

TÜRKİYE'DE ÇIĞ PROBLEMİ^{1, 2)}

Yazan

Prof. Dr. İng. Falk TAVŞANOĞLU

İçindekiler :

Giriş

- I. Çığların Oluşmasına Elverişli Doğal Koşullar
 - II. Çığların Oluşması
 - III. Türkiye'de Çığ Gelen Yerlerin Belirlenmesi
 - IV. Çığlara Karşı Alınacak Korunma Tedbirlerinin Etüdü ve Korunma Yapıları
- Özet

GİRİŞ

Bütün dağlık memleketlerde olduğu gibi, Türkiye'de de her yıl kış esnasında, özellikle karın fazla yağdığı yıllarda, dağlarda oluşarak derelere aşağı gelen çığlar tek binaları, hatta bütün köyleri, Devlet

- 1) Bu yazı, FAO Dağlık Arazi Dere Havzaları Amenajman Çalışma Grubunun 3-13 Haziran 1974 tarihleri arasında Ankara'da yaptığı 11. toplantısına teblig olarak sunulmuştur.
- 2) Türkiye'de 1974 yılı kışında gelen çığlardan bazıları.
 - Elâzığ - Karakoçan ilçesinin 15 km doğusundaki Sarıcan köyünün üzerine Herzen dağından önceki gece koparak gelen bir çığ köydeki iki evi yıkmış ve 10 kişinin ölümüne sebep olmuştur (23 Ocak 1974 tarihli Hürriyet Gazetesi).
 - Tunceli'nin Ovacık ilçesi arazisindeki Plümör dağlarının eteklerinde bulunan Vekilyazı Muhtarlığına bağlı Bağgeçen mezraası üzerine gelen bir çığ 18 evin içinde bulunan 19 kişinin ölümüne sebep olmuş ve bu arada 5 kişi kaybolmuş ve 17 kişi de ağır yaralanmıştır (24 Ocak 1974 tarihli Hürriyet Gazetesi).
 - Malatya, Elâzığ, Bitlis, Muş ve Van illeri arazisinde gelen çığlarla 7 kişi hayatlarını kaybetmiştir (24 Ocak 1974 tarihli Hürriyet Gazetesi).
 - Sivas ilinin Kangal ilçesi Çetinkaya bucağına bağlı Yünlüce köyüne dün büyük bir çığ gelerek, köyün yarısını kar altında bırakmıştır. Yünlüce köyü ile ilçe arasında bağlantı kurulamadığından köyde can kaybı olup olmadığı anlaşılamamış ve aynı nedenle köye yardım da gönderilememiştir (24 Ocak 1974 tarihli Hürriyet Gazetesi).
 - Elâzığ'ın Maden ilçesine bağlı Kozkonak köyüne gelen bir çığ 12 kişinin ölümüne ve 7 kişinin ağır yaralanmasına sebep olmuştur. Ayrıca Hakkâri'nin Yüksekova ilçesinde de 2 kişi çığ altında kalarak hayatlarını kaybetmişlerdir (27 Ocak 1974 tarihli Hürriyet Gazetesi).

Kara ve Demiryollarını ve bunlar üzerindeki trafiği tehlikeye sokmak suretiyle can ve mal kaybına yol açmakta ve bu yolları tıkararak günlerce ulaşımı durdurmaktadırlar.

Bu sebeptendir ki, Türkiye'de 1950 yılında «Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirler ve Yapılacak Yardımlara Dair Kanun (No 7269, gün 15.5.1950)» adıyla bir kanun çıkarılmış olup bu kanunda genel yaşam üzerine etkili âfetler olarak *yer sarsıntıları, yangınlar, su baskınları ve yer kaymaları* gibi olayların yanında çığlar ve taş yuvarlanmaları olayları da yer almıştır.

Sözü geçen kanunda bu âfetlerle karşılaşan ve zarar gören kimselere devletçe yapılacak yardımlar esas itibarıyla iki noktada toplanmıştır:

- Genel yaşam üzerine etkili âfetlere uğrayanların kurtarılması, tedavisi, geçici olarak barındırılması ve iâşesi;
- Genel yaşam üzerine etkili âfetlerin sonucunda ev ve barkları zarara uğramış ya da bunları kaybetmiş olanların evlerinin onarımı, ya da bunların yeniden iskân edilerek yerleştirilmesi.

Ancak çığların verdiği zararlar, şüphesiz sadece bunlardan ibaret değildir. Zira çığlar, aynı zamanda yollar üzerindeki dikili ağaçları, hatta genç ya da yaşlı olduklarından, yeteri kadar dirençli olmayan ormanları kökleriyle birlikte söküp atmak suretiyle tahrip ettikleri gibi, büyük bir erosif güce sahip olduklarından, yamaçlar üzerinde ve yamaç toprağına kısmen ya da tamamen gömülü bulunan taş ve kayaları da yerlerinden sökmek ve toprağı derince oymak suretiyle doğrudan doğruya erozyona da yol açarlar (çığ erozyonu). Böylece çığlar, geçtikleri arazide su erozyonunun da şiddet kazanmasına önemli oranda yardım ederler.

Şu halde dağlardaki yüksek yerlerde gelen çığlar çok çeşitli ve büyük zararlara yol açan olaylardır. Bu nedenle burada bu olaylara karşı alınması gerekli çeşitli tedbirler üzerinde durabilmek için, her şeyden önce, bu olayların doğal oluşum koşullarını bilmek ve sonra geldikleri yerleri belirlemek gerekmektedir.

I. ÇIĞLARIN OLUŞMASINA ELVERİŞLİ DOĞAL KOŞULLAR

— Arazi röliyefi

Türkiye'nin yüzölçümünün % 97 sini oluşturan Anadolu yarımadasını çevreleyen sıra dağlar batıdan doğuya doğru gidildikçe yük-

selerek Doğu Karadeniz bölgesinde 3937 m (Kaçkar tepesi), Doğuda 5165 m (Ağrı dağı) ve Güneydoğu bölgesinde 2771 m (Malatya dağı) ve güneyde 3734 m (Aladağ) ye kadar yükseklikler göstermektedir.

— İklim

Diğer taraftan Anadolu'da batıdan doğuya doğru gidildikçe iklim sertleşerek kara iklimine dönüşmekte, yani şiddetli ve sürekli kışlar, özellikle bazı yıllardaki sürekli kar yağışları önem kazanmaktadır.

— Bitki örtüsü

Türkiye'de uzun zamandan beri ormanlara yapılmakta olan çeşitli ve zararlı müdahaleler, bu arada dağlardaki dik yamaçlar üzerinde tarım ve otlak alanları elde etmek amacıyla sürdürülen orman yangınları ve geniş alanlarda sürekli olarak uygulanan aşırı otlatmanın sonucunda, ormanlık sahalar giderek daralmak ve aynı zamanda seyrekleşmek ve zayıflamak suretiyle bu arazideki bitki örtüsü değişikliklere uğramış bulunmaktadır. Bugün Türkiye'de alanı 19.135.719 ha olarak tahmin edilen ormanların yaklaşık olarak % 70 ini tahrip edilmiş ve degrade olmuş ormanlar teşkil etmektedir.

Diğer taraftan bugün özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu daha ziyade tamamiyle çıplaklaşmış, ya da çok fakir bir bitki örtüsüne sahip olan dağlardan oluşmaktadır¹⁾.

II. ÇIĞLARIN OLUŞMASI

Bilindiği gibi çığlar, esas itibariyle *taban çığları* ve *toz çığlar* olarak ayırdedilmektedir.

Nisbeten mutedil olan havada yağın kar sulu ve ağır olup, başlangıçta yamaç üzerinde tutunabilmektedir. Fakat sürekli yağışlarla kar kalınlığının artması ve ağırlığının büyümesiyle, kar tabakası ile yamaç zemini arasındaki sürtünme direncinin aşılması ile yerinden çözülerek harekete gelen küçük kar kitleleri aşağı doğru yuvarlanmağa başlar ve yuvarlandıkça yolu üzerindeki karı topluyarak ve sararak hem büyür ve hem de sıkışır. İvmenin de büyümesiyle büyük bir hızla ve gürültüyle aşağılara gelirler.

Dağlık arazide en çok karşılaşılan çığ tipi taban çığları olup,

1) Dağlık arazide yamaçların çıplak yani herhangi bir bitki örtüsünden tamamiyle yoksun bulunması, çığların oluşması bakımından büyük bir önem taşımaktadır. Zira çıplak yamaçlar üzerinde çığların oluşmasına karşı herhangi bir engel mevcut değildir.

bu çığlar büyük bir dinamizme, yıkıcı ve erosif bir kuvvete sahiptir. Taban çığları, karın çok yağdığı kışlarda ve özellikle İlkbahar'da havanın birdenbire ısınması sonucunda meydana gelmektedir¹⁾.

Toz çığlar, çok soğuk havalarda yağın karın adeta kuru, toz halinde ve uçucu olması yüzünden, dik yamaçlar üzerinde belli bir kalınlığı aşmasıyla birlikte kitle halinde harekete gelerek büyük bir toz bulutu biçiminde ve korkunç bir süratle aşağı doğru gelmektedir. Örneğin İsviçre Alplerinde toz çığlarda 125 m/saniye'ye kadar sürat ölçülmüştür. Toz çığın önüne rastlayan ve çığ tarafından sıkıştırılan hava kitlesinin basıncı kilometrelerce uzaktan hissedilebilmektedir. Bu basıncın yıkıcı etkisi, çok kez çığinkinden daha şiddetli olmaktadır. Toz çığın meydana getirdiği rüzgârla, çığın değinmediği koskoca ve kalın ağaçlar bile kökleriyle birlikte sökülerek devrilmektedir. Fırtınalı ve tipili havalar, toz çığların oluşmasını kolaylaştırmaktadır.

III. TÜRKİYE'DE ÇIĞ GELEN YERLERİN BELİRLENMESİ

Yukarda sözü geçen «Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirler ve Yapılacak Yardımlara Dair 7269 Sayılı Kanun'un 2. maddesi, genel yaşam üzerine etkili bütün afetlerin ve bu arada çığların oluştuğu yerlerin ilgili devlet kuruluşlarınca belirleneceğini ifade etmektedir. Kanununun 5. maddesi ise söz konusu olaylara karşı vatandaş hayatının ve milli servetin korunması amacıyla alınması gerekli tedbirlerin araştırılmasını istemektedir.

İşte bu araştırmalara bir başlangıç olmak üzere İ.Ü. Orman Fakültesi Orman İşletme İnşaatı Kürsüsünce 1960 yılında yapılan bir ön araştırma ile, Türkiye'de ilk kez çığların gelmekte olduğu yerlerin belirlenmesine çalışılmıştır.

1) Dağlarda yağın karın kalınlığı yılına ve yerine göre, değişmektedir. Çoğu yerlerde yağın karın kalınlığı 1.0 m yi nadiren aşmaktadır. Bununla birlikte, şiddetli kışlar esnasında çok yüksek yerlerde yağın karın kalınlığı bazen birkaç metreyi de bulmaktadır. Avrupa'da Alp dağlarında yapılan ölçmeler, öbür koşulların aynı kalması halinde, bir yerde yağın karın kalınlığı, denizden yüksekliğin her 100 m artışına karşılık 5-15 cm artmaktadır. Meteoroloji Genel Müdürlüğünün Ocak ve Şubat 1974 bültenlerinde kar kalınlıkları şöyle verilmektedir:

Bingöl	(denizden yükseklik: 1177 m)	kar kalınlığı: 101 cm
Hakkâri	(denizden yükseklik: 1720 m)	» » : 90 cm
Mardin	(denizden yükseklik: 1080 m)	» » : 55 cm
Muş	(denizden yükseklik: 1258 m)	» » : 50 cm
Gemerek	(denizden yükseklik: 1173 m)	» » : 48 cm

Çığ gelen yerlerin (çığ yollarının) belirlenmesinde anket usulünden faydalanılmıştır. Anketler bir yandan memleketin her tarafına uzanmış olan Devlet Karayolları ve Devlet Demiryolları¹⁾ üzerine gelmekte olan çığların yerlerini saptamak maksadiyle bir taraftan Devlet Karayolları ve Devlet Demiryolları Genel Müdürlükleri aracılığıyla bunlara bağlı kuruluşlara; öbür yandan ormanlık bölgelerde²⁾ gelmekte olan çığların yerlerini ve sayılarını belirlemek amacıyla da 20 Orman Başmüdürlüğünün aracılığıyla 900 orman bölgesine gönderilmiştir.

Bu anketlere alınan cevaplardan *Devlet Karayolları boyunca 36 yerde çığ gelmekte olduğu* ve buralarda bu yolları ve bunlar üzerindeki ulaşımı korumak maksadiyle *çığ tünelleri, çığ duvarları* yapılmış olduğu;

Devlet Demiryolları boyunca 38 yerde çığ gelmekte olduğu ve bunlara karşı demiryollarını ve bu yollar üzerindeki ulaşımı korumak amacıyla da eski ray ve traverslerle yapılan *çığ tuzakları, çığ tünelleri ve duvarlar* gibi yapıların mevcut olduğu anlaşılmıştır.

Anketlere 900 orman bölgesinden alınan cevaplarda, *Ormanlık bölgelerde 48 yerde çığ gelmekte olduğu* ve bunlardan 34 ünün ormanları, 3 ünün köyleri, 6 sınıfın yaylaları ve 2 sınıfın de çeşitli yolları tehdit ettiği ve korunma tedbirleri olarak, bu çığlara karşı bazı yerlerin üst tarafındaki ormanların korunduğu bildirilmiştir.

IV. ÇIĞLARA KARŞI ALINACAK KORUNMA TEDBİRLERİNİN ETÜDÜ VE KORUNMA YAPILARI

Bir yerde her yıl, ya da bazı yıllar gelmekte olan çığlara karşı korunmanın biçimini saptayabilmek için, varolan koşullar içinde her çığ yolunun, en yukarı kısımlara kadar, baştan başa ve mümkün olduğu takdirde, karın en fazla yağmış bulunduğu bir zamanda etüd edilmesi gerekmektedir. Ancak bu sayede çığların oluşmasına en elverişli ve böylece en tehlikeli olan yerleri belirlemek ve saptamak imkânı elde edilebilir.

Bu etüdlerle, alınacak tedbirler bakımından, saptanması ve ortaya çıkarılması gereken hususlar şunlar olabilir :

- 1) Devlet Karayollarının uzunluğu 60.000 km nin üzerindedir. Devlet Demiryollarının uzunluğu 8.000 km dolayındadır.
- 2) Orman alanı 19 135 719 ha.

- Korunacak varlıkların (objelerin) büyüklükleri ya da genişlikleri, değerleri ve önemleri;
- Gelmekte olan çığların *taban çığı* mı, yoksa *toz çığı* mı, olduğu;
- Çığların oluştuğu alanlarda yağın karın en fazla kalınlığı ve gelen çığların maksimum hacimleri ve çığların oluşma nedenleri;
- Çığların oluştuğu yamaç alanların eğimi, yönü ve denizden olan yüksekliği, çığın geldiği yolun ve çığın durup kaldığı yerin durumu;
- Bitki örtüsünün durumu, özellikle doğal ve sonradan meydana gelen orman sınırının yeri ve yüksekliği ve son olarak da buralarda alınacak tedbirleri ilgilendirdiği oranda, mülkiyet ilişkileri ve köylü yararlanma (intifa) hakları, v.s.
- Korunma yapıları için, söz konusu olan alanlarda ve çevrede kolayca tedarik edilebilecek yapı malzemesi;
- Son olarak, söz konusu olan tedbirlerin alınması ve yapıların yapılabilmesi için gereken zaman.

Bütün bu hususların incelenmesinden sonra, sadece tehlikede bulunan objelerin doğrudan doğruya korunmasını sağlayabilecek olan tedbirlerle yetinilip yetinilemeyeceği, ya da çığların oluştuğu alanlarda bazı yapıların inşasının zorunlu ve aynı zamanda bu yapıların iktisadi olup olmadığı cihetleri incelenir. Yoksa çığ tehlikesinin mevcut olduğu zamanlarda geçici tedbirlerden birisiyle,örneğin top atışları yapmak, ya da dinamit patlatmak suretiyle çığları harekete getirmenin mümkün olup olmadığı araştırılır.

Bazı yerlerdeki koşulların elverişli bulunmaması nedeni ile çığların oluştuğu alanlarda bunlara karşı gerekli yapıların inşası mümkün olmayabilir. Bu takdirde, tehlikede bulunan varlıkları, tehlikeli saha dışına çıkarmanın mümkün olup olmadığı hususu araştırılmalıdır. Ya da kara ve demiryollarında tehlikeli mesafeler boyunca *korunma galerileri* ya da korunma tünelleri inşa etmenin, daha yukarılarda yapılacak yapılara göre, daha emniyetli ve daha iktisadi olup olmadığı araştırılmalıdır.

Genellikle çığların oluştuğu ve geldiği alanlarda yapılması söz konusu olan yapılar yüksek harcamaları gerektirdiği gibi, bu harcamaların miktarını önceden tahmin etmek de kolay değildir. Zira yüksek

yerlerdeki koşullar bu tesislerin yapımını fazlasiyle zorlaştırmakta ve önceden düşünülemediği ihtimaller, özellikle çok kez sonradan ortaya çıkan ve yapılması zorunlu olan tamamlamalar sebebiyle, bu yapılar çok pahalıya malolmaktadır. Yüksek yerlerdeki yapıların inşaatının bitmesinden sonra bunların bakımının da sürekli ve itinalı olarak yapılması gerektiğinden, bakım işleri dolayısıyla de kabarıklık masraflar ortaya çıkarmaktadır.

Bu açıklamalardan kolaylıkla anlaşılacağı gibi, çığların oluştuğu ve geldiği alanlarda çok pahalıya malolan çığ yapıları ancak önemli meskün yerlerin, büyük endüstri tesislerinin, şose ve demiryolu gibi önemli ulaşım yollarının ve bunlar üzerindeki trafiğin korunması için göze alınabilmektedir.

Bu konuda daha önemli ve yapıcı olan tedbirler dağlarda yükseklerdeki çığ alanlarında, bunların oluşmasını engellemek ve yeniden çığ alanlarının meydana gelmesini önlemektir. Bu amaçla *bu alanlarda ormancılık bakımından alınacak tedbirler* üzerinde ciddiyetle durmak gerekmektedir. Bunun için, yapılacak özel araştırmalarla dağlarda doğal orman sınırının yerini saptayarak, varolan zorluklara rağmen, buralarda çeşitli sebeplerle, özellikle aşırı otlatma ile aşağıya itilmiş olan bu sınırı plânlı ve sürekli çalışmalarla önceki yerine çıkarmayı hedef almaktır. *Bu amaçla bu sınırın altında mevcut ve yeniden yetiştirilecek genç ormanları, yangınlara, otlatmaya ve yukarıdan yuvarlanan taşlara karşı* çitlerle, tel örgülerle korumak, ya da, daha iyisi taş malzemesinin tedarikinin kolay ve ucuz olduğu yerlerde bu ormanları kuru taş duvarlarla çevirmek ve özel bekçilerle bekletmek ve aynı zamanda tamamlayıcı ve bütünleyici ağaçlandırmalarla ormanı doğal orman sınırına kadar çıkarmak gerekmektedir. Fakat bununla birlikte, bunun için daha önce yukarıdaki çığ oluşum alanlarında gerekli koruma yapıları vücuda getirerek, aşağılarda yapılan ağaçlandırmalar gelişip sık ve kuvvetli ormanlar durumuna gelinceye kadar bu alanları çığlara karşı korumak zorunluluğu vardır. Bu ormanlar istenilen duruma uzunca yıllardan sonra, hatta çok yüksek yerlerde ancak 20-30 yıl sonra gelebilirler. Çünkü buralarda yamaçlar dik, toprak çok fakir olduğu gibi taş ve kaya yuvarlanmaları ve kar itmesi gibi sebepler de genç ağaçlara büyük zararlar vermektedir.

Türkiye koşulları içinde dağlarda yukarı havzalarda çığların oluşmasını engellemek maksadıyla ormancılık çalışmalarının çerçevesi içinde projelendirilerek uygulanacak yapılar olarak yerine göre *kurutaş duvarlar* ya da *kuru örme çitler* söz konusu olabilir:

Kuru taş duvarlar:

Orman sınırının üstünde ve çeşitli nedenlerden ağaçlandırılması mümkün olmayan öbür yerlerde ve aynı zamanda duvar inşasına elverişli taş malzemenin kolayca ve ucuzca tedarik edilmesinin mümkün olduğu yerlerde *çığdan korunma duvarları* inşa edilebilir. Kuru duvarlar halinde inşa edilen bu yapılar yamaç üzerinde yukarıdan gelen yağmur ve kar sularını kolaylıkla aşağı sızdırmaktadır. Bu duvarların dayanıklı olması için, *duvar başları* ve *duvar üstü harçlı taş duvar olarak* tamamlanmaktadır. Çığdan korunma duvarları sağlam bir temel ve mümkün olduğu takdirde kaya üzerine oturtulmalıdır. Bu maksatla bu duvarlar 0,50-1,0 m derinliğinde bir temel üzerine inşa edilir. Temel zemini yamaca doğru % 20 eğimli olmalıdır. Temelde yamacın eğimi yönünde yer yer açılacak kanallarla temele gelen suların aşağı akması sağlanmalıdır. Bu duvarların yüksekliği, bakımlarının kolay ve bakım masraflarının yüksek olmaması için, genellikle 2-3 m arasındadır.

Çığdan korunma duvarlarının yamaç üzerindeki düzeni en iyi olarak çığın geldiği yöne dik durumda *satranç tahtası düzenine* göre yapılan duvarlardır (Resim 1)¹⁾. Duvarların uzunluğu 5-10 m arasında değişir. Bu duvarlar yamaç üzerinde *eğimin kırıldığı* ve *yatık bir eğimin daha dik bir eğime dönüştüğü çizgiler* üzerinde inşa edilir. Zira ancak bu sayede kar kitlelerinin hareketi daha emniyetli olarak durdurulabilir.

Eğimin aynı seyir ettiği yamaçlar üzerinde çığdan korunma duvarları *teraslı duvarlar* halinde tamamlanır. Bu takdirde bir sıradaki duvarların arkası, daha yukardaki duvarların temel çukurlarından kazılacak toprakla doldurulur ve bu dolduru tokmaklanır. Her duvarın yüksekliği ve duvar sıraları arasındaki yükseklik farkı kar kitlelerinin hareket gelmesine meydan vermeyecek kadar olmalıdır. Duvar sıraları arasındaki yükseklik farkı ise *yamacın eğimiyle, yamaca yağın en fazla karın kalınlığı ile, kar tabakası ve zemin arasındaki sürtünme direnci ile ilgilidir.*

Çığdan korunma duvarlarının çığların oluşmasını engelleme etkisi, duvarın ön kenarı ile (enkesitte) yamaç arasındaki genişlikler büyüyüp küçülmektedir. Bu genişliğe göre duvarın arkasında meydana geldiği düşünülen toprak zemin, duvara etki yapan kar kitesinin tabanı (B) olarak kabul edilebilir. Bu taban duvarın yüksekliğine ve dolayısıyla duvarın arkasındaki toprak kitesinin genişliğine bağlı olarak

1) Resimler İngilizce metin içindedir.

büyüyüp küçülmektedir. Duvarın arkasındaki toprak ve kar kitlesinin, yamacın eğimi yönünde duvara yaptığı etki yamacın eğimi (% p)¹⁾ ile ilgilidir. Uygulamalarda birbiri üstündeki iki duvar sırasının yükseklik farkı (H), arazide yamacın eğimi bir eğim ölçerle ölçülmek ve (B) için bir değer kabul edilmek suretiyle hesap edilir (Resim 2). Bu resimde görüldüğü gibi:

$$\frac{H}{B} = \frac{p}{100} \quad \text{olup buradan:} \quad H = \frac{p}{100} \cdot B \quad \text{elde edilir.}$$

Bu açıklamalardan, çığdan korunma duvarlarının *istinad duvarları* olarak yapılması gereği anlaşılmaktadır. Uygulamalar için bu duvarların kesit dimenzionları aşağıdaki tablodan alınabilir:

Tablo 2²⁾

Duvar yüksekliği h (m)	Duvar üst genişliği K (m)
1,0	0,70
2,0	0,80
3,0	0,90
4,0	1,00
5,0	1,10
6,0	1,20

Duvar arka yüzü genel olarak düşey, ön yüzü 1 : 1/3 - 1 : 1/4 eğik yapılır.

Kuru örme çitler:

Dik yamaçlar, gevşek az derin topraklar üzerinde, çit malzemesinin kolayca tedarik edilebildiği yerlerde çığların oluşmasına karşı örme çitler yapılmaktadır.

Örme çitler 10-15 cm çapında 1,20-1,30 m boyundaki ağaç kazıkları 60 cm aralıkla sıralar halinde çakmak ve kazıkların arasını ince dallarla örmek suretiyle yapılır. Çitlerin zeminden yüksekliği yaklaşık olarak 80 cm dir. Çit sıralarının uzunluğu 4-10 m dir. Çit sıralarının arası 6-15 m dir. Çit sıralarının yamaç üzerindeki düzeni *satranç tahatası* düzenidir. Sıra başlarındaki iki kazık galvanize tellerle yanlarda ki küçük kazıklara bağlanır (Resim 3).

1) Çığlar % 40-130 eğimli yamaçlar üzerinde oluşmaktadır.

2) Faber - Dolt : Waldstrassenbau, 1932.

Kazıklar yerine göre çam, sedir, göknar ya da lâdin ağacından yapılabilir.

Burada son olarak şunu da belirtmek gerekir ki, ormanın çığların oluşmasını engelleme bakımından etkisi, bunun durumu ile sıkı bir biçimde ilgilidir. Bu engellemeyi en iyi olarak *çok yaşlanmamış, normal cıkkılıkta ve kuvvetli bir alt tabakaya sahip olan ve seçme suretiyle işletilen ormanlar sağlamaktadır*. Gerek yaşlandığı için seyrekleşmiş ve alt tabakadan yoksun bulunan meşcereler ve gerekse genç olduklarından ince ve elâstiki olan ince ağaçlardan oluşan meşcereler karı tutma durumunda değildir.

Türkiye'de yüksek yerlerdeki çığ alanlarında yapılacak ağaçlandırmalarda *sarıçam, karaçam*, daha aşağılarda, yerine göre bunlara *sedir, göknar* ve *lâdin* karıştırılmalıdır. Ağaçlandırma muntazam sıralar halinde olmaktan ziyade, fidanları daha iyi tutunacak ve korunabilecekleri yerlere, örneğin büyükçe taşların ya da kesilmiş ağaç kütüklerinin önüne dikmelidir. Yetiştirilmekte olan ormanın, gelmekte olan çığlardan savuşturulabilmesi için, ormanın içinde yer yer yamacın eğimi yönünde şerit biçiminde açıklıklar bırakılmalıdır.

Ö Z E T

Bütün dağlık memleketlerde olduğu gibi, Türkiye'de de dağlarda, karın fazla yağdığı kışlarda çığlar oluşarak aşağılara gelmekte, insanları öldürmekte, köylerde tekil binaları, hatta bütün köyleri tahrip etmekte, kara ve demir yollarını ve bunlar üzerindeki trafiği tehlikeye sokmaktadır.

Türkiye'de 1959 yılında «Umumi Hayata Müessir Âfetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirler ve Yapılacak Yardımlara Dair Kanun» adıyla bir kanun çıkarılmış olup, bu kanunda genel yaşam üzerine etkili âfetler olarak *depremler, yangınlar, seller, toprak kaymaları ve taş yuvarlanmaları* gibi olaylar yer amaktadır.

Kanunda bu olaylar karşısında alınacak tedbirler ve yapılacak yardımlar esas itibarıyla iki noktada toplanmaktadır:

- Âfetlerden zarar görenlerin tedavisi, geçici olarak iskân edilmesi ve beslenmesi;
- Bu âfetlerden zarar görenlerin meskenlerinin onarımı ya da bunların yeniden iskân edilmesi.

Fakat şüphesiz, çığlardan ileri gelen zararlar sadece yukarıda ifade edilenlerden ibaret değildir. Çığlar sahip oldukları büyük dinamizm ve erosif güçten dolayı, yolları üzerindeki genç, ya da yaşlı meşcereleri ve üzerinde yuvarlandığı yamaçların toprağını sökerek aşağıya ve derelere taşırlar (çığ erozyonu). Böylece su erozyonunun şiddet kazanmasına da sebep olurlar.

Dağlarda çığların oluşması ve aşağılara gelmesi röliyef, iklim ve bitki örtüsü gibi doğal koşullarla sıkı sıkıya ilgilidir. Dağlarda yüksek yerlerdeki dik ya tamamiyle çıplak, ya da yetersiz bir bitki örtüsü ile kaplı olan yamaçlar çığların oluşmasını kolaylaştırmaktadır.

Türkiye'de çığların geldiği yerleri (çığ yollarını) belirlemek amacıyla 1960 yılında bir etüt yapılmıştır¹⁾. Bu etütte *anket usulü*'nden yararlanılmıştır. Bu etütün sonucunda Türkiye'de:

- Devlet karayolları boyunca (60 000 km nin üzerinde) 36 yerde;
- Devlet demiryolları boyunca (8 000 km) 38 yerde;
- Devlet ormanları (tüm orman alanının yaklaşık olarak % 97 i) 48 yerde çığların gelmekte olduğu anlaşılmıştır.

Dağlarda çığlara karşı alınacak tedbirlerden en önemlisi ve yapıcı olanı yüksek, çıplak ve kritik yamaç alanları üzerinde çığların oluşmasını ve sonradan çığların oluşmasına elverişli alanların meydana gelmesini önlemektir.

Bu amaçla dağlık arazide ormancılık çalışmalarının çerçevesi içinde alınacak tedbirler arasında, çeşitli nedenlerle, özellikle sürekli ve aşırı otlatma ve öbür biçimdeki insan müdahaleleri ile bugün epeyi aşağılara itilmiş olan *doğal orman sınırının* yerini (yüksekliğini) yapılacak etütlerle tesbit etmek ve varolan zorluklara rağmen alınacak ve sürdürülecek tedbirlerle ormanı doğal sınırına kadar çıkarmak.

Bu nedenle:

— Bu sınırın altında varolan ormanlar ya da ağaçlandırma suretiyle elde edilen meşcereler otlatmaya ve taş yuvarlanmasına karşı *örme çitlerle* korunmalıdır. Fakat daha iyisi bu ormanları hem otlatmaya ve yuvarlanan taşlara ve hem de aynı zamanda ve daha önemli olarak *orman yangınlarına karşı* korumak için bunları kuru taş duvarlarla çevirmelidir.

1) Bu etüt İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman İşletme İnşaatı Kürsüsünce yapılmıştır.

— Bunun dışında yukarı havzalardaki yamaçlar üzerinde, yine ormancılık çalışmalarının çerçevesi içinde *sıra duvarları* (istinat duvarları) inşa etmek suretiyle buralarda çığların oluşmasını önleyerek aşağıdaki genç meşcereleri, bunların dayanıksız olduğu yıllarda (20-30 yıl) korumak gerekmektedir.

YARARLANILAN ESERLER

1. Härtel Ottocar und Winter Paul : Wildbach und Lawinenverbauung. Wien und Leipzig, 1934.
2. Strele Georg und Fulterer Georg : Über Lawinenabwehr und die Konstruktion von Lawinenschutzbauten an Strassen. Wien, 1948.
3. Strele Georg : Grundriss der Wildbach-und Lawinenverbauung. Wien, 1950.
4. Tavşanoğlu Faik : Sel Derelerinin Tahkimi (Wildbachverbauung) İstanbul, 1967.
5. United States Department of Agriculture, Forest Service : Snow Avalanches. January, 1969.
6. United States Department of Agriculture, Forest Service: The Snow Torrents in Wasatch National Forest, January, 1969.
7. United States Department of Agriculture, Forest Service : Mechanics of Debris Avalanching in Shallow Till Soils of Southeast Alaska, 1970.
8. Aulitzky H. : Enlarged Alpine Regions and Protective Meassures. European Committe For the Conservation of Nature and Natural Resources. Strasbourg, 1973.

THE AVALANCHE PROBLEM IN TURKEY^{1,2)}

By

Prof. Dr. Ing. Faik TAVŞANOĞLU

Contents

Introduction

- I. The Natural Conditions Responsible For Starting of Avalanches.
- II. Strating and Coming Down of Avalanches on the Mountain Slopes.
- III. «To find out» of Ways (courses) of Avalanches in the Mountainous Areas in Turkey.
- IV. The Study of Protection Measures and Protective Constructions Against Avalanches.

Summary

INTRODUCTION

As in all mountainous countries, in Turkey in the mountainous areas every year during the winters, particularly when snow fall is

- 1) Prepared for Eleventh Session of the Working Party on the Management of Mountain Watersheds held in Ankara, Turkey, 3 - 13 June 1974.
 - 2) Some of the avalanches in the mountains of eastern Turkey, in Winter 1974, as reported in the Turkish press :
 - An avalanche in the region of Karakoçan (Province: Elâzığ) destroyed two houses and killed 10 people (the newspaper Hürriyet, 23 January, 1974);
 - An avalanche covered half of the village Yünlüce of Town Kangal (Province: Sivas). Because communication between the town and the village was interrupted no news was available (the newspaper Hürriyet, 24 January, 1974);
 - An avalanche in the region of Ovacık (Province: Tunceli) destroyed 18 houses and killed 19 people: thereby 5 people were lost, and 17 people badly injured (the newspaper Hürriyet, 25 January, 1974);
 - Numerous avalanches in different regions of the provinces Malatya, Elâzığ, Bitlis, Muş and Van killed 7 people (the newspaper Hürriyet, 24 January, 1974);
 - An avalanche in the region of town Maden (Province: Elâzığ) killed 12 people and (badly) injured 7 people.
- In addition an avalanche in the region of town Yüksekova (Province: Hakkâri) killed 2 people (the newspaper Hürriyet, 27 January, 1974).

plentiful, numerous avalanches start and come down the slopes, killing people, destroying buildings and even whole villages, highways and railroads and blocking traffic on them for a long period.

As quoted from news reports above, the avalanches which came down killed at least 50 people and destroyed many houses in the villages in Turkey.

A law was passed in 1959, to cover «The measures to be taken and the aid to be extended at natural disasters affecting public life» (Law, No 7269, dated 5 March 1959). Natural disasters covered by the law are carthquakes, fires, floods, landslips, avalanches and rolling stones.

The measures to be taken and the aid to be proffered are stated in this law under two heads:

— Medical treatment, provisional housing and feeding of the people faced with natural disasters which affect public life;

— Repair of damaged houses of people involded in natural disasters or resettlement of people whose houses have been destroyed.

But of course, the damages caused by avalanches do not consist only of those expressed above. The avalanches destroy, because of their tremendous dynamizm and erosive force, also young or old forests, and at the same time they destroy the soil and the ground of the slopes and carry it away (avalanche erosion). In this way, water erosion gains increased severity.

Briefly it can be said that the avalanches start and come down the mountain slopes cause great and many-sided damage. Therefore, it is necessary to study the measures against avalanches. For this purpose one should first know the natural conditions which are responsible for them and the ways (courses) they follow on the slopes of mountainous areas.

I. THE NATURAL CONDITIONS RESPONSIBLE FOR STARTING OF AVALANCHES

Relief:

Anatolia, covered almost entirely by mountain ranges, forms 97 % of Turkish territory. These mountains generally tend to become higher from west to east and show (See Map I), in the eastern Black Sea region altitudes amounting to 3937 m (1. Mount. Kaçkar),

in the east 5615 m (2. Mount. Ağrı), in the southern region 2771 m (3. Mount. Malatya) and in the south 3734 m (4. Mount. Aladağ).

Climate:

On the other hand the Anatolian climate becomes increasingly continental from West to east. That is, the winters are severe and protracted, some years in particular have long lasting snow fall.

Vegetation Cover:

For centuries various forms of man-interference in forests on the mountains have destroyed or heavily damaged the forests in Turkey. Especially the mountain villagers set the forests on fire to obtain agricultural and pasture areas and at the same time, because of overgrazing, the forests have become increasingly small and sparse. Therefore, the forests estimated as 19 135 719 ha today, are composed of approximately 70 % destroyed or degraded forests¹. On the other hand, the mountains in the east and south-east of Anatolia are almost wholly bare or have a very poor vegetation cover (Map II). But, as is known, in a mountainous country with the question of starting and coming down avalanches, it is very important, whether the slopes are covered by vegetation or whether they are without.

II. STARTING AND COMING DOWN OF AVALANCHES ON THE MOUNTAIN SLOPES

Basically two forms of avalanche can be distinguished: Slab avalanches (compact) and loose avalanches.

Slab avalanches:

If the snow falls in relatively moderate weather, it is wet and heavy. At first it lies quite firmly on the slope. But when the snow fall is lasting, its height²⁾ and weight will increase whereas the friction force between the sloping ground and snow layer will decrease.

1) The Turkish Forestry, 50th Anniversary of the Turkish Republic, 1973.

2) The height of falling snow on the mountain varies according to the year and the location. In most places the snow-height seldom exceeds 1,0 m. However, in some winters in the high regions of the mountains the snow height amounts to several metres. Measurements made in European Alps have shown that the height of snow in any place increases by 5-10 cm per 100 m altitude if other conditions remain unchanged.

Therefore, those small masses of snow, on the steep and bare slopes, loosening from the ground, begin to roll down with the increasing acceleration. It will be ever larger and more compact through snow rolling and increasing in density on its way.

Slab avalanches start and come down during the winters with high snow fall and especially in spring when the temperature rises rapidly.

Loose snow avalanches:

If the snow falls in very cold weather, it is dry and powdery. At first the snow layer on the slope is stable, but if it exceeds a definitive height, the snow moves in the form of a powdery cloud and comes down at a terrible velocity. That is known as a loose snow avalanche. The velocity of the loose snow avalanches measured in the Swiss Alps amounts to 125 m/sec. The pressure of the air mass ahead of loose snow avalanches is noticeable at a distance of some kilometers. Some times the destructive force of this air pressure is stronger than the action of the avalanche itself. Even tall strong trees are overturned by this air blast.

Stormy or windy weather facilitates the start of loose snow avalanches on the mountain slopes.

III. «TO FIND OUT» OF WAYS (COURSES) OF AVALANCHES IN THE MOUNTAINOUS AREAS IN TURKEY

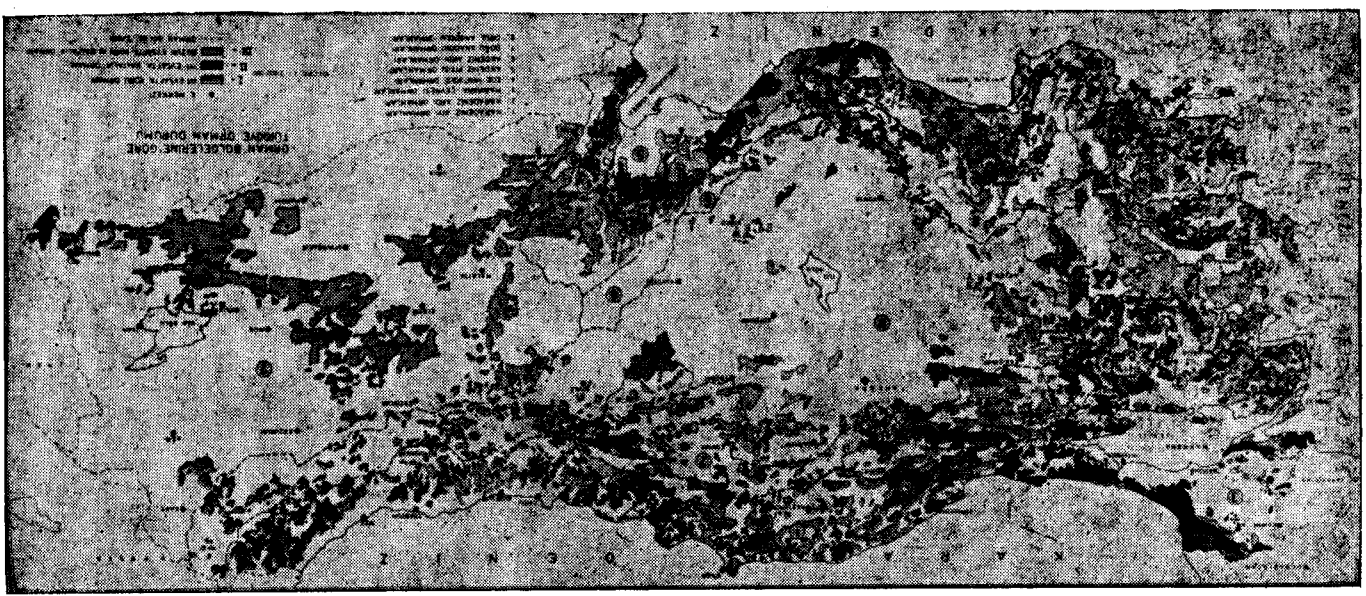
The second paragraph of the Turkish law discussed above states that all disasterous areas and thereby the starting sites of avalanches should be investigated by the responsible state organisation. The fifth paragraph of this law demands the study of measures to be taken to protect people and national properties.

Therefore, studies have been initiated in 1960, to find out ways the (courses) on which the avalanches come down¹⁾.

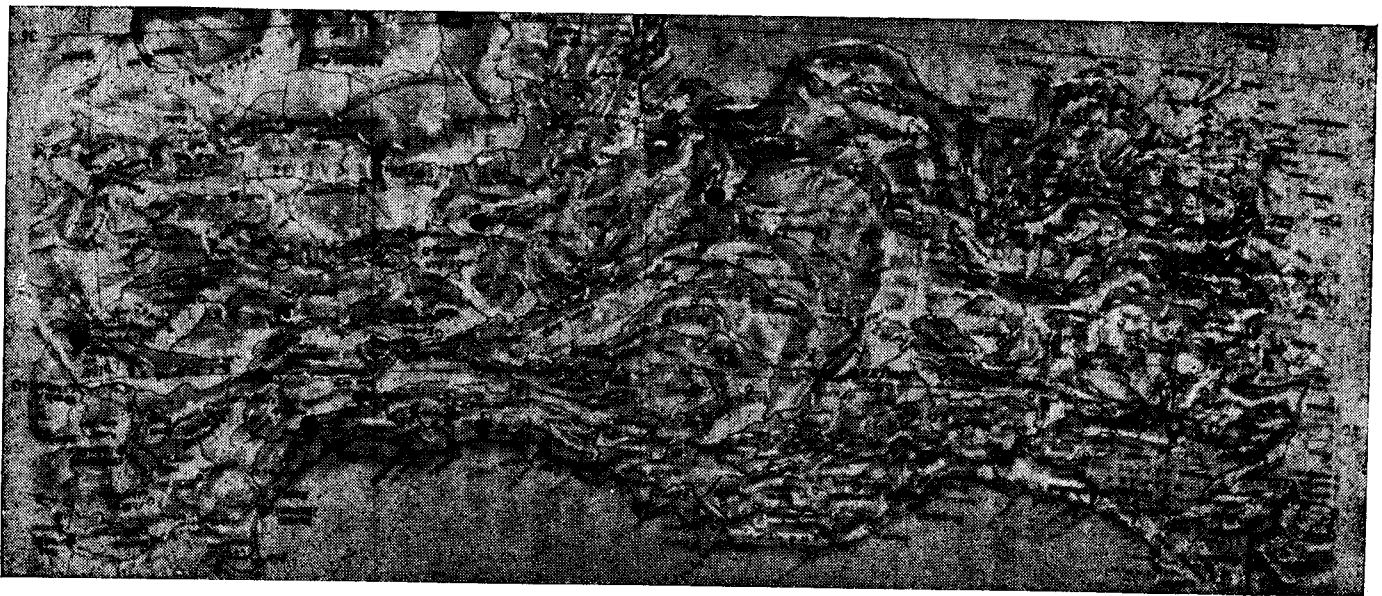
For this purpose, the method of questionnaires has been used. The Questionnaires have been sent to the State Highways and the State

1) These Studies have been initiated by the Department of Forest Engineering at the Forestry Faculty, University of Istanbul, in 1960.

Map II. The Forest in Turkey



Map I. The mountain roneses in Turkey



Railways Services¹ on the one hand, and to the State Forestry Services on the other (900 local Forestry Services in the forest areas).

According to the answers received from the State Highways, avalanches have fallen in 36 places. To protect the highways and the traffic on them several tunnels and walls have been constructed.

Along the State Railways avalanches have come down in 38 places. To protect the railways and the traffic on them, walls made of used rails and traverses have been constructed.

According to the answers received from Forestry Services avalanches have come in 48 places in the forests. Because of these avalanches, 34 forests, 3 villages, 6 pastures and 2 roads are threatened seriously. Protective measures against avalanches which have been taken include the forests above of some villages stand in danger have been declared as protective forests.

— Turkish Meteorological bulletin of January and February 1974 stated heights of snow as follows:

<i>Provinces</i>	<i>Altitudes m</i>	<i>Heights of snow cm</i>
Bursa (Uludağ-peak)	1878	204
Bingöl	1177	101
Hakkâri	1720	90
Mardin	1080	55
Muş	1258	50
Sivas (Gemerek)	1173	40

IV. STUDY OF PERMANENT PROTECTION MEASURES

The forms of permanent protection measures necessary where the avalanches come down every year or in some years in existing circumstances the whole length of the ways (courses) followed by avalanches must be studied. These studies must be made if possible du-

1) — The length of State Highways amounts to over 60000 km
 — The length of State Railways amounts to 8000 km
 — The area of Turkish State Forests (about 97 % of total forest area) amounts to 18,273,195 ha.

ring the highest snow fall. Only in this way it is possible to find out the most citic sites for the start of avalanches. Through these studies can be discovered:

- The size, width, value and thereby the importance of the properties to be protected;
- Which forms of avalanche starts and come down, slab avalanches or loose snow avalanches;
- The maximum thickness of the snow in the starting areas and the maximum volume of snow and the causes of the start.
- The gradient, the exposure and the altitude of start areas on slopes;
- The ways (courses) followed by the avalanches and the site where the avalanches stop;
- The position of the vegetative cover, particularly the altitude of the natural existing forest boundary and lastly, the measures relating to the properties and the right of use of villagers;
- The possibility of obtaining of construction materials in the surrounding districts;
- Lastly, the necessary time required for the measures to be taken and construction to be made.

After all these matters have been studied, one should then consider whether it would be sufficient to protect only those objects which stand directly in danger in low altitude. At the same time it should be considered whether the said manner of protection is economically feasible. Otherwise use of one of the temporary methods can be considered for instance explosive methods to force the avalanche to start and come down artificially.

In some areas where the existing conditions seem to be inappropriate, then it is impossible to build the necessary constructions. In such a case it is necessary to consider whether the threatened objects can be brought out of dangerous area or alternatively to build some protective construction, for instance tunnels, galleries etc. along the State Highways or Railways and consequently whether these constructions would be safe and at the same time economic.

Generally the costs of these constructions are high and it is neither simple nor easy to estimate the costs or to build the constructions in avalanche starting sites. Because of the conditions existing in

high altitudes, construction works limited by certain difficulties especially because after completion, subsequent maintenance work is very expensive also.

Therefore, it is easy to understand from explanations above that these structures of high cost and expensive maintenance can only be undertaken for protection of significant objects, for example, industrial buildings, highways, railways and the traffic on them etc.

With regard to this, the most important and constructive measures are to prevent the start of avalanches in high altitude and sensitive areas and subsequently of new occurrence of starting sites on the mountains. For this purpose, those measures which are to be taken within the framework of forestry activities seem to be most important.

Consequently, having made special studies to determine where the natural forest boundary limits, the aim should be to restore this limit from its present reduced state brought about by overgrazing and other human activities, to its original position.

— The present forests and all reforestation areas below this boundary should be protected with dry wicker work, against grazing and rolling stones but it is much better to protect these areas against grazing and rolling stones and at the same time against forest fire by surrounding them with dry stone walls.

— Besides, within forestry activities dry stone walls (buttresses) were to build in the upper watersheds to prevent the start of avalanches and on that way to protect all young forests and reforestation areas below the forest boundary during the first decades (20-30 years).

And now something about the construction of dry stone walls (Fig. 1 and 2):

To construct the dry stone walls, there must be sufficient appropriate stone material available in neighbourhood, since these walls consist of dry stone, they easily allow the rain and snow water coming down to drain off. To be sufficiently resistant, both ends and the top the walls should be completed with cement. These walls must be supported on sound, or, if possible, on stony ground. Therefore, they should be built on a foundation of 0,50-1,0 m deep. The ground surface of the foundation should face the slope at a gradient 20 %. The rain-water running to the foundation of the walls should be drained th-

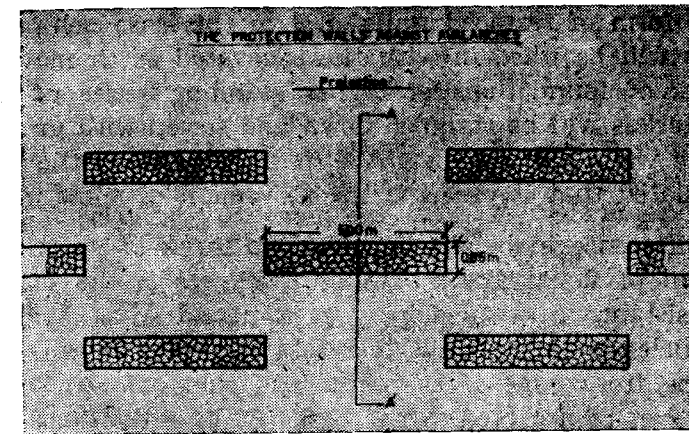


Fig. 1.

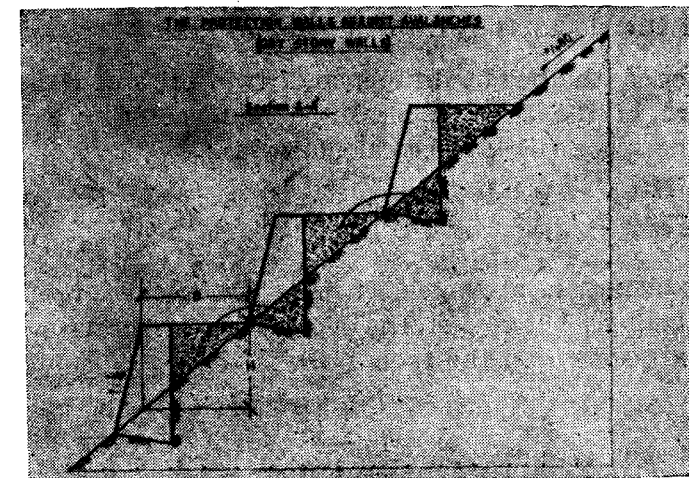


Fig. 2.

rough excavated small channels. The height of these walls should generally be between 2-3 m to maintain them easily and inexpensively.

The arrangement of the walls on the slope should be in a chess-board pattern. The length of the walls is 5-10 m. These walls should be built along a broken line on the slope where a gentle gradient passes into a steeper one, since that is the line where the moving snow masses will stop safely.

The walls on the slopes with the same gradient will be constructed in form of terraced walls, and in this case behind the walls of a series will be filled in with the excavated earth materials from the ditches of foundations of higher standing series of walls. The filling materials will be stamped down and sowed with grass. The height of the walls and the height difference between the walls must be so regulated that it prevents the movement of snow masses.

The difference in height between two series of walls depends on the gradient of slopes, the maximum thickness of the snow and the friction resistance between sloping ground and snow layer. The preventive efficiency of the walls increases or decreases with the width between the front edge of the walls and slope-line (in cross-section). This space can be accepted as the base (B) of active masses of snow. This base increases or decreases with the height and respectively with the space behind the walls. The action of the earth and snow masses behind the walls in the direction of the slope depends on the gradient of the slopes (p %).

In practice, the height difference of two series of walls (H) after the gradient of the slope is measured and accepting a appropriate value for the space (B), can be calculated as :

$$\frac{H}{B} = \frac{p}{100} \quad \text{and from this.} \quad H = \frac{p}{100} B$$

The explanation above shows that avalanche preventive walls should be built as buttresses. The dimensions of the cross-sections of buttresses are shown on the table below:

Table 1)

<i>The height of the wall</i>	<i>The width of the top of the wall</i>
<i>h (m)</i>	<i>K (m)</i>
1,0	0,70
2,0	0,80
3,0	0,90
4,0	1,00
5,0	1,10
6,0	1,20

1) Faber-Dolt: Waldstrassenbau, 1932.

The back surface of the walls is generally vertical and the front 1 : 1/3 - 1 : 1/4 graded.

Dry wicker work (Fig. 3):

On the steep slopes with loose, shallow soils and where wooden construction materials are obtainable easily and inexpensively, dry wicker work will be built to prevent the start of avalanches.

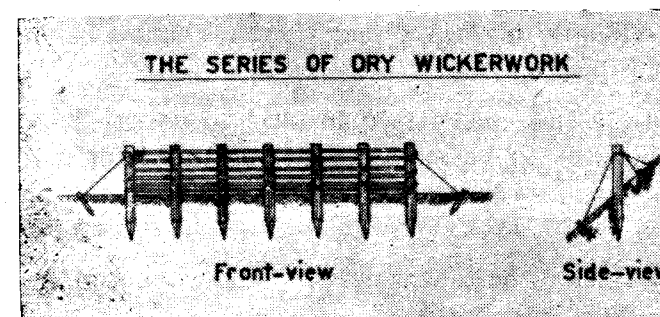


Fig. 3.

The dry wicker work consists of wooden stakes of 10-15 cm diameter and 1,20 - 1,30 m in length. These stakes are driven in at intervals of 60 cm. The space between the stakes will be woven with thin ($\phi = 3 - 4$ cm) tree branches. The length of the series of dry wicker works is 6 - 15 m. The arrangement of the series of dry wicker work is also in chess-board pattern. The two end stakes of each series are bound with galvanized wire to the side stakes (Fig. 3).

The stakes may be pointed out that the action of forest against avalanches is important and that the prevention of the start and come down of avalanches depends closely on the position of the forest.

Prevention by means of forests is provided best by a middle aged, normally dense forest with strong under flora managed rationally. Forests which have grown old or those composed of young and pliable trees can not hold the snow masses.

The high altitudes on the mountain can be reafforested with the *P. silvestris* and *P. nigra* etc. Reafforestation should not be made straight lined and, the young trees should be planted where they will be afforded some protection, for instance, in front of large stones or

cut tree stocks. To protect the reafforested area against the coming avalanches, bare strips should be left at appropriate intervals in the forest, in the direction of the slope.

S U M M A R Y

As in all mountainous countries, also in Turkey on the mountains numerous avalanches start and come down during the winters with plentiful snow fall and killing people, destroying buildings and even whole villages, highways and railroads and blocking traffic on them for long periods.

Therefore, a law was passed in 1959 to cover «The measures to be taken and aids to be extended at natural disastrous occurrences affecting public life». Natural disasters covered by the law are earthquakes, fires, floods, landslips, avalanches and rolling stones.

The measures to be taken and the aids to be proffered are stated in this law under two heads:

— Medical treatment, provisional housing and feeding of the people faced with natural disasters which affect public life,

— Repair of damaged houses of people involved in natural disasters or resettlement of people whose houses have been destroyed.

But, of course, the damages caused by avalanches do not consist only of those expressed above. The avalanches destroy, because of their tremendous dynamism and erosive force, young or old forests also and at the same time they destroy the soil and the ground of the slopes and carry it away (avalanche erosion). In this way water erosion gains increased severity.

The starting and coming down of avalanches depend closely on the natural conditions: relief, climate and vegetation cover. Steep and bare slopes or slopes covered by an insufficient vegetation cover ease the start of avalanches on the mountain in high altitude.

Basically two forms of avalanches can be distinguished: slab avalanches and loose avalanches. The weather conditions influence the form of avalanches.

To find out the ways (courses) where avalanches come down in Turkey, studies have been initiated in 1960. For this purpose the method of questionnaires has been used. As a consequence of these studies has been found out:

The avalanches come down in Turkey:

Along the State Highways (of over 60000 km length) on 36 places;

Along the State Railroads (of 8000 km length) on 38 places and

In the State Forest areas (about 97 % of total forest areas) on 48 places.

The most important and constructive measures are to prevent the start of avalanches in the high altitude and sensitive areas and subsequently of new occurrence of starting sites on the mountains. For this purpose those measures which are to be taken within the framework of forestry activities. Consequently having made special studies to determine where the natural forest boundary limits should lie, the aim should be to restore this limit from its present reduced state brought about by overgrazing and other human activities, to its original position.

Therefore:

— The present forests and all reforestation areas below this boundary should be protected with dry wicker works against grazing and rolling stones. But it is much better to protect these areas against grazing, rolling stones and at the same time against forest fire by surrounding them with dry stone walls.

— Besides, within forestry activities, dry stone walls (buttresses) were to build in the upper watersheds to prevent the start of avalanches and on that way to protect all young forests and reforestation areas below the forest boundary during the first decades (20-30 years).

B I B L I O G R A P H Y

1. Härtel Ottocar und Winter Paul : Wildbach und Lawinenverbauung. Wien und Leipzig, 1934.
2. Strele Georg und Fulterer Georg : Über Lawinenabwehr und die Konstruktion von Lawinenschutzbauten an Strassen. Wien, 1948.
3. Strele Georg : Grundriss der Wildbach-und Lawinenverbauung. Wien, 1950.
4. Tavşanoğlu Faik : Sel Derelerinin Tahkimi (Wildbachverbauung) Istanbul, 1967.

5. United States Department of Agriculture, Forest Service: Snow Avalanches. January, 1969.
 6. United States Department of Agriculture, Forest Service: The Snow Torrents in Wasatch National Forest, January, 1969.
 7. United States Department of: Agriculture, Forest Service: Mechanics of Debris Avalanching in Shallow Till Soils of Southeast Alaska, 1970.
 8. Aulitzky, H.: Enlarged Alpine Regions and Protective Measures. European Committee For the Conservation of Nature and Natural Resources. Strasbourg 1973.
-