DÜZCE'DE ORMAN YOLLARINDA TOPRAK KAYBI SORUNLARININ ARAŞTIRILMASI

Yılmaz TÜRK

ŞUBAT 2006

DÜZCE'DE ORMAN YOLLARINDA TOPRAK KAYBI SORUNLARININ ARAŞTIRILMASI

Yılmaz TÜRK

ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALINDA
YÜKSEK LİSANS DERECESİ İÇİN GEREKLİ ÇALIŞMALARI
YERİNE GETİREREK
ONAYA SUNULAN TEZ

ŞUBAT 2006

Fen Bilimleri Enstitüsü'nün Onayı

Prof.Dr.Davut KÖŞKER

Enstitü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans derecesinde bir tez olarak gerekli çalışmaları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof.Dr.Refik KARAGÜL

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Başkanı

Okuduğumuz bu tezin Yüksek Lisans derecesinde bir tez olarak onaylanması düşüncemize göre, amaç ve kalite olarak tamamen uygundur.

Prof.Dr.Refik KARAGÜL

Tez Danışmanı

Jüri Üyeleri

1- Prof.Dr.Refik KARAGÜL .....

2- Prof.Dr.Mesut HASDEMİR .....

3- Yrd.Doç.Dr.Emrah ÇİÇEK .....

ABSTRACT

THE INVESTIGATION OF SOIL LOSS PROBLEMS IN DUZCE FOREST ROADS

Yılmaz TURK

Master of Science: Department of Forest Engineering

Supervisor: Professor Dr. Refik KARAGUL

February 2006, 143 pages

This study was conducted to investigate the soil loss problems from the forest roads of Duzce Forest Enterprise. Subjects that negatively affect the natural landscape, such as erosion, landslide, weathering, torrent and flood were studied. For this purpose, 70 temporary sample plots were taken from the study area. Soil and bedrock samples were also taken from 27 sample plots to determine the their properties.

The sample plots were taken from the skid roads, cross forest roads' platform, dig and fill slopes and also from the places where the culvert missing or insufficient. To estimate the amount of the loss soil, some of the measurements were done on the sites where great amount of soil losses determined. Transverse sections of incomplete culvert were measured and tried to determine the availability of the culvert on the site. The sites where need culvert were found out and first of all the transverse sections of culvert were estimated for these sites.

It was found that the soil survey of the forest roads of investigation sites hasn't been done and the road systems plans were missing, insufficient and not available. Soil losses were seen especially on the dig slopes and also on the road platform, fill slopes and edge ditches.

Soil analyses showed that the soils of the study site were sensitive to erosion to erosion and this sensitivity was increased by the human activity. Eleven of the 27 bedrock samples were vulnerable to erosion and the others were not.

There were statistically significant correlations between dispersion rate and Na and pH properties of the soil. However, the correlation between dispersion rate and the other soil characteristic (organic matter, $CaCO_3$, Ca, Mg, K, P, Fe, Cu, Zn, Mn, field moisture, wilting point, available moisture, sand, silt, clay) were not statistically significant.

Key words: Forest roads, soil loss, landscape, soil property

ÖZET

DÜZCE'DE ORMAN YOLLARINDA TOPRAK KAYBI SORUNLARININ ARAŞTIRILMASI

Yılmaz TÜRK

Yüksek Lisans: Orman Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Prof.Dr. Refik KARAGÜL

Şubat 2006, 143 sayfa

Bu çalışmada Düzce Orman İşletme Müdürlüğü'ndeki orman yollarında toprak kaybı sorunları araştırıldı. Yollarda meydana gelen; erozyon, kitle hareketleri, ayrışma, sel ve taşkınlar gibi doğal peyzajı olumsuz etkileyen konular incelendi. Bu amaçla toprak kayıplarının olduğu yerlerden 70 adet geçici örnek alan alındı. Anakaya yapısı ve toprak özelliklerini belirlemek için bu örnek alanların 27 tanesinden toprak ve anakaya örnekleri alındı.

Örnek alanlar sürütme yollarından, tali orman yolu platformlarından, kazı ve dolgu şevlerinden ve ayrıca sanat yapısının eksik ve yetersiz olduğu yerlerden alındı. Önemli miktarda materyal kaybının olduğu örnek alanlarda, kaybolan materyal hacmi ölçüldü. Sorunlu hidrolik sanat yapılarının enkesit alanları ölçülerek, o alana uygun olup olmadığı saptandı. Sanat yapısı ihtiyacının olduğu sorunlu örnek alanlar tespit edilerek, bu alanlara uygun sanat yapılarının enkesit alanları hesaplandı.

Çalışma sonucunda; araştırma sahası orman yollarının zemin etütlerinin yapılmadığı, orman yol ağı planlanmasının eksik, yetersiz ve tekniğine uygun

olmadığı tespit edildi. Çoğunluğu kazı şevi olmak üzere, yol platformunda, dolgu şevinde ve kenar hendeklerinde materyal kaybı belirlendi.

Yapılan toprak analizleri, araştırma sahası topraklarının genel olarak erozyona duyarlı olduğu ve bu duyarlılığın insan müdahalesiyle daha da arttığı saptandı. Teşhisi yapılan anakaya örneklerinin 11 tanesinin erozyona duyarlı ve 16 tanesinin ise dayanıklı olduğu belirlendi.

Erozyona duyarlılığı gösteren dispersiyon oranı ile Na ve pH gibi toprak özellikleri arasında istatistiksel olarak pozitif ve anlamlı yönde korelasyon belirlendi. Buna karşın incelenen diğer toprak özellikleri (Organik Madde (OM), $CaCO_3$, Ca, Mg, K, P, Fe, Cu, Zn, Mn, Tarla Kapasitesi (TK), Solma Noktası (SN), Faydanılabilir Su Kapasitesi (FSK), Kum, Toz ve Kil) ile dispersiyon oranı arasında istatistiksel anlamda önemli bir korelasyon bulunamadı.

Anahtar Sözcükler: Orman yolları, toprak kayıpları, doğal peyzaj, toprak özelliği

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen ve tez danışmanlığımı yapan A.İ.B.Ü. Düzce Orman Fakültesi Havza Amenajmanı Anabilim Dalı öğretim üyesi sayın Prof. Dr. Refik KARAGÜL'e içten şükranlarımı sunarım. Tez çalışmamda değerli görüş ve yardımlarını aldığım İ.Ü. Orman Fakültesi Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı öğretim üyesi sayın Prof. Dr. Mesut HASDEMİR'e, A.İ.B.Ü. Düzce Orman Fakültesi Silvikültür Anabilim Dalı öğretim üyesi sayın Yrd. Doç. Dr. Emrah ÇİÇEK'e ve A.İ.B.Ü. Düzce Orman Fakültesi Orman İnşaatı, Jeodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı öğretim görevlisi sayın Öğr.Gör. Tarkan URAL'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Laboratuar çalışmalarında ve toprak analizlerinin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Murat YILMAZ'a ve Arş. Gör. Faruk YILMAZ'a teşekkür ederim. Ayrıca arazi çalışmalarında bana yardımcı olan Düzce Orman İşletme Müdürlüğü personeline de teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ABSTRACT……...…….……...III

ÖZET……...…….……..V

TEŞEKKÜR...…….……..…VII

İÇİNDEKİLER..…….……...VIII

ÇİZELGE LİSTESİ…….……...….XI

ŞEKİL LİSTESİ…….…….……...….XII

KISALTMALAR LİSTESİ….……..XVI

BÖLÜM

1. GİRİŞ…….…….....1

1.1. Genel Bilgiler……6

1.1.1. Orman Yollarında Toprak Kaybına Neden Olan Sorunlar……..6

1.1.1.1. Toprak Erozyonu…….6

1.1.1.2. Kütle Hareketleri……...……..6

1.1.1.3. Ayrışma……..…….7

1.1.1.4. Sel ve Taşkınlar……...8

1.1.2. Orman Yollarının Toprak Kayıplarına Karşı Korunması……..8

1.1.2.1. Sanat Yapıları……..9

1.1.3. Orman Yolları……..……15

1.1.3.1. Orman Yol Tipleri ve Standartları…….16

1.1.3.2. Orman Yollarında Şevler…….....17

1.1.3.3. Orman Yolunun İşletmeye Açılmasında Teknik Esaslar...…….……20
1.2. Literatür Özeti…….....21
2. MATERYAL VE METOD…….…….30
2.1. Çalışma Alanının Tanıtımı …….…….....30
2.1.1. Coğrafi Konumu…….……..…….....30
2.1.2. İklim Özellikleri…….....35
2.1.3. Jeolojik Yapı ve Toprak Özellikleri…...……..36
2.1.4. Bitki Örtüsü……...……...38
2.1.5. Sosyal ve Ekonomik Yapı……39
2.2. Metod……...……...……....42
2.2.1. Arazide Yapılan Çalışmalar ……....42
2.2.2. Laboratuarda Yapılan Çalışmalar……..……...44
2.2.2.1. Anakaya Örneklerinin Teşhis Edilmesi…….……....45
2.2.2.2. Çeşitli Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi ……..…45
2.2.2.2.1. Mekanik Analiz (Tekstür Tayini)……...45
2.2.2.2.2. Dispersiyon Oranı……...46
2.2.2.2.3. Tarla Kapasitesi ve Solma Sınırındaki (Pörsüme Sınırı) Nem Tayini..47
2.2.2.2.4. Faydalanılabilir Su Kapasitesinin Tayini...48
2.2.2.2.5. Toprak Reaksiyonu (pH) Tayini……48
2.2.2.2.6. Bazı Bitki Besin Elementlerinin (Ca, Mg, Na, K, Fe, Cu, Zn, Mn) Tayini…48
2.2.2.2.7. Toprakların Fosfor (P_2O_4) Miktarlarının Tayini……..……..48
2.2.2.2.8. Organik Karbon (Corg) ile Organik Maddenin Tayini……...48
2.2.3. Büroda Yapılan Çalışmalar…….49
2.2.4. Uygulanan İstatistiksel Yöntemler……..49
3. **BULGULAR VE TARTIŞMA**……..……..….50
3.1. Araştırma Sahası Orman Yollarında Toprak Kaybı Sorunları……50

3.1.1. Aksu Orman İşletme Şefliği Orman Yollarında Toprak Kaybı Sorunları……..…….……..50

3.1.2. Asar Orman İşletme Şefliği Orman Yollarında Toprak Kaybı Sorunları……..60

3.1.3. Cumaova Orman İşletme Şefliği Orman Yollarında Toprak Kaybı Sorunları……...……...66

3.1.4. Çiçekli Orman İşletme Şefliği Orman Yollarında Toprak Kaybı Sorunları……..72

3.1.5. Darıyeri Orman İşletme Şefliği Orman Yollarında Toprak Kaybı Sorunları……..76

3.1.6. Düzce Merkez Orman İşletme Şefliği Orman Yollarında Toprak Kaybı Sorunları……..……...83

3.1.7. Konuralp Orman İşletme Şefliği Orman Yollarında Toprak Kaybı Sorunları……..……86

3.1.8. Melen Orman İşletme Şefliği Orman Yollarında Toprak Kaybı Sorunları……..87

3.1.9. Odayeri Orman İşletme Şefliği Orman Yollarında Toprak Kaybı Sorunları……..93

3.1.10. Samandere Orman İşletme Şefliği Orman Yollarında Toprak Kaybı Sorunları…….……..100

3.1.11. Tatlıdere Orman İşletme Şefliği Orman Yollarında Toprak Kaybı Sorunları……...…….……105

3.2. Korelasyon Analizine İlişkin Bulgular ve Tartışma…….…110

3.3. Araştırma Sahasında Son 10 Yılda (1996–2005) Yapılan Tesis, Bakım ve Onarım ile İlgili Bulgular ve Tartışma……..……...…113

4. SONUÇ VE ÖNERİLER……...……..……...114

5. KAYNAKLAR……..……..118

6. EKLER..…….……..……...……126

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1. Orman yollarında uygulanan standartlar.……..……..…17

Çizelge 2. Araştırma konusu işletme şefliklerine ilişkin genel bilgiler…….32

Çizelge 3. Düzce meteoroloji istasyonu bazı iklim verileri...……...35

Çizelge 4. Düzce ili arazi kabiliyet sınıfları alanları ve bunların oransal dağılımları…….……..……41

Çizelge 5. Aksu Orman İşletme Şefliği örnek alanlarına ilişkin bulgular……....52

Çizelge 6. Asar Orman İşletme Şefliği örnek alanlarına ilişkin bulgular.....61

Çizelge 7. Cumaova Orman İşletme Şefliği örnek alanlarına ilişkin bulgular……..67

Çizelge 8. Çiçekli Orman İşletme Şefliği örnek alanlarına ilişkin bulgular…….….73

Çizelge 9. Darıyeri Orman İşletme Şefliği örnek alanlarına ilişkin bulgular……....78

Çizelge 10. Düzce Merkez Orman İşletme Şefliği örnek alanlarına ilişkin bulgular……...84

Çizelge 11. Konuralp Orman İşletme Şefliği örnek alanlarına ilişkin bulgular……88

Çizelge 12. Melen Orman İşletme Şefliği örnek alanlarına ilişkin bulgular…….…88

Çizelge 13. Odayeri Orman İşletme Şefliği örnek alanlarına ilişkin bulgular...…...94

Çizelge 14. Samandere Orman İşletme Şefliği örnek alanlarına ilişkin bulgular....101

Çizelge 15. Tatlıdere Orman İşletme Şefliği örnek alanlarına ilişkin bulgular…...106

Çizelge 16. Dispersiyon oranıyla çeşitli toprak özellikleri arasındaki korelasyon...110

Çizelge 17. Düzce Orman İşletme Müdürlüğü'nün son on yılda orman yollarına yapmış olduğu yatırım…..…….……..113

Ek Çizelge 1. Çeşitli toprak özelliklerine ilişkin bazı istatistiksel değerler…….....126

Ek Çizelge 2. Talbot katsayısı değerleri…….....….126

Ek Çizelge 3. Anakaya ve bazı toprak özelliklerine ilişkin bulgular...……127

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Orman yol geçkisi için uygun olmayan heyelanlı bölge.……...……7

Şekil 2. Toprak kayıplarına karşı yamaç ve şevlerin stabilitesi.....12

Şekil 3. Toprak kayıplarına karşı yamaç ve şevlerin stabilitesi ….……...12

Şekil 4. Kazı şevinin püskürtme beton ile erozyona karşı stabilize edilmesi...……12

Şekil 5. Heyelanları önleme yolları.…….……13

Şekil 6. Bir kazı şevinin örme çit ve ağaçlandırma ile stabilitesi.……..……...14

Şekil 7. Bitki örtüsü ve kök derinliğinin kayma olayına etkisi.…….15

Şekil 8. Bir orman ünitesinin işletmeye açılmasında söz konusu olan yol tipleri ve bu yolların sistem içindeki durumları.....……16

Şekil 9. Orman yollarında şevler…...……...18

Şekil 10. Kazı ve dolgu şevleri…….…….18

Şekil 11. Şev üçgeninde h ve b değerlerinin yeri….……19

Şekil 12. Araştırma alanlarının fiziki haritası……33

Şekil 13. Düzce Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı araştırma konusu işletme şeflikleri…….……..…….……...34

Şekil 14. Walter (1970) yöntemine göre Düzce ili iklim diyagramı...…….….36

Şekil 15. Düzce ili ve yöresi jeoloji haritası….…….……38

Şekil 16. Türkiye Floristik Bölgeleri…….39

Şekil 17. Düzce ili arazi kabiliyet sınıfları haritası…..……..42

Şekil 18. Şev göçmesinden dolayı materyal kaybının oluştuğu örnek bir alan…….45

Şekil 19. Sürütme yolunda meydana gelen materyal kaybının ölçülmesi…….45

Şekil 20. Toprak örneklerinin tekstür tayininin yapılması……46

Şekil 21. Düzce ili, kodlu orman yolları……51

Şekil 22. Materyal kaybının olduğu VI nolu örnek alan..…….……53

Şekil 23. Kazı şevinde meydana gelen şev göçmesi……..……55

Şekil 24. Polietilen oluklarla meşcere toprağına zarar vermeden orman ürünlerinin orman dışına çıkarılması……..……..57

Şekil 25. Kutu menfezin memba kısmının tıkanması nedeniyle görevini yerine getirememesi……..58

Şekil 26. Kenar hendeklerinin sediment ile dolması nedeniyle, yağışların yol platformunda erozyon oluşturması……...…….….59

Şekil 27. Asar Orman İşletme Şefliği I nolu örnek alan……60

Şekil 28. Asar Orman İşletme Şefliği III nolu örnek alan…….62

Şekil 29. Asar Orman İşletme Şefliği II nolu örnek alan……..63

Şekil 30. Memba kısmı temizlenmiş Ø 80'lik büz ……...63

Şekil 31. Asar Orman İşletme Şefliği V nolu örnek alan……..64

Şekil 32. Yol platformu kaplanarak stabilize edilmiş ve kenar hendekleri temizlenmiş bir orman yolu……65

Şekil 33. İnşaatı yeni bitmiş kutu menfez…….……65

Şekil 34a. Cumaova Orman İşletme Şefliği III nolu örnek alanında bulunan yolun heyelandan dolayı kapanması……...……..……68

Şekil 34b. Cumaova Orman İşletme Şefliği III nolu örnek alanında bulunan yolun açıldıktan sonraki durumu……..68

Şekil 35. Kazı şevinde meydana gelen şev göçmesi ve sonrasında alan yüzeyinde parmak ve oyuntu erozyonları…….69

Şekil 36. Cumaova Orman İşletme Şefliği IV nolu örnek alan…….70

Şekil 37. Yol platformunda meydana gelen oyuntu erozyonları……...71

Şekil 38. Kuru dereden gelen suyun orman yolunu bozmasını engellemek amacıyla ağaçtan yapılmış bir düzenek……...71

Şekil 39. Çiçekli Orman İşletme Şefliği I nolu örnek alan……72

Şekil 40. Menfezin tıkalı olması nedeniyle suyun yola zarar vermesi……..74

Şekil 41. Yol platformunu stabil hale getirmek için malzeme ocağından malzeme çıkarılması……75

Şekil 42. Hidrolik sanat yapısının eksik olduğu bir orman yolu……..……76

Şekil 43. Şev göçmesinin meydana geldiği I nolu örnek alan……...77

Şekil 44. Toprak kaymasıyla beraber alan üzerinde parmak ve oyuntu erozyonunun devam etmesi...……..79

Şekil 45. Heyelan sonrası alanın ağaçlandırılması……..……..80

Şekil 46. Yolun standartlara uygun yapılmaması sonucu yol platformunda meydana gelen oyuntu erozyonu…….……....81

Şekil 47. Yol platformunun stabilize malzeme ile kaplanması…….81

Şekil 48. Darıyeri Orman İşletme Şefliği V nolu örnek alan……82

Şekil 49. Ø 60'lık büz ihtiyacının uygun olduğu orman yol……...……..83

Şekil 50. Düzce Merkez Orman İşletme Şefliği I nolu örnek alanda meydana gelen şev göçmesi…….85

Şekil 51. Düzce Merkez Orman İşletme Şefliği II nolu örnek alanın alındığı derin oyuntuların oluştuğu sürütme yolu……..86

Şekil 52. Konuralp Orman İşletme Şefliği I nolu örnek alan……87

Şekil 53. Melen Orman İşletme Şefliği I nolu örnek alan…….89

Şekil 54. Sürütme yolunda toprağının aşınarak derin oyuntuların oluşması.……90

Şekil 55a. Orman yolunun yapım çalışmalarında, yapı alanının temizlenmesi……91

Şekil 55b. Orman yolunun yapım çalışmaları bittikten sonraki durumu……...91

Şekil 56. Melen Orman İşletme Şefliği IV nolu örnek alan……..92

Şekil 57. Yol platformunu gölgeleyen ağaçlar kesilerek uzaklaştırılması……93

Şekil 58. Kütle hareketinin meydana geldiği örnek alan……...…….....95

Şekil 59. Şev göçmesinin meydana geldiği II nolu örnek alan……..96

Şekil 60. Kütle hareketinin meydana geldiği IV nolu örnek alan ağaçlandırılarak stabilitesinin sağlanması…….....97

Şekil 61. Odayeri Orman İşletme Şefliği V nolu örnek alan…….....98

Şekil 62. Yol platformunun stabil malzeme ile kaplanarak stabilizasyonunun sağlanması……...98

Şekil 63. Yol platformunu gölgeleyen ağaçların kesilerek uzaklaştırılması…….99

Şekil 64. Yol gövdesindeki büzün dolması nedeniyle suların yol platformunda birikmesi……...……100

Şekil 65. Yolun dereye doğru kaydığı IV nolu örnek alan……..102

Şekil 66. Samandere Orman İşletme Şefliği II nolu örnek alan……..103

Şekil 67. Samandere Orman İşletme Şefliği VI nolu örnek alan…….104

Şekil 68. Samandere Orman İşletme Şefliği VII nolu örnek alan……...104

Şekil 69. Tatlıdere Orman İşletme Şefliği I nolu örnek alan……...107

Şekil 70. Şev eğiminin büyük olması ve kayma yüzeyinin çok derinde olması nedeniyle kazı şevinin göçmesi……...108

Şekil 71. Büz ihtiyacının olduğu orman yolu……..……109

Şekil 72. Yapımı yeni bitmiş kutu menfez……...……...109

KISALTMALAR LİSTESİ

ÖA : Örnek Alan
ÖS : Örnek Sayısı
DO : Dispersiyon Oranı
OM : Organik Madde
YK : Yol Kodu
M : Materyal
TK : Tarla Kapasitesi
SN : Solma Noktası
FSK : Faydanılabilir Su Kapasitesi
MIN : Minimum
MAX : Maksimum
S : Standart
K : Kuzey
G : Güney
D : Doğu
B : Batı

1.GİRİŞ

Ormancılık faaliyet ve hizmetlerinin sürdürülebilmesi, ormanların işletmeye açılması ve her türlü orman ürününün ekonomik olarak taşınmasına hizmet eden orman yollarının meşcereye, toprağa ve doğal peyzaja en az zarar verebilecek şekilde planlanması yanında; yol yapım, bakım ve nakliyat çalışmalarının en düşük maliyetle yapılabilmesi olanaklarının araştırılması gereklidir.

İnsan ve eşyanın bir yerden diğer bir yere taşınması, insanlık tarihinin kaydettiği en eski ihtiyaçlarından birisidir. Nitekim yol ve taşıma araçlarındaki gelişme, hayat standartlarının gelişmesiyle birlikte yürümüştür. Gerçekten bugün taşıma işleri, üretimi tüketime bağlayan bir köprü olması nedeniyle ekonominin de önemli bir parçası durumuna gelmiştir (Erdaş, 1997).

Orman yollarının oluşturduğu orman yol ağının düzenli ve kapsamlı olması halinde, başta koruma olmak üzere ormana yapılacak her türlü bilimsel ve teknik müdahale ile yıllık cari artım üzerinde etkili olmak ve her tür orman ürününün orman dışına taşınarak kıymetlendirilmesini sağlamak mümkün olmaktadır. Ayrıca orman içi ağaçlandırma, orman yangınlarında mahalline hızlı ulaşım hizmetinin görülmesi yine yol şebekesinin orman içine dağılışına bağlı bulunmaktadır. Bu bakımdan orman yol yapımı ormancılığın uygulanabilmesi bakımından büyük önem taşımaktadır (Erdaş, 1997). Orman yolları bir yandan odun hammaddesi, personel, malzeme ve ekipman nakline, bir yandan da orman köylerinin yol ihtiyaçlarının ve halkın rekreasyonel isteklerinin karşılanmasına imkan sağlar. Bu suretle orman yolları ekonomik, sosyal, hatta kültürel fayda yaratır. DPT sekizinci beş yıllık plan döneminde, orman yolları planlama çalışmalarının amenajman planlarına bağlı

olarak ortaya konulması ve ormanların fonksiyonel değerlerine göre yapılması hedefler arasındadır. Türkiye ölçeğinde gerçekleştirilecek amaç yol uzunluğu ise 201.810 km olarak tespit edilmiştir (DPT, 2001a).

Ülkemizde orman yolu yapım çalışmaları ilk olarak 1937 yılında yürürlüğe giren 3204 sayılı teşkilat kanunun 2. maddesi gereğince kurulan inşaat şubesi bünyesinde başlamıştır (Doğan, 1977). Aynı yılda başlayan orman yolu yapım çalışmaları elle inşaat şeklinde gerçekleşmiştir. Ancak 1950'li yıllarda makine kullanılmaya başlanmıştır. Elle inşaatın yerini 1957 yılından sonra makineli yol inşaatı almıştır (Bayoğlu ve Ark., 1995).

Dağlık arazi ormanlarının gelecekte bugünkünden daha fazla önem kazanacağı kuşkusuzdur. Çünkü gelişmekte olan diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de nüfus baskısının ve besin maddelerine duyulan ihtiyacın büyümekte olması, nispeten düz arazilerdeki orman alanlarının artan bir hızla tarım ve otlak alanları haline dönüştürülmesine yol açacaktır. Böylece, bir yandan orman ürünlerine duyulan ihtiyacın gelecekte daha küçük orman alanlarından karşılanması zorunluluğu doğacak, öte yandan da tepelik ve dağlık arazi ormanlarının toplam orman alanı içerisindeki payı daha da büyüyecektir. Bugün ormanların işletmeye açılmasını sağlayan çalışmalar birbirini tamamlayan ve birlikte bir bütün oluşturan iki aşamada yerine getirilmektedir. Bunların birincisi, ormanların her tarafına eşit şekilde ulaşmayı sağlayan büyük çoğunluğu ile kamyon yollarından oluşan yol ağlarının planlanması, daha sonra da duyulacak ihtiyaçlara ve parasal kaynaklara göre bir plan çerçevesinde bu yolların yapılmasıdır (Görcelioğlu, 2004).

Dağlık arazi ormanlarının işletmeye açılması amacıyla orman yollarının yapımı, yeterince dikkatli davranılmadığı ve gerekli koruyucu önlemler alınmadığı takdirde, beraberinde bazı sorunları da birlikte getirmektedir. Bu sorunların başında

erozyonun hızlanması gelir. Bilindiği gibi erozyonu yalnız başına bir toprak taşınması olarak değil, sel, taşkın, sedimantasyon vb. gibi olaylardaki etki ve katkılarıyla birlikte zararlı olaylar zinciri şeklinde düşünmek gerekir (Uzunsoy ve Görcelioğlu, 1985).

Toprak, insanlar için tabiatta bulunan en değerli varlık olarak kabul edilir. Arzın iç yapısını ve kabuğunu oluşturan kayaların üstünü örten ve Dünya'nın çapına göre ince bir tabaka teşkil eden toprak, insan hayatı için vazgeçilmez bir doğal kaynaktır. Canlılar âleminin yaşamında önemli bir yeri olan dört gereksinimden; güneş ışınları, hava, su ile toprak, bitkilerin köklerini salıp tutunduğu ve beslendiği bir ortam ve dolayısıyla hayvanlar âlemi ile insanların yaşamlarını sürdürmesini sağlayan doğal varlıklardır (Wilde, 1962).

Orman yollarının yapım ve bakım aşamaları sırasında doğal çevrede farklı şekillerde birçok zararlar ortaya çıkmaktadır. Bunlardan en önemlileri orman alanı kaybı, ağaçların yaralanması ve sonrasında böcek afetleri, erozyon ve heyelanlara zemin hazırlaması olarak belirlenmiştir (Acar, 1999). Ormanda kesilen ürünlerin orman dışına çıkarılması sırasında, özellikle eğimli bölgelerde orman toprağı zarar görebilmektedir. Özellikle çok sayıda tomruğun aynı yerden ve kontrolsüz kaydırılmanın yapıldığı yerlerde orman toprağı önemli ölçüde zarar görmektedir. Bu alanlarda toprak üstünde bulunan ölü ve diri örtü uzaklaşmakta ya da uzaklaştırılmaktadır. Böylece mineral toprak açığa çıkmaktadır. Açığa çıkan mineral toprak, kaydırılan tomrukların sürtünmesi ve kazıması sonucu yavaş yavaş aşağılara doğru taşınarak bir süre sonra kayma yerini oluklaştırmaktadır. Bu zararlar genellikle erozyona elverişli oyuntular şeklinde gerçekleşmektedir ve ürünlerin aynı yerden sürütülmesi ya da kaydırılması sonucu meydana gelmektedir. Orman arazisinde aşınma; eğim, taşıma ve yağış miktarı ile doğru orantılı olarak gelişmektedir. Taşıma

nedeniyle az ya da çok derin iz, yağışların başlamasıyla doğal bir su toplanma ve akış kanalı haline gelmektedir. Eğimli arazilerde oyuntu erozyonuna elverişli oyukların meydana gelmesi ve toprağın kırıntılı bünye kazanması şeklinde kendini gösteren orman toprağında meydana gelen zararlar, düz arazilerde ise toprağın sıkışması şeklinde ortaya çıkmaktadır. Toprağın sıkışması gerek ürünlerin orman dışına çıkartılması sırasında kullanılan makinelerin, gerekse sürütülen ürünün orman toprağı üzerinde yaptığı basınçla meydana gelmektedir. İnce taneli ve ıslak topraklar sıkışmaya daha duyarlıdır. Toprağın, özellikle traktörler aracılığı ile sıkışması önem taşımaktadır. Bu şekilde toprağın strüktürü bozulmakta, topraktaki yaşam koşulları zorlaşmaktadır. Sıkışan toprak, kök zararlarına ve dolayısıyla ağacın artım gücünün düşmesine neden olmaktadır (Gürtan, 1975; Yıldırım, 1989).

Genellikle orman yollarının yapımından sonra erozyonun hızlanmasının başlıca nedenlerini Megahan (1977) şöyle sıralamıştır;

- Yol boyunca koruyucu bitki örtüsünün kısmen ya da tamamen ortadan kaldırılmış olması
- Toprağın doğal strüktürünün ve verim gücünün bozulması ya da zarar görmesi
- Kazı ve dolduru şevlerinde eğimlerin artmış olması
- Yolun çeşitli bölümlerinde, özellikle yol yüzeyinde infiltrasyon hızının azalması
- Yüzey altı su akışlarının kazı şevleri nedeniyle kesintiye uğraması ve bu suların şevlerden yüzeye çıkması
- Kazı ve dolduru şevlerinde basınç ve çekme gerilmelerinin değişikliğe uğraması

- Yağış suyunun yol boyunca hendeklerde ve yol üzerinde konsantrasyonu

Orman yollarında meydana gelen erozyonun zararlı etkileri çok çeşitlidir. Bunların başında erozyonun doğrudan doğruya yolun kendisine verdiği zararlar gelir. Aşırı erozyon çoğunlukla yolun kullanımını kısıtlar ve hatta büyük masraflarla yol onarılıncaya kadar ondan yararlanmayı tümüyle engeller. Bunun yanı sıra daha az göze çarpan, fakat çoğu kez bundan daha önemli olan bir zarar da, erozyon ürünü materyalin aşağılara taşınmasından doğmaktadır. Nitekim taşıntının yatak yükü ve asılı yük şeklindeki bu hareketi, dere yatakları boyunca ve havzanın aşağı kesimlerinde, çeşitli teknik tesisler, kültürel ve ekolojik değerler üzerinde fazlasıyla zararlı etkiler yapabilen bir sedimantasyon (akümülasyon ve siltasyon) sorunun ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Özellikle ormanların yamaçlar üzerinde bulunduğu yerlerde, orman yolu inşaatı ister istemez doğal çevreye müdahale anlamını taşır ve onu tedirgin eder. Derin kazılar ve yüksek doldurular peyzajı değiştirir ve bundan daha da önemlisi doğal dengeyi bozabilir. Kazı ve dolduru şevlerinin yıllarca bitki örtüsünden yoksun kalması bir yandan doğal çevreyle uyuşmayan ve hoş olmayan bir görüntü yaratırken, bir yandan da bu durum erozyona neden olabilir (Görcelioğlu, 2004).

Dolayısıyla bu araştırmanın amaçları:

1-Orman yollarında meydana gelen erozyon, kütle hareketleri, ayrışma, sel ve taşkınlar gibi toprak kayıplarına neden olan sorunları belirginleştirmek ve meydana gelen zararları önleyebilme imkânlarını araştırmak.

2-Orman yollarının planlanması, yapımı ve bakımı aşamalarında çevre ve doğal peyzaj ile uyumlu, işlevsel ve ekonomik sonuçların alınabilmesi için dikkat

edilecek hususları vurgulamak ve bu doğrultuda yapılması gereken çalışmaları araştırmak.

3-Uygulamacılara yardımcı olabilecek kısa ve uzun vadeli veri üretmektir.

1.1. Genel Bilgiler

1.1.1. Orman Yollarında Toprak Kaybına Neden Olan Sorunlar

1.1.1.1. Toprak Erozyonu

Toprak erozyonu genel anlamda, toprağın su, rüzgâr, su dalgası ve buzul gibi etmenlerin etkisi ile aşınması ve bir yerden diğer bir yere taşınması olayıdır (Balcı, 1996).

Balcı (1996) erozyonu oluşumlarına göre ikiye ayırmıştır; (1) Oluşum sürecine göre toprak erozyonu çeşitleri (Hızlanmış erozyon ve normal veya jeolojik erozyon) (2) Erozyonu oluşturan etmenlere göre erozyon çeşitleri (Su erozyonu, rüzgâr erozyonu vb.)

1.1.1.2. Kütle Hareketleri

Kütle hareketi, yamaç veya şevleri meydana getiren doğal kaya, her çeşit zemin, yapay dolgu ve bunların çeşitli birleşimlerinden oluşmuş malzemelerin yerçekimi etkisinde aşağıya veya dışa doğru hareketine denir (Şekil 1). Heyelan terimi ise daha çok düşme şeklinde gerçekleşen hızlı kütle hareketini, kaymaları ve

belirli sınırlar içerisinde meydana gelen, doğal bir yamaçtan ya da şevden aşağıya ve dışa doğru hareketleri içine alır (Görcelioğlu, 2003).

Güner (1991) kütle hareketlerini iki grup altında sınıflandırmıştır:

(1) Heyelan (Kaya ve zemin düşmeleri, kaymalar, akmalar ve karmaşık heyelanlar)
(2) Özel Şev Hareketleri (Sünme (sürünme), donma-çözülme akması (soliflüksiyon) ve çığ kayması (materyal çığ)).



Şekil 1. Orman yol geçkisi için uygun olmayan heyelanlı bölge (Beyköy, 2004)

1.1.1.3. Ayrışma

Ayrışma terimi özel olarak, yer kabuğu yüzeyindeki ya da yüzeyin hemen altındaki zemin materyallerinin fiziksel olarak parçalanıp ufalanması ve kimyasal olarak kompozisyonunu değiştirip dağıtılmasını ifade eder. Ayrışma dört tipte

gerçekleşir: (1) Fiziksel Ayrışma (2) Kimyasal Ayrışma (3) Biyolojik Ayrışma (4) Mekanik Ayrışma (Görcelioğlu, 2003).

1.1.1.4. Sel ve Taşkın

Sel: Çoğunlukla şiddetli yağışların ardından, yan derelerden ani olarak gelen ve fazla miktarda katı materyal içeren büyük su kütlesidir (Görcelioğlu, 2003).

Taşkın: Yan derelerden gelen sellerin kısa sürede ana akarsuya ulaşmasıyla, vadi boyunca yatakta akan suyun yükselmesi, normal yatağına sığamayıp taşkın yatağına ve çevresindeki taşkın düzlüğüne yayılması şeklinde geçen olaya denir (Görcelioğlu, 2003).

1.1.2. Orman Yollarının Toprak Kayıplarına Karşı Korunması

Orman yollarında erozyonla bağlantılı olan başlıca faktörler, fiziksel faktörler (Toprak tipi, jeoloji ve iklim), yol yoğunluğu, yolun konumu (Yolun yamaca, akarsu yataklarına ve erozyona duyarlı topraklara göre konumu), yol standartları ve yapımı (Yol genişliği, kazı ve dolduru şevlerinin eğimi, yapım yöntemleri ve drenaj tesisleri vb.) şeklinde dört grupta sıralanmıştır (Görcelioğlu, 1996).

Bütün yollar gibi orman yolları da yapımından sonra bozulmaya zorlanır. Yolun elemanları olan sanat yapılarında, hendeklerinde, kazı ve dolgu şevlerinde gerekli koruyucu önlemler ve bakımlar yapılarak yolun ömrü uzatılır. Bir yol teknik bakımda ne kadar mükemmel yapılmış olursa olsun belirli aralıklarla bakım ve onarımı yapılmadığı takdirde kısa bir süre sonra bozulur ve kullanılmaz duruma gelir (Bayoğlu, 1997).

1.1.2.1. Sanat Yapıları

Orman yollarının yapımında, bu yollara zarar veren yerüstü ve yeraltı sularının yol gövdesinden uzaklaştırılması amacıyla yüzeysel ve derin drenaj yapılarına,

yuvarlanmalara, kayma ve heyelanlara karşı inşa edilen istinad ve kaplama duvarlarına, yol güzergâhının su sevk eden mecraları kat etmesi durumunda, suyu geçmek amacıyla yapılan köprü, menfez ve kasis gibi hidrolik yapılarına, bunların sulara karşı korunması için yapılan anroşman ve pere gibi yapıların hepsine birden sanat yapıları adı verilmektedir (Bayoğlu, 1997).

Genel çerçeve içerisinde orman yollarının korunmasında genel olarak iki ayrı yaklaşım söz konusu olabilir ve bunlar pasif koruma ve aktif koruma şeklinde adlandırılır (Görcelioğlu, 2004).

Pasif Koruma: Yol güzergâhının belirlenmesinde tehlikeli yörelerden kaçınmak ve yolları mümkünse bu gibi yerlerin dışında yapmaktır.

Aktif Koruma: Zorunlu olarak riskli yerlerde yapılan yol kesimlerini ve köprü, menfez, kıyı duvarı gibi çeşitli yapıları koruyacak önlemler alma esasına dayanır.

Orman yollarında erozyonun önlenmesi amacıyla, güzergâhın etüt ve aplikasyonunda dikkat edilmesi gereken bazı önemli hususlar şöyle sıralanabilir:

- Erozyon tehlikesinin fazla ve özellikle heyelan olasılığının yüksek olduğu arazi parçalarından kaçınılmalıdır.
- Yol yapımında etkilenecek alanı minimuma indirmek için, stabil taraçalar, sırt çizgileri ve düşük eğimli yamaç kesimleri gibi doğal arazi özelliklerinden yararlanılmalıdır.

- Gerekiyorsa, problemli alanlardan kurtulmak ya da doğal arazi özelliklerinden yararlanmak için, güzergâhta kısa doğrultmalara başvurulabilir.

- Uzun, dik ve dengesi bozuk yamaçlar üzerinde, güzergâh, yamaç ortalarından geçirilmelidir.

- Yolun su sızıntısı görülen alanlardan, fazlasıyla plastik killerden, dışbükey yamaçlardan, dalgalı ve düzensiz topografyadan, çatlaklı topraktan ve şev yüzeyine paralel dalış gösteren kaya tabakalarından geçirilmesi yerine, drenajı iyi olan topraklar üzerinden ve yamaç gerisine doğru eğimli kaya formasyonları üzerinden geçirilmesine özen gösterilmelidir.

- Vadi tabanlarından ya da yakınından yol geçirilirken, stabil olmayan, nemli yamaç topuklarında kazı yapılmasından kaçınılmalıdır.

- Mümkün olan yerlerde, akışın yol drenaj hendekleri içinde ve menfezlerde toplanması, böylece yüzeysel erozyonun azaltılması amacıyla, yol platformu bombeli ya da yamaca doğru hafifçe eğimli olarak yapılmalıdır.

- Yollar, arada yeterli bir tampon kalacak şekilde derelerden bir miktar uzaktan geçirilmeli, ya da yolun altında yamaç aşağısına hareket eden sedimenti tutacak tesis veya objeler kullanılmalıdır.

- Orman yolları mümkün olduğu kadar eş yükselti eğrilerini takip etmeli ve orman yollarının eğimi % 2 ila % 10 arasında olmalıdır. Yaklaşık 60 m uzunluğa kadar olan mesafelerde % 12 eğime izin verilebilir.

- Yolun yüzey kısmı uygun materyaller ile erozyona dayanıklı hale getirilmeli, kazı ve dolduru şevlerinin stabilizasyonu vejetasyon, kaya veya uygun materyaller kullanılarak hızlı bir şekilde sağlanmalıdır.

- Devam eden çalışmalar süresince drenaj sistemini açık tutmalı ve yol yüzeyindeki akış kontrol edilmelidir.
- Yollar devamlı olarak incelenmeli ve oluşabilecek potansiyel problemler belirlenmelidir (Schiess ve Whitaker (1989)'e atfen Görcelioğlu, 2004a; Anonim, 2002a).

Orman yollarının görevlerini tam anlamıyla üstlenebilmesi için üzerinde inşa edileceği arazinin ve zeminin özelliklerinin iyi kavranması yol yapımından önce göz önüne alınması gerekmektedir (Bayoğlu, 1997; Erdaş, 1997; Acar, 1998). Örneğin bazalt ve kuvarsit anakayaları şevlerde oldukça stabil, taşıma yeteneklerinin çok iyi ve dona dayanıklı olabilmekte, kumtaşı ve kireçtaşı anakayaları ise şevlerde stabil olmamakta, heyelanlar oluşabilmekte, taşıma yetenekleri don olmadıkça iyi olmakta, dondan etkilenmekte ve ayrışabilmektedir (Erdaş, 1997). Blumenthal ve Nowack; marn ve kiltaşı anakayalarının kütle hareketlerinin yoğun olduğu formasyonlar olarak belirtmektedir (Anonim, 2001).

Orman yollarında ve özellikle kazı ve dolgu şevlerinde erozyonun yol yapımından sonra kısa sürede başlayıp geliştiği görülür. Bu nedenle yamaç ve şevlerin, yolun yapımı sırasında ya da yol yapımından kısa süre sonra stabilize edilmeleri önemlidir (Görcelioğlu, 2004a). Söz konusu yamaç ve şev stabilize çalışmaları örnekleri Şekil 2,3 ve 4'te gösterilmektedir.

Yol güzergâhında yer alan yamaç eteklerinin ve dere yataklarının kıyı ve taban oyulmalarına karşı; kıyı kaplamaları, taş dolgular veya kıyı duvarları, taban kuşakları, alçak eşik (brit), kıyı mahmuzları, kaplamalı hendekler, kanallar ve ıslah sekileri yapılmalıdır (Görcelioğlu, 2004).

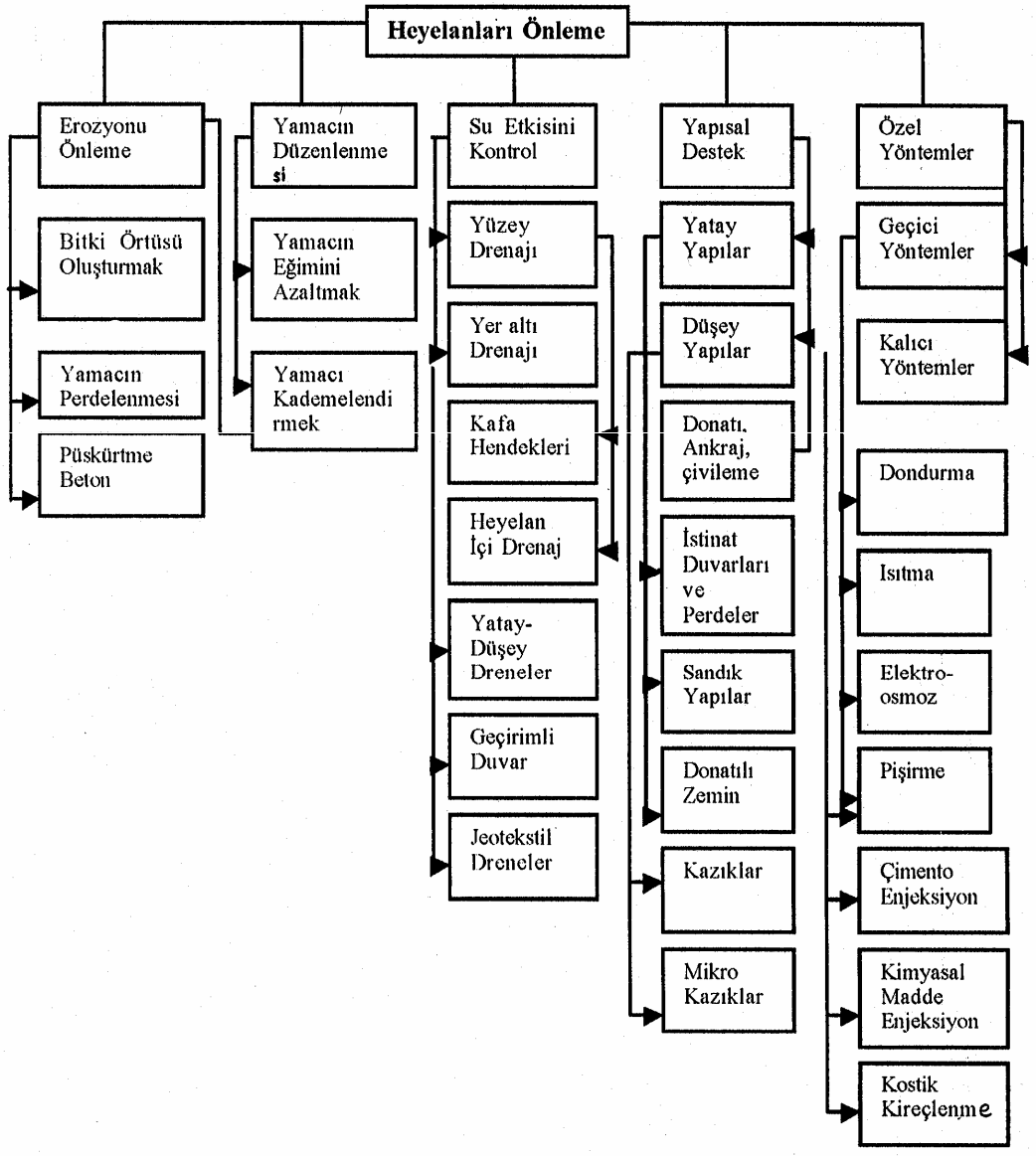
Heyelanları önlemek için alınması gereken önlemler Şekil 5'te gösterilmiştir.




Şekil 2 ve 3. Toprak kayıplarına karşı yamaç ve şevlerin stabilitesi (Anonim, 2005a)



Şekil 4. Kazı şevinin püskürtme beton ile erozyona karşı stabilize edilmesi (Bolu Dağı Tüneli, 2004)



Şekil 5. Heyelanları önleme yolları (Yavuzşefik ve Uzun, 2005)

Yamaç ve şevlerde göçme ve kayma tipindeki kütle hareketleri, toprağın sürtünme direncinin belli bir değerin altına düştüğü ve toprak kütlesinin artık dengesini koruyamadığı durumlarda meydana gelir. Yamaç ve şevlerde göçme ve kaymaların önlenmesi, mühendislik yapıları (teknik tesisler) ve biyolojik (kültürel) önlemlerle sağlanır. Bunlardan biyolojik (kültürel) önlemler yamaç ve şevlerde hem kütlesel, hem de yüzeysel stabilizasyona hizmet ederler. Mühendislik yapıları ise:

(1) Yamaç ve şev eteklerindeki kıyı oyulmaları (yanal erozyon) göçme ve kaymaların ana nedeni olduğundan, yamaç ve şev etekleriyle dere yataklarının kıyı ve taban oyulmalarına karşı korunmasına.

(2) Yol yapımı nedeniyle dengesi zayıflayan yamaç kesiminin istinad duvarlarıyla desteklenmesine.

(3) Yamaca sızan suların kaymaları kolaylaştıracağından, toprağın sürtünme direncinin drenajla (kafa hendekleri, kenar hendekleri vb. ile) arttırılmasına hizmet ederler.

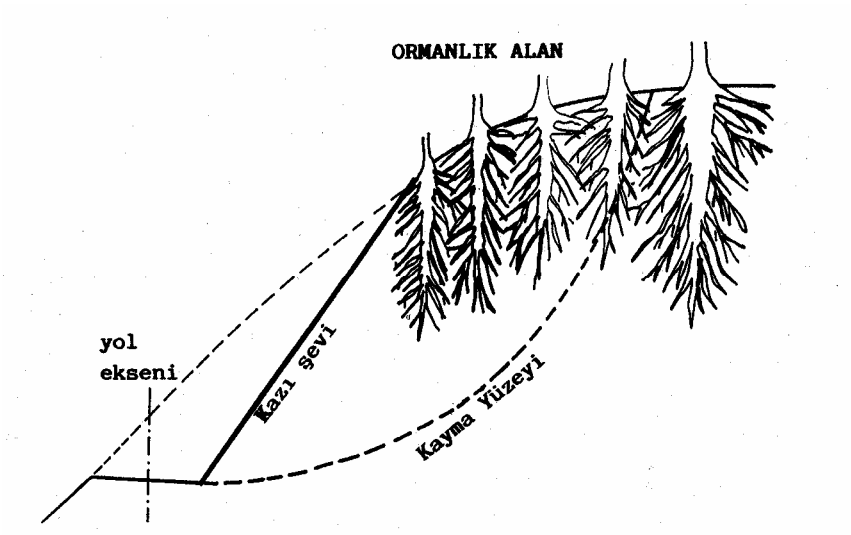
Kazı ve dolgu şevlerinin ve yamaç yüzeylerinin stabilizasyonu esas itibariyle buraların bitkilendirilmesi ile sağlanır. Bu amaçla uygulanan biyolojik (kültürel) önlemler; (1) Otlandırma (Emülsiyon içerisinde tohum püskürtme, kuru ekim, çim kesekleri döşeme ve malçlama) (2) Çalılandırma (Örme çitler, kordon, karık sistemi, köklü çeliklerle canlı çit tesisi ve fasinaj tesisi aracılığıyla bir odunsu örtü elde edilmesi) (3) Ağaçlandırmadır (Öncü türlerle ağaçlandırma) (Görcelioğlu, 2004a). Şekil 6'da kazı şevinin stabilize çalışmaları gösterilmektedir.



Şekil 6. Bir kazı şevinin örme çit ve ağaçlandırma ile stabilitesi (Foto: R. Karagül)

Eğimi fazla bir yamaç üzerinde bulunan ve koruyucu bitki örtüsü kaldırılmış olan bir toprak, aşınabilirlilik indeksi ne kadar düşük yani erozyona dayanıklı olursa olsun yinede kolayca erozyona uğrayabilir (Balcı, 1996).

Herhangi bir yamaçta bitki örtüsünün yamacın stabilizasyonu üzerinde etkili olup olmaması zemin mekaniği açısından kayma yüzeyinin derinliğine bağlıdır. Zira bitki ve kökleri kayma yüzeyi üst bölgesinde bulunuyorsa yamacın stabilitesi açısından hiçbir olumlu görev üstlenemez ve yamaç için ağırlıktan başka bir değer oluşturmaz (Şekil 7) (Erdaş, 1991; Görcelioğlu, 2004b). Böyle yer ve durumlarda teknik (yapısal) önlemlere gerek vardır. Kayma yüzeyinin derinde olduğu yamaçlardaki stabilite sorunlarının aksine, yüzeysel denge bozuklularına çoğunlukla vejetatif örtü oluşturularak çare bulunabilir (Görcelioğlu, 2004b).



Şekil 7. Bitki örtüsü ve kök derinliğinin kayma olayına etkisi (Erdaş, 1991)

1.1.3. Orman Yolları

Orman yolları, ormanların işletmeye açılmasına hizmet eden, lastik tekerlekli araçların bütün yıl nakliyat yapmasına yönelik, orman içi ile orman dışı bağlantıyı sağlayan tek şeritli yollar olarak tanımlanabilir (Erdaş, 1997).

Orman yollarının oluşturduğu orman yol şebekesinin düzenli ve kapsamlı olması halinde, başta koruma olmak üzere ormana yapılacak her türlü bilimsel ve teknik müdahale ile yıllık cari artım üzerinde etkili olmak ve her tür orman ürününün orman dışına taşınarak kıymetlendirilmesini sağlamak mümkün olmaktadır. Ayrıca orman içi ağaçlandırma, orman yangınlarında mahalline hızlı ulaşım hizmetinin görülmesi yine yol şebekesinin orman içine dağılışına bağlı bulunmaktadır. Bu nedenle orman yol yapımı ormancılığın uygulanabilmesi bakımından büyük önem taşımaktadır (Erdaş, 1997).

Ormanı işletmeye açan sistematik yol şebekesinde yer alacak olan orman yollarının planlanma, amaç ve ilkeleri, geometrik standartları ve inşaatı diğer karayollarından oldukça farklı özellikler taşımaktadır. Ayrıca bunların planlanması ve yapımlarının orman mühendisliği eğitimi görmüş uzmanlar tarafından gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Hasdemir ve Demir, 2000).

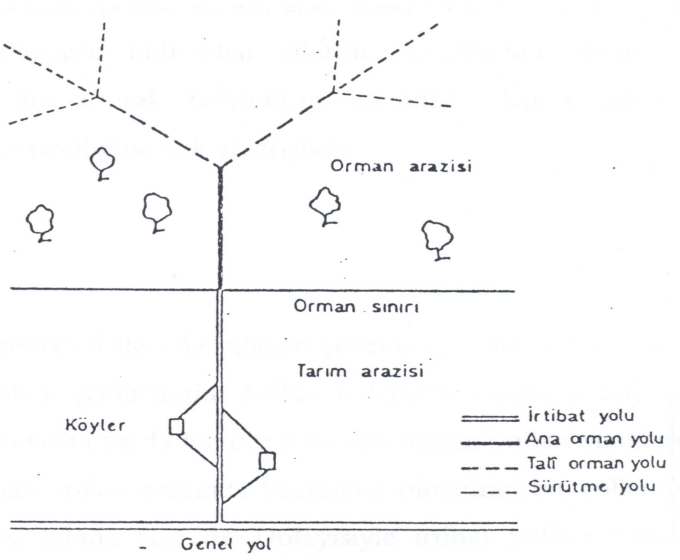
1.1.3.1. Orman Yol Tipleri ve Standartları

Bir ormanın işletmeye açılmasında genellikle dört yol tipi söz konusudur (Şekil 8).

Bunlar;

- İrtibat Yolları
- Ana Orman Yolları
- Tali Orman Yolları
- Sürütme Yolları

olarak adlandırılır.



Şekil 8. Bir orman ünitesinin işletmeye açılmasında söz konusu olan yol tipleri ve bu yolların sistem içindeki durumları (Sedlak (1979)'a atfen Görcelioğlu, 2004a).

Orman yol tiplerinin hangisinin nerede inşa edileceği konusu üzerinde doğrudan taşınacak hacim miktarları etkili olmaktadır, bu bakımdan bir yılda taşınacak ürün miktarı, 50 000 m^3'den fazla ise ana orman yolları, 50 000 m^3–25 000 m^3 arası ise A- Tipi orman yolları ve 25 000 m^3'den az ise B-Tipi orman yolları inşa edilir. Orman yollarında uygulan standartlar Çizelge 1'de verilmiştir (OGM, 1984).

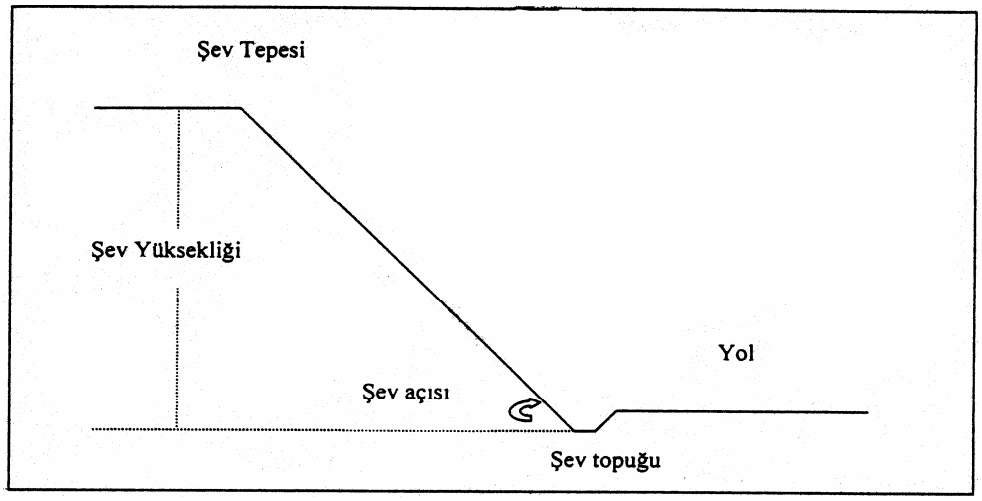
Çizelge 1. Orman yollarında uygulanan standartlar (OGM, 1984)

ÖĞELER	BİRİMİ	YOL TİPLERİ			
		ANA ORMAN YOLLARI	A-TİPİ ORMAN YOLLARI	B- TİPİ ORMAN YOLLARI	SÜRÜTME YOLLARI
Platform Genişliği	m	7	6	4	3.5
Maksimum Eğim	%	8	10	9–12	18
Min. Kurp Yarıçapı	m	50	35	10–12	8
Şerit Sayısı	adet	2	1	1	1
Şerit Genişliği	m	3	3	3	3
Banket Genişliği	m	0.5	0.5	0.5	-
Hendek Genişliği	m	1	1	1	-
Üst Yapı Genişliği	m	6	5	3	-

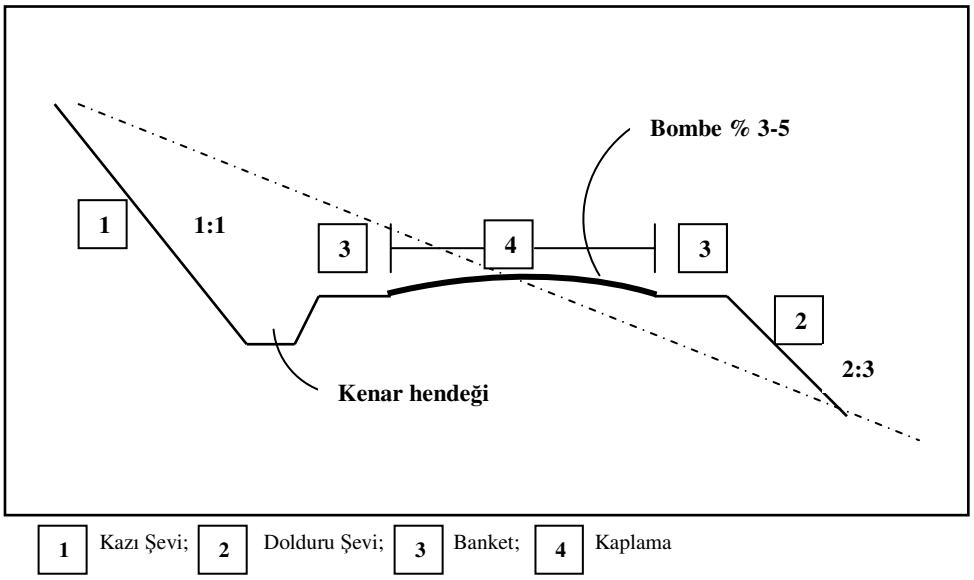
1.1.3.2. Orman Yollarında Şevler

Herhangi bir kazı ve dolguda platform kenarı ile doğal yüzey arasındaki eğik yüzeye "şev" denir (Erdaş, 1997).

Şevin en yüksek tepesi "şev tepesi", alt kenarı "şev topuğu", bu iki nokta arasındaki düşey mesafe "şev yüksekliği", şevin yatayla yaptığı açı "şev açısı", bu açının tanjantı "şev eğimi" olarak adlandırılmaktadır (Şekil 9). Şevler oluştuğu malzemeye göre kaya şevler, küskülük şevler ve toprak şevler olarak gruplandırılır (Peker, 1988). Şekil 10'da orman yolu kesitinde kazı ve dolgu şevleri gösterilmektedir.



Şekil 9. Orman yollarında şevler (Peker, 1988).



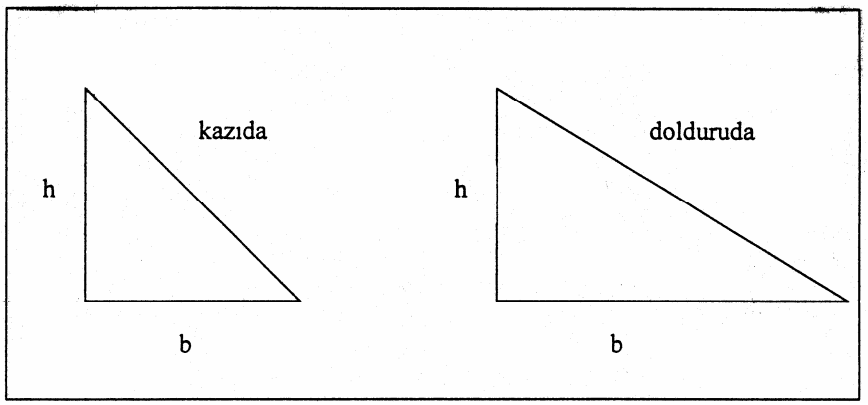
Şekil 10. Kazı ve dolgu şevleri

Orman yolları ekonomik, ekolojik ve teknik kriterlerin dikkate alındığı yollar olduğundan, bu yollarda şevler, bir yandan zeminin dengesini bozmayacak diğer yandan mümkün olduğu kadar az toprak kazısı ve toprak işleri gerektirecek şekilde düzenlenmelidir. Şevlerin eğimi genel olarak şu faktörlere bağlıdır (Erdaş, 1997);

- Zeminin özellikleri
- Kazının derinliği
- Zemin içindeki tabakalaşma durumu

- Yüzeysel suyun etkileri
- İnşaat zamanı (mevsimi)
- Hava etkileri
- Yolda nakliyat yapan araçlardan doğan titreşimler.

Orman yollarında şevlerin eğimi genellikle şev oranı şeklinde ifade edilmektedir. Bunun için de şev üçgeninden yararlanılmaktadır. Böylece bir zemin cinsinde şev oranı, bir şev üçgeninde yüksekliğin (h), tabana (b) oranı olarak ifade edilmektedir (Şekil 11) (Erdaş, 1997).



Şekil 11. Şev üçgeninde h ve b değerlerinin yeri (Erdaş, 1997)

Genel kural olarak şevler mümkün olduğunca yatık ve araziye uygun olmalıdır. Uygun bir projelendirme yolun daha güzel görünmesine yardım ettiği gibi bitkilendirme çalışmalarının yapılmasını kolaylaştırır, bakım masrafını azaltır. İklim ve diğer etmenler kazı ve dolgu şevleri yüzeylerinde erozyona neden olabilir. Kazı şevlerinde zayıf kesimler aşınarak erozyonu arttırır ve heyelanlar meydana gelebilir. Dolgu şevleri doğal olmayıp yapay olarak meydana getirilirler. Kazı ve dolgu şevlerine yağmur ve kar yağışı ile araziden ve yol yüzeyinden gelen sular en büyük

erozyon etkileridir. Şevler bu su etkilerine karşı korunmalıdır. Erozyonun şiddetli olduğu sonbahar ve kış aylarında öncelikle şevleri bitkilendirmek gerekir (Peker, 1998).

1.1.3.3. Orman Yolunun İşletmeye Açılmasında Teknik Esaslar

- Bir orman yolu doğanın yapısını ve görünümünü bozmamalı, tam tersine doğanın bir parçasıymış gibi ona uyum sağlamalıdır.
- Kayma (heyelan) tehlikesi olan yamaçlardan, taşıma yeteneği olmayan bataklık gibi arazilerden, yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yerlerden, değerli tarım alanlarından ve kayalık alanlardan orman yolu geçirilmemelidir.
- Dağlık alanlarda vadilerden ve boyun noktalarından yolların geçirilmesine özen gösterilmelidir.
- Yol bakım çalışmalarını kolaylaştırması ve zeminin kuru kalmasını temin etmesi bakımından güney yamaçlardan ve kuru yerlerden orman yolları geçirilmelidir.
- Köprü yerlerinin seçimine özellikle dikkat edilmelidir.
- Kaliteli yol yapı malzemesi için bu tür malzemelerin kolayca sağlanacağı yerlere yakın yol geçkilerine öncelik verilmelidir. Ancak malzeme sağlamak için açılacak ocakların veya dere yataklarının kullanılması sonucu doğanın görünümü, yapısı ve dokusu bozulmamalıdır (Erdaş, 1997).

İşletmeye açma, sistemin tasarımında etken olan faktörlerden arazi şartları şu üç elaman ile karakterize edilir. (1) Toprak özellikleri (toprak türü, taşıma gücü vb.) (2) Mikro-topografya (zeminin pürüzlülük durumu) (3) Arazi eğimi (Bayoğlu, 1997).

1.2. Literatür Özeti

Iroume ve Ark. (1989)'na atfen Karagül (1994)'ün bildirdiğine göre, Şili'de farklı eğim ve bitki örtüsü altında parsellerden toprak kayıpları ölçülmüştür. Çıplak alan topraklarında tıraşlama kesim ve yangından sonra, ıslanma-kuruma süreci ve organik madde kayıplarının, partiküllerin agregasyonunun azalmasına ve toprağın aşınabirlilik indeksinin artmasına sebep olduğunu belirtmiştir. Eğimi % 30 ve % 60 olan alanlarda deneme parsellerinde sırasıyla 1563 kg/ha'dan 3926 kg/ha'a kadar erozyon artışı olmuştur. % 30 eğimli alanda tıraşlama kesiminden bir yıl sonra doğal yenilenmeyle yer örtüsünün kurulmasıyla toprak kaybı azalmış, 1563 kg/ha'dan 133 kg/ha'a düşmüştür.

Cha-DuSong ve Ark. (1996) yaptıkları çalışmada, orman peyzajı ile orman yolları arasındaki ilişkiyi, yolların estetik değerini nasıl etkilediğini ve çevreyi koruyucu yol inşaatının basit olarak nasıl yapılacağını ele almışlardır. Yapılan psikometrik analiz sonucunda; orman peyzajı üzerinde, orman yolunun yapısı ve güzergâhı ile yamaçlar üzerindeki bitki örtüsü oranı en önemli faktörler olarak ortaya çıkmıştır.

FAO tarafından yapılmış bir araştırmada, % 70 eğimli bir arazide 4 m genişliğinde bir orman yolu yapımı ile toprak zemin için yaklaşık 32 m, kayalık alanlarda ise 20 m genişliğinde bir orman alanı yok edildiği, 1 km orman yolu için kazılan materyalin kayalık olmayan arazide 8 000 m^3, kayalık alanlarda ise yaklaşık 3 300 m^3 olduğu belirtilmiştir (FAO, 1985).

ABD'nin Oregon eyaletinde yapılan tespitlere göre, yollar belli bir orman alanının sadece % 1.8'ini kaplamasına karşın burada meydana gelen heyelan sayısı, aynı koşullara sahip fakat yol inşaatı bulunmayan orman alanlarındaki heyelan

sayısından 315 kez daha fazladır. Kesim görmüş orman alanlarındaki arazi kayması sayısı ise, kesim görmemiş ve yol yapılmamış orman alanlarındaki heyelan sayısından sadece on katı daha fazla bulunmuştur (Balcı, 1996).

Rice (1977)'e atfen Balcı (1996)'nın bildirdiğine göre, bir yerde oluşan heyelanların % 60'nın, bir başka yerdeki heyelan sayısının da % 90'nının orman yolları inşaatından kaynaklandığı belirtmiştir.

Foltz (1994a)'a atfen Aydın ve Ark., (2004)'nın belirttiğine göre, dereye akan sedimentin dolayısıyla akarsu habitatının ve su kalitesinin bozulmasının ana nedenlerinden birinin yollar olduğunu belirtmiştir.

Sediment üretiminin % 90'ından fazlası orman yollarından kaynaklanmaktadır. Ayrıca sedimantasyon derelerde akan suyun kalitesini bozmakta ve yaban hayatını da tehdit etmektedir (Elliot ve Ark., (1994)'a atfen Aydın ve Ark., 2004).

Yolların neden olduğu sedimentin % 60'ı dolduru şevlerinden, % 25'i yol yüzeyinden ve % 15'i de kazı şevleri ve kenar hendeklerinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Grace ve Ark., (1998)'a atfen Aydın ve Ark., 2004).

Yamaç yolların yapımına başlarken öncelikle eğime bağlı olarak güzergâh boyunca 20–30 m genişliğinde bir şerit tamamen ormansız hale getirilmektedir. Daha sonra yolun yapımı sırasında, dik yamaçlardan sökülen taşlar yolun alt kısmına yuvarlanarak önemli zararlar oluşmaktadır. Yamaç eğimi % 75'in üzerinde ise yolun altında 70–80 m genişliğinde bir şerit taşlarla kaplanmakta, iri taşlar daha da aşağıya gitmektedir (Bayoğlu, 1989).

Acar ve Ark. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, köy ve orman yollarının yapımında yol zemininin jeofizik yöntemlerle etüdü ile beklenen çevresel

ve ekonomik yararlar irdelenmiş, jeofizik yöntemlerinin köy ve orman yollarının zemin etütlerinde kullanılmasının önemi vurgulanmıştır.

Ekskavatörlerle orman yollarının açılması, orman peyzajı, su drenajı ve güzergâhtaki ağaçlara verilen hasarlar yönünden değerlendirilmesinde, ekskavatörlerin dozerlere oranla çevreye daha az zarar verdikleri belirtilmiştir (Winkler, 1998; Melemez, 2004).

Acar ve Ark. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, orman yollarının çevresel etkilerinin azaltılmasında bir önlem olarak; orman yollarının belirlenmesinde zemin etütlerini destekleyecek ve böylelikle güzergâhların riskli alanlardan geçirilmesini önlemeye yardımcı olacak olan jeofizik yöntemlerini tanıtıp, bunların orman yolu yapımındaki kullanılma olanaklarını irdelemiştir.

Gümüş ve Acar (2005) orman yolları planlamasında çevre etki değerlendirmesi imkânları ilgili yapmış oldukları çalışmada, araştırma yapılan alanda mevcut yolların % 32.32'sinin yol yapım çalışmaları ile maksimum düzeyde çevre tahribatının oluşacağı alanlardan geçtiği halde, geliştirilen Çevre Etki Değerlendirme katmanı dikkate alınarak yapılan yeni yaklaşım sonucunda ise yolların sadece % 9.76'sının olumsuz çevresel etkilerin en yüksek olduğu alanlarda planlaması gerçekleştirildiğini belirtilmiştir.

Fırtına deresi vadisinde yapılan bir çalışmada, yanlış uygulanan dağ yolu inşaatı tekniği ile gereksiz kazı ve dolduru sonucu orman tahribatına ve heyelan tehlikesine neden olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca dağ yolu inşaatında uygulanan yanlış teknikle ortalama orman tahrip alanı genişliği 50 m olarak hesaplanmıştır (Kantarcı, 2002).

Dyrness (1967)'a atfen Karagül (1994)'ün bildirildiğine göre, yüksek yerlerdeki orman topraklarının erozyon eğilimlerinin anakayanın özellikleri tarafından etkilendiğini, diğer önemli etkilere sahip olan faktörlerin ise; yükselti ve bakıya göre değişim gösteren iklim şartları ve vejetasyon örtüsünün yapısı olduğunu belirtmiştir. Vejetasyon örtüsünün özellikle topraktaki organik madde miktarını etkilediğini ve bunun da erozyon eğilimleri üzerinde etkili olduğunu ifade etmiştir.

Andre ve Anderson (1961) yaptıkları çalışmada, asit volkanik kayaçlardan oluşmuş kayaçların diğer anakayalardan oluşmuş topraklardan daha çok erozyona yatkın olduklarını bulmuş ve anakayaları aşınabilirlilik derecelerine göre sınıflandırmıştır.

Wallis ve Willen; granit, diorit, granadiorit ve bazı şistleri erozyona dayanıksız, bazı deniz sedimentlerini, bazalt, garba ve andeziti ise erozyona dayanıklı olarak sınıflandırmıştır (Dyrness (1967)'a atfen Balcı ve Öztan (1987).

Margaropoulos (1968)'a atfen Görcelioğlu (2003) anakaya çeşitleriyle ilgili oluşturduğu erozyona dayanıklılık indisinde bazaltı ve kuvarsiti erozyona dayanıklı, marn, kiltaşı-marn ve kiltaşını erozyona dayanıksız kayaç olarak belirtmiştir.

İç Anadolu'da jeolojik yapı, topoğrafik durum (bakı) ve toprak derinliği faktörlerinin aşınabilirlilik ile ilgili toprak özellikleri üzerindeki etkiler incelenmiştir. Her jeolojik ana materyale ait topraklar, ister kuzey bakı veya güney bakıda olsun, ister üst toprağı veya alt toprağı teşkil etsin, hepsinin erozyona veya erozyonu oluşturan kuvvetlere karşı dayanıklı olmayan topraklar olduğunu belirlemiştir. Bununla beraber jeolojik ana materyallerden neojenin, her iki aşınabilirlilik indekslerine göre, kumtaşı, andezit ve kretase topraklarına nazaran en yüksek aşınabilirlilik değerlerine sahip olduğu ortaya konulmuştur (Balcı (1969)'ya atfen Bozali, 2003).

Hızal (1984) Kocaeli'nde yaptığı çalışmada on ana materyalden sadece ikisinde toprakların erozyona dayanıklı olduğunu belirlemiştir. Söz konusu erozyona dayanıklı bu ana materyaller killi kireçtaşı ve dolomitik-yoğun kalkerdir.

Tarhan (1991) Doğu Karadeniz Bölgesi'nde değişik orijinli kayaçlarda meydana gelen yüze yakın değişik türdeki kütle hareketini jeolojik ve jeoteknik açıdan incelemiş ve bu hareketlerin nedenlerini ortaya koymaya çalışmıştır. Kütle hareketlerinin meydana gelmesinde, bölgenin morfolojisi, jeolojisi, iklim karakteristikleri ve bunlara ilave olarak kayaçların ayrışması, değişik amaçlı kazılar, bitki örtüsünün tahribi, yapay sarsıntılar başlıca nedenleri oluşturmaktadır. Ayrıca Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan kayaçlar, özellikle volkanitler, yüzeyden itibaren yer yer 30 m derinliğe kadar değişik derecede ayrışmaya uğramış ve pek çok yerde kile dönüşmüştür.

Ormancılık Araştırma Enstitüsü Çamkoru Araştırma Ormanlarında yapılan bir çalışmada, ormanla kaplı parselde beş yıl boyunca hiç toprak kaybı olmazken orman ve ölü örtüsü kaldırılan parselde yüzeysel akış ve toprak kaybı en fazla olmuştur (Aşk (1963)'a atfen Karagül, 1994).

Acar ve Ark. (2003) orman yol şevlerinin bitkilendirilme yolu ile stabilizasyonu üzerine yapmış olduğu araştırmada; *Festuca arrundinaceaa, Festuca rubra ve Lolium perenne'*nin ayrıca karışım olarak ise *Festuca arrundinaceaa* ile *Festuca rubra ve Festuca rubra ile ve Lolium perenne'*nin araştırma alanındaki orman yol şevlerinde kullanılabileceği, Trifolium repens ve Poa pratensis türlerinin ise aynı araştırma alanında tek veya karışım olarak kullanılamayacağı belirtilmiştir.

ABD'nin Kaliforniya eyaletinde yüksek ormanlık arazi topraklarının tekstür ve potansiyel aşınabilirliliği araştırılmıştır. Çoğul regresyon test sonuçlarına göre toprak tekstürü ve aşınabilirlilik indeksleri; anakaya, bitki örtüsü, bakı, eğim ve

yükseklikle önemli derecede ilişkili bulunmuştur. Regresyon denklemleri yüksek rakımdaki granitik orman topraklarının aynı şartlar altındaki alçak rakım topraklarına kıyasla iki kat daha fazla aşınabilir olduğunu göstermiştir (Willen (1965)'e atfen Karagül, 1994).

Özyuvacı (1971) ABD'nin Kaliforniya eyaletinde yer alan doğal vejetasyonla kaplı bazı topraklarda altı anamateryal üzerinde yaptıkları çalışmada; dispersiyon oranının değişebilir Ca^{++}+Mg^{++} ile negatif yönde önemli korelasyon gösterdiğini ve bu örneklerde bulunan az miktardaki K^{+} ve Na^{+}'un indeksler üzerindeki etkisinin ise istatistiki bakımından önemsiz olduğunu belirtmiştir.

Arnavutköy deresi yağış havzasında yapılan araştırmada; dispersiyon oranlarını bütün toprak gruplarında 15'den büyük bularak havza topraklarının genel olarak erozyona duyarlı olduğu belirlenmiş ve bu duyarlığın fazladan aza doğru kristalin şist, arkoz, granit, kuvarsit ve neojen formasyonuna ait topraklar şeklinde olduğu bulunmuştur. Dispersiyon oranında görülen farklılık ana materyal için $p<0.05$, toprak derinliği için ise $p<0.01$ seviyesinde önemli olduğunu varyans analizi ile belirlenmiştir (Özyuvacı, 1976).

Okatan (1987)'a atfen Karagül (1994)'ün bildirdiğine göre, Trabzon – Meryemana deresi yağış havzası Alpin meralarında yapılan araştırmada, dispersiyon oranlarının araştırma alanındaki bütün toprak gruplarında 15'ten büyük olduğunu dolayısıyla havza topraklarının erozyona duyarlı olduğunu belirtmiştir. Örnekleme derinliği ile doğru orantılı olarak değişen dispersiyon oranındaki bu farklılıkların derinlik kademelerindeki kil, toz ve organik madde içerikleri ile ilişkili olduğunu belirtmiştir.

Dispersiyon oranı metoduyla farklı orman tiplerindeki toprakların agregat stabilitesinin araştırıldığı çalışmada; hem A hem de B horizonundan toprak örneği alınmış, alınan topraklarda Middleton'un metoduna göre dispersiyon oranı belirlenmiştir. Topraklar arasında önemli istatistikî bir fark olmamasına rağmen, A ve C horizonundaki topraklar aşınmış ve B horizonundaki topraklar aşınmamıştır. Organik madde ve kil içeriği toprak stabilitesi için önemli faktörlerdir. Toprak stabilitesi, pH'nın yükselmesiyle artmakta hacim ağırlığı ve toprak derinliği arttıkça azalmaktadır (Thai (1971)'ye atfen Karagül, 1994).

Karagül (1994) Trabzon-Söğütlüdere Havzasında yaptığı araştırmada, dispersiyon oranının kum ve pH ile pozitif, toz, solma noktası ve organik madde ile negatif yönde önemli korelasyon gösterdiğini belirtmiştir.

Taysun ve Saatçi (1978) İzmir civarında bazı büyük toprak gruplarından (Terra rossa, kireçsiz kahverengi topraklar, rendzina toprakları ve kahverengi orman toprakları) örnek alarak laboratuarda suni yağmurlama ile erozyonu ölçmüş ve sonuçların bazı toprak özellikleri ile ilişkisini araştırmıştır. Buna göre, toprağın agregat stabilitesi ile erozyon arasında negatif yönde ve anlamlı korelasyon bulmuştur.

Hindistan'da alüvyal topraklar üzerinde yapılan bir çalışmada; erozyon oranı ve dispersiyon oranının anlamlı pozitif yönde korelasyon gösterdiği, ayrıca aşınabilirlilik ile katyon değişim kapasitesi, değişebilir sodyum ve magnezyum, organik madde, toplam azot, mevcut fosfor ve potasyum ile anlamlı negatif yönde bir ilişkinin bulunduğu belirlenmiştir (Bhatia ve Ark., 1985).

Taysun (1986) Gediz havzası rendzina tarım topraklarında laboratuarda suni yağmurlama ile erozyon ölçmüş, dispersiyon oranı ve erozyon oranı ile yüzeysel akış

arasında pozitif yönde önemli, organik madde ile yüzeysel akış arasında negatif yönde önemli korelasyonlar belirlemiştir. Toprak örneklerinde ölçülen dispersiyon oranları 15'den, erozyon oranları da 10'dan büyük olup erozyona duyarlıdır.

Tayland'da Kog-Ma havzasında yapılan bir araştırmada; 0–20 cm derinlik katmanındaki toprakların aşınabilirliliğinin, toprakların dispersiyon oranı ve eğim tarafından daha çok etkilendiği belirlenmiştir. Ayrıca dispersiyon oranının kil içeriği ile negatif yönde anlamlı korelasyon, hacim ağırlığı, organik madde ve çakıl ile pozitif yönde anlamlı korelasyon gösterdiği belirlenmiştir. pH ile ilgili ise anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (Wischarn ve Kasem (1973)'e atfen Karagül, 1994).

Balcı (1978) ABD'nin Washington eyaletinde suni yağmurlama apareyi geliştirerek yaptığı çalışmada; kurak iklim topraklarının nemli iklim topraklarına kıyasla erozyona daha müsait olduğunu belirlemiştir.

Rhoton ve Ark. (1990) toprak aşınabilirliliği üzerine geçmiş erozyonun etkilerini araştırmıştır. Bunun için aynı toprak üzerinde aşınmamış, hafif aşınmış, orta derecede aşınmış ve şiddetli aşınmış olmak üzere dört konuda suni yağmurlama ile yüzeysel akış ve toprak kaybını ölçmüş ve toprak aşınabilirliliğini etkileyen çeşitli yüzey toprak (0–7.5 cm) özelliklerini karşılaştırmıştır. Bu dört konuda, aşınmamıştan şiddetli aşınmışa doğru kum, kil ve Na artmış; toz, Ca, organik madde ve agregasyon azalmıştır. Sonuç olarak aşınabilirlilik ve erozyonu, kum, kil ve Na artırmış; toz, Ca, organik madde ve agregasyon azaltmıştır.

1994 yılında ise Intermountain Research Station tarafından yapılmış olan üç yıllık bir çalışmada; orman ürünleri nakliyatı yapılması sırasında araçların neden olduğu sediment taşınması, lastik hava basıncının düşürülmesiyle % 84'e varan bir oranda azaldığı belirtilmiştir (Foltz (1994b)'a atfen Aydın ve Ark., 2004).

Foltz (1994b)'a atfen Aydın ve Ark. (2004)'nın belirttiğine göre, ABD'nin Idaho Eyaleti'nde 1990 yılında yapılan bir çalışmada; nakliyat yapan kamyonlarda hava basıncı yüksek olan lastiklerin yerine hava basıncı düşük olan lastiklerin kullanılması sonucunda, lastikler ile yol yüzeyinden yapılan sediment taşınmasında ortalama olarak % 40'a varan oranda azalmanın olduğu saptanmıştır.

2. MATERYAL ve METOD

Öncelikle araştırma sahası içerisine giren orman yollarında ve sürütme yollarında ön araştırma amacıyla gözlem ve incelemeler yapılmıştır. Daha sonra materyal kayıplarının meydana geldiği sürütme yolları, yol platformları, kazı ve dolgu şevleri ile orman yolu sanat yapılarının eksik veya yetersiz olduğu yerler örnek alanlar olarak alınmıştır.

2.1. Çalışma Alanının Tanıtımı

2.1.1. Coğrafi Konumu

Çalışma alanı, Düzce ili sınırları içerisindeki Düzce Orman İşletme Müdürlüğü'nün Aksu Orman İşletme Şefliği, Asar Orman İşletme şefliği, Cumaova Orman İşletme Şefliği, Çiçekli Orman İşletme Şefliği, Darıyeri Orman İşletme Şefliği, Düzce Merkez Orman İşletme Şefliği, Konuralp Orman İşletme Şefliği, Melen Orman İşletme Şefliği, Odayeri Orman İşletme Şefliği, Samandere Orman İşletme Şefliği ve Tatlıdere Orman İşletme Şefliği olmak üzere on bir orman işletme şefliğini kapsamaktadır. Söz konusu şeflikler ile ilgili detaylı bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir.

Düzce ili 40^0 37' ile 41^0 07' kuzey enlemleri ve 30^0 49' ile 31^0 50' doğu boylamları arasında yer alan, 2593 km^2 genişliğinde Batı Karadeniz Bölgesi'nde bir ildir (Anonim, 2002b). İlin doğu ve güneyinde Bolu ili, batısında Sakarya, kuzeyinde ise Karadeniz bulunmaktadır (Şekil 12). Düzce il merkezinin ortalama

yüksekliği 120 m olup, dağlık kesimlerde yükseklik 1850 m'ye ulaşmaktadır (Anonim, 1999). En büyük akarsuyu olan Büyük Melen, Yığılca ilçesinden gelen Küçük Melen, Bolu Dağı'ndan doğup Kaynaşlı ilçesi ve il merkezinden geçen Asar suyu, ovanın güneyinden gelen Uğur Suyu ve Gölyaka ilçesinin batısından gelen Aksu dereleri ovanın önemli akarsularıdır (DPT, 2001b). Büyük Melen akarsuyu dışındaki dört akarsuyun birleşmesiyle oluşan Efteni Gölü, ilin en önemli sulak alanıdır.

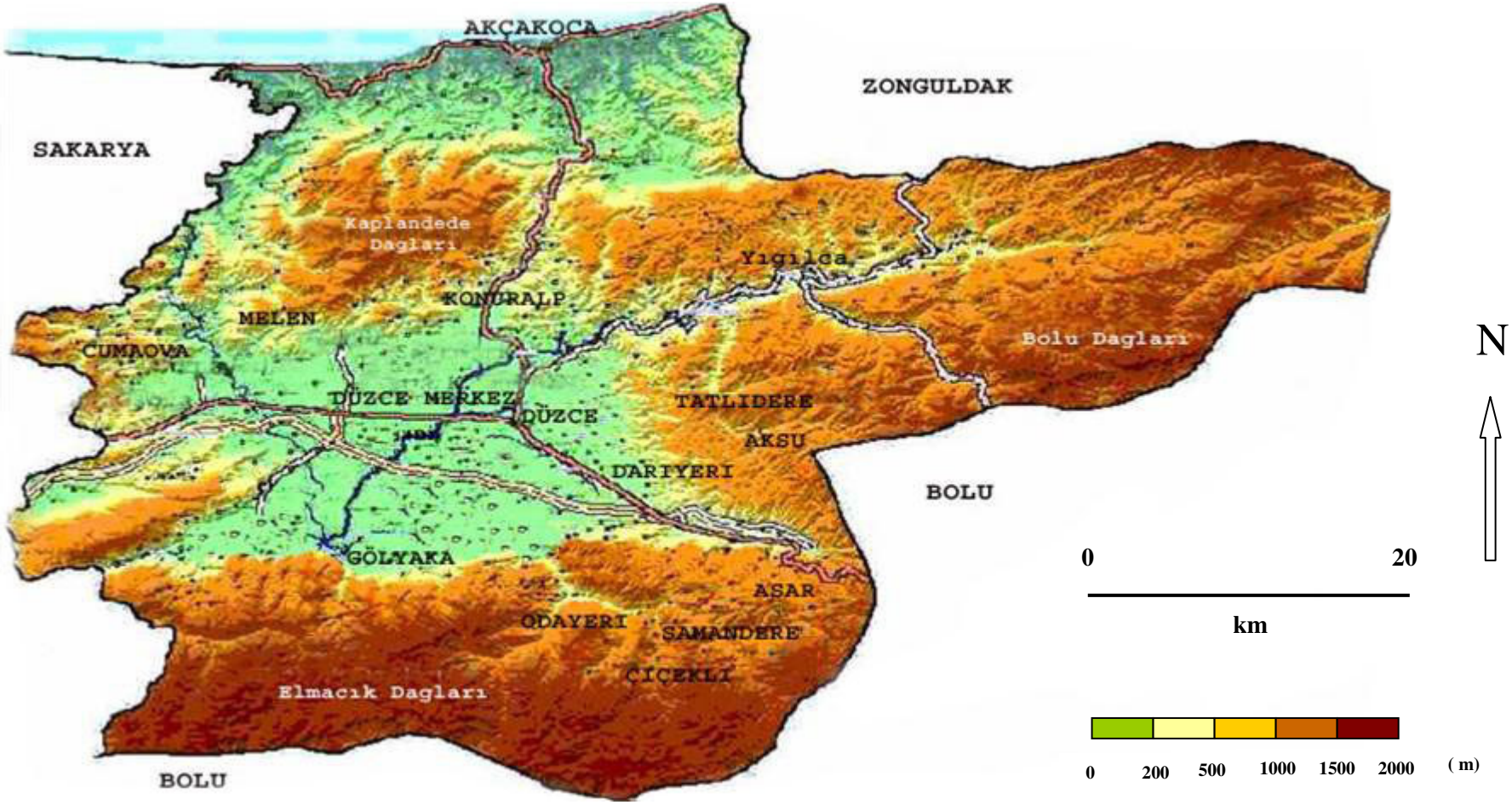
Düzce ili, D–100 olarak bilinen İstanbul (205 km)-Ankara (241 km) karayolunun ortasında yer almakta olup, il merkezinin güneyinden TEM otoyolu geçmektedir. İlde 113 km devlet yolu, 57 km il yolu bulunmaktadır (Anonim, 2002b). Düzce Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içersinde 764 km orman yolu mevcuttur (Anonim, 2005a).

Düzce Orman İşletmesi ise 1939 yılında kurulmuş ve farklı zamanlarda kuruluş yönünden değişikliğe uğramıştır. Halen on bir Orman İşletme Şefliği ve bir Kadastro Mülkiyet Şefliği şeklinde faaliyetini sürdürmektedir (Anonim, 2005b).

İşletme Müdürlüğünün kuzeyinde Akçakoca Orman İşletme Müdürlüğü, doğusunda Bolu Orman İşletme Müdürlüğü ve Yığılca Orman İşletme Müdürlüğü, güneyinde Mudurnu Orman İşletme Müdürlüğü ve batısında Hendek Orman İşletme Müdürlüğü yer almaktadır (Şekil 13).

Düzce Orman İşletmesi alanlarının % 47'si ormanlarla kaplıdır. Orman İşletmesinin 57 823 ha ormanlık ve 65 689 ha ormansız saha olmak üzere toplam 123 512 ha'lık bir alana sahiptir (Anonim, 2005d).

İşletme Şefliği	Genel Alanı (ha)	Ormanlık Saha (ha)	Ormansız Saha (ha)	Coğrafi Konumu	Yükseltisi (m)	Orman Yol Tipi	Mevcut Orman Yol Uzunluğu (km)	Planlanan Toplam Orman Yol Uzunluğu (km)	Yol Yoğunluğu (m/ha)	Yol Aralığı (m)	İl Merkezine Uzaklığı (km)
Aksu	6000	5732	268	N:40^0 47'-40^0 51' E:31^0 16'-31^0 16'	360–1330	B-Tipi	95+ 800	111+ 400	17	588	30
Asar	8211	5532	2679	N:40^0 38'-40^0 45' E:31^0 17'-31^0 27'	400–1590	B-Tipi	67+900	86+900	12	833	20
Cumaova	12586	5180	7406	N:40^0 45'-40^0 57' E:30^0 46'-31^0 04'	200–843	B-Tipi	31+100	51+500	6	1667	20–25
Çiçekli	3936	3567	369	N:40^0 37'-40^0 43' E:31^0 10'-31^0 15'	350–1658	B-Tipi	95+200	95+800	27	370	25–30
Darıyeri	10491	6610	3881	N:40^0 49'-40^0 43' E:31^0 14'-31^0 28'	220–1600	B-Tipi	98+700	126+000	15	667	20
Düzce Merkez	26834	5505	21329	N:40^0 43'-40^0 55' E:30^0 51'-31^0 17'	120–1000	B-Tipi	15+800	30+100	3	3333	-
Konuralp	19784	4449	15335	N:40^0 49'-40^0 59' E:31^0 03'-31^0 17'	140–1022	B-Tipi	14+600	17+400	3	1333	20
Melen	18723	6270	12453	N:40^0 45'-40^0 57' E:30^0 46'-31^0 04'	200–843	B-Tipi	37+700	63+600	6	1667	25
Odayeri	8250	7258	992	N:40^0 38'-40^0 46' E:31^0 05'-31^0 14'	150–1658	B-Tipi	150+500	165+700	21	476	25
Samandere	4220	3689	531	N:40^0 37'-40^0 43' E:31^0 12'-31^0 29'	400–1590	B-Tipi	82+000	87+800	22	455	30
Tatlıdere	4478	4032	446	N:40^0 47'-40^0 51' E:31^0 16'-31^0 16'	350–1330	B-Tipi	74+700	78+500	19	526	25–30



Şekil 12. Araştırma alanlarının fiziki haritası



Şekil 13. Düzce Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı araştırma konusu işletme şeflikleri

2.1.2. İklim Özellikleri

Düzce ili Batı Karadeniz iklimi özelliğinin etkisinde bulunmakla birlikte coğrafik yapısının özellikleriyle bu etki sınırlanmış ve farklı iklim karakterleri oluşmuştur. Batı Karadeniz iklim tipi içerisinde yer alan araştırma alanı batıdan Akdeniz makro iklim kuşağının içinde bulunan Marmara ikliminin de etkilerini almaktadır. Batı Karadeniz ikliminde oransal olarak diğer Karadeniz iklim tiplerinden daha az yağış ile yaz ve kış daha düşük sıcaklıklar görülmektedir. Marmara iklimi ise Asıl Akdeniz iklimine göre daha soğuk, kışlar normal kar yağışı daha sık don, daha hafif yaz kuraklığı ve buharlaşma, daha fazla nemlilik ve bulutluluk ile karakterize edilmektedir (Özyuvacı, 1999).

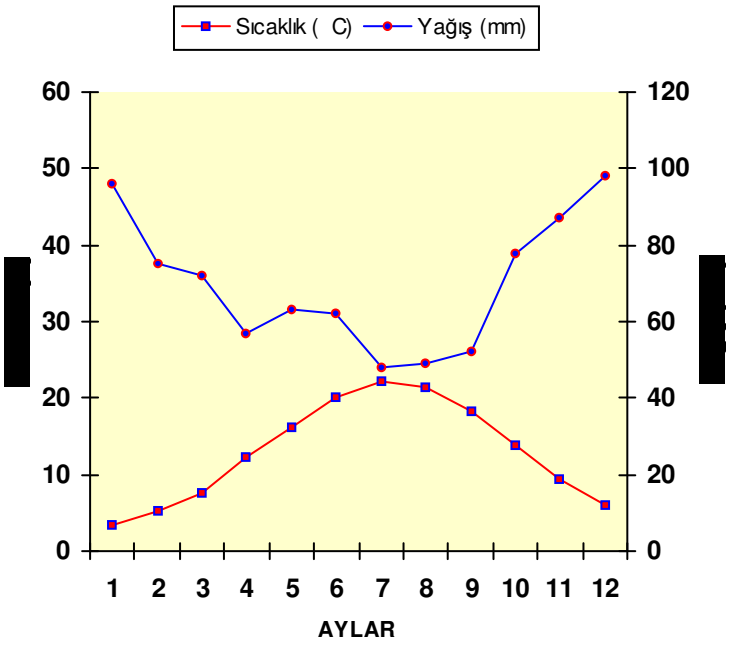
Araştırma sahalarına en yakın olan Düzce Meteoroloji İstasyonu'ndan alınan verilere göre Düzce ilinin ortalama sıcaklığı 13 ^{o}C, ortalama yıllık yağış miktarı 840 mm olmasına rağmen yaz aylarında ortalama yağış diğer aylara göre düşüktür. Ancak bazı çalışma alanları ile Düzce Meteoroloji İstasyonu arasında yaklaşık 800–1500 m yükseklik farkı olduğundan toplam yağış fazla ve kışlar daha sert geçmektedir. Vejetasyon dönemi ise daha kısa sürmektedir. İle ait bazı iklim verileri Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Düzce meteoroloji istasyonu bazı iklim verileri (120 m, DMİ (1997)'e atfen Karagül, 1998b)

Meteorolojik Elemanlar (*)	A Y L A R												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Ort. Yağ.(mm)	96	75	72	57	63	62	48	49	52	78	87	98	839,5
Ort. Sıc. (ºC)	3,5	5,2	7,6	12,3	16,3	20,2	22,1	21,5	18,3	13,9	9,4	5,9	13,0
Ort. Max. Sıc.(ºC)	7,5	9,9	13,1	18,5	22,6	26,7	28,2	28,1	25,4	20,1	15,0	10,1	18,8
Ort. Min. Sıc.(ºC)	0,1	1,3	3,3	7,3	11,0	14,2	16,3	16,0	12,9	9,2	5,0	2,4	8,3
Gün. Max. Yağ. (mm)	32,3	51,3	34,5	29,0	55,2	84,0	118,0	110,3	70,9	55,5	52,4	99,9	118,0

(*): Sıcaklık değerleri 28, yağışla ilgili değerler 40 yıllık ölçmeleri içerir.

Walter (1970) yöntemiyle sıcaklık ve yağışın aylara göre karşılaştırılması sonucu bölgede haziran ve ağustos ayları arasında kuraklığa yakın bir dönemin olduğu görülmektedir (Şekil 14).



Şekil 14. Walter (1970) yöntemine göre Düzce ili iklim diyagramı

2.1.3. Jeolojik Yapı ve Toprak Özellikleri

Düzce ovası jeolojik bakımdan IV. Zaman (kuaterner) alüvyon oluşumlarını kapsamaktadır (Anonim, 1997). İlin dağlık kesimlerinde ise eosen-fliş, üst kretase-pleosen, silurien-devonien, eosen-ayrılmamış, eosen-volkanik fasies, pliosen-karasal, devonien ve metamorfik-ayrılmamış jeolojik birimler bulunmaktadır (Anonim 1998).

Yaltırık ve Ark. (1953) bölgenin jeolojik yapısının genç alüvyonlardan oluştuğunu belirtmiştir. Güney yamaçlarda Pleistosen Alüvyonu, kuzeye doğru Eosen-kalker kumlu şist ve andezit alanları mevcuttur. Kuzeyini teşkil eden ana kayalarda kretase oluşumu en geniş yayılışa sahiptir. Doğu kısmının jeolojik yapısı da aşağı yukarı aynı şekilde olup genellikle ikinci zamanın üst tebeşir ve üçüncü

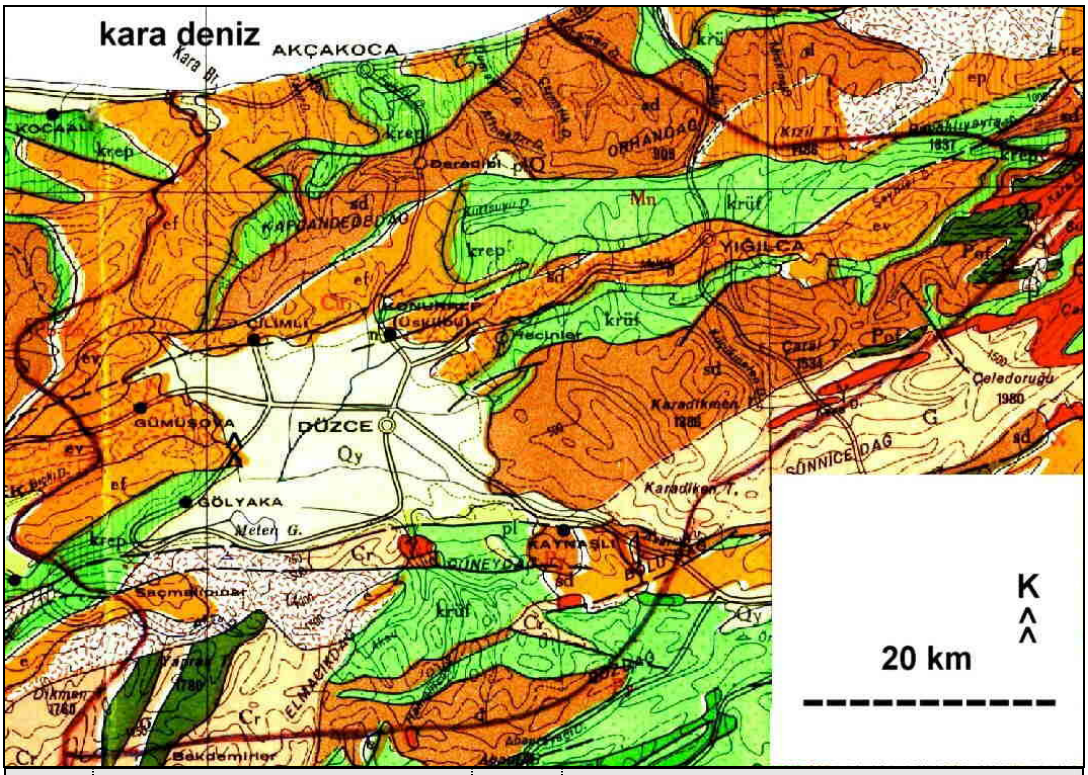
zamanın Eosen oluşumundandır. Havza püskürük, tortul ve metamorfik kayalardan oluşmuştur. Havzanın jeolojik bünyesi paleozoik devrin çeşitli formasyonlarından oluşmuştur. Bu itibarla bölgedeki araziler ve sarplıklar kaybolmuş, tepeler yassılaşıp, yuvarlaklaşmıştır.

Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün oluşturduğu jeolojik haritaya göre bölgenin büyük bir bölümü volkanik kayalardan oluşmuş, kuzey kesimlerde denize yakın yerlerde ve güneyde bazı yerlerde gevşek ve sertleşmemiş yataklardan (alüvyon, ayrışma sonucu ortaya çıkan parçalar ve yamaç yatakları) oluşmuştur (Anonim, 2005c).

Alüviyal topraklar Düzce Ovası'nda yer alıp, ovanın büyük bir kısmını kaplamakta, kolluviyal topraklar ise daha çok yamaç arazilerin eteklerinde ve yan derelerin yakınlarında yer almaktadır. Yamaç arazi ve tepeler ise yer yer volkanik, andezit ve diabaz kayalarla kesilmiştir. Toprak, yamaç arazideki bazı alanlar hariç, genellikle derindir. İl toprakları % 2–5 arasında kireç ihtiva etmekle beraber, çok geniş alanlarda kireç yağmurla yıkanarak 90 cm den daha derinlere taşınmıştır. Toprak rengi siyah, kahverengi ve gri arasında değişmektedir (Anonim, 1997).

Düzce havzası Türkiye'nin en önemli aktif faylarından birisi olan Kuzey Anadolu Fayı üzerinde yer almaktadır. Bu yönü ile Düzce aktif deprem kuşağı içindedir (I. derece deprem kuşağı). Düzce arazisi henüz oturmuş ve yerleşmiş değildir (Arslan ve Ark., 2002). Söz konusu ilin jeolojik yapısı Şekil 15'te gösterilmiştir.

Düzce ilinin iklim tipi ve jeolojik yapısı nedeniyle Akçakoca yolu ve Bolu Dağı mıntıkasında sık sık heyelanlar görülmektedir.



Simge	Açıklama	Simge	Açıklama
Qy	Holosen, yeni alüvyon	**sd**	Siluriyen-Devoniyen
Qe	Holocene, eski alüvyon	**Cr**	Metamorfik seri, ayrılmamış
Pl	Pliyosen, karasal	**G**	Gnays, mikaşist,
E	Eosen, ayrılmamış	**γ**	Granit, granodiyorit, kuvarslı diyorit
Ev	Eosen, volkanik fasiyes	**σ**	Serpantin
Ef	Eosen, fliş	**α**	Andezit, spilit, porfirit
krep	Üst Kretase-Paleosen	___	Değişik tür faylar
krüf	Üst Kretase, fliş	- - - --	Değişik tür olası faylar
D	Devoniyen		*Kalın çizgi İl sınırıdır.*

Şekil 15. Düzce ili ve yöresi jeoloji haritası (Anonim, 2005d).

2.1.4. Bitki Örtüsü

Düzce ili Türkiye'nin üç büyük flora bölgesinden biri olan Avrupa-Sibirya flora bölgesinin Öksin (Euxin) kesiminde yer almaktadır (Anşin, 1983; Atalay, 1994) (Şekil 16). Coğrafik bölge olarak da Karadeniz Bölgesi'nde yer almaktadır (Atalay, 1994). Alanın büyük kısmında orman vejetasyonu bulunmaktadır. Bölge ormanları,

yapraklı ağaçlardan Meşe (*Quercus spp.*), Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), Gürgen (*Carpinus spp.*), Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* M.), ibreli ağaçlardan Uludağ Göknarı (*Abies bornmülleriana* M.), Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Karaçam (*P. nigra* A.), Sahilçamı (*P. pinaster-plantasyon* A.*),* Karakavak (*Populus nigra* L.), Titrek kavak (*P. tremula* L.), Aksöğüt (*Salix alba* L.)*,* Kızılağaç (*Alnus glutinosa* L.), Dişbudak (*Fraxinus anqustifolia* V.), türlerinden ve bu türlerin çeşitli karışım kompozisyonlarından oluşmaktadır. Orman altı florada yoğun olarak Ormangülü (*Rododendron spp.*), Laden (*Cistus spp.*), Böğürtlen (*Rubus spp.*), Orman Sarmaşığı (*Hedera spp.*), Eğrelti (*Pteridium spp.*), Koca Yemiş (*Arbutus unedo* L.), Funda (*Erica arborea* L.), Ardıç (*Juniperus oxycedrus* L.), Akça Kesme (*Phillyrea latifolia* L.*),* Karaçalı (*Paliurus spina-christi*) türleri görülmektedir (Yaltırık ve Ark.; 1953; Mansuroğlu, 1998; Mayer ve Aksoy, 1998).



Şekil 16. Türkiye Floristik Bölgeleri. (I) Avrupa-Sibirya Floristik Bölgesi, (II)Akdeniz Floristik Bölgesi, (III) İran-Turan Floristik Bölgesi.

2.1.5. Sosyal ve Ekonomik Yapı

Düzce ilinde yaşayan halkın önemli bir kısmı iç ve dış göçlerle buralara yerleşmişlerdir. Savaşlar ve göçler nedeniyle 1860'larda Kafkasya'dan, 1900'lerin

başında Balkanlar ve Doğu Karadeniz'den önemli oranda nüfus bu yöreye yerleşmiştir. Doğu Karadeniz'deki arazi kullanım geleneği de aynı şekilde göçle birlikte gelmiştir. Bu da ormanda açma yaparak fındık, mısır tarımı yapma ve dağınık yerleşimle karakterize olmaktadır (Karagül, 1998a).

Düzce il nüfusunun dağılımına bakıldığında genel nüfusun % 58'ni kırsal nüfus, % 42'sini ise kentsel nüfus oluşturmaktadır (Anonim, 2005e). Düzce ili nüfus artış hızı ise 2000 yılı itibariyle binde 4,06 ile Türkiye ortalamasının (Binde 15,1) altında yer almıştır. Bunun en büyük nedeni ise 1999 yılında yaşanan deprem felaketi gösterilebilir. Ayrıca 1999 depreminden sonra ilde nüfus hareketliliğinde önemli değişiklikler olmuş, özellikle il merkezinden çevre köylere doğru bir kayma ortaya çıkmıştır. Bu durum her türlü faaliyetin kırsal kesime aktarılması şeklinde değil sadece il merkezine yakın kırsal kesimde ikamet şeklindedir (Arslan ve Ark., 2002). Bu sebeple ilde yeni yapılan binalar ova geneline yayılmış ve şehir, 1999 depreminden sonra ovada yatay yönde gelişmeye başlamıştır. Bu durum, Düzce şehir merkezinin de üzerinde bulunduğu, I. sınıf tarım arazilerinin işgal edilmesine hız kazandırmıştır.

Düzce ilinde sanayi gelişmesi 1956 yılında orman ürünleri sanayi ile başlamış ve 1960 yılından sonra hız kazanmıştır. Düzce, orman sanayisinin Türkiye'deki üretiminin % 14'ünü gerçekleştirmektedir.

İl genelinde 29 983 adet tarım işletmesi mevcuttur. Bu işletmelerin tamamı aile işletmesi şeklindedir. Tarım işletmeleri genellikle bitkisel ve hayvansal üretimi birlikte yapmakla (% 40) beraber, sadece bitkisel üretimde büyük bir oran tutmaktadır. Bu işletmelerin oranı da % 44'ü bulmaktadır. Yalnızca hayvansal üretim yapan işletmeler ise % 16'dır.

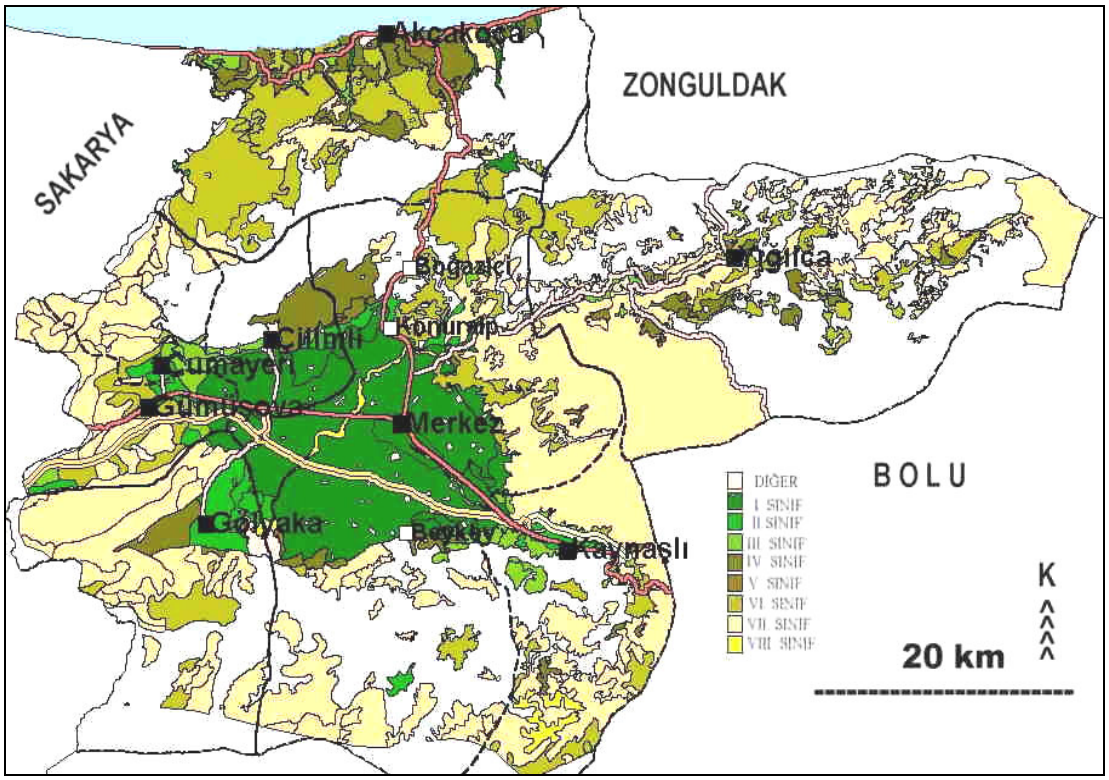
Tarımsal üretim açısından fındık ilk sırayı almaktadır. Fındığın Düzce ilinde, Doğu Karadeniz kökenli vatandaşlarımızın bölgeye yoğun olarak yerleşmesiyle yaygınlaşmaya başladığı düşünülmektedir. İlde meyve ağaçlarının % 98'inden fazlası fındık ağacıdır ve fındık üretim miktarı, toplam meyve üretiminin % 76'sını oluşturmaktadır. İl genelinde meyve üretim gelirlerinde ürünlerin sağladıkları paylarda, fındık % 95 ile ilk sıradadır.

Tarla bitkileri ekiminde ise ağırlık mısırda olup toplam ekili tarla alanlarının % 43'ü mısır, % 43'ü buğday olmak üzere, % 86'sı bu iki ürüne ayrılmaktadır. Kalan alanın büyük kısmı ise tütüne ayrılmıştır.

Arazi kabiliyet sınıflamasında ilde I, II ve III sınıf tarım arazileri toplamı 38963 ha olup il alanının % 15'lik bir kısmını kaplamaktadır. Genelde tarla tarımı bu araziler üzerinde yapılmaktadır. 38 963 ha'dan fazla alanı olan V.-VIII. sınıf arazilerde de tarıma elverişli olmadığı halde toprak işlemeli tarım yapıldığı görülmektedir. Bu alanlarda genellikle orman açmacılığı ve fındık tarımı yoğun olarak görülmektedir. İldeki yerleşim alanları ise ilin 11 585 ha'lık kısmını kaplamaktadır. Bu yerleşim alanların büyük bir kısmı (% 32) tarıma elverişli verimli topraklar üzerine kurulmuştur (Çizelge 4, Şekil 17), (Arslan ve Ark., 2002).

Çizelge 4. Düzce ili arazi kabiliyet sınıfları alanları ve bunların oransal dağılımları

	Toplam	**I Sınıf**	**II Sınıf**	**III Sınıf**	**IV Sınıf**	**V Sınıf**	**VI Sınıf**	**VII Sınıf**	**VIII Sınıf**	**Diğer**
Alan (ha)	**259.300**	24.269	8.148	6.546	17.548	376	26.769	157.796	11.034	6.814
Oran (%)	**100**	9,36	3,14	2,52	6,77	0,14	10,32	60,87	4,25	2,63



Şekil 17. Düzce ili arazi kabiliyet sınıfları haritası (Anonim, 2005f)

2.2. Metod

2.2.1. Arazide Yapılan Çalışmalar

Araştırma sahası Aksu Orman İşletme Şefliğinde 12, Asar Orman İşletme Şefliğinde 7, Cumaova Orman İşletme Şefliğinde 9, Çiçekli Orman İşletme Şefliğinde 5, Darıyeri Orman İşletme Şefliğinde 10, Düzce Merkez Orman İşletmesinde 6, Konuralp Orman İşletme Şefliğinde 1, Melen Orman İşletme Şefliğinde 4, Odayeri Orman İşletme Şefliğinde 5, Samandere Orman İşletme Şefliğinde 7 ve Tatlıdere Orman İşletme Şefliğinde 4 örnek alan olmak üzere toplam 70 geçici örnek alan tespit edilmiştir (Şekil 18).

Bu örnek alanlarda yol platformlarının, hidrolik sanat yapılarının, kenar hendeklerinin, kazı ve dolgu şevlerinin standartlara göre yapılıp yapılmadığı

ölçülerek tespit edilmiş, ayrıca bu alanlarda gerekli koruyucu önlemlerin ve bakımların yapılıp yapılmadığı gözlemlenerek belirlenmiştir. Orman yolu hidrolik sanat yapısı eksikliğinden ve yetersizliğinden kaynaklanan materyal kaybının meydana geldiği alanlarda ise koordinatlar GPS (Global Position System) aleti ile kaydedilmiştir. Kaydedilen koordinatlar topoğrafik haritalara aplike edilerek sanat yapılarının bulunması gereken yerler tespit edilmiştir. Bu yerlerdeki havzaların sınırları topoğrafik harita üzerinde belirlenmiştir. Noktalı saydam şablonlardan yararlanılarak havza alanları bulunmuştur. Havza alanlarının orman bitki örtüsü ve topoğrafik yapısı not edilerek Talbot Yöntemine göre, ilk yaklaşım olarak o alanlara en uygun hidrolik sanat yapılarının enkesit alanları belirlenmiştir.

Sürütme yollarında, orman ürünün sürütülmesi ve yağışların etkisiyle, yol platformunda, kazı ve dolgu şevlerinde ise yine yağışların etkisiyle önemli miktarda materyal kayıplarının meydana geldiği örnek alanlarda, kayıp materyal hacmini belirlemek amacıyla ölçümler yapılmıştır (Şekil 19). Materyal kaybıyla oluşan geometrik şekiller ölçülerek yaklaşık kayıp materyal hacimleri bulunmaya çalışılmıştır. Bulunan hacimler orman yolu ve sürütme yolunun kullanılmaya başlamasından ölçüm yapılana kadar geçen zamanı kapsamaktadır. Sürütme yollarının yol tesviyesi materyal kaybı olarak değerlendirilmemiştir. Örnek alanların 27 tanesinde anakaya yapısı ve toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla aktif erozyonun ve kütle hareketlerinin görüldüğü kazı ve dolgu şevlerinden üçer adet anakaya ve toprak örneği alınmıştır. Toprak örnekleri bozulmuş toprak yüzeyi 0–20 cm derinliğinden el küreği ile yaklaşık 0.5 kg alınmıştır. Alınan anakaya ve toprak örnekleri etiketlenerek polietilen torbalara konulmuştur. Bu örnekler alınırken örnek alanı temsil edecek şekilde olmasına özen gösterilmiştir.



Şekil 18. Şev göçmesinden dolayı materyal kaybının oluştuğu örnek bir alan (Beyköy, 2004)



Şekil 19. Sürütme yolunda meydana gelen materyal kaybının ölçülmesi (Düzce Melen Bölgesi, 2004)

2.2.2. Laboratuarda Yapılan Çalışmalar

Laboratuarda yapılan analizler ve bu analizlere ilişkin bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

2.2.2.1. Anakaya Örneklerinin Teşhis Edilmesi

Anakaya örnekleri, KTÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Laboratuarı'nda teşhis edilmiştir.

2.2.2.2. Çeşitli Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi

Her örnek alandan sağlanan üçer adet toprak örneği, karıştırılarak her örnek alan için bir adet toprak örneği oluşturulmuştur. Hava kurusu hale getirilen topraklar porselen havanda dövülerek 2 mm'lik elekten geçirilip polietilen torbalara konmuş ve analize hazır hale getirilmiştir.

2.2.2.2.1. Mekanik Analiz (Tekstür Tayini)

Toprakların tekstür tayini Bouyoucos'un hidrometre yöntemine göre yapılmıştır. Analizler, 2 mm'lik elekten geçirilmiş hava kurusu toprak örnekleri üzerinde yapılmıştır. Bu işlem için ağır topraklardan 50 g ve hafif topraklardan 100 g' lık örnekler alınmıştır (Irmak,1972; Gülçur,1974).

Analizler için 400 ml'lik beherlere konulan toprak örnekleri üzerine 200 ml saf su ve 10 ml 0.008 Normal NaOH çözeltisi (Uluslararası Toprak Cemiyetinin, toprakların dispersleştirilmesi için uygun gördüğü miktar) veya 10 ml % 5'lik calgon çözeltisi eklenen örnekler iyice karıştırılarak 24 saat süre ile dispersleşmeye bırakılmıştır. Belirtilen bu süre sonunda süspansiyon karıştırıcıya (mikser) aktarılarak 5 dakika süre ile karıştırılmıştır. Karıştırıcıda içinde saf su bulunan bir piset yardımıyla hidrometre silindirine aktarılan süspansıyonun üzeri 1000 ml olacak şekilde saf su ile tamamlanmıştır. Ayrıca köpüklenmeyi engellemek için birkaç damla amil asetat eklenmiştir. İlk okuma 4 dakika 48 saniye de yapılmış, ikinci

okuma ise 120 dakika sonra yapılmıştır (Özyuvacı, 1971). Okunan hidrometre değerleri üzerinde gerekli sıcaklık düzeltmeleri yapılarak, ilk okumada (kil+toz) ikinci okumada (kil) ve bunların yardımıyla da kum ve toz fraksiyonlarının miktarı bulunmuştur (Balcı, 1984) (Şekil 20).



Şekil 20. Toprak örneklerinin tekstür tayininin yapılması (2004)

2.2.2.2.2. Dispersiyon Oranı

Bu oranın belirlenmesinde Middleton'un Dispersiyon oranı esas alınmıştır. Buna göre Dispersiyon oranı, saf suda çalkalanarak elde edilen toprak solüsyonunda kimyasal ve mekanik dispersleştirme yapmadan elde edilen (toz+kil) miktarının, toprakta mevcut olan toplam (toz+kil) miktarına bölünmesi ile elde edilir (Özyuvacı, 1971; Balcı, 1984).

Analizler mekanik analizde olduğu gibi 2 mm'lik elekten geçirilmiş hava kurusu toprak örneklerinden 50 veya 100 g'lık örnekler alınarak 400'lik beherlere konulmuştur. Her bir beher üzerindeki toprak örneğinin üzerine 200 ml saf su ilave edilmiş ve 24 saat bekletilmiştir. Bu süre sonunda beherdeki materyal pisetle iyice yıkanarak hidrometre silindirine aktarılmış ve saf su eklenerek 1000 ml'ye tamamlanmıştır (Balcı, 1984). Bouyouıcos'un hidrometre yöntemine göre yapılan okumalar ve sıcaklık düzeltmeleri sonucunda kum, toz ve kil fraksiyonlarının miktarı hesaplanmıştır. Elde edilen bu değerlerden toz ve kil fraksiyonlarının toplamı aynı örneğin mekanik analizi ile elde edilmiş (toz+kil) miktarına bölünmek suretiyle dispersiyon oranı tayin edilmiştir (Özyuvacı, 1971, 1978; Balcı, 1984).

Bu şekilde tayin edilen dispersiyon oranı Middleton tarafından ortaya konan aşağıdaki ıskalaya göre değerlendirilmektedir (Özyuvacı, 1971, 1978; Balcı, 1984).

Aşınabilirlilik İndeksi	**Erozyona Dayanıklı Topraklar**	**Erozyona Dayanıksız Topraklar**
Dispersiyon oranı	<15	>15

2.2.2.2.3. Tarla Kapasitesi ve Solma Sınırındaki (Pörsüme Sınırı) Nem Tayini

Tarla kapasitesi, sızıntı suyu topraktan sızıp ayrıldıktan sonra kapiller gözeneklerde tutulan suya eşdeğer nemi ifade etmektedir. Tarla kapasitesindeki nem, toprakta 2.5 pF (0.33 atm)'lik bir güç ile tutulan suya eşdeğerdir. Bitki kökleri en fazla 4.2 pF (15 atm)'lik bir emme gücü ile toprak suyunu alabilirler. Kökler daha yüksek bir emme gücü geliştiremezler. Bu noktada toprağın içerdiği nem miktarı solma sınırındaki veya pörsüme sınırındaki nem olarak tanımlanır (Kantarcı, 2000). Toprak örneklerinin tarla kapasitesi ve solma sınırındaki nem tayinleri Soil Moisture Equipment Co.'nun seramik levhalı basınç cihazı ile yapılmıştır (Özyuvacı, 1978).

2.2.2.2.4. Faydalanılabilir Su Kapasitesinin Tayini

Toprak örneklerinin bitkiler için faydalanılabilir su kapasiteleri, tarla kapasitesi sınırındaki nem miktarından solma sınırındaki nem miktarının farkı alınarak hesaplanmıştır (Kantarcı, 2000).

2.2.2.2.5. Toprak Reaksiyonu (pH) Tayini

Toprak örneklerinin pH' sı 1/2.5 oranında toprak-saf su karışımında dijital pH metre ile ölçülmüştür.

2.2.2.2.6. Bazı Bitki Besin Elementlerinin (Ca, Mg, Na, K, Fe, Cu, Zn, Mn) Tayini

Topraktaki bitki besin elementlerinin (Ca, Mg, Na, K, Fe, Cu, Zn, Mn) tayini, topraklar 1 Normal Amonyum Asetat çözeltisi ile ekstrakte edildikten sonra süzekte toplanan katyonların "Shimadzu AA-6601 Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi" ile ölçülmek suretiyle yapılmıştır (Gülçur, 1974; Irmak, 1974; Arp, 1999).

2.2.2.2.7. Toprakların Fosfor (P_2O_4) Miktarlarının Tayini

Toprakların fosfor (P_2O_4) miktarlarının belirlenmesinde Olsen ve Bray-Kurtz yöntemleri kullanılmıştır (pH'sı 7'den büyük topraklarda Olsen, pH'sı 7'den küçük topraklarda Bray-Kurtz yöntemi kullanılmıştır) (Gülçur, 1974).

2.2.2.2.8. Organik Karbon (Corg) ile Organik Maddenin Tayini

Topraktaki organik karbon Walkley-Black ıslak yakma metodu ile tayin edilmiştir. Organik karbondan gidilerek toprağın organik maddesi hesaplanmıştır (Gülçur, 1974).

2.2.3. Büroda Yapılan Çalışmalar

Orman yolu hidrolik sanat yapılarının yetersizliğinden veya eksikliğinden meydana gelen toprak kayıplarının olduğu örnek alanlara, en uygun sanat yapısının enkesit alanını belirlemek için Talbot Formülünden yararlanılmıştır. Örnek alanların koordinatları o yörenin 1/25000'lik topoğrafik haritasına aplike edilerek sanat yapılarının bulunması gereken yerler tespit edilmiştir. Daha sonra bu yerlerdeki havzaların sınırları topoğrafik haritalar üzerinde belirlenmiştir. Noktalı saydam şablondan yararlanılarak havza alanları bulunmuştur. Havza alanı ve çalışma alanı ile ilgili bilgiler aşağıda gösterilen Talbot Formülünde yerine konularak en uygun sanat yapısının kesit alanı hesaplanmıştır (Özçelik, 1982).

$$S = 5.791 \times C \times \sqrt[4]{A^3}$$

Burada;

S= Hidrolik sanat yapısının enkesit alanı (m^2)

C = Talbot katsayısı

A= Havza alanı (km)

Talbot Formülü, son ve kesin boyutları bulmaktan ziyade, sadece ilk yaklaşım için kullanılmaktadır. Talbot katsayısı (C) arazinin topografik yapısına bağlı olarak değişmektedir (Ek Çizelge 2).

2.2.4. Uygulanan İstatistiksel Yöntemler

Toprağın dispersiyon (dağılım) oranlarıyla diğer özellikleri arasındaki ilişkiler *Pearson korelasyon katsayısı* hesaplamalarıyla belirlenmiştir. Bütün istatistikî analizler için SAS (Statistical Analysis Software, 1996) programından yararlanılmış olup sonuçların $p<0,05$ düzeyinde istatistikî olarak önemli olduğu kabul edilmiştir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

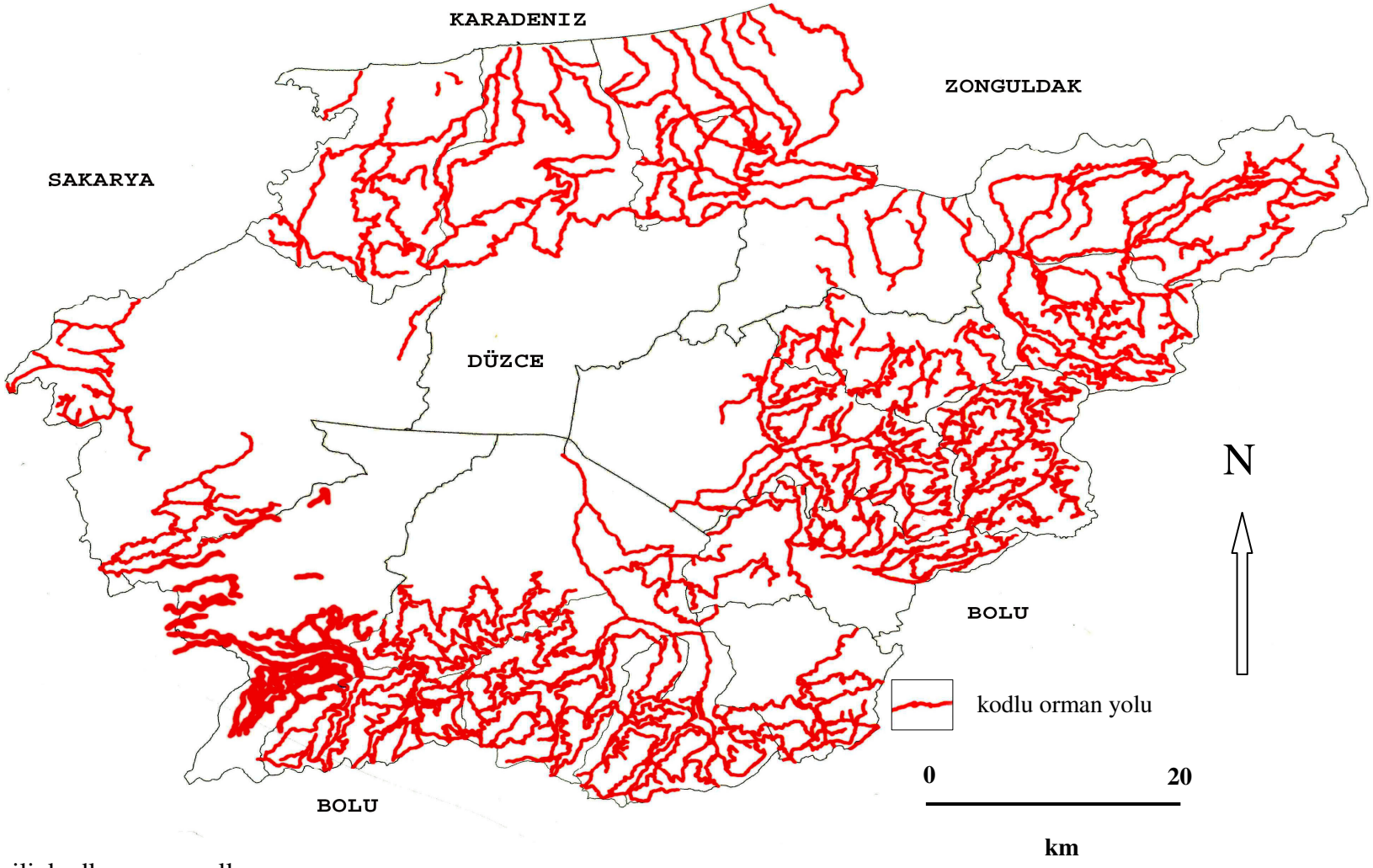
3.1. Araştırma Sahası Orman Yollarında Toprak Kaybı Sorunları

Araştırma sahası orman yollarında yapılan incelemelerde; orman yol ağı planlanmasının eksik, yetersiz ve tekniğine uygun olmadığı, yol ve elemanları olan yol platformlarının, kenar hendeklerinin bakımlarının yeteri kadar yapılmadığı, ayrıca yol platformlarında, sanat yapılarında, kazı ve dolgu şevlerinde koruyucu önlemlerin alınmadığından dolayı, çoğunluğu kazı şevleri olmak üzere yol platformlarında, dolgu şevlerinde ve kenar hendeklerinde toprak kaybı sorunları belirlenmiştir. Sorunların olduğu orman yollarından bazıları ulaşıma kapanmış veya ulaşım güçlükle sağlanmaktadır. Bu alanlar orman işletme şeflikleri bazında tek tek ele alınmıştır. Her orman işletme şefliğindeki örnek alanlar toplu olarak değerlendirilmiştir. Şekil 21'de Düzce ili, kodlu orman yolları gösterilmiştir.

3.1.1. Aksu Orman İşletme Şefliği Orman Yollarında Toprak Kaybı Sorunları

Aksu Orman İşletme Şefliği'nden toplam 12 adet örnek alan alınmış, bu örnek alanların 5 tanesinde anakaya yapısı ve toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri tespit edilmiştir. Örnek alanlarla ilgili bilgiler Çizelge 5'te verilmiştir.

Örnek alanlardan alınan toprak örneklerinin dispersiyon oranı, II nolu örnek alanda erozyona dayanıklı I, III, IV ve V nolu örnek alanlarda ise erozyona duyarlı bulunmuştur. Anakaya örnekleri ise I, II, III, IV ve V nolu örnek alanlarda erozyona dayanıklı bulunmuştur.



Şekil 21. Düzce ili, kodlu orman yolları

Çizelge 5. Aksu Orman İşletme Şefliği örnek alanlarına ilişkin bulgular

ÖA No	ÖA Yeri	YK No	Yükselti	Bakı	Eğim	M Kaybı	Anakaya	FİZİKSEL ANALİZ								KİMYASAL ANALİZ					
								DO	Toprak Türü	Kum	Toz	Kil	TK	SN	FSK	pH	OM	Ca	Mg	K	Na
			m		%	m^3				%	%	%	%	%	%		%	ppm	ppm	ppm	ppm
1	**Kazı Şevi**	211	**417**	G-B	75	215	Bazalt	33	Balçıklı Kil	38.2	28.2	33.6	31.2	13.1	18.1	6.8	2.51	**2347**	**57**	**19**	7
2	Kazı Şevi	211	451	G-D	45	218	Kuvarsit	12	Balçıklı Kil	33.1	25.2	41.7	32.9	15.4	17.5	6.7	3.21	86	45	17	4
3	Kazı Şevi	211	414	K	115	1609	Bazalt	41	Kumlu Killi Balçık	65.3	14.7	20.0	17.4	7.2	10.2	7.2	2.83	2093	24	14	13
4	Kazı Şevi	211	402	B	110	2277	Bazalt	44	Balçıklı Kil	39.2	23.1	37.7	30.0	14.1	15.9	5.5	2.51	653	53	22	6
5	Kazı Şevi	211	355	G	115	837	Bazalt	31	Balçıklı Kil	46.4	21.3	32.3	25.9	11.4	14.5	4.8	2.86	375	59	22	9
6	Sürütme Yolu	-	596	G	7–10	4420	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
7	Tıkalı Menfez	222	669	K-B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
8	Yol Platformu	222	675	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
9	Kazı Şevi	211	473	G-D	135	215	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
10	Tıkalı Menfez	222	645	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
11	Kazı Şevi	211	468	D	140	162	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
12	Kazı Şevi	211	389	D	145	1612	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-

Not: Materyal kaybı ortalama, fiziksel ve kimyasal değerler tek ölçüm değerlerdir.

İşletme şefliğinin anakaya örnekleri erozyona dayanıklı olmasına rağmen, bu alanlarda önemli miktarda materyal kayıpları meydana gelmiştir. Bunun nedeni insanoğlunun doğaya kontrolsüz müdahalesinden kaynaklandığı söylenebilir. Görcelioğlu (2004) Özellikle ormanların yamaçlar üzerinde bulunduğu yerlerde, orman yolu inşaatı ister istemez doğal çevreye müdahale anlamını taşıdığını ve onu tedirgin ettiğini, derin kazılar ve yüksek doldurular peyzajı değiştirdiğini, bundan daha da önemlisi doğal dengeyi bozabileceğini belirtmiştir.

Örnek alanlarda ölçülebilen materyal kaybı miktarı toplam 11 565 m^3 olup, en çok materyal kaybı VI nolu örnek alan olan sürütme yolunda gerçekleşmiştir (Şekil 22).



Şekil 22. Materyal kaybının olduğu VI nolu örnek alan (Aksu Bölgesi, 2004)

Örnek alanların alındığı orman yollarının elemanları olan yol platformları, kazı ve dolgu şevleri Orman Genel Müdürlüğü'nün yol yapım standartlarına göre yapılmamıştır. Yol platformlarının, kazı ve dolgu şevlerinin eğim oranları, kenar hendeklerinin ise genişliği hatalı uygulanmıştır. Fakat yol platformlarının enine

eğimleri % 3–5, boyuna eğimleri ise % 2–12 olmalıdır. Kazı ve dolgu şevlerinin eğim oranları ise kazılarda 1:2, 1:1, 2:1 ve 3:2, dolgularda 2:3 ve 1:3, kayalık arazilerde kazı şevi oranı 10:1 olarak alınabilir (Erdaş, 1997). Hendek genişliğinin ise 1 m olması gerekmektedir. Bunun yanında genel olarak yol platformlarının, kazı ve dolgu şevlerinin stabilizasyonu yapılmamıştır. Ayrıca orman yollarının tamamında yol yapımından önce zemin etütlerinin yapıldığına ilişkin bir bulguya rastlanmamıştır. Yapılan çalışmalarda orman yollarının görevlerini tam anlamıyla üstlenebilmesi için üzerinde inşa edileceği arazinin ve zeminin özelliklerinin iyi kavranması yol yapımından önce göz önüne alınması gerektiği belirtilmektedir (Bayoğlu, 1997; Erdaş, 1997; Acar, 1998).

Orman işletme şefliklerindeki orman yollarının bakımları düzenli şekilde yapılmamakta, ancak odun üretiminin olduğu dönemlerde yapılmaktadır. Bu durum yolun ömrünü kısaltmakta ve daha pahalı bakım masraflarını ortaya çıkarmaktadır.

Bütün yollar gibi orman yolları da yapımından sonra bozulmaya zorlanır. Yolun elemanları olan sanat yapılarının, hendeklerinin, kazı ve dolgu şevlerinin gerekli koruyucu önlemleri alınarak ve bakımları yapılarak yolun ömrü uzatılır. Orman yollarından sürekli ve güvenli bir şekilde faydalanabilmek için bunların devamlı bakım ve onarımı gerekmektedir. Bir yol teknik bakımdan ne kadar mükemmel yapılmış olursa olsun belirli aralıklarla bakımı ve onarımı yapılmadığı takdirde kısa bir süre sonra bozulur ve kullanılmaz duruma gelir (Bayoğlu, 1997; Anonim, 2002a; Schiess ve Whitaker (1989)'e atfen Görcelioğlu, 2004a).

Şefliğin I, II, III, IV, V, IX, XI ve XII nolu örnek alanlarında şev göçmesi meydana gelmiştir (Şekil 23). I, II, III, IV ve V nolu örnek alanlarından alınan anakaya örnekleri erozyona dayanıklı olarak tespit edilmiştir. Ancak anakaya yapısı



Şekil 23. Kazı şevinde meydana gelen şev göçmesi (Aksu Bölgesi, 2004)

erozyona ne kadar dayanıklı olursa olsun şevler biyolojik önlemlerle (otlandırma, çalılandırma ve ağaçlandırma) stabil hale gelmemişse, yağışlarla ince (kil ve OM) ve kümeleştirici elementler (Ca ve Mg) taşınarak, toprakta kümelenme, kohezyon zayıflamaktadır. Kohezyonu zayıf toprak ise yağışlarla kolayca erozyona uğrayabilmektedir. Dispersiyon oranının ve şev eğiminin yüksek oluşu, ayrıca yapılan gözlem ve ölçümler sonucunda yolun standartlara göre yapılmaması materyal kayıplarının başlıca nedenleri olduğu söylenebilir. Bu örnek alanlardaki kazı şevleri üzerinde yer yer bitki örtüsünün bulunmasına rağmen göçmenin meydana gelmesinin nedeni şevin dengesini koruyamamasından veya bitki ve köklerinin kayma yüzeyinin üstünde olmasından dolayı olabilir. Balcı (1996) eğimi fazla bir yamaç üzerinde bulunan ve koruyucu bitki örtüsü kaldırılmış olan bir toprak, aşınabilirlilik indeksi ne kadar düşük yani erozyona dayanıklı olursa olsun yinede kolayca erozyona uğrayabileceğini belirtmiştir. Erdaş (1991); Görcelioğlu (2004b) bitki ve kökleri kayma yüzeyi üst bölgesinde bulunuyorsa şev ve yamacın

stabilitesi açısından hiçbir olumlu görev üstlenmediğini, şev ve yamaç için ağırlıktan başka bir değer oluşturmadığını belirtmişlerdir. Örnek alanların şev eğim oranları standartlara göre verilseydi ve şev kademelendirildikten sonra biyolojik (otlandırma, çalılandırma ve ağaçlandırma) önlemlerle kombine edilseydi bu alanlarda materyal kayıpları olmayabilirdi. Göreceliođlu (2004b) denge kaybının olduğu alanlarda yapısal önlemler, yüzeysel denge bozukluklarında ise vejetatif önlemler alınması gerektiğini vurgulamıştır. Bunlardan biyolojik (kültürel) önlemler yamaç ve şevlerde hem kütlesel, hem de yüzeysel stabilizasyona hizmet ettiğini belirtmiştir. Şev eğiminin düşürülmesi, şevin kademelendirilmesi ve bunlarla birlikte biyolojik önlemler (otlandırma, çalılandırma ve ağaçlandırma) kombine edilerek şevin üzerinde hem kütlesel, hem de yüzeysel stabilizasyon sağlanabilir.

Şev göçmesinin olduğu örnek alanlarda şu teknik önlemler alınmalıdır; yamaç ve şev etekleriyle dere yataklarının kıyı ve taban oyulmalarına karşı korunması için en uygun yapı olan kıyı kaplamaları, taş dolgular veya kıyı duvarları, taban kuşakları, alçak eşik (brit), kıyı mahmuzları, kaplamalı hendekler, kanallar ve ıslah sekileri uygulanmalı, zayıflayan yamaç ve şev kesimi istinad duvarlarıyla desteklenmeli ve toprağın sürtünme direncini arttırmak için drenaj tesisi yapılmalıdır (Göreceliođlu, 2004b).

İşletme şefliğinin VI nolu örnek alanı sürütme yoludur. Orman ürünlerinin devamlı aynı yerden sürütülerek orman dışına çıkarılması, erozyonu hızlandırarak oyuntu kanallarının meydana gelmesine neden olmuştur. Şekil 22'de görüldüğü üzere erozyondan dolayı yer yer anakaya açığa çıkmıştır. Gürtan (1975); Yıldırım (1989) ormanda kesilen ürünlerin orman dışına çıkarılması sırasında, özellikle eğimli bölgelerde orman toprağı zarar görebildiğini belirtmişlerdir. Özellikle çok sayıda tomruğun aynı yerden ve kontrolsüz kaydırılmanın yapıldığı yerlerde orman toprağı

önemli ölçüde zarar görmektedir. Açığa çıkan mineral toprak, kaydırılan tomrukların sürtünmesi ve kazınması sonucu yavaş yavaş aşağılara doğru taşınarak bir süre sonra kayma yeri oluklaşmaktadır. Bu zararlar genellikle erozyona elverişli oyuntular şeklinde gerçekleşmektedir. Orman arazisinde aşınma; bitki örtüsünün azlığı, eğim, taşıma ve yağış miktarı ile doğru orantılı olarak gelişmektedir. Görcelioğlu (2004a) sürütme yollarının planlanmasında belirleyici faktörlerden birinin bu yolların erozyona etkileri olduğunu ve toprakta tekerlek izleri oluşturan makinelerin meşcere toprağında sıkışmaya ve erozyona yol açtığını, bu nedenle bu makinelerin tavsiye edilmediğini savunmuştur. Hafif sürütme ekipmanı kullanılacaksa, sürütme yolları hafif eğimli (yayvan) araziden geçirilmesini, sürütmede tarım traktörlerinden yararlanılacaksa yol eğimi % 25'i aşmaması gerektiğini belirtmiştir. Bu nedenle meşcere toprağına zarar vermeden orman ürünlerinin dışarı çıkarılması, imkânlar doğrultusunda yapılması gereklidir. Bu durum ise kış kesimleriyle kar örtüsü üzerinde, hava hatlarıyla ve plastik oluklarla (ince çaplı odunlar için söz konusudur) sağlanabilir (Şekil 24).



Şekil 24. Polietilen oluklarla meşcere toprağına zarar vermeden orman ürünlerinin orman dışına çıkarılması (Acar ve Ark., 2004)

İşletme şefliğinin VII ve X nolu örnek alanları sorunlu kutu menfezlerin olduğu alanlardır. Söz konusu menfezlerin memba kısımları tıkanmıştır (Şekil 25). Bu nedenle sanat yapıları görevlerini yerine getirememiştir. Sanat yapılarının enkesit alanları ölçülerek, o örnek alanlara uygun olup olmadığı tespit edilmiştir. Bu iki menfezlerin baş duvarları mevcuttur. Sanat yapılarının görevini yerine getirememesi bakımlarının belirli periyotlarda yapılmamasından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Dereden gelen akarsu, menfezlerin tıkanması nedeniyle yola taşarak yol platformunda erozyona neden olmaktadır. Bu sorun düzenli olarak menfezlerin memba ve mansap kısımlarında bakım yapılarak önlenebilir. Ayrıca kenar hendeklerinde toplanan suların menfezlere veya büzlere erozyona neden olmadan ulaşması, hendeklerin düzenli olarak temizlenmesiyle mümkün olabilir. Hidrolik sanat yapılarının bulunduğu alanlarda aktif koruma önlemleri (teknik ve biyolojik) alınmalıdır.



Şekil 25. Kutu menfezin memba kısmının tıkanması nedeniyle görevini yerine getirememesi (Aksu Bölgesi, 2004)

Şefliğin VIII nolu örnek alanın yol platformunda erozyon meydana gelmiştir. Şekil 26'de görüldüğü üzere yolun kenar hendekleri sedimentle dolduğundan yağışlarla biriken su yol platformuna taşmıştır. Bu sorun yol platformuna % 3–5 enine eğim verilmesi, kenar hendeklerinin 1 m genişliğinde olması ve bakımların düzenli olarak yapılmasıyla giderilebilir.



Şekil 26. Kenar hendeklerinin sediment ile dolması nedeniyle, yağışların yol platformunda erozyon oluşturması (Aksu Bölgesi, 2004)

Aksu Orman İşletme Şefliği orman yollarında yapılan gözlem ve ölçümlerde sanat yapısını içine alan havza alanı ve çalışma alanı ile ilgili bilgiler Talbot Formülünde yerine konularak en uygun sanat yapısının enkesit alanı ön araştırma olarak hesaplanmıştır (Özçelik, 1982). Bunun sonucunda işletme şefliğinin 3 noktasında hidrolik sanat yapısına ihtiyacı olduğu tespit edilmiştir. Bu noktalar için uygun sanat yapılarının enkesit alanları; 0.30 m^2, 0.56 m^2 ve 0.40 m^2'dir. Bu alanların her biri için 2'şer adet Ø 80'lik büz uygun olabilir.

3.1.2. Asar Orman İşletme Şefliği Orman Yollarında Toprak Kaybı Sorunları

Asar Orman İşletme Şefliğinden 7 örnek alan alınmıştır. Örnek alanlarla ilgili bilgiler Çizelge 6'da verilmiştir.

İşletme şefliği örnek alanlarında anakaya ve toprak örneği alınmamıştır. Örnek alanlarda ölçülebilen materyal kaybı miktarı toplam 3 684 m^3 olup, en fazla materyal kaybı VI nolu örnek alan olan kazı şevinde gerçekleşmiştir.

İşletme şefliğindeki I ve VII nolu örnek alanlarda dolgu şevinde şev göçmesi meydana gelmiştir (Şekil 27). Eğimi yüksek olan yamaç yollarında, yolun daha çok dolguda kalması nedeniyle toprak kütlesi dengesini koruyamadığından bu örnek alanda şev göçmesi meydana gelmiştir. Örnek alana istinad duvarı inşa edilip biyolojik önlemlerle kombine edilmesi yararlı olacaktır.



Şekil 27. Asar Orman İşletme Şefliği I nolu örnek alan (2004)

Çizelge 6. Asar Orman İşletme Şefliği örnek alanlarına ilişkin bulgular

ÖA No	**ÖA Yeri**	**YK No**	Yükselti	Bakı	Eğim	M Kaybı	Anakaya	**FİZİKSEL ANALİZ**								**KİMYASAL ANALİZ**					
								DO	**Toprak Türü**	Kum	Toz	Kil	TK	SN	FSK	pH	OM	Ca	Mg	K	Na
			m		**%**	**m^3**				%	%	%	%	%	%		**%**	**ppm**	**ppm**	**ppm**	**ppm**
1	Dolgu Şevi	**169**	**1176**	G-B	85	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	**-**	**-**	**-**	-
2	Tıkalı Menfez	169	1223	K-D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
3	Sürütme Yolu	-	1174	D	5–7	174	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
4	Kazı Şevi	-	869	B	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
5	Yol Platformu	164	1408	G-D	5–8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
6	Kazı Şevi	162	782	B	95	3396	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
7	Dolgu Şevi	-	826	K-B	5–7	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-

IV ve VI nolu örnek alanlarda, kazı şevinde şev göçmesi meydana gelmiştir. Aksu Orman İşletme Şefliği kazı şevinden alınan şev göçmesinin meydana geldiği örnek alanlarda da bahsedildiği üzere materyal kaybının nedenleri ve alınması gereken koruyucu önlemler bu örnek alanlar için de söz konusudur.

İşletme şefliğinin III nolu örnek alanı sürütme yoludur. Aksu Orman İşletme Şefliği VI nolu örnek alanında da bahsedildiği üzere materyal kaybının nedenleri ve alınması gereken koruyucu önlemler bu örnek alan için de söz konusudur (Şekil 28).



Şekil 28. Asar Orman İşletme Şefliği III nolu örnek alanı (2004)

İşletme şefliğinin II nolu örnek alanı kutu menfezin olduğu alandır (Şekil 29). Menfez 2003 yılında yapılmasına rağmen menfezin baş duvarları yıkılmış, yan duvarları ise çok yıpranmış ve böylece kullanım ömrü azalmıştır. Söz konusu menfezin memba ve mansap kısımlarında düzenli bakımlar yapılmalıdır.



Şekil 29. Asar Orman İşletme Şefliği II nolu örnek alan (2004)

Şekil 30'da Ø 80'lik büzün memba kısmı temizlenerek görevini tekrar yapması sağlanmıştır.



Şekil 30. Memba kısmı temizlenmiş Ø 80'lik büz (Asar Bölgesi, 2004)

Şefliğin V nolu örnek alanı yol platformudur (Şekil 31). Yol platformuna gelen suyun drenajı yapılmadığından erozyon oluşmuş ve yüzey bataklıklaşmıştır. Bu nedenle yol güzergâhı değiştirilmiştir. Kenar hendekleri temizlenerek ve yol platformuna stabilize malzeme serilerek yolun taşıma yeteneği arttırılıp, bu sorunlar ortadan kaldırılabilir. Şekil 32'de bir orman yolunun yol platformunun stabilize malzeme ile kaplandığı ve kenar hendeklerinin temizlendiği görülmektedir.

Şekil 33'te de inşaatı yeni bitmiş, üzerinin stabilize malzeme ile kaplanmasını bekleyen bir kutu menfez görülmektedir.



Şekil 31. Asar Orman İşletme Şefliği V nolu örnek alan (2004)

Asar Orman İşletme Şefliği orman yollarında yapılan gözlem ve ölçümlerde ilk yaklaşım olarak Talbot Formülünden yararlanılmış ve bunun sonucunda 3 noktada hidrolik sanat yapısı ihtiyacı tespit edilmiştir. Bunlar; enkesit alanları 0.24 m^2, 0.20 m^2 ve 0.22 m^2'lik için 1'er adet Ø 60'lık büz olabilir.



Şekil 32. Yol platformu kaplanarak stabilize edilmiş ve kenar hendekleri temizlenmiş bir orman yolu (Asar Bölgesi, 2004)



Şekil 33. İnşaatı yeni bitmiş kutu menfez (Asar Bölgesi, 2004)

3.1.3. Cumaova Orman İşletme Şefliği Orman Yollarında Toprak Kaybı Sorunları

Cumaova Orman İşletme Şefliğinden toplam 9 adet örnek alan alınmış, bu örnek alanların 3 tanesinde anakaya yapısı ve bazı toprak özellikleri tespit edilmiştir. Örnek alanlarla ilgili bilgiler Çizelge 7'de verilmiştir.

Örnek alanlardan alınan toprak örneklerinin dispersiyon oranı, I, II ve III nolu örnek alanlarda erozyona duyarlı, ancak anakaya örnekleri ise I, II ve III nolu örnek alanlarda erozyona dayanıklı bulunmuştur.

Örnek alanlarda ölçülebilen materyal kaybı miktarı toplam 3 331 m^3 olup, en fazla materyal kaybı III nolu örnek alan olan kazı şevinde gerçekleşmiştir (Şekil 34a).

Şefliğin III nolu örnek alanın bulunduğu arazi genel itibariyle sarp olması nedeniyle heyelana müsait bir arazi yapısına sahiptir (Şekil 34a). Örnek alanda heyelanlar sık sık meydana gelmekte, bunun sonucunda da yol kapanmaktadır. Üretim zamanında işletme şefliği yolu tekrar onarmıştır (Şekil 34b). Ancak şekil 34b'de görüldüğü üzere heyelana karşı uzun vadede çözüm getirilmemiş olup, yolun tekrar bozulması kaçınılmazdır. Orman ürünlerin orman dışına çıkarılmasında alternatif bölmeden çıkarma yöntemleri (Hava hatları) kullanılmasıyla orman içerisinde kalan ürün orman dışına çıkartılabilir. Ancak koruma bakımından bu yolun güzergâhının değiştirilmesi şarttır. Orman yolları planlanmadan önce geçki seçeneklerinin araştırılması sırasında pozitif ve negatif kardinal noktalar belirlenerek, haritalar üzerine işaretlenmelidir. Söz konusu alan sürekli heyelan olan bir bölge olması nedeniyle negatif kardinal noktası olarak değerlendirilip, bu gibi alanlarda yol geçkisini planlamayıp uygulamaya aktarılmamalı, aynı görevi üstlenecek alternatif geçki seçenekleri tespit edilerek uygulamaya konulursa sorun çözülebilir.

Çizelge 7. Cumaova Orman İşletme Şefliği örnek alanlarına ilişkin bulgular

ÖA No	ÖA Yeri	YK No	Yükselti	Bakı	Eğim	M Kaybı	Anakaya	FİZİKSEL ANALİZ								KİMYASAL ANALİZ					
								DO	Toprak Türü	Kum	Toz	Kil	TK	SN	FSK	pH	OM	Ca	Mg	K	Na
			m		%	m^3				%	%	%	%	%	%		%	ppm	ppm	ppm	ppm
1	**Kazı Şevi**	**266**	**431**	G-D	100	323	Bazalt	39	Kumlu Balçık	79.4	9.8	10.8	14.6	5.1	9.5	7.5	2.11	**2124**	**22**	**4**	4
2	Kazı Şevi	266	430	G-D	70	324	Bazalt	41	Kumlu Killi Balçık	63.1	14.9	22.0	17.6	8.0	9.6	5.7	2.47	586	40	8	6
3	Kazı ve Dolgu Şevi	266	495	G-D	110	1188	Bazalt	37	Kumlu Balçık	78.5	9.8	11.7	15.6	4.4	11.2	5.8	1.58	135	22	1	6
4	Sürütme Yolu	-	795	-	5–8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
5	Yol Platformu	262	1408	G	10–15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
6	Kazı Şevi	267	575	G	65	357	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
7	Kazı Şevi	267	677	G-D	70	495	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
8	Kazı Şevi	267	774	G	85	552	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
9	Yol Platformu	269	706	G	12	92	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-



Şekil 34a. Cumaova Orman İşletme Şefliği III nolu örnek alanında bulunan yolun heyelandan dolayı kapanması (2004)



Şekil 34b. Cumaova Orman İşletme Şefliği III nolu örnek alanında bulunan yolun açıldıktan sonraki durumu (2004)

Yapılan çalışmalarda kütle hareketlerinin olduğu alanlarda orman yol güzergâhının geçirilmemesi belirtilmiştir (Bayoğlu, 1997; Erdaş, 1997; Anonim, 2002).

I, II, VI, VII ve VIII nolu örnek alanların kazı şevinde şev göçmesi meydana gelmiştir (Şekil 35). Şev göçmesinden sonra alan üzerinde parmak ve oyuntu erozyonu meydana gelmiştir. Aksu Orman İşletme Şefliği kazı şevinden alınan, şev göçmesinin meydana geldiği örnek alanlarda da bahsedildiği üzere materyal kaybının nedenleri ve alınması gereken koruyucu tedbirler bu örnek alanlar içinde söz konusudur.

İşletme şefliğinin IV nolu örnek alanı sürütme yolundan alınmıştır. Orman ürünlerinin devamlı aynı yerden sürütülerek orman dışına çıkarılması zamanla erozyonu hızlandırarak meşcere içerisinde bir oyuntu kanalı meydana gelmesine neden olmuştur. Aksu Orman İşletme Şefliği VI nolu örnek alanda da bahsedildiği üzere materyal kaybının nedenleri ve alınması gereken koruyucu tedbirler bu örnek alan için de söz konusudur (Şekil 36).



Şekil 35. Kazı şevinde meydana gelen şev göçmesi ve sonrasında alan yüzeyinde parmak ve oyuntu erozyonları (Cumaova Bölgesi, 2004).



Şekil 36. Cumaova Orman İşletme Şefliği IV nolu örnek alanı (2004)

Şefliğin V ve IX nolu örnek alanlarının yol platformunda erozyon meydana gelmiştir (Şekil 37). Yol platformuna gelen su akıtılmadığından alanda oyuntu erozyonu oluşmuştur. Kenar hendekleri temizlenerek ve yol platformuna stabilize malzeme serilerek yolun taşıma yeteneği arttırılıp bu sorunlar ortadan kaldırılabilir.

Cumaova Orman İşletme Şefliği orman yollarında yapılan gözlem ve ölçümlerde ilk yaklaşım olarak Talbot Formülünden yararlanılmış ve bunun sonucunda 9 noktada hidrolik sanat yapısı ihtiyacı tespit edilmiştir. Bu noktalar için uygun sanat yapıları; enkesit alanları 0.50 m^2, 0.30 m^2, 0.31 m^2 ve 0.34 m^2 için 1'er adet Ø 80'lik büz, 0.22 m^2, 0.25 m^2, 0.27 m^2, 0.19 m^2 ve 0.23 m^2 için 1'er adet Ø 60 büz olabilir (Şekil 38).



Şekil 37. Yol platformunda meydana gelen oyuntu erozyonları (Cumaova Bölgesi, 2004)



Şekil 38. Kuru dereden gelen suyun orman yolunu bozmasını engellemek amacıyla ağaçtan yapılmış bir düzenek (Cumaova Bölgesi, 2004)

3.1.4. Çiçekli Orman İşletme Şefliği Orman Yollarında Toprak Kaybı Sorunları

Çiçekli Orman İşletme Şefliğinden toplam 5 adet örnek alan alınmış, bu örnek alanların 1 tanesinde anakaya yapısı ve toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri tespit edilmiştir. Örnek alanlarla ilgili bilgiler Çizelge 8'de verilmiştir.

İşletme şefliği I nolu örnek alanından alınan toprak örneğinin dispersiyon oranı ve anakaya yapısı erozyona duyarlı bulunmuştur.

Şefliğin I nolu örnek alanında toprak kayması meydana gelmiştir (Şekil 39). Bu nedenle yol güzergâhı şekil 39'da görüldüğü üzere yan tarafına çekilmiştir.



Şekil 39. Çiçekli Orman İşletme Şefliği I nolu örnek alanı (2004)

Örnek alanın anakayası ve toprağı erozyona duyarlı olması, yapılan gözlem ve ölçümler sonucunda yolun standartlara göre yapılmaması, gerekli koruyucu önlemlerin alınmaması ve düzenli bakımların yapılmamasının burada meydana gelen

Çizelge 8. Çiçekli Orman İşletme Şefliği örnek alanlarına ilişkin bulgular

ÖA No	ÖA Yeri	YK No	Yükselti	Bakı	Eğim	M Kaybı	Anakaya	FİZİKSEL ANALİZ								KİMYASAL ANALİZ					
								DO	Toprak Türü	Kum	Toz	Kil	TK	SN	FSK	pH	OM	Ca	Mg	K	Na
			m		%	m^3				%	%	%	%	%	%		%	ppm	ppm	ppm	ppm
1	**Kazı ve Dolgu Şevi**	**134**	**881**	B	100	-	Kumtaşı	92	Balçıklı Kil	29.3	30.3	40.4	33.1	25.4	7.7	9.0	0.89	**2264**	**108**	**87**	339
2	Tıkalı Menfez	121	1450	G-D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
3	Sürütme Yolu	-	1504	K-B	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
4	Tıkalı Menfez	121	1511	G-D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
5	Yol Platformu	123	1596	B	5–7	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-

materyal kaybının başlıca nedenleri olduğu söylenebilir. Bu alanda kaymanın devam etmemesi için dolgu şevine istinat duvarı yapılması gereklidir. İstinat duvarının biyolojik önlemlerle kombine edilmesiyle kalıcı bir çözüm sağlanabilir.

İşletme şefliğinin III nolu örnek alanı sürütme yolundan alınmıştır. Aksu Orman İşletme Şefliği VI nolu örnek alanda da bahsedildiği üzere materyal kaybının nedenleri ve alınması gereken koruyucu önlemler bu örnek alan içinde söz konusudur.

İşletme şefliğinin II ve IV nolu örnek alanları, sorunlu kutu menfezlerin olduğu alanlardır. Şekil 40'da menfezin görevini yerine getiremediği zamanlarda dereden gelen akarsu yol platformuna taşmakta, oradan da istinat duvarına zarar vererek aktığı görülmektedir. Söz konusu menfezin memba ve mansap kısımları düzenli olarak bakımları yapılmalıdır. Aksu Orman İşletme Şefliği menfezlerinin sorunlu olduğu örnek alanlarında da bahsedildiği üzere materyal kaybının nedenleri ve alınması gereken koruyucu tedbirler bu örnek alan için de söz konusudur.



Şekil 40. Menfezin tıkalı olması nedeniyle suyun yola zarar vermesi (Çiçekli Bölgesi, 2004)

Şefliğin V nolu örnek alanında yol platformu üzerinde erozyon meydana gelmiştir. Yol platformuna gelen su akıtılmadığından dolayı oyuntu erozyonu oluşmuştur. Kenar hendekleri temizlenerek ve yol platformuna stabilize malzeme serilerek yolun taşıma yeteneği arttırılıp, bu sorunlar ortadan kaldırılabilir. Şekil 41'de işletme şefliği yol platformlarında kullanılacak stabilize malzemenin, malzeme ocağından çıkarılması görülmektedir.

Çiçekli Orman İşletme Şefliği orman yollarında yapılan gözlem ve ölçümlerde ilk yaklaşım olarak Talbot Formülünden yararlanılmış ve bunun sonucunda da bir noktada hidrolik sanat yapısı ihtiyacı tespit edilmiştir. Bu nokta için uygun olabilecek sanat yapısı, enkesit alan 0.44 m^2 olduğundan 1 adet Ø 80'lik büzdür (Şekil 42).



Şekil 41. Yol platformunu stabil hale getirmek için malzeme ocağından malzeme çıkarılması (Çiçekli Bölgesi, 2004)



Şekil 42. Hidrolik sanat yapısın eksik olduğu bir orman yolu (2004)

3.1.5. Darıyeri Orman İşletme Şefliği Orman Yollarında Toprak Kaybı Sorunları

Darıyeri Orman İşletme Şefliğinden toplam 10 adet örnek alan alınmış, bu örnek alanların 3 tanesinde anakaya yapısı ve bazı toprak özellikleri tespit edilmiştir. Örnek alanlarla ilgili bilgiler Çizelge 9'da verilmiştir.

İşletme şefliği I, II ve III nolu örnek alanlardan alınan, toprak örneklerinin dispersiyon oranı erozyona duyarlı bulunmuştur. Anakaya örneği I nolu örnek alanda erozyona duyarlı, II ve III nolu örnek alanlarda ise erozyona dayanıklı bulunmuştur.

Örnek alanlarda ölçülebilen materyal kaybı miktarı toplam 9 428 m^3 olup, en çok materyal kaybı III nolu örnek alan olan kazı ve dolgu şevlerinden gerçekleşmiştir.

I ve X nolu örnek alanların bulunduğu kazı şevlerinde şev göçmesi meydana gelmiş olup, yolun kazı şevinden yol platformuna devamlı materyal gelmektedir

(Şekil 43). Ölçümler yapılmadan önce yol platformuna gelen materyaller temizlenmiştir. Örnek alanda bitki örtüsü olmaması, ayrıca alanın toprak kaymasına çok uygun olması ve yapılan gözlem ve ölçümler sonucunda yolun standartlara göre yapılmaması (Kenar hendeklerinin açılmaması, şev eğim oranlarının ve yol platform eğiminin yanlış verilmesi) burada meydana gelen kütlesel hareketin nedenleri olabilir. Aksu Orman İşletme Şefliği kazı şevinden alınan, şev göçmesinin meydana geldiği örnek alanlarda da bahsedildiği üzere materyal kaybının nedenleri ve alınması gereken koruyucu tedbirler bu örnek alanlar içinde söz konusudur.



Şekil 43. Şev göçmesinin meydana geldiği I nolu örnek alan (Darıyeri Bölgesi, 2004)

Şefliğin II ve III nolu örnek alanlarında toprak kayması meydana gelmiştir. Örnek alan genel itibariyle sarp olması nedeniyle toprak kaymasına uygun bir arazi yapısına sahiptir. Toprak kayması sonrasında şekil 44'de görüldüğü üzere anakaya ortaya çıkmış ve üzerinde parmak ve oyuntu erozyonu meydana gelmiştir.

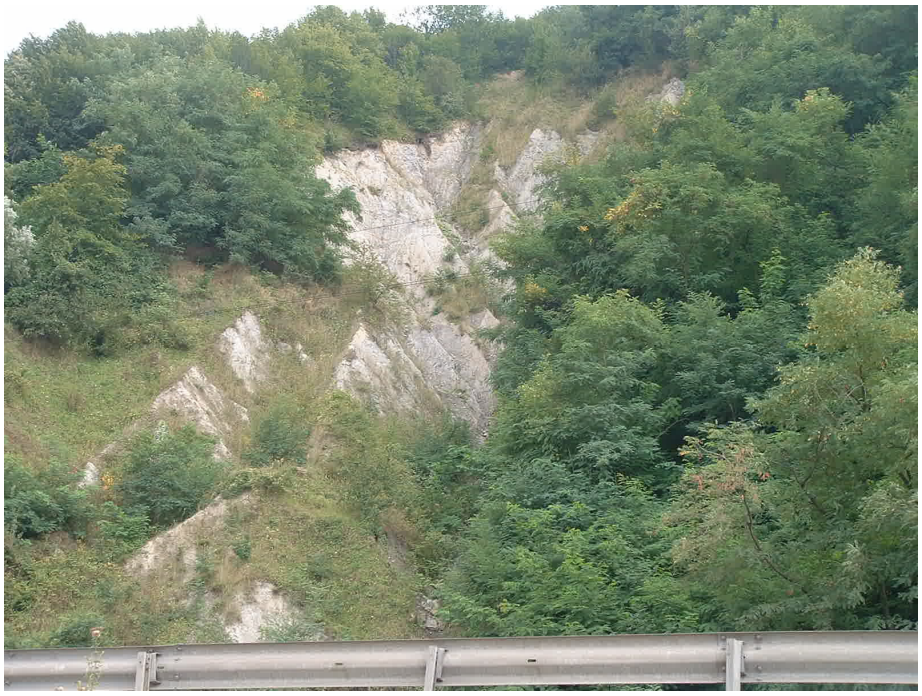
Çizelge 9. Darıyeri Orman İşletme Şefliği örnek alanlarına ilişkin bulgular

ÖA No	ÖA Yeri	YK No	Yükselti	Bakı	Eğim	M Kaybı	Anakaya	FİZİKSEL ANALİZ								KİMYASAL ANALİZ					
								DO	Toprak Türü	Kum	Toz	Kil	TK	SN	FSK	pH	OM	Ca	Mg	K	Na
			m		%	m^3				%	%	%	%	%	%		%	ppm	ppm	ppm	ppm
1	Kazı Şevi	193	427	G-D	140	1800	Marn	19	Balçıklı Kum	89.1	4.1	6.8	31,2	13,1	18,1	6.1	1.42	**2347**	**57**	**19**	7
2	Kazı ve Dolgu Şevi	203	751	G-B	130	1440	Andezit	86	Kumlu Killi Balçık	65.1	18.1	16.8	15.6	4.2	11.4	7.7	1.40	1464	64	1	15
3	Kazı ve Dolgu Şevi	203	752	G-B	135	3960	Andezit	29	Kumlu Balçık	79.5	9.8	10.7	31.3	4.8	26.5	7.6	2.45	4036	74	1	20
4	Yol Platformu	202	623	B	10	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
5	Tahripli Yol	208	518	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
6	Dolgu Şevi	-	355	K	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
7	Yol Platformu	188	547	K-B	12	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
8	Yol Platformu	180	851	G-D	10	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
9	Yol Platformu	198	855	G	12	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
10	Kazı Şevi	202	577	K-B	95	2473	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-

Cumaova Orman İşletme Şefliği III nolu örnek alanında bahsedildiği üzere materyal kaybının nedenleri ve alınması gereken koruyucu tedbirler bu örnek alanlar içinde söz konusudur. Şekil 45'te görüldüğü üzere meydana gelen heyelandan sonra alan Yalancı Akasya (*Robinia pseudo-acacia* L.) ile ağaçlandırılarak stabilizasyonu sağlanmaya çalışılmıştır. Darıyeri Orman İşletme Şefliği Kaynaşlı Bölgesi iklim ve jeolojik yapısı nedeniyle genel olarak heyelanlara çok uygundur. Örnek alan sürekli heyelan olan bir bölge olması dolayısıyla negatif kardinal noktası olarak değerlendirilip, bu gibi alanlarda yol geçkisini planlamayıp uygulamaya aktarılmamalıdır. Bunun yerine aynı görevi üstlenecek alternatif geçki seçenekleri tespit edilerek uygulamaya konulursa sorun çözülebilir.



Şekil 44. Toprak kaymasıyla beraber alan üzerinde parmak ve oyuntu erozyonun devam etmesi (Darıyeri Bölgesi, 2004)



Şekil 45. Heyelan sonrası alanın ağaçlandırılması (Kaynaşlı Otoyolu, 2004)

Şefliğin IV, VII, VIII ve IX nolu örnek alanlar yol platformundan alınan alanlardır. Alan üzerinde erozyon meydana gelmiştir. Örnek alanlarda şev eğim oranları ve kenar hendeklerin genişliği hatalı yapılmış olup, yüzey sularının akıtılması için yola gerekli enine eğim verilmemiştir. Yol standartlara göre yapılıp, kenar hendekleri temizlenerek ve yol platformu stabilize malzeme ile kaplanarak yolun taşıma yeteneği arttırılıp, bu sorunlar ortadan kaldırılabilir. Şekil 46'da yol platformunun stabilizasyonu yapılmadığından yolda araçların tekerlek izleri oluştuğu ve erozyonla bu izlerin derinleştiği görülmektedir. Şekil 47'de ise yol platformunun stabilizasyonunu sağlamak amacıyla stabilize malzeme ile yol platformunun kaplanması görülmektedir.



Şekil 46. Yolun standartlara uygun yapılmaması sonucu yol platformunda meydana gelen oyuntu erozyonu (Darıyeri Bölgesi, 2004)



Şekil 47. Yol platformunun stabilize malzeme ile kaplanması (Darıyeri Bölgesi, 2004)

İşletme şefliğinin V nolu örnek alanı 208 kod nolu orman yoludur. Orman yolunun yaklaşık 3 km'lik kısmı 1998 Kaynaşlı Seli'nde tahrip olmuş ve

kullanılmamaktadır (Şekil 48). Yolun vadi yolu olması ve dere yatağına yakın olması nedeniyle söz konusu bu durum meydana gelmiş olabilir.



Şekil 48. Darıyeri Orman İşletme Şefliği V nolu örnek alanı (2004)

Darıyeri Orman İşletme Şefliği orman yollarında yapılan gözlem ve ölçümlerde ilk yaklaşım olarak Talbot Formülünden yararlanılmış ve bunun sonucunda 19 noktada hidrolik sanat yapısı ihtiyacı tespit edilmiştir. Bu noktalar için uygun sanat yapıları; enkesit alanları 0.48 m^2, 0.41 ve 0.34 m^2 için 1'er adet Ø 80'lik büz, 0.19 m^2, 0.27 m^2, 0.24 m^2, 0.19 m^2, 0.15 m2, 0.16 m^2, 0.24 m^2, 0.20 m^2, 0.19 m^2, 0.16 m^2, 0.21 m^2, 0.24 m^2, 0.25 m^2, 0.19 m^2, 0.23 m^2, ve 0.20 m^2 için 1'er adet Ø 60 büz olabilir. Şekil 49'da Ø 60'lık büz eksikliğinin olduğu orman yolu görülmektedir.



Şekil 49. Ø 60'lık büz ihtiyacının uygun olduğu orman yolu (Darıyeri Bölgesi, 2004)

3.1.6. Düzce Merkez Orman İşletme Şefliği Orman Yollarında Toprak Kaybı Sorunları

Merkez Orman İşletme Şefliğinden toplam 6 adet örnek alan alınmış, bu örnek alanların 1 tanesinde anakaya yapısı ve bazı toprak özellikleri tespit edilmiştir. Örnek alanlarla ilgili bilgiler Çizelge 10'da verilmiştir.

Şefliğin I nolu örnek alanından alınan toprak örneğinin dispersiyon oranı erozyona duyarlı, anakaya yapısı ise erozyona dayanıklı bulunmuştur.

Örnek alanlarda ölçülebilen materyal kaybı miktarı toplam 20 082 m^3 olup, en çok materyal kaybı III nolu örnek alanda gerçekleşmiştir.

Şefliğin I, IV ve VI nolu örnek alanlarının bulunduğu kazı şevinde şev göçmesi meydana gelmiştir. Örnek alanların bulunduğu arazi genel itibariyle sarp olması nedeniyle şev göçmesine uygun bir yapıya sahiptir. Aksu Orman İşletme Şefliği kazı şevinden alınan, şev göçmesinin meydana geldiği örnek alanlarda da bahsedildiği üzere materyal kaybının nedenleri ve alınması gereken koruyucu tedbirler bu örnek

Çizelge 10. **Düzce Merkez Orman İşletme Şefliği örnek alanlarına ilişkin bulgular**

ÖA No	**ÖA Yeri**	**YK No**	Yükselti	Bakı	Eğim	M Kaybı	Anakaya	**FİZİKSEL ANALİZ**								**KİMYASAL ANALİZ**					
								DO	**Toprak Türü**	Kum	Toz	Kil	TK	SN	FSK	pH	OM	Ca	Mg	K	Na
			(m)		**%**	**(m)**				%	%	%	%	%	%		**%**	**ppm**	**ppm**	**ppm**	**ppm**
1	Kazı Şevi	130	**385**	K	135	7140	Kuvarsit	39	Kumlu Balçık	79.4	9.8	10.8	12.4	3.4	9.0	7.7	2.11	1808	29	1	14
2	Sürütme Yolu	-	638	K	20	2450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
3	Dolgu Şevi	130	382	K-B	110	9360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
4	Kazı Şevi	130	404	K-B	95	292	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
5	Yamaç	-	571	G	105	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
6	Kazı Şevi	127	344	K	80	808	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-

alanlar için de söz konusudur. Şekil 50'de görüldüğü üzere şev göçmesinden sonra anakaya ortaya çıkmış ve şev üzerinde parmak ve oyuntu erozyonu meydana gelmiştir.



Şekil 50. Düzce Merkez Orman İşletme Şefliği I nolu örnek alanda meydana gelen şev göçmesi (2004)

İşletme şefliğindeki I nolu örnek alanının bulunduğu dolgu şevinde şev göçmesi oluşmuştur. Eğimi yüksek olan yamaç yollarında yolun daha çok dolguda kalması nedeniyle toprak kütlesi dengesini koruyamadığından bu alanda şev göçmesi meydana gelmiştir. Örnek alana istinad duvarı inşa edilip, biyolojik önlemlerle kombine edilmesi yararlı olacaktır.

İşletme şefliğinin II nolu örnek alanı sürütme yolundan alınmıştır (Şekil 51). Aksu Orman İşletme Şefliği VI nolu örnek alanda da bahsedildiği üzere materyal kaybının nedenleri ve alınması gereken koruyucu tedbirler bu örnek alan içinde söz konusudur.



Şekil 51. Düzce Merkez Orman İşletme Şefliği II nolu örnek alanın alındığı derin oyuntuların oluştuğu sürütme yolu (2004)

Düzce Merkez Orman İşletme Şefliği orman yollarında yapılan gözlem ve ölçümlerde ilk yaklaşım olarak Talbot Formülünden yararlanılmış ve bunun sonucunda 5 noktada hidrolik sanat yapısı ihtiyacı tespit edilmiştir. Bu noktalar için uygun sanat yapıları; enkesit alanları 0.4 m^2 için 1 adet Ø 80'lik büz, 0.19 m^2, 0.17 m^2, 0.23 m^2 ve 0.20 m^2 için 1'er adet Ø 60'lık büz olabilir.

3.1.7. Konuralp Orman İşletme Şefliği Orman Yollarında Toprak Kaybı Sorunları

Konuralp Orman İşletme Şefliğinde 1 adet örnek alan alınmıştır. Örnek alanla ilgili bilgiler Çizelge 11'de verilmiştir.

İşletme şefliği 1 nolu örnek alanından alınan toprak örneğinin dispersiyon oranı ve anakaya örneği erozyona duyarlı bulunmuştur.

Konuralp bölgesi iklim ve jeolojik bakımdan heyelanlara uygun bir bölgedir. Örnek alanın da bulunduğu arazi genel itibariyle sarp olması nedeniyle heyelana

uygun olduğu tespit edilmiştir. Örnek alanda heyelanlar sık sık meydana gelmekte bunun sonucunda da yol kapanmaktadır. Orman ürünlerini orman dışına çıkarmak amacıyla yol onarılmıştır (Şekil 52). Ancak heyelana karşı uzun vadede çözüm getirilmemiş olup, yolun tekrar bozulması kaçınılmazdır. Orman ürünlerin orman dışına çıkarılmasında alternatif bölmeden çıkarma yöntemleri (Hava hatları vb.) kullanılmasıyla orman içerisinde kalan ürün orman dışına çıkartılabilir. Ancak koruma bakımından bu yolun güzergâhının değiştirilmesi şarttır. Cumaova Orman İşletme Şefliği III nolu örnek alanda meydana gelen kütlesel hareketin nedenleri ve alınması gereken koruyucu tedbirler bu örnek alan içinde söz konusudur.



Şekil 52. Konuralp Orman İşletme Şefliği I nolu örnek alan (2004)

3.1.8. Melen Orman İşletme Şefliği Orman Yollarında Toprak Kaybı Sorunları

Melen Orman İşletme Şefliğinden toplam 4 adet örnek alan alınmış, bu örnek alanların 1 tanesinin anakaya yapısı ve bazı toprak özellikleri tespit edilmiştir. Örnek alanlarla ilgili bilgiler Çizelge 12'de verilmiştir.

Çizelge 11. Konuralp Orman İşletme Şefliği örnek alanlarına ilişkin bulgular

ÖA No	**ÖA Yeri**	**YK No**	Yükselti	Bakı	Eğim	M Kaybı	Anakaya	**FİZİKSEL ANALİZ**								**KİMYASAL ANALİZ**					
								DO	**Toprak Türü**	Kum	Toz	Kil	TK	SN	FSK	pH	OM	Ca	Mg	K	Na
			m		**%**	**m^3**				%	%	%	%	%	%		**%**	**ppm**	**ppm**	**ppm**	**ppm**
1	Dolgu Şevi	291	688	G-B	80	-	Kiltaşı	30	Balçıklı Kil	48.7	16.0	35.3	17.7	13.6	4.1	5.0	2.48	**402**	**25**	**1**	8

Çizelge 12. Melen Orman İşletme Şefliği örnek alanlarına ilişkin bulgular

ÖA No	**ÖA Yeri**	**YK No**	Yükselti	Bakı	Eğim	M Kaybı	Anakaya	**FİZİKSEL ANALİZ**								**KİMYASAL ANALİZ**					
								DO	**Toprak Türü**	Kum	Toz	Kil	TK	SN	FSK	pH	OM	Ca	Mg	K	Na
			m		**%**	**m^3**				%	%	%	%	%	%		**%**	**ppm**	**ppm**	**ppm**	**ppm**
1	Dolgu Şevi	275	454	K-D	110	125	Kiltaşı-Marn	31	Balçıklı Kil	45.7	20.4	33.9	33.6	15.7	17.9	6.9	2.89	1137	71	7	9
2	Sürütme Yolu	-	688–582	D	20	7085	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
3	Yeni Yol	282	695	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
4	Yol Platform	275	450	K-D	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-

İşletme şefliği I nolu örnek alanından alınan toprak örneğinin dispersiyon oranı ve anakaya yapısı erozyona duyarlı bulunmuştur.

Örnek alanlarda ölçülebilen materyal kaybı miktarı toplam 7 210 m^3 olup, en çok materyal kaybı II nolu örnek alanda gerçekleşmiştir.

İşletme şefliğindeki I nolu örnek alanın bulunduğu dolgu şevinde şev göçmesi meydana gelmiştir (Şekil 53). Dolgu şevlerinde denge kayıplarının çok olması bir de bunun üzerine koruyucu önlemler alınmaması heyelanları hızlandırmaktadır. Örnek alanın alındığı yamaç eğiminin yüksek olması ve yolun daha çok dolguda kalması nedeniyle toprak kütlesi dengesini koruyamamış şev göçmesi meydana gelmiştir. Bu alanlarda dolgu şevlerinin taşıma gücü zayıftır. Örnek alana istinad duvarı inşa edilip biyolojik önlemlerle kombine edilmesi yararlı olacaktır. Orman yolları planlanırken eğimin yüksek olduğu alanlarda yolun 3/2'lik kısmının kazıda kalması gerekmektedir.



Şekil 53. Melen Orman İşletme Şefliği I nolu örnek alan (2004)

İşletme şefliğinin II nolu örnek alanı sürütme yolundan alınmıştır (Şekil 54). Alanda 1–4 m arasında derin izler meydana gelmiştir. Aksu Orman İşletme Şefliği VI nolu örnek alanda da bahsedildiği üzere materyal kaybının nedenleri ve alınması gereken koruyucu tedbirler bu örnek alan içinde söz konusudur.



Şekil 54. Sürütme yolunda toprağının aşınarak derin oyuntuların oluşması (Melen Bölgesi, 2004)

Şefliğin III nolu örnek alanı Kaplandede Mevkii'nde yeni yapılan 1.3 km'lik 282 kod nolu yolun devamıdır. Şekil 55a'da yol güzergâhındaki ağaçların kesilmesi görülmektedir. Yol inşaatı bittikten sonra şekil 55b'de görüldüğü üzere yol standartlara göre yapılmamıştır. Şev oranları yanlış verilmiş, kenar hendekleri açılmamış ve yol platformunu, kazı ve dolgu şevlerini erozyona karşı korumak amacıyla biyolojik önlemler alınmamıştır.



Şekil 55a. Orman yolunun yapım çalışmalarında, yapı alanının temizlenmesi (Melen Bölgesi, 2004)



Şekil 55b. Orman yolunun yapım çalışmaları bittikten sonraki durumu (Melen Bölgesi, 2004)

Şefliğin IV nolu örnek alanı yol platformudur. Alan üzerinde erozyon meydana gelmiştir (Şekil 56). Yol platformunun ham olması yani stabilizasyonunun yapılmamış olması ve kenar hendeklerinin açılmamasından dolayı alan üzerinde araçların tekerlek izleri oluşmuştur. Kenar hendekleri açılarak, yol platformuna gerekli enine eğim verilip, stabilize malzeme ile kaplanmalıdır. Böylece yolun taşıma yeteneği arttırılarak bu sorun ortadan kaldırılabilir. Yola gölge yapan ağaçlar şekil 57'de görüldüğü gibi kesilerek uzaklaştırılması yol platformunun stabilizasyonu için yararlı olacaktır.



Şekil 56. Melen Orman İşletme Şefliği IV nolu örnek alan (2004)

Melen Orman İşletme Şefliği orman yollarında yapılan gözlem ve ölçümlerde ilk yaklaşım olarak Talbot Formülünden yararlanılmış ve bunun sonucunda bir noktada hidrolik sanat yapısı ihtiyacı tespit edilmiştir. Bu nokta için uygun sanat yapısı, enkesit alanı 0.39 m^2 olduğundan 1 adet Ø 80'lik büz olabilir.



Şekil 57. Yol platformunu gölgeleyen ağaçlar kesilerek uzaklaştırılması (Melen Bölgesi, 2004)

3.1.9. Odayeri Orman İşletme Şefliği Orman Yollarında Toprak Kaybı Sorunları

Odayeri Orman İşletme Şefliğinden toplam 5 adet örnek alan alınmış, bu örnek alanların 4 tanesinde anakaya yapısı ve bazı toprak özellikleri tespit edilmiştir. Örnek alanlarla ilgili bilgiler Çizelge 13'de verilmiştir.

İşletme şefliği I, II, III ve IV nolu örnek alanlardan alınan, toprak örneklerinin dispersiyon oranı erozyona duyarlı bulunmuştur. Anakaya örnekleri ise I nolu örnek alanda erozyona dayanıklı, II, III ve IV nolu örnek alanlarda duyarlı bulunmuştur.

Örnek alanlarda ölçülebilen materyal kaybı miktarı toplam 511 m^3 olup, en çok materyal kaybı II nolu örnek alanda gerçekleşmiştir.

İşletme şefliği I ve III nolu örnek alanlarında toprak kayması meydana gelmiştir (Şekil 58). Örnek alanlarının bulunduğu arazi genel itibariyle sarp olması nedeniyle toprak kaymasına müsait bir arazi yapısına sahiptir. Örnek alanlarda kütle

Çizelge 13. Odayeri Orman İşletme Şefliği örnek alanlarına ilişkin bulgular

ÖA No	ÖA Yeri	YK No	Yükselti	Bakı	Eğim	M Kaybı	Anakaya	FİZİKSEL ANALİZ								KİMYASAL ANALİZ					
								DO	Toprak Türü	Kum	Toz	Kil	TK	SN	FSK	pH	OM	Ca	Mg	K	Na
			m		%	m^3				%	%	%	%	%	%		%	ppm	ppm	ppm	ppm
1	Kazı ve Dolgu Şevi	90	**833**	B	45	-	Bazalt	53	Balçıklı Kil	36.3	23.5	40.2	23.6	12.6	11.0	7.68	3.20	**2714**	**169**	**57**	9
2	Kazı Şevi	90	751	B	110	381	Kireçtaşı	28	Ağır Kil	23.9	14.7	61.4	33.4	18.5	14.9	7.46	2.91	4098	96.3	63	7
3	Kazı ve Dolgu Şevi	86	879	K-B	70	130	Kireçtaşı	43	Balçıklı Kil	40.4	18.9	40.7	31.5	17.2	14.3	7.47	2.87	2475	136	31	6
4	Dolgu Şevi	100	937	G	105	-	Kumtaşı	27	Balçıklı Kil	46.3	25.8	27.9	37.6	22.1	15.5	7.2	9.10	4267	86	119	10
5	Yol Platformu	90	833	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-

hareketleri sık sık meydana gelmekte bunun sonucunda da yol kapanmaktadır. Ormanda üretimin olduğu dönemlerde yollar onarılmaktadır. Ancak heyelana karşı uzun vadede çözüm getirilmemiş olup yolun tekrar bozulması kaçınılmazdır. Orman ürünlerin orman dışına çıkarılmasında alternatif bölmeden çıkarma yöntemleri (Hava hatları vb.) kullanılmasıyla orman içerisinde kalan ürün orman dışına çıkartılabilir. Ancak koruma bakımından bu yolun güzergâhının değiştirilmesi şarttır. Cumaova Orman İşletme Şefliği III nolu örnek alanda da bahsedildiği üzere materyal kaybının nedenleri ve alınması gereken koruyucu tedbirler bu örnek alan için de söz konusudur.



Şekil 58. Kütle hareketinin meydana geldiği örnek alan (Odayeri Bölgesi, 2004)

İşletme şefliğindeki II nolu örnek alanının bulunduğu, kazı şevinde şev göçmesi meydana gelmiştir (Şekil 59). Örnek alanın anakayası ve toprağı erozyona duyarlıdır. Alan üzerinde bitki örtüsü olmasına rağmen şev göçmesi meydana gelmiştir. Bu nedenle bu alanda şev dengesini yitirmiş olabilir veya bitki ve kökleri

kayma yüzeyinin altında olmuş olabilir. Örnek alana istinad duvarı inşa edip biyolojik önlemlerle kombine edilmesi yararlı olacaktır. Aksu Orman İşletme Şefliği kazı şevinden alınan şev göçmesinin meydana geldiği örnek alanlarda da bahsedildiği üzere materyal kaybının nedenleri ve alınması gereken koruyucu tedbirler bu örnek alanlar içinde söz konusudur.



Şekil 59. Şev göçmesinin meydana geldiği II nolu örnek alan (2004)

İşletme şefliğindeki IV nolu örnek alanının bulunduğu, dolgu şevinde daha önce toprak kayması meydana gelmiştir. Örnek alanda meydana gelen kütle hareketinden sonra dolgu şevini stabilize etmek için alan Yalancı Akasya (*Robinia pseudo-acacia* L.) ile ağaçlandırılmıştır (Şekil 60). Örnek alanın anakayası ve toprağının erozyona duyarlı olmasına rağmen, yapılan gözlemlerde alanın ağaçlandırılmasından dolayı stabilizasyon sağlanmış, toprak kaybıyla ilgili sorun görünmemektedir.



Şekil 60. Kütle hareketinin meydana geldiği IV nolu örnek alan ağaçlandırılarak stabilitesinin sağlanması (Odayeri Bölgesi, 2004)

Şefliğin V nolu örnek alanın yol platformunda erozyon meydana gelmiştir (Şekil 61). Yol platformunun ham olması, kenar hendeklerinin açılmaması ve yol platformuna enine eğim verilmemesi nedeniyle erozyon meydana gelmiştir. Ayrıca yol platformu Şekil 62'de görüldüğü gibi kaplanarak stabil hale getirilmemiştir. Yol üzerinde kenar hendekleri açılarak, yol platformuna gerekli eğim verilerek yola gelen zararlı su akıtılmalı ve yol platformu stabilize malzeme ile kaplanarak yolun taşıma yeteneği arttırılmalıdır. Yolun ağaçlardan dolayı güneş ışığı alamayan yerleri Şekil 63'te görüldüğü gibi yola gölge yapan ağaçlar kesilerek yol platformundan uzaklaştırılması stabilizasyonu için yararlı olacaktır.



Şekil 61. Odayeri Orman İşletme Şefliği V nolu örnek alan (2004)



Şekil 62. Yol platformunun stabil malzeme ile kaplanarak stabilizasyonunun sağlanması (Odayeri Bölgesi, 2004)



Şekil 63. Yol platformunu gölgeleyen ağaçların kesilerek uzaklaştırılması (Odayeri Bölgesi, 2004)

Odayeri Orman İşletme Şefliği orman yollarında yapılan gözlem ve ölçümlerde ilk yaklaşım olarak Talbot Formülünden yararlanılmış ve bunun sonucunda 14 noktada hidrolik sanat yapısı ihtiyacı tespit edilmiştir. Bu noktalar için uygun sanat yapıları; enkesit alanları 0.33 m^2, 0.48 m^2 ve 0.47 m^2 için 1'er adet Ø 80'lik büz, 0.19 m^2, 0.28 m^2, 0.24 m^2, 0.19 m^2, 0.15 m^2, 0.16 m^2, 0.24 m^2, 0.20 m^2, 0.26 m^2, 0.28 m^2 ve 0.16 m^2 için 1'er adet Ø 60 büz olabilir. Şekil 64'te Ø 60'lık büzün dolmasıyla akarsuyun yol platformuna taşması görülmektedir.



Şekil 64. Yol gövdesindeki büzün dolması nedeniyle suların yol platformunda birikmesi (Odayeri Bölgesi, 2004)

3.1.10. Samandere Orman İşletme Şefliği Orman Yollarında Toprak Kaybı Sorunları

Samandere Orman İşletme Şefliğinden toplam 7 adet örnek alan alınmış, bu örnek alanların 5 tanesinde anakaya yapısı ve bazı toprak özellikleri tespit edilmiştir. Örnek alanlarla ilgili bilgiler Çizelge 14'de verilmiştir.

İşletme şefliği I, II, III, IV ve V nolu örnek alanlardan alınan, toprak örneklerinin dispersiyon oranı erozyona duyarlı bulunmuştur. Anakaya örnekleri III nolu örnek alanda erozyona dayanıklı, I, II, IV ve V nolu örnek alanlarda duyarlı bulunmuştur.

Örnek alanlarda ölçülebilen materyal kaybı miktarı toplam 5 594 m^3 olup, en çok materyal kaybı III nolu örnek alanda gerçekleşmiştir.

İşletme şefliği IV nolu örnek alanda toprak kayması meydana gelmiştir (Şekil 65). Örnek alanın anakayası ve toprağı erozyona duyarlı olması nedeniyle

Çizelge 14. Samandere Orman İşletme Şefliği örnek alanlarına ilişkin bulgular

ÖA No	ÖA Yeri	YK No	Yükselti	Bakı	Eğim	M Kaybı	Anakaya	FİZİKSEL ANALİZ								KİMYASAL ANALİZ					
								DO	Toprak Türü	Kum	Toz	Kil	TK	SN	FSK	pH	OM	Ca	Mg	K	Na
			m		%	m^3				%	%	%	%	%	%		%	ppm	ppm	ppm	ppm
1	Kazı Şevi	135	349	G	160	932	Kiltaşı-Marn	43	Ağır Kil	26.7	23.3	50.0	31.6	18.6	13.0	7.5	1.43	**4355**	**60**	**33**	16
2	Kazı Şevi	135	443	K	165	814	Kireçtaşı	46	Balçıklı Kil	40.4	20.1	39.5	28.9	14.4	14.5	7.5	3.20	4427	48	33	5
3	Kazı Şevi	135	426	K-D	130	1197	Andezit	57	Kumlu Killi Bçk	66.2	9.8	24.0	16.5	7.9	8.6	7.6	2.82	2434	28	1	6
4	Kazı ve Dolgu Şevi	135	571	K-B	90	-	Dasidik Tüf	32	Balçıklı Kil	48.2	21.3	30.5	25.1	11.9	13.2	7.6	2.15	4425	46	19	9
5	Kazı Şevi	135	468	D	160	2300	Kireçtaşı	37	Balçıklı Kil	48.0	18.7	33.3	24.1	10.2	13.9	7.7	2.13	4336	42	22	6
6	Sürütme Yolu	-	1275	G	20	351	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
7	Yol Platformu	145	1502	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-

arazi genel itibariyle toprak kaymasına uygun bir yapısına sahiptir. Örnek alanda kütle hareketi sık sık meydana gelmekte bunun sonucunda da yol bozulmakta ve dereye doğru kaymaktadır. Örnek alanda meydana gelen toprak kaymasının devam etmemesi için kazı ve dolgu şevlerine istinad duvarı yapılması gereklidir. İstinad duvarı biyolojik tedbirlerle kombine edilmesi yararlı olabilir.



Şekil 65. Yolun dereye doğru kaydığı IV nolu örnek alan (Samandere Bölgesi, 2004)

İşletme şefliğindeki I, II, III ve V nolu örnek alanların bulunduğu, kazı şevlerinde şev göçmesi meydana gelmiştir (Şekil 66). Şev göçmesinden sonra alan üzerinde parmak ve oyuntu erozyonu oluşmuştur. Alanlar üzerinde bitki örtüsü olmasına rağmen şev göçmesi meydana gelmiştir. Bu nedenle bu alanda şev dengesini yitirmiş olabilir veya bitki ve kökleri kayma yüzeyinin altında olmuş olabilir. Örnek alanlarda şev eğimi düşürülerek ve şev kademelendirilerek koruyucu önlemler alınabilir. Aksu Orman İşletme Şefliği kazı şevinden alınan, şev göçmesinin meydana geldiği örnek alanlarda da bahsedildiği üzere materyal kaybının

nedenleri ve alınması gereken koruyucu tedbirler bu örnek alanlar içinde söz konusudur.



Şekil 66. Samandere Orman İşletme Şefliği II nolu örnek alan (2004)

İşletme şefliğinin VI nolu örnek alanı sürütme yoludur (Şekil 67). Aksu Orman İşletme Şefliği VI nolu örnek alanda da bahsedildiği üzere toprak kaybının nedenleri ve alınması gereken koruyucu tedbirler bu örnek alan içinde söz konusudur.

Şefliğin VII nolu örnek alanın yol platformunda erozyon meydana gelmiştir (Şekil 68). Orman yolu tekniğine uygun yapılmamış olup, yol platformunun her iki tarafına eğim verilmemiş ve stabilize malzemeyle kaplanmamıştır. Yolun güneş ışığı almaması da yol yüzeyinin çamurlaşmasına neden olmuş olabilir. Uygulamada bu şekilde yol platformunun yolun her iki tarafındaki araziden alçakta olduğu yollar planlanmamalı ve uygulamaya aktarılmamalıdır. Başka alternatif yoksa yolun her iki tarafına standartlara uygun hendekler yapılarak ve yol platformunun her iki tarafına

doğru eğim verilerek stabilize edilmelidir. Yol platformunun güneş ışığı almasına engel olan ağaçlar kesilerek uzaklaştırılması stabilizasyon için yararlı olacaktır.



Şekil 67. Samandere Orman İşletme Şefliği VI nolu örnek alan (2004)



Şekil 68. Samandere Orman İşletme Şefliği VII nolu örnek alan (2004)

Samandere Orman İşletme Şefliği orman yollarında yapılan gözlem ve ölçümlerde ilk yaklaşım olarak Talbot Formülünden yararlanılmış ve bunun sonucunda 4 noktada hidrolik sanat yapısı ihtiyacı tespit edilmiştir. Bu noktalar için uygun sanat yapıları; enkesit alanları 0.79 m2 ve 0.65 m2 için 2'şer adet Ø 80'lik büz, 0.26 m2 ve 0.24 m2 için 1'er adet Ø 60 büz olabilir.

3.1.11. Tatlıdere Orman İşletme Şefliği Orman Yollarında Toprak Kaybı Sorunları

Tatlıdere Orman İşletme Şefliğinden toplam 4 adet örnek alan alınmış, bu örnek alanların 3 tanesinde anakaya yapısı ve bazı toprak özellikleri tespit edilmiştir. Örnek alanlarla ilgili bilgiler Çizelge 15'de verilmiştir.

İşletme şefliği I, II ve III nolu örnek alanlardan alınan, toprak örneklerinin dispersiyon oranı erozyona duyarlı bulunmuştur.

Anakaya örnekleri III nolu örnek alanda erozyona duyarlı, I ve II nolu örnek alanlarda dayanıklı bulunmuştur.

Örnek alanlarda ölçülebilen materyal kaybı miktarı toplam 1 892 m^3 olup, en çok materyal kaybı IV nolu örnek alanda gerçekleşmiştir.

İşletme şefliğindeki I nolu örnek alanın bulunduğu dolgu şevinde şev göçmesi meydana gelmiştir (Şekil 69). Dolgu şevlerinde denge kayıplarının çok olması bir de bunun üzerine koruyucu önlemler alınmaması heyelanları hızlandırmaktadır. Örnek alanın alındığı yamaç eğiminin yüksek olması ve yolun daha çok dolguda kalması nedeniyle toprak kütlesi dengesini koruyamamış şev göçmesi meydana gelmiştir. Buralarda dolgu şevlerinin taşıma gücü zayıftır ve arazide tutunamazlar.

Çizelge 15. Tatlıdere Orman İşletme Şefliği örnek alanlarına ilişkin bulgular

ÖA No	ÖA Yeri	YK No	Yükselti	Bakı	Eğim	M Kaybı	Anakaya	FİZİKSEL ANALİZ								KİMYASAL ANALİZ					
								DO	Toprak Türü	Kum	Toz	Kil	TK	SN	FSK	pH	OM	Ca	Mg	K	Na
			m		%	m^3				%	%	%	%	%	%		%	ppm	ppm	ppm	ppm
1	Dolgu Şevi	226	597	D	90	178	Bazalt	47	Kumlu Kil	55.0	20.0	25.0	24.1	8.5	15.6	6.2	3.53	619	49	29	3
2	Kazı Şevi	226	677	D	85	165	Bazalt	39	Kumlu Kil	56.2	16.8	27.0	19.9	8.7	11.2	5.7	2.46	243	49	19	4
3	Kazı Şevi	217	443	G	170	194	Kumtaşı	41	Kumlu Balçık	80.5	7.7	11.8	12.1	4.5	7.6	7.6	2.45	548	46	1	1
4	Sürütme Yolu	-	750	K-B	10-12	1355	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-

Örnek alana istinat duvarı inşa edilip biyolojik önlemlerle kombine edilmesi yararlı olacaktır. Orman yolları planlanırken eğimin yüksek olduğu alanlarda, yolun büyük bir kısmının kazıda kalması gerekmektedir.



Şekil 69. Tatlıdere Orman İşletme Şefliği I nolu örnek alan (2004)

İşletme şefliği II ve III nolu örnek alanlarının kazı şevinde şev göçmesi meydana gelmiştir (Şekil 70). Şevin göçmesiyle kenar hendekleri sedimentle dolarak görevini yitirmiştir. Şev eğiminin büyük olması ve kayma yüzeyinin derinde olması şevin dengesini kaybederek göçmesine neden olmuştur. Şev üzerinde bitki örtüsünün olmasına rağmen bitki ve köklerinin kayma yüzeyinin üstünde olması şevin stabilizasyonunda etkili olmamış olabilir. Aksu Orman İşletme Şefliği kazı şevinden alınan, şev göçmesinin meydana geldiği örnek alanlarda da bahsedildiği üzere materyal kaybının nedenleri ve alınması gereken koruyucu tedbirler bu örnek alanlar içinde söz konusudur.



Şekil 70. Şev eğiminin büyük olması ve kayma yüzeyinin çok derinde olması nedeniyle kazı şevinin göçmesi (Tatlıdere Bölgesi, 2004)

Tatlıdere Orman İşletme Şefliği orman yollarında yapılan gözlem ve ölçümlerde ilk yaklaşım olarak Talbot Formülünden yararlanılmış ve bunun sonucunda 11 noktada hidrolik sanat yapısı ihtiyacı tespit edilmiştir. Bu noktalar için uygun sanat yapıları; enkesit alanları 0.31 m^2, 0.38 m^2, 0.34 m^2, 0.31 m^2 ve 0.37 m^2 için 1'er adet Ø 80'lik büz, 0.20 m^2, 0.15 m^2, 0.27 m^2, 0.20 m^2, 0.14 m^2 ve 0.21 m^2 için 1'er adet Ø 60 büz olabilir. Şekil 71'de Ø 60'lık büz ihtiyacının olduğu orman yolu görülmektedir. Şekil 72'de ise yapımı yeni tamamlanmış kutu menfez görülmektedir.



Şekil 71. Büz ihtiyacının olduğu orman yolu (Tatlıdere Bölgesi, 2004)



Şekil 72. Yapımı yeni bitmiş kutu menfez (Tatlıdere Bölgesi, 2004)

3.2. Korelasyon Analizine İlişkin Bulgular ve Tartışma

İstatistiksel analizler sonucunda, bazı örnek alanların kazı ve dolgu şevlerinden alınan toprak örneklerinin dispersiyon oranı; OM, $CaCO_3$, Ca, Mg, K, P, Fe, Cu, Zn, Mn, TK, SN, FSK, Kum, Toz ve Kil ile önemsiz korelasyon göstermiş, Na ve pH ile pozitif yönde anlamlı korelasyon göstermiştir (Çizelge 16).

Çizelge 16. Dispersiyon oranıyla çeşitli toprak özellikleri arasındaki korelasyon

pH	TK	SN	FSK	$CaCO_3$	OM	Ca	Mg	K
0.0162*	0.5354	0.6404	0.0834	0.8696	0.109	0.8335	0.3294	0.3921

Na	Fe	Cu	Zn	Mn	P	Kum	Toz	Kil
0.0007*	0.9133	0.8290	0.7548	0.3025	0.9396	0.6597	0.2566	0.9559

*: P< 0,05 güven düzeyinde önemlidir.

Dyrness (1967)'a atfen Karagül (1994); Özyuvacı (1978), aşınabilirlilik indeksleri ile topraktaki kaba fraksiyonlar arasında anlamlı pozitif yönde bir korelasyon mevcut olduğunu, diğer bir deyimle toprakta kum ve toz (silt) fraksiyonunun yüksek olması ile aşınabilirlilik yani erozyona duyarlılık arttığını belirtmişlerdir. Buna karşılık, erozyonu oluşturan kuvvetlere karşı çözülmeyi (dispersiyonu) ve aşınmayı azaltıcı ve önleyici rolü olan kil ve diğer kolloidler gibi ince fraksiyonlar ve OM ile aşınabilirlilik arasında negatif yönde anlamlı bir korelasyon mevcut olduğunu belirtmişlerdir.

Özyuvacı (1971) Kaliforniya'da yer alan doğal vejetasyonla kaplı bazı topraklarda 6 anamateryal üzerinde yaptıkları çalışmada dispersiyon oranının değişebilir Ca ile negatif yönde anlamlı korelasyon gösterdiğini, K ve Na indeksleri üzerindeki etkisinin istatistiksel bakımından önemsiz olduğunu belirtmiştir. Diğer bir alışmada dispersiyon oranının değişebilir Mg ile negatif yönde anlamlı korelasyon gösterdiği tespit etmiştir.

Balcı (1973) çalışmalarında genellikle aşınabilirlilik indeksleri ile topraktaki kaba fraksiyonlar arasında pozitif yönde anlamlı bir korelasyon mevcut olduğunu, diğer bir değimle toprakta kum ve toz (silt) fraksiyonunun yüksek olması ile aşınabilirlilik yani erozyona duyarlılık arttığını belirtmiştir. Buna karşılık, erozyonu oluşturan kuvvetlere karşı çözülmeyi (dispersiyonu) ve aşınmayı azaltıcı ve önleyici rolü olan kil ve diğer kolloidler gibi ince fraksiyonlar ve OM ile aşınabilirlilik arasında negatif yönde anlamlı bir korelasyon mevcut olduğunu belirtmiştir. Balcı (1996) kil tanecikleri OM ile birlikte dayanıklı toprak agregatları oluşturdukları için böyle topraklar erozyona dirençli olduğunu belirtmiştir. Aynı tarihte yaptığı başka çalışmalarda toprakta sodyum içeriğinin artması ile agregat stabilitesi hızla azaldığını belirtmiştir. Kolloid-Nem Ekivalanı oranının yüksek olmasının, toprağın tarla kapasitesinin düşük olmasını, dolayısıyla da infiltrasyonun yükselmesi ve yüzeysel akışın azalması sonucunu doğurduğu saptamıştır. Böylece Kolloid-Nem Ekivalanı yüksek yani tarla kapasitesi düşük topraklar erozyona daha dayanıklı olduğu düşünülebilir. Topraklara kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) verildiğinde agregat stabilitesinde ve agregatlaşmada önemli ölçüde artma olduğunu belirtmiştir. Topraktaki kum ve toz fraksiyonlarının yüksek olması veya kil fraksiyonun düşük olması, topraklarda erozyon eğilimini arttırdığını tespit etmiştir. Ayrıca toprakta kolloidal OM artması ile agregatlaşma ve agregat stabilitesi de artmakta ve dolayısıyla o toprağın erozyona duyarlılığı azalmaktadır.

Thai (1971)'e atfen Karagül (1994) bildirdiğine göre, toprak stabilitesinin, pH'nın artmasıyla arttığını belirtilmiştir. Bu da pH'nın artmasıyla toprağın erozyona dayanıklılığı arttırdığını düşündürebilir.

Wischarn ve Kasem (1973)'e atfen Karagül (1994) Tayland'da Kog-Ma havzasında yaptıkları bir araştırmada; 0–20 cm derinlik katmanındaki toprakların

dispersiyon oranı ile pH arasında anlamlı bir ilişki bulamamış, kil içeriği ile negatif yönde anlamlı korelasyon, OM ve çakıl ile pozitif yönde anlamlı korelasyon gösterdiğini belirlemiştir. Toprak tekstürünü tayin eden fraksiyonlardan kum ve toz (silt) gibi kaba tanecikler taşınmaya karşı daha dirençli, buna karşılık kil gibi ince koloidal fraksiyonlar taşınmaya karşı dirençsiz, fakat çözülmeye karşı dirençli olduğunu ortaya koymuştur.

Morgan (1985) yaptığı çalışmada toprakta sodyum içeriğinin artması ile agregat stabilitesinin hızla azaldığını belirtmiştir.

Bhatia ve Ark. (1985) Hindistan'da alüvyal topraklar üzerinde yaptıkları bir çalışmada aşınabilirlilik ile OM, P, K, değişebilir Na ve Mg arasında önemli negatif yönde bir ilişkinin var olduğunu belirtmiştir.

Morgan (1985) kil içeriği % 9 ile % 30 arasında olan toprakların erozyona en duyarlı toprakların olduğunu belirtmiştir.

Taysun (1986) Gediz havzası rendzina tarım topraklarında laboratuarda suni yağmurlama ile erozyon ölçmüş, OM ile yüzeysel akış arasında negatif yönde önemli korelasyon belirlemiştir.

Rhoton ve Ark. (1990) toprak aşınabilirliliği üzerine geçmiş erozyonun etkilerini araştırmış, aşınmamış topraktan şiddetli aşınmış toprağa doğru kum, kil, ve Na artmış; toz, Ca ve OM azalmış olarak bulmuştur.

Karagül (1994) Trabzon-Söğütlüdere Havzasında yaptığı araştırmada, dispersiyon oranı kum ve pH ile pozitif, toz, solma noktası ve OM ile negatif önemli korelasyon gösterdiğini belirtmiştir.

Topraktaki kum ve toz fraksiyonlarının yüksek olması veya kil fraksiyonun düşük olması, topraklarda erozyon eğilimini arttırdığı belirtilmiştir (Pipkin, 1994).

3.3. Araştırma Sahasında Son 10 Yılda (1996–2005) Yapılan Tesis, Bakım ve Onarım ile İlgili Bulgular ve Tartışma

Düzce Orman İşletme Müdürlüğü orman yollarında yapılan gözlem ve ölçümler sonucunda yolun standartlara göre yapılmaması, gerekli koruyucu önlemlerin alınmaması ve düzenli bakımların yapılmaması yolların bozulmasına neden olmuştur. Bu bozulmalar neticesinde büyük onarım ve üst yapı inşaatı masrafları meydana gelmiştir. Bu orman yolları standartlara göre yapılsaydı son on yılda büyük onarıma ve üst yapı inşaatına ayrılan 2 492 000 YTL yatırımla 208 km'lik yeni bir orman yolu yapılmış olacağı düşünülebilir (Düzce Orman İşletme Müdürlüğü'nde 1 km'lik yeni yol inşaat birim fiyatı 12 000 YTL'dir). Çizelge 17'de son on yılda büyük onarıma ve üst yapı inşaatına ayrılan yatırımlar görülmektedir.

Çizelge 17. Düzce Orman İşletme Müdürlüğü'nün son on yılda orman yollarına yapmış olduğu yatırım (Anonim, 2005e)

İŞLETME ŞEFLİĞİ	**BÜYÜK ONARIM (km)**	**SANAT YAPISI (km)**	**ÜST YAPI İNŞAATI (km)**	**TAMİR VE BAKIM (km)**
AKSU	39+000	48+500	20+200	805+700
ASAR	18+500	23+000	21+200	506+400
CUMAOVA	9+000	1+000	1+000	305+500
ÇİÇEKLİ	14+000	26+200	27+100	785+500
DARIYERİ	43+000	12+900	16+000	906+300
DÜZCE MERKEZ	2+500	3+000	6+500	136+200
KONURALP	3+500	4+000	7+500	85+900
MELEN	6+600	2+000	15+500	400+000
ODAYERİ	25+500	23+000	36+000	1424+000
SAMANDERE	12+500	5+000	11+000	738+200
TATLIDERE	19+500	14+700	3+500	759+800
TOPLAM (km)	**194**	**166**	**166**	**6 854**
BİRİM FİYAT (YTL)	**6 000**	**7 600**	**8 000**	**71**
TOPLAM (YTL)	**1 164 000**	**1 261 600**	**1 328 000**	**486 634**

4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

4.1. Sonuçlar

Araştırma sahası orman yolları, Orman Genel Müdürlüğü'nün yol yapım standartlarına göre yapılmamış olup, bu yolların inşaatından önce zemin etütleri de incelenmemiştir.

Araştırma alanı orman yollarının tamamına yakın kısmında orman yolunun elemanları olan, sanat yapılarında, yol platformlarında, kenar hendeklerinde, kazı ve dolgu şevlerinde gerekli koruyucu önlemler alınmamış ve gerekli bakımları yapılmamıştır. Ancak yolların çok az bir bölümünde koruyucu önlemler alınmış ve bakımları yapılmıştır. Yapılan bakımlar düzenli olmayıp, odun üretiminin olduğu yıllarda yol platformundaki ve kenar hendeklerindeki zararlı sedimenti temizleme şeklinde olmaktadır. Yüzeysel yapılan bu durum yolların ömrünü kısaltmakta ve daha pahalı bakım masraflarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Araştırma alanı anakayasının ve toprağının erozyona dayanıklı olduğu örnek alanlarında da materyal kayıpları meydana gelmiştir. Genellikle bu örnek alanlar eğimi fazla ve koruyucu bitki örtüsü kaldırılmış alanlardır.

Araştırma alanı bazı örnek alanlarında koruyucu bitki örtüsünün olmasına rağmen materyal kayıpları meydana gelmiştir. Bu durum bize bitki ve köklerinin kayma yüzeyinin üstünde kaldığını düşündürebilir. Bunun nedeni olarak şevlere gerekli olan uygun eğimlerin verilmemesi olduğu söylenebilir.

Hidrolik sanat yapılarının mevcut, ancak görevlerini yerine getiremediği alanlarda söz konusu sanat yapılarının boyutları ölçülmüş, o örnek alanlara uygun olduğu bulunmuştur. Ancak sanat yapısının görevini yerine getirememesi bunların korunmamasından ve bakımlarının düzenli olarak yapılmamasından kaynaklandığı

tespit edilmiştir. Ayrıca hidrolik sanat yapısı ihtiyacının olduğu örnek alanlar için uygun sanat yapılarının enkesit alanları belirlenmiştir. Belirlenen enkesit alanları büzler ve menfezler için uygun olmaktadır.

Araştırma alanı topraklarının genellikle bazalt, kuvarsit, kireçtaşı, kumtaşı, kiltaşı, marn, dasidik tüf ve andezit anakayası üzerinde yer aldığı ve bu anakayalardan oluşan toprakların balçıklı kil, kumlu killi balçık, ağır kil, kumlu balçık, balçıklı kum, kumlu kil tekstüründe olduğu belirlenmiştir. Anakaya örneklerinden 11 tanesi erozyona duyarlı, geri kalan 16 tanesinin ise dayanıklı olduğu saptanmıştır.

Erozyon eğilim indeksi olarak dispersiyon oranı sadece bir örnek alanda sınır değer olan 15'ten küçük, diğer deneme alanlarında ise 15'ten büyük bulunmuştur. Bu durum araştırma alanı topraklarının genel olarak erozyona duyarlı olduğu ve bu duyarlılığın insan müdahalesiyle daha da arttığı saptanmıştır.

Dispersiyon oranıyla toprak özellikleri arasında istatistiksel olarak farklılıklar bulunmamaktadır. Dispersiyon oranı, OM, $CaCO_3$, Ca, Mg, K, P, Fe, Cu, Zn, Mn, TK, SN, FSK, Kum, Toz ve Kil ile önemsiz korelasyon göstermiş, Na ve pH ile pozitif yönde anlamlı korelasyon belirlenmiştir.

Düzce Orman İşletme Müdürlüğü son 10 (1996–2005) yılda orman yollarında büyük onarıma, sanat yapısına, üst yapı inşaatına, tamir ve bakıma yapmış olduğu yatırım yaklaşık 4.2 Milyon YTL'dir (2005 yılı birim fiyatları esas alınmıştır). Araştırma alanı orman yolları standartlara göre yapılsaydı son 10 yılda büyük onarıma ve üst yapı inşaatına ayrılan yatırımla 208 km'lik yeni bir orman yolu yapılabilirdi.

4.2. Öneriler

Yapılan araştırma sonucunda araştırma alanı toprakları genel olarak toprak kaybına duyarlı bulunduğundan bu alanlarda toprağı koruyucu önlemlerin alınması öncelikli olmalıdır. Fakat gerekli koruyucu önlemlerin yeteri kadar alınamamasının ekonomik nedenlerden kaynaklandığı bir gerçektir. Orman Genel Müdürlüğü'nün orman yollarını standartlara uygun duruma getirebilmesi için bu yollara ayırdığı yatırım payını arttırması gerekmektedir.

Orman yollarının inşaatı ihale ile özel sektöre yaptırıldığı zamanlarda, sürekli kontroller yapılarak yolun standartlara uygun yapılıp yapılmadığı denetlenmelidir.

Orman yolları yapılmadan önce zemin etütleri yapılarak geçki seçenekleri ortaya konulmalı, en uygun seçenek seçilerek uygulamaya aktarılmalıdır. Bu şekilde yollarda meydana gelebilecek bakım masrafları azaltılarak yolun ömrü uzatılabilir.

Araştırma sahasındaki sanat yapılarını koruyacak gerekli önlemler alınarak ve bakımları yapılarak uzun süre hizmet vermeleri sağlanabilir ve böylece yolun ömrü uzatılmış olur.

Hidrolik sanat yapılarının türünün ve boyutlarının belirlenmesi orman yollarının uzun süre hizmet verebilmesi ve bakım masraflarının artmaması için büyük önem taşıdığı unutulmamalıdır.

Araştırma sahası ormanlarının tekniğine uygun olarak işletilmesi ve her türlü ormancılık faaliyet ve hizmetlerin sürdürülebilmesi için, orman yollarının meşcereye, toprağa ve doğal peyzaja en az zarar verebilecek şekilde planlanmasının yanında; yol yapım, bakım ve nakliyat çalışmalarının en az bir harcama ile yapılabilmesi olanaklarının araştırılması gerektiği ve her şeyden önce iyi bir şekilde inşa edilmiş yol ağı ile kavranmış olmasıyla mümkün olacağı ortaya konulmalıdır.

Uygun kontrol ve ıslah önlemlerinin alınması için her şeyden önce yamaçta denge kaybına yol açan faktörlerin kaynağı belirlenmelidir. Orman yollarında ve özellikle kazı ve dolgu şevlerinde erozyonun yol yapımından sonra kısa sürede başlayıp geliştiği görülür. Bu nedenle yamaç ve şevlerin, yolun yapımı sırasında ya da yol yapımından kısa süre sonra stabilize edilmesi gerekmektedir.

5. KAYNAKLAR

ACAR, H.H., 1999. Orman İşletmeciliğinde Yol inşaatı, Üretim ve Transport Çalışmalarının Doğal Çevre ve Korunması Açısından Değerlendirilmesi. I. International Symposion on Production of Natural Environment and Ehrami Karaçam, s. 497–507, Kütahya.

ACAR, H.H., COŞKUN, N. ve EKER, M., 2003. Köy ve Orman Yollarının Yapımında Yol Zemininin Jeofizik Yöntemlerle Etüdü, Beklenen Çevresel ve Ekonomik Yararlar. Doğu Karadeniz Bölgesi Kırsal Alanda Ulaşım, Yerleşim Sorunları ve Çözümleri Sempozyumu, 18-20 Aralık, Bildiriler Kitabı, Trabzon.

ACAR, C., ACAR, H.H. ve URAL, T., 2003. Grasses for Revegetating Forest Roadside Slopes: A Case Study in Macka Environs (Turkey). Panjab University Research Journal (Science) New Series, Vol. 53, India.

ACAR, H.H., EROĞLU, H. ve ÖZKAYA, M. S., 2004. İnce Çaplı Odunların Plastik Oluklar İçerisinde Önce Kayarak Sonra Uçarak Orman Yoluna Doğru Seyahatleri. Orman Mühendisleri Odası Dergisi, Sayı 10, 11 ve 12.

ACAR, H.H., EKER, M. ve ÇAĞLAR, S., 2005. Orman Yolu Yapımında Zemin Yapısının Tespitinde Bazı Jeofizik Yöntemlerden Yararlanma Olanakları. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı AB Sürecinde Çevre ve Orman, 1. Çevre ve Orman Şurası Tebliğler, Cilt 2, S.464, Antalya.

ANDRE, J.E. and ANDERSON, H.W., 1961. Variation of Soil Erodibility with Geology, Geopraphic Zone, Elevation and Vegetation Type in Northern California Wildlands. Journal Geophys Res.66, 33, 1–8.

ANONİM, 1997. Düzce Ovasında Sanayileşme Hakkında Rapor, Düzce Kaymakamı Celalettin Özdal Başkanlığında Oluşturulan Komisyon Raporu.

ANONİM, 1998. Bolu'daki Sel, Taşkın ve Heyelanların Nedenleri ve Alınması Gerekli Önlemler, Bolu Valiliği.

ANONİM, 1999. 19–21 Mayıs 1998 Batı Karadeniz Seli Nedenleri, Alınması Gerekli Önlemler ve Öneriler. Bilim Kurulu Raporu, TMMOB Orman Mühendisleri Odası, Yayın No. 22, s. 117, Ankara.

ANONİM, 2001. Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Düzce Orman İşletme Müdürlüğü, Aksu Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı.

ANONİM, 2002a. Virginia's Forestry "Best Management Practices" For Water Quality. Fourth edition july.

ANONİM, 2002b. Yeni Kent Yeni Yaşam Düzce, Düzce Valiliği Basın ve Halkla İlişkiler Müdürlüğü.

ANONİM, 2005a. http:// www.erosioncontrol.com./ec.html

ANONİM, 2005b. Düzce Orman İşletme Müdürlüğü 1996–2005 Yılları arasındaki İş Programları

ANONİM, 2005c. http:// www.khgm.gov.tr / menuler / ubm link. htm

ANONİM, 2005d. www.mta.gov.tr

ANONİM, 2005e. www.die.gov.tr

ANONİM, 2005f. Düzce Valiliği Sivil Toplum Birimi Coğrafi Bilgi Sistemleri Arşivi.

ANŞİN, R., 1983. Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Bu Bölgelerde Yayılan Asıl Vejatasyon Tipleri, İ. Ü. Orman Fak. Derg., 6.2 (1983) 318-339, İstanbul.

ARP, P.A., 1999. Soils for Plant Growth Fıeld and Laboratory Manual, Faculty of Forestry and Environmental Management, University of New Brunswick.

ARSLAN, İ., YAVUZ, R. ve İNCEDERE, C., 2002. Düzce Tarım Master Planı. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Düzce Tarım İl Müdürlüğü, Ankara.

ATALAY, İ., 1994. Vegetation Geography of Turkey. Ege University Press, Bornova, İzmir.

AYDIN, A., ŞENTÜRK, N. ve ALTUNEL, A.O., 2004. Orman Yolları ile Lastik Hava Basıncının İlişkisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Cilt No: 52, İstanbul.

BALCI, A.N., 1969. İç Anadolu'da Jeolojik Yapı, Topoğrafik Durum (Bakı) ve Toprak Derinliği Faktörlerinin Erodibilite ile İlgili Toprak Özellikleri Üzerindeki Etkileri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.

BALCI, A.N., 1978. Kurak ve Nemli İklim Koşulları Altında Gelişmiş Bazı Orman Topraklarının Erodibilite Karakteristikleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 248, İstanbul.

BALCI, A.N., 1984. Toprak Koruması Ders Notları, İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul.

BALCI, A.N. ve ÖZTAN, Y., 1987. Sel Kontrolü Ders Kitabı, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Fakülte Yayın No: 12, Trabzon.

BALCI, A.N., 1996. Toprak Koruması Ders Kitabı, İ.Ü. Orman Fak., İstanbul.

BAYOĞLU, S., 1989. Dağlık Arazide Orman ve Çevreye Zarar Vermeyen Bir Yol İnşa Tekniği. Orman Mühendisliği Dergisi, Sayı: 12, s. 6–9, Ankara.

BAYOĞLU, S. ve HASDEMİR, M., 1991. Orman Yollarında Tesis Edilen Küçük Hidrolik sanat Yapılarının Seçimi ve Boyutlandırılması. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Cilt No: 41, İstanbul.

BAYOĞLU, S., SEÇKİN, Ö.B. ve ŞENTÜRK, N., 1995. Orman yollarının Bilgisayar Ortamında Projelendirilmesi. I. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Cilt: 5, Trabzon.

BAYOĞLU,S., 1996. Orman Nakliyat Planlaması. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No. 3941, İstanbul.

BAYOĞLU,S., 1997. Orman Transport Tesisleri ve Taşıtları (Orman Yolları) .İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No. 3969, O.F. Yayın No. 434, İstanbul.

BHATIA, K.S. and NARAIN, B., 1985. Erodibilİty of Some utar Pradash soils in Relation to Their Nutritional Behaviour. Indian Forester,111, 8 610–614.

BOZALİ, N., 2003. Kahramanmaraş Sır Barajı Derin Dere Yağış Havzasında Farklı arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Hidrolojik Özellikleri İle Erozyon Eğilimleri Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

CHA-DuSONG, KIM-SO YEON, JI-BYOUNG YUN, LEE-HaeJOO, CHA-DS, KIM-SY, JI-BY LEE-HJ, 1996. Studies on Landscape evaluation of Forest Road with a Psycometrical Method. Research Bulletin of the Expariment Forests Kangwon National University, No: 16,pp. 132–143, Korea Republic.

DOĞAN, E., 1977. Orman Yollarının projelendirilmesinde İkinci ve Üçüncü Derece Aletlerden Faydalanma Olanaklarının Araştırılması. KTÜ Basımevi, Trabzon.

DPT, 2001a. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara.

DPT, 2001b. Bölgesel Gelişme ve Yapısal Uyum Genel Müdürlüğü, Düzce İli Raporu, Yayın No: 2578

ELLIOT, W.J., KOLER, T.E., CLOYD, J.C. and PHILBIN, M., 1994. Impact of Landslides on an Ecosystem. ASAE Paper No: 947517. St. Joseph, ASAE, Michigan.

ERDAŞ, O., 1991. Bitki Örtüsü ve Özellikle Bitki Kökleri ile Zemin Arasındaki İlişkilerin Heyelanların Önlenmesi ve Mühendislik Biyolojisi Açısından Önlenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye I. Ulusal Heyelan Sempozyumu, 27–29 Kasım, Trabzon.

ERDAŞ, O., 1997. Orman Yolları Cilt-I, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon.

ERDAŞ, O., ACAR, H.H., KARAMAN, A. ve GÜMÜŞ, S., 1997. Road Construction in Mountains Regions and Its Environmental Impacts from a View Point of Sustainable Forestry. Proceedings of the XI World Forestry Cogress, 214, Antalya.

FAO, 1985. Logging and Transport in Step Terrain. Forestry Paper 14, rev. 1, p. 333, Rome.

FOLTZ, R.B., 1994a. Reducing Tire Pressure Reduces Sediment. USDA Forest Service Technology Development Programme. Intermountain Research Station.

FOLTZ, R.B., 1994b. Sediment Reduction From the Use Lowered Tire Pressures. SAE Technical Paper Services, 942244.

GÖRCELİOĞLU, E., 1996. Ağaçlandırma Alanlarında Su ve Toprak Koruma Amacıyla Kullanılan Teras ve Orman Yollarında Erozyon Kontrolü, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A Cilt: 46, Sayı: 2, s. 24-35, İstanbul.

GÖRCELİOĞLU, E., 2003. Sel ve Çığ Kontrolü, İ.Ü. Orman Fak. Yay. No: 473, İstanbul.

GÖRCELİOĞLU, E., 2004a. Orman Yolları-Erozyon ilişkileri, İ.Ü. Orman Fakültesi. Yay. No: 476, İstanbul.

GÖRCELİOĞLU, E., 2004b. Biyoteknik Yapılar, İ.Ü. Orman Fak. Yay. No: 483, İstanbul.

GRACE, J.M., RUMMER, B., STOKES, B.J. and WILHOIT, J.,1998. Evaluation of Erosion Control Tecniques on Forest Roads.American Society of Agricultural Engineers. Vol 41 (2): 383-391.

GÜLÇUR, F. 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları, İ.Ü. Orman Fak. Yay. No: 201, İstanbul.

GÜMÜŞ, S. ve ACAR, H.H., 2005. Orman Yolları Planlamasında Çevre Etki Değerlendirmesi İmkanları. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı AB Sürecinde Çevre ve Orman, 1. Çevre ve Orman Şurası Tebliğler, cilt 1, s. 259, Antalya.

GÜNER, R., 1991. Heyelanların Önlenmesi ve Düzeltilmesi. TMMOB Yağış, Sel ve Heyelan Sempozyumu, 7–9 Ekim, Ankara.

GÜRTAN, H. 1975, Dağlık ve Sarp Arazili Ormanlarda Kesim ve Bölmeden Çıkarma İşlemlerinde Uğranılan Kayıpların Saptanması ve Bu İşlerin Rasyonalizasyonu Üzerine Araştırmalar, Tübitak Yayın No: 250, Proje No: Toag-81, Ankara.

HASDEMİR, M. ve DEMİR, M., 2000. Türkiye'de Orman Yollarını Karayollarından Ayıran Özellikler ve Bu Yolların Sınıflandırılması, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri:B Cilt:50, Sayı:2, İstanbul, s. 85-96.

HIZAL, A., 1984. Hava Fotoğrafları Yorumlamasının Havza Amenajmanı (Ova Deresi Havzası, Kocaeli) Çalışmalarında Uygulanma Olanaklarının Araştırılması. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 341, İstanbul.

IRMAK, A., 1972. Toprak İlmi, İ.Ü. Orman Fak. Yay. No: 184, İstanbul

IRMAK, A. 1974. Arazide ve Laboratuarda Toprağın Araştırılması Metodları. İ.Ü.Yayınlarından, Yayın No:599, Orman Fakültesi Yayın No:27, İstanbul.

KANTARCI, M.D., 2002. Fırtına Deresinde Elektrik Üretimi Projesinin Ekolojik Açıdan Değerlendirilmesi. II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Cilt:1, s.309-327, Artvin.

KARAGÜL, R. 1994. Trabzon Söğütlü Dere Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şartları Altındaki Toprakların Bazı Özellikleri İle Erozyon Eğilimlerinin Araştırılması, Doktora Tezi K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon

KARAGÜL, R. 1998a. Düzce Havzasında Yanlış Arazi Kullanımı ve Orman Azalmasının Etkileri, Sosyo-Ekonomik Değişim Sürecinde Bolu Yayla ve Ormanları Sempozyumu, Sayfa 81-95, ISBN: 975-93611-2-4, 7-9 Mayıs, Bolu.

KARAGÜL, R. 1998b. Kaynaşlı Havzasında Arazi Kullanım Durumu ve Bazı Toprak Özelliklerinin Araştırılması, A.İ.B.Ü. Araştırma Fonu Araştırma Projesi, Proje Kod No: 96.05.02.17, Düzce/BOLU

MANSUROĞLU, S.G. 1998. Düzce Çevresinde Bulunan Ormanların Mevcut Durumu ve Sorunları. Sosyo-Ekonomik Değişim Sürecinde Bolu Yayla ve Ormanları Sempozyumu, Sayfa 68-80, ISBN: 975-93611-2-4, 7-9 Mayıs, Bolu.

MAYER, H. ve AKSOY, H., 1998. Türkiye Ormanları. TC Orman Bakanlığı Batı

Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No: 38, Bolu.

MELEMEZ, K., 2004. Dağlık Arazi Yol İnşaatında Uygulanan Mekanizasyonun Çevresel Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

MORGAN, R.P.C., 1985. Soil Erosion and Conservation. John Wiley and Sons Inc.,New York.

OGM, 1984. Orman yolları Planlanması ve İnşaat İşlerinin Yürütülmesi, 202 Sayılı Tebliğ, Ankara.

ÖZÇELİK, N., 1982. Orman Yolu Sanat Yapıları. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 323, İstanbul.

ÖZYUVACI, N., 1971. Topraklarda Erozyon Eğiliminin Tespitinde Kullanılan Bazı Önemli İndeksler, İ.Ü. Orman Fak.Dergisi. B, 190–207.

ÖZYUVACI, N., 1971. Kaliforniya'da Yer Alan doğal Vejetasyonla Kaplı Bazı Topraklarda Erozyon Eğiliminin Metalik Katyon Mübadele Kapasitesi ile İlişkisi (Çeviri). İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, B, 21, 180–189.

ÖZYUVACI, N., 1976. Arnavutköy Deresi Yağış Havzasında Hidrolojik Durumu Etkileyen Bazı Bitki-Toprak-Su İlişkileri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 221, İstanbul.

ÖZYUVACI, N., 1978. Kocaeli yarımadası Topraklarında Erozyon eğiliminin Hidrolojik Toprak Özelliklerine Bağlı Olarak Değişimi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 233/3228. İstanbul.

ÖZYUVACI, N., 1999. Meteoroloji ve Klimatoloji. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Fakülte Yayın No: 460, İstanbul.

PEKER, T., 1988. Ülkemiz Karayollarında Karşılaşılan Morfolojik Sorunlar ve Peyzaj Mimarlığı Açısından Alınabilecek Önlemler. Yüksek Lisans Tezi, Anakara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

PIPKIN, B.W. 1994. Geology and Environment. West Publishing Company, New York, San Francisco.

RHOTON, F.E., MEYER, L.D. and TYLER, D.D., 1990. Effect of Past Erosion on the Interrill Erodibility of a Fragipan Soil. Journal of Soil and Water Conservation, 45, 660-663.

RICE, R.M., 1977. Forest Management to Minimize Landslide Risk.Guidlines for Watershed Management, FAO Conservation Guide.

SEÇKİN, Ö.B., 1982. Orman Yolları Genel Planlama Esasları. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B, Cilt 32, Sayı 1, s. 85–98, İstanbul.

TARHAN, F., 1991. Doğu Karadeniz Bölgesi Heyelanlarına Genel Bir Bakış. Karadeniz teknik Üniversitesi, Türkiye I. Ulusal Heyelan Sempozyumu, 27-29 Kasım, Trabzon.

TAYSUN, A. ve SAATÇİ, F., 1978. İzmir Civarındaki Bazı Büyük Toprak Gruplarının Laboratuar Şartlarında Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Erozyon Arasındaki İlişkiler. D.S.İ. I. Ulusal Erozyon ve Sedimentasyon Sempozyumu Tebliğleri, 327–338, Ankara.

TAYSUN, A., 1986. Gediz Havzasında Rendzina Tarım Topraklarında Yapay Yağmurlayıcı Yardımıyla Taşlar, Bitki Artıkları ve Polyvinil Alkolün (PVA) Toprak Özellikleri ile Birlikte Erozyona Etkileri Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 474, İzmir.

TUNAY, M., 2002. Orman Yolları Planlaması ders Notları,Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Bartın orman Fakültesi Yayınları, Bartın.

UZUNSOY, O. ve GÖRCELİOĞLU, E., 1985. Havza Islahında Temel İlke ve uygulamalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No. 2310,O.F. Yayın No. 371, İstanbul.

WALTER, H., 1970. Vegetationszonen und Klima E. Ulmer, Stutgard.

WILDE, S.A., 1962. Forstlicehe Bodenkunde. Paul Parey, Hamburg.

WINKLER, N., 1998. Environmentally Sound Road Construction in Mountainous Terrain. FAO Harvesting Case-Study, No: 10, pp 56, Rome.

YALTIRIK, F., İŞGÜZAR. H. ve KÜÇÜKKOCA, A. H., 1953. Düzce İlçesi ve Orman İşletmesi, Ülkü basımevi İstanbul.

YAVUZŞEFİK, Y. ve UZUN, O., 2005. Peyzaj Onarım Tekniği, Düzce.

YILDIRIM, M., 1989. Ormancılık İş Bilgisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 3555/404, İstanbul.

6. EKLER

Ek Çizelge 1. Çeşitli toprak özelliklerine ilişkin bazı istatistiksel değerler

VERİLER	ÖS	ORTALAMA	S SAPMA	MİN	MAX
DO	27	40.6	16.92097	12	92
pH	27	6.9	1.00448	4.8	9.0
TK (%)	27	24.1	7.87930	12.1	37.6
SN (%)	27	11.3	5.84325	3.4	25.4
FSK (%)	27	12.8	4.49322	4.1	26.4
$CaCO_3$ (%)	27	7.7	10.79577	0	38.9
P (ppm)	27	7.2	10.86634	0.03	49.3
Ca (ppm)	27	2046	1561	85.98	4427
Mg (ppm)	27	60.5	35.28856	21.76	168.5
K (ppm)	27	23.2	28.68300	0.19	119.0
Na ppm)	27	21.3	63.77046	2.89	339.4
Fe (ppm)	27	4.5	7.42779	0	26.7
Cu (ppm)	27	0.7	2.56736	0	13.4
Zn (ppm)	27	0.6	0.31592	0.07	1.3
Mn (ppm)	27	105.9	32.22577	0	139.3
Kum (%)	27	53.6	18.69047	23.92	89.1
Toz (%)	27	17.6	6.66343	4.07	30.3
Kil (%)	27	28.7	13.51285	6.83	61.3

Ek Çizelge 2. Talbot katsayısı değerleri (Sonuç (1977)'a atfen Bayoğlu ve Hasdemir, 1991)

Arazi Topografik Durumu	Talbot Katsayısı (C)
Çok düz	0.2
Düz	0.3
Hafif dalgalı	0.4
Dalgalı	0.5
Hafif tepelik	0.6
Tepelik	0.7
Dağlık	0.9

Ek Çizelge 3. Anakaya ve bazı toprak özelliklerine ilişkin bulgular

ÖA No	Anakaya	DO	Toprak Türü	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	TK (%)	SN (%)	FSK (%)	pH	OM (%)	$CaCO_3$ (%)	P (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm	Mn (ppm
1	Kuvarsit	12	Balçık Kil	33,27	25,03	41,70	32,9	14,5	18,4	6,7	3,21	0,8	3,65	85,9	45,41	16,7	4,3	1,4	0	0,9	89,2
2	Bazalt	33	Balçık Kil	38,19	28,19	33,62	31,2	13,1	18,1	6,8	2,51	2,2	10,9	2346,3	57,4	19,4	6,5	0,7	0,1	0,4	111,3
3	Bazalt	41	Kumlu Killi Balçık	65,31	14,66	20,02	17,4	7,2	10,2	7,2	2,83	1,4	2,5	2092,7	24,3	13,9	13,1	0,7	0	0,6	109,2
4	Bazalt	44	Balçık Kil	39,22	23,06	37,73	30	14,1	15,9	5,5	2,51	0	3,1	653,3	52,7	21,6	6,2	21,9	0,1	0,8	125,2
5	Bazalt	31	Balçık Kil	46,41	21,29	32,30	25,9	11,4	14,5	4,8	2,86	0	16,2	375,2	58,8	21,7	8,7	26,7	0,2	1,1	128,1
6	Bazalt	53	Balçık Kil	36,33	23,45	40,22	23,6	12,6	11,0	7,7	3,20	3,6	49,3	2714,2	168,5	56,8	8,7	7,7	1,5	1,3	138,5
7	Kireçtaşı	28	Ağır Kil	23,92	14,74	61,34	33,4	18,5	14,9	7,5	2,91	8,5	1,1	4098,0	96,3	62,8	7,1	0	0	1,3	112,6
8	Kireçtaşı	43	Balçık Kil	40,42	18,93	40,65	31,5	17,2	14,3	7,5	2,87	3,5	0,1	2475,2	136,3	31,2	5,6	0	0,1	0,7	139,3
9	Kumtaşı	27	Balçık Kil	46,26	25,82	27,91	37,6	22,1	15,5	7,2	9,10	8,2	7,3	4266,9	85,8	118,9	9,9	1,2	0	0,2	126,9
10	Bazalt	39	Kumlu Balçık	79,37	9,81	10,82	14,6	5,1	9,5	7,5	2,11	3,5	1,01	2123,5	21,8	4,1	3,9	3,5	13,4	0,7	128,9
11	Bazalt	41	Kumlu Killi Balçık	63,07	14,92	22,01	17,6	8,0	9,6	5,7	2,47	2,3	15,1	585,9	40,2	7,8	5,6	17,5	1,6	0,7	81,5
12	Bazalt	37	Kumlu Balçık	78,45	9,77	11,78	15,6	4,5	11,1	5,8	1,58	2,1	13,5	134,9	21,8	0,4	5,5	12,0	0	0,4	80,1
13	Kiltaşı-Marn	31	Balçık Kil	45,71	20,42	33,88	33,6	15,7	17,9	6,9	2,89	2,3	0,1	1137,4	70,5	7,02	8,6	0	0	0,3	57,1
14	Marn	19	Balçık Kum	89,10	4,07	6,83	14	5,4	8,6	6,1	1,42	2,4	4,1	788,2	89,0	0,2	13,2	0	0	0,4	71,5
15	Andezit	86	Kumlu Killi Balçık	65,14	18,07	16,79	15,6	4,3	11,3	7,7	1,40	2,3	0,1	1464,3	63,5	0,4	15,1	3,4	0,3	0,3	84,2
16	Andezit	29	Kumlu Balçık	79,46	9,77	10,77	31,3	4,8	26,5	7,6	2,45	22	2,75	4036,4	74,4	0,2	20,3	0	0	0,7	66,0
17	Kiltaşı	30	Balçık Kil	48,67	16,00	35,33	17,7	13,6	4,1	5	2,48	2,2	9,6	402,4	24,6	0,7	8,1	8,9	0	0,9	117,2
18	Kuvarsit	39	Kumlu Balçık	79,39	9,80	10,81	12,4	3,4	9	7,7	2,11	4,2	1,88	1807,5	28,7	0,3	14,4	0,7	0,1	0,6	135,8
19	Kumtaşı	92	Balçık Kil	29,26	30,27	40,46	33,1	25,3	7,8	9	0,89	4,2	0,1	2263,9	108,4	86,6	339,4	1,7	0,7	0,6	137,2
20	Kiltaşı-Marn	43	Ağır Kil	26,68	23,32	50,00	31,6	18,5	13,1	7,5	1,43	38,9	2,5	4354,9	59,5	33,3	16,0	0	0	0,2	104,3
21	Kireçtaşı	46	Balçık Kil	40,34	20,13	39,53	28,9	14,4	14,5	7,5	3,20	36	2,42	4426,7	47,5	32,9	4,9	0	0	0,3	107,7
22	Andezit	57	Kumlu Killi Balçık	66,18	9,83	23,99	16,5	7,9	8,6	7,6	2,82	4,7	0,6	2433,9	27,7	0,4	5,9	0,1	0,4	0,8	130,7
23	Dasidik Tüf	32	Balçık Kil	48,18	21,29	30,54	25,1	11,9	13,2	7,6	2,15	22	0,1	4424,5	45,9	18,5	8,6	0	0	0,3	129,2
24	Kireçtaşı	37	Balçık Kil	47,97	18,70	33,33	24,1	10,2	13,9	7,7	2,13	24,1	0,8	4335,6	41,9	21,5	6,1	0	0	0,2	89,9
25	Bazalt	47	Kumlu Kil	55,01	19,96	25,02	24,1	8,5	15,6	6,2	3,53	2,8	27,8	619,4	48,9	29,2	2,9	0	0	0,5	130,0
26	Bazalt	39	Kumlu Kil	56,16	16,87	26,96	19,9	8,7	11,2	5,7	2,46	2,2	16,1	243,1	49,0	18,5	3,7	12,9	0,2	0,7	128,6
27	Kumtaşı	41	Kumlu Balçık	80,50	7,74	11,76	12,1	4,5	7,6	7,6	2,45	2,8	2,79	548,0	45,5	0,7	23,4	0	0	0,1	0