

ORMAN YOLLARI YAPIMINDA KAYALARIN GEÇİLMESİ VE PATLAYICI MADDE KULLANIMI

Doç. Dr. H. Hulusi ACAR¹⁾

Yrd. Doç. Dr. Necmettin ŞENTÜRK²⁾

Kısa Özet

Gün geçtikçe dağlık araziye doğru çekilen ormanların ekonomik olarak işletilmesi, yetiştirilmesi, silvikültürel uygulamalarının yapılması ve her türlü tehlikelerden korunması için gerekli olan orman yollarının yapımı dağlık arazide büyük kaya partilerinin aşılmasını gerektirmektedir. Bu gibi yerlerde inşa edilen orman yollarının güzergahına rastlayan kayaların uzaklaştırılabilmesi için iticilikten çok kırıcılık özellikleri yüksek olan patlayıcı maddeler tercih edilmektedir.

Bu çalışma ile, orman yollarının yapımı sırasında karşılaşılan kayaların delinmesi ve patlatılmasında kullanılan araç ve patlayıcı maddeler açıklanmaya çalışılmıştır.

1. GİRİŞ

Günümüzde orman alanları, yoğun müdahaleler sonucunda her geçen gün dağlık araziye doğru çekilmektedir. Dağlık araziler ise genelde kayalık alanlar üzerinde yer almaktadır. Ülkemizin de özellikle kuzey ve güney kısımlarında buna benzer bir yapı söz konusudur. Bu nedenle, orman yolları inşaatında doğal olarak jeolojik, teknik, ekolojik ve ekonomik açılardan bazı problemlerle karşılaşılmaktadır.

Ormanların yetiştirilmesi, silvikültürel uygulamaların yapılması, orman ürünlerinin ekonomik olarak taşınması, ormanların koruma ve kontrol işlerinin sürekli ve düzenli bir biçimde yürütülmesi, özellikle orman yangınlarının ve böcek afetlerinin gözetim ve denetim altına alınması ve ayrıca malzeme, ekipman ve personelin işyerlerine ulaştırılması, bir yandan da orman köylülerinin yol gereksinimlerinin ve halkın rekreasyonel isteklerinin karşılanması ancak amaca uygun bir yol şebekesinin oluşturulması ile gerçekleşir. Bu amaç için planlanan orman yollarının yapımı, dağlık arazide mevcut olan büyük kaya partilerinin hafriyatını gerektirir. Bu

¹⁾ K.T.Ü. Orman Fakültesi, Orman İnşaatı, Geodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

²⁾ İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

nedenle, yol geçişine rastlayan kayaların hafriyatlarının yapılabilmesi için, parçalayıcı ve dağıtıcı özellikteki patlayıcı maddelerle parçalanması gereklidir.

Orman yollarının yapımı sırasında inşaat alanındaki ağaçların kesimi sonucunda kalan kök ve kütüklerin sökülüp çıkarılması, taş ve kayaların patlatılması ve yapım alanının temizlenmesi gibi işler orman yollarında alt yapı çalışmalarını oluşturmaktadır.

Orman yollarında, yol güzergahına rastlayan kütüklerin el veya mekanize yollarla çıkarılmaması durumunda, çapları 50 cm'nin üzerindeki kütüklerin sökülmesinde patlayıcı maddeler kullanılmaktadır. Bu gibi durumlarda sert ve kazık köklü ağaçların kütüklerinin sökülmesi için kullanılan dinamit miktarı diğerlerine göre daha fazla olacaktır.

Patlayıcı maddeler, hatalı kullanıldığında çok tehlikeli ve büyük kazalara neden olmakla birlikte, bilinçli ve tekniğine uygun kullanıldığında insanlara büyük yararlar sağlamaktadır. Patlayıcı madde seçimi ile kullanım şekli, elde edilecek sonuç üzerinde büyük bir önem taşır. İyi ve yerinde kullanılan patlayıcı maddeler hem verimi artırır, hem de yol inşasında kullanılan ve son derece pahalı olan iş makinelerinin yıpranmalarını azaltarak, maliyeti düşürür.

Dik ve kayalık arazilerdeki orman yolu yapım çalışmaları genellikle iki aşamada gerçekleştirilir. Bunlardan birincisi mevcut kayaların, açılan lağım deliklerine yerleştirilen patlayıcı maddeler yardımıyla parçalanması, ikincisi ise sökülen kayaların tesviyesidir. Burada özellikle birinci aşama ele alınmıştır.

2. ORMAN YOLU YAPIMINDA KULLANILAN ARAÇLAR

Orman yolu inşaatı, bakım ve onarımı için, Orman Genel Müdürlüğü'nce oluşturulan ve yılda ortalama 3500-4000 km yeni orman yolu inşa eden bir kapasiteye ulaşmış olan ve 1984 yılında yapılan reorganizasyonla Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'ne devredilen makine parkı; 420 adet dozer, 258 adet greyder, 707 adet kompresör, 558 adet damperli kamyon, 13 adet konkasör, 83 adet yükleyici, 32 adet çekici ve treyler, 43 adet yol silindiri ve 58 adet seyyar tamir araçından oluşmasına karşın, 1992 yılında çıkarılan bir kanunla Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'den, Orman Genel Müdürlüğü'ne devredilen iş makineleri ise 378 adet dozer, 203 adet greyder, 493 adet kompresör, 52 adet yükleyici, 18 adet çekici ve treyler, 16 adet yol silindiri ve 40 adet seyyar tamir aracıdır. Ancak bu makine parkı içinde bulunan iş makinelerinin çoğu ekonomik ömrünü doldurmuş, yani çalıştırılması ekonomik olmayan bir durumdadır.

Orman yolu inşaatında kullanılan makineler yaptıkları işlere göre sınıflandırıldığında, burada kayaların delinmesi ve patlatılmasında kullanılan araçlar üzerinde durulacaktır.

2.1 Kayaların Patlatılmasında Kullanılan Araçlar

2.1.1 Kompresörler

Kompresörler, 5-7 atmosfer basıncında hava üreterek, hava basıncı ile çalışan tabancaları çalıştırarak kayaların delinmesine, gevşetilmesine ya da parçalanmasına yararlar. Kompresörler basınçlı havayı üretilen biçimlerine göre pistonlu ve rotasyonlu olmak üzere iki gruba ayrılır.

Bunlardan pistonlu olanlar, atmosfer basıncındaki havayı bir ya da birkaç kademede sıkıştırmak suretiyle istenilen basınca yükseltirler ve buna göre de bir kademeli, iki kademeli ve çok kademeli olarak sınıflandırılırlar.

Rotasyonlu ya da rotatif olanlar ise bir eksen etrafında dönen ve üzerinde farklı yükseklikte fibreden yapılmış kanatları bulunan rotordan oluşmaktadır.

Orman yolları inşaatında, iş yerlerine naklinde büyük kolaylık sağlanması nedeniyle küçük kompresörlerin kullanılması uygun olmakla birlikte, büyük kompresörlerle daha fazla sayıda tabanca kullanılabilirdiği için işi hızlandırmaktadır.

Kompresörlerde yağ değişimi 500 saat ve filtre değişimi ise 250 saat periyotlarla yapılmaktadır. Kompresörlere ait diğer teknik bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Kompresörlere ait teknik bilgiler

Özellikleri	KOMATSU EC 105 Z.1	INGERSOLL RAND DRF 250	MAKSAM 70
Çalışma basıncı	7 kg/cm ²	7 kg/cm ²	7 kg/cm ²
Serbest kapasite	11 m ³ /dk	7.08 m ³ /dk	4.5 m ³ /dk
Motor tipi	KOMATSU	FORD	BMC
	54 D 105-5	27004 E	3.8-100 mm
Motor çıkış gücü	101 HP	150 HP	50 HP
Ağırlığı	1850 kg		
Ort. Yakıt sarfiyatı	6 lt/ saat	6 lt/ saat	5 lt/ saat
Kompresör tipi	Dönen Z vidası	Vida	Pistonlu

2.1.2 Lağım Deliklerinin Delinmesinde Kullanılan Araçlar

Lağım deliklerinin delinmesi için kullanılan araçlar işin büyüklüğüne, arazinin durumuna, kaya cinsine, delik derinliğine, delik çapına ve çıkacak taşın tipine göre değişir.

Deliciler, kayalık ve sert zeminlerde hafriyat yapabilmek için, gerekli olan deliklerin delinmesinde kullanılan makinalardır. En basitinden en gelişmişine kadar, yani elle tutulan tabancadan, otomatik veya yarı otomatik çalışan, paletle veya lastik tekerlekle hareket edebilen, kendinden tahrikli veya çekilen tipleri vardır. Kayalık arazide gerekli olan derin lağım deliklerinin delinmesi için kullanılan darbeli derin delik deliciler, yatay ve eğik delik açmada kullanılan wagondirillere benzer olarak geliştirilmiş, iç darbeli ve döner delicilerdir.

Orman yolları yapımında genellikle darbe ile çalışan matkap tabancalar, wagondiriler ve drifterler kullanılır.

2.1.2.1 Matkap tabancalar

Hava basıncı ile çalışan matkap tabancalar elde tutularak kullanılır. Bir delme ünitesi, matkap tabancası, matkap çeliği ve kesici uçtan oluşur. Matkap tabancaları normalde 3 m, maksimum olarak da 6 m'ye kadar delik delme işlerinde kullanılırlar. Normal tabancalar ile 2.2, 2.5, 3.2 ve 4 cm çapta delikler açılabilir. Matkap çeliğinin çapları 19-38 mm, boyları ise 60 cm'den başlayıp basamaklı olarak 6 metreye kadar artar. Yuvarlak, altıgen veya sekizgen kesitli olanları vardır. Kesici uçlar, sertleştirilmiş çelik uçlar ve tungsten karbit uçlar olarak ikiye ayrılır.

Bir uçla delme yapılırken uçtaki aşınma nedeniyle delik çapında küçülme olabileceğinden, başlangıçta biraz daha büyük çaplı uç kullanılmalıdır.

Matkap tabancaları için gerekli olan basınçlı hava miktarları tabancanın ağırlığına ve delik derinliğine göre değişir (Tablo 2).

Orman Genel Müdürlüğü'nde genellikle çapı (anahtar ağız) 7/8 inç ve 1 inç olan matkaplar kullanılmakta olup, matkap boy ölçüleri büyüdükçe çapı küçülmektedir. Matkap boyları standart olarak (iso) 800 mm'den başlayıp 1600, 2400, 3200, 4000 ve 4800 mm'ye kadar olanlar kullanılmaktadır.

Tablo 2. Matkap tabancaları için gerekli olan basınçlı hava miktarları

ARAÇ	Ağırlık veya Ebad		Delik Derinliği	Hava Sarfiyatı
	lb	Kg		
Matkap tabancaları	25	11.4	0.60-2.40	30 - 50
	35	15.9	2.40-3.60	55 - 75
	45	20.5	3.60-4.80	80 - 100
	55	25	4.80-7.20	90 - 100
	75	34	2.40-7.20	150 - 175

2.1.2.2 Wagonriller

Wagonriller, tekerlekler üzerine monte edilmiş ve bir şasi üzerine yerleştirilmiş, kızak üzerinde hareket eden matkap tabancalarıdır. Bunlar, 9 metre ve daha fazla yatay ve düşey delik delebirlirler. Yeterli iş hacmi ve arazinin uygun olduğu alanlarda wagonriller matkap tabancalara tercih edilmelidir. Çünkü, bunlar geniş ve derin delikleri daha hızlı açarlar. Orman Genel Müdürlüğü'nde kullanılan ATLAS-COPCO ROC. 408A ve TOYO:TYCD-120 paletli wagonrillerde vidalı matkap ucunun (BITS) çapı 64 mm'dir. Bu BITS'ler çalışmadan dolayı aşınıp körlendiğinde teknik bir biçimde bilenip ve gerekli kontrolleri yapılmalıdır. Bileme iyi bir taşa ve 26° eğik tutularak yapılmalı ve bilenmiş kesme uç açısı 110° olmalıdır.

2.1.2.3 Drifterler

Drifterler darbe ile delik delen, matkap tabancası gibi çalışan ve yatay ya da yataya yakın yönde dik delik delen, daha çok tünel ve maden ocaklarında kullanılan delme araçlarıdır.

2.1.3 Patlayıcı Maddeler

Belirli şartlar altında aniden yanarak veya infilak ederek ayrılan ve gaz haline geçmek suretiyle yüksek basınç ortaya koyabilen kimyasal bileşikler veya karışımlara patlayıcı madde denir. İnfilak ise basınç veya darbe şeklinde birdenbire ortaya çıkan kuvvet etkisi sonunda bir enerjinin serbest hale gelmesidir. İnfilakın gerçekleşmesi için patlayıcı maddeye ısı veren mekanik etkiye de (ateş, darbe, sürtünme) ateşleme denir. Bir infilak sonucu oluşan enerjinin

kullanılmasıyla kaya, ahşap, çelik, ağaç ve duvar gibi yapıların belirli bir amaca yönelik olarak aniden parçalanmasına ise patlama denir.

Patlayıcı maddeler, devamlı yanma ile basınç elde eden kara barut gibi yavaş patlayan patlayıcı maddeler ve patlamanın son derece ani ve hızlı olduğu nitrogliserinli, TNT veya amonyum maddeler olarak iki grupta incelenir.

Türkiye'de Makina Kimya Endüstrisi Kurumu (MKE) tarafından Elmadağ Barut ve Patlayıcı Maddeler Fabrikasında üretilen çeşitli tipteki dinamitler (Tablo 3) değişik amaçlar için kullanılmaktadır.

Tablo 3: Elmadağ Barut ve Patlayıcı Maddeler Fabrikasında üretilen dinamitler ve özellikleri

TİPİ	İsmi	İntifak gücü	Gaz özelliği	Suya dayanıklılığı	İnfilak hızı m/san
Gom Dinamitler	Gom I	100	Fena	Çok İyi	7900
	Gom II	90	Orta	"	7600
	Gom II A	80	"	"	7200
	Kara Gom II A	80	"	"	7025
Jelatin Dinamitler	Jelatin	75	İyi	İyi	7025
	Kara Jelatin	75	"	"	6975
	Jelatin - A	70	"	"	6375
	Jelatin - B	70	"	"	6300
	Amon Jelatin - A	70	"	"	6375
	Amon Jelatin - B	60	"	"	6250
	Jelatin	70	"	"	6225
	Kara Jelatin	70	"	"	6175
	Gamzit	75	"	"	6175
Kara Gamzit	75	"	"	6175	
Yarı Jelatin Toz Dinamitler	Grizutin Klorür - I	45	Çok iyi	Yoktur	5260
	Grizutin Roş	65	"	"	6150
	Grizutin roş - I	60	"	"	5800
	Grizutin Kuş	60	"	"	4425
	Grizutin Kuş - I	60	"	"	4300
Toz Dinamitler	Elmonit - I	55	"	"	4900
	Elmonit - II	65	"	"	4950
	Elbar	55	İyi	"	4200

Dinamit cinsi patlayıcı maddelerde infilak, darbe etkisi ile olmaktadır. Ateşleme işlemi, ateşleyicilerle (ateşleme kapsülü) olup bunların yanma veya patlama hızı 1220-2200 m/sn iken karabarutlarda bu hız 300/900 m/sn arasında değişir. Hızı az olan patlayıcı maddelerin ayırıcı ve itici etkisi bulunmasına karşın, fazla olanların kırıcı ve patlayıcı etkisi vardır.

Gom dinamitlerin kırıcılık, jelatinit dinamitlerin ise iticilik özellikleri fazladır. Gom dinamitler ıslak yerlerde, su altında çok sert kayaların küçük parçalar haline getirilmesinde ve blok atışların alt kademelerinde kullanılır. Jelatinli dinamitler taş ocaklarında, sert ve orta sert kayaların küçük bloklar halinde parçalanmasında kullanılır. Antigrizu dinamitler ise maden kömürü ocaklarında kullanılır.

İnfilak olayına kimyasal açıdan bakılırsa, bir oksidasyon olayıdır. Bu çok kuvvetli ekzoterm reaksiyonda enerji değişimi, gaz basıncı veya darbe etkisi şeklinde ortaya çıkar. Gaz basıncı etkisi oluşturan patlayıcı maddeler, hafif yanıcı bir maddenin bir oksijen taşıyıcı ile karışımından oluşur. Gaz basıncı etkisinde patlayıcı madde parçalayıcı, çatlatıcı ve itici şekilde etki oluşturur.

Darbe etkisi yapan patlayıcı maddelerde yanıcı madde ve oksijen aynı molekül içinde bulunurlar. Bu molekül bir ön ateşleyici ile parçalanır. Oksijen derhal hidrojen ve karbon ile reaksiyona girer bu esnada oluşan enerji, bir sıkıştırma basıncına dönüşür. Bu arada oldukça şiddetli bir darbe ve bunu izleyen büyük bir gaz basıncı çevreyi etkiler. Bu nedenle darbe etkisi ufalayıcı, parçalayıcı ve kırıcıdır.

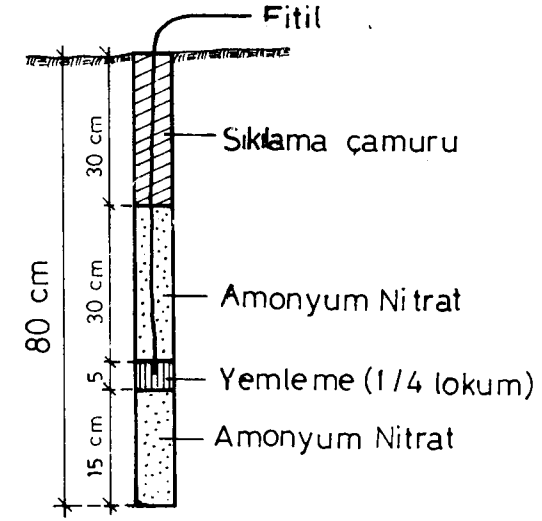
Malzeminin fazla parçalanıp ufalanması istenmeyen taş ocaklarında, gaz basıncı etkisi yapan patlayıcı maddeler kullanılmalıdır. Çok yüksek parçalama derecesi söz konusu olan yol yapmalarında ise darbe etkili patlayıcı maddeler kullanılmalıdır. Bu nedenle, belli bir amaç için patlayıcı madde kullanmak gerektiği zaman uygun olanın seçimi için; bunların hassasiyet veya ateş alma kabiliyeti, infilak gücü, yoğunluk, infilak hızı, suya dayanıklılığı, zehirli gaz özelliği ve dona karşı dayanıklılığı gibi özelliklerinin bilinmesinde yarar bulunmaktadır.

Patlayıcı maddelerin satın alınması, nakli, depolanması ve kullanılması yasa, nizamname ve tebliğlerle ortaya konulmuştur. Bu esaslar KGM'ün Yollar Fenni Şartnamesi ile OGM'nin 202 sayılı Tebliğinde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

2.1.4 Türkiye'de Orman Yolları Yapımında Kullanılan Patlayıcı Maddeler

Türkiye'de Elmadağ Barut ve Patlayıcı Maddeler Fabrikasında üretilen dinamitlerden Gom dinamitleri (Gom I, Gom II), Jelatin dinamitleri (Jelatin, Jelatin A, Jelatin B, Gamzit) ve Toz dinamitler (Elmonit I, Elmonit II) orman yollarının yapımında kullanılmaktadır. Tablo 3'ün incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, infilak gücü diğerlerine göre daha düşük olan Elmonit'ler, aynı koşullarda Gom ve Jelatin dinamitlerine göre daha fazla miktarda uygulanmalıdır.

Orman Genel Müdürlüğü'nde son yıllarda, Ammonit ve Donarit adlı patlayıcı maddeler de kullanılmaktadır. Bunlardan TAN (Teknik Amonyum Nitrat) rutubete karşı duyarlı, dinamite kıyasla daha güvenlidir. Bunun infilak edebilmesi için mazot gibi karbenca zengin bir madde ile karıştırılması gereklidir. TAN'ın lağım deliklerine konulması ve sıkılması Şekil 1'de olduğu gibi yapılmaktadır.



Şekil 1. Teknik Amonyum Nitratın (TAN) lağım deliklerine yerleştirilmesi (ERDAŞ 1981)

Orman yolları yapımında yol platformundan kayaların uzaklaştırılabilmesi için iticilikten çok kırıcılık özellikleri yüksek olan patlayıcı maddeler tercih edilmektedir. Sert kayaların patlatılmasında Gom dinamitler, yumuşak kayaların patlatılmasında ise jelatinit, gamzit ve nitrat kullanılması gerekir. Gom dinamitler darbe ve sürtünmeye karşı hassa olup, sert bir madde ile vurulması durumunda veya basınçla hemen patlarlar. Bu nedenle yol yapımında Gom dinamitleri kullanılırken kalifiye eleman çalıştırılmalıdır.

Taş barutlar orman yolu inşaatlarında kullanılmamaktadır.

TAN (Teknik amonyum nitrat), patlamalara karşı emniyetli, daha ucuz ve 50 kg'lık torbalar halinde satılmaktadır. Rutubetli yerlerde saklanmamalı ve ıslak deliklerde kullanılmamalıdır.

Patlayıcı maddeler için mahalli emniyet teşkilatından alınacak ruhsatla bir defada satın alınabilecek miktarlar tespit edilmiştir.

MKE tarafından imal edilen bütün dinamitler donmaz tipte olup nizamnameye uygun depolarda muhafaza edildiği takdirde garanti süreleri altı aydır.

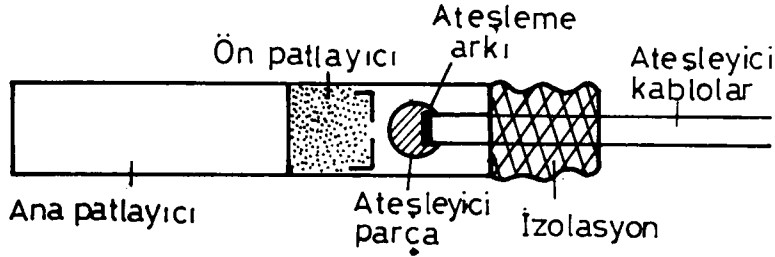
2.1.5 Ateşleme ve Ateşleme Araçları

Ateşleme araçları patlayıcı maddelerin ateşlemesine yararlar. Ateş duyarlı karabarut için bir kıvılcım yeterli iken, patlayıcı maddelerin ateşlenmesi için etkili ve sürekli bir infilak gereklidir. Orman yollarında ortalama olarak yılda 2-3 milyon lağım deliği elektrikli ateşleme ile infilak ettirilmektedir.

Tahrip kapsülleri, 8 nolu adı tahrip kapsülü ve 8 nolu elektrikli tahrip kapsülü olarak iki grupta incelenir. Elektrikli tahrip kapsülleri daha yüksek güçte ve su geçirmez olup ateşleme daha emniyetli ve garantilidir. Uygun depolama ile 2 yıl garantilidir.

Ateşleme makineleri ile infilak ettirilen elektrikli kapsül, yaklaşık 5.5 cm boyunda ve 7 mm çapında bakır veya alüminyum madeni kovan olup, içi dipten itibaren 2.5 cm'de ortası delik bir perde ile ayrılmıştır. Dip taraftaki 2 cm kadar kısım yüksek güçte patlayıcı madde (fülminat) ile doldurulmuştur. Baş tarafı rutubet gibi dış etkilere karşı korunmak üzere plastik madde ile sarılarak sıkıştırılmıştır. Kapsül kablosu standart olup 1.5 veya 2.5'dir. Kapsül adedi manyeto gücünü aşmamalıdır.

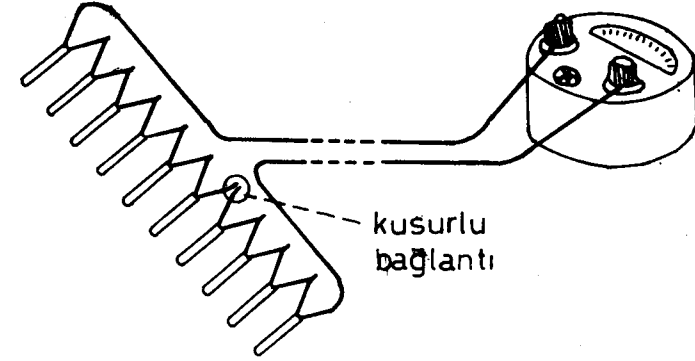
Ülkemizde imal edilmiş olanlara 1 amperlik akım verildiğinde tellerden geçen akım uçtaki ince teli kızartır. Dolayısıyla buradaki kibrit başı tutuşur ve perde deliğinden kapsül içine doldurulmuş fülminatı patlatır (Şekil 2). Seri halde birbirine bağlı kapsülleri birden patlatmak için yeteri kadar akım verilmelidir.



Şekil 2: Ateşleme kapsülü (ERDAŞ 1981)

Ateşleme makineleri (manyeto), bir zembereğe bağlı manyeto olup kurma kolu ile kurulup aynı kol diğer yuvaya sokularak boşaltılır. Her makine üzerindeki plakada o makinenin tipi, voltu, amperi, kaç adet kapsül patlatacağı yazılıdır. Bu makineler tam kurulmadan zemberek boşaltılmaz. Akım maksimum olmadan devreye akım vermez. Makinenin içi ve dış kısımları birbirinden izole edildiği gibi hava etkilerine karşı da iç aksam izole edilmiştir. Ateşleme kolu önceden birkaç kez kontrol edilmelidir. Ateşleme kolu devamlı ateşleyicinin yanında olmalıdır. Makinenin bakım ve yağlanması yılda bir iki kez yapılır.

Direnç ölçme aleti (ohmmetre), lağımlara başlatıcı konarak doldurulduktan ve sıkılama yapıldıktan sonra kablolarda olabilecek ezilme gibi hasarları teker teker kontrol etmeyi sağlar. Kontrol sonrası lağımlar seri veya paralel olarak birbirine bağlanır. Bu arada son kez ohmmetre ile toplam direnç ve devrenin kapalı olup olmadığı kontrol edilir (Şekil 3). En son uçlar ateşleme yapılacak yere kadar uzatılarak ateşleme kablosuna bağlanır.



Şekil 3: Elektrikli ateşlemede ohmmetre ile devrenin kontrolü (BAYOĞLU 1985)

Bağlantı kabloları, ateşleme kabloları gibi izole edilmiş olup patlatılacak yerin ateşleme kablosu ile bağlantısını sağlar. Genelde 5-30 m uzunlukta olup bir kez kullanılırlar.

Ateşleme kablosu, patlatma alanı dışında kullanıldığı için bir çok kez kullanılabilir. Ateşleme kablosunun bir ucunda bağlantı kabloları için klamolar, diğer ucunda ise ateşleme makinesine girecek fiş bulunur. 1 kg patlayıcı madde için ortalama olarak 2 m ateşleme fitili ve 1.8 adet kapsül göz önüne alınmalıdır.

3. LAĞIM DELİKLERİ AÇMA, PATLAYICI MADDE YERLEŞTİRME VE ATEŞLEME TEKNİĞİ

3.1 Lağım Deliklerinin Açılması

Lağım deliklerinin açılmasına en küçük boyuttaki matkapla ve en geniş keski ile başlanır. Lağım deliğinin derinleşmesine paralel olarak daha uzun matkaplar kullanılırken matkabın kenetlenmesini önlemek için keski gittikçe küçültülür.

Lağım delikleri sert kayalarda kartuş çapından % 10 daha geniş olmalıdır. Lağım deliklerinin açılmasından hemen sonra doldurulmasının olanaksız olduğu hallerde lağım deliği genişliği, kartuş çapından 10 mm daha fazla açılmalıdır.

Lağım deliği genişlikleri genelde kolay, orta, zor ve çok zor atılabilen kayalarda 30, 33, 36, 39, 42 ve 45 mm olarak değiştirilir. Lağım deliği çapı seçilirken kayanın direnci, delik açma aracına ve kullanılan patlayıcı maddeye dikkat edilir. Burada küçük çapta çok sayıda veya büyük çapta az sayıda lağım deliği seçimi de önemlidir. Lağım delikleri ile kartuş çapları arasındaki fark patlayıcı madde gücünü düşürür.

1 m³ kaya kütlelerini patlayıcı maddelerle atabilmek için lağım deliği çapına bağlı olarak lağım delikleri düzeni ve 1 m³ kaya hacmine göre gerekli olan patlayıcı madde miktarı Tablo 4'de verilmiştir.

Genel bir kaide olarak yan yana açılacak lağımların arasındaki mesafe bunların derinliklerinin 1.5 katı kadar olmalıdır. Yine açılacak lağımların kenara olan mesafeleri de derinliklerinin 3/4'ü kadar olmalıdır. Az sayıdaki derin lağımların deliği, çok sayıdaki sığ lağımların deliğinden çok daha fazla etkilidir.

Tablo 4: Lağımların düzenlenmesi ve patlayıcı madde miktarı

Delik çapı cm	Delik düzeni m	1 deliğe isabet eden alan m ²	1 m derinlik için kaya hacmi m ³	1 m derinlik için patlayıcı madde kg	1 m ³ kaya hacmi için patlayıcı madde miktarı (kg) (Delik dolma yüzdesi 100)
3,81	1,2 x 1,2	1,5	1,44	1,34	0,90
	1,5 x 1,5	2,3	2,25	1,34	0,58
	1,8 x 1,8	3,3	3,24	1,34	0,40
	2,1 x 2,1	4,4	4,41	1,34	0,30
5,08	1,5 x 1,5	2,3	2,25	2,53	1,09
	1,8 x 1,8	3,3	3,24	2,53	0,76
	2,1 x 2,1	4,4	4,41	2,53	0,56
	2,4 x 2,4	5,8	5,76	2,53	0,43

Kaynak: ERDAŞ 1981

Lağımların deliklerinde imla hakkı doğru bir şekilde belirlenmelidir. Bu durum, ideal bir patlama gerçekleşmesi için çok önemlidir.

Lağımların arasındaki mesafe delme ekipmanına, delik çapına, delik derinliğine, kaya parçası büyüklüğüne bağlı olarak belirlenir. Geniş lağımların deliğine daha fazla miktarda patlayıcı madde yerleştirmek mümkün olduğundan delikler arası mesafe artırılarak delme masrafı azaltılabilir. Delikler arası mesafe ve delik derinliği, 1m derinliğe 1 m³ kayaya karşılık gelecek şekilde patlayıcı madde miktarı belirlenir.

Lağımların doldurulması ve sıkılanması işlemi, her bir lağımların deliğine hesaplanan patlayıcı miktarının ve başlatıcının yerleştirilmesi ile deliğin geri kalan kısmının sıkılama malzemesi doldurulması işlerini kapsar (Tablo 5). Lağımların deliğini doldurma işleri temiz delikler içine, ateşleme sırasında ve iyi havalarda yapılmalı, sıkılama kartuşları zorlanmamalı, sıkılama (nemli kumlu kil veya ince kum) malzemesi, derinliğin 1/3'ü kadar olmalı ve sıkılama çubuğu ile yapılmalıdır.

Tablo 5: Lağımların deliği derinliğine göre patlayıcı madde yerleştirilmesi

Delik uzunluğu cm	Alta konan TAN cm	Yemleme kartuşu	Üste konan TAN cm	Sıkılama çamuru cm
80	15	¼	30	30
160	40	½	60	50
240	60	1	100	60

Kaynak: ERDAŞ 1998

Lağımların delikleri açılırken, kısa olan lağımların mili ile başlanmakta ve delik derinliği arttıkça, lağımların mili de değiştirilmektedir. Delmeyi sağlayan ve matkap ucu adı verilen parça, lağımların milinin ucuna vidalanarak tespit edilmekte, körlendiği zaman yenisi ile değiştirilerek bilinmektedir. Bir kompresör tabancası ile dakikada 30 cm derinliğinde bir lağımların deliği açılabilir.

Lağımların deliklerinin gruplar halinde açılıp ateşlenmesi daha etkilidir. Çünkü, iki lağımların deliğinin birlikte ateşlenmesinden elde edilen malzeme, deliklerin teker teker delinip ateşlenmesinden elde edilen malzemeden daha fazladır.

3.2 Lağımların Delinmesinde Verim Durumu

Lağımların deliklerine ne kadar dinamit koymak gerektiği kayaların patlatılmasında en önemli konudur. Jelatin dinamitleri yüksek, toz dinamitler ise daha düşük güçte patlayıcı maddelerdir.

Yapılacak işin ekonomik olması için, dinamit cinsine ve matkap boyuna göre dinamit miktarı da artırılmalı veya azaltılmalıdır.

Kullanılacak patlayıcı madde miktarının tespitinde, genelde fiyat analizindeki verilerden yararlanılmalı ve tecrübeli ateşleyiciler çalıştırılmalıdır. Örneğin, buldozerlerle her cins kayanın kazılması sırasında fiyat analizinde 1m³ kaya için 0,200 kg gamzit kabul edilmiştir. Zira, 30 cm'lik bir derinlik için 350 gram jelatin genelde yeterli olmaktadır. Lağımların deliğinin üst kısmı ile zemin arasındaki mesafe en az 20 cm olmalıdır. Toz barut kullanılması halinde bu mesafe daha da artırılır.

Ortalama olarak 450 gr kara barut ile 4 ton ağırlığında bir kaya sökülebilenken, aynı miktar jelatinle 10 ton kaya sökülebilmektedir.

Bir mesnede tespit edilen özel lağımların delicileri, bir defada 10-15 m uzunluğunda lağımların delikleri açabilmektedirler. Baştan kazma şeklinde kaya hafriyatına imkan veren bu lağımların delikleri platform seviyesi altında ve kazı şevi ayağı yakınında, yol eksenine paralel olarak kenar hendeğinin üst tarafına doğru gelecek şekilde açılmaktadır. Böyle bir taban deliği 20-25 adet düşey lağımların deliğinin açılmasına eşdeğer bir verim sağlamakta, ayrıca yamacın aşağılarında da hemen hemen hiç bir zarar oluşturmamaktadır. Çünkü, kullanılacak patlayıcı madde miktarının isabetli bir şekilde belirlenmesi suretiyle patlatma sırasında taşların dağılması tamamiyle önlenmektedir. Zira, düşey lağımların deliklerindeki çok sayıda delik ağzına karşılık, bunlarda bir tek ağız bulunmaktadır. Taban lağımların delikleri sadece çok ağır kayalık alanlarda tam doldurulur, ancak genelde kısmi doldurma yapılır. Taban lağımların deliğinin bir tanesinin yeterli olmadığı eğimli ve kayalık arazide lağımların delikleri yelpaze şeklinde birbirinden uzaklaşacak şekilde açılır.

Patlayıcı maddelerle kökler, 45 derecelik açı altında ve 30 cm'ye kadar açılan deliklerle patlatılır. Bunun için 120 gr jelatin yeterlidir.

3.3 Lağımların Deliklerinin Patlayıcı Maddelerle Doldurulması

Lağımların deliklerinin doldurulması işlemi, her bir lağımların deliğine hesaplanan miktarda patlayıcı maddenin usulüne uygun şekilde ve bir başlatıcı ile birlikte yerleştirilmesi ve deliğin geri kalan kısmının sıkılama malzemesi ile doldurulmasıdır. Lağımların deliklerinin doldurulmasında bu işte deneyimli ve ehliyetli işçiler çalıştırılmalı ve fırtınalı zamanlarda bu işlem yapılmamalıdır. Delikler doldurulmadan önce temiz olup olmadıkları sıkılama çubuğu ile kontrol edilmelidir. Deliklere yerleştirilecek kartuş çapları, görsel olarak delik çapından 6 mm kadar daha küçük olmalıdır. İyi bir netice alabilmek için, sıkılama uzunluğu delik derinliğinin 1/3'ü kadar olmalıdır. Sıkılama malzemesi nemli kumlu kil, ince kum gibi malzemeden oluşmalı ve içerisinde iri kum ve

taş parçacıkları olmamalıdır. Değişik lağım deliği boyuna göre kullanılacak kartuş sayısı ve sıkılama çamuru boyu Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6: Lağım deliği boyuna göre kullanılacak sıkılama malzemesi

Lağım deliği boyu cm	Kullanılacak dinamit (kartuş)		Yastık çamuru boyu cm	Sıkılama çamuru boyu cm
	Adedi	Boy cm		
70	1	20	10	40
90	2	40	10	40
120	3	60	10	50
150	4	80	10	60
180	5	100	10	70
210	6	120	10	80
240	7	140	10	90

Kaynak: OGM 1984

Not: M.K.E. Kurumunca standart dinamit kartuşlarının boyu 20 cm olarak imal edilmektedir.

Kapsül takma işlemleri saniyeli fitillerin kesilmesi, adi kapsülün saniyeli fitile takılması, başlatıcı kartuşların hazırlanması ve sıkılama malzemelerinin hazırlanması aşamalarından oluşur.

Kartuşlar lağım deliklerine yerleştirilirken, ateşleme kartuşu lağım deliği içine üstteki kartuştan bir önceye konmalıdır. Sıkılama sırasında fitilin zedelenmemesine dikkat edilmelidir. Bu amaçla ahşap ya da kıvılcım çıkarmayan bakır, pirinç gibi madenler kullanılır.

Atımlarda kapsülün patlayıcının tabanı yönünde en etkili olduğu görüşü vardır. Bu nedenle başlatıcıyı imla hakkının bulunduğu yöne çevrilmiş olarak koymak, doldurma işlemine diğer faktörlerin etkisi olmadıkça, genelde en iyi sonucu verir. Sıra ile atımlarda kapsülü ve bütün bir grup içindeki kapsülleri aynı derinlik ve sırada koymakta yarar vardır. Islak yerlerdeki ateşlemelerde iyi sonuç almak için kapsülü dipten ikinci kartuşa koymak en iyi çözümdür. Kuru yerlerdeki çok sayıda ve sıralı ateşlemede kapsülü birinci kartuşa ve tabanı patlayıcıya doğru gelecek şekilde koymak gereklidir. Elektrikli ateşlemelerde kapsülün sondan bir önceye konması en etkili olanıdır.

Patlayıcı maddeler yerleştirilmeye başlamadan önce etraftaki malzeme ve araçlar kaldırılır, canlılar uzaklaştırılır. Kullanılacak saniyeli fitil uzunluğu deneme ile tespit edilmeli ve emniyet payı bırakılmalıdır. Genelde saniyeli fitilin saniyede 1 cm'si yanmaktadır. Ateşleme öncesi bir tahta çubukla sıkılama, ateşlemenin etkisi bakımından önemlidir. Dinamitlerde ise kapsüle gerek vardır. Kapsüller sıcaklığa, darbeye karşı hassas ve tehlikelidirler. Fitilin kapsül içinde patlayıcı maddeye ulaşacak şekilde yerleştirilmesi de önemlidir. Patlayıcı maddeler kağıdı ile birlikte lağım deliğine yerleştirilir.

3.4 Lağım Deliklerinin Ateşlenmesi

Ateşleme sırasında canlılar uzaklaştırılmalı ve malzemeler saklanmalıdır. Ayrıca, işaretçiler yardımıyla yakındaki trafik durdurulmalıdır. Ateşleme öncesi son kontroller bir kez

daha yapıldıktan sonra, ateşleme işine başlanmalıdır. Aynı ayrı yapılan ateşlemelerde patlamalar sayılarak kontrol edilmelidir.

Çok sayıdaki lağımın hazırlanmış olması halinde teker teker adi kapsüller yerine infilaklı fitil kullanılmalıdır. Bu ancak bir kapsülle ateşlenebilir.

Ateşleme olmaması halinde ateşleme yerine en az 20 dk. yaklaşılmalıdır. Lağım deliklerindeki patlayıcı maddeye ve fitile dokunulmamalıdır. Lağım deliği, ağzına kadar su dökülerek doldurulduktan sonra, yan tarafa yeni bir lağım deliği açılarak ateşlenmelidir.

Elektrikli ateşlemede sistem yukardaki gibi olup, adi kapsül yerine elektrikli kapsül kullanılır ve ateşleme saniyeli fitil yerine elektrik üreten ateşleme makinesi yardımıyla yapılır. Elektrikli ateşlemede elektrikli kapsül bir kablo yardımıyla ateşleme makinesi ile irtibatlandırılır.

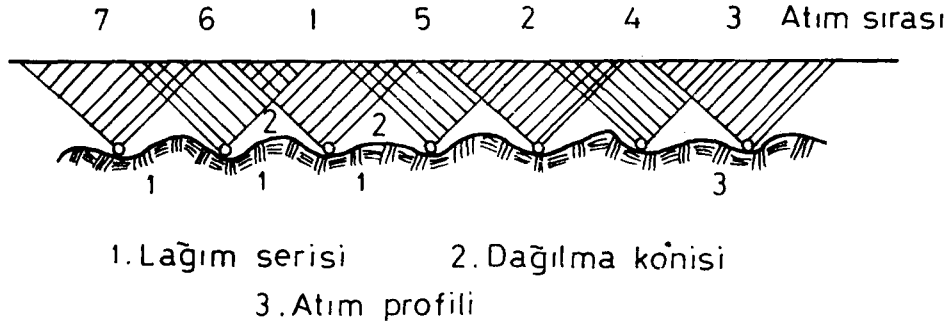
Ateşlemeden önce, lağım atma sahasında alınması gerekli olan emniyet tedbirlerinden bazıları şunlardır:

- Lağım işlerinde az kişi çalıştırılıp ilgisiz kişiler sahadan uzak tutulmalıdır.
- Ateşleyici ehliyetli ve diğer işçiler bu konuda yetişkin olmalıdır.
- Emniyet talimatı uygun yerlere önceden asılmalı, bunlara uyulduğu kontrol edilmeli, gerekli yerlere bekçi konulmalıdır.
- Patlamamış lağım delikleri tespit edilmeli, personel ve malzeme güvenli yerlere çekilmeli, atış sahasına 200 metrelik mesafeden fazla yaklaşılmalı, doldurma ve ateşleme genelde paydos saati sonrası gibi geç saatlerce bırakılmalı, korna, düdük gibi uygun uyarı sistemi kullanılmalıdır.
- Ateşleme öncesi ateşleme makinesi mekanik ve elektrik yönünden kontrol edilmelidir.
- Ateşlemeden sonra lağım sahasına bir müddet yaklaşılmayarak zehirli gazların ve toz bulutunun uzaklaşması beklenmeli, patlamayan lağım delikleri olasılığı ile en az 5 dakika geçmeden sahaya girilmemelidir.

4. ORMAN YOLLARININ YAPIMINDA ATEŞLEME ŞEKİLLERİ VE KAYALARIN ATILMASI

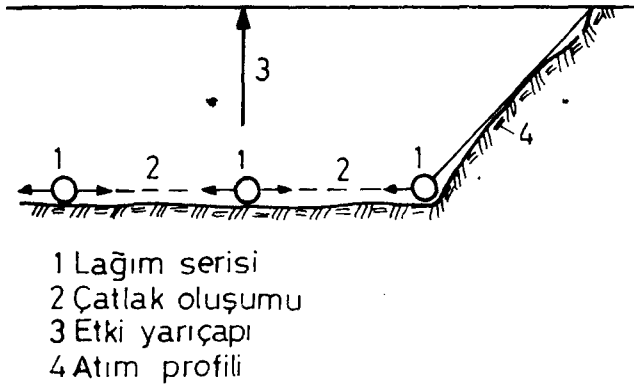
4.1 Ateşleme Şekilleri ve Ateşlemenin Uygulanması

a. Saniyeli fitillerle bir lağım serisinin ateşlenmesinde, ateşlemenin aynı anda ve kesin zaman aralıklarında yapılması olanaklı değildir. Patlayıcı maddelerin fitillerinin zamanla eşit olmayan ateşlemeleri nedeniyle, ateşleme büyük zaman aralıkları ile ve raslantısal oluşur. Bu raslantısal ateşleme ile düşük dirence sahip ve homojen olmayan bir toplam etki söz konusu olur. Bu nedenle de keskin kenarlı ve köşeli istenmeyen ve homojen olmayan bir atım profili ortaya çıkar (Şekil 4). Ateşlemeyi geciktirmeye yarayan saniyeli fitil koruyucu tabakalarla serilmiş ve tecrit edilmiş karbarut kolonundan oluşur ve bir ucundan ateşlenince her cm uzunluğu 1 saniyede yandığı için bu adı almıştır.



Şekil 4: Saniyeli fitillerle ateşleme şekli (ERDAŞ 1988)

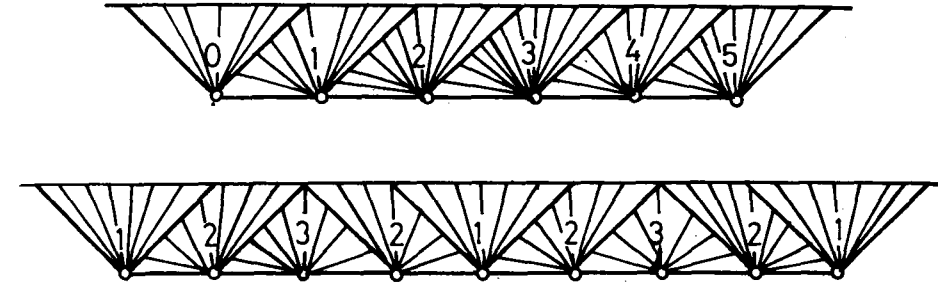
b. Ani ateşlemede, bir lağım serisinin aynı anda ateşlenmesi ve istenilen profilin aynen atılması mümkündür. Çatlaklar bir yandan etki yarı çapı yönünde, diğer yandan eğer lağım delikleri birbirinden çok uzak değilse komşu lağım deliği yönünde oluşur (Şekil 5). Bu ateşlemede etki yarıçapı içindeki hareket 4-30 milisaniye gibi kısa bir zaman içinde oluşmaktadır. Yani, ateşlemeler arasında eşit zaman aralıkları olmayıp, tüm atımlar aynı anda olmakta ve bir lağımdan diğerine doğru çatlaklar ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle de daha düzgün bir atım profili elde edilmektedir.



Şekil 5: Ani ateşleme (ERDAŞ 1981)

c. Bindebir saniyeli ateşleyicilerle ateşleme. ateşlemenin birbirini çok sık aralıklarla izlediği bir ateşleme şeklidir. Her tek ateşleme ve ateşleme grubu arasındaki gecikme 10-40 milisaniye arasındadır. Ani ateşlemede olduğu gibi, bu ateşleme şeklinde de toplam bir etki söz konusudur. Birbirini izleyen ateşlemelerin darbe etkisi öngerilme içindeki kaya ortamında birbirini olumlu yönte etkilemektedir. Bir önceki ateşleme, bir sonraki ateşleme için serbest bir yüzey oluşturduğu için, küçük bir patlayıcı madde miktarı ile büyük atımlar elde etmek mümkün olmaktadır. Ortaya çıkan malzeme duvar veya köprü ve menfez ayakları yapımında kullanılabilir.

Bindebir saniyeli ateşlemede tek sıralı patlatmalarda ateşleme sıraları Şekil 6'da olduğu gibi gerçekleşir.

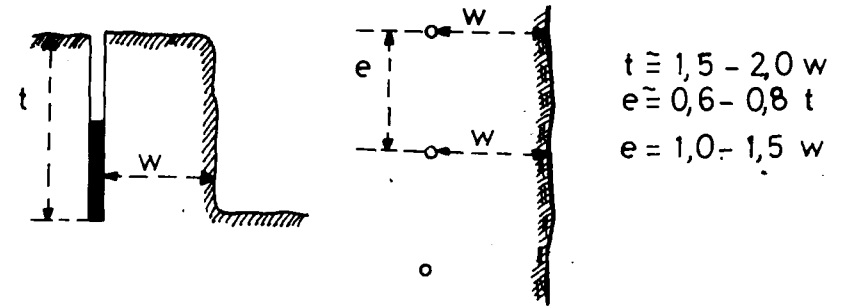


Şekil 6: Bindebir saniyeli ateşleyicilerle ateşleme

4.2. Orman Yollarında Kayaların Atılması

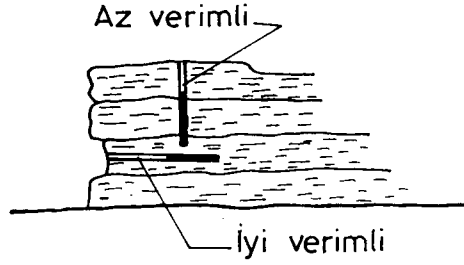
Orman yol geçkisine denk gelen kaya kütlelerinin atılmasındaki başarı, herşeyden önce lağım deliklerinin tekniğine uygun olarak düzenlenmesine bağlıdır. Burada lağım deliklerinin derinliği, doğrultuları, yüzeyle yaptığı açılar ve birbirine paralel olup olmaması büyük önem taşır. Kaya cinsine ve miktarına, şevin yüksekliğine göre delik çapı, derinliği ve adedi, kısaca delik delme düzeni değişir.

Lağım deliğinin en derin noktasının serbest yüzeye dik olan uzaklığı aynı zamanda en kısa etki çizgisi olup, etki yarıçapı (w) olarak adlandırılmakta ve atım başarısında büyük önem taşımaktadır. Etki yarıçapına ve lağım derinliğine (t) bağlı olarak pratik yönden aşağıdaki veriler genel olarak geçerlidir (Şekil 7). Birçok lağım deliğinden oluşan bir seride lağım deliklerinin etki çemberleri birbirini keseceğinden lağım delikleri arasındaki uzaklık etki yarıçapından biraz büyük alınabilir.



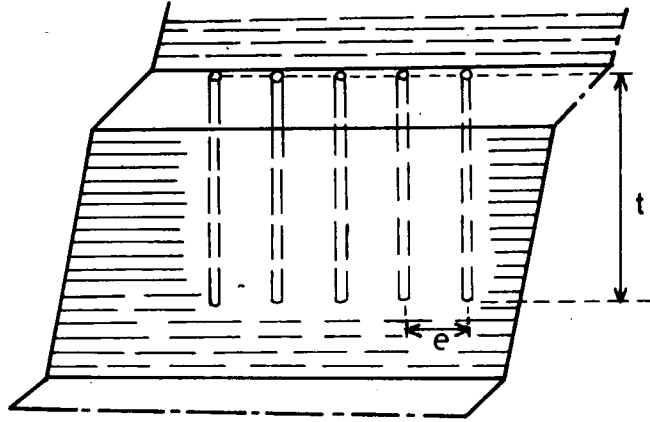
Şekil 7: Lağım delikleri derinliği ve aralıkları (ERDAŞ 1988)

Tabaklar halinde oluşmuş bir kaya kütlelerinde, lağım delikleri tabaka yüzeylerine dik doğrultuda delinmemelidir. Çünkü en az direnç yüzeyine sahip olan bu uzaklık doğrultusunda patlayıcı madde etkisinden bir kısım kaybolabilir. En iyi lağım doğrultusu tabaka yüzeyine paralel olanıdır (Şekil 8).

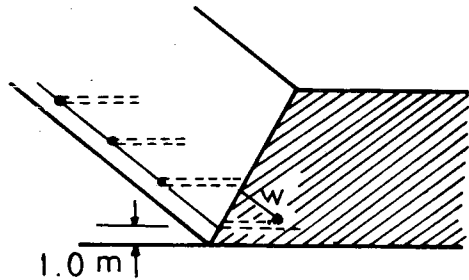


Şekil 8: Tabakalı zeminlerde açılacak lağım deliğinin doğrultusu (BAYOĞLU 1995)

Tabakalı olmayan zeminlerde, lağım delikleri yarma kesitinde normal doğrultuda ve platform seviyesinden daha derin açılır. Tepe ateşlemesinde lağım deliği yüzeye paralel şekilde yukarıdan aşağıya doğru açılır (Şekil 9). Göğüs ateşlemesinde ise lağım delikleri tabandan itibaren yatay olarak açılmalıdır (Şekil 10).



Şekil 9: Tepe ateşlemesi (ERDAŞ 1988)



Şekil 10: Göğüs ateşlemesi (ERDAŞ 1988)

Kayaların patlatılmasında koparma veya savurma amaçlanıyor ise, koparılmak istenen yüzeyle 30° - 45° lik açı ile lağım delikleri açılır. Taban ateşlemeleri ise şev ayağı açılmasında veya yol platformundaki kaya bloklarının patlatılmasında kullanılır. Bu tür taban atımları sırasında parçalama çok etkili olacağından, taş fırlatma zararlarına karşı güvenlik önlemleri alınmalıdır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Orman yolları yapımında kayaların geçilmesi için günümüzde de fazla miktarda patlayıcı maddeler kullanılmaktadır. Bu durum yol inşaatında, kayalık zeminlerin geçilmesinde büyük kolaylıklar sağlamasına karşın, aynı zamanda pahalı, tehlikeli ve teknik bilgi ve beceri isteyen bir yöntemdir. Bu nedenle orman yol şebekelerinin planlanmasında jeolojik faktörlerin iyi bir şekilde etüd edilmesi gerekir. Aksi takdirde ekolojik ve ekonomik açıdan telafisi mümkün olmayan zararlarla karşılaşılabilir.

Kayalık zeminlerdeki orman yolu yapım çalışmalarında patlatılan kayaların hafriyatının yolun alt tarafından kalan meşcerelere zarar vermemesi için gerekli önlemler alınmalıdır. Yani yolun alt tarafından kalan meşcerelerin korunması için, bunların yaşına ve yapısına uygun olan en ideal koruma yöntemleri aranmalıdır. Bu nedenle, bu gibi yerlerdeki kayaların patlatılmasında, zemine en uygun olan lağım deliklerinin açılması ve kullanılacak dinamitin kalite ve miktarının iyi saptanması ile çevrede oluşacak zararlar minimuma indirebilir.

Patlayıcı maddelerle kayaların geçilmesinde güvenlik önlemlerinden asla taviz verilmemeli ve kalifiye eleman çalıştırılmamalıdır.

Farklı yapıdaki kayalık zeminlerin geçilebilmesi için, değişik patlayıcı madde oranları ile değişik atım şekilleri denenerek değişik zeminler için en uygun olan atım profillerini elde edecek teknikler ortaya konulmalıdır.

KAYNAKLAR

BAYOĞLU, S. 1986: *Ormanlıkta Mekanizasyon ve Gelişmesi*. MPM Yayın no. 339, s. 38-67, Ankara.

BAYOĞLU, S. 1995: *Orman Transport Tesisleri ve Taşıtları I-II Ders Notları*.

ERDAŞ, O. 1981: *Orman Yolları Yapımında Patlayıcı Maddeler ile Kayaların Parçalanması*. K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Cilt 4, Sayı 2, s. 397-418, Trabzon.

ERDAŞ, O. 1988: *Orman Transport Tesisleri ve Taşıtları I-II*. K.T.Ü. Orman Fakültesi ders Notları Yayın no. 308, Trabzon.

HUGGARD, E.R. (Çev. Bayoğlu, S., Tokmanoğlu, T.): *Orman Mühendisliği El Kitabı*. Orman Genel Müdürlüğü Yayın No. 571/11, Ankara.

OGM, 1984: *Orman Yolları Planlaması ve İnşaat İşlerinin Yürütülmesi Hakkında 202 Sayılı Tebliğ*, Ankara.

ŞENER, E. 1986: *Makinelî Orman Yolu İnşaatının Gelişimi Rasyonelitesi ve Sorunları*, MPM Yayın No. 339, s. 83-109, Ankara.