

社会開発調査部報告書

No. 259



JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY (JICA)
(JAPON ULUSLARARASI İŞBİRLİĞİ AJANSI)



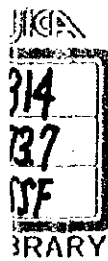
BAYINDIRLIK VE İSKAN BAKANLIĞI
KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ (KGM)

JICA KGM
TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANAYOLLAR BAKIM ÇALIŞMASI

NIHAİ RAPORU

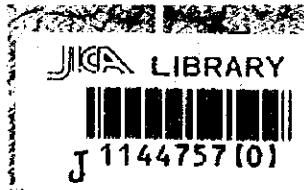
DEĞERLENDİRME VE

TEM



TÜRKİYE CUMHURİYETİ ANAYOLLAR BAKIM ÇALIŞMASI

NIHAİ RAPORU DEĞERLENDİRME VE TAMİR REHBERİ



TEMMUZ 1998



ORIENTAL CONSULTANTS CO., LTD.
VA

JAPAN OVERSEAS CONSULTANTS CO., LTD. işbirliği ile

SSF
JR
98-083



1144757 (0)



JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY (JICA)
(JAPON ULUSLARARASI İŞBİRLİĞİ AJANSI)



BAYINDIRLIK VE İSKAN BAKANLIĞI
KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ (KGM)

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANAYOLLAR BAKIM ÇALIŞMASI
NİHAİ RAPORU
DEĞERLENDİRME VE TAMİR REHBERİ**

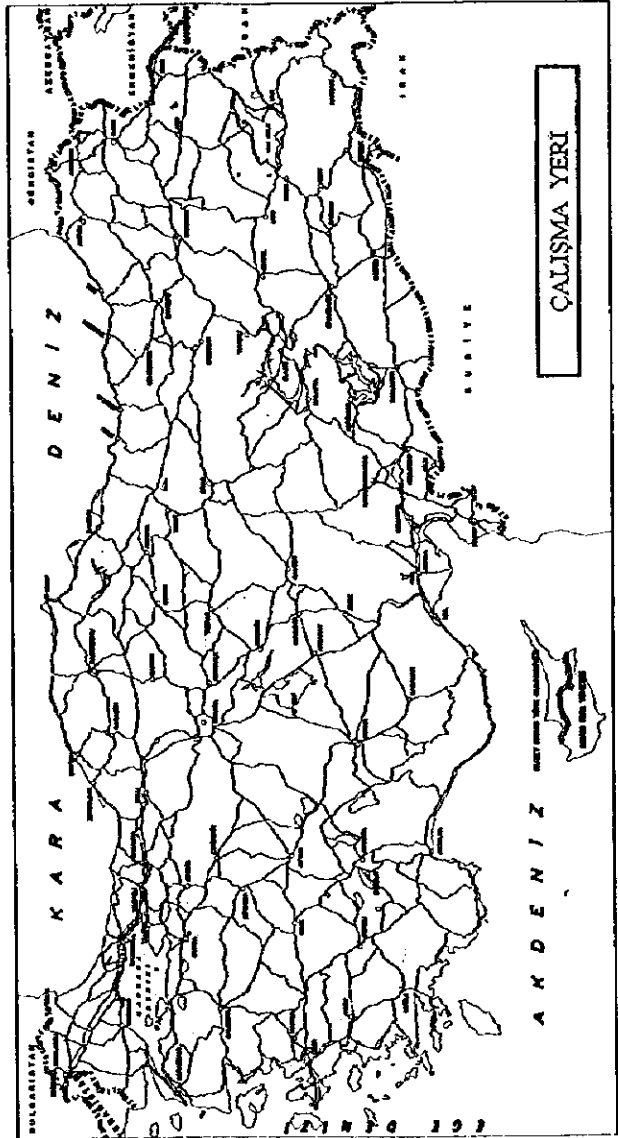
TEMMUZ 1998



ORIENTAL CONSULTANTS CO., LTD.
VA



JAPAN OVERSEAS CONSULTANTS CO., LTD. İşbirliği ile



İçindekiler

Bölüm 1	GİRİŞ	
1.1	Genel	1 - 1
1.2	Amaçlar	1 - 1
1.3	Elkitabının Yapısı	1 - 1
Bölüm 2	DEĞERLENDİRME VE ONARIM METODU	
2.1	Genel	2 - 1
2.2	Değerlendirme Elemanları	2 - 1
2.3	Değerlendirme Metodları	2 - 3
2.4	Hasarlarla İlgili Sebep-Sonuç İlişkisi	2 - 3
2.5	Onarım Metodları	2 - 3
2.6	Onarım Metodunun Seçimi	2 - 3
2.7	Dizayn ve Yapım Konuları	2 - 3
2.8	Trafik İşaretlemesi	2 - 4
Bölüm 3	ÜSTYAPI	
3.1	Değerlendirme Metodu	3 - 1
3.1.1	Genel	3 - 1
3.1.2	Kısa Vadeli Onarımlara Dair Değerlendirme	3 - 1
3.1.3	Uzun Vadeli Onarımlara Dair Değerlendirme	3 - 1
3.2	Hasarın Etkileri	3 - 3
3.3	Hasarın Sebepleri	3 - 4
3.4	Onarım Metodları	3 - 5
3.5	Onarım Metodunun Seçimi	3 - 5
3.5.1	Genel	3 - 5
3.5.2	Mühale Seviyeleri	3 - 7
3.5.3	Seçim İşlemi	3 - 9
3.6	Dizayn Konuları	3 - 10
3.6.1	Takviyelendirme Dizaynı	3 - 10
3.7	Yapım Konuları	3 - 13
Bölüm 4	ŞEV (YARMA VE DOLGU)	
4.1	Verilerin Değerlendirilmesi	4 - 1
4.2	Hasarın Etkileri	4 - 1
4.3	Hasarın Sebepleri	4 - 2
4.4	Onarım Metodları	4 - 3
4.5	Onarım Metodunun Seçimi	4 - 18
4.5.1	Genel	4 - 18
4.5.2	Seçim İşlemi	4 - 18
4.6	Dizayn ve Yapım Konuları	4 - 22
4.6.1	Şev Erozyonu	4 - 22
4.6.2	Kaya Yuvarlatılması	4 - 45
4.6.3	Heyelan	4 - 50
Bölüm 5	DOLGU	
5.1	Verilerin Değerlendirilmesi	5 - 1
5.2	Hasarın Etkileri	5 - 1

5.3	Hasarın Sebepleri.....	5 - 1
5.4	Onarım Metodları.....	5 - 2
5.5	Onarım Metodunun Seçimi.....	5 - 7
5.5.1	Seçim İşlemi.....	5 - 7
5.6	Dizayn ve Yapım Konuları.....	5 - 10

Bölüm 6 **BANKET**

6.1	Verilerin Değerlendirilmesi.....	6 - 1
6.2	Hasarın Etkileri.....	6 - 1
6.3	Hasarın Sebepleri.....	6 - 1
6.4	Onarım Metodları.....	6 - 2
6.5	Onarım Metodunun Seçimi.....	6 - 3
6.5.1	Seçim İşlemi.....	6 - 3
6.6	Dizayn ve Yapım Konuları.....	6 - 3

Bölüm 7 **DRENAJ (KENAR HENDEKLERİ, IZGARALAR VE MENFEZLER)**

7.1	Verilerin Değerlendirilmesi.....	7 - 1
7.2	Hasarın Etkileri.....	7 - 1
7.3	Hasarın Sebepleri.....	7 - 2
7.4	Onarım Metodları.....	7 - 2
7.5	Onarım Metodunun Seçimi.....	7 - 8
7.5.1	Seçim İşlemi.....	7 - 8
7.6	Dizayn ve Yapım Konuları.....	7 - 10

Bölüm 8 **İSTİNAT DUVARLARI**

8.1	Verilerin Değerlendirilmesi.....	8 - 1
8.2	Hasarın Etkileri.....	8 - 1
8.3	Hasarın Sebepleri.....	8 - 1
8.4	Onarım Metodları.....	8 - 2
8.5	Onarım Metodunun Seçimi.....	8 - 3
8.5.1	Seçim İşlemi.....	8 - 3
8.6	Dizayn ve Yapım Konuları.....	8 - 4

Bölüm 9 **KAR VE BUZ KONTROL ELEMANLARI**

9.1	Kış Sezonunda Yol Bakım Standartları.....	9 - 1
9.1.1	Servis Seviyeleri.....	9 - 1
9.1.2	Performans.....	9 - 1
9.2	Karla Mücadele İşlemi.....	9 - 2
9.2.1	Esaslı Muamele.....	9 - 2
9.2.2	Karla Mücadele Ekipmanları.....	9 - 3
9.2.3	Kar Görme İşi.....	9 - 4
9.2.4	Kar Püskürtme İşi.....	9 - 5
9.3	Buz Kontrol İşleri.....	9 - 5
9.3.1	Buz Kontrol İşinin Amacı.....	9 - 5
9.3.2	Tedbirler ve Etkileri.....	9 - 5
9.3.3	İhtiyati Muamele.....	9 - 6
9.3.4	Oturmuş Kar ve Buz Mücadelesi.....	9 - 7
9.3.5	Devamlı Alçak Sıcaklıklarda Muamele.....	9 - 8
9.3.6	Serpme Oranı Özeti.....	9 - 8
9.3.7	Serpme Teknikleri.....	9 - 8

9.3.8	Güzergah Konusu.....	9 - 9
9.4	Kar Birikintisi Kontrol Elemanları.....	9 - 9
9.4.1	Kar Birikmesinin Temel İlkeleri.....	9 - 9
9.4.2	Kar Birikmesine Dair Kontrol Elemanları Tipleri.....	9 - 11
9.4.3	Canlı Kar Siperleri.....	9 - 11
9.4.4	Kar Siperleri.....	9 - 12
9.5	Çığ Kontrol Elemanları.....	9 - 16
9.5.1	Çığ Düşmelerinde Temel Esaslar.....	9 - 16
9.5.2	Çığ Kontrol Tedbirleri.....	9 - 17
9.5.3	Arazinin Modifikasyonu.....	9 - 17
9.5.4	Destek Yapıları.....	9 - 17
9.5.5	Kar Siperleri ve Rüzgar Şaşırtıcı Levhalar.....	9 - 18
9.5.6	Sapıncılar.....	9 - 18
9.5.7	Geciktirici İşler.....	9 - 19
9.5.8	Ormanlar Vasıtasıyla Tahkimat.....	9 - 19
9.5.9	Patlayıcı Kullanımı.....	9 - 20
9.5.10	Emniyet Tedbirleri.....	9 - 20
9.6.	Optimum Kar/Buz Tedbircilerinin Seçimine Dair Genel Muameleler.....	9 - 20

BÖLÜM I GİRİŞ

1.1 Genel

Burada verilen Değerlendirme ve Onarım El Kitabı Karayolları Genel Müdürlüğü için hazırlanmış olup, Türkiye'de mevcut 60 600 km'lik Devlet ve İl Yollarında Yapılan Onarım İşleri Mevzuunun iyileştirilmesini desteklemek amacıyla yapılmıştır. Halen kullanımda olan mevcut sistemlere ait bilgilere dayalı olarak, Türkiye'deki mevcut uygulamaları geliştirme amacı göden bir iskelet yapı oluşturması niyetiyle hazırlanmıştır. Yeni teknolojilerin ortaya çıkmasıyla oluşacak gelişmelere ve belli başlı bakım meselelerinin tanımlanmasıyla ortaya çıkabilecek değişiklikler ve iyileştirmelere karşı esnek bir yapıdadır.

1.2 Amaçlar

Değerlendirme ve Onarım El Kitabının ilk amacı onarım işi dizaynına takviyede bulunmak için değişik muayene ve etüdler sırasında toplanmış bilgilerin alınması ve bu verilerin gerektiğinde en usturoplu bakım metoduna karar vermek için kullanılmasıdır.

İlave bir amaç da, tüm Türkiye'de uygulanabilir standart metodlar temin etmek ve böylece onarım işlerinin müşterek bir tabanda takdir edilip değerlendirilmesini sağlamaktır.

Bu yaklaşım, bakım idari personelinin, gerekli onarım işine karar vermede tüm ülkede aynı yaklaşımın kullanılmakta olduğunu bilerek Bölge ya da Şube bazında, onarım işinin ülke çapında öncelik sırasını belirlemelerini ve gerekli onarım işine karar vermelerini sağlar. Bu yaklaşım ayrıca, yürütülecek onarım işinin standartlarını belirlemede bakım idari personeline güven kazandıracaktır.

1.3 El Kitabının Yapısı

Bölüm 1 – Değerlendirme ve Onarım El Kitabının amaçları hakkında ve El Kitabına giriş niteliğinde özet bilgi verir.

Bölüm 2 – Değerlendirme elemanları, değerlendirme metodları, hasar sebep sonuç ilişkileri, onarım metodları, onarım metodunun seçimi ve uygun olan yerlerde dizayn ve yapım konuları gibi tüm açılan kapsayarak Değerlendirme ve Onarım El Kitabı hakkında genel bilgi verir.

Bu kısım, değerlendirme ve onarım metodu hakkında genel fikir sahibi olmak isteyenler tarafından okunmalıdır.

Bölüm 3 ten 9'a kadar

- Her eleman için değerlendirme ve onarım metodunu anlatır ki, bu elemanlar şunlardır: Üstyapı, şev (yarmalar ve dolgular), dolgu, banket, drenaj (kenar hendekleri, ızgaralar ve menfezler), istinat duvarları ve kar ve buz kontrol elemanlarıdır.

Bu kesimler, değerlendirme ve onarım işlerini yürütenler tarafından kullanılacağından, her elemanın gereklerini boylu boyunca anlamak için detaylıca okunmalıdır.

BÖLÜM 2 DEĞERLENDİRME VE ONARIM METODLARI

2.1 Genel

Şekil 2.1.1 Değerlendirme ve onarım işlemine dair akış grafiğini gösterir.

Görsel muayenede hasarlar şiddetlerine göre derecelendirilmiştir (İşletme ve Muayene Elkitabına bakınız) ve gözlemler bundan sonra yapılmıştır. Bu bilgiden ve hasarın önceki tecrübesinden faydalanarak, bakım idari personeli, uygun onarım metoduna karar verebilir. Bakım idari personelinin onarım işine karar vermesi durumunda bu onarım işleri, onarım işi programına dahil edilmelidir. (Bu Elkitabında diğer bazı hasar tipleri için karar vermeyi kolaylaştıracak bazı ilave bilgiler verilmiştir)

Uygun onarım işine karar verilmesi mümkün olmayan yerlerde uygun onarım metoduna karar vermek ve onarım işlerinin dizaynına takviyede bulunmak için gerekli verilerin toplanması ve herhangi uygun bir ek araştırmaya ile birlikte detaylı muayene yapılması gerektirir.

Hasar tipinin ve sebebinin tesis edilmesinden sonra uygun onarım işi seçilebilir ve gerekli olan yerlerde onarım işlerinin dizaynı yürütülebilir. Bu çalışma tamamlandıktan sonra onarım, onarım işi programına dahil edilecektir.

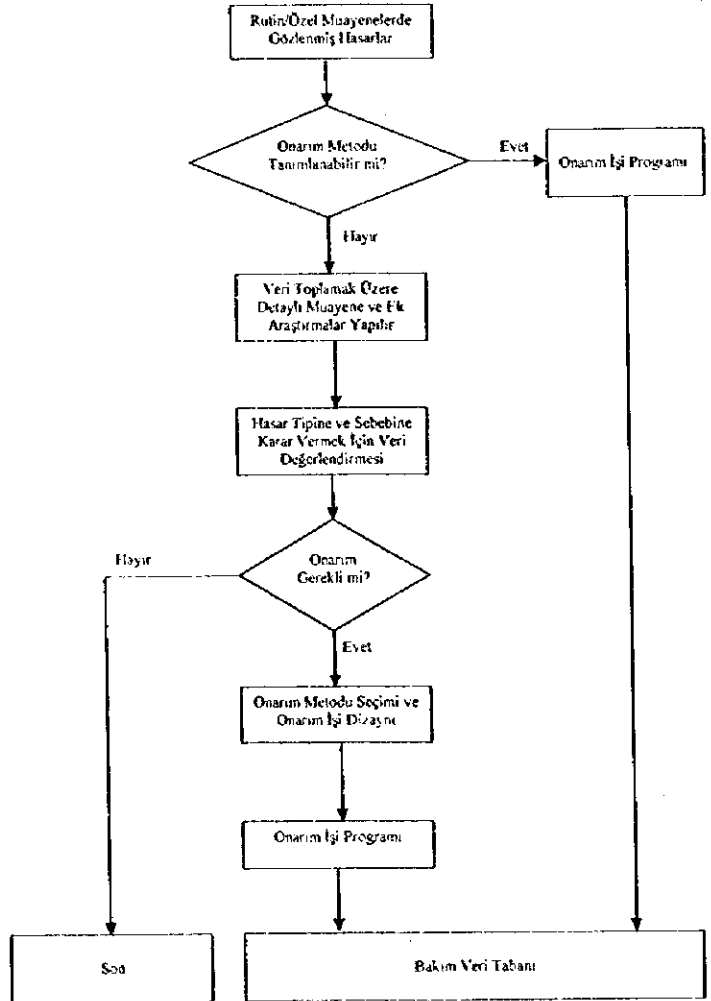
Onarım işleri devam etmekteyken onarım işinin detayları bakım veri tabanına girilmelidir.

2.2 Değerlendirme Elemanları

Bu elkitabı aşağıdaki elemanları kapsar

- üstyapı
- çevler
- dolgular
- banketler
- istinat duvarları
- kenar hendekleri
- ızgaralar
- menfezler
- kar ve buz kontrol elemanları

Herbir muayene elemanına dair değerlendirme ve onarım işleri detayları Bölüm 3'ten 9'a kadar olan kısımda verilmiştir.



Şekil 2.1.1 Değerlendirme ve Onarım İşlerine Dair Akış Grafiği

2.3 Değerlendirme Metodları

Değerlendirme ve onarım işlemi, geçmiş tecrübelerle dayalı olmakla beraber aynı zamanda her hasar tipi için mevcut onarım metodlarına da dayalı olmalıdır.

Görsel muayenelerden elde edilen sonuçlar basit hasar derecelendirme ve şiddet düzeylerini ifade ediyorsa, elkitabında verilen rehber tablolar karar verme işleminde faydalı olacaktır.

Hasarların daha ciddi ve Detaylı Muayene ve Ek Araştırmalardan daha çok bilginin var olduğu zamanlarda ise standart metodlar ve formler uygun yerlerde verilmiştir. Önerilen metodlar, denenmiş, tetkik edilmiş ve dünya çapında birçok ülke tarafından kullanılmaktadır.

2.4 Hasarla İlgili Sebep Sonuç İlişkisi

Her bakım elemanı ve hasar tipine ait hasarla ilgili belli başlı sebep sonuç ilişkileri, bakım personelinin problemleri anlaması ve karar verme işleminde faydalı olması gayesiyle liste halinde verilmiştir. Bu bilgiler ayrıca, bazı hasarların taşıt sürücülerinin güvenliğini tehlikeye sokabileceğinden ve diğer bazılarına ise, herhangi bir zaman dilimi için öylece bırakıldıklarında daha fazla ve hızlı bozulmaya sebep olabileceklerinden, onarım işlerinin öncelik sırasının belirlenmesinde yardımcı olacaktır.

2.5 Onarım Metodları

Ortaya çıkabilecek durumların çoğunu kapsamı kabildinden her bir hasar tipi için muhtelif onarım metodları verilmiştir. Metodlar, acil durumları ve kısa dönem durumları kapsadığı gibi uzun döneme yönelik onarımları da kapsamaktadır. Verilen metodlar dünyada kullanılanların en pratikleri olup, bazıları da halihazırda Türkiye'de kullanılmaktadır. Metodlar aynı zamanda hem en son teknolojiyi kullanan gelişmiş teknikleri hem de basit teknikleri içermektedir.

Her onarım işinin amacı açıkça açıklanmış olup, uygun ve gerekli yerlerde tabrik şekli ve tipik hasarları içeren tasarımlar verilmiştir.

2.6 Onarım Metodunun Seçimi

Onarım metodunun seçimi, muayyen hasar tipiyle ilgili birçok faktöre bağlıdır. Önem sıralaması ihtimamı yolu kullanan halkın güvenliği, ayrıca yol bütünlüğü ve düzenliliği, ilgili toprak işleri ve yapıları, birbirlerinden ayıramayan önemli unsurlardır.

Onarım metodunun seçiminde yardımcı olması açısından akış grafikleri sunulmuş olup, türlü metodların uygunluğu hakkında da tavsiyeler verilmiştir.

2.7 Dizayn ve Yapım Konuları

Tüm Türkiye'ye uygun kalitede işler üretmeyi amaçlayan bir rehber sunmak amacıyla özel dizayn ve yapım konuları da mütalaa edilmiştir.

2.8 Trafik İşaretleme

Bütün yol çalışmalarında güvenlik her zaman ön planda tutulmalıdır. Bakım ve onarım işlerinin organizasyonları, düzenli bir muayene için yeterli ulaşım alanını temin edip, muayene yapan personelin, yol kullanıcılarının ve genel halkın güvenli bir ortamda hareket etmesini sağlarken, trafik aksamalarını da asgariye indirmenin yollarını aramalıdır.

Yol çalışmalarının yürütülmesinde, 2 şeritli yollar için, 2 şeritli tırtanma şeritli yollar için, 3 şeritli yollar ve bölünmüş yollar için toplam 9 standart taslak geliştirilmiştir.









Bütün trafik işaretleme tamamlanmadan önce hiçbir çalışma yapılmamalıdır.

Çalışmada görev almış bütün personel rahatça görülebilecek, fosforlu güvenlik ceketi giymelidir. Bu ceketler, personelin taşıt sürücüleri tarafından rahatça görülebilmelerini sağlayacak ve muayene personeli için potansiyel kaza riskini azaltacaktır.

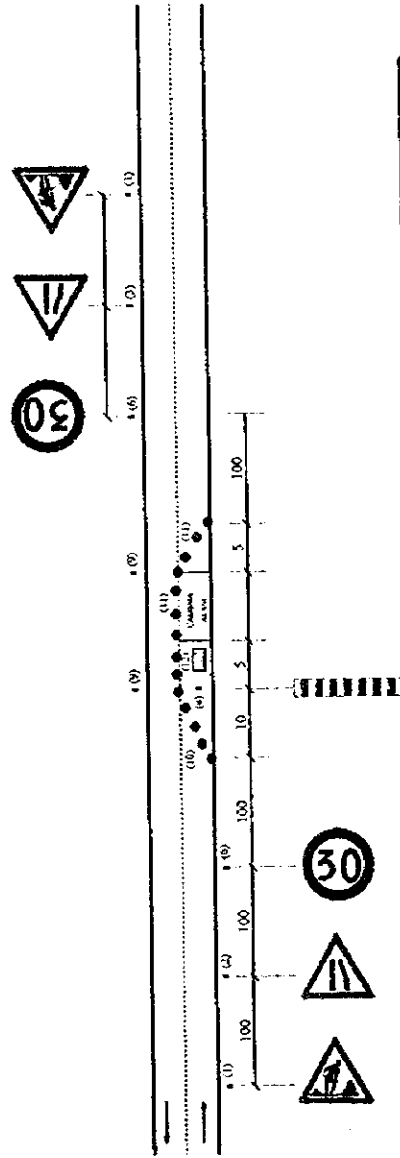
Müteakip sayfalarda standart trafik işaretleme çizimleri gösterilmiştir.

Trafik İşaretleme Çözümleri

Trafik İşaretleme Listesi

Trafik İşaretleme No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Trafik İşaretleme Çeşidi									Bayrakçı	1,5 metre aralıklı koniler	3 metre aralıklı koniler	KOM aracı
Yerleşim No	İşaretleme Sayısı											
1	2	1	1	1	-	2	-	-	2	8	4+(Ç.A)/3	1
2	2	-	2	4	3	2	-	2	-	32	37+2(Ç.A)/3	1
3	2	-	2	2	2	-	2	2	-	16	18+2(Ç.A)/3	1
4	2	-	1	4	4	2	-	1	-	32	37+(Ç.A)/3	1
5	2	1	-	4	4	-	2	2	-	40	45+2(Ç.A)/3	1
6	2	-	2	2	2	-	2	2	-	16	15+2(Ç.A)/3	1
7	2	2	-	1	1	-	2	-	-	8	4+(Ç.A)/3	1
8	2	-	2	1	1	-	1	2	-	8	4+(Ç.A)/3	1
9	4	2	2	3	3	-	2	4	-	24	35+(Ç.A)/3	-

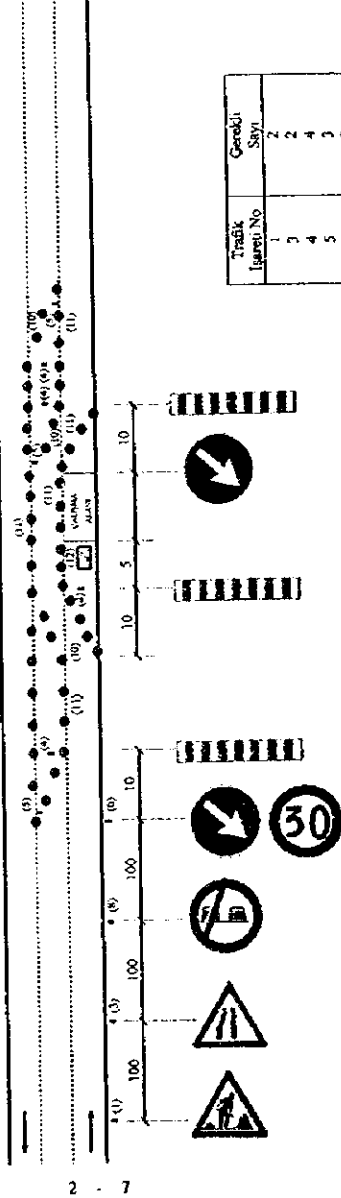
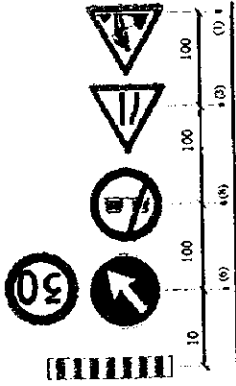
Detaylı Muayene - Trafik İşaretleme
2 şeritli yol - 1 şerit kapalı



Trafik İşareti No	Gerekli Sayı
1	2
2	1
3	1
4	1
6	2
9	2
Konut	8
10	4+(C,Alın)3
11	

- (9) bayrakçı
- (10) 1,5 metre aralıklarla yerleştirilmiş koniler
- (11) 3 metre aralıklarla yerleştirilmiş koniler
- (12) ikaz lambalı XGM aracı

Detaylı Muayene - Trafik İşaretleme
3 şeritli yol - 1 şerit kapalı

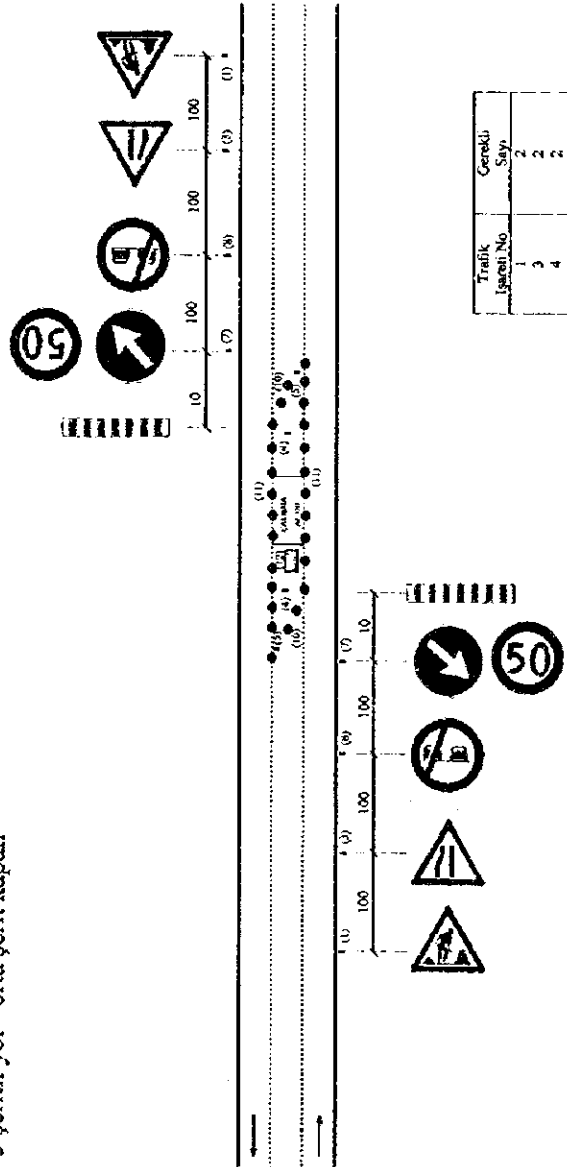


Trafik İşareti No	Gerekli Sayı
1	2
2	2
3	4
4	4
5	3
6	3
7	2
8	2
Konu	32
10	37-2(Ç Alan)2
11	

- (10) 1,5 metre aralıklarla yerleştirilmiş koniler
- (11) 3 metre aralıklarla yerleştirilmiş koniler
- (12) İkaz lambalı KGM aracı

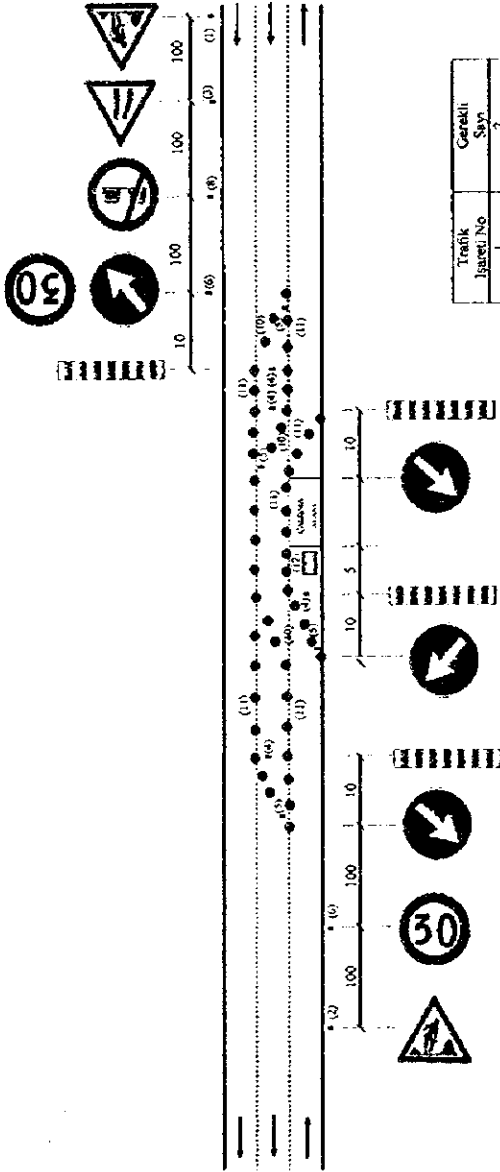
YERLEŞİM NO:2

Detaylı Muayene - Trafik İşaretleme
3 şeritli yol - orta şerit kapalı



- (10) 1.5 metre aralıklarla yerleştirilmiş koniler
(11) 3 metre aralıklarla yerleştirilmiş koniler
(12) ikaz lambalı KGM aracı

Detaylı Muayene - Trafik İşaretleme
2 şerit ve tırmanma şeritli yol - 1 şerit kapalı

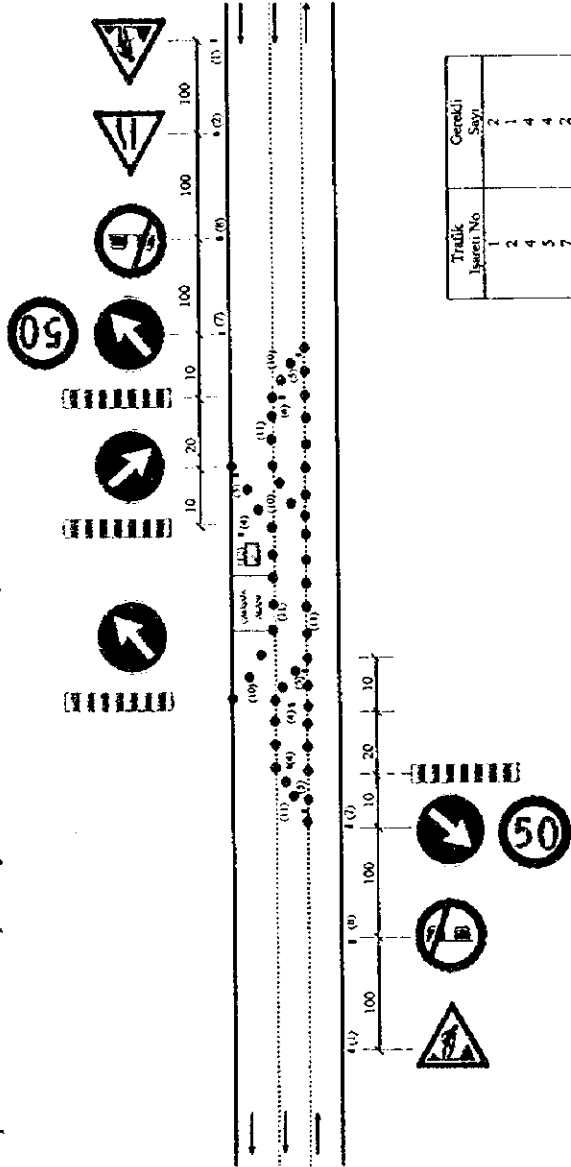


Trafik İşareti No	Gerekli Sayı
1	2
3	1
4	4
5	4
6	2
8	1
Köni	32
10	37=(C Alan)/3
11	

- (10) 1.5 metre aralıklarla yerleştirilmiş koniler
- (11) 3 metre aralıklarla yerleştirilmiş koniler
- (12) ikaz lambalı KGM aracı

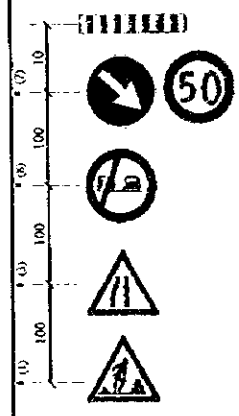
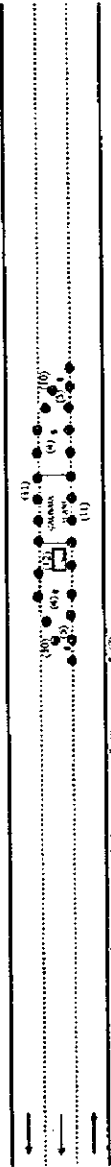
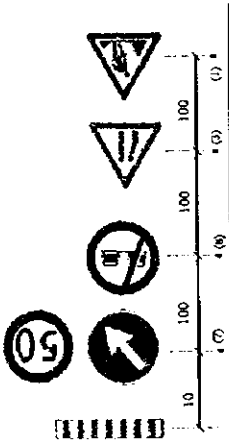
YERLEŞİM NO:4

Detaylı Muayene - Trafik İşaretleme
2 şerit ve tırmanma şeritli yol - tırmanma şeridi kapalı



- (10) 1.5 metre aralıklarla yerleştirilmiş koniler
(11) 3 metre aralıklarla yerleştirilmiş koniler
(12) ikaz lambalı XGM aracı

Detaylı Muayene - Trafik İşaretlemesi
2 şerit ve tırmanma şeritli yol - orta şerit kapalı

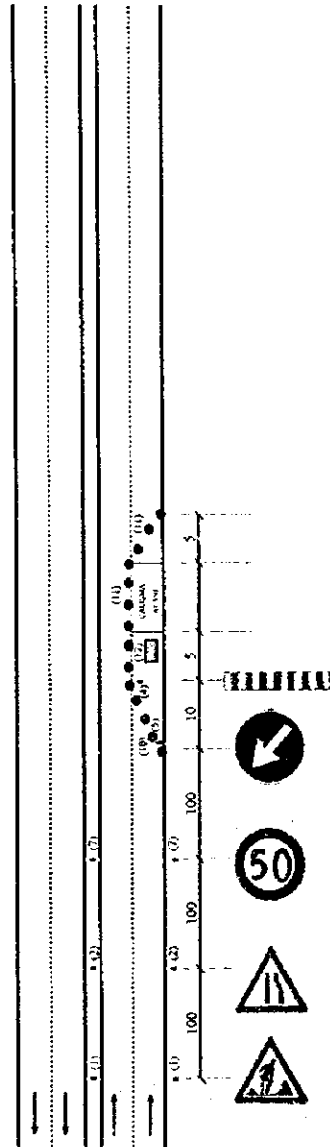


Trafik İşareti No	Gerekli Sayı
1	2
3	2
4	2
5	2
7	2
8	2
Konut	16
10	1,5x2(C,Alam)2
11	1,5x2(C,Alam)2

- (10) 1,5 metre aralıklarla yerleştirilmiş koniler
- (11) 3 metre aralıklarla yerleştirilmiş koniler
- (12) ikaz lambalı KGM aracı

YERLEŞİM NO:6

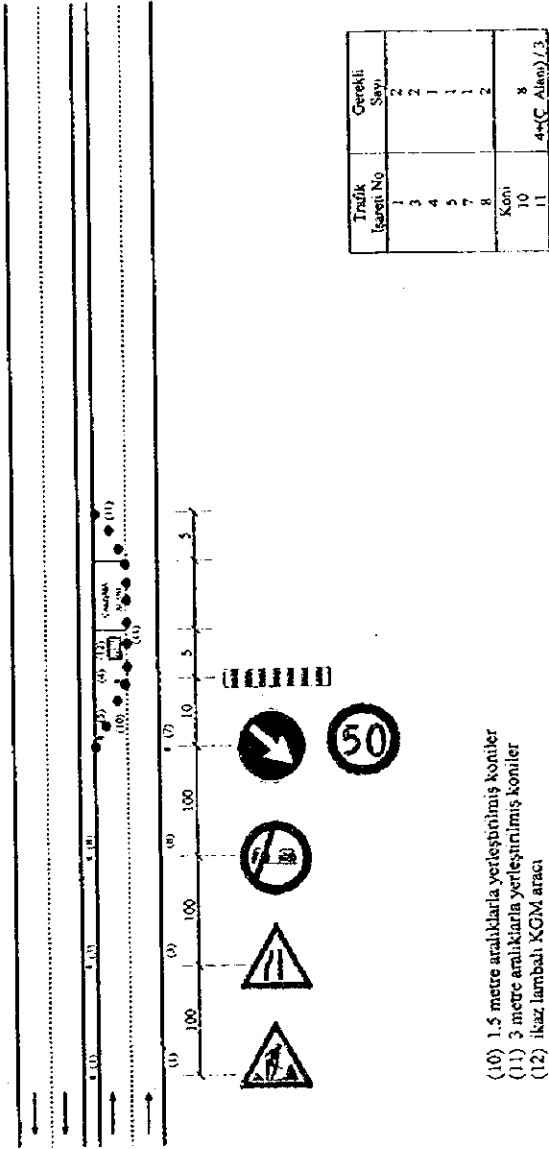
Detaylı Muayene - Trafik İşaretleme
Bölüm 2 şeritli yol - 1 şerit kapalı



Trafik İşareti No	Gerekli Sayı
1	2
2	2
4	1
5	1
7	2
Kam.	8
10	10
11	4+(Ç. Alan)/3

- (10) 1,5 metre aralıklarla yerleştirilmiş konuler
(11) 3 metre aralıklarla yerleştirilmiş koniler
(12) ikaz lambalı KGM aracı

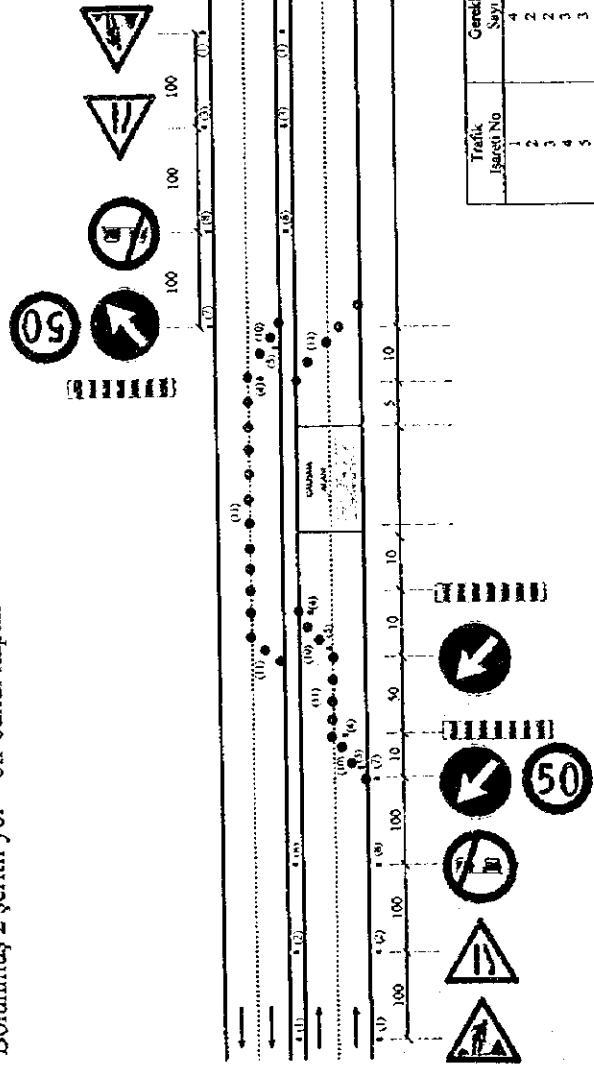
Detaylı Muayene - Trafik İşaretleme
Bölüm 2 şeritli yol - 1 şerit kapalı



- (10) 1.5 metre aralıklarla yerleştirilmiş koniler
- (11) 3 metre aralıklarla yerleştirilmiş koniler
- (12) ikaz lambalı KGM aracı

VERİLEŞİM NO 8

Detaylı Muayene - Trafik İşaretleme
Bölünmüş 2 şeritli yol - bir bandı kapalı



- (10) 1.5 metre aralıklarla yerleştirilmiş koniler
- (11) 3 metre aralıklarla yerleştirilmiş koniler

Trafik İşareti No	Genekli Sayı
1	4
2	2
3	2
4	3
5	3
7	2
8	4
Kon.	24
10	354(C. Alan)/3
11	

BÖLÜM 3 ÜSTYAPI

3.1 Değerlendirme Metodu

3.1.1 Genel

Üstyapı bakımında dikkat edilmesi gereken iki nokta vardır. Bunlardan ilki

- Yol kullanıcıları için yolu güvenli ve hizmet halinde tutmak için gerekli kısa dönem bakım işleri ve üstyapıda vuku bulabilecek herhangi bir hızla bezulmayı önlemektir.
- İkincisi ise, takviyelendirme ve yeniden yapım programları dikkate alınarak üstyapıdan optimum ömrün alınmasını amaçlayan uzun vadeli onarım programlarıdır.

3.1.2 Kısa Vadeli Bakım İşlerine Dair Değerlendirme

Kısa dönem bakım çalışması gerektiren hasarlar, normalde rutin muayeneler esnasında tanımlanacaktır. Raslanan herhangi bir A dereceli hasar, uygun onarım metoduna karar vermek için gelip araziye yola bakacak olan şubedeki bakım mühendisine rapor edilecektir.

Hasarlara ilişkin geçmiş tecrübeler ve mevcut onarım metodları, karar verme aşamasında başlıca unsur olacaktır. Pratiklerin geliştirilmesine takviyede bulunmak için en uygun onarım metoduyla beraber değişik tip ve şiddette hasar tiplerini gösterir Tablolar, bu elkitabında Bölüm 3.5.2'de dahil edilmiştir.

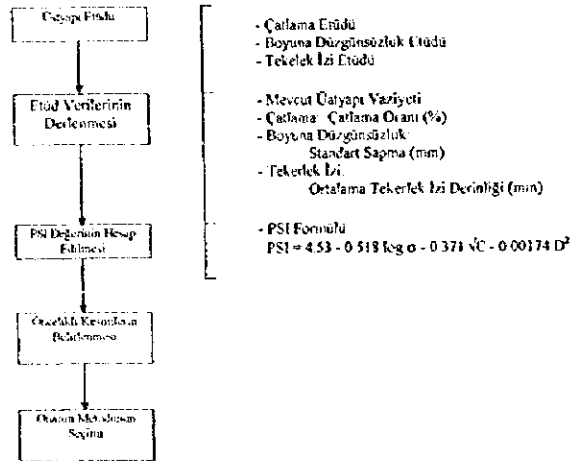
3.1.3 Uzun Vadeli Onarım İşlerine Dair Değerlendirme

Uzun dönem onarım işine dair değerlendirme Detaylı Muayene esnasında toplanacak verilere bağlı olacaktır. Çatlaklar, çukurlar, tekerlek izleri ve dalgalanmalar hususundaki veriler, üstyapıya ait Servis Kabiliyeti İndeksi (PSI) hesabı için kullanılacaktır. PSI değeri, üstyapı icraatı hakkında hüküm vermek için, müsterek bir indeks olması amacıyla AASHTO tarafından geliştirilmiş, yol performans kriterlerinden biridir.

Etüd ve toplanan verilerin detayları İşletme ve Muayene Elkitabında, Bölüm 5.7'de verilmiştir.

- İşletme ve Muayene Elkitabında gösterildiği gibi, çatlama etüdünden (bu, çukurları ve yama alanlarını da kapsar) elde edilen veriler vasıtasıyla her kesim için çatlama oranı hesap edilir.
- İşletme ve Muayene Elkitabında gösterildiği gibi, tekerlek izi etüdünden ortalama tekerlek izi hesap edilir.

Boyuna düzensizlik (dalgalanma) etüdünde ise her muayene kesimi için nişelman bilgileri toplanır. İşletme ve Muayene Elkitabında verilen Ek B'de standart sapmanın hesap edilmesi için gerekli metod gösterilmiştir.



Şekil 3.1.1 Üstyapı Vaziyet Ayarlaması Akış Grafiği

Çatlama oranı, ortalama tekerlek izi derinliği ve boyuna düzgünlük (dalgalanma) değeri için hesap edilmiş standart sapma değerleri formüle girilir ve PSI değeri böylelikle hesap edilir. PSI değeriyle en uygun onarım metodunu bağdaştırmak için bu elkitabında Bölüm 3.5.2'de bir Tablo verilmiştir

3.2 Hasarın Etkileri

Tablo 3.2.1, her bir hasar tipini tanımlayıp, hasarın ana etkilerini belirtir.

Tablo 3.2.1 Üstyapıya Dair Hasar Tipleri – Tanımları ve Etkileri

Elemanlar	Hasar Tipi	Hasarın Etkileri
Üstyapı	Oturma	<ul style="list-style-type: none">• kötü sürüş kalitesi• trafik seyir hızını azaltabilir• kaza riskine sebep olarak su toplayabilir
	Çatlama	<ul style="list-style-type: none">• üstyapının ve aşağı tabakaların yumuşamasına sebep olacak suyun, üstyapıya girmesine neden olur.• kısın, su donarak genişleyecek böylece çatlaklar da genişleyerek hasarın büyümesine sebep olacaktır.• şiddetli ise, kötü sürüş kalitesi yaratarak trafik seyir hızının azalmasına sebep olur.
	Çukurlar	<ul style="list-style-type: none">• üstyapının ve aşağı tabakaların yumuşamasına sebep olacak suyun, üstyapıya girmesine neden olur. Bu ise üstyapının erken bozulmasına sebep olur.• kısın, su donarak genişleyecek böylece çukurlar da genişleyerek hasarın büyümesine sebep olacaktır.• onarılmadan bırakılırsa hasarın boyutlarını çabucak arttırabilir.• kötü sürüş kalitesi yaratarak trafik seyir hızının azalmasına sebep olur.• büyük ise taşıt tekerlek ve lastiklerine zarar verebilir.• kaza riski yaratabilir.
	Tekerlek izi	<ul style="list-style-type: none">• kötü sürüş kalitesi yaratır.• tekerlek izlerinde su toplanabilir ve bu da taşıtların su yüzeyinde kaymasına, akvaplenyinge sebep olabilir. bu ciddi bir kaza riskidir.• kısın, tekerlek izlerinde toplanmış su donacak ve kayma sonucu kaza riski yaratabilecektir.
Dalgalanma	<ul style="list-style-type: none">• kötü sürüş kalitesi yaratır.• sıcak havalarda sabhta soyulmalar oluşabilir.	

3.3 Hasarın Sebepleri

Tablo 3.2.1'de, her hasar tipi için verilen belli başlı hasar sebepleri Tablo 3.3.1'de özetlenmiştir.

Tablo 3.3.1 Herbir Hasar Tipine Ait Ana Sebepler

Elemanlar	Hasar Tipi	Hasarın Başlıca Sebepleri
Üstyapı	Oturma	<ul style="list-style-type: none">• aşağı tabakaların yetersiz sıkıştırılmış olması• alttemelin denksiz oturması
	Çatlama	<ul style="list-style-type: none">• düşük kaliteli iççilik• düşük kaliteli karışım• uygun koşullarda sağlamamış sıkıştırma sıcaklığı• farklı yapı tiplerinin (üstyapı/banket ... derzler) sınırlarında oluşmuş denksiz oturma• aşağı tabakalardan gelen yansıma çatlaklar• aşağı tabakaların taşıma kapasitesi ve sıkırtmada farklılıklar• üstyapının çok ince olması• yeraltı suyunun varlığı
	Çukurlar	<ul style="list-style-type: none">• karışımındaki asfalt miktan çok düşük• asfaltın aşırı ısıtılması• düşük kaliteli karışım• su girişine sebep olan zayıf sıkırtma
	Tekerlek izi	<ul style="list-style-type: none">• dizayn yük haddini aşan aşırı dingil yükleri (üstyapı çok ince)• düşük kaliteli karışım• üstyapı malzemesinin yetersiz sıkırtılması• düşük mukavemetli alttemel
	Dalgalanma	<ul style="list-style-type: none">• düşük kaliteli karışım• aşağı tabakaların taşıma kapasitesi ve sıkırtmada farklılıklar• düşük kaliteli ya da yetersiz yapıştırma tabakası veya astar tabakası• uygun sıcaklık derecesi aralığına ayarlanmamış malzeme

3.4 Onarım Metodları

Başlıca üstyapı onarım metodları ve bunların tanımları aşağıda liste halinde verilmiştir.

Çatlakların Doldurulması	Yol yüzeyindeki çatlaklara bitümlü malzemeler tatbik edilir.
Küçük Çukurların Yamanması (Doldurma)	Güvenli yol yüzeyi için şartlarını muhafaza etmek için yapılan münferit çukurların muameleye tabi tutulmasıdır.
Yamama	Yol yüzeyindeki mevzi kusurların malzemeyle doldurulması veya geniş çatlak ya da çukurlara maruz üstyapı kısımlarına malzeme ilaveleri yapıp, sıkıştırmak suretiyle iyileştirilmesidir.
Frezeleme	Yol yüzeyinin freze makinesi kullanılarak sıkıştırılmasıdır.
Frezeleme ve Takviyelendirme	Yol yüzeyi freze makinesi kullanılarak sıkıştırılır ve sıkışmış yüzeye yeni bir sathi tabakası yerleştirilir.
Takviyelendirme	Mevcut kaplama üzerine ilave bir sathi yüzeyi eklenir.
Yeniden Yapım	Başlangıçtaki üstyapı tabakaları tamamen veya kısmen kaldırılır ve üstyapı istenen düzeyde tekrar yapılır.
Sathi Kaplama	Üstyapı yüzeyinin bitümlü malzemeyle, reçine karıştırmış kum veya epoksi bazlı malzeme ile kaplanmasıdır.

Tablo 3.4.'de her üstyapı hasar tipine uygun onarım metodları verilmiştir.

3.5 Onarım Metodunun Seçimi

3.5.1 Genel

Dünya ülkelerinde karayolları üstyapı hasarlarındaki onarım işlerinin hangi düzeylerde yürütüleceğine dair kısıtlar detaylıca açıklanmıştır. Bu kısıtlar, kullanılan malzemeye, ki, bu genellikle ülkedeki ya da ülkenin belli bir mevkiisindeki trafik ve iklimle ilgili şartları yansıtır, göre değişir.

Aşağıda detaylıca açıklanmış olan müdahale seviyeleri, geniş iklim değişikliklerine sahne olan ve benzer çeşitte üstyapı malzemeleri kullanılan Amerika, Japonya ve Türkiye gibi ülkelerden alınmış en iyi uygulamalardır.

Kullanılacak metod değişik yol sathi tiplerine göre değişebileceği için, müdahale seviyeleri asfalt beton için ayrı, sathi kaplama yollar için ayrı verilmiştir.

Yeterli bilgisi Detaylı muayeneden elde edilebilmesi ve PSI değerinin hesap edilebilmesi halinde müdahale seviyeleri, uygun onarım metodunun seçiminde rehber olarak verilir.

Tablo 3-4.1 Üzvi Yapı Hasarına Dair Onarım Metodları

Hasar Tipi	Onarım Metodu	Amaçlar
Öturma	<ul style="list-style-type: none"> - yamaama - takviyelendirme - yeniden yapım 	<ul style="list-style-type: none"> - oturma devam ederken geçici onarım - aşığı tabakalar hala sağlam olduğu ve oturma aşırı olmadığı zaman esaslı onarım - oturma aşırı olduğu ve taşıyıcının bütünlüğünü bozduğu zaman yapılan esaslı onarım.
Çatlama	<p>İnce Çizgi</p> <ul style="list-style-type: none"> - tıkarma - sathi kaplama <p>Çizgi</p> <ul style="list-style-type: none"> - tıkarma - sathi kaplama - frezeleme ve takviyelendirme - yeniden yapım 	<ul style="list-style-type: none"> - su ve toz girişini engellemek - sathi dokusunu geliştirmek - su ve toz girişini engellemek - su ve toz girişini engellemek - yeni bir yol sathi sağlamak ve çatlaklarla mücadele etmek için uzun vadeli onarım
Çukurlar	<p>Timsah Sırtı</p> <ul style="list-style-type: none"> - yamaama - yeniden yapım - doldurma - yamaama 	<ul style="list-style-type: none"> - aşığı tabakaların çatladığı yerlerde - yeni bir yol sathi sağlamak ve çatlaklarla mücadele etmek için geçici onarım - esaslı onarım
Tekerlek İzi	<ul style="list-style-type: none"> - frezeleme - frezeleme ve takviyelendirme - yeniden yapım - yamaama - takviyelendirme 	<ul style="list-style-type: none"> - su girişini önlemek ve sürüş kalitesini arttırmak için münferit çukurlara uygulanır. - su girişini önlemek ve sürüş kalitesini arttırmak için çukurların gruplaştığı yerlere kullanılır. - esaslı onarım - sathi vaziyetini iyileştirmek için enibe dalgınlımayla mücadelede kullanılır. - sürüş kalitesini restore etmek için uzun vadeli onarım
Dalgınlama	<ul style="list-style-type: none"> - yamaama - takviyelendirme 	<ul style="list-style-type: none"> - sürüş kalitesini restore etmek için uzun vadeli onarım - sürüş kalitesini iyileştirmek için kullanılır. - sürüş kalitesini restore etmek için daha uzun vadeli onarım.

3.5.2 Müdahale Seviyeleri

Tablo 3.5.1, asfalt beton yollara ait her hasar tipi için onarım metodlarını ve müdahale seviyelerini gösterir.

Tablo 3.5.1 Asfalt Beton Yollar İçin Müdahale Seviyeleri

Hasar Tipi		Müdahale Seviyesi	Onarım Metodu
Oturma		50mm>d<100mm d>100mm	- kes ve yama - aşağı tabakalar iyi durumda ise kes ve yama - aşağı tabakaların oturma yüzünden hasar gördüğü yerlerde tümden veya kısmen yeniden yapım
Çatlama	İnce izgi çizgi	<5mm	- münferit çatlakların giderilmesi - daha geniş yerlerde sahi kaplama
		atlak Genişliği 5mm den 15mm'ye çatlak genişliği >15mm	- çatlakların giderilmesi - çatlakların giderilmesi (geçici) - üstyapı diğer hasarlara dayalı olarak çalışma gerektirdiğinde detaylı çalışma yürütülür, çalışma sonucuna göre, frezeleme ve takviyelendirme, veya tümden kısmen yeniden yapım(esashi)
	Timsah sırtı	çizgisel çatlamalar, kırımlar ve çukur oluŐunu mevcut	- küçük alanlarda kes ve yama - detaylı üstyapı çalıŐmasından sonra geniş alanları yeniden yap
Çukur		Derinlik <50mm çap <100mm Derinlik 50 den 100mm'ye kadar çap 100 den 300mm'ye kadar	- kes ve doldur - küçük alanlarda kes ve yama - geniş alanlarda geçici onarım olarak kes ve yama üstyapı çalıŐmasına dayalı olarak tümden kısmen yeniden yapım
		Derinlik >100mm çap >300mm	- küçük alanlarda 2 tabaka halinde kes ve yama - geniş alanlarda geçici onarım olarak kes ve yama - üstyapı çalıŐmasına dayalı olarak tümden kısmen yeniden yapım
Tekerek İzi		Derinlik 15-30mm Derinlik 30 -50mm	- frezeleme - aynı malzemeyle frezeleme ve takviyelendirme
		Derinlik > 50mm	- üstyapı çalışması sonuçlarına uyarak frezeleme ve takviyelendirme veya yeniden yapım
Dalgalanma		Sürüş konforu düşük Sürüş konforu şiddetli biçimde düşük ve emniyetli trafik seyir hızı etkidenmiş	- kes ve yama - üstyapı çalışması sonuçlarına uyarak kes ve yama

Tablo 3.5.2, sathi kaplama yollara ait her hasar tipi için onarım metodlarını ve müdahale seviyelerini gösterir.

Tablo 3.5.2 Sathi Kaplama İşlemine Tabi Tutulmuş Yollara Ait Müdahale Seviyeleri

Hasar Tipi		Müdahale Seviyesi	Onarım Metodu
Oturma		50mm > d < 100mm d > 100mm	- alçak noktaların doldurulması - yeni sathi kaplama ile beraber temel takviyesi
Çatlama	Çizgi	Çatlak genişliği 5 – 15mm Çatlak genişliği > 15mm	- tıkama - aşırı ise mevzi sathi kaplama - geçici tedbir olarak tıkama - gereken yerlerde temeli yenileyerek sathi kaplamanın kesilip yenilenmesi
	Timsah Sırtı	Çizgisel çatlamlar ve çokgenin kenarlarında ufak kırılmalar bariz. Çukurlar görünmeye başlayarak çokgen bloklar halinde kırılma	- kes ve yama - aşırı olan yerlerde sathi kaplamasını kesilip ve yenilenmesi. - kes ve yama - gereken yerlerde temeli yenileyerek sathi kaplamanın kesilip yenilenmesi
Çukur		Derinlik < 50mm Çap < 100mm Derinlik > 50mm Çap > 100mm	- kes ve doldur. - kes ve doldur. - aşırı olan yerlerde tüm hasarlı alanı kes ve temel takviyesi kullanıp, sathi kaplamanın yenilenmesi.
		Derinlik > 30mm Derinlik > 50mm	- yamama - frezeleme, temel takviyesi ve sathi kaplamanın yenilenmesi
Dalgalanma		Sürüş konforu epeyce düşük dolayısıyla seyir hızı da düşük	- kes, gereken yerlerde temel onarılması veya yeniden sıkıştırılması ve sathi kaplamanın yenilenmesi.

Tablo 3.5.3, PSI Değeri bilindiği zaman uygulanacak müdahale seviyelerini gösterir.

Tablo 3.5.3 Asfalt Beton Yollarda PSI Değerlerine Dayalı Müdahale Seviyeleri

PSI Değeri	Onarım Metodu
PSI ≤ 1	Yeniden yapım
1 < PSI ≤ 2	Takviyelendirme
2 < PSI ≤ 3	Sathi Kaplama
PSI > 3	Onarıma gerek yok

3.5.3 Seçim İşlemi

Uygun onarım metodunun seçimi bazı faktörlere bağlı olacaktır. Bunlar:

- hasar tipi ve şiddeti
- onarım işi esnasında trafik akışına etkisi
- trafik hacmi, bu hasarın bozulma oranını etkileyecektir.
- kısa ve uzun vadeli seçenekleri dikkate alarak maliyet etkisi

Hasar yüzünden kapanmış yolların tekrar açılması için ya da hasarın ilerleyip, daha ciddi bir hal almasını önlemek için ivedi onarımlar gerekebilir.

Kısa vadeli seçenekler:

- münferit hasarlar için
- çatlakların doldurulması
 - çukurların yama yoluyla doldurulması

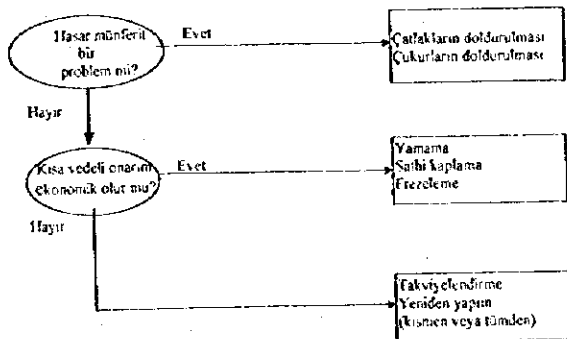
hasarlar daha geniş olduğunda

- yamama
- sathi kaplama
- frezeleme

Uzun vadeli seçenekler:

- takviyelendirme
- kısmi veya tamamen yeniden yapım

Mevcut bütçe dikkate alınmalıdır. Ayrıca farklı onarım seçeneklerinin maliyete bağlılıkları da dikkate alınmalıdır yani, tekrar eden kısa dönem onarımlar, daha az, tüm ömür maliyetine sahip olacak, daha yüksek maliyetli uzun dönem onarım metodlarıyla kıyaslanmalıdır. Takviyelendirme ve tam ya da kısmi yeniden yapımlar değerlendirilmeye katılmalıdır.



Şekil 3.5.1 Üstyapıya Dair Onarım Metodunun Seçimi

Onarım metodunun seçiminde, ilave etüdülerden toplanmış bilgilerin değerlendirilmesine özel itina gösterilmelidir. Karot numuneleri üstyapı hakkında ve münferit tabaka vaziyetleri hakkında bariz bilgiler vermektedir. Çatlamanın veya tekerlek izinin numuneye ne kadar işlediği de kontrol edilmelidir. Esas tabaka derinlikleri hesaba katılmayı ve yapının dizayn şartlarına uygun gerçekleştirilmediği yerlerdeki problemleri açıkça ortaya koyabileceği için bu derinlikler dizayndaki derinliklerle kıyaslanmalıdır. CBR sonuçları da hesaba katılması gereken diğer bir konudur.

Tüm bu bilgilerin takviyelendirme dizaynı hesaplarında nasıl kullanılacağı Bölüm 3.6.2'de gösterilmiştir.

3.6 Dizayn Konuları

3.6.1 Takviyelendirme Dizaynı

Takviyelendirme dizaynı eşdeğer tabaka kalınlıkları metodunu kullanarak veya üstyapı sapma değerlerini kullanarak yapılabilir. Bu elkitabı için eşdeğer tabaka kalınlıkları metodu seçilmiştir.

Takviyelendirme dizaynı aşağıda verildiği üzere birkaç faktöre bağlıdır. Bunlar:

- mevcut ve müstakbel trafik akışı, özellikle de ağır taşıt akışı
- mevcut üstyapı tabakalarının derinliği
- mevcut üstyapı malzemesi
- tabakaların durumu
- alttemel CBR değerleri

1. Trafik Akışı Sınıflandırması

Ya mevcut verilerden ya da sınıflandırılmış trafik sayımları yaparak yolda tetkik altındaki trafik akışının tesis edilmesi gereklidir. Herbir taşıt sınıfına dair büyüme faktörleri üzerinde ilgili departmanların mutabakatı sağlanmalıdır.

Trafik verileri elde edildiğinde yolun sınıflandırılması Tablo 3.6.1 ile uyum içerisinde yapılmalıdır. Yolda, tek yönde 1'den çok şerit varsa, trafiğin %80'inden fazlası trafik yükünün şeritler arasında dağıtılması için kullanılabilir.

Tablo 3.6.1 Yolların Ağır Taşıtların Hacmine Göre Sınıflandırılması

Sınıflandırma	Ağır Taşıtların Hacmi Taşıt/gün/yön
E	<100
A	≥100 ve <250
B	≥250 ve <1000
C	≥1000 ve <3000
D	≥3000

Trafik akışının takviyelendirme hesaplarındaki önemi büyüktür, bu yüzden, sınıflandırma sınırına yaklaştıklarında değerlere özel dikkat gösterilmelidir. Belirsizliklerin bulunduğu yerlerde, hesaplamalar, bir sonraki daha yüksek değere sahip band hesaba katılarak kontrol edilmelidir.

"Ağır taşıtlar", Kamyonları, Trejeler ve otobüsleri içerir. Sınıflandırma için kullanılacak olan akış, takviyelendirmenin tahmini ömrü boyunca ortalama akışıdır. Takviyelendirme 10 yıl dayanacaksa, ortalama günlük ağır taşıt akışı, her taşıt tipine ait büyüme faktörlerini temel yıllık akışlara uygulayarak hesap edilmelidir.

2. Mevcut Üstyapı

Aşağıdaki verilerin tesisinde karot numuneleri kullanılmalıdır. Bu veriler:

- tabaka kalınlıkları
- tabaka durumu
- malzemeler, görsel muayene veya laboratuvar testi ile

Yapıdaki her değişikliğin tanımlandığından emin olmak için tetkiki yapılan kesim boyunca yeterli karotlar alınmalıdır.

Tam matzeme ve üstyapı derinliğini anlamak için karot numunesi alınan arazide çukurlar kazılacaktır. Bu çukurlar, alttemelde yerinde CBR testlerinin yapılmasında veya laboratuvarda yapılacak CBR testleri için kullanılabilir. Çukurlarla test yapılan yerlerde aşırı trafik aksamları oluyorsa CBR testi yol kıyısında veya kenarında yapılabilir.

2. Takviyelendirme Hesapları

Bu metodla mevcut üstyapıya dair asfalt betonun eşdeğer kalınlığının (T_{AO}) hasarlı duruma dayalı olarak hesaplanmasına yarar.

Daha sonra, alttemel CBR'ına ve trafik sınıflandırmasına dayalı olarak müstakbel ağır trafik yüklerini (T_A) taşıyacak asfalt betonun eşdeğer kalınlığı hesap edilir.

Gereken takviyelendirme kalınlığı bu iki derinlik arasındaki farktır ve aşağıda gösterildiği gibi hesaplanır.

Takviyelendirme Kalınlığı(cm) $T_A - T_{AO}$

- (i) Tablo 3.6.2'deki tabaka katsayıları ve mevcut üstyapı durum bilgilerini kullanarak tabaka kalınlıkları Asfalt Betonun eşdeğer kalınlığına (T_{AO}) çevrilebilir.

Katsayılar, mevcut tabaka vaziyetine dayalı olarak seçilecektir. Mevcut üstyapı vaziyetini tanımlamada kullanılacak 3 hasar vaziyet seviyesi vardır. Bunlar:

1 Seviye: Üstyapının vaziyeti çok iyi, sadece rutin bakımlara gerek var. (Çatlama oranı %15 veya daha az)

2 Seviye: Biraz bakım ve onarım çalışması gerekli

(Çatlama oranı %15 ile %30 arası)

3.Seviye: Fesah onarım veya takviyelendirme gerekli
(Çatlama oranı>%35)

Takviyelendirme hesapları için farklı katsayı değerleri seçmeye dair bir kıstas oturtulmasının çok iyi olacağı düşünülmektedir. Bu sonuçların uyumlu çıkmasını sağlayacak, değişik malzeme ve tabakaların bozulma oranına dair tecrübe kazandıkdıça ortaya çıkacak yeni değerlerin tanzim edilebilmesine olanak sağlayacaktır. Seçim kıstası örnekleri, numune hesaplarıyla (bakınız Ek A) beraber bu çalışmanın bir parçası olarak yapılmıştır.

Tablo 3.6.2 T₁₀ Hesabı için Gerekli Tabaka Katsayıları

Üstyapı	Mevcut Üstyapı	Tabaka Yazıyeti	Katsayı	Değerler
Sahil ve Binder Tabakası	Sıcak Karışım Asfalt Beton	*C	0.9	*A
		*D	0.65 - 0.6	
		*E	0.6	
Alt Tabaka	Sıcak Asfalt Uygulanmış Temel		0.8 - 0.4	*B
	Çimento ile Stabilize Edilmiş Temel		0.55 - 0.3	
	Kireç ile Stabilize Edilmiş Temel		0.45 - 0.25	
	İidro Mekanik olarak Stabilize Edilmiş Çürüf		0.55 - 0.3	
	Mekanik Olarak Stabilize Edilmiş Kü.İ. Tağ		0.35 - 0.2	
Alttemel Tabakası	Okak Tağı ve Konkasör Malzemesi		0.25 - 0.15	*B
	Çimento veya Kireçle Stabilize Edilmiş Alttemel		0.25 - 0.15	
Beton Plaka		*F	0.9	
		*E	0.85 - 0.5	

- *A 1 hasar seviyesinin en büyük değeri, 3 seviyenin en düşük değeri
*B En büyük değer yeni bir yol için, daha düşük değerler mevcut duruma tekabül eder
*C 2 hasar seviyesine dönüşebilme riski olan 1 hasar seviyesi
*D 3 hasar seviyesine dönüşebilme riski olan 2 hasar seviyesi
*E 3 hasar seviyesi
*F Hasar seviyesi 1 veya 2 seviye

- (ii) Hedeflenen asfalt beton derinliği (T_A), öncelikli alttemel CBR değerlerini ve trafik sınıflandırmasını belirledikten sonra, Tablo 3.6.2'den belirlenir.

Tablo 3.6.3 Alttemel CBR'ından Hedef Değeri Elde Edilmesi ve Trafik Sınıflandırması

CBR Dizayn Alt tabakasına değeri	Trafik Hacim Sınıflandırması				
	E	A	B	C	D
2	17	21	29	39	51
3	15	19	26	35	45
4	14	18	24	32	41
6	12	16	21	28	37
8	11	14	19	26	34
10	-	13.5	18	24.5	32
12	-	13	17	23	30
20	-	-	-	20	26

(iii) Takviyeleme kalınlığı (t) yukarıdaki formülden yapılır

Numune hesaplamalar Ek A'da verilmiştir.

3.7 Yapım Konuları

Çatlakların Giderilmesi

Üstyapılardaki çatlakların giderilmesi veya tekrar doldurulması önemli ve çoğu zaman da üstyapı bakımında önemsenmeyen bir konudur. Servis kabiliyeti veya üstyapı ömrü, düzgün biçimde yapılacak bir, yüzey suyunun ve teresubatın üstyapıya nüfuzunu önleyecek olan, çatlakların giderilmesi veya tekrar doldurulması işlemi ile artırılabilir.

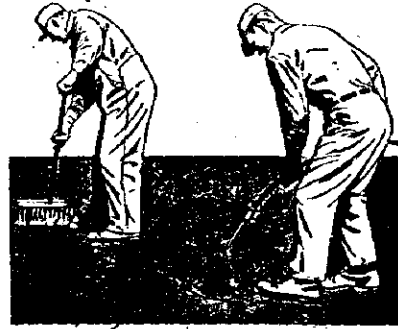
Burdaki gaye, su girişini önlemek için bitümlü bağlayıcı ile çatlakları mümkün olduğu kadar tam doldurmaktır.

Kullanılacak metod ya da malzeme için yapılmasına dair mevcut ekipmana bağlı olacaktır. Viskoöz bİnderlerde bir püskürtücü vasıtasıyla çatlaklara ulaşmada nispeten daha iyi sonuç alınabilecektir. Bİnder viskozitesinin uygun olduğu zamanlarda, asfalt dökme kabının veya benzer bir metodun kullanılması da mümkündür.

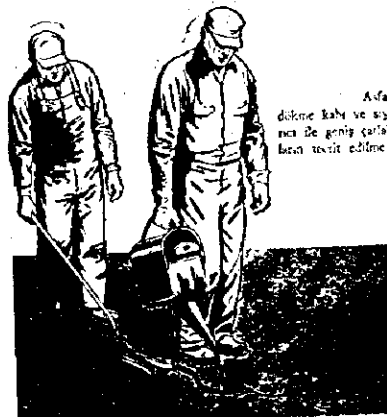
İş Düzeni:

- çatlak fırçalama suretiyle temizlenmeli daha sonra basınçlı hava püskürtülerek doldurma yapılacak çatlak toz ve pislikten arındırılmalıdır.
- tıkkayıcı madde tatbik edilmeden önce yüzey tamamen temiz ve kuru olmalıdır.

- çatlağın tıkanması için tıkalıyıcı maddenin tatbikinde uygun ekipman kullanılmalıdır.
- gereken yerlerde, doldurucu madde bir el asfalt sıyrıcısı ile temizlenebilir.



- doldurucu maddenin üzerine, sertleşme işlemini hızlandırmak ve benzer asfalt dokusunu yakalamak için kuru kum veya ince taneli agrega serpilebilir.
- yolda normal trafik akışı başlamadan önce doldurucu maddenin iyice oturması sağlanmalıdır.

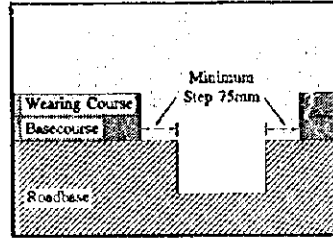


Asfalt
dökme kabı ve sıyrıcı
ile geniy çatlak-
ların üstü örtülür.

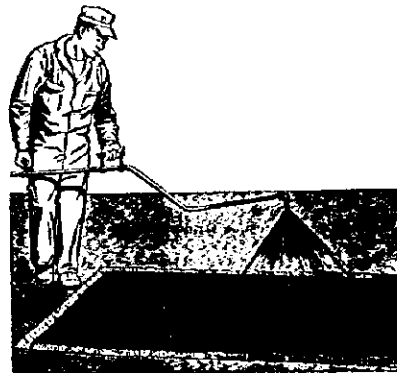


Şekil — 28. Çatlakların tedavisinde kullanılan sırtı arda't üzerine
kuru kum serpilmesi.

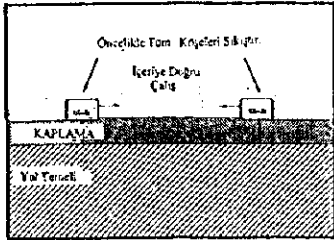
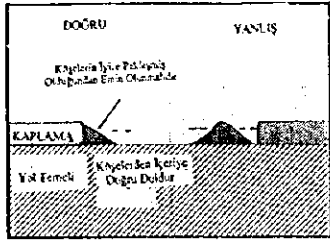
- işaretli alan dik çizgiler boyunca sıkı ve sağlam kenarlara sahip olması kabildinden freze testereyle kesilir. Yamama alanının derinliği genellikle aşınma tabakasının derinliğini aşmayacak kadar ayarlanmalıdır.
- daha derin kazılarda, binder ile temel tabakaları arasında en az 75 mm'lik bir basamağın yapılması gerekse bile, aşınma ile binder tabakaları arasında basamağa gerek yoktur.



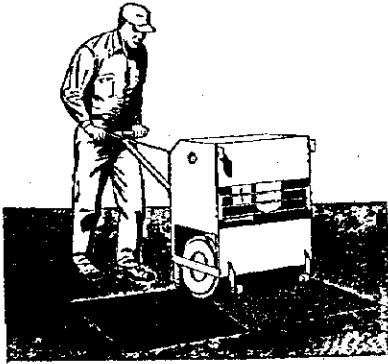
- tüm kenarların perdelendiğinden ve süpürülüp temizlendiğinden emin olunmalıdır, gerekli yerlerde basınçlı hava da kullanılabilir.
- alan kenarları asfalt emulsiyonu ile boyanır.
- yapıştırma tabakası alanın tabanına püskürtülür.



- yama malzemesi yeknesak olarak serilmeli, tesviye edilmeli ve sıkıştırma işlemi sona erdiğinde mevcut taşıt yolunun bombe / dogrusal bombe biçimini sabit tutulmuş olmasına itina gösterilmelidir. Yeni serilen malzeme tüm derzler, kanallar ve çıkıntılarla bir seviyede ve birleştirildiği üstyapı sathıyla aynı düzeyde veya 3mm'den fazla yukarda olmamalıdır.



- yamanın her tarafı bir tokmak, şahmerdan veya küçük vibrasyonlu silindire, silindir izlerinin yüzeye çıkmasından ve yüzeyi zedelemesinden kaçınarak, ta ki sıkışmaya karşı duruncaya dek sıkıştırılmalıdır.
- bu işlemlerin tamamlanmasından sonra alan, boydan boyda temizlenir.



Doldurma

Bu yöntem, münferit çukurların onanımı için kullanılır.

Yol yüzeyini güvenli bir durumda tutmak için bazı hallerde hızlı bir onarım metodu takip edilebilir. Gevşek malzeme çukur yerinden çıkarılmalı kusura maruz yüzey yapıştırma tabakasıyla kaplanıp, malzemeyle doldurulmalı ve tabakalar halinde sıkıştırılmalıdır.

Ancak, bu tip doldurmalar çok uzun zaman dayanmayacaktır. Onarım, mümkün olduğu kadar tez elden tekrar edilmeli fakat bu sefer, yol yüzeyi çukurun etrafınca, dayanıklı satha kadar kesildikten ve köşelendikten sonra çukurun içi basınçlı hava ile temizlenmelidir. Kusura maruz yer, yapıştırma tabakasıyla doldurulup, çukur uygun malzemeyle tabakalar halinde sıkıştırılarak doldurulur.

Yamama

Yamama ihtiyacının ortaya çıkması, genellikle üstyapının bozulmaya başladığının bir alametidir. Bu tekrarlanan bir faaliyet olarak yapılabileceği gibi sathi kaplamadan önce veya takviyelendirmeden önce de uygulanabilir. Tekrar eden yamama işlemi, mevcut üstyapının ömrünü uzatmak için kullanılır ve böylece daha pahalıya malolacak olan takviyelendirme ve yeniden yapım işlerinin tehir edilmesini sağlayacaktır.

Yamama gerektiren mevzi kusurların sebepleri yol dışı drenaj problemleriyle de ilgilidir. Herhangi bir yamama işlemine başlamadan önce bu tip problemlerin tanımlanması ve bir çareye ulaştırılması elzemdir.

İki tip bitümlü yamama karışımı vardır. Bunlar:

- (a) sıcakken karıştırılıp, hafa sıcakken sıkıştırılan
- (b) karıştırılıp, kullanımından önce belli bir periyot için yığın halinde bekletilen

Soğuk asfalt karışımı nakliye, depolama ve serme açısından daha uygun olsa da başlangıçtaki mukavemet ve dayanıklılığı sıcak karışıma nazaran daha aşağı derecededir. Dolayısıyla sıcak karışım asfalt, ağır trafiğin seyrettiği yolların onanımında daha çok tercih edilebilen bir malzemedir.

Bu karışımlar maliyet ve kalite açısından çok geniş farklılıklar gösterirler. Bitümlü yamanın performansı, hem yama karışımını oluşturan malzemenin kalitesine hem de karışımın hazırlık, serme ve sıkıştırmanın kalitesine bağlıdır. En iyi bitümlü karışımın oluşan yama dahi eğer nizami uygulama kurallarına uyulmazsa sadece kısa bir dönem için yol yüzeyinde kalabilecektir.

İş Prosedürü:

- yama yapılacak alan tüm çürük malzemeyi kapsayıp, aşan bir kare ya da dikdörtgen şeklinde işaretlenir.
- bütün gevşemiş ve kusurlu malzeme çıkarılır.

Frezeleme

Frezeleme, tek geçişte asfalt beton kaplamanın 75mm'den 100mm'ye kadar çarklanmasında oldukça kullanışlıdır. Belli başlı kullanım alanları aşağıdaki gibidir:

- takviyelendirmeye hazırlık aşamasında malzemenin kaldırılması
- sathın iyileştirilmesi ve enkesit profilinin düzeltilmesi için malzemenin kaldırılması
- bordür taşı alanlarının iyileştirilmesi
- drenajı iyileştirmek için enine sevin iyileştirilmesi ya da drenaj mansaplarının düzeltilmesi
- sathın sürtünme direncinin iyileştirilmesi

Frezeleme vasıtasıyla yüzey malzemesinin kaldırılmasından sonra, çoğu zaman üstyapılar takviyelendirilir. Ancak, bazı üstyapılarda frezeleme işleminden sonra herhangi bir takviyelendirme yapılmadan, hemen trafiğe açılır. Fakat böyle yapmak, lastik gürültüsünü arttıracığından ve halktan şikayetler gelmesine sebep olabileceğinden böylesi işlerin trafiğin fazla olmadığı yerlerde yapılması daha uygundur. Eğer, üstyapı yapısal olarak sağlam ama yükte ilgili olmayan değişik kusurlardan ötürü düzgün değilse, bu maliyete bağlı bir durum olarak değerlendirilip, takviyelendirme birkaç yıllığına ertelenebilir.

Takviyelendirme

Asfalt beton yollarda, sath, çatlakların doldurulması ve çukurların yamanması, gerekli yerlerde frezelemesi suretiyle takviyelendirmeye hazırlanır. Mevcut şartnamelere göre ve yeterli derinliğe kadar, uzun vadeli bakım programına uyacak şekilde üstyapının ömrünü uzatacak yeni bir yüzey tabakası serilir. Böyle yapmak, yeniden yapımdan önce başka bir takviyelendirmeyi beraberinde getirebilecektir.

Sathi kaplama yollarda ise, yeni yüzey tabakasının tatbikinden önce çukurlar ve çatlaklar gibi yüzey kusurları onarılmalıdır. Uygulanması mümkün olan yerlerde, bunlar asfalt beton malzemeyle yapılmalı ama onarımın ekonomik olması açısından, bu uygulamaya, bütün üstyapının birkaç yıllığına, beklenen trafik yükünü taşıyacağı durumlarda gidilmelidir.

Yeniden yapım

Yeniden yapım, üstyapının tüm ya da kısmen tabakalarının ortadan kaldırılmasını ve bilinen ve tasarlanmış olan proje trafik şartlarına ve mevcut şartnamelere uygun olarak yeni malzemeyle kaplanmasını içerir.

Sathi Kaplama

Sathi kaplama, asfalt/agrega karışımının yol yüzeyine tatbikini içerir. Sathi kaplama, çok az ya da hiçbir yapısal iyileşme getirmez ama bunun dışında başka faydalar sağlar. Bunlar:

- yeni bir yol yüzeyi sağlaması
- yüzeyi kaplayarak suyun nüfuz etmesinden korur.
- çatlakları doldurur.

Üstyapı strüktürünün müteakip 3 veya 5 yıl içinde projedeki trafik yükünü kaldırabilecek yeterlilikte sağlam olmadığı yerlerde bu uygulamaya başvurulmamalıdır. Aynı zamanda üstyapıda zayıf drenaj kabiliyetinden ya da namüsaıt temelden kaynaklanan herhangi bir yapısal problem mevcutsa yine, bu muameleje başvurılmaktan kaçınılmalıdır.

Birçok sathi kaplama biçimi vardır. Bunlardan en yaygın olanları aşağıda verilmiştir.

- Sıvı çamur kaplama

Bu çeşit kaplama, kum taneleri boyutunda agrega ile karıştırılmış emulsiyonun seyreltilmiş olarak tatbikini içerir. Sıvı çamur, gelberiye benzer bir sıvıyla yol yüzeyine sürülür. Kalınlık genellikle 10mm'den daha azdır.

- Asfalt-agrega sathi kaplama

Bu ise asfalt ve micrın ya tek ya da tekrarlamalı olarak, ardışık tatbikinden oluşur ve bazen koruyucu örtü olarak da anılır.

Makineler vasıtasıyla yapılan sathi kaplama metodlarının kullanımı, el yordamı metodlarına kıyasla daha büyük avantajlar sunar. Mekanik bitüm pöskürtücüler, ayarların en yaklaşık yapılmasına olanak sağlayacak ve böylece bu işlemler çok daha titiz kontrol edilebilecek ve binderin fazla, yetersiz veya değişken miktarlarda kullanılmasından kaçınılabilecektir. Mekanize birimlerin iletme hızları el yordamıyla çalışan birimlerin hızlarından çok daha azla olacaktır.

Micirli kaplama

Yuvarlak çakıl agrega kullanımından münkünse kaçınılmalıdır çünkü, zayıf yüzey sürtünme özelliklerinden dolayı binderin onları yerinde tutması zor olacaktır. Eğer bu tip agreganın kullanımını mecburi ise bitümün kullanıma ayarları yerli yerince yapılmalıdır. Yuvarlak agregalar birbirlerine kenetlenmezler ve bu parçacıkları, kübik agregaları yol yüzeyinde tutmak için harcanan bitümden daha çok bitüm gerekecektir.

Biader

Sathi kaplama binderinin performansı ve kalitesi binder seçiminin önemini artırır.

Binder aşağıdaki özelliklere haiz olmalıdır. Bunlar:

- makul bir sıcaklıkta pöskürtülebilir olmalı
- yol yüzeyini "ıslatmalı" ve süregelen bir film halinde yol yapısını suya karşı koruyacak şekilde kalmalı.
- dik eğimli yerlerde akıp, gitmemeli, yolda bombe ya da göllenme yapmamalı.
- yol sıcaklığında micirleri ıslatmalı ve yapışmalı.
- trafik kuvvetlerine direnebilecek kadar güçlü olmalı ve micirleri daha yüksek çevre sıcaklıklarında bile tutabilmelidir.
- asgari sıcaklıklarda esnek olmalı, ne çatlayıp suyun nüfuzuna elvermeli ne de gevreyip micrın yol sahından ayrılıp gitmesine sebep olmalıdır.
- ilk sertleştirme işlemi bittikten sonra fazla ayrılmaya ve sertleşmeye dirençli olmalı.

Modifiye binderler micrın tutulmasının problem olduğu yerlerde düşünülebilir.

BÖLÜM 4 ŞEV (YARMA VE DOLGU)

4.1 Verilerin Değerlendirilmesi

Şevin durumunu takdir edebilmek ve uygun onarım metodu hakkında bir karara varabilmek için, detaylı muayene esnasında toplanmış aşağıdaki verilerin değerlendirilmesi gereklidir.

- zemin tipi
- şev eğimi
- şev mukavemeti
- mevcut drenaj sistemi
- yüzey suyu varlığı
- mevcut bitki örtüsü
- gözlemlenmiş kusurlar

Aşağıdaki kısımlar uygun onarım metodunun seçiminde yararlanılacak detayları verir.

4.2 Hasarın Etkileri

Tablo 4.2.1 her bir hasar tipinin tanımını yapar ve hasarın ana sebeplerini belirtir.

Tablo 4.2.1 Şeve Dair Hasar Tipleri – Tanımları ve Etkileri

Elemanlar	Hasar Tipi	Hasarın Etkileri
Yarım Şevi	Heyelan	<ul style="list-style-type: none">• üçüncü kişiler için ciddi problemlere sebep olabilir• yolu uzun zaman trafiğe kapatılır• acil karşı tedbirler gerekir
	Kaya Yuvarlanması	<ul style="list-style-type: none">• trafik aksamasına sebep olarak yolun kapanmasına sebep olabilir• drenaj problemlerine yol açarak kenar hendekleri ve diğer beton yapıların hasar görmesine sebep olabilir
	Şev Taahhütünün Göçmesi	<ul style="list-style-type: none">• şev karşı tedbirinin zayıflamasına sebep olur• yağmur suyu şevin zayıflamasına ve yuvarlanmasına sebep olur• erozyona, kaya yuvarlanmasına ve heyalana sebep olabilir
	Çatlama	<ul style="list-style-type: none">• suyun şeve sızmasına yol açar ve heyalana veya kaya yuvarlanmasına sebep olur
	Şev Erozyonu	<ul style="list-style-type: none">• trafik aksamasına sebep olarak yolun kapanmasına sebep olabilir• drenaj problemlerine yol açarak kenar hendekleri ve diğer beton yapıların hasar görmesine sebep olabilir
Dolgu Şevi	Heyelan	<ul style="list-style-type: none">• trafik aksamasına sebep olarak yolun kapanmasına sebep olabilir• drenaj problemlerine yol açarak kenar hendekleri ve diğer beton yapıların hasar görmesine sebep olabilir
	Şev Taahhütünün Göçmesi	<ul style="list-style-type: none">• yolu trafiğe kapatır veya trafik akışını tehlikeye sokup, aksatabilir• drenaj problemlerine yol açarak kenar hendekleri ve diğer beton yapıların hasar görmesine sebep olabilir
	Şev Erozyonu	<ul style="list-style-type: none">• bariket, katta yol geçebilir• heyalana sebep olabilir• drenaj problemlerine yol açarak kenar hendekleri ve diğer beton yapıların hasar görmesine sebep olabilir

4.3 Hasarın Sebepleri

Tablo 4.2.1'de verilen her bir hasar tipinin belli başlı sebepleri Tablo 4.3.1'de özetlenmiştir.

Tablo 4.3.1 Herbir Hasar Tipine Ait Ana Sebepler

Etamalar	Hasar Tipi	Hasarın Ana Sebepleri
Yarma Şev	Heyelan	<ul style="list-style-type: none"> çok dik şev eğimi drenaj sisteminin yetersizliği kademe ve kademe herdeğinin yetersizliği yağmur suyu ve yeraltı suyu ötu zemin ve kaya zemin arasına kaçar kaya tabakaları veya ayrılmış kaya, kaymaya meyleder kişin, sızıntı suyu tabakalar arasında denup, eridükten sonra tabakaların kaymasına yol açar.
	Kaya Yuvarlanması	<ul style="list-style-type: none"> kaya tabakası kaya düşmesine sebep olur. zayıf yapım kontrolü işi kaya ayrışması kaya düşmesine sebep olur. kaya derzlerinin büyümesi sızanb kaya tabakalarını kayganlaştırır.
	Şev Tahkimatının Yıkılması	<ul style="list-style-type: none"> düşük kaliteli malzeme yapımın yetersiz taşıma kapasitesi kaya düşmesinden dolayı yüzeyin yetersiz sıkıştırılması şevin çalmasına sebep olur. oynak yarma şev burulur ve hasara sebep olur.
	Çatlama	<ul style="list-style-type: none"> çok dik şev düşük kaliteli malzeme şevde yetersiz drenaj sistemi
	Şev Erozyonu	<ul style="list-style-type: none"> çok dik şev düşük kaliteli malzeme şev yüzeyi tahkimata yok akan su, kaynak suyu ve sızıntı şev yüzeyinin ayrışması yapım esnasında sıkıştırmanın nizami yapılmamış olması
Dolgu şevi	Heyelan	<ul style="list-style-type: none"> suyun doğal zemin ve dolgu malzemesi arasına kaşması zayıf yapım metodolojisi döküntü konisinde veya heyelan bölgesinde çok dik şev kademe ve kademe herdeği yetersizliği şevin nizami sıkıştırılmaması ağak tabakaların yetersiz taşıma kapasiteye sahip olması
	Şev Tahkimatının Göçmesi	<ul style="list-style-type: none"> oynak dolgu şev tahkimatı hasarlarına sebep olur düşük kaliteli dolgu malzemesi zayıf yapım kontrolü işi şev yüzeyinin ayrışması akarsuyun dolgu eteğini oynması
	Şev Erozyonu	<ul style="list-style-type: none"> çok dik şev yetersiz drenaj sistemi zayıf yapım metodolojisi veya düşük kaliteli malzeme şev yüzeyi tahkimatı yok, şev yüzeyinde bitkilendirme yok akan su, kaynak suyu ve sızıntı akarsu ve derizin su kuvveti şev yüzeyinin ayrışması yüzey zemininin yetersiz sıkıştırma kalitesi heyalana sebep olur

4.4 Onarım Metodları

a) Toprak İşleri

- Standart şev eğimini ayarlamak için Değerlendirme ve Onarım Elkitabında verilen Bölüm 4.6'ya bakınız.
- Yarma şev eğiminin çok dik olduğu koşullarda doğru eğime ulaşmak için tesviye işlemi veya dolgu işlemi yapılmalıdır.
- Dolgu eğiminin çok dik olduğu koşullarda doğru eğime ulaşmak için haddeme ve dolgu işlemi yapılmalıdır.
- Yarma şev yüksekliğinin 15 m'den yüksek olduğu yerlerde, bir kademe ya da kademe benzeği tesis edilmelidir.

b) Drenaj

- Yarma şevlerde, akan suyu yakalayıp tahliye edebilmek için kademelere ve şev topuğuna ve kafasına hendekler yapılmalıdır.
- Dolgu şevlerinde, banketlere yol yüzey suyunu toplamak için hendekler tesis edilmelidir.
- Tablo 4.4.1, farklı zemin tiplerinde drenaj temininin uygunluğunu gösterir.

Tablo 4.4.1 Farklı Zemin Tiplerinde Drenaj Temininin Uygunluğu

Drenaj Tesis Edilecek Yer	Zemin Tipi				Tatbiki
	Yarma Şev			Dolgu Şevi	
	Sert Kaya	Yumuşak Kaya	Toprak	Toprak	
Şev Tepesine	B	A	A	A	
Kademeler	C	B	A	A	
Şev Topuğuna	A	A	A	A	

A : ziyadesiyle uygun
B : uygun
C : uygun değil

c) Bitkilendirme

Şev bitkilendirmesi, hasarların oluşmasını engellemek ve şevin çevre ile uyum içinde olmasını sağlamak için kullanılır. Ancak, bitkilendirme heyelan oluşmasını önlemede uygun ve yeterli bir yöntem değildir. Bitkilendirme metodunun seçiminde, bitkilendirmenin erozyon ve göçmeyi önlemede etkili olup olmadığı ve ayrıca zemin tipiyle geçimliliği olup olmadığı da önceden düşünülüp, gözönünde tutulmalıdır. Tablo 4.4.2, farklı bitkilendirme metodlarının herbir zemin tipiyle uygunluğunu, geçimliliğini gösterir.

Tablo 4.4.2 Farklı Zemin Tiplerinde Bitkilendirme Metodlarının Uygunluğu

	Zemin Tipi				Tatbiki
	Yarın Şev			Dolgu Şev	
	Sert Kaya	Yumuşak Kaya	Toprak	Toprak	
Blek Çınlendirme	D	D	A	A	
Çizgi Çınlendirme	D	C	B	A	
Paket Tohum İşi	D	A	A	D	
Tohum Puskürtme	D	B	A	A	
Ağaçlandırma	D	C	A	A	

A : ziyadesiyle tavsiye edilir.
B : tavsiye edilir
C : tavsiye etmek zor
D : tavsiye edilmez

d) Yapılar

Eğer şev, bitkilendirme için müsait değil ve şevin bitkilendirilmesi, uzun vadede erozyonu önlemeyecekse, şev yapıları daha uzun vadeli karşı tedbirler için düşünülmelidir. Tablo 4.4.3 her bir zemin tipinin şev tahkimatı metodlarıyla geçimliliğini gösterir.

Tablo 4.4.3 Farklı Zemin Tiplerinde Şev Tahkimatı Metodlarının Uygunluğu

	Zemin Tipi				Tatbiki
	Yarın Şev			Dolgu Şev	
	Sert Kaya	Yumuşak Kaya	Toprak	Toprak	
Taş arıyıcı şev kaplaması	D	C	A	A	
Mafsallı Beton Kaplama	D	C	A	A	
Şhidir Gabyon Duvar	D	D	C	B	
Harç Puskürtme	A	A	C	C	
Beton Kafes	A	A	A	A	

A : ziyadesiyle tavsiye edilir.
B : tavsiye edilir
C : tavsiye etmek zor
D : tavsiye edilmez

e) Kaya Yuvarlanması Durumunda Tesviye

Mevcut yarma şevini stabilize etmek için tesviye işlemi gerçekleştirilir. Tesviye işlemi, kaya yapısına uydurmak için şevin daha düz bir eğimde yapılmasını içerir. Oynaklığın münferit olduğu yerlerde tesviyeye gerek olmadan oynak kayalar, kütleler halinde de yerlerinden kaldırılabılır.

f) Şev Erozyonu ve Ayrışmasına ait Tahkimat

Erozyon ve ayrışma kaya yuvarlanmasına sebep olabilir ve şev yüzeyi bu tip durumlara karşı korunmalıdır. Müناسب şev tahkimatı işleri aşağıdaki gibidir.

- Yüzey suyunun drenajı
- Bitkileendirme
- Beton ya da pöskürtme beton kaplanması

g) Kaya Yuvarlanması Karşı Tedbirleri

Karşı tedbirler aşağıdaki gibidir.

- Yerinde beton kayayı sabitlet ve stabil duruma getirir.
- Kayayı tutmak için serilmiş ızgara, oynak kayaları kaplayıp yuvarlanmasını engeller.
- İstinat duvarı, taş kargir veya gabyon duvar kaya yuvarlanmasıyla gelecek hasar etkilerini azaltır.
- Beton ızgara veya pöskürtme beton şev sathını kaplar.

Değişik ölçeklerdeki kaya yuvarlanmalarına ait karşı tedbirlerin uygunluğu Tablo 4.4.4'de gösterilmiştir. Tüm gevşek ve oynak kayalar, herhangi bir onarım metoduna başlamadan önce yerinden çıkarılmalıdır.

Tablo 4.4.4 Farklı Büyüklüklerde Kaya Yuvarlanmalarına Ait Karşı Tedbirlerin Uygunluğu

Düşen Kayanın Tahmini Boyutları		Büyük(1m çaplı) birkaç ton		Orta(0.4m çaplı) birkaç yüz kilo		Küçük birkaç kilo	
Tipe		İlip yuvarlama	Yarma altında	İlip yuvarlama	Yarma altında	İlip yuvarlama	Yarma altında
Şevin Erozyondan Korunması	Yüzey drenajı	+	+	+	+	+	+
	Haraş Pöskürtme	+	-	+	-	+	-
	Bitkileendirme	-	+	-	+	-	+
Yapısal Destek	Ayak Korunması	+	+	-	-	-	-
	Beton Kaplamalar	+	+	+	+	+	+
	Kafes İçi	+	+	+	+	+	+
	Kaya Cıvataları	+	+	-	-	-	-
Kaya Düşmesini Önleyici Düzenek	Koruma Ağı	-	-	-	-	+	+
	Koruma Çiti	-	-	-	-	+	+
	İstinat Duvarı Bariyeri	-	-	+	+	+	+

- ◆ Tavsiye Edilir
- Uygun
- Uygun Değil

h) Tahliye Suyunun Kontrolü

Aşağıdaki iki tedbir tahliye suyunu kontrol etmede uygulanabilir. Bunlar:

- Bitkilendirme vasıtasıyla sathın kaplanması veya yüzey drenajına başvurarak akan suyun zemine nüfuzunu engellenmesi.
- Yer altı su seviyesinin alçaltılması. Yatay dren delikleri tesis ederek yeraltı drenajı, geçici bir tedbir olurdu.

i) Ağırlık Kaydırılması

Ağırlık kaydırılması, bir şevin, bazı kesimlerinin kaldırılması veya doldurulması suretiyle, şev mekanik dengesinin muhafazasını amaçlar. Konuya dair özel tedbirler aşağıda sunulmuştur. Bunlar:

- Kaymış kesimin hepsinin veya bir kısmının kaldırılması.
- Uçurum şeklini almış dik kısmın kaldırılması.
- Beton veya gabyon duvarlar, ya da toprak dolgu kullanarak karşı tedbir tatbik edilmesi.

j) Yapısal Destek

Kayan şevlerin topuğuna tesis edilecek bir istinat duvarı ya da, alternatif olarak, bir heyelan önleme kazığı, kayma yüzey aynasından daha derine, şevin ortasından içeriye çakılır.

k) Heyelan Tedbirlerine ait Restorasyon Tatbiki

Restorasyon tedbirleri Tablo 4.4.5'teki değişik tedbirlerden seçilebilir.

Tablo 4.4.5 Farklı Jeolojik Oluşumlara Ait Restorasyon Tedbirleri

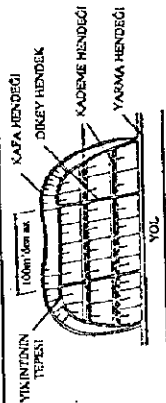
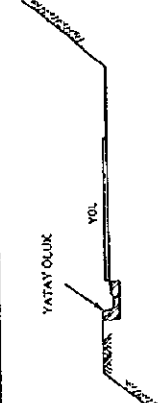
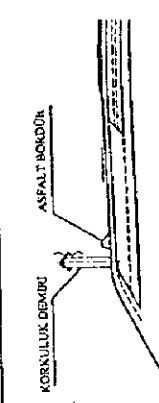
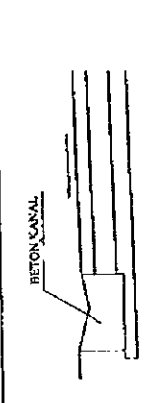
Şev Tipi	Jeoloji	Yüzey Drenajı	Yüzey Dren Delikleri	Toprak çilen	Madanın ağırlık	İstinat duvarı	Kayma Koruması
Yürme Şev	Kaya	-	□	•	•	•	□
	Ayrışmış Kaya	-	□	•	•	•	□
	Alüvyon	□	□	•	•	•	•
Dolgu Şevi	Kıllı toprak	•	□	-	•	•	□
	Alüvyon	-	□	-	•	•	•
	Kıllı toprak	-	-	-	•	•	□

- ♦ Tavsiye edilir
- Uygun
- Tavsiye Edilmez

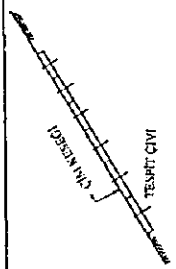
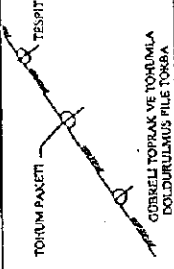
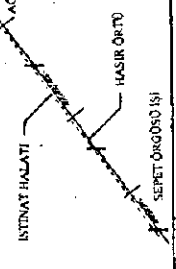
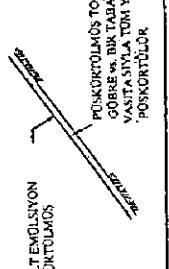
Tablo 4.4.6. Şev Hâsarı Durumunda İzlenecek Onarım İş Tipleri

Hâsar Tipi	Onarım Metodu	Amaç	Tebhiki	Teslak
Erozyon	Şev eğimin düzeltilmesi ve Sıvım kademeleştirilmesi	-Optimum eğime getirilerek yerin stabilize edilmesi -Yüzey suyunun kademelede toplanması suretiyle şev yüzeyinin erozyon ve oyulmaya karşı korunması	-Genellikle çirçisi ve şev koruma işlerinde tabrik edilir.	
	Kafâ hendesi	-Bir yama şevin tepesindeki taşkın yüzey suyunun kafâ hendesi boyunca toplanması suretiyle şev yüzeyinin erozyon ve oyulmaya karşı korunması	-Yama şev -Ayrılmış kaya, toprak	
	Kafâ hendesi	-Yüzey suyunun kademelede toplanması suretiyle şev yüzeyinin erozyon ve oyulmaya karşı korunması	-Yama şev, dolgu şev -Ayrılmış kaya, toprak	
	Yama hendek	Akan suyun yol yüzeyine ulaşmasını engellemek.	Yama şev	

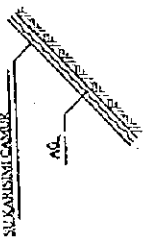
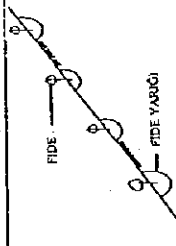
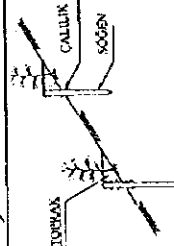
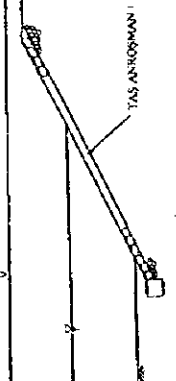
Tablo 4.4.7 Şev Hasarı Durumunda İzlenecek Olanın İki Tipleri

Hasar Tipi	Ovarım Metodu	Amaç	Taibiki	Taibiki
Erosyon	Düsey hendek	-Şev yüzeyini ovalımaya ve erozyona karşı korumak için uygulanır. -Yüzey sızdıran eğri bir hendekte boşaltılması.	-Genellikle bir şev altına uygulanır. -Yatma sevi, dolgu sevi	
	Yatay oluklar	-Herhangi bir dolgu sevi, yüzey suyu akışına bağlı ovalımalardan korunmak -Yatay oluklar vasıtasıyla yol yüzey sularını banketlerde toplamak.	-Doğu taraftaki banket.	
	Bordürler	-Herhangi bir dolgu sevi, yüzey suyu akışına bağlı ovalımalardan korunmak -Asfalt bordür veya beton bordür vasıtasıyla yol yüzey sularını banketlerde toplamak.	-Doğu taraftaki banket.	
	V biçiminde hendek	-Herhangi bir dolgu sevi, yüzey suyu akışına bağlı ovalımalardan korunmak -V biçiminde hendekler vasıtasıyla yol yüzey sularını banketlerde toplamak.	-Doğu taraftaki banket.	

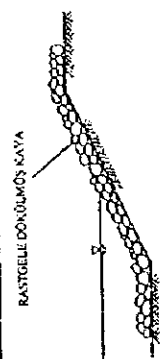
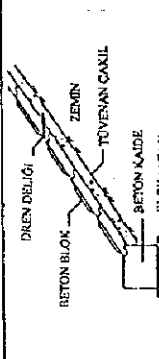
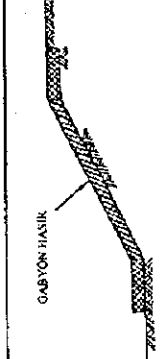
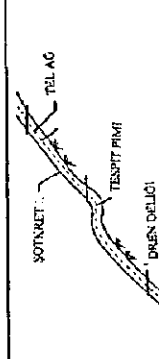
Tablo 4.4.8 Sey Hasarı Durumunda İzlenerek Onarım İşi Tipleri

Hasar Tipi	Onarım Metodu	Anaak	Tarıki	Tasak
Erozyon	Blok çimlendirme	-Bikilendirerek erozyonu, oylunmayı ve sevin ayrışmasını önlemek. -Çim: doğrudan seve yerleştirmek	-Yarma sev, dolgu sev. -Zemin	
	Tohum paketi işi	-Bikilendirerek erozyonu, oylunmayı ve sevin ayrışmasını önlemek. -Sev: özzenas tohum ve gübrelili toprak doldurulmuş paketler yerleştirmek.	-Çimin yetiştirilmesi için uygun koşulların nispeten bulunmadığı sevelerde kullanılır. -Yarma sev. -Ayrışmış kaya, zemin	
	Yarma malzemesiyle erozyon kontrolü	-Bikilendirerek erozyonu, oylunmayı ve sevin ayrışmasını önlemek. -Tohumları hasır örtüyle kaplamak	-Yarma sev, dolgu sev. -Zemin	
	Tohum karışımına sprey tabancası vasıtasıyla tohumlanmas (ulutohumlanma)	-Bikilendirerek erozyonu, oylunmayı ve sevin ayrışmasını önlemek. -Tohum, su, gübre, toprak vs. den oluşmuş salu çamur ya da çamur sprey tabanca vasıtasıyla tohumlanmas	-Yarma sev, dolgu sev. -Zemin	

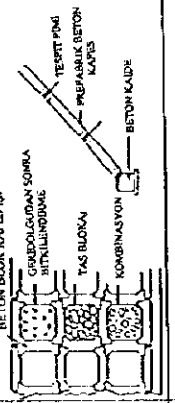
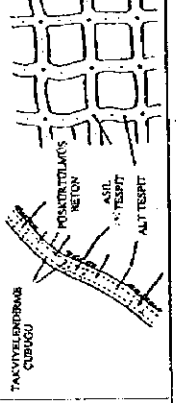
Tablo 4.4.9 Şev Hasearı Durumunda İzlenecek Onarımlar İarı Tipleri

Hasearı Tipi	Onarımlar Metodu	Amaç	Tatbiki	Taslaık
	Tohum karışımının spreyleme öncesi vasıtasıyla tohumlanması	-Bittiklendirerek erozyonu önlemeyi ve şevlin ayrışmasını önlemek. -Tohum su, göbre, toprak, vs. den oluşan sulu çamur ya da çamurun spreyleme vasıtasıyla tohumlanması için uygulanması.	-Çoğunlukla ayrılmış kaya, ve toprak yüzeyine uygulanır.	
	Çukurluğa tohumlama işi	-Bittiklendirerek erozyonu önlemeyi ve şevlin ayrışmasını önlemek. -Bir şev üzerinde mevcut çukurluğun tohum ve göbre karışımını toprağa döktürmek	-Çimin yetişmesi için uygun koşulların sağlanması amacıyla kullanılabilir. -Genellikle yarma şevlere uygulanır. -Ayrılmış kaya, yumuşak kaya.	
Erozyon	Sepet örgüsü işi	-Bittiklendirerek erozyonu önlemeyi ve şevlin ayrışmasını önlemek	-Yarma şev, çukurluğu, ayrılmış kaya, zemin	
	Anrozman pere	-Bir şevlin anrozman pere vasıtasıyla korunması	-Genellikle 1:5:1 den daha az eğimli şev yüzeylerinde tatbik edilir.	

Tablo 4.4.10 Şev Hasarı Durumunda İzlenecek Onarım İş Tipleri

Hasar Tipi	Onarım Metodu	Amaç	Tabiiği	Taslak
	Yığılmış kaya	-Şev, yüksek hızda su akışına dayalı yapılmalardan korunmak için.	-Genellikle 1:1 den daha az eğimli şev yüzeylerinde tatbik edilir. -Acoru yetecek miktarda uygulanabilir.	
Erosyon	Beton kötle binalığı	-Şev, yermeye göre beton ile kaplanarak suretliyle korunmaya alınır.	-Genellikle 1:1.5 den daha az eğimli şev yüzeylerinde tatbik edilir.	
	Gabyon	-Zemin boşaltımını artırması suretliyle bir dolgunun korunmaya alınması.	-Uzunluğu sızıntı su ihtiva eder dolgunun tatbik edilir.	
	Harç püskürtme	-Şev, püskürtme beton ile kaplanarak suretliyle korunmaya alınır.	-Fazla miktarda sızıntı su ihtiva eder dolgunun tatbik edilemez.	

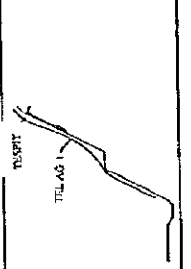
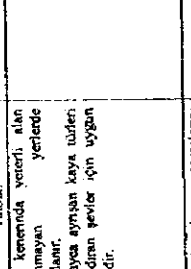
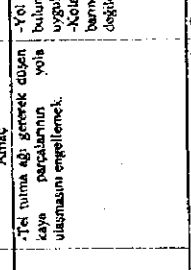
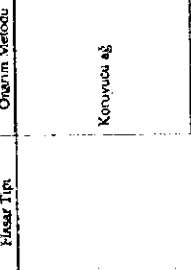
Tablo 4.4.11 Şev Hatanı Durumunda İzlenecek Onarım İş Tipleri

Hıyar Tipi	Onarım Metodu	Amaç	Tabiiği	Tabiiği
	Beton blok üzerine	Şev, önceden hazırlanmış beton bloklar ile kaplanarak suretye korunmaya alınır.	Genellikle 1/0.1 den daha az eğimli şev yüzeylerinde tatbik edilir.	
	Purolanmış beton üzerine	Şev, betonun purolanmasıyla oluşan bir eğime göre kaplanarak suretye korunmaya alınır.	<ul style="list-style-type: none"> -1/0.1 den daha çok eğimli şev yüzeylerinde tatbik edilir. -Dalgınlık suretye korunmaya alınır. 	
Erozyon				

Tablo 4.4.12 Şev Hasarı Durumunda İzlenerek Onarım İşi Tipleri

Hasar Tipi	Onarım Metodu	Amaç	Tebkisi	Tasak
Düşmüş kaya parçalarının kaldırılması	-Yol yüzeyine düşmüş kayaları kaldırmak.	-Yarın düzleştirme -Genellikle ivedi işlerde tatbik edilir.	DÜŞMÜŞ KAYA C	CATLAKLAR İLERLERKİS KAYA
Tesviye	-Yol yüzeyine düşmüş kayaları kaldırmak.	-Yarın	MESUR SEV YÜZEYİ BEKAYA PARÇASI	TEKARAR YARMA
Kaypak kaya parçalarının kaldırılması	-Kaya parçalarının düşmeden önce kaldırılması	-Genellikle çok büyük ve orta büyüklükte kaya parçaları için uygulanır.	OYNAK KAYA	YOL
Kaya tabanının betonla desteklenmesi.	-Beton yapıyla destekleyerek kaypak kaya parçalarının düşmesini engellemek.	-Ulaşılabilen çok büyük kaypak kaya parçalarının düşmesini engellemek.	OYNAK KAYA	BETON

Tablo 4.4.13 Şev Hasarı Durumunda İzlenecek Olanın İki Tipi

Hasar Tipi	Önlem Metodu	Amacı	Tablolu	Taslak
Koruva ağ		-Tel duvara ağ, getirecek diğer kaya parçalarının yola ulaşmasını engellemek.	-Yol kenarında yeterli alan bulunmayan yerlerde uygulanır. -Koliya ayrılan kaya tuften birimlerin seviye için uygun değildir.	
	Hasır gabryonla bariyer	-Hasır gabryon tesis ederek diğer kaya parçalarının yola ulaşmasını engellemek.	-Düğümlü kaya parçalarını barındırmaya yetecek kadar alan bulunan yol kenarlarında uygulanır.	
Kaya Yuvarlanması	Beton duvarlı bariyer	-Beton duvar tesis ederek diğer kaya parçalarının yola ulaşmasını engellemek.	-Düğümlü kaya parçalarını barındırmaya yetecek kadar alan bulunan yol kenarlarında uygulanır.	
	Taş karşır bariyer	-Taş karşır tesis ederek diğer kaya parçalarının yola ulaşmasını engellemek.	-Düğümlü kaya parçalarını barındırmaya yetecek kadar alan bulunan yol kenarlarında uygulanır.	

Tablo 4.4.14 Şer Hissan Durumunda İlecek Olanın İki Tipleri

Hissan Tipi	Onarım Metodu	Amacı	Tablolu	Tablolu
Hissan	Çukurluk ve bonularla yeraltı drenajı	•Sığ yeraltı suyunun tahliyesi ve boyutlu drenajla stabilizasyonu.	•Genellikle yeraltı drenajla tahliye olarak kullanılır. •Genellikle çok fazla su ihtiva eder seviyelerde kullanılır.	
	Yatay dren deliği	•Yeraltı suyunun tahliye edilmesini kayma eğiliminde olan şerh seviyelerde kullanılır.	•Genellikle yüksek yeraltı suyu basıncının mevcut olduğu seviyelerde uygulanır.	
Hissan	Tesviye	•Bir şerh, optimum eğimine tesviye ederek stabilize etmek.	•Genellikle drenaj işi ve şerh konuma ilerinde kullanılır.	
	Kayma muhimele kılınan kılınan kılınması	•Kafa kısmının kaldırılması suretiyle kayması muhimele kılınan kayma kuvvetinin azaltılması.	•Genellikle yama seviyelerde uygulanır.	

Tablo 4.4.15 Şerhazan Durumunda İzlenecek Onarım İş Tipleri

Hasar Tipi	Onarım Metodu	Amaç	Tatbiki	Taslak
	Konurupus dolgu	-Bir şevin ayvazına konurupus dolgu kuvveti uygulayarak heyelana karşı direncini arttırmak.	-Yarma sevi, dolgu sevi.	
	Taş arınsız duvar	-Bir şevin zemin basıncını heyelandan arttırmak konurupus	-Azami arınsız duvar yüksekliği 5 m den az olmalıdır.	
Heyelan	Gabyon duvar	-Bir şevin zemin basıncını arttırmak heyelandan konurupus	-Genellikle arızma su ihtiva eden dolgu sevihinin taban ucuına uygulanır.	
	Ağırıklı istinat duvarı	-Bir şevin zemin basıncını arttırmak heyelandan konurupus	-Azami duvar yüksekliği 3 m olmalıdır. -Genellikle yarma veya dolgu sevihine uygulanır.	

Tablo 4.4.16 Şev Hasarı Durumunda İzlenecek Onarım İki Tipi

Hasar Tipi	Onarım Metodu	Amaç	Tatbiki	Teşvik
T şeklindeki istinat duvarı		-Bir şevin zemin basıncını heyclandırılarak korunması	-Düvir yüksekliği 3 ile 5 m arasında olmalıdır. -Genellikle yarma veya dolgu şevine uygulanır.	
	İzgaralı istinat duvarı	-Bir şevin zemin basıncının önceden hazırlanmış beton blok izgarasıyla artırılarak heyclandırılarak korunması	-Genellikle kaynak suyu bulunan yarma şevlerde uygulanır.	
Hevelan	Koruma kazıkları	-Bir şevin zemin basıncının kazıklar vastasıyla artırılarak heyclandırılarak korunması	-Genellikle yarma veya dolgu şevlerine uygulanır.	
	Çivileme metodu	-Çevre şartlarının elverişsiz olduğu yerlerde yarma şevini mümkün kılınak	-Yarma şev. -Ayrışmış kayık toprak	

Tablo 4.4.17 Şev Hasarı Durumunda Bilençesi Onarım İşleri Tipleri

Hasar Tipi	Onarım Metodu	Amaç	Taibki	Taibki
	Jeotekstil membranlı dolgu duvar metodu.	Çevre şartlarının elverişmediği ve istenen şev eğiminin sağlanamadığı yerlerde dolgu seviyi muhtemelen kalmak.	-Dolgu şev.	
Heyelan				

4.5 Onarım Metodunun Seçimi

4.5.1 Genel

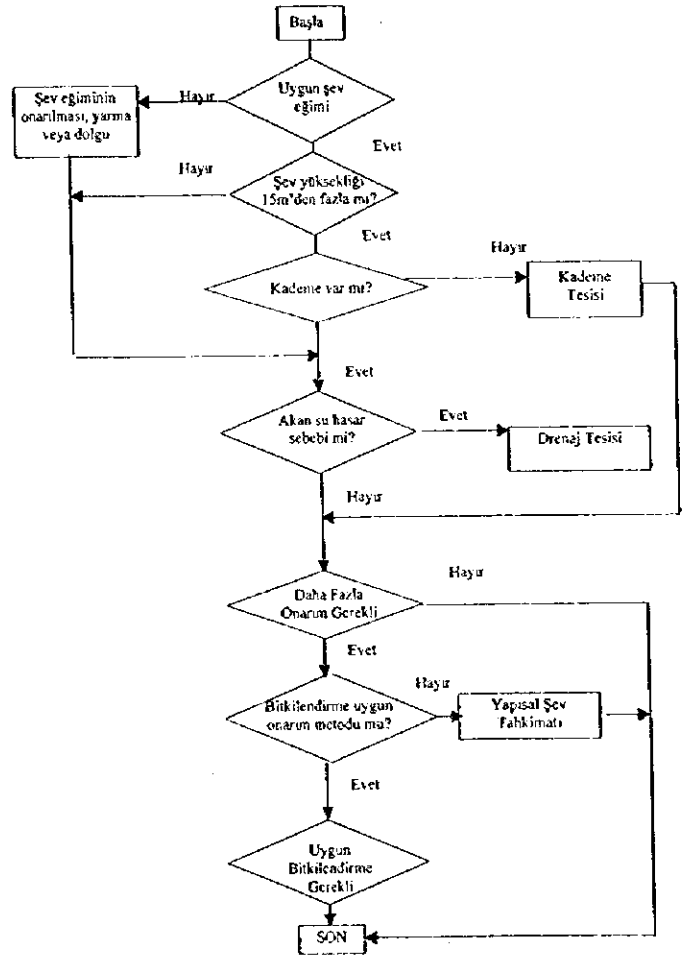
Bu kesim, belirli bir hasar tipine uygun onarım metodunun seçimiyle ilgilidir.

4.5.2 Seçim İşlemi

Değişik durumlarda tercih edilmiş onarım metodlarını ve metod seçimini göstermek için akış grafikleri ve tablolar verilmiştir.

(a) Şev Erozyonu

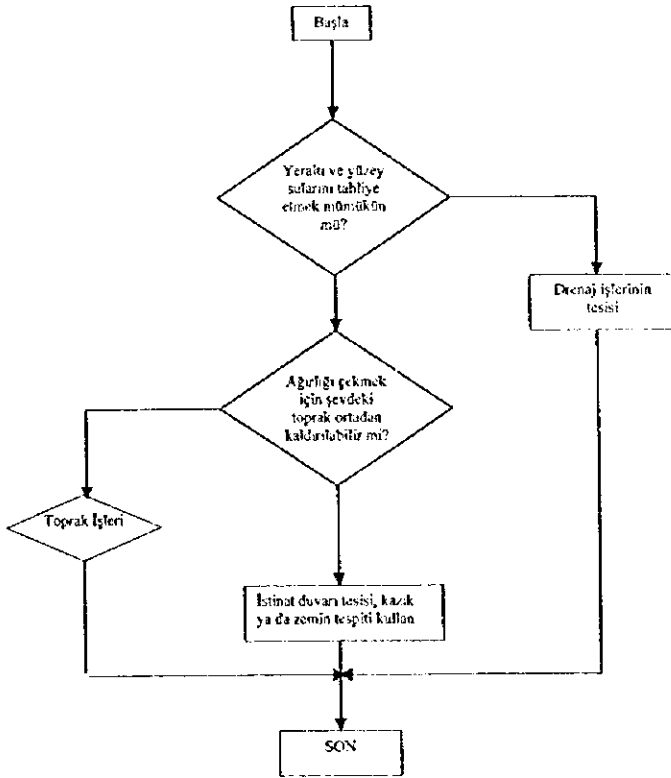
Şekil 4.5.1 Onarım metodu seçimi akış grafiğini gösterir.



Şekil 4.5.1 Erozyona Dair Onarım Metodunun Seçimi

(b) Heyelan

Şekil 4.5.2, heyalana ait uygun geçici ve esaslı onarımların seçimine dair akış grafiğini gösterir.



Şekil 4.5.2 Heyalana Ait Restorasyon Tedbirlerinin Seçimi

4.6 Dizayn ve Yapım Konuları

4.6.1 Şev Erozyonu

(A) Tekrar Doldurma

(I) Yarma Şevlerin Tekrar Doldurulması

(i) Tatbiki

Yarma şevin tekrar doldurulması, şevden aşağı hücum eden veya kaynak sularının şev yüzeyi boyunca sızmasından kaynaklanan, akan suya dayalı, ızgaranın aşırı erozyonunu bertaraf etmek için kullanılır.

(ii) Malzemeler

Toprak, toprak beton, gabyon duvar, taş kargir

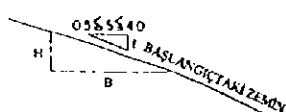
(iii) Dizayn ve Yapım Özeti

- (a) İlk önce oynak kaya parçaları ve üst zemin kaldırılıp, temizlenir ve sonra işin yapımına Tablo 4.6.1'de gösterildiği gibi başlanır. Ancak, kademe yanılması oynamaya yol açacaksa böylece bir işlemden kaçınılmalıdır.

Tablo 4.6.1 Kademelendirme İşi

(metre olarak)

S	B	H
0-4.0	2.5	0.5-0.6
4.0-2.0	2.0	0.5-1.0
2.0-0.5	1.0	0.5-2.0



- (b) Tek bir dolgu tabakasının kalınlığı 20 cm'i geçmemelidir.

- (c) Yarma şevde doldurulmuş kesimin standart eğimi, kademe genişliği ve kademeler arasındaki şev yüksekliği, Tablo 4.6.2 (1)'de gösterildiği gibi şevin jeolojik açıdan durumuna göre belirlenir.

Tablo 4.6.2 (1) Jeolojik Şartlara Bağlı Olarak Yeniden Doldurulmuş Yarın Şev Eğimi Yapısı

Zemin Tipi		Yarmanın Yüksekliği	Şev Eğimi	
Kaya	sert		0 25 : 1 ~ 0 5 : 1	
	yumuşak		0 33 : 1 ~ 1 0 : 1	
Çakıl (GW, GP)	sert	~10m		
		10m-15m		
	gevşek	~10m		
		10m-15m		
İnce Taneli Kum ve Çakıl (GM)	sert	~10m		
		10m-15m		
	gevşek	~10m		
		10m-15m		
Kum (SW, SP)	SW	sert	1 0 : 1	
		gevşek	1 5 : 1	
	SP	sert	1 5 : 1	
		gevşek	2 0 : 1	
İnce Taneli Toprak (ML, CL)	sert	~9m	1 5 : 1	
		9m-15m	2 0 : 1	
		orta sert	~5m	1 5 : 1
		5m-9m	2 0 : 1	
	yumuşak	9m-15m	2 0 : 1 ~ 3 5 : 1	
		~5m	1 5 : 1	
		5m-9m	1 5 : 1 ~ 3 0 : 1	
Kaba Taneli Toprak (SM, SC)	sert	~7m	1 0 : 1	
		7m-15m	1 5 : 1	
		orta sert	~7m	1 5 : 1
		7m-13m	1 5 : 1	
	yumuşak	13m-15m	2 5 : 1	
		~5m	1 5 : 1	
		5m-9m	2 0 : 1 ~ 2 5 : 1	
		9m-15m	3 0 : 1 ~ 3 5 : 1	

Not: Hiçbir yeraltı suyu etkisinin olmadığını farzedilmiştir.

Tablo 4.6.2 (2) Jeolojik Şartlara Bağlı Olarak Yeniden Doldurulmuş Yarına Şevi Yapısı

Dolgu Malzemesi		Yarmanın Yüksekliği	Şev Eğimi (h:v)
Kaya		10m-20m	1.0 : 1
Çakıl - Kum	GW, (GP, GM), SW	5m-15m	1.5 : 1
	GC	5m-15m	2.0 : 1
Kum	SP	~10m	2.0 : 1
			1.5 : 1
Müli, Kılı Kum	SM, SC	~15m	2.0 : 1
Kil	ML, CL	~ 9m	2.0 : 1
		10m-15m	1.5 : 1
	MH-CH	9m-13m	2.5 : 1
		~10m	2.0 : 1
		11m-13m	2.5 : 1

Not: Hiçbir yeraltı suyu etkisinin olmadığı farzedilmiştir.

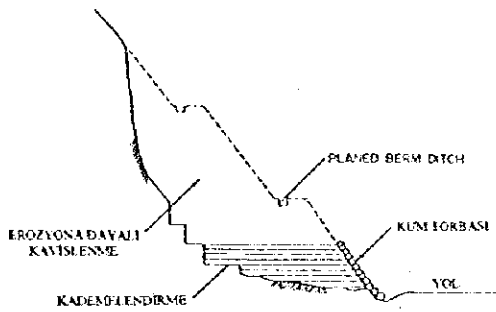
(d) Geçmiş tecrübelerle dayanarak, kademeler bulunan yarına şevlerin yüksekliği 15 m'den az olmalıdır. Bu şart yerine getirilemeyecekse şev dolgu malzemesi, kademe genişliği, kademeler arasındaki şev eğimi, yapısal işler vs. dizayn aşamasında gözönünde bulundurulmalıdır.

(e) Bir yarına şevdeki oyulmuş kısmın doldurulmasında çalışma alanı çok dar olacağından sıkıştırma elemanları Şekil 4.6.1 tokmak gibi el



Şekil 4.6.1 Şevle Tokmak veya Kompaktör ile Sıkıştırılması

- (f) Şev eğiminden ötürü doldurma işleminin güç olduğu yerlerde doldurma malzemesinin kaymasını önlemek için doldurma işleminden sonra şev yüzeyine gabyon duvar veya taş kargir duvar yerleştirilmelidir. (bakınız Şekil 4.6.2)



Şekil 4.6.2 Taş Kargir Duvar ile Yeniden Doldurma Malzemesinin Tahkimatı

- (g) Doldurulmuş yama şevin erozyondan ve ayrışmadan korunması için dizayn aşamasında şevin durumu belirlenmeli ve teyit edilmelidir. Yüzey drenajı, alt temel drenajı, bitkilendirme veya yapısal işler gibi karşı tedbirler seçilmelidir.

(2) Dolgu Şevinin Yeniden Doldurulması

(i) Tatbiki

Dolgu şevinin yeniden doldurulması, oyulmadan dolayı geçmiş şevlerin restorasyonunda kullanılır.

(ii) Malzeme

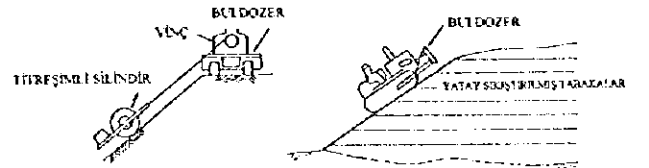
Toprak, toprak çimento, ve kum.

(iii) Dizayn ve Yapım Özeti

- (a) Eski ve yeni şev işleri arasında bir anahtar oluşturmak için orijinal şevde kademeler yarılmalıdır. Geçmiş bir şev yüzeyinin eğimi çok dik hale gelmişse Tablo 4.6.1'de gösterilenlerle uygunluk içinde kademe yarılma işleri yürütülmelidir.

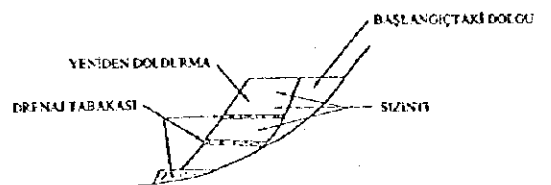
- (b) Bir tek doldurma tabakasının kalınlığı 20 cm'yi geçmemelidir.

- (c) Standart eğim, kademe genişliği ve dolgu seviindeki doldurulmuş kesimin kademeleri arasındaki yükseklik, Tablo 4.6.2 (2)'de gösterildiği gibi şevin jeolojik şartlarına bağlı olarak belirlenecektir.
- (d) Geçmiş tecrübelerle dayanarak, kademeli dolgu seviyelerinin yüksekliği 30m'yi aşmamalıdır. Bu şart sağlanamayacaksa dolgu seviinin malzemesi, kademe genişliği, kademeler arasındaki şev eğimi ve kullanılacak yapısal işler, dizayn aşamasında gözönünde bulundurulmalıdır.
- (e) Bir dolgu seviinin doldurulması durumunda Şekil 4.6.3'de gösterildiği gibi büyük çaplı sıkıştırma aletleri kullanılabilir. Ancak, yer darlığı olan mevkilerde daha küçük aletlerin kullanılması da düşünülmelidir.



Şekil 4.6.3 Buldozer ve Vibrasyonlu Silindire Şev Sıkıştırılması

- (f) Yeraltı suyu içeren eğimli yüzeylerde doldurma işlemi gerçekleştirilirken her kademelinin yapımı esnasında Şekil 4.6.4'te gösterildiği gibi, aralara drenaj tabakaları dahil edilmelidir.



Şekil 4.6.4 Bir Dolgu Seviinin Doldurulmasında Kademe Drenajı Tabakası

(g) Doldurulmuş bir dolgu şevinin erozyondan ve ayrışmadan korunması için şev şartlarının dizayn aşamasında gözönünde bulundurulup, teyit edilmesi ve yüzey drenajı, alt temel drenajı, bitkilendirme ve yapısal işler gibi karşı tedbirler belirlenmelidir.

(B) Yeniden Yarma

(1) Tatbiki

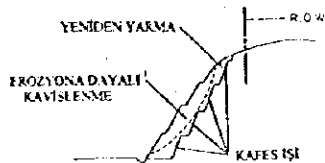
Yeniden yarma, oynak bir yarma şevi stabilize etmek için yapılır. Oynaklık aşağıdaki faktörlere bağlı olarak değerlendirilebilir.

- İleri şev erozyonu
- Heyelan
- Dik şevde oynak kayaların olması

(2) Dizayn ve Yapım Özeti

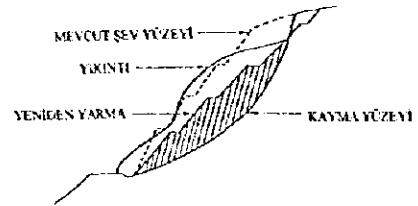
(i) Stabil bir yarma şevinde yeniden yarma işlemi yapılırken, Bölüm 4.6.1.1'de gösterildiği gibi yanları kademeler arasındaki aralığa, kademe genişliğine ve kademeler arasındaki şev eğimine karar vermek için Tablo 4.6.3'e başvurulabilir.

(ii) Yeniden yarma işlemi sadece, erozyonun çok ileri düzeylerde olduğu, drenaj sisteminin, bitkilendirilmesinin veya yapısal işlerin yapılmasının imkansız olduğu yerlerde yapılmalıdır. Ancak, geçiş hakkının kısıtlı olduğu yerlerde şev stabilitesini garantiye almak için kafes işi kullanılmalıdır (bakınız Şekil 4.6.5). Bu durumda yapım işinin maliyete bağlılığı dizayn aşamasında dikkate alınmalıdır. Dahası, erozyondan korunmak amacıyla drenaj ve bitkilendirme işleri yürütülmelidir.



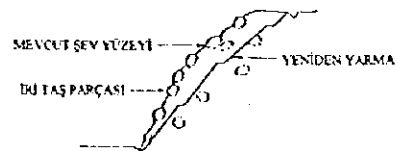
Şekil 4.6.5 Kafes işi

(iii) Heyelanla ilgili olarak, yeni bir yarma şev orijinal şev eğiminden daha ılımlı bir eğimde yeniden yapılmalıdır. Ancak, yarma şev eğimi genelde ılımlı olsa dahi, orijinal heyelanın topuğundan çok fazla malzeme çıkarılıp götürülmesinin bir sonucu olarak başka yeni bir heyelanın oluşması hala mümkündür (bakınız Şekil 4.6.6). Bu sebepten dolayı, bir yarma şevde yeniden yarma yapılırken, yığıntıyla mücadeleye, kaymış küdenin tepesinden başlanması gerekir.



Şekil 4.6.6 Heyelanla Kaymış Yığıntının Traşlanması

(iv) Yeniden yarma işi, dik yüzeylerde oynak kaya parçalarına karşı yapılıyorsa, kayanın sertliğini dikkate alarak stabil kalacak bir şev eğimine karar vermek çok önemlidir (bakınız Şekil 4.6.7). Buna ilaveten, dayanıksızlık ve oynaklık sebebini araştırmak için bir etüd yürütülmelidir. Diğer yapım metodlarına kıyasla yeniden yarma işleminin teknik fizibilitesi ve maliyete bağlılık karşılaştırılmalıdır.

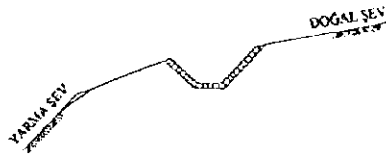


Şekil 4.6.7 Oynak Şev Eğiminin Yeniden Yapılması

(C) Şev Yüzeyi Drenajı

(I) Kafa Hendeği

- (i) Yağmur sularını yarma şevin tepesinde tutup, şeve sızmasını önlemek için şevin tepesinde bir kafa hendeki tesis edilir. Kafa hendeginin tesis edilmesinde, kafa hendeklerine ulaşmanın genellikle zor olduğu ve bunun için bakımında zorluklarla karşılaşılacağı dikkate alınmalı ve ona göre davranıp, hendek genişliğinin yüksek kapasitelerde tesisine itina gösterilmelidir (bakınız Şekil 4.6.8). Bir kafa hendegindeki su tahliyesi dikkatlice düşünölmelidir.

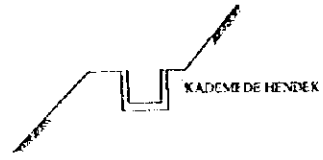


Şekil 4.6.8 Kafa Hendeki

- (ii) Taş anroşman gibi yapım malzemeleri kullanılmamıştır.
- (iii) Yarma şevin tepesindeki kafa hendeki, şeve meyilinin verildiği noktadan 3 veya 1 m uzaga tesis edilmelidir.

(2) Kademe Hendeki

- (i) Yağışa veya kaynak suyunun şevden aşağı akmasına dayalı erozyonun önlenmesi için şevdeki herbir kademeye kademe hendeki tesis edilmelidir.
- (ii) Bir kademe hendeginin boyuna eğimi, genellikle şeve bitişik giden yolla aynıdır ama, %0.3 ile %5 arasında eğimler tesis etmek de tercih edilmelidir. Enine eğim hakkında ise, Şekil 4.6.9'da gösterildiği gibi şeve ters yönde 1:15'tir.
- (iii) Bir kademe hendeki için, U-şeklinde betonarme kullanılır. Bir kademe hendeginin forksiyonu, kaynak suyunun ya da yağmur suyunun tahliyesine katkıda bulunmak için kafa hendeki ve dikey hendekleri birleştirmekdir. Kademe hendeki ayrıca büyük şevlerde aşırı su altında kalıp bozulmayı da önler.



Şekil 4.6.9 Kademe Hendeki

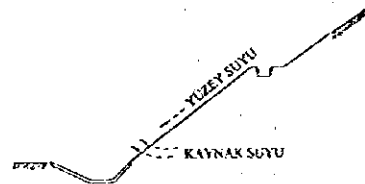
(iv) Şekil 4.6.10'da gösterildiği gibi, yağış sularının sert kayadan oluşmuş şevde akmasını kolaylaştırmak için, kademedeki çapraz eğimi şev eğimi yönünde %5 olarak ayarlanır.



Şekil 4.6.10 Şevin Sert Kayadan Oluştugu Yerlerde Kademe Eğimi

(3) Yarma Hendeki

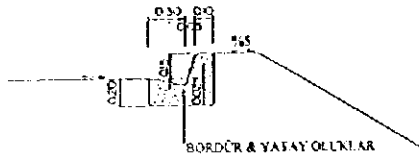
(i) Bir yarma hendeki, şev tepuğunun yağmur suyuyla oymasını ve aynı zamanda yağmur suyunun yol yüzeyini işgal etmesini engellemek amacıyla tesis edilir. Şekil 4.6.11, bir yarma şevine ait yarma hendekini gösterir. Dolgu şevlerinde, enkesit, dolgu şevinin boyutlarına göre belirlenir.



Şekil 4.6.11 Yarma Hendek

(4) Yatay Oluklar

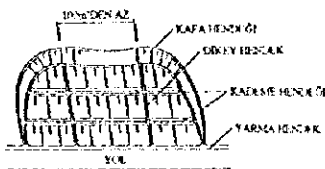
- (i) Şekil 4.6.12'da gösterildiği gibi bir yatay oluk, yol yüzeyinden akan suyu toplayıp, kontrol altına almak için bankelerde tesis edilir. Yatay oluklar aynı zamanda suyun dolgu şevinden aşağı akıp, taşkına sebep olmasını önler.



Şekil 4.6.12 Yatay Oluklar

(5) Dikey Hendekler

- (i) Dikey hendekler, kafa ve kademe hendeklerinden gelen suyu, şev eğimini dikkate alarak, yarma hendegine tahliye etmek için tesis edilir. Dikey hendekler aynı zamanda, kademe hendeklerinin tahliye kapasitesinin yetersiz olduğunda veya topoğrafya özelliklerinin elverdiği ölçüde tesis edilir. Ancak, kafa hendeklerinin, kademe hendeklerinin ve dikey hendeklerinin kapasiteleri کافی olsa dahi, kademe hendeklerinin uzunlukları 100m'den fazla ise, o zaman her 100m'de veya daha az aralıklarda, Şekil 4.6.13'te gösterildiği gibi bir dikey hendek tesis edilmelidir. U-biçiminde betonarme veya taş anrozman duvar tercih edilmelidir.



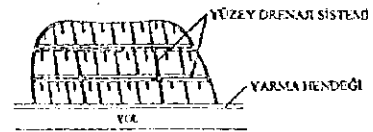
Şekil 4.6.13 Dikey Hendek

(6) Yüzy Drenajı

- (i) Yüzy drenajı, bir önceki heyelanın sebebi olarak ortaya çıkmış pishge yağmur sularının sızmasını önleyerek, heyelanın tekrar oluşmasını

engellemek için tesis edilir. Bu heyelan bölgesindeki yağmur sularının toplanması ve bölge dışına tahliye edilmesi şeklinde olur. Mümkün olan her yerde, uygun kafa hendeğinin benzeri yarma tepesinde yağmur suyunun yarmaya ve heyelan bölgesine ulaşmasını önleyecek hendekler açılmalıdır.

- (ii) Yüze drenajı, oluşmuş olan bütün heyelan pislüğünü enine ve boyuna kesen birçok yatay ve dikey drenajdan oluşur.
- (iii) Böylesi drenajlar için genellikle taş anroşman veya beton kullanılır.
- (iv) Yatay drenajlar ise, bırakılacak aralık topografyaya bağlıdır ama her 10m'de bir tesis edilmesi önerilir. Dikey drenajlar ise bu aralık %20'lik güvenlik sınırı dikkate alınarak yapılacak yağmur suyu hesaplarıyla belirlenmelidir. Tavsiye edilen dikey drenaj aralığı 100m'dir



Şekil 4.6.14 Yüze Drenaj Sistemi

(D) Bitkilendirme İşi

(1) Amaçlar

Bitkilendirme işinin amacı yağmur suyunun akış hızını azaltarak şev yüzeyinin erozyona maruz kalma tehlikesini azaltmak ve çevre güzelliğine katkıda bulunmak gayesiyle tesis edilir.

(2) Tatbiki

(i) Şevin vaziyetine dayalı olarak uygun bitkilendirme işi seçilir. Ancak, aşağıda verilen 5 durum mevcut olduğunda bitkilendirme işi uygulanamaz. Bunlar:

- Köprü ve viadukt gibi yapıların bulunduğu, ne güneş ışınlarının ne de yağmurun ulaşabileceği alanlarda bitkilendirme yapılır.
- Toprağın asit özelliklerinin çok sert, elverişsiz olduğu yerlerde.
- Topraktaki nem oranının aşırı sınırlı olduğu yerlerde.
- Toprağın aşırı sert olduğu yerlerde.

- Zeminin aşırı dik olduğu yerlerde (0.6:1 veya daha az)

(ii) Uygun bir bitkilendirme işinin yürütülebilmesi için aşağıda verilen maddeler dikkate alınarak bir şev etüdü yapılmalıdır. Bunlar:

(a) Şev eğimi

Şev ve şev eğimi; yumuşak toprak veya kilden oluşmuş ve 1.2:1 veya daha az ise, kum veya kumlu topraktan oluşmuş ve 1.5:1 veya daha az ise, akan suya veya üst zeminin göçmesine dayalı erozyonun durdurulması, sadece bitkilendirme işi ile mümkündür.

Ancak, bu toprak ve zemin çeşitlerindeki eğim dikleştirilince sadece bitkilendirme işlemi kullanılarak şev stabilitesi sağlanması zor olacaktır. Bu yüzden, ırgaralama ve sepet örgüsü işleri gibi tedbirlerin alınması da düşünülmelidir.

(b) Şevdeki kaya kütleleri, zemin ve zemin sertliği

Şev etüdü sonuçlarını kullanarak, şev için uygun bitkilendirme tipinin seçilmesi Tablo 4.6.3'ten yararlanarak belirlenebilir.

Tablo 4.6.3 Zemine Göre Belirlenecek Uygulanabilir Bitkilendirme İşleri

Uygulanacak İş	YARMA ŞEV				DOLGU ŞEYİ			
	Kum	Kumlu toprak çakıllı veya taşlı kumlu toprak		Killi toprak, taşlı veya çakıllı killi toprak, kil		Sert kil ayrışmış yumuşak kaya, Arduvaz	Kumlu toprak, çakıllı ya da taşlı killi toprak, Arduvaz	Kum
		Toprağın Sertliği	Toprağın Sertliği	Toprağın Sertliği	Toprağın Sertliği			
		≤27mm	≥27mm	≤27mm	≥27mm			
Blok Bitkilendirme	A	A		A			A	A
Çizgi Bitkilendirme							A	
Paket Tohum İş			A		A		A	
Kazma ile Fideleme İş			A		A		A	
Pompa ile Tohum Puskürtme İş	B	B		B			A	C
Tabanca ile Tohum Karışımı Puskürtme İş	A	A	A	A	A	A		A

- A: Uygun
B: Verimli topraklar için uygun
C: Üst zemin için uygun

(c) Toprağın asidik özelliği

Toprak çok asidik olduğunda ($pH \leq 4$), bunun bitki büyümesine ters etkisi olur. Bu yüzden, toprağın pH değeri ölçülmeli ve çıkan değer toprağın asidik olduğunu gösteriyorsa buna göre tedbir alınmalıdır.

Dolgu şevinde kullanılan malzeme çok asidik olduğunda asitlik değerini nötralize etmek için alkali kalsiyum karbonat (kireç) karıştırılmış malzeme kullanılır.

Yarma şevlerde ise zeminin asitlik derecesini azaltmak genellikle zordur. Ancak, kireçle karıştırılmış, sonrada tahum ve fide ekilebilecek yeni bir zemin serilmesini içeren başka bir metod daha vardır.

Yarma şevinde veya dolgu şevinin herhangi birinde kaynak suyu varsa ince bir tohum karışımı tabakası püskürtmek etkili olacaktır. Tohumların bağlayıcı ile karıştırılması kolaylıkla sel sularına kapılıp gütmelerini önleyecektir. Izgara işi her iki kaya ve toprak dolguda da etkili bir tedbir olacaktır.

(3) Bitkilendirme İşİ Tipine Göre Özellikler ve Malzemeler

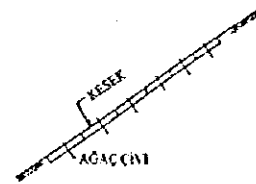
Farklı türde bitkilendirme işlerine dair özellik ve malzemeler aşağıda tanımlanmıştır. Bunlar:

a) Blok Çimlendirme

Taslak: Şekil 4.6.17'de gösterildiği gibi, çim kesekleri şev üzerine, tepeden başlayıp, aşağıya şev topoğuna doğru birbirlerini takiben sıkıca yerleştirilir ve çivi veya şişlerle de zemine iyice tespit edilirler. Çim kesekleri bitişik keseklerle aralarında hafif boşluklar bırakılıp, buralara gübre ve toprak karışımı hafifçe serpilerek çimlerin yetişmesi desteklenir.

Özellikler: Erozyona yatkın zeminde uygulanabilir.

Malzemeler: Çim kesekleri, çimlendirme şişleri, gübre.



Şekil 4.6.15 Blok Çimlendirme

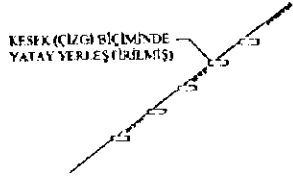
(b) Çizgi Çimlendirme

Taslak: Şekil 4.6.16'de gösterildiği gibi, dikdörtgen çim kesekleri, şev topoğundan başlayarak, sıra halinde birbirlerinin yanısıra sıkı sıkı yerleştirilir. Bir sıra çim keseki döşendikten sonra her bir kesekin 2/3'ü toprakla örtülüp, aynı işlem 30cm yukardan tekrarlanarak yeni bir sıra daha oluşturulur. Böylece

basamaklar halinde çim sıralar ortaya çıkacaktır. Bu çimler zamanla büyüyüp, sevde kalınca bir çim tabakası oluşturacaktır.

Özellikler: Çizgi çimlendirme dolgu şevlerde kullanılır.

Malzeme: Çim kesekleri, üst zemin.



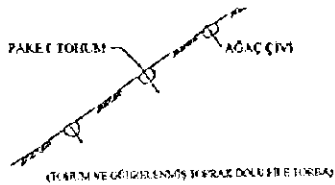
Şekil 4.6.16 Çizgi Çimlendirme

(c) Paket Tohum İşi

Tasfak: Şekil 4.6.17'de gösterildiği gibi, sıralar halinde ve belli aralıklarla çukurlar açılıp, gübre, toprak, tohum ve saman karışımından oluşmuş paketler her çukura yerleştirilir ve şişle tespit edilir. Her çukur arasındaki mesafe yaklaşık 50 cm olmalı ve m²'ye 6 paket gömülmelidir.

Özellikler: Paket tohumlama işi yarma şevlerde uygulanır. Paketler kullanıldığı için ne tohumlar, ne gübre ne de toprak kolayca sele kapılıp, gider. Ayrıca, nispeten dik şevlerde de paket tohumlama işi yapılabilir.

Malzeme: Polietilen torbalar, tohum, gübre, toprak, sabitleme şişleri



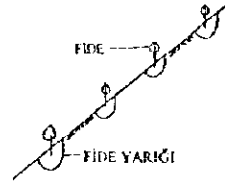
Şekil 4.6.17 Paket Tohum İşi

(d) Kazma ile Fide Dikim İşi

Taslak: Şekil 4.6.18'de gösterildiği gibi bir çukur kazılıp, biraz gübre döküldükten sonra ağaç fidanı veya fide bir herkle beraber çukura yerleştirilip, dikilir.

Özellikler: Çukur kazarak tohum ekme işi yarma şevlerde çevreyi korumak ve peyzaj yaratmak amacıyla yapılır. Fidan dikilmemiş yerlerde diğer bitkilendirme işleri yapılabilir.

Malzeme: Fidan, fide, gübre, herke



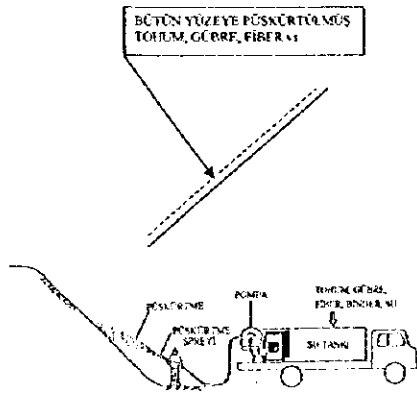
Şekil 4.6.18 Kazma ile Fide Dikim İşi

(e) Tohum Püskürtme

Taslak: Şekil 4.6.19'de gösterildiği gibi tohum, fiber, yapıştırıcı ve su karıştırılıp, bir pompa yardımıyla şev üzerine püskürtülür

Özellikler: Tohum püskürtme işi yumuşak toprak ihtiva eden yarma ve dolgu şevlerine uygulanır. Bu metod, bir taşıt veya buna alternatif bir püskürtme ekipmanı gerektirecek ve ancak taşın ulaşabileceği yerle sınırlı olacaktır.

Malzeme: Tohum, yüksek kalitede gübre, fiber (pulp, ahşap seluloz, vs.) yapıştırıcı (polivinil alkol, polivinil asetat, vs.)



Şekil 4.6.19 Tohum Püskürtme

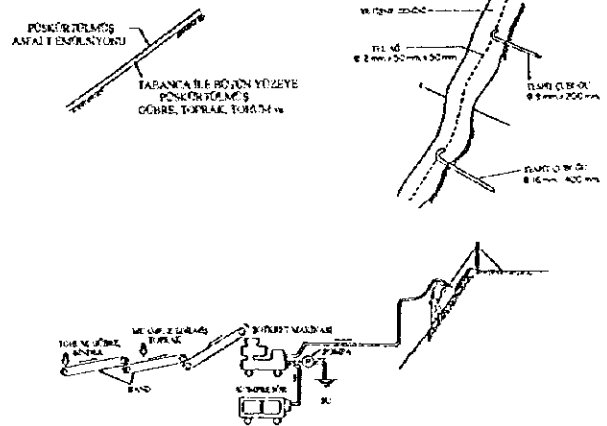
(f) Sulu Tohumlama

Taslak: Şekil 4.6.20'de gösterildiği gibi, tohum gübre toprak ve su karışımı harç tabancası vasıtasıyla kalın bir tabaka halinde şeve püskürtülür. Daha sonra da tohumlamanın yapıldığı şevin erozyona maruz kalmasını önleyecek tedbirler alınmalıdır.

Toprak yüzeyli şevlerde karışımın püskürtülmesinde karışım kalınlığının 1-2 cm olmasına dikkat edilir. Yumuşak kaya yüzeyli şevlerde ise bir ağ, gergin biçimde kaya yüzeyin üstüne örtülür ve serilen ağın üstü 2-3 cm'lik tabakayla örtülünceye dek püskürtmeye devam edilir. Yüzeyin sert kayalardan oluştuğu yerlerde ise bu metod pek kullanılmamalıdır. Ancak, çevresel sebeplerden ötürü bu metod kullanılmak zorundaysa karışım, sıkıca gerilmiş bir ağ üzerinde, 5cm ya da daha fazla kalınlıkta bir tabaka oluşuncaya dek püskürtme işlemi sürdürülmelidir. Bu durumda, başlangıçtaki karışımdeki toprağın yerini, karışım kayaya tutunamayıp, düşmesin diye bu sefer, yapıştırıcının aldığına dikkat ediniz.

Özellikler: Sulu tohumlama yarma şevlere uygulanır ve tohum, gübre ve fazladan toprak muhtevası içeren toprak karışımı kullanılır. Bu metotta bir pompa ve boru sistemi kullanıldığından eldeki ekipmanların yetiştirileceği kadar yüksek şevlerde kullanılabileceği gibi bunun yanı sıra, çakıllı yüzey ihtiva eden şevlerde de kullanılabilir.

Malzeme: Tohum, yüksek kalitede gübre, toprak (muhtevasının %5'inden azı 6mm'lik veya daha az çaplı çakıllardan oluşan ve çürümüş yaprak vb. ile karışık gübre; kompost veya doğada buna özdeş madde içeren), erozyon önleyici madde (asfalt emulsiyon), yapıştırıcı (Portland çimento, polimer plastikler), su ve ağ.



Şekil 4.6.20 Sulu Tobumlama

(E) Kafes İşi

Genel kullanımda 3 çeşit kafes işi vardır. Bunlar:

- prefabrik beton
- yerinde beton
- puskürtme beton

Aşağıda verilen kısımlarda bu 3 tip için, uygulama malzeme ve dizayn işleri açıklanmıştır.

(I) Prefabrik Beton Kafes İşi

(i) Tatbiki

Prefabrik beton kafes işi 1:0:1'den daha düz olan şevlerde kullanılabilir ve aşağıdaki durumlarda daha etkin bir vazife görür.

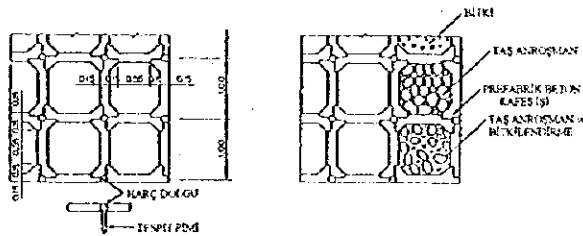
- (a) Kaynak suyu bulunan yarma şevlerde
- (b) İlerlemiş erozyon ve yağmur suyunun yarattığı akan suya dayalı ayrışmanın olduğu yerlerde
- (c) Çevre şartlarının bitkilendirmeyi gerektirdiği fakat zeminin bitkilendirmeye elverişli olmayıp, geçirgen olmadığı yerlerde
- (d) Bitkilendirme işinin yapıldığı fakat yine de şev göçme tehlikesinin mevcut olduğu yerlerde

(ii) Malzeme

Prefabrik beton kafes işi için gerekli bloklar, yapılar için beton bloklar ve köpük

(iii) Dizayn

- (a) Kafes işi 1m olmalıdır. Kafesin ebatları 15cm x 15cm or 15cm x 20cm olmalıdır.
- (b) Kafesin kaymasını önlemek için yere 50-100cm uzunluğunda tespit işleri sokulduktan ve kafes uçlarından çıkan çelik teller sıkıca gerildikten sonra kafesler arasındaki boşluklar harçla doldurulur (bakınız Şekil 4.6.21).



Şekil 4.6.21 Beton Kafes İşine Dair Numune

- (c) Verimli yeni toprak kafeslerin içine yerleştirilip, yeni bitkilerin köklerini sağlam bir şekilde atmaları sağlanır. Bazı durumlarda taş anoroşman veya beton blok anoroşman kullanılması gerekebilir (bakınız Şekil 4.6.22). Bu durumlar:

- Şevin eğimi 1:2:1'den daha dik ve
- Dikkat çekicek kadar çok sızıma varsa



Şekil 4.6.22 Kafesin İçinde Yapılacak İşlere Dair Örnekler

(d) Bir şevde kaynak suyu varsa, prefabrik beton kafes işi bitirilmeden önce şev yüzeyindeki toprağın sel sularına kapılıp gitmesini önlemek için, ya yeraltı drenajının dalı şeklinde bir sistemle ya da nem emme hasırları yerleştirilip bu tehlike bertaraf edilmelidir.

(e) Kafes işinde kullanılacak taşların gradasyonunun, küçük taşların sele kolayca kapılabilmesi ve ayrışma problemleri açısından dizayn aşamasında dikkatlice düşünülmesi gereklidir.

(2) Yerinde Beton Kafes İş

(i) Tatbiki

Yerinde dökme beton kafes işi eğimi 1.0:1'den daha düz olan şevlerde kullanılır ve aşağıdaki durumlarda etkilidir. Bunlar:

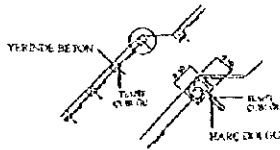
- (a) Şevin müstakbel stabilitesinden şüphe ediliyorsa (ayrışmış kayadan oluşan kaynak suyu mevcut şevlerde),
- (b) Yerinde beton kafes işinin geçebileceği gibi bir tehlike bulunması halinde ve
- (c) Kaya yatağındaki çatlak ve dorzlerden dolayı oynak kayaların kaya yatağına tespit edilememesi halinde

(ii) Malzeme:

Yapılar için beton, köpük ve takviye çubuğu

(iii) Dizayn

- (a) Kafes işi, yerinde dökme betonarme ile yapılacaktır.
- (b) Kafes elemanlarının ebatları 0.3m x 0.3m'den 0.6m x 0.6m'ye kadar olmalı ve elemanlar arasındaki boşluklar da bu ölçülerin 5-10 katı olmalıdır.
- (c) Şev eğimi zeminin sertliğine bağlı olacak ve kafesin kaymasını önlemek için kesişme noktalarında tespit çubukları kullanılacaktır (bakınız Şekil 4.6.23).



Şekil 4.6.23 Yerinde Dökme Beton Kafes İşii

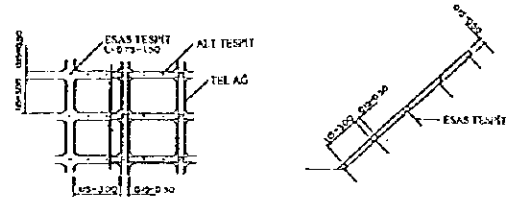
- (d) Şev vaziyetine bağlı olarak, taş blokaj beton blokaj, harçlı taş anrozman veya bitkilendirme işi şevin korunmasında başvurulacak yöntemler olabilir.
- (3) Püskürtme Beton Kafes İşii
- (i) Tatbiki
 - (a) Püskürtme beton kafes işii, aynı yerinde dökme beton kafes işinde geçerli durumlarda olduğu gibi uygulanır fakat, püskürtme beton kafes işii daha kolay ve düzgün olmayan şevlerde de rahatlıkla uygulanabilir. Buna ilaveten, bu tip kafes işii şeve şekil vermek amacıyla da kullanılabilir.
 - (b) Dalgalı, düzgün olmayan şevlerde kullanım rahatlığına sahiptir.
 - (c) Püskürtme beton kafes işii prefabrik hafif kafeslerin takviyelendirilmesinde çok kullanılan bir yöntemdir.

(ii)Malzeme

Püskürtme betonu, hafif çelik kafesler, beton püskürtücü

(iii)Dizayn

- (a) Kafesler arazide betonarme yapılacaktır
- (b) Kafes elemanlarının ebatları 0.15m x 0.15m'den 0.5m x 0.5m'ye kadar olmak ve elemanlar arasındaki boşluklar da bu ölçülerin 5-10 katı olmalıdır.
- (c) Kafes kesişme noktaları ve kafes elemanlarının kaymasını önlemek için tespit çubukları kullanılacaktır (bakınız Şekil 4.6.24)



Şekil 4.6.24 Püskürtme Beton Kafes İşi

- (d) Şevın vaziyetine bağılı olarak, taş blokaj beton blokaj, harlı taş anroşman veya bitkilendirme işi şevın korunmasında başvurılacak yöntemler olabilir..
- (e) Beton karışımı harç püskürtme, şokret için de aynıdır. Çimento ağırlık kum ve çakıl oranı 1:3:2, ve su çimento oranı da %45'tir.

(F) Harç Püskürtme

(1) Talbiki

- (a) Kofayca ayrıışın kayaların ve kaynak suyunun bulunmadığı şevlerde
- (b) Düşmek üzere olan ayrıışın kaya mevcut şevlerde
- (c) Çatlamaş ve bitişik kayalar bulunan şevlerde

(d) Çıkıntı olan şevlerde

(e) Yeni yapılmış, sızıntının şev yüzeyinde oynaklığa sebep olabileceği tehlikesi bulunan yarma şevlerde

(f) Bitkilendirme işinin ve şev üst toprağının uygun olmadığı şevlerde

(2) Malzeme:

Püskürtme tipi beton, baklava biçimli tel kare (2mm x 50mm), tespit civataları (16mm x 40 cm), PVC boru (50mm) ve bir beton püskürtme tabancası

(3) Dizayn:

(a) Umumiyetle, şev üzerine 10cm kalınlığında bir tabaka püskürtülür. Şev yüzeyinin kayalık ve aşırı kasisli olduğu yerlerde bu tabakanın kalınlığı 15cm'ye yükseltilmelidir.

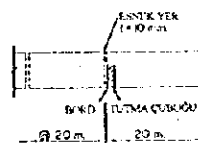
(b) Betonun püskürtülüp, sonra kuruduktan sonra çatlama önlemek ve betonun soyulmasını engellemek için baklava dilimi şeklinde çelik örgü kullanılmalıdır (2mm x 50mm). Gereken yerlerde çelik çubuk demir de kullanılabilir.

(c) Beton püskürtülmeden önce çelik örgü şeve tespit civatalarıyla (16mm x 40cm) her 1 veya 1'den çok metre karede sabitlenmelidir.

(d) Barbakanların tesisi için, 50mm çapında PVC borular kullanılır ve barbakanlar her 2 veya 4 m²'de bir yerleştirilir.

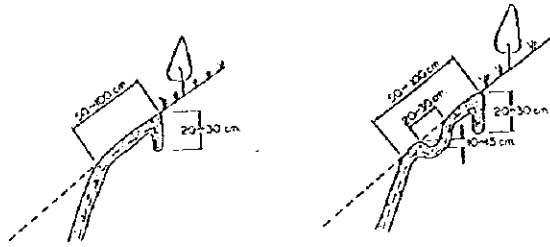
(e) Betonun karışım ağırlık oranı 1:3:2, çimento, kum ve çakıl, su çimento oranı ise %45 olmalıdır.

(f) Çalışma alanının büyük ve şevin nispeten düz olduğu yerlerde betonda büzülme ve çatlama oluşabilir. Çatlakın yayılmasını önlemek için Şekil 4.6.25'te gösterildiği gibi her 20m'de 1 dikey bir genişleme derzi yerleştirilir. Kaya yüzeyinin çok kasisli olduğu yerlerde genişleme derzlerinin sayısı, sıcaklık etkili gerilmeler kısmen emileceği için, azaltılabilir.

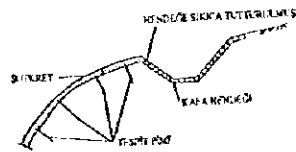


Şekil 4.6.25 Dikey Genişleme Derzi

Sevi şokretle kapladıktan sonra sızmayı önlemek için ya kısmi şokert metodu (bakınız Şekil 4.6.26 (1)), ya da tümden püskürtme beton metodu (kafa hendeci kullanılması da içerir) (bakınız Şekil 4.6.26 (2)) kullanılabilir.



Şekil 4.6.26 (1) Kısmi Püskürtme beton Metodu



Şekil 4.6.26 (2) Tümden Püskürtme beton Metodu

(4) Yapım

- (a) Şokretin yüzey ömrü yapım anındaki havaya ziyadesiyle bağlıdır. Püskürtme beton zamanlamasının dikkate alınması ve aşağıdaki durumlardan herhangi birinin ortaya çıkması durumunda püskürtme beton işlemine devam edilmemesi çok önemlidir. Bu durumlar:

- şokretti savuracak kadar şiddetli rüzgar
 - şokretti alıp götürcek kadar şiddetli yağış
 - havanın güneşli olmasına rağmen aşırı kuruluğa yol açacak şiddetli rüzgar olması
- (b) Tazyikli su veya hava oynak çakılları veya tozun ortadan kaldırılmasında kullanılabilir. Daha sonra ise çelik örgü şev yüzeyine tutturulup, püskürtme beton örgü üzerine püskürtülebilir.
- (c) Püskürtme beton püskürtülmesine dikey bir genişleme derzine ulaşılmaya kadar devam edilmelidir.

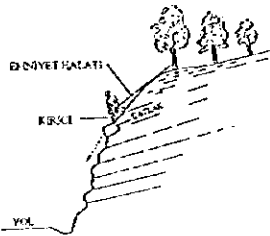
4.6.2 Kaya Yuvarlanması

(A) Oynak Kayaların Kaldırılması

Bu metodun amacı, düşmek üzere olup, yolu tehlike altında tutan kayalarla mücadele etmektir. Aşağıda 2 tipik metoda değinilmiştir.

1. İnsan gücü kullanımı

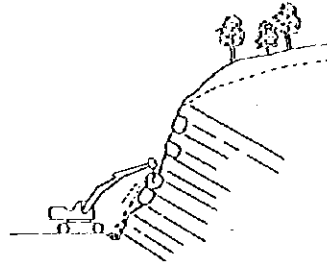
Büyük boyutlu yapım makinalarının ulaşamayacağı uzaklıkta olan gevşek kaya parçaları, kırıncılar vasıtasıyla kırılıp, yola düştükten sonra, toplanıp mücadele işlemine girilebilir. Şekil 4.6.27'de gösterildiği üzere bu gibi işler yüksek kesimlerde yapılır ve güvenlik açısından bazı trafik kısıtlamaları ve çok fazla zaman gerektirir.



Şekil 4.6.27 El Yordamıyla Yapılan Gevşek Kaya Mücadelesi

2. Yapım makinelerinin kullanılması

Ulaşılabilir yükseklikteki gevşek kayalarla mücadele yapım makineleri ile yürütülür (bakınız Şekil 4.6.28). İşin bu yolla yapılması daha az zaman alacaktır.



Şekil 4.6.28 Yapım Makinaları Kullanılarak Yapılan Kaya Mücadelesi

Oynak kaya mücadelesine ait metod seçerken, bu metodun seçilen her güzergaha en uygun metod ve kaya düşmelerine maruz bölgelere ait etödlere dikkat edilmesi gerekmektedir.

(B) Kaya Düşmesini Önleyici Ağ

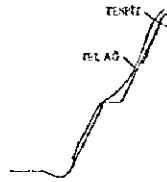
(I) Tabiki

1. Kaya düşmesini önleyici ağ, yağışlardan dolayı oyulmaların, ayrışmaların veya erozyonun kaya düşmesi olanağını arttırdığı yerlerde uygulanır.
2. Kaya düşmelerini engelleme gayreti içinde olmaya ilaveten, kayaların yola düşmesini engellemek ve şev topuğuna yönelmek de önemlidir.

3. Kayaların yola düşmesini engellemek için iki çeşit düşmeyi önleyici koruma ağı vardır (bakınız Şekil 4.6.29). Bunlar:

(a) Örtü tipi kaya düşmesini önleyici, kayayı, yarma çevre tel ağ arasına sıkıştıran ağ (tel, tespit için gerekli beton bloklar ve tespit civatalarından oluşur)

(b) Paket tipi, kaya düşmesini önleyici düzenek, düşen kayanın düşme enerjisini (potansiyel ve kinetik enerji) ağ vasıtasıyla bertaraf edip, paket benzeri bir alana düşüren ağ (kancalı demir, ağ, çelik destekler ve beton tespit blokları)



Şekil 4.6.29 Kaya Düşmesini Önleyici Ağ

(2) Malzeme:

1. Tel ağ (tel çapı: 2.6 mm – 4.0mm, ağ kareleri ebatı: 50mm x 50mm)
2. 3 x 7 ebatında galvanizli ve gros yağ ile kaplanmış tel: Asıl tel, 12000kg'lık azami gerilme dirençli (çapı: 16mm), alt tel, 7000kg'lık azami gerilme dirençli (çapı: 12mm).
3. Tespit civataları 1.5 m uzunlukta (çapı: 25 mm).
4. Beton tespit blokları (1m genişliğinde, 1.2m derinliğinde, 2.0m hafat yönünde uzunluğunda)
5. H-şeklinde çelik destekler (sadece paket tipi kaya düşmesini önleyici ağ için)

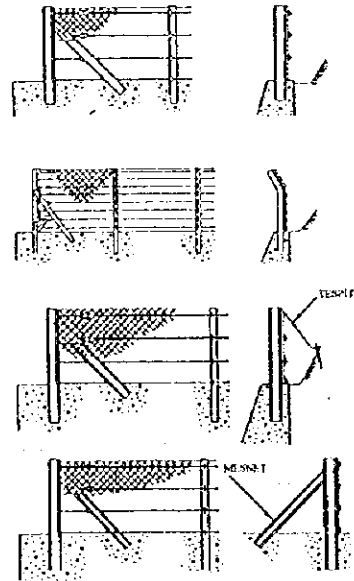
(A) Kaya Düşmesini Önleyici Bariyer

Kaya düşmesini önleyici üç çeşit koruma bariyer vardır. Bunlar, çit, duvar ve çit kombinasyonu ve duvar. Duvar bariyer, toprak dolgu, gabyon duvar veya beton olabilirken çit bariyerler çokluk betondan yapılır.

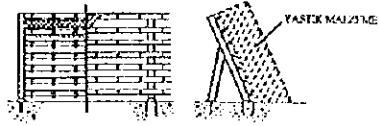
(1) Çit

(i) Tatbiki

Çit bariyer, küçük kaya parçalarını yol yüzeyine ulaşmaktan alıkoymada etkilidir. İki çeşit çit bariyer vardır. Bunlar, aşağıda Şekil 4.6.30 ve Şekil 4.6.31'de gösterildikleri gibi, tel kare çit ve H-biçimli çelik çittir.



Şekil 4.6.30 Tel Kare Çit



Şekil 4.6.31 H-Biçimli Çelik Çit

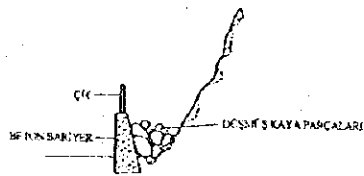
Şekil 4.6.30'da gösterildiği gibi, tel kare çitte, tel ve tel kare H-biçimli çelik destekler arasında genişletmiştir. Çit, mesnet direkleriyle ister dikey durumda, ister aç verilmiş durumda tutulabilir.

Şekil 4.6.31'de gösterildiği gibi, H-biçimli çelik çitte, H-biçimli çelik kirişler, tel kare yukarıya tutturulmuş şekilde H-biçimli çelik mesnetler arasında yatırılır. Hava olarak, lastik çıkmaları ve kumda yastık malzemesi olarak kullanılabilir.

(2) Duvar

(i) Tatbiki

Duvar bariyerler, orta büyüklükteki kaya parçalarının yol yüzeyine ulaşmasını önlemede nispeten daha etkilidirler fakat, döşenebilmeleri için yola bitişik genişçe bir alan gerektirirler.



Şekil 4.6.32 Duvar Bariyer

4.6.3 Heyelan

(C) Şev Stabilitesi Hesabı

(1) Mevcut Emniyet Faktörü Değerleri (PSF)

1. Heyelan olacağı tahmin edilmiş bir şev veya heyelan oluşuktan sonraki pislige dair emniyet faktörü zeminin arazi etüdüne, sondaja vs. tabi tutulmasıyla belirlenir. Genel olarak, heyelan oluşmasında emniyet faktörünün (F_s) 0.9 civarında olduğu belirtilir.

(2) Gerekli Emniyet Faktörü

Gerekli emniyet faktörü, heyelan oluşmuş bölgenin stabilize edilmesi için gereken değere denir. Bu değer, heyelanın yarattığı ters sosyoekonomik etkileri olduğu gibi yol kullanıcılarının ve yol elemanlarının uğradığı yaralanma/hasarların dikkate alınmasıyla belirlenir. Gerekli emniyet faktörü değeri aşağıdaki gibi olmalıdır:

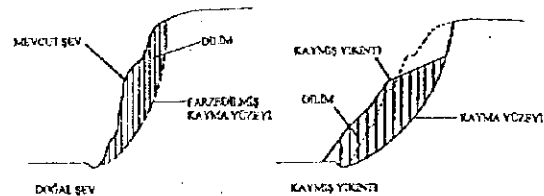
1. Acil onarım işleri için: $1.00 \leq F_s \leq 1.10$
2. Uzun vadeli tedbirler için: $F_s = 1.50$

(3) Heyelanların Analizi

Arazi etüdüne dayalı olarak, heyelanın yönü, derinliği ve düzlemsel yüzeyi veya muhtemel heyelan olayları tahmin edilir.

1. Şev ve Heyelan Yıkıntı Dilimleri

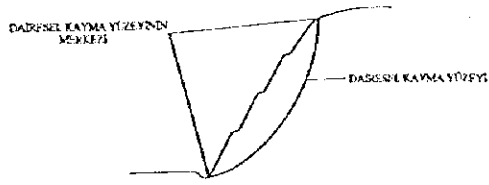
Stabiliteyi hesap etmek için, potansiyel heyelan problemi olan şevler veya heyelana uğramış şevlerdeki yıkıntı dilimlere bölünür.



Şekil 4.6.33 Şevin ve Kaymış Yıkıntının Dilimlere Ayrılması

2. Heyelan Kayma Yüzeyinin Tahmin Edilmesi

Heyelanın yönü, Şekil 4.6.34'de gösterildiği gibi çoğu durumlarda, azami şev eğimi boyunca olur. Kayma yüzeyinin şekli çoğu durumlarda kavışık, dairesel olup, birçok stabilizasyon hesabı da bu durum için yapılır.



Şekil 4.6.34 Tahmini Kayma Yüzeyi

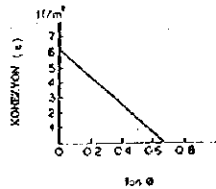
3. Boşluk Suyu Basıncı

Restorasyon işinin yürütülmesi sırasında zemindeki boşluk suyu basıncı hesaba katılmalıdır. Mümkün olan yerlerde, yeraltı suyu seviyesini ve farklı yağış şiddetlerine dayalı varyasyonları belirlemek için şev peizometre sokulmalıdır. Bu işlemin makul olmadığı yerlerde yeraltı suyu seviyesinin zemine denk veya yakın olduğu kabul edilmelidir.

(4) Stabilité Hesabı

1. Zemin Mekanik Sabitleri

Zemin mekanik sabitleri hesap edilemezse iç sürtünme açısı ile kohezyon arasında ilişki kullanılabilir (bakınız Şekil 4.6.35).



Şekil 4.6.35 İç Sürtünme Açısı ile Kohezyon Arasındaki İlişki

Uygun olması açısından, kohezyon değeri (C), kayma yüzeyi ve kaymış yığının dikey kalınlığının ortalaması kullanılarak belirlenir (bakınız Tablo 4.6.4)

Tablo 4.6.4 Koberzon Ortalama Dikey Kalınlık Arasındaki İlişki

Ortalama Dikey Kalınlık (m)	Koberzon (t/m ²)
5	0.5
10	1.0
15	1.5
20	2.0
25	2.5

Ayrışmış kayma yüzeyi mukavemeti Tablo 4.6.5'de gösterilmiştir.

Tablo 4.6.5 Ayrışmış Kayma Yüzeyi Mukavemeti

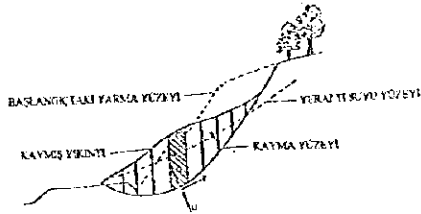
Özellikler	Koberzon	İç Sürtünme Açısı	
Metamorfik Kaya	0-0.2	20-28 (26)	
Volkanik Kaya	0	23-36 (29)	
Tortulu Kaya	Palaeozoik	23-32 (29)	
	Mesozoik	0-1.0	21-26 (24)
	Palaeogen	0-2.0	20-25 (23)
	Neogen	0-2.5	12-22 (12.5)

Yeraltı suyunun kayma yüzeyine yakın olduğu yerlerde boşluk su basıncı yükselir bunun için, emniyet açısından koberzon sıfır kabul edilmelidir.

Burada heyelan birim hacmi 1.8t/m³ olarak ayarlanmıştır. Büyük kaya parçaları, boşluklu ve volkanik kayalar bulunan yerlerde arazi testleri gerçekleştirilmelidir.

2. Stabilité Hesabı

Şekil 4.6.36'da gösterildiği gibi model bunu muhtemel kayma yüzeyini veya kaymış yığıntı külesini dilimlere bölerek yapar.



Şekil 4.6.36 Stabilite Hesap Metodu

Stabiliteyi tahmin etmede kullanılan temel denklemler aşağıda gösterilmiştir.

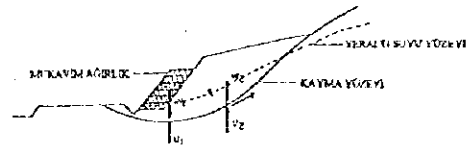
$$F_s = \frac{\sum \{ c \cdot L + (W \cdot \cos \alpha - \mu \cdot L) \tan \Phi \}}{\sum W \cdot \sin \alpha}$$

Kullanılan harf ve kısaltmalar

- F_s : emniyet faktörü
- c : kohezyon (t/m^2)
- Φ : kayma direnç açısı (Derece)
- L : toplam yüzey kayma uzunluğu (m)
- W : bir dilimin ağırlığı (t/m)
- α : dilim ve kayma yüzeyi arasındaki açı (Derece)

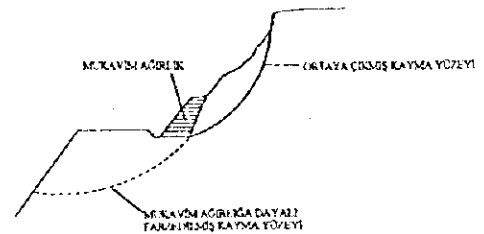
(A) Mukabil Ağırlık

Şekil 4.6.37'de gösterildiği gibi mukabil ağırlık, kaymış bir heyelan kütesinin alt kısmındaki yıkımdan daha ağır bir birim hacimsel ağırlığa sahip, gabyon duvardan yapılmıştır. Gabyon, kaynak suyunun drenajına elverişli olarak müstakbel heyelanların oluşmasını önler.



Şekil 4.6.37 Eşdeğer Ağırlık İş

Böyle işlerin yürütülmesi esnasında mukabil ağırlığın yükünden dolayı zemine göçme meydana gelebilir (bakınız Şekil 4.6.38).

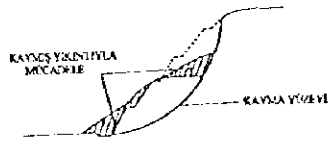


Şekil 4.6.38 Eşdeğer Ağırlık Altındaki Zeminin Göçmesi

Mukabil ağırlık işinin yürütülmesi esnasında ilk önce, kayan yığıntıya değgin stabilite hesaplarının yapılması gereklidir. Yığıntının emniyet düzeyinin teyit edilmesini müteakiben mevcut hasarın onarılması ve müstakbel heyelanların önlenmesi için yapım ve restorasyon işlerine başlanabilir.

(C) Kaymış Yığıntıyla Mücadele

Kaymış yığıntıyla mücadelede en etkili metodlardan biri Şekil 4.6.39'da gösterildiği gibidir. Genel olarak, bu metod orta ve büyük şiddette heyelan olaylarında kullanılır.



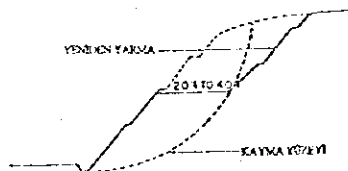
Şekil 4.6.39 Kaymış Heyelan Yıkıntısıyla Mücadele

Heyelan yıkıntısının ortadan kaldırılmasında, heyelan ölçeğini, dağılımını ve zemin mukavemetini belirlemek için yapılmış etüd sonuçlarına dayalı yıkıntı stabilite hesaplarının yapılarak, çalışmanın güvenlik içinde yürütüleceğinin garanti edilmesi gereklidir.

Heyelan yıkıntısı ortadan kaldırılırken ya bir kısmı ya da tamamı ortadan kaldırılabilir. Genellikle, bu tanzim işi kısmen yapıldığında, aşağıdaki sebeplerden ötürü yıkıntının üst kesimi ortadan kaldırılır. Bu sebepler şöylece sıralanabilir:

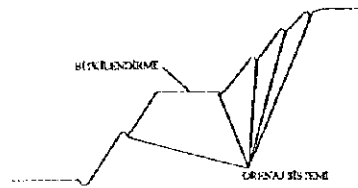
• Heyelan Yıkıntısı Tanzim Metodu

1. Tanzim edilecek yıkıntının yeri: Heyelan kütesinin üst kısmı tanzim edilecek. Ancak, alttaki kütle aşırı zayıfsa, o zaman oradaki zemin, emniyetli bir denge oluşturmak amacıyla ortadan kaldırılmalıdır. Emniyet faktörünü belirlemek için stabilite hesaplarının yapılması gerekmektedir.
2. Yıkıntı ile Mücadele Yerindeki Şev Eğimi: Yıkıntı mücadele yerinin tepesindeki şev eğimi Şekil 4.6.40'da gösterildiği gibi olmalıdır. 2:0.1 - 4:0.1.



Şekil 4.6.40 Yıkıntıyla Mücadele Yerindeki Şev Eğimi

2. Yıkıntı mücadelesinden sonra şev çalışması: Heyelan yıkıntısı ortadan kaldırıldıktan sonra, şev, yağmur sularına, su sızıntısına ve erozyona karşı direnci bakımından güçlü bir durum yaratır. Bu yüzden, drenaj ve bitkilendirme işleri Şekil 4.6.41'de gösterdiği gibi yürütülmelidir.



Şekil 4.6.41 Heyelan Yıkıntısı Mücadelesinden Sonra Şev Çalışması

(D) Yatay Dren Deliği

(i) Amaçlar

Yatay dren deliğinin amacı, yeraltı su seviyesini düşürmek ve heyelan oluşabileceği tehlikesi tahmin eden oynak şevlerde, heyelan oluşmasını engellemektir.

(ii) Kayma Yüzeyini Teyit Etmek için Kullanılacak Metod

Yeraltı suyu drenajına dair yatay dren deliklerinin döşenmesi için bir zemin etüdü bilgileri yardımıyla kayma yüzeyinin teyit edilmesi gereklidir.

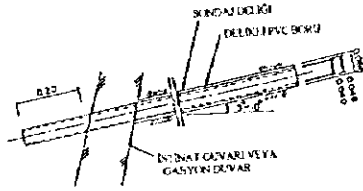
Şev etüdüne ait sondaj deliği çalışması, potansiyel ya da olmuş heyelan mevkilerinde en az üç noktada gerçekleştirilmelidir. Kayma, genellikle kaya temelle toprak, üstzemin sınırları arasında ve şiddetli ayrışmaya uğramış kaya ve hafif ayrışmış kaya zeminleri arasında olur. Sondaj çalışması, bu sınırları ve zemin tiplerindeki değişiklikleri teyit etmek için gerçekleştirilir.

(ii) Yatay Dren Deliklerinin Dizaynı

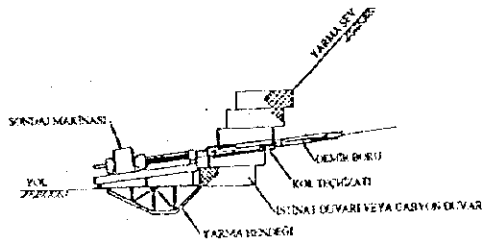
Heyelan mevkilerinde genellikle 4 veya 5 dren deliği yeterlidir. Dren deliklerinin çapı 66mm olacak ve yeraltı suyunun drenajına yardımcı olmaları kabiliyetinden yatayla 5° veya 10° 'lık açı yapacak şekilde döşeneceklerdir (bakınız Şekil 4.6.42).

Döşeme işlemi, Şekil 4.6.43'te gösterildiği gibi, delikleri açmak için bir sondaj makinası vasıtasıyla gerçekleştirilir. Zeminin çakıl veya topraktan oluştuğu yerlerde açılmış bir deliğin göçmesine mani olmak için bir muhafaza borusu kullanılmalıdır.

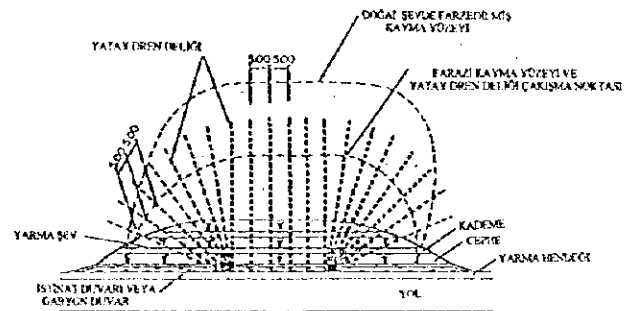
Dren delikleri, Şekil 4.6.44'te gösterildiği gibi kayma yüzeyinde, her 5m'lik aralıklarla açılacaktır.



Şekil 4.6.42 Dren Deligi Açış

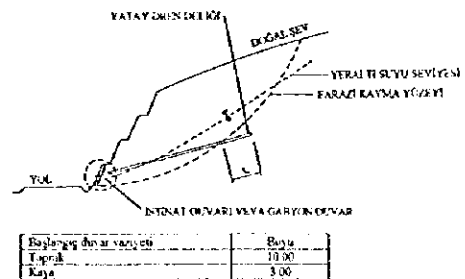


Şekil 4.6.43 Sondaj Makinası



Şekil 4.6.44 Dren Deligi Aranjmanı

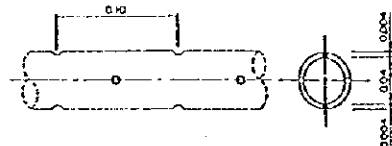
Şekil 4.6.45'te gösterildiği gibi, sondaj deliği, kayma yüzeyinden, toprak şevler için 10m, kaya şevler için 3m olmalıdır.



Şekil 4.6.45 Sondaj Delığının Kayma Yüzeyine Olan Mesafesi

(3) Malzeme:

Sondaj atılmış deliklere, delikli PVC boru sokulacaktır (bakınız Şekil 4.6.46).



Şekil 4.6.46 Delikli PVC Boru

(4) Yeraltı Suyu Seviyesinin Düşürülmesi

Genellikle yatay dren delikleri yeraltı suyu seviyesini yaklaşık 3m düşürürler. Bu yüzden, dren deliği döşenecek veya döşenmiş yerlerde yeraltı suyu planlamalarına dair stabilite hesapları yapılırken seviye, azami yeraltı seviyesinde 3m daha aşağıda kabul edilir.

BÖLÜM 5 DOLGU

5.1 Verilerin Değerlendirilmesi

Su altında kalmış bir dolguya ilişkin, sel seviyesine ve yağış numunelerine dair en son verilerin toplanıp bunların daha evvelki bilgilerle karşılaştırılması ve dizayn döngüsü içinde muhtemel sel seviyesinin tespit edilmesi çok önemlidir. Ayrıca, sel suları çekildikten sonra, dolgunun doygunluğa ulaşması, malzemede zayıflamaya ve potansiyel göçmeye sebep olabileceğinden, dolgu stabilitesinin kontrol edilmesi gereklidir.

Göçmüş bir dolguya dair sondaj deliği ve enkesit verileri normalde elde mevcuttur. Sondaj deliği verileri ve bu sondaj numuneleriyle yapılacak laboratuvar testleri, gerekli olabilecek ilave herhangi bir lüzumlu drenaj tedbirini de hesaba katarak stabil bir şekilde dolgunun yeniden dizayn edilmesine yardımcı olacak mukavemet parametrelerinin tespit edilmesinde kullanılabilecektir.

5.2 Hasarın Etkileri

Tablo 5.1.1'de her bir hasar tipinin tanımı ve hasarın başlıca etkileri belirtilmiştir.

Tablo 5.2.1 Dolguya Bağlı Hasar Tipleri – Tanımları ve Etkileri

Elamanlar	Hasar Tipi	Hasarın Etkileri
Dolgu	Su altında Kalmış (Sel Taşkınlı)	<ul style="list-style-type: none">su seviyesi düştükçe dolgunun oyulma riski altına girmesiköprü temellerinin oyulma riskidolgu doygunluğa ulaşacak bu da mukavemetin azalmasına sebep olacak dolayısıyla ciddi bir göçme riski ortaya çıkacaktır.
	Göçme	<ul style="list-style-type: none">trafiğin aksamasına yol açarak yol kapanacaktırgüç ve pahalı yeniden yapım

5.3 Hasarın Sebepleri

Bölüm 5.1'de gösterilen her bir hasar tipine ait hasar sebepleri Tablo 5.2.1'de özetlenmiştir.

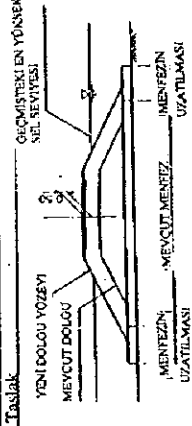
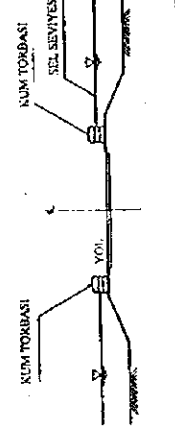
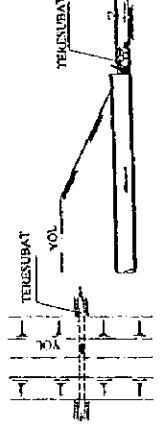
Tablo 5.3.1 Herbir Hasar Tipine Ait Ana Sebepler

Elemanlar	Hasar Tipi	Hasarın Ana Sebepleri
Dolgu	Su altında Kalma (Sel taşkını)	- en yüksek sel seviyelerine göre dolgu çok alçakta - dolgu eteğinde sel kanallarında veya akarsuda tıkanma - tıkanmış menfez veya köprü geçit delikleri - sel suyu akışı için yetersiz menfez veya sel kanalı kapasitesi
	Göçme	- yetersiz sıkıştırma - zayıf malzeme - yetersiz drenaj veya sel taşkınına dayalı uygunluk - yetersiz drenaja veya yeraltı suyuna dayalı alttemelde yumuşama - topuğun su hareketiyle oyulması - deprem veya diğer doğal afetler

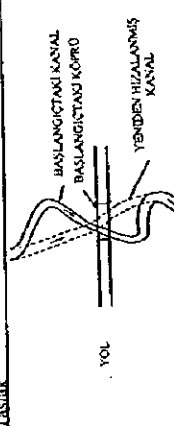
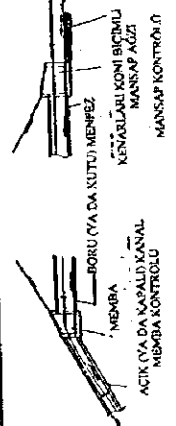
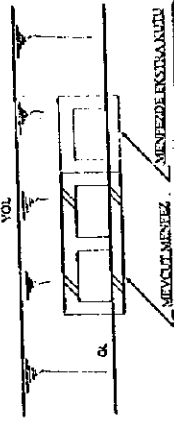
5.4 Onarım Metodları

Tablo 5.4.1'den 5.4.4'e kadar, Tablo 5.3.1'de verilmiş herbir hasar tipine ait değişik onarım metodları gösterilmiştir.

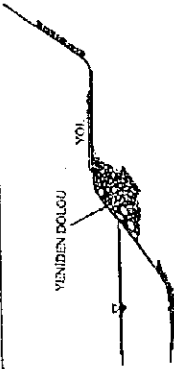
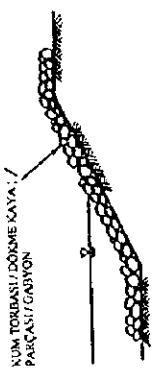
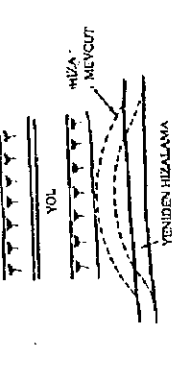
Tablo 5.4.1 Dolgu Hasarına Dair Onarım Metodları

Hasar Türü	Onarım	Anahtarlar	Tatbiki	Taslaık
Su altında Kalma (Sel suyu)	Dolgu yetersizliğinin artırılması	<ul style="list-style-type: none"> • yol yüzeyini normal sel seviyesine yükseltmek 	<ul style="list-style-type: none"> • sel alanındaki alçak dolgu 	
	kum torbaları kullanımı	<ul style="list-style-type: none"> • yolun su altında kalmasından kaçınmak 	<ul style="list-style-type: none"> • sel alanındaki dolgu için geçici tedbir 	
	Sediman ya da teresubat mücadelesi	<ul style="list-style-type: none"> • sediman ya da teresubat mücadelesiyle menfez mansabındaki tabiiye kapasitesinin artırılması 	<ul style="list-style-type: none"> • menfez mansabları 	

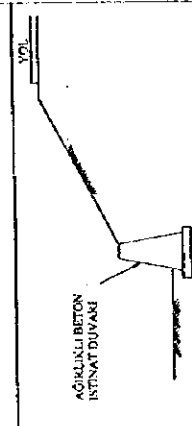
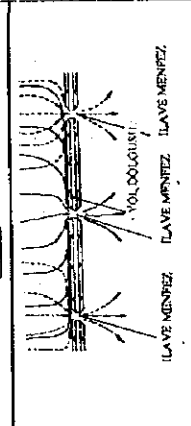
Tablo 5.4.2 Dolgu Hasarına Dair Onarım Metodları

Hasar Türü	Onarım Metodu	Amaçlar	Tatbiki	Taslaık
Su altında Kalma (Sol suyu)	Dolgu eteği iyileştirmesi	- akarsu kanalının iyileştirilmesi veya teresubat mbedelelesi ile mansap akış kapasitesinin artırılması	- akarsu kanalının mansabı	
İlave menfez yapımı (mamba kanalizasyonu da düşünölmelidir)	İlave menfez yapımı (mamba kanalizasyonu da düşünölmelidir)	- dolgu boyunca bir su akış geçidi yaratmak	- menfez bulunan yerlerden uzak, su taşkını olan yerlerde	
menfezin enkosit alanının artırılması	menfezin enkosit alanının artırılması	- sel akış kapasitesinin artırılmak	- mevcut menfezlerde sediman, teresubatın veya mansapın delayı olmayıan düzenli sel taşkınlarnın oluştuğu yerler	

Tablo 5.4.3 Dolgu Hasarına Dair Onarım Metodları

Hasar Tipi	Onarım Metodu	Amacılar	Tatbiki	Taslaık
Göçme	Yeniden doldurma	- dizayn vakımı taşıyabilecek bir dolgu oluşturmak	- diğer muameleler uygulanmadan önce, her durumda.	
	Kaya tahkimati	- şev topuğunu oyulmadan korumak	- akarsulara bitişik şevlere uygulanır	
	Alarsu kanallarının tekrar hizalanması	- şev topuğunun erozyondan ve oyulmadan korunması	- dolguya bitişik akarsuyun dolandırılması	

Tablo S.4.4 Dolgu Hasarına Dair Onarım Metodları

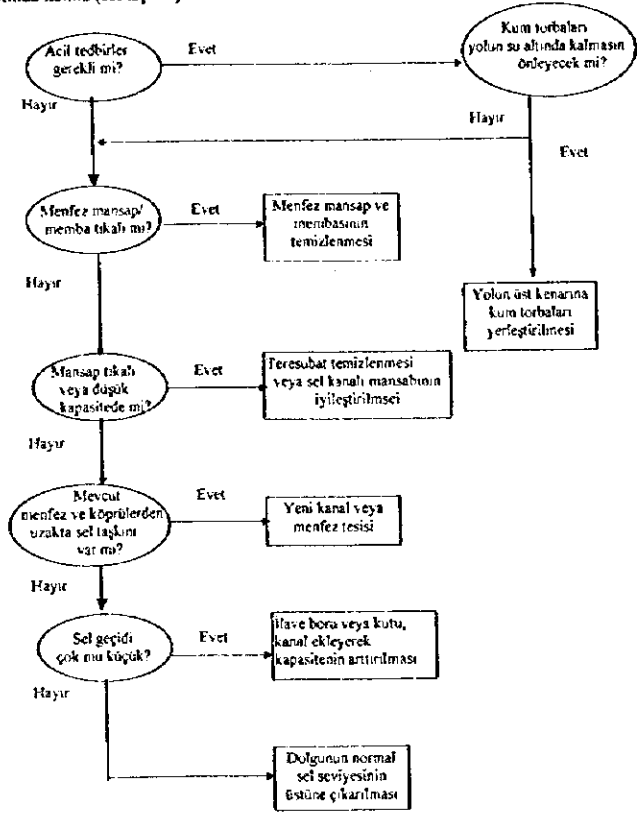
Hasar Tipi	Onarım Metodu	Amaçlar	Tatbiki	Taslaık
Göçme	Toprak istinat duvan	<ul style="list-style-type: none"> - ağırlık basıncına direnmeye ilave kuvvet sağlamak 	<ul style="list-style-type: none"> - alçak duvar, azami 2m 	
	İlave drenaj tedbirleri	<ul style="list-style-type: none"> - uygun alternatif vaziyetini muhafaza etmek - ilave sel suyu akış kapasitesi oluşturmak 	<ul style="list-style-type: none"> - yükseltilmiş su seviyesince alternatif uygun olduğu yerler - doygunluğun düzenli sel taşkınlarından ileri geldiği yerlerde 	

5.5 Onarım Metodunun Seçimi

5.5.1 Seçim İşlemi

Yolun, trafiğe açık ve güvenli bir durumda tutulması, dolguyla ilgili acil durum tedbirlerinin alınması ihtiyacına ilişkin gereken ihtimamın gösterilmesini elzem kılar. Bir onarım metodu seçerken, başlangıçta çabuk bir çözüm gibi düşünülen metodlar ve uzun vadeli çözümlerin bir parçası gibi düşünülen ve daha çok iş gerektiren metodlarla beraber, maliyet ve trafik akışına olacak etkiler de çok dikkatle gözönünde tutulmalıdır.

Su altında kalma (sel taşkını)



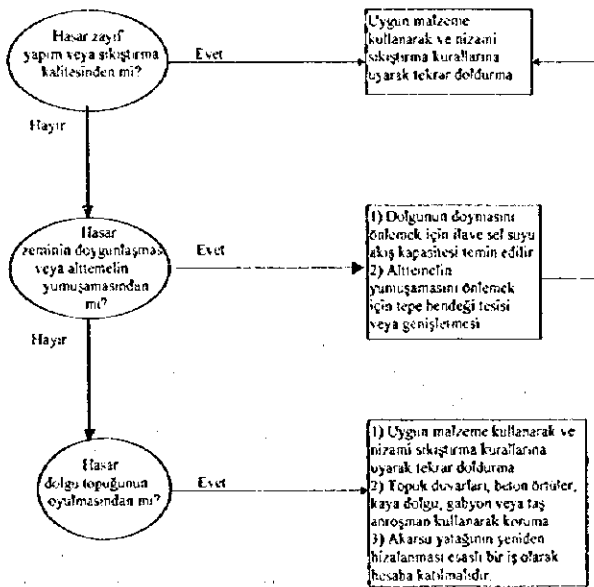
Şekil 5.5.1 Su Altında Kalmış (Sel Suyu) Dolguya Dair Onarım Metodu Seçimini Gösterir Akış Grafiği

Dolguda Göçme

Dolguların göçmesinin birkaç sebebi olabilir ve her durumda hasarlı kesim uygun malzemeyle tekrar doldurulmalı ve dizaynı gereklerini yerine getirmek için yeterli kadar sıkıştırılmalıdır.

Göçmenin akarsulara dayalı oyuulmalardan kaynaklandığı yerlerde, kalıcı çözüm maliyetiyle, akarsu yatağının tekrar düzenlenmesi, optimum çözüme ulaşmak için diğer alternatiflerle kıyaslanmalıdır. Bu ise mevcut bütçeye bağlı olacaktır.

Drenaj seçenekleri hem su taşkınlarından korunmak, dolgunun sızmasını engellemek hem de dolgunun altında kuru bir alt temel oluşturmak ve yeraltı su seviyesini düşürmek için düşünülebilir.



Şekil 5.5.2 Göçmüş Dolguya Ait Onarım Metodu Seçimini Gösterir Akış Grafiği

5.6 Dizayn ve Yapım Konuları

Akarsu Akış Yönünün Geliştirilip İyileştirilmesi

Bu yöntem akarsu akış kapasitesini arttırmak için kullanılabilir. Akarsu ya da sel kanalları, ilave akış kapasiteleri yaratmak için genişletilebilir ya da tesviye edilebilir. Tesviye işleminin düşünüldüğü yerlerde, dizaynın, tesviye işinin makul olmayan uzunluklara kadar gitmeksizin yeterli eğimlerin yapılabilceği ve böylece de çok fazla yapım maliyetlerinden kurtulunabileceğini garanti etmesi gerekir.

Yeni işler, aşırı oymaların önlemek ve uygun oyma tahkimatı işlerini gereken yerlerde dahil edecek şekilde dizayn edilmelidir.

İlave Menfezler

İlave menfezlerin yapımı pahalı ve trafik aksaklıklarına yol açabileceğinden diğer seçeneklerin dikkatlice gözden geçirilmesi ve incelenmesinden sonra uygulanmalıdır.

Umumiyetle, menfez bulunmayan ve sel taşkınlarının ortaya çıktığı yerlerde tesis edilir. Yola paralel ve en yakın tahliye noktasına doğru bir sel kanalı yapma gibi alternatifler düşünülmelidir.

İlave menfez tesisinin tek çözüm olduğuna karar verilen yerlerde, gerekli menfez boyutlarına karar vermek için yağış alanı hesaplarının yapılması gerekecektir.

Enkesit Alanını Artırmak

Bu metod da pahalı ve trafik aksaklıklarına yol açabileceğinden durumun dikkatlice gözden geçirilmesi ve incelenmesinden sonra uygulanmalıdır.

Bu metod, mevcut menfezlerin su taşkınlarının engellenmesinde yetersiz kaldığı ve bunun kapasite darlığından ileri geldiği sonucuna varıldığı durumlarda kullanılır. Mevcut menfez boyutlarının dikkate alınarak yapılacağı, gerekli su taşıma akış kapasitesinin belirlenmesi için bir yağış alanı hesabı yapılmalıdır.

Bazı durumlarda, güçlü krikolar yardımıyla dolgu boyunca bir boru ya da kutu sonda etmek de mümkün olabilir. Bu işlem, menfez kısımlarının inşa edilebilmesi, krikoların rahat kullanılması ve sonda işlemi için yeterli alan gerektirecektir. Ayrıca, dolgunun trafik aksamlarını önleyecek kadar derin olması gereklidir.

Çoğu durumlarda ise yukarıda belirtilen metoda alternatif olarak ilave bir boru, trafiği engellemeyecek şekilde açılmış bir hendese veya açık kazıdaki yeni bir kutu menfeze yatırılacaktır. Her iki durumda da yapım programı trafik aksamlarının asgariye indirilmesini amaçlayan safhalara ayrılmalı ve kademe kademe yapılmalıdır.

BÖLÜM 6 BANKET

6.1 Verilerin Değerlendirilmesi

Oluşan hasarın düzenli bir biçimde mi yoksa, bir defaya mahsus olmak üzere mi olduğunun tespit edilmesi önemlidir. Eğer düzenli bir biçimde oluşuyorsa, yol drenajı tekrar gözden geçirilmeli ve şiddetli yağışlar esnasında yağmur suyundan oluşan yol yüzeyi suyunun izlediği çığır tespit edilip, kenar drenajının sorunu çözüp çözmeyeceği anlaşılmalıdır. Diğer durumlarda kenar ve banket malzemeleri tetkik edilip iyice sıkıştırılıp sıkıştırılmadığı ve doğru malzemenin kullanılıp kullanılmadığı araştırılmalıdır. Gerekli olduğu takdirde CBR testi de malzemenin mukavemetine karar vermede başvurulabilecek bir yol durumundadır. Banket, üstyapıya destek sağladığı için durumun acil tespiti ve en azından geçici onarımlar yapıp hasarın üstyapıya taşması önlenmelidir.

6.2 Hasarın Etkileri

Tablo 6.1.1 hasar tiplerini tanımlar ve ana hasar sebeplerini belirtir.

Tablo 6.2.1 Bankete Ait Hasar Tipleri – Tanımları ve Etkileri

Elamanlar	Hasar Tipi	Hasarın Etkileri
Banket	Su altında kalma	<ul style="list-style-type: none">• üstyapının kenar desteğinin kaybı. Hasar muhtemelen ilerleyecek• su hareketinden ötürü üstyapı alt tabakalarını muhtemel yumuşamaya maruz bırakır.• hasar emniyet çizgisinden içeri taşmışsa bu sürücü için emniyet tehlikesi teşkil eder

6.3 Hasarın Sebepleri

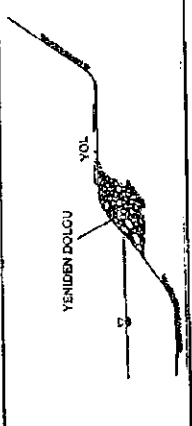
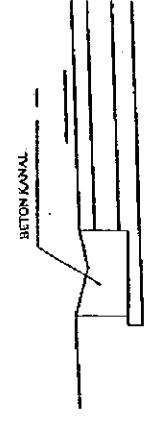
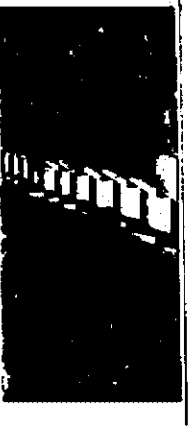
Bölüm 6.2'de açıklanan hasar tiplerine ait ana sebepler Tablo 6.3.1'de özetlenmiştir.

Tablo 6.3.1 Herbir Hasar Tipine Ait Ana Sebepler

Elamanlar	Hasar Tipi	Hasarın Ana Sebepleri
Banket	Su altında kalma	<ul style="list-style-type: none">- pozitif kenar drenajı eksikliği veya yetersizliği- zayıf kenar sıkıştırması

6.4 Onarım Metodları

Tablo 6.4.1 Bankete Alt Onarım İşİ

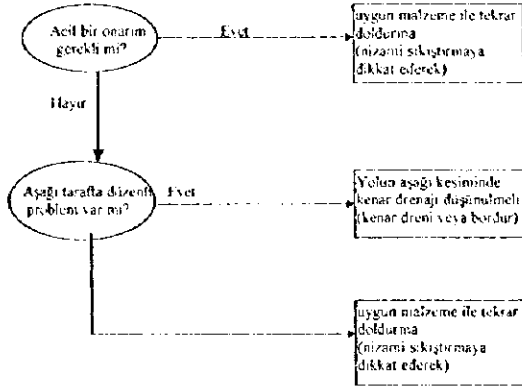
Hasar Tipi	Onarım Metodu	Amaçlar	Tatbiki	Taslaık
Su altında kalma	Yeniden doldurma	<ul style="list-style-type: none"> • uygun uygun malzeme, kum torbalar, kaya veya gabriyolla doldurulup yolun tekrar açılması 	<ul style="list-style-type: none"> - bankette oyulma 	
	Bordür kanalı ile kenar dreni veya boru dreni	<ul style="list-style-type: none"> • yol yüzey suyunun kenar dreninde toplanması ve böylelikle bankette oylmasının önlenmesi 	<ul style="list-style-type: none"> - yolun aşağı kesimi 	
	Kanallı bordür veya ızgara ve boru dreni	<ul style="list-style-type: none"> • yol yüzey suyunun bordürde toplanması ve böylelikle banketin oylmasının önlenmesi 	<ul style="list-style-type: none"> - yolun aşağı kesimi 	

6.5 Onarım Metodunun Seçimi

6.5.1 Seçim İşlemi

Yol, hasar yüzünden trafiğe kapandığında acil onarımlara başvurulabilir. Tek hızlı onarım metodu, boşluğun uygun malzemeyle nizami sıkıştırılmasıdır.

Problem eğer düzenli aralıklarla oluşan bir durumdaysa, kenar dreni veya bordür gibi yüzey suyunun, taşıt yolunun kenarına akıp, basketi su altında bırakmak suretiyle bozmasını engelleyecek pozitif drenaj kullanımı mümkün olabilir.



Şekil 6.5.1 Banket Hasarına Ait Onarım Metodunun Seçimine Dair Akış Grafiği

6.6 Dizayn ve Yapım Konuları

Bordür veya kenar dreni

Bu metod sadece hasarların, yolun alçak kenarında düzenli şekilde oluştuğu yerlerde uygulanabilir. Pozitif drenaj, basket uzunluğuna riskten korumak için yeterli uzunlukta tesis edilmelidir. Yapılan dizayn, toplanan suyun uygun bir nehire, dereye veya hendeğe bir boru veya kanal sistemiyle tahliyesine elverişli olmalıdır.

Bodürler, harç yatağına oturtulmuş beton kalıplardan oluşabileceği gibi hazır kalıptan itme-sıkıştırma suretiyle çıkarılmış asfalt kütlelerden de oluşabilir. İtme yoluyla yapılmış bordürler iyi hazırlanmayı ve malzeme kalitesinin kontrol edilmesini gerektirse de gerekli ekipman var olduğu takdirde mevcut üstyapıya oturtulması kolaydır. Alıtılmış beton bordürler onarım durumunda daha çok iş gerektirirler.

Bordürler vasıtasıyla yüzey suyu, taşıt yolunda bir ızgaraya, dışarı atma borusuna veya ızgara kanalına ulaşmaya kadar bordüre bitişik ilerler. Bir kanal vasıtasıyla, yüzey suyu yol kenarına bitişik taşınır. Kanal ya da bordür seçimi, yol eğimi ve doğrusal bombe, yağış, gibi mevzi durumlara bağlı olan kapasite gereklerine dayalı olduğundan her iki durum da enine boyuna tetkik edilmelidir.

BÖLÜM 7 DRENAJ (KENAR HENDEKLERİ, IZGARALAR VE MENFEZLER)

7.1 Verilerin Değerlendirilmesi

Drenaj işlerinde en uygun, faydalı bilgi, bölgedeki drenaj sisteminin geçmiş tecrübelerinden elde edilenlerdir. Sel taşkınına veya siltleşmeye eğimli bölgelere ait bilgiler, doğru koruyucu ve onarım işlerinin belirlenmesinde çok büyük ölçüde faydalıdır.

Dizayn kontrolleri gerektiğinde, enkesit ölçümlerinden elde edilen veriler işe yarayabilir ancak, umumiyetle, gerekli menfez veya göçit kapasitesinin hesaplanmasında yağış alanı hesaplanı gerekebilecektir.

7.2 Hasarın Etkileri

Tablo 7.1.1'de herbir hasar tipine ait tanımlar verilmiş ve hasarın ana etkileri belirtilmiştir.

Tablo 7.2.1 Drenaja Ait Hasar Tipleri – Tanımları ve Etkileri

Hasarlar	Hasar Tipi	Hasarın Etkileri
Kenar Hendeki	Pişlik birikmesi	<ul style="list-style-type: none">enkesit alanını azaltıp, drenaj kapasitesini düşürür.yol temelini zayıflatan su taşması oluşur bu da taşıma kapasitesinde azalmaya neden olurbanket ve çevin oyulmasına sebep olur
	Oturma	<ul style="list-style-type: none">pişlik birikmesine ve göçmeye sebep olurdrenaj kapasitesini düşürür
	Göçme	<ul style="list-style-type: none">drenaj kapasitesini düşürürsuyun çatlaklardan içeri girmesine yol açar ve yol temelini, banket ve çevin zayıflamasına sebep olur.trafik kazalarına sebep olabilir
Izgara	Pişlik birikmesi	<ul style="list-style-type: none">su taşması trafik kazasına yol açabilirsu taşması heyalana sebep olabilirdrenaj kapasitesini düşürür
	Oturma	<ul style="list-style-type: none">göçmeye sebep olurtrafik kazasına sebep olabilir
	Göçme	<ul style="list-style-type: none">trafik kazasına sebep olabilirsuyun çatlaklardan içeri girmesine yol açar ve yol temelini zayıflamasına sebep olurakan su heyalana sebep olurdrenaj kapasitesini düşürür
Menfez	Pişlik birikmesi	<ul style="list-style-type: none">menfezde su akışını aksatırsu taşması halinde düşük enkesit alanı heyalana sebep olurdrenaj kapasitesini düşürür.
	Oturma	<ul style="list-style-type: none">pişlik birikmesine yol açartrafik kazasına sebep olabilir
	Göçme	<ul style="list-style-type: none">trafik kazasına sebep olabilirsuyun çatlaklardan içeri girmesine yol açar ve yol temelini zayıflamasına sebep olurakan su heyalana sebep olabilirdrenaj kapasitesini düşürür

7.3 Hasarın Sebepleri

Tablo 7.2.1'de açıklanan hasar tiplerine ait ana sebepler Tablo 7.3.1'de özetlenmiştir.

Tablo 7.3.1 Herbir Hasar Tipine Ait Ana Sebepler

Elemanlar	Hasar Tipi	Hasarın Ana Sebepleri
Kenar Hendeği Izgara Menfez	Pislik birikmesi	- pisliği temizleyip almak için düzenli bir bakım işinin olmayışı - <i>tatil zamanlarında, ani zemin değişikliklerine sahne olan bataklik veya rüzgarlı bölgeler ilave muayeneler gereklidir.</i>
	Oturma Göçme	- taşıma kapasitesinin azlığı - ağır trafikten dolayı aşırı yük - kaya düşmesi sonucu hasar görünüşü - düşük kaliteli malzeme - zayıf temel

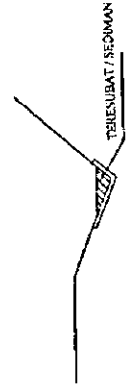
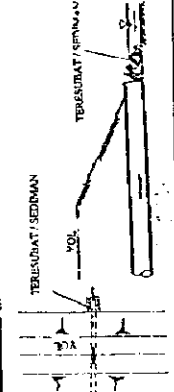
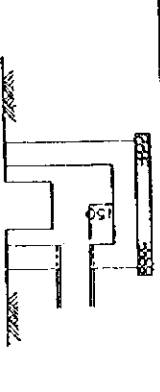
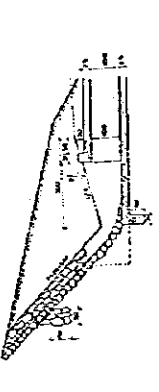
7.4 Onarım Metodları

Tablo 7.4.1, Tablo 7.3.1'de verilen herbir hasar tipine ait onarım metodlarını göstermektedir.


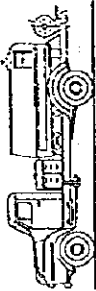
Tablo 7.4.1 Onarım Metodları

Hasar Tipi	Hasar Elemanları	Onarım Metodu	
Pislik birikmesi	Kenar hendeği Şev hendekleri Dren borusu Izgara	<ul style="list-style-type: none"> ■ vidanjör veya basınçlı suyla teresubat mücadelesi ■ el yordamıyla teresubat mücadelesi 	
	Menfez	<ul style="list-style-type: none"> ■ ekskavator keçesi ve band ile teresubat mücadelesi ■ basınçlı suyla teresubat mücadelesi ■ el yordamıyla teresubat mücadelesi ■ baraj veya perde ile teresubatin toplanması ■ drenaj temel betonunun yeniden kaplanması ■ çimento harcı enjeksiyon işi ■ kısmi yeniden yapım işleri 	
Oturma			
Göçme	Çatlama	Yapıda küçük boyutlu etki	■ kaplama (çimento macunu, sentetik reçine)
		Yapıda orta boyutlu etki	■ çatlağın V-biçiminde kesilip, daha sonra tikanması veya doldurulması
		Yapıda büyük boyutlu etki	<ul style="list-style-type: none"> ■ kesonlu beton işleri gerekli ■ takviyeleme işleri mukavemetin artırılmasına yardımcı olur
	BesliMe Göçme	<ul style="list-style-type: none"> ■ su sızmasını önlemek için sentetik reçine veya çimento harcı kullanarak dolurma işi ■ çimento harcı ve kimyasal madde enjeksiyonu 	
TamKen Göçme	<ul style="list-style-type: none"> ■ takviyeleme işleri mukavemetin artırılmasına yardımcı olur ■ betonarme ile kaplama ■ alternatif menfez yapımı 		

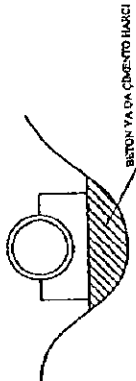
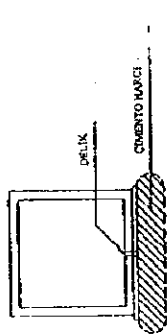
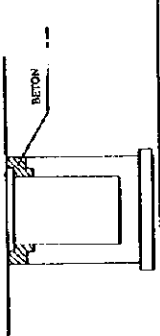
Tablo 7.4.2. Drenaj Hissarı Durumunda İzlenecek Onarım İşleri Tipleri

Hissar Tipi	Onarım Metodu	Anaş	Tatbiki	Tatbiki
Platik Birikmesi	Pisliğin kaldırılması	-Kenar hendeki ve izgeriden pisliğin kaldırılması suretiyle tahliye kapasitesinin artırılması.	-Kenar hendeki veya sağına uygulanabilir.	
	Pisliğin kaldırılması	-Menfezdeki pisliğin kaldırılması suretiyle tahliye kapasitesinin artırılması.	-Boru ve kulu menfezlere uygulanabilir.	
	Çamur filmesiyonu	-Pislik birikmesini önlemek, menfez ve drenaj kollarına çamur girişini kesmek.	-İzama -Momba	
	Oyulmadan koruma tedbirleri	-Akden suyun menfez nambasına oymasını engellemek için şev yüzeyine taşlar döşemek.	-Boru ve kulu menfezlere uygulanabilir. -Zemin	

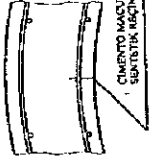
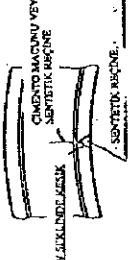
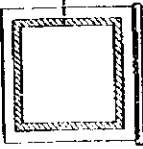
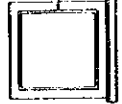
Tablo 7.4.3. İrmevi Hasarı Durumunda İzlenecek Onarım İşleri Tipleri

Hasar Tipi	Onarım Metodu	Amaç	Taibiki	Taslık
	Paslik birikmesini önleyici tedbirler	-Paslığin menfezi için girişini önlemek için necefcem yukarına eğ yerleştirilmek.	-Çamur alan alan.	
	Vidanajör	-Birimleri paslığın etkili biçiminde makinalı kullanılmaya tahliye edilmesi.	-Boru ya da kolu menfez.	
Paslik Birikmesi				

Tablo 7.4.4 Devasj Hasarı Durumunda İzlenesek Onarım İş Tipleri

Hasar Tipi	Onarım Metodu	Amaç	Tatbiki	Teşekk
	Dolgu	-Eski suları tarafından oluşturulan deliklerin içine beton doldurmak suretiyle boru menfezde oturmasını önlenmesi	-Kısmi hendek, menfez.	
	Enjeksiyon	-Zemin taşıma kapasitesini artırmak suretiyle menfezde oturmasını önlenmesi.	-Kısmi hendek, menfez. -Delikler.	
	Hendek çeperlerinde oluşan kenarların yeniden kaplanması.	-Oturmasını, kenarların tekrar suretiyle kaplanması halledilmesi.	-İzgar, kenar hendek.	

Tablo 7.4.5. Drenaj Hasarı Durumunda İzlenecek Onarım İşleri Tipleri

Hasar Tipi	Onarım Metodu	Amaç	Taahhüt	Taslak
	Kaplama	-Su kaçağını önlemek için çatlaklara, çimento masamu veya sentetik reçine çözümlenmesi.	-Kenar hendesi, izgara, boru ya da kutu menfez (çatlakın veya sentetik reçine daha küçük olmas halinde) doldurulması.	 ÇİMENTO MACUNU VEYA SİMENTİK REÇİNE
	"V" şeklinde kesme	-Çatlak "V" şeklinde kesme ve içine çimento masamı veya sentetik reçine sürmek. Su kaçağını önlemek.	-Kenar hendesi, izgara, boru ya da kutu menfez (çatlakın daha küçük olmas halinde) doldurulması.	 YERKİLİNDİRMEK ÇİMENTO MACUNU VEYA SİMENTİK REÇİNE
Oruma		-Asıl yapının direncini arttırmak için betonarme kaplanmak.	-Tasarı edilmemiş zayıflamış kısımlar. -İnan güçtürüm faydalanabilecek menfezler.	 TAKVİYELENDİRİLMİŞ BETON
	Drenaj çöptürme duvarları yeniden kaplanması.	-Yapının direncini arttırmak için menfez için kaplanmak.	-Kuvvetlendirilmesi gereken basarlı kesim. -Su abaj alanını azaltılmasının mümkün olmadığı durumlarda.	 ÇELİK PLAKA

Tablo 7.4.6 Drenaj Hasarı Durumunda İzlenerek Onarım İş Tipleri

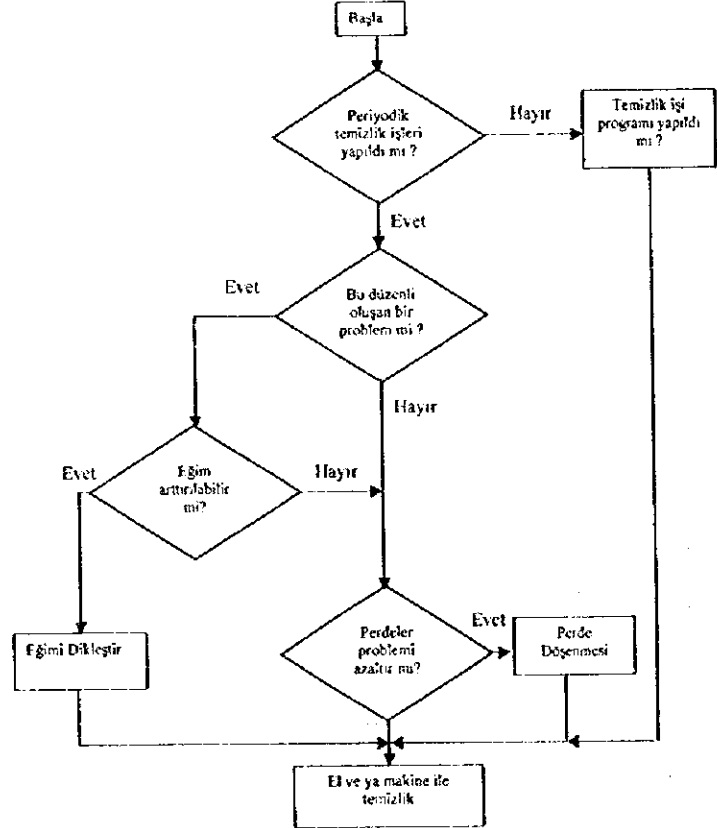
Hasar Tipi	Onarım Metodu	Amaç	Tabii	Tasak
	Dolgu	-Su kaçağını önlemek için çelikler arasında harç veya sentetik reçine dökmek	-Boru veya kutu menfez.	
Göçme				

7.5 Onarım Metodu Seçimi

7.5.1 Seçim İşlemi

(a) Pistik Birikmesi

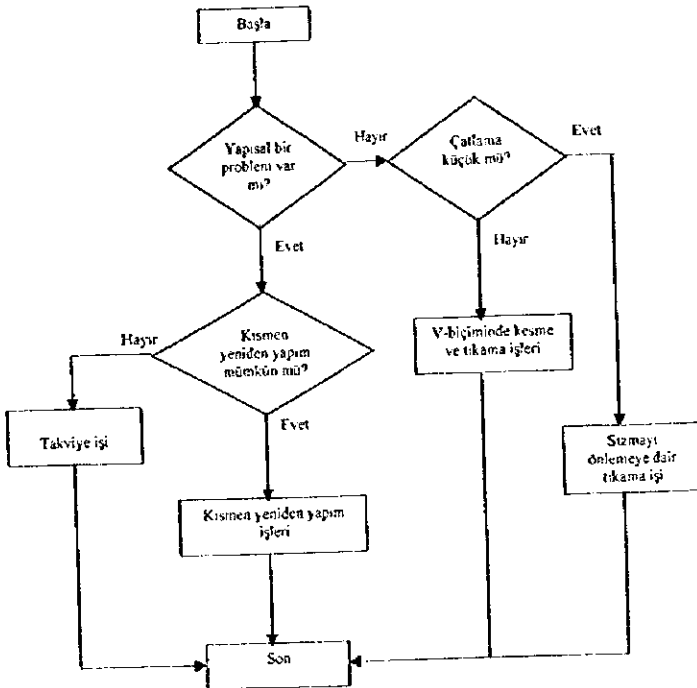
Şekil 7.5.1 pistik birikmesine ait onarım metoduna dair akış grafiğini gösterir.



Şekil 7.5.1 Pistik Birikmesine Ait Onarım Metodu Seçimine Dair Akış Grafiği

(b) Çatlama

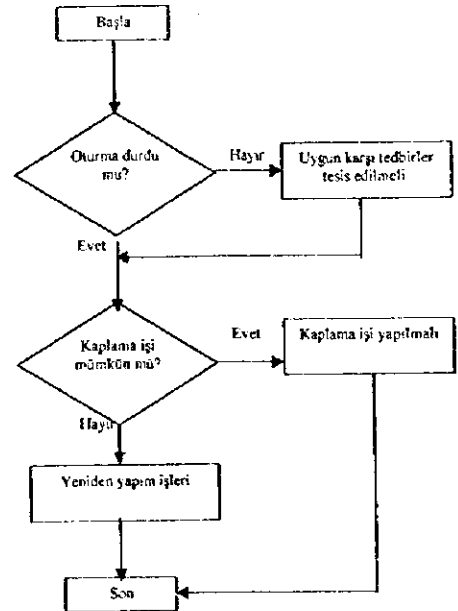
Şekil 7.5.2 çatlama için onarım metodu seçimine dair akış grafiğini gösterir



Şekil 7.5.2 Çatlama İçin Onarım Metodu Seçimine Dair Akış Grafiği

(c) Oturma ve Göçme

Şekil 7.5.3 oturma ve göçmeye ait onarım metodu seçimine dair akış grafiğini gösterir



Şekil 7.5.3 Oturma ve Göçmeye Ait Onarım Metodu Seçimine Dair Akış Grafiği

7.6 Dizaya ve Yapım Konuları

1) Pişlik Birikmesi Onarım Metodu

- Pişlik birikmesiyle mücadelelerin, bölgesel hava koşulları ve mevsimlere uyması açısından periyodik olarak yapılması önemlidir.

Bazı kurak bölgelerde toz birikmesi öyle seviyelere çıkar ki, yağmur yağdığı zaman drenaj sisteminin kapasitesi yetersiz kalır. Diğer bölgelerde yağış miktarı, drenaj sisteminin ölçü ve eğimlerinin nizami olarak dizayn edilmiş olması şartıyla, sistemin kendi kendini temizlemesine olarak sağlayacak şiddette olabilmektedir. Temizleme işi sıklığı bu tip iklimsel değişikliklere göre ayarlanmalıdır.

- Drenaj yapıları mansabına bir sediman tuzakı yerleştirip, bu maddelerin esaslı yapılara girmesi ve zarar vermesi önlenmelidir.

Çamur ve pislikle mücadelede dair alternatif yollar aşağıda verilmiştir. Bunlar:

- El Yardımıyla Mücadele

İnsan gücü mevcutsa, mücadele edilen pislik miktarı çok değil ve boru ya da menfezin ölçülerinin çok büyük olmadığı zamanlarda pisliğin temizlenmesi için bu yolun seçilmesi oldukça verimli bir yol olabilir.

- Küçük Makina

Pislik miktarının çok fazla ve boru ya da menfez ölçülerinde çok geniş olduğu zamanlarda beko gibi küçük makineler, insan gücüne oranla çok daha verimli olacaktır.

- Izgara Emicisi ve Basıncı Püskürtücü

Bu makina ızgaraların, hendeklerin, dar boruların ve bordür kanallarının temizlenmesinde çok idealdir. Temiz, hızlı ve verimlidir. Bağımsız olarak, basınçlı püskürtme ekipmanı ise, kombine makinenin hendeklere ve dar borulara ulaşmasının zor olduğu yerlerde kullanılabilir.

Yukarıda belirtilen elemanlar Tablo 7.6.1'de özetlenmiştir.

Table 7.6.1 Pislik Birikmesiyle Mücadelede Alternatif Temizlik Metodları

Eleman	Enkesitin Biçimi Eni, Boyu (w x h)	El Yardımlıya Mücadele	Kombine Izgara Emici ve Basıncı Püskürtücü	Basıncı Püskürtücü	Küçük Makina
Kenar Hendeki		♦	♦	♦	♦
Izgara		♦	♦	♦	□
Menfez	<1.0m x 1.0m	□	♦	♦	□
	1.0m x 1.0m - 3m x 2.5m	♦	□	♦	♦
	>3m x 2.5m	□	□	♦	♦

♦ Uygun □ Uygun Değil

- Temizlik Programı

Drenaj elemanlarının temizliğinde takip edilecek zamanlama ve sıklık bilgileri aşağıdaki şartlara dayalı olmalıdır. Bunlar:

- Bölgedeki iklimsel şartlar drenaj elemanlarında pislik birikmesini çok büyük ölçüde etkileyecektir. Temizlik programının belirlenmesinde, yağış, kuraklık ve kar yağışı gibi sezon değişikliklerine dair yerel bilgiler kullanılmalıdır. Şiddetli yağışların ve karların erimesinden dolayı yüksek miktarda yüzey suyu beklenen yerler, yağış sezonundan önce, su taşıma veya

oyulma risklerinden kurtulmak için biran önce temizlenmelidir. Kimi zamanlarda yağış sezonu dahilinde de böylesi yapıların temizlenmesi gerekebilir.

- Özellikle trafik hacminin mevsimlerle arttığı yerlerde yol şartlarının ve trafik akış hacmi de hesaba katılmalıdır.

- Sediman savurduğu bilinen bölgeler ve sahil bölgeleri dikkatlice gözlemlenmelidir.

Önerilen drenaj elemanları asgari temizlik sıklığı Tablo 7.6.2'de gösterilmiştir.

Table 7.6.2 Drenaj Elemanlarının Temizliğinde Asgari Sıklık

Eleman	Sıklık
Kenar Hendeği	yılda 1 defadan çok
Izgara	yılda 2 defa veya iklim koşullarının gerektirdiği kadar
Menfez	yılda 1 defa veya iklim koşullarının gerektirdiği kadar

Pislik Birikmesine Karşı Alınabilecek Karşı Tedbirler:

- Oyulmayı Önleme İşleri

Böylesi işler bir menfezin mansabında veya içinde oyulmuş malzemenin birikmesini önleyecek ve dolayısıyla su taşınma riskini engelleyecektir. Menfez membalarında veya hendeklerde bulunabilecek dirseklerde, böylesi işler, kanalın tıkanmasını ve yine, su taşınma önleyecektir.

- Savak ve Perdeler

Savak ve perdeleri tesis edilmesi suretiyle pislik akışının kesilmesi mansapları temiz tutacaktır. Bu işlerin yerleri topografya ve jeoloji ilişkisi dahilinde dikkatlice seçilmelidir. Bu metod savak ve perdelerde toplanan pisliğin dikkatlice gözlemlenmesini ve tam kapasiteyi muhafaza etmek için düzenli aralıklarla temizlik çalışmalarını gerektirir.

- Kanal İşleri

Akış kapasitesini iyileştirmek veya muhafaza etmek için ya da kanal eğimini veya su akış hızını arttırmak, dolayısıyla kanalın kendi kendine temizleme kabiliyetini arttırmak, kanal iyileştirme çalışmalarında devamlı suretle akıldta tutulmalıdır. Bu işler pahalı ve maliyet bakımından ele alındığında getireceği faydalar dikkatlice gözden geçirilmelidir.

(2) Oturmaya Ait Onarım Metodları

- Drenaj elemanlarının temeli su erozyonu tarafından aşındırıldığında meydana gelen çukurlaşma çimento harcı veya betonla doldurulmalıdır.

- Temel taşıma kapasitesinin yetersiz olduğu yerlerde zemin çimento harcı veya kimyasal enjeksiyon maddeleriyle kuvvetlendirilmelidir.

- Oturmuş yapının eski mevkiiine geri getirilebilmesinin mümkün olduğu yerlerde bu iş başlangıçtaki dizayn işiyle uyum içinde yapılmalıdır.

- Aksi olarak, bu işin mümkün olmadığı yerlerde yapı yeniden yapılmalıdır.

(3) Çatlaklar ve Kabarıp Dökülmelere Ait Onarım Metodları

- Küçük çatlakların olduğu yerler su sızmasını engellemek için çatlakların çimento macunu ile veya sentetik reçine ile sıvanmalıdır.

- Çatlakların geniş olduğu yerlerde, çatlaklar V-şeklinde kesilmeli ve reçine harcıyla doldurulup tıkanmalıdır.

Betonun kabarıp yapıdan döküldüğü yerlerde dökülmüş alan sağlam betona kadar kesilmeli, ve yapılacak işlerin boyutlarına bağlı olarak yüzeye reçine veya beton uygulaması yapılacak ve boşluklar bu suretle doldurulacaktır.

(4) Hasarlı Beton Menfezlerin Onarım Metodu

Hasarlı betonun onarılabildiği ve menfezin işlemlerini etkilemeden enkesitin azaltılabildiği yerlerde, mevcut menfezin içine yeni bir kaplama oluşturmak ve ilave mukavemet kazandırmak için beton ilavesi yapılır.

Enkesiti düşürmenin mümkün olmadığı, dolayısıyla akış kapasitesini, betonun kuvvetlendirilmesi, menfezin içine ilave çelik plaka eklenmesiyle sağlanabilir.

Kuvvetlendirme mümkün değilse yapı yeniden yapılmalıdır.

(5) Bir Yapım Derzinde Onarım Metodu

- Yapım derzinin açıkta olduğu yerlerde açılan delik, çimento harcıyla, betonla, sentetik reçine ile veya sentetik reçineli çimento harcıyla hemen doldurulmalıdır.

- Yapım derzinde seviye farkı varsa ve temelini iyileştirilmesi gerekiyorsa, bu tip onarımlar harç veya kimyasal enjeksiyon maddeleriyle yapılacaktır.

- Yeniden yapım, ekleme veya su geçirmez malzemeyle yapılacaktır.

Tablo 7.6.3 Farklı Drenaj Elemanlarına Ait Onarım Metodları Özeti

Onarım Metodu	Drenaj Elemanı	Kenar Hendeği	Izgara	Menfez
Çatılma				
- kaplama				
- çimento macunu		♦	♦	♦
- sentetik reçine		♦	♦	♦
- V-şeklinde kesik ve sentetik reçine ve harçla doldurulması		♦	♦	♦
Kabarık dekülme				
- beton'a kısmi onarım		♦	♦	♦
Hasarlı Beton				
- ilave betonarme beton		□	□	♦
- çelik plaka		□	□	♦
- yeniden yapım		♦	♦	♦
Doldurma				
- harç		♦	♦	♦
- sentetik reçine		□	□	♦
Seviye Farkı				
- harç enjeksiyonu		□	□	♦
- kimyasal madde enjeksiyonu		□	□	♦

♦ Uygun □ Uygun Değil

BÖLÜM 8 İSTİNAT DUVARLARI

8.1 Verilerin Değerlendirilmesi

İstinat duvarlarında, hamulenin kaymasını ve daha fazla geçmeyi önlemek için duvarın yapısal emniyetinin tesis edilmesi gereklidir. Duvarın yapıldığı şekilde ebat, ağırlık ve yapım açısından mesnet teşkilinde olduğu hamuleyi taşıyıp taşıyamayacağı da kontrol edilmiştir. Duvarın ölçüleri ve enkesiü, duvarın kaymaya ve devrilmeye karşı stabilitesinin analiz edilmesine yardımcı olacaktır. Hamule malzeme hakkındaki veriler, yeraltı suyu seviyesi ve duvarın arkasındaki drenaj elemanları ve duvar boyunca mevcut barbakanlar hakkında nizami bir değerlendirme yapılmasında gerekli olacaktır.

Oturma problemi olmuş yerlerde, temel altındaki zemine dair veriler ve mevcut temelün boyutları, uygun, çare kabilinden tedbirlerin dizayn edilmesi için gerekli olacaktır.

8.2 Hasarın Etkileri

Tablo 8.2.1'de her bir hasar tipine ait tanımlar verilir ve hasarın ana etkileri belirtilir.

Tablo 8.2.1 İstinat Duvarına Ait Hasar Tipleri – Tanımları ve Etkileri

Elemanlar	Hasar Tipi	Hasarın Etkileri
İstinat duvarı	Çatlama	• bırakılırsa göçme tehlikesi
	Oturma	• göçme riski • alkonyulmuş malzemenin yola saçılma riski
	Göçme	• duvar ve alkonyulmuş malzeme yolu kapatabilir • malzemenin desteksiz bırakılması durumunda alkonyulmuş sevin göçme riski

8.3 Hasarın Sebepleri

Bölüm 8.2'de verilen her bir hasar tipine ait ana sebepler Tablo 8.3.1'de özetlenmiştir.

Tablo 8.3.1 Herbir Hasar Tipine Ait Ana Sebepler

Elemanlar	Hasar Tipi	Hasarın Ana Sebepleri
İstinat Duvarı	Çatlama	• taşı çarpması • yetersiz duvar kalınlığı • duvar arkasında tıkanmış veya yetersiz barbakandan /drenajdan ötürü aşırı su birikmesi
	Oturma	• alttemelin yetersiz drenaj, yeraltı suyu veya su baskınından dolayı yumuşaması • temel altının yetersiz sıkıştırılması
	Göçme	• taşı çarpması • yetersiz duvar kalınlığı • yetersiz temel • heyelan, doldurulmuş gevde kayma ya da kaya düşmesi • duvar arkasında tıkanmış veya yetersiz barbakandan /drenajdan ötürü aşırı su birikmesi

8.4 Onarım Metodları

Tablo 8.4.1'de başlıca onarım metodları gösterilmiştir.

Tablo 8.4.1 İstinat Duvarına Ait Onarım Metodları

Hasar Tipi	Onarım Metodu	Amaçlar	Tatbiki
Çatlama	Tıkama/doldurma	- su girişini önlemek ve yapısal sağlamlığı geri kazanmak	- minimal yer değiştirmeli küçük çatlamlar
	Yıkıp, tekrar yapma	- alıkonulmuş malzemeyi çekmesi için yeter duvar mukavemeti elde etmek	- duvar kalınlığının çok ince olduğu yerlerde - tıkama/doldurma için uygun olmayan geniş çatlamlar
	Drenajın temizlenmesi/ yenilenmesi	- duvarın arkasında su basıncının birikmesi ve artmasını önlemek	- duvarın arkasında yetersiz/bıkalı barbakandan/drenaj malzemesinden dolayı küçük çatlamlar
	Hava malzeme ile duvarın güçlendirilmesi	- alıkonulmuş malzemeyi çekmesi için yeter duvar mukavemeti elde etmek	- duvar kalınlığının çok ince olduğu yerlerde
Oturma	Alttemelin güçlendirilmesi	- duvarı çekebilecek güçte alternatif oluşturmak	- bu metodun en ekonomik çözüm olduğu mevzi problemler
	Yıkıp, tekrar yapma	- alıkonulmuş malzemeyi çekmesi için yeter duvar mukavemeti elde etmek	- hasardan etkilenmiş uzun mesafeler, geniş zemin işlemleri veya drenaj işleri gerekebilir
Göçme	Yıkıp, tekrar yapma	- alıkonulmuş malzemeyi çekmesi için yeter duvar mukavemeti elde etmek	- duvarın alıkonulmuş malzemeyi daha fazla çekemeyeceği göçmüş kesimlerde

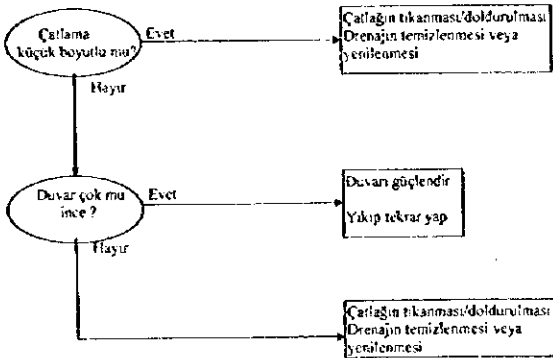
8.5 Onarım Metodunun Seçimi

8.5.1 Genel

8.5.2 Seçim İşlemi

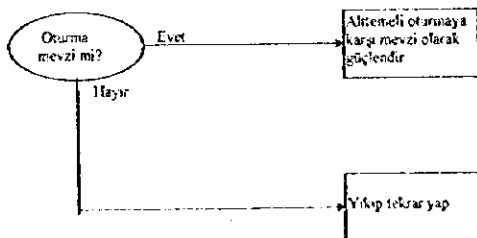
İstinat duvarlarında sınırlı sayıda onarım metodu vardır ve hasar sebebi ve şiddeti belirlenmiş olduğundan seçenek genellikle anlaşılar durumdadır.

Çatlama



Şekil 8.5.1 Çatlama ya Uğramış İstinat Duvarına Ait Onarım Metodu Seçimine Dair Akış Grafiği

Oturma



Şekil 8.5.2 Oturma Sorunu Olan İstinat Duvarına Ait Onarım Metodu Seçimine Dair Akış Grafiği

Göçme

Eğer bir duvar göçmüşse tek çözüm duvarın yıkılan kısmını tekrar yapmaktır. Hasar taşı çarpmasının dışında bir şeyse ilave drenaj ve ağırlık yapmış malzemenin stabilizasyonu gibi diğer göçmelerden korunmak için ilave tedbirler gerekli olabilir.

8.6 Düzayn ve Yapım Konuları

Tıkama ve Doldurma

Bu yöntem sadece, az yer değişikliklerine uğramış ve küçük çatlamlar bulunan durumlara uygulanır. Çatlaklar, başlangıçtaki yapım malzemesini muhafaza ederek tıkanmalı veya doldurulmalıdır. Birçok durumda harç kullanılmaktadır.

Sağlamlaştırılmış Alttemel

Bu metod kullanılmadan önce ilave etüdler vasıtasıyla herbir alttemel problemi tanımlanmalıdır. Suyun alttemeli yumuşattığı noktalarda daha fazla bozulmaya engel olmak için uygun alttemel drenaj tedbirleri alınmalıdır.

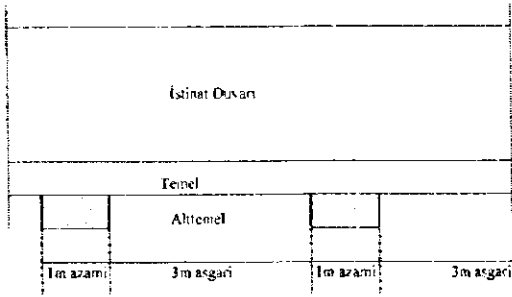
Duvar temeline aşırı baskı uygulamaktan kaçınmak için (bakınız Şekil 8.5.1) alttemel malzemesi kısa kısımlar halinde ortadan çıkarılmalıdır. Daha sonra uygun malzeme temel altına yerleştirilmeli ve temelin alt tarafına kadar tabakalar halinde sıkıştırılmalıdır. Temelin altında sıkıştırma yapmak gerçekleştirilmeyecek gibi görünüyorsa, temel altında boşluklar oluşmasını engellemek için yerleştirilebilecek ve vibrasyon işlemine tabi tutulabilecek betonla gevşemiş malzemenin yer değiştirilmesi değerlendirilmeye alınmalıdır. Kazılmış alttemelin tabanı sıkı ve gevşek malzemeden arındırılmış olmalıdır.

Uygulanabilecek yerlerde, alttemelin mukavemetini arttırmada hızlı bir metod olan eojeksiyon basıncı düşünülebilir.

Yıkıp, yeniden yapma

Bütün gevşek malzeme kaldırılmalıdır ki, duvarın kalan kısımları sağlam bir yapıda olsun. Duvara eklenen yeni kesimlerin eski kesimlere iyice kenetlenmesi, bitirilmiş duvarın yapısal devamlılığı açısından önemlidir.

Mümkün olan her yerde, duvarın yeniden yapılmasında hem estetik açıdan hem de yapısal bütünlük açısından eski yapıdakiyle aynı malzeme kullanılmalıdır.



İstinat Duvarı Zemin Seviyesinin Yükseltilmesi

□ Kısmî Hâlde Kaz

Şekil 8.6.1 İstinat Duvarı Altında Kısmî Kısmî Altıtemel Mücadelesi

BÖLÜM 9 KAR VE BUZ KONTROL ELEMANLARI

9.1 Kış Sezonunda Yol Bakım Standartları

9.1 Servis Seviyeleri

Devlet ve il yollarının herikisi de aşağıda gösterildiği gibi kış sezonu yol bakımı içinde servis derecelerine göre 3 kategoriye ayrılmıştır.

1. Derece: Devamlı açık tutulacak yollar
Asgari şart olarak, 2 şeritli yolların 1 şeridi, 4 şeritli yolların 2 şeridi açık tutulmalıdır.
2. Derece: Mümkün oldukça açık tutulan yollar
3. Derece: Mücadele Dışı Yollar

Sezon bazında trafik yoğunluğunun değişmesi düşünüldüğünde yolların sınıflandırılması, yolun geçilmez olduğundaki etki dikkatlice incelenip, her yıl yeniden gözden geçirilmelidir. Umumiyetle, hesaba katılacak elemanlar şunlardır:

Yolun önemi	Trafik yoğunluğu Mevcut alternatif güzergahlar Yol ağı Umumi sùhuletlere ulaşılabilitik Otobùs güzergahı
Meteorolojik Şartlar	Kar derinliği dõngü periyotları Günlük kar yağış miktarı dõngü periyotları Azami/ asgari sıcaklıkların dõngü periyotları
Felaket ve Kazalar	Çığ, kar fırtınası ve sahıh donması sıklığı Otomobil kazaları sıklığı ve bu kazaların sebepleri
Yol Yapısı	Taşıyolu genişliği Trotuvar genişliği Kar mücadelesinin genişliği Yol kenarı şartları Boyuna ve enine şevler
Bakım Kapasitesi	Kar mücadelesi Buz kontrolü

9.1.2 Performans

Performansın aşağıda belirtildiği gibi iki anahtar durumu vardır.

Kış sezonu yol bakım programında gerçekteştirilecek hedef saht durumu
Hedef saht durumunu gerçekteştirmek için gerekli zaman

Kış sezonu yol bakımının istenen performansa ulaşabilmesi, çokluk, sürücülerin kış şartlarında sürüş için yaptıkları hazırlıklara bağlıdır. Dolayısıyla, performansın ulaşılabilmesi, yol kullanıcılarının yolla ilgili bilgileri edinip, kendilerini seyahatleri için gerektiği gibi hazırlayabilmelerinde önemli yer tutan bilgilendirme sistemine bağlıdır. Halihazırda, yayın organları ve hava durumu hakkında uyarıcı bilgiler veren bilgilendirme sistemi pek fazla kullanılmamaktadır. Sonuç olarak, ulaşılacak şartları sürücülerin hava ve yol şartlarından haberdar olup, buna göre hazırlandıktan sonra yola çıkmalarına bağlıdır. Kış sezonu yol bakım programı boyunca hedeflenen saflık vaziyeti, trafiğin seyrini muhafaza ederken taşıtlarında emniyetli sürüş hızında seyretmelerine olanak sağlamaktadır.

Yönetmelikler gereği, kış sezonunda belli yollarda zincir kullanımı, üstyapıda büyük hasarlara yol açmaktadır. KGM'ye, ülke çapında bir kampanyayla, sürücülerin çivisiz, karlı safta daha iyi çekiş gücüne sahip kar lastikleri kullanımını teşvik etmesi tavsiye edilir.

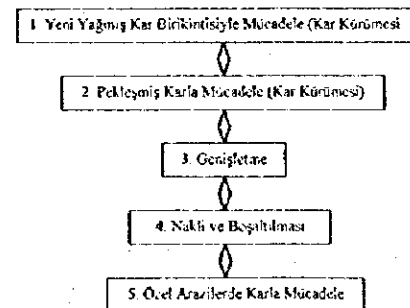
1. derece yollarda, hedeflenen yüzey şartlarını gerçekleştirmek için gerekli zaman sıfır olmalıdır. Bu işlemin, trafik akışına mani olmadan yapılması tercih edilir. 2. derece yolların kış sezonu bakım programı ise 1. derece yollardan sonra önem sırasınca 2. sıraya alır. Ancak, bu, trafiğin müsait olduğu zamanlarda gerçekleştirilmeli ve "goçilmesi mümkün olmayan" zaman aralığı, mümkün mertebe kısa olmalıdır.

9.2 Karla Mücadele İşlemi

9.2.1 Esaslı Muamele

Kış sezonu yol bakımı programında karla mücadelenin amacı, yol güvenliğinin sağlanmasıdır ki, bu da, kaygan ve tehlikeli kış şartlarının bertaraf edilmesi ve hafif hava koşulları altında trafik akışını, kesintisiz ve mümkün mertebe daim kılmaktır.

Karla mücadelesine dair esaslı muamele Şekil 9.2.1'de verilmiştir. Yapılacak temel işlemler, "Yeni Yağmış Karın Ortadan Kaldırılması" ve "Pekleşmiş Karın Ortadan Kaldırılması" dir. Yeni yağmış karın pekleşmeden önce ortadan kaldırılması tercih edilmeli ve ona göre davranılmalıdır. Şiddetli kar yağışı durumunda, mücadele işlerine tez elden başlanması ve karın hemen kürenmesi önemlidir.



Şekil 9.2.1 Karla Mücadeleye Dair Esaslı Muamele

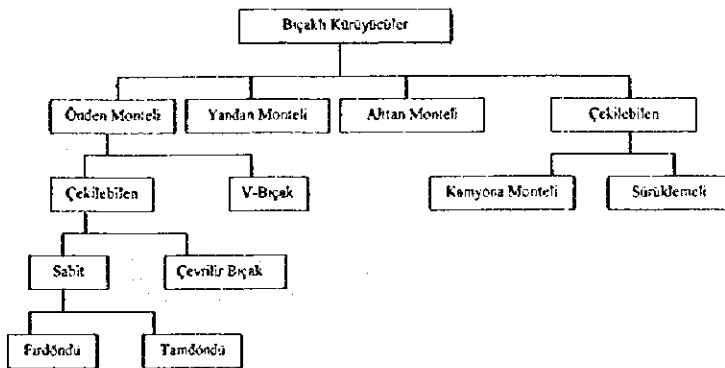
9.2.2 Karla Mücadele Ekipmanları

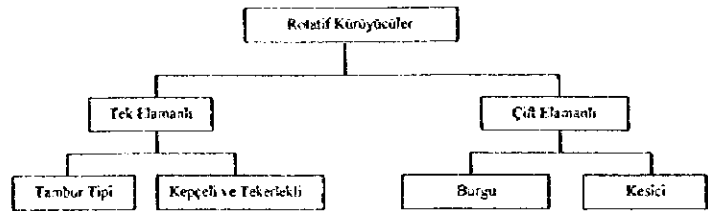
Değişik tipte karla mücadele ekipmanları ve bunların fonksiyonları Tablo 9.2.1'de özetlenmiştir.

Tablo 9.2.1 Karla Mücadele Ekipmanları ve Bunların Fonksiyonları

Ekipman	Yeni Yatırım Kar Riskini de Mücadele	Pekleşmiş Karla Mücadele	Çevreyetine	Kışık ve Başlıması	Özel Arızalık Karla Mücadele
Dişli Körüçücü	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
Yan Bıçak Körüçücü	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
Paletli Grejder	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Motolu Grejder		<input type="checkbox"/>			
Rotatif			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yükleyici				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Karla mücadele ekipmanlarını iki sınıfa incelenebilir. Kar bıçağı (karın sadece yerini değiştirir) ve rotatif bıçak (kar püskürtücü) olarak açıklanabilir. Bu sınıfların ekipman dizaynlarının farklı tipleriyle arasındaki ilişkiler Şekil 9.2.1'de gösterilmiştir. Ön bıçaklı tek yönlü sabit kar küryüçüleri en çok kullanılan mücadele ekipmanıdır. Rotatif bıçak ise derin ve pek karla mücadelede kullanılan diğer bir ekipmandır.





Şekil 9.2.2 Farklı Tiplerde Ekipman Dizaynları Arasındaki İlişki

9.2.3 Kar Kürüne İşi

Kolayca anlaşılacak bir politika izlenmesi önemlidir, çok şeritli yollarda takip edilecek teknik "şerit şerit temizleme" olmalıdır.

Yerel hava şartlarındaki farklılıklardan; kar kalınlığı, kar ıslaklığı ve yolun topografyasından ötürü şeritlerin temizlenme sırası hakkında karar vermek zordur. Ayrıca, yerel trafik yoğunlukları ve hareketi de günden güne farkedecek, hatta gün içinde bile değişiklikler gösterecek ve dolayısıyla şerit temizlik önceliklerini etkileyecektir.

Süreğen şiddetli kar yağışları sırasında öncelik tek şeridin açık tutulmasına verilmelidir. Pek çok durumda, açık tutulacak olan bu tek şerit, sağ şerit (şerit 1) olacak ve ilk işlem kann şerit 1'den bankete kürünmesi ve şartlarda iyileşme oldukça dış şeritlerin de temizlenmesine devam edilecektir.

Bıçağın gezinmesinden dolayı ortaya düzensiz, rastgele bıçak izleri, özellikle de bir şeritten ötekine geçen saç örgüsü benzeri izler, sürücülerini kısmen temizlenmiş şeritlere geçmek için sollama yapmaya iteceğinden çok tehlikelidir. Şeritler tamamen temizlenmeli ve ortada kalan izler pürüzsüz ve süreğen, temizlenmiş şeride ani geçişlere mahal vermeyen biçimde olmalıdır.

Kürme ekipmanlarının hızı düzenlenmeli, özellikle köprülu kavşaklarda alttan geçen taşıtların ve bölünmüş yollarda karşıdan gelen taşıtların seyrini aksatmayacak şekilde kürme yapıp, kürünen kar külesinin kavşaktaki köprü korkuluğundan aşağıya ve bölünmüş yol şeridine bitişik, aradaki orta hendeği aşp, diğer tarafa sıçramasına özen gösterilmelidir.

Bütün şeritler şartlar elverdiğince çabuk temizlenmelidir. Temizlik işi dolayısıyla sürekli devam etmeli, çünkü küçük bir ara karın birikmesine yol açabilir ve bunda temizlenmesi uzun zaman alabilir. Pekleşmiş karın üzerinden rüzgarın esmesiyle üst tabakada ince bir buz tabakası oluşacak ve tabakanın temizliği ise özellikle daha da zorlaşacaktır.

Yol yüzeyinin, yol kenarı elemanlarının ve yoldaki kedi gözlerinin hasar görmesinden kaçınılmalıdır. Yol çalışmalarında, trafik işaret ve levhalarına zarar verilmemelidir. Korkuluklara ve beton bariyerlere bitişik şekilde kar külelerinin kürünerek yığılmasından kaçınılmalıdır.

9.2.4 Kar Püskürtme İşi

Şiddetli kar yağışı, fırtına ve kürüme işleri yolda ve banketlerde kar kütleleri birikmesine yol açar. Kar püskürtücüleri, rotatifler kar bloklarının temizlenmesinde ve banket ve yoldaki birikintilerin emniyetli biçimde püskürtülüp, yol kıyasına (veya muhtemelen genişçe bir orta hendeğe) atılmasında uygundur.

9.3 Buz Kontrol İşi

9.3.1 Buz Kontrol İşinin Amacı

Kış sezonu yol bakımı programında buz kontrol işinin amacı; yol güvenliğinin sağlanmasıdır ki, bu da, kaygan ve tehlikeli kış şartlarının bertaraf edilmesi ve hafin hava koşulları altında trafik akışını, kesintisiz ve mümkün mertebe daim kılmaktır.

Buz kontrol işinin amacı kayma sürtünme katsayısını artırmaktır.

9.3.2 Tedbirler Etkileri

Buzla mücadelede en çok başvurulan yöntem tuz ve buz ve karın erimesini sağlayan diğer kimyasalların tatbik edilmesidir. Daha detaylı konuşmak gerekirse donma noktasının düşürülmesidir. Tuz ve diğer kimyasallara tatbiki aşağıdaki etkileri doğurur. Bunlar:

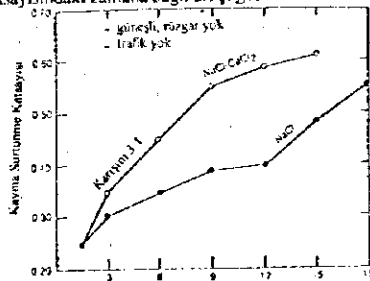
Yol yüzeyindeki suyun donmasını önleyici "anti buzlanma"

Yol yüzeyindeki karın taşıtlar tarafından ezilip, kar parçacıkları, yol ve yoldaki kar arasındaki bağı zayıflatarak pekleşmeyi önleyici "anti pekleşme"

Yol yüzeyindeki buzun erimesini sağlayan buz çözücü

Yol yüzeyindeki taşıtlar tarafından ezilip pekleşmiş karın, kar parçacıkları, yol ve yoldaki kar arasındaki bağı zayıflatarak yumuşamasını sağlayan "pikleşme çözücü"

Şekil 9.3.1, başlangıçta 0.6cm kalınlığında pekleşmiş kar tabakası kaplı ve sodyum klorür ve 3:1 oranında sodyum klorür + kalsiyum klorür karışımı tatbik edildikten sonra, kayma sürtünme katsayısındaki zamana bağlı artışı gösterir.



-11°C'de 0.64 pekleşmiş kar/a kaplı 1.61km uzunluğundaki yol üzerinde 12kg ağırlığında tuz etkisizliğinden sonra geçen zaman (dakika)

Şekil 9.3.1 Yol Yüzeyinin Kaymaya Dayalı Sürtünme Katsayısındaki Zamana Bağlı Artış

Katsayının artışı, eriyen kar miktarının artmasındandır ve sonuç olarak çekme gücü de artacaktır.

Diğer bir tedbir ise aşındırıcıların tatbik edilmesidir ki bu da, yol sağı ile tekerlekler arasındaki kayma sürtünme katsayısını artıran maddelerdir. Bu uygulama, kaygan yol yüzeyinde işleyen tekerleklerin çekiş gücündeki Fiziksel etkinin iyileşmesini doğuracaktır.

Çekiş gücü arttıkça bir taşıın durma mesafesi azalır. Tablo 9.3.1'de, herhangi bir yüzeye kum tatbik edildiği veya tuz tatbikiyle buzlu veya karlı yüzey, ıslak yüzey elde etmek için enilebildiğindeki durma mesafelerindeki düşme gösterilmiştir.

Tablo 9.3.1 Kum ve Tuz Tatbikinin Durma Mesafesi Üzerindeki Etkisi

Yol Vaziyeti	Durma Mesafesi (m)	%
Buzlanmış Yol -1°C'de	143	100
Kum Tatbik Edilmiş Yüzey -1°C'de	55	38
Tuz Tatbikinden Sonra Çıplak ıslak Yüzey	20	14

Tuz ve aşındırıcı karışımı da, buz çözülmeye dair kombine etki ve kaygan zeminde tekerleklerin fiziksel çekiş gücünü artıracakları umuduyla oldukça yaygın kullanılmaktadır.

9.3.3 Temel Çalışma Yöntemi

Anti buzlanma ve anti pekleşme, buz çözücü ve pekleşme çözücülere kıyasla daha az serpmeye oranına (alana düşen kimyasal madde miktarı olarak) sahiptir. Daha etkili olmaları için kimyasal maddeler buzlanmadan önce veya kar yağmaya başladıktan sonra fakat, karın oturmasına mahal vermeden önce serpilmelidir. Bu durumların sezilmesi ve ona göre tepki verilmesi, yerel hava şartları hakkında tecrübe ve bilgiye, iyi hava tahminine ve yolun elan vaziyetine (ıslak veya kuru; bir önceki uygulama kafi mi?) bağlıdır. KGM'nin yakın zaman dahilinde hava tahmin hizmetlerini etkin biçimde kullanması önerilir.

Aksi takdirde yapılan uygulamanın başarısı çokluk, muameleye başlanmalı mı yoksa başlanmamalı mı kararını verenlere bağlı olacaktır. İyi hava tahmini temel konu fakat, yerel topografik özellikler veya diğer faktörler bir karara varılırken gözönünde bulundurulmalıdır. Ancak, bu tip yerelbilgilerin elde edilmesi uzun zaman alacağından daimi personelin önemi büyüktür. Karar birçok faktöre bağlı olacaktır ama, yol yüzeyi sıcaklığının +1°C'nin altına düşeceği tahmin edilmişse aşağıdaki şartlar gelişmediği sürece ihtiyati muameleler normal olarak yerine getirilmelidir. Bu şartlar şunlardır:

Yolda hiç nem yok veya olacağı da tahmin edilmiyor, veya,

Beklenen şartlarla başa çıkabilecek kadar kafi miktarda kimyasal madde yol yüzeyinde mevcut ise...

Yol muayeneleri artakalan muamele seviyelerini ve yol yüzeyi hakkındaki diğer bilgileri teyit etmelidir.

Yoldaki köprüleri de içeren yüksek kesimler ve alçak zeminde bulunan veya rüzgarın taşıdığı soğuk havaya maruz topografya kanalları dona karşı daha meyillidirler ve daha çok itina ve titizlik gerektirebilirler.

Yolun ihtiyati muameleye tabi tutulmasında yapılacak serpmenin oranı, aşağıdaki teferruatlar haricinde, tuz için 10 – 20gr/m² olmalıdır. Bu teferruatlar şunlardır:

Yağıştan sonra donma bekleniyorsa, beklenen sıcaklığa ve mevcut nem oranı miktarına göre 20 – 40gr/m² tuz serpilmelidir. Donma şartları yağışla uyumadığı sürece, serpme mümkün meritebe teyit edilmeli, böylelikle tuzun akıp gitmesi önlenerek zıyan edilmesinden kaçınılmalıdır.

Eğer sürekli kar yağışı tahmin edilmişse, tuzun tatbik oranı, karın tahmini yağış şiddetine göre 20- 40gr/m² olmalıdır. Kar tanelerinin yol yüzeyine yapışmaya başlamadan önce muamelelerin yeterli biçimde tamamlanmış olması, düşen ilk kar tanelerinin eriyip, yağacak müteakip karın altında ıslak bir yüzey yaratarak, kar küreme işini çok daha kolaylaştırır.

9.3.4 Oturmuş Kar ve Buz Mücadelesi

Buzlanma oluşmuşsa, hızlı bir biçimde erimeyi garanti altına almak için, elan hava sıcaklığına ve buzun miktarına dayalı olarak, buzlanma çözücü tuzun serpilme oranı 40gr/m²'ye kadar ayarlanmalıdır. Orta refüj ve kenarlardan, akansı akını olduğu bilinen yerlerde özel ihtimam üzerinde durulmalıdır. Yolun kendisinin kuru olmasına rağmen kar birikintisi eriyebilir ve yol yüzeyine akıp, tekrar donabilir.

Kalınlığı 30mm'yi aşan kar birikintisiyle en iyi mücadele kürümedir. Bıçağın her geçişinden sonra, m²'ye 20gr tuz serpilip, satıhta geriye kalan karın pekleşmemesi sağlanmalı, trafik vastasıyla ve müteakip kürümeyle dışarı atılması kolaylaştırılmalıdır.

Hava sıcaklığını gözlemlenmenin önemi unutulmamalı ve hava sıcaklığı düştüğünde, serpme oranı, gerekiyorsa 40gr/m²'ye çıkarılmalıdır. Taşlara monte edilmiş termometreler aldatılabilir. Yol kenarına yerleştirilmiş hazır buz sensörleri veya açık arazilere yerleştirilmiş termometreler böylesi kararların verilmesinde büyük yardımcı etkiye sahiptirler.

Mevzi kar birikmelerinin oluştuğu hafif kar yağışlı havalarda, trafik etkisiyle dağıtılmamış karın kürenmesi gerekebilir. Bu durum 2. şeridin mecburiyet karşısında kullanılması sonucunda veya gece, trafiğin hafif olduğu zamanlarda olabilir.

Karın sürekli yağdığı durumlarda, birikmeyi önlemek için kürüme işlemi de devamlı olmalı ve eşzamanlı 20 – 40gr/m² oranında tuz serpme işlemiyle desteklenmelidir.

Eğer kar kalınlığı 120 mm'ye ulaşmışsa, birikmeyle mücadele ediliyorsa veya eğimli zeminlerde çalışılıyorsa, muamelelerin ağırlığı taşın çekme gücünü artıracığından, serpme yapılmadan kürümenin yapılması daha iyi olabilir. Durum kontrol altına alınır alınmaz, serpmeye yeniden başlanmalıdır. Kar püskürtücüsü kullanımı da derinliği artmış kar mücadelesinde düşünülebilir.

Karın biriktiği yerlerde kürüme veya püskürtme işlemi uygulanması pratik değildir. Buzlanmayı çözücü kimyasalların birbiri ardısıra tatbiki fazla birikmeleri önleyecektir fakat, bu tip bir muameleye gidilmesi, trafiğe uygun satih şartlarının temin edilmesinde etkili olmayacağı için birikme olmadıkça sürece tavsiye edilmez. Bu durumda, rotatif kullanılması ve püskürtülen kar külesinin rotabfe refakat eden bir kamyonun içine yönlendirilmesi suretiyle ve bunu müteakiben mümkün olduğu kadar seri biçimde m²'ye 20gr tuz serpilmesi işlemi

düşünülmelidir. Pekleşmiş kar ve buzlanma oluşumu, diğer tavsiyelere uyulduğu takdirde fazla sıklıkta görülmeyecektir. Şayet buzlanma ve pekleşme olur ve 20mm'den daha kalın doğulsa ve hava sıcaklığı eksi 5°C'nin üstündeyse, mücadele 20 - 40gr/m² oranında tuzun birbiri arkasına tabikiyle olacaktır.

Pekleşme çözücü ve buzlanma çözücü kimyasal maddelerinin kullanımında, bu maddeler denk yayılmamış ve kaygan yüzeyler yaratacağından çok dikkatli olunmalıdır. Yüzeyde herhangi bir kayganlık tehlikesi gelişmişse, o zaman aşındırıcı kullanımına gidilmelidir.

Başlangıçta izlenen muamele tekniğine; aşındırıcıların kar/buz mücadelesine katkıda bulunmayacağı ve erime olan kesimlerde ızgara ve drenlerde tıkanmaya sebep olması ihtimalinden dolayı, en kısa zamanda geri dönülmelidir. Aşındırıcılar, yapıdaki drenlerin tıkanma riski olan yerlerde kullanılmamalıdır.

9.3.5 Devamlı Alçak Sıcaklıklarda Uygulama

Eksi 5^o'nin altında her sıcaklık derecesi eşdeğer erime etkisinin muhafazasının devamı için 14g/m² tuz ilavesi gerektirir. Trafik yoğunluğunun makul seviyelerde olduğu yerlerde devamlı alçak sıcaklık eksi 10^o'nin altına düşüncüye dek tuz miktarının az da olsa artırılması gerekmez. Şayet, devamlı alçak sıcaklık eksi 10^o'nin altına düşerse, etkili olduğu kanıtlanmış olan bir metod; tuza, 4'e 1 oranında kalsiyum klorür karıştırılmasıdır. Kalsiyum klorür pahalı olup, kolayca nem kaplığı için depolanması zor bir kimyasal maddedir.

9.3.6 Serpme Oranı Özeti

Yukarıda açıklanmış bütün tuzların serpme oranları Tablo 9.3.2'de açıklanmıştır.

Tablo 9.3.2 Otormuş Kar/Boza Ait Esaslı Muamele

Yol Sathı Yazıyıcı	Muamele		
	Etkisi	Tuz Serpilmesi	Körüme
Islak	Anti Buzlanma	10 - 20gr/m ²	Olanaksız
Devamlı Kar Yağış Tabmisi	Anti Pekleşme	20 - 40gr/m ²	Olanaksız
Buzlanma Var	Anti Buzlanma	Süratli Erime İçin 20 - 40gr/m ²	Olanaksız
İlimli Kar	Anti Pekleşme	Kürümeyi Müteakiben 20gr/m ² , Sıcaklık Değişiyorsa 40gr/m ²	Gerekli (Kalınlık 30mm'yi aşmalı)
Uzun Zaman Devamlı Kar Yağış	Anti Pekleşme	Kürümeyi Müteakiben 20gr/m ²	Devamlı (çekiş gücünü artırmak gerekliyse serpme yapmadan)
İyice Pekleşmiş Kar/Buz	Pekken Yumuşanmış Kar/Buz	Ardışık Muamele	Olanaksız 20 - 40gr/m ² (gerekirse Aşındırıcıyla Desteklenebilir)

9.3.7 Serpme Teknikleri

Bu amaca yönelik hazırlanmış kış sezonu bakım araç ve gereçleri, iş gücü maliyetinde önemli ölçüde büyük bir tasarruf sağlar. Özellikle de, şoför mahalinden kontrol edilebilen sistemlerin kullanılması ihtiyacı muamele sırasında ikinci bir insan ihtiyacını ortadan kaldırır.

Sürücü ve sürücü yardımcısının beraber kullanımı, kürme işlemiyle ve diğer tehlikeli durumlara (ihtiyati veya acil muamelelerin, özellikle yerleşim birimlerinden uzak, manevralardan kaçınmanın zor olduğu veya görüşün zayıf olduğu durumlarda) sınırlı kılınmalıdır. Siloların temin edildiği depolarda sürücülerin kendisi yükleme işini tek başlarına yapabileceklerdir.

Etkili olması kabilinden, tuz her tarafa adit olarak serilmeli ve oranlar hakim ya da beklenen şartlara uygun olmalıdır. Serpme genişliklerinin ne çok geniş ne de çok dar olmamasına dikkat edilmelidir. Serpe işi otomatik makinelerle yapılmalı ve kontroller kalibre edilip, 40gr/m²'ye kadar olmak üzere, belirli serpme oranları için çentikler şeklinde işaretler konulmalıdır. Daha yüksek serpme oranları gereksiz, israfa yönelik ve çevreye karşı zararlıdır ve böylesi bir uygulamadan kaçınılmalıdır.

Yandan esen rüzgar, tuz serpme mesafesini etkileyebilir, böylesi bir durumun telafisine dair, normal olarak rüzgara cephe almış üst şerit, serpme işlemi için seçilir. Rüzgarın istisnai olarak kuvvetli esmesi halinde, ikinci bir defa daha, serpicinin rüzgara asimetric olarak gelecek şekilde düzenlenip serpme işleminin gerçekleştirilmesi gerekebilir.

Trafik şartlarına ve kış sezonu bakım muamelelerine tam doğru itinanın gösterilmesi gereklidir. İhtiyati tuzlamanın, mümkün olan yerlerde, trafik aksaklığının asgariye indirilmesi ve tuzun usturuflu yayılmasının amaç olduğu zamanlarda, muamelelerin etkisine zarar vermeden, trafiğin serbest olduğu vakitlerde yapılması gereklidir. Şayet trafik yoğun ve ihtiyati muamele kaçınılmaz ise, Polis Desteği istenmeli veya tuzun usturuflu yayılması için, serpme işleminin iki geçişte yapılması gereklidir.

Yol çalışmalarında, daha çok yolculuk yapılan yolların bulunduğu bölgelere ilaveten mutemelen trafiğe açılacağı düşünülen bölgelerin de muameleye tabi tutulmasına dikkat edilmelidir. Koni ve silindireler gibi trafik işaretleme ekipmanları tuzun yayılmasını aksaklığa uğratabilirler, zıt akış sistemleri heriki yönde de uygulanmalıdır.

9.3.8 Güzergah Konusu

Taşıtların işleme güzergahları ne kadar iyi planlansa da, israf kabilinden ölü mesafa katedilmesi yol ağlarının karmaşıklıklarından ve depo mevkiilerinden ötürü kaçınılmaz durumdadır. Ölü mesafe asgariye tutulmalı fakat bu arada da, gerekli muamelelerin yapılmasında lüzumlu zamanın ayrılması her zaman öncelikli tutulmalıdır.

Esaslı yol çalışmalarının kış sezonu bakım çalışmalarını etkileyebileceği zamanlarda çalışma bölgesine ulaşmak için kullanılacak güzergah tekrar gözden geçirilmeli ve zaman faktörü birinci planda muhafaza edilmelidir.

9.4 Kar Birikintisi Kontrol Etmenleri

9.4.1 Kar Birikmesinin Temel İlkeleri

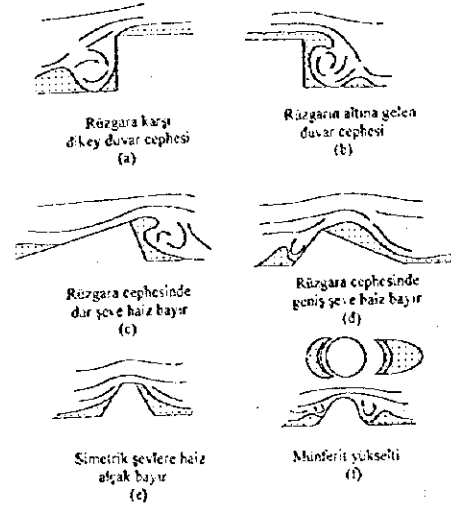
Kar birikintisi oluşumunu etkileyen 3 çeşit ana unsur vardır. Bunlar:

- Kar yağışı miktarı
- Rüzgarın hızı ve yönü
- Rüzgarın sürüklediği kara gittiği arazi (engeleler, kar siperi, çalı vs. dahil)

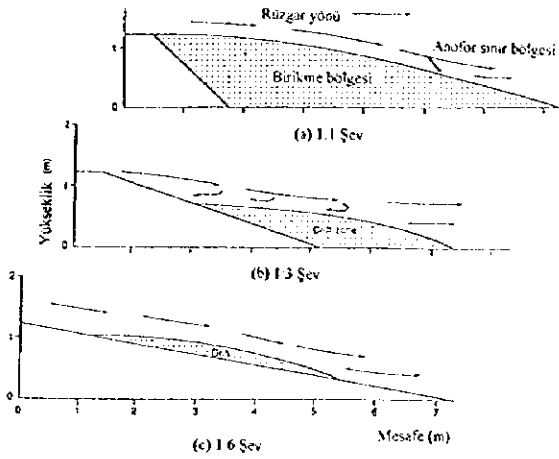
Her unsur aşırı değişken olduğu için, birkaç yıl boyunca yapılan arazi gözlemlerinin yardımı olmadan sözkonusu arazide birikinti miktarını tahmin etmek zordur.

Karın fiziksel özellikleri, özellikle de yüzey kohezyon özellikleri birikinti oluşma kolaylığını belirler. Erime bunu takiben yüzeyin tekrar buzlanması, münferit kar tanelerinin sıkı sıkı yapışacakları sert bir kabuk meydana getirir. Rüzgarın kendisi zaten bir sıkıştırma mekanizması gibi işleyip, birkaç saat sonra taze, gevşek karın birikmesine sebep olacak, hızı karşı dirençli bir yüzey oluşturur. Buda birikintinin ya kar yağarken ya da yağdığı ilk gün, veya hemen yağışın son bulmasını müteakiben olduğu anlamına gelmektedir. Bir kere kar birikintisi haline geldimi eriyinceye kadar ortada kalmaya meyillidir.

Kar birikmesi siperlerin şekline, sayılarına ve rüzgarın hızı ve yönüne bağlıdır. Şekil 9.4.1'de sunulan genel örnekler, doğada nelerin beklenebileceğini göstermeye dair en yakın rehberlerdir. Dolgu çevrinin birikmeye etkisi Şekil 9.4.2'de açıkça gösterilmiştir.



Şekil 9.4.1 Tipik Bazı Eğellerin Sebep Olduğu Kar Birikmesi



Şekil 9.4.2 Doğru Şevinin Kar Birikmesine Etkisi

9.4.2 Kar Birikmesine Dair Kontrol Elemanları Tipleri

Şu anda yaygın biçimde mevcut olan kar birikmesi kontrol sübüteleri aşağıda olduğu gibidir. Bunlar:

- Canlı Siperler
- Kar Siperleri
- Kar Tüneli

9.4.3 Canlı Kar Siperleri

Canlı kar siperi olarak ağaç dikmenin amacı, karın koruma altına alınacak yere (yola) ulaşmadan engellenmesidir. Funda türü bahçe kenarı çevirme bodur bitkileri ve ağaç sıraları etkili ve çevre güzelliğine katkıda bulunan koruma metodlarıdır.

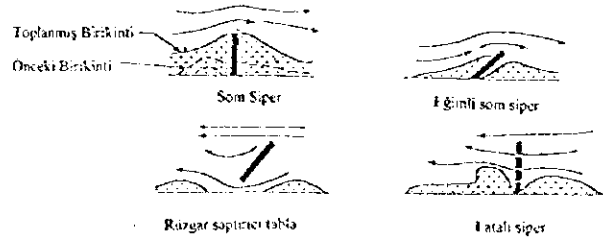
Kullanılan türler, bodur büyüyen, zeminde yoğunlaşan, donmaya karşı dirençli ve geniş bir toprak ve iklim aralığına sahip olan türler olmalıdır. Kış aylarının sonuna kadar fundalar derin bir kar örtüsüyle kaplanacağı için ağaçlar ve fidanlar geriye kalan yükün ağırlığını taşıyabilecek göçte olmalıdırlar.

Ağaç ve funda kullanımının ana dezavantajı, bu bitkilerin büyümesi için birkaç yıla ihtiyaçları olması ve bir kere dikilince, başlangıçtaki arazi seçiminde ve oryantasyonunda yapılmış olabilecek herhangi bir hatayı düzeltme imkanının bulunmaması, bu bitkilerin yerlerinden kolayca hareket ettirilemeyeceğidir. Fundaların boyunun 2.5m'yi aşmaması gerek yoktur.

9.4.4 Kar Siperleri

Kar birikmesi kontrolünde en yaygın metod kar siperleriyle olmaktadır. Rüzgarın kar taşıyabilme kapasitesi yaklaşık olarak hızının küpüyle orantılı olduğundan, küçük hız düşüşleri dahi karın istenen yerde birikmesinde çok büyük ölçüde artış doğuracaktır. Kar siperi karın hızını düşürmek dolayısıyla karın istenen yerde birikmesi için dizayn edilmiştir. Normal olarak birikmenin olduğu yerler ilk birkaç yılki gözlemlerden elde edilen tecrübeler vasıtasıyla veya yeni kar siperler tesis edilmesi durumunda bilinmektedir. Bu bilgiler olmaksızın bir kar siperinin etkinliği belirsiz kalacaktır. Siperler, korunacak bölgenin rüzgar esen yukarı kesimine döşenip, kar önünde ve arkasında biriksin diye, kar taşıyan rüzgara dik olarak yerleştirilir.

Şekil 9.4.3'te değişik tipte kar siperi ve kar birikmelerinin suretleri verilmiştir. Eğimli tip siperler, etkin yüksekliği azaltıkları için nadiren kullanılırlar.



Şekil 9.4.3 Değişik Tipte Siperlerde Kar Birikmesi (Rückhler, 1945)

Ekonomik olmaları, elde edilebilirlikleri ve yer kısıtlamaları siperde kullanılacak malzemenin belirlenmesinde ve siperlerin düzenlenmesinde belirleyici faktörlerdir. Latalar dikine yerleştirilerek imal edilmiş siperler çok yaygın olanlardır. Som siper ya da duvar, rüzgaraltı tarafında, rüzgar üstü tarafındakinden daha alçak kar toplanacağı için, bu tip siperler yer kısıtlaması olan yerlerde daha uygundur. Som siperlerin ana dezavantajları, yüksek malzeme maliyetleri ve sağlam bir temel yapısına ihtiyaç duyulmasıdır.

Seçim işleminde başlıca önem teşkil eden faktörler, muhtemel kar yağış kalınlığı ve kar yağışına endekslenmiş birikme miktarıdır. Birikmenin olduğu şartlar gözlemlenmelidir. Şayet kar sığ olduğunda birikme oluyorsa, gerekli siper yüksekliği, şiddetli kar yağışı sırasında ve sonrasında oluşan birikme için gereken siper yüksekliğinden çok daha az olacaktır. Hafif ve ılımlı kar yağışı olan bölgelerde siper yüksekliğinin 1.2m ile 1.8m arasında olması umumiyetle kafidir. Hatta şiddetli kar yağışı olan yerlerde, nispeten alçak, iki paralel sıradan oluşan, ucuz ve fatalardan yapılmış siperler, daha yüksek ve tek sıradan oluşan, tesis maliyeti pahalı siperlerden daha ekonomik olacaktır.

Siperin tabanı zemin seviyesinin üstünde olmalıdır. Zemindeki herhangi bir boşluk, kar esintisinin en azından, siper dibine ulaşıp, yatışmasını veya boğulmasını engelleyerek

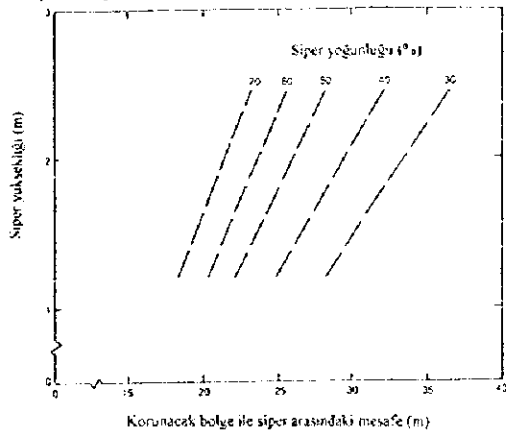
hemencecik siperin önünde ve arkasında girdaplar oluşturacaktır, boşluk aynı zamanda siperin nemi dolaylı çürüme potansiyelini de azaltır. Boşluğun boyutları siper tipine göre ve kar miktarına göre değişecektir. Bazı uzmanlar, siper yüksekliğinin 1/7'si kadar bir boşluk yani, 1.2m yüksekliğindeki bir siper için 17cm'lik bir boşluk bırakılmasını tavsiye etmektedirler.

Yoğunluk oranı (tüm bölge ile siperler yerleştirilen alan arasındaki oran) ne kadar küçükse birikinti o kadar uzun ve sık olacaktır. Açık siperin azami toplama kapasitesi %40 veya 60 arası bir yoğunluk oranında gelişir. Açık siperlerde, biriken kar hacminin belirlenmesinde en önemli faktör, yoğunluktur. Arazide ve kar tünellerinde yapılmış testler, lataların düzenlenmesinin (dikine veya boyuna, birazcık eğik) veya malzemenin (ahşap, metal ve diğerleri) önemli olmadığını göstermiştir.

Siperlerin, korunacak bölgeden veya cisimden optimum uzaklığı rüzgar ve kar vaziyetine göre değişecektir. Pratikte, daha iyi bilgi elde mevcut değilse açık siperler rüzgara karşı, korunacak cisimden, yüksekliklerinin 15 - 20 katı uzağa yerleştirilmelidirler.

Şekil 9.4.4 siper yoğunluğu ile korunacak bölge arasındaki ilişkiyi; 2m yüksekliğindeki ve %50 yoğunluktaki bir siper, koruyacağı bölgenin 26m uzağına yerleştirilmesi gerektiğini gösterir. Pratik olarak, siperlerin araziye döşenmelerinde, arazi mülkiyetliği veya inşaat mevkileri gibi faktörler de belirleyici etken durumundadırlar.

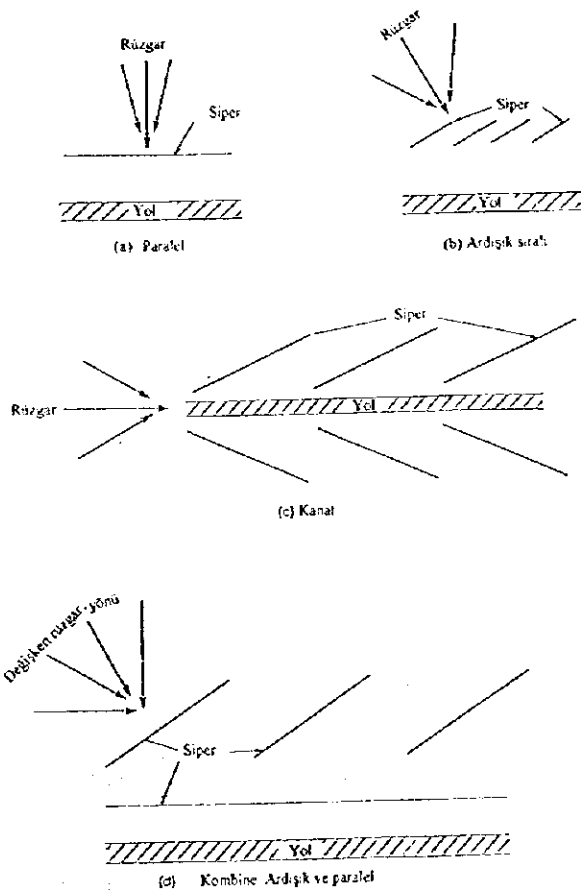
Som siperin arkasında meydana gelmiş birikintinin uzunluğu, siper yüksekliğinin 10 katı kadar olacağından bu mesafeye siper ile yol arasında da muhafaza edilmelidir. Som siperin korunacak yolun genişliğinden daha uzun olduğu ve yola, yüksekliğinin 5 katından daha yakın olduğu zaman, yol ile siper arasında şiddetli anaför oluşumuna sebep olur böylece, genellikle bu kısım kardan arınmış kalır. Ancak, bu boşluk, rüzgar yönü dik olmak yerine meyilli, eğik olsaydı, kolaylıkla doldurulabilirdi.



Şekil 9.4.4 Siperle Koruma Bölgesi Arasındaki Mesafe ile Siper Yüksekliği ve Yoğunluğu Arasındaki İlişki

Genel bir kural olarak, şayet rüzgarın getirdiği kar birden çok yönden geliyorsa ki, genelde böyle olur, birkaç koruyucu siper yerleştirilmesi zorunlu olabilir. Büyük miktarlarda kar birikmesinin beklenebileceği bölgelerde, kar siperleri ardışık diziler halinde, tercihen yüksekliklerinin 10 katı civarında birbirini arkasına yerleştirilerek döşenirler. Bazı siper dizisi düzenlemeleri Şekil 9.4.5'te verilmiştir. Seçilecek düzenleme şekli, hakim rüzgar yönüne ya da rüzgar yönünde gelişebilecek muhtemel değişimlere bağlıdır. Mevcut alan, zemin vaziyeti ve kar kalınlığı gibi faktörlerde hesaba katılmalıdır. İlk düzenleme nadiren tatminkar sonuçlar verir ve birikintilerin şekline dair arazi gözlemleri, siperlerin döşenmesi için en uygun yerin seçilmesinde gerekli olacak meshumdur.

Yüksek siperler karın engellemesinde alçak siperlerden daha etkilidir. Siperin arkasındaki rüzgarın hızındaki düşme, siperin boyuyla orantılı olarak artar. Esip gelen karın çoğu, kar yüzeyine veya zemine bitişik sığ bir tabakaya düştüğünden, kar hızının bu tabaka üstünde azalması, siperin, daha yüksek yerlerde itave kar taneleri yaklamaktan çok, kar tanelerini alçaktaki bu tabaka üzerinde tutmaktan sorumludur.



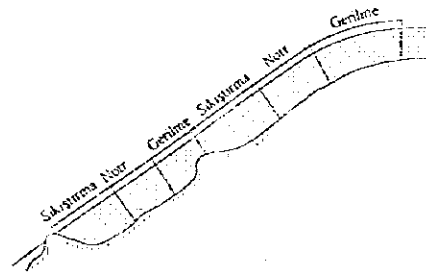
Şekil 9.4.5 Kar Siperlerinde Temel Düzenlemeler

9.5 Çiğ Kontrol Etmenleri

9.5.1 Çiğ Düşmelerinde Temel Esaslar

Karın, kendi ağırlığı altında kendiliğinden erimesi, oturma, emekleme ve sürünmeyle sonuçlanır. İlave gerilme ve sıkıştırma basınçları, kayalar, ağaçlar ve arazinin düz kesimleri gibi tespit noktalarında ortaya çıkar. Kusurlar, baskının bir noktada mukavemeti aşmasıyla başlar. Kar pekliliğindeki basınç, ilave kar yağışıyla veya kar birikmesiyle artar fakat, mukavemetteki düşme, çokluk sıcaklığın artması sonucu vuku bulur. Kar bir kere bir noktada zayıflayınca, bu durum, geniş bir alana yayılmak üzere, bir kopmaya, kırılmaya sebep olur.

Bir çevre boyunca emekleme hızındaki değişme, Şekil 9.5.1'de gösterildiği gibi karda, farklı gerilme ve sıkıştırma basınçları doğurur. Basınç alanlarının yüksek olduğu yerleri tanımlamak önemlidir, çünkü kar, bu gibi yüksek basınç alanlarına maruz yerlerde kırılıp, çığ oluşur.



Şekil 9.5.1 Emekleme ve Sürünme Deformasyonu Durumunda Gelişmiş Basınç Dağılımı

Kopmuş kar kütleleri, dik çevre hızını artırır ve gevşek araziye ve karın nazik dengesini bozarak aşağıya doğru hareket eder. Sonradan çalkantılı, türbülant olan ve malzemeyi toz haline getiren hareketin başlangıç aşamasında karda, sürüklenme ve yuvarlanma hareketi vardır.

Şayet kar kuru ise, ince tanelikler hava ile karışıp, toz halinde kar kepeği oluşturur. Yeri takip eden çığ bileşenine "akışkan çığ", çalkantılı, türbülant hava hareketiyle taşınan karada "kepek çığı" denir. Sıklıkla henki form da olur. Arazi topografyasındaki bir düşme, bütün karın, hava ile karışıp, halis bir kepek çığı oluşmasını doğurur.

Dik bir çevre, çığ yüksek hıza erişebilir ve çığın üzerinde bulunan engellere karşı müthiş bir basınç açığa çıkarır, yani, tahrip edici bir durum alır. Arazinin eğimi azaldıkça, çığda yavaşlar ve nihayet durur.

Çığ çığır, kar kütesinin hareket ettiği özel bir mahaldir. Çığ çığır; karın kopup geldiği başlangıç bölgesi; şev eteğinde, karın yavaşlayıp, durduğu tükenme bölgesi ve başlangıç bölgesini tükenme bölgesine bağlayan gelişme yolu olarak 3'e bölünür. Gelişme yolunda, kar kütesi miktardan bey aşağı on yukarı sabit kalırken, çığır hızı; artabilir, sabit kalabilir veya azalabilir. Genellikle bu aşamalar arasında bariz bir ayırım yoktur.

Çığın başlaması ve hareketine devam edebilmesi için asgari 25° civarı eğim gereklidir. Gelişme yolu, şev açısının asgari sınırını altına düştüğü yerlerde başlar ve arazideki bir kırılmayla tanınır.

9.5.2 Çığ Kontrol Tedbirleri

Özel bir çığ koruma tedbirinin seçimi, gerekli koruma seviyesine, araziye, bölgede hakim çığ özelliklerine ve maliyete bağlıdır. Çığ kontrol tedbirleri, çığın başlamasında veya cerayanında etkili olup, aşağıda gösterilen iki kategoriye bölünebilirler. Bunlar:

- Arazinin Modifikasyonu
- Kar Pekliğinin Modifikasyonu ve Stabilizasyonu

Çığ tehlikesini ve hasarını tamamiyle elimine edebilecek çığ tedbirlerinin uygulanması elverişsiz olup, ekonomik değildir. Daha yaygın bir uygulama, tehlikeyi bir dereceye kadar azaltan tedbirlerin tercih edilmesidir.

9.5.3 Arazinin Modifikasyonu

Çığ Kontrolü ve koruma işlemlerindeki arazi modifikasyonları, çığın azadını önlemeyi veya kayan karın, korunacak elemanların olduğu yerden saptırılmasını amaç edinmiş yapıları ve toprak işlemlerini kapsar.

9.5.4 Destek Yapıları

Çığ başlama bölgesinde destek yapıları veya istinat bariyerleri kullanılır. Bunların fonksiyonları aşağıda verilmiştir. Bu fonksiyonlar:

- Kar örtüsüne dış destek sağlayarak karın iç basıncını azaltmak
- Kar örtüsünde devamsızlık yaratıp, bir kırılma sonucu oluşacak çığın şiddetini sınırlamak
- Küçük çığ oluşumlarını, yeterli momentum kazanıp, büyük çaplı hasarlara sebep olmadan durdurmak.

Destek yapıları, yamaç terasları, direkler ve taş duvarlardır. Son zamanlarda, yapılarda ahşap malzemeden, çelikten, betondan ve bu malzemelerin değişik kombinasyonlarından yapılmaktadır. Destek yapıları kendi devasa fiziksel boyutlarından ötürü pahalıdır. Yükseklikleri en azından, en derin karın yüksekliği kadar, genellikle 3 veya 5m, emekleyen kar kütesinin doğurduğu kuvvete dayanacak dirayette ve başlangıç bölgesinin tüm uzunluğunu ve genişliğini kaplayacak şekilde olmalıdır. Yüksek maliyetlerinden dolayı, destek yapıları sadece meskun mahallerin korunmasında veya başlangıç bölgesinin küçük boyutlu olduğu arazilerde yapılmalıdır.

Geçici, düşük maliyetli ahşap yapılar, onarılabilirlik arazelerinde, fidanların kar emeklemesinden ve çığdan korunması için sıkça başvurulan bir yöntemdir. Bu geçici yapılar ayırıcı ve çürütür. Ancak, bu yapılar fidanların yeteri kadar büyüyüp, onlar ta ki doğal bir çığ koruması teşekkülü halini almaya kadar yeterli olup, dayanabileceklerdir.

9.5.5 Kar Siperleri ve Rüzgar Şaşırtıcı Levhalar

Toplayıcı siperler ve şaşırtıcı levhalar, daha sonra çığ oluşumuna katkıda bulunacak olan, biriken karı kontrol ederler. Bu yapıların çığı azalttığı, ama elimine etmediği ispat edilmiştir. Genellikle destek yapılarıyla kombinasyon içinde, çığ tehlikesi ve kar güllesi kontrolünde kullanılırlar. Kar gülleleri, kırılıp, yol yüzeyine doğru yuvarlandıklarında tehlikeli olurlar, bazen, çığa sebep olabilirler. Genellikle 4 – 6m yüksekliğinde olan ve bayırların rüzgarüstü tarafına yerleştirilen toplayıcı siperlerin fonksiyonu, rüzgar hızını azaltmak ve rüzgara kapılıp gelen karı tutulmasıdır. Bunun tersine rüzgar şaşırtıcı levhalar, ya dikey yerleştirilmiş 4m yüksekliğinde 2m genişliğinde duvarlar şeklinde ya da 4m uzunluğunda eğimli plakalardan yapılmış jet çatılar (üflelemeli siperler)dir.

9.5.6 Saptırıcılar

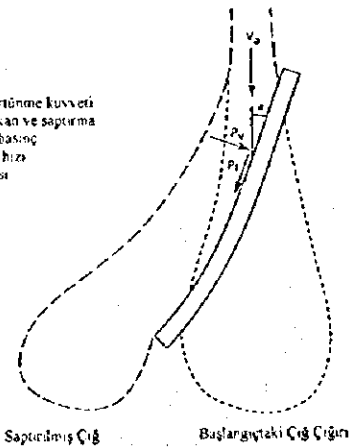
Saptırıcı yapılar, çığ gelişme yolunda ve tükeme bölgesinde koruyucu düzenekler olarak kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan başlıca 3 çeşit saptırıcı tipi vardır. Bunlar:

- Sedde ve duvarlar
- Ayırma kanalları
- Galeriler (Dehizler)

Saptırma barajları veya duvarları çığı kesip, Şekil 9.5.2'de gösterildiği gibi akışı, zarar vermeyeceği bir yere yönlendirir.

Saptırma Duvarının İşleyişi

- P_1 = Duvara paralel olan sürtünme kuvveti
- P_2 = Çığ etkisiyle ortaya çıkan ve saptırma duvarına normal olan basınç
- V_1 = Ortalama çığ 'dizajın' hızı
- α = Çığın duvara geliş açısı



Şekil 9.5.2 Saptırma Duvarının Çalışması

Rehber barajlar ve duvarlar çığ yönüne paralel olarak, çığı dar bir kanala hapsetmek için tesis edilirler, sıklıkla dehlizlerle beraber, kombinasyon içinde kullanılırlar. Çoğu, toprak yığın şeklinde tesis edilmekle beraber aynı zamanda beton ya da çelik duvar, gabyon duvar ve kafes de olabilirler.

Sedde ve duvarlar sadece akışkan çığa karşı etkili olup, kepek çığını kontrol edemezler. Çığ kontrolüne dair saptırma seddeleri, esas itibarıyla çığın zararsızca saptırılabilceği kadar geniş alana sahip yerlerde kullanılır, bu ise sedde ve duvarların uygulanabilme özelliğini kısıtlar.

9.5.7 Geciktirici İşler

Kıncı ve durdurucular olarak da anılan geciktirici işler, çığ çığın üzerine yerleştirilmiş çığı yavaşlatmakla veyz durdurmakla görevli engellerdir. Bu işler, ıslak akış çığını kontrol etmede etkili olmakla beraber, kepek çığını kontrol etmede etkili değildir. Hem ekonomik hem de etkili olduğu ispatlanmış, yaygın olarak kullanılan tipi, iki ya da daha fazla diziler halinde, 4m'den 10m'ye kadar yükseklikte düzenlenmiş devasa toprak yığını olanıdır. Seddeler çok yavaş akan çıgları durdurmakla beraber, süratli kayan büyük çıglar karşısında ise kolayca taşkına uğurlar.

Geciktirici yapılar için en iyi yer, tüketme bölgesinin son kısmının yanındaki düz arazidir. Genel bir kural olarak, geciktirme yapıları 20 dereceden daha dik şevlerde uygulanmamalıdır.

9.5.8 Ormanlar Vasıtasıyla Tahkimat

Önceden olmuş birçok çığ felaketlerinin sebebi, meskun mahallere bitişik orman alanlarının yok edilmiş olmasıdır. Dağlık bölgelerdeki nüfusun artmasıyla, ormanlar, daha çok otlak alanı elde etmek maksadıyla kesilip, ortadan kaldırılmıştır. Tarihinde hiç çığ görülmemiş olan, şimdi çıplak dağ yamaçlarında çığ oluşumları başlamıştır. Çığ başlangıç bölgesinde uzun ağaçlarla kaplı bir orman bulunması çığ oluşumunu aşağıdaki nedenlerden dolayı engeller. Bunlar:

- Ağaç gövdeleri kar örtüsünü sabitleyip, potansiyel bir tabla çığını önler,
- Çok az kar birikmesi vardır,
- Ağaç dalları ve yaprakları karı tutacak ve yavaş yavaş bırakıp, zeminde stabil bir örtü oluşturacaktır,
- Orman örtüsü, yeknesak bir kar sıcaklığı dağılımı ve stabil bir kar yüzeyi oluşturacak olan, kar yüzeyi ile net enerji alışverişini ihmal hale getirir.

Çığ kontrolünde etkili olabilmesi için, ormanın yoğun olması (ağaç fidanları arasındaki boşluğun 3m'yi aşmaması) gereklidir. Açıklık bir ormanın çığdan korunmada hiç bir fonksiyonu yoktur. Çığ gelişme ve tüketme bölgelerindeki orman, muhtemelen küçük boyutlarda olan ve yavaş akan çığı durduracaktır fakat, büyük çığ oluşumundaki ilerlemeyi engelleyemeyecektir. Çığ kütesinin kırıp geçtiği ağaç gövdeleri, çığla beraber sürüklenip çığın yıkıcı kuvvetini arttıracaktır.

Potansiyel çığ bölgelerinde orman yangınları tedbir altına alınmalıdır. Dik arazilerdeki ağaç kesim projeleri ise, bu işin çığ tehlikesine yönelik yaratacağı potansiyel etki hakkında

iyice tetkik edilmelidir. En önemli ihtimam, potansiyel çığ başlangıç bölgelerinde ve bayır sirtlarındaki ağaçların korunmasına verilmelidir.

Çığ, ağaçların oluşturduğu sevi soyup, çıplak hale getirir. Bu bölgelerin tekrar ağaçlandırılması büyük zorluklarla olur. Ağaçlandırmaya kadar geçecek zaman içinde, doğal şartları korumak için yeter büyüklüklerde geçici destek yapılarının temini gereklidir.

9.5.9 Pattayıcı Kullanımı

Kar örtüsünün modifikasyonu ile çığ kontrolü ve korunması, arazi modifikasyonuna göre daha çok yönlü ve genelde daha ucuz bir prosedürdür. Ancak, Bu her iş yapılması gereken sadece geçici bir tedbirdir.

Çığ kütesinin suni yöntemlerle harekete geçirilmesi en yaygın olarak kullanılan koruyucu bir metoddür. Pattayıcılar, oynak kar örtüsünün büyük boyutlarda çığ oluşturacak kadar derin olmadığı ve karın gerilme-zorlanma ilişkisinin kritik olduğu zaman başlangıç bölgesine yerleştirilirse çığın oluşumunu gerçekleştirmede etkili olur.

9.5.10 Emniyet Tedbirleri

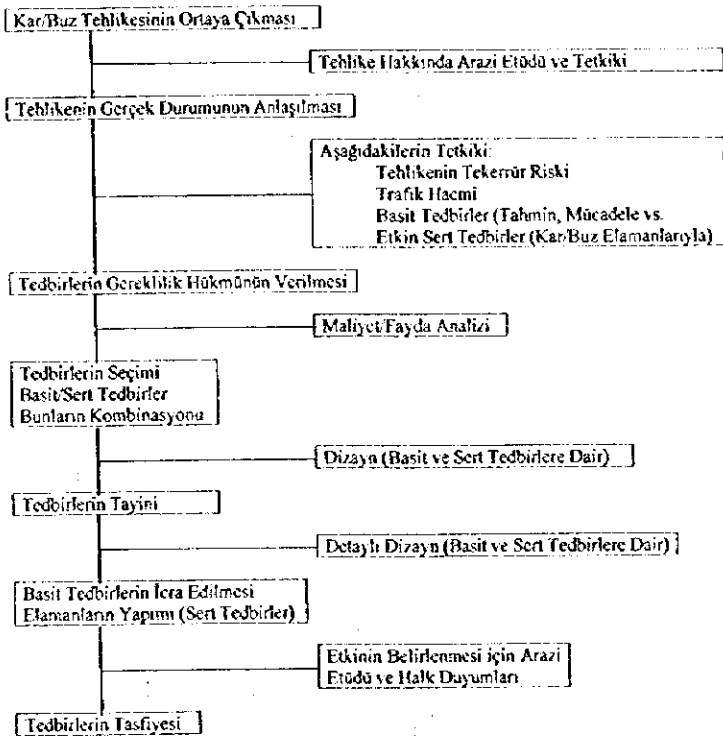
Kapayıcı yapılar, çığ gözlemlenmeleri, uyarı sistem ve işaretleri gibi çığ oluşmasına dayalı muhtemel felaketlerin oluşma olasılığının azaltılması amacıyla kullanılacak birkaç emniyet tedbiri istibdam edilmiştir. Felaketlerin önlenmesinde en basit tedbir, tehlikenin yükselmesi durumunda, yol kullanımına kısıtlamalar getirilmesidir.

Bu tedbirlerin ne kadar etkili olacağı, tehlikeli durumların ne zaman cerayan edeceğini, ne zaman biteceğini farkedebilen, tanıyabilen bir kişi tarafından yapılacak, tehlikelerin güvenilir, günlük değerlendirmesine bağlıdır. Düşük trafik hacminde sahip yollarda koruma maksatlı yol kapanmaları çok sık olabilir fakat, ana trafik güzergahlarında bu süre kısa ve sık sık olmadığı sürece uygundur.

Bir emniyet tedbiri olarak gerçekleştirilen yol kapanmalarının etkili olabilmesinde başlıca problem uygulamadır. Özellikle orman ve maden yolları gibi düşük hacimli özel yollarda trafik, uyarıcı levhalarla kontrol edilebilir fakat, kara yollarında; göçlü, fiziksel engeller ve polis devriye gözü gereklidir.

9.6 Optimum Kar/Buz Tedbirlerinin Seçimine Dair Genel Muameleler

Kar/buz tehlikelerine karşı optimum tedbirlerin seçimine dair genel muameleler Şekil 9.6.1'de verilmiştir.



Şekil 9.6.1 Kar/Buz Tehlikelerine Karşı Optimum Tedbirlerin Seçimine Dair Genel Muameleler

CBR Eşdeğer kalınlık metodu kullanılarak yapılmış Takviyelendirme Dizaynı

1. Mevcut Üstyapının Eşdeğer Kalınlığı

Malzeme	Derinlik (cm)	Tabaka Kalınlığı	T _{AC}
Yüzey Tabakası	5	0.5	3
Temel Tabakası	20	0.2	4
Alttemel Tabakası	25	0.2	5
Toplam Eşdeğer Derinlik(cm)			12

Kesim Referansı	
Kesim	650-12
km	(36-37)
Şube	134
Satış	Sat. Kaptı
Şerit	2

2. İcap Eden Üstyapı Kalınlığı

Taşıt sınıfı	YOGT 1996	Büyüme Oranı	Ortalama Trafik	Tek Yön Trafik
Kamyon	1587	%5	2426	1213
Treyler	49	%3	61	31
Otobüs	309	%6	514	257
Toplam				1501
Şerit faktörünün uygulanmasından sonraki toplam				1501
Trafik Sınıflandırması				C

Takviyelendirme Ömrü (yıl)
10

Takviyelendirme Yılı
1999

Şerit Faktörü
1

3. Arazi Etüdünden elde edilmiş CBR Değeri

10

4. Trafik Hacmi ve Alttemele Dair Dizayn CBR Değerine Ait, TA Hedef Değeri (cm)

Alttemel CBR Dizayn Değeri	Trafik Hacmi Sınıflandırması				
	L	A	B	C	D
2	17	21	29	39	51
3	15	19	26	35	45
4	14	18	24	32	41
6	12	16	21	28	37
8	11	14	19	26	34
10	-	13.5	18	24.5	32
12	-	13	17	23	30
20	-	-	-	20	26

Hedef T _a Değeri	L	A	B	C	D
-	13.5	18	24.5	32	

İcap Eden Takviyel. Derinliği	=	24.5	-	11.5
Tavsiye Edilen Takviyelen. Derinliği				13 cm

Hesaplama tarihi
23/03/98

CBR eşdeğer katınlık metodu kullanılarak yapılmış Takviyelendirme Dizaynı

1. Mevcut Üstyapının Eşdeğer Katınlığı

Malzeme	Derinlik (cm)	Tabaka Katsayısı	T _{ao}
Asfalt Beton	5	0.5	3
Bindir Tabakası	7	0.5	4
Bitümlü Temel	10	0.5	5
Temel	20	0.3	6
Alttemel	20	0.2	4
Toplam Eşdeğer Derinlik(cm)			21

Kesim Referansı	
Kesim	100-10
km	40-41
Şube	17
Satın	Asf. Bet.
Şerit	4

2. İcap Eden Üstyapı Katınlığı

Taşıt sınıfı	YOGT 1996	Büyüme Oranı	Ortalama Trafik	Tek Yön Trafik
Kamyon	2917	%5	3918	1959
Treyler	149	%2	171	86
Otobüs	678	%4	929	465
Toplam				2509
Şerit faktörünün uygulanmasından sonraki toplam				2509
Trafik Sınıflandırması				C

Takviyelendirme Ömrü (yıl)	5
----------------------------	---

Takviyelendirme Yılı	1999
----------------------	------

Şerit Faktörü	1
---------------	---

3. Arazi Etüdünden elde edilmiş CBR Değeri

10

4. Trafik Hacmi ve Alttemele Dair Dizayn CBR Değerine At, TA Hedef Değeri(cm)

Alttemel CBR Dizayn Değeri	Trafik Hacmi Sınıflandırması				
	L	A	B	C	D
2	17	21	29	39	51
3	15	19	26	35	45
4	14	18	24	32	41
6	12	16	21	28	37
8	11	14	19	26	34
10	-	13.5	18	24.5	32
12	-	13	17	23	30
20	-	-	-	20	26

Hedef T _a Değeri =	-	13.5	18	24.5	32
-------------------------------	---	------	----	------	----

İcap Eden Takviyel. Derinliği	24.5	-	21
=			3.5 cm
Tavsiye Edilen Takviyelendirme Derinliği	4 cm		

Hesaplama tarihi	23/03/98
------------------	----------

JICA

