
SERİ

B

CİLT

46

SAYI

1-2-3-4

1998

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ



ORMAN YOLLARINDA DRENAJ PROBLEMİ VE ÇÖZÜM YOLLARI

Ar.Gör.Murat DEMİR¹⁾

Kısa Özet

Yolların ömür ve dayanıklılığını etkileyen zararlı su akımlarını önlemek ve her türlü suyun yol platformundan, en kısa yoldan uzaklaştırılması için yapılan tesis ve önlemlerin tümü, orman yollarının drenajı kapsamına girmektedir. Suların orman yolları üzerindeki bu zararlı etkilerini ortadan kaldırmak için yüzeysel drenaj ve yeraltı drenajı olmak üzere iki çeşit drenaj önlemi sözkonusudur.

Bu makalede, orman yollarındaki drenaj problemi ve çözüm yolları üzerinde durularak uygulanabilecek tesisler ve önlemler hakkında bilgiler verilmiştir.

1.GİRİŞ

Orman yollarının ömrü ve sağlamlığı, yol platformuna gelen suların zararlı etkisinden korunmasına bağlıdır. Bu nedenle gerek yeraltı sularının ve gerekse çevreden yol platformunda dik, verev (eğri) yada paralel akan yüzeysel suların, yol gövdesine zarar vermeden uzaklaştırılması suretiyle güzergah boyunca nakliyatın sürekliliğinin sağlanması önemli bir sorundur (ÖZÇELİK 1982). Bu nedenle drenaj, bir yol projesinde, yolun yüzeysel ve yeraltı sularına karşı korunması güzergah seçiminden kaplama yapımına kadar, yani yol inşaatının başlangıcından sonuna kadar her aşamada düşünülmesi gereken bir konudur. Drenaj problemi iyi çözülmemiş bir yolun sürekli olarak büyük bakım ve onarım masraflarını gerektireceği açıktır.

Orman yollarında drenaj, yol platformu ve yol ile ilgili yağış havzasına yağmur, dolu ve kar halinde düşen ve doğal yataklarda akan ya da çukur yerlerde biriken yüzeysel sular ile zemin taneleri arasındaki boşluklarda durgun veya akış halinde bulunan yeraltı sularının yola ve çevreye zarar vermeden kontrol altına alınıp uzaklaştırılmasıdır.

Yol platformuna gelen suyun zemini hafif şekilde nemli tutan ve ince taneler arasında kohezyon sağlayarak yararlı etki yapan belli bir miktardan fazlası, bazı zararlı etkilere yol açmaktadır. Bunlar şöyle sıralanabilir (UMAR/YAYLA 1994):

- Yağışlardan sonra meydana gelen yüzeysel sular yol platformunda, doğu ve kazı (yarma) şevlerinde erozyona neden olmaktadır.

¹⁾ İ.Ü.Orman Fakültesi Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı

- Yol platformu zemini kısmen ya da tamamen su ile doymun duruma geçtiğinde, yol trafiğinin fazla ve yinelenen yükü altında, boşluk suyu basıncı oluşmaktadır. Bunun sonucunda zeminin iç sürtünme katsayısı azalarak kayma dayanımı düşmekte, dolayısıyla yolun taşıma gücünde azalma meydana gelmektedir.
- Killi ve siltli toprak malzemesinden oluşan zeminler bünyelerine su aldıklarında büyük hacim değişikliği göstermektedirler. Bu hacim değişikliği sonucunda meydana gelen kabarmalar yol üst yapısında kırılma ve dağılmalara neden olmaktadır.
- Yolun kazı (yarma) şevi kesimlerinde, yol platformuna doğru olan yeraltı suyu akımları zeminde kayma yüzeyleri oluşturmakta ve bu sular kazı şevi stabilizasyonunu azaltarak heyelanına neden olmaktadır. Aynı durum yüksek dolgu şevleri için de sözkonusudur.
- Yol platformunu oluşturan zeminin bünyesinde serbest, kapılar ve absorbe durumda bulunan su donunca önce hacim artması ile yol üst yapısında kırılmalar meydana gelmektedir. Daha sonraki aşamada ise hava sıcaklığının artması ile çözülen don, zeminin çamur haline gelmesine neden olmaktadır. Çamur haline gelen zemin, trafik etkisi ile yukarıya doğru ilerlemekte, yol alt temel ve temel tabakalarının taneli malzemesi içine girmektedir. Bunun sonucunda yol alt temel ve temel tabakaları arasındaki kenetlenme önlenmekte ve zeminin taşıma gücü azalmaktadır.

2. ORMAN YOLLARINDA DRENAJ

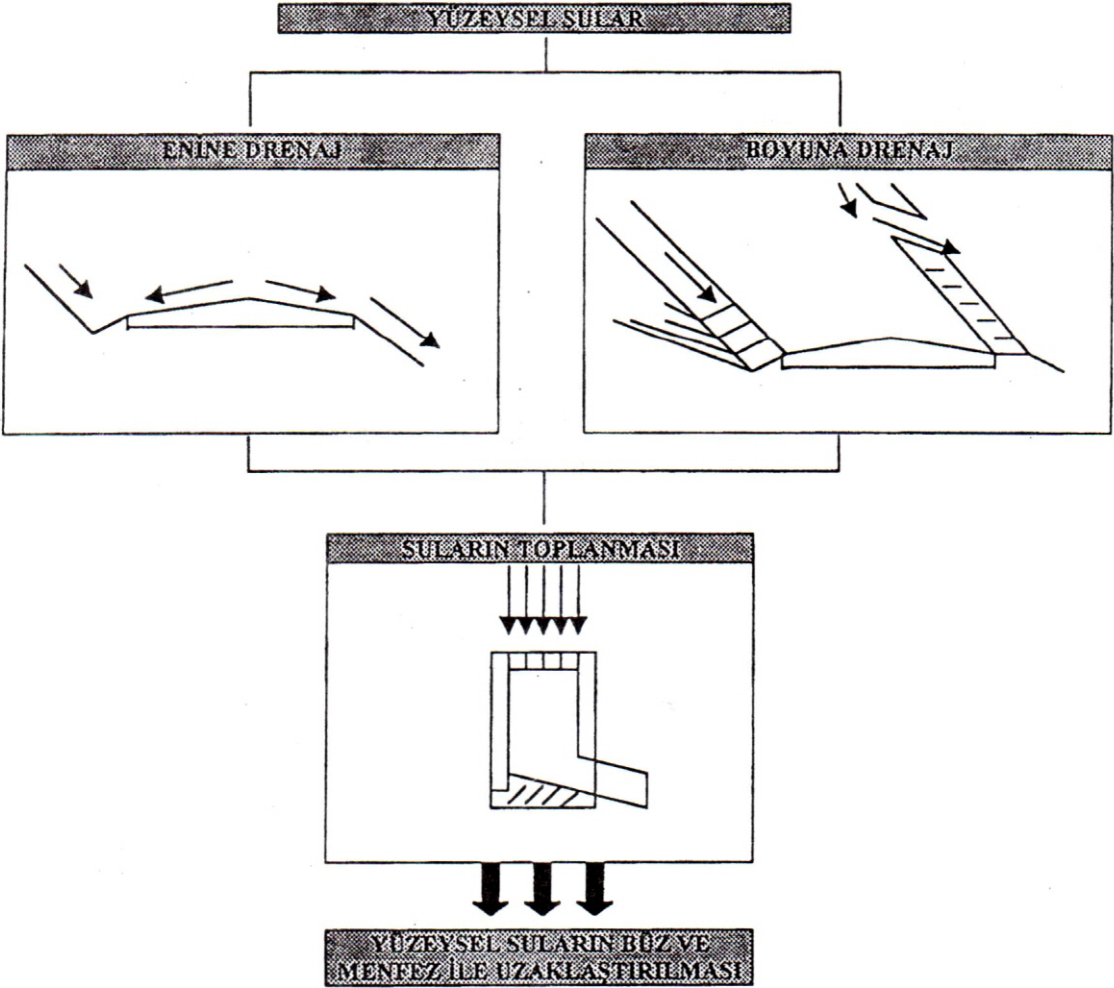
Orman yollarının ömrü ve faydalı kullanım süresi üzerinde en fazla olumsuz etki sular tarafından meydana getirilmektedir. Suların orman yolları üzerindeki bu zararlı etkilerini ortadan kaldırmak için yüzeysel drenaj ve yeraltı drenajı olmak üzere iki çeşit drenaj önlemi sözkonusudur. Yüzeysel drenajda amaç, çeşitli şekillerdeki yağışlar nedeniyle yol yüzeyine, yol şevlerine ve yakın çevresine düşerek yüzeysel akışa geçen suların kontrol alınarak uzaklaştırılmasıdır. Yeraltı drenajında ise zemin cinsi, yeraltı suyunun derinliği, akış yönü ve miktarı gibi hususlara göre özel drenaj projeleri hazırlanarak uygulanır. Yeraltı sularına karşı alınan drenaj önlemleri yüzeysel sulara karşı yapılan drenaja göre çok daha zor olup, yeraltı drenajı için standart bir sistem önerisi yapmak çok zordur.

2.1 Orman Yollarının Drenajında Alınabilecek İlk Önlemler

Orman yollarında suların yukarıda belirtilen zararlı etkilerine karşı alınabilecek önlemlerden birincisi, yol güzergah etüdü sırasında drenaj probleminin gözönünde tutularak bir planlama yapılmasıdır. Bu şekilde yapılacak bir planlama, daha sonra karşılaşılabilecek sorunları çözümler ya da bazılarının çözümlerini kolaylaştırmış olur. Öncelikle orman yollarının güzergah etüdü sırasında kolaylıkla su altında kalabilecek vadi tabanları yerine yamaçlar ve yeraltı su düzeyinin derinde olduğu alanlar ve arazi bakışı güneye bakan yamaçlar tercih edilmelidir. Yolun yapımı sırasında doğal su kaynakları ve yatakları mümkün olduğunca değiştirilmemelidir. Orman yol güzergahlarının geçtiği bölgelerde zemin etüdüleri yapılarak bu etüd sonuçlarına göre özel drenaj önlemleri alınması gereken yerler en iyi şekilde belirlenip alınacak drenaj önlemleri tespit edilmelidir. Orman yollarında yüzeysel drenaj için tesis edilecek kenar hendekleri, kafa hendekleri ve menfezlerin yer ve boyutları mümkün olduğunca doğru bir şekilde belirlenmeye çalışılmalıdır. Orman yollarında yol yüzeyine verilecek enine ve boyuna eğim bölgedeki yağış miktarına ve yolun kaplama tipine göre uygun bir şekilde seçilmelidir.

2.2 Orman Yollarında Yüzeysel Drenaj

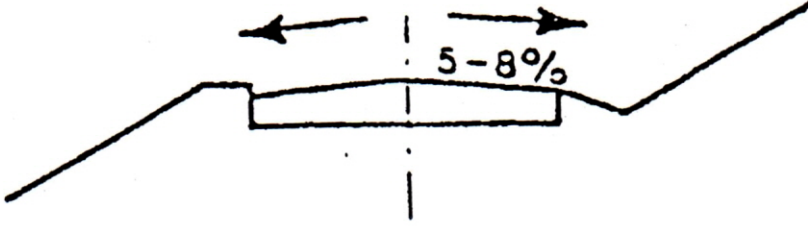
Yol yüzeyine, yol şevlerine ve yolun yakın çevresine düşen yağışlar nedeniyle yüzeysel akışa geçen sular yüzeysel suları oluşturmaktadırlar. Bu suların zararlı etkilerinin ortadan kaldırılması veya en düşük düzeye indirilmesi için hızla yol gövdesinden uzaklaştırılmaları, en yakındaki büz, menfez veya doğal mecralara aktılmaları gerekmektedir. Yüzeysel suların yol üzerinden uzaklaştırılmaları, bu suların yol yüzeyinden enine olarak toplanıp çevreden gelen sularla birlikte kenar hendekleri boyunca aktılması ve büzler yardımıyla yolun diğer tarafına aktarılması şeklinde olmaktadır (Şekil 1). Yüzeysel suların uzaklaştırılması için yol yüzeyine tek veya iki taraflı enine eğim verilmesi, kenar hendekleri, yüksek dolduru banketleri oluşturulması gibi önlemler yanında yolun yakın çevresine düşen yağışlardan kaynaklanan ve yüzeysel akışa geçen suların zararlı etkilerine karşı kafa hendekleri yapımı söz konusu olmaktadır.



Şekil 1: Orman yollarında yüzeysel suların yol platformu üzerinden uzaklaştırılması

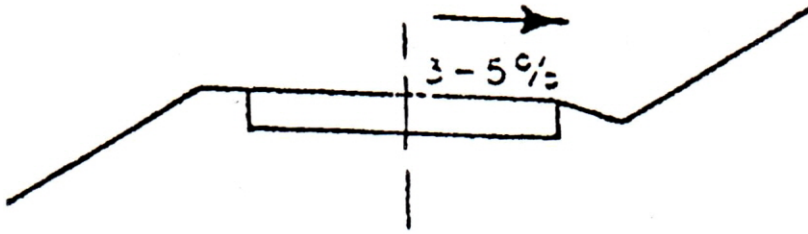
2.2.1 Yol Yüzeyine Enine Eğim Verilmesi

Orman yollarının yapım ve bakım çalışmalarında doğrudan doğruya yol yüzeyine düşen yağış sularının yol eksenini boyunca akarak zarar vermesini önlemek ve yol yüzeyinden hızla uzaklaştırmak amacıyla genellikle alımanlarda eksenden iki tarafa doğru, kurplarda ise deverden dolayı kurp merkezinin bulunduğu tarafa doğru bir eğim verilmektedir. Toprak yollarda eksenden iki tarafa çatı şeklinde eğim verilirken, stabilize yollarda parabol şeklinde eğim verilir. Eğim değeri genellikle % 4-6 olmakla birlikte orman yollarında bu değer % 8'e kadar yükseltilebilmektedir (Şekil 2).



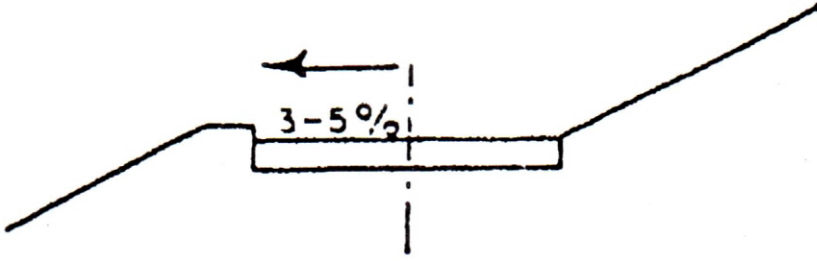
Şekil 2: Yol yüzeyine iki taraflı enine eğim verilmesi (BAYOĞLU 1997).

Orman yollarında yol yüzeyine tek taraflı olarak dere ve yamaç tarafına doğru enine eğim verilebilmektedir. Yol boyunca tek taraflı olarak yamaç tarafına verilen eğim dik ve erozyona elverişli arazi için iyi sonuç vermektedir. Bu şekildeki bir uygulama vadi tarafındaki banket ve şevlerde zarar meydana gelmesini önlemekte, bütün yol platformunda üst yapı malzeme kalınlığının aynı olmasını sağlamakta, buzlu ve kaygan zeminlerde aracın kayma tehlikesini azaltmaktadır. Buna karşılık merkezi vadi tarafında olan kurplarda yol yüzeyine enine eğim uygulanması sakıncalı olmaktadır, ayrıca yamaç tarafındaki kenar hendeğinde toplanan suların akıtılması için önlem alınmasını gerektirmektedirler (Şekil 3).



Şekil 3: Yol yüzeyine tek taraflı enine eğim verilmesi (BAYOĞLU 1997)

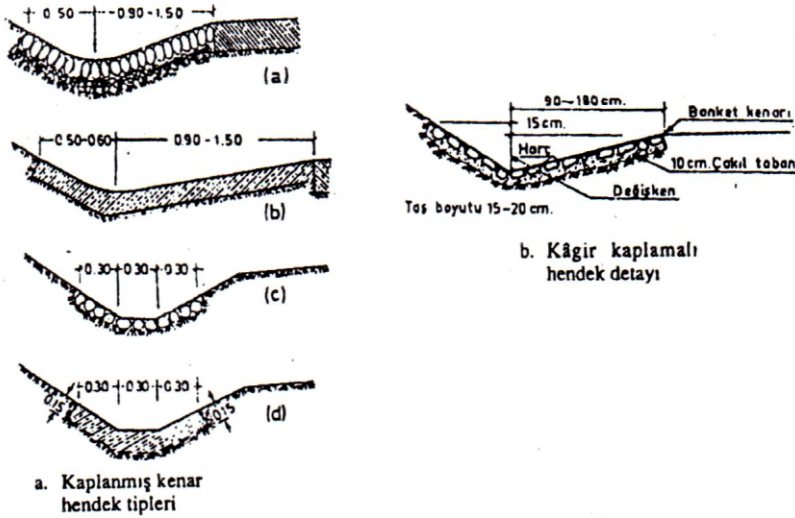
Yol boyunca yol yüzeyine vadi tarafına doğru eğim verilmesi düz arazide yer alan boyuna eğimi küçük ve yön değişimleri az olan yollar için iyi sonuç vermektedirler. Yol platformu genişliğince üst yapı malzemesinin kalınlığı aynıdır (Şekil 4). Ancak, merkezi yamaç tarafında bulunan kurplar için uygun değildir ve bu uygulamadan vadi tarafındaki banket ve şevler zarar görmektedirler. Ayrıca kaygan ve donmuş zeminlerde araçlar için tehlikeli olmaktadır. Orman yolları için drenaj güçlükleri ve bunun yarattığı problemler nedeni ile yatay yol platformu uygulamasından kaçınılmalıdır.



Şekil 4: Yol boyunca yol yüzeyine vadi tarafına doğru tek taraflı eğim verilmesi (BAYOĞLU 1997)

2.2.2 Kenar Hendekleri

Yol yüzeyine verilen enine eğimlerden dolayı yol yüzeyinden gelen sularla, kazı şevlerinden gelen yüzeysel sular kazı şevi ile banket arasında yer alan ve yol boyunca devam eden kenar hendekleri yardımıyla toplanır ve büzlerle yolun diğer tarafına akıtılırlar. Kenar hendekleri kazı şevi içinde kalan yol kesimlerinde inşa edilmektedirler. Orman yollarında kazılarda genellikle makineli bakım için daha elverişli ve trafik için daha emniyetli olan üçgen kesitli kenar hendekleri yapılmaktadır.

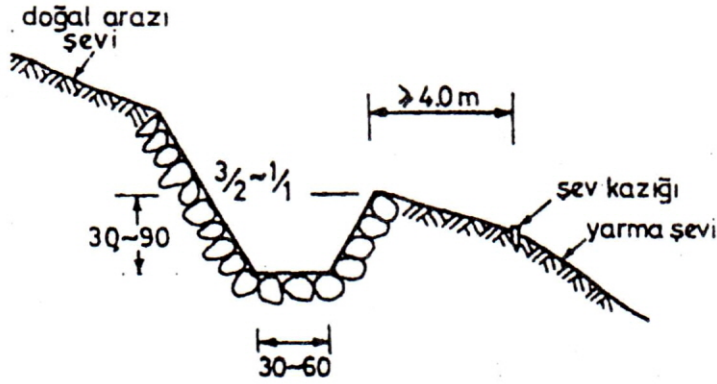


Şekil 5: Çeşitli kenar hendeği tipleri (BAYOĞLU 1997)

2.2.3 Kafa Hendekleri (Derivasyon Hendekleri)

Kafa hendekleri, özellikle erozyona elverişli arazilerde yamaçlardan gelen yağmur ve sızıntı sularının kazı şevlerini bozarak kenar hendeğini ve yol yüzeyini taşıntı malzemesi doldurmasını önlemek amacı ile kazı şevi kazığının 4-10 m ilerisinde ve kazı şevi üst çizgisine paralel olarak inşa edilmektedirler (Şekil 6). Bu hendekler, kazı şevlerinin heyelanını kolaylaştıran suları toplayıp uzaklaştırması bakımından yararlı tesislerdir. Bu hendeklerin boyutlarının bölgedeki yağış şiddeti ile arazinin topoğrafik yapısı ve bitki örtüsü durumuna göre seçilmesi

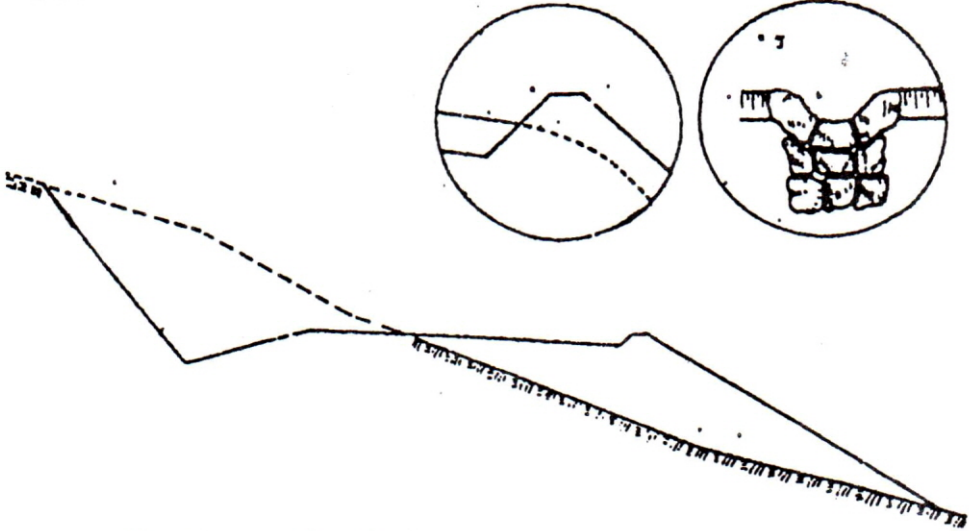
uygun olmaktadır. Kafa hendeklerinde toplanan sular kenar hendeklerine verilmemektedir. Gerekli durumlarda bu hendeklerin içleri taş malzeme ile kaplanması yararlı olmaktadır.



Şekil 6: Kafa hendeği (BAYOĞLU 1997)

2.2.4 Dolgu Şevlerinin Drenajı (Yüksek Banket)

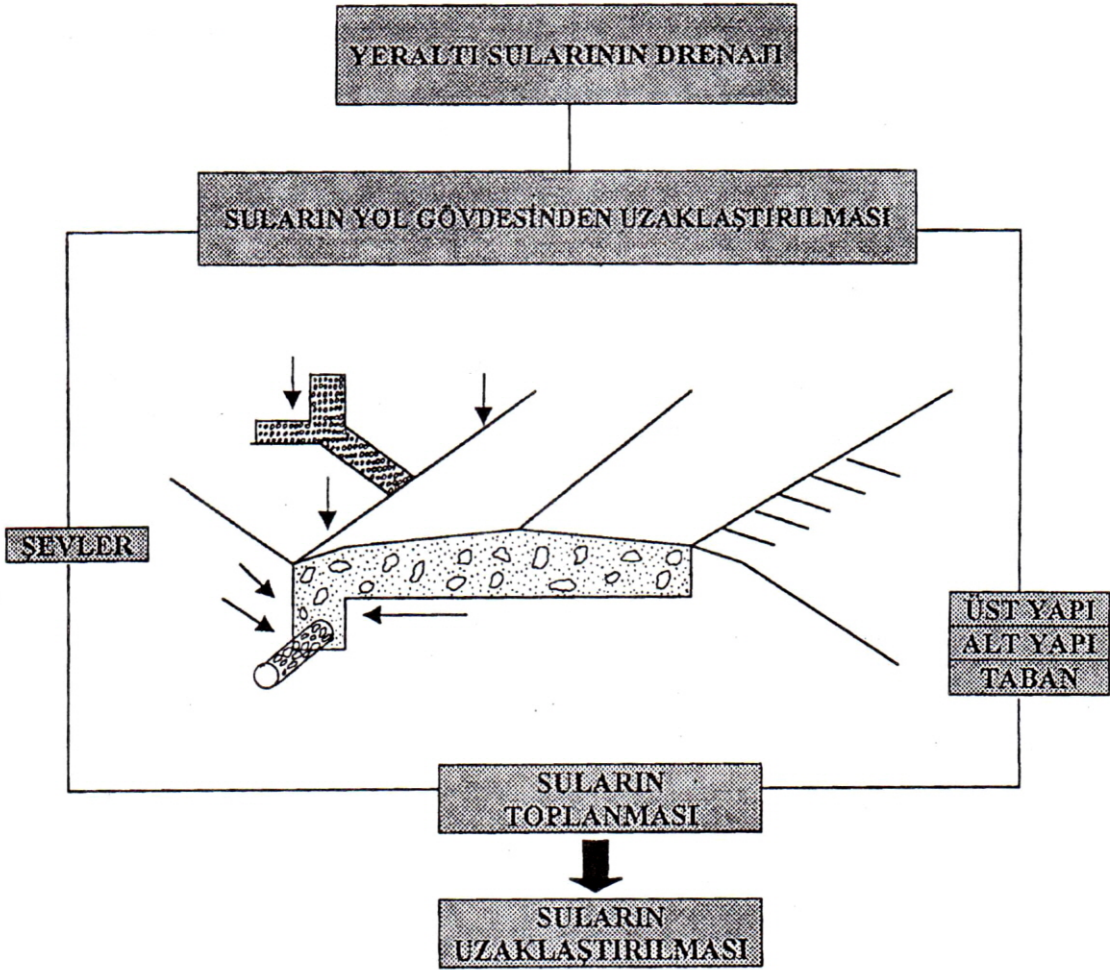
Dolgu şevleri üzerine özellikle kurplarda deverlerden dolayı akan suların erozyona neden olacak miktarlarda olması halinde dolgu şevi tarafındaki banket 20 cm yükseklikte ve banket kenarından dışa doğru bir sedde oluşturacak şekilde yükseltilmektedir (Şekil 7). Böylece yol yüzeyinden gelen sular bu seddeler boyunca toplanarak şartlara göre 50-100 m aralıklarla dolgu şevi üzerinden akıtılarak uzaklaştırılmaktadır. Eğer bu noktalar taş dolgu üzerine rastlamıyorsa uygun şekilde yapılan oluklar aracılığıyla sular dolguya zarar vermeden yolun dışına akıtılmaktadır.



Şekil 7: Orman yollarında yüksek banket uygulaması (ANONİM 1960).

2.3 Orman Yollarında Yeraltı Sularının Drenajı

Orman yollarında yeraltı sularının drenajında amaç, yol yüzeyi altındaki zeminde bulunan suyun yola zarar vermeyecek şekilde kontrol altına alınıp uzaklaştırılmasıdır. Zemindeki su başlıca, serbest ve kapilar olmak üzere iki şekilde bulunmaktadır. Serbest suyun uzaklaştırılması uygun dren tesisleri ile kolaylıkla mümkünken zeminde bulunan kapilar suyun tamamen drene edilmesi oldukça zor olmaktadır. Kapilar su ancak taban suyu düzeyini düşürmek suretiyle yola zarar vermeyecek bir miktara indirilebilmektedir. Orman yollarında yeraltı sularının drenajı ile ilgili olarak alınacak önlemler; yüksek olan ve yola zarar veren taban suyu seviyesinin düşürülmesi, arazinin jeolojik yapısı sonucu kazı şevi tarafından yol gövdesine doğru hareket halindeki yeraltı sularının yola zarar vermeden yolunun kesilerek uzaklaştırılması (karşılama drenleri) ve kazı şevlerinde geniş alanlarda sızıntı sularının toplanarak zararsız duruma getirilmesi şeklinde sıralanabilir (Şekil 8).



Şekil 8: Orman yollarında yeraltı sularının drenajı

2.3.1 Yeraltı Sularının Belirlenmesi İçin Yapılabilecek Drenaj Etüdüleri

Yeraltı sularının drenajında başarılı olabilmek için dren tesislerinin projelendirilmesine geçmeden önce drene edilecek zeminin karakteri ayrıca, yeraltı suyunun derinliği, debisi ve değişimi ile akış yönü ve hızının çok iyi şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla ve yağış mevsimi sonunda yapılabilecek etüdüler aşağıda gösterilmiştir (UMAR/YAYLA 1994):

- *Arazi Araştırmaları:* Yolun geçtiği bölgedeki diğer yol ve yapıların incelenmesi sonucu elde edilen bilgilerin toplanması
- *Zemin Araştırmaları:* Yol gövdesinin oturduğu zeminin yapısını araştırmak amacı ile yapılan araştırmalar.
- *Sondajlar:* Zemin tabakalarının ve yeraltı sularının durumunu belirlemek amacıyla yapılan çalışmalardır. Sondaj deliklerinin derinliği duruma göre 30 m'ye kadar çıkabilmektedir.
- *Yeraltı Sularının Gözlenmesi:* Sondajların yapılması ve ayrıca kazıların yapılması sırasında yeraltı sularının derinliği, debisi, debinin değişimi, akış yönü ve akış hızı vb. konularda bilgilerin toplanması.
- *Analiz ve Değerlendirme:* Yukarıda yapılan çalışmaların sonucu elde edilen bilgilerin değerlendirilip zeminin ve yeraltı sularının çeşitli özelliklerine en uygun projenin hazırlanması.

2.3.2 Taban Suyu Seviyesinin Düşürülmesi

Orman yollarında taban sularının drene edilmesinin amacı, yol platformunun altında bulunan suyun yola zarar vermeyecek şekilde toplanarak yol gövdesi dışına aktılmasıdır. Bu sular taban suyu olabildiği gibi, kapilarite ile yükselen sular da olabilirler. Taban suyunun uzaklaştırılması uygun drenaj tesisleri ile kolaylıkla mümkün olmakla birlikte kapilar suyun tamamen uzaklaştırılması büyük güçlükler göstermektedir. Yeraltı sularının zararlı etkilerinden korunmak amacıyla alınabilecek önlemlerin başında, yüzeysel suların zemine sızarak taban suyuna katılmaları ve su seviyesinin yükselmesine engel olunması gelmektedir. Yüzeysel suların drenajı ile ilgili tedbirleri almak, yola yeterli bir boyuna eğim vermek ve yol platformunu bir kaplama malzemesi ile kaplamak yeterli olmaktadır. Toprak yollarda ise alınabilecek ilk önlemler, uygun zamanlarda yapılacak bakım çalışmaları ile yol yüzeyindeki tekerlek izleri vb. bozuklukları gidermek şeklinde gerçekleştirilmektedir.

Yeraltı suları ile ilgili olarak alınacak önlemlerin etkili olabilmesi için daha öncede belirtildiği gibi suyun özelliklerinin belirlenmesi için drenaj etüdüleri yapılmalıdır. Bu belirlemeler yapıldıktan sonra alana uygun önlemler projelendirilerek uygulanmaktadır.

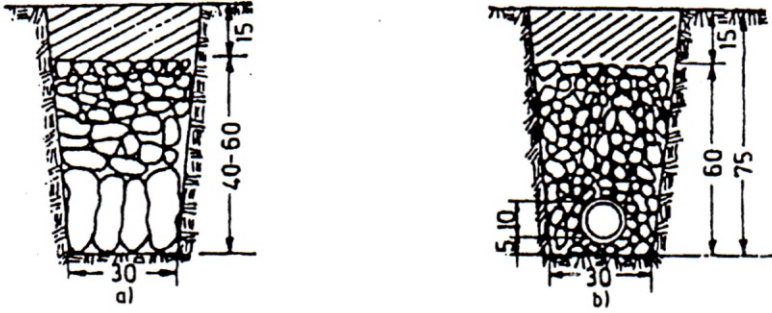
2.3.2.1 Kör Drenler

Taban suyu seviyesinin az miktarda indirilmesinin yeterli olabileceği yerlerde taş dolgulu *kör drenlerin* (Şekil.9-a) kullanılması yeterli olmaktadır. Bu tip drenlere Fransız tipi dren de denmektedir. Bu dren sisteminin uygulanabilmesi için drene edilecek su miktarının fazla olmaması ve kullanılacak taş malzemelerin ucuza mal edilmesi gerekmektedir. Kör drenlerin yapımında 20-25 cm'lik iri taşlar dikine olarak hendek tabanına elle sıralanır, bu taşların üzerine 20-40 cm derinlikte ve 2-8 cm boyutundaki kırmataş ile çakıldan oluşan granüle malzeme iriliği aşağıdan yukarıya doğru azalmak üzere doldurulur. Bu tabakanın üzerine de yüzeysel suların

drenaj sistemine sızarak tıkanmalarına neden olmaması için 15-20 cm kalınlıkta kil gibi su geçirmez malzeme eklenmektedir. Bu tip drenler zamanla tıkanarak işe yaramaz duruma gelmektedirler. Bu nedenle bu tip drenler yerine borulu drenlerin kullanılması daha iyi sonuç vermektedir.

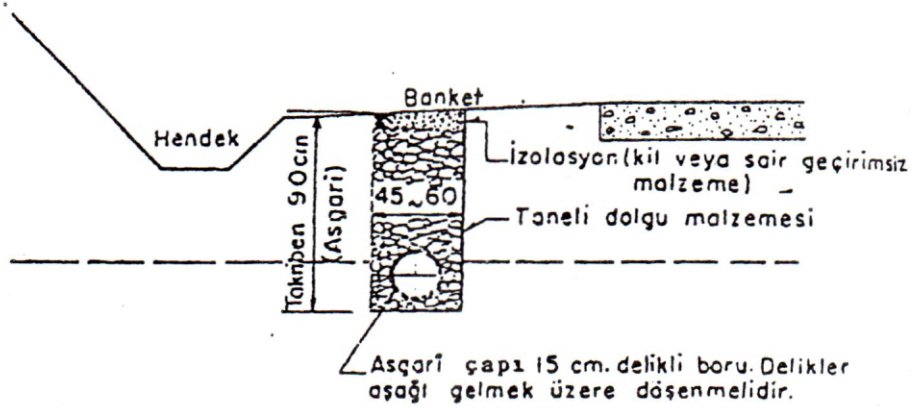
2.3.2.2 Borulu Drenler

En çok kullanılan sistem olan bu drenlerde fırınlanmış kil borular, delikli ve deliksiz metal ya da beton borularla, delikli plastik (PVC) borular kullanılmaktadır. 15-20-30 cm çapında olan borulu drenlerin (Şekil.9-b) üzerinde suların drene edilebilmesi için delikler bulunmaktadır. Bu deliklerin çapları 8-9 mm olup ve 25 mm'lik aralıkla şaşırtmalı sıralar halinde açılmışlardır. Kullanılacak dren borusunun seçiminde sağlamlık, hizmet ömrü, kapasite ve temin kolaylığı gibi faktörler etkili olmaktadır. Bunu yanında, bulunduğu zeminin özelliği ve gelen su miktarına göre yeterli kapasiteyi gösterebilmelidir. Yeraltı sularının dren hendeği içinde kolaylıkla toplanıp akabilmesi için dren borusunun tek başına konması yeterli olmamaktadır. Böyle bir sistemde borunun sızdırcılık özelliği deliklerde meydana gelecek tıkanmalar nedeniyle kısa sürede azalmaktadır. Bunu önlemek amacıyla, dren hendeği içine yerleştirilen borunun granüle bir malzeme veya filtre malzemesi ile örtülmesi gerekmektedir. Filtre malzemesinin minimum çapı 10 mm'den daha küçük olmamalıdır. Filtre malzemesi 20 cm'lik tabakalar halinde dökülüp sıkıştırılmaktadır (BAYOĞLU 1997; UMAR/YAYLA 1994).



Şekil 9: a) Kör dren b) Borulu dren (UMAR/YAYLA 1994).

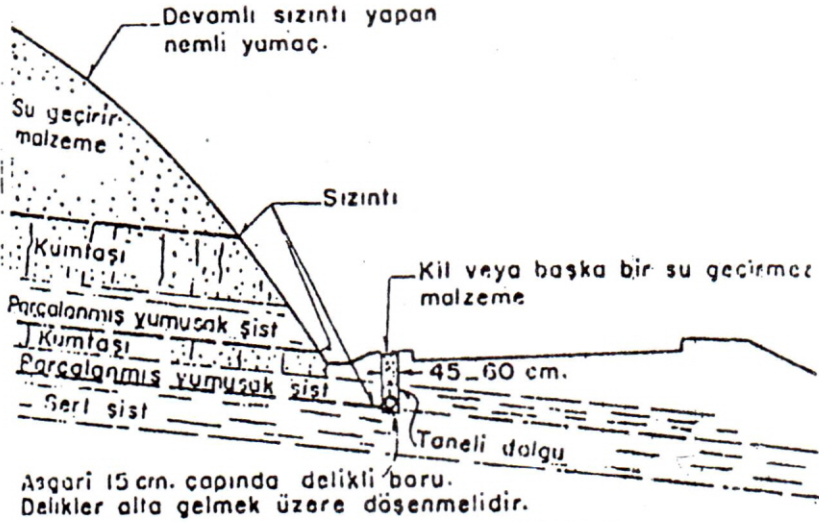
Dren borusunun yeri, drene edilecek suyun durumuna göre banket veya kenar hendeği altına gelecek şekilde belirlenir. Yol gövdesindeki suyun drene edilmesi söz konusu ise boru banket altına, buna karşılık kazı şevinden yol gövdesine doğru gelen bir yer altı suyunun kesilip drene edilmesi söz konusu ise borunun kenar hendeği altına gelecek şekilde koyulması uygun olmaktadır. Dren borusunun konacağı derinlik, yeraltı suyunun durumuna, bölgedeki don derinliğine göre belirlenmekte olup, genellikle en az 0.90 m olmalıdır. Drenaj hendek tabanlarına verilecek minimum eğim % 0.5'tir. Deliksiz beton büzlerin kullanılması halinde, bu büzler birleşim yerlerinde 9-10 mm aralık kalacak şekilde yerleştirilirler ve üst yarısını 10 cm genişlikte ruberoit (bitümlü kağıt) ile kaplanmaktadır. Böylece taban suyunun boruların alt yarısında bırakılan aralıklardan içeri girerek büz boyunca akması ve büzün tıkanmaması sağlanmış olmaktadır (Şekil.10).



Şekil 10: Borulu drenaj yeraltı sularının drenajı (ANONİM 1960).

2.3.3 Karşılama Drenleri

Jeolojik tabakalaşma sonucu kazı şevlerinde eğimli ve geçirimsiz bir tabaka boyunca yol gövdesine doğru gelen yeraltı sularının yollarının kesilerek drene edilmesi amacıyla yapılan drenaj tesislerine *karşılama dreni* adı verilmektedir. Şekil.11'de görüldüğü gibi yağış sularının sızmasına elverişli ve eğimli olarak sıralanan tabakalardan sonra geçirimsiz bir tabakaya ulaşan yeraltı suları bu tabaka boyunca akarak yol gövdesine zarar vermektedirler. Bu gibi durumlarda geçirimsiz tabakaya 30 cm incek şekilde, en az 15 cm çapında tercihen delikli bütler 45-60 cm genişlikte açılan hendekler içine yerleştirilerek ve üstü sıkıştırılmış filtre malzemesi ile doldurularak bu yeraltı sularının drenajı sağlanabilmektedir.



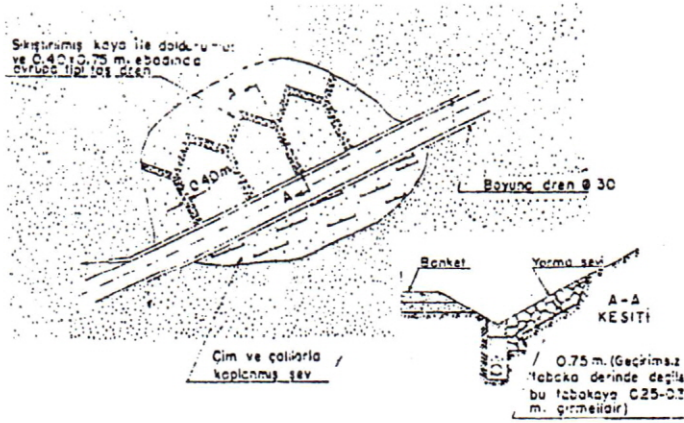
Şekil 11: Karşılama drenleri (ANONİM 1960).

2.3.4 Kemer Taş Drenler

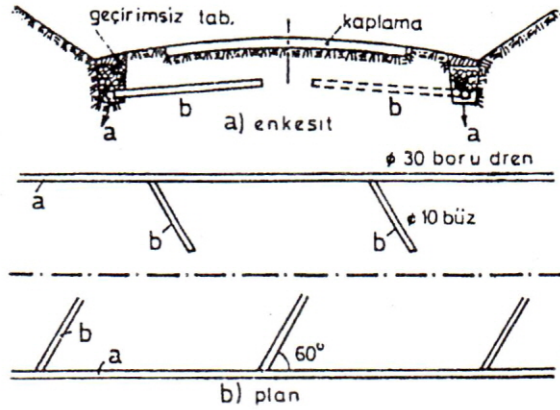
Kazı şevlerinde sızıntı sularının neden olduğu erozyona ve ufak yüzeysel kaymalara engel olmak amacıyla yapılan tesislerdir. Kemer taş drenler 0.50 x 1.0 m boyutlarında (veya 0.40 x 0.75 m) açılan hendeklere 15-20 cm boyutlarındaki taşların sıkıştırılması suretiyle tesis edilmektedir (Şekil 12). Kemer şeklinde yapılmalarının nedeni kazı şevlerinde erozyona ve kaymalara bir ölçüde engel olabilmektir. Bu tesisler ayrıca yol boyunca orman yolu kenarındaki drenaj hendeklerine bağlanabilmektedirler.

2.3.5 Kılçık Drenler

Özellikle kazı şevlerinde yol gövdesinin oturduğu taban zeminini sürekli olarak yeraltı sularının etkisi altında kalabilmektedir. Bu gibi alanlarda yol gövdesinin altına, yol eksenine ile belirli bir açı yapan enine drenler tesis edilebilmektedir. Kılçık dren adı verilen bu drenler yol kenarlarına koyulan boyuna drenlere bağlanmaktadır. Bu tip drenlerde genellikle 10-15 cm çaplı delikli borular kullanılmaktadır (Şekil 13) (UMAR/YAYLA 1994).



Şekil 12: Kemer taş drenlerle kazı şevlerinin stabilitesinin sağlanması ve drenajı (BAYOĞLU 1997)



Şekil 13: Kılçık dren ve bağlantısı (UMAR/YAYLA 1994)

2.3.6 Dren Tesislerinin Bakımı

Yüzeysel ve yeraltı sularının drenajı ile ilgili tesislerin beklenen görevlerini yerine getirebilmeleri için bu tesislerin sürekli olarak bakımlarının yapılması gerekmektedir. Genellikle yağış mevsimi başında ve sonunda olmak üzere yılda iki defa yapılacak olan bu periyodik bakımlar sırasında başlıca, kenar hendekleri, kafa hendekleri ve menfezler temizlenmelidir. Ayrıca yeraltı drenaj tesislerine ait deşarj noktalarının kar, buz, çalı vb. yabancı maddelere karşı korunmaları sağlanmalıdır. Hendeklerin temizlenmesi sırasında çıkan maddeler yolun banket kısmında bırakılmadan uzaklaştırılmalıdır.

2.4 Hidrolik Sanat Yapıları

Orman yollarında sürekli olarak akan ya da yağışlar sonucu oluşan akarsuları yol gövdesinin bir tarafından diğer tarafına geçirmek amacıyla yararlanılan sanat yapılarına hidrolik sanat yapıları adı verilmektedir. Orman yollarında bu amaçla yararlanılan sanat yapılarından açıklıkları 6.0 m'den küçük olanlar menfez, 6.0 m'den büyük olanlar ise köprü olarak isimlendirilmektedir (ÖZÇELİK 1982).

Menfezler açıklıkları ve yapı tarzlarına bağlı olarak küçük ve büyük menfezler olarak iki gruba ayrılmaktadırlar. Aşağıda çeşitli hidrolik sanat yapılarının özellikleriyle ilgili bilgiler verilecektir.

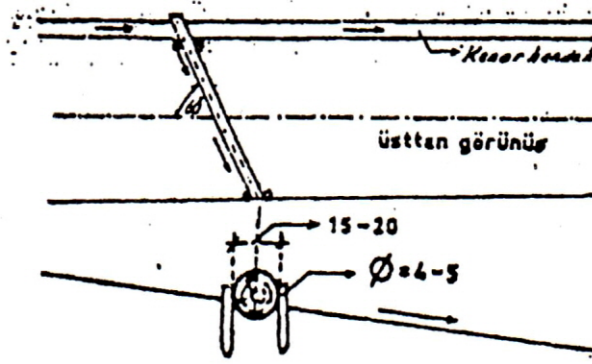
2.4.1 Küçük Menfezler

Orman yollarında suların enine olarak akıtılmasını sağlayan ve açıklıkları küçük olan bu menfezlerden; yamaçlar üzerinde inşa edilmiş toprak yollarda platform üstünde yol boyunca akan yağmur sularını kısa aralıklarla toplayarak dere tarafına akıtmak amacıyla yapılan yol üstü açık ahşap menfezler ve genel olarak bu yolları kesen küçük mecraların sularını ve yol kenar hendeklerinde toplanan yağmur sularını yolun diğer tarafına akıtmak amacıyla hazır yuvarlak büzler, sepet kulpu kesitli yerinde dökme büzler, betonarme tabliyeli hazır menfezler, taş tabliyeli menfezler ve kasisler söz konusu olmaktadır (BAYOĞLU 1997).

2.4.1.1 Yol Üstü Açık Menfezler

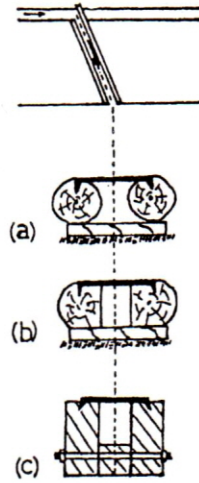
Yol üstü açık menfezler sadece orman yolları için sözkonusu olmaktadır. Genellikle dağlık arazide yer alan orman yollarının eğimleri dik olduğu için yağışlarla yol yüzeyine düşen sular sürekli olarak yol eksenini boyunca akmakta ve yol yüzeyini hemen terk etmemektedir. Eğimin etkisiyle akış hızı yükselen sular, zamanla yol yüzeyinde çığır ve yarınlar oluşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle orman yollarında yol eksenini boyunca akarak zarar veren sular, çeşitli tiplerdeki üstü açık menfezlerle en hızlı şekilde yol yüzeyinden uzaklaştırılmaktadır.

Toprak yollarda yol yüzeyinden akan suların uzaklaştırılması için yararlanılan en basit tesisler yuvarlak ahşap eşiklerdir. Bu tesisler 8-15 cm çapında yuvarlak ağaçların kalın uçları yamaç tarafına gelecek şekilde ve yol eksenini ile 60°'lik açı yapacak şekilde bir çığır içine yerleştirilmesi ve baş taraflarından karşılıklı olarak çakılan kazıklarla tespit edilmesi ile tesis edilmektedirler (Şekil 14).



Şekil 14: Toprak yollarda yuvarlak kesitli ahşap eşik (BAYOĞLU 1997)

Açık ahşap menfezlerin en basit şekli, menfezin yapılacağı yerde yol eksenine dik ya da eğik yönde 50-60 cm derinliğinde ve % 5-6 eğimli olarak açılacak bir hendek içerisine bir taban kalası (kalınlığı 5 cm, genişliği 25-30 cm) yerleştirildikten sonra, bunun üzerine, iç kenarları arasında 10 cm açıklık kalacak bir biçimde iki yuvarlak ağaç ($\varnothing=15-20$ cm) konulmak ve bunlar baş taraflarından birer demir klamo ile tutturulmak suretiyle oluşturulmaktadır (Şekil.15-a). Açık ahşap menfezlerin daha düzgün bir şekli, yuvarlak kesitli ağaçlardan kısmen işlenmiş iki yan ağacın, iç kenarları arasında 8 cm kalacak biçimde taban kalası üzerine yerleştirilmesi suretiyle meydana getirilmektedir. Yan ağaçlar üst tarafta klamolarla birbirine tespit edilmektedir (Şekil.15-b). Diğer bir şekil ise, 8 cm kalınlığında ve 18-20 cm genişliğinde iki yan kalasla, yine, 8 cm kalınlığında ve 8-10 cm enindeki bir taban kalasının alt taraftan bulonlarla, alt taraftan ise klamolarla birbirine tespit edilerek oluşturulmaktadır (Şekil.15-c). Bu şekilde hazırlanan ahşap menfezin yapılacağı yerde yol eksenine dik ya da eğik yönde 30-40 cm genişliğinde ve % 5-6 eğimli olarak açılmış bir hendeğin içerisine yerleştirilerek yanları kırmataş ya da çakılla sıkıştırılmaktadır.



Şekil 15: Açık ahşap menfez kesitleri (SEÇKİN 1978).

Açık ahşap menfezlerin uygulanmasında seçilecek aralıklar, yolun eğimin fazlalığı oranında kısalmaktadır. Bu aralıklar Tablo.1'de gösterilmiştir.

Tablo 1: Açık Ahşap Menfezlerin Uygulanma Aralıkları (BAYOĞLU 1997).

Elverişli koşullar		Elverişsiz koşullar	
Yolun eğimi (%)	Zararlı Erozyonu Engelleyen Aralıklar (m)	Yolun eğimi (%)	Zararlı Erozyonu Engelleyen Aralıklar (m)
5	72	8	30
6	56	10	26
10	36	15	16
15	27	-	-
20	21	-	-

2.4.2 Büzler

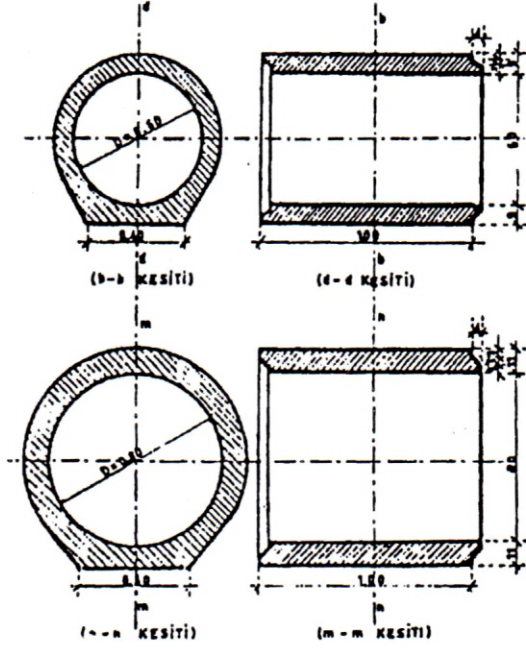
Orman yolları yapımında küçük hidrolik sanat yapıları olarak kullanılan büzler, kullanılacakları yerin özelliklerine göre daire kesitli hazır büz veya sepet kulpu kesitli yerinde dökme büz şeklinde olmaktadır. Orman yollarında büzlerin kullanıldığı yerler:

- Yolların küçük dere mecralarını kestiği yerler
- Kenar hendeklerinde toplanan suların belirli aralıklarla yolun diğer tarafına akıtılması
- Yolların birbirini kestiği yerler
- Ters eğimlerin başlangıcı
- Drenaj işleri

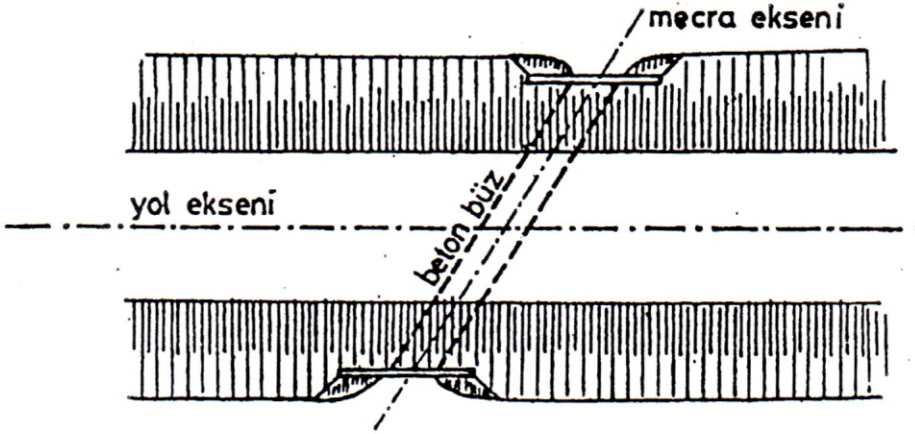
şeklinde sıralanabilir.

2.4.2.1 Yuvarlak Büzler

Orman yollarında kullanılan büzler genellikle 60-80 cm çapında ve 1 m boyunda olurlar. Büzler, taşıma ve yerlerine yerleştirilmesindeki zorluklar nedeniyle daha uzun boylarda üretilmemektedir. Daha büyük çapta olan büzler ise demirli beton şeklinde imal edilmektedir. Ayrıca iç çapları 60 cm'den küçük olan büzlerin tıkanmaları halinde açılmasında güçlüklerle karşılaşıldığı için bunların orman yollarında kullanılması sakıncalı olmaktadır (Şekil 16). Büzlerin yerlerine yerleştirilmelerinde büz eğiminin % 2'den az ve % 15'den fazla olmamasına dikkat edilmelidir. Kenar hendeklerinde toplanan suların yer yer yolun diğer tarafına akıtılması için kullanılan büzler yol eksenine göre verev şekilde yerleştirilirler. Bu amaçla büzlerin yol eksenine dik değil, dikle 30° - 45°'lik açı yapacak şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir (Şekil 17).



Şekil 16: $\varnothing=60$ cm'lik ve $\varnothing=80$ cm'lik beton büzlerin enine ve boyuna kesitleri

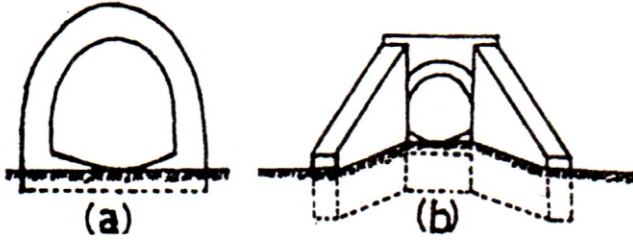


Şekil 17: Büzlerin yol eksenine vererek yerleştirilmesi (BAYOĞLU 1997)

2.4.2.2 Sepet Kulpu Kesitli Yerde Dökme Büzler

Sepet kulpu kesitli yerde dökme büzler, orman yollarında yüksek doldurularda (3.0 m'den fazla) meydana gelecek büyük basınçlar nedeniyle, yuvarlak büzlerin kullanılmasına imkan olmayan yerlerde yerinde dökme yapılarak kullanılırlar. Bu büzlerde beton genel olarak 250 dozajlıdır. Fakat kum, çakıl doğal dere ya da konkasör malzemesi olmasına ve onların niteliğine

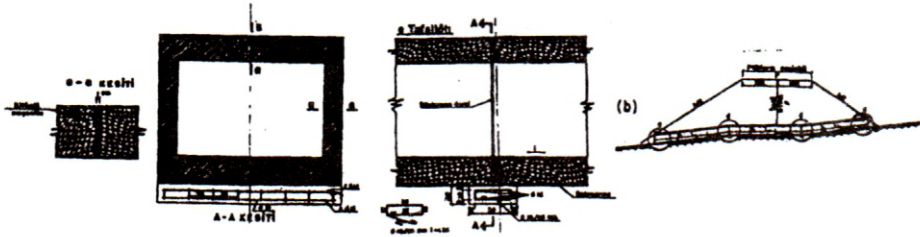
göre dozaj değiştirilebilir. Sepet kulpu kesitli yerinde dökme büzler standart enkesitlerde olmak üzere ve hazır özel kalıplardan yararlanılarak yerinde yapılmaktadırlar (Şekil 18).



Şekil 18: Sepet kulpu kesitli yerinde dökme büzün (a) mansap ve (b) menba tarafından görünüşleri (SEÇKİN 1978).

2.4.3 Kutu Menfezler

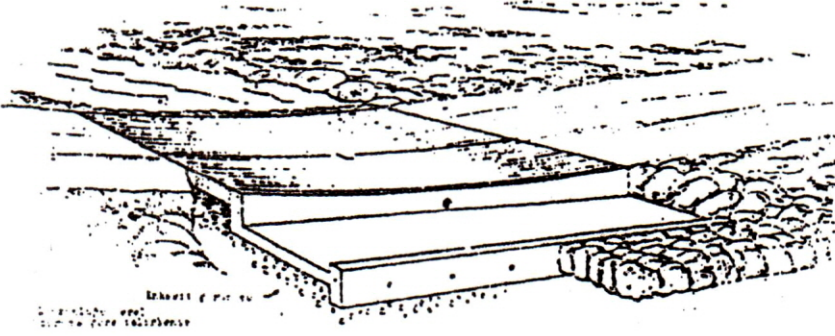
Bu tip menfezler iki ucu açık bir kutu biçiminde olduklarından bu adı almışlardır. Kutu menfezlerde köprülerde olduğu gibi kenar ayaklar ve taşıyıcı kirişler bulunmaktadır. Ancak açıklıkları çok küçük olduğu için taşıyıcı kirişleri mukavemet bakımından oldukça sağlamdır. Bu menfezler, serbest açıklıkları 1.00-1.50-2.00-2.50-3.00 m ve serbest yükseklikleri de 0.60-1.00-1.50-2.00-3.00 m olan, her iki ucu da yani menba ve mansap tarafında kanat duvarları bulunan kutu kesitli, betonarme menfezlerdir (Şekil.19). Kutu menfezlerin yapımında dikkat edilmesi gereken bazı hususlar bulunmaktadır. Menfez yapılacak yerde, eğer arazi eğimi fazla ve değişiklik gösteriyor ve menfezin tek eğimli olması halinde fazla kazı yapılması ya da bazı kesimlerde menfezin dolduruya oturması gibi bir durum doğuyorsa, o zaman menfez tabanı araziye uydurulur ve menfez birkaç eğimli yapılabilir. Bu durumda eğim değişen yerlerde dilatasyon derzleri koyulmalıdır. Menfez üzerine yapılacak dolduru, menfezin iki tarafından, aynı zamanda karşılıklı ve simetrik bir biçimde oluşturulmalıdır. Su akımı hızlı, taş ve sürüntü malzemeleri getiren derelerde, kutu menfez tiplerinin uygulanmasından kaçınılması gerekmektedir (SEÇKİN, 1978).



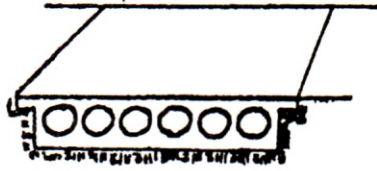
Şekil 19: Standart kutu menfez detaylarına bir örnek (ANONİM, 1953).

2.4.4 Kasisler

Orman yolları için oldukça yaygın uygulama alanı olan basit ve ucuz fakat etkili hidrolik sanat yapılarından birisi de kasislerdir. Kasislerin yapımındaki prensip, suyun yolu katettiği noktada mümkün olduğu kadar geniş bir yüzey üzerinden serbestçe akıp gitmesini sağlamak ve böylece suyun derinliğini azaltmaktır. En basit şekilde kasis, yol eksenini boyunca iç bükey şekilde kuru ve harçlı pere ile kaplanarak veya beton kaplanarak tesis edilmektedir (Şekil.20). Kasislerin başarılı sonuç vermesi için, sağlam ve tercihen kayalık yerlerde yapılmalıdır. Gevşek zeminler kasis yapılması için elverişli olmamaktadır. Araçların geçişi sırasında tekerleklerin gevşek zeminler üzerinde batması nedeniyle, bu gibi yerlerde elverişsiz zeminin kazılıp çıkarıldıktan sonra tabanın, çakıl gibi malzeme ile takviye edilmesi gerekmektedir. Taşkın zamanlarında debisi çok yüksek olan diğer zamanlarda devamlı su sevkeden ve geniş açıklıklarda köprü yapılmasını gerektiren dere yataklarında büzlü kasis veya taşkın menfezi adı verilen tesisler yapılmaktadır (Şekil.21). Burada mecrada akış yönüne paralel şekilde yeteri sayıda büz sıraları oluşturulur ve araları iki başlarında harçlıtaş veya beton duvarla kapatılmaktadır. Duvarların arası da taş veya seçme malzeme ile doldurulup üzeri içbükey kesitte olmak üzere grobetonla kaplanır. Böylece taşkın zamanı dışında büzlerden akan sular taşkınlarda kasisin üzerinden aşarak uzaklaşmaktadır.



Şekil 20: Beton kaplı kasis (BAYOĞLU 1997).



Şekil 21: Büzlü kasis (Taşkın menfezi)

3. SONUÇ

Su, orman yollarının en acımasız düşmanıdır. Orman yollarının tam ve rasyonel olarak işlev görebilmesi, suların olumsuz etkilerinin yok edilmesine bağlıdır. Orman yolları, yüzeysel sulardan, yeraltı sularından ve dere geçişlerinde havzadan gelen sulardan etkilenmektedir. Bu etkilenme orman yollarının alt ve üst yapı malzemesinin zarar görmesi şeklinde olmaktadır. İyi bir orman yolu, tabanından kaplamasına kadar bütünüyle kuru olan, yüzeysel ve taban sularının belirli sınırlar içinde kalmak suretiyle uzaklaştırıldığı, dere geçişlerinde havzadan gelebilecek suların ve özellikle taşkınların olumsuz etkilerinin ortadan kaldırıldığı bir yoldur.

Bu nedenle suyun, yol üzerinde birikiminin dolayısıyla yol gövdesi üzerindeki zararının yerinde alınacak önlemlerle zamanında çözülmesi gerekmektedir. Bu gibi durumlarda başvurulacak en önemli önlem, yolun boyuna eğiminin uygun sınırlar içinde tutulması, yola iyi bir bombe ya da tek taraflı olarak uygun enine eğimin verilmesi, yolun yeterli sayıda ve boyutta büt, menfez vb. enine tesislerle donatılması, yol boyunca kenar hendeklerinin açılması ve bütün bu tesislerin daima temiz ve çalışır bir durumda bulundurulması gelmektedir. Bu ve benzeri önlemlerin tekniğine uygun olarak yerinde ve zamanında alınmaması, orman yollarının kaderini, yolun en acımasız düşmanı olan suyun takdirine terketmektedir.

KAYNAKLAR

ANONİM, 1953: Standart Kutu Menfez Tipleri, Karayolları Genel Müdürlüğü, Köprüler Fen Heyeti Yayını, Ankara.

ANONİM, 1960: Karayolları Bakım El Kitabı, Karayolları Genel Müdürlüğü, Bakım Fen Heyeti Yayını No:81, Ankara.

AYKUT, T. 1972: Bolu Mintıkasında Orman Nakliyatının Nakliyat Tekniği Bakımından Araştırılması, İ.Ü.Orman Fakültesi Yayın No.1752/190, İstanbul.

AYKUT, T. 1978. Kastamonu Mintıkası Orman Yollarında Üst Yapı Tekniği Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No. 2333/238, İstanbul.

AYKUT, T. 1978: Bolu Mintıkasında Orman Ürünlerin Taşımacılığının Süre Bakımından Planlanması, İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 28, Sayı 1, İstanbul.

AYKUT, T. 1984. Orman Ürünleri Taşımacılığında Araç ve Teknikler, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No. 3246/370, İstanbul.

AYKUT, T., ŞENTÜRK, N., DEMİR, M. 1998: Cumhuriyetimizin 75.Yılında Orman Yollarının Durumu, Cumhuriyetimizin 75. Yılında Ormancılığımız Sempozyumu, 21-23 Ekim 1998, İstanbul.

BAYOĞLU, S., HASDEMİR, M. 1991: Orman Yollarında Tesis Edilen Küçük Hidrolik Sanat Yapılarının Seçimi ve Boyutlandırılması, İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 41, Sayı 3-4, Yıl 1991, İstanbul.

BAYOĞLU, S. 1997: Orman Transport Tesisleri ve Taşıtları (Orman Yolları), İ.Ü.Orman Fakültesi Yayın No: 3969/434, ISBN 975-404-430-9, İstanbul.

DEMİR, M. 1996: "İ.Ü. Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı'nın Yol Şebekesi ve Nakliyat Planlamasının Yapılması", İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 46, Sayı 2, Yıl 1996, İstanbul.

DEMİR, M. 1999: Dağlık Arazide Orman Transport Planlarının Önemi ve Etkileri, İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 47, Sayı 1-2-3-4, Yıl 1997, İstanbul.

HASDEMİR, M. 1991: Orman Yollarında Kullanılan Büt ve Menfezlerde Maliyet Hesapları, İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 41, Sayı 3-4, Yıl 1991, İstanbul.

HASDEMİR, M., DEMİR, M. 1998: Orman Yollarının Planlanmasında Coğrafi Bilgi Sistemlerinden (GIS) Yararlanma Olanakları, İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 44, Sayı 1-2, Yıl 1994, İstanbul.

HASDEMİR, M., DEMİR, M. 1998: Orman Yollarının Planlanmasında Kullanılabilecek Bilgisayar Programları, Cumhuriyetimizin 75. Yılında Ormancılığımız Sempozyumu, 21-23 Ekim 1998, İstanbul.

ÖZÇELİK, N.1982:Orman Yolu Sanat Yapıları (Köprüler Dahil), İ.Ü.Orman Fakültesi Yayın No: 323/3047, İstanbul.

SEÇKİN, Ö.B. 1977. Orman Yollarının Teknik Özellikleri, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B, Cilt 27, Sayı 2, Syf. 124-145, İstanbul.

SEÇKİN, Ö.B. 1978. Demirköy Karamanbayırı Devlet Orman İşletmesi Çakmaktepe Bölgesi Yol Şebekesinin Planlama Tekniği Bakımından Araştırılması, OGM Yayın No. 622/132, Ankara.

SEÇKİN, Ö.B. 1978: Orman Yollarında Drenaj, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B, Cilt 28, Sayı 1, Syf. 149-165, İstanbul.

SEÇKİN, Ö.B. 1997: Peyzaj Yapıları-II, İ.Ü.Orman Fakültesi Yayın No:447/4029, ISBN 975-404-464-3, İstanbul.

SEÇKİN, Ö.B. 1998: Peyzaj Uygulama Tekniği, İ.Ü.Orman Fakültesi Yayın No:453/4105, ISBN 975-404-507-0, İstanbul.

UMAR, F.; YAYLA, N. 1994: Yol İnşaatı. İ.T.Ü.Rektörlüğü Sayı:1541, ISBN 975-561-027-8, İstanbul.