük sıcaklıklar arasında önemli farklar bulunmakta olup, yağış genellikle düşüktür.



Fotoğraf 3.1. Hanönü Günlüburun mevkiinde yapılan erozyonla mücadele sahalarına ait resimler



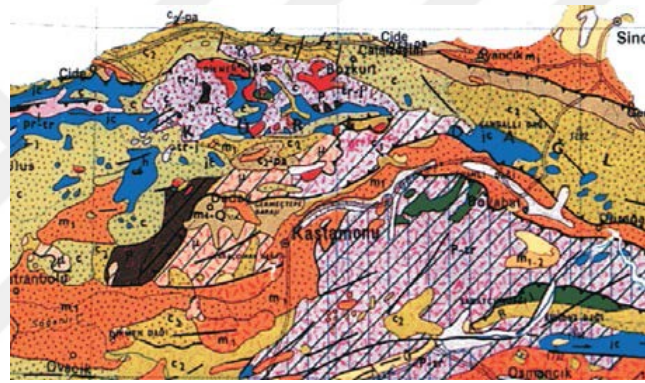
Fotoğraf 3.2. Karaçam dikilen teraslar yeşil örtü ile kaplanmış durumda

Yıllık ortalama sıcaklık 13,4 °C, Yıllık yağış 388,7 mm, minimum sıcaklık 10,5 °C, maximum sıcaklık 41 °C ve ortalama nisbi nem % 58'dir (Anonim, 2014). Çalışma alanında farklı boyutlarda bazik, ultra bazik ana kayası görülmektedir (Fotoğraf 3.3).





Fotoğraf 3.3. Karaçam dikilen teraslarda yeşil örtü bulunmayan alanlar



### Stratigrafi / Stratigraphy

Q	Q	Kuvaterner / Quaternary
m <sub>q</sub> -Q	m <sub>q</sub> -Q	Pliyo - Kuvaterner / Plio - Quaternary
m <sub>4</sub>	m <sub>4</sub>	Pliyosen / Pliocene
m <sub>3-4</sub>	m <sub>3-4</sub>	Neojen / Neogene
m <sub>3</sub>	m <sub>3</sub>	Miyosen / Miocene
m <sub>2-3</sub>	m <sub>2-3</sub>	Oligo - Miyosen / Oligo - Miocene
m <sub>2</sub>	m <sub>2</sub>	Oligojen - Oligocene
m <sub>1-2</sub>	m <sub>1-2</sub>	Eosen - Oligosen (Teke Toroslarında ve GD'de Miyosen dahil)
m <sub>1</sub>	m <sub>1</sub>	Eosen / Eocene
pa-m <sub>1</sub>	pa-m <sub>1</sub>	Paleosen - Eosen / Paleocene - Eocene
pa	pa	Paleosen / Paleocene
T	T	Terasyer / Tertiary
M-m <sub>2</sub>	M-m <sub>2</sub>	Mesozoyik - Oligosen (Yerel Altı Miyosen dahil)
C <sub>2</sub> -m <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> -m <sub>1</sub>	Mesozoyik - Oligosen (Locally Lower Miocene included)
C <sub>2</sub> -m <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> -m <sub>1</sub>	Üst Kretase-Eosen (Eosen çoğunlukla ilerdien - Kulziyen) / Upper Cretaceous-Eocene (Eocene mainly Berdian-Cuisian)
C <sub>2</sub> -pa	C <sub>2</sub> -pa	Üst Kretase - Paleosen / Upper Cretaceous - Paleocene
C <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	Üst Kretase / Upper Cretaceous
c	c	Kretase / Cretaceous
c <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	Alt Kretase / Lower Cretaceous
Jc	Jc	Jura - Kretase / Jurassic - Cretaceous
J	J	Jura / Jurassic
tr-j	tr-j	Triyas - Jura / Triassic - Jurassic
tr	tr	Triyas / Triassic
M	M	Mesozoyik / Mesozoic
PM	PM	Paleozoyik - Mesozoyik (Mesozoyik genellikle Triyas) / Paleozoic - Mesozoic (Mesozoic mainly Triassic)
P-tr	P-tr	Paleozoyik - Triyas / Paleozoic - Triassic
pr-tr	pr-tr	Permo - Triyas / Permian - Triassic

pr	pr	Permiyen / Permian
pr-h	pr-h	Permo - Karbonifer / Permian - Carboniferous
h	h	Karbonifer / Carboniferous
d	d	Devonyen / Devonian
sd	sd	Silüriyen / Devoniyen / Silürian - Devonian
s	s	Silüriyen / Silurian
o	o	Ordovisyen / Ordovician
k	k	Kambriyen / Cambrian
p	p	Paleozoyik / Paleozoic
P.E	P.E	Prekambriyen veya yaşı bilinmeyen / Precambrian or age unknown
veya/ or	veya/ or	
μ	μ	

### Magmatitler / Magmatics

Asit ve ortaç intruzifler / Acidic and intermediate intrusives	
T <sub>3</sub>	Mesozoyik - Miyosen (Çoğunlukla Terasyer) / Mesozoic - Miocene (mainly Tertiary)
T <sub>2</sub>	Mesozoyik - Orta Jura / Paleozoyik - Middle Jura / Paleozoic - Middle Jura
T <sub>1</sub>	Paleozoyik veya daha eski / Paleozoic or older
Bazit ve Ultrabazitler / Basic and Ultrabasic	
	Peridotit, piroksenit, gabro, diyabaz v.b. / Peridotite, pyroxenite, gabbro, diabase etc.
Vulkanitler / Volcanics	
	Karasal volkanitler / Subaerial volcanics
	Tüf (Piroklastik) + Karasal Vulkanitler / Tuff (Pyroclastic) + Subaerial volcanics
	Sediment arakatıklı denizaltı volkanitleri / Submarine volcanism with sedimentary interca
Ayrılanmamış Kayalar / Undifferentiated rock	
	Yaşı ve litolojisi belirlenmemiş magmatitler / Age and lithology undetermined magmatics

Şekil 3.1. Çalışma alanının jeoloji haritası

### 3.2. Toprak örneklerinin alınması

Çalışması kapsamında Taşköprü-Hanönü güzergâhında toprak özellikleri, erozyon değerleri ve karbon depolama kapasiteleri araştırılacak alanlardan üçer adet deneme alanı alınarak (10x10 m), her bir deneme alanında iki farklı derinlik aşamasından (0-10 cm ve 10-20 cm) toprak örnekleme hazırlanmıştır. Örnekleme yapılan alanlar şu şekildedir:

- a) Yalnız karaçam fidanları ile ağaçlandırılan teras alanları (Fotoğraf 3,4),
- b) Korunga ile yeşillendirilen teras alanları (Fotoğraf 3,5),
- c) Doğal kuşburnu ile örtülü teras alanları (Fotoğraf 3,6),
- d) Çıplak alanlar (kontrol) (Fotoğraf 3,7) ve
- e) Doğal karaçam alanları (Fotoğraf 3,8).



Fotoğraf 3.4. Karaçam dikilmiş teraslar





Fotoğraf 3.5. Korunga ile örtülü teraslar



Fotoğraf 3.6. Doğal kuşburnu ile örtülü teraslar





Fotoğraf 3.7. Çıplak alanlar (kontrol)



Fotoğraf 3.8. Doğal karaçam alanları

Toprak yapısı bozulmuş toprak örneklemesine ek olarak, toprak hacim ağırlığını belirlemek amacıyla, mineral toprak kısımlarından iç çapı 5 cm olan silindirler kullanılarak, yine iki farklı toprak derinlik kademesinden, toprağın yapısını bozmadan ahşap kısıkların desteğiyle silindirler toprağa çakılmış ve alttan kürek desteğiyle çıkartılarak, silindir yüzeyine çıkan kısımları temizlenerek, kapakları kapatılıp, poşetleme ve etiketleme olayı yapılarak laboratuvara alınmıştır.

Örnekleme alanlarında arazi yüzeyine dik bir şekilde toprak profili açılması ve toprak numunelerinin alınması esasları göz önüne alınarak gerçekleştirilmiştir.

### **3.3. Analiz**

Her bir deneme parselinden 2 farklı derinlik kademesinden (0-10cm; 10-20cm) alınan toprak örnekleri etiketlenerek laboratuvara getirilmiştir. Toprak örnekleri laboratuvarında kâğıt üzerine serilerek hava kurusu haline gelinceye kadar bekletilmiştir. Hava kurusu hale gelen toprak numuneleri, porselen havanda öğütülecek ve 2 mm'lik elekten geçirilip ve naylon torbalara doldurularak analiz edilebilir hale getirilmiştir. Analize hazır toprak örneklerinin pH, su ile doymuşluk, toplam tuz, organik madde, kireç, fosfor, potasyum analizleri Kastamonu İl Özel İdaresi Laboratuvarında yaptırılmıştır. Yine azot analizleri özel bir laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Çalışma alanı topraklarının tekstür analizleri Fakültemiz laboratuvarında hidrometre yöntemine göre yapılmıştır. Ağır bünyeli topraklar örneklerinden 50 gram, kumlu toprak örneklerinden 100gram alınarak 400 ml lik beherlere konulmuştur. Üzerine 200ml saf su ve 100ml %8 NaOH çözeltisi eklenerek 24 saat süre ile dispersleşmeye bırakılmıştır. Daha sonra süspansiyon mekanik karıştırıcıya alınarak 5 dk. arayla karıştırılmıştır. Karıştırıcıda bir pipetten arı su püskürtülerek silindire devredilen süspansiyonun üzerine 1000 ml denk gelecek şekilde arı suyla tamamlandıktan sonra el karıştırıcısı silindir içerisinde aşağı yukarı 15-20 kez hareket ettirilmiştir. Köpürmeyi önlemek için bir kaç damla amil alkol eklenmiştir. İlk okuma 4'48'', ikinci okuma 120' sonunda yapılmıştır. Her iki okuma yapılırken süspansiyonun sıcaklıkları da belirlenmiştir. Okunan hidrometre değerleri gerekli görülen düzenlemelerle 1. okuma (toz+kil), 2. okumada (kil) ve bu okumalar yardımı ile de

kum ve toz fraksiyonlarının oranı % olarak hesaplanmıştır. Tekstür sınıfları Tammerup'un tekstür üçgenine göre isimlendirilmiştir (Gülçur, 1974).

Middleton'un Dispersiyon oranı, bu oranın belirlenmesinde temel alınmıştır. Bununla Middleton'un Dispersiyon oranı, arı suda karıştırılarak oluşturulan karışımda toprak solüsyonunda kimyasal ve mekanik dağılma olmadan oluşturulan (toz+kil) oranının, toprakta bulunan toplam (toz+kil) oranına bölünmesi ile oluşur (Özyuvacı, 1971; Balcı vd., 1984). Analizler mekanik incelemelerdeki gibi 2 mm'lik elekten süzdürülmüş hava kurusu toprak numunelerinden 50 veya 100 g'lık numuneler alınarak 400'lik beherlere yerleştirilmiştir. Her bir beher içerisindeki toprak numunesinin üzerine 200 ml arı su ekleme yapılmış ve 24 saat beklemeye geçilmiştir. Bu süre zarfında beherdeki materyal pisetle iyice temizlenerek hidrometre silindirine eklenilmiş ve arı su ilave edilerek 1000 ml'ye tamamlanmıştır (Balcı, 1984). Bouyouicos'un hidrometre sistemine göre yapılan okumalar ve sıcaklık iyileştirmeleri zarfında kum, toz ve kil fraksiyonlarının oranı hesap edilmiştir. Bu değerlerden toz ve kil fraksiyonlarının toplamı benzer numunenin mekanik incelemesi ile elde edilen (toz+kil) oranına bölünmesiyle dispersiyon oranı belirlenmiştir (Özyuvacı, 1971, 1978; Balcı, 1984). Bu şekilde tayin edilen dispersiyon oranı Middleton tarafından ortaya çıkarılan aşağıdaki ıskalaya göre değerlendirilmektedir (Özyuvacı, 1971, 1978; Balcı, 1984). Dispersiyon oranı indeksi topraktaki doğal agregatların su ile temasa geçmesi ile çözülme (dispersleşme) derecesini gösteren bir göstergedir. Eğer topraktaki en küçük boyuta eğil agregatlar bile suya dayanıklı ise, toprak erozyona dirençli olmaktadır. Dispersiyon oranı ( %) >15 ise erozyona dirençsiz; dispersiyon oranı ( %) <15 ise erozyona dirençli olarak kabul edilmektedir (Özyuvacı, 1971; Balcı vd., 1984).

Tablo 3.1. *Dispersiyon oranı*

Aşınabilirlik İndeksi	Erozyona Dayanıklı Topraklar	Erozyona Dayanaksız Topraklar
Dispersiyon Oranı	< 15	>15

Organik madde miktarı belirlenen toprak örnekleri değerleri kullanılarak toprakların yüzde organik karbon miktarı aşağıdaki denklem 3.1'e göre;

$$\text{TOC (\%)} = 0.58 \times \text{TOM} \quad (3.1)$$

TOC: Toprak organik karbon

TOM: Toprak organik maddesi

Her bir derinlik kademesindeki toprak kütlesi hacim ağırlığı ve dönüşüm katsayıları kullanılarak  $\text{Mg ha}^{-1}$  olarak aşağıdaki denklem 3.2'ye göre;

$$\text{Toprak Kütlesi (Mg ha}^{-1}\text{)} = (\text{HA} \times 0.1 \text{ m} \times 10000) \quad (3.2)$$

Toprakta depolanan organik karbon miktarı ise formül 3'e göre hesaplanmıştır.

$$\text{TOC-depolama (Mg C ha}^{-1}\text{)}: \% \text{TOC} \times \text{Mi (Mg ha}^{-1}\text{)} \quad (3.3)$$

Bu formülde verilen  $M_i$ , i'inci toprak derinliğinde kuru toprağın kütlesini ifade etmekte olup, miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanacaktır.

$$M_i = H_{Ai} \times T_i \times 10 \quad (3.4)$$

Bu formülde  $H_{Ai}$ , i toprak derinliğindeki toprak hacim ağırlığını ( $\text{Mg m}^{-3}$ ),  $T_i$  ise i toprak derinliğindeki toprak kalınlığını (m),  $10^4$  birim değişim faktörünü ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ) ifade etmektedir.

İstatistiksel analizler, SPSS (Version 9.0 for Windows) programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Farklı bitki örtüsünün kullanılmasının (korunga otsu bitkisi ve kuşburnu) toprak özellikleri, dispersiyon oranı ve karbon depolanmasına etkisinin olup olmadığı ANOVA ile ortalamalar arasındaki farklılıkların anlamlılık derecesi Tukey's testi ile belirlenmiştir.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Toprak özelliklerine ait bulgular

Dört farklı bitki örtüsünü ile açık alanın iki farklı toprak derinliğine ait bazı toprak özelliklerine ait veriler Tablo 4.1 de verilmiştir. Tüm alanların topraklarının toprak bünyesi killi balçık olarak benzer olmakla beraber, topraklar kil, toz ve kum miktarları bakımından bazı farklılıklar göstermiştir. Genel olarak, açık alan ve teraslara yalnızca karaçam dikilen fidan dikilen alanlarda kum miktarı diğer alanlardan daha fazla kil miktarı ise daha düşük bulunmuştur. 0-10 cm topraklarda kum miktarlarındaki sıralama büyükten küçüğe doğru açık alan > karaçam-fidan > korunga > kuşburnu> karaçam-yetişkin olurken, toz bakımından karaçam - yetişkin>kuşburnu> karaçam -fidan > korunga > açık alan, kil bakımından ise karaçam - yetişkin > korunga >kuşburnu> açık alan > karaçam -fidan olmuştur. 10-20 cm toprak derinliği incelendiğinde ise sıralama kum miktar bakımından yine en yüksek açık alan > karaçam -yetişkin > karaçam -fidan >korunga >kuşburnu olurken, toz bakımından kuşburnu> karaçam -fidan >korunga > karaçam -yetişkin > açık alan, kil bakımından ise kuşburnu> karaçam -fidan >korunga > karaçam -yetişkin >açık alan olmuştur. Su ile doymuşluk bakımından, açık alan ve karaçam fidan toprakları değerleri karaçam yetişkin, kuşburnu ve korunga toprakları değerlerinden düşük bulunmuştur. Tuz ve pH değerleri bakımından çalışma alanları arasında önemli farklılıklar bulunmamıştır. Kireç miktarı bakımından en yüksek değerleri karaçam yetişkin alan toprakları gösterirken en düşük değer korunga alanı topraklarında tespit edilmiştir. En yüksek fosfor v potasyum miktarı kuşburnu alanlarında, en düşük değerler ise fosfor için açık alan topraklarında, potasyum için ise karaçam yetişkin alanlarında bulunmuştur. Organik madde miktarı bakımından en yüksek değerler üst topraklarda %1,69, alt topraklarda %1,35 ile kuşburnu topraklarında, en düşük değerler ise üst topraklarda %0,46, alt topraklarda %0,42 ile açık alan topraklarında belirlenmiştir.

Tablo 4.1. Çalışılan alanların iki farklı toprak derinliğine ait tekstür, pH, tuz, su ile doymuşluk, kireç, fosfor, potasyum ve organik maddelerine ait bulgular

Bitki örtüsü	Derinlik cm	Kil	Toz	Kum	TBÜ	SDY (%)	Tuz	pH	Kireç (%)	P (Kg/ha)	K (Kg/ha)	OM (%)
<b>AAL</b>	0-10	39,8a	24,1a	36,2c	KLB	55a	0,016	8,08	25,2c	0,151a	7,78a	0,46a
<b>KÇF</b>	0-10	36,6a	28,6b	34,8c	KLB	55a	0,018	8,04	21,3b	0,174b	6,71a	0,55a
<b>KÇY</b>	0-10	49,3b	36,9b	13,9a	KLB	58b	0,016	8,13	35,6d	0,133a	8,86b	0,76b
<b>KUB</b>	0-10	43,7b	31,0b	25,2b	KLB	70b	0,019	8,01	20,4b	0,372c	14,8c	1,69d
<b>KOR</b>	0-10	45,5b	26,4a	28,1b	KLB	63b	0,013	7,85	16,8a	0,205b	9,03b	1,33c
<b>AAL</b>	10-20	31,3a	24,9a	43,8d	KLB	52a	0,011	8,21	24,2b	0,128	6,59a	0,42a
<b>KÇF</b>	10-20	41,8b	25,2a	33,0b	KLB	54a	0,021	8,07	18,6a	0,199	6,50a	0,72b
<b>KÇY</b>	10-20	37,6b	25,1a	37,3c	KLB	58a	0,015	8,06	28,8b	0,117	7,89b	0,64b
<b>KUB</b>	10-20	42,9b	37,4c	19,7a	KLB	67b	0,017	8,09	20,6a	0,202	12,8c	1,35d
<b>KOR</b>	10-20	40,9b	30,3b	28,8b	KLB	60b	0,013	8,12	17,1a	0,152	8,07b	1,01c

#### 4.2. Dispersiyon oranlarına ait bulgular

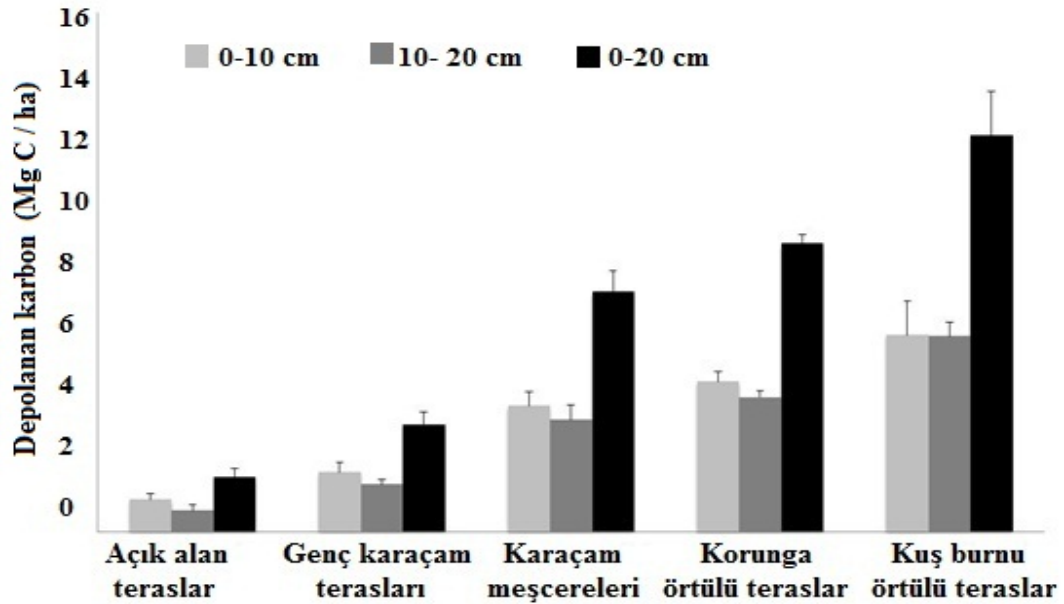
Çalışılan farklı alanların dispersiyon oranları arasında hem üst hem de alt topraklarda önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Genel olarak çalışılan bütün alanlardaki topraklar erozyona duyarlı olmakla beraber, erozyona duyarlılığın şiddeti bakımından en yüksek değeri üst topraklarda 110,8 değerle açık alan toprakları gösterirken bunu sırasıyla 88,8 değerle karaçam fidan, kuşburnu, korunga ve en düşük değerle karaçam yetişkin toprakları izlemiştir. Daha düşük değerlerde olmakla beraber, dispersiyon oran değerleri belirlenen alt topraklarda da benzer sıralamanın olduğu görülmüştür (Tablo 4.2).

#### 4.3. Karbon ve azot depolama kapasitelerine ait bulgular

Çalışılan alanların iki farklı toprak derinliğinde depoladıkları karbon miktarları bakımından farklılıklar Tablo 4.2 de verilmiştir. Hem üst hem de alt topraklarda olmak üzere en yüksek karbon depolaması bir çalı türü olan kuşburnunun bulunduğu alanda toplamda 0-20 cm toprak derinliğinde hektarda 31 Mg olurken bunu sırasıyla hektarda 22,3 Mg ile korunga, 16,3 Mg ile karaçam yetişkin alanları, 15,4 Mg ile karaçam fidan alanları ve 10,9 Mg ile en düşük açık alan toprakları takip etmiştir.

Tablo 4.2. Çalışılan alanların iki farklı toprak derinliğine ait dispersiyon oranları. Tukey's testine göre her bir tür için aynı derinlik kademesine ait kolonlar arasında aynı harf ile ifade edilmeyen değerler arasında önemli farklılıklar ( $P<0.05$ ) bulunmaktadır

Bitki örtüsü	Derinlik cm	Dispersleştirilmemiş (%Toz+Kil)	Dispersleştirilmiş (%Toz+Kil)	Dispersiyon Oranı	Erozyona Duyarlılık
Açık alan (Kontrol)	0-10	76,8	71,0	110,8d	Duyarlı
Karaçam-fidan	0-10	70,0	79,6	88,8c	Duyarlı
Karaçam-Yetişkin	0-10	35,9	55,8	64,9a	Duyarlı
Kuşburnu	0-10	66,8	79,8	83,8b	Duyarlı
Korunga	0-10	54,9	72,3	76,5b	Duyarlı
Açık alan (Kontrol)	10-20	77,3	78,6	98,7d	Duyarlı
Karaçam-fidan	10-20	61,3	75,0	81,8c	Duyarlı
Karaçam-Yetişkin	10-20	33,0	51,0	64,5a	Duyarlı
Kuşburnu	10-20	64,5	78,4	82,4c	Duyarlı
Korunga	10-20	53,6	74,2	74,1b	Duyarlı

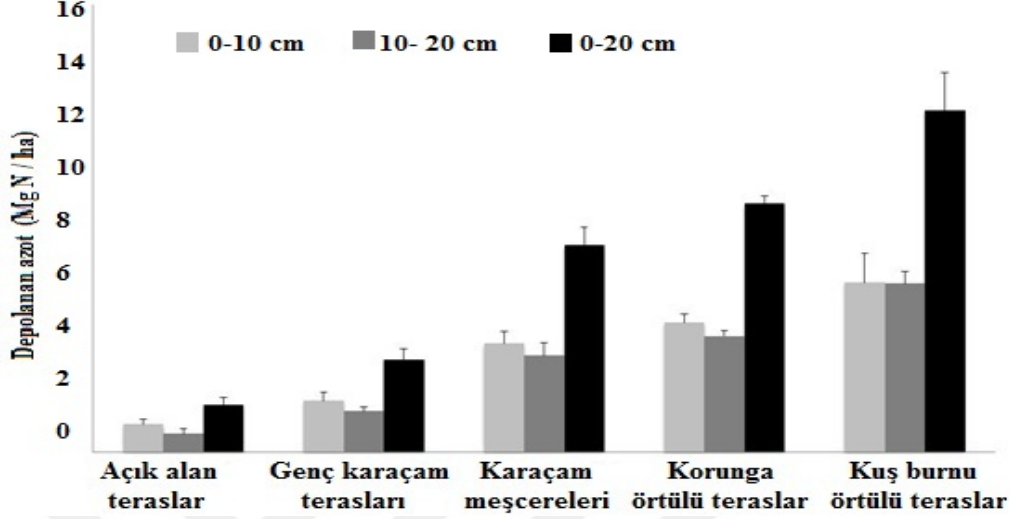


Grafik 4.1. Çalışılan alanların iki farklı toprak derinliğine (0-10 ve 10-20 cm) ve toplam derinliğe (0-20 cm) ait karbon depolama kapasitesi

Çalışılan alanların iki farklı toprak derinliğinde depoladıkları azot miktarları bakımından farklılıklar Grafik 4.1 de verilmiştir. Hem üst hem de alt topraklarda olmak üzere en yüksek karbon depolaması bir çalı türü olan kuşburnunun bulunduğu alanda toplamda 0-20 cm toprak derinliğinde hektarda 12,2 Mg olurken bunu

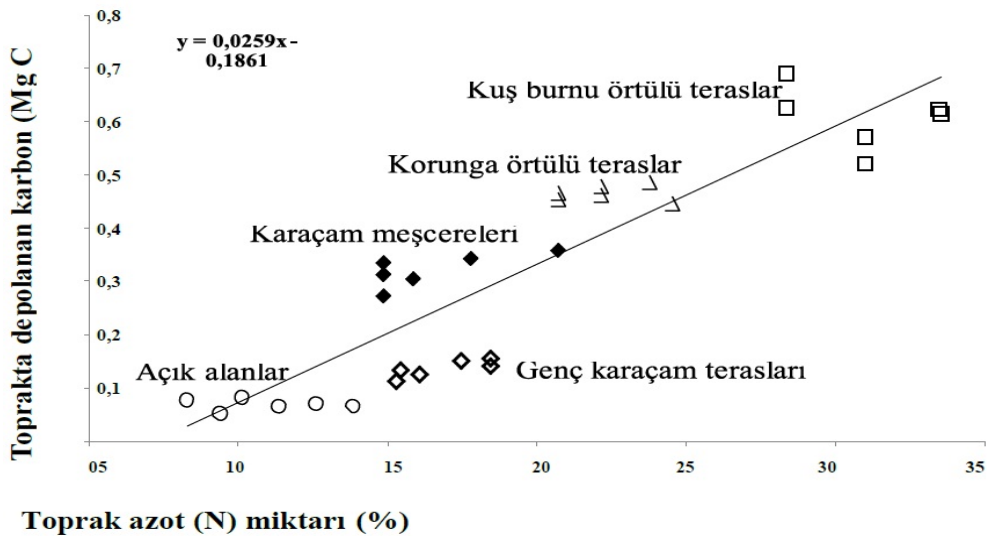


sırasıyla hektarda 8,9 Mg korunga, 7,40 Mg ile Karaçam yetişkin alanları, 3,31 Mg ile karaçam fidan alanları ve 1,70 Mg ile en düşük açık alan toprakları takip etmiştir.



Grafik 4.2. Çalışılan alanların iki farklı toprak derinliğine (0-10 ve 10-20 cm) ve toplam derinliğe (0-20 cm) ait azot depolama kapasitesi

Farklı çalışma alanları altındaki toprakların karbon depolama kapasiteleri ile toprak azot (N) miktarı arasında pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Yani çalışma alanı altındaki toprak N (azot) miktarının yükselmesi toprak karbon depolama miktarının da yükselmesine neden olduğu yapılan çalışmamızda görülmüştür (Grafik 4.3).



Grafik 4.3. Farklı çalışma terasları ile karaçam meşcereleri altındaki toprakların (0- 20 cm) karbon depolama kapasiteleri ile toprak azot (N) miktarları arasındaki ilişki



## 5. TARTIŞMA

Kastamonu İli Hanönü mevki erozyonla mücadele alanlarında çalışmamızı gerçekleştirdiğimiz proje sonuçlarına göre teras alanlarına dikilen fidan aralarının ve etrafının otsu türlerle (burada korunga ve kuşburnu) bitkilendirilmesi bölgenin erozyon riskini azaltmakta, toprak özelliklerini iyileştirmekte ve küresel iklim değişikliğine yol açan karbonun toprakta depolanmasını arttırmaktadır. Burada elde edilen sonuçlar ulusal ve uluslararası literatüründe bu konuda yapılmış çalışmalarla benzer yönde sonuçlar göstermiştir. Yani, alanı örtecek şekilde bitkilendirme ile yapılan erozyonla mücadele çalışmaları erozyon riskini ve taşınan toprak miktarını bölgesel olarak azaltmaktadır. Tamamen açık alanların topraklarındaki erozyon riski ortalama değeri 111 iken bu oran teras alanlarında doğal korunganın kullanılması ile 77 değerine kadar düşmektedir. Açık alanlarda toprakları su veya rüzgâr erozyonuna karşı koruyucu bir bitki örtüsü olmadığından, toprağın ince kısımları taşınmakta geriye daha kaba kısımlar kalmaktadır. Çalışmamızda, açık alanlarda kum miktarı ortalama %36 kil miktarı %40 iken kuşburnu ile örtülü alanlarda kum miktarı %25 kil miktarı ise %44 olarak belirlenmiştir. Yine benzer şekilde açık alanlar organik madde ve besin elementleri bakımından daha fakir ortamları oluşturmakta, teraslara dikilen genç fidanlar da bu kayıplara engel olamamaktadır. Çalışmamızda, açık alanlarda organik madde, fosfor ve potasyum miktarı sırasıyla %0,46, 0,151 Kg/ha, 7,78 Kg/ha, kuşburnu topraklarında ise %1,69, 14,3 Kg/ha, 0,372 Kg/ha olarak belirlenmiştir. Karbon depolama bakımından çalışmamızda korunga ve kuşburnu ile bitkilendirilen alan topraklarının açık alanlara göre korungada 2 katı, kuşburnunda ise 3 katı daha fazla karbon depoladığı bulunmuştur. Azot depolama kapasiteleri bakımından da kuşburnu ve korunga örtülü alanların daha fazla depolama yaptıkları tespit edilmiştir. Karbon depolama kapasitesi ile toprakların içerdikleri azot miktarı arasında pozitif bir yönde ilişki olduğu belirlenmiştir.

Naylor, Viles ve Carter (2002) göre toprak üzerinde vejetasyonun etkisi iki ana kategoride ayrılabilir; biyokoruma ve biyoyapılanma. Bitki örtüsü yüzeysel akışı azaltarak (Puigdefabregas, 2005, Durán vd., 2006a; 2007) ve infiltrasyon kapasitesini yükselterek (Ziegler ve Giambelluca, 1998; Wainwright vd., 2002)

toprağı erozyona karşı korur. Bitki kökleri ile toprağı korur ve bağlar (Gyssels, Poesen, Bochet ve Li 2005), toprak yüzeyini örterek yağmur damlalarının enerjisini azaltır (Durán vd., 2007). Aynı zamanda, vejetasyon fiziksel bir bariyer olarak toprak yüzeyinden sediment akışını değiştirir (Martínez, Duran ve Francia 2006). Bu nedenle eğimli bir alanda vejetasyonun konumsal dağılımı sediment akışının azaltılmasında önemli bir faktördür (Francia, Duran ve Martinez 2006).

Su erozyonunun kontrol edilmesinde bitki örtüsünün önemi oldukça kabul görmüştür. Kısa dönemde, vejetasyon, yağmur damlalarına engel olarak, toprak yüzeyini yağmur damlalarının etkisine karşı koruyarak ve yüzeysel akışı durdurarak erozyonu etkilemektedir. Uzun dönemde ise, toprak agregatlaşması ve kohezyonun yanında suyun infiltrasyonunu yükselterek su ve sedimentlerin akışını etkilemektedir. Bu nedenlerle, otsu ve odunsu bitkilerin varlığı toprak erozyonu üzerindeki etkisinde hayati önem taşımaktadır. Çok yıllık bitkiler tüm yıl boyunca toprağı korurlar, erozyonu sınırlarlar, hatta bazen biyokütleleri hasat edildiklerinde bile bu korumaya devam ederler. Kuvvetli otsu tür toplulukları da yüzeysel akışı ve sediment kayıplarını azaltır ve toprak organik maddesini, toprak yapısını, toprak suyunu ve besin elementi tutma kapasitesini yükselterek toprak gelişmesi süreçlerini arttırır.

Burada sunulan çalışmamızda da benzer sonuçlar belirlenmiştir (Tablo 4.1 ve Tablo 4.2). Yarı kurak Akdeniz bölgesinde yapılan bir çok çalışmalarda da (Francis ve Thornes, 1990; Romero Díaz vd., 1999; Durán vd., 2006a) tipik maki vejetasyonu türlerinin su erozyonunun azaltılmasında oldukça etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Bu kapsamda, Bochet, Poesen ve Rubio (2006) bu türleri temsilen 3 farklı türü kullanarak (*Rosmarinus officinalis*, *Anthyllis cytisoides* and *Stipa tenacissima*), bitki ölçeğinde bitki morfolojisinin ve yağış etkinliğinin toprak kaybı ve yüzeysel akışa etkisini çalışmıştır. Bu çalışmanın sonuçları şunu göstermiştir. Bitki türlerinin, mikro ölçekte çizgi erozyonu kontrolünde önemli olduğu yanında, farklı bitki morfolojilerinin ve bitki bileşenlerinin üç farklı türün erozyona karşı farklı tepkilerini açıklayan faktörler olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Türün toprak yüzeyini örtme miktarı (kapalılığı) toprak kaybı ve yüzeysel akışın azaltılmasında önemli bir faktör olarak rol oynamıştır. Özellikle, bitki altındaki ölü örtü yoğun yağış boyunca erozyon kontrolünde hayati önem kazanmaktadır. Burada

sunulan çalışmamızın sonuçlarında da korunga ve kuşburnu örtüsü ile kaplı alanların dispersiyon oranlarını azaltıcı yönde rol oynadığı belirlenmiştir (Tablo 4.2). Su erozyonunun seçici bir şekilde ince organik parçacıkları topraktan taşıırken geride daha büyük parçacıkları ve taşları bıraktığı çok iyi bilinmektedir. Verimli topraklar bir hektarda yaklaşık 100 ton organik madde içerirler (toplam toprak ağırlığının %4) (Young, 1990). Organik maddenin çoğu toprak yüzeyine yakın olduğundan, bunlar genelde ayrışan yaprak ve gövde formundadır, üst toprağın erozyona maruz kalması toprak organik maddesinin azalmasına neden olur. Çoğu çalışmalar, su veya rüzgâr erozyonu ile taşınan toprakların organik madde bakımından 1.5 veya 2 katı kadar geride kalan topraktan daha fazlalığı vardır (Barrows ve Kilmer, 1963). Organik madde toprakta agregatlaşmayı kolaylaştırır, toprak boşluk ağını yükseltir. Bu yolla toprak strüktürünü iyileştirir. Organik madde ek olarak, kation değişimine yardımcı olur, kök gelişimini artırır ve topraktaki önemli biyocanlıların bulunmasını teşvik eder. Topraktaki azotun %95'i ve fosforun %25-50'si toprak organik maddesinde bulunmaktadır. Sunulan çalışmamızın sonuçlarında da, toprak yüzeylerinin korunga ve kuşburnu ile örtülü olmasının toprak organik maddesini arttırıcı yönde rol oynadığı tespit edilmiş, buna bağlı olarak besin elementlerinin (özellikle N, P ve K) bu topraklarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.2).

Topraklarda karbon tutulmasının artırılmasının atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonunu azalmak için uygun bir yol olabileceği ilk olarak 1977 yılında teklif edilmiştir (Dixon vd., 1994). Boş bırakılmış tarım alanlarının yeniden yeşillendirmesi, toprak karbonunu 0.3-0.6 x 10<sup>3</sup> kg C ha<sup>-1</sup> yıl<sup>-1</sup> kata kadar arttırabilir (Smith, 2001a, b). Günümüzde, çoğu çayırılık alanların karbon kaynağı olduğuna ve tahmini olarak 0.03-1.1 x 10<sup>3</sup> kg C ha<sup>-1</sup> yıl<sup>-1</sup> karbon tuttuğuna inanılmaktadır. Çoğu çalışmalarda, çayırılık alan topraklarının daha yüksek baz doygunluk yüzdesine sahip olma yönünde olduğu, agregatlaşmanın teşvik edildiği ve toprakta karbon tutulma kapasitesini arttırdığı yönünde sonuçlar yer almaktadır (Collins vd., 2000). Burada sunulan çalışmamızın sonuçları da bu çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Korunga ve doğal kuşburnu altındaki toprakların hem üst hem de alt topraklarında tutulan karbon ve azot miktarları diğer çalışma alanlarından daha fazla bulunmuştur (Grafik 4.1 ve Grafik 4.2).

Bu sonuçlar yanında, bilgimiz dahilinde ilk kez bu konuda yapılan çalışmalara ek olarak, karbon depolama kapasitesi ile toprak azot miktarı arasında önemli derecede pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Grafik 4.3)



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarımsal, ziraat ve mera alanlarında erozyonla mücadelede otsu türlerle çıplak alanların yeşillendirilmesi yaygın olarak kullanılırken, teras ağaçlandırılmalarının yapıldığı alanlarda bu yöntemin kullanılmasının sınırlı olduğu görülmektedir. Eski ismiyle İl çevre ve Orman Müdürlüğü tarafından Kastamonu Taşköprü mevkiinde 2011 yılında aşırı erozyon görülen çıplak alanlara teraslar kurularak karaçam fideleri dikilmiş, bazı alanlarda ise korunga ve kuşburnu ekimi yapılarak çıplak alanlar yeşil örtü ile kaplanmıştır.

Kaybedilen toprağın geri kazanımı söz konusu değildir. Bu sebeple amacımız mevcut toprağımızı korumaktır. Sonuç itibariyle çalışma alanımızda iki teras arasının ve çevresinin yeşil örtü ile kaplanmasının yani bitkilendirme çalışmalarının, toprak özellikleri üzerine olumlu yönde etkileri olduğu gözlenmiştir. Çalışma alanımıza düşen yağış miktarı az olduğu için bu çalışma ile rüzgârın toprağa yapmış olduğu yıpratıcı etkisini ve toprağı fakirleştirmesinin önüne geçilmiş bulunmaktadır.

Yöresel halkın kentlere doğru göç etmesinin önüne geçilmiştir. Taşköprü Hanönü karayolu güzergâhı etrafında gerçekleşen bu proje kapsamında alan yeşillendirilmiş olup, görsel olarak hoş bir görüntü yakalanmıştır.

Korunga ve kuşburnu türünün yüzey örtüsü olarak kullanımı özellikle kuşburnunun derin kök kısımları sebebiyle erozyona karşı işlevsel olarak değerlendirilmesi, sürgün, yaprak ve tohumlarının hayvan yemi şeklinde kullanılması, kazık köklü bir yem bitkisi olan korunganın ise yeminin besin maddelerince zengin olması, aynı zamanda korunganın köklerinde varlığını sürdüren bakterilerin (*Rhizobium ssp.*) etkileriyle havada serbest halde dolaşan azotu toprakla veya bitki köklerindeki yumrularla bir bağlantı oluşturarak toprağın azot yönünden verimli olmasına yararlı etki etmesi, uzun süreli, çok yıllık, kurağa ve bilhassa soğuğa oldukça dayanıklı, öteki bitkilerin ermediği kıraç, kireçli topraklarda yeterli olgunlaşan bir yem bitkisi olması, kalkerli ve kurak bırakılan topraklarda yoncadan çok fazla verimli olması gibi faydaları bulunmaktadır (Açıkgöz, 2001; Elçi, 2005).

Bunun yanında toprak ıslahında, erozyonun kontrolünde büyük bir kullanım sahasına sahip olmaktadır (Serin ve Tan, 2008).

Bunlara ek olarak, burada sunulan çalışmamızda bu iki türün erozyonla mücadele yapılan alanlarda kullanılmasıyla erozyon riskini önemli ölçüde azalttığı, toprak özelliklerini iyileştirdiği, küresel iklim değişiminde rol oynayan karbonun toprakta depolanmasını arttırdığı ve bu yönleriyle erozyon mücadelesi yapılan alanlarda kullanımının teşvik edilmesi ve uygulanması gerektiği sonucuna varılmıştır.



## KAYNAKLAR

- Açıkgöz, E., (2001). Yem Bitkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü*, Bursa.
- Balcı, A. N. (1996). Toprak Koruması. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, 439-3947.
- Balcı, A.N. (1958). Elmalı Barajı'nın Siltasyondan Korunması imkânları ve Vejetasyon-Su Düzeni Üzerine Araştırmalar. Yayınlanmamış Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi*, İstanbul.
- Balcı, A.N., Özyuvacı, N. ve Özhan, S. (1984). Evapotranspiration Research in Turkey (Türkiye'de Evapotranspirasyon Araştırmaları). *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 34(2).
- Barrows, H.L., Kilmer V.J. (1963). Plant nutrient losses from soils by water erosion. *Adventure* , s. 303–315.
- Bochet, E., Poesen J., Rubio J.L. (2006) *Runoff and soil loss under individual plants of a semi-arid Mediterranean shrubland: influence of plant morphology and rainfall intensity*, *Earth Surface Processes Landforms* 31, 536–549.
- Collins, H.P., Elliott E.T., Paustian K., Bundy L.C., Dick W.A., Huggins D.R. (2000). *Soil carbon pools and fluxes in long-term corn belt agroecosystems*, *Soil Biol. Biochem.* 32, 157–168.
- Çilek, A. (2013). Konumsal Bilgi Sistemleri Yardımıyla Türkiye'nin Erozyon Modellemesi, Yüksek lisans tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.
- Dehşet, F. (2011). Baraj ve Yol İnşası Nedeniyle Tahrip Edilen Alanlarda Yapılan Erozyon Kontrol Çalışmalarının Toprak Özelliklerinin İyileştirilmesi Üzerine Etkilerinin İrdelenmesi. Yüksek lisans tezi, *Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Artvin.
- Deku, Niu, H.W., Lifang L., (2003). *Cause of soil erosion*. 11/11/2015 tarihinde Cause of soil erosion: <http://159.226.205.16/curriculum/3w/01/cause/index.html> adresinden alındı.
- Dixon, R.K., Brown S., Houghton R.A., Solomon A.M., Wisniewski J. (1994) *Carbon pools and flux of forest global ecosystems*, *Science*, 263, 185–190.
- Doğan, O. (2011). Türkiye'de Erozyon Sorunu Nedenleri ve Çözüm Önerileri ve Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim, 134, 62-69.

- Doğan, O. ve Güçer, Ç. (1976). Su Erozyonunun Oluşum Nedenleri ve Üniversal Denklem ile Toprak Kayıplarının Saptanması. *T.C. Köyişleri Bakanlığı*(41).
- Doğan, O. ve Küçükçakar, N. (1989a). Su Erozyonuna Karşı Toprakların Korunması ve Köy Hizmetleri . *Ankara Araştırma Enstitü Müdürlüğü Yayınları* , 15-158.
- Doğan, O. ve Küçükçakar, N. (1989b). Erozyon Kontrolünde Basit Yöntemle Teras Yapımı ve Köy Hizmetleri. *Ankara Araştırma Enstitü Müdürlüğü Yayınları* , 18-161.
- Doğan, O., (1995). Türkiye’ de Toprak Kaynakları Sorunlar ve Çözümler. *Standart Çevre sempozyomu* (s. 73-79). Ankara: Ankara Üniversitesi .
- Doğan, O., (1995). Türkiye’ de Toprak Kaynakları Sorunlar ve Çözümler. *Standart Çevre sempozyomu* (s. 73-79). Ankara: Ankara Üniversitesi .
- Durán Z.V.H., FranciaM.J.R., Rodríguez P.C.R., Martínez R.A., Cárceles R.B. (2006a) Soil erosion and runoff prevention by plant covers in a mountainous area (SE Spain): implications for sustainable agriculture, *The Environmentalist* 26, 309–319.
- Durán Z.V.H., Rodríguez P.C.R., FranciaM.J.R., Cárceles R.B.,Martínez R.A., Pérez G.P. (2007) Harvest intensity of aromatic shrubs vs. soil-erosion: an equilibrium for sustainable agriculture (SE Spain), *Catena* (in press) available on line at: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).
- Durán, Z.V.H., Rodríguez P.C.R., FranciaM.J.R., Cárceles R.B.,Martínez R.A., Pérez G.P.(2007) *Harvest intensity of aromatic shrubs vs.soil-erosion: an equilibrium for sustainable agriculture (SE Spain),Catena(in press) available on line at: www.sciencedirect.com*.
- Emin, T., Emin, M. (1986). Toprak Taşınması. *Cumhuriyet Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, 2(1), 193- 201, Sivas.
- Francia, J.R., Durán Z.V.H., Martínez R.A., (2006). Environmental impact from mountainous olive orchards under different soil-management systems (SE Spain), *Science of the Total Environment*. 358, 46–60.
- Francis, C.F., Thornes J.B. (1990) *Runoff hydrographs from three Mediterranean vegetation cover types*, in: *Thornes J.B. (Ed.), Vegetation and Erosion, Processes and Environments*, Wiley, Chichester, UK, pp. 363–384.
- Galindo, P. (2007). *Harvest intensity of aromatic shrubs vs. soil-erosion: an equilibrium for sustainable agriculture (SE Spain)*. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com): <http://www.sciencedirect.com> adresinden alındı.
- Graffis, D.W., E.M.Juengenson and M.H.Mc Vickar, (1985). *Approved Practices in Pasture Management*. The Interstate Printers and Publ. 108.



- Gülçur, F. (1974). Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi*, 1970, 201, İstanbul.
- Gyssels, G., Poesen J., Bochet E., Li Y. (2005) *Impact of plant roots on the resistance of soils to erosion by water: a review*, *Prog. Phys. Geog.* 2, 189–217.
- İmal, B., Yılmaz, S., Sağlıcak, Y., Kondur, Y., Öner, N., Yılmaz, S. (2006). *Çankırı (Tümçam)'da Yarı Kurak Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi, Türkiye'de Yarı Kurak Bölgelerde Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Uygulamalarının Değerlendirilmesi Çalışmayı*. 1(15), Ürgüp.
- Karagül, R. (1996). *Trabzon - Söğütlüdere Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Özellikleri ve Erozyon Eğilimlerinin Araştırılması*. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*. Tübitak 23, 53-68.
- Köstler, J.N., Bürückner, E. ve Bibelriether, H. (1968). *Die Wurzeln der waldbaume*, *Paul Parey*, Hamburg, 287(2), 12.
- Kulkarni, S. D., 1989. 'Management of A Dryland Watersheed for Optimum Soil Consevation and Forage Production' *Indian Journal of Dryland. Agric. Res. and Development* 4(2), 35-40.
- Loughran, R.J., Elliott, G.L., McFarlane, D.J., Campbell B.L. (2004). *A Survey of Soil Erosion in Australia using Caesium-13*. *Australian Geographical Studies*. 42(2), 221-233.
- Martínez, R.A., Durán Z.V.H., Francia F.R., (2006). *Soil erosion and runoff response to plant cover strips on semiarid slopes (SE Spain)*, *Land Degrad. Dev.* 17, 1–11.
- Model, W. (2005). *Requirements For Major Factors Affecting Erosion* (<http://topsoil.nserl.purdue.edu/nserlweb/weppmain/jhtml/majfac.html>)  
Erişim tarihi: 11/11/2015.
- Naylor, L.A., Viles H.A., Carter N.E.A., (2002). *Biogeomorphology revisited: looking towards the future*, *Geomorphology* 47, 3–14.
- Nitis, I.M., Lana, K., Suarna, M., Sukanten, W., Putra, S. (1990). *Three Strata Forage System For Smallholder in Dryland Farming Area*. *Indonesian Agric. Res. and Devolopment Journal*. 12(2), 23-28.
- Okur, O. (2010). Karapınar (Konya) Tarihsel Çölleşme Alanı Topraklarının Uzun Süreçte Badem-Akasya Altındaki Kalite Değişimleri. Yüksek lisans tezi, *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.
- Oruç, E. (2010). Murgul Ağaçlandırma Sahasında Yalancı Akasyanın (*Robinia Pseudoacacia*) Yüzeysel Akış Ve Erozyonu Önlemedeki Etkisinin Araştırılması, Yüksek lisans tezi, *Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri*

Enstitüsü, Artvin.

- Özyuvacı, N. (1971). *Topraklarda Erozyon Eğiliminin Tespitinde Kullanılan Bazı Önemli İndeksler*. İ.Ü. Orman Fak. Dergisi, Seri B, 21(1),18-19.
- Özyuvacı, N. (1978). Kocaeli Yarımadası Topraklarında Erozyon Eğiliminin Hidrolojik Toprak Özelliklerine Bağlı Olarak Değişimi. Doçentlik Tezi İ.Ü. Orman Fakültesi Ormancılık Coğrafyası ve Yakın Şark Ormancılığı Kürsüsü, İstanbul.
- Petter, P. (1992). *GIS and Remote Sensing for Soil Erosion Studies in Semi-arid Environments*. Philadelphia University of Lund, Lund. 112.
- Polat, O. ve Polat, S. (2006). *Yarı Kurak Sahalarda Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrol Çalışmaları Adana-Tufanbeyli-Doğanlı ve Evcî Örneği. Türkiye’de Yarı Kurak Bölgelerde Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Uygulamalarının Değerlendirilmesi Çalışmayı, 1(20), Ürgüp.*
- Puigdefábregas, J. (2005) *The role of vegetation patterns in structuring runoff and sediment fluxes in drylands*, Earth Surf. Process. Landf. 30, 133–147.
- Romero, D.M.A., Cammeraat L.H., Vacca A., Kosmas C. (1999) Soil erosion at three experimental sites in the Mediterranean, Earth Surf. Proc. Land. 24, 1243–1256.
- Sanchez, L.A., Ataroff, M., Lopez, R. (2002). *Soil Erosion Under Different Vegetation Covers in the Venezuelan Andes*. The Environmentalist, 22(2), 161-172.
- Serin, Y., Tan M. (2008). *Baklagil Yem Bitkileri*. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yay., 190-178 , Erzurum.
- Smith, P., Goulding K.W., Smith K.A., Powlson D.S., Smith J.U., Falloon P.D. (2001a) *Enhancing the carbon sink in European agricultural soils: including trace gas fluxes in estimates of carbon mitigation potential*, Nutr. Cycl. Agroecosyst. 60, 237– 252.
- Smith, S.V., Renwick W.H., Buddenmeier R.W., Crossland C.J. (2001b) *Budgets of soil erosion and deposition for sediments and sedimentary organic carbon across the conterminous United States*, Glob. Biogeochem. Cycles 15, 697–707.
- Tasser, E., Mader, M., Tappeiner, U. (2003). *Effects of land use in alpine grasslands on the probability of landslides*. Basic Appl Ecol 4:271-280.
- Troeh, F.R., Hobbs, J.A. ve Donahue, R.L. (1991). *Chapter Six: Predicting Soil Loss. Soil and Water Conservation, 2nd ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.*

Tüfekçioğlu, A. ve Güner, S. (2008). Artvin-Murgul Yalancı Akasya Ağaçlandırmalarının Odun Üretimi, Biyokütle, Karbon Depolama, Toprak Islahı ve Erozyonu Önleme Yönlerinden Araştırılması, *Artvin Çoruh Üniversitesi*, Artvin; Proje No: 106O418.

URL-1, 24.06.2015 tarihinde [www.diyadinnet.org.tr](http://www.diyadinnet.org.tr) adresinden alınmıştır.

URL-2, 24.06.2015 tarihinde [www.coğrafyamvehayat.com](http://www.coğrafyamvehayat.com) adresinden alınmıştır.

URL-3, 01.08.2015 tarihinde [www.tema.org.tr](http://www.tema.org.tr) adresinden alınmıştır.

URL-4, 01.10.2015 tarihinde [www.dersnotları.gen.tr](http://www.dersnotları.gen.tr) adresinden alınmıştır.

URL-5, 13.09.2015 tarihinde [www.enyeişlankara.org](http://www.enyeişlankara.org) adresinden alınmıştır.

URL-6, 01.10.2015 tarihinde [www.msxlabs.org](http://www.msxlabs.org) adresinden alınmıştır.

URL-7, 01.10.2015 tarihinde [www.millidegerlerikorumavakfi.net](http://www.millidegerlerikorumavakfi.net) adresinden alınmıştır.

URL-8, 15.02.2016 tarihinde [www.bahcesel.net](http://www.bahcesel.net) adresinden alınmıştır.

Wainwright J., Parsons A.J., Schlesinger W.H. (2002) Hydrology–vegetation interactions in areas of discontinuous flow on a semi-arid bajada, Southern New Mexico, *J. Arid Environ.* 51, 319–338.

Young, A. (1990). *Agroforestry, environment and sustainability*, OutlookAgr. 19, 155–160.

Yurtcan, U.E. (2009). Erozyon Tahmin Analiz Yöntemleri, Erozyon Kontrolü ve Önlenmesi Kapsamında Yapılan Çalışmalar Hakkında Kapsamlı Bir İnceleme. Yüksek lisans tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.

Ziegler, A.D., Giambelluca T.W. (1998) *Influence of revegetation efforts on hydrologic response and erosion, Kaho’Olawe Island, Hawaii*, Land Degrad. Dev. 9, 189–206.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : SevdaBAYRAMOĞLU KAŞ  
Doğum Yeri ve Yılı : Borçka - 28.05.1983  
Medeni Hali : Evli  
Yabancı Dili : İngilizce  
E-posta : mühendis\_sevda@windowslive.com



### Eğitim Durumu

Lise : Mithat Paşa Lisesi - 2000  
Lisans : Kafkas Üniversitesi – 2006

### Mesleki Deneyim

İş Yeri : Azdavay Orman İşletme Md. Çamlıbük Orman İşletme Şefi -2009/2013  
İş Yeri : Kastamonu Orman Bölge Md. Kadastro Mülkiyet Şube Md. -2013 (Halen)