

SERİ
SERIE B

CİLT
TOME XX

SAYI
FASCICULE 2

1970

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ
DERGİSİ

REVUE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES FORESTIÈRES
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



DAĞLIK ARAZİDE SELLERİN VE EROZYONUN YATAY HENDEKLİ TERASLARLA KONTROLU ⁽¹⁾

Yazanlar;
REED W. BAILEY
ve
A. R. CROFT

Çeviren;
Ertuğrul GÖRCELİOĞLU
I. Ü. Orman Fakültesi
Orman İşletme İnşaatı Kürsüsü
Asistanı

G İ R İ Ş

Amerika Birleşik Devletleri'nde 31 Mart 1933 tarihinde yürürlüğe giren Toprak-Su Muhafaza Nizamnamesi, ülkede düzensiz bir kullanımla tüketilmekte olan tabii kaynakların korunması ve bunların eski durumlarına getirilmesi için gerekli tedbirlerin uygulanması imkânını hazırlamıştır.

Sivil Koruma Grupları kamplarında toplanan teknik personel ve insan gücü, Sierra Nevada ile Kayalık Dağlar arasındaki bölgenin⁽²⁾ en büyük toprak koruma problemlerinden birini teşkil eden Utah eyaletindeki taşkın ve çamurlu sellerin kontrolü için hazırlanan bir programı yürütmek üzere, Orman Teşkilâtı emrine verildi. Ayrıca, Bölgesel Orman ve Mer'a Deneme İstasyonu da, bölgede meydana gelen sellerin ve erozyonun kontrolü için en elverişli ve etkili metodların bulunmasını sağlamakla görevlendirildi.

Bu araştırmaların ve Utah eyaletinde -yukarıda adı geçen program uyarınca- 4 yıl süren özel çalışmaların sonucu olarak, sel ve erozyon kontrolünde «Yatay Hendekli Teraslar»⁽³⁾ sistemi geliştirilmiş bulunuyor.

Bu sistem, Utah eyaletinin Davis County havzasında başarıyla uygulanagelmektedir. Bunun yanısıra, taşkınların ve çamurlu sellerin vadedeki tarımsal yerleşme bölgelerinin güvenliğini ciddi şekilde tehdit ettiği diğer yerlerde aynı sistemin uygulanması maksadıyla yapılan çalışmalar da ilerlemektedir.

(1) Bu yazı, A.B.D. Tarım Bakanlığı'nın yayınladığı «Contour-Trenches Control Floods and Erosion on Range Lands» adlı broşürden dilimize çevrilmiştir. U.S.D.A. Forestry Publication No. 4, Washington, D.C., 1937.

(2) Intermountain Region

(3) Trenched Contour-Terraces

Bir toprak koruma tedbiri olarak, teraslama prensibi çok eskidir. Fakat yatay teraslar, Batı Amerika'nın yüksek muntikalarında tahrip-kâr sellerin ve toprak kaybının önlenmesinde faydalanılması ve yapılış şekli bakımından, uygulamada yeni bir gelişme olmuştur. Gaye, yağışın - yüzeysel akışı ve buna bağlı olarak toprak kaybını önleyecek şekilde - düştüğü yerde toprağa intikalini sağlamak ve aynı zamanda kontrol hususunda büyük önem taşıyan bitki örtüsünün su ihtiyacını karşılamak üzere toprakta uygun bir rutubet yaratmaktır.

Bu yazının yayınlanmasındaki maksat, sel ve erozyon kontrolunda kullanılan yatay hendekli teras sisteminin, aynı gaye ile yapılması mümkün diğer mühendislik işleriyle ilgisini göstermek, sistemi detaylarıyla açıklamak, problem teşkil eden sahaların analizi ve metodun arazide uygulanması hususunda esaslar vermektir.

DAĞLIK ARAZİDE SELLERİN KONTROLU

XIX. Yüzyıl sonlarından bu yana, yukarıda adı geçen dağlık bölgede seller ve çamurlu seller şiddetle artmıştır. Yukarılardan vadilere inen münferit kaya parçaları, çakıllı kum, çamur ve su, can kaybına, değerli çiftlik arazisi, yerleşme ve endüstri merkezi v.b. nin büyük zarar görmesine sebep olmuştur. Bunlara ilâveten, zarara uğrayan insan topluluklarında güvensizlik ve huzursuzluk ortaya çıkmıştır.

Bu taripkâr sellerin birçoğunun önlenmesi, dağlık arazideki dere havzalarının ıslâhı ile mümkün olur. Bu maksatla yapılacak işler, geniş anlamıyla, dağlık arazideki havzalarda toprak, su ve bitki örtüsünün doğrudan doğruya veya dolaylı olarak korunmasını sağlayacak tedbirleri içine alır.

Havzaların yukarı kısımlarında alınacak mühendislik tedbirleri, baraj, rezervuar, kaplama duvarı, yatay hendekli teras ve dere havzalarının kontrolü maksadıyla kullanılan diğer teknik tedbirlerin yanısıra arazi amenajmanını da kapsar.

HAVZA DENGESİ

Havzaların yukarı kısımlarında alınacak mühendislik tedbirleri için şümüllü bir programın geliştirilmesinde, yüksek ve dik arazideki yağış havzalarında toprağın orijini ve bitki örtüsünün akışla ilişkisi gibi belli başlı faktörlerin anlaşılması gereklidir.

Dik yamaçlı havzalardaki toprak, yüzyıllarca süren kaya ufalanmaları ve bitkisel artıkların birikmesi ile teşekkül etmiştir. Bu oluşumda, bitki örtüsü önemli bir rol oynar. Bu rol, sadece üst toprak horizonuna organik madde katkısı ile değil, aynı zamanda dik yamaçlarda -kar ve yağmur sularından meydana gelen akışlar ve yer çekimi sebebiyle -dane yuvarlanmalarına karşı toprağın yerinde tutulmasına yardım etmesiyle belirir. Bitki örtüsü olmazsa birçok yamaçların toprağı, daha teşekkül ederken rügâr veya yüzey suları vasıtasıyla taşıyıp gidecektir. Batı Amerika iklim şartları altındaki dik yamaçlarda, bitki örtüsünün etkisi ve toprağın aşınma temayülü arasında nazik bir denge mevcuttur (Resim 1).



Resim 1 — Wasatch dağlarında normal vejetasyona sahip bir havza. Bu karakterdeki yüksek ve dik havzalarda toprak, bitki örtüsünün koruyucu tesiri altında, kaya ufalanması ve bitki artıklarından çok uzun sürede meydana gelir.

Tahribe uğramamış havzalarda toprağın bu koruyucu örtüsü, dere akışı üzerine dikkati çeken bir etki yapar. Yağmur ve kar sularının azanî miktarda absorpsiyonu için en uygun şartları hazırlar, yüzeysel akışı azaltır ve derin kaya çatlaklarında fazla miktarda su depolanmasına yardım ederek dağın tabii bir rezervuar vazifesi görmesini sağlar. Bu tabii

rezervuar, suyu absorbe ve depo ederek, ilkbaharda eriyen karlardan teşekkül edecek ânî ve zararlı selleri büyük ölçüde azaltır. Yaz sonuna doğru da, depo edilen suyun yavaş yavaş geriye verilmesiyle dereler beslenir.

Fakat birçok yerlerde, yamaç, toprak, bitki örtüsü ve iklimatik faktörler arasındaki karşılıklı dengenin bir sonucu olan bu elverişli havza şartları, düşüncesizce bir kullanmayla bozulmuştur.

Havza dengesini sağlayan faktörler arasında, insanların yerleşmesinden itibaren maddî değişikliğe uğrayan tek faktör, bitki örtüsüdür. Bitki örtüsünün azalması ve kritik noktalarda tahribi, dik yamaçlardaki hızlı erozyonun, sellerin ve çamurlu sellerin direkt sebebidir⁽¹⁾. Bu itibarla, havzalarda alınacak mühendislik tedbirleri için hazırlanacak şümümlü bir program, bu gibi yerlerde çok uzun sürede meydana gelmiş tabii şartların ve özellikle bitki örtüsünün oynadığı önemli rolün dikkatle mütalâasını gerektirmektedir.

TEKNİK VE KÜLTÜREL TEDBİRLER

Bu esaslardan hareket eden orman ve mer'a araştırmacıları şu sonuçlara ulaşmışlardır;

Bir bölge için hazırlanacak bir sel ve erozyon kontrol plânının basit veya kompleks olması, bölgedeki bitki örtüsünün tahrip derecesine ve bunun restorasyon imkânlarına bağlıdır. Çoğu zaman, bitki örtüsünün kaybı ve mekanik kontrol ihtiyacı, iyi bir bitki örtüsüne sahip havzaların küçük sahalarına inhisar eder.

Havzaların yukarı kısımlarında yapılacak mühendislik işleri, alınması gereken tedbirler bakımından aşağıdaki genel kategorilere ayrılır:

1 — Tohum tedariki için yeteri kadar yerli bitkiler bulunan ve uygun evsafli verimli toprak mevcut olan yerlerde, etkili bir bitki örtüsünün restorasyonu, tabii gençleştirme ile gerçekleştirilebilir. Bu oluşumu, koruyucu amenajman tatbik ederek hızlandırmak mümkündür.

2 — Tohum teşekkülünün yetersizliği sebebiyle tabii gençleşmenin beklenemeyeceği, fakat toprağın verimli olduğu yerlerde, bitki örtüsünün restorasyonu için ekim veya dikim usulüne başvurulur. Bu iş de, ot veya diğer otsu bitkilerin tohumlarını ekmek, yahut da ağaç veya çalı fidan-

(1) Bailey, R. W. - Shackling the Mountain Flood - 1935

ları dikmek suretiyle yapılabilir. Normal olarak bu metod, vejetasyon kendisini kurtarıncaya kadar özel bir bakım ve korumaya ihtiyaç gösterir veya hiç değilse yeni vejetasyonun tutunma ve bekasını sağlayacak bir amenajman sistemine muhtaçtır.

3 — Bitkilerin ve toprak verimliliğinin tamamen yok olduğu yerlerde, tabii ve sun'i yollarla bir bitki örtüsü elde etmek imkânsızdır. Böyle yerlerde önce toprak tespit edilerek istikrarlı duruma getirilmeli ve yüzeysel akış mekanik tedbirlerle kontrol altına alınmalıdır.

Bu tedbirler iki metodla gerçekleştirilebilir;

a) Direkt Metod: Sellerin önlenmesi maksadıyla yatay hendekler, gölcükler veya küçük toprak üstü rezervuarları vasıtasıyla yüzeysel akışa engel olmak.

b) Endirekt Metod: Yeni bir tesviye meyli elde etmek üzere sel derelerine taşıntı barajları ve gereken yerlerde kıyıları tesbit maksadıyla kaplama duvarı inşa etmek gibi mukabil tedbirler.

Şimdilik daha ziyade yatay hendekli teraslar vasıtasıyla ânî sellerin frenlenmesi, bitki örtüsü tesisinin kolaylaştırılması ve toprak kaybının kontrolü üzerinde durulmaktadır.

YATAY HENDEKLİ TERAS SİSTEMİNİN GAYE VE İZAHİ

Azçok iğreti bir tedbir olan yatay hendekli teras sistemi, bitki örtüsünün tamamlanmasını sağlayacağı ve böylece yüzeysel akışın düzenlenmesine ve toprağın yerinde tutulmasına vesile olacağı düşüncesiyle uygulanmıştır. Yatay hendekli teraslar, yüzeysel akış ve erozyonun kontrolünde ve koruyucu bir bitki örtüsünün yetiştirilmesinde büyük önem taşırlar. Bunun sebeplerini şöyle özetleyebiliriz;

1 — Yatay hendekli teraslar açılmış bir sahaya düşen bütün yağış absorbe edilir. Böylelikle ânî ve tehlikeli seller önlenmiş ve aynı zamanda bitkilerin gelişmesi için gereken toprak rutubeti sağlanmış olur.

2 — Toprağın tesbiti ile, erozyondan doğacak kayıplar önlenir ve bitkilerin gelişmesi imkân dahiline girer.

3 — Yatay hendekli terasların açılması, toprağa fazla zarar vermeden yapılabilir. İZra maksimum kazı derinliği, yarı standard hendeklerde 13 cm. yi ve standard hendeklerde 23 cm yi geçmez.

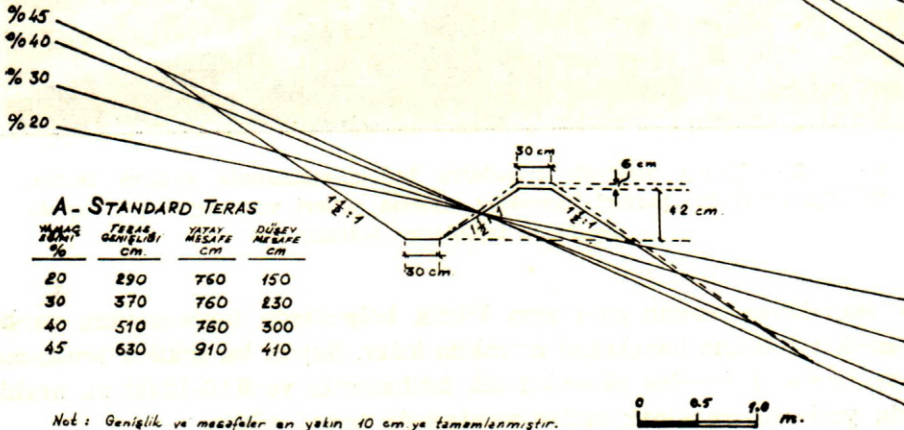
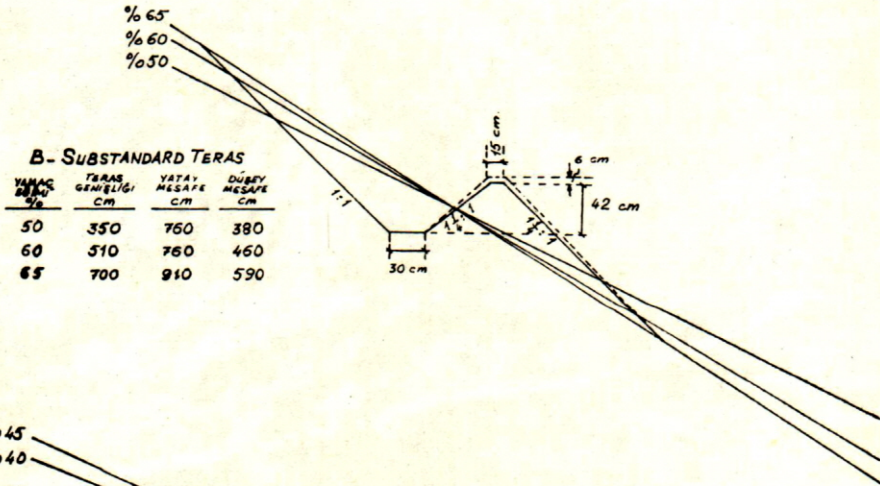
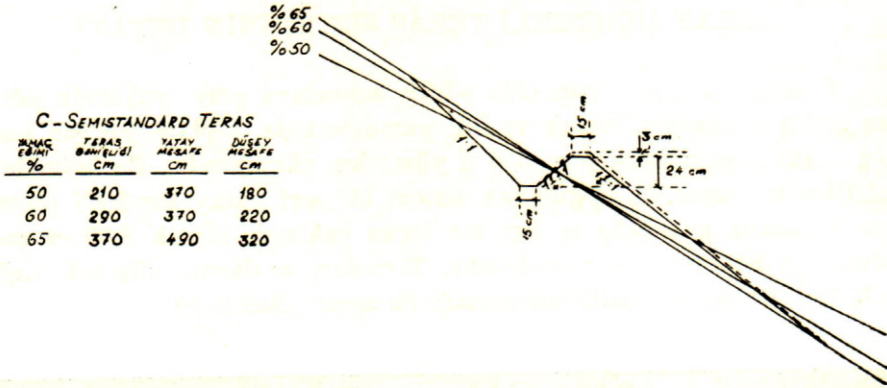
YATAY HENDEKLİ TERAS SİSTEMİNİN DETAYI

Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, yukarıda adı geçen yağış havzasının çıplak ve dik yamaçlarında, toplam yağışın sadece 1/4 ü absorbe edilmekte ve 3/4 ü yüzeyden akmaktadır. Bu bölgede geliştirilen ve başarıyla uygulanan sistem bir seri yatay hendekli teraslardan meydana gelmekte ve her bir teras yaklaşık olarak 8.00 er metre uzunlukta bölmelere ayrılmaktadır. Teraslar, aralarına düşecek yağışın %75 ini tutabilecek kadar bir mesafe ile açılır (Resim 2).



Resim 2 — Yatay hendekli terasların tamamlanmasında çalışan işçiler. Tesviye eğrilerine paralel hendekler, ayırma setleri vasıtasıyla çok sayıda depolama ünitelerine bölünür.

Bu sistem, suyun ayrı ayrı küçük bölmelerde toplanmasını ve bir bölmeden diğerine hareketini mümkün kılar. Suyun bu şekilde toplanması ve hareketi, hendek eksenine dik istihamette ve 6.00-12.00 m. aralıklarla yerleştirilen alçak setler vasıtasıyla temin edilir.



Not: Genişlik ve mesafeler en yakın 10 cm'ye tamamlanmıştır.

0 0,5 1,0 m.

Şekil 1 — Değişik yamaç eğimlerinde teras ölçüleri.

Böylelikle her bir hendek, çok sayıda depolama ünitelerinden meydana gelmektedir. Bu dengeleme setleri, terasın dış duvarı seviyesinden 10 cm. kadar daha alçak olup, suyun, hendek dış duvarını aşmadan bölmeden bölmeye aksamasına fırsat verir. Bu tedbir sayesinde, çığırlardan gelecek fazla miktarda yüzeysel akışın, hendeğin komşu bölmelerine intikal ederek absorbe edilmesi mümkün olur. Aynı zamanda hendek boyunca suyun azar azar sık bitki örtüsü ile kaplı veya kayalık yerlere, yahut da daha büyük su depolama yerlerine akıtılması imkân dahilindedir.

YATAY HENDEKLİ TERAS TİPLERİ

Standard bir yatay hendekli terasta kazı ve dolduru şevlerinin azaraber, dağlık mıntikalarda çok değişik toprak ve meyillerle karşılaşıldığından, bütün şartlarda uygulanabilecek tek bir teras tipi bulunamamıştır. Aşağıdaki yatay hendekli teras tipleri, Utah eyaletinin kuzey bölgelerinde değişik şartlara göre uygulanmakta ve selerin önlenmesinde başarılı sonuçlar alınmaktadır:

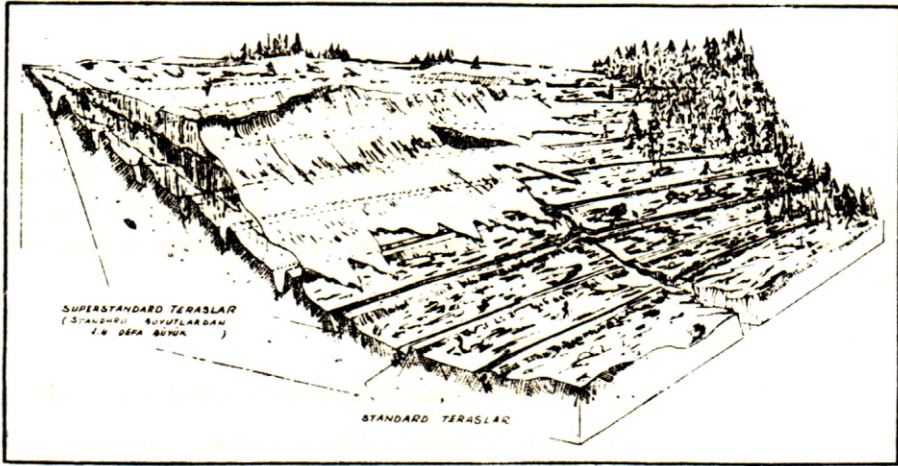
I — STANDARD TERAS

Standard bir yatay hendekli terasta kazı ve dolduru şevlerinin azamî eğimi $1 \frac{1}{2} : 1$ dir. Hendekler arası yatay mesafenin yaklaşık olarak 7.50 m. olduğu düşünülürse, 50 mm. lik bir yağışın %75 i hendek tarafından tutulur ve hendek, dış doldurucu seviyesinin 6 cm. altına kadar dolar (Şekil 1A). Dolduru şevinin eğimi %15 ise hendek derinliği 43 cm. olur. Bu özellikteki yatay hendekli terasları, eğimi %40 a kadar olan yamaçlarda yapmak mümkündür. Bu takdirde, sağanak halindeki şiddetli yağışlardan meydana gelecek yüzeysel akışa karşı yeterli bir koruyucu tesir icra ederler. Ayrıca kazı ve dolduru yüzeylerinin dayanıklı oluşu, yapının ve tesirlerinin uzun ömürlü olmasını sağlar.

Standard teraslar, 7.50 m. aralıkla dizildikleri ve dolduru ayakları kaya, çalı veya kütüklerle tahkim edildiği takdirde, eğimi %45 olan yamaçlarda da kullanılabilir. Dolduru ayaklarının bu şekilde tahkimi, doldurunun bir alttaki hendeğe akmasını önlemekle birlikte, el işini fazlasıyla arttırır. Eğer hendek aralıkları 9.00 m. yapılırsa, dolduru ayaklarının bu şekilde tahkimine lüzum kalmaz. Bu ikinci durumda hendek, 50 mm. lik bir yağıştan sonra, dolduru seviyesinin 3 cm. altına kadar su ile dolar.

II — SUPERSTANDARD TERAS

Superstandard yatay hendekli terasta kazı ve dolduru sevlerininin eğimi ve bu terasların yapılış tarzı, standard terasın aynıdır. Değişiklik sadece, akışın beklendiği sahanın boyutlarına bağlı olarak, kapasitenin 2-10 defa arttırılmış olmasıdır. Bu büyük boy terasların kullanılış sebepleri şunlardır;



Şekil 2. İlkbahar sonlarında teraslar üzerindeki kar durumu.

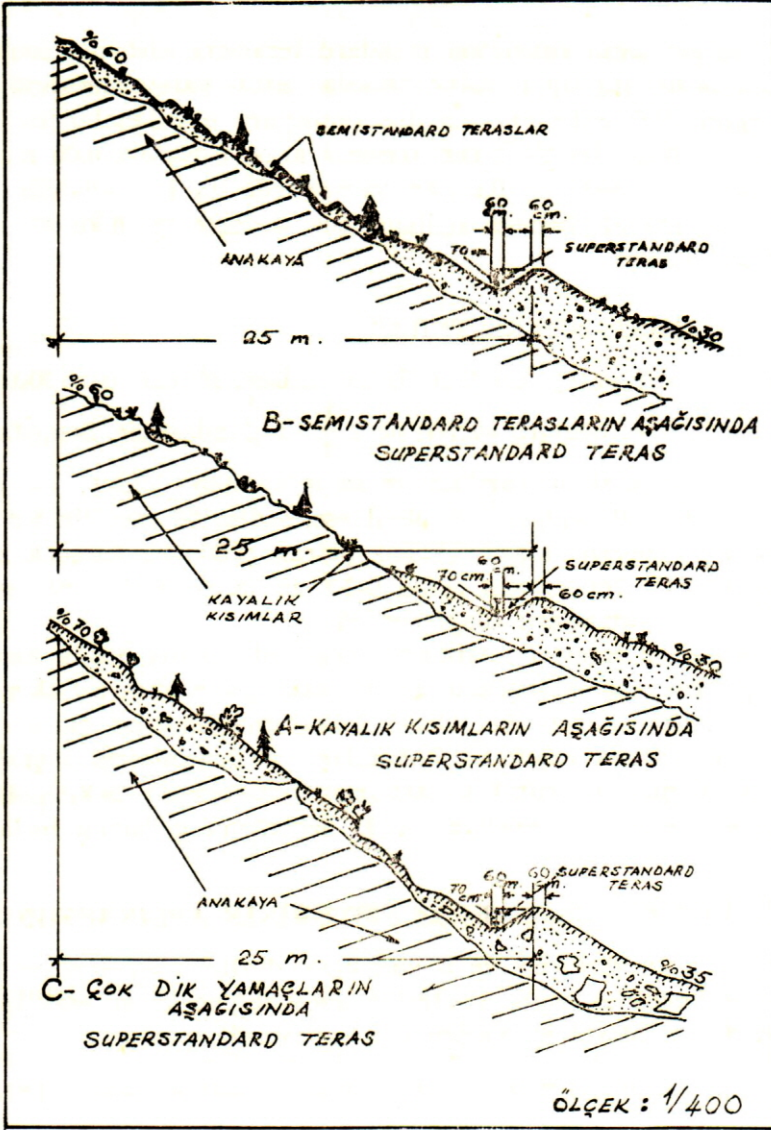
1 — Büyük kar yığınlarının erimesinden meydana gelecek yüzeysel akış, 1000-5000 mm. lik bir yağışa tekabül eder. Bu erime, normal kapasiteli terasları tahrip etmeğe yetecek derecede hızlı olur ve bozulan teraslar, şiddetli yaz yağmurlarında herhangi bir fayda sağlamazlar. Superstandard teraslar bu tehlikeyi giderir (Şekil 2).

2 — Kayalık arazide teşekkül edecek sellere karşı koyabilmek için, superstandard teraslara ihtiyaç vardır (Şekil 3.A).

3 — Semistandard terasların yapılış olduğu dik yamaçların aşağı kısımlarında veya yamaç dikliğinin herhangi bir mekanik tedbire imkân vermediği yerlerde teşekkül edecek yüzeysel akışa, superstandard teraslar mâni olur (Şekil 3.B-C).

Kazı ve doldurunun fazlalığı ve bu sebeple erozyon tehlikesinin artması dikkate alınarak, superstandard teraslar imkân nisbetinde eğimi %30 u aşmayan yamaçlarda yapılmalıdır. Terasın bir veya bazen her iki ucu, sık çalı desteleri, kütük v.b. ile kapatılmalı, yahut da absorbe ka-

pasitesini aşan az miktarda suyun emniyetle akıtılabileceği küçük su tutma çukurları ile son bulmalıdır.



Şekil 3 — Özel yamaç şartlarında superstandard teraslar.

III — SUBSTANDARD TERAS

Substandard yatay hendekli terasta kazı şevleri 1 : 1 ve dolduru şevleri $1 \frac{1}{4}$: 1 eğimli yapılır. Dolduru üst yüzünün genişliği sadece 15 cm. kadardır ve hendeğin kapasitesi standard teraslara nisbeten önemli derecede küçüktür. Bu tip teraslar, teraslar arası yatay mesafeyi arttırmadan, eğimi %60 a kadar olan dik yamaçlara uygulanabilirler (Şekil 1.B). Teorik olarak bu tip teras, teraslar arası mesafeyi 9.00 m. ye çıkarmak suretiyle, eğimi %65 olan yamaçlarda da kullanılabilir. Fakat böylesine dik arazide hendek açılması çok zorlaşır ve imkânsız olmasa bile pratik değildir.

IV — SEMİSTANDARD TERAS

Semistandard yatay hendekli teras sadece 24 cm. derinlikte olup, kazı şevleri 1 : 1 ve dolduru şevleri de $1 \frac{1}{4}$: 1 eğimindedir. Semistandard teraslar, 3.60 m. aralıkla yapıldığı ve su seviyesinin dolduru üst seviyesinden 6 cm. aşağıda kalacağı düşünülürse, saatte 50 mm. lik bir yağıştan beklenen yüzeysel akışın yaklaşık olarak %50 sini tutacak kapasitededir (Şekil 1.C). Bu teraslar eğimi %50 nin üzerinde olan dik, sıg top raklı ve kayalık yamaçlara adapte edilebilir.

Semistandard teraslar, standard teraslardan daha düşük kapasiteli olmakla beraber, normal yağışlardan meydana gelen yüzeysel akışı ve en şiddetli sağanaklarda teşekkül edecek selleri önleyebilirler. Bu tip terasların dik yamaçlarda yapılması, tohumların çimlenebileceği toprağı tesbit etmesi ve toprağın rutubet şartlarını iyileştirmesi bakımından uygundur. Bu suretle, koruyucu bir bitki örtüsünün gelişmesi hızlandırılmış olur.

YATAY HENDEKLİ TERAS SİSTEMİNİN APLİKASYONU

Dere akışının tarihçesi ve bunun ilgilendirdiği ekonomik ve sosyal değerler incelendikten sonra kontrolün gerekliliğine karar verilince, sistemin belirli bir sahaya aplikasyonu şu safhalarda yapılır;

- 1 — Sellerin orijin ve sebeplerini ortaya çıkarmak üzere havza analizi,
- 2 — Kontrol plânını etkileyecek fizikî faktörlerin analizi,
- 3 — Kontrol plânının geliştirilmesi ve uygulanması,
- 4 — Kontrol altına alınan araziye vejetasyonun getirilmesi.

KONTROLUN TATBİK İMKÂNI

AKIŞIN TARİHÇESİ

Bir sel deresindeki akışın tarihçesi, mümkün olduğu kadar sıhhat ve dikkatle araştırılıp ortaya çıkarılmalıdır. Bu sayede, insanların o bölgeye yerleşmesinden sonra dere tabiatında meydana gelen değişikliği anlamak mümkün olur. Ayrıca, bölgede sellerin tabii bir tezahür olarak mı devam edegeldiği, yoksa insanların yerleşmesinden sonra mı görülmeğe başladığı hususu da aydınlığa kavuşur. Seller ve çamurlu seller insanların bölgeye yerleşmesinden itibaren sık sık vuku bulmuşsa, bu husus bölge halkından tahkik edilebilir ve söylenenlerin gerçeğe uygunluk derecesi, lokal şartların incelenmesiyle anlaşılabilir. Meselâ dere boyunda mevcut bina, çiftlik arazisi, elektrik ve sulama tesisleri v.b. nin hasar görmemiş olması, bunların tesislerinden bu yana o muntıkada zararlı sellerin vuku bulmadığını gösterir. Diğer taraftan bu kültürel tesislerin son zamanlarda sellerden esaslı şekilde zarar görmüş olmaları, şimdiye kadar havzanın dere akış karakterini kontrol altında tutan faktörlerde bir değişme olduğuna delâlet eder.

Dere akışının tarihçesi, yakın bir jeolojik geçmişe dayandırılabilir. Bu, deltalarda ve derenin meydana getirdiği alluvial sahalarda biriken materyalin karakterini ve çeşidini incelemekle mümkündür. Eğer buradaki materyal ve bölgede yaşayanların anlattıkları, sellerin o bölgede normal olarak her zaman vuku bulduğunu gösteriyorsa, bu takdirde kontrol için alınabilecek tesirli tedbirler mahduttur. Buna mukabil, toplanan bilgiler, bölgeye insanların yerleşmesine ve hatta bundan birkaç yıl sonrasına kadar bölgede sel vukuunun ender rastlanan bir hadise olduğunu gösteriyorsa, bu takdirde kontrol tedbirleri alınabilir.

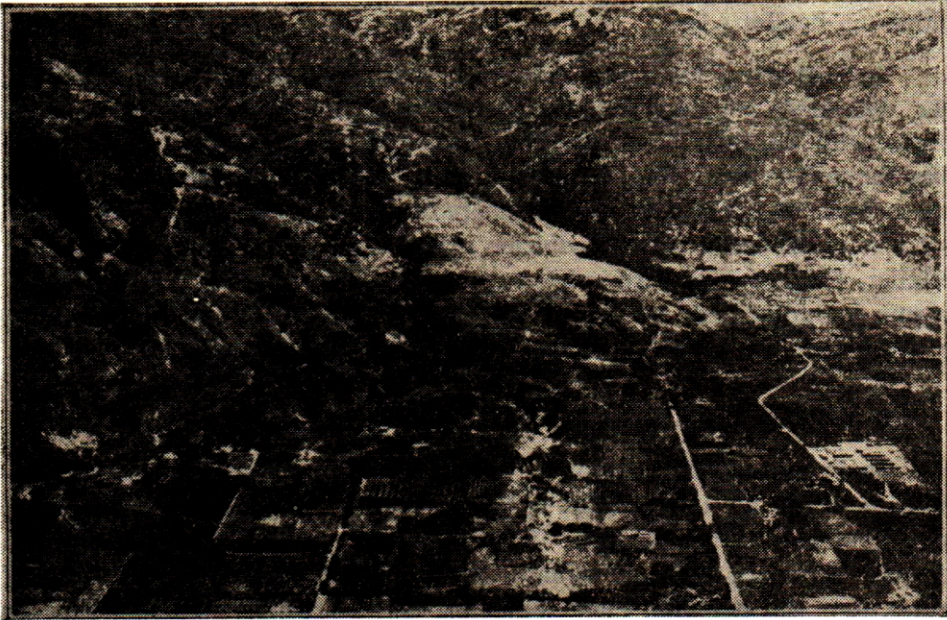
KONTROLUN EKONOMİK YÖNÜ

Geniş havzalarda erozyonun mekanik tedbirlerle kontrol altına alınması masraflı bir iştir. Fakat sellerin ve bunların doğuracağı ekonomik ve sosyal zararların önlenmesi ihtiyacı, bu işin yapılmasını zorunlu kılar. Orman Teşkilâtı, korunan sahada hektar başına 60-125 dolar⁽¹⁾ masraf gerektiren bu sistemin uygulanmasını, bu masrafı haklı gösterebilecek derecede önemli sel bölgelerine inhisar ettirmiştir. Muhakkak ki bu kontrol masrafları, bir projenin uygunluğuna karar verilirken, sabit bir esas

(1) Masraf, 1937 rayicine göreler.

olarak düşünülemez. Her kontrol programı kendi çerçevesinde ve kendi şartlarına göre değerlendirilmelidir.

Birçok hallerde selin tehdit ettiği yerleşme muhitlerindeki yatırımların emniyet altına alınması, ayrıca sulama ve enerji tesisleri için akışın düzenlenmesi ihtiyacı, sel sularının -masraf ne olursa olsun- kontrolunu zaruri kılar (Resim 3). Bazı yerlerde günlük ihtiyaçlar, endüstri ve tarım alanlarında kullanılacak suyun değeri, aynı suyun, geldiği toplanma havzasında ifade ettiği değerden 10-100 defa daha fazladır. Bunun yanı sıra toprak civar yerleşme mukitlerinin devamlılığını sağlayan faktörlerin en önemlilerinden biridir. Toprak, bu bölgede fayda temin edilen hayvan yemi, kereste, su veriminin kalitesi, oyun ve dinlenme gibi birçok hususları doğrudan doğruya veya dolayısıyla etkiler. Temel unsur olan toprağın binlerce yılda teşekkül ettiği ve dik yamaçlardan sür'atle akıp gittiği düşünülürse, kritik sahalarda kontrol tedbirlerinin uygulanması gereği ortaya çıkar.

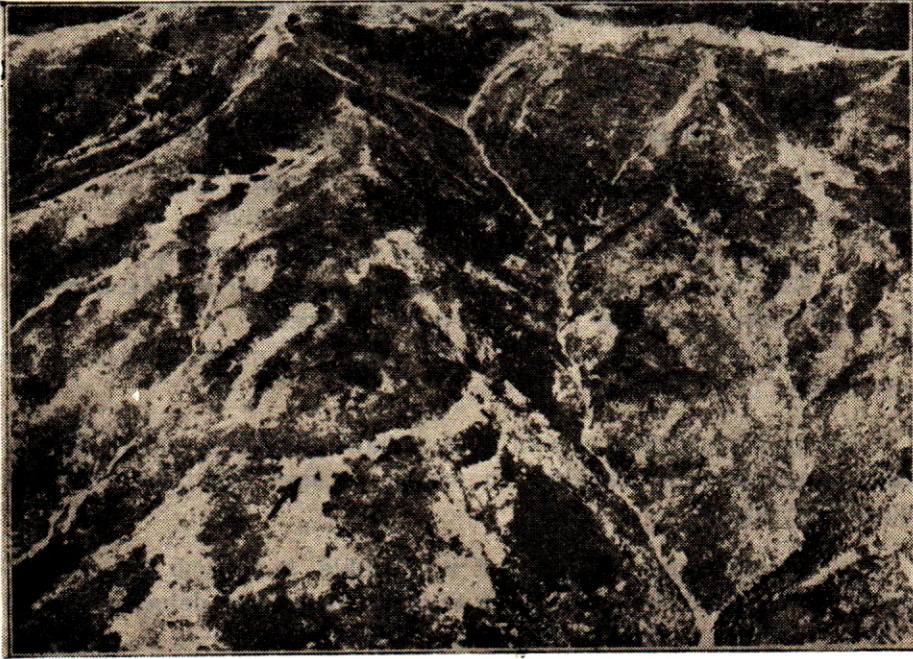


Resim 3 — Vadideki yerleşme muhitlerinin havza ile yakın ilişkisi. Dağlardaki bitki örtüsünün -küçük adalar halinde bile olsa- tahribi, sellerin teşekkülüne sebep olabilir.

YAĞIŞ HAVZASININ İNCELENMESİ

SEL SEBEPLERİNİN TESBİTİ

Taşkın ve sellerin, normal akış karakterinden esaslı bir ayrılma sonucu meydana geldiği tesbit edilmişse, bu, civardaki havzada kritik bir durumun mevcudiyetine işarettir. Sellerin teşekkül sebeplerinin tesbitinde ilk adım, sel sularının başlangıç noktasının bulunmasıdır. Kanyonlarda açılmış derin yarınların başlangıçları, aşağı yukarı istisnasız olarak, aşırı bir yüzeysel akışın meydana geldiği sahalara uzanır. Bu sahalarda umumiyetle iyi bir bitki örtüsüne sahip havzalarda nokta veya adalar halinde bulunurlar. Yüksek rakımlardan doğan düzenli akarsulara sahip yağış havzalarında, bu adalar bütün sahanın %2 si kadar büyüklükte olurlar ve bu nisbet genellikle %10 u geçmez (Resim 4-5).



Resim 4 — Dik yamaçlardaki derin oyuntular, çıplak erozyon saharlarından başlar. Okla işaretli yer böyle bir «Erozyon adası»dır. Bazı çıplak yerlerde teraslandırma göze çarpmaktadır.



Resim 5 — Resim 4 deki okla işaretli «erozyon adası» nın yakından görünüşü

Bu «erozyon adaları» nın özelliklerini şöylece sıralıyabiliriz;

- 1 — İyi bir bitki örtüsüne sahip civar sahalara nisbetle, şiddetli tahrip görmüş veya tamamen yok olmuş bir bitki örtüsü,
- 2 — Komşu sahalardakine benzer bir organik toprağın yokluğu,
- 3 — Kısa mesafelerde birleşerek büyük yarıntılar meydana getiren sık ve çok fazla sayıda sığ yarıntılarının mevcudiyeti,
- 4 — Köklerinin bir kısmı ile birlikte çıplak toprak seviyesinin üstünde kalmış bitki kümeleri.

Erozyon adaları tabir olunan böyle sahalarda genellikle zararlı bir faydalanmanın şaşmaz delilleridir. Bu mevzî ve aşırı tüketime tesir eden hususlar şunlardır:

- 1 — Vejetasyonun tabiatı (ot ve çalılıkla kaplı açık sahalarda, sık ağaçlık ve ağaçlarla kaplı sahalara nisbetle otlatmaya daha müsaittir),
- 2 — Hayvan sulama yerlerinin mevcudiyeti,
- 3 — Büyük baş hayvanların ve koyunların yaşama ve barınmalarına müsait topografik hususiyetler,
- 4 — Vejetasyon mevsiminin kısalığı ve hayvanların fazla çiğneme-leri neticesi çıplaklaşan ve kar yığılmasına müsait kısımlar.

KONTROLU ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ

YAĞIŞ

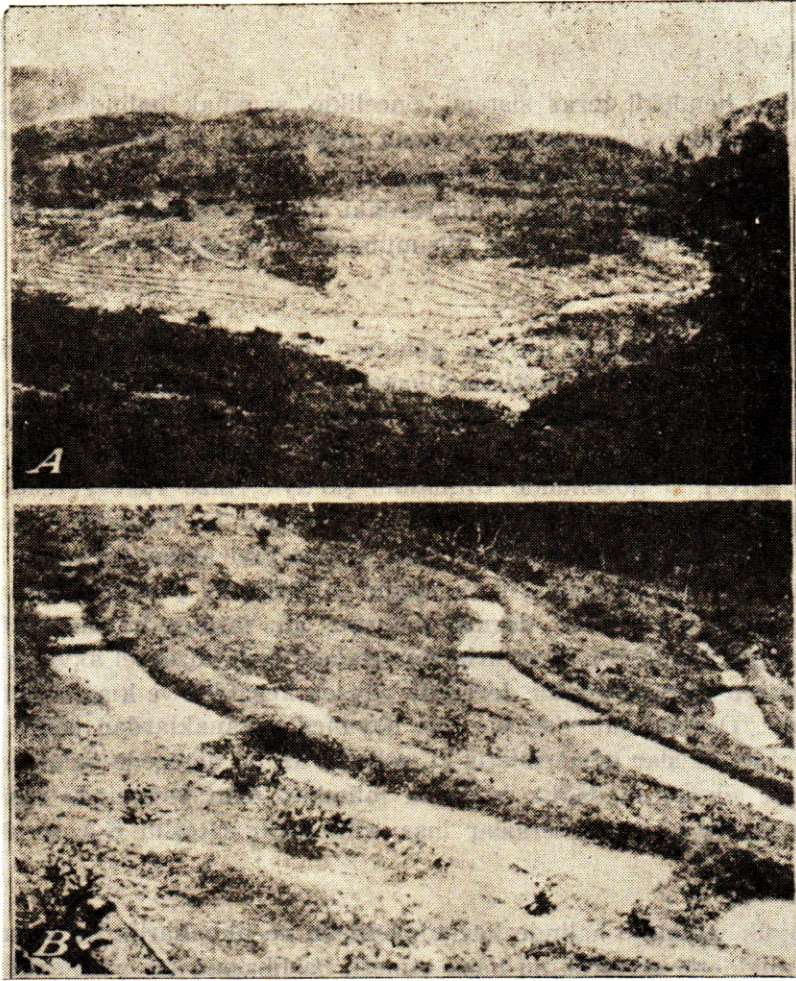
Yatay hendekli teras sistemi, öncelikle, sağanak halindeki yağışlar esnasında çıplak yamaçlarda meydana gelecek sel sularını önlemek gayesiyle düşünülmüştür. Fakat teraslar aynı zamanda sür'atle eriyen karlardan meydana gelecek fazla miktardaki suyun doğurabileceği ciddi zararları da önliyebilecek şekilde düşünülmeli ve yapılmalıdır.

A) Yağmur:

Kontrol tedbirlerine ihtiyaç gösteren birçok mıntıklalarda yağışla ilgili tesbit ve kayıtlara rastlanamayacağı tabiidir. Böyle hallerde en yakın meteoroloji istasyonunun kayıtlarından istifade etmek mümkündür. Bu kayıtlar, yağmurun dağlık mıntıklarda ovalara nisbetle daha fazla olacağı gerçeğini gözönünde tutmamız şartıyla, bize rehber olabilirler. Adı geçen bölgede yapılan denemeler göstermiştir ki, hendeklerin, saatte 50 mm. lik bir yağıştan teşekkül edecek yüzeysel akışın en az %75 ini tutabilecek boyutta yapılması, en uygun şekildir. Bu şartlara uygun olarak yapılacak bir hendek, normal yağışlar için fazlaca büyüktür. Fakat şunu da unutmamalıdır ki zararlı sonuçlanan aşırı yüzeysel akışları meydana getiren yağışlar, nadir derecede yüksek kesafetli ve kısa süreli yağmurlardır. Davis County'de bir yaz boyunca sağanaklardan sonra ölçülen yüzeysel akışlar göstermiştir ki, sellerin azamî derecede önlenmesi isteniyorsa, adı geçen dağlık bölgenin mümkün olan yerlerinde standard boyutlu yatay hendekli teraslar inşa edilmelidir (Resim 6-A ve 6-B).

B) K a r :

Büyük yığınlar halinde kar toplanması ve ilkbaharda bu yığınların 1-3 ay müddetle eriyerek su hâsil etmesi, başlıbaşına bir problemdir. Bu problem, bitki örtüsünün azalması veya yokolması sebebiyle sel tehlikesine maruz bulunan yerlerde özellikle önem kazanır. Böyle yerlerde sel tehlikesi, yazın sağanak yağışlardan hasıl olacak yüzeysel akışları önlemek için gereken boyuttan daha büyük boyutta teraslar yapılması suretiyle karşılanmalıdır. Eriyen kardan hâsil olan suyun hendek boyunca dengeleme setlerinden bitişik bölmelere aksamasını ve absorbe edilmesini mümkün kılan, standard ölçülere uygun super hendekler (Şekil 2) de gösterilmiştir.



Resim 6 A — Yarım saat süreli bir sağanaktan sonra 30 mm. lik yağışın doldurduğu hendekler. (B) %30 eğimli bir yamaçta suyu tutan hendeklerin yakından görünüşü.

Kar probleminin tabiatı ve yaygınlığı, ancak, akışların başlamasından sonra kritik sahalara sık sık yapılacak ziyaretlerle anlaşılabilir. Bu safha, programın plânlanmasında büyük önem taşır. Çünkü, kar yığılmasına maruz sahalarda inşa edilen hendekler, ilkbahardaki yüzeysel akışlardan öylesine zarar görürler ki, şiddetli yaz yağmurlarından teşek-

kül edecek sellerin önlenmesi hususunda artık bu hendeklerden bir fayda beklenemez (Resim 7).



Resim 7 — Kar sularının tahrip ettiği hendekler. Bu tahrip, hendeklerin dikkatli yapılmasıyla önenebilir.

TOPRAK

Genellikle, buldozer, treyler veya sabanla işlenebilecek toprağa sahip arazi, teraslandırılmağa müsaittir. Ana kaya üzerinde 30-45 cm. derinliğinde toprak mevcut olan arazinin teraslandırılması başarıyla yapılabilir. Bu toprak derinliğine sahip arazinin teraslandırılmasında, bitki yetişmesine uygun olmayan ve pratik olarak teras yapımı için gerekli stabiliteden mahrum bulunan verimsiz alt tabaka toprağına da dokunulmamış olur. Her çalışma sahasında toprağın tabiatını ve derinliğini anlamak üzere, özel veya uygun bir aletle ve gelişi güzel aralıklarla deneme çukurları açılmalıdır. Hatta gerekirse birkaç kısa deneme terasının elle yapılması ve bunun, mevcut toprak ve eğim şartlarına kış boyunca dayanıp dayanamayacağını kontrolü tavsiyeye değer.

FİZYOGRAFİ

Ya'ay hendekli teraslarla kontrol sistemi, özellikle eğim münasebetlerinin %20 - %60 arasında değiştiği, 2000-~~6400~~ m. yükseklikteki dik
3000

havzalar için geliştirilmiştir. Bununla beraber, yeteri kadar toprak derinliğinin mevcut bulunduğu ve eğimin müsait olduğu her fizyografik şartta, bu sistemi uygulamak mümkündür.

KONTROL PLÂNININ GELİŞTİRİLMESİ

GEREKLİ KROKİ

Her bölge için bir iş kontrol plânı, programı yürütecek teknisyen tarafından arazide tanzim edilmelidir. Her plân, (Şekil 4) de gösterildiği gibi, çalışma sahasının büyük ölçekli bir krokisini ihtiva edecektir. Bu krokide, aşağıdaki hususların belirtilmesi gerekir:

- 1 — Çalışma sahasının drenaj sınırı,
- 2 — Çalışma sahası dahilindeki - yüzeysel akış şartları uygun olan veya kontrole ihtiyaç gösteren - bütün bölgelerin sınırları,
- 3 — Yüzeysel akış üzerine hızlandırıcı veya yavaşlatıcı bir etki yapabilecek kar yığını, kaya gibi fizik özellikler ve yerleri,
- 4 — Yarıntılarının yerleri ve lüzumlu tedbirler,
- 5 — Her bölgede inşa edilecek teras tipi.

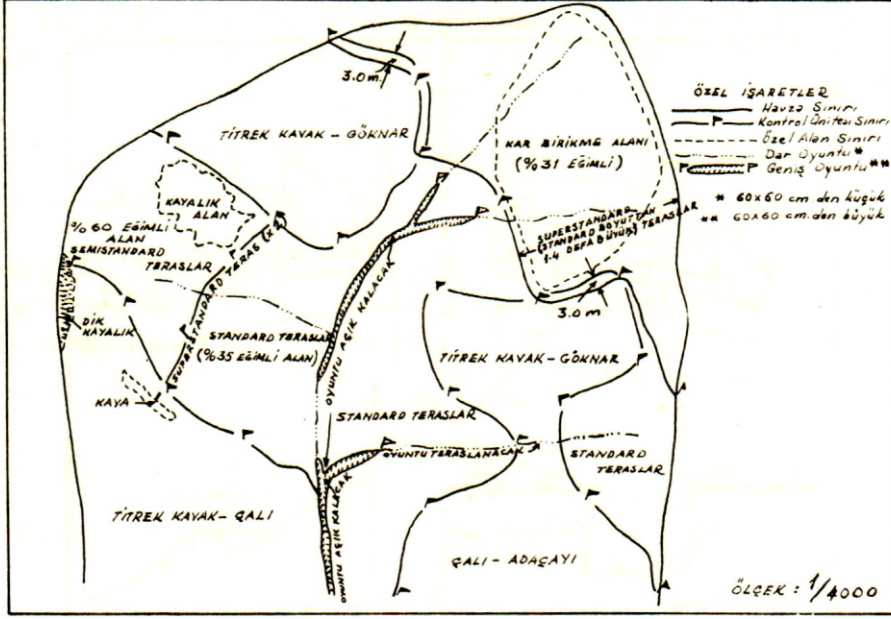
Şekil 5, iş plânının belli bir bölgeye uygulanmasını göstermektedir.

Gerekli hususların anlaşılabilmesi maksadıyla, kroki ölçeğinin 1/5000 den daha küçük olmaması gerekir. Çalışmayı yürütecek teknik elemanın krokiden faydalanmasını kolaylaştırmak üzere çalışma sahası üzerine, bölgelerin sınırlarını, hendek açılacak oyuntu kısımlarını ve özel teras tiplerinin yerlerini bayraklarla işaretlemek iyi olur. Ayrıca, işin yapılmasında kullanılacak malzeme, çalışma sahasına ulaşım yolları ve işin tamamlanması için gerekli tahmini zaman, bir liste halinde krokiye eklenmelidir.

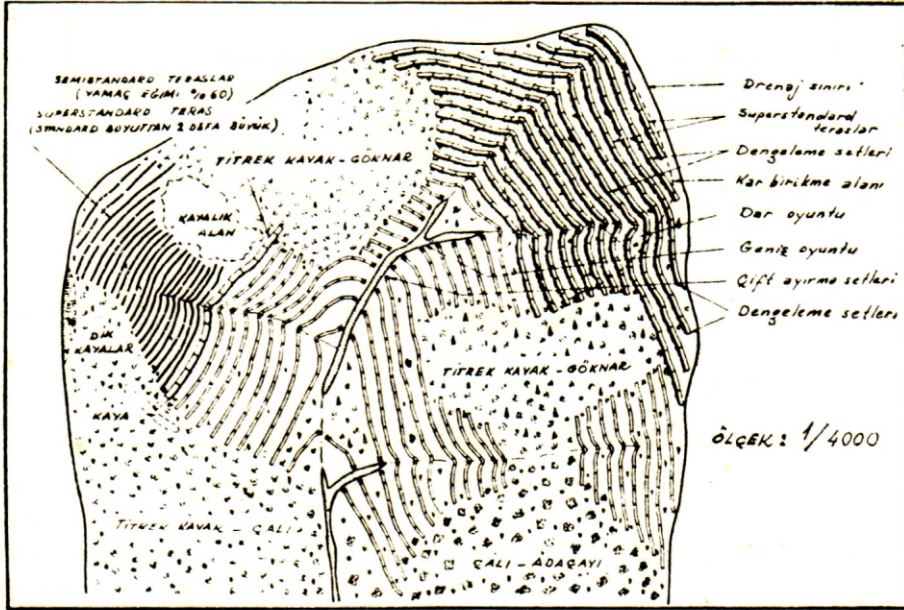
KONTROL PLÂNININ APLİKASYONU

GEREKLİ PERSONEL

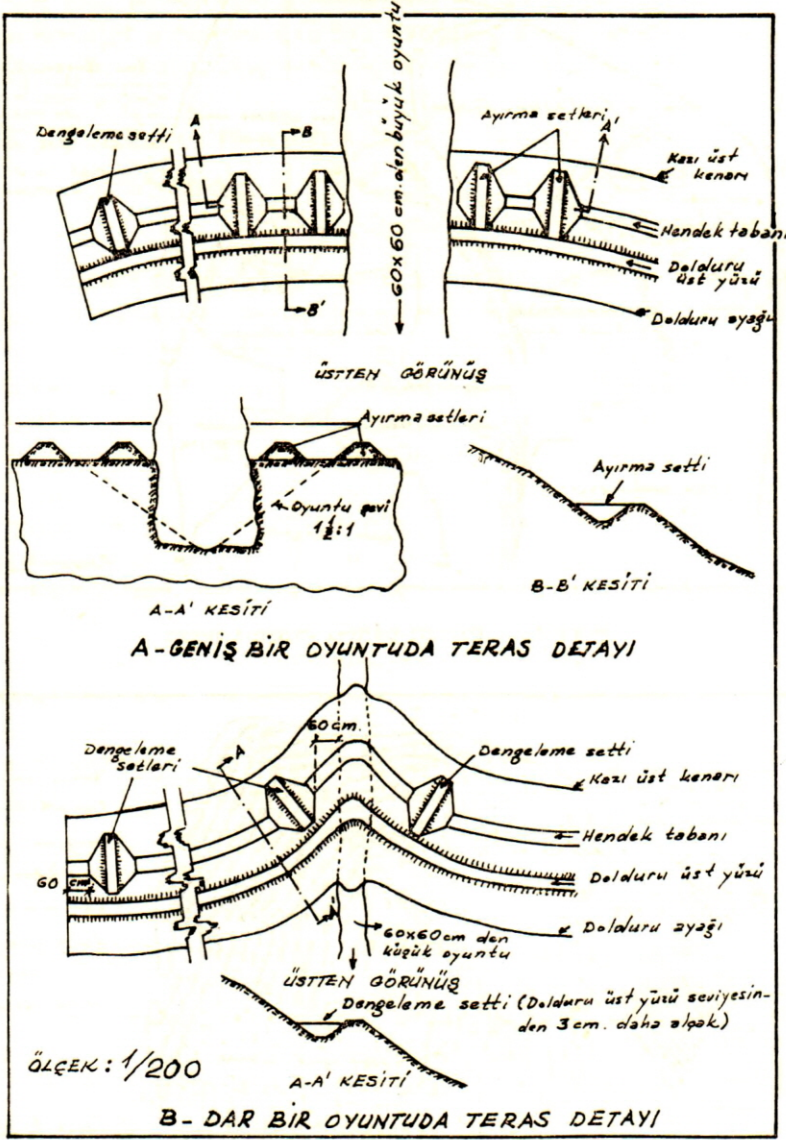
Yatay hendekli terasların inşasında, pratik bir çalışma gurubu teşkili için gerekli personel hususundaki tavsiyeler, tecrübeler, işin şekline ve eldeki teknik eleman imkânına dayanmaktadır. Tavsiye edilecek adam sayısı, bir treyler kullanılmasına ve traktör çalışmasına elverişli olmayan kısımların mevcudiyeti nisbetinde 1 veya 2 takım işçi çalıştırılmasına göre ayarlanmıştır.



Şekil 4 — Drenaj ünitesi çalışma plânı.



Şekil 5 — Drenaj ünitesi uygulama plânı.



Şekil 6 — Oyuntular üzerinde teras detayları.

A) Teknik İdareci:

Bu çalışma gurubu için en iyi sonuçları elde edecek teknik idareciler, bir mühendis-teknisyen ve iki formenden teşekkül eder. Bunlar, bütün

zamanlarını bu işe harcayacaklardır. Mühendis-teknisyen, işin bütün sorumluluğunu yüklenebilecek yeterlikte, orman ve mer'a bitkileri ve pratik erozyon problemleri hususunda bilgi ve tecrübe sahibi olmalıdır. Alelâde şartlar altında hızla akan suyun idaresi, güç bir iştir ve bu işin genellikle yapıldığı dik ve çıplak yamaçlarda güçlükler artar. Bu sebeple, plânın bütün safhalarında yeterli bir kontrole ihtiyaç vardır.

B) Sorumluluğun Paylaşılması:

Sorumluluğun teknik idareciler arasında paylaşılmasının, işin en ekonomik ve en tatmin edici şekilde sonuçlanmasında büyük rol oynadığı muhakkaktır. Mühendis-teknisyenin sorumlulukları, kontrol programını plânlaştırmak, formeni murakabe ve yapılan işi teftiş etmek, istenen duruma getirilen her iş ünitesinin kabulünü yapmaktır. Formenlerin sorumluluğu, çalışma plânının yerine getirilmesi sırasında makinaların ve işin murakabesi olacaktır.

Formenlerden birisi işçilerin başına verilmeli, diğeri de treylerin çalışmasını murakabe ile görevlendirilmelidir. Bu şekilde iş bölümü ekonomiktir. Çünkü makinanın muhtelif noktalarda tesviye hattından ayrılması, hendekleri kısa veya sathî açması, büyük yarınıtları doldurup düzeltmeden geçmesi gibi hallerde işin tamamlanması, aşırı bir el emeğine ihtiyaç gösterir. Makinaların bir formen tarafından dikkatle murakabe edilmesi, daha sonra 20-30 işçinin çalışmasını gerektirebilecek ilâve işlerin ortadan kaldırılmasını sağlayacaktır. Traktör operatörlerinin tecrübe kazanmasından ve bu işin ne maksatla yapıldığını iyice kavramasından sonra, sıkı bir murakabeye ihtiyaç kalmayacağı tabiidir.

C) İş ve Görevler:

İşçilerin aşağıdaki şekilde guruplara ayrılarak görevlendirilmeleri pratik ve uygundur:

1 — Ölçme ekibi; 1 meyil ölçücü, 1 miracı, 1 kazıkcı.

Bu ekibin görevi, kazı hattını gösteren kazıkları ve düzeltme işinde işçilere kılavuz olacak seviye kazıklarını yerlerine çakmaktır.

2 — Traktör ekibi; 1 operatör, 1 yardımcı.

Bu ekibin görevi, sonradan el işine imkân nisbetinde lüzum göstermeyecek şekilde terasları itinayla açmaktır.

3 — Pulluk ekibi; 1 pullukcu, 2 yardımcı, 2 hendek açıcı, 2 at bakıcısı.

4 — Tamamlama ekibi; 30 kişi.

5 — Yük arabası sürücüsü.

GEREKLİ MALZEME

Yukarıda adı geçen ekiplerin ihtiyacı olan malzeme şunlardır:

1 — Ölçme malzemesi; 1 nivo, 2 klizimetre, 1 mira, 1 nacak, 1 kazık torbası, 1 şev şablonu veya kalıp, 1000 kadar kazık.

2 — Traktör; 55 B.G. takatinde paletli ve önde ayarlanabilen bıçağı bulunan bir traktör (trail-builder).

3 — Pulluk ekibi malzemesi; 2 çift at, 2 koşum takımı, 2 adet 30 cm. lik çevrilebilir kulaklı pulluk, 2 adet 120 cm. bıçaklı hendek açıcı, 8 çekme zinciri, 2 takım çekme ağacı, 4 çekme (bağlantı) demiri, 3 adet 60 cm. uzunlukta 3/8 inçlik zincir.

4 — Tamamlama ekibi malzemesi; 30 kürek, 6 kazma, 1 alet kutusu.

5 — Traktör yakıtı, yağ ve diğer malzeme için bir yük arabası.

YATAY HENDEKLİ TERASLARIN YAPILMASI

Yatay hendekli terasların yapılması, dört kademedede gerçekleştirilir;

1 — Teras yerlerinin tesbiti

2 — Terasların açılması

3 — Tamamlama

4 — Denetleme

TERAS YERLERİNİN TESBİTİ

Hazırlanan plânın araziye uygulanması işinde bazı hususlar, işin yüksek bir standarda uygun şekilde tamamlanabilmesini sağlamak bakımından, özel bir dikkati gerektirir. Bu hususlar, seviye kazıklarının yerleştirilmesi, değişik meyil şartlarına göre yatay aralıkların ayarlanması, oyuntuları geçerken -sonradan çıkacak lüzumsuz el emeğinden kurtulmak üzere - kazıkların uygun şekilde çakılması gibi işlerdir.

1) Seviye Kazıklarının Yerleştirilmesi

Seviye kazıklarının ilk teras için yerleştirilmesine, kısmen veya tamamen açılmış hendeklerin malzeme taşınması v.b. sebeplerle çığnenip bozulmaması maksadıyla, şantiyeye en uzak noktadan başlanır. İlk hendeğin tesviye hattı, birbirlerinden yaklaşık olarak 5.00 m. mesafede ve 60 cm.si toprak üstünde kalacak şekilde çakılacak kazıklarla belirtilip işaretlenmelidir. Bu kazıkların 5.00 m. den daha fazla mesafeyle çakılması halinde, hendeğin açılması sırasında kazıklar arasında tesviyenin bozulması tehlikesi vardır. Bu takdirde tesviyeyi sağlamak üzere fazladan el işçiliğine lüzum hasıl olur.

Yamaç ve toprak durumunun uniform olduğu yerlerde tesviye hattının tayini basit bir klizimetre ile yapılabilir. Çünkü bu şartlarda makinalar rahatça çalışabilmektedir. Bu çalışmayı güçleştiren kayalık yamaçlarda bir el klizimetresi kullanmak suretiyle yeteri kadar sıhhatli sonuç almak mümkün olur. Bu iş için Abney tipi klizimetre kullanmak kat'iyen doğru olmaz. Çünkü bu tip çok oynak olduğundan tesviye hattından önemli sapmalar olabilir.

İlk teras hattının kazıklarla belirtilmesinden sonra aynı işlem, müteakip teraslar için tekrarlanır. Yapılacak teras tipine uygun aralık, yamaç meylini de gözönünde bulundurmak suretiyle, (Şekil 1) de gösterildiği gibi seçilir. Yamaç meyli belli olunca, her terasın başlangıç noktası, bir önceki terasın altında veya üstünde belli düşey mesafeyi ölçmek suretiyle bulunur. Meselâ yamaçın meyli %30 ise, terasın bir öncekinden 7,50 m. yatay mesafede yerleştirilmesi için en uygun metod, aşağıya veya yukarıya doğru düşey istikamette 2,25 m. ölçmektir.

2) Yatay Mesafelerin Değişmesi

Teraslar, yamaç meyline göre tayin edilen yatay mesafelerle açıldıklarından, yamaç meylinin artması veya azalması ile birbirine daha yakın veya birbirinden daha uzak olurlar. İki teras arasındaki yatay mesafenin %25 oranında değiştirilmesini gerektirecek derecede yamaç meylinin artması veya azalması halinde, teras o noktada bırakılır ve yeterli yatay mesafeyi gerçekleştirecek kadar aşağıdan veya yukarıdan işe devam edilerek esasa uygunluk sağlanır. Yamaç eğiminin kısa bir mesafe içinde azaldığı ve dolayısıyla teras aralıklarının arttığı hallerde, teras aynen devam ettirilir. Fakat aralığın arttığı yere kısa bir ara teras ilâve edilir. Bu, bir önceki şekle nisbetle daha pratik bir yoldur.

3) Oyuntuların Geçilmesi

Terasların oyuntular üzerinde devam ettirilmesi veya oyuntunun iki yanında kesilmesi, geniş çapta teknisyenin dikkat ve düşüncesine bırakılmalıdır. Bununla beraber aşağıdaki esasları da gözönünde tutarak karar vermek faydalı olacaktır;

a) Baştan itibaren yamaç bitimine kadar, sonradan fazlaca el işine ihtiyaç göstermiyecek bütün oyuntular üzerinde, teras devam ettirilir. Normal olarak, derinlik ve genişliği 60 cm. yi aşmayan oyuntular üzerinde teras devam eder.

b) Derinlik ve genişliği 60 cm. yi aşan oyuntuların her iki yanında teras son bulur.

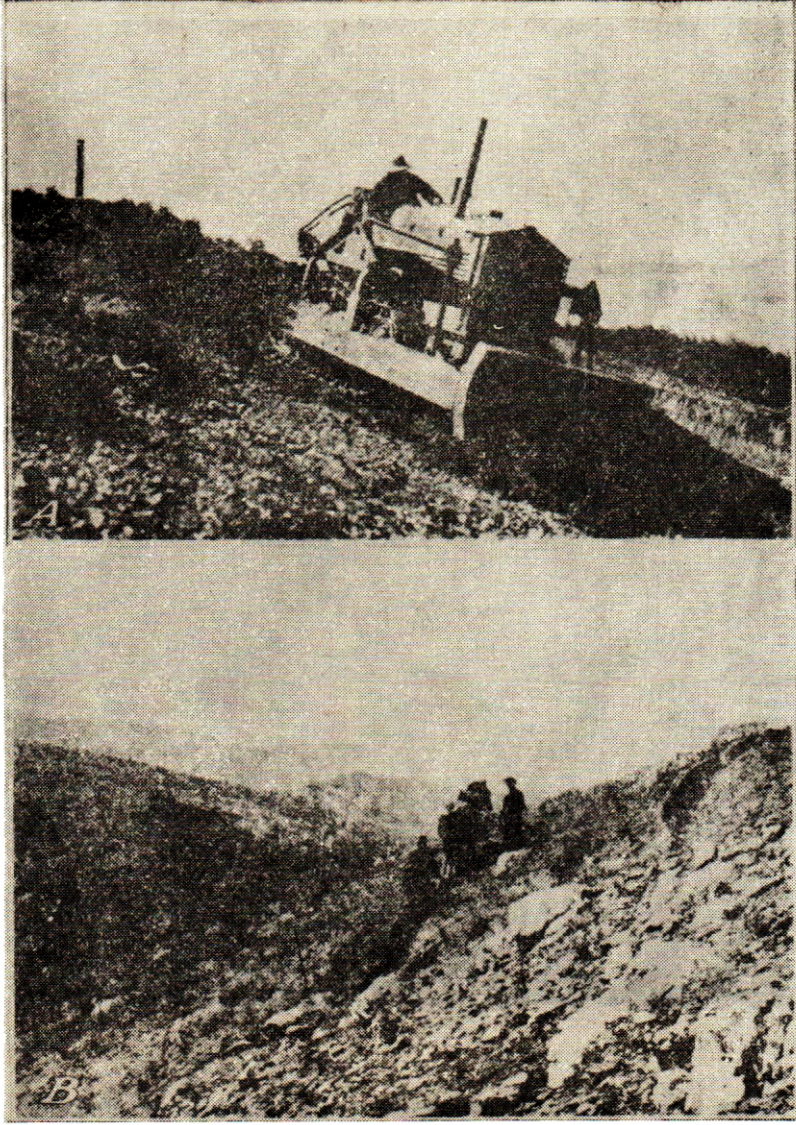
c) Birbiri peşisıra 3 terastan fazlası aynı oyuntunun iki yanında son buluyorsa, daha alttaki teraslar da artık bu oyuntu üzerinde devam ettirilemezler. Aksi halde, oyuntu müsait olsa bile, mesafeyle birlikte yüzey akışının da o kısımda artması ve aşağıdaki terasın depolama kapasitesini aşması, oyuntu üzerine gelen teras bölümünün tahribine sebep olur.

d) Oyuntular üzerinde terasın devam ettirilmesinde, oyuntunun her iki kenarına birer seviye kazığı ve oyuntu içine de, hendek taban seviyesinden 30 cm. yatay mesafede bir kazık çakılır. Oyuntu içine ve hendek seviyesinden yukarıya çakılan bu üçüncü kazık, oyuntu üzerinde teras açılırken makinanın tesviye hattından ayrılmasına ve üstteki doldurunun oyuntudan aşağıya akmasına mani olur.

TERAS HENDEKLERİNİN TRAIL-BUILDER'LE KAZILMASI

Teras hendeklerinin açılmasında en pratik ve en ekonomik metod, ağırlık merkezi aşağıda olan 55 B.G. takatinde bir traktör ve trail-builder kombinasyonu kullanmaktır. Bunlar, tecrübeli operatörler tarafından, eğimi %35-40 olan dik yamaçlarda bile kullanılabilirler. Bu çeşit bir makina, aşağı yukarı tamamlanmış hendeğe yakın genişlikte bir hendek açar ve dolayısıyla el işini asgariye indirir. Kazı toprağının büyük kısmını dolduru tarafına atar. Çalışma sahasına girmek kolaydır. Makinanın taşlı ve kayalık arazide çalışması mümkündür ve işçilerin yerinden oynatamayacağı büyük taşları, kayaları ve kütükleri kolayca söküp atabilir. Bununla beraber traktörler, eğimi %35-40 dan fazla olan yamaçlarda gerektiği gibi faydalı olamazlar. Oyuntulu arazide de, hendek yataylığını tam olarak devam ettirebilmek için gerekecek keskin dönüşleri yapamazlar.

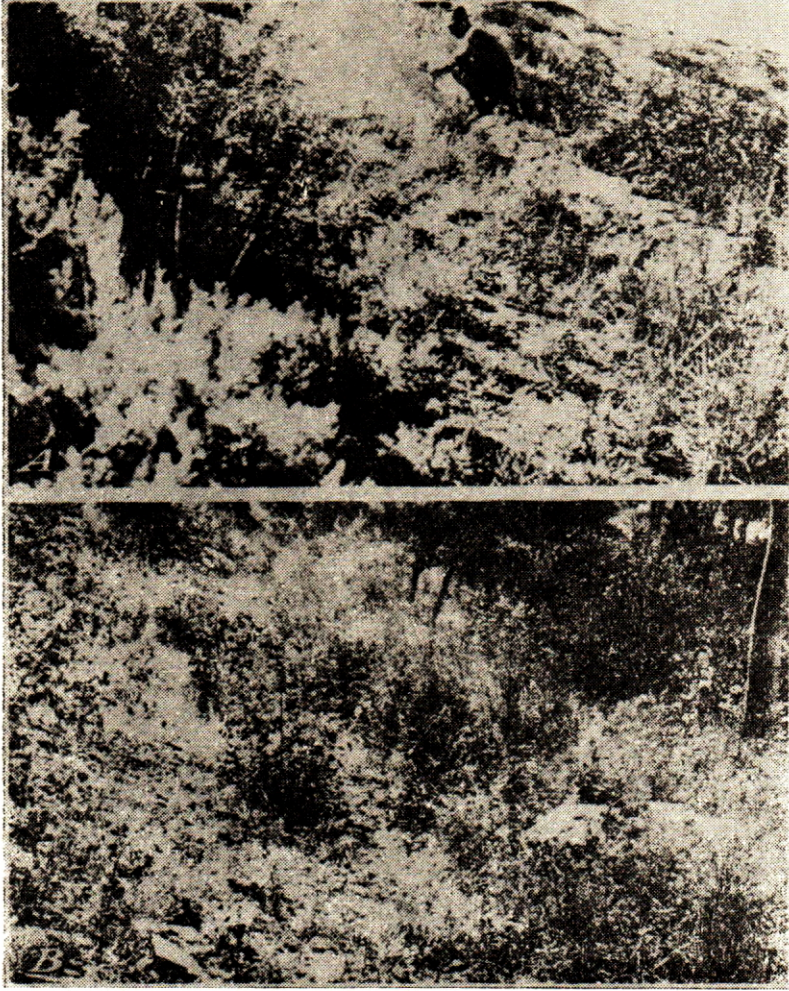
Hendek açmada kullanılacak trail-builder'in bıçağı, çalışılacak yamacın meylinde daha eğik olarak ayarlanır (Resim 8A). En uygun bıçak eğimini bulmak üzere birkaç deneme yapmak iyi olacaktır. Her bir hendeğin sonra makinanın döndürülmesi ve bıçağın yeniden ayarlanması için çok müsait şartlar olmayan yerlerde, traktörün ileri giderken hendek açması, sonra da dönüş yapmadan ve hendek açmadan geriye gelmesi daha pratiktir. Bu şekilde çalışmanın iktisadilik derecesi, hendeklerin uzunluğuna ve yamacın meyline bağlıdır. Normal olarak, standard bir bıçağın azami miktarda toprağı dolduru tarafına atabilmesi için traktörün 3 defa baştan sona ileri gitmesi gerekir. Yamaç meylinin %30 u aşmadığı yerlerde traktörün dolduru üzerinden geriye getirilmesi uygun ve tehlikesizdir. Bu şekilde dolduru kısmının sıkıştırılması ve dolayısıyla daha dayanıklı bir teras yapımı da sağlanmış olur.



Resim 8 — Yatay hendekli terasların kazılması.

A — Trail-builder'in çalışması.

B — Dik ve kayalık yamaçlarda atlardan istifade şekli.



Resim 9 — Yapılışından iki mevsim sonra teraslarda revejetasyon

- A — 2682 m. rakımlı bir teraslama sahasında sun'i tohumlamayla elde edilen otsu bitki örtüsü.
- B — Alf florasını tamamen kaybetmiş açık bir titrete kavak meşceresinde teraslama sonrası sun'i yolla elde edilen bitki örtüsü.

Hendek kazılırken operatör yardımcısı makinanın hemen arkasından gitmek suretiyle hendekteki çalı, kök, kütük v.b. gibi kaba materyali toplamalıdır. Bu materyal, dolduru setinde ilerde sızıntıya ve sonuç olarak kısa zamanda o kısmın yıkılmasına sebep olabilecek oyuk veya delik bırakmamak maksadıyla toplanır.

TERAS HENDEKLERİNİN PULLUKLA KAZILMASI

Yamaç eğiminin %40 dan fazla olduğu yerlerde ve fizik veya ekonomik herhangi bir sebeple traktörlerden faydalanılamayan yamaçlarda, atlar en uygun güç kaynağıdır (Resim 8 B). Kulakları çevrilebilen ve uygun hendek açıcı parçayla mücehhez pulluklar, elle yapılacak tamamlama işine hazırlık olmak üzere yeteri kadar dolduru materyelini yerine koymakta tatmin edici sonuç verirler. Yamacın dikliği pratik çalışmağa engel oluncaya kadar, pulluğa yanyana iki at koşulur. Eğimin %45-50 ye çıkması halinde, tek atla çekilen daha küçük bir pulluk kullanılmalıdır.

Atlardan faydalanmak fazla paraya da ihtiyaç göstermez. Buna mukabil, hendek açılacak bütün yamaç şartlarına atlar kolayca uyabilmektedir. Ayrıca, atların kullanılması halinde birçok sert dönüşlere lüzum gösteren oyuntulu arazide hendeklerin yataylığını bozmadan devam ettirmek mümkün olur.

TAMAMLAMA

Tamamlama işlemleri, hendek açan makinayı yakından takip edebilmek üzere yeter sayıda işçiye ihtiyaç gösterir. Bu işçilerin yapacağı işler sırasıyla şunlardır;

- 1 — Dolduru seksiyonu üstüne son seviye kazıklarının yerleştirilmesi
- 2 — Terasın standard boyutlara uygun hale getirilmesi.
- 3 — Teras ekseni boyunca ayırma ve dengeleme setlerinin yapılması.

1 — Seviye Kazıkları

Açılan bir hendekte tamamlama işlemine başlanmadan önce ölçme ekibi son durumu ve özellikle tesviyeyi tesbit etmelidir. Pratik arazi şartlarında uzun bir hendek seviye itibariyle öyle farklılıklar gösterir ki, bütün hendek boyunca aynı seviyenin temini, fazla miktarda el emeğine ihtiyaç gösterir. Böyle durumlarda klizimetre ve mira yardımıyla yapılacak sür'atli bir ön tetkik, terasın tamamlanması sırasında düzeltilmesi gereken muayyen seviye üniterini ortaya koyacaktır. Hendek, 10 cm.

den fazla elle kazı veya dolduruya lüzum göstermeyecek şekilde seksiyonlara ayrılmış gibi düşünülerek düzeltme yapılmalıdır. Bu takdirde hendeğin en yüksek ve en alçak seksiyonları arasında en fazla 20 cm. seviye farkı olur.

Düzeltilmelerden sonra seksiyonların almaları gereken seviyeler, her seksiyonda mirada okunan azami ve asgari değerlerin ortalamasıyla bulunabilir. Hendek seksiyonlarının belli bir seviyeye göre tesviyesi maksadıyla kazıklar takriben 5 m. ara ile yerleştirilmelidir. Sonra dolduru kısmının üst seviyesi, kazıkları mirada okunan değerlere göre belli yükseklikte işaretleyerek belirtilir. Bu işlem, hendek taban seviyesinin değiştiği her noktada, yükseklikleri farklı iki ayrı kazık çakılmasını gerektirir. Bu kazıklar, terasların tamamlanmasında çalışanlara, her seksiyonun ayrı ayrı fonksiyonunu yerine getirebilmesi için gerekli dengeleme setlerinin yerini işaret eder. Bu şartlara uygun olarak yapılan teraslar, sağanak halindeki yağışlardan teşekkül edecek sellerin kontrolunda fazlasıyla etkili olurlar. Fakat kar birikmesinin bahis konusu olduğu geniş alanlarda, bütün hendek seksiyonları aynı seviyede yapılmalıdır. Böylece kar sularının gerektiğinde diğer seksiyonlara ve absorbe edici diğer kısımlara akması sağlanmış olur.

2 — Terasın Standard Boyutlara Uygun Hale Getirilmesi

Kullanılan teras tipinin ölçülerine (Şekil - 1) uygun olarak yapılacak düzeltmeler, seviye kazıkları yardımıyla yapılır. Eğer hendek açılması dikkatle yapılmışsa, düzeltme ve tamamlamada yapılacak iş, kazı kısmındaki fazla toprağın dolduru kısmına yerleştirilmesinden ibarettir. Bu iş de seviye kazıklarına göre yapılacaktır. Terasın derinlik ve diğer ölçüleri, bir profil kalıbı kullanılarak kontrol ve muhafaza edilir. Dolduru yüksekliği tayin edilen seviyeden %15 kadar fazla olmalıdır. Böylece, doldurunun zamanla yerleşme ve çökmesiyle, hendek kapasitesinin azalmasına imkân bırakılmamış olur. Oyuntular üzerine rastlayan doldurularda, yerleşme ve çöküntü payı en az %25 olarak hesaplanır.

3-A — Dengeleme Setleri

Dengeleme setleri hendek eksenine dik dolduru setleridir. Tamamlanmış bir dengeleme setinin üst kenarı en az 21 cm. genişlikte ve üst kenar seviyesi, hendek dolduru duvarının en alçak seviyesinden 9 cm. aşağıda olmalıdır.

Dengeleme setleri;

a) Hendeğin geçtiği oyuntuların her iki yanına,

- b) Derin oyuntularda son bulmayan bütün hendek uçlarına (Şek. 6),
c) 6-12 m. aralıklarla hendek boyunca yerleştirilirler.

Hendekler boyunca dengeleme setlerinin yerleştirilmesiyle, hendekleri birçok küçük depolama ünitelerine ayırmış oluruz. Bu üniteler, hendek dolduru duvarlarının hayvanlar, yapı hatası ve başka sebeplerle hasar görmesi halinde, zararın yayılmasını önler. Aynı zamanda bunlar aşırı derecedeki mevzî akışların hendekler boyunca diğer seksiyonlara veya hendek sonlarındaki absorpsiyon gücü fazla bölgelere akmasını sağlarlar.

B — Ayırma Setleri

Ayırma setleri de hendek eksenine dik dolduru setleridir. Fakat bunların dengeleme setlerinden farkı, üst kenar seviyelerinin hendek dolduru duvarı seviyesiyle aynı olmasıdır. Oyuntu yan duvarlarının dik olduğu yerlerde, çift ayırma setti yapılır. Bunlardan birisi oyuntu kenarına yakındır ve bunun, oyuntu yamaçları normal eğimini geliştirirken, kısa zamanda yıkılması muhtemeldir. Diğeri ise oyuntu kenarından uzakta yapılır. Bu uzaklık yaklaşık olarak oyuntu derinliğinin 1,5 katıdır. Bu ikinci ayırma setti, oyuntu yamaçlarının normal eğimi teşekkül ettikten sonra da sağlam olarak kalır (Şekil 6).

Hendek boyunca seviye değişikliğinin çift kazıkla belirtildiği noktalarda da ayırma setlerinin yapılması gereklidir. Eğer böyle hareket edilmezse, su, sür'atle alçak seksiyonlara toplanacak, duvarı aşacak, aşağıdaki diğer hendekleri bozacak ve her halükârda toprağı sür'atle oyan yeni çığırılar açacaktır.

DENETLEME

Her hendek seksiyonu denetlenerek standartlara uydurulmalıdır. Bu işin yapılmasında en tatminkâr şekil, denetleme sırasında teknisyene formen ve tamamlama ekibinin refakat etmesidir. Böylelikle, görülen hataların hemen düzeltilmesi için yeteri kadar işçiyi görevlendirmek mümkün olur. Bu metod, yüzeysel akış ve erozyonu yeteri kadar önleyebilecek terasların en uygun şekli hakkında işçilerin kesin bir fikir edinmeleri bakımından da değer taşır.

TERASLANDIRILAN SAHALARIN REVEJETASYONU

Şümulü bir sel ve erozyon kontrol programı, teraslama yapılan bütün sahaların revejetasyonuna ait kat'î plânları da içine alır. Dik ve üst toprağını kaybetmiş sahalarda yapılan teraslar, toprak taşınmasını dur-

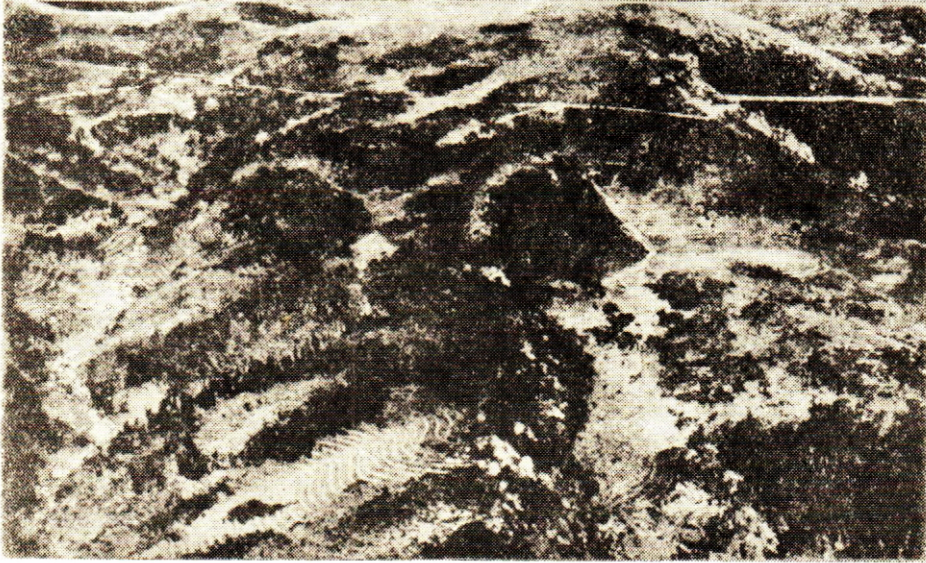
durmak ve daha stabil bir tohum yatağı meydana getirmek suretiyle, bitkilerin yetişmesine elverişli şartları hazırlarlar. Teras hendeklerinde kar, civar arazidekine nazaran 10 gün daha fazla kalır ve bu durum, toprağın faydalı rutubetini büyük ölçüde arttırır. Hafif yaz yağmurları da hendek civarındaki toprak rutubetini arttırmağa yeter. Bu şartlar bitkilerin büyümesini önemli derecede tahrik eder.

Yeni bitki örtüsünün, sahada mevcut bitkilerin artan toprak rutubeti tahrikiyle büyüüp gelişmesi veya tohumlama suretiyle elde edilmesi hususunda karar verebilmek için, o mntıkada bitki gelişmesini etkileyen faktörlerin bilinmesi gerekir. Yazının başında adı geçen Intermountain bölgesinde alınan sonuçlar göstermiştir ki, çıplaklaşmış sahalarda etkili bir bitki örtüsünün mâkûl bir sürede elde edilebilmesi genellikle, arzu edilen otsu bitkilerin tohumdan yetiştirilmesini gerektirir. Bununla beraber, toprak erozyonu o derecede ilerlemiş olabilir ki tohumlamadan önce toprağın humus muhtevasını yeterli seviyeye çıkarmak gereği ortaya çıkar. Bu durumda toprağın ıslahı, otlatmanın önlenmesi - ki mevcut bitki örtüsünün kısa zamanda gelişmesine fırsat verir -, veya yerli subklimax türlerin dikim veya ekim yoluyla yetiştirilmesi şeklinde olur. Bununla beraber, farklı bir işlemi gerektirecek sebep yoksa, bütün teraslama sahaları çayır otları ve diğer otsu bitki tohumları ile tohumlanmalıdır.

Revejetasyon çalışmaları göstermiştir ki tohumlamalarda başarıyı etkileyen en önemli faktör, uygun türlerin ve muhitin değişik iklim ve toprak şartlarına uygun bir ekim zamanının seçilmesidir. Intermountain bölgesinin dağlık kısımlarında yapılan araştırmalar, ekilecek türlerin seçilmesinde civardaki bitki örtüsünün güvenilir bir rehber olduğunu ortaya koymuştur. Muhite yabancı türler kullanılacaksa bunların, erozyon mntikasında hüküm süren sert mikroklima şartlarına adapte edilmeleri gerekir. Intermountain bölgesinde tohumlama için en uygun mevsim Sonbahardır. Çünkü İlkbaharın başlarında tohumların çimlenmeye başlaması sırasında yağış almaları mutlakdır. Bununla beraber teraslandırılmış sahalarda genç fideler, toprağı gevşeterek tekrar taşınmaya müsait hale getirirler. Ayrıca gevşeyen toprak da İlkbahar başlarında karların erimesinden sonra günlük donma ve çözülmeler neticesinde kabarıp çökerek genç fidelerin ölüm oranını fazlasıyla arttırır (Çıplak don). 2300 m. den daha yüksek yerlerde İlkbahar başlarında karla kaplı teraslandırılmış sahalara tohum serpmek suretiyle yapılan ekimin, bu iki mahzuru bir dereceye kadar ortadan kaldırdığı kabul edilir. Çünkü don mevsimi geçinceye kadar tohumlarda çimlenme görülmez ve genç fideler, eriyen karın ve İlkbahar yağmurlarının toprağa sağladığı rutubetten faydalanırlar.

Yerli ve yabancı bitki türlerinin tohumdan yetiştirilmesi hususunda faydalı bilgiler, teraslandırılan araziye uygun şartlarda dikkatle gözden geçirilmeli ve seçilen türler, metodlar ve ekim zamanı, mümkün mertebe çevre şartlarına adapte edilmelidir.

Geçmişte sanayi ve yakacak odunu istihsalinin önem taşıdığı bölgelerde erozyonun önlenmesinde ve bitki örtüsünün tabii yolla eski haline getirilmesi şansının az olduğu yerlerde, revejetasyon programı yerli ve uygun yabancı ağaç ve ağaçcık türlerinin dikimini de kapsamalıdır. Kontrol altına alınan sahanın, bitkilerin yerleşip gelişmesi süresince hayvan otlatmalarına karşı korunması gerekir. Ancak bu sayede terasların tahribi önlenmiş ve bitki örtüsünün sür'atle gelişmesi sağlanmış olur. Bu amaç, bütün havzayı içine alan koruma çitleriyle veya yalnız teraslandırılmış kısımların çitlenerek çevrilmesiyle gerçekleştirilebilir (Resim 10).



Resim 10 — Davis County havzasında uygulanan yatay hendekli teras sisteminin uçaktan görünüşü.

HASSAS ÇALIŞMA ESASI

Detayları burada açıklanan yatay hendekli teras sistemi, özellikle Intermountain bölgesinin yüksek havzalarında mevcut şartlarda uygulan-

mıştır. Bu uygulama açıkça göstermiştir ki yatay hendekli teraslar gibi küçük yapılar bile, aşırı yağışlar ve eriyen karlardan teşekkül eden yüzeysel akışın kontrolunda ve dik yamaçlarda suyun eşit olarak dağıtılmasında büyük başarı sağlar. Fakat bu başarı, terasların çok hassas bir çalışmayla yapılması şartına bağlıdır.

Hassas bir çalışmadan kasıt, terasların, yapacakları işi tam anlamıyla başaracak şekilde ve yüksek kapasitede yapılmasıdır. Yapım masrafının biraz yüksek olmasından korkmamalıdır. Mutlak bir başarı bu mahzuru ortadan kaldırır. Daha ucuza çıkabilecek yapılarda ise başarısızlık ihtimali daima mevcuttur. Dikkatli plânlama, muntazaman nezaret edilen iyi organize edilmiş bir işçi gurubu ve sıkı bir denetleme ile, bu terasların, daha kaba ve küçük kapasiteli teraslar kadar ucuza çıkarılması mümkün olur. Sel ve erozyon kontrol çalışmalarının başarısı, alınan tedbirlerin dik yamaçlarda toprak kaybını önlemesi, sellere sebep olan fazla miktarda yüzeysel akışı kontrol altına alması ve bitki örtüsünün yeniden gelişmesi üzerine etkili olabilme derecesine bağlıdır. Başarı, her zaman olduğu gibi, sonuca göre değerlendirilir.