

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**





KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

Trabzon

ÖNSÖZ

“Orman Yolu Dolgu Şevlerinde Zamana Bağlı Doğal Bitkilenme ve Erozyonun Azalmasındaki Etkileri” başlıklı çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez süresince bilgi ve tecrübeleri ile yoluma ışık tutan, her aşamada sorularımı sabırla cevaplayan çok değerli danışmanım Prof. Dr. Selçuk GÜMÜŞ’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Gerek arazi çalışmaları gerek büro çalışmalarında her zaman kapısını aşındırdığım, beni sabırla dinleyen ve sorularımı hiçbir zaman cevapsız bırakmayan çok değerli hocalarım, Arş. Gör. Taha Yasin HATAY ve Arş. Gör. Uğur KEZİK’e şükranlarımı sunarım.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarında yanımda olan orman mühendisi adayları Oğulcan YADİGAROĞLU ve Cemal KALKAN’a katkılarından dolayı teşekkür ederim

Eğitim hayatım boyunca hep arkamda nefesini hissettiğim, gerek sabrı gerek sevgisi ile desteğini ve inancını hiç eksiltmeden hep yanımda olup beni motive eden canım aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje Numarası: FHD-2021-9268

Gizem YORULMAZ

Trabzon, 2021

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Orman Yolu Dolgu Şevlerinde Zamana Bağlı Doğal Bitkilenme ve Erozyonun Azalmasındaki Etkileri” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Selçuk GÜMÜŞ’ün sorumluluğunda tamamladığımı, örnekleri kendim topladığımı, analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 01/07/2021

Gizem YORULMAZ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VIII
SUMMARY	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
TABLolar DİZİNİ.....	XII
KISALTMALAR DİZİNİ	XIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Orman Yolu Kavramı ve Önemi.....	5
1.3. Orman Yolları Tipi ve Standartları	6
1.3.1. Ana Orman Yolu	7
1.3.2. Tali Orman Yolu	8
1.3.2.1. A Tipi Tali Orman Yolu	8
1.3.2.2. B Tipi Tali Orman Yolu.....	8
1.4. Orman Yollarının Ekolojik Etkileri	11
1.5. Orman Yolları ve Erozyon İlişkisi	12
1.6. Bitki Örtüsünün Şev Stabilitesine Etkileri	15
1.7. Şev Stabilizasyon Yöntemleri.....	16
1.7.1. Yapısal Yöntemler.....	17
1.7.2. Bitkisel Yöntemler	18
1.7.3. Biyoteknik Yöntemler	18
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	20

2.1.	Araştırma Alanı ve Özellikleri	21
2.1.1.	Konum	21
2.1.2.	Topoğrafik Yapı.....	22
2.1.3.	İklim.....	23
2.1.4.	Bitki Örtüsü	24
2.2.	Arazi Çalışmaları, Laboratuvar Çalışmaları ve Yöntem	25
2.2.1.	Arazi Çalışmaları	25
2.2.1.1.	Araştırma Alanında Seçilen Orman Yollarının Teknik Özellikleri	25
2.2.1.2.	Toprak Örneklerinin Alınması	25
2.2.2.	Bitkilenme Oranının Tespiti	28
2.2.3.	Laboratuvar Çalışmaları	28
2.2.3.1.	Tekstür Analizi.....	29
2.2.3.2.	Toprak Neminin Tayini (Higroskopik nem)	30
2.2.3.3.	Toprak Ph-EC(Elektriksel İletkenlik) Tayini.....	31
2.2.3.4.	Organik Madde Tayini	31
2.2.3.5.	Toprak İskelet Analizi.....	32
2.2.3.6.	Toprağın Hidrofiziksel Özellikleri	33
2.3.	Yöntem.....	33
3.	BULGULAR.....	37
3.1.	Alan Bilgisi	37
3.2.	Bitkilenme Oranları.....	44
3.3.	Toprak Analizleri	46
3.3.1.	İskelet Analizi.....	46
3.3.2.	Tekstür Analizi	48
3.3.3.	Toprak pH ve EC Analizi	48
3.3.4.	Higroskopik Nem Analizi	49

3.3.5. Organik Madde Tayini	50
3.3.6. Toprağın Hidrofiziksel Özellikleri	50
3.3.7. Yıllık Toprak Kaybı Miktarı	51
3.3.7.1. R Faktörü	51
3.3.7.2. K Faktörü	52
3.3.7.3. LS Faktörü	53
3.3.7.4. C Faktörü	53
3.3.7.5. P Faktörü	54
3.3.7.6. Toprak kaybı (ton/ha/yıl)	55
3.3.8. İstatistiksel Bulgular	55
3.3.8.1. 269 Kodlu (10 Yıllık) Yol İçin İstatistiksel Bulgular	56
3.3.8.2. 307 Kodlu (5 Yıllık) Yol İçin İstatistiksel Bulgular	57
3.3.8.3. 315 Kodlu (Yeni Yapılmış) Yol İçin İstatistiksel Bulgular	58
4. TARTIŞMA	59
5. SONUÇLAR	63
6. ÖNERİLER	64
7. KAYNAKLAR	66
8. EKLER	71

ÖZGEÇMİŞ

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

ORMAN YOLU DOLGU ŞEVLERİNDE ZAMANA BAĞLI DOĞAL BİTKİLENME VE EROZYONUN AZALMASINDAKİ ETKİLERİ

Gizem YORULMAZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Selçuk GÜMÜŞ
2021, 65 Sayfa, 25 Sayfa Ek

Orman yolları yapım aşamasında yapılacağı geçki boyunca yamaç kazısını zorunlu kılmakta ve bu zorunluluk çoğunlukla erozyonun ve yüzeysel akışın artması, toprak özellikleri üzerinde birçok olumsuz etki yaratması gibi etkiler olarak karşımıza çıkmaktadır. Orman yolları yapımı sonucunda yüzeyleri eğimli kazı ve dolgu şevi oluşur. Bu şevler yapay olarak eğimlendirildiği ve madeni toprak yüzeylere sahip oldukları için erozyona karşı daha duyarlı hale gelirler.

Bu çalışmada aynı bakı ve yükselti kademesinde bulunan orman yollarından yeni yapılmış, 5 yıllık ve 10 yıllık orman yolları seçilmiş ve bu yolların dolgu şevlerinden toprak örnekleri alınmış ve kareyaj yöntemi kullanılarak drone ile bitkilerin toprağı örtme derecesi tespit edilmiştir. Alınan bu toprak örnekleri üzerinde çeşitli analizler yapılarak orman yolları dolgu şevlerinde zamana bağlı doğal bitkilenmenin erozyon üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada USLE modelinin metrik sisteme dönüştürülmüş ve Avrupa koşullarına uyarlanmış simülasyonu olan ABAG yöntemi kullanılmıştır. Bitkilenme ile yüzeylerin kapanma oranları; 10 yıllık yol için %93, 5 yıllık yol için %80 ve yeni yapılmış yol için ise henüz bitkilenme başlamadığı için %0 olarak belirlenmiştir. ABAG yöntemine göre 10 yıllık orman yolundaki yıllık toprak kaybı miktarı 1,59 ton/ha/yıl, 5 yıllık orman yolundaki yıllık toprak kaybı miktarı 1,75 ton/ha/yıl son olarak yeni yapılmış orman yolunda ise bu değer 15,52 ton/ha/yıl olarak karşımıza çıkmaktadır. Toprak kaybının %88'inin ilk yıl olduğu göz önüne alındığında, 5 yıllık süreçte meydana gelen toprak kaybı miktarının göz ardı edilecek bir seviyede kaldığı, dolayısı ile dolgu şevlerinin doğal olarak kendilerini topladıkları göz önüne alınarak bu çalışma alanında dolgu şevlerinde herhangi bir stabilizasyon işleminin yapılmasına gerek olmadığı önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Orman Yolu, Şev, Erozyon, Stabilizasyon Yöntemleri, ABAG, Doğu Karadeniz Bölgesi

Master Thesis

SUMMARY

TIME-DEPENDENT CHANGE OF NATURAL VEGETATION ON FOREST ROAD FILL SLOPES AND ITS EFFECTS ON EROSION DECREASE

Gizem YORULMAZ

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Biology Graduate Program
Supervisor: Assoc. Prof. Selçuk GÜMÜŞ
2021, 65 Pages, 25 Pages Appendix

Construction phase of forest roads makes it obligatory to side slop excavation along the route and this obligation mostly results in many negative effects on soil characteristics such as increasing of erosion and surface runoff. At the construction phase of forest roads, cutting slopes and embankment slopes, which their surface are curved, are built. Because the slopes are artificially and have mineral soil surfaces, they become more susceptible to erosion.

In this study; new, 5 years old and 10 years old forest roads which are at the same aspect and altitude; soil samples are collected from fill slope of these road; as using carelage method with drone, the level of that the plants cover the soil are detected. The various analyses are made on the soil sample; so its searched that the effects of natural plantation fill slopes over the erosion. At that study; the ABAG method which is transform from USLE model to metric system and which is simulation of adaptaion to European Norms. Closure rates of surfaces by vegetation determines as; 93% for 10-year road code 269, 80% for the 5-year 307 code road and 0% for the newly constructed road with 315 codes because vegetation has not started yet there. According to the ABAG method, the annual amount of soil loss on the 10-year forest road is 1.59 tons/ha/year, the annual soil loss on the 5-year forest road is 1.75 tons/ha/year, and lastly, on the newly built forest road, this value is 15.52 tons/ha/year. According to these results, it's recommended that the amount of soil loss that occurred in the 5-year period remained at a negligible level, therefore, considering that the embankment slopes naturally collect themselves, there is no need for any stabilization process in the embankment slopes in this working area.

Key Words: Forest roads, Slope, Erosion, Stabilization Methods, ABAG, Eastern Blacksea Region

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Ana Orman Yolu	7
Şekil 2. A Tipi Orman Yolu	8
Şekil 3. B Tipi Orman Yolu	8
Şekil 4. Orman Yolu Enkesit Ölçüleri.....	9
Şekil 5. Şev Stabilizasyon İşlemleri Maliyet Oranı.....	19
Şekil 6. İş Akışı	20
Şekil 7. 269 Kodlu Yol (10 Yıllık).....	21
Şekil 8. 307 (5 Yıllık) ve 315 Kodlu (Yeni Yapılmış) Yollar.....	22
Şekil 9. Doğu Karadeniz Bölgesi İçin Zonlar	23
Şekil 10. Walter'e (1975) göre Trabzon ili iklim diyagramı.....	24
Şekil 11. 269 Kodlu Yol (10 Yıllık) Örnek Alanlar	25
Şekil 12. 307 Kodlu Yol (5 Yıllık) Örnek Alanlar	26
Şekil 13. 315 Kodlu Yol (Yeni Yapılmış) Örnek Alanlar.....	26
Şekil 14. 269 Kodlu Yol (10 Yıllık) İçin Örnek Toprak Profili ve Toprak Örneği.....	27
Şekil 15. 315 Kodlu Yol (Yeni Yapılmış) İçin Örnek Toprak Profili ve Toprak Örneği ...	27
Şekil 16. Drone ile Fotoğraflandırmanın Yapılması	28
Şekil 17. Toprak Tekstür Üçgeni (Karaöz, 1989)	30
Şekil 18. Toprak hidrofiziksel özellik hesaplayıcı	33
Şekil 19. 269 Kodlu Yol (10 Yıllık) İçin Bakı Analizi	38
Şekil 20. 269 Kodlu Yol (10 Yıllık) İçin Eğim Analizi	39
Şekil 21. 307 Kodlu Yol (5 Yıllık) İçin Bakı Analizi	40
Şekil 22. 307 Kodlu Yol (5 Yıllık) İçin Eğim Analizi	41
Şekil 23. 315 Kodlu Yol (Yeni Yapılmış) İçin Bakı Analizi	42
Şekil 24. 315 Kodlu Yol (Yeni Yapılmış) İçin Eğim Analizi	43
Şekil 25. Karelaj Örneği (Kapalılık %75)	44
Şekil 26. 315 Kodlu Yol (Yeni Yapılmış) İçin Bir Örnek Alan Fotoğrafı.....	45
Şekil 27. 10 Yıllık (269 Kodlu) Yılında Yapılmış Orman Yolunun İskelet Dağılımı	46
Şekil 28. 5 Yıllık (307 Kodlu) Yılında Yapılmış Orman Yolunun İskelet Analizi.....	47
Şekil 29. Yeni Yapılmış (315 Kodlu) Orman Yolunun İskelet Analizi	47
Şekil 30. Toprak Tekstürü Sonuçları.....	48

Şekil 31. Toprak pH ve EC Sonuçları	49
Şekil 32. Higroskopik Nem Analiz Sonuçları	49
Şekil 33. Organik Madde Sonuçları	50
Şekil 34. Toprağın Hidrofiziksel Özellikleri - 1	50
Şekil 35. Toprağın Hidrofiziksel Özellikleri – 2	51
Şekil 36. Türkiye’de Ortalama Yıllık Erozyon İndeksleri Dağılımı (Doğan,1987).....	51
Şekil 37. Toprak Kaybı Miktarları (ton/ha/yıl)	55
Şekil 38. 269 Kodlu Yolun (10 Yıllık) İstatistiksel Analizleri.....	56
Şekil 39. 307 Kodlu Yolun (5 Yıllık) İstatistiksel Analizleri.....	57
Şekil 40. 315 Kodlu Yolun (Yeni Yapılmış) İstatistiksel Analizleri.....	58



TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Orman Yolları Geometrik Standartları.....	7
Tablo 2. Orman yol tipinin seçiminde kullanılan gerekli hacim miktarları (OGM, 2008) ...	9
Tablo 3. Orman Yol Yapım Programı Uygulama Sonuçları, 2016-2020.....	10
Tablo 4. Bakım, Onarım, Sanat Yapısı ve Köprü Programı Uygulama Sonuçları, 2016-2020	10
Tablo 5. Ormanın Yüzeysel Akışa Etkisi	13
Tablo 6. Meşcere Kapalılığının Yüzeysel Akış Üzerindeki Etkisi.....	14
Tablo 7. Alçak Bir Bitki (Çalı+Ot) Örtüsünün Erozyona Karşı Sağladığı Koruma.....	15
Tablo 8. Yıllık Yağışın 1500 mm Olduğu Havzalarda Yol Yapımından Önce, Yol Yapımı Sırasında ve Yapımından Sonra Erozyon Şiddetleri	15
Tablo 9. Toprak organik maddesinin tanıtımı (Petri ve Wagner, 1978)	31
Tablo 10. Agregat boyut ve sınıfları tablosu (BK, 1994).....	32
Tablo 11. Çalışma Alanları.....	44
Tablo 12. Her Yol İçin K Faktörü Ortalama Değerleri	52
Tablo 13. Her Yol İçin LS Faktörü Ortalama Değerleri.....	53
Tablo 14. Devamlı mera, otlak veya boş arazi için C değerleri (Arnoldus, 1997).....	54
Tablo 15. Her Yol İçin C Faktörü Ortalama Değerleri.....	54

KISALTMALAR DİZİNİ

EBT: Ekstrem B Tipi Tali Orman Yolu

EC: Elektriksel Kondüktivite

FAO: Food and Agriculture Organization

gr: Gram

ha: Hektar

kPA: Kilopascal

kg: Kilogram

km: Kilometre

m: Metre

ml: mililitre

mm: Milimetre

MPa: Megapascal

NBT: Normal B Tipi Tali Orman Yolu

OGM: Orman Genel Müdürlüğü

pH: Power of Hydrogen

SBT: Standartları Yükseltilmiş B Tipi Tali Orman Yolu

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Orman ekosistemleri geçmişte büyük oranda odun hammaddesi amacı ile işletilip yönetilmekte iken (Zengin, ve diğerleri, 2013), günümüzde bu anlayış değişmeye başlamış ve bu ekosistemlerin eşsizliğinin farkına varılarak ekonomik fonksiyonlarının yanı sıra paha biçilemez sosyal ve ekolojik fonksiyonlarının da olduğu anlaşılmıştır. Bu farkındalıkla birlikte bu ekosistemlerinin karmaşık yapısının çevresel faktörlerle birlikte ekolojik ilişkisinin analizi de birçok çalışmaya konu olmaya başlamış, orman ekosistemlerinin yapı ve fonksiyonunun analiz edilmesinin yanında, sağladığı ürün ve hizmetlerin önemi de somut olarak sunulmaya başlanmıştır. Bunun için ulusal ve uluslararası düzeyde ekosistem tabanlı orman yönetim planları geliştirilmiş ve geliştirilmeye de devam edilmektedir (OGM, 2017). Bu kapsamda orman ekosistemlerinin yapı ve fonksiyonlarını bilimsel olarak ekolojik açıdan analiz etmek önem arz etmektedir. Tüm bu gelişmelere paralel orman ekosistemlerine daha kolay erişilmesini sağlayarak ürün ve hizmetler hakkında detaylı analiz ve faydalanma imkânı sunan orman yollarına da ihtiyaç her geçen gün artmaktadır.

Bunun yanı sıra, ormanların işletmeye açılması, orman yangınlarına müdahale, insanlara ve böceklere karşı ormanların korunması, orman işçi ve malzeme nakli gibi ormancılık faaliyetlerinin sağlanabilmesi amacı ile bir orman yol ağına ihtiyaç duyulmaktadır. Orman yolları; ormanların işletmeye açılmasını sağlayan, orman içi ve orman dışı ulaşımı kuran tek şeritli yollar olarak tanımlanmıştır. Orman yolları odun hammaddesi, personel, malzeme ve ekipman naklinin dışında halkın rekreasyonel taleplerin giderilmesine de imkân sağlamaktadır. Orman yolları bu nedenle ekonomik, sosyal hatta kültürel fayda oluşturmaktadır (Erdaş, 1997).

Eğimli alandaki ormanların, düz arazilerdeki orman alanlarının artan bir hızla tarım ve otlak alanları haline dönüştürülmesine yol açacağından gelecekte bugünkünden çok daha fazla önem kazanacağı kuşkusuzdur (Görcelioğlu, 2004). Orman yolları yapılırken gereğince özverili davranılmadığında ve tedbirler alınmadığı zaman sorunları beraberinde getirmektedir. Bu sorunlardan en önemlisi erozyonun hızlanmasıdır. Erozyon bir toprak taşınması değil, sel, taşkın, sedimentasyon vb. gibi olaylardaki etki ve katkılarıyla birlikte zararlı olaylar zinciri şeklinde düşünülmelidir (Uzunsoy & Görcelioğlu, 1985).

Türkiye, topoğrafik yönden oldukça engebeli bir ülkedir. Eğimi yüksek arazilerin fazla olması nedeni ile de yurdumuz erozyonun çok şiddetli ve yaygın olduğu ülkeler arasında yer almaktadır. Engibeli arazilerde gerçekleştirilen yol yapım çalışmalarında ortaya çıkan derin kazılar ve dolgular doğal peyzajı, ekolojik dengeyi bozan etkenleri oluşturmaktadır. Yol yapım çalışmaları sırasında bitkisel yüzey toprağının gereğince korunmaması, kazılarak ortamdaki uzaklaştırılması sonucunda yolun çevresindeki alanlar erozyonla karşı karşıya kalmakta, yolun ve çevrenin görünümünü olumsuz yönde etkilemektedir (Emir, 2006). Bunların dışında olumsuz etkiler arasında orman alanı kaybı, ağaçların yaralanması ve sonrasında böcek afetleri, erozyon ve heyelanlara zemin hazırlaması olarak da belirtilmiştir (Acar H. H., 1999).

Yıl sonu envanterine göre 2015 yılında; 287 526 km orman yolu planlanmış, planlanan bu yolların 179 017 km inşa edilmiştir. Aynı zamanda ormancılık hizmetlerinin yerine getirilmesinde kullanılabilen nitelikte olan 52 029 km köy yolu, 13 593 km kara yolu ve 14 197 km muhtelif yol bulunmaktadır. Bu verilere göre ormancılık işleri için kullanılabilen mevcut yol miktarı toplam 258 639 km olmaktadır. Mevcut planlamaya göre yapılması gereken 28 687 km yol daha bulunmaktadır (Gümüş, Hacısalihoglu, Kezik, & Karadağ, 2017). Yeni yapılacak orman yollarının tekniğine uygun olarak yapılması ve toprak kaybını önleyici tedbirlerin alınması orman yollarının çevreye vermiş olduğu zararı en aza indirebilir (Gümüş & Türk, 2010). Orman yolları, ormancılık yönetimi faaliyetlerinin temel altyapısını üstlenir ve yönetim birimlerinde farklı amaçlar göz önünde bulundurularak farklı yoğunluklarda inşa edilir. Sonuç olarak, ormancılık faaliyetlerinde, orman yollarının yapımı, çevresel zarar oluşturan en önemli faktörlerin başında gelmektedir. Orman yollarının, toprak özellikleri üzerinde birçok olumsuz etkiye yol açtığı ve yüzeysel akış ile erozyonu arttırdığı ve bunun şiddetli yağıştan sonra toprağın büyük miktarda taşınmasına neden olduğu bildirilmiştir (Ziegler, ve diğerleri, 2004).

Orman yolları, ormanlık sistemlerdeki en büyük sediment kaynağıdır (Ketcheson, Megahan, & King, 1999). Organik madde ve besin bakımından zengin yüzey toprağının erozyona uğraması ve sıkışması orman verimliliğini azaltır (Pritchett & Fisher, 1987). Orman yollarındaki zararlar üst toprağın ve organik maddenin aşınması ile toprak sıkışması ve erozyonunu içermektedir. Toprak zararı şevlerde ve yol yüzeyindeki infiltrasyon oranı ile yüzeysel ve yüzey altı akışı etkilemektedir.

Orman ekosistemlerindeki yol yapım çalışmalarının erozyon eğilimini ve toprak özelliklerini önemli ölçüde etkilediği çalışmalarda bildirilmektedir. Doğu Karadeniz Bölgesinde, yapılan güncel bir çalışmada (Hacısalıhoğlu, Gümüş, Kezik, & Karadağ, 2018) yıllık toprak kaybının dolgu şevlerinde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yine bu çalışmada yol yapım çalışmalarının üst toprak kaybını ve toprağın organik maddesi ile su tutma kapasitesi ve hacim ağırlığı gibi önemli kalite göstergelerini de etkilediği bildirilmiştir. Bununla birlikte, şev stabilizasyonunda toprak sıkışması da önemli derecede şev stabilizasyonunu etkileyen diğer toprak özellikleri arasında yer almaktadır. Toprak sıkışması, toprağın birçok özelliğini etkileyen önemli bir faktör olup, dinamik bir yük veya basınç altında toprak tanelerinin tertiplenme tarzının bozularak birbirine daha yakın bir şekilde yeniden tertiplenmeleri suretiyle porozite ile boşluk oranının azalması ve toprak hacim ağırlığının artması şeklinde tanımlanmaktadır (Aksakal, 2004).

Toprak sıkışması, bitki gelişimini engelleyen fiziksel bir etmendir. Yapılan çalışmalarda, 80 kPa ve üzerindeki toprak sıkışıklığının bitkilerde kök gelişimini engellediğini belirtilmektedir. (Bowen ve Coble, 1967; Okursoy, 1992). Godwin (1990)'a göre, farklı ürünler için değişmekle birlikte, 0,9-1,5 MPa (9-15 bar) arasındaki toprak dirençleri genellikle kök gelişimini sınırlandırmaktadır. Benzer şekilde, topraktaki boşluk oranının %35'in altına düşmesi (Okursoy, 1992; 2000) ve makro porların %10'dan daha az olması bitkiler için zararlı olan toprak sıkışıklığının oluştuğunu göstermektedir (Gupta vd., 1990; Hakansson ve Lipiec, 2000). Toprak sıkışmasına bağlı olarak bitki gelişimi de etkilenerek şev stabilizasyonunu sağlayan bitki kök oranı azalacak bu da erozyonla toprak kaybını hızlandırıcı etki oluşturabilecektir. Bu kapsamda bitki gelişimini olumsuz etkileyen toprak sıkışma derecesini araştırmak önem arz etmektedir. Toprak sıkışması, toprakların gelecekteki verimliliğini ve sürdürülebilirliğini tehlikeye atan, toprak bozulmasına yol açabilecek en önemli faktörlerden biridir. (Kezik & Altun, 2015).

Orman yollarında şevler; yarma ve dolgularda, platform kenarının doğal zeminle bağlantısını sağlamak amacıyla oluşturulan eğimli zemindir. Sahip oldukları eğim, bitki örtüsünün yol yapımı sırasında kaldırılmış olması ve çeşitli ekolojik nedenlerle şevlerde toprak hareketleri sık görülmektedir (Emir, 2006). Orman yolları yapımında oluşturulan şevler, su, rüzgâr ve don gibi doğal faktörlerin etkisi ile önce stabilitesini kaybeder sonra toprak cinsine, eğim açısına, yön ve su iletim durumuna bağlı olarak parmak erozyonu,

rüzgâr erozyonu, toprak kayması ve taş yuvarlanmaları gibi olaylar ile karşı karşıya kalmaktadırlar (Acar, Üçler, & Ölmez, 2002).

Bitkisel örtüleme ile dikilen bitkilerin köklenmeleri sonucu, şev üzerinde erozyonla karşı karşıya olan toprak tabakalarında erozyon tehlikesi önlenirken ya da azaltılırken şevin alt kısımlarında su ile taşınmış toprak ve ana kaya tabakalarının birbirleriyle kaynaşmasını sağlamakta ve böylece heyelan tehlikesini azaltmakta veya tamamen ortadan kaldırmaktadır. Yapılan bitkisel düzenleme ile kar siperi, çığ, kaya uçması ve taş düşmesine karşı önlemler alınabilmektedir (Acar, 1997).

Literatürde şev stabilizasyonu olarak ele alınan bu konuda; genel anlamı ile stabilizasyon terimi, zeminin doğal mukavemetinin artırılması veya korunması için yapılan her türlü işlemi kapsamaktadır. Bu işlemlerin arasında toprağın sıkıştırılması, drenaj, şevlerin yeşillendirilmesi ve ağaç dikilmesi gibi çalışmalar da yer almaktadır. Bununla beraber bu terim daha geniş olarak, zemin özelliklerinin katkı maddesi kullanılarak iyileştirilmesi şeklinde de yorumlanmaktadır. Bu konuda genel itibariyle şevlerde; istinad (dayanma) ve kaplama duvarları, tel kafesler, tohum ekme, çalılendirme, canlı örme çit tesisi, ağaçlandırma gibi insan eliyle yapılan yöntemler kullanılmaktadır.

Şev stabilizasyon işlemleri yapımı zor, iyi işçilik gerektiren ve maliyeti yüksek yatırımlardır. Uygun şekilde yapıldıklarında ve zamanında gerekli olan bakımları yapıldığı takdirde ancak kendi harcamalarını karşılayabilmektedirler.

Literatür değerlendirmesi olarak; konu ile ilgili literatürde çok az sayıda çalışma bulunmakla birlikte genellikle şev stabilizasyonu olarak ele alınmış fakat tam anlamıyla doğal bitkilendirme üzerine durulmamıştır. Daha önce yapılan konu ile ilgili çalışmalarda şev stabilizasyon işlemlerinden biri olan bitkilendirme ve orman yollarında erozyonu etkileyen faktörler ile ilgili bilimsel çalışmalar söz konusu olup, bazıları aşağıda verilmiştir.

Orman yollarının yapımından kaynaklı erozyonun hızlanmasının başlıca nedenlerini Megahan (1977)'e atfen Görçelioğlu (2004);

- Bitki örtüsünün ortadan kaldırılması,
- Toprağın doğal strüktürünün bozulması,
- Şevlerde eğimlerin artması,
- Yol yüzeyinde infiltrasyon hızının azalması,
- Yüzey altı su akışlarının kazı şevleri nedeniyle kesintiye uğraması,

- Şevlerde basınç gerilmelerinin değişmesi,
- Yağmur sularının hendeklerde toplanması şeklinde sıralamıştır.

Gümüş ve Türk (2010), orman yollarında meydana gelen toprak kaybı sorunları konusunu ele almış, bu sorunların ana nedeninin orman yolu inşaatı sırasındaki yol yapım standartlarına göre yapılmaması olduğunu, gerekli denetimler ve bakımların yapılması ve yollara ayrılan yatırım payının artırılması ile bu sorunların önüne geçilebileceğini savunmuşlardır.

Clouston (1990) yaptığı bir araştırmada çim ve yer örtücü bitkilerin toprak aşınmasına karşı çok iyi yüzeysel etkiye sahip olduklarını fakat bu şekilde bitkilendirilen yerlerin sonradan ağaç ve ağaççıklarla desteklenmesi gerektiğini belirtmiştir.

Emir (2006) yaptığı araştırmada ise bambu bitkisi ile bitkilendirmeyi ele almış bu çalışma sonucunda bambu bitkisinin çok iyi toprak muhafaza karakteri göstermekte olduğunu ve çok hızlı bir şekilde alanı kapladığı için şev stabilizasyonunda kullanılması gerektiği kanısına varmıştır.

Acar ve ark. (2002) orman yol şevlerinde doğal olarak bulunan Kapari bitkisinin gelişimi üzerine yaptıkları çalışmada bu bitkinin derin kök yaparak toprağı tutması, uzun ömürlü olması ve yüzeysel akışı tutabilmesi nedeniyle şevleri uzun yıllar stabil tutabileceğini saptamışlardır.

Bu araştırmada uygulama alanlarındaki orman yolu dolgu şevi yüzeylerinde zamana bağlı olarak doğal yolla gelen bitkilerin, toprak kayıplarını engelleme üzerindeki etkileri sorgulanacaktır. Bu kapsamda yollardan alınacak toprak örnekleri üzerinde analizler yapılacak ve ayrıyeten doğal bitkilendirme ile ilgili ölçümler de yapılarak ABAG yöntemi ile yıllık toprak kaybı miktarı saptanacaktır. Sonuç olarak araştırma alanında koruyucu yapay önlemlere gerek olup olmadığı değerlendirilecektir.

1.2.Orman Yolu Kavramı ve Önemi

Orman yolları; ormanların işletmeye açılmasına hizmet eden, lastik tekerlekli araçların yıl boyunca nakliyat yapmasına yönelik, orman içi ve orman dışı bağlantıyı sağlayan tek şeritli toprak yollar olarak tanımlanır (Erdaş, 1997).

Orman yolları da bir karayoludur. Teknik, ekonomik ve orman ürünleri taşımacılığı yönü ile diğer karayollarından ayrılmaktadır. Teknik olarak en önemli fark orman yollarının geometrik boyutlarının (yol genişliğinin, kurp yarıçaplarının, eğimlerinin, sanat yapılarının vs.) daha küçük olması iken ekonomik yönden en önemli fark ise orman yollarının ormanı parçalamayan, yol yapım ve bakım giderlerini en az düzeyde tutan ve yol yapım ve bakım giderleri ile sürütme giderleri arasında bir denge sağlayan hususları içeren bir yol oluşundandır. Orman ürünleri taşımacılığı yönünden en önemli fark ise orman yollarının bir orman yol yoğunluğu oluşturarak yol aralıkları ile bölmeden çıkarma tekniğini dikte etmesi, orman yollarının orman mühendisleri için bir çalışma alanı, orman ürünleri için geçici depo ve istif yeri olması ve orman içi ile orman dışı alanlar arasında taşımayı sağlayan transport araçlarına hızlı taşımayı değil ancak güvenli bir şekilde taşımayı sağlaması olarak söylenebilir (Erdaş, 1997).

Karayollarında olduğu gibi orman yollarının da yanlış uygulamalar sonucu birtakım olumsuz etkileri ortaya çıkabilmektedir. Bu olumsuz etkiler başlıca;

- a) Prodüktif orman arazisi kaybı
- b) Doğanın tahribatı
- c) Erozyon riskinin artması
- d) Usulsüz müdahalelere zemin oluşturması şeklinde gerçekleşebilmektedir (Aykut & Murat, 2005).

1.3.Orman Yolları Tipi ve Standartları

Orman Yolları, bir yılda üzerinden taşınacak emval miktarları, yapılış gayeleri, trafik yoğunluğu, seyir halindeki araçların büyüklüğü ve tonajları dikkate alınarak üç ana gruba ayrılmıştır. Sırasıyla;

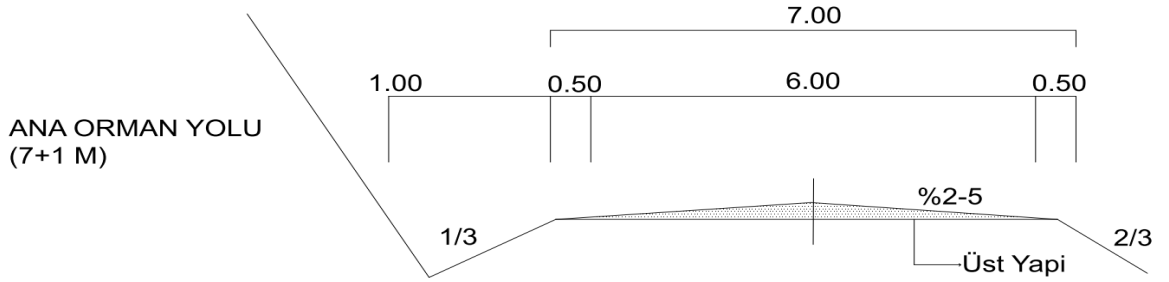
Ana orman yolları, tali orman yolları (A tipi tali orman yolu ve B tipi tali orman yolu) ve traktör yollarıdır. Bu yolların geometrik standartları aşağıdaki tabloda verilmiştir (OGM, 2008).

Tablo 1. Orman Yolları Geometrik Standartları

YOLUN TİPİ	BİRİMİ	ANA ORMAN YOLU	TALİ ORMAN YOLU				TRAKTÖR YOLU
			A-TİPİ	B-TİPİ			
				SBT	NBT	EBT	
Platform Genişliği	m	7	6	5	4	3	3.5
Şerit Sayısı	Adet	2	1	1	1	1	1
Azami Eğim	%	8	10	9	12	12	20
Asgari Kurp Yarıçapı	m	50	35	20	12	8	8
Şerit Genişliği	m	3	3	3	3	3	3
Banket Genişliği	m	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
Hendek Genişliği	m	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	
Üst Yapı Genişliği	m	6	5	4	3	3	
Köprü Genişliği	m	7+(2x0.6)	6+(2x0.6)	5+(2x0.6)	4+(2x0.6)		

1.3.1. Ana Orman Yolu

Trafığe uygun platform genişliği 7 metre ve hendek genişliği 1 metre olup toplam genişliği 8 metre olan ana dereleri takip eden yollardır (OGM, 2008).

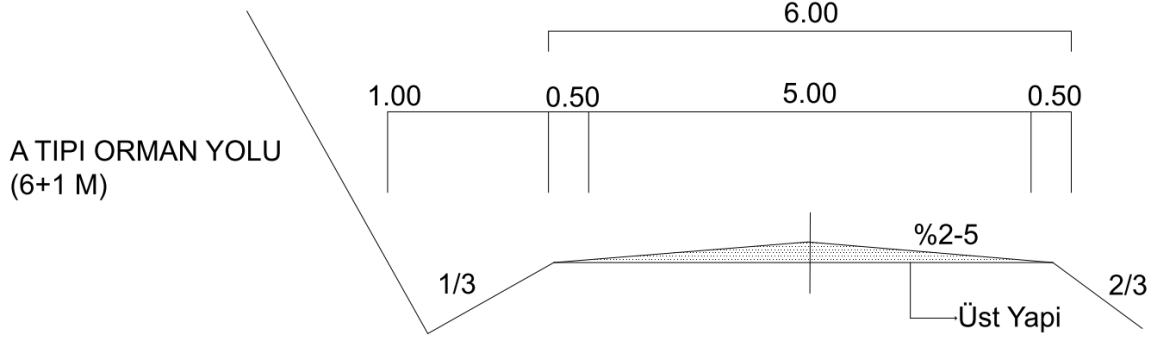


Şekil 1. Ana Orman Yolu

1.3.2. Tali Orman Yolu

1.3.2.1. A Tipi Tali Orman Yolu

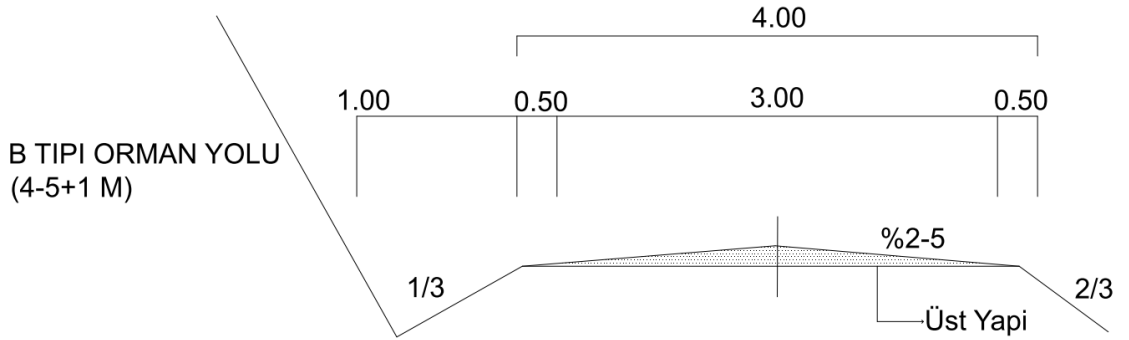
Trafiğe uygun platform genişliği 6 metre ve hendek genişliği 1 metre olup toplam genişliği 7 metre olan ana dere yollarıdır (OGM, 2008).



Şekil 2. A Tipi Orman Yolu

1.3.2.2.B Tipi Tali Orman Yolu

Trafiğe uygun platform genişliği 3-5 metre ve hendek genişliği 0,50-1 metre olup toplam genişliği 3,5-6 metre olan dere ve yamaç yollarıdır. (OGM, 2008).

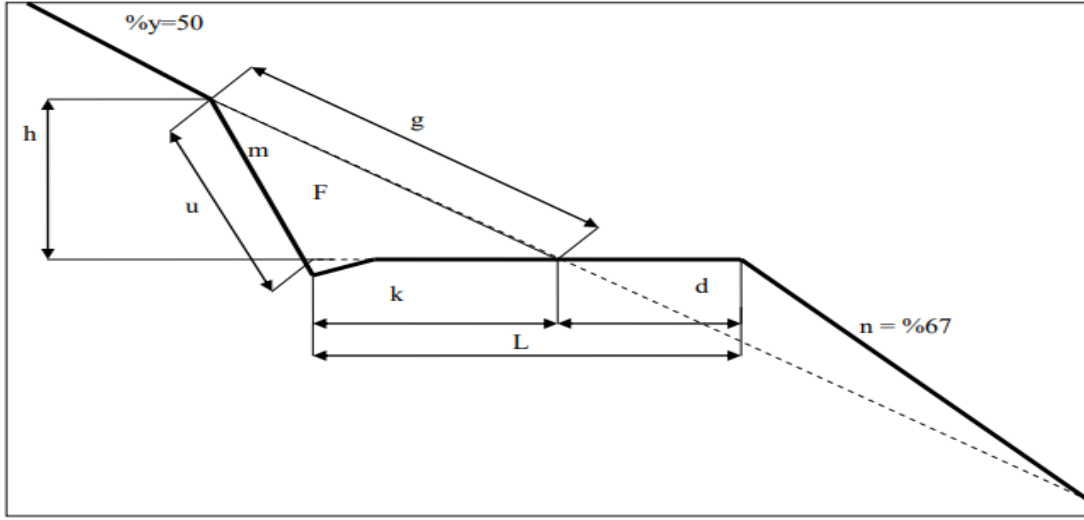


Şekil 3. B Tipi Orman Yolu

Tablo 2. Orman yol tipinin seçiminde kullanılan gerekli hacim miktarları

YOL TİPİ	GEREKLİ HACİM(m ³)
Ana Orman Yolu	50000 m ³ 'ten fazla ise
A tipi tali orman yolu	50000 m ³ -25000 m ³ arası
B tipi tali orman yolu	25000 m ³ 'ten az ise

Orman yollarında bulunan şevlerin oranları şu şekildedir; kazı şevleri (m) 2/1, 3/1, 4/1 ve 5/1 oranlarına göre tesis edilirken dolduru şevleri (n) doğal zeminlerin durağan eğimi olan 2/3 oranında yani %67 eğime göre yapılmaktadır (OGM, 2008).



Şekil 4. Orman Yolu Enkesit Ölçüleri

Geçtiğimiz son 5 yılda (2016-2020) 278 adet orman yol ağı planı tamamlanarak toplam 2.707 km yol çalışması gerçekleştirilmiş, 199.988 km yapım, bakım ve onarım çalışması, 2.071 km sanat yapısı ve 55 metre köprü inşası tamamlanmıştır. Bu işlemlere ayrılan bütçe aşağıdaki tabloda verilmiştir (OGM, 2020).

Tablo 3. Orman Yol Yapım Programı Uygulama Sonuçları, 2016-2020

	Birim	2016	2017	2018	2019	2020			
						Program		Uygulama	
						Miktar	TL	Miktar	TL
Orman Yol Ağı Planı	Adet	126	140	143	298	280	10.101.000	278	8.923.644
Yeni Yol	Km	1.852	2.542	2.902	1.324	2.61	86.615.000	2.675	78.586.324
Aplikasyon	Km	6.188	7.721	8.826	109				
Yangın Emniyet Yolu	Km	324	125	169	113	178	772.000	173	600.720
Kule Kulübe Yolu	Km	4	2	3					
Traktör Yolu	Km	751	684	969	1.025	1.564	13.985.300	1.538	11.191.431
Depo Dahili Yol	Km	171	139	147	136	174	2.784.000	167	2.592.306

Tablo 4. Bakım, Onarım, Sanat Yapısı ve Köprü Programı Uygulama Sonuçları, 2016-2020

	Birim	2016	2017	2018	2019	2020			
						Program		Uygulama	
						Miktar	TL	Miktar	TL
Büyük Onarım	Km	2.276	2.768	3.184	1.389	1.266	22.996.000	1.354	20.069.534
Üst Yapı	Km	2.142	2.52	2.843	515	670	14.138.000	710	13.468.317
Köprü	M	323	190	111	12	55	1.565.000	55	1.552.447
Sanat Yapısı	Km	3.131	3.21	3.696	873	1.935	40.554.000	2.071	38.228.178
Yangın Emniyet Yolu Bakım	Km	23.675	23.765	24.584	24.911	25.126	8.262.000	25.088	7.105.754
Kule Kulübe Yol Bakım	Km	1.628	1.579	1.605	1.562	1.565	489.000	1.585	397.650
Üretim Yolu Bakım	Km	154.260	157.891	169.293	168.590	173.300	79.150.000	171.251	68.423.097

1.4. Orman Yollarının Ekolojik Etkileri

Ülkemizde; zor arazi şartlarının hüküm sürdüğü alanlar üzerinde bulunan ormanların ıslahı, bakımı, ekim ve dikim gibi tamamlama çalışmalarının gerçekleştirilmesi, ormanın koruma işlerinin sürekli ve kontrollü olarak yürütülmesi, özellikle orman yangınları ve böcek afetlerinin kontrol altına alınması, malzeme ve personelin ulaşımını sağlaması, orman ürünlerinin ekonomik olarak taşınması görevlerini üstlenen orman yolunun rasyonel olarak planlanması modern orman işletmeciliği bakımından zorunlu bulunmaktadır (Seçkin, 1978).

Orman yolları ormancılık faaliyetlerini gerçekleştirmek için orman içerisinde inşa edilen tek şeritli ekonomik yollardır şeklinde tanımlanabilir. Tek şeritli olmasının nedeni ise doğaya minimum müdahaleyi yapmaktır.

Her inşaat gibi orman yolu yapımı da doğanın yara alması demektir. Bu nedenle orman yollarının yapımında ekonomi ile ekoloji arasındaki denge korunmak zorundadır. Yol ağı, ekosistemler üzerinde birçok ekolojik etkiye sahiptir (Forman & Deblinger, 2000). Yollar; akarsular, yer altı sularının akışları, yaban hayatı koridorları boyunca hayvan hareketliliği, toprak, kar ve rüzgârla tohum akışı, ekosistemler arasındaki insan hareketliliği ve insan, mal ve eşya taşıyan araç hareketliliği şeklinde sıralanabilecek doğal akışları ve ekolojik süreçleri kesintiye uğratabilir.

Yolların en belirgin ekolojik etkileri;

- a) Habitat kayıpları,
- b) Yüzeysel akışlardaki değişimler,
- c) Sedimentasyon etkisi,
- d) Türlerdeki değişimler,
- e) Orman yoluna ulaşım ve buna bağlı tahribatlar (kaçakçılık, av, otlatma, açmacılık, vb.) (Reed vd., 1996; Forman vd., 1998) şeklinde sıralanabilir.

Yolların ekolojik etkileri Forman ve Alexander (1998) tarafından aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır. Buna göre;

1-Yolların vejetasyon ve hayvanlar üzerindeki etkileri,

2-Yol ve araç trafiğinin popülasyonlar üzerindeki etkileri,

3-Yolların toprak, su kaynakları ve akarsular üzerindeki erozyon ve sedimentasyon etkileri,

4-Yolların atmosfer üzerindeki etkileri,

5-Yol ağının diğer etkileri (Yol yoğunluğuna bağlı etkiler) 'dir.

1.5. Orman Yolları ve Erozyon İlişkisi

Yol inşaatında kazı şevleri üzerindeki üst toprak uzaklaştırıldığından ve dolgu şevinde de toprak sıkıştırıldığından dolayı ağaçlandırmada zor durumlarla karşı karşıya kalınmaktadır. Çünkü yol inşaatlarında toprağın fiziksel özellikleri değişmekte, organik madde kaybı artmakta ve toprak sıkışması oluşmaktadır (Swanson vd., 1981). Buna göre yolların ekolojik etkilerinin zamanla ekonomik etkilere dönüşeceği aşikardır. %50 yamaç eğimine sahip bir orman arazisinde platform ve hendek genişliği toplamı 5 metre olan yol inşaatının enine kesitinde, dolgu şevinin yaklaşık %67 eğime ulaştığı hesaplanmıştır. Dolayısıyla hem kazı hem de dolgu şevlerinde yapay eğimlendirme yapıldığı için yağmur suları ve yüzeysel akış sularının akış hızı, yönü ve miktarları da değişecek, yerçekimi etkisiyle erozyon oluşma riski artacaktır. Bununla birlikte yol, havza ve iklim verilerinden yararlanılarak oluşturulan modellerde, yol şevlerinde eğime bağlı olarak sediment miktarının arttığı belirtilmiştir (Akay vd., 2007).

Öte yandan orman yollarının yapımı ve bakımı sırasında, ağır ekipmanlarla inşa edilen orman yollarında toprak taşınması, kazı ve dolduru şevlerinden kopmalar ve heyelanlar, yamacın bütünlüğünün bozulması, humus örtüsünün ortadan kaldırılması, yol genişliği, şevlerin eğimi, yapım yöntemleri ve drenaj tesislerinin varlığı ile erozyon miktarı artmaktadır. Bu nedenle orman yolları ormanlık havzaların en önemli sediment kaynağıdır (Grace 2002, Forsyth vd., 2006; Sugden ve Woods, 2007). Farklı çalışmalarda yol çalışmalarının bitki örtüsünün ortadan kaldırılması ile sediment üretimini arttırdığını göstermektedir (Jordan and Zavala, 2008; López et al., 2009). Yapılan çalışmalar bu şekilde su kaynaklarına ulaşan sediment miktarında artma (%5-35) meydana geldiğini göstermektedir (Riekerk et al., 1989; Lewis, 1998; Stuart and Edwards 2006). Ayrıca yol

yoğunluğu arttıkça daha fazla sediment birikimi olduğu gösterilmiştir (Dymond, 2010). Eğer orman yolları iyi bir drenaja sahip değilse, biriken yağmur suları ve çevreye sediment sağlaması nedeni ile çevreye zarar vermektedirler (Ryan et al., 2004).

Yol ağı planlama aşaması doğal bir varlık olan orman içerisinde gerçekleştirildiğinden birtakım zorlukları da beraberinde getirmektedir.

Dünyanın dağlık bölgelerinin hemen hemen tümünde yağış, yükselti ile birlikte artmaktadır. Yılın belli mevsimlerinde kurak dönemler olmasına ve bazı yörelere hiç yağmur yağmamasına rağmen, yine de dağlık bölgelerde genellikle bol su bulunmaktadır. Yaşamlar göstermektedir ki aşırı miktarda su, özellikle ani sağanaklar şeklindeki yağışlar, dağlık bölgelerde önemli bir ekolojik sorundur (Görçelioğlu,2004).

Dağlık alanlarda eğimlerin dikliği yüzünden, özellikle genç jeolojik formasyonların hâkim olduğu yerlerde bu hidrolojik sorunla erozyon sorunu arasında ayrılmaz bir bağlantı vardır. 20. Yüzyılın ortalarına kadar dünyanın değişik yerlerinde yapılan araştırmalar, çeşitli vejetasyon tipleri içerisinde afetleri önleyebilen ve peyzajın ve toprağın korunmasını sağlayan örtünün orman olduğunu göstermiştir (Görçelioğlu,2004).

Bilindiği üzere bitkiler kökleriyle toprağı tutmasının yanı sıra yaprakları ve gövdeleri ile de gelen yağmur damlalarını hafifleterek toprağı inşini sağlarlar. Yağmur damlalarının toprağı bu yavaş iniş bulduğu yerdeki oluşabilecek erozyonu azaltır.

Yağmur, kar ve dolu olarak toprak yüzeyine düşen yağışın infiltrasyon ve buharlaşma ile kaybolan miktarından geriye kalan ve arazinin eğimine uyarak akan kısmı yüzeysel akış olarak adlandırılır (Çelebi, 1969; Taysun, 1989).

Ormanlarda yüzeysel akışın önemi bilinmekle beraber orman yollarının yapımı ile ortadan kaldırılan bitki örtüsünün yüzeysel akış üzerindeki etkisi oldukça fazladır.

Tüchy'nin (1979) verdiği bazı araştırma sonuçlarını gözden geçirmek, orman örtüsünün yüzeysel akışa etkilerini anlamakta yardımcı olacaktır:

Geçen yüzyılın başında İsviçre'de orman örtüsü oranları farklı olan iki komşu vadide aynı miktardaki yağışın doğurduğu yüzeysel akış miktarları Engler tarafından karşılaştırılmıştır;

Tablo 5. Ormanın Yüzeysel Akışa Etkisi

Vadi	Orman Örtüsü (%)	Yağış Miktarı (mm)	Yüzeysel Akış Miktarı (lt/ha/san)
Sperbelgraben	95	35	8,4
Rappengraben	35	35	>33

Şiddetli bir yağışın ardından ormanla kaplı arazide taşkın pikine ancak 36 dakika sonra ulaşılırken, traşlanmış arazide taşkın pikine sadece 15 dakikada ulaşıldığı ve pikin ormanla kaplı arazidekinden 2.5 kat büyük olduğu Hibbert tarafından saptanmıştır.

Bir başka konu olarak meşcere kapalılığı ile yüzeysel akış arasında ters orantı mevcuttur.

Tablo 6. Meşcere Kapalılığının Yüzeysel Akış Üzerindeki Etkisi

Meşcere Kapalılığı	Yüzeysel Akış (%)
0,2	25
0,6	9
0,8	2

H. Walter'in bir araştırmasına göre, kışın yaprağını döken ağaçlardan oluşan bir karışık ormanda 18 cm'lik bir toprak tabakası teorik olarak 575000 yılda erozyonla yok olurken, mera ve çayırlarda bu süre 82000 yıl olarak hesaplanmıştır. Aynı toprak tabakası tamamen çıplak olduğu takdirde aynı koşullarda bu toprak tabakasının erozyonla taşınıp gitmesi sadece 18 yılda gerçekleşmiştir (Tüchy, 1979).

Yine Tüchy'nin verdiği Susmel tarafından yapılmış bir araştırmanın sonuçları tabloda verilmiştir;

Tablo 7. Alçak Bir Bitki (Çalı+Ot) Örtüsünün Erozyona Karşı Sağladığı Koruma

Bitki Örtüsüyle Kaplı Alanın Oranı (%)	Sağanak Yağış (mm)	Yüzeysel Akış Oranı (%)	Toprak Erozyonu (kg/ha)
75	60	2	100
10	60	73	10000

Öte yandan ABD’de yapılmış etütlerin sonuçları Tüchy tarafından Pestal’den aktarıldığı şekilde tabloda verilmiştir;

Tablo 8. Yıllık Yağışın 1500 mm Olduğu Havzalarda Yol Yapımından Önce, Yol Yapımı Sırasında ve Yapımından Sonra Erozyon Şiddetleri

Açıklama	Erozyon Şiddeti (kg/ha/yıl)
Ormanın işletmeye açılmasından (yol yapımından) önceki durumu	20-30
Yol yapımı sırasında (tesviye yüzeyi ve şevler çıplak)	2000-4000
Çalışmalar bitip şevler bitkilendirildikten sonra	100-150

Orman içerisinde kar düzensiz bir biçimde depolanır ve bu nedenle kar birikmesinde tehlike oluşturabilecek bir tabakalanma meydana gelmez. Ağaçların gövdeleri, kar örtüsünü destekleyerek hareketten alıkoyan bir kazık sistemi gibi işlev görür. Genellikle ibreli ağaçlardan oluşan, karışık yaşlı, tabakalı bir meşcere çığ oluşumuna karşı en iyi korumayı sağlar (Görcelioğlu,2004).

1.6.Bitki Örtüsünün Şev Stabilitesine Etkileri

Doğal olarak oluşmuş, oldukça eğimi yüksek arazi parçalarına yamaç denilmekte; bu arazi parçaları, buldukları topoğrafik yapıya göre vadi yamacı, dağ yamacı, tepe yamacı

gibi isimler almaktadır (İzbrak, 1992). Diğer bir ifade ile mühendislik amaçları için yapay olarak oluşturulan eğimli yamaçlara ise şev denilmektedir (Ulusay, 1982).

Vejetasyon, toprak kütlelerinde denge kaybına neden olan faktörlerden çoğunu ortadan kaldırabilir. Bir şev üzerindeki odunsu bitkiler kökleri vasıtasıyla toprağın kaymaya karşı direncini artırır. Toprakta içerisindeki nemin fazla olması nedeni ile doğan sürtünme zayıflamasını ve nedeniyle ortaya çıkan ek yükü evapotranspirasyon yoluyla azaltır, ayrıca ağaç gövdelerinin toprak kütlelerini tutucu ve destekleyici etkisi sayesinde yamaç stabilitesini artırıcı rol oynar.

Yamaç ve şevlerde yüzeysel erozyonun önlenmesi bakımından vejetasyonun yararları bilinmekte ve bu amaçla vejetasyondan öteden beri yaygın olarak yararlanılmaktadır.

Otsu ve odunsu vejetasyonun erozyon kontrolündeki başlıca etkileri;

- a) İntersepsiyon,
- b) Engelleme,
- c) Geciktirme,
- d) İnfiltrasyon,
- e) Transpirasyon yoluyla gerçekleşir.

Odunsu vejetasyonun bir yamaç ya da şevde kuvvetlerin dengesini şu yollardan etkilemesi mümkündür:

1. Kök desteği etkisi,
2. Toprak nemini değiştirme etkisi,
3. Payanda ve kemer etkisi,
4. Sürşarj etkisi,
5. Köklerin "kama" etkisi,
6. Rüzgâr kuvvetini toprağa aktarma etkisi (Görcelioğlu, 1991).

1.7.Şev Stabilizasyon Yöntemleri

Literatürde şev stabilizasyonu olarak ele alınan bu konuda; genel anlamı ile stabilizasyon terimi, zeminin doğal mukavemetinin artırılması veya korunması için yapılan her türlü işlemleri kapsamaktadır. Bu işlemlerin arasında toprağın sıkıştırılması, drenaj, şevlerin yeşillendirilmesi ve ağaç dikilmesi gibi çalışmalar da yer almaktadır. Bununla beraber bu terim daha geniş olarak, zemin özelliklerinin katkı maddesi kullanılarak iyileştirilmesi şeklinde de yorumlanmaktadır.

Yamaç ve şevlerde göçme ve kayma şeklindeki kitle hareketleri, toprağın sürtünme direncinin belli bir değerin altına düştüğü ve toprak kitlesinin artık dengesini koruyamadığı durumlarda meydana gelmektedir. Dengeye etki eden çeşitli faktörler şu şekilde sıralanabilmektedir (Demirbaş, 1988).

1. Şev yüksekliği, meyil, içsel sürtünme açısı, kohezyon ve özgül ağırlık.
2. Dış yükler ya da şevin üstündeki ağırlığın artması.
3. Zemin boşluklarına ve çatlaklara su dolması.
4. Yer altı suları.
5. Yağışlar ve tabakalardan sızan sular.
6. Faylar, kayma mukavemeti düşük olan ana tabakalar ve özellikle su ihtiva eden kumlu tabakalar.
7. Yüzeyde belirli bir tabakanın donması ile erime-donma etkisi.
8. Killi zeminlerde kil tabakasının su ile teması halinde şişmesi.

Şevlerde stabilizasyonun sağlanmasında uygulanan yöntemler ise üç temel başlık altında toplanabilmektedir (Peker, 1988).

1. Yapısal Yöntemler
2. Bitkisel Yöntemler
3. Biyoteknik Yöntemler

1.7.1. Yapısal Yöntemler

Yol yapımı tamamlandıktan sonra yapıların kenarında gerek doğal olarak mevcut, gerekse dolduru suretiyle meydana gelmiş bulunan toprak kitleleri çeşitli nedenlerden dolayı kitle halinde kayarak veya ufalanmak suretiyle yollara zarar verebilmektedirler. Bu kitleleri oldukları yerde tutarak yapıları güvence altına almak için istinat ya da kaplama duvarları denilen tesisler inşa edilmektedir. Bu duvarların yapıldıkları yerde aktif toprak basıncını karşılayacak şekilde dayanıklı olarak yapılması ve boyutlandırılması gerekmektedir (Erdas,1997).

İstinad duvarları, harekete karşı mukavemet göstererek heyelanları kontrol veya ıslah etmek için kaymalara ve akmalara karşı uygulanmaktadır (Peker, 1988).

Yapısal yöntemler içerisinde en önemli yapıyı istinad duvarları oluşturmakta iken farklı yapısal yöntemler de mevcuttur. Bunlardan bazıları; tel kafesler, sentetik örtüleme malzemeleri ve kimyasal maddeler olarak sıralanmıştır.

1.7.2. Bitkisel Yöntemler

Bitkisel örtüleme yöntemleri, yapısal yöntemlere oranla daha ucuz, daha uzun ömürlü olmaları nedeniyle her zaman tercih edilmektedir. Eğimli alanların stabilizasyonunun bitkisel materyal ile sağlanması en emin yoldur (Peker, 1988). Bitkisel önlemler hem kitlesel hem de yüzeysel stabilizasyona hizmet etmektedir.

Bitkisel yöntemler canlı bitkisel materyal kullanımı ve cansız materyal bitkisel kullanımı olarak ikiye ayrılmaktadır. Canlı bitkisel materyal kullanımı içerisinde tohum ekimi, çim kesekleriyle kaplama, malçlama, canlı örme çit tesisi, kordon tesisi, karık sistemi ve ağaçlandırma yer almaktadır. Cansız bitkisel materyal kullanımına gelindiğinde ise; saman örtüsü, dal örtüsü, örgü çit gibi yöntemler uygulanmaktadır.

1.7.3. Biyoteknik Yöntemler

Toprak stabilizasyonu bitkisel ve yapısal materyalin bir arada kullanıldığı yöntemlerden oluşmaktadır. Aralıklı bloklar halinde yerleştirilerek, aralarında bitki yerleştirilmesine uygun prefabrik elemanlar, bitkisel kökenli (jüt vb.) örtü malzemeleri bu gruba girmektedir. Bu yöntemlere bitki duvarları ve hasır örtüler örnek olarak verilebilir.

Şimdiye kadar anlatılan yöntemler yapımı zor ve maliyetli işlemlerdir. Bu işlemlere ait maliyet oranları aşağıda verilmiştir.

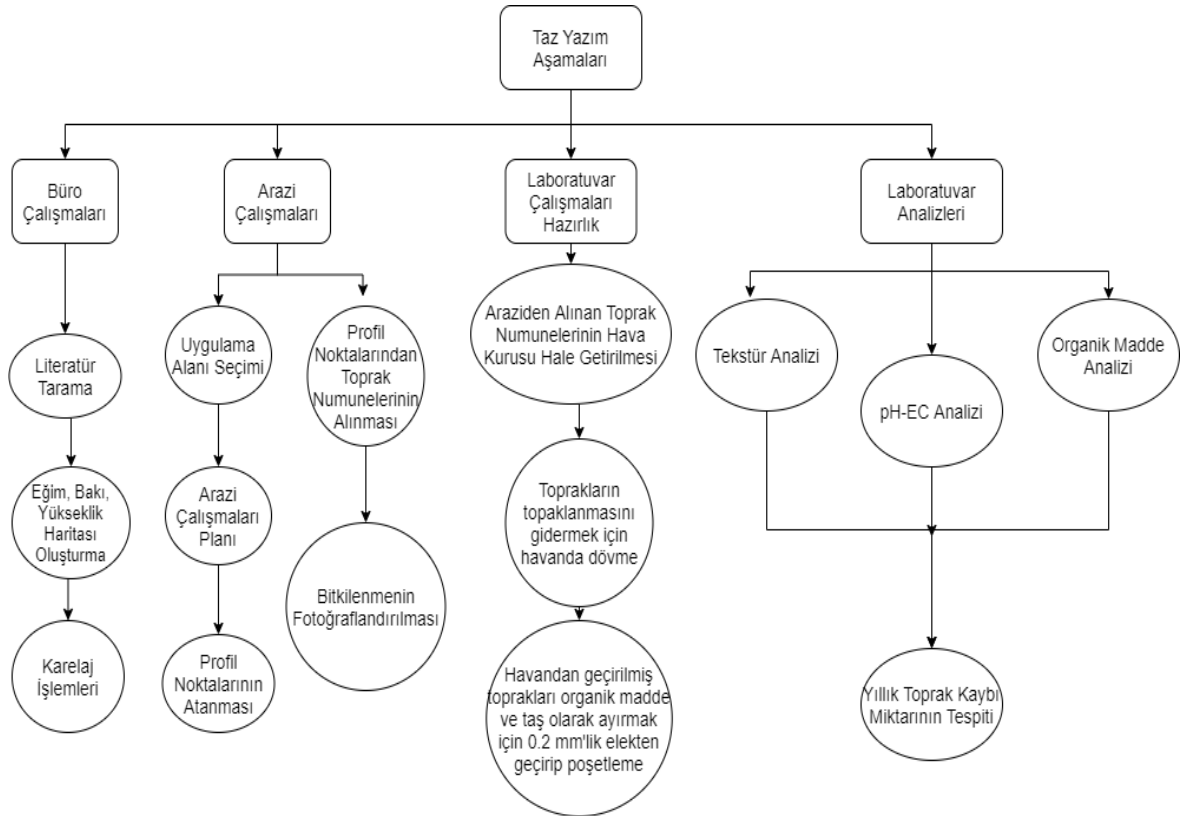
Şev Stabilizasyon Yöntemleri	Maliyeti (Oran)	İşçiliğin Genel Maliyet İçindeki Oranı (%)	Açıklama
Donatılı İstinat Duvarları	20.00	25	Fazla Erozyona Maruz Olanlarda
Birbirine Kilitlenen Beton Bloklar	15.00	40	Orta Derecede Erozyonda
Bitki Duvarları	13.00	33	Şevlerde
Polimer Örtüleme Malzemeleri	2.75	10	Bitki Örtüsünü Korumak Amacıyla
Cam Yünü Örtüleme Malzemeleri	2.25	7	Bitki Örtüsünü Korumak Amacıyla
Saman Örtüsü	1.90	10	Bitki Örtüsünü Korumak Amacıyla
Polypropilen Örtüleme Malzemeler	1.75	10	Bitki Örtüsünü Korumak Amacıyla
Jüt (Hasır) Örtüleme Malzemeleri	1.50	10	Bitki Örtüsünü Korumak Amacıyla
Açık Dokuma Polyester Ürünleri	0.80	20	Bitki Örtüsünü Korumak Amacıyla
Fiberglass Malç Malzemelsi	0.80	7	Bitki Örtüsünü Korumak Amacıyla
Hidrolik Tohumlama (Saman ile)	0.25	7	Bitki Örtüsünü Korumak Amacıyla

Şekil 5. Şev Stabilizasyon İşlemleri Maliyet Oranı

Tablodan da görüldüğü üzere maliyet oranları ve işçiliğin genel maliyet içindeki oranı göz ardı edilemeyecek kadar fazladır. Bu çalışmada; şev stabilizasyon işlemlerine gerek duymadan doğanın kendi kendisine yetip yetemeyeceğini tespit etmek amaçlanmış ve bunu ortaya koymak için gerekli arazi çalışmaları ve analizler yapılmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışma büro çalışmaları, arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmalarına hazırlık ve laboratuvar analizleri olarak 4 aşamada gerçekleşmiştir.



Şekil 6. İş Akışı

Büro çalışmaları kısmını genel olarak bilgisayar ortamında yapılan çalışmaları kapsamaktadır. Arazi çalışmalarını yıllık toprak kaybı miktarının ve erozyonu etkileyen faktörlerin belirlenmesi için alınan bitkilenme miktarının ölçülmesi ve toprak numunelerinin alınması oluşturmaktadır. Laboratuvar çalışmaları ise 3 haftalık süreç olan analizlere hazırlık kısmını ve 2 hafta süren analiz kısmını barındırmaktadır.

2.1.Araştırma Alanı ve Özellikleri

2.1.1. Konum

Araştırma alanı olarak Trabzon ilinin Şalpazarı ve Akçaabat ilçeleri seçilmiştir. Çalışma alanı olarak bu alanların seçilmesinin nedeni gerek zengin bitki örtüsü çeşitliliği gerekse topoğrafik yapısı itibariyle deniz seviyesinden yaklaşık 2500 metreye kadar uzanan ve bütün bir su toplama havzası niteliğinde olan Trabzon ili havzası içerisinde yer almasıdır. Bu havza içerisinde yer alan orman yollarından belli yükselti kademesinde yer alan 5 yıllık ve 10 yıllık yollar ve ayrıca kıyaslama için yeni inşa edilmiş bir yol seçilmiştir. Bu yollardan yeni yapılmış (315 kodlu) ve 5 yıllık (307 kodlu) yollar Şalpazarı, 10 yıllık (269 kodlu) yol ise Akçaabat ilçeleri sınırları içerisinde yer almaktadır.



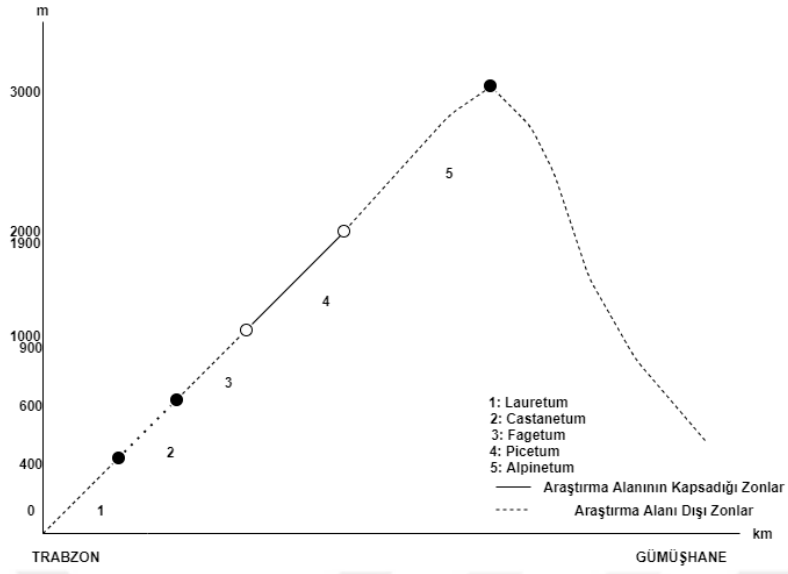
Şekil 7. 269 Kodlu Yol (10 Yıllık)



Şekil 8. 307 (5 Yıllık) ve 315 Kodlu (Yeni Yapılmış) Yollar

2.1.2. Topoğrafik Yapı

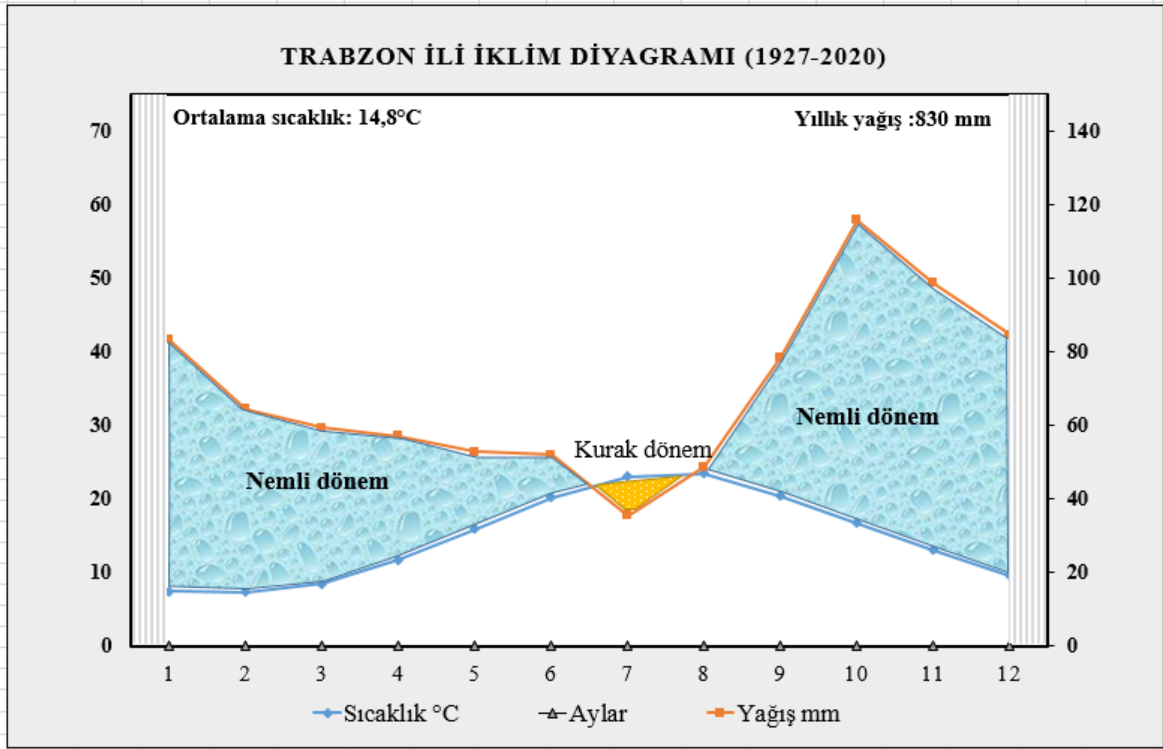
Araştırma için seçilen yolların aynı ekolojik ortamı yansıtabilmelerini sağlamak adına gölgeli bakılardan tercih edilmiş olup hepsi doğu bakıda yer almaktadır. Yükselti kademeleri belirlenirken Mayr'in Orman Zonlarında bulunan Picetum zonu esas alınmış ve seçilen orman yollarının yükselteleri 1000 ila 2000 metre arasında değişmektedir. 269 kodlu yolun ortalama yükseltisi 1400 metre, 307 kodlu yolun yükseltisi 1500 metre, 315 kodlu yolun yükseltisi ise 1700 metredir. Örneklem alanlarında seçilen yolların dolgu sevi yüzeylei kullanılmıştır.



Şekil 9. Doğu Karadeniz Bölgesi İçin Zonlar

2.1.3. İklim

Trabzon merkezde bulunan iklim istasyonunun elde edilen verilere göre çalışma alanı için kısa bir iklim analizi yapılmıştır (Şekil 10). Walter'e (1975) göre yıl boyunca Temmuz ayı hariç nemli bir periyot gözlenmekte ve su açığı görünmemektedir. Yaz ortasında Temmuz ayında ise çok küçük bir su açığı bulunmaktadır. Buna ek olarak De Martonne'a göre (1926) çalışma alanı "yarı nemli" ve Thornthwaite'e göre (1948) de "C2 yarı-nemli" iklim tipine sahip olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 10. Walter'e (1975) göre Trabzon ili iklim diyagramı

Trabzon ili 2020 yılı iklim verilerine bakıldığında ise; yıllık ortalama sıcaklık 14,7 °C, yıllık ortalama güneşlenme süresi 4,5 saat, ortalama yağışlı gün sayısı 149,8 gün ve aylık toplam yağış miktarı ortalaması 830 mm'dir. Yıl içerisinde en yüksek sıcaklık 38.2 °C, en düşük sıcaklık ise -7.4 °C olarak ölçülmüştür (URL-1, 2021).

2.1.4. Bitki Örtüsü

Çalışma alanındaki bitki örtüsü içerisindeki bitkiler Picetum zonunda yer alan genellikle ibrelî türlerdir. Fakat örneklem alanlarını 5 yıllık ve 10 yıllık yollar oluşturduğu için henüz ormanlaşma başlamamış bitki örtüsü çoğunlukla çalı ve otsu bitkilerden de oluşmaktadır. *Rhododendron ponticum* (Mor Çiçekli Ormangülü), *Paliurus spina-christii* (Karaçalı), *Rubus sp.* (Böğürtlen), *Sambucus ebulus* (Cüce Mürver), *Polypodium vulgare* (Besbaye), *Prunella sp.*, *Trifolium sp.* (Ak Üçgül), *Fragaria vesca* (Dağ Çileği), *Petasites albus* (Beyaz Butterbur), *Euphorbia sp.* (Sütleğen), *Vaccinium arctostaphylos* (Çoban Üzüümü) çalışma alanı içerisindeki bilinen türlerdendir.

2.2.Arazi Çalışmaları, Laboratuvar Çalışmaları ve Yöntem

2.2.1. Arazi Çalışmaları

2.2.1.1.Araştırma Alanında Seçilen Orman Yollarının Teknik Özellikleri

Araştırma alanındaki orman yollarının B tipi tali orman yolu standartlarına uygun olarak yapılmış; platform genişliği 4 metre ve hendek genişliği 1 metre olmak üzere toplam genişliği 5 metredir. Vakfikebir’de bulunan 10 yıllık 269 kodlu orman yolu 8+400 km, Şalpazarı’nda bulunan 5 yıllık 307 kodlu orman yolu 4+420 km, yeni yapılmış 315 kodlu orman yolu ise 4+620 km olarak ölçülmüştür. İlgili yolların sadece doğuya bakan kısımları kullanılmıştır.

2.2.1.2.Toprak Örneklerinin Alınması

Örneklem alanlarında her yol için 35 noktadan toprak örneği alınmıştır. Yolların doğu bakıda kalan kısımlarının ortalama uzunluğu 1 kilometre olduğu için 40 metre aralıklarla noktalar araziye tespit edilmiştir.



Şekil 11. 269 Kodlu Yol (10 Yıllık) Örnek Alanlar



Şekil 12. 307 Kodlu Yol (5 Yıllık) Örnek Alanlar



Şekil 13. 315 Kodlu Yol (Yeni Yapılmış) Örnek Alanlar

Bu çalışmada metotta belirtilen erozyon simülasyon modelinde kullanılan toprak özelliklerinin yanı sıra önemli bazı toprak hidro-fiziksel özellikleri de belirlenmesi için toprak kesitlerinin açılmasının ardından el küreği yardımı ile üst topraktan (0-20 cm) 1-1,5 kg toprak örnekleri alınmıştır.

Bu oluşumu gösterebilmek için her noktada 1 metrelik toprak profilleri açılmıştır.



Şekil 14. 269 Kodlu Yol (10 Yıllık) İçin Örnek Toprak Profili ve Toprak Örneği



Şekil 14. 307 Kodlu Yol (5 Yıllık) İçin Örnek Toprak Profili ve Toprak Örneği



Şekil 15. 315 Kodlu Yol (Yeni Yapılmış) İçin Örnek Toprak Profili ve Toprak Örneği

2.2.2. Bitkilenme Oranının Tespiti

Bitki örtüsünün toprağı örtme oranının belirlenmesi için karelaj yöntemi uygulanmıştır. Bitkilenme miktarının tespiti için ise Parrot Anafi Drone ile çekilen görüntüler kullanılmıştır. Alınan örnek alanlarda braun blanquet ölçeğı olan otsu bitkiler için 1x1 m², çalı formundaki bitkiler için 2x2 m² ve ağaç örtüsü için ise 10x10 m²'lik alanları çevrelemek için drone arayüzündeki alan girme komutu ile metrekareler girilerek yeterli yüksekliğe çıkartılmış ve her noktadan görüntü alınmıştır. ((Braun-Blanquet, 1932)

Alınan görüntüler 10x10'luk kutular içerisine alınarak her bir nokta için bitkilenmenin toprağı örtme derecesi yüzde cinsinden belirlenmiştir.



Şekil 16. Drone ile Fotoğraflandırmanın Yapılması

2.2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Toprağın içerdiği nem nedeniyle toprak örnekleri laboratuvarında hava kurusu hale gelene kadar kurutulmaya bırakılmıştır. Örnekler kurutulduktan sonra, bir elek içerisinden geçirilmiştir ki böylece toprak parçacıkları homojen bir boyuta sahip olmuştur. Laboratuvarında mevcut elek ile elenmiş, parçacıklar yaklaşık 2 mm büyüklükte ve 2 mm'den büyük olacak şekilde ayrı ayrı poşetlenmiştir (Yolcu, 2019).

2.2.3.1. Tekstür Analizi

Toprak tekstür tayinleri, Bouyoucos' un Hidrometre yöntemi dikkate alınarak yapılmıştır. Analizler de 2 mm' lik elekten geçirilmiş toprak örnekleri üzerinde yapılmıştır. Bu analizde ağır tekstürlü (kil oranı fazla) topraklardan 50 gr ve hafif tekstürlü (kum oranı fazla) topraklardan 100 gr toprak örneği alınarak toprak türü (tekstür) belirlemeleri yapılmıştır (Gülçur, 1972).

Analiz öncesinde toprakta fazla miktarda organik madde mevcut ise bunun giderilmesi için hidrojen peroksit kullanılarak iyice ayrışması sağlanmıştır. Örnekler analiz için 400 ml 'lik beherlere konulan ve üzerine 200 ml saf su ve 10 ml %5 ' lik Calgon (Sodyum Hegzameta Fosfat) çözeltisi eklenerek bir gece dispersiyona bırakılır. Bu süre sonunda mekanik analize hazır hale gelen karışım, beherlerden mikserlere aktarılmış ve 5 dakika süreyle karıştırılmıştır. Buradan alınan ekstrakt saf su bulunan piset yardımıyla hidrometre silindiri içerisine, iyice yıkanmak kaydıyla boşaltılmıştır. Daha sonra hidrometre silindiri 50 gr toprak için 1130 ml, 100 gr toprak için 1205 ml çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. Silindir içerisindeki toprak-su karışımı bir karıştırıcı ile karıştırılmıştır (yaklaşık 20 defa). İlk okuma 40", ikinci okuma ise 120' sonunda yapılmıştır (Astm, 2007).

Okunan hidrometre değeri üzerinde gerekli sıcaklık düzeltmeleri yapılarak, ilk okumaya "kil+toz" ikinci okumaya "kil" ve bu değerden yararlanılarak " kum " ve " toz " miktarı yüzde olarak hesaplanmıştır. Toprak türü tespitinde tekstür üçgeninden yararlanılmıştır (Gülçur, 1972).



Şekil 17. Toprak Tekstür Üçgeni (Karaöz, 1989)

2.2.3.2. Toprak Neminin Tayini (Higroskopik nem)

Toprak neminin tayininde; numaralanmış krozeler yıkanarak kurutulduktan sonra krozelerin boş darası alınır. Daha sonra hava kurusunda olan ve 2mm 'lik elekten geçirilmiş toprak örnekleri 10 gr ağırlığında tartılarak krozelere konulur ve buna " Hava Kurusu Toprak Ağırlığı "(HKT) denir. Önceden 105 °C ye ayarlanmış fırında ağırlığı sabit hale gelene kadar bekletilir. Bu süre ortalama 24 saat civarındadır. Kurutulan örnekler fırından çıkarıldıktan sonra desikatöre yerleştirilerek soğuması sağlanır ve buna "Fırın Kurusu Toprak Ağırlığı" (FKT) denir ve bu da tartılarak kaydedilir. Bunun sonucunda elde edilen verilerle;

$$\% \text{ nem} = \frac{HKT - FKT}{FKT} * 100 \quad (2.1)$$

Formülünden yararlanılarak % nem hesaplanır (Gülçur, 1972).

2.2.3.3. Toprak Ph-EC(Elektriksel İletkenlik) Tayini

PH ve EC' nin ölçülmesi için kurutulan ve 2 mm elekten geçirilen toprak örnekleri hacimce 1/2.5 oranında saf su ile karıştırılması göz önünde bulundurulduğundan yani 10 gr toprağa 25 gr saf su, 20 gr toprağa 50 gr saf su ilave edilecek şekilde cam kaplara konulur. Biz 20 gr toprağa 50 gr saf su konulacak şekilde toprak örnekleri 20 gr tartıldı ve cam kaplara konuldu ve daha sonra PH-EC ölçerler yardımıyla ölçümler gerçekleştirildi (Irmak, 1954).

2.2.3.4. Organik Madde Tayini

Organik maddenin tayinin de 0,5 mm'lik elekten geçirilen toprak örnekleri 0,5-1 gr ağırlığında tartılarak 500 ml erlere konulur. Bunu takiben 10 ml $K_2Cr_2O_7$ çözeltisi örnek üzerine ilave edilir ve toprakta iyice karıştırılır. Bundan sonra 20 ml yoğunlaştırılmış H_2SO_4 ilave edilir ve erler hafif bir döndürmeyle karıştırılır. Bu karıştırmada toprağın sıvıyla temas etmeden erlerin iç yanlarına yapışıp kalmamasına dikkat edilir. Karışım 20-30 dk bekletilir. Aynı şekilde gerekli olan kör deneyi yapılır. Bunları takiben çözelti 200 ml' ye sulandırılır. 10 ml %85' lik H_3PO_4 , 7-8 damla difenilamin ilave edilir. Çözelti bir büretten akıtılan Ferro amonyum sülfat (ferro sülfat) ile geriye titre edilir. Renk yeşile dönünceye kadar ilave işlemi devam eder ve okunan değer işleme sokularak organik madde yüzde olarak tespit edilir (Gülçur, 1972).

Tablo 9. Toprak organik maddesinin tanıtımı (Petri ve Wagner, 1978)

Toprak Organik Maddesinin Tanıtımı	%Organik Madde	
	Tarımda Ap-Horizonunda	Ormancılıkta Ah-Horizonunda
Humus Bakımından Fakir	<1	<1
Az Humuslu	1 – 2	1 – 2
Orta Derecede Humuslu	2 – 4	2 – 5
Çok Humuslu	4 – 8	5 – 10
Pekçok Humuslu	8 – 15	10 – 15
Humus Bakımından Zengin	15 – 30	15 – 30

Yapılan analizler sonunda elde edilen değerler aşağıdaki formüle koyularak her bir toprak örneği için %organik madde değeri belirlenmiş olur.

$$\% \text{ Organik Madde} = \frac{(A - (B \times Nk)) \times 0,581}{T} \quad (2.2)$$

A: Analizde harcanan potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) miktarı (ml)

B: Titrasyonda harcanan demir sülfat ($FeSO_4$) miktarı (ml)

T: Kullanılan numune miktarı (g)

Nk: Demir sülfat çözeltisinin kesin normalitesi

Nk: $10 / V$

10: Potasyum dikromattan alınan miktar (ml).

V: Normalite için titrasyonda harcanan demir sülfat miktarı (ml).

2.2.3.5. Toprak İskelet Analizi

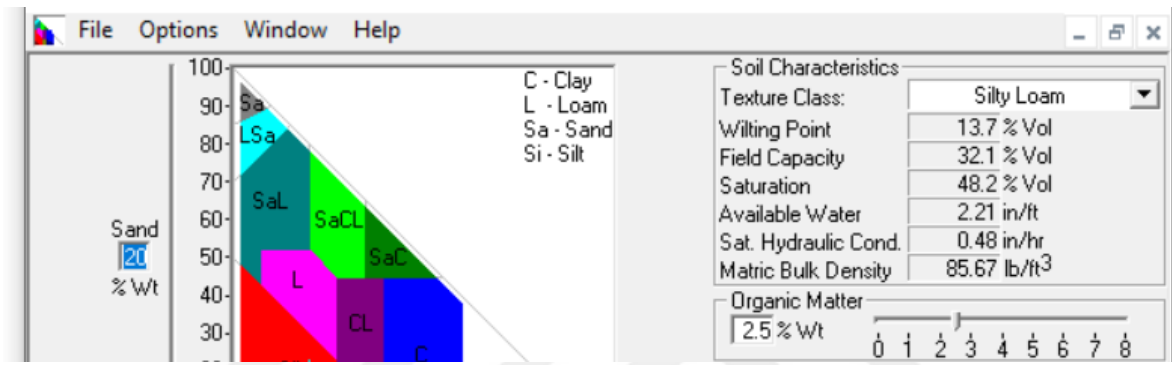
Toprak tanecik boyutlarının belirlenmesinde 1 mm, 2 mm ve 10 mm elekler kullanılmıştır. Araziden alınan toprak örnekleri hava kurusu hale gelene kadar kurutulduktan sonra herhangi bir işleme maruz kalmadan doğrudan 1 mm, 2 mm ve 10 mm 'lik eleklerden geçirilmiştir (Özyuvacı, 1978).

Tablo 10. Agregat boyut ve sınıfları tablosu (BK, 1994)

Üst Tabakadaki Agregatlaşma	Agregat Boyutu	Agregat sınıfı
Çok ince tanecik boyutu	<1	1
İnce Tanecik Boyutu	1-2	2
Orta Tanecik Boyutu	2-10	3
Büyük Tanecik Boyutu	>10	4

2.2.3.6. Toprağın Hidrofiziksel Özellikleri

Laboratuvar ve arazi çalışmasından elde edilen veriler kullanılarak tarla kapasitesi, solma noktası, faydalanılabilir su miktarı, maksimum su tutma kapasitesi, permeabilite ve hacim ağırlığı bilgisayar ortamında hidrolik özellik hesaplayıcı adlı programdan yararlanılarak hesaplanacaktır (Saxton, 1986). Toprak sıkışma derecesi dijital toprak kompakt metresi ile arazide ölçülmüştür.



Şekil 18. Toprak hidrofiziksel özellik hesaplayıcı

2.3. Yöntem

Yeni yapılmış yol, 5 yıllık ve 10 yıllık yolların dolgu sevi yüzeylerden her birinden 35 adet olacak şekilde toplamda 105 adet toprak örneği alınmıştır. Dolgu sevi üzerindeki bitki örtüsünün şev üzerinde gelecek yağmur damlasının aşındırma ve taşıma etkisi ile toprak özelliklerinin erozyona dayanıklılığı örneklem sahalarında yapılan ölçümler ve alınan toprak örneklerin laboratuvar testleriyle tespit edilmiştir. Örneklem alanlarında ağaç ve ağaççık örtü olan alanlarda Parrot Anafi Drone ile 10x10m²'lik örneklem sistemi kullanılmış, bu alanın içerisinde çalılık olması durumunda 2x2m²'lik, otsu bitkilerin bulunduğu alanlarda ise 1x1 m²'lik örnek alanda bitkilerin toprağı örtme oranları tespit edilmiştir. Ayrıca bu örneklem alanlarından toprak profilleri açılarak bu profillerden (0-20 cm.) derinlik kademelerinden toprak örnekleri alınmıştır (Özyuvacı, 1976).

Alınan toprak örnekleri üzerinde gerekli analizler yapılarak birim sahada meydana gelen toprak kaybı miktarı belirlenmiştir. Bunun için erozyonla kaybolan toprak miktarının tahmin edilebilmesi amacıyla en çok kullanılan matematiksel modellerden biri olan üniversal toprak kayıpları tahmini denklemi (USLE) kullanılmıştır. Çalışmada USLE modelinin metrik sisteme dönüştürülmüş ve Avrupa koşullarına uyarlanmış simülasyonu olan ABAG yöntemi kullanılmıştır. (Wischmeier ve Smith, 1978) Bu yöntemin bileşenleri aşağıdadır:

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P \quad (2.3)$$

Burada;

A= Faktör değerlerinin çarpımından elde edilen birim sahadan meydana gelen yıllık toprak kaybıdır (ton /ha)

R= Yağış faktörü (yağmur erozivite indeksi); hesaplama yapılan dönem için erozyon indeksi (EI30) sayısıdır. Erozyon indeksi belirli yağışların eroziv kuvvetlerinin bir ölçüsüdür. Bir sağanak yağmur serisinde herhangi yarım saatlik bir süre içerisindeki en yüksek yağışın (cm/sa) olarak şiddeti (I30), yağmurun toplam enerjisi (E) ile çarpılarak EI30 indeksi elde edilmiştir.

K= Toprak erodibilite (erozyon duyarlılığı) faktörü; 22,1 metre uzunlukta ve %9 eğimli, devamlı nadastaki bir araziden birim erozyon indeksine karşılık erozyon oranıdır. K değerinin nomografla tespitinde toprakların; tane büyüklüğü dağılımı, organik madde kapsamı, strüktür ve geçirgenlik değerleri kullanılmaktadır.

L=Yamaç uzunluğu faktörü; herhangi uzunluktaki bir araziden oluşan toprak kaybının, aynı toprak tipi ve eğimde 22,1 m uzunluktaki araziden oluşan toprak kaybına oranıdır.

S=Eğim faktörü; herhangi bir eğime sahip araziden oluşan toprak kaybının, %9 eğimli, 22,1 m uzunlukta ve aynı toprak tipi ile eğim uzunluğuna sahip bir araziden oluşan toprak kaybına oranıdır.

C= Arazi örtüsü ve yönetimi faktörü; belirli bir ürün yetiştirme ve amenajmana sahip bir araziden oluşan toprak kaybının K faktörünün değerlendirildiği nadas koşullarındaki

araziden oluşan toprak kaybına oranıdır. Bu faktör bitki örtüsü, bitki kalıntıları ve amenajman yöntemlerinin toprak kaybı üzerindeki toplam etkisini açıklar.

P= Erozyon kontrol uygulamaları (toprak koruma tedbirleri) faktörü; düzeç eğrilerine paralel tarım, şerit ekimi veya teraslama yapılan bir araziden oluşan toprak kaybının, eğim aşağı sürüm yapılan arazideki toprak kaybına oranıdır.

Bu formülde esas değişken C faktörü olacaktır. K ve C dışındaki faktörlerin deneme alanlarının aynı ekolojik bölgede seçilmesinden dolayı farklılık göstermeyeceği kabul edilerek bu faktörlere öncelik verilmiştir.

C faktörünün yıllara göre ne kadar gelişim gösterdiği ve bu gelişimin yıllık toprak kaybı üzerindeki etkisi belirlenmiştir. C faktör değeri çeşitli bitkiler ve devamlı çayır, mera ve ağaçlık sahalar için çizelgeler geliştirilmiş olup C değerleri bu çizelgelerden bulunabilir ya da YETKE modeli ile de hesaplanabilir. YETKE modelinde (Wischmeier ve Smith, 1978; Renard vd.,1997), bitkisel örtü ve ürün yönetimi faktörünün hesaplanmasında beş alt-değişken bulunmaktadır. Bunlar önceki arazi kullanım (PLU), toprak nemi (SM), toprak pürüzlülüğü (SR), kanopi kapalılığı (CC) ve yüzey kapalılığıdır (SC). Bu alt-faktörlere sayısal değerler atanarak toprak kaybı oranı (SLR) elde edilir SLR ve C faktörünün hesaplanması sırasıyla eşitlik 1 ve 2' de verilmiştir:

$$SLR = PLU \times CC \times SC \times SR \times SM \quad (2.4)$$

Bireysel SLR, önemli parametrelerin sabit kaldığı düşünüldüğü her bir zamansal dönem için hesaplanır ve daha sonra, her bir SLR değeri, ilgili zaman dilimlerine denk düşen yağış ve yüzey akış erozyon gücünün oransal katkısı ile ağırlıklı olarak hesaplanarak C faktörü elde edilir.

$$C = (SLR1EI1 + SLR2EI2 + \dots + SLR3EI3)*EI_t \quad (2.5)$$

K faktör değeri ise bütün toprak örnekleri için yapılacak olan laboratuvar ortamındaki analizlere bağlı olarak belirlenir ve aşağıda yer alan ampirik denklemden faydalanılarak tespit edilir (Wischmeier and Smith, 1978).

$$100 \times K = (2,1 \times 10^{-4}) \times (12 - OM) \times M^{1,14} + 3,25 \times (S - 2) + 2,5 \times (P - 3) / d \quad (2.6)$$

Formülü kullanılmış ve denklemdaki parametreler şu şekildedir.

K= Toprağın erozyona duyarlılık faktörü

OM= % Organik madde

S= Toprak strüktür sınıfı kodu (1-6)

P= Toprak su geçirgenliği kodu (permeabilite)

M= Agregat boyut dağılımı

d= Metrik sisteme dönüştürme katsayısı (d= 7,59)

Ayrıca bu denklem içerisindeki M faktörünün hesaplanmasında

$$M = (\% \text{ silt} + \% \text{ çok ince kum}) \times (100 - \% \text{ kil}) \quad (2.7)$$

Formülü kullanılmıştır.

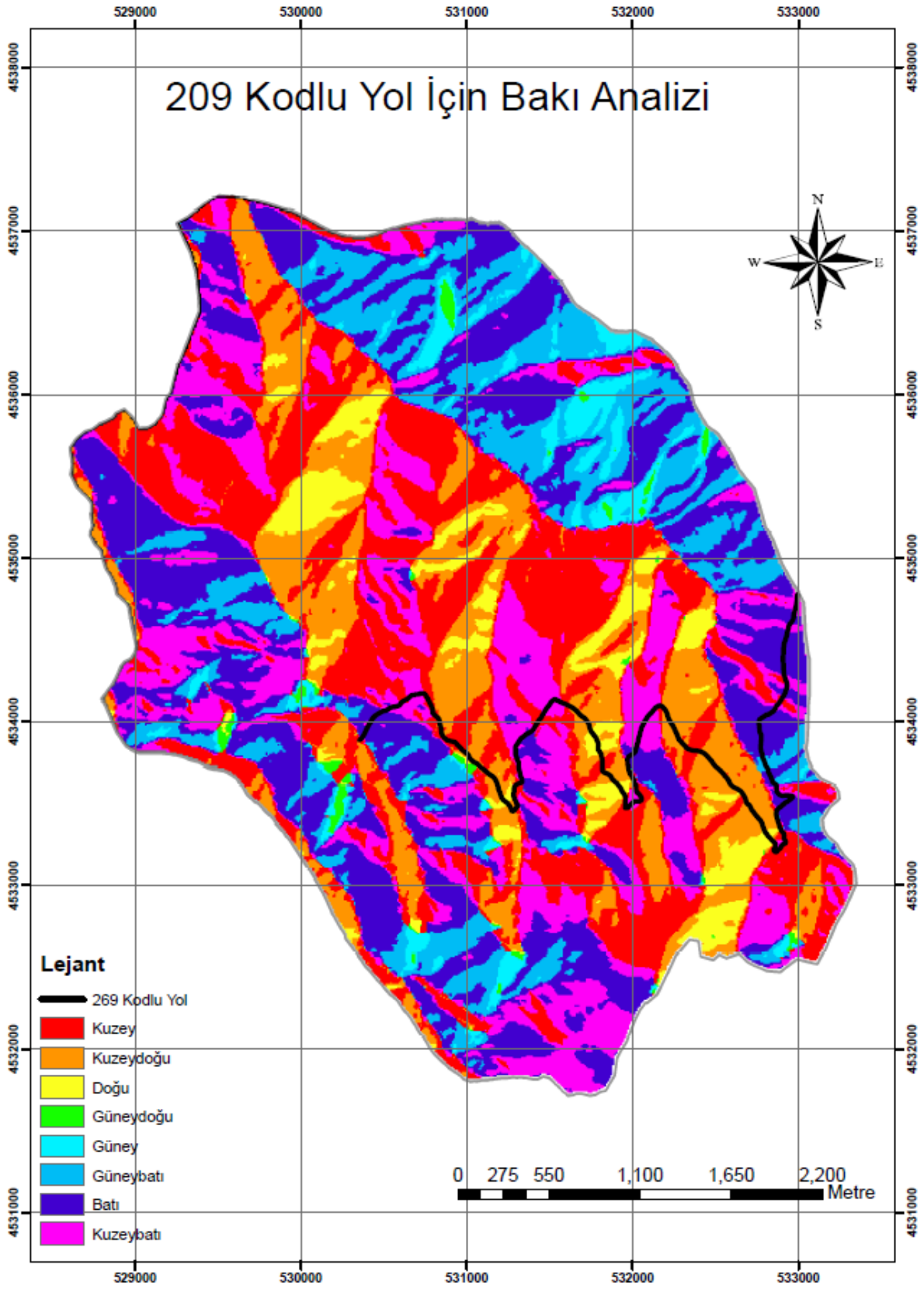
Diğer yapılan toprak analizleri için aradaki bağları test etmek için IBM SPSS Statistics 23 programı kullanılmıştır.

3. BULGULAR

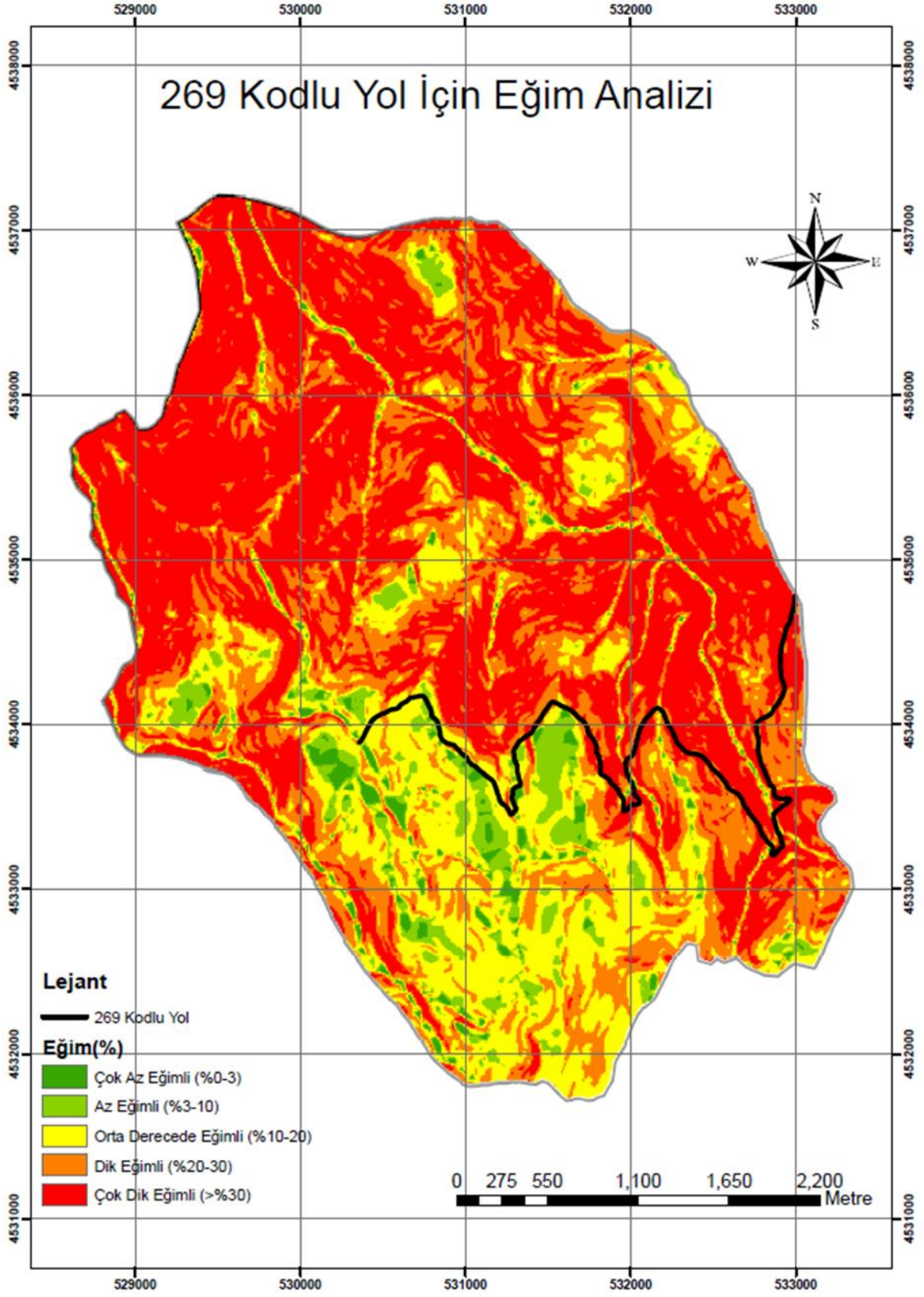
3.1. Alan Bilgisi

Yapılan çalışmalarda yolların hangi eğimlerden geçtiği ve hangi bakılarda yer aldığını daha iyi ifade edilebilmek için ArcGIS 10.8 yazılımının ArcMap modülü üzerinden yolların eğim ve bakı haritaları oluşturulmuştur.

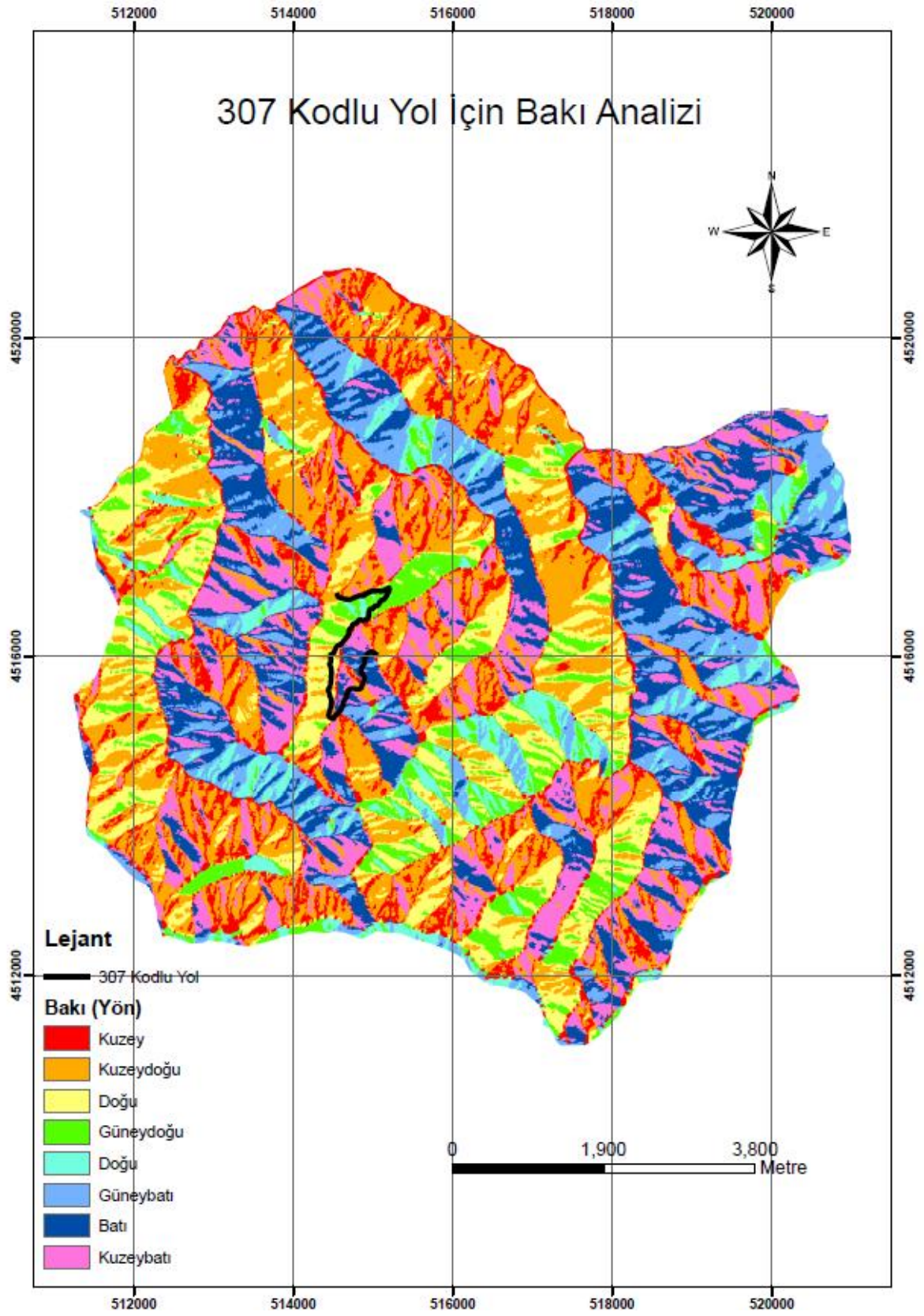
Eğim değerleri 5 grupta incelenmiştir. Sınıflandırmada Mcdonald, Isbell, Speight, Walker ve Hopkins, (1984) tarafından toprak erozyonu için belirlenmiş olan eğim sınıfları dikkate alınmıştır (Wells, 1988): 1: Çok az eğimli (%0 - 3), 2: Az eğimli (%3 – 10), 3: Orta derecede eğimli (%10 – 20), 4: Dik eğimli (%20 – 30) ve 5: Çok dik eğimli (> %30)



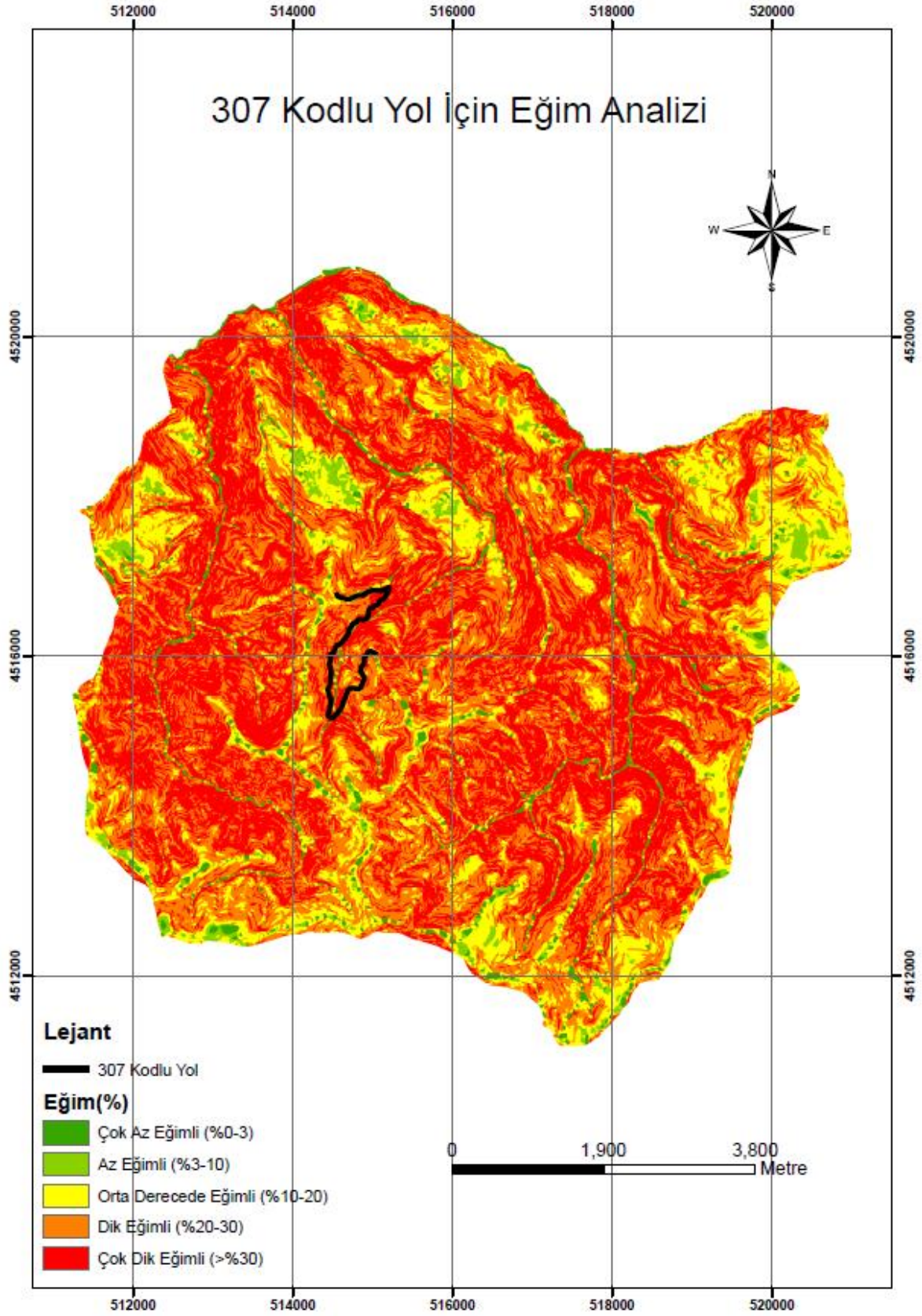
Şekil 19. 269 Kodlu Yol (10 Yıllık) İçin Bakı Analizi



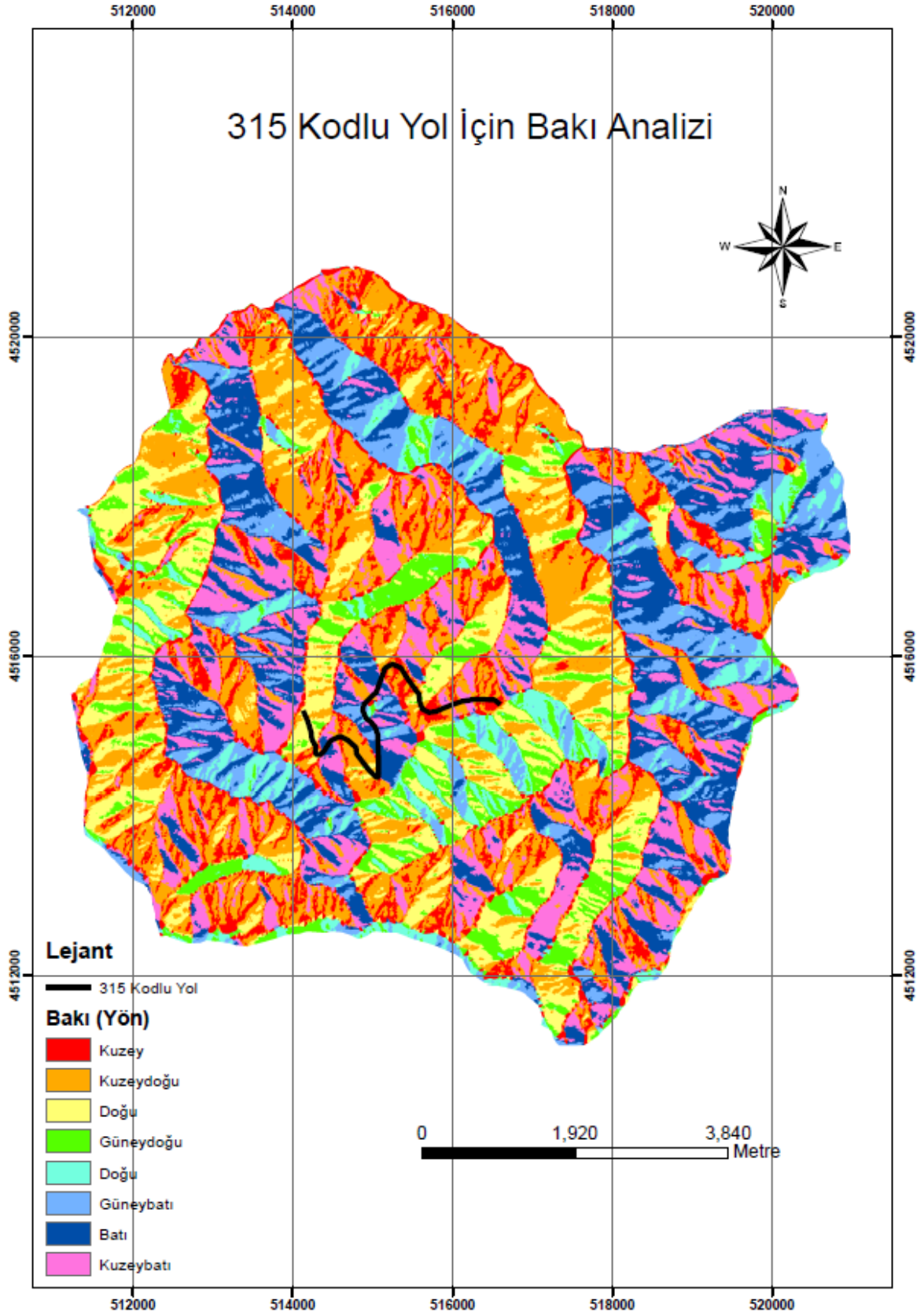
Şekil 20. 269 Kodlu Yol (10 Yıllık) İçin Eğim Analizi



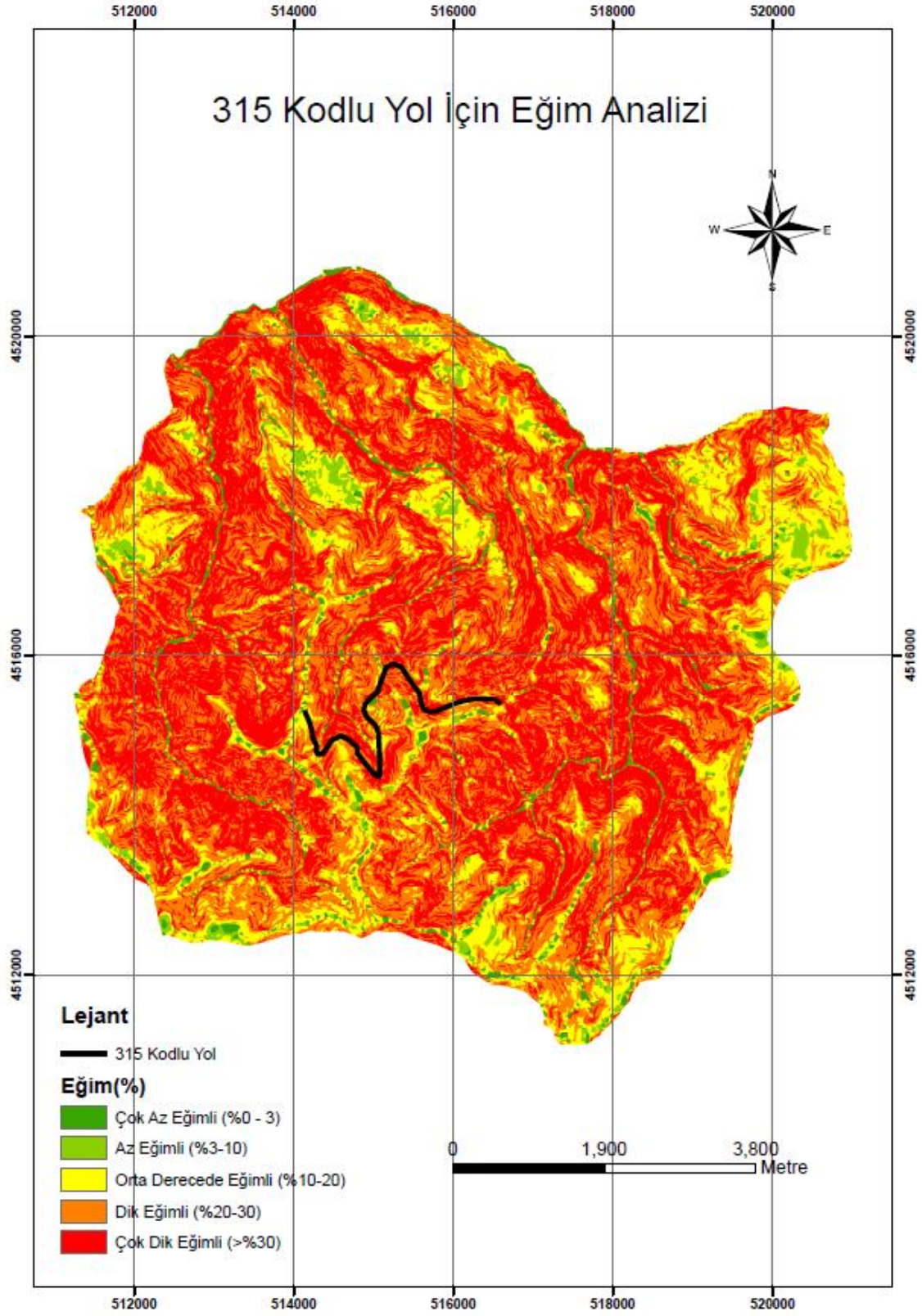
Şekil 21. 307 Kodlu Yol (5 Yıllık) İçin Bakı Analizi



Şekil 22. 307 Kodlu Yol (5 Yıllık) İçin Eğim Analizi



Şekil 23. 315 Kodlu Yol (Yeni Yapılmış) İçin Bakı Analizi



Şekil 24. 315 Kodlu Yol (Yeni Yapılmış) İçin Eğim Analizi

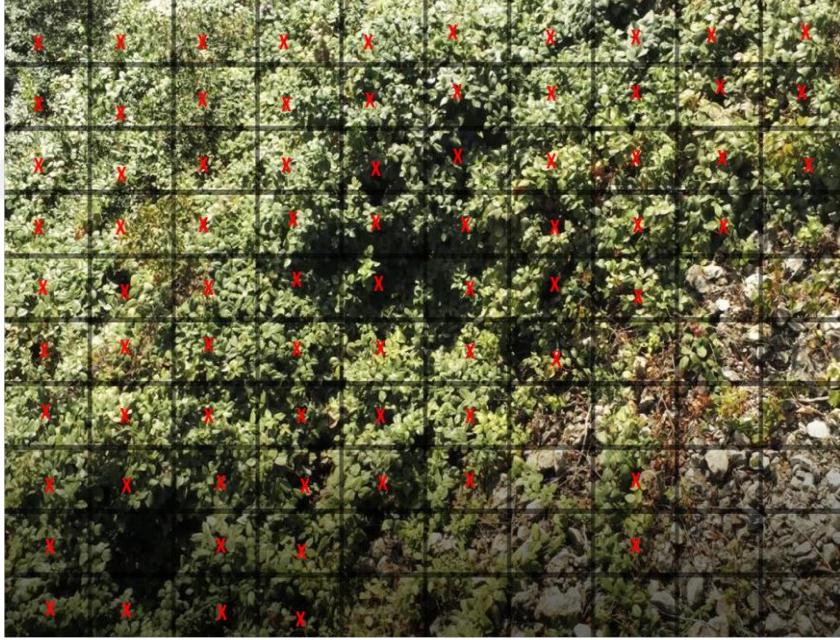
3.2.Bitkilenme Oranları

10 yıllık 269 kodlu orman yolunda alana doğal olarak gelen bitkilerin toprağı örtme derecelerinin yüksek olduğu, 5 yıllık 307 kodlu orman yolunda ise 5 yıl içerisinde alanda meydana gelen bitkilenmenin tatmin edici düzeyde olduğu görülmüştür. Bitkilenme oranları aşağıdaki tabloda verilmiştir;

Tablo 11. Çalışma Alanları

Bitkilenme Oranları (%)			
Yollar	Maksimum	Ortalama	Minimum
10 Yıllık (269 Kodlu) Yol	100	93	81
5 Yıllık (307 Kodlu) Yol	100	80	43

Karelaj için kullanılan yöntem aşağıdaki şekilde örnek olarak verilmiştir.



Şekil 25. Karelaj Örneği (Kapalılık %75)

315 Kodlu yol 2020 yılında yapıldığı için henüz bitkilenme meydana gelmediği için örtme derecesi %0 olarak alınmıştır.



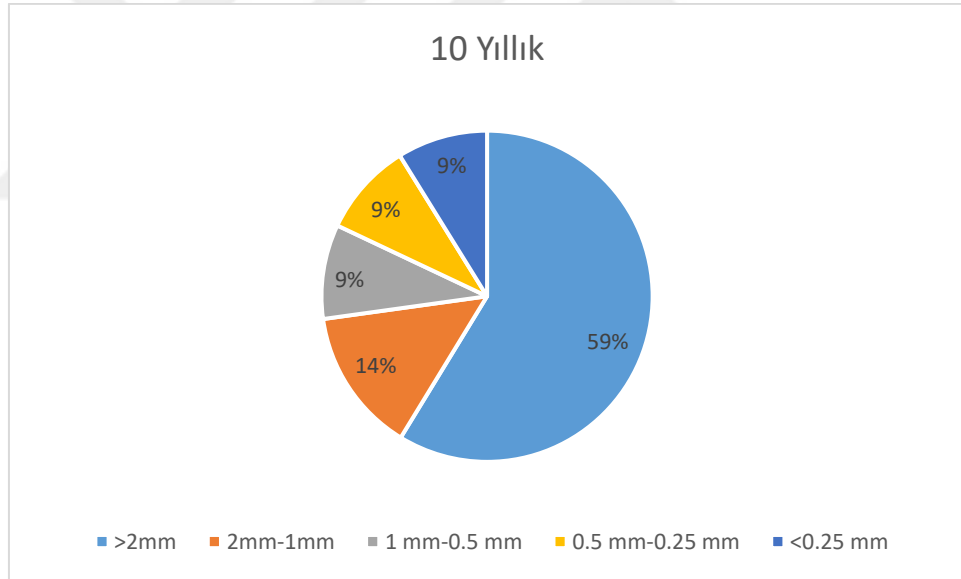
Şekil 26. 315 Kodlu Yol (Yeni Yapılmış) İçin Bir Örnek Alan Fotoğrafı

3.3. Toprak Analizleri

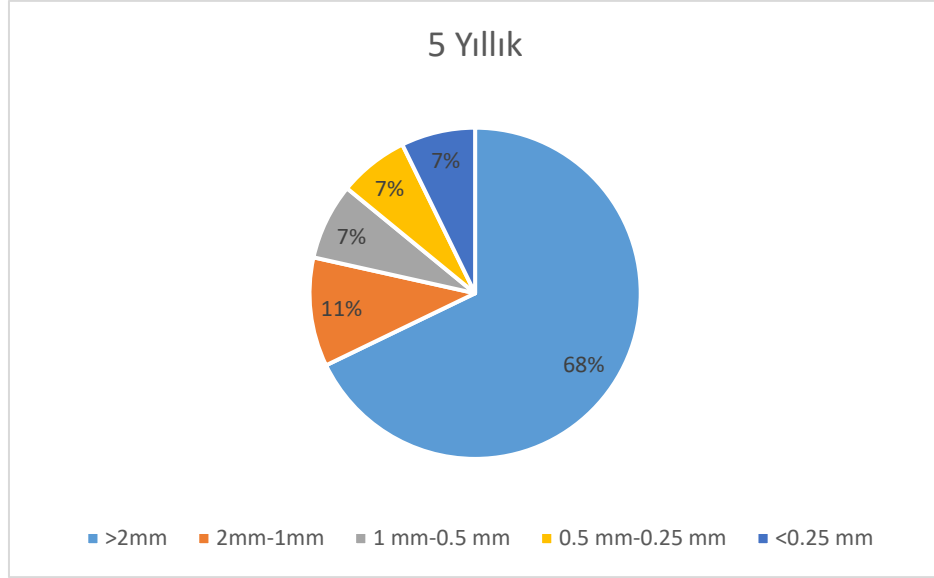
3.3.1. İskelet Analizi

Yapılan toprak analizlerinde her yoldan 35 adet toplamda 105 adet toprak örneğinin her biri farklı işlemlere tabi tutulmuştur. Öncelikle topraklar hava kuru hale getirilmiştir. Ardından havanda dövülerek 0,25 mm'lik eleklerden geçirilerek toprağın organik madde kısmı ile çakıl kısmı ayrı ayrı poşetlenmiştir.

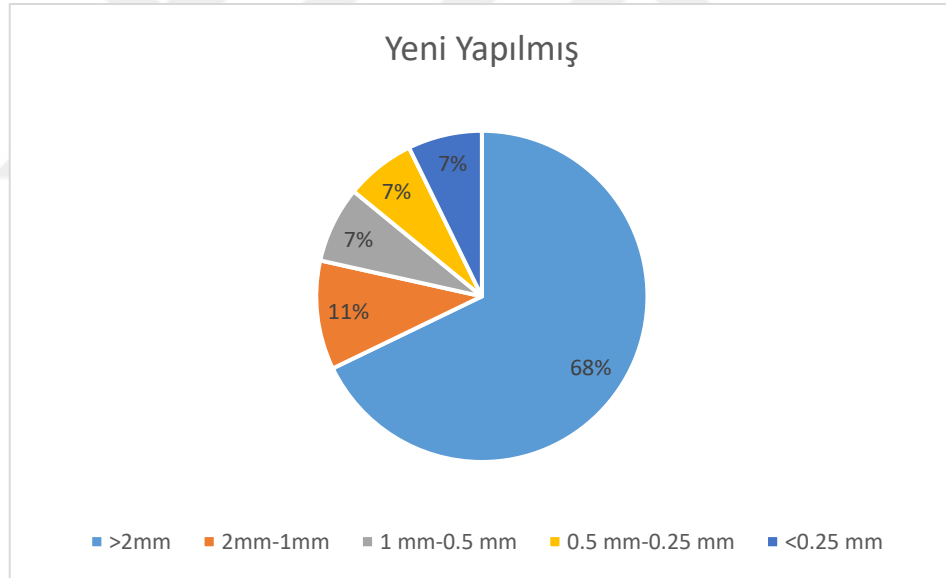
Ayrıştırılan toprak örnekleri üzerinde ilk önce toprakların iskelet analizi yapılmıştır. Bu işlem için toprakların organik madde kısmı sırasıyla 2 mm, 1 mm, 0,5 mm ve 0,25 mm olmak üzere 4 elekten geçirilmiş ve bu elekte kalan topraklar tartılarak tablolara yerleştirilmiştir.



Şekil 27. 10 Yıllık (269 Kodlu) Yılında Yapılmış Orman Yolunun İskelet Dağılımı



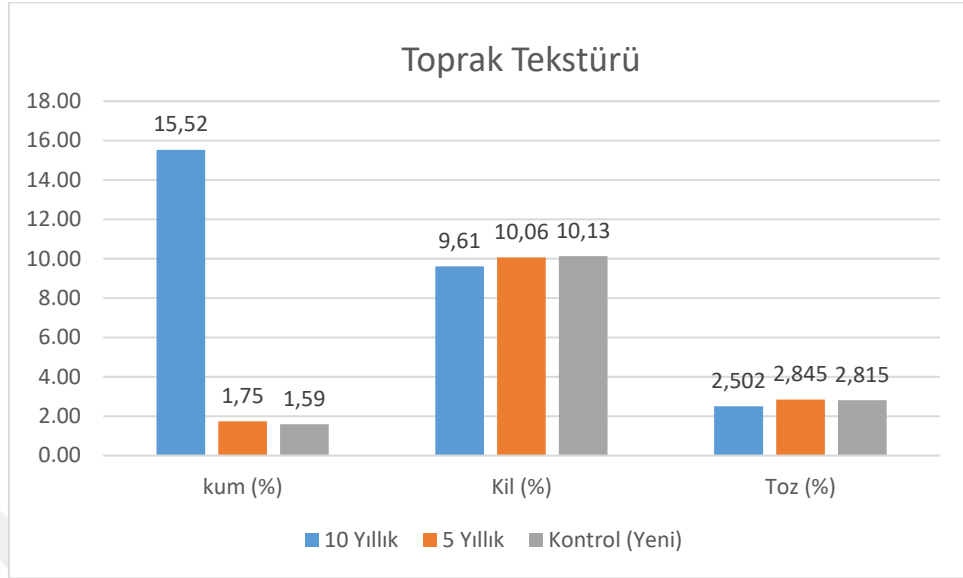
Şekil 28. 5 Yıllık (307 Kodlu) Yılında Yapılmış Orman Yolunun İskelet Analizi



Şekil 29. Yeni Yapılmış (315 Kodlu) Orman Yolunun İskelet Analizi

Grafiklerden de görüldüğü üzere alınan toprak örneklerinde çoğunluk toprak partiküllerinin çoğunluğunun 2 mm'den büyük olduğu belirlenmiştir.

3.3.2. Tekstür Analizi

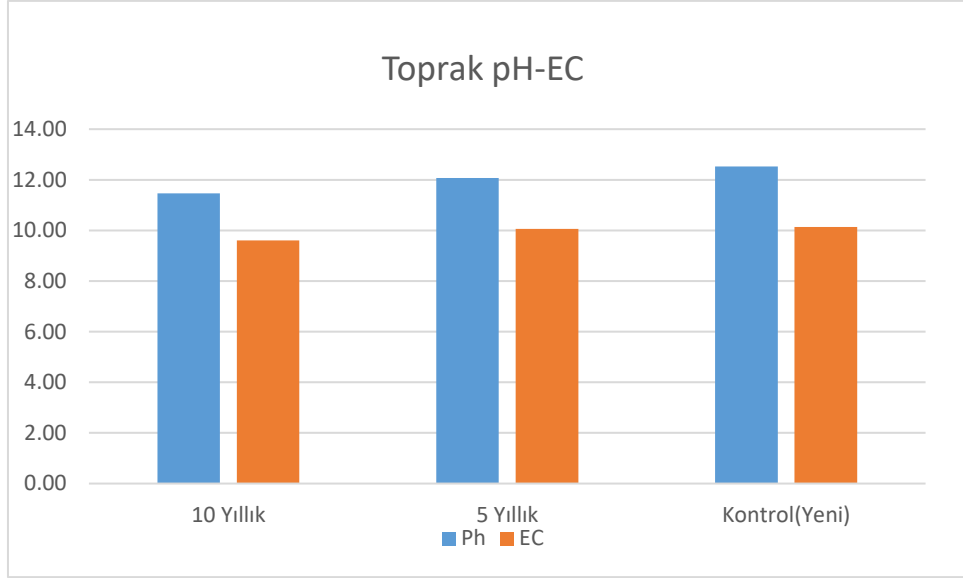


Şekil 30. Toprak Tekstürü Sonuçları

Yapılan analizler sonucunda 2010 yılında yapılan 269 kodlu yolun ve 2015 yılında yapılan 307 kodlu yolun ağırlıklı toprak türünün kumlu balçık, 2020 yılında yapılan 315 kodlu yolun ağırlıklı toprak türünün ise kumlu killi balçık olduğu tespit edilmiştir.

3.3.3. Toprak pH ve EC Analizi

Toprakların pH değeri ve elektriksel iletkenliğini (EC) belirlemek için analizler yapılmıştır.

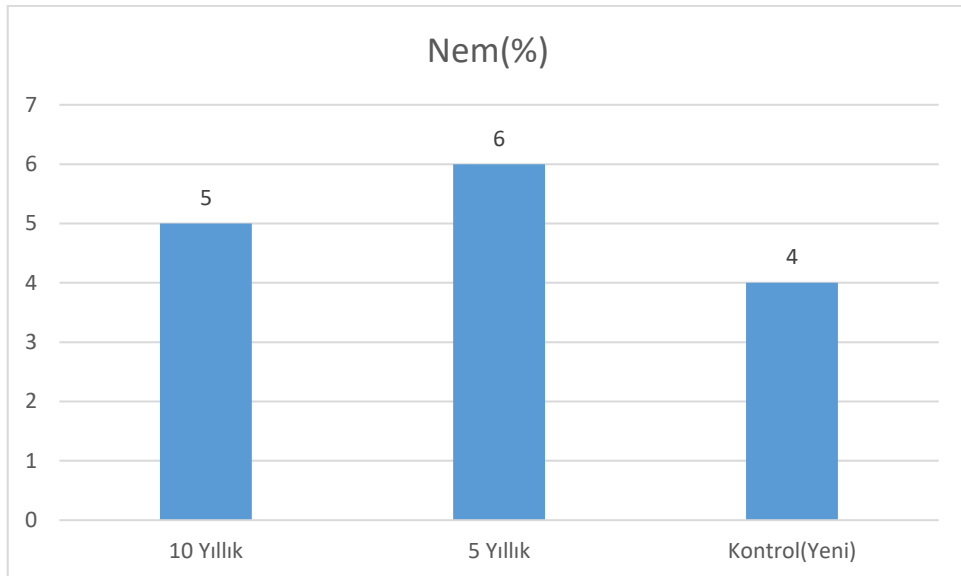


Şekil 31. Toprak pH ve EC Sonuçları

Grafiklerden çıkan yorumla; pH ile EC arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

3.3.4. Higoskopik Nem Analizi

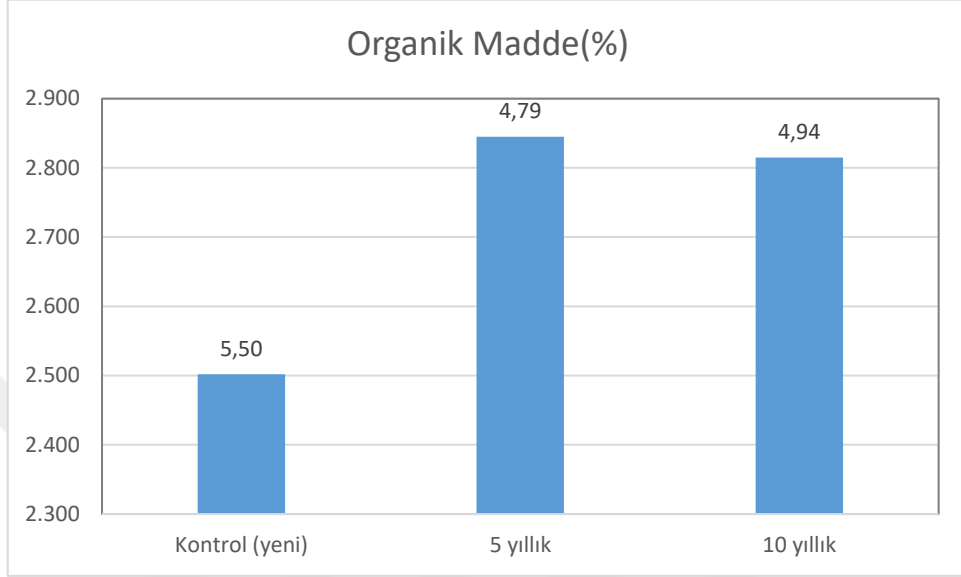
Toprak örneklerinin %Nem'ini bulmak için yapılan analiz sonuçları şu şekildedir;



Şekil 32. Higoskopik Nem Analiz Sonuçları

3.3.5. Organik Madde Tayini

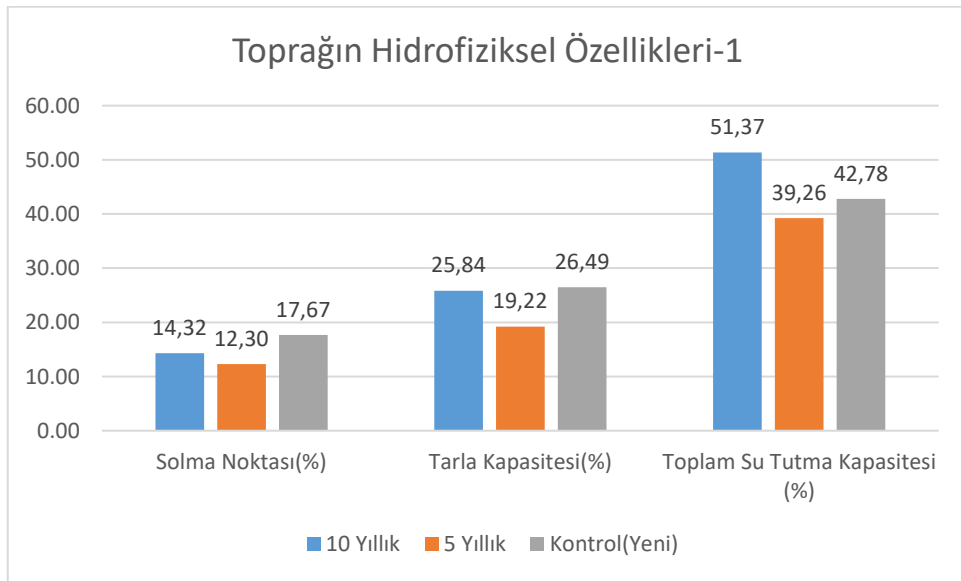
Toprak örneklerinin organik madde miktarlarının tayini için yapılan analizlerin sonucu şu şekildedir;



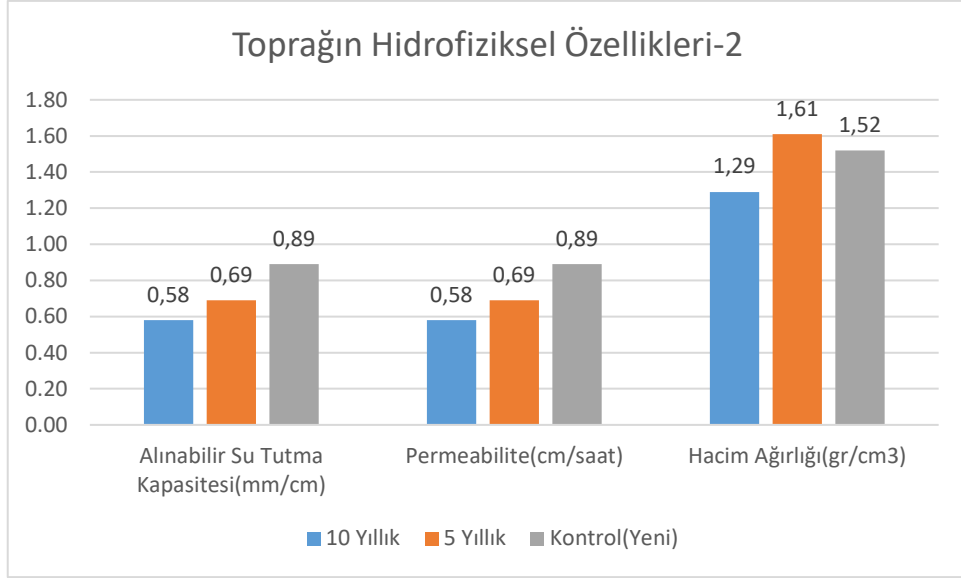
Şekil 33. Organik Madde Sonuçları

3.3.6. Toprağın Hidrofiziksel Özellikleri

Yapılan analizler sonucu çıkan sonuçlar şu şekildedir;



Şekil 34. Toprağın Hidrofiziksel Özellikleri - 1

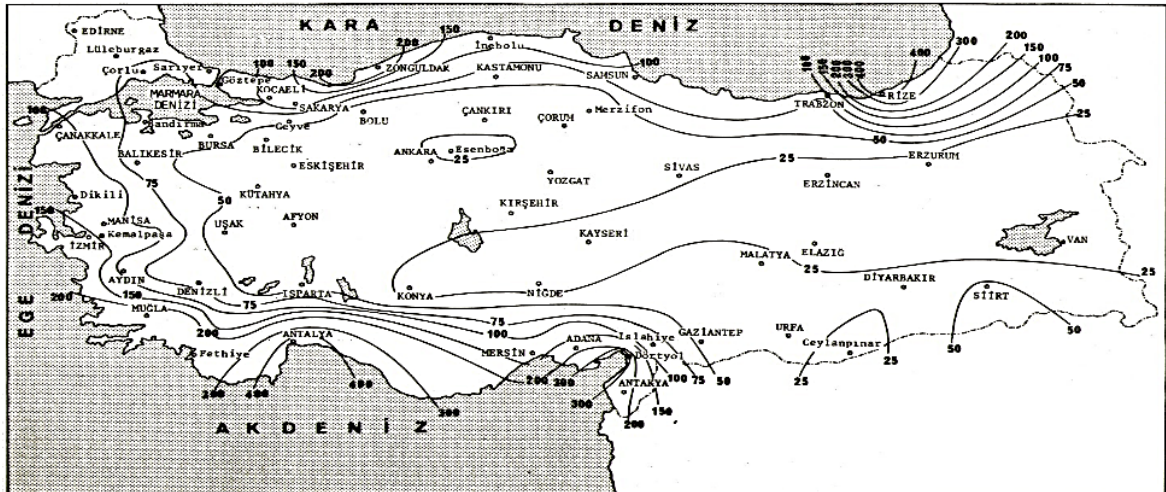


Şekil 35. Toprağın Hidrofiziksel Özellikleri – 2

3.3.7. Yıllık Toprak Kaybı Miktarı

$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$ formülüne göre öncelikle parametreler hesaplanmıştır.

3.3.7.1.R Faktörü



Şekil 36. Türkiye’de Ortalama Yıllık Erozyon İndeksleri Dağılımı (Doğan,1987)

Yağış faktörü (yağmur erozivite indeksi) faktörü olan R değerleri şekilde gösterilen haritada Trabzon'un denk geldiği değer esas alınarak işleme sokulmuştur. Trabzon için belirlenen R değeri 75'tir.

3.3.7.2.K Faktörü

Toprak erodibilite (erozyon duyarlılığı) faktörü olan K değerleri aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmıştır. (Wischmeier ve Smith, 1978):

$$K = \frac{2,1xM^{11,4}x10^{-4}x(12 - 0M) + 3,25x(S - 2) + 2,5x(P - 3)}{100} \quad (3.1)$$

OM=Toprak organik madde içeriği,

M=(% silt +% çok ince kum) X (100- %kil),

S= Toprak yapısı kodu

P=Geçirgenlik sınıfıdır.

Toprak organik madde içeriği daha büyükse veya %4'e eşitse, OM %4'te sabit olarak kabul edilir.

Formüle göre bulunan K faktör değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir;

Tablo 12. Her Yol İçin K Faktörü Ortalama Değerleri

K Faktörü Ortalama Değerleri	
269 (10 Yıllık)	0,139
307 (5 Yıllık)	0,052
315 (Yeni Yapılmış)	0,071

3.3.7.3.LS Faktörü

Yamaç uzunluğu ve eğim faktörü formüle edilerek LS faktörü bulundu. (Arnoldus, 1977)

$$LS= L^{0.5} (0,0138 + 0,00965xS + 0,00138xS^2) \quad (3.2)$$

L=Yamaç uzunluğu faktörü

S= Eğim faktörü

Tablo 13. Her Yol İçin LS Faktörü Ortalama Değerleri

LS Faktörü Ortalama Değerleri	
269(10 Yıllık)	7,161
307(5 Yıllık)	6,378
315(Yeni Yapılmış)	6,360

3.3.7.4. C Faktörü

Ürün amenajman faktörü olan C faktörü değerleri Arnoldus tarafından hazırlanan tablodan alınmıştır.

Tablo 14. Devamlı mera, otlak veya boş arazi için C değerleri (Arnoldus, 1997)

Vejetasyon Üst Tepe Çatışının			Mineral Toprağın Örtü Tipi	Toprak Yüzeyini Kapatan Floranın Kapalılığı %					
Tipi	Yüksekliği	Kapalılığı		0	20	40	60	80	95-100
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Yetersiz tepe örtüsü	-	-	G	0,45	0,20	0,10	0,042	0,013	0,003
			W	0,45	0,24	0,15	0,090	0,043	0,011
Boylu ot veya kısa Çalı	0,5	25	G	0,36	0,17	0,09	0,038	0,012	0,003
			W	0,36	0,20	0,13	0,082	0,041	0,011
		50	G	0,26	0,13	0,07	0,035	0,012	0,003
			W	0,26	0,16	0,11	0,075	0,039	0,011
		75	G	0,17	0,10	0,06	0,031	0,011	0,003
			W	0,17	0,12	0,09	0,067	0,038	0,011
Yeterli çalı veya Ağaçcık	2	25	G	0,40	0,18	0,09	0,040	0,013	0,003
			W	0,40	0,22	0,14	0,085	0,042	0,011
		50	G	0,34	0,16	0,085	0,038	0,012	0,003
			W	0,34	0,19	0,13	0,081	0,041	0,011
		75	G	0,28	0,14	0,08	0,036	0,012	0,003
			W	0,28	0,17	0,12	0,077	0,040	0,011
Kısa çalı örtüsünd-en yoksun seyrek orman veya ağaçlar	4	25	G	0,42	0,19	0,10	0,041	0,013	0,003
			W	0,42	0,23	0,14	0,087	0,043	0,011
		50	G	0,39	0,18	0,09	0,040	0,013	0,003
			W	0,39	0,21	0,14	0,085	0,042	0,011
		75	G	0,36	0,17	0,09	0,039	0,012	0,003
			W	0,36	0,20	0,13	0,083	0,041	0,011

İlgili tablodan daha önceden kapalılıkları kareyaj ile belirlenmiş her bir nokta için kapalılık ve mineral toprağın örtü tipi eşleştirilerek karşılık gelen değerler alındı.

Tablo 15. Her Yol İçin C Faktörü Ortalama Değerleri

C Faktörü Ortalama Değerleri	
269(10 Yıllık)	0,022
307(5 Yıllık)	0,069
315(Yeni Yapılmış)	0,450

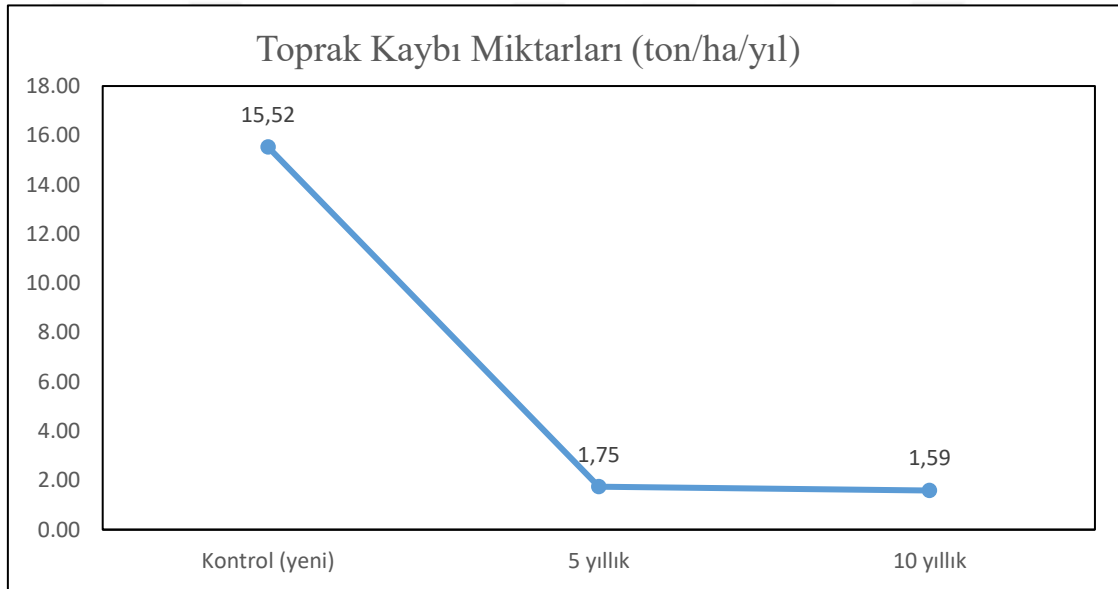
3.3.7.5.P Faktörü

Erozyon kontrol uygulamaları (P); Toprak erozyonunu azaltmayı hedefleyen koruma tekniklerinden bahseder. P ayrıca erozyon kontrol yönetimi uygulamalarını olarak da

tanımlanabilir. Herhangi bir koruyucu önlem olmadığında, P faktörü 1 olarak belirlenebilir (Schwab ve ark., 1993). Bu çalışmada da herhangi bir koruyucu önlem alınmadığı için P faktörü sabit 1 olarak alınmıştır.

3.3.7.6. Toprak kaybı (ton/ha/yıl)

Tüm bu değerlerin sonucu ilgili formüle eklenerek A faktör değeri bulunmuştur. A faktör değerinin her yol için bulunan sonuçları aşağıdaki grafikte verilmiştir;



Şekil 37. Toprak Kaybı Miktarları (ton/ha/yıl)

Grafikte de görüldüğü gibi yeni yapılmış orman yolunda yıllık toprak kaybı miktarı diğer yolların yaklaşık 10 katı dolaylarındadır.

3.3.8. İstatistiksel Bulgular

Bulunan sonuçlara göre aralarındaki ilişkilere bakmak için SPSS programından yararlanılmıştır. Örnek sayısı 30'u geçmekte ve varyasyonlar eşit dağılmaktadır. Verilerin normal dağılıp dağılmadığı test edildikten sonra aynı örneklere birden fazla analiz

yapıldığından kullanılacak testin Paired-Sample T Test olacağına karar verilmiştir. Aynı toprak örneklerine birden fazla analiz yapıldığı için bu test seçilmiştir.

3.3.8.1.269 Kodlu (10 Yıllık) Yol İçin İstatistiksel Bulgular

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	OrganikMadde - AFaktörü	3,28457	2,08752	,35285	2,56748	4,00166	9,309	34	,000

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	KilOranı - AFaktörü	14,99686	5,06424	,85601	13,25723	16,73648	17,519	34	,000

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	ToplamSuTutmaKapasitesi - AFaktörü	49,83429	3,27719	,55395	48,70853	50,96004	89,962	34	,000

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	ToprakpH - AFaktörü	3,66743	1,60865	,27191	3,11484	4,22002	13,488	34	,000

Şekil 38. 269 Kodlu Yolun (10 Yıllık) İstatistiksel Analizleri

Yapılan testlere göre %95 güven düzeyi ile 10 yıllık orman yolundan alınan toprak örneklerinin organik maddesi, kil oranı, tarla kapasitesi, toplam su tutma kapasitesi ve toprak pH'ı ile yıllık toprak kaybı arasında anlamlı bir ilişki vardır.

3.3.8.2.307 Kodlu (5 Yıllık) Yol İçin İstatistiksel Bulgular

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	ToprakpH - AFaktörü	4,50000	1,98985	,33635	3,81646	5,18354	13,379	34	,000

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	OrganikMadde - AFaktörü	3,04371	3,57443	,60419	1,81586	4,27157	5,038	34	,000

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	KilOranı - AFaktörü	11,58429	3,31881	,56098	10,44424	12,72434	20,650	34	,000

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	ToplamSuTutmaKapasitesi - AFaktörü	37,51714	7,35257	1,24281	34,99145	40,04284	30,187	34	,000

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	TarıkKapasitesi - AFaktörü	17,47714	4,36686	,73813	15,97707	18,97721	23,677	34	,000

Şekil 39. 307 Kodlu Yolun (5 Yıllık) İstatistiksel Analizleri

Yapılan testlere göre %95 güven düzeyi ile 5 yıllık orman yolundan alınan toprak örneklerinin organik maddesi, kil oranı, tarla kapasitesi, toplam su tutma kapasitesi ve toprak pH'ı ile yıllık toprak kaybı arasında anlamlı bir ilişki vardır.

3.3.8.3.315 Kodlu (Yeni Yapılmış) Yol İçin İstatistiki Bulgular

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 OrganikMadde - AFaktörü	-10,11514	8,60154	1,45393	-13,06988	-7,16041	-6,957	34	,000

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 ToprakpH - AFaktörü	-10,27257	7,04529	1,19087	-12,69271	-7,85243	-8,626	34	,000

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 KilOrani - AFaktörü	4,38771	7,47900	1,26418	1,81859	6,95684	3,471	34	,001

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 ToplamSuTutmaKapasitesi - AFaktörü	27,28571	8,49416	1,43577	24,36787	30,20356	19,004	34	,000

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 TarlaKapasitesi - AFaktörü	10,93714	7,80852	1,31988	8,25482	13,61946	8,286	34	,000

Şekil 40. 315 Kodlu Yolun (Yeni Yapılmış) İstatistiksel Analizleri

Yapılan testlere göre %95 güven düzeyi ile yeni yapılmış orman yolundan alınan toprak örneklerinin organik maddesi, kil oranı, tarla kapasitesi, toplam su tutma kapasitesi ve toprak pH'ı ile yıllık toprak kaybı arasında anlamlı bir ilişki vardır.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada orman yolu dolgu şevlerinde zamana bağlı doğal bitkilenmenin erozyon üzerindeki etkileri konusunda araştırmalar yapılmıştır. Bu kapsamda Doğu Karadeniz Bölgesinde yer alan Trabzon ilinin sınırları içerisinde kalan biri Vakfıkebir diğer ikisi Şalpazarı İşletme Müdürlüklerinde bulunan toplamda 3 adet yolun dolgu şevlerinden alınan toprak örnekleri doğal bitkilenmenin erozyon üzerindeki etkisini ölçmek için çeşitli analizlere tabi tutulmuştur. Bu örnek alanların seçilmesindeki başlıca kriterler çalışma alanının ekolojik özelliklerini büyük ölçüde tanımlayan yükseklik, bakı gibi topoğrafik faktörler ile zamana göre değişiminin belirlenebilmesi için ise yapım yıllarıdır.

Araştırmada seçilen yolların hepsi B Tipi tali orman yolu standartlarına uygun şekilde yapılmıştır. Şevlerde ortalama eğim 269 kodlu yolda (10 yıllık) %40, 307 kodlu yolda (5 yıllık) %35 ve 315 kodlu yolda (yeni yapılmış) ise %35 bulunmuştur. Ortalama dolgu şevi uzunlukları ise sırasıyla; 8 metre, 9 metre ve 9 metre olarak belirlenmiştir.

Arazide her yoldan 35 adet olacak şekilde, toplamda 105 adet toprak örnekleri toplanmıştır. Bitkilenmeyi yüzde olarak tespit edebilmek için karelej yöntemi kullanılarak drone ile fotoğraflandırma yapılmıştır. Arazideki gözlemler ve büro araştırmaları doğrultusunda yeni yapılmış yolun üzerinde hiçbir bitkilenme meydana gelmediği, 5 yıllık yolda genellikle tek yıllık bitkiler (otsu ve çalı vb.), 10 yıllık da ise yine çoğunluk olarak tek yıllık fakat çalı formunda yer yer ağaçlıklara da rastlanmıştır. Çoğunlukla ot ve otsu bitkilerin bulunduğu çalışma alanında köklerin sığ köklü olduğu bilindiğinden Yavuzşefik (1998)'in kazık köklü bitkilerin toprak kaymalarında, sığ köklü bitkilerin ise erozyon tehlikesi mevcut sahalarda kullanılan bitki kökü sistemini oluşturduğunu savunduğu tezini haklı çıkarmaktadır. Yapılan karelej işlemlerine göre ise 10 yıllık yolun ortalama kapalılık oranı %93,06, 5 yıllık yolun ortalama kapalılık oranının ise %80 olduğu ortaya konulmuştur (Ek Tablo 6). Buradaki sonuçlarda yolun yapıldığı ilk yıl toprağın tamamen çıplak olmasına rağmen 5 yıl içerisinde alana doğal olarak gelen bitkilerin %80 oranında toprağı kapladığı ve yıl geçtikçe bu oranın gitgide arttığı görülmektedir. Luce ve Black (1999) yapmış olduğu çalışmada toprak kayıplarının çoğu kazı-dolduru şevlerinin ve hendeklerin tamamen bitkiyle kaplanmasına kadar geçen ilk iki yılda oluştuğunu belirtmiştir. Bu çalışma kapsamında alanlar 5 yıl arayla alındığı için 5. yılda bitkilerin yaklaşık %70 ve üstü oranında toprağı kapladığı tespit edilmiştir. Clouston (1990), çim ve yer örtücü bitkilerin erozyona karşı

yüzeysel etkiye sahip olduklarını fakat sonradan bu yerlerin ağaç ve ağaççıklarla desteklenmesi gerektiğini savunmuştur. Bu tez çalışmasında ise tek yıllık bitkiler alana gelmiş ve 5. yılda yıllık toprak kaybı miktarının yeni yapılmış yola nazaran ne kadar azaldığı göz önüne alınırsa ağaç ve ağaççık ile desteklenmesine ihtiyaç olmadığı düşünülmektedir. Pohl et al. (2011) bitki çeşitliliğinin toprak stabilitesine olumlu etkisini göstermişlerdir. Ayrıca, artan kök yoğunluğu ve bitki türünün sayısı ile toplam stabilitenin arttığını savunan Pohl et al. (2011)'ın sonuçları bu çalışmayı da desteklemektedir. Acar ve Gümüş (2018) yaptıkları çalışmada ise 10, 15 yıla rağmen bitki örtüsünün yeterli miktarda oluşmadığını gözlemlemişlerdir. Bunun nedeninin yaptıkları çalışmanın Antalya yöresinde yapılmış olduğundan Akdeniz iklimi özelliği göstermesi ve toprak özellikleri bakımından Doğu Karadeniz Bölgesi ile arasında oldukça önemli farklardan kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Yapılan araştırmada yıllık toprak kaybı miktarının belirlenmesindeki en önemli parametrenin bitkilenme olduğu saptanmıştır. Bitkilenmenin meydana gelebilmesi ve verimli bir şekilde yetişmesini sürdürebilmesi için bazı toprak özelliklerine de ihtiyaç vardır. Bu kapsamda araziden alınan toprak örnekleri üzerinde çeşitli analizler yapılmıştır. Bunlar; toprağın organik maddesinin tayini, toprak pH ve EC tayini, toprak tekstürü tayini, higroskopik nem tayini ve toprağın iskelet analizidir.

Yapılan laboratuvar sonuçlarına göre; 10 yıllık yolun ortalama organik maddesi %4,94, 5 yıllık yolun ortalama organik maddesi %4,79, yeni yapılmış yolun organik maddesi ise %5,50 bulunmuştur (Ek Tablo 3). Petri ve Wagner (1978) yaptıkları çalışmada %organik maddeyi humus bakımından fakir, az humuslu, orta derecede humuslu, çok humuslu, pek çok humuslu ve humus bakımından zengin olmak üzere 5 sınıfa ayırmışlardır. Bu sınıflandırmaya göre 10 yıllık 269 kodlu yol ve 5 yıllık 307 kodlu yol Orta derecede humuslu sınıfında yer alırken yeni yapılmış 315 kodlu yol çok humuslu sınıfına girmektedir. Yeni yapılmış yolun organik maddesinin diğerlerine nazaran daha çok çıkmasının nedeni yol yapımında kazı şevinden alınan organik madde miktarının fazla olduğu humus tabakasının üst toprağa serilmesi sonucu olabileceği düşünülmektedir (OGM,2008). Monnier 1965'e göre organik maddenin ortalama ağırlık çapının artmasına neden olduğu ve sonuç olarak artan toplam stabiliteye neden olduğu için yıllık toprak kaybı üzerinde önemli bir parametre olduğu düşünülmektedir. Refahi (2006), toprak aşındırıcılığının %0 ile 10 aralığında artan organik madde ile doğrusal olarak azaldığını bildirmiştir. Parsakhoo et al. (2014) yaptıkları çalışmada da benzer sonuçları bulmuşlardır.

Toprak pH'ına bakıldığında 10 yıllık yolda 5,26, 5 yıllık yolda 6,24 yeni yapılmış yolda ise 4,98 çıkmış ve hepsi asidik özellik göstermektedir. EC (Elektriksel iletkenlik) değerlerine bakıldığında ise; 10 yıllık orman yolunda 57,56, 5 yıllık orman yolunda 99,21 yeni yapılmış yolda ise bu değer 51,63 olarak karşımıza çıkmaktadır. (Ek Tablo 4) EC değerlerinin bu şekilde çıkmasının organik madde ile doğru orantı göstermesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Şenol vd. (2017) yaptıkları bir çalışmada pH değerlerinin organik madde ile negatif, EC değerleriyle ise pozitif yönde bir ilişkisi olduğunu ileri sürmüştür. Bu çalışmada ise pH ve EC organik madde ile arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu saptanmıştır. Bu farkın Şenol vd. (2018)'nin çalışma alanlarının kireç anakayasası üzerinde olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Bir diğer parametre olan toprak tekstüründe ise 10 yıllık ve 5 yıllık orman yollarında toprak türü ağırlıklı olarak kumlu balçık olarak karşımıza çıkarken, yeni yapılmış yolda ağırlıklı toprak türü kumlu killi balçık olarak belirlenmiştir. (Ek Tablo 5) Neyshabouri vd. (2011) yaptıkları bir çalışmada toprak tekstürünün toprak erodibilitesi üzerinde önemli bir unsur olduğunu, toz ve çok ince kumların yüksek içeriği veya kil minerallerinin fazlalığı toprakların üzerinde yüksek aşındırıcılığa sahip olma eğiliminde olduğunu ileri sürmüştür. Yeni yapılmış orman yolunun kumlu killi balçık ve yıllık toprak kaybının fazla olması bu sonucu desteklemektedir.

Bütün bu sonuçlara göre araştırmanın ana konusu olan yıllık toprak kaybı miktarının tespiti için tüm parametreler ABAG yönteminde toplanmış ve formülize edilmiştir. Formülden elde edilen sonuçlar; 10 yıllık 269 kodlu orman yolunun yıllık toprak kaybı miktarı 1,59 ton/ha/yıl, 5 yıllık 307 kodlu orman yolunun yıllık toprak kaybı miktarı 1,75 ton/ha/yıl ve yeni yapılmış 315 kodlu orman yolunun yıllık toprak kaybı ise 15,52 ton/ha/yıl olarak bulunmuştur. (Ek Tablo 8) Burada 10 yıllık orman yolu ile 5 yıllık orman yolunun sonuçlarındaki benzerlik göze çarpmaktadır. Bu benzerliğin asıl nedeninin doğal bitkilenmenin toprağı örtme yüzdesi ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Hacısalihoğlu (2018) yapmış olduğu bir çalışmada ABAG yöntemine göre ortalama yıllık toprak kaybı miktarını (0-50 cm) açık alanda yaklaşık 5,5 kat daha fazla olduğunu, 40 yıllık bir süre içerisinde ağaçlandırma çalışmalarından önemli derecede etkilendiğini ve ağaçlandırmanın toprak kaybı miktarını azaltan bir değişken olduğunu saptamıştır. Bu çalışmada ise bu fark 5 yılda meydana gelmiştir. Bu farkın bu şekilde olmasının nedeni (Hacısalihoğlu, Gümüş, Kezik, & Karadağ, 2018) 'in yaptığı çalışmada açıklık alan ile ağaçlandırma alanının kıyaslanmasıdır. Bu çalışma kapsamında ise iki alan da ormanlık alan içerisinde yer almaktadır.

ABAG yöntemine göre bulunan sonuçlar ile toprağın hidrofiziksel özellikleri arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını test etmek için IBM SPSS Statistics 23.0 yazılımının Paired-Sample T Testi kullanılmış ve sonuç olarak; tüm yollar için toprağın organik maddesi, toprak pH'ı ve higroskopik nemi ile yıllık toprak kaybı miktarı arasında %95 güven düzeyi ile anlamlı bir ilişkinin olduğu sonucuna varılmıştır. Toprak tekstürü ile yıllık toprak kaybı miktarı arasında ilişkiye gelindiğinde ise 10 yıllık ve 5 yıllık yollar için anlamlı bir ilişki olmamasına karşın yeni yapılmış, yeni yapılmış yolda ise bu iki parametre arasında %95 güven düzeyi ile anlamlı bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur. Bunun nedeninin ise yeni yapılmış orman yolundaki örneklem alanlarında taşıma toprak olduğu için kolüvyal toprak özelliği göstermektedir bunun için tekstür dağılımı normal dağılım göstermediğinden olabileceği düşünülmektedir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada orman yolu dolgu şevlerinde zamana bağlı bitkilenmenin erozyon üzerindeki etkisi üzerinde durulmuştur. Bunun için aynı yükselti kademesi ve bakıda yer alan 3 adet yol seçilmiştir. Bu yollar 10 yıllık, 5 yıllık ve yeni yapılmış bir yoldan meydana gelmektedir. Yollar üzerinde bitkilenme miktarı kareyaj yöntemi ile ölçülmüş, yeni yapılmış yoldan 10 yıla gelinceye kadar sürekli bir artış göstermiştir. 5 yıllık bir orman yolu dolgu şevinde meydana gelen doğal bitkilenme oranı erozyon açısından tatmin edici düzeyde olduğu görülmüştür.

Bitkilerin toprağı örtme derecesine ek olarak her yoldan 35 adet olacak şekilde toplamda 105 adet toprak örneğı alınmıştır. Bu toprak örnekleri çeşitli laboratuvar analizlerine tabi tutulmuştur. Yapılan analizler sonucunda ABAG yöntemine göre yıllık toprak kaybı miktarları 10 yıllık 269 kodlu orman yol için 1,59 ton/ha/yıl, 5 yıllık 307 kodlu orman yol için 1,75 ton/ha/yıl ve yeni yapılmış 315 kodlu orman yol için ise 15,52 ton/ha/yıl olarak belirlenmiştir. Bu yöntemden çıkan sonuç ile orman yolu yapımının 5. yılında doğanın kendi dengesine döndüğü, bölgede bulunan bitki örtüsünün çoğunluğunun tek yıllık bitkiler olmasına karşın erozyon ve bitkilenme açısından çok önemli gelişmeler kaydettiğı saptanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre ABAG formülü sonuçları; 10 yıllık orman yolundaki yıllık toprak kaybı miktarı 0,059 mm, 5 yıllık orman yolundaki yıllık toprak kaybı miktarı 0,065 mm son olarak yeni yapılmış orman yolunda ise bu değer 0,58 mm olarak bulunmuştur. 5. yıl ile 10. yıl arasında kayda değer bir fark olmadığı, meydana gelen erozyonun ilk 5 yıl içerisinde maksimum düzeye çıkıp sonradan azalmaya başladığı belirlenmiştir.

Tüm bu sonuçlara göre araştırma alanında bitkilenmenin orman yolu yapımının 5. yılında tatmin edici düzeyde olduğu ve erozyon miktarının gitgide azaldığı belirlenmiştir. Buradan çıkan sonuç ile doğanın kendisini 5 yıl içerisinde toparladığı görülmüş ve herhangi bir koruyucu yöntemin uygulanmasına gerek kalmadığı düşünülmektedir.

6. ÖNERİLER

ABAG yöntemi yıllık toprak kaybı miktarı konusunda uluslararası kullanımda olan bir formüldür. Bu formülde en fazla etkili olan faktörlerin C faktörü (arazi örtüsü ve yönetimi faktörü) ve K faktörü (erozyon duyarlılığı) olduğu bilinmektedir. Teknolojinin bu seviyeye geldiği günümüzde C faktörünün ve bitkilendirmenin tespiti için insansız hava aracı kullanılması arazide oldukça kolaylık sağlamıştır. K faktörünün bulunabilmesi için ise toprak organik madde içeriği, tekstürü, toprak yapısı ve geçirgenlik sınıfı bulunmuştur. Bunlar için laboratuvarında kimyasal analizler yapılmış ve sonuç olarak k faktör değerleri bulunmuştur. K faktörü ve C faktörünü iyileştirmek için ise bitkilendirme yöntemleri kullanılabilir. Mevcut bitkilendirmeyi hızlandırmak için ise gübreleme çalışmalarının yapılabilmesi önerilmektedir.

Çalışma sonuçlarına göre ABAG formülü sonuçları; 10 yıllık orman yolundaki yıllık toprak kaybı miktarı 0,059 mm, 5 yıllık orman yolundaki yıllık toprak kaybı miktarı 0,065 mm son olarak yeni yapılmış orman yolunda ise bu değer 0,58 mm olarak bulunmuştur. 5. yıl ile 10. yıl arasında kayda değer bir fark olmadığı, meydana gelen erozyonun ilk 5 yıl içerisinde maksimum düzeye çıkıp sonradan azalmaya başladığı belirlenmiştir. Lotfalian et al. (2019) yaptıkları bir çalışmada çıplak şev yüzeyi üzerinde jüt ve malç ile destekleme çalışmaları yapmış ve jütün 9,8 malcın ise 3,8 kat daha dayanıklı olduğunu saptamışlardır. Bu nedenle 5. yıla gelene kadar kaybolan toprak miktarı göz önüne alınırsa ölü örtü ile malçlama, saman örtüsü, kırsal kalkınmaya katkısı olabilecek türlerle bitkilendirme gibi kısa süreli ve az maliyetli koruyucu önlemler alınabilir.

Bu çalışma alanında tam olarak hangi yılda erozyonun azalmaya başladığını tespit etmek için yeni yapılmış bir orman yolu alınarak aralarında birer yıl olacak şekilde 5 orman yolu alınarak aynı yöntem uygulanabileceği önerilmektedir. Bu tespit sonucunda düşmeye başladığı yıla kadar kısa süreli koruyucu önlemler alınabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada orman yolları yapımında standartlara uyulması durumunda doğanın eski haline dönme süresinin gitgide kısılacağı yönünde olumlu sonuçlar alınmıştır. Bunun için yol yapım sırasında mevzuata uygun bir şekilde gidilmesi gerektiği önerilmektedir. Orman yolu yapımında direkt doğa ile bir etkileşim içerisinde olduğundan burada çalıştırılacak kişilerin konuda deneyimli orman mühendisleri olmasına özen gösterilmelidir.

Doğu Karadeniz Bölgesi içerisinde yapılan bu çalışmadaki sonuçlar erozyon kaybı açısından tatmin edici düzeydedir. Bu çalışmanın farklı bölgelerde veya aynı bölge içerisinde farklı yükselti kademelerinde, bakılarda ve farklı iklim koşullarında araştırılması gerektiği düşünölmektedir.



7. KAYNAKLAR

- Acar, C. 1997. Trabzon ve Yöresinde Yetişen Doğal Bazı Yer Örtücü Bitkilerin Peyzaj Mimarlığında Değerlendirilmeleri Üzerine Bir Araştırma. Trabzon: Doktora Tezi KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Acar, H. H. 1999. Orman İşletmeciliğinde Yol İnşaatı, Üretim ve Transport Çalışmalarının Doğal Çevre ve Korunması Açısından Değerlendirilmesi. (s. 497-507). Kütahya: International Symposium on Production of Natural Environment and Ekrami Karaçam.
- Acar, H. H., Üçler, A. Ö., ve Ölmez, Z. 2002. Artvin Yöresi Orman Yol Şevlerinde Doğal Olarak Bulunan Kapari (*Capparis ovata* Desf.)'nin Gelişiminde Etkili Olan Faktörler. Ekoloji Çevre Dergisi, 10, 43, 1-4.
- Acar, M., ve Gümüüş, S. 2018. Orman Yolu Kenarında Bulunan Kazı ve Dolduru Şevlerinin Bitkilenme Açısından Değerlendirilmesi. Iğdır International Conference on Multidisciplinary Studies. Iğdır.
- Akay, A. E., Erdaş, O., Yüksel, A., Bozali, N., Gündoğan, R., ve Öztürk, T. 2007. Bilgisayar destekli orman yolu planlama modeli. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi. Trabzon: KTÜ.
- Aksakal, E. 2004. Toprak Sıkışması ve Tarımsal Açından Önemi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 247-252.
- Anonymous. 1985. Logging and Transport in Steep Terrain. Forestry Paper.
- Arnoldus, H. J. 1977. Predicting soil losses due to sheet and rill erosion. FAO Conservation Guide no.1 Guidelines for Watershed Management. Rome.
- ASTM. 2017. Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils.
- Aykut, T., ve Murat, D. 2005. Türkiye'de orman yollarının durumu, değerlendirilmesi ve önemi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 55, 1.
- BK. 1994. Bodenkundliche Kartieranleitung. Hannover: Schwizerbart Verlagsbuchhandlung.
- Bowen, H., ve Coble, C. 1967. Environmental requirements for seed germination and emergence. Transaction of the ASAE, 731-737.
- Braun-Blanquet, 1932. Plant Sociology, McGraw-Hill, New York.
- Clouston, B. 1990. Landscape Design with Plants. Oxford: Second Edition, Heineman Profesional Publishing Ltd.
- Çelebi, H. 1969. Yüzey Akış ve Yüzey Akış Miktarlarını Hesaplama Metodları. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Teknik Bülten.
- Demirbaş, S. 1988. Şevlerin dengesi - Toprakta kesme direnci - Şev denge analizleri - Toprak göletler ve seddeler - Gölet gövdelerinin dizaynı. Ankara: Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.

- Doğan, O. 1987. Türkiye yağışlarının eroziv potansiyalleri. Ankara: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü .
- Dymond, S. 2010. Modeling the effects of forest road density on streamflow in the Blue Ridge Mountains. Master Thesis. Blacksburg: Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Emir, C. 2006. Orman Yollarında *Pyllostachys bambusoides* ile Şev Stabilizasyonu Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Zonguldak: Zonguldak Kara Elmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Erdaş, O. 1997. Orman Yolları. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- FAO. 2018. The State of the World's Forests 2018 - Forest pathways to sustainable development.
- Forman, R., ve Alexander, L. 1998. Roads and their major ecological effects. s. 207-231. *Annu Rev. Ecol. Syst.*
- Forman, R., ve Deblinger, R. 2000. The ecological road-effect zone of a Massachusetts (USA) suburban highway. s. 36-46. *Conservation Biology* 14.
- Forsyth, A., Bubb, K., ve Cox, M. 2006. Runoff, sediment loss and water quality from forest roads in a southeast queensland coastal plain pinus plantation. *Forest Ecology and Management*, 194-206.
- Godwin, R. 1990. Agricultural engineering in development: Tillage for crop production in areas of low rainfall. Ağrı: Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO.
- Görcelioğlu, E. 1991. Bitki Örtüsünün Yamaç ve Şev Stabilitesine Etkileri. Trabzon: 1. Ulusal Heyelan Sempozyumu.
- Görcelioğlu, E. 2004. Orman Yolları-Erozyon İlişkisi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Grace, J. 2002. Overview of Best Management Practices Related to Forest Roads: The southern states. ASAE.
- Gupta, S., Hadas, A., Voorhees, W., Wolf, D., Larson, W., ve Sharma, P. 1990. Development of guides on the susceptibility of Soils to excessive compaction. St. Paul: University of Minnesota .
- Gülçür, F. 1972. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metotları. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Gümüş, S., ve Türk, Y. 2010. Orman Yollarında Meydana Gelen Toprak Kaybı Sorunları. II, s. 544-553. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi.
- Gümüş, S., Hacısalihoğlu, S., Kezik, U., ve Karadağ, H. 2017. Orman Yolları Şevlerinde Toprak Kaybının Azaltılması İçin Yol Yapım Tekniği Açısından Alınabilecek Düşük Maliyetli Bir Önlem. Bursa: Orman Yolu Standartları Çalıştay.

- Hacısalıhoğlu, S. 2018. Semi-Arid Plantation by Anatolian Black Pine and Its Effects on Soil Erosion and Soil Properties. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 500-507.
- Hacısalıhoğlu, S., Gümüş, S., Kezik, U., ve Karadağ, H. 2019. Impact of Forest Road Construction on Topsoil Erosion and Hydro-Physical Soil Properties in a Semi-Arid Mountainous Ecosystem in Turkey. 28, s. 113-121. *Pol. J. Environ. Study*.
- Hakansson, I., ve Lipiec, J. 2000. A review of the usefulness of relative bulk density values in studies of soil structure and compaction. s. 71-85. *Soil and Tillage Research*.
- Hasdemir, M., Őentürk, N., ve Demir, M. 2005. Türkiye’de Orman Yollarının Planlanması Ve İnşaatının Ormanların Korunması Açısından Değerlendirilmesi. Antalya: I. Çevre ve Ormancılık Őurası.
- İrmak, A. 1954. Arazide ve Laboratuvarıda Toprağın Araştırılması Metotları. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- İzbırak, R. 1992. Cođrafya Terimleri Sözlüğü: Almanca, Fransızca, İngilizce Karőtılıkları. İstanbul: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Jordan, A., ve Zavala, L. 2008. Soil loss and runoff rates on unpaved forest roads in southern Spain after simulated rainfall. s. 913-919. *Forest Ecology and Management*.
- Karaöz, Ö. 1989. Toprakların Bazı Kimyasal Özelliklerinin (pH, Karbonat, Tuzluluk, Organik Madde, Total azot, Yararlanılabilir Fosfor) Analiz Yöntemleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1-20.
- Ketcheson, G., Megahan, W., ve King, J. 1999. “R1-R4” and “BOISED” sediment prediction model tests using forest roads in granitics. s. 83-98. *J. Am. Wat. Resour. Ass.*
- Kezik, U., ve Altun, L. 2015. Üretim Çalışmalarının Toprak kalitesi ve Ekosistem Sağlığına Olası Etkileri. Kastamonu: Üretim İőlerinde Hassas Ormancılık Sempozyumu.
- Lewis, J. 1998. Evaluating the Impacts of Logging Activities on Erosion and Suspended Sediment Transport in the Caspar Creek Watersheds. California: Proceeding of the Conference on Coastal Watersheds.
- Lopez, A., Zavala, L., ve Bellinfante, N. 2009. Impact of different partsof unpaved forest roads on runoff and sediment yieldin a mediterranean area. s. 937-944. *Science of the Total Environment*.
- Luce, C., ve Black, T. 1999. Sediment Production From Forest Roads in western Oregon. s. 2561-2570. *Water Resources Research*.
- McDonald, R., Isbell, R., Speight, J., Walker, J., ve Hopkins, M. 1984. Australian soil land survey field handbook. Melbourne.
- MGM. 2020. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=TRABZON> adresinden alındı
- Monnier, G. 1965. Action des matieres organiques sur la stabilite structurale des sols. *Ann Agron*, 327-400.

- Neyshabouri, M., Ahmadi, A., Rouhipour, H., ve Asadi, H. 2011. Soil texture fractions and fractal dimension of particle size distribution as predictors of interrill erodibility. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 95-102.
- OGM. 2008. Orman Yolları Planlaması, Yapımı ve Bakımı'na ait 292 sayılı tebliğ. Ankara: Orman Genel Müdürlüğü.
- OGM. 2017. Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul Ve Esaslar. TEBLİĞ NO.: 299. Ankara: Orman Genel Müdürlüğü Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı.
- OGM. 2020. Orman Genel Müdürlüğü 2019 idare faaliyet raporu. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı.
- Okursoy, R. 1992. Toprağın kompaksiyon modeli. s. 564-573. Samsun: 14. Ulusal Kongresi.
- Okursoy, R. 2000. Tarım topraklarının yoğun tarla trafiğine bağlı sıkışma sorunları ve toprak sıkışıklığının bitkisel üretime olan etkileri. *Bursa'da Tarım Dergisi*, 20-22.
- Özyuvacı, N. 1978. Kocaeli Yarımadası Topraklarında Erozyon Eğiliminin Hidrolojik Toprak Özelliklerine Bağlı Olarak Değişimi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Parsakhoo, A., Lotfalian, M., Kavian, A., ve Hosseini, S. 2014. Assessment of soil erodibility and aggregate stability for different parts of a forest road. *Journal of Forestry Research*, 193-200.
- Peker, T. 1988. Ülkemiz Karayollarında Karşılaşılan Morfolojik Sorunlar ve Peyzaj Mimarlığı Açısından Alınacak Önlemler. Yüksek Lisans Tezi. Ankara.
- Petri, H., ve Wagner, A. 1978. Forstliche Standortsaufnahme. MunsterHiltrup: Landwirtschafts Verlag Gmbtl.
- Pohl, M., Stroude, R., Buttler, A., ve Rixen, C. 2011. Functional traits and root morphology of alpine plants. *Annals of Botany*, 537-545.
- Pritchett, W., ve Fisher, R. 1987. *Properties and Management of Forest Soils*. New York.
- Reed, R., Johnson, B., ve Baker, W. 1996. Contribution of roads to forest fragmentation in the Rocky Mountains. s. 1098-1106. *Conservation Biology*.
- Refahi, H. 2006. Water erosion and conservation. Tehran: University of. 668.
- Rieberk, H., Neary, D., ve Swank, W. 1989. The magnitude of upland silvicultural nonpoint source pollution in the South. In: Hook, D.D.; Lea, R., eds. *Proceedings, The forested wetlands of the southern United States*. Gen. Tech. Rep.
- Ryan, T., Phillips, H., Ramsay, J., ve Dempsey, J. 2004. *Forest Road Manual, Guidelines for the Design*. Dublin: Construction and Management of Forest Roads.
- Saxton, K., Rwal, W., Romberger, S., ve Papendick, R. 1986. Estimating generalized soil-water characteristics from texture. *Soil Science Society of America Journal*, 1031-1036.
- Schwab, G., Fangmeier, D., Elliot, W., ve Frevert, R. 1993. *Soil and water conservation engineering*. 4th Edn. John Willey and Sons. New York.

- Seçkin, Ö. 1978. Demirköy Karamanbayırı Devlet Orman İşletmesi Çakmaktepe Bölgesi Yol Şebeke Planlama Tekniği Bakımından Araştırılması. Ankara: OGM.
- Stuart, G., ve Edwards , P. 2006. Concepts about forests and water. Northern Journal of Applied Forestry, 11-19.
- Sugden, B., ve Woods, S. 2007. Sediment production from forest roads in western montana. Journal of the American Water Resources Association, 193-206.
- Swanson, F., Swanson, M., ve Woods, C. 1981. Analysis of debris-avalanche erosion in step forest lands: an example from Mapleton. Oregon.
- Şenol, H., Alaboz, P., Gülsoy, S., ve Özkan, G. 2018. Boylu ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) ormanları altındaki toprakların fizikokimyasal özellikleri. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 8-17.
- Taysun, A. 1989. Toprak ve Su Korunumu. İzmir: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Thorntwaite, C. 1948. An approach toward a rational classification of climate. Geogr. Rev., 55-94.
- Tüchy, E. 1979. Forestry and Ecology in the Mountains of Central Europe. Mountain Forest Roads and Harvesting. FAO Forestry Paper.
- Ulusay, R. 1982. Şev Stabilite Analizlerinde Kullanılan Pratik Yöntemler ve Jeoteknik Çalışmalar. Ankara: M.T.A. Eğitim Serisi.
- Uzunsoy, O., ve Görcelioğlu, E. 1985. Havza Islahında Temel İlke ve uygulamalar. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi.
- Walter, H., Harnickell, E., ve Mueller-Dombois, D. 1975. Climate-diagram maps of the individual continents and the ecological climatic regions of the earth, supplement to the vegetation monograph. New York.
- Wells, M. 1988. A method of assessing water erosion risk in land capability studies-swan coastal plain & darling range. Resource Management Technical Report.
- Wischmeier, W., ve Smith, D. 1978. Predicting rainfall erosion losses - A guide to conservation planning. Washington: USDA Agricultural Research Service.
- Yavuzşefik, Y. 1998. Peyzaj Onarım Tekniği. Düzce: Abant İzzet Baysal Üniversitesi Orman Fakültesi.
- Yolcu, A. 2019. Farkılı Arazikullanımı Altında ki Toprakların Fiziksel, Kimyasal ve Hidrolojik Özellikleri. . Trabzon.
- Zengin, H., Yeşil, A., Ünal, A., Bettinger, P., Cieszewski, C., ve Siry, C. 2013. Evolution of Modern Forest Management Planning in the Republic of Turkey. 239-248.
- Ziegler, A., Giambelluca, T., Sutherland, R., Nullet, M., Yarnasarn, S., Pinthong, J., Jaiaree. 2004. Toward Understanding The Cumulative Impacts Of Roads in Upland Agricultural Watersheds Of Northern Thailand. s. 104-145. Agric. Ecosyst. Environ.

8. EKLER

Ek Tablo 1. Higroskopik Nem Analiz Sonuçları

269 Kodlu Yol			
Örnek Alan No	Hava Kuruğu	Fırın Kuruğu	Fark
1	10	9.794	0.206
2	10	9.641	0.359
3	10	9.529	0.471
4	10	9.569	0.431
5	10	9.527	0.473
6	10	9.583	0.417
7	10	9.666	0.334
8	10	9.634	0.366
9	10	9.687	0.313
10	10	9.688	0.312
11	10	9.674	0.326
12	10	9.505	0.495
13	10	9.429	0.571
14	10	9.386	0.614
15	10	9.535	0.465
16	10	9.534	0.466
17	10	9.585	0.415
18	10	9.328	0.672
19	10	9.286	0.714
20	10	9.441	0.559
21	10	9.322	0.678
22	10	9.331	0.669
23	10	9.459	0.541
24	10	9.536	0.464
25	10	9.384	0.616
26	10	9.465	0.535
27	10	9.453	0.547
28	10	9.586	0.414
29	10	9.722	0.278
30	10	9.601	0.399
31	10	9.567	0.433
32	10	9.553	0.447
33	10	9.585	0.415
34	10	9.617	0.383
35	10	9.567	0.433

Ek Tablo 1'in Devamı

307 Kodlu Yol			
Örnek Alan No	Hava Kuruşu	Fırın Kuruşu	Fark
1	10.188	9.523	0.665
2	10.125	9.294	0.831
3	10.189	9.495	0.694
4	10.157	9.514	0.643
5	10.020	9.501	0.519
6	10.090	9.565	0.525
7	10.086	9.539	0.547
8	10.184	9.425	0.759
9	10.079	9.592	0.487
10	10.232	9.687	0.545
11	10.223	9.592	0.631
12	10.213	9.644	0.569
13	10.145	9.669	0.476
14	10.133	9.639	0.494
15	10.146	9.633	0.513
16	10.075	9.529	0.546
17	10.106	9.321	0.785
18	10.063	9.622	0.441
19	10.075	9.634	0.441
20	10.023	9.507	0.516
21	10.163	9.566	0.597
22	10.077	9.567	0.510
23	10.048	9.085	0.963
24	10.212	9.747	0.465
25	10.091	9.311	0.780
26	10.014	9.397	0.617
27	10.135	9.560	0.575
28	10.081	9.661	0.420
29	10.124	9.689	0.435
30	10.033	9.604	0.429
31	10.072	9.630	0.442
32	10.054	9.612	0.442
33	10.084	9.702	0.382
34	10.009	9.654	0.355
35	10.093	9.728	0.365

Ek Tablo 1'in Devamı

315 Kodlu Yol			
Örnek Alan No	Hava Kuruşu	Fırın Kuruşu	Fark
1	10.069	9.062	1.007
2	10.153	9.773	0.380
3	10.234	9.945	0.289
4	10.081	9.617	0.464
5	10.027	9.692	0.335
6	10.099	9.731	0.368
7	10.023	9.581	0.442
8	10.104	9.603	0.501
9	10.095	9.678	0.417
10	10.017	9.619	0.398
11	10.036	9.614	0.422
12	10.041	9.700	0.341
13	10.060	9.813	0.247
14	10.156	9.905	0.251
15	10.141	9.876	0.265
16	10.085	9.752	0.333
17	10.018	9.561	0.457
18	10.012	9.619	0.393
19	10.134	9.492	0.642
20	10.146	9.660	0.486
21	10.318	9.826	0.492
22	10.220	9.723	0.497
23	10.160	9.633	0.527
24	10.321	9.810	0.511
25	10.006	9.671	0.335
26	10.148	9.812	0.336
27	10.229	9.851	0.378
28	10.042	9.649	0.393
29	10.179	9.649	0.530
30	10.203	9.685	0.518
31	10.268	9.718	0.550
32	10.100	10.000	0.100
33	10.317	9.853	0.464
34	10.430	10.032	0.398
35	10.076	9.688	0.388

Ek Tablo 2. İskelet Analizi Sonuçları

269 Kodlu Yol					
Ö.A. No	>2mm	2mm-1mm	1 mm-0.5 mm	0.5 mm-0.25 mm	<0.25 mm
1	1015.611	432.708	184.554	605.866	255.528
2	804.349	256.849	166.679	125.069	157.473
3	1653.555	515.738	145.404	86.298	84.905
4	1674.503	159.067	86.462	69.091	99.932
5	1447.56	300.681	187.905	148.047	157.008
6	899.977	202.198	118.232	83.682	96.273
7	1517.521	249.467	190.335	135.319	88.018
8	631.399	231.040	155.124	197.460	269.641
9	1557.208	72.713	47.488	35.472	47.178
10	871.217	232.699	177.318	131.648	129.656
11	889.688	195.866	146.233	153.898	163.861
12	481.951	146.744	93.813	68.619	105.516
13	932.614	275.709	170.087	133.776	81.868
14	1202.302	312.100	292.022	289.517	252.102
15	783.451	236.576	166.575	174.985	220.220
16	1161.064	338.292	240.287	193.508	234.222
17	1158.582	214.144	182.082	227.967	174.722
18	1129.069	265.542	178.517	158.820	164.095
19	771.868	253.714	189.924	181.474	274.673
20	912.407	275.934	197.252	171.505	221.602
21	710.576	233.748	157.998	126.798	157.511
22	510.433	337.965	216.401	178.213	144.591
23	865.690	318.177	192.008	129.729	102.904
24	849.676	292.694	149.552	178.717	138.281
25	795.615	313.614	129.320	96.167	84.262
26	1134.216	361.817	188.895	150.230	147.837
27	1525.843	263.716	140.839	108.640	112.073
28	1086.659	156.631	133.321	132.496	128.353
29	1232.548	195.676	146.461	174.303	235.426
30	1208.422	225.205	204.161	205.666	124.392
31	1045.731	139.065	122.262	122.810	127.891
32	850.375	149.417	132.304	117.232	143.901
33	935.238	118.266	108.390	186.299	132.227
34	1284.298	186.105	161.636	151.445	158.934
35	508.909	178.537	158.576	176.843	206.730

Ek Tablo 2'nin Devamı

307 Kodlu Yol					
Ö.A.No	>2mm	2mm-1mm	1 mm-0.5 mm	0.5 mm-0.25 mm	<0.25 mm
1	793.604	280.457	208.507	175.540	182.354
2	1000.552	447.698	281.566	238.130	242.472
3	789.094	365.264	250.823	202.293	212.626
4	1395.970	337.684	216.035	189.544	196.544
5	1404.558	188.499	116.062	92.310	99.032
6	1421.778	148.751	98.925	72.139	70.166
7	1173.543	242.460	170.853	147.620	95.026
8	866.024	323.997	228.847	188.484	145.413
9	1268.586	166.234	117.123	97.164	100.795
10	1408.037	132.729	110.101	109.481	86.983
11	1256.342	272.580	145.313	126.511	134.771
12	1556.393	184.532	115.625	89.919	114.054
13	1185.723	343.697	265.685	274.982	215.108
14	1752.425	363.506	227.182	211.272	166.589
15	1156.725	231.452	182.795	186.982	250.563
16	1193.341	150.350	114.103	147.547	143.332
17	771.182	211.346	160.647	108.532	142.199
18	1458.960	222.302	121.912	132.692	141.773
19	1164.062	219.621	164.375	144.870	173.296
20	1540.697	242.627	163.937	130.76	157.580
21	1563.620	205.555	137.427	113.576	108.919
22	1807.369	156.192	106.714	90.409	126.411
23	1744.198	92.089	57.607	45.487	60.095
24	1649.696	68.549	53.144	50.515	73.438
25	1254.250	137.833	114.722	122.844	139.269
26	1395.434	59.920	50.057	55.439	88.640
27	929.455	75.489	66.698	70.530	122.948
28	1225.055	116.055	83.968	66.077	78.673
29	887.965	112.456	96.186	98.596	122.709
30	1624.936	81.877	65.734	66.699	106.178
31	1660.813	194.195	158.375	176.210	220.180
32	1391.307	215.249	160.187	167.667	168.571
33	1411.440	188.759	154.027	148.628	117.870
34	1310.842	162.542	118.290	120.178	135.333
35	1236.777	220.807	124.789	137.154	135.283

Ek Tablo 2'nin Devamı

315 Kodlu Yol					
Ö.A.No	>2mm	2mm-1mm	1 mm-0.5 mm	0.5 mm-0.25 mm	<0.25 mm
1	965.432	97.728	54.504	39.183	28.818
2	1407.211	312.912	170.865	131.782	114.890
3	2052.060	218.857	114.045	94.064	87.925
4	1739.165	199.921	128.054	95.080	76.671
5	1687.604	295.190	164.893	131.994	71.838
6	1373.795	364.366	176.970	173.999	111.006
7	1479.471	215.566	142.228	118.339	83.499
8	1480.360	127.924	76.375	64.665	52.188
9	1217.620	197.254	107.975	71.439	56.779
10	1575.936	231.685	147.038	130.802	97.250
11	1014.268	304.536	201.863	134.347	95.792
12	1496.419	322.563	208.524	160.581	113.087
13	1615.486	424.073	308.622	281.977	124.868
14	1385.228	389.086	228.407	230.497	125.776
15	1631.520	465.546	241.561	245.311	146.447
16	1594.304	176.676	121.535	111.232	68.207
17	1475.904	307.483	206.473	178.993	131.542
18	1455.330	308.380	186.298	164.643	96.407
19	839.539	241.265	88.999	64.500	37.134
20	1112.190	265.841	197.215	142.313	90.015
21	785.712	227.884	145.655	110.311	70.556
22	1034.751	340.453	200.727	136.077	85.569
23	934.446	154.444	82.795	52.648	38.929
24	1397.529	273.852	150.441	95.185	70.270
25	1723.592	296.115	151.255	142.148	93.620
26	1485.726	310.452	176.229	119.775	82.110
27	1240.212	137.984	96.323	74.496	40.709
28	1606.887	134.377	78.562	42.045	25.480
29	1140.462	220.901	150.965	119.631	70.111
30	1082.547	207.982	156.269	105.618	76.352
31	1310.561	166.930	115.250	76.198	48.343
32	1347.345	258.874	174.789	128.106	76.582
33	892.039	233.153	171.698	106.661	51.042
34	1363.871	365.706	210.489	147.084	77.123
35	1217.052	382.300	218.766	168.192	83.180

Ek Tablo 3. Organik Madde Analiz Sonuçları

269 Kodlu Yol						
Ö.A.No	Titrette Okuma	NFe	K ₂ Cr ₂ O ₇	C(mg)	Organik Karbon	Organik Madde
1	8.90	0.96	10	500	0.824207493	1.417636888
2	7.78	0.96	10	500	1.663400576	2.861048991
3	6.91	0.96	10	500	2.315273775	3.982270893
4	8.12	0.96	10	500	1.408645533	2.422870317
5	6.52	0.96	10	500	2.607492795	4.484887608
6	7.56	0.96	10	500	1.828242075	3.144576369
7	6.63	0.96	10	500	2.525072046	4.343123919
8	7.19	0.96	10	500	2.105475504	3.621417867
9	4.75	0.96	10	500	3.933717579	6.765994236
10	5.91	0.96	10	500	3.064553314	5.271031700
11	5.66	0.96	10	500	3.251873199	5.593221902
12	3.28	0.96	10	500	5.035158501	8.660472622
13	5.72	0.96	10	500	3.206916427	5.515896254
14	6.29	0.96	10	500	2.779827089	4.781302594
15	6.42	0.96	10	500	2.682420749	4.613763689
16	5.82	0.96	10	500	3.131988473	5.387020173
17	6.67	0.96	10	500	2.495100865	4.291573487
18	6.97	0.96	10	500	2.270317003	3.904945245
19	5.97	0.96	10	500	3.019596542	5.193706052
20	5.62	0.96	10	500	3.281844380	5.644772334
21	2.82	0.96	10	500	5.379827089	9.253302594
22	5.62	0.96	10	500	3.281844380	5.644772334
23	5.94	0.96	10	500	3.042074928	5.232368876
24	8.10	0.96	10	500	1.423631124	2.448645533
25	6.34	0.96	10	500	2.742363112	4.716864553
26	5.89	0.96	10	500	3.079538905	5.296806916
27	5.27	0.96	10	500	3.544092219	6.095838617
28	5.74	0.96	10	500	3.191930836	5.490121037
29	4.28	0.96	10	500	4.285878963	7.371711816
30	6.04	0.96	10	500	2.967146974	5.103492795
31	5.06	0.96	10	500	3.701440922	6.366478386
32	5.49	0.96	10	500	3.379250720	5.812311239
33	6.96	0.96	10	500	2.277809798	3.917832853
34	6.99	0.96	10	500	2.255331412	3.879170029
35	6.21	0.96	10	500	2.839769452	4.884403458

Ek Tablo 3'ün Devamı

307 Kodlu Yol						
Ö.A.No	Titrette Okuma	Nfe	K ₂ Cr ₂ O ₇	C(mg)	Organik Karbon	Organik Madde
1	7.28	0.98	10	500	2.073900293	3.567108504
2	9.08	0.98	10	500	0.701466276	1.206521994
3	9.32	0.98	10	500	0.518475073	0.891777126
4	9.45	0.98	10	500	0.419354839	0.721290323
5	7.55	0.98	10	500	1.868035191	3.213020528
6	7.75	0.98	10	500	1.715542522	2.950733138
7	8.40	0.98	10	500	1.219941349	2.098299120
8	7.32	0.98	10	500	2.043401760	3.514651026
9	7.04	0.98	10	500	2.256891496	3.881853372
10	5.43	0.98	10	500	3.484457478	5.993266862
11	7.97	0.98	10	500	1.547800587	2.662217009
12	8.15	0.98	10	500	1.410557185	2.426158358
13	9.45	0.98	10	500	0.419354839	0.721290323
14	9.42	0.98	10	500	0.442228739	0.760633431
15	8.05	0.98	10	500	1.486803519	2.557302053
16	3.76	0.98	10	500	4.757771261	8.183366569
17	4.17	0.98	10	500	4.445161290	7.645677419
18	8.69	0.98	10	500	0.998826979	1.717982405
19	6.94	0.98	10	500	2.333137830	4.012997067
20	8.06	0.98	10	500	1.479178886	2.544187683
21	6.15	0.98	10	500	2.935483871	5.049032258
22	6.20	0.98	10	500	2.897360704	4.983460411
23	4.95	0.98	10	500	3.850439883	6.622756598
24	3.54	0.98	10	500	4.925513196	8.471882698
25	0.30	0.98	10	500	7.395894428	12.72093842
26	1.28	0.98	10	500	6.648680352	11.43573021
27	2.59	0.98	10	500	5.649853372	9.717747801
28	5.05	0.98	10	500	3.774193548	6.491612903
29	4.85	0.98	10	500	3.926686217	6.753900293
30	3.72	0.98	10	500	4.788269795	8.235824047
31	4.93	0.98	10	500	3.865689150	6.648985337
32	5.83	0.98	10	500	3.179472141	5.468692082
33	6.24	0.98	10	500	2.866862170	4.931002933
34	6.28	0.98	10	500	2.836363636	4.878545455
35	7.06	0.98	10	500	2.241642229	3.855624633

Ek Tablo 3'ün Devamı

315 Kodlu Yol						
Ö.A.No	Titrette Okuma	Nfe	K ₂ Cr ₂ O ₇	C(mg)	Organik Karbon	Organik Madde
1	0.10	0.78	10	500	5.986046512	10.2960
2	2.05	0.78	10	500	4.806976744	8.2680
3	6.41	0.78	10	500	2.170697674	3.7336
4	2.39	0.78	10	500	4.601395349	7.9144
5	3.80	0.78	10	500	3.748837209	6.4480
6	4.95	0.78	10	500	3.053488372	5.2520
7	2.37	0.78	10	500	4.613488372	7.9352
8	4.41	0.78	10	500	3.380000000	5.8136
9	3.48	0.78	10	500	3.942325581	6.7808
10	6.45	0.78	10	500	2.146511628	3.6920
11	4.68	0.78	10	500	3.216744186	5.5328
12	6.85	0.78	10	500	1.904651163	3.2760
13	8.75	0.78	10	500	0.755813953	1.3000
14	8.61	0.78	10	500	0.840465116	1.4456
15	2.39	0.78	10	500	4.601395349	7.9144
16	4.72	0.78	10	500	3.19255814	5.4912
17	0.81	0.78	10	500	5.556744186	9.5576
18	4.03	0.78	10	500	3.609767442	6.2088
19	5.27	0.78	10	500	2.860000000	4.9192
20	5.13	0.78	10	500	2.944651163	5.0648
21	5.81	0.78	10	500	2.533488372	4.3576
22	3.64	0.78	10	500	3.845581395	6.6144
23	4.12	0.78	10	500	3.555348837	6.1152
24	6.12	0.78	10	500	2.346046512	4.0352
25	4.19	0.78	10	500	3.513023256	6.0424
26	5.57	0.78	10	500	2.678604651	4.6072
27	5.16	0.78	10	500	2.926511628	5.0336
28	3.54	0.78	10	500	3.906046512	6.7184
29	3.10	0.78	10	500	4.172093023	7.1760
30	7.74	0.78	10	500	1.366511628	2.3504
31	6.30	0.78	10	500	2.237209302	3.8480
32	2.23	0.78	10	500	4.698139535	8.0808
33	7.38	0.78	10	500	1.584186047	2.7248
34	5.83	0.78	10	500	2.521395349	4.3368
35	6.46	0.78	10	500	2.140465116	3.6816

Ek Tablo 4. pH-EC Analiz Sonuçları

269 Kodlu Yol			
Örnek Alan No	Sıcaklık	pH	EC
1	19.0	4.83	30
2	20.0	4.78	30
3	18.9	4.86	18
4	20.4	4.92	38
5	21.0	4.77	28
6	20.9	4.87	24
7	21.1	5.55	64
8	21.1	5.35	64
9	21.0	6.02	112
10	20.9	5.74	76
11	21.0	5.50	40
12	21.0	5.21	72
13	21.4	5.54	88
14	21.3	5.31	48
15	21.3	5.39	64
16	21.3	5.66	88
17	21.5	5.38	30
18	21.1	6.25	114
19	21.0	4.90	74
20	21.2	6.38	100
21	21.2	6.38	150
22	21.1	4.76	42
23	21.1	5.03	66
24	21.1	5.20	48
25	21.0	4.65	24
26	21.2	5.29	66
27	21.1	5.33	70
28	21.2	5.02	42
29	21.7	4.72	56
30	21.0	4.84	36
31	21.0	5.07	46
32	20.9	5.14	52
33	20.8	5.12	54
34	20.8	5.17	24
35	20.9	5.13	26

Ek Tablo 4'ün Devamı

307 Kodlu Yol			
Örnek Alan No	Sıcaklık	pH	EC
1	19.2	6.01	165.3
2	19.2	6.74	88.9
3	19.2	6.81	86.9
4	18.8	6.79	34
5	19.1	6.58	120.6
6	18.7	6.65	165.3
7	19.2	6.43	63.3
8	19.1	6.26	122.8
9	19.1	6.32	135.6
10	19.2	6.38	132.4
11	19.2	6.40	132.3
12	19.2	6.71	80
13	19.2	6.73	60
14	19.2	6.62	64
15	19.2	6.46	58
16	19.2	6.38	70
17	19.0	6.26	66
18	19.2	6.78	80
19	19.2	6.78	160
20	19.3	6.84	124
21	19.3	5.88	112
22	19.3	6.10	132.3
23	19.2	6.26	164
24	19.3	5.91	60.6
25	19.2	5.31	66
26	19.2	5.56	128.6
27	19.2	5.58	95.7
28	19.3	6.47	194.5
29	19.3	5.85	133.2
30	19.3	5.76	76
31	19.2	5.78	62
32	19.1	5.66	17.34
33	19.1	5.74	64.8
34	19.2	5.73	83.5
35	19.3	5.98	72.4

Ek Tablo 4'ün Devamı

315 Kodlu Yol			
Örnek Alan No	Sıcaklık	pH	EC
1	19.3	3.85	178
2	19.6	4.18	168.6
3	19.6	4.55	18.63
4	19.4	4.45	37.8
5	19.7	4.32	44
6	19.6	4.33	81.8
7	19.9	4.35	176.8
8	19.5	5.27	58.8
9	19.7	5.09	36
10	19.6	5.43	29.23
11	19.8	5.19	19.47
12	19.9	5.46	29.29
13	19.9	5.75	14.2
14	19.7	5.27	18.07
15	19.7	5.29	17.1
16	19.7	5.16	25.9
17	19.7	4.91	67.2
18	19.6	4.95	57.1
19	19.5	4.68	63.8
20	19.6	5.07	46.3
21	19.6	5.13	43
22	19.7	5.07	37
23	19.7	4.97	42.5
24	19.5	5.28	61.2
25	19.7	5.39	38.8
26	19.6	4.97	32.5
27	19.6	5.95	39.2
28	19.7	5.35	38
29	19.7	5.00	36
30	19.8	5.02	40.5
31	19.6	5.01	45.5
32	19.6	4.98	30.3
33	19.6	4.82	44.7
34	19.5	4.83	42.4
35	19.6	4.81	47.2

Ek Tablo 5. Toprak Tekstürü Analiz Sonuçları

269 Kodlu Yol								
Ö.A.No	1.Okuma		2. Okuma		I.DHD	II.DHD	Örnek Miktarı(gr)	Nem(%)
	Hidrometre	Sıcaklık	Hidrometre	Sıcaklık				
1	18	18.5	16	18.8	16.46	14.57	100	2
2	48	18.0	25	19.0	46.28	23.64	100	4
3	52	18.5	29	18.8	50.46	27.57	100	5
4	44	18.0	21	19.0	42.28	19.64	100	4
5	45	18.5	25	19.0	43.46	23.64	100	5
6	46	18.0	21	18.8	44.28	19.57	100	4
7	31	18.5	22	19.5	29.46	20.82	100	3
8	38	18.0	12	19.5	36.28	10.82	100	4
9	21	18.5	10	19.5	19.46	8.82	100	3
10	32	18.0	12	19.5	30.28	10.82	100	3
11	29	18.5	11	19.5	27.46	9.82	100	3
12	30	18.0	15	20.0	28.28	14.00	100	5
13	36	18.5	14	21.0	34.46	13.36	100	6
14	31	18.0	13	20.5	30.28	13.18	100	6
15	35	18.5	12	20.5	34.46	12.18	100	5
16	34	18.5	13	20.5	33.46	13.18	100	5
17	29	19.0	11	20.5	28.64	11.18	100	4
18	42	18.5	15	20.5	41.46	15.18	100	7
19	43	19.0	20	20.5	42.64	20.18	100	7
20	34	18.5	14	20.5	33.46	14.18	100	6
21	30	18.5	12	20.5	29.46	12.18	100	7
22	41	18.5	13	20.5	40.46	13.18	100	7
23	35	18.5	12	19.0	34.46	11.64	100	5
24	37	18.5	16	20.0	36.46	16.00	100	5
25	50	18.5	26	20.0	49.46	26.00	100	6
26	46	18.5	20	20.0	45.46	20.00	100	5
27	33	18.5	20	22.0	32.46	20.72	100	5
28	26	18.5	16	21.0	25.46	16.36	100	4
29	22	18.5	11	23.0	21.46	12.08	100	3
30	25	19.5	15	21.0	24.82	15.36	100	4
31	25	20.0	12	21.0	25.00	12.36	100	4
32	30	20.0	14	20.0	30.00	14.00	100	4
33	33	20.0	14	21.0	33.00	14.36	100	4
34	31	20.0	16	22.0	31.00	16.72	100	4
35	28	20.0	15	21.0	28.00	15.36	100	4

269 Kodlu Yolun Devamı

MKTA	%Kil+Toz	%Kum	%Toz	%Kil	Toprak Türü
98	17	83	1.93	14.88	Kumlu Balçık
96	48	52	23.48	24.52	Kumlu Killi Balçık
95	53	47	24.02	28.93	Kumlu Killi Balçık
96	44	56	23.66	20.52	Kumlu Killi Balçık
95	46	54	20.80	24.81	Kumlu Killi Balçık
96	46	54	25.79	20.42	Kumlu Killi Balçık
97	30	70	8.94	21.54	Kumlu Killi Balçık
96	38	62	26.43	11.23	Kumlu Balçık
97	20	80	10.98	9.10	Balçık Kum
97	31	69	20.09	11.17	Kumlu Balçık
97	28	72	18.23	10.15	Kumlu Balçık
95	30	70	15.02	14.73	Kumlu Balçık
94	37	63	22.38	14.17	Kumlu Balçık
94	32	68	18.22	14.04	Kumlu Balçık
95	36	64	23.37	12.77	Kumlu Balçık
95	35	65	21.27	13.82	Kumlu Balçık
96	30	70	18.22	11.66	Kumlu Balçık
93	44	56	28.17	16.27	Kumlu Balçık
93	46	54	24.19	21.73	Kumlu Killi Balçık
94	35	65	20.42	15.02	Kumlu Balçık
93	32	68	18.54	13.07	Kumlu Balçık
93	43	57	29.24	14.12	Kumlu Balçık
95	36	64	24.13	12.31	Kumlu Balçık
95	38	62	21.46	16.78	Kumlu Balçık
94	53	47	25.00	27.71	Kumlu Killi Balçık
95	48	52	26.90	21.13	Kumlu Killi Balçık
95	34	66	12.42	21.92	Kumlu Killi Balçık
96	27	73	9.49	17.07	Kumlu Balçık
97	22	78	9.65	12.43	Kumlu Balçık
96	26	74	9.85	16.00	Kumlu Balçık
96	26	74	13.21	12.92	Kumlu Balçık
96	31	69	16.75	14.66	Kumlu Balçık
96	34	66	19.45	14.98	Kumlu Balçık
96	32	68	14.85	17.39	Kumlu Balçık
96	29	71	13.21	16.06	Kumlu Balçık

Ek Tablo 5'in Devamı

307 Kodlu Yol								
Ö.A.No	1.Okuma		2. Okuma		I.DHD	II.DHD	Örnek Miktarı(gr)	Nem(%)
	Hidrometre	Sıcaklık	Hidrometre	Sıcaklık				
1	25	19.0	14	20.0	24.64	14.00	100	7
2	20	18.8	11	20.0	19.57	11.00	100	8
3	27	18.5	15	20.0	26.46	15.00	100	7
4	25	18.5	13	20.0	25.46	13.00	100	6
5	27	18.5	16	20.0	26.46	16.00	100	5
6	28	18.8	17	20.5	27.57	17.18	100	5
7	33	19.0	13	20.5	32.64	13.18	100	5
8	24	19.0	13	20.5	23.64	13.18	100	8
9	30	18.5	17	20.5	29.46	17.18	100	5
10	22	18.5	12	20.5	21.46	12.18	100	5
11	31	18.5	16	20.5	30.46	16.18	100	6
12	28	18.5	17	20.5	27.46	17.18	100	6
13	20	18.5	11	20.0	19.46	11.00	100	5
14	19	18.5	10	20.5	18.46	10.18	100	5
15	21	18.0	12	20.0	19.28	11.00	100	5
16	20	18.5	10	20.5	18.46	9.18	100	5
17	16	18.5	9	20.5	14.46	8.18	100	8
18	11	18.5	12	20.0	9.46	11.00	100	4
19	22	18.5	12	20.0	20.46	11.00	100	4
20	30	18.5	14	20.0	28.46	13.00	100	5
21	26	18.5	13	20.5	24.46	12.18	100	6
22	31	18.5	15	20.5	29.46	14.18	100	5
23	20	18.5	13	20.0	18.46	12.00	100	10
24	16	18.5	13	20.5	14.46	12.18	100	5
25	16	18.8	10	20.0	14.46	9.00	100	8
26	18	18.8	10	20.5	16.48	9.18	100	6
27	15	18.5	10	20.0	16.46	9.00	100	6
28	25	18.5	10	20.5	23.46	9.18	100	4
29	20	18.5	15	20.5	18.46	14.18	100	4
30	23	18.5	13	20.0	21.46	12.00	100	4
31	15	18.8	12	20.5	13.57	11.18	100	4
32	15	19.0	11	20.5	13.64	10.18	100	4
33	26	20.5	16	20.5	25.18	15.18	100	4
34	23	20.5	16	20.5	22.18	15.18	100	4
35	25	20.5	17	20.5	24.18	16.18	100	4

307 Kodlu Yolun Devamı

MKTA	%Kil+Toz	%Kum	%Toz	%Kil	Toprak Türü
93	26.40	73.60	11.40	15.00	Kumlu Balçık
92	21.34	78.66	9.35	12.00	Kumlu Balçık
93	28.43	71.57	12.31	16.12	Kumlu Balçık
94	27.21	72.79	13.32	13.89	Kumlu Balçık
95	27.91	72.09	11.03	16.88	Kumlu Balçık
95	29.10	70.90	10.97	18.13	Kumlu Balçık
95	34.53	65.47	20.59	13.94	Kumlu Balçık
92	25.58	74.42	11.32	14.26	Kumlu Balçık
95	30.97	69.03	12.91	18.06	Kumlu Balçık
95	22.70	77.30	9.81	12.88	Kumlu Balçık
94	32.51	67.49	15.24	17.27	Kumlu Balçık
94	29.12	70.88	10.90	18.22	Kumlu Balçık
95	20.43	79.57	8.88	11.55	Kumlu Balçık
95	19.42	80.58	8.71	10.71	Kumlu Balçık
95	20.32	79.68	8.73	11.59	Kumlu Balçık
95	19.53	80.47	9.82	9.71	Kumlu Balçık
92	15.69	84.31	6.81	8.88	Balçık Kum
96	9.90	90.10	2.00	11.51	Balçık Kum
96	21.40	78.60	9.90	11.51	Kumlu Balçık
95	30.01	69.99	16.30	13.71	Kumlu Balçık
94	26.01	73.99	13.06	12.95	Kumlu Balçık
95	31.04	68.96	16.10	14.94	Kumlu Balçık
90	20.43	79.57	7.15	13.28	Kumlu Balçık
95	15.17	84.83	2.39	12.77	Balçık Kum
92	15.68	84.32	5.92	9.76	Balçık Kum
94	17.56	82.44	7.78	9.78	Balçık Kum
94	17.46	82.54	7.92	9.55	Balçık Kum
96	24.49	75.51	14.91	9.58	Kumlu Balçık
96	19.30	80.70	4.47	14.82	Kumlu Balçık
96	22.42	77.58	9.88	12.54	Kumlu Balçık
96	14.20	85.80	2.50	11.70	Balçık Kum
96	14.27	85.73	3.62	10.65	Balçık Kum
96	26.18	73.82	10.40	15.78	Kumlu Balçık
96	23.00	77.00	7.26	15.74	Kumlu Balçık
96	25.10	74.90	8.30	16.79	Kumlu Balçık

Ek Tablo 5'in Devamı

315 Kodlu Yol								
Ö.A.No	1.Okuma		2. Okuma		I.DHD	II.DHD	Örnek Miktarı(gr)	Nem(%)
	Hidrometre	Sıcaklık	Hidrometre	Sıcaklık				
1	22	22.0	15	21.0	21.72	14.36	100	10
2	30	21.8	17	21.5	29.65	16.54	100	4
3	30	21.5	15	21.5	29.54	14.54	100	3
4	28	22.0	18	21.5	27.72	17.54	100	5
5	29	21.0	22	21.0	28.36	21.36	100	3
6	31	21.0	20	21.0	30.36	19.36	100	4
7	25	22.0	16	20.5	24.72	15.18	100	4
8	28	22.0	20	20.5	27.72	19.18	100	5
9	30	21.0	23	20.5	29.36	22.18	100	4
10	26	21.0	22	20.5	25.36	21.18	100	4
11	26	22.0	19	20.5	25.72	18.18	100	4
12	22	22.5	18	20.5	21.9	17.18	100	3
13	24	22.5	20	21.5	23.9	19.54	100	2
14	32	22.5	16	21.5	32.9	16.54	100	3
15	22	22.0	17	21.5	22.72	17.54	100	3
16	30	22.5	23	21.5	30.9	23.54	100	3
17	24	21.0	17	21.5	24.36	17.54	100	5
18	26	21.0	20	21.5	26.36	20.54	100	4
19	23	21.5	14	21.5	23.54	14.54	100	6
20	29	21.0	20	21.5	29.36	20.54	100	5
21	25	21.5	17	21.5	25.54	17.54	100	5
22	30	21.8	19	21.5	30.65	19.54	100	5
23	32	21.8	22	21.5	32.65	22.54	100	5
24	28	22.0	20	21.5	28.72	20.54	100	5
25	26	22.0	20	21.0	26.72	20.36	100	3
26	28	22.0	20	21.0	28.72	20.36	100	3
27	20	22.0	14	21.5	20.72	14.54	100	4
28	35	21.8	24	21.5	35.65	24.54	100	4
29	25	22.0	16	22.0	25.72	16.72	100	5
30	27	22.0	17	22.0	27.72	17.72	100	5
31	30	22.0	20	21.5	30.72	20.54	100	6
32	29	22.0	20	21.5	29.72	20.54	100	1
33	30	22.0	21	21.5	30.72	21.54	100	5
34	30	22.0	23	21.5	30.72	23.54	100	4
35	28	21.5	20	22.0	28.54	20.72	100	4

315 Kodlu Yolun Devamı

MKTA	%kil+toz	%Kum	%Toz	%Kil	Toprak Türü
90	24	76	8.18	15.96	Kumlu Balçık
96	31	69	13.63	17.19	Kumlu Balçık
97	30	70	15.45	14.97	Kumlu Balçık
95	29	71	10.68	18.39	Kumlu Balçık
97	29	71	7.24	22.10	Kumlu Killi Balçık
96	32	68	11.42	20.10	Balçık
96	26	74	9.98	15.88	Kumlu Balçık
95	29	71	8.99	20.19	Kumlu Killi Balçık
96	31	69	7.49	23.15	Kumlu Killi Balçık
96	26	74	4.35	22.06	Kumlu Killi Balçık
96	27	73	7.87	18.98	Kumlu Balçık
97	23	77	4.89	17.79	Kumlu Balçık
98	25	75	4.47	20.03	Kumlu Killi Balçık
97	34	66	16.78	16.97	Kumlu Balçık
97	23	77	5.32	18.02	Kumlu Balçık
97	32	68	7.61	24.35	Kumlu Killi Balçık
95	26	74	7.15	18.38	Kumlu Balçık
96	27	73	6.06	21.38	Kumlu Killi Balçık
94	25	75	9.62	15.54	Kumlu Balçık
95	31	69	9.27	21.59	Kumlu Killi Balçık
95	27	73	8.41	18.45	Kumlu Balçık
95	32	68	11.69	20.56	Kumlu Killi Balçık
95	34	66	10.67	23.79	Kumlu Killi Balçık
95	30	70	8.62	21.65	Kumlu Killi Balçık
97	28	72	6.58	21.07	Kumlu Killi Balçık
97	30	70	8.65	21.07	Kumlu Killi Balçık
96	22	78	6.42	15.11	Kumlu Balçık
96	37	63	11.56	25.54	Kumlu Killi Balçık
95	27	73	9.50	17.66	Kumlu Balçık
95	29	71	10.55	18.69	Kumlu Balçık
95	33	67	10.77	21.74	Kumlu Killi Balçık
99	30	70	9.27	20.75	Kumlu Killi Balçık
95	32	68	9.63	22.59	Kumlu Killi Balçık
96	32	68	7.48	24.52	Kumlu Killi Balçık
96	30	70	8.14	21.56	Kumlu Killi Balçık

Ek Tablo 6. Bitkilerin Toprağı Örtme Derecesi

269 KODLU YOL							
Ö.A. No	Bitki Örtüsü Çeşidi	Ö.A. Büyüklüğü (m)	Ağaç Oranı (%)	Çok Yıllık Bitki (%)	Tek Yıllık Bitki (%)	Boşluklu Alan (%)	Örtme Derecesi (%)
1	Ağaç	10x10	69	26	-	5	95
2	Çalı	2x2	14	76	-	10	90
3	Çalı	2x2	-	56	44	-	100
4	Çalı	2x2	-	49	51	-	100
5	Çalı	2x2	-	53	47	-	100
6	Çalı	2x2	-	93	-	7	93
7	Çalı	2x2	-	88	-	12	88
8	Çalı	2x2	-	95	-	5	95
9	Çalı	2x2	-	95	-	5	95
10	Çalı	2x2	-	98	-	2	98
11	Çalı	2x2	-	97	-	3	97
12	Çalı	2x2	-	92	-	8	92
13	Çalı	2x2	-	97	-	3	97
14	Otsu	1x1	-	-	67	33	67
15	Otsu	1x1	-	-	97	3	97
16	Çalı	2x2	-	96	-	4	96
17	Çalı	2x2	-	96	-	4	96
18	Çalı	2x2	-	96	-	4	96
19	Otsu	1x1	-	-	81	19	81
20	Çalı	2x2	-	97	-	3	97
21	Çalı	2x2	-	98	-	2	98
22	Çalı	2x2	-	92	-	8	92
23	Çalı	2x2	-	92	-	8	92
24	Çalı	2x2	-	98	-	2	98
25	Çalı	2x2	-	81	-	19	81
26	Çalı	2x2	-	85	-	15	85
27	Ağaç	10x10	60	33	-	7	93
28	Çalı	2x2	-	83	-	17	83
29	Çalı	2x2	-	88	-	12	88
30	Çalı	2x2	-	99	-	1	99
31	Ağaç	10x10	90	9	-	1	99
32	Çalı	2x2	-	89	-	11	89
33	Ağaç	10x10	63	37	-	-	100
34	Ağaç	10x10	69	26	-	5	95
35	Çalı	2x2	-	95	-	5	95

Ek Tablo 6'nın Devamı

307 KODLU YOL							
Ö.A. No	Bitki Örtüsü Çeşidi	Ö.A. Büyüklüğü (m)	Ağaç Oranı (%)	Çok Yıllık Bitki (%)	Tek Yıllık Bitki (%)	Boşluklu Alan (%)	Örtme Derecesi (%)
1	Çalı	2x2	-	75	-	25	75
2	Çalı	2x2	10	80	-	10	90
3	Çalı	2x2	-	67	-	33	67
4	Çalı	2x2	-	85	-	15	85
5	Çalı	2x2	-	43	-	57	43
6	Çalı	2x2	-	86	-	14	86
7	Çalı	2x2	-	67	-	33	67
8	Çalı	2x2	-	87	-	13	87
9	Çalı	2x2	-	86	-	14	86
10	Çalı	2x2	-	88	-	12	88
11	Çalı	2x2	-	87	-	13	87
12	Çalı	2x2	-	77	6	17	83
13	Çalı	2x2	-	89	-	11	89
14	Çalı	2x2	-	81	5	14	86
15	Çalı	2x2	-	85	-	15	85
16	Çalı	2x2	-	55	-	45	55
17	Çalı	2x2	-	95	-	5	95
18	Çalı	2x2	-	79	-	21	79
19	Çalı	2x2	-	67	-	33	67
20	Çalı	2x2	-	50	-	50	50
21	Çalı	2x2	34	41	-	23	77
22	Çalı	2x2	-	32	-	68	32
23	Çalı	2x2	-	50	-	50	50
24	Çalı	2x2	-	82	-	18	82
25	Çalı	2x2	-	90	-	10	90
26	Çalı	2x2	-	95	-	5	95
27	Çalı	2x2	-	100	-	-	100
28	Ağaç	10x10	96	-	1	3	97
29	Ağaç	10x10	63	31	-	6	63
30	Çalı	2x2	-	92	-	8	92
31	Çalı	2x2	-	95	-	5	95
32	Çalı	2x2	-	97	-	3	97
33	Ağaç	10x10	87	13	-	-	100
34	Çalı	2x2	22	73	-	5	95
35	Çalı	2x2	-	89	-	11	89

Ek Tablo 7. Toprağın Hidrofiziksel Özellikleri

269 Kodlu Yol						
Ö.A. No.	Solma Noktası (%)	Tarla Kap. (%)	Toplam Su Tutma Kap. (%)	Alınabilir Su Tutma Kap. (mm/cm)	Permeabilite (cm/sa)	Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)
1	10.70	29.90	46.10	0.96	0.53	1.43
2	17.10	29.00	46.20	0.59	0.51	1.43
3	19.80	32.60	48.60	0.64	0.41	1.36
4	14.60	25.90	45.30	0.57	0.71	1.45
5	18.10	30.30	49.00	0.61	0.64	1.35
6	15.50	28.20	50.30	0.63	1.07	1.32
7	16.70	26.30	47.00	0.47	0.81	1.41
8	10.60	22.30	51.00	0.58	2.34	1.30
9	12.20	21.50	56.20	0.47	3.78	1.16
10	11.60	22.40	53.00	0.54	2.72	1.25
11	11.50	22.00	54.20	0.52	3.12	1.21
12	15.60	27.30	56.50	0.58	2.31	1.15
13	13.30	25.30	53.30	0.60	2.11	1.24
14	12.80	23.30	50.90	0.52	1.98	1.30
15	12.00	23.30	51.20	0.57	2.08	1.29
16	13.20	24.70	52.70	0.57	2.08	1.25
17	11.30	21.20	50.20	0.50	2.29	1.32
18	12.90	25.30	49.40	0.62	1.40	1.34
19	17.00	29.90	51.30	0.64	0.97	1.29
20	14.00	25.70	53.20	0.58	1.98	1.24
21	14.60	26.90	58.10	0.62	2.82	1.11
22	13.40	26.90	54.90	0.67	2.16	1.20
23	12.10	24.00	53.40	0.59	2.46	1.23
24	14.70	26.50	51.90	0.59	1.55	1.28
25	19.70	32.90	50.30	0.66	0.51	1.32
26	16.50	29.90	52.10	0.67	1.07	1.27
27	17.90	29.00	50.90	0.56	0.97	1.30
28	15.00	24.70	50.50	0.48	1.57	1.31
29	14.30	24.50	56.60	0.51	3.00	1.15
30	14.20	23.40	49.80	0.47	1.70	1.33
31	13.80	24.00	54.30	0.52	2.54	1.21
32	14.20	25.00	52.70	0.54	1.98	1.25
33	12.70	23.10	49.10	0.52	1.68	1.35
34	13.60	23.50	47.80	0.49	1.37	1.38
35	13.90	23.80	49.90	0.49	1.65	1.33

Ek Tablo 7'nin Devamı

307 Kodlu Yol						
Ö.A. No.	Solma Noktası (%)	Tarla Kap. (%)	Toplam Su Tutma Kap. (%)	Alınabilir Su Tutma Kap. (mm/cm)	Permeabilite (cm/sa)	Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)
1	12.00	18.20	35.50	0.62	1.22	1.71
2	8.20	12.20	30.30	0.40	1.37	1.85
3	10.40	15.50	29.00	0.52	0.58	1.88
4	9.00	13.80	28.60	0.48	0.79	1.89
5	12.90	19.20	34.30	0.63	0.81	1.74
6	13.30	19.80	33.90	0.64	0.66	1.75
7	10.20	17.30	32.70	0.71	0.91	1.78
8	11.50	17.70	35.90	0.62	1.40	1.70
9	14.00	21.30	36.20	0.73	0.79	1.69
10	13.30	20.60	42.80	0.73	2.51	1.52
11	12.50	19.40	33.70	0.69	0.71	1.76
12	12.80	18.90	32.40	0.61	0.58	1.79
13	7.70	11.20	28.90	0.36	1.27	1.88
14	7.20	10.70	29.50	0.35	1.52	1.87
15	9.60	14.10	33.90	0.46	1.75	1.75
16	13.50	21.40	48.90	0.79	4.70	1.35
17	13.60	20.70	48.30	0.72	4.65	1.37
18	14.40	22.40	47.60	0.80	3.63	1.39
19	10.90	16.50	37.60	0.56	2.16	1.65
20	10.70	17.30	33.90	0.66	1.12	1.75
21	12.40	19.70	40.80	0.73	2.18	1.57
22	13.30	21.50	40.30	0.82	1.57	1.58
23	13.90	21.00	43.90	0.71	2.72	1.49
24	15.10	21.90	45.70	0.67	3.02	1.44
25	13.60	20.70	48.30	0.72	4.65	1.37
26	13.60	20.70	43.80	0.72	4.65	1.37
27	13.50	21.00	48.50	0.74	4.67	1.37
28	12.20	20.40	46.40	0.82	4.06	1.42
29	15.10	21.90	42.70	0.68	2.03	1.52
30	14.90	23.20	47.30	0.83	3.20	1.40
31	12.20	34.10	57.70	2.19	3.76	1.12
32	11.80	16.90	41.10	0.51	3.12	1.56
33	13.80	20.90	38.90	0.71	1.35	1.62
34	13.80	20.90	38.90	0.71	1.35	1.62
35	13.60	19.80	35.90	0.62	0.97	1.70

Ek Tablo 7'nin Devamı

315 Kodlu Yol						
Ö.A. No.	Solma Noktası (%)	Tarla Kap. (%)	Toplam Su Tutma Kap. (%)	Alınabilir Su Tutma Kap. (mm/cm)	Permeabilite (cm/sa)	Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)
1	16.30	24.90	45.70	0.85	2.08	1.44
2	16.60	26.50	46.80	1.19	1.96	1.41
3	14.60	23.70	44.40	0.91	2.11	1.47
4	17.20	26.60	45.60	0.94	1.60	1.44
5	19.10	28.20	42.90	0.91	0.76	1.51
6	18.00	27.90	45.10	0.98	1.19	1.46
7	16.30	25.20	46.20	0.90	2.13	1.43
8	18.10	27.40	44.20	0.92	1.12	1.48
9	19.50	28.90	42.80	0.93	0.64	1.52
10	18.20	25.90	39.40	0.77	0.56	1.61
11	17.70	26.60	44.40	0.89	1.30	1.47
12	15.90	22.90	40.00	0.70	1.14	1.59
13	15.30	21.40	34.90	0.62	0.56	1.73
14	13.70	21.90	37.80	0.82	0.99	1.65
15	17.30	25.50	44.00	0.82	1.45	1.48
16	20.00	29.40	42.50	0.94	0.53	1.52
17	17.20	26.00	44.80	0.88	1.52	1.46
18	19.20	27.90	42.40	0.87	0.71	1.53
19	16.20	24.90	45.60	0.87	2.06	1.44
20	19.00	28.50	43.50	0.94	0.79	1.50
21	17.20	25.70	42.90	0.85	1.17	1.51
22	18.50	28.30	44.40	0.97	0.99	1.47
23	19.90	29.70	43.10	0.98	0.56	1.51
24	18.30	27.00	41.00	0.87	0.66	1.56
25	18.70	27.60	43.30	0.89	0.91	1.50
26	18.30	27.30	42.90	0.91	0.89	1.51
27	15.90	24.10	45.90	0.82	2.36	1.43
28	20.80	30.90	42.70	1.01	0.41	1.52
29	17.20	26.20	45.10	0.90	1.55	1.46
30	15.50	23.20	38.50	0.76	0.84	1.63
31	18.20	27.30	41.50	0.92	0.69	1.55
32	18.60	27.90	43.90	0.93	0.94	1.49
33	17.80	26.00	38.10	0.82	0.43	1.64
34	20.10	29.00	40.60	0.90	0.36	1.57
35	18.10	26.60	40.30	0.84	0.61	1.58

Ek Tablo 8. A Faktörü (ABAG Yöntemine Göre Sonuçlar)

269 Kodlu Yol						
Ö. A. No.	R	K	LS	C	P	A Faktörü
1	75	0.046	10.25	0.011	1	0.4
2	75	0.175	4.33	0.038	1	2.2
3	75	0.139	4.89	0.011	1	0.6
4	75	0.175	6.39	0.011	1	0.9
5	75	0.135	5.51	0.011	1	0.6
6	75	0.181	8.25	0.038	1	4.3
7	75	0.090	7.13	0.011	1	0.5
8	75	0.235	9.88	0.011	1	1.9
9	75	0.086	8.25	0.011	1	0.6
10	75	0.146	11.16	0.011	1	1.3
11	75	0.142	9.33	0.011	1	1.1
12	75	0.088	3.85	0.038	1	1.0
13	75	0.138	7.89	0.011	1	0.9
14	75	0.148	5.83	0.075	1	4.9
15	75	0.183	5.83	0.011	1	0.9
16	75	0.151	7.89	0.011	1	1.0
17	75	0.154	5.83	0.011	1	0.7
18	75	0.193	7.89	0.011	1	1.3
19	75	0.161	12.43	0.038	1	5.7
20	75	0.146	4.49	0.011	1	0.5
21	75	0.086	7.89	0.011	1	0.6
22	75	0.172	9.67	0.038	1	4.8
23	75	0.155	7.89	0.038	1	3.5
24	75	0.184	3.85	0.011	1	0.6
25	75	0.140	4.49	0.038	1	1.8
26	75	0.152	4.49	0.038	1	1.9
27	75	0.092	3.85	0.041	1	1.1
28	75	0.098	5.83	0.038	1	1.6
29	75	0.095	9.67	0.038	1	2.6
30	75	0.099	9.67	0.011	1	0.8
31	75	0.106	7.89	0.011	1	0.7
32	75	0.127	4.49	0.038	1	1.6
33	75	0.158	7.89	0.011	1	1.0
34	75	0.133	7.89	0.011	1	0.9
35	75	0.143	7.89	0.011	1	0.9

Ek Tablo 8'in Devamı

307 Kodlu Yol						
Ö. A. No.	R	K	LS	C	P	A Faktörü
1	75	0.031	4.49	0.077	1	0.8
2	75	0.052	4.89	0.040	1	0.8
3	75	0.052	8.25	0.081	1	2.6
4	75	0.052	4.89	0.040	1	0.8
5	75	0.052	6.36	0.140	1	3.5
6	75	0.052	7.13	0.040	1	1.1
7	75	0.052	5.83	0.081	1	1.9
8	75	0.052	7.89	0.040	1	1.2
9	75	0.052	7.89	0.040	1	1.2
10	75	0.052	5.51	0.040	1	0.9
11	75	0.052	6.71	0.040	1	1.1
12	75	0.052	3.85	0.040	1	0.6
13	75	0.052	4.25	0.040	1	0.7
14	75	0.052	7.89	0.040	1	1.2
15	75	0.052	6.71	0.040	1	1.1
16	75	0.052	9.67	0.140	1	5.3
17	75	0.052	4.25	0.011	1	0.2
18	75	0.052	7.89	0.081	1	2.5
19	75	0.052	7.89	0.081	1	2.5
20	75	0.052	4.25	0.140	1	2.3
21	75	0.052	4.49	0.081	1	1.4
22	75	0.052	13.35	0.220	1	11.5
23	75	0.052	4.25	0.140	1	2.3
24	75	0.052	4.89	0.081	1	1.6
25	75	0.052	3.87	0.081	1	1.2
26	75	0.052	4.89	0.110	1	2.1
27	75	0.052	2.68	0.110	1	1.2
28	75	0.052	4.49	0.110	1	1.9
29	75	0.052	5.51	0.085	1	1.8
30	75	0.052	3.16	0.040	1	0.5
31	75	0.052	12.48	0.011	1	0.5
32	75	0.052	5.51	0.011	1	0.2
33	75	0.052	6.71	0.011	1	0.3
34	75	0.052	9.33	0.011	1	0.4
35	75	0.052	11.16	0.040	1	1.8

Ek Tablo 8'in Devamı

315 Kodlu Yol						
Ö. A. No.	R	K	LS	C	P	A Faktörü
1	75	0.030	2.68	0.45	1	2.7
2	75	0.058	2.40	0.45	1	4.7
3	75	0.099	6.71	0.45	1	22.5
4	75	0.059	2.40	0.45	1	4.8
5	75	0.062	2.40	0.45	1	5.0
6	75	0.077	5.51	0.45	1	14.4
7	75	0.059	6.71	0.45	1	13.4
8	75	0.068	5.51	0.45	1	12.6
9	75	0.062	6.71	0.45	1	14.1
10	75	0.069	8.25	0.45	1	19.2
11	75	0.071	9.33	0.45	1	22.5
12	75	0.074	8.25	0.45	1	20.6
13	75	0.077	6.71	0.45	1	17.4
14	75	0.133	3.16	0.45	1	14.2
15	75	0.057	3.85	0.45	1	7.3
16	75	0.067	2.40	0.45	1	5.4
17	75	0.049	2.68	0.45	1	4.5
18	75	0.062	3.16	0.45	1	6.7
19	75	0.075	7.89	0.45	1	19.9
20	75	0.075	6.71	0.45	1	16.9
21	75	0.079	7.89	0.45	1	21.0
22	75	0.068	6.71	0.45	1	15.5
23	75	0.068	6.71	0.45	1	15.5
24	75	0.076	9.33	0.45	1	24.0
25	75	0.063	7.89	0.45	1	16.8
26	75	0.073	7.89	0.45	1	19.5
27	75	0.067	9.33	0.45	1	21.2
28	75	0.065	10.75	0.45	1	23.4
29	75	0.063	8.25	0.45	1	17.7
30	75	0.097	9.33	0.45	1	30.7
31	75	0.083	5.51	0.45	1	15.3
32	75	0.057	7.13	0.45	1	13.8
33	75	0.086	8.25	0.45	1	23.9
34	75	0.072	4.89	0.45	1	11.8
35	75	0.078	9.33	0.45	1	24.7

ÖZGEÇMİŞ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Mühendisliği bölümüne giriş yaptı. “Orman Mühendisi” ünvanı alarak mezun oldu. Orman Mühendisliği alanında Tezli Yüksek Lisans programına başladı.

2018-2020 yılları arasında İzmir Doğa Koruma Milli Parklar Bölge Müdürlüğü ve Sivas Orman İşletme Müdürlüğünde Danışman Mühendis olarak görev yaptı.

Karadeniz Teknik Üniversitesinin açmış olduğu Orman Mühendisliği Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi kadrosunda göreve başladı. Halen aynı birimde Araştırma Görevlisi olarak görevine devam etmektedir.