

ISSN 0535 - 8418

SERİ SERIES SERIE SÉRIE	A	CİLT VOLUME BAND TOME	46	SAYI NUMBER HEFT FASCICULE	2	1996
----------------------------------	---	--------------------------------	----	-------------------------------------	---	------

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
**ORMAN FAKÜLTESİ**  
D E R G İ S İ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,  
UNIVERSITY OF ISTANBUL  
ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT  
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL  
REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE  
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



# AĞAÇLANDIRMA ALANLARINDA SU VE TOPRAK KORUMA AMACIYLA KULLANILAN TERASLAR VE ORMAN YOLLARINDA EROZYON KONTROLÜ<sup>1)</sup>

Prof. Dr. Ertuğrul GÖRCELİOĞLU<sup>2)</sup>

## Kısa Özet

KKTC'de, orman varlığının % 9.5'ini kül eden orman yangınının etkilediği alanın ağaçlandırılmasında su ve toprak koruma önlemlerine özen gösterilmesi gerekmektedir.

Bu amaçla ağaçlandırma terasları ve orman yollarında erozyonu en az düzeye indirecek bazı önlemler önem taşımaktadır.

Hidrolojik havza bütünlüğü içinde yapılacak çalışmaların başarıya ulaşması, erozyon kontrolü açısından etkisi büyük olan bazı basit esaslara dikkat edilmesine bağlıdır.

## 1. GİRİŞ

Ormanlar ve ağaçlandırma alanları büyük çoğunlukla engebeli arazide yer almakta, bu eğimli alanlarda yapılacak ağaçlandırma ve yol inşaatı çalışmalarında toprak erozyonuna engel olacak önlemlere önem verilmesi gerekmektedir.

Eğimli arazide yapılacak ağaçlandırmalarda, yüzeysel toprak hareketine ve eğimle artan kuraklık etkilerine karşı teraslama tekniğine başvurulur. Denemeler ve uzun yılların uygulama sonuçları, teraslama yapılan ağaçlandırma alanlarındaki fidanların tutma yüzdeleri ile büyüme hızlarının, teraslanmamış alanlardakilere oranla çok büyük ölçüde farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur (AŞK/AYDEMİR 1967). Nitekim Türkiye'de ağaçlandırma çalışmalarında ormancuları ilk olarak teraslama yapmaya yönelten neden, güneyde eğimli yamaçlarda teras tesisine gitmeden yapılan ağaçlandırmalardaki başarısız sonuçlar olmuştur. Bugün, bu tesisler ağaçlandırma çalışmalarında geniş ölçüde kullanılmaktadır (ÜRGENÇ 1986).

Öte yandan, genellikle dağlık arazideki yukarı havzalara ulaşmayı gerekli kılan -örneğin ormanları üretime açma, ağaçlandırma, dağ ve orman köylerine ulaşımı sağlama, havza ve mer'a amenajmanı ve çok amaçlı kullanımlar gibi- durumlarda yapılan orman yolları, yapımları her tür-

1) Bu yazı, 27-30 Kasım 1995 tarihleri arasında Gazi Mağusa'da (KKTC) düzenlenen "Beşparmak Dağlarının Yeniden Ağaçlandırılması Sempozyumu"na sunulan bildiri esas alınarak hazırlanmıştır

2) İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı Bahçeköy 80695, İstanbul

lü silvikültürel etkinlikten daha fazla önem taşıyan ve en önde gelen antropojen erozyon ve sediment kaynağıdır. Yollardaki heyelanlar ve yüzey erozyonu doğal kaynaklar üzerinde büyük olumsuz etkiler yaratır ve akarsu yataklarının sedimentle dolması, su kalitesinin bozulması, köprü ve yolların tahrip olması, dere ve göllerdeki balık yataklarının yok olması, toprak verimliliğinin düşmesi ve çeşitli tesislerin zarar görmesi nedeniyle ciddi ekonomik kayıplara yol açabilir (SCHL-ESS/WHITAKER 1989).

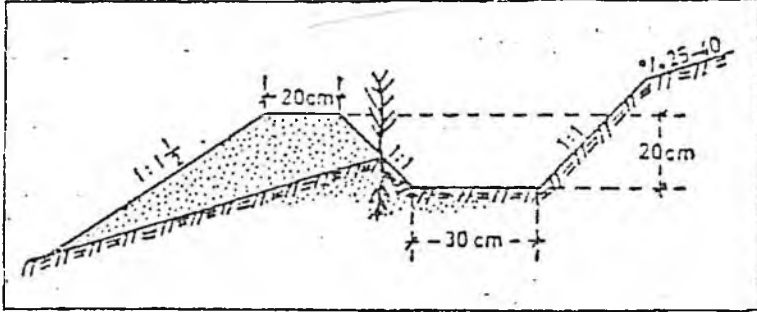
Bu bildiriye, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde 27-29 Haziran 1995 tarihleri arasında meydana gelen büyük orman yangınında zarar gören -Girne Bölgesinde 4133.5 hektar, Alevkaya Bölgesinde 1669.5 hektar olmak üzere- toplam 5803 hektar orman alanının ağaçlandırılması ve orman yolları şebekesinin geliştirilmesi çalışmalarında göz önünde bulundurulması yararlı olacak erozyon kontrolü önlemlerine ana çizgileriyle değinilecektir.

## 2. AĞAÇLANDIRMA TERASLARI

Eğimli arazinin teraslanması, dünyanın çeşitli bölgelerinde yamaçların bitkisel üretim amacıyla kullanılmasında binlerce yıldır başvurulan bir yöntemdir.

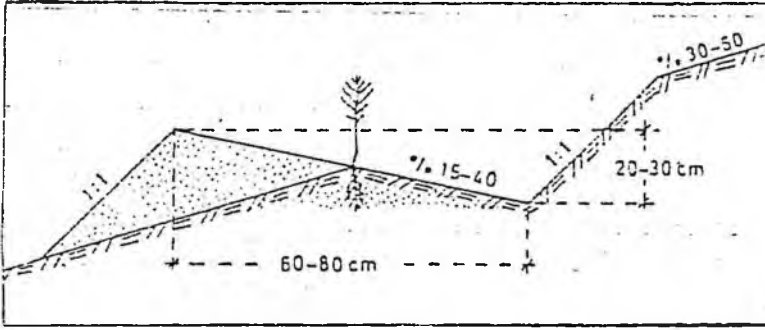
Günümüzde teraslar, tarım, mer'a ve ağaçlandırma alanlarında toprağın ve suyun korunması amacıyla kullanılan teknik önlemlerdendir.

Çeşitli tiplerdeki tarım teraslarını bir yana bırakırsak, ağaçlandırma teraslarını enkesit özellikleri bakımından iki ana tipe ayırabiliyoruz. Bunların birincisi enkesitleri yamuk (trapez) şeklinde olan tekne tipi teraslar, ikincisi enkesitleri üçgen şeklinde olan gradoni tipi teraslardır (Şekil 1, 2). Tekne tipi teraslar günümüzde daha çok mer'a ıslahı ve çığ kontrolü çalışmalarında kullanılmakta, ağaçlandırma alanlarında ise genellikle gradoni tipi teraslar tercih edilmektedir.

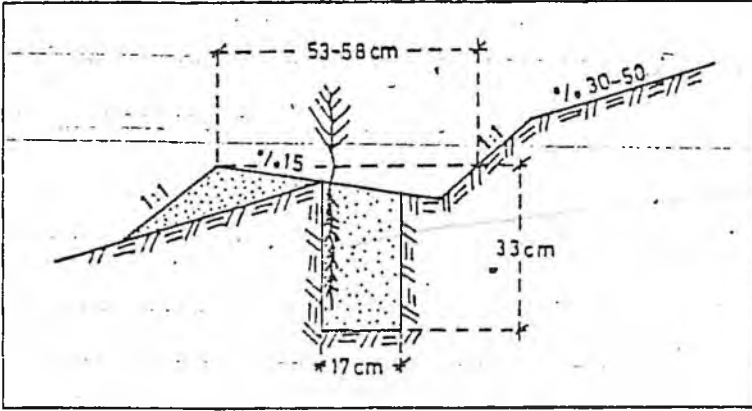


Şekil 1 : Yamuk enkesitli (tekne tipi) teras  
Figure 1 : Trapezoidal terrace

Gradonilerin Türkiye'de geliştirilen ve uluslararası literatüre geçmiş bulunan özel bir tipi "kanallı gradoni" dir (Şekil 3). Bunda, önce teras tabanının yamaç yüzü ile kesiştiği hizadan başlamak üzere yaklaşık 15-20 cm genişliğinde ve 30 cm derinliğinde bir kanal açılmakta, bu kanalın ön yüzüne fidan yerleştirildikten sonra kanal, yamaç üst kenarının kazılıp yatıklaştırılmasından çıkan toprakla doldurulmakta ve teras tabanına, yamaç gerisine doğru % 15 eğim verilmektedir. Kurak bölgelerdeki ağaçlandırmalarda özellikle kanallı gradoni tipi üzerinde durulması gerekir. Çünkü kanallı gradoniler hem standart gradonilere oranla daha küçük boyutlu olmakta, hem fidanlar kanaldaki derin toprak işlemesi nedeniyle artan absorpsiyon kapasitesinden yarar sağlamakta, hem de kanalın su tutma kapasitesi sayesinde şiddetli yağışlarda terasın bozulması büyük ölçüde önlenmektedir (UZUNSOY/GÖRCELİOĞLU 1985). Kanallı gradoniler, "yamaç stabilizasyonunda en ekonomik yöntem" olarak nitelendirilmektedir (FOURNIER 1971).



Şekil 2 : Üçgen enkesitli (gradoni tipi) teras  
Figure 2 : Triangular (gradine) terrace



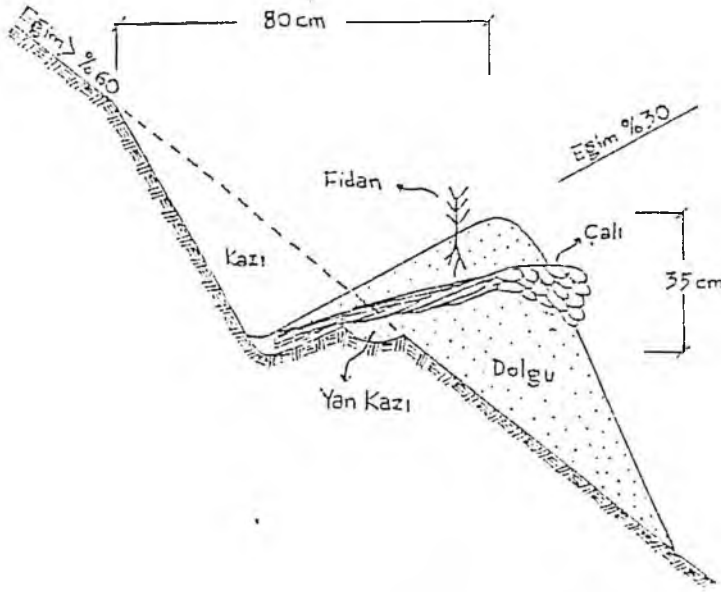
Şekil 3 : Kanallı gradoni  
Figure 3 : "Ditched step"

Yine Türkiye'de, Burdur'un marn toprakları için geliştirilmiş "çalı takviyeli gradoni" de (Şekil 4), yamaç eğiminin % 60'tan daha büyük olduğu yerlerde teras dayanıklılığını arttıran ve ömrünü uzatan yeni ve özel bir gradoni tipidir (YEŞİLKAYA/CENGİZ 1989).

Yağışlı bölgelerdeki teraslara % 0.5-1.0 arasında boyuna eğim verilmekte, böylece fazla yüzeyel akışın teraslar vasıtasıyla yamaç dışına aktarılması sağlanarak toprak erozyonu önlenmektedir. Türkiye'de yıllık yağışın 600 mm'nin üzerinde olduğu yörelerde ağaçlandırma terasları genellikle eğimli (akıtıcı) teras şeklinde yapılmaktadır.

Kurak ve sıcak yörelerde ise ağaçlandırma terasları eğimsiz (emdirici) teras şeklinde yapılır. Bunlar, yüzeyel akışı engelleme ve toprak koruma etkileri yanında, suyu tutarak depo etme ve toprağa sızdırma görevini de yüklenir.

Eğimli teraslarda herbir teras uzunluğunun 400 m'yi aşmamasına dikkat edilir. Eğimsiz terasların uzunlukları konusunda ise bir kısıtlama söz konusu değildir. Ancak, teras uzunluğu arttıkça nivelman hataları önem kazanacağından, eğimsiz teraslar, herhangi bir terasın bir noktadan yarılması halinde bütün teras sisteminin tehlikeye girmesini önlemek üzere, teras içine 4-20 m'de bir



Şekil 4 : Çalı takviyeli gradoni  
Figure 4 : Brush reinforced gradine

yapılan ve yükseklikleri teras derinliğinin yarısı kadar olan toprak setleri (dengeleme setleri) ile bölmelere ayrılır (BAILEY/CROFT 1937 (1970)). Ayrıca, eğimsiz teraslardan oluşan bir teraslaşma sisteminde 15-20 terasta bir terasın eğimli teras olarak yapılması, bol yağışlı dönemlerde eğimsiz teras sistemini güvence altına alma bakımından yararlı olur.

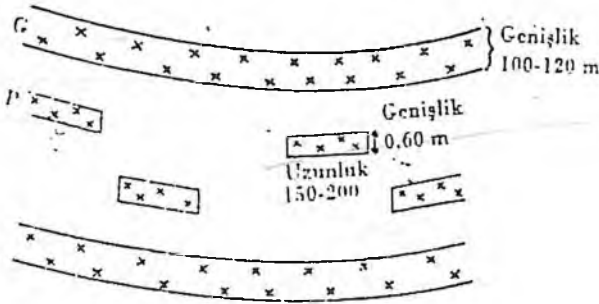
Enkesit özellikleri ne olursa olsun, eğimsiz terasların yamaç boyunca kesintisiz devam ettirilmesi zorunluluğu yoktur. Yamaç üzerinde kayalık yerler ya da bitki grupları, ağaç, kütük vb. gibi engeller atılmak suretiyle teraslar kesik kesik yapılarak emekten tasarruf sağlanır (UZUNSOY/GÖRCELİOĞLU 1985). Böyle durumlarda uygulanabilecek başka bir alternatif, eşyükselti eğrileri boyunca, aralarında 80-120 cm mesafe bırakılarak 60-100 cm uzunlukta kesik terasların yapılmasıdır. Arada işlenmeden bırakılan kısım, fidan aralıklarına göre değişir. Uygulamada, altına yapılan kesik terasın, üstte işlenmeden bırakılan boşluktan gelen yüzeysel akışı karşılayacak şekilde araya gelmesine özen gösterilir. Bu yöntem, teraslamada % 50-70 arasında ekonomi sağlar (ÜRGENÇ 1986).

Gradoni tipindeki ağaçlandırma terasları İtalya'da 1.0-1.20 m, Türkiye ve Kıbrıs'ta 0.7-0.9 m genişliktedir.

Ağaçlandırma terasları arasındaki aralıkların 4.00 m'yi geçmemesi arzu edilir (UZUNSOY/GÖRCELİOĞLU 1985; DOSTBİL 1986; ÜRGENÇ 1986). Fakat bu aralıkların fazla alındığı durumlarda teras aralarında kesik teraslar tesis etmek, geri kalan boşlukları da "yamaç dikimi" yöntemiyle doldurmak gerekir (Şekil 5) (ÜRGENÇ 1986). Gradoni tesisinin ilk uygulamalarının yapıldığı İtalya'da, teraslar arasındaki fazla aralık dolayısıyla oluşan boşlukları doldurmak için teras aralarına, "piazzele" denilen 1.5-2.0 m boyunda ve 60 cm genişlikte kesik teraslar yapılması tercih edilmektedir (Şekil 6) (KAYACIK 1948).



Şekil 5 : Yamaç dikimi  
Figure 5 : Slope planting



Şekil 6 : Teraslar arası boşluklara yapılan kesik teraslar  
Figure 6 : Short terraces ("piazzole") between normal gradines

Ağaçlandırma teraslarının, "cadastris" adı verilen geniş basamaklı teraslar şeklinde açılması da mümkündür (ÜRGENÇ 1986). Büyük yangın alanlarının kısa sürede teraslanıp ağaçlandırılmasında eskiden Kıbrıs'ta da kullanılmış olan bu dev gradonilerin yapımında buldozerden yararlanır ve bunlarda basamak genişliği 2.5-3.0 m olabilir.

Geniş basamaklar halindeki bu teraslar "cadastris", "dev gradoni" gibi değişik adlarla anılmakla birlikte, ülkemizde öteden beri "seki teras" olarak anılan tipten başka birşey değildir. Örneğin Burdur yöresindeki marnlı arazide deneme amacıyla genişliği 4 m olan, eşyükselti eğrilerine paralel seki teraslar angledozerle açılmış, teras enkesitine yamaca doğru hafif bir ters eğim verilmiştir (YEŞİLKAYA/CENGİZ 1996).

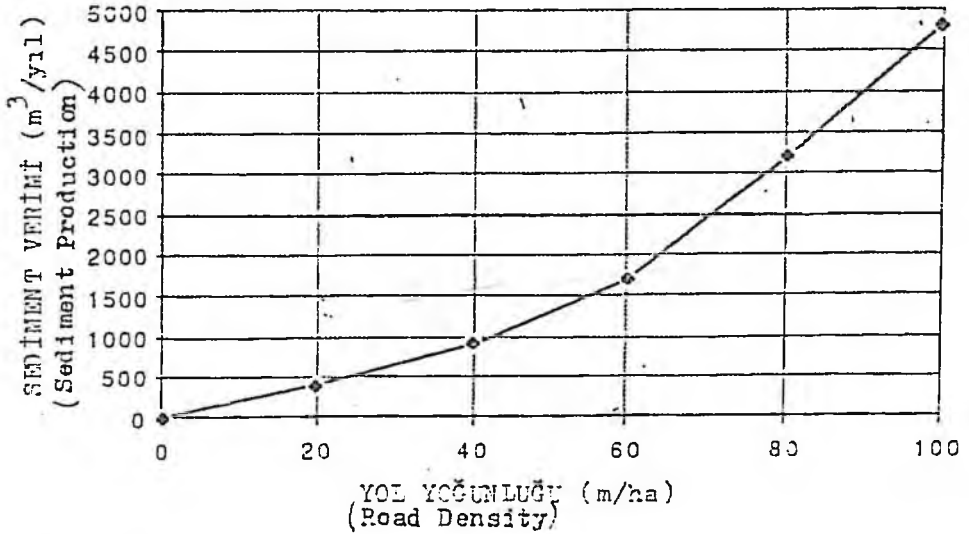
Ancak, son yıllarda Kuzey Kıbrıs'ta "cadastris" adı verilen bu tip teraslardan vazgeçilmiş, bunun yerine tabanları vadi yönüne (dışa) doğru % 10 eğimli teraslar oluşturulmasına başlanmıştır. Yetkililer, "cadasslope" denilen bu tip teraslardan "cadastris" denilen diğer tip teraslara göre daha iyi sonuç elde edileceğini ummaktadır. Oysa, yerinde yaptığımız gözlemler, bu terasların yapılımlarından kısa süre sonra bile önemli ölçüde toprak ve su kaybına yol açabildiğini göstermiştir. Kuzey Kıbrıs'ta yağışların oldukça düzensiz sağanak yağmurlar şeklinde olması, uzun dönem-

de bu tehlikeyi daha da arttıracaktır. Bu bakımdan bu tip ağaçlandırma teraslarının yaygınlaştırılmaması yerinde olur.

### 3. ORMAN YOLLARINDA EROZYON KONTROL ÖNLEMLERİ

Orman yollarında erozyonla bağlantılı olan başlıca faktörler şunlardır :

1. **Fiziksel faktörler** : Toprak tipi, jeoloji ve iklim, bunlar arasındadır.
2. **Yol yoğunluğu** : Erozyon, havzanın birim alanına düşen toplam yol uzunluğu (yol yoğunluğu) ile doğru orantılıdır (Şekil 7). Çoğu amenajman amaçları için 30-40 m/ha düzeyindeki yol şebekesi yoğunluğu optimal kabul edilmektedir.



Şekil 7 : Sediment verimi ile yol yoğunluğu arasındaki bağıntı  
Figure 7 : Sediment production in relation to road density

3. **Yolun konumu** : Yolun yamaca, akarsu yataklarına ve erozyona duyarlı topraklara göre konumu, akarsu yataklarına ulaşan sediment miktarı üzerinde doğrudan etkilidir.
4. **Yol standartları ve yapımı** : Projelendirilen yol genişliği, kazı ve dolduru şevlerinin eğimi, yapım yöntemleri ve drenaj tesisleri, yol yapımından sonra zarar görecekt alanı ve heyelan potansiyelini direkt olarak etkileyecektir.

Orman yolları ile bağlantılı olarak erozyonun nedenleri arasında şunlar sayılabilir (MEGAHAN 1977) :

1. Koruyucu bitki örtüsünün zayıflaması ya da yok edilmesi
2. Doğal toprak strüktürünün ve verimliliğinin bozulması ya da zarar görmesi
3. Kazı ve dolduru şevlerinin oluşturulması nedeniyle yamaç eğimlerinde artış olması

4. Yolun bazı kısımlarında infiltrasyon şiddetinin zayıflaması

5. Yüzeysel akışın kazı şevleri tarafından kesintiye uğraması ve yüzeye çıkması.

6. Kazı ve dolduru şevlerinde kesme (makaslama) direncinin zayıflaması, kesme zorlanmasının artması, ya da her ikisinin de bir arada meydana gelmesi

7. Yüzeysel akış sularının ve şevlerden yüzeye çıkan sızıntı suların konsantre olması.

Orman yollarında erozyonun önlenmesi amacıyla, geçkinin (güzergahın) etüt ve uygulamasında dikkat edilmesi gereken bazı önemli hususlar şöyle sıralanabilir (SCHIESS/WHITAKER 1989) :

1. Erozyon tehlikesinin fazla ve özellikle heyelan olasılığının yüksek olduğu arazi parçalarından sakınılmalıdır.

2. Yol yapımından etkilenen alanı minimuma indirmek için, stabil taraçalar gibi, sırt çizgileri gibi ve düşük eğimli yamaç kesimleri gibi doğal arazi özelliklerinden yararlanılmalıdır.

3. Gerekirse, problemleri alanlardan kurtulmak ya da doğal arazi özelliklerinden yararlanmak için, güzergâhta kısa doğrultmalara başvurulabilir.

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

5. Yolun su sızıntısı görülen alanlardan, fazlasıyla plastik killerden, dışbükey yamaçlardan, dalgalı ve düzensiz topoğrafyadan, 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.

6. Üretim alanlarına ulaşma amacıyla yapılacak bağlantı yolları için, nispeten yayvan olan, tomruk depolama amacıyla tesviye edilmiş ya da doğal taraça durumunda bulunan, drenajı iyi araziden yararlanılmalıdır.

7. Vadi tabanlarından ya da yakınından yol geçirilirken, stabil olmayan, nemli yamaç topraklarında kazı yapılmasından sakınılmalıdır.

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

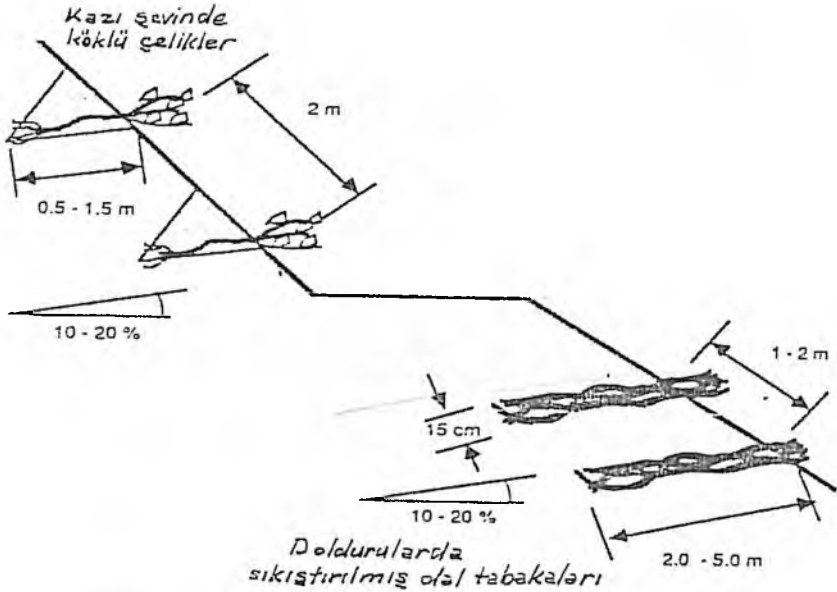
9. Yollar, arada yeterli bir tampon kalacak şekilde derelerden bir miktar uzaktan geçirilmeli, ya da yolun altında yamaç aşağısına hareket eden sedimenti tutacak tesis veya objeler yapılmalıdır.

10. Derin doldurulardan kaçınılmalı, bütün doldurular mühendislik standartlarına uygun olarak sıkıştırılmalıdır. Kapalı menfez ve yol üstü açık (çapraz) dren kapasiteleri ve aralıkları, kenar hendeklerinden gelecek suyu etkin biçimde taşıyabilecek yeterlilikte olmalı, menfez çıkışlarının aşağısında uygun enerji kırıcı düzenlemeler yapılmalıdır. Taban suyunun fazlasını drene etmek için yatay drenler ya da drenaj kanalları gerekli olabilir.

Orman yollarında en önemli sediment kaynağı, kazı ve dolduru şevleridir. Birçok araştırma, yol dolduruları gibi fazlasıyla tedirgin edilmiş topraklardaki yüzey ve oyuntu erozyonunun, özellikle yol yapımını izleyen birkaç yıl süresince en büyük sediment kaynağı olduğunu göstermiştir. Bu da, yol yapımı sırasında ve yapımı hemen ardından stabilizasyon önlemlerinin alınması zorunluluğunu ortaya koymaktadır. Bu amaçla seçilen yöntemler hızla sonuç vermelidir; bu nedenle, sadece tedirgin edilmiş alanlara ekimle vejetasyon getirilmeye çalışılması yeterince yarar sağlamayabilir. Böyle durumlarda, uygun bitkilerin dikimle getirilmesi ya da çıplak toprak yüzeylerinin malçlanması, arzu edilen koruma düzeyine ulaşılması için gerekli olabilir.



Kazı ve dolduru şevlerinde yüzeysel toprak hareketinin durdurulması ve buraların stabilizasyonu için, toprak ve nem koşullarının uygun olduğu yerlerde kordon tesisine başvurulabilir. Eşyüksele eğrileri doğrultusunda kordon oluşturulması, yamaçta birbirini izleyen yatay şeritler halinde açılan taraçalara canlı çalı ve ağaç dallarının kısmen gömülmesiyle gerçekleştirilir (Şekil 8). Kordon tesisi genellikle, kazı şevlerinde köklü fidanlar, dolduru şevlerinde de taze dallar (uzun çelikler) kullanılarak yapılmaktadır. Dolduru şevlerinde dal (çelik) tabakalarının yerleştirilmesi, genellikle dolduru şevinin yapımı ile kombine edilir; yani dal tabakaları serildikten sonra dolduru toprağı dökülüp sıkıştırılır ve işlem tekrarlanarak dolduru şevi tamamlanır (Şekil 9).



Şekil 8 : Kazı ve dolduru şevlerinde kordon tesisi  
Figure 8 : Brush layer installation for slope stabilization

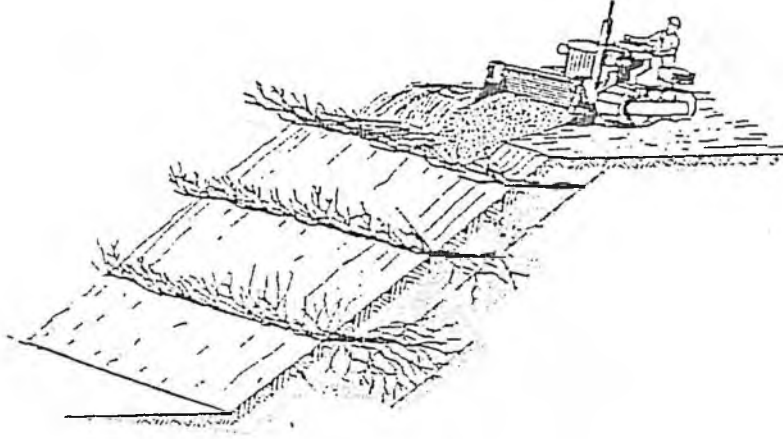
Şev stabilizasyonunda koşullara göre kullanılacak çok çeşitli biyoteknik önlemler vardır (SCHIECHTL 1973).

Yol şevlerinde ve diğer çıplak alanlarda erozyon kontrolü (ve mer'â ıslahı) amacıyla kuraklığa ve sıcağa dayanıklı bir otsu bitki örtüsü oluşturulmasında otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) ve korunga (*Onobrychis sativa*) karışımı, en iyi karışımdır. Aynı amaçla yarıkurak yörelerde kılçıksız brom (*Bromus inermis*) de kullanılabilir.

Oyuntuların tahkim ve kontrolünde ise çoğunlukla kurutaş eşiklerden yararlanılması uygundur.

#### 4. SONUÇ

Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde, yazları sıcak ve kurak, kışları az yağışlı olan yarıkurak Akdeniz iklimi hakimdir. Ortalama yağış Beşparmak Dağlarında 450 mm, düzlüklerde 300



Şekil 9 : Kordon tesisinin dolduru şevi yapımı ile kombine edilmesi  
Figure 9 : Brush layer installation combined with fill slope construction

mm dolayındadır. Yağışlar 2-3 ayda düşmekte, 8-9 ay hiç yağış olmamaktadır. Kuzeybatı rüzgârları hakim durumdadır.

Beşparmak Dağları, genellikle kalkerli ve karstik yapıya sahiptir.

Kumtaşı, kil ve marndan oluşan topraklar, genellikle erozyona çok yatkın bir özellik taşımaktadır.

Anakaya, toprak ve iklim koşullarının ağaçlandırma çalışmalarını güçleştirdiği ve bunların başarısını azalttığı kuşkusuzdur. Buna rağmen Kıbrıs'ta ötedenberi ağaçlandırma çalışmalarına önem verildiğini biliyoruz. 1995 Haziran'ındaki orman yangını ile orman varlığının yaklaşık % 10'unun yok olması ise, ağaçlandırma çalışmalarının yanısıra toprak ve suyun korunmasını, mer'a ıslahını, kısacası sorunların havza amenajmanı kapsamında ele alınmasını zorunlu kılmaktadır.

Yarıkurak Akdeniz iklimi koşullarında başarılı bir ekol durumundaki Kıbrıs ormancılığında, ağaçlandırma çalışmalarına ek olarak mer'a ıslah çalışmalarına da önem verilmesi, Akdeniz ormancılığında büyük sorun oluşturan keçiden ormanları ve ağaçlandırma alanlarını kurtarmak için çareler aranması, toprak erozyonuna karşı önlemler alınması, rüzgâr erozyonunun sorun yarattığı yerlerde rüzgâr perdeleri oluşturulması, orman yollarının projelendirilmesinde ve yapılmasında sediment verimini en az düzeyde tutacak önlemlere özen gösterilmesi de önem taşımaktadır.

Uygulanan seki teraslarla ilgili olarak bazı değişikliklerin belli yerlerde denenmesi de ileri için yararlı sonuçlar verebilir. Ancak, dışa eğimli seki terasların yaygınlaştırılmaması doğru olur.

# WATER AND SOIL CONSERVATION TERRACES USED IN REFORESTATION AREAS AND EROSION CONTROL MEASURES FOR FOREST ROADS<sup>1)</sup>

Prof. Dr. Ertuğrul GÖRCELİOĞLU

## Abstract

Water and soil conservation measures have to be considered during the reforestation activities to be carried out in the forest lands devastated by fire in North Cyprus Turkish Republic.

Reforestation terraces on barren slopes and some basic erosion-control measures pertaining to forest roads are of importance for this purpose.

Activities should be considered in the framework of watershed planning, and basic principles of erosion control have to be applied for successful achievements.

## 1. INTRODUCTION

Forests and reforestation areas are situated mostly on mountainous and steeply sloped lands, and reforestation and road construction activities in these sites have to be considered always together with necessary erosion-control measures.

Terracing is a technique to be used in reforestation areas in order to minimize surface soil erosion and drought effects which increase with slope gradient. Terracing promotes success and growth in sloping reforestation areas (ÜRGENÇ 1986).

On the other hand, forest roads are a necessary part of forest management. Road networks provide access to the forest for harvest, for fire protection and administration, and for non-timber uses such as grazing, mining, and wildlife habitat. New road construction is required to enter previously uninhabited areas or underutilized lands, and will continue to provide access in order to properly manage those lands. But, construction and use of forest roads result in changes to the landscapes they cross. Of all the types of silvicultural activities, improperly constructed and inadequately maintained logging roads are the principal human-caused source of erosion and sediment. Road failures and surface erosion can exert a tremendous impact on natural resources and can cause serious economic losses because of blocked streams, degraded water quality, destroyed bridges and road rights - of-way, ruined spawning sites, lowered soil productivity, and property damage (SCHIESS and WHITAKER 1989).

1) Based on the paper submitted to the "Symposium on Reforestation of Beşparmak Mountains" in North Cyprus, 27-30 November 1995.

In Turkey a special, smaller kind of terrace has been developed by Turkish foresters which is described as the "ditched step" because it combines a shallow ditch with an inclined plane (Figure 3).

A network of "ditched steps" of this kind has the advantage of permitting reforestation at suitable densities because of the proliferation of adjacent terraces. It reduces planting errors. The trees benefit from deep working of the soil, increasing capacity to absorb water. "Ditched steps" are regarded in Turkey as the most economic means of stabilising slopes at this stage (FOURNIER 1971).

Another variation of common reforestation terrace is used on marl slopes in and around Burdur. This is called as "brush reinforced gradine terrace" (Figure 4).

Reforestation terraces in dry and hot districts are constructed without a longitudinal slope. In districts with at least 600 mm annual rainfall, a longitudinal declivity of 5‰ is necessary.

Preferably, terrace spacings (horizontal intervals) should be 4 m. When terraces are spaced far apart than this, it is possible to apply "slope planting" (Figure 5), or to add some short terraces (piazzole) (Figure 6) onto the slope between two successive normal terraces.

Reforestation terraces also can be constructed as large steps with a 2.5-3.0 m wide inclined plane. These large gradine terraces called as "cadastris" are used in Cyprus. These steps, however, should never be inclined towards the slope surface; they always have to be "in sloped", not "outsloped".

### 3. EROSION CONTROL MEASURES FOR FOREST ROADS

Erosion due to forest roads is related, among other things, to :

1. *Physical factors* . Soil type, geology and climate (rainfall).
2. *Road density*. The total length of roads per unit area of watershed is termed "road density". Erosion rates are directly related to the total length of roads in a watershed (Figure 7). A road network of approximately 30 to 40 m/ha is considered optimal for most management purposes.
3. *Road location*. The location of the road in relation to slope, stream channels, and sensitive soils has a direct effect on the amount of sediment reaching the stream.
4. *Road standarts and construction*. Designed road width, steepness of cut banks or road fills, methods of construction, and drainage installations will directly affect the area of disturbance and potential for failure following road construction.

Possible causes of accelerated erosion which may take place following road construction on forested lands include (MEGAHAN 1977) :

1. Removal or reduction of protective cover
2. Destruction or impairment of natural soil structure and fertility
3. Increased slope gradients created by construction of cut and fill slopes
4. Decreased infiltration rates on parts of the road
5. Interception of subsurface flow by the road cut slope
6. Decreased shear strength, increased shear stress, or both, on cut and fill slopes
7. Concentration of generated and intercepted water.

Some important factors to remember when locating roads can be listed as follows (SCHLESS and WHITAKER 1989) :

1. Avoid high erosion hazard sites, particularly where mass failure is a possibility.
2. Utilize natural terrain features such as stable benches, ridgetops, and low gradient slopes to minimize the area of road disturbance.
3. If necessary, include short road segments with steeper gradients to avoid problem areas or to utilize natural terrain features.
4. Avoid midslope locations on long, steep, or unstable slopes.
5. Locate roads on well-drained soils and rock formations which dip into slopes rather than areas characterized by seeps, highly plastic clays, concave slopes, hummocky topography, cracked soil and rock strata dipping parallel to the slope.
6. For logging road, utilize natural log landing areas (flatter, benched, well-drained land) to reduce soil disturbance associated with log landings and skid roads.
7. Avoid undercutting unstable, moist toe slopes when locating roads in or near a valley bottom.
8. Roll or vary road grades where possible to dissipate flow in road drainage ditches and culverts and to reduce surface erosion.
9. Locate roads far enough above streams to provide an adequate buffer, or provide structure or object to intercept sediment moving downslope below the road.
10. Avoid deep fills and compact all fills to accepted engineering standards. Design for close culvert and cross drain spacing to effectively remove water from ditches and provide for adequate energy dissipators below culvert outlets. Horizontal drains or interceptor drains may be necessary to drain excess groundwater.

The body of research that point to road construction as the major cause of stream sedimentation in mountainous environments also indicates that surface erosion on severely disturbed soils such as road fills is highest immediately following disturbance and decreases rapidly over time. This suggests that stabilization measures must be employed during and immediately following construction. The methods chosen must provide rapid benefits, hence merely seeding disturbed areas may not provide much relief. Transplanting living plants, fertilizing, or mulching exposed soil surfaces may be required to achieve the desired level of protection.

Properly designed and planted vegetative covers play a significant role in preventing surface erosion and shallow mass failures on cut and fill slopes of forest roads. Contour brush layering is one of the methods used for this purpose.

Contour brush layering involves embedding green branches of shrubs or trees on successive horizontal layers into the slope. Three brush layering techniques may be used. The first technique uses brush layers consisting of rooted plants or rooted cuttings only. Approximately 5 to 20 rooted seedlings per meter are required (Figure 8).

The second technique utilizes green cuttings or branches from alder, cottonwood or willow. On cut slopes, cuttings from 0.5 to 2.0 meters in length are used. On fill slopes, cutting length can vary from 2.0 to 5.0 meters. This method is particularly suited for use in critical and sensitive areas.

The third technique is a combination of the first two methods where rooted seedlings or cuttings are installed together with branches or cuttings. From 1 to 5 rooted cuttings per meter are required.

In all three methods, the material should be placed with the butt ends slightly dipping into the fill (20 %) and the tips protruding a few centimeters. Vertical spacing of brush layers can vary from 0.5 to 1.5 meters depending on soil type, erosion hazard, slope angle and length of slope. A good practice is to vary the vertical spacing on long slopes with short spacings at the bottom and increasing the spacing towards the upper end of the slope.

Brush layers are easily constructed on fill slopes. The branches are laid on the outside strips of the fill area (Figure 8, 9). They are then covered with soil or fill in a normal manner just as if the brush layers were not there.

Crested wheatgrass (*Agropyron cristatum*) and sainfoin (*Onobrychis sativa*) is the best mixture to obtain a drought and heat resistant grass cover in order to control erosion on cut and fill slopes. In semiarid regions, smooth brome (*Bromus inermis*) can be used for the same purpose.

#### 4. CONCLUSION

Reforestation of the areas devastated by the forest fire of 27-29 June 1995 in North Cyprus Turkish Republic and improvement of forest roads constitute an urgent and wide-scaled task for the Forest Service of the country. Soil erosion is an important problem to be tackled in burnt-out forest lands. Goat herds grazing in forest lands are yet another problem.

Scientific knowledge and field experience of foresters in North Cyprus are high enough to overcome these problems.

All the problems, however, must be considered in the complete framework of watershed management. Reforestation, range improvement, soil and water conservation works, and recreation facilities have to be planned and carried out simultaneously. An appropriate protection of reforestation areas for a reasonable period and satisfactory maintenance works will be a guaranty for final success.

#### KAYNAKLAR

AŞK, K.; AYDEMİR, H. 1967: Tokat'ta Arazi Onarım Banketleri Üzerinde Bazı Denemeler. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten Serisi, No. 21, Ankara.

BAILEY, R.W.; CROFT, A.R. 1937 (Çeviri: GÖRCELİOĞLU, E. 1970) : Dağlık Arazide Sellerin ve Erozyunun Yatay Hendekleri Teraslarla Kontrolü. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 20, Sayı 2.

DOSTBİL, Y. 1986 : Ağaçlandırma Çalışmalarının Uygulama Tekniği. Orman Genel Müdürlüğü, Ağaçlandırma ve Silvikültür Dairesi Yayını, Ankara.

FOURNIER, F. 1971: Aspects of Soil Conservation in the Different Climatic and Pedologic Regions of Europe. Council of Europe, Strasbourg.

KAYACIK, H. 1948 : Akdeniz Mıntıkasında ve Bilhassa İtalya ve Türkiye'de Ağaçlandırmanın Temel Şartları. Orman Genel Müdürlüğü Yayını, Özel Sayı No. 79.

MEGAHAN, W.F. 1977 : Reducing Erosional Impacts of Roads. Guidelines for Watershed Management, FAO, Rome.

SCHIECHTL, H.M. 1973 : Sicherungsarbeiten im Landschaftsbau. Verlag Georg D.W. Callwey, München.

SCHIESS, P.; WHITAKER, C.A. 1989: Road Design and Construction in Sensitive Watersheds. FAO Conservation Guide 315, Rome.

UZUNSOY, O.; GÖRCELİOĞLU, E. 1985 : *Havza Islahında Temel İlke ve Uygulamalar*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları 3310/371, İstanbul.

ÜRGENÇ, S. 1986 : *Ağaçlandırma Tekniği*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları No. 3314/375, İstanbul.

YEŞİLKAYA, Y.; CENGİZ, N. 1989: *Burdur'da Yeni Bir Teras Tipi : Çalı Takviyeli Gradoni*. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Dergisi, Cilt 35, Sayı 2, No. 70.

YEŞİLKAYA, Y.; CENGİZ, N. 1996: *Burdur Yöresindeki Marnlı Arazide Seki ve Gradoni Terasların Karşılaştırılması*. Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No. 3, Antalya.