

46985

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÜLKEMİZ OTOYOLLARININ BAKIM VE İŞLETME
SİSTEMLERİ, UYGULAMADA KARŞILAŞILAN
SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

İnş. Müh. Alparslan SAVAŞ

F.B.E. İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Ulaştırma Programında
hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Oral TÜMAY

F.B.E. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
TEZ YÜRÜTME MERKEZİ

İSTANBUL, 1995

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ŞEKİL LİSTESİ	vi
TABLO LİSTESİ	viii
TEŞEKKÜR	ix
ÖZET	x
SUMMARY	xi
BÖLÜM I: GİRİŞ	1
BÖLÜM II: OTOYOL İŞLETME SİSTEMLERİ	12
2.1. Ülkemiz Otoyollarındaki Ücret Toplama Sistemi	12
2.1.1. Sistemin Genel Tanıtımı	12
2.1.2. İdari Yapı	12
2.1.3. Otoyol Giriş Gişeleri	13
2.1.4. Otoyol Çıkış Gişeleri	13
2.1.5. Diğer Ücret Toplama Sistemleri	15
2.2. Tünel İşletme Sistemleri	17
2.2.1. Sistemlerin Genel Tanıtımı	17
2.2.2. Elektrik Besleme Sistemi	17
2.2.3. Aydınlatma Sistemi	18
2.2.4. Tünel Havalandırma Sistemi	19
2.2.5. Trafik Kontrol Sistemi	20
2.2.6. Kapalı Devre Televizyon Sistemi	22
2.2.7. Yangın Söndürme Sistemi	22
2.3. Trafik Denetim ve Acil Haberleşme Sistemi	24
2.3.1. Trafik Denetim Sistemi	24
2.3.2. Acil Haberleşme Sistemi	26
2.4. Otoyol Hizmet Tesisleri	27
2.4.1. Tanım	27
2.4.2. Tesislerin İnşası, İşletilmesi ve Devri	27

2.5. İşletme ve Trafik Güvenliği Amacı ile Kullanılan Diğer Otoyol Eklentileri	28
2.5.1. Otokorkuluklar	28
2.5.1.1. Giriş	28
2.5.1.2. Ayrıcı Otokorkulukların İnşa Amaçları	29
2.5.1.3. Koruyucu Otokorkulukların İnşasına Karar Verilirken Dikkate Alınan Faktörler	29
2.5.1.4. Çelik Profil - Ray Sistemi	31
2.5.1.5. Beton Otokorkuluklar (New Jersey)	35
2.5.2. Yatay İşaretleme	37
2.5.2.1. Giriş	37
2.5.2.2. Kenar Çizgisi	38
2.5.2.3. Şerit Çizgisi	38
2.5.2.4. Ayrım Çizgisi	40
2.5.2.5. Yasaklanmış Alanların İşaretlenmesi	40
2.5.2.6. Tırmanma Şeritlerinin İşaretlenmesi	41
2.5.2.7. Buton ve Kedi Gözleri ile İşaretleme	41
2.5.2.8. Yönlendirme ve Şerit Seçim Okları	41
2.5.2.9. Yavaşlama Uyarı Çizgileri ile İşaretleme	41
2.5.3. Düşey İşaretleme	42
2.5.3.1. Giriş	42
2.5.3.2. Tehlike Uyarı İşaretleri	43
2.5.3.3. Trafik Tanzim İşaretleri	43
2.5.3.4. Bilgi İşaretleri	43
2.5.4. Diğer Trafik Eklentileri	47
2.5.5. Tel Çitler	55
2.5.6. Aydınlatma Sistemi	55
2.5.7. Şev Stabilizasyonu Amacı ile Uygulanan Yapılar	56
2.5.8. Üst ve Alt Geçitler	57

2.6. Otoyolların Çevre ile Etkileşimi	58
2.6.1. Giriş	58
2.6.2. Otoyolların Projelendirme, Yapım ve İşletme Aşamalarını Etkileyen Çevre Faktörleri	58
2.6.3. Otoyolların Çevre Üzerine Etkileri	60
2.6.3.1. Olumlu Etkiler	60
2.6.3.2. Olumsuz Etkiler	61
BÖLÜM III: OTOYOL BAKIM HİZMETLERİ	66
3.1. Yol Üstyapısının Bakımı	66
3.1.1. Giriş	66
3.1.2. Yol Üstyapısının Bozulma Nedenleri	67
3.1.2.1. Taban Zemini, Alttemel veya Temelin Taşıma Gücü Yetersizliği	67
3.1.2.2. Trafik Etkisi	67
3.1.2.3. İklim Etkisi	69
3.1.2.4. Asfalt Betonundan Kaynaklanan Sorunlar	69
3.1.3. Esnek Yol Üstyapılarda Oluşan Deformasyonların Genel Tanıtımı	70
3.1.3.1. Kalıcı Deformasyonlar	70
3.1.3.2. Geçici Deformasyonlar	71
3.1.4. Asfalt Beton Kaplamaların Bozulma Kriterleri	72
3.1.4.1. Servislik İndeksi	72
3.1.4.2. Rut (tekerlek izi) Derinliği	73
3.1.4.3. Defleksiyon Kriteri	73
3.1.4.4. Çatlaklık Oranı	73
3.1.5. Asfalt Beton Kaplamalı Yollarda Oluşan Bozulma Çeşitleri	74
3.1.5.1. Şekil Değiştirme	74
3.1.5.2. Çatlama ve Yarılmalar	75
3.1.5.3. Ayırışma ve Parçalanmalar	77

3.1.6. Asfalt Betonu Karışımlarda Bulunması Gereken Özelliklerin Sağlanamaması Durumunda Oluşan Olumsuz Etkiler	78
3.1.6.1. Stabilité	78
3.1.6.2. Durabilite	79
3.1.6.3. Geçirimsizlik	79
3.1.6.4. İşlenebilirlik	79
3.1.6.5. Kaymaya Karşı Direnç	80
3.1.6.6. Yorulmaya Karşı Direnç	80
3.1.6.7. Esneklik	80
3.1.7. Uygulanan Onarım Yöntemleri	81
3.1.7.1. Yama Yapma	81
3.1.7.2. Çatlakların Onarılması	82
3.1.7.3. İlave Tabaka Uygulaması	83
3.2. Drenaj Sistemlerinin Bakımı	85
3.2.1. Giriş	85
3.2.2. Otoyollarda Uygulanan Drenaj Sistemleri	85
3.2.2.1. Yüzeysel Suların Drenajı	85
3.2.2.2. Yeraltı Sularının Drenajı	89
3.2.3. Drenaj Sistemlerini Bakım Yöntemleri	94
3.3. Kar ve Buz Denetimi	97
3.3.1. Giriş	97
3.3.2. Karla Mücadele	98
3.3.3. Buzla Mücadele	100
3.4. Köprü ve Viyadüklerin Bakımı	103
3.4.1. Muayene Amaç ve Esasları	103
3.4.2. Yapılarda Oluşan Kusur, Arıza ve Hasarlar	104
3.4.2.1. Temel ve Altyapıda Oluşan Hasarlar	104
3.4.2.2. Üstyapıda Oluşan Hasarlar	105
3.4.2.3. Yardımcı Elemanlarda Oluşan Hasarlar	106
3.4.3. Betonarme Köprülerin Muayenelerinde Uygulanan Deneyler	107
3.4.4. Hasarların Giderilmesi için Uygulanan Bakım Yöntemleri	108

3.5. Yol Kenarlarının Bakımı	110
3.6. Otoyol Eklentilerinin Bakımı	114
3.7. Ücret Toplama Sisteminin Bakımı	115
3.8. Tünel Sistemlerinin Bakımı	116
3.9. Acil Haberleşme Sisteminin Bakımı	116
3.10. Bakım Çalışmaları Sırasında Yapılan Trafik İşaretlemeleri	117

BÖLÜM IV :OTOYOLLARIN BAKIM VE İŞLETMELERİNDE	
KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	123
KAYNAKLAR	140
ÖZGEÇMİŞ	



ŞEKİL LİSTESİ

<u>Sekil</u>		<u>Sayfa</u>
1.1	Bakım İşletme Şefliği Pozisyon Şeması	7
1.2	Bakım İşletme Başmühendisliği Pozisyon Şeması	8
2.1	Tünel Giriş İşaretleri	21
2.2	Otokorkuluk Tayin Abağı	30
2.3	Otokorkuluk Plan, Görünüş ve Kesitleri	33
2.4	Dikme Ara Mesafesi 2.0 m. Olan Basit Otokorkuluk	34
2.5	Dikme Ara Mesafesi 4.0 m. Olan Çift Yönlü Otokorkuluk	34
2.6	Tablalı Dikme Kullanılmış Otokorkuluk	35
2.7	Çift Taraflı Beton Otokorkuluk	36
2.8	Tek Taraflı Beton Otokorkuluk	36
2.9	Yatay İşaretleme Tanımlamaları	39
2.10	Kavşak Ayrım ve Katılımlarındaki Ofset Taramaları	40
2.11	Otoyollarda Kullanılan Bazı Tehlike Uyarı İşaretleri	44
2.12	Otoyollarda Kullanılan Bazı Trafik Tanzim İşaretleri	45
2.13	Kavşak Yaklaşımlarının İşaretlenmesi	48
2.14	Mesafe Levhalarının Yerleştirilmesi	49
2.15	Tünel Yaklaşımının İşaretlenmesi	50
2.16	Tırmanma Şeridinin İşaretlenmesi	51
2.17	Para Gişeleri Yaklaşımının İşaretlenmesi	52
2.18	Servis Alanlarının İşaretlenmesi	53
2.19	Gabari İşaretleme	54
3.1	Otoyolların Üstyapı Tabakaları	66
3.2	Konsolidasyon Deformasyonu	70
3.3	Plastik Deformasyon	71
3.4	Geçici Deformasyon	72
3.5	Asfalt Bordür	87
3.6	Beton Kenar Hendek	87
3.7	Düşüm Oluğu	88
3.8	Drenaj Sisteminin Kesiti	90
3.9	Yatay Drenler	91

<u>Sekil</u>		<u>Sayfa</u>
3.10	Stabilizasyon Hendeği ve Yatay Dren	92
3.11	Taş Drenler	93
3.12	Bant Drenler	94
3.13	Şerit Kapatmayan İnş. İşaretl. (Sağda, arıza şeridinde çalışılması)	118
3.14	İki Şeritli Yolda İnşaat İşaretleme (Sağdan tek şerit kapatılması)	119
3.15	İki Şeritli Yolda İnşaat İşaretleme (Soldan tek şerit kapatılması)	120
3.16	Çok Şeritli Yolda İnşaat İşaretleme (Sağdan tek şerit kapatılması)	121
3.17	Çok Şeritli Yolda İnşaat İşaretleme (Soldan tek şerit kapatılması)	122



TABLO LİSTESİ

<u>Tablo</u>		<u>Sayfa</u>
1.1	İşletmeye Açık Otoyollar	4
1.2	İşletmeye Açılacak Otoyollar	6
1.3	Otoyolların Araç ve Gelir Tablosu	9
1.4	Otoyolların Yıllara Göre Yapım ve Proje Hakediş Ödemeleri	10
1.5	Otoyolların Yıllara Göre Kontrollük Hakediş Ödemeleri	11
2.1	Araç Sınıflandırma Tablosu	14
2.2	Tünel Aydınlatma Bölgeleri	18
2.3	Termoplastik Yol Çizgi Boyalarının Garanti Süreleri	37
2.4	Otoyolların Çevreye Olumsuz Etkileri	65
3.1	Asfalt Kaplama İçin Değerlendirme Kriterleri	68
3.2	Asfalt Karışımlardaki Bozukluklar ve Muhtemel Nedenleri	81
4.1	Bazı Otoyol Kesimlerinin Hacim / Kapasite Oranları	124
4.2	1993 Yılında D-100 Devlet Yolundan Geçen Araç Sayıları	125
4.3	İstanbul-Ankara Kesiminde Otoyol ve D-100 den Geçen Araç Sayıları	126
4.4	Dilovası - Köseköy Kesimi Otoyol ve D-100 'e ait Kaza Raporları	127

TEŞEKKÜR

Bu çalışma sırasında bilgi, deneyim ve hoşgörüsü ile her zaman bana yardımcı olduğu için en başta tez hocam Prof. Dr. Oral Tümay 'a ve Doç.Dr. Mustafa Ilıcalı 'ya; bilgi ve yardımlarını hiçbir zaman benden esirgemedikleri için Prof. Dr. Aydın EREL 'e, Doç.Dr. Zerrin BAYRAKDAR 'a ve Ulaştırma Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi arkadaşlarıma, İnş. Yük. Müh. Halit ÖZEN' e, İst. Büyükşehir Bel. Şehir Pl. Müd.' ne; her konuda bana verdikleri destek için, Anadolu Otoyolu Bakım İşletme Başmühendisi İbrahim CANKAYA 'ya, Tütünçiftlik Bakım İşletme Şefi Bedri SUDAN 'a ve ilgilerinden dolayı tüm mesai arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca, bugüne gelmemde emekleri geçen anne, baba ve büyüklerime de şükranlarımı sunarım.

ÖZET

1970 'li yıllardan itibaren motorlu taşıt sayısının ülkemizde hızla artması sonucu, trafik sıkışıklığına çözüm olarak, yüksek standartlı ve trafik güvenliği temin edilmiş yollar, bir çözüm yolu olarak görülmüştür. Erişme kontrollü olması, hızlı ve güvenli bir trafik akışına olanak vermesi, zaman ve taşıt işletme giderlerinden tasarruf sağlaması yönünden otoyollar cazip hale gelmiştir.

Ülkemizde, 1980 'li yılların ortalarından itibaren hızlanan otoyol yapım çalışmaları neticesinde, 1994 yılı sonu itibari ile 1167 km.'lik bir otoyol ağına kavuşulmuştur. 1995 yılı ve sonrasında ise 610 km. 'lik otoyolun tamamlanması planlanmaktadır. Otoyolların işletmeye açılması ile birlikte, bakım ve işletme hizmetlerinin verilmesi amacı ile Bakım İşletme Başmühendislikleri ve Şeflikleri kurularak, gerekli tesisler inşa edilmiş ve makina parkları oluşturulmuştur.

Otoyol işletmesi; otoyolun devamlı trafiğe açık tutulması çalışmalarını, yolu kullanan kişilere seyahatleri sırasında verilen hizmetleri ve bu hizmetler karşılığında alınacak ücretin toplanması işlerini kapsar. İşletme gelirleri, otoyol geçişlerinden toplanan paralardan ve Otoyol Hizmet Tesislerinin gelirlerinden elde edilen paydan oluşmaktadır. İşletme giderleri ise; çalışanların aylıkları, sistemlerin yedek parça giderleri, ulaşım, yakacak, aydınlatma, temizlik giderlerinden v.b. oluşmaktadır.

Otoyolların bakım hizmetleri; kaplama yapısının bütünlüğünü sağlamak, trafik emniyetinin ve sürücülerin konforunu temin etmek, işletme sistemlerinin, drenaj tesislerinin, betonarme yapıların ve diğer otoyol eklentilerinin işlevlerini tam olarak yürütebilmesi için periyodik çalışmalar yapılmasının kapsar.

Otoyollarımızın bakım ve işletme hizmetlerini inceleyen bu çalışma, dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, ülkemiz otoyollarında bakım ve işletme hizmetlerinin verilmesi amacı ile oluşturulmuş birimler tanıtılmış, ve otoyollarımızın işletmeye açılma devreleri ve uzunlukları hakkında kısa bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde, otoyol işletme sistemleri tanıtılırken, üçüncü bölümde otoyollarda verilen bakım hizmetleri anlatılmıştır. Dördüncü ve son bölümde ise otoyolların işletmeye açılmasından sonra karşılaşılan bazı sorunlar ve çözüm önerileri açıklanmıştır.

SUMMARY

As a result of rapid increasing of motored vehicles in our country since 1970's high-standart and traffic security obtained roads are considered as solution against to traffic jam. Motorways become attractive as because they give possibility for rapid and secured traffic flov, provide saving from time and vehicle operation expenses and have reachment control.

As a result of increased motorway construction works in our country since mid af 1980's, it is obtained 1167 km. motorway network at the end of 1994. 610 km motorway is planned to be completed at the end of 1995 and later years. Upon the operation of motorways, Maintenance and Operation Head Engineering Offices and Chief Offices have been founded in order to be able to give maintenance and operation services, besides necessary establishment and machine parks are constructed.

Motorway operation service include workings such as keeping motorway open for traffic continously, present services for the persons who use motorways during their travels and collecting money for these services. Operation incomes are the money collected from motorways passes and incomes of motorway sevice establishments. Operation exprences are montly saleries of workers, expenses of systems spare parts, transportation, heating, lighteming, cleaning, etc.

Maintenance services of motorways include providing of integrity of covered structure, security of traffic and divers and periodical workings for operation systems, drainaje installations, concrete structures and other higway installations.

The working that invetigate the maintenance and operation of motorways comprise of four sections. In the first sections the units that are founded to give maintenance and operation services in our country for motorways are introduced and short information is given about opening periods and lengths of our motorways. In the second section motorway operation systems are introduced, and maintenance service are described in the third section. In the fourth last section it is described some problems that may occur after operation date of motorways.

BÖLÜM I: GİRİŞ

Otoyollar, 2918 sayılı Trafik Kanununda; transit trafiğe tahsis edilen, belirli yerler ve şartlar dışında giriş ve çıkış yasaklandığı, yaya, hayvan ve motorsuz araçların giremediği, ancak izin verilen motorlu araçların yararlandığı ve trafiği özel kontrole tabi tutulan karayolu olarak tanımlanmıştır.

İlk otoyolların yapım çalışmaları yabancı ülkelerde 1940 'lı yıllara rastlarken, ülkemizde 1968 yılında İstanbul Birinci Çevre Yolu ve Boğaziçi Köprüsü ile başlamıştır. Bu kesimde artan trafik sorunu, yol genişletmeleri ve Haydarpaşa - Gebze Ekspres Yolu ile çözülmeye çalışılmıştır. Gerçek anlamda ilk otoyol inşaatları 1975 yılında Gebze - İzmit arasında 40 km. lik ve 1973 yılında Pozantı - Tekir Yaylası arasındaki 14 km. lik kısa otoyol inşaatları ile başlamıştır. Ancak ekonomik zorluklar nedeni ile 40 km. lik Gebze - İzmit Otoyolu ve Pozantı - Tekir arasındaki 14 km. lik otoyol 1984 yılında tamamlanabilmiştir. Otoyol ihalelerine 1975 yılından sonra başlayan durgunluk, 1985 yılına kadar devam etmiş ve yapım çalışmaları bu yıldan sonra hızlanmaya başlamıştır.

1994 yılı sonuna kadar, bağlantı yolları dahil olmak üzere toplam 1167 km. otoyol hizmete girmiştir. 1995 yılında 142 km., 1996 ve sonrasında ise 466 km. otoyolun işletmeye açılması planlanmaktadır. Kuzey - Güney Avrupa Otoyolu (TEM) güzergahı ülkemiz sınırları içerisinde Kapıkule 'den başlayıp İstanbul, Ankara, İzmir ve Ege Denizi 'ne, güney ve güneydoğu 'da ise Yayladağ ve Cizre Hudut kapılarına ulaşmaktadır. Tablo (1.1.) 'de işletmeye açık otoyolların uzunluk ve açılış yılları bölgeler bazında gösterilirken, Tablo (1.2.) 'de, işletmeye açılacak otoyolların uzunlukları gösterilmiştir. Harita (1.1.) 'de ise Türkiye otoyol ağı görülmektedir. Türkiye 'de km^2 başına düşen otoyol uzunluğu; $1167 \text{ km.} / 765 \text{ 000 km}^2 = 1.52 \text{ m./km}^2$ iken, bu oran Almanya 'da $10 \text{ 000 km.} / 400 \text{ 000 km}^2 = 25 \text{ m./km}^2$; Amerika 'da $64 \text{ 400 km.} / 9 \text{ 363 000 km}^2 = 6.88 \text{ m./km}^2$ dir. (Amerika için sadece eyaletler arası karayolu sisteminin uzunluğu alınmıştır.)

Ülkemiz otoyollarında bakım ve işletme hizmetleri , otoyolun her 50-60 km.sine hizmet veren Otoyol Bakım İşletme Şeflikleri tarafından yürütülmektedir. Bu şefliklerin personel şemasına göre mühendis seviyesindeki teknik kadrosu; Bakım İşletme Şefi, Bakım Mühendisi, Sistem Mühendisi, Trafik Mühendisi ve Makina İkmal Mühendisinden oluşmaktadır. Bu hizmetlerin yürütülebilmesi için Bakım İşletme Merkezi

bünyesinde; idari binalar, atölye, malzeme depoları, ambar ve sosyal tesisler inşa edilerek, gerekli makina parkı temin edilmiştir. Bunların haricinde otoyola giriş ve çıkışı sağlayan kavşaklarda oluşturulmuş, ücret toplama sistemine yönelik gişe kabinleri ve kontrollük binaları da bulunmaktadır.



Harita (1.1.): Türkiye Otoyol Ağı

Otoyolun bakım ve işletmesi için taşra hizmetini veren bu şeflikler, idari açıdan ilk aşamada Bakım İşletme Başmühendislik 'lerine bağlıdır. Başmühendislik 'lerde idari kadro olarak; Başmühendis, Bakım, Envanter, Trafik, Elektronik, Elektrik ve Tesisler Mühendisleri bulunmaktadır. Bakım İşletme Şefliklerinin ve Başmühendisliğinin idari yapısı Şekil (1.1.) ve Şekil (1.2.) de görülmektedir. Bakım İşletme Başmühendislikleri ise Karayolları Bölge Müdürlüklerine bağlıdır. Otoyollar ile ilgili Karayolları Genel Müdürlüğü merkez teşkilatında, Otoyollar Daire Başkanlığı ve Bakım Daire Başkanlığı bünyesinde Otoyol Bakım İşletme Şube Müdürlüğü bulunmaktadır.

Ülkemizdeki otoyollar, paralı yol kapsamında bulunmaktadır. Araç sınıfı ve katedilen mesafeye bağlı olarak geçiş ücreti değişmektedir. Geçiş ücretleri belirlenirken, yörenin ekonomik durumu ve mevcut araç trafiği göz önünde bulundurulmaktadır. Prensip olarak kısa mesafede km. başına düşen ücret, uzun mesafede km. bazındaki ücretten fazla olmaktadır.

Otoyollardan toplanan gelir Kamu Ortaklığı Fonuna aktarılmaktadır. Otoyolların bakım ve işletme giderlerinin karşılanabilmesi için, elde edilen gelirin % 10 'u Kamu Ortaklığı Fonu tarafından yeniden Bölge Müdürlüklerine gönderilmektedir. İşletmeye açılmış otoyollardan, yıllar bazında elde edilen gelir miktarı ve otoyol kesimlerine göre gişelerden geçen araç sayıları, Tablo (1.3.) 'de gösterilmiştir. Ayrıca otoyollara ödenen yapım ve proje hakediş ödemeleri, Tablo (1.4.) 'de; kontrollük hakediş ödemeleri ise Tablo (1.5.) 'de gösterilmiştir.



Tablo (1.1.) / a: İşletmeye Açık Otoyollar

	<u>Uzunluk (Km.)</u>	<u>Açılış Yılı</u>
<u>1.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ</u>		
Çamlıca Kav.-Anadolu Kav.	5	1991
Anadolu Kav.-Gebze	40	1990
Gebze-İzmit	38	1984
İzmit Kent Geçişi	20	1991
İzmit Doğu-Adapazarı	32	1990
Adapazarı-Kazancı	15	1992
Kazancı- Gümüşova	38	1992
Şekerpınar Kav.-Çayırova Kav. Bağ. Yolu	7	1991
Akyazı Bağlantısı	5	1993
1.BÖLGE TOPLAMI:	200	
<u>2.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ</u>		
İzmir-Urla-Çeşme Otoyolu	48	1992,1993
İkiztepe Sahil Bağlantısı	2	1993
İzmir-Urla-Çeşme Bağ. Yolları	5	1992,1993
Kemalpaşa Kav.-Işıkent Kav.	8	1993
Işıkent Kav.-Tahtalıçay Kav.	13	1993
Işıkent Kav.-Karabağlar Kav.	10	1993
2.BÖLGE TOPLAMI:	86	
<u>4.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ</u>		
Çaydurt-Ankara Otoyolu	143	1992,1993
Çaydurt-Bolu Batı Kav.	20	1994
Gümüşova-Üçköprü (Kaynaşlı)	29	1992
Susuz Kav.-Eskişehir Kav.	19	1993
Eskişehir Kav.-Gölbaşı Kav.	25	1993
Susuz Kav.-Esenboğa Kav.	23	1994
Gerede Bağlantısı	4	1992
Karabük Bağlantısı	5	1992
Azaphane Geçişi	11	1986
4.BÖLGE TOPLAMI:	279	

*Tablo (1.1.) / b: İşletmeye Açık Otoyollar***5.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ**

Pozantı-Tarsus Kav.	59	1984,1992,1993
Tarsuz Kav.-Bahçe	155	1991,1993
Dokuztekne-Erzin-Toprakkale	31	1993
Tarsuz Kav.-Yenice	7	1992
Adana Batı Kav.Bağlantı Yolu	2	1993
Adana Kuzey Kav. Bağlantı Yolu	3	1993
Tarsuz Ayrım-Yılkale-D400 Bağl. Yolu	3	1992
5.BÖLGE TOPLAMI:	260	

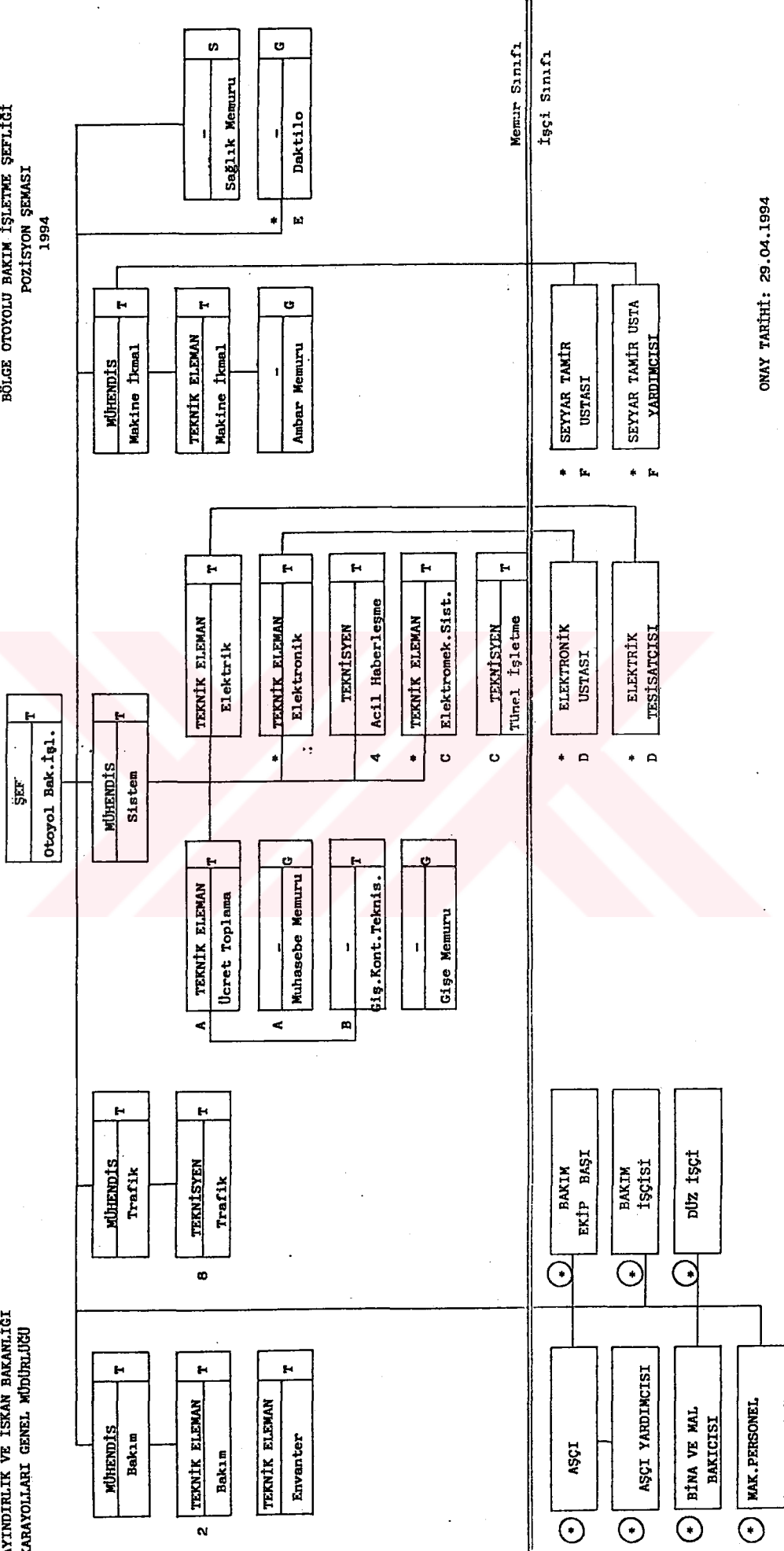
17.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ

Mahmutbey-Kumburgaz	37	1990
Kumburgaz-Selimpaşa	7	1990
Selimpaşa-Kımalı	28	1992
Kımalı-Lüleburgaz	80	1992
Lüleburgaz-Babaeski	24	1993
Babaeski-Edirne	48	1994
Edirne-Kapıkule	20	1987
1.Çevre Yolu	24	1973
2.Çevre Yolu	16	1989
Levent-Kozyatağı	21	1988
Hasdal-Okmeydanı Bağl. Yolu	5	1989
Çobançeşme-Mahmutbey Bağ. Yolu	8	1989
Vatan Cad.-Mahmutbey Bağ. Yolu	11	1989
Avcılar-Haramidere Bağ. Yolu	6	1994
Lüleburgaz Bağl.	7	1992
17. BÖLGE TOPLAMI:	342	

GENEL TOPLAM:**1167**

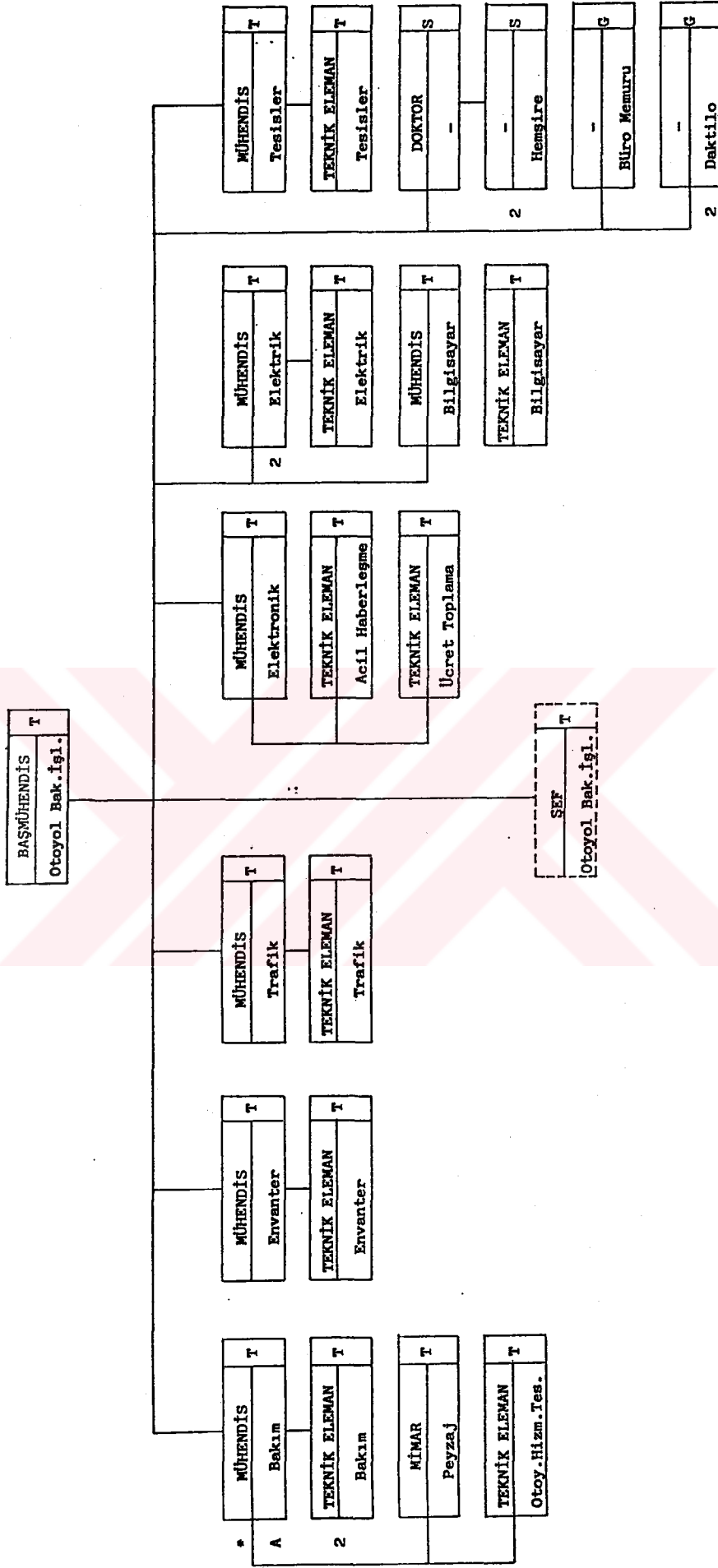
Tablo (1.2.): İşletmeye Açılacak Otoyollar

OTOYOL ADI	1995	1996 ve sonrası
EDİRNE-KINALI		
-Bağlantı Yolları	20	37
ÇAMLICA-GEBZE		
-Kartal-Samandıra	10	--
-Kurtköy-Pendik	--	10
İZMİT-SAKARYA		
-Kandıra Bağlantısı	2	--
GÜMÜŞOVA-GEREDE		
-Bolu Dağı Geçişi	--	20
-Abant Kav.-Bolu Batı Kav.	9	--
GEREDE-ANKARA ve ANKARA ÇEV. O. Y.		
-Esenboğa-Samsun	--	20
-Samsun-Gölbaşı	--	26
-Bağlantı Yolları	12	--
TARSUS-MERSİN		
-(Tar.-Poz.)Ayr.-Tarsus(D-400 dahil)	--	18
-Tarsus-Gözne (Serbest Bl. Bağ.,Dahil)	--	30
-Gözne Ayr.-D 400 Bağl.	--	24
-Bağlantı Yolları	7	4
TAR.AYR.-ADANA-TOPRAKKALE-G.ANTEP		
-Bahçe-Kömürler	--	25
-Kömürler-Narh	36	--
-Narlı-G.Antep	--	43
-Bağlantı Yolları	26	12
TOPRAKKALE-İSKENDERUN		
-Erzin Kav.-Payas	--	30
-Payas-İskenderun	--	24
-Serbest Bl.Kav. Bağ. Yolu	--	5
-Arsuz Bağl.	--	6
İZMİR-URLA-ÇEŞME OTOYOLU		
-Zeytinler-Alaçatı	17	--
-Alaçatı-Çeşme	--	12
-İkiztepe-Halkapmar	3	--
İZMİR-AYDIN OTOYOLU		
-Tahtalı Kav.-Belevi	--	36
-Torbalı Kav. Bağ. Yolu	--	4
-Belevi-Germencik	--	22
-Germencik-Aydın (Bağ. Yolu Dahil)	--	28
-Karabağlar-İkiztepe	--	9
-İzmir Çev. Yolu-Karşıyaka	--	21
TOPLAM	142	466



ONAY TARİHİ: 29.04.1994

Şekil (1.1): Otoyol Bakım İşletme Şefliği Personel Şeması



Memur Sınıfı
İşçi Sınıfı

Şekil (1.2): Otoyol Bakım İşletme Başmühendisliği Personel Şeması

TABLO(1.3) : OTYOL VE KÖPRÜLER ARAÇ GELİR TABLOSU (1987-1994)

OTYOL BAKIM İŞLETME ŞUBESİ MÜDÜRLÜĞÜ

OTYOL KESİM TA/GELİR	1987		1988		1989		1990		1991		1992		1993		1994	
	TOPLAM	Y.O.G.T.	TOPLAM	Y.O.G.T.	TOPLAM	Y.O.G.T.	TOPLAM	Y.O.G.T.	TOPLAM	Y.O.G.T.	TOPLAM	Y.O.G.T.	TOPLAM	Y.O.G.T.	TOPLAM	Y.O.G.T.
KAPIKULE/ ARAÇ		554.315	1.519	566.784	1.553	587.905	1.611	483.952	1.326	462.643	1.268	357.436	979	299.452	985	
EDİRNE GELİR		1.576.250		3.835.323		5.985.984		8.238.164		11.668.961		12.463.787		16.822.015		
BABAESKİ/ ARAÇ											59.712	1.659	808.726	2.216	1.077.819	2.953
KINALI GELİR											2.196.528		39.886.742		99.766.856	
KINALI/ ARAÇ						1.514.003	9.012	2.846.353	7.798	4.368.440	11.968	5.945.752	16.290	7.095.721	19.440	
MAHMUTBEY GELİR						12.340.636		36.693.524		79.685.239		164.337.206		39.209.960		
ÇAMLICA/ ARAÇ	4.508.347	12.352	5.219.011	14.299	5.159.681	14.136	5.399.557	14.793	8.164.668	22.369	9.616.770	26.347	11.628.658	31.859	12.543.384	34.365
HENDEK GELİR	7.011.075	10.725.043			22.672.658		41.537.016		99.633.976		199.608.805		399.436.740		759.134.034	
GÜMÜŞOVA/ ARAÇ													1.355.966	3.715	1.412.442	3.870
KAYNAŞLI GELİR													78.667.740		143.540.752	
ÇAYDURU/ ARAÇ													1.344.240	3.683	1.654.763	4.534
ANKARA GELİR													54.241.375		126.650.255	
TARSUS/ ARAÇ	1.074.213	2.943	1.410.446	3.864	1.215.362	3.330	1.299.507	3.560	1.424.487	3.903	1.870.429	5.124	2.467.993	6.762	1.221.888	3.348
POZANTI GELİR	1.567.300		2.582.578		4.095.073		6.499.138		10.301.812		22.175.481		56.507.225		123.608.615	
TARSUS-ADANA ARAÇ																
G. ANTEP GELİR													18.454.429		187.139.517	
İZMİR-ÇEŞME ARAÇ																
GELİR													943.977	5.244	1.931.580	5.292
													27.128.458		72.844.974	
BOGAZICI ARAÇ	48.291.094	132.304	50.985.942	139.688	51.890.202	142.165	51.198.604	140.270	44.341.576	121.484	52.704.018	144.395	59.574.396	163.218	59.229.292	162.272
KÖPRÜSÜ GELİR	37.987.980		60.467.969		107.108.627		153.624.128		241.824.612		275.394.179		469.487.197		1.247.542.144	
FATİH S.M. ARAÇ			3.028.566	16.825	9.826.600	24.730	16.621.662	45.539	22.295.884	62.273	23.236.884	63.824	29.667.204	81.253	31.156.638	86.361
KÖPRÜSÜ GELİR			3.525.250		23.659.353		95.978.482		199.620.412		221.618.304		471.501.191		1.070.578.965	
TOPLAM ARAÇ	53.873.654	15.295	61.198.280	19.682	67.898.629	19.019	76.621.238	28.976	80.214.158	37.825	94.168.282	53.929	116.027.741	73.414	119.759.665	80.641
TOPLAM GELİR	46.516.365		78.867.090		161.371.094		315.965.384		599.964.289		840.309.687		1.833.632.393		4.216.898.087	

1-GELİR BAKIMLARINA KÖV DİRDİR.
2-GİŞYE VERİLEN BİLET GELİRİ DİRDİR.
3-BAKIM İŞLETME ARAÇ GELİRİ DİRDİR.

Tablo (1.4): Yıllara Göre Otoyolların Yapım ve Proje Hakediş Ödemeleri (§ Bazın

İŞİN ADI	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994*	TOPLAM \$
1- EDİRNE - KINALI OTOYOLU	-	-	217.986	1.829.114	12.749.553	33.158.639	28.649.436	20.980.711	6.679.931	104.265.270
KDV	-	-	-	-	36.798.799	112.104.424	75.979.730	40.783.904	11.136.948	276.803.715
FIYAT FARKI	-	-	-	-	85.009.151	164.217.570	162.765.571	117.601.740	33.395.922	583.459.954
HAKEDİŞ TUTARI	-	-	2.178.860	18.291.140	170.221.115	81.097.517	51.557.850	16.387.696	0	646.737.190
2- KINALI - SAKARYA OTOYOLU (1,3,4 KES)	1.379.444	5.900.537	12.113.842	21.140.831	23.605.562	14.741.972	9.106.957	2.664.426	0	90.653.571
KDV	-	-	-	48.429.885	58.020.479	42.098.298	24.333.452	4.905.393	0	177.787.507
FIYAT FARKI	-	-	-	162.979.426	170.221.115	81.097.517	51.557.850	16.387.696	0	646.737.190
HAKEDİŞ TUTARI	12.908.537	49.171.141	102.413.908	162.979.426	170.221.115	81.097.517	51.557.850	16.387.696	0	646.737.190
3- KINALI - SAKARYA OTOYOLU (2. KES.)	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
KDV	-	-	-	-	29.292.668	6.360.091	-	-	0	35.652.759
FIYAT FARKI	-	-	-	-	16.594.615	16.396.049	-	-	0	390.131.774
HAKEDİŞ TUTARI	54.632.386	115.506.082	103.598.956	83.403.686	16.594.615	16.396.049	-	-	0	390.131.774
4- KAZANCI - GÜMÜŞOVA OTOYOLU	-	-	425.598	3.055.555	7.198.135	11.752.910	3.590.720	1.020.890	0	27.043.808
KDV	-	-	-	5.124.879	19.656.699	39.658.643	8.752.845	2.337.432	0	75.530.498
FIYAT FARKI	-	-	-	25.430.672	49.510.821	57.499.224	21.017.550	6.169.991	0	163.560.081
HAKEDİŞ TUTARI	-	-	3.931.823	25.430.672	49.510.821	57.499.224	21.017.550	6.169.991	0	163.560.081
5- GÜMÜŞOVA-GEREDE OTOYOLU	-	153.218	928.130	2.992.705	9.318.961	19.211.272	6.954.059	5.369.402	3.127.493	48.055.240
KDV	-	-	-	-	29.414.292	67.773.300	19.645.222	11.556.746	5.479.212	133.868.777
FIYAT FARKI	-	1.276.817	8.640.611	29.927.045	61.039.664	92.320.632	38.305.268	28.759.109	15.370.740	275.639.886
HAKEDİŞ TUTARI	-	1.276.817	8.640.611	29.927.045	61.039.664	92.320.632	38.305.268	28.759.109	15.370.740	275.639.886
6- GEREDE-ANK. ve ANK. ÇEV. OTOYOLU	-	-	4.371.523	7.176.207	27.386.162	45.008.686	22.513.885	25.389.573	6.569.522	138.415.558
KDV	-	-	-	73.780.620	164.698.905	62.099.298	61.079.171	12.497.104	12.497.104	374.155.098
FIYAT FARKI	-	-	-	96.762.066	186.111.814	211.144.299	125.516.412	134.947.520	31.299.713	824.025.273
HAKEDİŞ TUTARI	-	-	38.243.449	96.762.066	186.111.814	211.144.299	125.516.412	134.947.520	31.299.713	824.025.273
7- POZANTI - TARSUS (1. KESİM)	-	-	-	260.224	2.760.300	2.931.845	1.480.792	3.304.610	291.318	11.029.089
KDV	-	-	-	520.515	7.553.038	10.084.708	4.272.947	7.347.506	481.400	30.260.114
FIYAT FARKI	-	-	-	2.602.236	18.452.764	14.347.331	8.066.986	16.420.788	1.460.970	61.351.075
HAKEDİŞ TUTARI	-	-	-	2.602.236	18.452.764	14.347.331	8.066.986	16.420.788	1.460.970	61.351.075
8- POZANTI - TARSUS (2. KESİM)	-	-	-	-	1.425.677	5.237.038	9.833.125	5.679.783	1.291.227	23.466.850
KDV	-	-	-	-	3.602.014	18.192.652	28.259.580	12.161.000	2.425.797	64.641.043
FIYAT FARKI	-	-	-	-	10.079.487	25.476.518	53.683.150	25.706.707	6.182.376	121.128.238
HAKEDİŞ TUTARI	-	-	-	-	10.079.487	25.476.518	53.683.150	25.706.707	6.182.376	121.128.238
9- TARSUS MERSİN OTOYOLU	-	-	-	-	219.026	6.159.628	6.682.253	12.885.595	7.267.933	33.214.435
KDV	-	-	-	-	191.332	15.465.193	12.128.730	20.179.140	7.673.475	55.637.870
FIYAT FARKLARI	-	-	-	-	1.857.596	35.865.037	43.556.717	78.126.528	40.779.411	200.185.289
HAKEDİŞ TUTARI	-	-	-	-	1.857.596	35.865.037	43.556.717	78.126.528	40.779.411	200.185.289
10- (TAR-POZ.) AYR. ADANA-G.ANTEP-T.KALE	-	-	474.484	5.127.651	23.860.647	45.171.868	35.111.492	30.602.349	14.125.877	154.474.368
KDV	-	-	-	68.671.562	157.044.629	143.417.111	93.805.705	80.342.074	26.247.169	412.483.621
FIYAT FARKLARI	-	-	4.616.398	51.276.510	157.044.629	233.015.122	198.790.059	174.583.186	67.925.347	887.251.251
HAKEDİŞ TUTARI	-	-	4.616.398	51.276.510	157.044.629	233.015.122	198.790.059	174.583.186	67.925.347	887.251.251
11- T.KALE - İSKENDERUN OTOYOLU	-	-	-	-	316.350	11.297.064	5.861.994	15.936.925	4.832.598	38.244.931
KDV	-	-	-	-	269.316	28.463.253	10.039.504	25.481.644	5.168.718	69.422.435
FIYAT FARKI	-	-	-	-	2.614.715	65.678.947	38.810.445	101.050.507	27.048.601	235.203.215
HAKEDİŞ TUTARI	-	-	-	-	2.614.715	65.678.947	38.810.445	101.050.507	27.048.601	235.203.215
12- İZMİR - AYDIN OTOYOLU	-	-	336.037	2.724.035	7.030.362	26.107.993	3.320.399	13.564.399	3.374.635	56.457.860
KDV	-	-	-	4.116.312	15.608.984	83.427.272	8.869.293	30.828.588	9.596.616	152.447.065
FIYAT FARKI	-	-	2.996.803	23.124.037	51.097.176	134.139.338	18.800.697	70.927.658	15.472.840	316.558.549
HAKEDİŞ TUTARI	-	-	2.996.803	23.124.037	51.097.176	134.139.338	18.800.697	70.927.658	15.472.840	316.558.549
13- İZMİR-URLA OTOYOLU	-	-	-	-	1.550.474	15.345.237	9.233.839	2.402.581	98.974	28.631.105
KDV	-	-	-	-	1.938.260	38.614.726	15.580.517	2.719.454	324.228	59.177.185
FIYAT FARKI	-	-	-	-	12.207.384	89.292.909	61.368.139	16.068.883	350.010	179.287.325
HAKEDİŞ TUTARI	-	-	-	-	12.207.384	89.292.909	61.368.139	16.068.883	350.010	179.287.325
14- URLA - ÇEŞME OTOYOLU	-	-	-	-	107.126	2.970.491	7.484.332	12.884.946	3.297.804	26.744.699
KDV	-	-	-	-	-	6.950.930	13.758.654	20.110.763	3.192.380	44.012.727
FIYAT FARKI	-	-	-	-	980.475	17.805.989	48.610.778	78.215.538	18.792.991	164.405.771
HAKEDİŞ TUTARI	-	-	-	-	980.475	17.805.989	48.610.778	78.215.538	18.792.991	164.405.771
15- KONAK - İZMİR OTOYOLU	-	-	-	-	-	140.071	588.476	3.254.188	1.148.189	5.400.924
KDV	-	-	-	-	-	-	739.115	4.933.898	1.210.992	6.884.005
FIYAT FARKI	-	-	-	-	-	1.167.259	4.171.880	20.252.475	8.243.601	33.835.215
HAKEDİŞ TUTARI	-	-	-	-	-	1.167.259	4.171.880	20.252.475	8.243.601	33.835.215
16- BOLU DAĞI GEÇİŞİ	-	-	-	-	-	1.341.035	2.143.464	4.774.496	4.255.986	12.514.981
KDV	-	-	-	-	-	4.197.760	5.374.965	10.217.803	6.986.196	26.776.724
FIYAT FARKI	-	-	-	-	-	6.977.529	12.487.236	25.310.453	21.387.049	66.162.267
HAKEDİŞ TUTARI	-	-	-	-	-	6.977.529	12.487.236	25.310.453	21.387.049	66.162.267
TOPLAM	1.379.444	6.053.755	18.441.902	41.250.767	110.330.200	228.822.839	148.964.503	159.693.984	56.631.487	771.568.881
KDV	0	0	0	58.191.591	344.797.973	781.507.266	384.378.672	339.918.414	93.631.227	2.002.425.143
FIYAT FARKI	67.540.923	165.954.040	266.620.808	493.796.818	822.821.406	1.246.441.270	887.508.738	910.528.779	287.709.571	5.148.922.354
HAKEDİŞ TUTARI	67.540.923	165.954.040	266.620.808	493.796.818	822.821.406	1.246.441.270	887.508.738	910.528.779	287.709.571	5.148.922.354
GEN. TOPLAM	68.920.367	172.007.795	285.062.710	593.239.176	1.277.949.579	2.256.771.376	1.420.851.913	1.410.141.177	437.972.285	7.922.916.378
KÜMÜLATİF TOPLAM	68.920.367	240.928.162	525.990.872	1.119.230.048	2.397.175.627	4.653.951.003	6.074.802.916	7.484.944.093	7.922.916.378	7.922.916.378

Tablo (1.5): Yıllara Göre Otoyolların Kontrollük Hakediş Ödemeleri (§ Bazında)

İŞİN ADI	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994*	TOPLAM §
1- EDİRNE - KINALI OTOYOLU										
KDV	-	5.482	76.249	99.497	211.230	531.919	358.950	187.046	226.680	1.697.052
FİYAT FARKI	-	-	70.621	436.469	1.107.293	2.958.881	2.237.945	1.129.747	1.169.496	9.110.453
HAKEDİŞ TUTARI	-	40.548	550.743	708.486	843.278	1.600.913	834.062	460.142	390.936	5.429.167
2- KINALI - SAKARYA OTOYOLU (1,3,4 KES)										
KDV	110.150	398.479	578.107	757.959	1.006.198	847.819	492.879	176.427	43.989	4.412.007
FİYAT FARKI	45.113	450.958	1.765.537	4.364.694	7.402.670	5.038.813	3.609.643	1.306.103	233.595	24.217.125
HAKEDİŞ TUTARI	871.129	2.625.875	3.436.915	3.221.898	2.782.031	1.989.688	536.144	195.523	80.883	15.740.084
3- KAZANCI - GÜMÜŞOVA OTOYOLU										
KDV	-	3.527	30.624	84.497	152.048	249.450	142.888	91.713	17.330	772.077
FİYAT FARKI	-	0	49.435	387.973	1.087.928	1.688.100	981.105	655.706	97.361	4.947.608
HAKEDİŞ TUTARI	-	32.274	235.621	555.486	596.595	551.944	241.368	113.071	32.644	2.359.003
4- GÜMÜŞOVA - GEREDİ OTOYOLU										
KDV	-	18.774	136.621	247.986	531.690	915.300	961.411	856.823	75.478	3.744.084
FİYAT FARKI	-	0	211.864	1.406.402	3.625.291	5.982.563	7.026.205	5.884.758	462.136	24.599.219
HAKEDİŞ TUTARI	-	181.740	641.955	1.177.956	1.395.833	1.481.813	994.552	569.449	47.330	6.490.607
5- GEREDİ-ANK. ve ANK. ÇEV. OTOYOLU										
KDV	-	11.637	273.243	318.486	549.825	998.325	656.726	972.729	154.414	3.935.386
FİYAT FARKI	-	0	282.486	1.163.919	3.296.101	5.577.750	4.113.940	6.001.883	737.806	21.173.884
HAKEDİŞ TUTARI	-	102.096	1.771.093	1.878.456	2.151.150	2.668.313	1.398.123	1.812.640	295.606	12.077.477
6- POZANTI - TARSUS - MERSİN										
KDV	-	-	-	-	-	224.944	366.838	312.853	64.202	968.836
FİYAT FARKI	-	-	-	-	-	524.869	1.834.189	1.911.880	347.445	4.618.383
HAKEDİŞ TUTARI	-	-	-	-	-	1.324.669	1.232.575	651.777	67.978	3.277.000
7- (TAR-POZ.) AYR. ADANA-G. ANTEP										
KDV	-	2.255	90.497	290.986	613.190	1.445.731	1.384.493	1.272.321	317.818	5.417.292
FİYAT FARKI	-	0	141.243	1.503.395	4.064.069	8.741.019	9.004.209	7.676.432	1.602.759	32.733.126
HAKEDİŞ TUTARI	-	22.548	410.932	1.701.449	2.185.380	3.458.713	2.621.941	1.889.092	530.766	12.820.820
8-T.KALE - İSKENDERUN OTOYOLU										
KDV	-	-	-	-	11.455	324.919	410.858	512.731	139.733	1.399.697
FİYAT FARKI	-	-	-	-	0	874.781	2.127.660	3.067.698	789.305	6.859.444
HAKEDİŞ TUTARI	-	-	-	-	76.365	1.949.513	1.320.616	921.178	147.287	4.414.959
9- İZMİR - AYDIN OTOYOLU										
KDV	-	-	-	214.490	366.278	563.894	911.450	158.284	203.510	2.417.905
FİYAT FARKLARI	-	-	-	727.449	2.022.126	3.140.288	2.096.863	893.204	1.062.804	9.942.733
HAKEDİŞ TUTARI	-	-	-	1.474.946	1.656.833	1.546.831	5.624.164	431.833	372.319	11.106.926
10- İZMİR - URLA - ÇEŞME OTOYOLU										
KDV	-	-	-	-	30.546	374.906	454.879	477.970	113.297	1.451.598
FİYAT FARKLARI	-	-	-	-	0	974.756	2.274.395	2.867.820	638.242	6.755.212
HAKEDİŞ TUTARI	-	-	-	-	267.278	2.299.425	1.540.719	869.036	113.297	5.089.755
11- TOPLAM										
KDV	110.150	436.627	1.154.718	1.929.405	3.320.412	6.227.757	5.998.483	4.927.184	1.339.123	25.443.858
FİYAT FARKI	45.113	450.958	2.471.751	9.602.328	21.517.549	33.813.721	34.325.049	30.739.524	7.043.587	140.009.579
HAKEDİŞ TUTARI	871.128	2.972.806	6.811.619	10.163.191	11.358.147	18.319.876	16.102.897	7.800.670	2.046.402	76.446.735
GENEL TOPLAM	1.026.391	3.860.391	10.438.088	21.694.924	36.196.107	58.361.353	56.426.429	43.467.377	10.429.111	241.900.172
ORTALAMA DOLAR KURLARI	665	887	1.416	2.062	2.619	4.001	6.815	11.507	26.479	

BÖLÜM II: OTOYOL İŞLETME SİSTEMLERİ

2.1. ÜLKEMİZ OTOYOLLARINDAKİ ÜCRET TOPLAMA SİSTEMİ

2.1.1. Sistemin Genel Tanıtımı

Türkiye'deki otoyollarda, Kapalı Sistem olarak isimlendirilen sistem uygulanmaktadır. Bu sistemde, otoyola giren her sürücüye, çıkışta kontrol edilecek manyetik şeritli bir kart verilir. Bu kart, otoyol geçiş ücretinin, katedilen mesafe ve araç sınıfı göz önüne alınarak belirlenmesini sağlar. Geçiş ücreti, otoyol çıkış gişelerinde ödenir. Her gişede bir bilgisayar vardır. Gişenin trafiğe açılışı, kapanışı, geçişler, kural dışı olaylar, gibi kaydedilmesi gereken bütün önemli olaylar gişe bilgisayara kaydedilip, daha sonra istasyon bilgisayara aktarılır.

2.1.2. İdari Yapı

Otoyollar, tam erişime kontrollü yollar kapsamında olduğu için, otoyola giriş ve çıkışlar ancak kavşaklarda mümkün olmaktadır. Ücret toplama personel ve ekipmanı da kavşaklara yerleştirilmiştir. Ücret toplama istasyonlarında, yılm her günü ve 24 saat hizmet vermek amacı ile vardiyalı olarak görev yapan gişe memurları ve kontrol memurları bulunmaktadır. Ayrıca her Bakım İşletme Şefliği bünyesinde sistemin sağlıklı çalışmasını kontrol etmek amacı ile yine vardiyalı olarak Ücret Toplama Teknik Elemanları görev yapmaktadır.

Ücret toplama sisteminin başında ise, geçiş ücretlerinin toplanması ve bu işlerde kullanılan elektronik ekipmanların işletilmesi ve ücret toplama işinde görevli personelin sevk ve idaresinin yapılması işlerini yürüten Sistem Mühendisi bulunmaktadır.

Sistemden elde edilen paranın ilgili bankaya ulaştırılmasını, gerekli dökümanların hazırlanmasını, günlük olarak istasyonlardan alınan raporların denetlenmesini yürüten Teknik Hesaplar Birimi de Bakım İşletme Şefliği bünyesinde görev yapmaktadır.

2.1.3. Otoyol Giriş Gişeleri

Giriş gişeleri şu ekipmanlardan oluşmaktadır:

— **Otomatik Bilet Tanzim Ünitesi:** Sürücü, giriş gişelerine gelip, butona bastığında kendisine otomatik olarak bir kart verilir. Bu kart üzerine; giriş istasyonu numarası, giriş gişe numarası, basım tarihi, saati ve dakikası bilet numarası basılıp, manyetik olarak kodlanır.

— **Araç Algılama Sistemi:** Bu sistem iki dedektör (loop) 'den oluşmuştur. bunlardan ilki, bilet tanzim ünitesinin önüne aracın geldiğini algılamak için diğeri aracın gişeyi terk ettiğini algılamaktadır. Bu dedektörler üzerinden, metal alaşım bir cisim geçmesi durumunda, dedektörler algılama yapmaktadırlar.

— **Giriş Gişesi Trafik Işığı ve Alarm Cihazı:** Gişe açık iken ve geçiş yok iken, kırmızı ışık yanar. Sürücü, biletini aldığı zaman yeşile döner ve geçiş dedektör devresi tarafından aracın gişeyi terk ettiği algılandığında tekrar kırmızıya döner. Sürücü bilet istemeden geçerse, bilet isteyip de alamadan geçerse veya bir bilet sıkışması olayı olduğunda alarm cihazı çalarak sürücüyü ve görevliyi uyarır.

— **Saçak Trafik Işığı:** Gişenin açık veya kapalı olduğu,saçak üzerinde bulunan kırmızı / yeşil lambalar ile sürücülere iletilir.

2.1.4. Otoyol Çıkış Gişeleri

Otoyol çıkış gişelerinde şu ekipmanlar bulunur:

- Gişe Bilgisayarı
- Gişeci Konsolu
- Manyetik Kart Okuyucu
- Makbuz Yazıcı Cihaz
- Gişe Yan Ücret Göstergesi
- Araç Algılama Sistemi
- Alarm Cihazı

Otoyol çıkış gişelerine gelen sürücü, giriş gişesinde aldığı manyetik şeritli kartı görevliye verir. Gişe memuru, önünde bulunan ve çeşitli fonksiyonları yapabilen tuş takımlarına sahip konsolda, gelen aracın sınıflandırmasını yapar.

Tablo (2.1.) : Araç Sınıflandırma Tablosu

- 1.Sınıf: 2 akış, aks aralığı 3.20 m. 'den az olan araçlar.
- 2.Sınıf: 2 akış, aks aralığı 3.20 m. 'ye eşit veya daha fazla olan araçlar.
- 3.Sınıf: 3 akış araçlar.
- 4.Sınıf: 4 ve 5 akış araçlar.
- 5.Sınıf: 6, 7 ve 8 akış araçlar.

Gişe memuru, kartı kart alma ağzına sokar. Manyetik Kart Okuyucu tarafından kabul edilen karttan gerekli bilgiler alınır. Ancak çeşitli sebeplerden dolayı kartın manyetik şeridi deforme olmuş ise kart kabul edilmez ve geri verilir. Bu durumda görevli memur, kart üzerindeki bilgileri bilgisayara elle girer. Otoyol üzerindeki ücret toplama istasyonlarının aralarındaki ulaşım süreleri belli sınırlar içerisinde belirlenip, gişe bilgisayarlarına verilmiştir. Araç, bu süreler zarfında gişelere ulaşmamış ise kart, kart okuyucu tarafından okunup, iade edilecek ve "Zamanı Geçmiş Kart" uygulaması görecektir. Bu iki durumda da sürücünün ücret konusunda bir mağduriyeti olmamaktadır.

Gişe bilgisayarı, giriş istasyonunu ve araç sınıfını baz alarak ücreti hesaplar. Geçerli kılınan bilet, üzerindeki bilgiler silinerek kilitli hazneye depo edilir. Belirlenen ücret, gişeci konsolunda ve gişenin dış tarafında sürücünün görebileceği şekilde yerleştirilmiş göstergede yazılır. Sürücü, ücretini para ile veya karşılığı ödenmiş bilet ile yapar. Gişe memuru, konsol üzerindeki uygun tuşları kullanarak, makbuzun hazırlanmasını sağlar ve işlem sona erer. Aracın gişeye geldiği sırada, kırmızı olan yan gösterge ışıkları ücretin alınması mukabilinde yeşile döner.

Araç gişeyi terk ederken, Araç Algılama Sistemi vasıtası ile sınıflandırması test edilir. Bu sistem, 4 kontaklı aks sayıcı, aks aralığını algılayan lastik dedektör ve araçların sayılmasını algılamak için optik bir bariyerden oluşmuştur. Bu sistemin belirlediği araç sınıfı, daha önce gişe memurunun tayin edip sisteme girdiği değer ile aynı olması halinde geçiş " Normal " olarak kaydedilir. Bunun aksi bir durum " Yanlış Sınıflama " olarak

değerlendirilir ve kontrol memuruna alarm sinyali verilir. Araç Algılama Sistemi, gişenin kapalı olması durumunda da geçiş yapabilecek araçları algılamak için daima devrededir.

Otoyol çıkış gişelerinden ücret ödmeden geçen araçların plakası, sınıfı ve özellikleri gişe memuru tarafından bir tutanakla tespit edilip " Kaçış İşlemi " yapılır. Aracın plakasından sahibi belirlenip geçiş ücreti cezalı olarak tahsil edilir.

Giriş gişelerinden kart almadan gelen veya alıp da kaybeden sürücülerden; hangi istasyondan otoyola girdiklerini ibraz edemedikleri için buldukları çıkış istasyonuna en uzak mesafede bulunan istasyondan otoyola girmiş gibi ücret almır.

2.1.5. Diğer Ücret Toplama Sistemleri

Ülkemiz otoyollarında uygulanan kapalı sistemin dışında; bazı ülkelerde ve geçmiş yıllarda da ülkemizde açık sistem kullanılmıştır.

Açık sistemde geçiş ücreti sadece araç sınıfına bağlı olarak belirlenip, katedilen mesafe göz önüne alınmaz. Bu sistemde sadece giriş gişeleri mevcuttur ve ücret otoyola girişte almır.

Kapalı ücret toplama sistemlerin de bazı uygulama farklılıklarından kaynaklanan çeşitleri bulunmaktadır. Jeton uygulamalı sistemde, gişelerde görevli bulunmamakta, sürücü kartını kendisi okutup, jetonlarını atarak gişelerden geçmektedir.

Ülkemizde uygulanan sistemde, gerekli adaptasyon yapılarak otoyol geçişlerine ait kredi kartı kullanılması da gerçekleştirilmektedir. Sürücü magnetik kartını görevliye verirken, ücret olarak da kredi kartını vermektedir. Görevli sınıflamayı yapıp, kartı okuttuktan sonra, kredi kartını okutmaktadır. Göstergede aracın sınıfı, geçiş ücreti ve kartta geriye kalan kullanım hakkı görülür.

Bu sistemlerin dışında, yeni teknikler geliştirilerek telepass v.b. gibi sistemler de uygulanmaktadır. Bu sistemde araçların ön kısmına (dikiz aynası civarına) magnetik bir kart yerleştirilmekte, araç gişelerden otoyola girerken bu kart, yerleştirilen cihaz tarafından algılanmakta ve aracın sınıfı ile giriş istasyon kodu merkezi bilgisayara kaydedilmektedir. Araç otoyoldan çıkarken özel ayrılmış, gişelere gelip hızını düşürerek

yavaş bir şekilde gişeden geçmektedir. Bu sırada giriş gişesindeki benzer cihazlarla aracın ön kısmındaki magnetik kart okunmaktadır. Belirlenen ücret, sürücünün daha önceden otoyol geçişleri amacı ile yatırdığı ücretten kesilmektedir. Sürücünün kredi limiti uygunsa, araç yavaş bir hızla gişeden geçerken otomatik bariyer kalkmakta ve işlem tamamlanmaktadır.



2.2. TÜNEL İŞLETME SİSTEMLERİ

2.2.1. Sistemlerin Genel Tanıtımı

Türkiye otoyollarında Tünel İŞletme Sistemleri, çok kapsamlı olarak ilk kez Anadolu Otoyolu'nun Korutepe Tüneli (1028 m.) ve Gltepe Tünelinde (609 m.) uygulanmıştır. Bu gelişmiş ve en yeni sistemler, T.E.M. gibi uluslararası önemi olan yollarda yüksek düzeyde güvenlik ve etkinlik garanti etmektedir. Anadolu Otoyolu'nun, kuzey İzmıt kent geçiŐinde bulunan bu tünellerin işletme sistemleri, düzgün bir trafik akışını sağlayabilmek için farklı sistemlerden oluşmuştur. Türkiye'de pilot uygulama olarak kurulan bu sistemler, yapımı devam eden ve yapılacak diğer tüneller için de örnek teşkil edeceği düŐünülmüŐtür. AŞağıda bu gelişmiş sistemler anlatılırken, daha önceki yıllarda hizmete açılmış tünellerdeki sistemlerden de kısaca bahsedilmiŐtir.

2.2.2. Elektrik Besleme Sistemi

Maksimum güvenliği garantiye almak ve tehlikeli karartmaları mümkün olabildiğince önlemek için elektrik Őebeke sistemi, üç farklı kaynaktan oluşmaktadır:

1- Şehir Elektrik Şebekesi:

2- Acil Durum Enerji Şebekesi: TEK tarafından temin edilen elektrik kesildiğinde, sistemin buna tahammülü olmayan bölümlerine elektrik beslemesini garanti edebilmek için Dizel Jeneratör Seti otomatik olarak birkaç sn. içinde devreye girer. Ayrıca tünelde yangın durumunda; havalandırma sistemi, bağımsız jeneratör tarafından beslenir.

3- Kesintisiz Güç Kaynağı: Jeneratör Seti tarafından temin edilen elektrik, kesintiye uğradığı zaman, hatta Dizel Jeneratör Setinin devreye girmesi süresi içinde beslenme yetersizliğinin olmaması gereken sistem bölümlerine enerji temini için Kesintisiz Güç Kaynağı (U.P.S.) yani aküler devreye girer.

2.2.3. Aydınlatma Sistemi

Tünel aydınlatma sistemi, değişik ışık durumlarına uygunluk gösteren gözler ile ilgili problemleri, mümkün olduğu kadar en eza indirmek ve bu yolla, araç süren kişilerin yol üzerindeki engelleri rahatlıkla görmelerini sağlamak amacı ile uygulanmaktadır. Giriş aydınlatması olmadan, bir sürücü, gündüz yalnızca siyah bir delik görür ve herhangi bir cisim farkedemez. Bu sistem; tünel içindeki parlaklığın, tünel dışındaki parlaklıkla (özellikle tünelin ilk 182 m. sinde) uyum sağlaması esasına göre çalışmaktadır. Araçların sürüş istikameti göz önünde bulundurularak, daha sonraları yol üzerinde giderek azalmak kaydıyla, girişte yüksek bir aydınlatma düzeyi elde edilmiştir. Bu yüzden sistem, Tünel Giriş Aydınlatması ve İç Aydınlatma bölümlerine ayrılmıştır. Uygulanan sistemdeki aydınlatma bölgeleri ve kullanılan lamba aralıkları aşağıda gösterilmiştir:

Tablo (2.2.) : Tünel Aydınlatma Bölgeleri

	<i>Eşik Bölgesi</i>	<i>1. Geçiş Bölgesi</i>	<i>2. Geçiş Bölgesi</i>	<i>İç Bölge</i>
<i>Mesafeler :</i>	107 m.	43 m.	32 m.	geri kalan kısım
<i>Lamba aralıkları:</i>	1.20 m.	4.7 m.	4 m.	15 m.

Gece dışarıdaki aydınlık hemen hemen sıfır olduğu için tünel içlerinin çok aydınlık olması gerekmez. Bu yüzden enerji tasarrufu için aydınlatma şiddeti düşürülmektedir.

Tünel giriş aydınlatması, fotoelektrik prensibine dayandırılarak tesis edilmiş parlaklık ölçerler (fotosel) ile kontrol edilmektedir. Bu parlaklık ölçerler hem tünele girmeden, hem de girişten 20 m. sonra monte edilmişlerdir. Bu cihazların ölçümlerine göre, sistemdeki lambaların parlaklık oranları otomatik olarak belirlenir. Yangın veya acil tehlike çağrılarında iç aydınlatma otomatik olarak en yüksek seviyeye çıkmaktadır.

Bu gelişmiş aydınlatma sistemlerinin yanısıra, daha önceki yıllarda hizmete açılmış tünellerde de daha basit aydınlatma sistemleri uygulanmaktadır. Bunlarda da temel prensip, parlaklık ölçer cihazları (fotosel) yardımı ile ışık miktarının belirlenmesi ve dış ortamdaki ışık miktarına göre, farklı kademelerde aydınlatmanın sağlanmasıdır.

Ayrıca bazı tünellerde, araç kullanan sürücülerin tünel iç ve dış aydınlık seviyelerinin farklı olmasından dolayı kaza yapma ihtimalini ortadan kaldırmak için gölgelik sistemleri düzenlenmiştir. İzmit Açık Tünelinde örneği görülebileceği üzere; tünel giriş ve çıkışında projesine göre uygun ölçülerde uygulanan, kolon-kiriş şeklindeki çerçeve sistem, hem aydınlatma yoğunluk farklarından, hem de diğer tüpten giriş yapan araçların farlarının gözü rahatsız etmesinden dolayı oluşan kazaları önlemektedir.

Gölgelik sistemi, tünelin işletme aşamasında aydınlatma yönünden de ekonomi sağlamaktadır. Gölgelik uygulanmayan tünellerde, gündüz yada gece koşullarına göre tünel içi aydınlık düzeyini dış aydınlık seviyesine yaklaştırmak gerekecektir.

2.2.4. Tünel Havalandırma Sistemi

Tünellerin düzenli çalışmasının temini için, içlerindeki atmosferin temizliği sağlanmalı ve araçların egzoz gazlarının sebep olduğu kirlilik miktarı, sınır değerlerine uygun olmalıdır. Bu sebeple kabul edilebilir kirlenme değerlerini garanti eden, tünellerin içine hava besleyen güçlü bir havalandırma sistemi planlanmıştır. Hava akımı, her bir tünel içine monte edilmiş sabit bir yeri olan bir seri jet fan sistemi ile temin edilir.

Fanların çalışması, tüneller içindeki kirlenme ve tozlanma durumuyla, toz parçaları ve karbonmonoksit (CO) gazından etkilenen dedektörler vasıtası ile kontrol edilir. Dedektörler, tünel içine monte edilmiş olup, kabul edilebilir kirlenme seviyesine göre ayarlanabilmektedir. Hava kalitesi ile ilgili sinyaller anında kontrol merkezine iletilir. CO konsantrasyonu maksimum limitin üzerinde 10 dakikadan fazla kalırsa tünel trafiğe kapatılır. Jet fanların konumları, çarkların dönüş yönüne göre tünel içindeki havayı doğal hava akışı yönünde itecek şekilde ayarlanmıştır. Fanlar, tünel kemerinin çatı kısmına uygun desteklerle bağlanmıştır.

Tünellerde oluşan en önemli gazlar; CO, CO₂, CH₄, SO₂, NO_x ve dizel emisyonlardır. Taşıt sayısına bağlı olarak, ortalama emisyon miktarı üzerindeki temel etkenler şunlardır:

- 1- Taşıt sayısının taşıt yaşına bağlı olarak kompozisyonu
- 2- Filtreli veya filtresiz benzin veya dizel motor sayısı
- 3- Taşıt hızı
- 4- Tünel güzergahının eğimi
- 5- Deniz seviyesinden olan yükseklik

2.2.5. Trafik Kontrol Sistemi

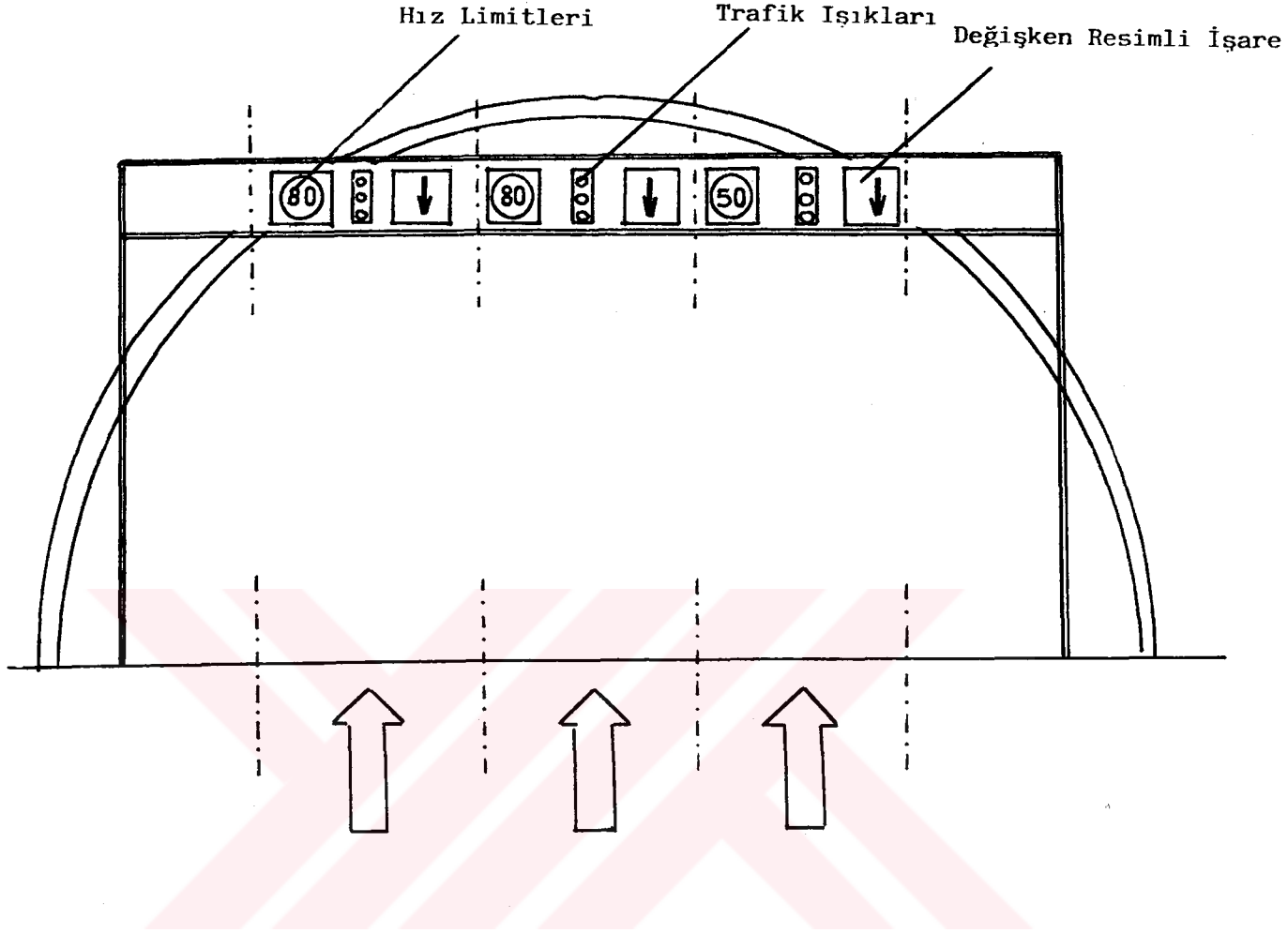
Bu sistem, tünellerdeki trafiğin doğru çalışması için tüm trafik işaretlerinin otomatik olarak kontrolüne izin vermektedir. Tüm sinyalizasyon sistemi, kontrol merkezindeki monitör ve gözetleme sistemi ile kontrol edilir. Yerleştirilen ekipmanlarla, tünelde tek şeridin kapanması veya bir yöndeki tüpün tamamen trafiğe kapanıp diğer tüpten çift yönlü olarak trafik akışının sağlanması fonksiyonları yerine getirilebilmektedir. Bu ekipmanlar şunlardır:

1- **Standart Trafik İşaretleri:** "Hız Limiti", "Farlarımızı Yakınız" v.b. gibi standart trafik işaretleridir.

2- **Işıklı Trafik İşaretleri:** Acil durumlarda faydalanmak üzere yerleştirilmiş telefon kabinlerini ve iki tüp arasındaki yaya geçişini sağlayan kapıları gösteren işaretlerdir.

3- **Tünel Giriş İşaretleri:** Tünel girişlerinde ayaklı platform üzerine monte edilen işaretlerdir. Bu platform üzerinde Şerit Kontrol İşaretleri, Hız Limit İşaretleri ve Trafik Lambaları bulunur. Değişken resimli şerit kontrol işaretleri; şerit değiştirme, şerit kapama ve boşaltma için sinyalizasyon sağlar. Bu değişken resimli işaretler şunlardır:

- Aşağı işaretli yeşil ok
- Solu gösteren, sarı renkli aşağı yan ok
- Sağı gösteren, sarı renkli aşağı yan ok
- Kırmızı çarpı



Şekil (2.1.) : Tünel Giriş İşaretleri

4- Çok Yönlü Şerit Kontrol İşaretleri: Tüm tünel boyunca belirli aralıklarla tünel tavanına yerleştirilmiş, her sinyal şeridine karşılık gelen işaretlerdir. Şeridin kullanılabilir olup olmadığını sürücülere gösterirler. Acil durum halinde, sürüş yönünde solda bulunan şerit ters yönde trafik yolu için kullanılabilir.

5- Karşı Rüzgar Denetimi: Sürücülerin sürüş güvenliğini artırmak amacıyla, tünelin çıkış kısmında ayrıca rüzgar kontrol sistemi bulunur. Rüzgar hızını ölçen anemometreler sayesinde, üçgen biçimli Karşı Rüzgar İşaretlerini açıp kapayan sinyaller, her tünelin çıkışındaki kontrol merkezine gönderilir. Bu sayede, her sürücü tünel çıkışında araç normal sürüşünü engelleyebilecek hava akımını öğrenmiş olur.

6- Trafik Sayıcıları: Trafik Sayıcı Sistemi, tünel içinden geçişte, yol yüzeyinin altında yer alan bir devre yardımı ile, geçen araçların gözetlenmesi (trafik sıklığı) işlevlerini görür. Bu devre ile araçlar sayılabilir, hızları tespit edilebilmektedir. Her tünel tüpünde, biri girişten sonra, diğeri çıkıştan önce iki grup devre monte edildiği için, giren ve çıkan araç sayısı arasındaki fark tespit edilerek, tünel tüpü içinde bulunan araç sayısı belirlenir. Elde edilen sayı belli limitten yüksek ise, kapalı devre televizyon ile ağır trafik durumu incelenerek gerekli önlemler alınır. (örneğin; havalandırmanın çalıştırılması gibi) Herhangi bir olay sonucu, tünelde trafik durursa mevcut sistem bunu haber verir ve tünel girişindeki trafik lambası, kırmızıya dönerek tünel trafiğe kapatılır.

2.2.6. Kapalı Devre Televizyon Sistemi

Tünel kontrol binalarının çevreleri ve tünel içleri, yerleştirilen kameralar vasıtası ile devamlı olarak denetlenmektedir. Tünel içi kameraları, özellikle acil çağrı telefonlarının ve yaya geçit kapılarının bulunduğu bölümlere yerleştirilmiştir. Belirli aralıklarla yerleştirilmiş kameralardan gelen görüntüler, tünel kontrol merkezindeki monitörlerden takip edilir. Böylece tünel içinde olabilecek bir kazaya çok çabuk bir şekilde müdahale edilebilmektedir.

2.2.7. Yangın Söndürme Sistemi

Bu sistem, tünel içinde veya tünel kontrol binalarında vuku bulabilecek acil bir durumda, kısa sürede olaydan haberdar olunmasını ve müdahale edilmesini sağlar. Bu sistemin elemanları şunlardır:

1- Acil Durum İkaz Kabini: Tünel içinde inşa edilmiş bu kabinlerde yangın söndürücüler ve acil yardım telefonu bulunmaktadır. Ayrıca kabinin kapısının açılması ile bu kapıyı kontrol eden kamera, otomatik olarak görüntüleri kontrol merkezine aktarmaya başlamaktadır.

2- Acil Durum İkaz Butonları ve Yangın Söndürücüler:

3- Tünel İçi Hat Dedektör Sistemi: Doğrusal ısı algılama yöntemi ile çalışan sistem, döşenen kablo vasıtası ile birçok ölçüm noktasında ısı kontrolü yapabilecek

şekilde dizayn edilmiştir. Bu sistem kolayca yangın durumunu algılayıp, kontrol merkezine bilgi aktarır.

4- İyonlaşma Duman Dedektörleri: Tünel kontrol binalarının içinde yangın kontrolünü sağlarlar.

5- Çift Başlıklı Isı Dedektörü: Dizel jeneratör dairelerindeki yangın durumunu haber verebilmek amacı ile yerleştirilmişlerdir.

6- Eriyebilir Bağlantılı Yakıt Kesme Sistemi: Dizel jeneratörünün üzerine eriyebilir vasıfta metal bir tel monte edilmiştir. Bu tel, yakıt tankının çıkışındaki vanaya bağlıdır. Jeneratördeki ısı belirlenen sınır üzerine çıktığında tel koparak, jeneratöre yakıt girişi kesilir. Böylece yangının büyümesi önlenir.

7- Su Depoları: Tünellerin üst kısımlarında, her an kullanıma hazır vaziyette tutulan su depoları bulunmaktadır. Bu depolar, tünel içinde belirli aralıklarla yerleştirilmiş vanalara bağlanmıştır.

2.3. TRAFİK DENETİM VE ACİL HABERLEŞME SİSTEMİ

2.3.1. Trafik Denetim Sistemi

Otoyollar, 2918 sayılı Trafik Kanununa göre Erişme Kontrollü Karayolu olarak tarif edilerek; transit trafiğe tahsis edilen, belirli yerler ve şartlar dışında giriş ve çıkışın yasaklandığı, yaya, hayvan ve motorsuz araçların giremediği, ancak izin verilen motorlu araçların yararlandığı ve trafiği özel kontrole tabi tutulan karayolu olarak tanımlanmıştır.

Otoyola giriş yapan araçlar, hızlanma şeridini takip ederek, trafiğin akış hızına uyum sağlayıp güvenli bir katılım sağlayabilirler. Belirlenen kurullarla, otoyollarda trafiğin kesintisiz akımı sağlanmıştır. Bu sebeple zorunlu haller dışında, duraklamak ve park etmek yasaktır. Zorunlu hallerde ise araçlar emniyet şeridine girerek durabilirler. Otoyollarda azami ve asgari hız sınırlaması uygulanmaktadır. Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından, kavşak, kolları haricinde azami hız 130 km/sa olarak belirlenmiştir. Ancak, otoyolda bakım çalışması veya kaza gibi durumlarda da azami hız 130 km/sa' in altında tutulabilir. Asgari hız sınırı olan 40 km/sa ise, otoyolun kapasitesinin yüksek tutulması ve trafik akışının düzenli olması amacı ile uygulanmaktadır.

Araçlar, otoyoldan çıkışlarını; yavaşlama şeridinde hızlarını düşürmek sureti ile kavşak kollarını kullanarak yaparlar. Otoyolda geri gitmek yasak olduğu için, çıkış yerini geçen araçların bir sonraki çıkış yerini kullanmaktan başka seçenekleri yoktur.

Otoyollarda, trafik hizmetleri Karayolları Genel Müdürlüğü personeli; mühendis, tekniker ve teknisyen seviyesinde teknik elemanlarla ve Emniyet Genel Müdürlüğü'ne bağlı trafik polisi ile yürütülmektedir.

İçişleri Bakanlığı'nın, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'na 13.5.1993 tarihinde yazmış olduğu "Otoyol Kontrolleri" konulu yazısında polisin görev ve yetkileri şu şekilde belirtilmiştir:

— Otoyol üzerinde kesinlikle sabit trafik kontrolü yapılmayacaktır.

— Aşırı hız sonucu, kazaların meydana geldiği yerlerde, hız sınırları belirtilmiş olan yerlerde hız kontrolleri yapılacaktır. Ancak bu şekilde seçilen yerlerde radarla yapılacak hız kontrollerinde kendilerine tanınan hızın üstünde seyrettikleri tespit edilen sürücülere ait araçlar çevirme ekiplerince, kontrol yapılan yere en yakın Karayolları Bakım İşletme Merkezlerinde, dinlenme ve servis alanlarında durdurularak gerekli kanuni işlem yapılacaktır.

— Zorunlu hallerde kontrol edilmesi gereken araç sürücülerine rastlanıldığında, sürücüsüne sesli ikaz yapıldıktan sonra gidiş yönüne göre en yakın ekibe, sürücünün ihlal etmiş olduğu kural telsiz ile bildirilerek gerekli kanuni işlemin yapılması sağlanacaktır.

Trafik mühendisinin görevleri arasında; sorumlu olduğu otoyol kesiminde can ve mal güvenliği yönünden gerekli düzenleme ve işaretlemeleri yaptırmak, trafik tekniğine ait görüş bildirmek, yol güvenliğini ilgilendiren konulardaki projeleri incelemek, trafik kazalarının oluş nedenlerine göre verileri hazırlayıp, gerekli teknik tedbirleri almak gibi konular yer almaktadır.

Trafik teknisyenleri, otoyol üzerinde meydana gelen kazalara en kısa sürede intikal ederek, gerekli işaretlemeleri yapıp, yüksek hızda gelen trafiği açık şeritlere kanalize ederek, trafik güvenliğini sağlarlar. Yolun tamamen trafiğe kapanması halinde ise, otoyoldan mevcut kavşaklar haricinde çıkış olmaması göz önüne alınarak, trafik en yakın kavşaktan otoyol dışına kanalize edilir. Bu kavşak ile kapanan yol kesimi arasında kalan araçlar ise imkanlar ölçüsünde, sökülebilen seyyar otokorkulukların açılması ile boşaltılır.

Otoyol üzerinde meydana gelen kazalarda, çeşitli karayolu yapıları (otokorkuluk, işaret levhaları, aydınlatma direkleri, asfalt kaplama, alt ve üst geçitler v.b.) hasar görebilir. Bu durumlarda trafik teknisyenleri tarafından, olay mahalinde hasar tespit tutanakları tutulur. Bu tutanaklarda belirtilen, hasarlı karayolu yapısının miktarına ve içinde bulunan yalın birim fiatlarına göre hasar keşfi hazırlanır. Hazırlanan keşif, onaylandıktan sonra ilgili şahsa veya kuruma ödenmek üzere tebliğ edilir.

Trafik teknisyenlerinin diğer önemli bir görevi ise; görevli buldukları kesim dahilinde, kamulaştırma sahasını korumak, sınır ihlallerini önlemek, gerekiyorsa ilgili amirlere konu hakkında bilgi vermektir. Ayrıca, yol platformu üzerinde trafik güvenliğini tehlikeye düşürecek her türlü engeli kaldırmak veya kaldırtmak da trafik ekiplerinin

görevleri arasındadır. Trafik teknisyenleri, yol emniyetinin tehlikeye düşürülmesi halinde, Karayolu Trafik Kanunu' nun kendilerine vermiş olduğu yetkiye dayanarak, suç ve ceza tutanağı düzenlemeye yetkilidirler. Vardiyahı olarak görev yapan trafik teknisyenleri, yılın her günü ve saati kesintisiz olarak hizmetleri yürütmektedirler.

2.3.2. Acil Haberleşme Sistemi

Otoyol Acil Haberleşme Sistemi, otoyol güzergahında gereksinilebilecek sağlık, güvenlik ve teknik yardımın en kısa sürede ulaştırılmasını sağlamaya yönelik, bilgisayar denetimli bir telsiz haberleşme sistemidir.

Acil yardım çağrısı, otoyol güzergahının her iki yönünde ikişer km. aralıklı olarak konumlandırılmış olan Acil Yardım Telefon İstasyonları (AYTİ) kullanılarak, bir operatör tarafından kullanılan merkez istasyonuna iletilir. Bu merkez istasyonları, otoyolun o kesiminden sorumlu olan Bakım İşletme Şefliklerinde bulunmaktadır. Haber alınan yardım bildirimini, operatör tarafından trafik ekibi, kurtarıcı, hastane, polis ve servis istasyonu gibi birimlere iletilir. Bakım İşletme Şefliklerinde her an göreve hazır durumda bulundurulmuş kurtarıcılar, yolda kalmış veya kaza yapmış araçları en yakın çıkış gişelerine kadar ücretsiz olarak çekmektedir.

Yardım çağrısı, yol güzergahında yardım gereksinen kişi tarafından AYTİ üzerindeki çağrı butonuna basılarak başlatılır. Merkez İstasyonu tarafından alınan sinyaller, operatörü görsel ve işitsel olarak uyarır. Daha sonra karşılıklı olarak görüşme gerçekleşir. Operatörün yardım çağırana ile konuşması, bilgisayar tarafından denetlenen ses kayıt cihazı tarafından katdedilir ve daha sonra gerekli görülürse dinlenebilir. Ayrıca çağrı sonuçları yazıcıya da yazdırılabilir.

Sistem, elektrik kesintisinden etkilenmemesi için kesintisiz güç kaynağı (akü) ile beslenmektedir. Telefon birimlerinin enerji ihtiyacını karşılayacak olan güneş pili ve akü, cihazın konulacağı yerin coğrafik ve meteorolojik şartlarına uygun seçilmiş olup, günde 10 dakika gönderme yapıldığı varsayıldığında cihazın kesintisiz çalışmasını sağlayacak düzeydedir.

2.4. OTOYOL HİZMET TESİSLERİ

2.4.1. Tanım

Otoyol Hizmet Tesisleri, trafiğe katılan kişilerin durması, dinlenmesi, belirli ihtiyaçlarını karşılaması ve gerekiyorsa geceleme için düzenlenmiş tesislerdir. Bu tesisler şu şekilde sınıflandırılmıştır:

- A Tipi Tesis: Akaryakıt satış ve servis istasyonu, hizmet binaları (kafeterya, lokanta, çayhane, tuvalet), telefon kabinleri ve motel bulunduran hizmet tesisleridir.
- B Tipi Tesis: Akaryakıt satış ve servis istasyonu, hizmet binaları ve telefon kabinleri olan hizmet tesisleridir.
- C Tipi Tesis: Akaryakıt satış istasyonu, çayhane, büfe, tuvalet, telefon kabinleri bulunduran hizmet tesisleridir.
- D Tipi Tesis: Park alanları, büfe ve tuvalet bulunduran hizmet tesisleridir.

2.4.2. Tesislerin İnşası, İşletilmesi ve Devri

Otoyol Hizmet Tesislerinin inşası ve işletilmesi Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından çıkartılan ihale ile müteahhit firmalara, belirlenen süreler çerçevesinde devredilmektedir. İmzalanan sözleşmelerde; bu tesislerin projelendirilmesi, yapımı, bakımı, işletilmesi, işletme süresince gayri safi hasıla üzerinden idareye yıllık pay ödenmesi ve görev süresi sonunda idareye bedelsiz ve kullanılabilir durumda devredilmesi öngörülmektedir.

Müteahhit firma, servis alanlarında satış yaptığı akartakıt bedelinden %1.5, akaryakıt dışında her türlü mal ve hizmet satışlarından da otoyoldaki ortalama günlük trafik sayısına göre belirlenen oranda idareye pay ödemektedir.

2.5. İŞLETME VE TRAFİK GÜVENLİĞİ AMACI İLE KULLANILAN DİĞER OTOYOL EKLENTİLERİ

2.5.1. Otokorkuluklar

2.5.1.1. Giriş

Otoyollarda, seyahat eden sürücülerin fiziksel ve psikolojik rahatsızlıklarını minimize etmek amacı ile yol geometrik standartları yüksek tutulurken, aynı zamanda kaza güvenliklerini sağlamak amacı ile de gerekli koruyucu tedbirler alınmıştır.

Otokorkuluklar, yol platformunda seyir halinde olan araçların banketlerden düşmesini, yol kenarındaki sabit yapılara çarpmasını, trafik güvenliği açısından sakıncalı bir kesime ya da yol bölgesine girmesini önlemek amacı ile inşa edilmişlerdir. Otokorkuluk, karayollarında seyreden taşıtlar için tehlikeli olabilecek bazı unsurların tamamen ortadan kaldırılamaması halinde, emniyeti arttırmak için, kaza şiddetini azaltmak için başvurulan bir tedbirdir.

Bütün dünyada otokorkuluklar üzerine yaklaşık 30 yıldan beri devamlı uygulamalı deneyler ve araştırmalar yapılmasına rağmen ülkelerin tercihleri ve kararları farklı olabilmektedir. Otokorkuluklar üzerinde yapılan çalışmalar göstermiştir ki, en ideal şekilde projelendirilmiş olsa dahi otokorkuluğun kendisi de bir tehlike unsurudur. Otokorkuluk monte etmeden önce tehlike oluşabilecek yerlerde yapısal değişiklik yapılması veya tehlike oluşturabilecek bir engelin ortadan kaldırılması sureti ile daha iyi bir şekilde korunma sağlanıp sağlanamayacağı kontrol edilmelidir. Otokorkuluklar, bazı uygulamalarda kazaların şiddetini azalttığı halde, kaza frekansını arttırabilir. Bu nedenle, gerekliliğine kesin olarak karar verilemediği durumlarda otokorkuluklar kullanılmaz.

Günümüzde otokorkuluklar, imalatlarında kullanılan malzeme açısından; çelik profil - çelik ray, betonarme ve çelik halatlı sistemler olarak sınıflara ayrılmaktadır. Ülkemizde bu tipler arasında ekonomi ve pratiklik açısından en yaygın uygulanan sistem çelik profil - çelik raylı sistemdir. Ayrıca bu sistemlerin teknik, ekonomi, estetik ve trafik güvenliği açısından alt tipleri de geliştirilmiştir. Otokorkulukları işlevlerine göre, ayırıcı ve koruyucu olarak iki kısma ayırabiliriz.

2.5.1.2. Ayırıcı Otokorkulukların İnşa Amaçları

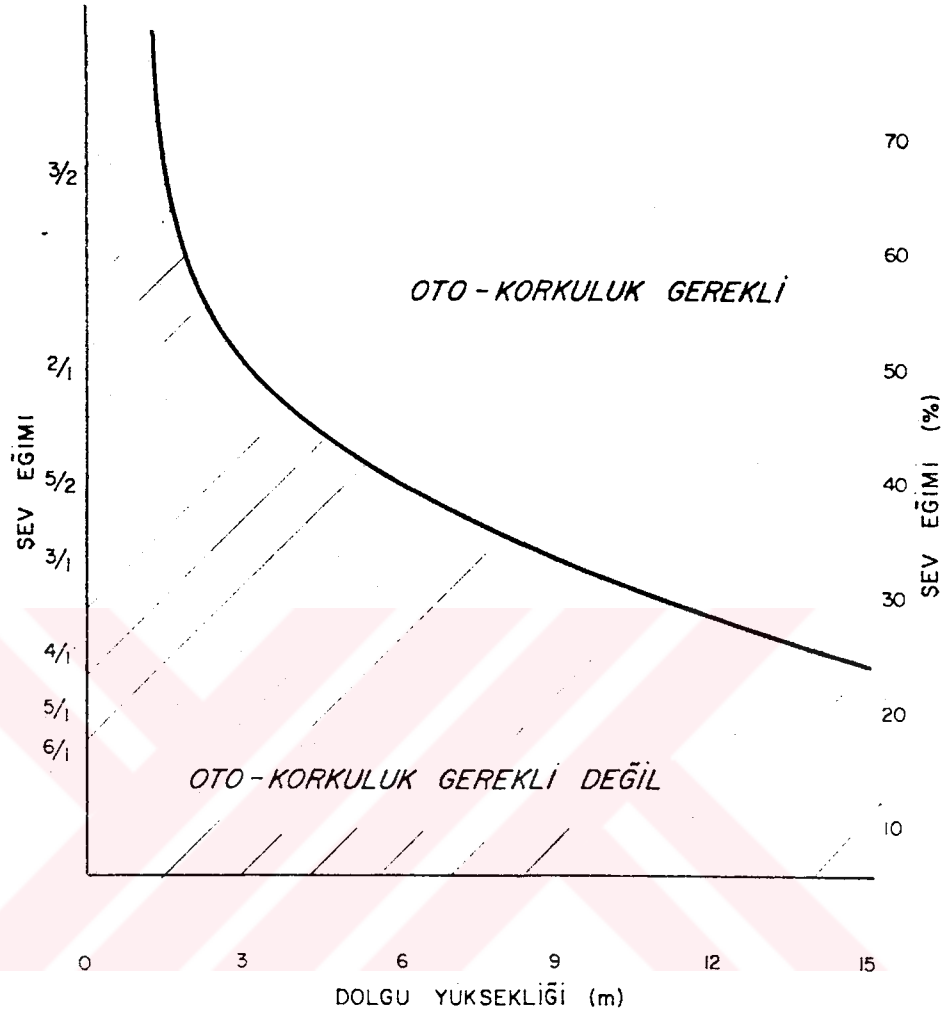
— Taşıtların, trafik kurallarına aykırı olarak, otoyolun orta r f j nden U d n f  yapmalarını ve kontrolünü kaybetmiş taşıtların karşı yöne ayrılmış trafik şeridine girmelerini önlemek için yol ve köprü r f j lerine otokorkuluk inşa edilmektedir. AASHTO Yol Boyu Tasarım Kılavuzu, r f j  genişliğini 10 ila 15 m.'den geniş yapmak sureti ile ortaya otokorkuluk konmamasını önermekle birlikte Karayolları Genel Müdürlüğü taşıtların U d n f  yapmalarını engellemek için en az bir sıra otokorkuluk kullanılmasını acil  z m olarak uygulamıştır.

— Trafik güvenliği açısından tehlikeli bir durum olmamasına rağmen, otoyolların ücretli yol olması faktörü göz  n n  alındığında, kaçışları önlemek amacı ile de belirli kesimlerde otokorkuluk inşasma karar verilmektedir.

2.5.1.3. Koruyucu Otokorkulukların İnşasına Karar Verilirken Dikkate Alınan Faktörler

— *Dolgu Geometrisi:* Otoyolların banket sınırlarında otokorkuluk inşasma karar verilirken, dolgu yüksekliliği ve şev eğimi göz önünde bulundurulmaktadır. Şekil (2.2.) 'deki eğri Kaliforniya' da yapılan bir etüde dayanmaktadır. Dolgu şevinden düşme şeklinde meydana gelen 1000 kazadan bir şiddet endisi hesaplanmış ve dolgu yüksekliliği ile şev eğimine bağlı olarak bir abak oluşturulmuştur. Yolun dolguda olan bir kesiminde otokorkuluk gerekip gerekmediği, dolgu yüksekliliği ve şev eğimi kullanılarak bu abaktan bulunmaktadır. Dolgu yüksekliliği ve şev eğiminin kesişme noktası taralı kesime d şyorsa, otokorkuluk kullanılmasına gerek yoktur. Ancak yol boyunca herhangi bir engel varsa aşağdaki    maddedeki faktörler de göz önüne alınarak karar verilmektedir. AASHTO Yol Boyu Tasarım Kılavuzunda (1989) ise, yüksekliliği 3m.'yi geçen ve şev eğimi 3/1'den dik olan kısımlarda koruyucu amaçlı otokorkuluk kullanılması gerektiği belirtilmiştir.

— *Münferit Yol Boyu Engelleri:* Otoyollarda, yol şeridimin dışında; köprü ayakları, kanat duvarları, işaret levhalarını taşıyan büyük ayaklar, aydınlatma direkleri ve acil yardımlaşma direkleri bulunmaktadır. Ölümlle sonuçlanan kazaların bir çoğu, kontrolünü kaybeden taşıtların yoldan çıkararak bu engellere çarpması ile meydana gelmektedir. Ancak bu münferit engeller seyir şeridinden en az 9 m. uzakta ise ve seyir şeridi ile engel arasındaki eğim uygunsa, yoldan çıkan taşıtın sürücüsü yeniden kontrolü ele alabilme şansına sahiptir. Aksi takdirde, otokorkuluk inşasma karar verilmektedir.



Şekil (2.2.): Otokorkuluk Tayin Abağı

-- **Sürekli Yol Boyu Engelleri:** Otoyol boyunca uzanan bazı engeller vardır ki bunlar münferit engellere nazaran yoldan çıkan taşıtm çarpma ihtimalini ve kaza şiddetini arttırmaktadırlar. Bu engeller şunlardır:

- Kaya yarma şevleri,
- Büyük kaya kütleleri,
- Yol kenarında derinliği 60 cm.'den fazla olan su yolları,
- Büyük ağaç dizileri, göller.

-- **Olağan dışı etkenler:** Sürücüler tarafından önceden belirlenmesi mümkün olmayan olağan dışı harici etkenler, örneğin bir yarmadan dolguya geçişte ortaya çıkan yan rüzgar.

Otokorkuluk tesisine karar verildikten sonra yapılan diğer çalışma, otokorkuluğun yerinin ve uzunluğunun belirlenmesidir. Otoyollarımızda dolgu yüksekliğinin 3 m.'den yüksek olan kesimlerinde; 36 m. önceden başlayıp, 3 m. yüksekliğin bittiği noktadan 12 m. sonrasına kadar otokorkuluk inşa edilmektedir. Gerek yarmada gerekse dolguda sağ şeritten 9 m. uzaklık içinde herhangi bir engel bulunması halinde ise; engelden 36 m. önce başlayıp, engel bitiminden 12 m. sonra bitecek şekilde otokorkuluk inşa edilmektedir.

2.5.1.4. Çelik Profil - Ray Sistemi

Ülkemiz otoyollarının büyük bir kesiminde, uygulama kolaylığı açısından bu sistem kullanılmaktadır. Bu otokorkuluk sisteminin elemanları şunlardır:

— *Dikme:* (I), (U) veya (Σ) kesitli, 2-4 m. ara ile çakılan, boyları genelde 1.95 m. olan profillerdir. Dikmeler, başlangıç rekortmanları haricinde 1.20 m.'si zemin içinde, 0.75 m.'si zemin dışında kalacak şekilde özel ekipmanlarla çakılmaktadır.

— *Ray:* (W) Kesitli 3 mm.lik şerit sacdan, 4 m. boyunda, 30 cm. genişliğinde imal edilip, projesine göre belirlenmiş delikleri olan otokorkuluk elemanıdır. Kesit itibarı ile üzerindeki bombe şekli, vuran aracın yoldan çıkmamasını ve ray boyunca kayabilmesini sağlar. Aracın çarpma tepkisini içerisinde tutarak, araçta oluşacak hasarı azaltır.

— *Takoz (Ara Parça):* Çarpma anında raylara gelen etkinin dikmeye ulaşmadan önce sönmülmesini sağlamak amacı ile dikme ve ray arasına monte edilen; (M),(U) veya projesinde belirtilmiş şekilde imal edilmiş elemanlardır. Bu eleman, kaza anında araç ve otokorkuluk dikmesine gelebilecek olan hasarın (darbenin) büyük bir kısmını kendi üzerinde yoğunlaştıracağından hasar bedeli minimize edilecektir. Çünkü takozların yapım ve montaj maliyetleri, dikmelere oranla çok daha ucuzdur.

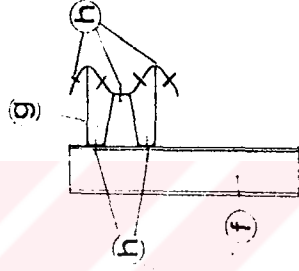
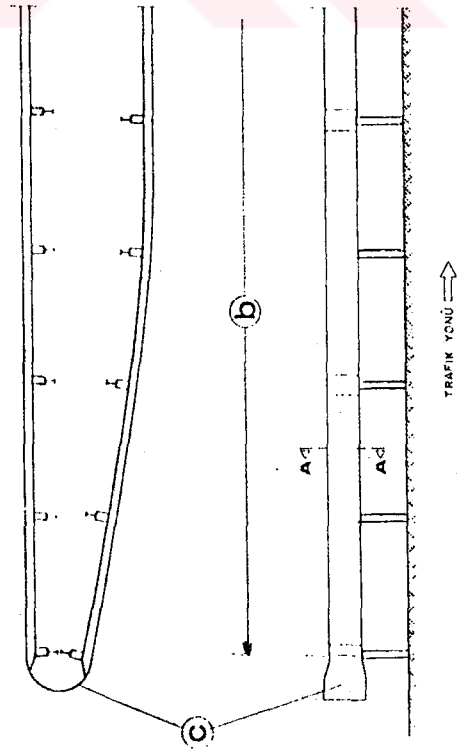
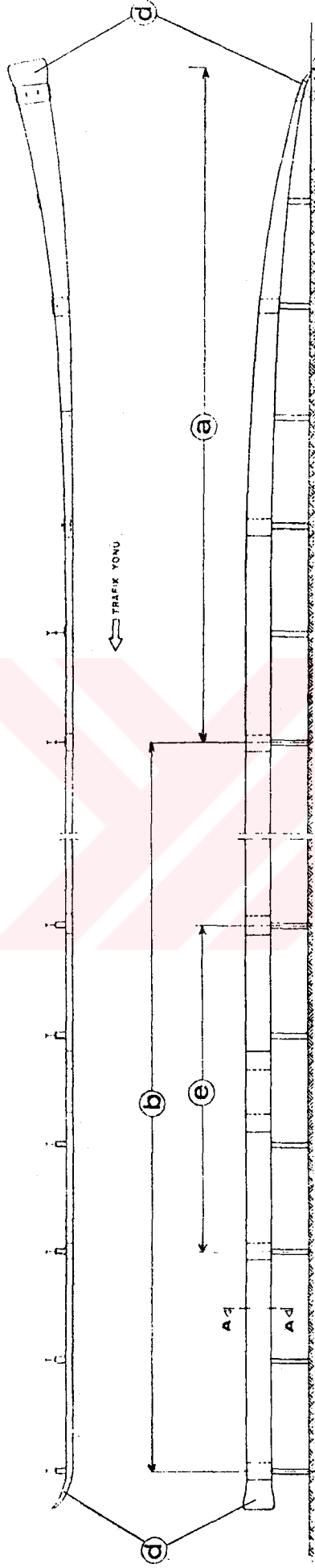
— *Uç Parçası:* Otokorkuluğun başlangıç kısmında, trafik güvenliği açısından ani bir yüksekliğin olmaması amacı ile bir giriş rekortmanı uygulanır. Bu kısımda dikmeler kademeli olarak yükselmektedir. Kürek şeklindeki bu otokorkuluk parçası, rekortmanın başlangıcında ve otokorkuluğun bitim noktasında kullanılmaktadır. Bu parça sayesinde, otokorkuluğun başlangıç noktasına çarpan aracın fazla hasar görmemesi sağlanır.

— **Başlık Parçası:** Otokorkulukların prensip itibarı ile keskin, sivri uçlu ve çıkıntılı bir şekilde olmaması gerektiğinden; otoyolların ayırım ve katılım kollarının röfuj başlarında yarım ay şeklinde olan bu eleman kullanılmaktadır. Bu elemanın üzerine reflektif özelliği olan malzeme de yapıştırılarak ikaz verici bir özellik kazandırılmıştır.

— **Acil Geçiş Otokorkulukları:** Herhangi bir sebepten dolayı, otoyolun kapatılması durumunda trafiğin tek taşıt yolundan çift yönlü akışını tanzim etmek maksadı ile otoyol üzerinde takriben 3 km. ara ile orta röfujde acil geçiş yerleri yapılmıştır. Acil geçiş otokorkulukları, tek dikme üzerinde 80 cm. boyundaki ara parçalara her iki yönde rayların monte edilmesiyle teşekkül edilmiştir. Dikmeler, zemine monte edilen kılıf şeklindeki borulara takıldığı için gerektiğinde kolaylıkla sökülebilmektedir.

— **Ağır Taşıt Tipi Otokorkuluk:** Viyadük üzerinde olabilecek kazalarda, çarpan aracın viyadük üzerinde kalabilmesini sağlamak amacı ile takviye edilmiş otokorkuluk yapılmaktadır. Bu sayede, en gayri müsaait yükü teşkil eden 22 tonluk treylerin 67 km. hızla ve 18 derece içinde otokorkuluğa çarpması halinde, karşılaştığı direnç sayesinde treyler yol üzerinde kalabilmektedir. Otokorkuluk tretuvar üzerinde monte edilmektedir. Kısa dikme, profili özel ve büyük olup, mesnet plakası vasıtası ile betondaki bulonlarla ankre edilmektedir. Ray, normalin iki katı genişlikte olduğu için taşıta geniş bir temas yüzeyi ve durdurtacak bir direnç sağlamaktadır.

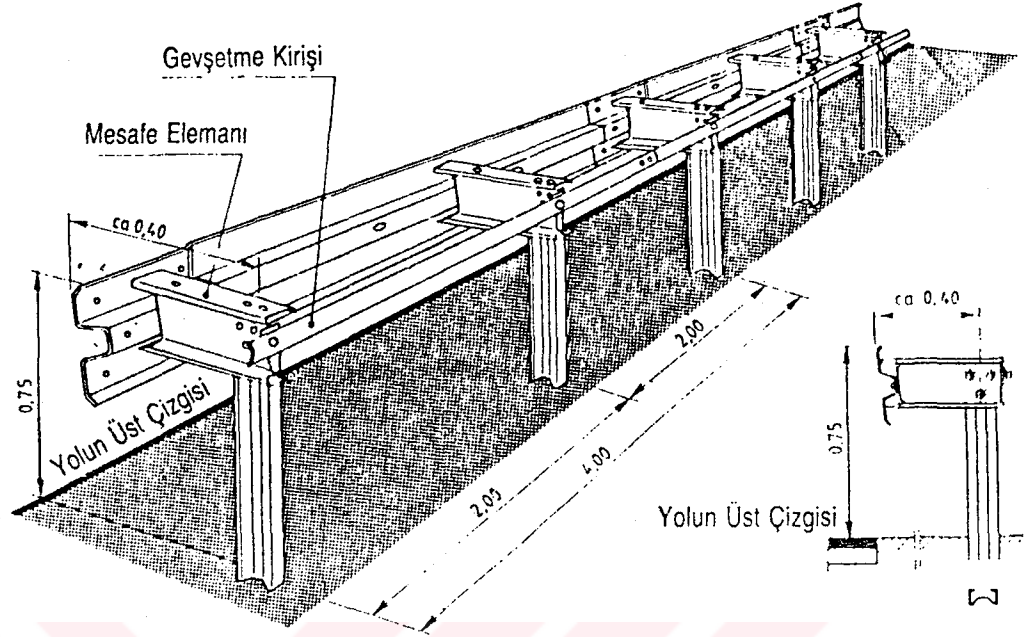
Otokorkuluk sisteminde kullanılan bütün çelik elemanlar; kesme, delme, şekillendirme, kaynaklama v.s. gibi imalatla ilgili her türlü işlem tamamlandıktan sonra ilgili standartlara uygun olarak galvanizlenmektedir. Bunun sonucu oksitlenme gecikip, malzeme uzun süre kullanılacağı için işletme ve bakım maliyeti düşmektedir.



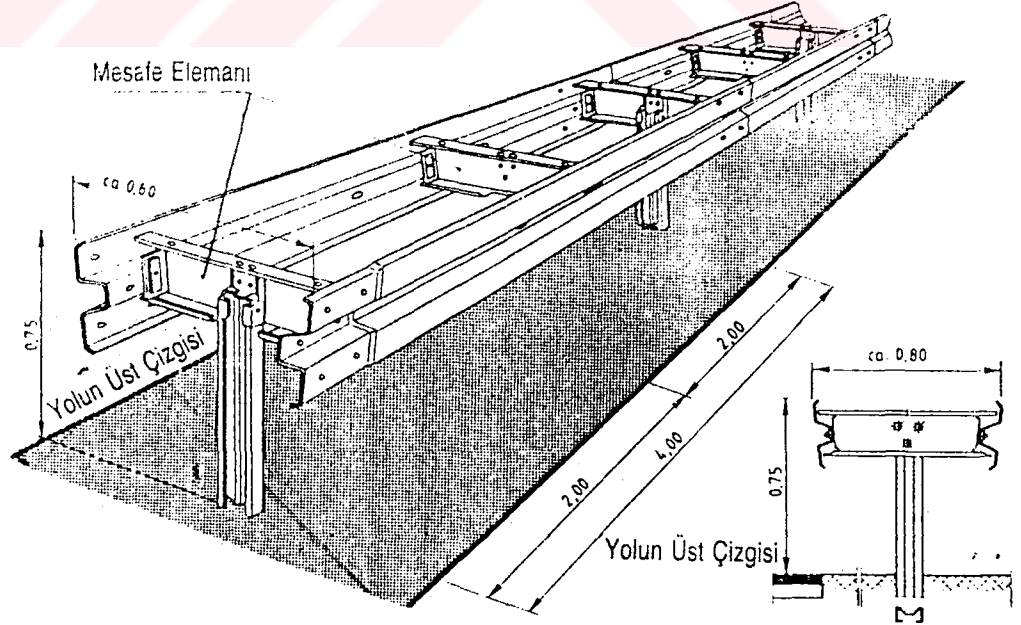
- a b c d e f g h
- Kör-yücu ota - körkuluk başlangıç rakor-dmanı
 - Normal kesim
 - Bastık parçası
 - Uc parçası
 - Genişleme eki
 - Dikme
 - Normal tabak
 - Bağlantı elemanlar

A - A KESİTİ

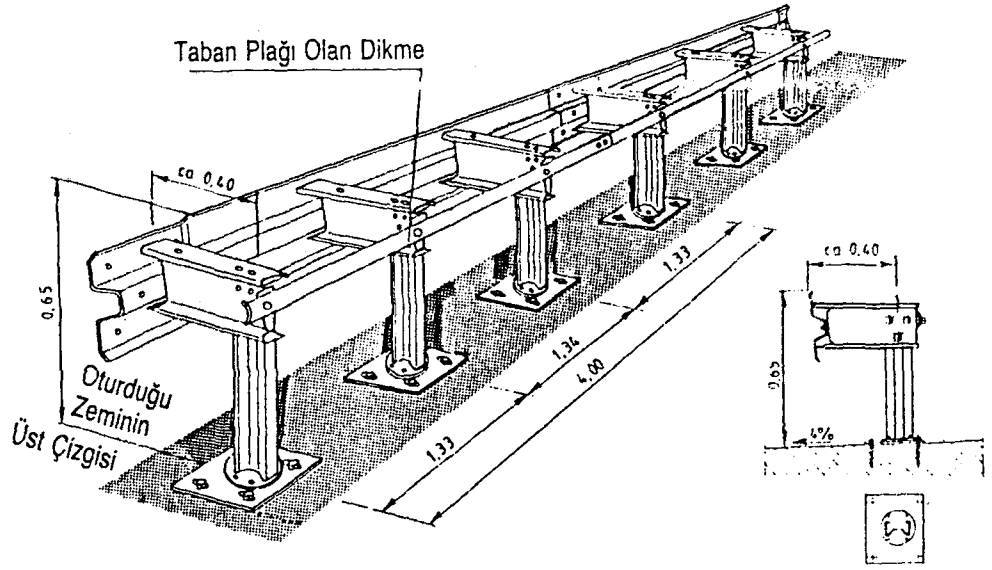
Şekil(2.3): Otokorkulukların Plan Görünüş ve Kesitleri



Şekil (2.4.): Dikme Ara Mesafesi 2,0 m. Olan Basit Otokorkuluk



Şekil (2.5.): Dikme Ara Mesafesi 4,0 m. Olan Çift Yönlü Otokorkuluk

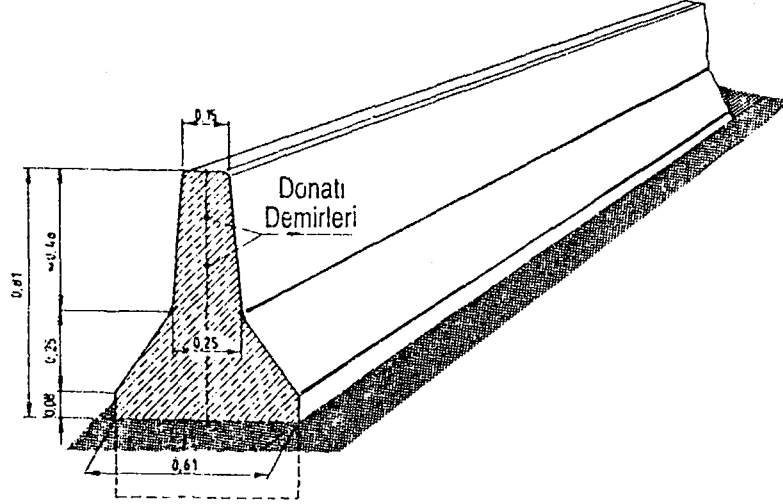


Şekil (2.6.): Tablah Dikme Kullanılmış Otokorkuluk

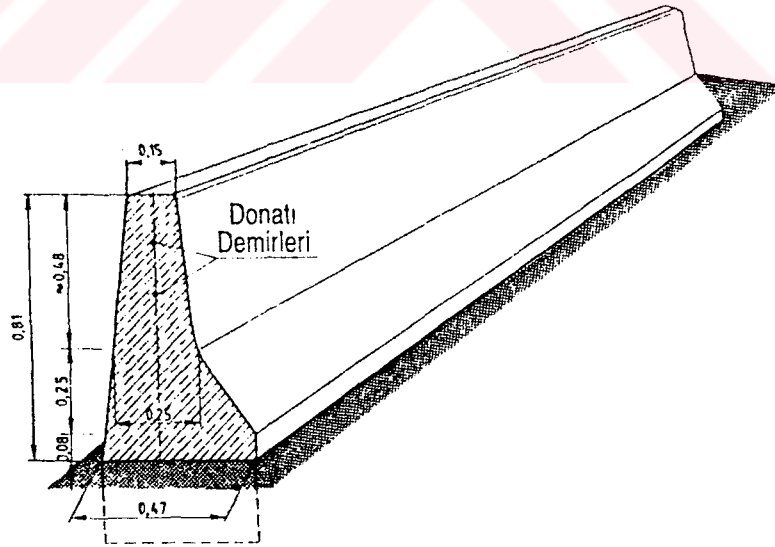
2.5.1.5. Beton Otokorkuluklar (New Jersey):

Beton otokorkulukların maliyeti, basit çelik otokorkuluklara nazaran biraz daha pahalı ise de uzun vadede bakım masrafları göz önüne alındığında daha ekonomik gelebilir. Genellikle beton otokorkuluklar, köprü kenarlarında kullanılmakla beraber otoyollarda dış kenarda beton otokorkuluk kritik yerler hariç kullanılmamaktadır. Özellikle İtalya başta olmak üzere bazı ülkelerde orta rölüfde beton otokorkuluk uygulaması genelleşmektedir.

Beton otokorkuluklar, kesitinin seçimindeki özellik sebebi ile taşıtı tahrip etmeden, tekrar otoyola dönmesini sağladığından, rijit olmakla beraber faydası kesin ve kamyon dahil her taşıt için geçerlidir.



Şekil (2.7.): Çift Taraflı Beton Otokorkuluk



Şekil (2.8.): Tek Taraflı Beton Otokorkuluk

2.5.2. Yatay İşaretleme

2.5.2.1. Giriş

Otoyol üzerindeki yatay işaretlemeler, trafiğin optik olarak sevk edilmesini ve yol yüzeyinin bölünmesi ile trafik düzenini, şerit disiplinini, dolayısı ile trafik güvenliğini, trafik kolaylığını ve yolların kapasitesinin artmasını teşvik ederler. Bu işaretlemeler; trafik güvenliğinin sağlanmasına yönelik olarak, şerit ve kenar çizgilerinin çizilmesini, yönlendirme ve şerit seçim oklarının çizilmesini, ayrılma ve katılmaların işaretlenmesini, yasaklanmış alanların taranmasını, tırmanma şeritlerinin işaretlenmesini, yavaşlama ve uyarı çizgilerinin çizilmesini ve buton yada kedi gözü ile işaretleme uygulamalarını kapsamaktadır.

Yatay işaretlemelerde kullanılan boyalar, termoplastik ve soğuk yol çizgi boya boyalarıdır. Termoplastik yol çizgi boyası; depolama sırasında katı halde bulunan, eritildikten sonra imalatçısı tarafından belirtilen serme hızı ile yol yüzeyine, yansıtıcı cam kürecik dökülerek tatbik edilen ve normal kaplama sıcaklığına kadar soğuduktan sonra yol yüzeyi ile gerekli yapışmayı, yansıtma gücünü, önceden belirtilmiş çizgi kalınlığı ve genişliğini muhafaza edebilen, trafik altında deformasyona dayanıklı özel içerikli bir boyadır. Bu boya; agrega (silika kumu, kalsit, kuvars), pigment (malzemeye renk veren madde), bağlayıcı, dolgu malzemesi ve optik özelliğe sahip şeffaf cam küreciklerin belirli oranlarda ve homojen olarak karıştırılması ile oluşturulmuş bir malzemedir. Trafik yoğunluğuna bağlı olarak, tatbik edilen boyanın garanti süresi şöyledir:

Tablo (2.3.) : Termoplastik Yol Çizgi Boyalarının Garanti Süreleri

Trafik Yoğunluğu	Garanti Süresi
YOGT \leq 25000 araç	3 yıl
25000 araç $<$ YOGT \leq 75000 araç	2 yıl
75000 araç $<$ YOGT \leq 150000 araç	1 yıl
150000 araç $<$ YOGT	6 ay

Bu garanti sürelerinin sonunda, uygulanmış termoplastik boyanın, çizildiği andaki görünümünün en az %70' ini muhafaza etmesi şartı aranmaktadır. Soğuk yol çizgi boyası; herhangi bir incelticiye ihtiyaç göstermeyecek bir viskoziteye haiz durumda imal edilmiş ve kullanım sırasında gerektiğinde tiner ile inceltilecek ve cam kürecikleri ilave edilerek uygulanan bir boya türüdür. Termoplastik boya, akan trafik altında uygulanabilirken, soğuk yol çizgi boyasının kuruması için süreye ihtiyaç vardır. Soğuk yol çizgi boyası, otoyollarda nadiren ofset taramalarında ve yavaşlama uyarı çizgilerinin çiziminde kullanılmaktadır.

Termoplastik boyanın tatbiki esnasında yol sathının tamamen kuru olması ve hava sıcaklığının en az 10°C olması gerekmektedir. Ayrıca boya atılacak kesimin çok iyi şekilde süpürülmesi ve bu kesimdeki yol sathının, basınçlı hava püskürtülerek, hareketli tozlardan arındırılmış olması zorunludur. Gerektiği durumlarda, çizilmiş eski işaretler en az 2 mm. derinliğe kadar makina ile silinip, temizlenmektedir.

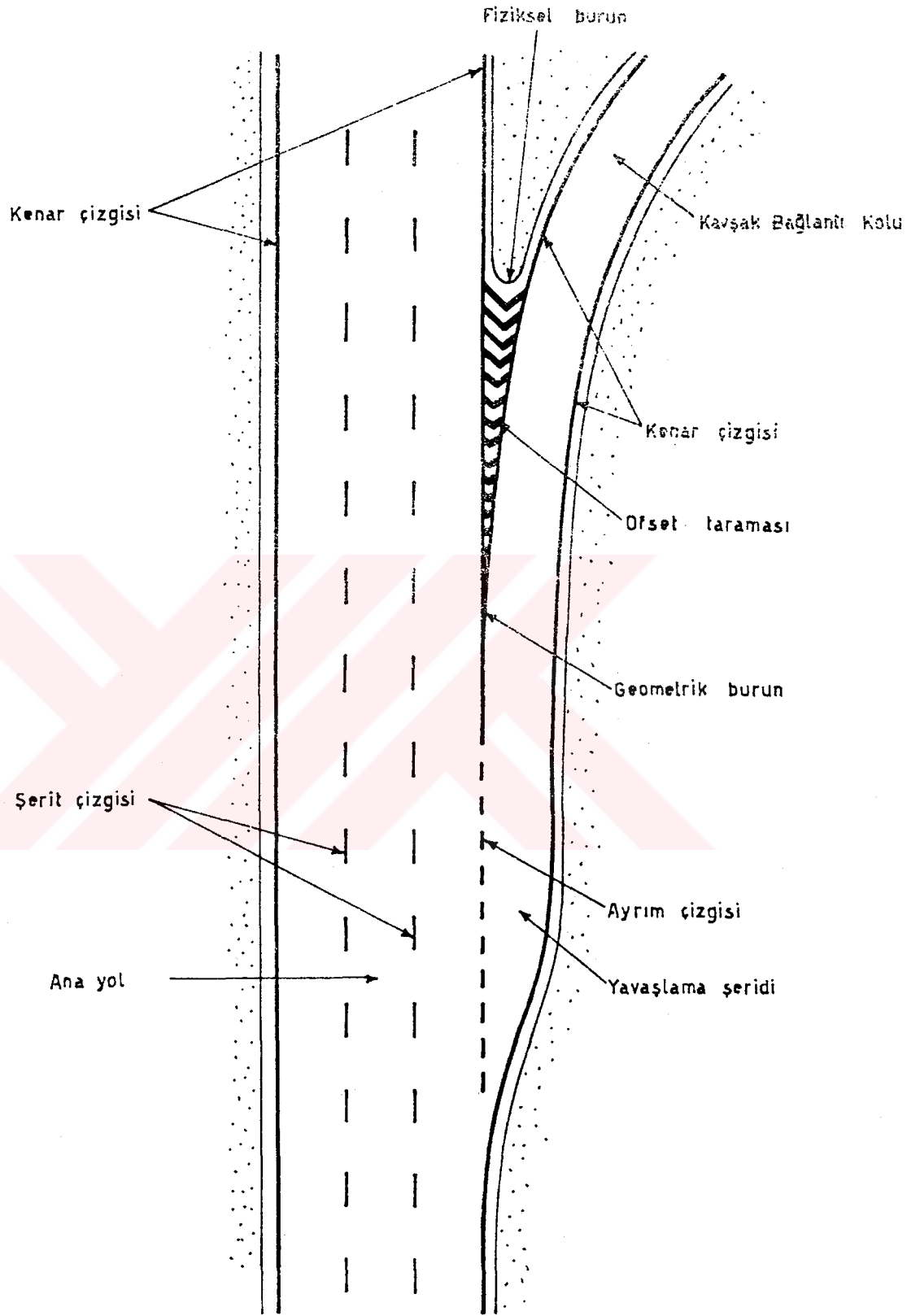
Otoyollarda tatbik edilen yatay işaretleme uygulamaları aşağıda özetlenirken Şekil (2.9.) 'da bu işaretlemelerin yerleri gösterilmiştir.

2.5.2.2. Kenar Çizgisi

Kaplama üzerinde karayolu şeridinin dış sınırı gösteren kenar çizgileri, ayrımların başlangıç ve bitim noktaları ile yol kenarındaki park yerlerinin giriş-çıkışlarında, yolun kaplama dış kenarının geometrik rekortmanını izlerler. Kenar çizgileri, otoyollarda 0.25 m. genişlikte ve 1 mm. kalınlıkta uygulanmaktadır. Otoyollarda ayrılanın ve katılmanın bağlantı kolu boyunca kenar çizgilerinin kalınlıkları değiştirilmez. Kenar çizgileri sürekli dolu çizgi olarak tatbik edilmektedir.

2.5.2.3. Şerit Çizgisi

Kaplama üzerinde trafik akım şeritlerini birbirinden ayıran ve şeritlerin iç sınırlarını gösteren çizgilerdir. Şerit çizgileri; 6 m. dolu, 9 m. boş olarak uygulanır. Alinyman kesimlerinde kesikli şerit çizgileri şaşırtmasız olarak aynı hızda çizilir. Kurbu kesimlerde bu uygulama yarıçap farklılığı nedeni ile bozulabileceğinden, kurb merkezine göre dışta kalan şerit çizgilerinin boyları uzatılarak dengeleme yapılır.



Şekil(2.9): Yatay İşaretleme Tanımlamaları

Ayrılma ve katılma bağlantı kollarının birden fazla şeritli olmaları durumunda, şerit çizgileri standart şerit genişliklerine erişildiği noktada başlatılır. Tırmanma şeritlerinin başlangıç ve bitimlerinde, tırmanma şeridini ayıran şerit çizgileri de genişlemenin bir şerit genişliğini bulduğu noktada başlayarak, daralmanın başladığı noktaya kadar sürdürülür. Şerit çizgileri, otoyollarda 0.15 m. genişlikte ve 2 mm. kalınlıkta tatbik edilmektedir.

2.5.2.4. Ayrım Çizgisi

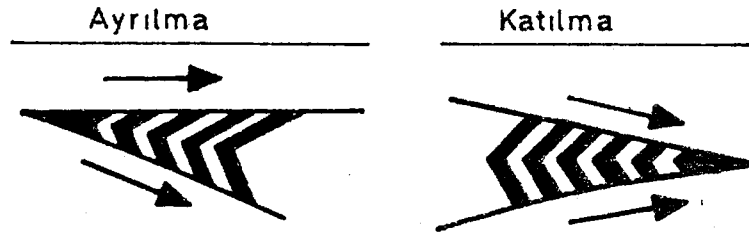
Ayrılma ve katılma alanlarında kenar çizgisi ile yavaşlama ya da hızlanma şeritlerini ayıran, bu şeritlerin bulunmadığı yerlerde de ayrılma ve katılma alanlarını belirleyen kesik çizgiler ayrım çizgisi olarak adlandırılmaktadır.

2.5.2.5. Yasaklanmış Alanların İşaretlenmesi (Ofset Taramaları):

Fiziksel Burun: Otoyollarda kavşak ayrım ya da katılımlarında iki kaplamanın arasında kalan kaplamasız bölgenin en uç noktasıdır.

Geometrik Burun: Kavşak ayrım ya da katılımlarında iki kenar çizgisinin birleştikleri ya da ayrıldıkları noktadır.

Fiziksel burun ile geometrik burun arasında kalan kaplamalı alan, araçlar için yasaklanmış bölge olarak tanımlanır ve bu alanlar ofset tarama ile sınırlandırılır. Ofset taramaları 0.50 m. genişlikte olmak üzere, taşıt sürücülerinin bakış doğrultusuna dik gelecek yönde yapılmaktadır. Ayrılma ve katılımlardaki ofset tarama yönleri Şekil (2.10.) 'de gösterilmiştir. Ayrıca tırmanma şeritlerinde, yol platformunun genişleyip tırmanmanın bitiminde bir şeridin azalması durumlarında da ofset taramaları uygulanmaktadır.



Şekil (2.10.): Kavşak Ayrım ve Katılımlardaki Ofset Taramaları

2.5.2.6. Tırmanma Şeritlerinin İşaretlenmesi

Ana gövdedeki mevcut şeritlere, eğim değerine ve trafik yoğunluğuna bağlı olarak bir şerit ilave edilmiş ise, ilave edilen şeridin çizgisi , rekortman değişikliğinin bitip, standart şerit genişliğinin olduğu noktada başlatılır. Tırmanma başlangıcında ilave edilmiş şeridin, tırmanma kesiminin bitiminde çıkartılması ve tırmanmadan önceki şerit sayısına düşmesi nedeni ile, tırmanma kesimlerinin bitiminde şerit disiplininin sağlanması gerekmektedir. Bu nedenle, yol platformundaki daralmanın sağda ya da solda oluşuna göre ofset taramalar yapılmaktadır.

2.5.2.7. Buton ve Kedi Gözleri ile İşaretleme

Işık yansıtıcı özelliği bulunan butonlar ve kedi gözleri, ayrılma rekortmanı başlangıcına en az 250 m. önceden uygulanmaya başlanır ve hızlanma şeridinin ana gövde ile birleştiği noktaya kadar devam ettirilir. Buton ve kedi gözleri; şerit çizgilerinde, kenar çizgilerinde ve ayırım çizgilerinde beyaz renkli olarak uygulanmaktadır.

2.5.2.8. Yönlendirme ve Şerit Seçim Okları

Otoyollarda, ana akım bantları üzerinde yönlendirme ve şerit seçimi okları kullanılmamaktadır. Yönlendirme ve şerit seçimi düşey işaretleme ile sağlanmaktadır. Ancak, otoyolların para ödeme gişelerinin yaklaşımlarında, tırmanma başlangıcında ve bitiminde bu tür oklar kullanılmaktadır.

2.5.2.9. Yavaşlama Uyarı Çizgileri ile İşaretleme

Otoyollarda gişe yaklaşımlarında uygulanan yavaşlama uyarı çizgileri, beyaz renkli ve birbirine paralel olarak teşkil edilmektedir. Bu çizgiler 0.70 m. genişlikte başlayıp, gidiş yönüne göre önce sık, daha sonra seyrekleşen boşluklarla yol eksenine dik olarak ve kenar çizgilerinin iç sınırından, iç sınıra uygulanmaktadır. Ayrıca otoyolun sona erip, devlet yolu ya da diğer yollarla teşkil etmiş olduğu kavşaklarda otoyol tarafında olacak şekilde yavaşlama uyarı çizgileri kullanılmaktadır.

2.5.3. Düşey İşaretleme

2.5.3.1. Giriş

Otoyollarda düşey işaretleme, yol kaplaması dışına dikilen direk ve benzeri elemanlara monte edilen trafik işaret levhalarını kapsamaktadır. Trafik işaret levhaları; yolu kullananlara, yol ve çevresinin genel karakteristikleri hakkında, gerekli görülen ikaz ve tavsiyelerin yazı ve semboller halindeki mesajlarla aktarılmasını sağlarlar. Yoldan faydalananlar, işaret levhalarına riayet ederek güzergahlarını seçerler ve herhangi bir tehlikeye karşı önceden kendilerini hazırlarlar. Bu özellikleri ile işaret levhaları; yolun bir parçası, en önemli işletme unsuru ve yolu kullananlar için hayati önemi olan birer güvenlik teçhizatıdır. Bu nedenle trafik levhaları, dikkatlice projelendirilip, amacına en uygun şekilde imal ve monte edilmektedir.

Trafik mühendisliği açısından, teknik olarak;

- Trafik işaret levhaları kolay okunabilir olmalıdır.
- Verilen mesaj basit, anlamı açık ve az sayıda kelime ile ifade edilmiş olmalıdır.
- İşaret levhaları yolu kullananlar için en uygun yerde, zamanda ve yeter sayıda kullanılmalıdır. Gereğinden daha fazla sayıda kullanılan işaret levhaları önemini kaybetmektedir.
- İşaret levhaları, şoförün dikkatini çekici olmalıdır. Bu özellik, ilk planda levhanın büyüklüğüne, işaretin çevreden ayırt edilebilir olmasına ve kullanılan renklerin kendi aralarında uyumlu olmasına bağlıdır.

Ayrıca bu trafik işaretlerinin yerleştirme prensipleri de büyük önem arz etmektedir. Otoyollarda bütün trafik işaret levhaları, yola en yakın noktaları platform kenarından veya otokorkuluk iç kenarından 0.50 m. dışarıda olacak şekilde yerleştirilmektedir. Levha alt kotu ise, kaplama kotundan en az 1.50 m. yüksek olacak şekilde ayarlanmaktadır. Baş üstü levhalarının alt sınırlarının da kaplama kotundan en az 5.00 m. yüksekte olması gerekmektedir.

Yolu kullanan sürücü, normal olarak kafasını çevirmeden bir trafik işaret levhasını görebilmesi için, işaret levhasına bakış açısının 10° den büyük olmaması gereklidir. Ayrıca trafik işaret levhalarının doğrudan doğruya şoförün gözüne yansiyarak kamaştırma yapmasından kaçınmak için de işaret levhaları 3° - 5° arasında değişken açılı bir konumda yerleştirilmektedir.

Otoyollarda kullanılan trafik işaret levhaları alüminyumdan, profiller halinde parçaları olarak veya levhalar halinde imal edilmektedir. Alüminyum levhalarda yağ ve pas problemi olmamaktadır. Kullanılan işaret levhalarının tamamı, karanlıkta görünürlüğünü sağlamak amacı ile reflektif olarak imal edilmektedir. Trafik işaret levhaları, kullanım amaçları açısından şu gruplara ayrılmıştır:

2.5.3.2. Tehlike Uyarı İşaretleri (T)

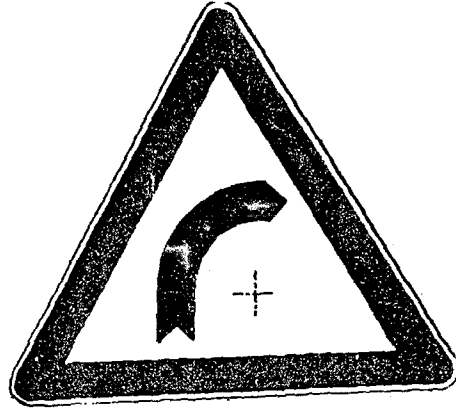
Bu işaretler, sürücüler için yol çevresindeki tehlikeler hakkında ikaz görevi yaparlar. Levhalar genelde beyaz zemin üzerinde, üçgen kırmızı çerçeve ve siyah sembollerden oluşurlar. Otoyollarda kullanılan bazı Tehlike Uyarı İşaretleri Şekil (2.11.) de gösterilmiştir.

2.5.3.3. Trafik Tanzim İşaretleri (T T)

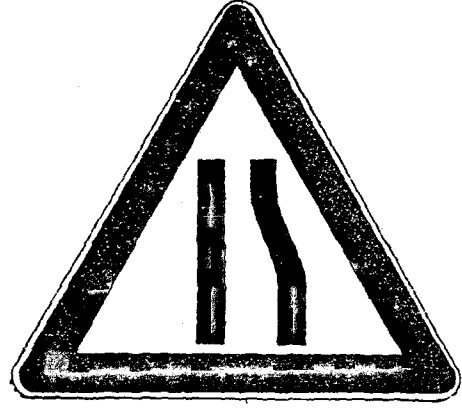
Bu işaretler; bir kısım yasaklama, kısıtlama ve mecburiyetler sebebi ile trafiğin düzenlenmesini sağlarlar. Bu gruptaki işaretler, genellikle beyaz zemin üzerinde kırmızı sınırlı çember, siyah sembol ve yasaklayıcı nitelik taşıyan kırmızı banttan oluşur. Mecburiyet gösteren işaretler ise genel olarak dairesel mavi zemin üzerinde ok ve sembollerden oluşur. Otoyollarda kullanılan bazı Trafik Tanzim İşaretleri Şekil (2.12) de gösterilmiştir.

2.5.3.4. Bilgi İşaretleri (B)

Bu işaretler; yolu kullananlara, yol, çevresi ve yol güzergahında bulunan yerleşme birimleri ile yolculuk sırasında gerekebilecek hizmet olanakları hakkında bilgi aktarırlar. Bilgi işaretleri şu başlıklar altında incelenebilir:



SAĞA TEHLİKELİ VİRAJ



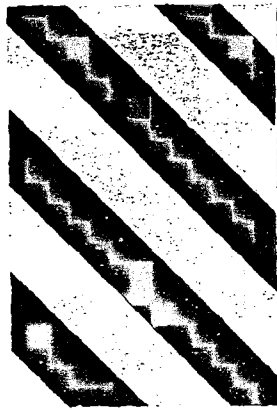
SAĞDAN DARALAN KAPLAMA



YOLDA ÇALIŞMA



TEHLİKELİ VİRAJ YÖN LEVHASI



RÖFÜJ BAŞI EK LEVHASI



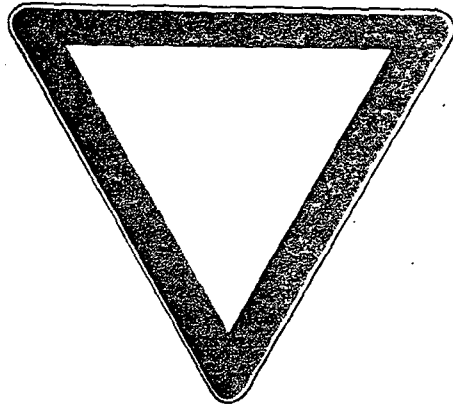
DÖNÜŞ ADASI EK LEVHASI

(Kavşak Ayrımalarında
Fiziksel Buruno Konur.)



KAVŞAK YAKLAŞIM LEVHASI

Şekil(2.11): Otoyollarda Kullanılan Bazı Tehlike Uyarı İşaretleri



YOL VER



YAYA GİREMEZ



AT ARABASI GİREMEZ



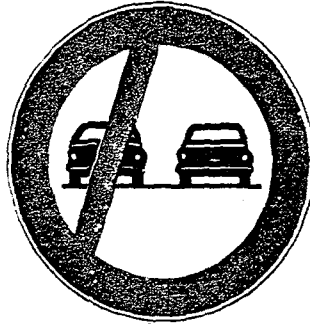
U DÖNÜŞÜ YAPILMAZ



İLERİ MECBURİ YÖN



AZAMİ HIZ SINIRLAMASI



ÖNDEKİ TAŞITI GEÇMEK YASAKTIR

YÜKSEKLİĞİ ...M'DEN BÜYÜK TAŞIT
GİREMEZ

Şekil(2.12): Otoyollarda Kullanılan Bazı Trafik Tazim İşaretleri

— **Kavşak Öncesi Levhası:** Herhangi bir ayırım yerinden belirli bir mesafe önce, gidiş yönüne göre yolun sağna yerleştirilen ve bu ayırımdan itibaren yolların ulaştığı yerleşim alanlarını gösteren düşey işaretleme levhasıdır.(Şekil 2.13.)

— **Baş Üstü Levhası:** Taşıyıcı bir konstrüksiyonla kaplamadan belirli bir mesafe yüksekliğe monte edilen, taşıtların altından geçtikleri düşey işaretleme levhasıdır.

— **Röfuj Ortası Levhası:** Herhangi bir ayırım yerinden belirli bir mesafe önce, gidiş yönüne göre yolun soluna, röfuj içine yerleştirilen ve kavşak öncesi levhasındaki bilgilerin yalnız bir bölümünü içeren bir düşey işaretleme levhasıdır.(Şekil 2.13.)

— **Kavşak İçi Yön Levhası:** Ayırım noktalarında fiziksel burunun gerisine yerleştirilen ve ayrılan yolların ulaştığı yerleşim alanlarının yönlerini gösteren, ucu üçgen biçiminde sivriltilmiş işaretleme levhasıdır.(Şekil 2.13.)

— **Paneller:** Genellikle standart işaret levhalarının ve gerektiğinde diğer bilgi levhalarının altına yerleştirilen ve bu işaret levhalarının mesajları ile ilgili olarak ek bilgiler veren düşey işaretleme levhasıdır. Otoyollarda sadece Mesafe Paneli ve Süreklilik Paneli kullanılmaktadır. Mesafe Paneli m. cinsinden uzaklık gösterirken (Şekil 2.15.); Süreklilik Paneli verilen mesajın ne kadar mesafe boyunca süreceğini göstermektedir. (Şekil 2.16.)

— **Mesafe Levhası:** Yerleşim alanlarının yolda bulunulan noktaya km. cinsinden olan uzaklıklarını gösteren levhadır. (Şekil 2.14.)

— **Şerit Seçim Levhası:** Hangi şeritleri, hangi araçların kullanacağını gösteren levhadır. (Şekil 2.16.)

— **Otoyol Başlangıç ve Sonu Levhaları:** Bu levhalar, otoyol rejimi ve koşullarının başlangıç ve bitimini göstermek amacı ile otoyol bağlantılarının başlangıç ve sonuna rastlayan kesimlerinde kullanılır.

— *Otoyol Yasakları ve Otoyol Rejimi Levhaları:* Otoyolun önemli işletme kuralları (azami ve asgari hız, durma ve park etme yasağı, U dönüşü yasağı, yaya giremez, bisiklet giremez, at arabası giremez, tarım traktörü giremez) bu levhalarla sürücülere hatırlatılır.

Otoyol uygulaması, prensip olarak yüksek standartta ulaşım sağlanmasını öngördüğünden trafiği etkileyecek tehlikeler, trafik akım hızında değişiklik oluşturacak operasyonlar ile diğer yasaklama ve kısıtlamalar en aza indirgenmiş olmaktadır. Dolayısı ile normal koşullarda otoyol üzerinde Tehlike Uyarı İşaretlerinin kullanılmasından kaçınılması zorunluluk getirmektedir. Aynı şekilde, trafiği düzenleyici nitelikteki işaretler dışında Trafik Tanzim Grubu İşaretlerine de mümkün olduğu kadar az yer verilmektedir.

2.5.4. Diğer Trafik Eklentileri

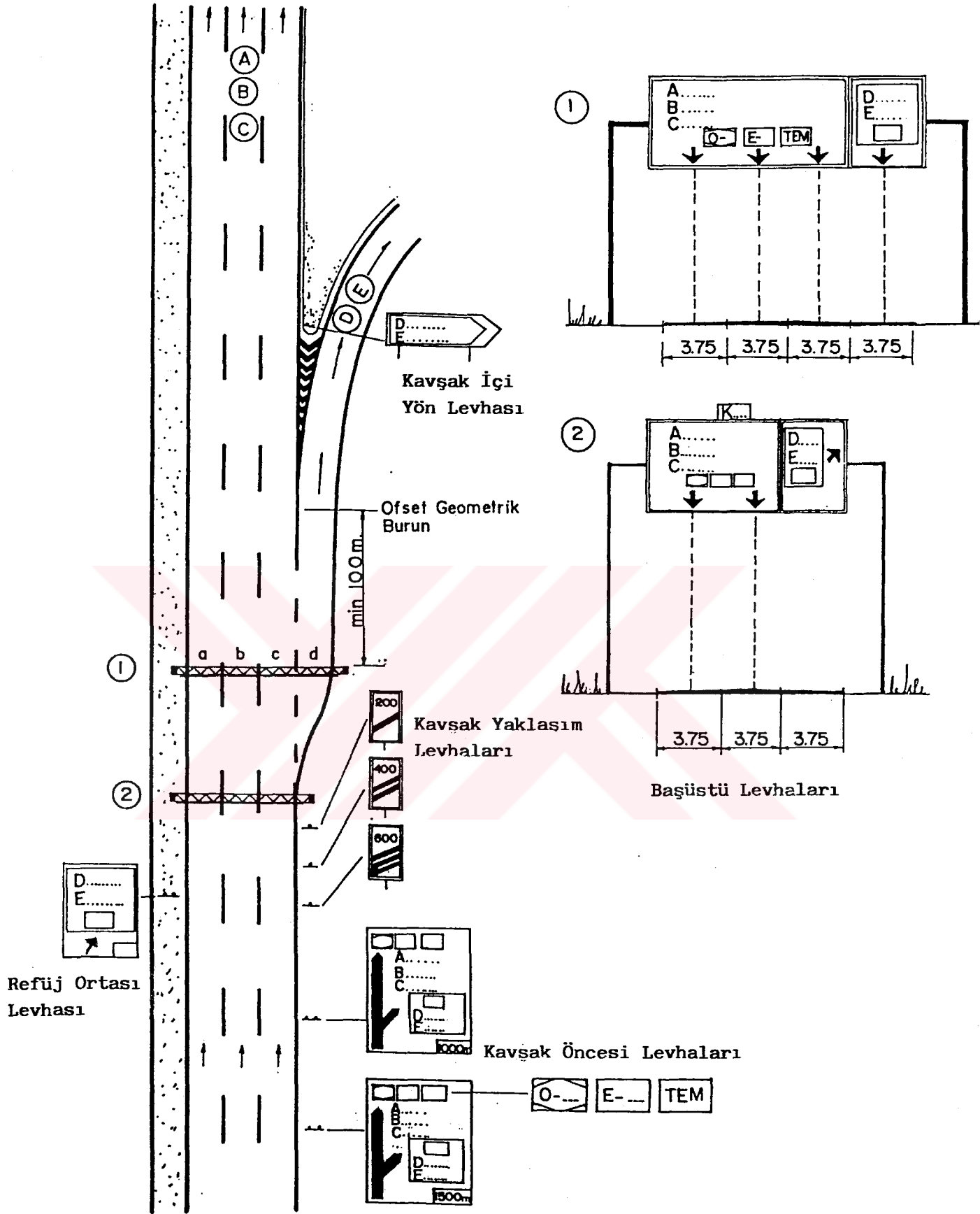
— *Kenar taşları:* Taşıt yolundan yararlanan araçların sürücülerine banket dış kenarlarını göstermek üzere aralıklarla tesis edilen ve üzerinde belli renkte ışık yansıtıcı eleman bulunan yükseltilmiş tertibatlardır.

— *Otokorkuluklara monte edilen reflektörler:* Karanlıkta korkulukların fark edilebilmesini sağlayan gereçlerdir.

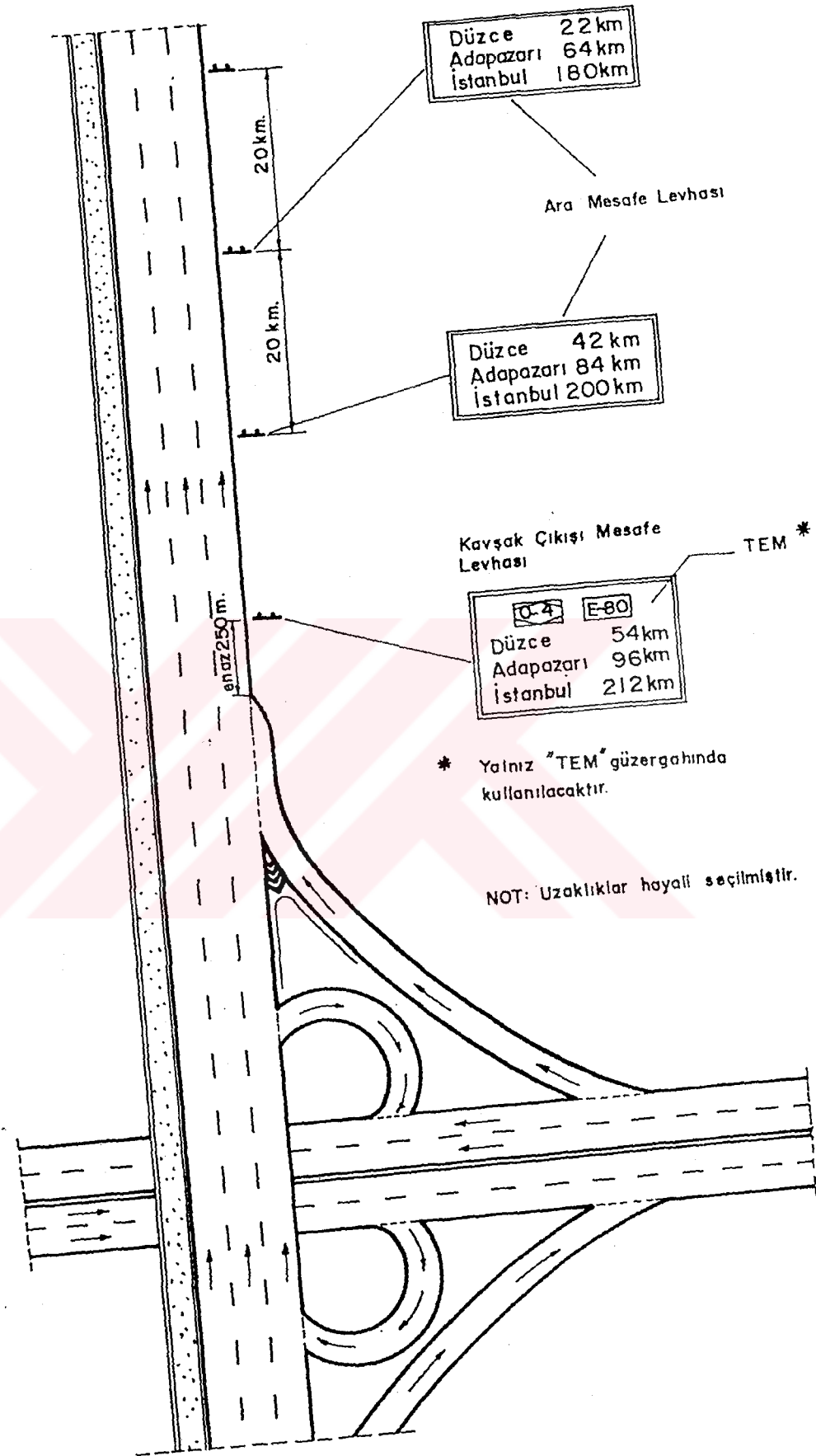
— *Flaşörler:* Elektrik veya aküler ile, yanıp - söner şekilde çalışan lambalardır.

— *Işık kırıcılar:* Otokorkuluk dikmelerine veya başka bir gerece monte edilerek, karşı yönden gelen araçların ışıklarını kıran ve trafik güvenliğine yardımcı olan elemanlardır.

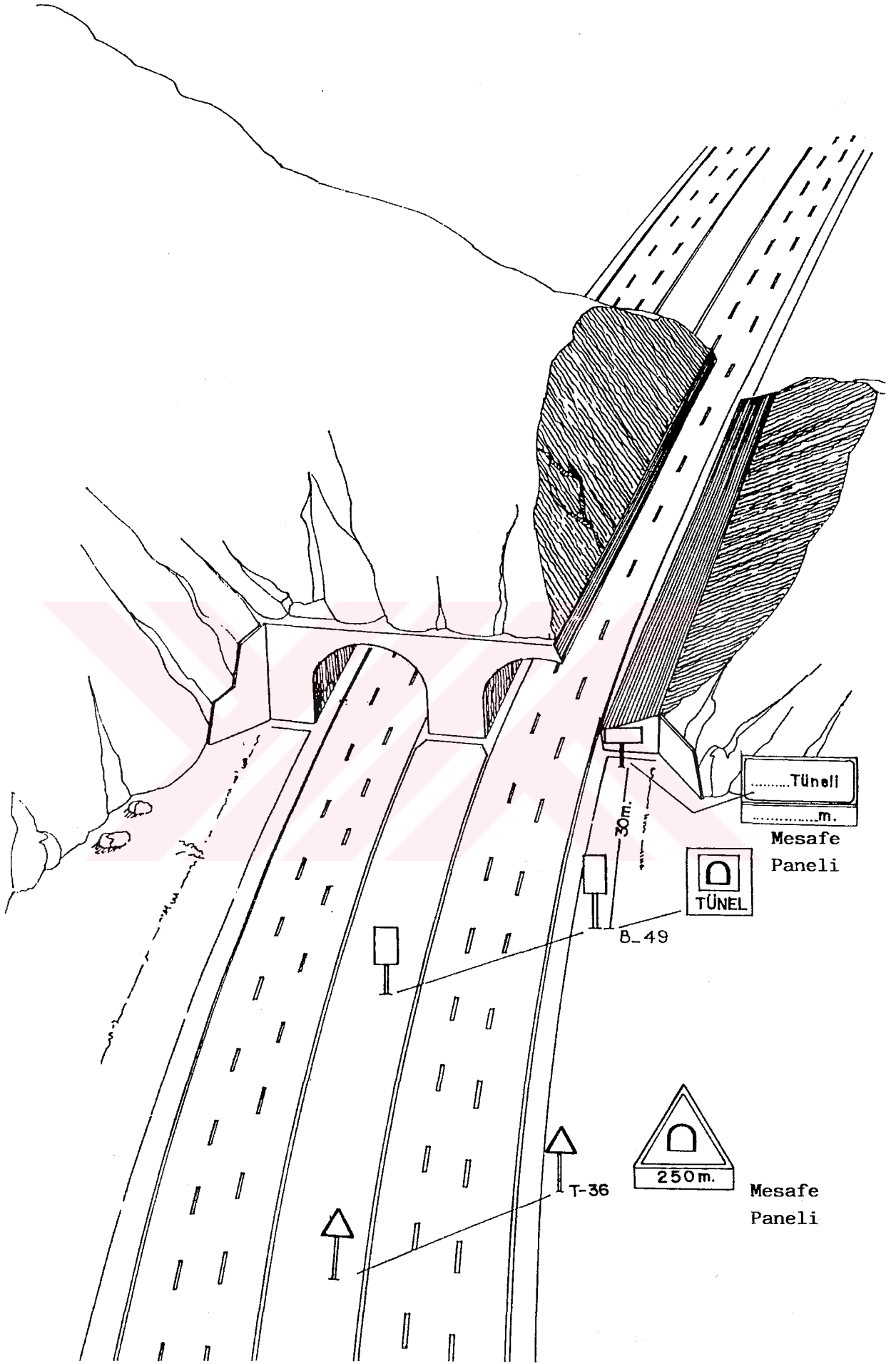
— *Çarpma etkisini azaltıcılar:* Çarpma enerjisini sönmüleyen bu tertibatlar, özellikle tekrar yola yönelten koruma tertibatlarının korumayı sağlayamadığı yerlerde tehlike oluşturabilecek engellerin önüne noktasal olarak konur. Bunlar, yoldan dışarı çıkan araçların çarpma enerjisini, deformasyon enerjisi vasıtası ile mümkün mertebe etkin bir şekilde azaltmaktadır. Ülkemizde, örnek çalışma olmak üzere uygulanan bu çarpma etkisini önleyici gereçler, bazı kavşak ayrımlarında röfuj başlarına yerleştirilmiştir.



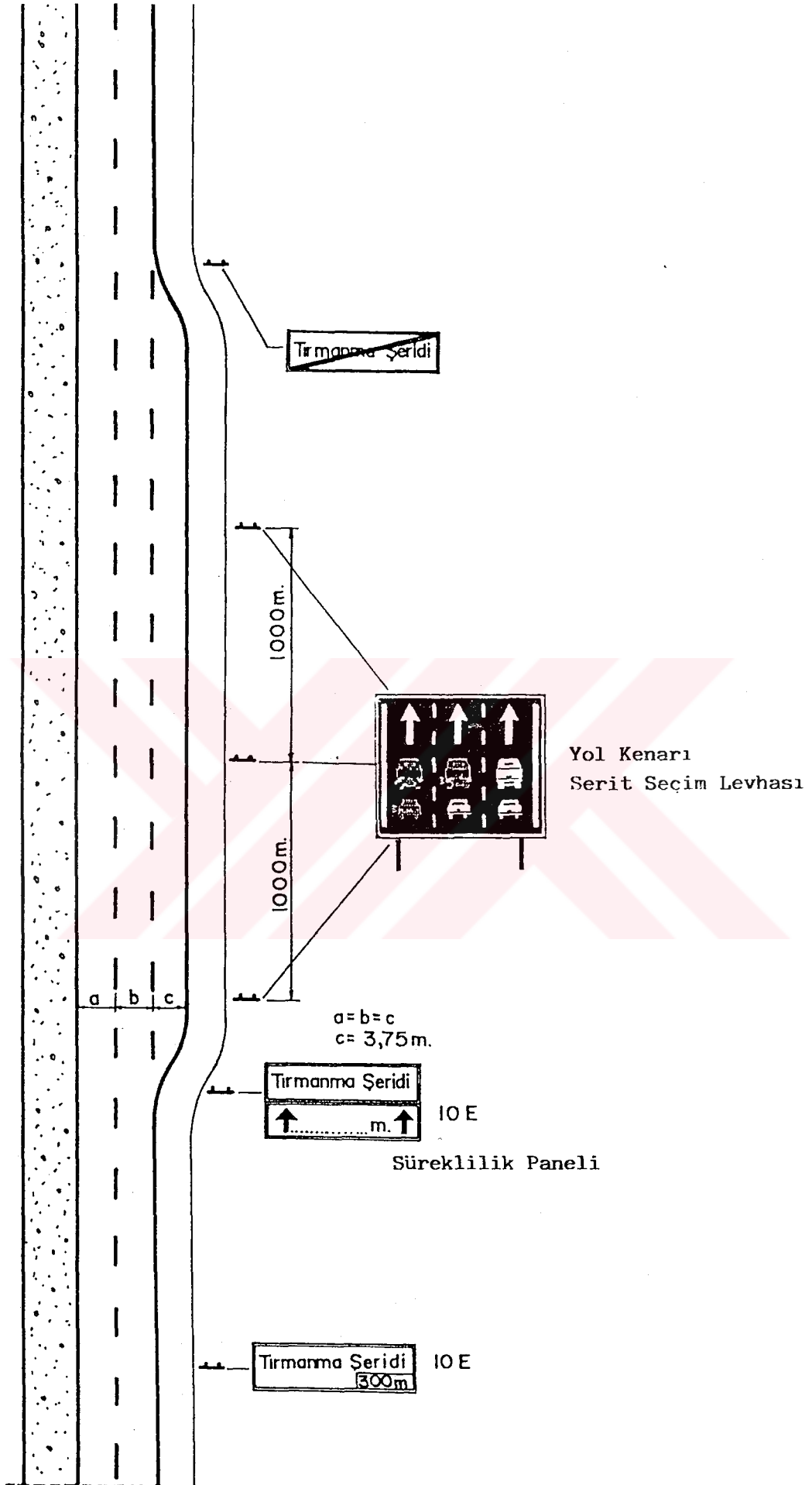
Şekil(2.13): Kavşak Yaklaşımlarının İşaretlenmesi



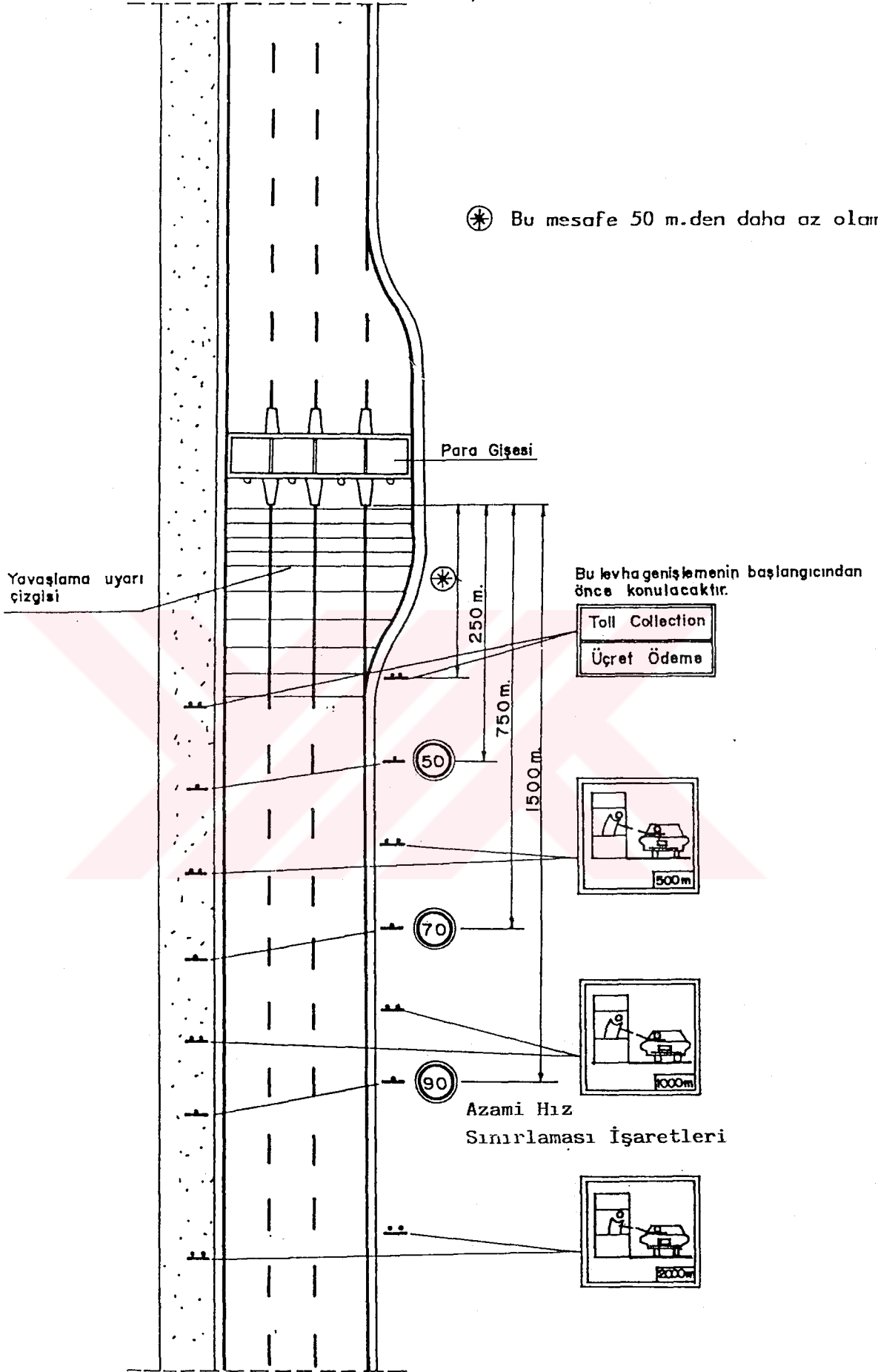
Şekil(2.14): Mesafe Levhalarının Yerleştirilmesi



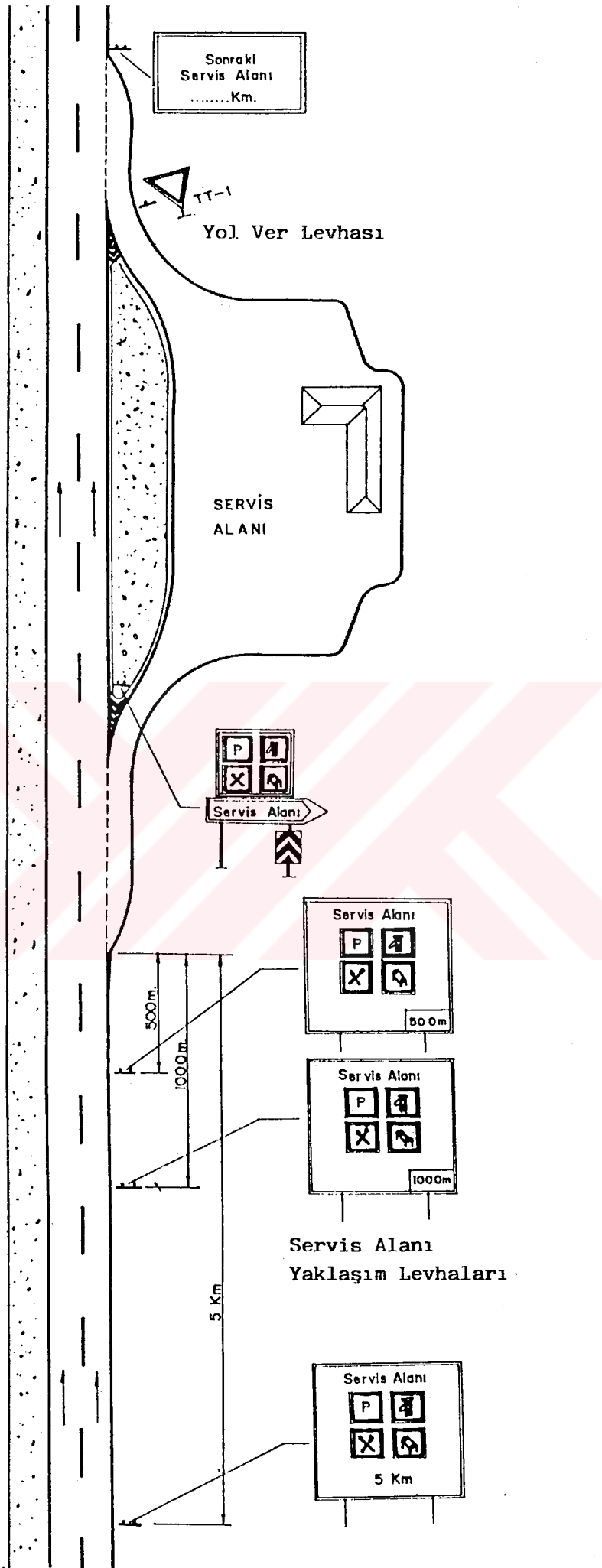
Şekil(2.15): Tünel Yaklaşımlarının İşaretlenmesi



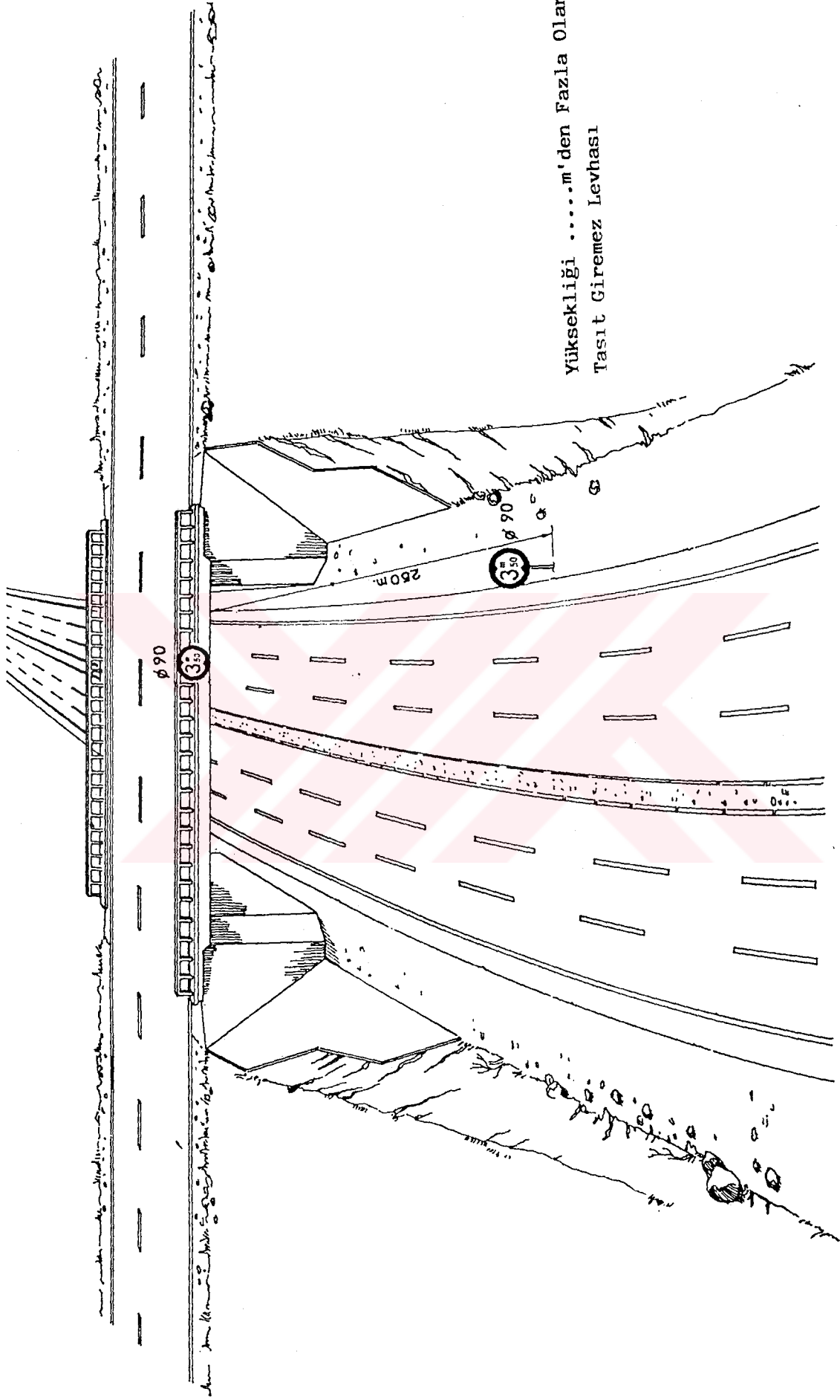
Şekil(2.16): Tırmanma Şeridinin İşaretlenmesi



Şekil(2.17): Para Gişeleri Yaklaşımlarının İşaretlenmesi



Şekil(2.18): Servis Alanlarının İşaretlenmesi



Yüksekliğim'den Fazla Olan
Tasit Giremez Levhası

Şekil(2.19): Gabari İşaretleme

2.5.5. Tel Çitler

Otoyolların kamulaştırma sınırlarının belirlenmesi, kamulaştırma sahasına yaya ve hayvan giriş-çıkışlarının denetlenmesi, otoyol erişme kontrolünün sağlanması amacı ile tel çitler kullanılmaktadır. Kafes şeklindeki bu teller, bir dizi halinde monte edilmiş dikmelere ve bu dikmelerin üst ve alt başında birbirine paralel geçen gergi tellerine bağlanırlar. Zemin kotununun 10 cm. yukarısında ve 1.5 m. yüksekliğinde uygulanan tel çitler, beton veya galvanize borulara sabitlenmektedir. Dikmeler, toprağa projesinde belirtilmiş şekilde beton blok içerisinde yerleştirilir. Tel çit dikmeleri belirli durumlarda otokorkuluk dikmelerine de sabitlenmektedir. Sürekli çitlere gereken yerlerde yaya kapıları da yapılmaktadır. Akarsular için yerleştirilmiş sanat yapılarının geçilmesi halinde de özel yapım düzenlemeleri uygulanmaktadır. Teller ve dikmeler pas ve korozyona karşı şartnamelere uygun şekilde galvanize edilmektedir. Son zamanlarda paslanmaya karşı plastik kaplı tel çitler de kullanılmaktadır. Ayrıca, metal dikmelerin içlerine su dolmamaları için üst kısımları orjinal bir başlık ile kapatılmaktadır.

2.5.6. Aydınlatma Sistemi

Otoyollarda; kavşaklar, gişe sahaları, servis alanları, park sahaları ve projelerinde belirtilen kesimlerdeki otoyol ana gövdesinde aydınlatma yapılmaktadır. Aydınlatma tesislerinin enerji ihtiyaçları, gişe sahalarında tesis edilen trafolardan sağlanmaktadır. Enerji, bu merkezlere Türkiye Elektrik Kurumu tesislerinden çekilen enerji nakil hatları tarafından getirilmiştir. Ayrıca enerji kesintilerinde, işletme binaları, gişe sahaları ve gişelerin enerji ihtiyacını karşılamak üzere her merkezde birer adet jeneratör grubu tesis edilmiştir.

Otoyol aydınlatması; orta röfujde 50 m. aralıkla tesis edilmiş, 15.5 m. boyundaki beton direkler üzerinde 15 m. ışık yüksekliğine sahip, 2x400 watt'lık yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar vasıtası ile yapılmakta olup, ortalama aydınlık seviyesi 2 candella/m² değerindedir. Kavşak kollarının aydınlatması ise, yol kenarına tesis edilmiş 10.5 m. yüksekliğinde beton direkler üzerindeki 9m. ışık yükseklikli 250 watt'lık yüksek basınçlı sodyum buharlı armatürler tarafından sağlanmaktadır. Bu kesimlerdeki aydınlatma seviyesi 1 candella / m²'dir. (candella / m² ; 1 m² yüzeyden ışığın yansıma miktarıdır.)

2.5.7. Şev Stabilizasyonu Amacı İle Uygulanan Yapılar

2.5.7.1. İstinat Duvarları

İstinat duvarları, yarma ve dolgu şevlerini korumak, şev akmalarını ve küçük heyelanları önlemek amacı ile uygulanan toprak tutucu yapılardır. Bu yapılar, yolların yarma ve dolgularında, köprü kenar ayaklarında, heyelan ve taşkın önleme bölgelerinde kullanılmaktadır. Kullanılan yapı malzemesi ve sistemi bakımından istinat duvarları; kagir, beton, betonarme ve kafes tipi olarak inşa edilmektedir. İstinat yapılarının, duvar boyunca üniform bir taşıma gücü içermesi istenir. Ancak bunun sağlanamadığı durumlarda dilatasyon derzi konur. İstinat duvarlarında alınacak drenaj önlemleri de çok önemlidir. Kafes tipi istinat duvarları; seyrek uygulanmakla birlikte, betonarme veya metal kirişlerle istenilen uzunlukta ve yükseklikte, birbirine bağlı kafesler meydana getirilip, bu kafeslerin içlerine kaba granüler malzeme veya taş doldurularak inşa edilirler.

2.5.7.2. Kaya Saplamaları ve Çelik Ağlar

Kaya şevlerini drenajla veya şev açılarını düşürerek iyileştirmek mümkün değilse, kaya saplamaları ve çelik halat gibi mekanik yöntemlerle sağlamlaştırma seçeneği düşünülür. Kayma olasılığı olan kaya blokları, gerdirmeli kaya saplamaları veya çelik halatlarla gerideki sağlam kütleyle raptedilerek duraylı hale getirilmektedir.

Çelik ağlar; aktif veya pasif tipteki hareketler ile stabil olmayan kayaların düşmelerini önler ve aynı zamanda şev yüzeylerinin doğal olarak yerleşmesini sağlar. Şev üzerine serilen çelik ağlar, düşen kayaları tutup, hendeğe ya da başka bir yakalama yerine doğru yönlendirirler.

Çelik ağların etkili şekilde kullanılabilmesi için tek blokların 0.6-1.0 m.'den büyük olmaması ve ağın, şevin bütün yüzeyine sürekli temasının sağlanması için yüzeyin düzgün olması gereklidir. Eğer büyük blokların ağları yırtması durumu söz konusu ise kaya saplamaları ile birlikte kullanılması faydalı olmaktadır. Ağlar, toprak şevlerde şevin tepesinde elle kazılmış çukurlara gömülen dökülmüş betonlara ankre edilirken, kaya şevlerinde saplamalara ankre edilirler. Çelik ağlar yüksek esneklik kabiliyetine sahip olmaları, mekanik olarak baskılara karşı dirençli olmaları ve bakımlarının kolayca yapılabilmesi nedeni ile kullanışlıdır. Bu ağlar zaman zaman kontrollü bir biçimde alt

kisimlarından açılarak, serbest malzemedden oluşan yük hafifletilir. Ayrıca çelik ağlar, bitki örtüsünün yüzeye tutunabilmesini kolaylaştırdığı için yüzey stabilitesinin sağlanması açısından da faydalıdır.

2.5.7.3. Tutma Duvarları

1.5-2 m. büyüklüğündeki yuvarlanan veya sıçrayan bloklar, rijit bir engel olan bu duvarlar vasıtası ile durdurulurlar. Bu duvarların üst kısımlarına da profil demir ve çelik halatlarla kafes tipinde setler yapılarak, gelen blokların yol platformuna ulaşp trafik güvenliğini tehdit etmesi önlenmektedir.

2.5.8. Üst ve Alt Geçitler

Otoyol çevresindeki yerleşim yerlerinin birbirleri ile olan irtibatının sağlanması ve yayaların otoyola girmesinin önlenmesi amacı ile üst ve alt geçitler ihtiyaçlar ölçüsünde yapılmaktadır.

2.6. OTOYOLLARIN ÇEVRE İLE ETKİLEŞİMİ

2.6.1. Giriş

Otoyollar da dahil olmak üzere, bütün ulaştırma sistemleri, çevre bileşenleri ile etkileşim içinde olup, sonuçta denge sorunları oluşturmaktadır. Bir çok çevre faktörü ulaştırma sisteminin uygulanmasını olumlu veya olumsuz etkilerken, sistemin uygulanması sonucu da bazı çevre sorunları ortaya çıkmaktadır. Yani, " çevre; ulaştırma sistemine girdiler sunmakta, sistem bu girdilerden etkilenerek çıktıları oluşturmakta, çıktılarından etkilenerek değişime uğrayan çevre de yeni kimliği ile sistemi etkilemektedir." [24]

2.6.2. Otoyolların Projelendirme, Yapım ve İşletme Aşamalarını Etkileyen Çevre Faktörleri

Otoyol geçişinin, topografik yapı açısından düzgün veya dalgalı bir araziden geçmesi; yolun eğimi, sanat yapıları, toprak işleri, yatay ve düşey kurbaları gibi özellikleri etkilemektedir. Aynı şekilde jeolojik yapı ve zemin özellikleri de dolaylı olarak enerji gereksinimini, yapım süresini, yatırım maliyetlerini ve geometrik standartları etkilemektedir.

Zemin özelliklerinin bilinmesi bir dizi araştırmayı gerektirir. Bu araştırmalar sırasında; zemin direnci, kohezyonu, dane boyutu, büzülme ve şişmesi, kompaksiyon ve su içeriği, kıvam limitleri ve yeraltı su durumları detaylı şekilde incelenmektedir. Bu zemin özelliklerinin doğru şekilde tespit edilip, proje ve yapım aşamasında kullanılması, yolun hizmet ömrünün uzun olmasına olanak sağlamaktadır. Örneğin yeraltı ve yüzeysel sulara gerekli önlem alınmayıp, drenaj sistemleri sağlıklı şekilde projelendirilmez ise, işletme aşamasında büyük bakım maliyetleri oluşmakta ve yol hizmet ömründen önce elden çıkabilmektedir.

Otoyol güzergahının belirlenmesinde etkili olan diğer bir faktör, arazi kullanım özellikleridir. Geçki belirlenirken tarım, orman, madencilik sahalarına, tarihi, kültürel ve turizm alanlarına, değerli su kaynaklarına zarar verilmemeye çalışılmaktadır. Arazinin

yanlış kullanımı, ülke ekonomisini ve ekolojiyi olumsuz yönde etkilemektedir. Mevcut yararlı arazilerin amacında kullanılması ve ekolojik dengenin korunması yol güzergahının değişmesine neden olabilmektedir. Bu da haliyle yapım maliyetlerini etkileyecektir.

İklim koşulları da otoyol geçkisinin belirlenmesi ve projelendirilmesinde önemli bir etkidir. Diğer karayolları gibi otoyollar da yüksek rakımlı güzergahlarda mümkün mertebe güney yamaçlardan geçilmeye çalışılır. Kuzey yamaçlar ve tipi yapan kesimler, kış mevsiminde bakım çalışmalarını olumsuz yönde etkilemektedir. Otoyolun geçtiği bölgede kış aylarında donma etkisi görülüyorsa, yolun üstyapı kalınlıkları ve malzeme cinsi buna göre değişecektir. Yaz aylarında da sıcaklık çok fazla oluyor ise, üstyapıda bitümlü tabakaların bitüm yüzdeleri, kuma olayını önlemek için azaltılmaktadır. Nem oranının fazla olması, betonarme ve demir aksamı yol yapılarının etkilenmesine ve önleyici tedbirlerin alınması nedeni ile maliyetlerin artmasına sebep olur. Yağış miktarının fazla olması ise, hidrolik sanat yapılarının ve diğer drenaj sistemlerinin daha kapsamlı uygulanmasını gerektirmektedir.

Otoyolun geçeceği bölgede yüksek trafik hacmi olması, şerit sayısının artırılması gibi yol geometrik standartlarının yükseltilmesini icab ettirir. Ayrıca yüksek trafik göz önüne alınırsa, üst yapının taşıma gücünü arttırmak için proje değişikliği olacaktır. Yüksek trafiğe sahip otoyollarda haberleşme ve kaza olayları da özel önlemlerin alınmasını gerektirir. Trafik hacmindeki artış ise sosyal ve ekonomik faktörlere bağlıdır. Nüfus artışı hızlandıkça, o bölgede yaşayanların ihtiyaçları artacak ve bu ihtiyaçları karşılamak için ulaşım sistemlerine talep fazlalaşacaktır. Ayrıca büyük kentlerdeki önemli kültür ve sanat etkinlikleri, diğer kentlerdeki insanların oralara ulaşım taleplerini arttıracaktır. Otoyolun geçtiği bölgelerde bulunan büyük hastaneler, eğlence merkezleri, turistik alanlar, plajlar, spor merkezleri gibi halka hizmet veren alanlar trafik hacminin artmasına neden olurlar. Endüstri, sanayi, tarım ve hayvancılık bölgeleri, gerek üretilen mal ve yetiştirilen ürünlerin nakledilmesi, gerekse bu bölgelere hammadde nakli açısından trafik hareketliliği oluşturur. Tarihi eserler, doğal güzellikler, ticaret ve iş merkezleri de seyahat etme olayını arttıran faktörlerdendir.

Otoyolun geçmesi planlanan bölgede daha önceden yapılmış olan karayolu, demiryolu, hava alanı ve liman gibi yapılar o bölgenin altyapı yoğunluğunu oluşturur. Altyapı yoğunluğu ne kadar fazla ise yapılacak otoyolun hizmet ömrü, yük taşıma direnci ve geometrik standartları da o ölçüde iyi olacaktır. Çünkü ulaştırma sistemleri, birbirleri

ile devamlı olarak ilişki içindedir ve birbirlerine bağılı olarak gelişme gösterirler. Hem yüksek trafik hacmi, hem de altyapı yoğunluğu yol yapım maliyetlerinin artmasına sebep olmaktadır.

Bu faktörlerin dışında teknolojinin gelişmesiyle daha hızlı, daha konforlu, yüksek kapasiteli araçların artması, yol yapım tekniğindeki gelişmeler ve özel araç sayısındaki artışlar, otoyolların kapasitesinin ve hizmet ömrünün çok daha iyi olmasını gerektirecektir.

2.6.3. Otoyolların Çevre Üzerine Etkileri

2.6.3.1. Olumlu Etkiler

Otoyolların faydaları, doğrudan ve dolaylı faydalar olmak üzere iki farklı bölümde incelenebilir.

2.6.3.1.1. Doğrudan Faydalar

Otoyollar, mevcut diğer yollara göre geometrik standartlarının daha iyi olmasından ve yüksek hız yapma imkanına sahip olunması bakımından, kullanıcılara zaman tasarrufu sağlar. Şerit sayılarının fazla olması, büyük yarıçaplı yatay kurların bulunması, maksimum düşey kurb eğiminin az olması, karşılıklı yönlerden akan trafiğin fiziki engellerle ayrılmış olması, kurlarda uygun deşerlerin verilmesi, düzgün bir yuvarlanma yüzeyinin oluşturulması gibi faktörler, otoyolu kullananları konfor ve kaza güvenliği açısından etkiler. Yol standartlarının kaliteli olması; yakıt, yağ, lastik ve araç parçalarının daha az yıpranması gibi taşıta ait maliyet faktörlerini minimize eder. Yol özellikleri, taşıt işletme giderlerini direkt olarak etkilemektedir. Taşıt işletme giderleri, birçok faktöre bağılı olmakla birlikte bu faktörlerin, en önemlileri şunlardır:

- Yol güzergahının geometrik özellikleri,
- Yol güzergahının fiziksel özellikleri,
- Taşıt cinsi ve mekanik özellikler,
- Yol satıh durumu.

2.6.3.1.2. Dolaylı Faydalar

Otoyolların hizmete girmesi ile, yerleşim bölgeleri arasındaki ulaşım talebi karşılanmış olur. Otoyolun geçtiği bölgelerin ekonomik, sosyal, turizm ve kültürel aktivitesi artar. Mevcut kaynaklar, daha süratli bir şekilde ekonomiye katılır ve yeni kaynakların geliştirilmesi sağlanır. Ayrıca uygun koşullar sağlanmış ise otoyolun geçtiği arazilerin ekonomik açıdan değeri artar. Ancak, otoyol yan yollarının yapılması, düzenli imar planlarının olması gibi altyapı problemleri halledilmemiş ise, otoyolun ayırma etkisi göz önüne alındığında mevcut arazinin değeri daha da düşecektir.

2.6.3.2. Olumsuz Etkiler

Otoyolların çevreye olumsuz etkileri değişik aşamalarda olmaktadır.

2.6.3.2.1. Projelendirme Aşamasındaki Etkiler

Proje çalışmasından, yolun işletmeye açılması aşamasına kadar her evrede çevreye verilebilecek zararlar en alt düzeyde tutulmalıdır. Bu amaçla Çevresel Etki Değerlendirmesi çalışması yapılır. "Çevresel Etki Değerlendirmesi; çevreyi doğrudan yada dolaylı olarak, olumlu ya da olumsuz yönde etkileyecek, yolun ve onun yapım faaliyetlerinin, yatırımlara başlamadan henüz karar safhasında iken irdelenmesi, meydana gelecek olumsuzlukların önlenmesi veya en aza indirgenmesi için alternatif çözümlerin belirlenmesi çalışmasıdır." [26] Çevresel Etki Değerlendirmesi yönetmeliği, 7 Şubat 1993 gün ve 21489 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Çevresel Etki Değerlendirmesi çalışması sonucunda belirlenip, yaptırımı istenen öneriler, maliyet arttırıcı faktörler olarak gözükebilir. Ancak ileride oluşabilecek çevresel sorunların önceden saptanıp, tedbir alınmasına yardımcı olması bakımından, bu önerilerin uzun vadede bakım ve işletme harcamalarında ekonomik fayda sağlayacağı göz önünde tutulmalıdır.

Yapılması planlanan otoyolun ekonomik ve sosyal yararları bütün ülkeyi etkilerken, çevrede oluşan zararlar özellikle o bölge halkını etkilemektedir. Yani, yol yapımına her çevreden teşvik ve sempati duyulurken, çevre kirlenmesine tepkiler büyük

oranda kirlenen çevre sakinlerinden gelmektedir. Çevresel Etki Değerlendirmesi çalışmalarının daha proje aşamasında yapılmasının gerekliliği buradan kaynaklanmaktadır. Çevre kirliliğine sebep olan bir otoyolun, kendi yapısını da bu kirliliğin getirdiği olumsuzluklardan koruyabilmesi mümkün olmamaktadır. Yani yol, geçtiği doğa parçasının ekolojik dengesine uyabilmiş ise varlığını sürdürebilmektedir.

2.6.3.2.2. Yapım Aşamasındaki Etkiler

Yol yapım şantiyelerinin kuruluş yerlerinde; atık su, yiyecek atıkları, toz, duman, kullanılan malzeme atıkları, makinaların tamir ve bakım atıkları gibi kirlilik unsurları oluşur. Konkasör, plantmiks, bitümlü sıcak karışım ve beton santrali gibi tesislerin çevre kirliliğine etkileri ise çok daha fazla olmaktadır.

Yol yapım çalışmaları sırasında kullanılan servis yolları da, çalışmaların bitiminde uygun hale getirilemez ise, bir çevre sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır.

İnşaat sırasında kullanılması sakıncalı bulunan zemin, depoya gitmesi gereken yarma kazısı ve sanat yapılarının temel kazısından arta kalan malzemeler de inşaat alanlarında oluşan toprak kaynaklı kirliliklerdir.

Ariyet ve taş ocaklarında, alınan malzemelerden dolayı oluşan boşluklarda, yeraltı suları birikmekte, göllenmeler oluşmakta ve sonuçta yer altı su seviyesi düşmektedir. Bunun sonucunda zemin rutubetindeki azalma nedeni ile bitki örtüsü olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Açık bırakılan aynalar ise göz estetiği bakımından kirlilik oluşturmaktadır. Ayrıca dere yataklarından malzeme almak amacı ile dere yatağı derine edildiğinde, suyun akış rejimi bozulmakta ve feyezana zamanında beklenmedik etkiler oluşmaktadır.

Yapım çalışmaları sırasında yarma ve dolgu şevlerinde stabilite sağlanmamış ise ve yeterli drenaj sistemi uygulanmamış ise akımlarla ve heyelanlarla sonuçlanan topografik denge sorunları oluşmaktadır.

Çeşitli kazılar sonucunda açığa çıkan yeni zemin katmanları ile temas geçen yağmur ve akarsular, bu katmanların kimyasal bileşiklerinden etkilenmektedir. Bu

etkilenme sonucunda suyun bileşimi ve kalitesi değişerek ekolojik bir olumsuzluk oluşabilmektedir.

Ayrıca, teknolojik gelişmeye paralel olarak prefabrik elemanların kullanılması, yerinde döküm imalatlara göre çevre kirliliğini azaltıcı bir faktördür.

2.6.3.2.3. Sabit Tesislerin Etkileri

Otoyollar; yol platformu, sanat yapıları ve diğer sabit tesisleri ile ayırma etkisi başta olmak üzere birçok olumsuz etkiyi çevre üzerinde göstermektedir. Otoyolun, mevcut kullanılabilir araziden geçmesi, gelişmeye zarar verebileceği gibi yaşam mekanının da kısıtlanmasına yol açabilmektedir.

Yolun oluşturulması sırasında; yarma ve dolgular yapılması, su yollarında yeni düzenlemeler getirilmesi, asfaltlanan yüzeylerin geçirgenliğinin kaybolması gibi nedenlerle doğadaki alanlar bölünmekte ve ekolojik sistemlerin parçalanmasına neden olmaktadır. Doğal yeraltı suyu düzeni bu değişiklikler nedeni ile bozulmaktadır. Yeraltı suyuna sızmalarda meydana gelen değişiklikler, yüzeysel akış şiddetini de arttırmakta ve böylece hidrolojik çevrim olumsuz olarak etkilenmektedir. Genel olarak asfaltlanan yüzeyler nedeni ile geçirgenliğin azalması, yüzeysel suların çoğalması ve taşkın riskinin artması gibi ekolojik sistem üzerindeki olumsuz değişiklikler, çevresel dayanma gücü olarak tanımlanan sınır şartlarını aşmamalıdır.

2.6.3.2.4. İşletme Aşamasındaki Etkiler

Otoyolların, işletme aşamasındaki çevreye en büyük etkileri; meydana gelen hava kirliliği, gürültü ve insanlar üzerinde oluşan ruhsal bozukluklardır.

Hava kirliliği, çeşitli kaynakların kullanımı sonucu ortaya çıkan, hava içerisinde belli oranlardan fazla olmaları sonucu zararlı etkiler oluşturan gaz, katı ve sıvı parçacıklardan meydana gelir. Havayı kirleten maddelere örnek olarak kükürt, karbon, azot gibi anorganik gazlar, karbonhidrat ve aldehitler gibi organik gazlar ile duman, toz ve uçucu küller gösterilebilir. Hava kirliliğini etkileyen başlıca faktörler şunlardır:

— *Motorun kullandığı enerji türü:* Dizel motorlu taşıtlar, benzin motorlu taşıtlara göre çok daha az havayı kirletici bırakmaktadırlar.

— **Taşıtların bakım ve kullanım ilkeleri:** Araçların hareketleri; rölanti, hızlanma, yavaşlama ve sabit hız olarak gruplara ayrıldığında, en az kirlilik sabit hız devresinde olmakta iken en fazla kirlitici rölanti devresinde havaya bırakılır. Sürücünün kullanım yeteneğine bağlı olarak aracın devirsiz kullanılması ve periyodik bakımlarının yapılmaması aracın havaya bıraktığı kirlitici miktarını arttırmaktadır.

— **Yol, trafik ve hava koşulları:** Yol platformunun düzgün olması, düzenli bir trafik akımının olması (gereksiz dur-kalkların olmaması), hava şartlarının uygun olması hava kirliliğini azaltmaktadır.

— **Taşıtların ağırlık ve hızları:** Hava kirliliği, araçların hız ve ağırlıkları ile doğru orantılı olarak artmaktadır.

— **Taşıtların tür, yaş, model, güç ve lastik durumları:**

— **Yakıt verimi ve kalitesi:**

Otoyolların, gürültü açısından çevreye olumsuz etkileri ise şunlardır:

— **Trafik koşulları:** Trafik akımının hacmi, hızı ve kompozisyonu gürültüyü etkileyen faktörlerdir.

— **Yol yüzeyi:** Yol yüzeyinin pürüzlülüğünün artması ve kaplamanın ıslanması gürültüyü arttırmaktadır.

— **Yol eğimi:** Eğimin artması özellikle ağır taşıtlarda gürültüyü artırır.

— **Yatay kurlar ve kavşak kolları:** Bu kesimler, hız değişimlerine sebep olduğundan gürültü miktarı artmaktadır.

— **Yol yapısı:** Yolun, yarmada geçilmesi veya gürültü perdelerinin olması gürültü kirliliğini azaltır. Otoyollardaki park ve servis alanlarına bu amaçla gürültü kesici toprak setler yapılmıştır.

— **Taşıtların tipleri:** Hafif ve ağır taşıtların gürültü çıkarma özellikleri farklıdır. Ayrıca araç lastiklerinin tipleri, yüzey şekilleri ve eskiliği gürültü üzerinde etkilidir.

Otoyolların çevre üzerine olumsuz etkileri Tablo (2.4.) ' de ana başlıklar altında görülmektedir.

Tablo (2.4.) : Otoyolların Çevreye Olumsuz Etkileri [24]

	YAPIM AŞAMASI	SABİT TESİSLER	İŞLETME AŞAMASI
İNSAN	-Gürültü -Titreşim -Dinlenme değerlerinin azalması -Sinir bozukluğu	-Görüşün kısıtlanması -Ayrırma etkisi	-Gürültü -Titreşim -Dinlenme değerlerinin azalması -Sinir bozukluğu
BİTKİ ÖRTÜSÜ VE HAYVANLAR	-Gürültü -Titreşim -Mekanik müdahale -Sinir bozukluğu -Canlı yaşam ortamında yapı değişikliği	-Ayrırma etkisi -Yaşam mekanının kısıtlanması -Büyüme ve gelişmeye zarar verme	-Gürültü -Titreşim -Ayrırma etkisi -Sinir bozukluğu
ZEMİN	-Zemin üst yüzeyinin örtülmesi -Erozyon -Zararlı maddeler -Geçici alan kaybı -Mekanik müdahale	-Zemin üst yüzeyinin örtülmesi -Alan kaybı	-Titreşim -Sıkıştırma -Toz -Kirlenme
SU	-Zararlı maddeler -Kalite azalması -Üst yüzey sularının yığılması -Yeraltı suyuna zarar verilmesi -Rutbetli canlı yaşam ortamına müdahale	-Yeraltı suyu dengesinin bozulması -Üst yüzey sularının yığılması -Üst yüzey suyunun temizleme etkisinin azalması	-Toz -Kirlenme
HAVA	-Egzost gazları -Toz	-Küçük iklimsel değişimler -Hava akımlarında ve rüzgar hızında değişimler	-Hava akımlarında ve rüzgar hızında değişimler -Toz -Egzost gazı
YAŞAM ÇEVRESİ	-Mevcut yapılara müdahale -Yapı hasarları -Tarihi yapılara müdahale	-Ayrırma etkisi -Peyzajın değişimi -Şehir görünümünün bozulması -Arazi gereksinimi -Arazi değerlerinin değişimi	-Titreşim -Egzost gazı -Gürültü -Toz -Güvenlik riski

BÖLÜM III : OTOYOL BAKIM HİZMETLERİ

3.1. YOL ÜSTYAPISININ BAKIMI

3.1.1. Giriş

Ülkemiz otoyollarının üstyapıları, esnek üstyapı esasına göre projelendirilmiştir. Esnek üstyapıların projelendirilmesinde; trafik hacmi, dingil yükü dağılımı ve tekerrürü, hizmet ömrü ve kalitesi, taban zemininin ve üstyapı tabakalarının taşıma gücü ile bölgenin iklim şartları göz önünde bulundurulmaktadır. Otoyollarımızda, üstyapının tabaka kalınlıkları değişmekle birlikte, Şekil (3.1.) 'de görüldüğü biçimde uygulanmaktadır.

KAPLAMA	Aşınma
	Binder
TEMEL	Bitümlü Temel
	Çimento Stabilizasyonlu Temel
ALTTEMEL	
TABAN ZEMİNİ	

Şekil (3.1.) :Otoyolların Üstyapı Tabakaları

Esnek üstyapılarda, kaplama ve temel tabakalarında agrega ile bitüm karışımından oluşan asfalt betonu kullanılmaktadır. Otoyollarımız, esnek üstyapı esasına göre projelendirilmesine rağmen temel tabakasında, rijit bir ortam oluşturan çimento stabilizasyonu kullanılması, sistemi yarı esnek üstyapı vasfına sokmaktadır.

Yolun, projelendirme ve yapım aşamasında gösterilen titizliklere rağmen çeşitli nedenlerden dolayı, işletmeye açılmasından belli bir süre sonra üst yapıda bozulma

göstergeleri başlayabilir. Yolun hizmet ömrü boyunca işletmeye açık kalabilmesi için gerekli bakım çalışmalarının çok sağlıklı bir şekilde yürütülmesi gereklidir. Üstyapı bozulmalarının giderilmesi ancak bu bozukluğun sebebinin net olarak tespitine ve gerçekçi bir değerlendirilmenin yapılmasına bağlıdır. Bu değerlendirme çalışmalarına örnek olması bakımından, Japon Karayolu Kamu Şirketi tarafından halen uygulanmakta bulunan asfalt kaplama için değerlendirme kriterleri, Tablo (3.1.) 'de gösterilmiştir. Bakımın niteliği, uygun malzemelerin uygun zamanda kullanılması ile üstyapının hizmet ömrüne doğrudan etki etmektedir. Kaplama bakımının amacı; kaplama sürekliliği ile kaplama yapısının bütünlüğünü sağlamak, trafik emniyetini ve sürücülerin konforunu temin etmektir.

3.1.2. Yol Üstyapısının Bozulma Nedenleri

3.1.2.1. Taban Zemini, Alttemel veya Temelin Taşıma Gücü Yetersizliği

Taban zemini ve alttemelin taşıma gücü, uygulanan CBR deneyleri sonucunda; çimento stabilizasyonlu temelin taşıma gücü, Serbest Basınç Deneyi sonucunda; bitümlü temelin taşıma gücü ise, Marshall Deneyi sonucunda tayin edilir ve bu değerlerin şartnamelerde belirtilen değerleri sağlaması istenir. Şartname değerlerinin sağlanamaması bozulmaların en önemli nedenini teşkil etmektedir.

3.1.2.2. Trafik Etkisi

Yol platformu üzerinde hareket eden veya sabit duran araçlar, yol tabakalarında basınç, çekme ve kayma gerilmeleri oluştururlar. Taşıt ağırlıkları, tekerlekler vasıtası ile düşey yükleri oluştururken, hızlanma ve frenleme durumlarında da tekerlekler ile kaplama arasında yatay yükler oluşur. Meydana gelen gerilmelerin şiddeti; dingil yükü, lastik basıncı, taşıtın hızı ve tekerler üzerindeki yiv ve setlerin biçimine bağlı olarak değişmektedir. Trafiğin yol tabakalarına etkisi, statik (dingil yüklerinin üstyapıya iletilmesi) ve dinamik etki (yük tekrarları) olmak üzere iki türlü olmaktadır.

Tablo (3.1.): Asfalt kaplama için değerlendirme kriterleri.

<i>Konu</i>	<i>Değerlendirme</i>		
	<i>AA</i>	<i>A</i>	<i>B</i>
1. Yol üzerindeki engeller (Düşmüş taş, malzeme, çökelmiş toprak, sızmış yağ ve pislik)	Trafik için engel		
2. Çukurlar	Trafik için engel	Derinliği 20 mm. den fazla ve çap olarak 20 cm. den daha büyük olanlar	Derinliği 10mm. 20mm. ye kadar olanlar
3. Seviye farkı	Trafik için engel	20 mm. den fazla	10mm. den 20mm.ye kadar
4. Tekerlek izi		Normal kısım:25 mm. den fazla Tırmanma şeridi: 40 mm. den fazla	Normal kısım: 15 mm. den 25 mm. ye kadar Tırmanma şeridi:20mmden 40 mm. ye kadar
5.Çatlaklar		Boyuna çatlama veya enineçatlama(genişliği 5 mm. veya daha fazla)	Boyuna çatlama veya enineçatlama(genişliği 5mm denden daha az)
		Timsah sırtı çatlak (yağmurda taşıma kapasitesini gevşetmektedir.)	Timsah sırtı çatlak
6.Boyuna yüzey pürüzlülüğü, ondülasyon		Rahatsız edici sürüş, ondülasyon 30 mm. den fazla	Dikey deplasman, ondülasyon 10 mm.den 30 mm.ye kadar
7. İnce yüzey soyulması		Soyulma	
8. Durgun su		Yağmur yağınca kısmi durgun su görülmektedir.	

Notlar:

1. Yukarıdaki değerlendirme notları aşağıdaki gibi açıklanmaktadır:

AA Hasar ciddi olduğundan, trafik güvenliği veya üçüncü şahsın tehlikeye girmesi muhtemel olduğundan, acilen onarımı gereklidir.

A Ağır hasar nedeni ile onarım için müzakere edilmesi gerekir.

B Hasar o kadar ağır değilse de onarım konusu görüşülmelidir.

2. Yukarıdaki sayısal değerler Japon Karayolu Kamu Şirketi tarafından kullanılan değerlerin aynısı olup burada sadece referans için verilmiştir.

3.1.2.3. İklim Etkisi

Hava sıcaklığının düşmesi ile birlikte, asfalt kaplama tabakası büzülmeğe isteyecektir. Böylece kaplama ile temel tabakası arasında bir çekme gerilmesi doğacaktır. Sıcaklığın düşüşü ile birlikte, zemin boşlukları içerisinde bulunan su, buz kristalleri haline alacak ve don kabarması oluşacaktır. Don kabarması, neticesinde kaplama tabakasının yukarıya doğru hareket etme isteği bir çekme gerilmesi doğurmaktadır. Bu gerilme değeri, kaplamanın mukavemet değerini aştığı zaman ise çatlaklar meydana gelmektedir.

3.1.2.4. Asfalt Betonundan Kaynaklanan Sorunlar

Bu sorunları üç ana başlık altında inceleyebiliriz:

A- Asfalt karışımında kullanılan agregadan kaynaklanan sorunlar:

- Uygun olmayan agregada gradasyonu seçimi,
- Yuvarlak agregada kullanımı,
- Agregada mukavemetini düşüklüğü,
- Agregada kirliliği,
- Agreganın sürtünme mukavemetinin olmayışı.

B- Karışımın hazırlanmasındaki yanlışlıklar:

- Hatalı bitüm %'sinin kullanımı,
- Bitüm malzemesinin uygun vasıfta olmayışı,
- Karışımın düzensiz ısıda hazırlanması.

C- Serme sıkıştırma sırasında yapılan hatalar:

- Yetersiz sıkıştırma,
- Fazla sıkıştırma,
- Karışımın düşük ısıda serilip sıkıştırılması,
- Yapım sırasında malzemenin ayrışması,
- Uygulama sırasında yapılan çeşitli dikkatsizlikler.

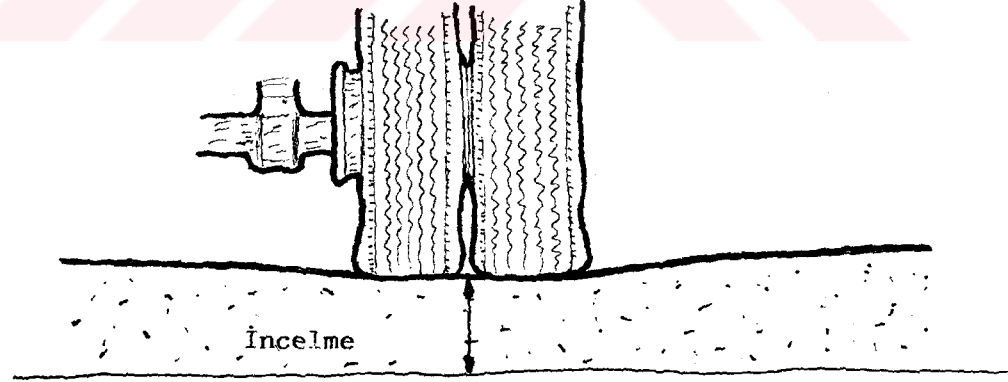
3.1.3. Esnek Yol Üstyapılarında Oluşan Deformasyonların Genel Tanıtımı

Esnek yol üstyapıları, projelendirme ve yapım aşamalarında gösterilen titizliğe rağmen, trafik yükleri ve iklim etkisi ile mutlaka küçük de olsa deformasyonlara uğramaktadır. Üstyapıda oluşan bu deformasyonların derecesi, üstyapının performansı ve taşıyıcılığı hakkında işletme ve bakım personeline ışık tutmaktadır. Bu deformasyonları şu gruplara ayırabiliriz:

3.1.3.1. Kalıcı Deformasyonlar

3.1.3.1.1. Konsolidasyon Deformasyonu

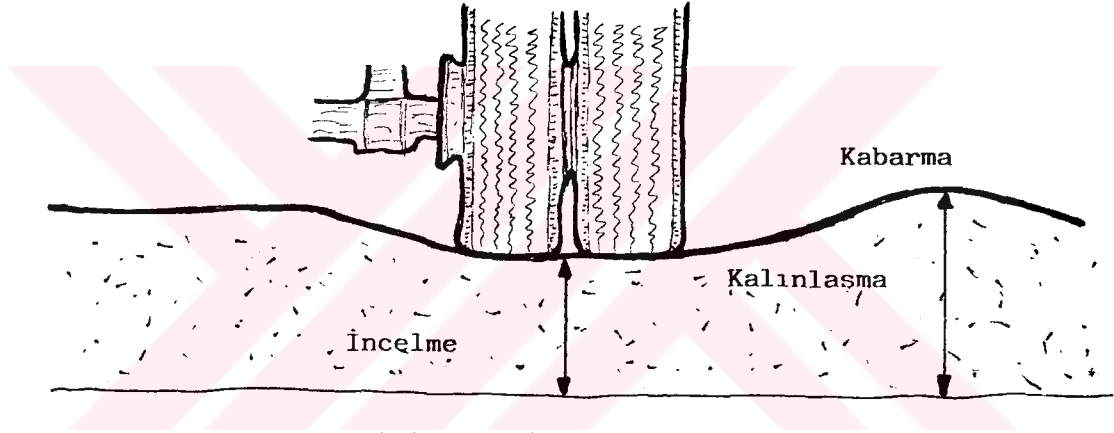
Yapımı bitmiş üstyapıda trafik yükleri etkisi ile, taban toprağında ve üstyapı tabakalarında oluşan konsolidasyon, tekerleklerin geçiş izi boyunca, lastik izlerinin oluşmasına sebebiyet verir. Bu tekerlek izleri yüzey çatlamlarına yol açmakla birlikte sürücülere rahatsızlık verirler. Taban toprağının ve üstyapı tabakalarının, şartnamalarda belirtilen derecelerde sıkıştırılması ile bu deformasyonlar en aza indirgenmektedir. Konsolidasyon neticesinde oluşan bu deformasyon, haliyle üstyapıda ve taban toprağında bir hacim azalmasına sebebiyet verecektir.



Şekil (3.2.): Konsolidasyon Deformasyonu

3.1.3.1.2. Plastik Deformasyon

Trafik yükü etkisi ile oluşan plastik deformasyonlar, üstyapı hacminde bir değişiklik oluşturmaksızın, sadece şekilde bir değişmeye yol açarlar. Zaman içerisinde, konsolidasyon deformasyonunun artmayıp dengeli bir duruma gelmesine karşın, plastik deformasyon lastik yüklerinin tatbiki ile artış göstermektedir. Plastik deformasyonlarda, deformasyona uğrayan tabakaların kalınlığı, tekerlek izi üzerinde azalmakta, tekerlek izini çevreleyen kısımlarda ise artmaktadır. Üstyapı tabakalarından birinin, taşıma kapasitesinden daha fazla bir yüke maruz kalması sonucunda, makaslama yoluyla göçmesi ile oluşan bu deformasyonlar, düşük kalitede projelendirilmiş üstyapıların bankete yakın kısımlarında oluşmaktadır.



Şekil (3.3): Plastik Deformasyon

3.1.3.1.3. Genişleme Deformasyonu

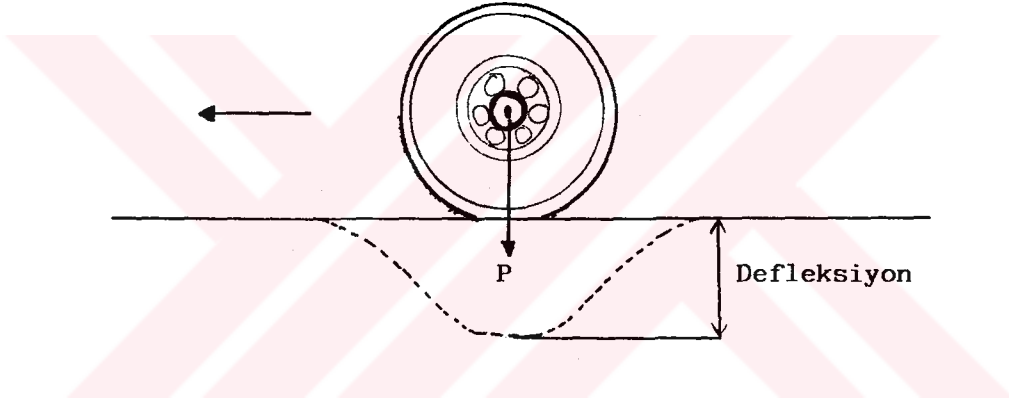
Rutubet alış verişi sonucunda, şişen topraklarda su emilmesi neticesinde meydana gelen hacim artışı üstyapıda genişleme deformasyonlarına sebebiyet vermektedir. Oluşan hacimsel artış, taban toprağının kayma mukavemetinin azalarak göçmesiyle sonuçlanır.

3.1.3.2. Geçici Deformasyonlar (Defleksiyon)

Geçici deformasyonlar, deformasyona sebebiyet veren yük ortadan kalktığı zaman kaybolan (geri gelen) deformasyonlardır. Bu deformasyonları elastik ve viskoelastik olmak üzere kendi içerisinde ayırabiliriz. Viskoelastik deformasyonlarda;

yükün kaldırılması ve defleksiyonun tamamen ortadan kalkması arasında belirli bir zaman sürecinin gerekirken, elastik deformasyonlarda; bunu oluşturan yük ortadan kalkar kalkmaz deformasyon da ortadan kalkar.

Projesinde taşınması planlanan yükleri, tatmin edici bir şekilde taşıyan bir üstyapı, kısa bir zaman içerisinde elastik bir duruma gelir ve kalıcı deformasyonların oluşmasını önler. Üstyapıda yapılan elastik deformasyon ölçümleri göstermektedir ki aşırı defleksiyonlar, kaplama tabakasını bozan çatlakların başlıca sebeplerindendir.



Şekil (3.4.): Geçici Deformasyonlar

3.1.4. Asfalt Beton Kaplamaların Bozulma Kriterleri

3.1.4.1. Servislik İndeksi

AASHO Tarafından geliştirilen bu methodda, yolun mevcut servis kabiliyetini ölçmek için, subjektif olarak yolun servis kabiliyeti sıfırdan beşe kadar numaralandırılmıştır. Yolun işletmeye açılmasından sonra belirlenen servislik indeksi ise yolun ne derece bakıma ve onarıma ihtiyacı olduğunu belirtmektedir.

3.1.4.2. Rut (Tekerlek İzi) Derinliği

Rut derinliğinin belirli bir seviyeyi aşması, yolun bakım ve onarıma ihtiyacı olduğunun göstergesi olmaktadır. Küçük ölçekli ölçümler için 3.8 m.'lik bir kiriş kullanılmaktadır. Güzergah üzerinde büyük miktarda tekerlek izi varsa, tekerlek izi ölçen aletler kullanılmaktadır.

3.1.4.3. Defleksiyon Kriteri

Karayolları Genel Müdürlüğüne, esnek üstyapıların performansını ve mukavemetini gözlemek veya gerekli takviye tabakası kalınlıklarını bulmak için defleksiyon etüdüleri yapılmaktadır.

3.1.4.4. Çatlaklık Oranı

Çatlaklar AASHO yol testi metodlarına göre şöyle sınıflandırılmıştır:

- 1.*Sınıf:* 15 Ft (4.5 m.) mesafeden kuru yüzey koşullarında görünmeyen küçük çatlaklar.
- 2.*Sınıf:* 15 Ft (4.5 m.) mesafeden görülebilir çatlaklar.
- 3.*Sınıf:* En az yarısı boyunca çatlak genişliği 1/4 İnç (0.6 cm.) veya daha geniş olan çatlaklar.
- 4.*Sınıf:* Kapatılması gereken çatlaklar.

1.ve 2. sınıf çatlaklar küçük; 3.ve 4. sınıf çatlaklar ise geniş çatlaklar olarak adlandırılmıştır. Yol yüzeyindeki 3. ve 4. sınıf çatlakların uzunluklarının, 1000 m² 'lik yüzey alanına oranına çatlaklık oranı ismi verilmektedir.

3.1.5. Asfalt Betonlu Kaplamalı Yollarda Oluşan Bozulma Çeşitleri

3.1.5.1. Şekil Değiştirme

Karayollarımızda sıkça görülen bozulmalardan birisi olan şekil değiştirme kaplama yüzeyinin, orjinal duruma göre değişiklik göstermesi olarak tanımlanabilir. Şekil

değiştirme; kaplama altı tabakalarının çökme, şişme, kabarma gibi hareketlerde bulunmasından veya yeterli kalitede bir kaplama tabakasının uygulanmamasından kaynaklanır. Oluşan şekil değiştirme çeşitleri şunlardır:

A- Oturmalar: Kapsama ile ilgili olmayıp, kapsama altındaki malzemelerin oturmasından oluşan bozulmalardır. Nedenleri ise şöyle sıralanabilir:

- Tabii zeminde oluşan oturmalar,
- Alttemel ve temel tabakalarının uygun kalınlıkta yapılmaması ve yeterli sıkıştırılmaması,
- Banketlerin yan destek yönünden yetersiz olması,
- Yeraltı su seviyesinin yüksek olması ve donma olayının olumsuz etkisi,
- Yetersiz drenaj uygulamaları,
- Zeminden yükselen kilin alttemel ve temel tabakalarına karışması,
- Yol platformunu geçen hizmet yapısı kazılarının, hatalı doldurulması.

B- Çökme: Oturmaların daha küçük çaplı ve dairesel olanları olarak tanımlanabilir. Çökmelerin yarıçapları 0.5-2.0 m. arasındadır.

C- Tekerlek İzleri: Taşıt yolunda trafiğin aşındırması sonucu oluşan boyuna çöküntülerdir. İzler, genellikle bir tekerlek eni genişliğindedir. Bu izlere, genellikle trafik aşındırması ve yüzey tabakası veya temelin ağır taşıt tarafından yerinin değiştirilmesi neden olur. Uygun bir karışım hesabının yapılmayışı, yüksek dingil yükü, yüksek lastik basıncı, yükün hızlı tekrarı, yavaş seyreden araçlar, hava sıcaklığının yüksek oluşu, alt tabakaların yetersiz kalınlıkta oluşu, tekerlek izlerinin oluşumunu meydana getiren bazı unsurlardır.

Tekerlek izleri, yol yüzeyinde su toplanması sonucu kayma tehlikesinin artması ve buzlanma olayına sebebiyet vermesi açısından, olumsuz neticeler meydana getirir. Ayrıca seyir konforunun düşmesine sebebiyet verip, şerit değiştirmek isteyen süratli araçlar için tehlike oluşturur.

D- Ondülasyon ve Yığılmalar: Ondülasyon; yol yüzeyinde trafik akışına göre enine doğrultuda oluşan ve aralıkları yaklaşık olarak eşit olan dalgalanma şeklindeki yüzey deformasyonlarıdır. Ondülasyonlar, motorlu taşıtlara rahatsızlık verir ve çok fazla

olmalarına izin verilirse tehlike oluşturabilirler. Bu deformasyonlar çoğu kez, ince agrega veya asfalt içeriği çok yüksek, stabil olmayan karışım üzerinde trafik ile ortaya çıkar.

Yığılmalara da trafik sebep olur. Ancak özellikle yerel olarak taşıtların ivmelenme ve frenleme yaptığı kavşaklarda ve tepeler üzerinde ortaya çıkar. Şişmelerin ilk işaretleri, çatlağın tepesinin şişme doğrultusunu gösteren hilal biçimindeki kayma çatlaklarıdır.

Bu tür bozuklukları düzeltmek ve tekrarlanmasını önlemek için yüzey tabakası sağlam bir temel tabakasına kadar kaldırılmalı ve yenisi konmalıdır. Yüksek trafikli otoyollarda bunun yanısıra uygun ekipmanlı makinalarla yüzeyi düzleme yöntemi de uygulanmaktadır.

E- Kabarmalar: Tabii zeminin ve üstü yapının şişmesi sonucu meydana gelen yerel bozulmalardır. Tabii zemindeki suyun donup-çözülmesi ve zeminin şişme karakteristiğine sahip olması kabarmaları oluşturur.

F- Lastik Deseni Oluşması : Ağır taşıtların uzun süreli park etmeleri sonucu, lastiklerin desenlerinin kaplama yüzeyine çıkmasıdır.

3.1.5.2. Çatlama ve Yarılmalar

Asfalt betonu kaplamalarda çatlaklar oluş nedenlerine göre ikiye ayrılır:

— **Trafik etkisine bağlı çatlaklar:** Dingil yükleri ve bunların yüksek sayıda tekrerrü sonucu kaplama tabakasında oluşan gerilmeler, kaplama malzemesinin mukavemetini aştığı zaman çatlaklar oluşur.

— **Trafik etkisine bağlı olmayan çatlaklar:** Sıcaklık farkları ve nem etkisi ile kullanılan malzemenin kendi yapılarından kaynaklanan faktörler sonucu oluşan çatlaklardır.

Asfalt betonu kaplamalarda oluşan çatlak türleri ise şunlardır:

A- Timsah Sırtı Çatlaklar: Bir timsahın derisine benzeyen, küçük çokgenler dizisi oluşturan, birbirine bağlanmış çatlaklardır. Trafik yüklerinden ileri gelen

yorulmalar, asfalt betonu veya alt tabakalardaki hacim değişiklikleri, yeterli tabaka kalınlığının sağlanmaması bu çatlakların oluşmasına sebep olan başlıca etkenlerdir.

B- Yorulma Çatlakları: Dingil yüklerinin fazla tekrarı sonucu, kaplama tabakasının birbirine bağlantılı küçük bloklar halinde çatlamaıdır.

C- Büzülme Çatlakları: Bunlar, uygun olmayan malzemeler veya oranlardan ve asfalt karışımının yaşından ileri gelen, üstyapı hacmindeki bir azalmanın neden olduğu, gelişi güzel birbirine bağlanmış çatlaklardır.

D- Kenar Çatlakları: Üstyapının dış kenarına paralel ve çoğu kez banketten 30-60 cm. içerde meydana gelen çatlaklardır. Yetersiz sıkıştırılmış banket malzemesi veya yanal destek sağlamadaki kusur ile ağır taşıt ağırlıkları, temel veya taban malzemesinin ötelenmesine sebep olur ve kenar çatlakları meydana gelir.

E- Şerit Derzleri Boyunca Oluşan Çatlaklar: Asfalt serimi sırasında, şeritler arasında oluşan derzlerin daha sonra açılması sonucu oluşan çatlaklardır. Dikkatsiz ve hatalı kaplama yapımından dolayı meydana gelmektedir. Bu çatlaklar yol sathının suya karşı geçirgenliğini artırdığı gibi, zamanla yol kaplamasının parçalara ayrışmasına neden olurlar.

F- Yansıma Çatlakları: Bu tip çatlaklar, kaplama altındaki tabakaların çatlama ve yarıma şekillerinin kaplamaya yansıması neticesinde oluşur. Trafik etkisi ve sıcaklık farklarından doğan şişme ve büzülmeler kaplama altındaki tabakalarda, yanal ve dikey hareketler oluşturur. Bu hareketler sonucu oluşan çatlaklar, kaplamaya yansyarak yüzeyde enine ve boyuna çatlaklara sebebiyet verirler.

G- Kayma Çatlakları: Bu tür çatlaklar asfalt betonunun, temel tabakası üzerinde veya yapıştırıcı bitüm tabakası üzerinde hareket etmesinden meydana gelir. Yüzey tabakası ile alt tabakalar arasında yeterli bağ kuvvetinin olmadığı durumlarda, tekerleklerin satıha yaptığı tesir yönünde, parabolik şekilde kayma çatlakları meydana gelir.

3.1.5.3. Ayrışma ve Parçalanmalar

Trafiğin aşındırma etkisi ve hava tesirleri ile asfalt tabakasında, bitüm ile mıcırın birbirinden ayrışması sonucu çeşitli bozulmalar oluşur. Bu bozulmaları şu gruplar altında inceleyebiliriz:

A- Sökülme: Kaplama yüzeyindeki agrega parçalarının kaybı veya yerinden çıkması olarak nitelendirilen, yüzeyden alta doğru ya da kenardan içe doğru oluşan ayrışmalardır. Asfalt kaplama yüzeyinin erozyonu olarak da tanımlanabilen sökülme, ilk önce küçük parçaların yüzeyden kopması ile başlar. Eğer önlem alınmaz ise daha büyük parçaların ayrışması sözkonusu olmaktadır. Sökülmenin başlıca sebepleri şöyledir:

- Asfaltın serilmesi sırasında yetersiz sıkıştırılması,
- Soğuk ve yağışlı havalarda yapım,
- Kirli ve mukavemeti düşük agrega kullanılması,
- Karışımda bitüm miktarının az olması,
- Plentte bitümün veya karışımın fazla ısıtılması,
- Asfalt kaplamasının zaman içerisinde yaşlanması.

B- Çanak Şekilli Çukurlar: Sökülmenin ilerlemiş hali olarak meydana çıkan çukurlar, kaplama malzemesinin yerel olarak kaybolması şeklinde görülürler. Timsah sırtı çatlaklar önlem alınmadığı takdirde büyük ihtimalle çukurları oluşturacaklardır. Karışım oranlarının uygun olmaması, kilin alt tabakalardan yüzeye doğru ilerlemesi, uygun olmayan drenaj, yetersiz sıkıştırma gibi etkiler trafiğin mekanik etkisi ile birleşince kaplama üzerinde çukurlar meydana gelmektedir.

C- Soyulma: Asfalt kaplamada, bitüm filminin agrega yüzeyinden su, kil ve trafiğin sürtünme etkisi ile ayrılması ve agreganın çıplak kalması olayıdır. Kullanılan agreganın kuru ve temiz olmaması, uygun oranda ve bağlayıcı karakteri iyi olmayan bitüm kullanılması, soyulmaya sebep olan başlıca faktörlerdir.

D- Cilalanma: Cilalanma, ağır trafiğin aşındırması ile birlikte olan ve büyük ölçüde karışımda kullanılan agreganın cinsinin neden olduğu bir durumdur. Pürüzsüz ve yuvarlak agrega veya kireçtaşları gibi yumuşak agregalar, ıslak olduğu zaman yüzeyleri kaygan olma noktasma kadar aşımabilir veya parlaklaşabilir. Bu durumda kaplama yüzeyi

ile tekerlek arasındaki sürtünme direnci azalacak ve trafik güvenliği tehlikeye düşebilecektir.

E- Kasma: Asfalt karışımında bitüm yüzdesinin fazlalığı, agrega rutubetinin fazla olması, astar tabakasının uygun yapılmayı, boşluk yüzdesinin fazlalığı, ağır taşıt trafiğinin doğurduğu etki ve sıcak hava şartları kaplama yüzeyinde kasma olayını oluşturmaktadır. Ayrıca kaplama yüzeyine çeşitli nedenlerden dolayı asfaltı çözücü maddelerin dökülmesi de kasma olayına sebebiyet vermektedir.

3.1.6. Asfalt Beton Karışımlarda Bulunması Gereken Özelliklerin Sağlanamaması Durumunda Oluşan Olumsuz Etkiler

Agrega - asfalt karışımlarının yol kaplaması olarak kullanılabilmesi için gereken şartlar şunlardır:

- | | |
|-------------------|---------------------------|
| 1- Stabilite | 5- Kaymaya karşı direnç |
| 2- Durabilite | 6- Yorulmaya karşı direnç |
| 3- Geçirimsizlik | 7- Esneklik |
| 4- İşlenebilirlik | |

3.1.6.1. Stabilite

Asfalt betonunun; trafik yüklerine, ötelenme ve tekerlek izleri oluşmayacak şekilde direnç gösterme yeteneğidir. Düşük stabilite sebep ve etkileri şunlardır:

<u>Sebep</u>	<u>Etki</u>
- Yüksek asfalt yüzdesi	- Oluklaşma, tekerlek izinde oturma ve kasma
- Karışımda fazla kum yüzdesi	- Sıkıştırma sırasında ve inşaat sonrasında yumuşaklık ve sıkıştırma zorluğu
- Yuvarlak agrega, kırılmış veya az kırılmış agrega yüzeyi	- Tekerlek izinde oturma

3.1.6.2. Durabilite

Asfalt betonunun; karışımdaki asfalt özelliklerinin değişmesine, agreganın kırılmasına ve asfaltın agrega yüzeyinden soyulmasına karşı gösterdiği dirençdir. Düşük durabilitenin sebep ve etkileri şunlardır:

<u>Sebe</u>	<u>Etki</u>
- Düşük asfalt yüzdesi	- Kuru bir görünüş, agreganın sökülmesi
- Yetersiz sıkışma ve dizayn hatası nedeni ile yüksek boşluk	- Asfaltın erken yaşlanmasıyla kırılma ve ayrışma
- Soyulmaya karşı hassas agrega kullanımı	- Asfaltın agregadan soyulması ve agreganın sökülmesi

3.1.6.3. Geçirimsizlik

Asfalt betonu kaplamanın hava veya su geçişine engel olma direncidir. Karışımları geçirimli yapan sebep ve etkiler şunlardır:

<u>Sebe</u>	<u>Etki</u>
- Düşük asfalt yüzdesi	- Erken yaşlanma ve sökülme
- Yetersiz sıkışma ve dizayn hatası nedeni ile yüksek boşluk	- Oksidasyon ve agrega ayrışması

3.1.6.4. İşlenebilirlik

Karışımın karıştırılması ve sıkıştırılmasındaki kolaylıktır. İşlenebilirlik problemleri ve etkileri şunlardır:

<u>Sebe</u>	<u>Etki</u>
- Çok büyük dane boyutu	- Pürüzlü bir yüzey, serim zorluğu
- Çok fazla kaba agrega	- Sıkıştırma zorluğu
- Çok düşük karışım sıcaklığı	- Kaplanmamış agrega, düşük durabilite, pürüzlü bir yüzey, sıkıştırma zorluğu

- | | |
|---------------------------------|--|
| - Çok fazla ara boyutlu malzeme | - Karışımın silidir altında ötelenmesi, sıkıştırma zorluğu |
| - Düşük filler yüzdesi | - Yumuşak karışım, yüksek geçirgenlik |
| - Yüksek filler yüzdesi | - Karışımın kuru görünmesi, işlenme zorluğu |

3.1.6.5. Kaymaya Karşı Direnç

Özellikle yağışlı havalarda, araç tekerleğinin kaymasına karşı oluşan dirençtir. Düşük kayma direnci sebep ve etkileri şunlardır:

<u>Sebep</u>	<u>Etki</u>
- Fazla asfalt yüzdesi	- Kusma, düşük kayma direnci
- Agrega gradasyonu kötü olması	- Çok düzgün olmayan yüzey, suyun yüzeyden drene olamaması
- Agrega cilalanma değerinin düşük olması	- Düşük kayma direnci

3.1.6.6. Yorulmaya Karşı Direnç

Asfalt betonunun; trafik yüklerinin altında oluşan, tekrarlanan eğilmeye karşı gösterdiği dirençtir. Zayıf yorulma direncinin sebep ve etkileri şunlardır:

<u>Sebep</u>	<u>Etki</u>
- Düşük asfalt yüzdesi	- Asfalt erken yorulması ve bunun sonucunda oluşan yorulma çatlakları
- Yüksek dizayn boşluk yüzdesi	- Yorulma çatlakları
- Yetersiz sıkışma	- Yorulma çatlakları
- Yetersiz üstyapı kalınlığı	- Aşırı eğilmeyi takiben yorulma çatlağı

3.1.6.7. Esneklik

Üstyapının, taban zeminindeki geçici oturma ve hareketlere karşı, çatlamaya neden olmadan uyum göstermesidir.

Asfalt betonu kaplamalı yollarda görülen bozukluklar ve muhtemel nedenleri ayrıca Tablo (3.2.) da gösterilmiştir.

Tablo (3.2): Asfalt Betonu Kaplamalı Yollarda Görülen Bozukluklar ve Muhtemel Nedenleri

MUHTEMEL NEDENİ	PROBLEM KARIŞIM TEMEL ÜZ. KAYIYOR.	KARIŞIMDA YIRTILMA	PARÇALANMA	UZUN DERİN ÇATLAK	İNCE KILCAL ÇATLAK	ÖTELEME VE DALGAL YÜZEY	SİLİNDİR İZİ	KÖTÜ DERZ	SÖKÜLME	DÜZGÜN OLMAYAN YÜZEY	KAHVERENGİ GÖRÜNÜŞ YAĞLI YÜZEY
YETERSİZ ASTAR	X					X					
ASTAR YOK	X					X					
FAZLA ASTAR	X					X					X
FAZLA İNCE MALZEME	X				X	X	X				
FAZLA KALIN MALZEME		X	X		X			X	X	X	
EKSİK BİTÜM		X			X				X		X
FAZLA BİTÜM	X					X	X				X
KÖTÜ DİZAYN	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
KÖTÜ KARIŞIM						X			X	X	X
KARIŞIMDA FAZLA NEM	X					X					X
ÇOK SICAK KARIŞIM		X					X				X
ÇOK SOĞUK KARIŞIM		X					X	X	X		
FİNİŞERİN KÖTÜ ÇAL.		X				X		X	X	X	
YETERSİZ SIKIŞTIRMA	X				X		X	X	X	X	
FAZLA SIKIŞTIRMA	X		X	X	X						
ÇOK SICAK SIKIŞTIRMA	X				X	X	X	X	X	X	
ÇOK SOĞUK SIKIŞTIRMA								X		X	
SİLİNDİR BAND.FAZLA SU					X						
SİLİN.KAR.ÜZERİNDE DUR.							X			X	
SİLİNDİR ÇOK AĞIR	X		X	X	X	X	X			X	
STABİL OLMAYAN TEMEL	X	X		X	X	X				X	
FAZLA ELLE DÜZELTME								X	X	X	
SEGREGASYON		X						X	X	X	
FİNİŞER HIZLI GİDİYOR		X								X	
ÇOK KALIN SERME						X					
TRAFİĞE ERKEN AÇILMA						X					

3.1.7. Uygulanan Onarım Yöntemleri

3.1.7.1. Yama Yapma

Yol üstyapısında oluşan çukurlar, ondülasyonlar, ısrarla devam eden dışa atmalar, oturmalar ve kabarmalar büyümeden gerekli tamiratla giderilmektedir. Bu bozulmalarda en etkin çözüm, bozulmanın olduğu kesimin sağlam tabakaya kadar kaldırılıp, uygun malzeme ile doldurulmasıdır. İlk aşamada gerekli trafik tedbirleri alındıktan sonra bozuk kısım, platform kenarına paralel ve dik kesitlerde açılmaktadır. Eğer temel malzemesi, yumuşak haldeyse ve stabil durumda değil ise malzeme çıkartılarak uygun temel malzemesi konmaktadır. Açılan çukurun tabanı ıslak ise, ıslak malzeme kaldırılıp, tabanın kurumması temin edilmektedir. Veya az miktarda kuru portland çimentosu ve sönmüş kireç tatbiki yapılmaktadır. Satın kurutma cihazı varsa çukurun içi kurutulmaktadır.

İkinci aşamada, açılan kesimin tabanına ve kenarlarına bağlayıcı malzeme uygulaması yapılır. Bu astarlama işlemi; ya asfalt çimentosunun içerisine benzin, gazyağı gibi çözücüler katmak sureti ile oluşturulan sıvı petrol asfaltı veya asfalt çimentosu içerisine su karıştırılarak elde edilen asfalt emülsiyonlarından birisi kullanılarak yapılır. Astar malzemesi atıldıktan sonra, çözücünün veya suyun buharlaşması için hava sıcaklığına bağlı olarak belli bir sürenin geçmesi beklenir.

Çukur derinliği 7.5 cm. den fazla ise, sıcak karışım tabakalar halinde serilip, tırmık veya gelberi denen aletlerle düzeltilir. Malzeme, çukura biraz fazla doldurularak çoğu kez silindirler, vibrasyonlu sıkıştırıcılar veya tokmaklar ile taşıt yolu üst seviyesine kadar sıkıştırılır. Daha sonra, asfalt sertleşip yol temizlendikten sonra yol trafiğe açılır.

3.1.7.2. Çatlakların Onarılması

A- Genişliği 5 mm. den küçük, 1 mm den büyük çatlakların tamiri: Aşınma tabakası yüzeyinde oluşan, çimentolu temel tabakasına sirayet etmeyen bu kılcal çatlaklar, özel bir makineye takılan, ucu 1.5 cm genişliğinde özel bir freze ile 3 cm. derinlikte açılır. Açılan çukur sıcak kauçuklu bitüm dolgu malzemesi ile kapatılır.

B- Genişliği 5 mm. den büyük olan çatlakların tamiri: Bu çatlaklara imento bağlayıcı granüler temel tabakasında husule gelen çatlakların, yukarıya yansımamın neden olduğu ve bunun da dolgularda oluşan farklı oturmalardan meydana geldiği belirlenmiştir.

Bu çatlakların tamiri amacı ile çatlak uzunluğu boyunca aşınma tabakası, asfalt kesme makinası ile 85 cm. genişlikte kesilir. Kesme işi, yol aksına paralel olarak ve çatlak mümkün mertebe ortada kalacak şekilde yapılır. Aşınma tabakası kaldırıldıktan sonra binder tabakası 55 cm. genişlikte gene makina ile kesilir. Bu da kaldırıldıktan sonra bitümlü temel tabakası 25 cm. genişlikte kesilip çukur açılır. Daha sonra çimentolu temel tabakasındaki çatlak iyice temizlenir. Çatlağın içi basmlı hava ile temizlendikten sonra içine boza kıvamında karıştırılmış (dane çapı 1 mm.'den ince kum ve imento - su karışımı) şerbet dökülerek doldurulur. Dolan atlağın üstü normal kıvamlı 400 dozlu harç ile tesfiye edilir. stne bitüm tatbik edildikten sonra 20 cm. genişlikte jeotekstil örtülüp, kenarlarına da bitüm sürülür. Açılmış olan çukurun üstü, aşınma tabakasına kadar, aşınma tabakası malzemesi ile doldurulup her tabaka alttan itibaren el tokmağı, tablalı vibratör ve küçük vibrasyonlu silindirler ile sıkıştırılır. Sıkışmış ve tamirata bitmiş yüzeyin evre ile aynı yükseklikte olması sağlanır.

3.1.7.3. İlave Tabaka Uygulanması

1993 yılında Anadolu Otoyolu' nun Çamlıca-Gebze kesiminde meydana gelen düzensiz ince çatlakların nasıl giderileceği ve alınması gerekli tedbirler üzerinde Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından araştırmalar başlatılmıştır. Yapılan alışmalar sonucunda Macroseal tipi yüzeysel kaplamanın uygulanarak, otoyol styapısındaki bozuklukların giderilmesi amaçlanmıştır. Ancak bu uygulamaya başlamadan önce, yol sahtında tespit edilmiş bütün çatlaklar ve bozuk olan yerlerin uygulanan esaslar çerçevesinde tamirata yapılmıştır. Çünkü Macroseal uygulamasının en önemli şartlarından biri, Macroseal serilecek tabakanın taşıma gücü bakımından trafiğin gerektirdiği sağlamlıkta olmasıdır. Bu nedenle uygulamaya başlamadan önce, yol sahtında bulunan her türlü bozuk yerler, iyi bir şekilde tamir edilmiş, ondan sonra gerekli görülen yerlere 0-5 mm. lik malzeme ile teşkil edilen macroseal n tabakası serilmiştir. Daha sonra ise 0-10 mm. lik yüzeysel tabaka uygulanmıştır. Macroseal yüzeysel kaplamada kullanılan malzemeler şunlardır:

- 0-10 mm.lik agregası ve kırma kum
- 75-100 penetrasyonlu, elastik polimer kullanılarak modifiye edilmiş bitüm.
(Bu bitüm kullanılarak çabuk kesilen katyonik emülsiyon elde edilmiştir.)
- Çimento
- Su
- Katkı malzemesi

Bu tabaka, sürekli olarak serim yapabilen mobil bir serici tarafından serilmektedir. Bu makınaya gerekli malzeme ikmalı; makına ile beraber hareket eden ve depolarındaki su, katkı malzemeleri ve emülsiyondan oluşan üç ayrı malzemeyi makınaya bağlayan horumlar ile besleyen tanker ve agregası taşıyan kamyonlarla sağlanmaktadır. Karışımın yola uygulama miktarı m² ' de 15-25 kg. arasında olabilmektedir.



3.2. DRENAJ SİSTEMLERİNİN BAKIMI

3.2.1. Giriş

Su, yol altyapısının inşası sırasında zeminin kolayca sıkıştırılmasına yardımcı olması bakımından kullanılması zorunlu olan bir gereçtir. Üstyapının teşkili sırasında da aynı maksatla sudan yararlanır. Ancak yapımı tamamlandı trafığa açılan bir yolun, gerek yüzeysel ve gerekse yeraltı suyuna karşı sürekli olarak korunması, suyun yola olan zararlarının önlenmesi bakımından büyük önem taşır. Bu itibarla, bir yol projesinde yolun yüzeysel ve yeraltı suyuna karşı korunması, geçki seçiminden, kaplama teşkiline kadar her safhada düşünülmesi gereken bir konudur. Otoyol drenaj sisteminin başarısı, yolun ömrü ve işlerliği açısından büyük rol oynamaktadır. Suyun yola olan zararlı etkilerini ise şöyle sıralayabiliriz:

- Yol dolgusunun veya üstyapısının üzerinde oturduğu taban zemininin plastik hale gelmesi ve taşıma gücünün azalması,
- Yarma şevlerinde veya yolun oturduğu arazide, zemin tabakaları arasında kayma yüzeyi teşekkülüne yol açarak bu kütlelerin kaymasına sebep olmak,
- Yol gövdesine sızarak donma olayına sebep olmak, erime sonucu ve trafik etkisi ile üstyapının bozulmasına yol açmak,
- Erozyon olayı etkisi ile kaplama, banket, yarma ve dolgu şevlerini aşındırarak bunların kullanılmaz hale gelmelerine sebep olmak,
- Yol kaplama yüzeyi üzerinde birikerek, seyir güvenliğinin ve konforun azalmasına neden olmak, özellikle soğuk mevsimlerde buzlanma ve gizli buzlanma olayına sebep olmak.

3.2.2. Otoyollarda Uygulanan Drenaj Sistemleri

3.2.2.1. Yüzeysel Suların Drenajı

Sürekli olarak belirli bir yatakta akan sular ile yağış sonucu oluşan ve yol gövdesine doğru gelen suların, yola ve çevreye zarar vermeyecek şekilde kontrol altına

alınıp uzaklaştırılmaları, yüzeysel drenajın amacını oluşturur. Bu drenaj sistemleri şu başlıklar altında toplanabilir:

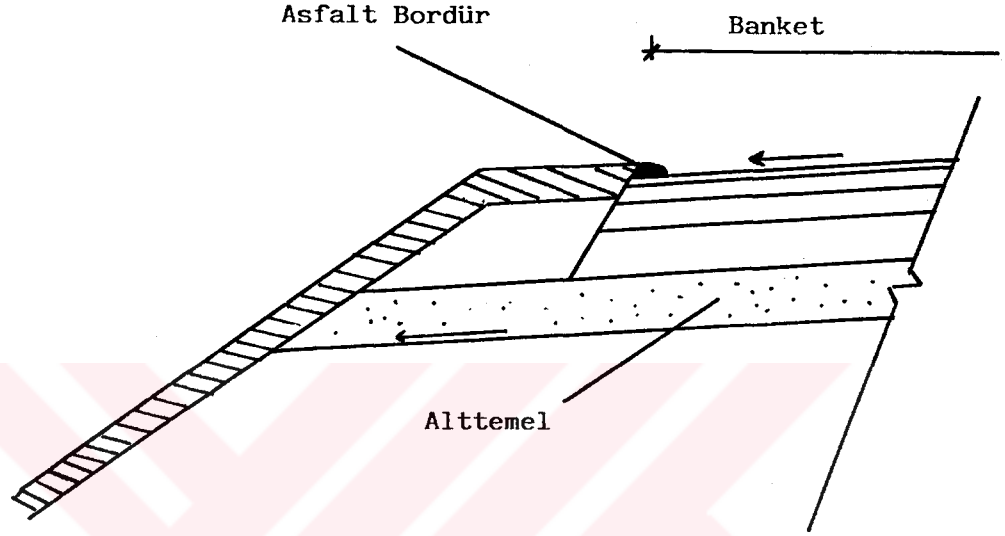
A- Menfezler: Sürekli olarak akan ya da yağış sonucu oluşan küçük akarsuları, yol gövdesinin bir tarafından diğer tarafına geçirmede kullanılan hidrolik sanat yapılarıdır. Otoyol güzergahındaki, havza alanı 5 km² 'den büyük akarsular üzerindeki tüm hidrolik yapıların 500 yıl tekerrürlü taşkımları karşılayabilecek kapasitede olması, havza alanının 5 km² 'den küçük akarsular üzerindeki yapıların ise 100 yıl tekerrürlü taşkımları karşılayabilecek kapasitede olması planlanmıştır.

– **Kutu Menfezler:** Bunlar, işlevlerine göre tek, çift ya da üç gözlü, 1.5x2m.,2x2m.,2x3m. gibi değişken boyutlarda, çelik kalıp veya özel kontroplak kaplı çelik kalıp kullanılarak inşa edilmiş, kutu kesitli betonarme menfezlerdir. Menfez yatağı hazırlanırken, yatakta su varsa yatağın kuru muhafaza edilebilmesi için, su yatağının derine edilmesi gerekmektedir. Menfez gövdesi tamamlandıktan sonra bitüm sürülür ve kanat duvarları inşa edilir. Yapının inşası bittikten sonra, yol seviyesine kadar uygun malzeme ile dolgusu yapılır. Menfezin üzerine yapılacak dolgu, menfezin iki tarafında aynı zamanda teşkil olunur. Aksi takdirde düzensiz oturmalar meydana gelebilir. Menfezlerin, menba ve mansab taraflarındaki ağızlarının, akarsu talveg hattı ile aynı seviyede olmaması, sanat yapısının işlevini tam olarak yapmasını engeller.

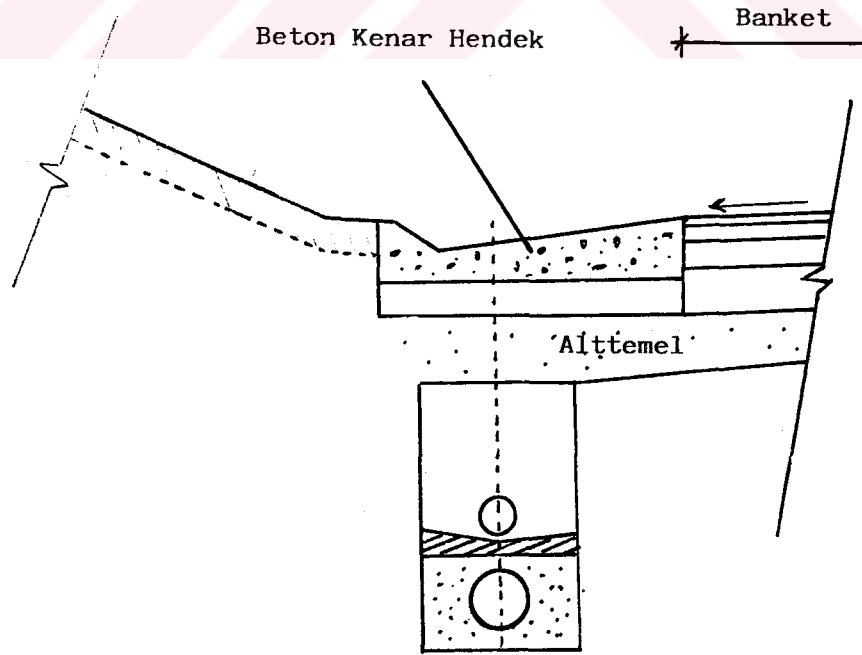
– **Boru Menfezler:** Bu menfezler, değişik çaplarda fabrikada imal edilen standart borularla inşa edilmişlerdir. Zemin koşullarına, dolgu yüksekliğine ve kullanılan betonarme borunun sınıfına göre, menfez yatağı, granüler malzeme, donatılı yada donatısız beton ile hazırladıktan sonra borular yerleştirilir. Betonarme olarak imal edilen büzler, üzerindeki yüke bağlı olarak çeşitli sınıflara ayrılmıştır.

B- Kafa ve Dolgu Şev Dibi Hendekleri: Otoyolu; çevrenin yüzeysel sularından korumak için yarmalarda kafa, dolgularda şev dibi hendekler yapılmıştır. Bu hendekler suyun otoyola geldiği tarafa, şevden yaklaşık 3-5 m. uzağa trapez kesitli beton kaplamalı olarak tatbik edilmişlerdir. Kafa hendeklerinin bir diğer amacı da erozyona müsait arazide yamaçlardan gelen sürüntü maddelerinin, kenar hendeklerini doldurmasını önlemektir. Bu hendekler yarma ve dolguların terasmanından önce inşa edilmekte ve bir dış akışa bağlanmaktadır. Hendeklerin kaplamalı yapılmasının sebebi suyun komşu arazilere sızmasının önlenmesi ve dengesizlik problemlerinin oluşmamasını sağlamaktır.

C- Kenar Hendekler: Yarma bölgelerinde, platformun şev tarafında yarma şevlerinden ve yol platformundan gelen yüzeysel suları toplayıp otoyoldan uzaklaştırmak amacı ile üçgen kesitli kanallar yapılmıştır. Kanal, yerinde dökülmüş veya öndöküm beton kanal bloklar biçiminde yahut kaplama kenarında çıkıntı yapan çekme asfalt veya öndöküm beton bordürler sayesinde teşkil edilir.



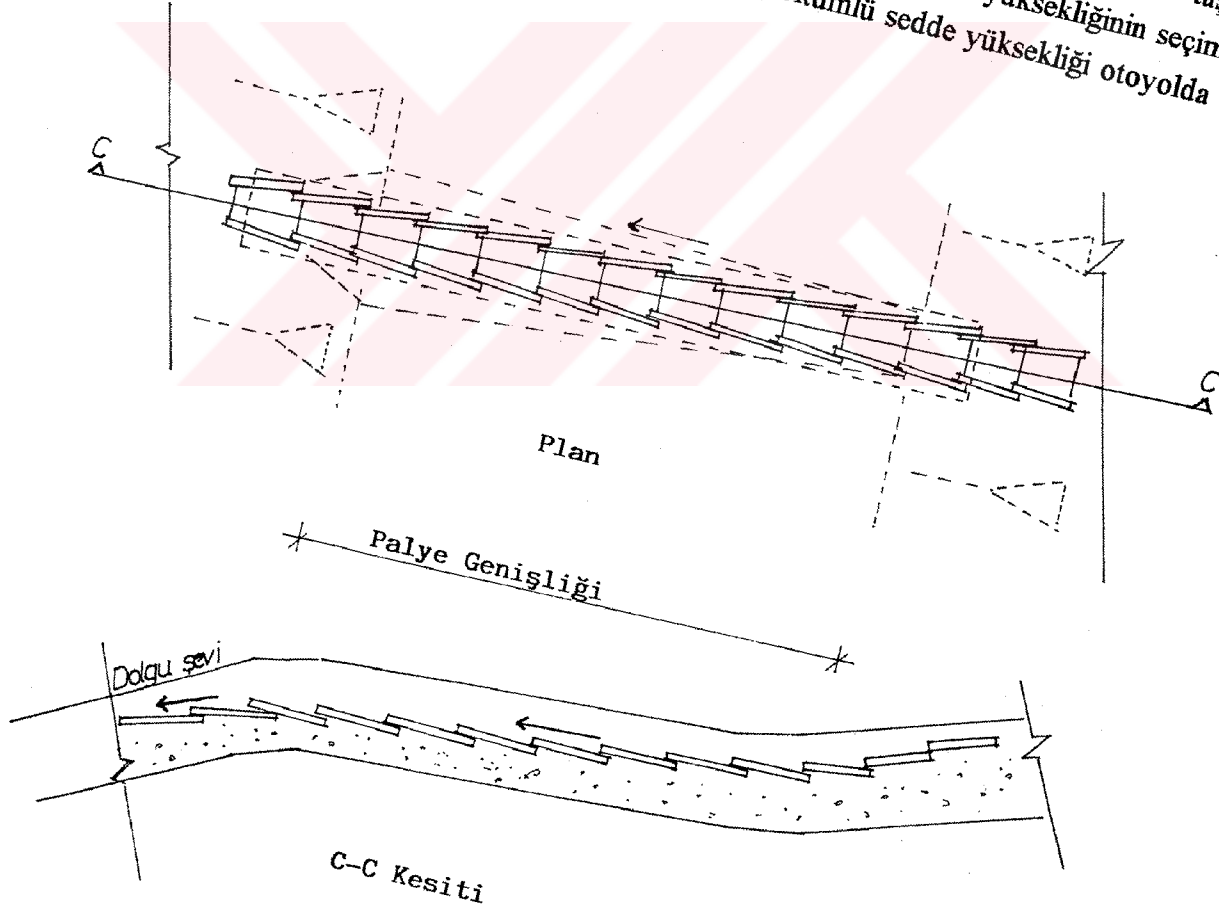
Şekil (3.5.): Asfalt Bordür



Şekil (3.6.): Beton Kenar Hendek

D- Orta Rofüj Hendekleri: Otoyolun kurbda ve deverde olduğu kesimlerde platformdan orta rofüje gelen yüzeysel suların toplanıp deşarj edilmesi için orta rofüj hendekleri yapılmıştır. Çim veya beton kaplamalı bu kanallar, su toplama kapasitesine uygun olarak, yeraltı drenaj sisteminin taşıyıcı borularına bağlanmıştır.

E- Düşüm Olukları : Otoyolun üzerindeki yüzeysel suların gelişi güzel akarak, dolgu şevlerini yırtmaması, oymaması, zamanla da şev stabilitesini bozmaması için otoyolun alinymanda ve kurbda bulunduğu kesimlerde bitüm sedde-düşüm oluğu kombinasyonu vasıtası ile yüzeysel sular dolgu şevlerinden kontrollü akıtılmaktadır. Düşüm oluklarından akıtılan sular arazinin durumuna göre ya şev dibine taşmayacak toplanır ya da araziye bırakılır. Yüzeysel suların, otoyolun arıza şeridinde seçimine itina gösterilmesi için düşüm oluğu aralığı ve bitümlü sedde yüksekliğinin seçimine itina olarak uygulanmıştır. Bu durum dikkate alınarak, bitümlü sedde yüksekliği otoyolda 7.5 cm.



Şekil (3.7): Düşüm Oluğu

F- Rög arlar (Bacalar): Taşıt yolu yüzeyinden ve yarma Şevlerinden, kenar ve orta r f j hendeklerine gelen sular, yüzeyden taşımp bir bacaya ulaşıtırılır. Yol boyunca belli aralıklarla inşa edilen bacalara gelen sular, sızdırmaz borularla taşınarak uygun yerlere iletilir. Bu sistemin etkili olabilmesi için, taşıt yolu yüzeyinde yeterli bir enine eğim, kanallarda toplanan suyun bacalara ulaşıabilmesi için ise kanal boyunca yeterli bir boyuna eğim sağlanmaktadır. Bu eğim, akış hızının silt parçacıklarının da birlikte taşıyabilmesi için yeterli, ancak oyulmaya sebebiyet vermeyecek kadar yüksek olmamalıdır.

3.2.2.2. Yeraltı Sularının Drenajı

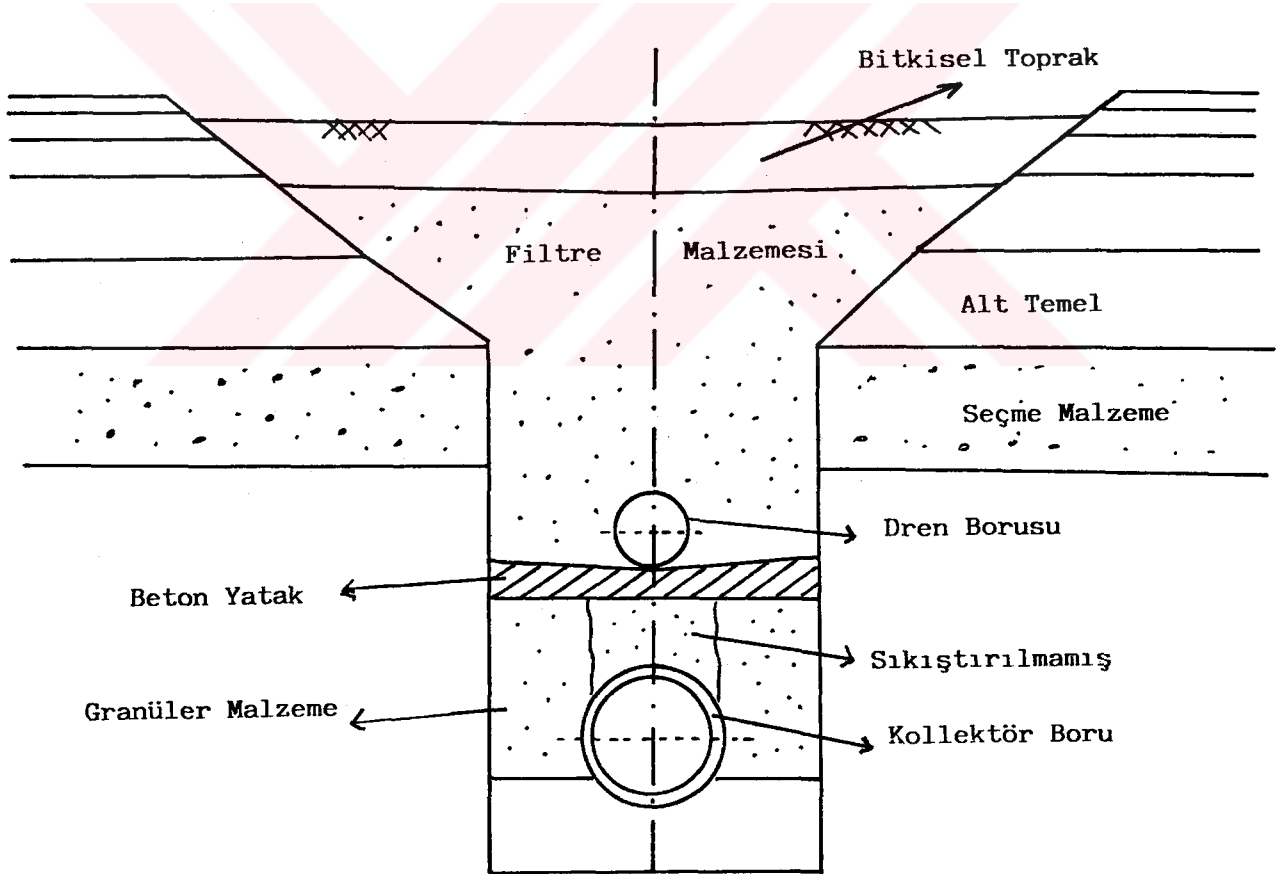
Alt zemin drenaj sistemlerinin amacı, çeşitli yollarla yolun alt ve üst yapısına ulaşan suları kabul edilebilir düzeye indirmek ve taban mukavemetini mümkün olan en yüksek seviyede tutabilmek için taşıt yolu civarında bulunan su tablasını düşürmek, suyun mevcudiyetinin toprak işlerinde dengesizlik doğurmasını önlemektir. Yeraltı drenajında başarılı olabilmek için dren tesislerinin projelendirmesinden önce, drene edilecek zeminin karakteri, yeraltı suyunun derinliği, debisi ve değişimi ile akış yönü ve hızının çok iyi bir Şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Bu sistemi iki ana başlık altında toplamak mümkündür:

A- Otoyolun Yeraltı Drenajı: Otoyol inŐaatlarında uygulanan yeraltı drenajı; yol platformunun, Őeđme malzeme denilen terasman tabakasının altında, kenarlarında ve orta kısmında dren + kollektörden oluşmaktadır. Taşıt yolu boyunca yarmalarda her iki kenar ve orta ayırıcıda, dolgularda sadece orta ayırıcıda s z len yüzey sularını toplamak ve taşıt yolu altındaki su tablasını genelde terasman düzeyinin 1.2 m. altına düşürmek için Fransız drenleri inşa edilmiştir. Bu drenaj hendekleri, her bir boru çapına göre verilmiş genişlikte düşey olarak kazılmaktadır. Hendek tabanında zayıf noktalar varsa bu kısımlar kaldırılıp, uygun malzeme veya beton ile doldurulmaktadır. Drenaj sisteminin başlangıç kısmını oluşturan Fransız dren sisteminde; beton borular, aralarında 1 cm. boşluk bırakılarak yerleştirilmektedir. Böylece zemin suyunun derzlerin arasından borulara girmesi sağlanır. Dren boruları yerleştirildikten sonra, 20 cm. yi geçmeyen tabakalar halinde filtre malzemesi ile doldurulup, hafifçe sıkıştırılır. Filtrenin ince malzemesinin büzlerin içine girmemesi için aralıklar r beroid (bitümlü karton) ile sarılmaktadır.

Drenaj sisteminin ikinci aşamasında, bacalara gelen suları, uygun çıkışa kadar taşıyabilmek için geçirimsiz taşıyıcı sistem kullanılır. Bu sistemde alta yerleştirilen taşıyıcı boru, bacadan bacaya toplanan suları taşırken üstteki Fransız dreni de zemin sularını toplayıp taşımaktadır. Drenaj sisteminin kollektöründe üç tip boru kullanılmıştır:

- Beton zarf içine alınmış beton borular,
- Muflu, contalı, birbirine geçebilen beton borular,
- Granüler yataklama malzemesi içine alınmış asbest borular.

Beton zarf içine alınmış borular esnek olma özelliğini sağlayamadığı için, muflu ve contalı borular ise üretim ve tatbikatta başarı sağlanamadığı için kullanımından vazgeçilmiştir. 5 m. boyundaki asbest borular, birleşim yerlerinde esnekliği sağladığı gibi rögar girişlerindeki esneklik de, rögar cidar kalınlığına rastlayan yerlerin lastik conta ile sarılmasıyla temin edilmiştir.

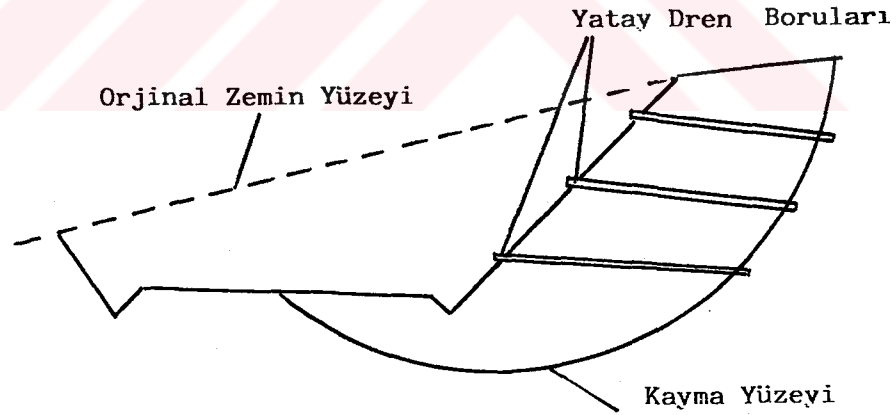


Şekil (3.8.): Drenaj Sisteminin Kesiti

Genelde otoyolun yarma kesimlerinde, kenar drenaj hattında sızıntı ve yeraltı sularının beraberinde getirdiği küçük zemin daneciklerinin zamanla filtre malzemesini tıkamaması için filtre malzemesi terasman seviyesine kadar jeotekstil ile bohçalanarak sarılmıştır. Jeotekstil kullanılmasına karar verebilmek için mevcut zeminin granülometrisinin sınır değerlerden ince olması gereklidir. Drenaj sisteminin inşası tamamlandıktan sonra, Fransız drenleri dışında tüm bacalar ve borular su ile yıkanıp temizlenir.

B- Zemin Islah Drenajları: Otoyol dolgularının oturduğu zeminlerdeki yeraltı su seviyesini düşürmek ve konsolide oturmaları hızlandırmak için, yarmalarda ise harfiyatın yapılabilmesi için kesici drenler ve kuyular açmak gibi muhtelif yöntemler uygulanmıştır. Bu yöntemler kısaca şöyledir:

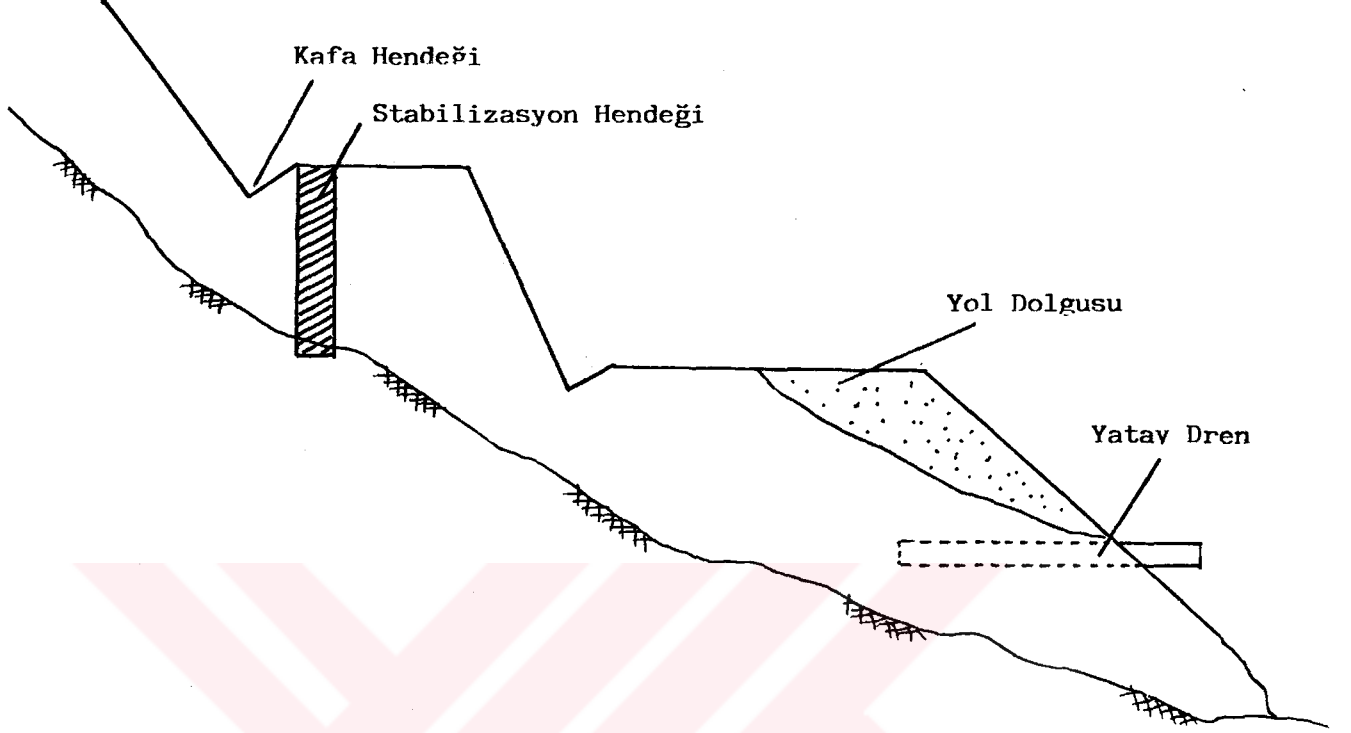
– **Yatay Drenler:** Yatay drenlerin asıl fonksiyonu, yarma ve dolgularda, şevlerdeki yüzeyaltı suyunu tutup uzaklaştırmaktır. Toprak ya da kaya zeminlerde, koşulları iyileştirerek, heyelanları önlemek veya sağlamlaştırmak amacı ile kullanılmaktadır. Hidrolik makineler kullanılarak yatay delikler açılır ve bu deliklere borular yerleştirilir.



Şekil (3.9.): Yatay Drenler

– **Stabilizasyon Hendeği:** Bu hendekler, yeraltı suyu akıntı ve sızıntılarının zeminin istenmeyen bir bölgesine girmesini, bu bölgede su içeriğinin yükselmesini önlemek amacı ile kullanılır. Bunların kullanılması ile söz konusu zemin bölgesinde kayma direnci ve taşıma gücü sağlanarak zemin stabil hale getirilir. Aslında bunlar daha

derin ve daha büyük kesitli bir büzlü drenaj hendeğidir. Drenaj perdesi veya tutucu drenaj hendeği adlarını da almaktadırlar.



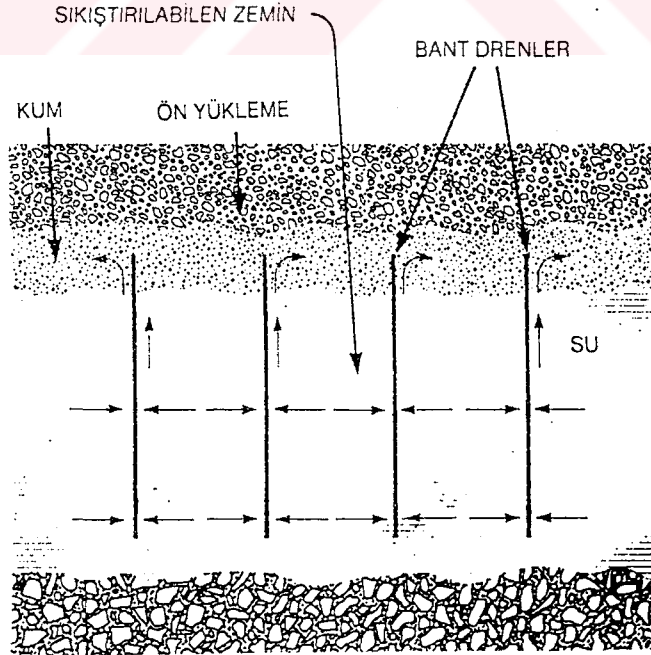
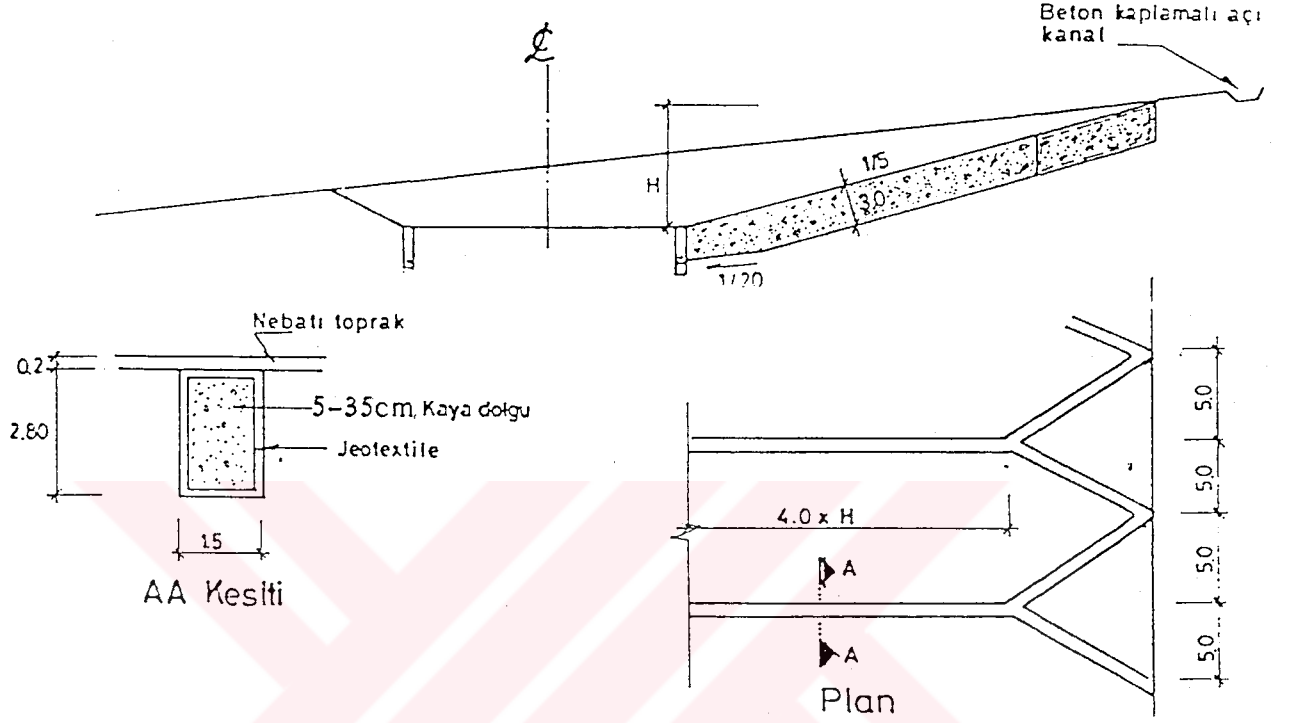
Şekil (3.10.): Stabilizasyon Hendeği ve Yatay Dren

-- **Kemer Taş Drenler:** Şevlerde yön eksenine dik doğrultuda 0.5 m. kesitinde hendekler kazılarak, içleri taş doldurulur. Bu drenler, şev kitlesindeki suyun bir kısmını almak ve şevi tutmakta yararlı olmaktadır. Şevlerde sıra ile taş drenler uygulandığında bunlara ortak bir su boşaltım tesisi de yapılmaktadır. (Şekil 3.11.)

-- **Kılçık Drenler:** Özellikle yarma içlerinde, yol gövdesinin oturduğu taban zemini sürekli olarak yeraltı suyu etkisinde kalabilmektedir. Bu gibi yerlerde yol gövdesinin altına veya şevlere, yol eksenine ile belirli açılar yapan enine drenler yapılmaktadır. Bu drenler ayrıca yol kenarlarına konan boyuna drenlere de bağlanmaktadır.

-- **Düşey Drenler:** Bu drenlerin ilk örnekleri, kum kolon drenler olmuştur. Yumuşak ve sıkışabilir zeminlerin ıslah edilmesi amacı ile derin kuyular kazılıp buralara kum doldurulmaktadır. Son zamanlarda ise hazır bant drenler kullanılmaya başlanmıştır. Bu bant drenler, özel çakma ekipmanı ile istenilen derinliğe kadar, projesine

uygun olarak zemine çakılmaktadır. Bant drenlerin iç kısmında suyun hızla akmasını sağlayan plastik oluklar bulunurken, dış kısmında ise geotekstil tabakası bulunmaktadır. Drenlerin çakımından sonra sürsaj (ön yükleme) yapılarak, konsolidasyonun kısa bir sürede yapılması da sağlanmaktadır. (Şekil 3.12.)



3.2.3. Drenaj Sistemlerinin Bakım Yöntemleri

Drenaj sistemlerinin etkili olarak işletilmesi için belli bir program dahilinde muayene ve bakım yapılması icab eder. Bakım işlevlerini kısaca şu başlıklar altında toplayabiliriz:

- Su yataklarını, mevcut yeraltı ve yüzeysel drenaj sistemlerini çamur, enkaz, bitki ve diğer engellerden arındırmak,
- Sistemlerin kusurlu çalışan parçalarını değiştirmek veya onarmak,
- Drenaj sisteminin projelendirilmesinden veya uygulamasından kaynaklanan problemleri araştırmak ve çözüm yolları üretmek.

Drenaj sistemlerinin muayene aralıkları, yerel koşullara, (örneğin; ilkbahar yağmurları, kış havaları veya şiddetli yağışlara) göre düzenlenmektedir. Kontroller, yağışlı mevsimlerden önce sistemin işler durumda olup olmadığını, temizlik ve onarım ihtiyaçlarının bulunup bulunmadığına karar vermek amacı ile yapılmaktadır.

Sistemin genel temizliği, yağış mevsiminden önce yapıldığı zaman daha etkili olmaktadır. Yeni otoyollarda şiddetli yağış dönemleri sırasında yüksek su seviyeleri ve beklenmedik gelişmeleri tespit etmek amacı ile gözlemler daha dikkatli yapılmaktadır.

Fırtınalı ve şiddetli yağışların neden olduğu hasarlar, drenaj sisteminin zayıflık belirtisi kabul edilmektedir. Oluşan hasar en kısa zamanda düzeltilip, hasarın tekrar olabileceği göz önünde bulundurularak sistemin işlevini yerine getirmesi için düzeltme ve iyileştirmeler yapılmaktadır. Yağışlı mevsim sırasında ve sonrasında, yolun bir bölümünün, üst yapı kırılmaları ve çatlakları ile belirgin bir şekilde oturması, drenaj sisteminde bir sorun olduğunun göstergesidir.

Özel izin alınmaksızın, otoyol kamulaştırma sınırına bitişik arazilerden drenaj sistemlerine bağlantı yapılmasına izin verilmemektedir. Bağlanması istenen su, projelendirilmiş drenaj sisteminde sorunlar çıkarabilmektedir. Çeşitli atık suların ve kanalizasyonların sisteme bağlanmasına ise çevre sağlığı ve kapasite açısından kesinlikle izin verilmemektedir.

Yüzeysel suların drenajında kullanılan menfezler, daima temiz ve girişlerinin engellenmemiş halde bulunması gerekmektedir. Menfezlerin giriş ve çıkışları yeterince

açık bulunmaz ise kapasitelerinde işlev göremezler. Akarsuyun talveg kotu ile menfezin alt kotu aynı olmaz ise veya menfez akışında suyun akışını az da olsa önleyen bir engel var ise sanat yapısının teresubatla dolması muhtemeldir. Otoyolun yapımı esnasında boş arazi halinde bulunan dere yataklarının çevreleri zamanla iskana açıldığında, dere yatakları doldurulmakta sonuçta ise şiddetli yağmurlar esnasında yol sular altında kalabilmektedir. Bu amaçla yetkili kurumlarla devamlı temas halinde bulunularak bu tür engellemelerin önüne geçilmektedir.

Koruyucu zemin örtüsünün kaybı ile sonuçlanan orman yangınları, daha sonraları oluşan yağmurlar esnasında, şevlerdeki aşırı döküntülerin sorumlusu olabilmektedir. Otoyolun yukarısında bir yangın çıktığı zaman bunun drenaj sistemleri üzerindeki etkileri tetkik edilip önleyici tedbirler alınmalıdır.

Betonarme boru menfezler oturduğu ve derzleri ayrıldığı zaman çatlaklara harç sıkılması sureti ile onarımı yapılabilir. Veya büyük bir oturma halinde yeni bir boru konulmaktadır. Betonarme kutu menfezler, altı oyulmadıkça az bakıma ihtiyaç gösterirler. Altının oyulması genellikle yüksek çıkış hızlarının sonucudur ve çoğu kez proje değişikliği ile düzeltilmesi icab eder.

Çocukların uzun dar borular içinde ve derin menfez girişlerinde oynamalarını önlemek için gerekli önleyici tedbirlerin de alınması gerekmektedir.

Otoyolun kenar hendekleri ve kefa hendekleri, suyun normal akışını kısıtlayan kaya, çamur, döküntü, istenmeyen uzun otlar ve çalılırların kaldırılması sureti ile düzenli aralıklarla temizlenmektedir. Hendeklerin iç kısımları ile birlikte sağ ve sol tarafındaki en az 50 cm.'lik toprak kısım çapalanarak, uzayan otların hendekte engel teşkil etmesi önlenir. Çıkartılan harfiyatın, yeniden yağışlarla hendeğe dolmaması veya suyun girişini engellememesi için hendek kenarından uzaklaştırılması gerekir. Kafa ve topuk hendeklerinin dolu olması göllenmeye sebebiyet vermekte ve muhtemel kayma durumlarına katkıda bulunmaktadır.

Otoyol orta röfütü çim kaplı ise, yılda en az bir kez çimlerin biçilmesi ve yabancı otların çapalanması işi yapılmaktadır. Kaplama yüzeyinden gelen suların hendeğe ulaşabilmesini önleyen toprak birikintileri ve otlar orjinal seviyesine kadar alınır. Eğer orta röfütüde çeşitli nedenlerden dolayı toprakda azalma olmuş ise de bu malzeme

tamamlanarak eski kotuna getirilir. Orta rfj beton kaplı ise kürek ve süpürge yardımı ile biriken pislikler kazmı beton kaplama yüzeyine ulaşılır.

Otoyolun banketleri ve hız şeridi ile korkuluk arasında kalan kaplamalı yüzey trafik etkisi ile daha fazla kirlenmektedir. Bu kesimlere giren araçlar büyük bir tozun kalkmasına ve trafik güvenliğinin tehlikeye düşmesine sebep olmaktadır. Bu nedenle bu kısımlar özel ekipmanlı araçlarla veya insan gücü ile süpürülüp temizlenmektedir.

Hendek temizliği sırasında, ot örtüsünün zarar görmemesine dikkat edilmelidir. Doğal bitki kaldırıldığı zaman ise yeniden tohumlama göz önüne alınmalıdır.

şevlerde kullanılan düşüm olukları periyodik olarak kontrol edilerek kırılmış ve aşmış kısımlar tamir edilmektedir. Eğer taşman su, düşüm oluklarında taşma oluşturuyorsa sistem gözden geçirilerek, düzenlemeler yapılmaktadır.

Otoyolun yeraltı drenlerinin knt yapıp kırılmadığından kum, taş veya yabancı otlarla tıklı olmadığından emin olmak için yağış mevsiminden önce denetlenmesi gerekmektedir. Alt drenlerin siltle dolması; boruların bel vermesi, yetersiz eğim uygulanması, drenaj fitre malzemesi granülometrisinin uygun olmaması veya derz yerlerindeki uygulamanın hatalı olmasından kaynaklanmaktadır.

Kenar ve orta rfj hendeklerinde belirli aralıklarla inşa edilen rögarlar yılda en az bir kez temizlenmektedir. İlerine insan girebilecek boyutlarda projelendirilen rögarlar, kapakları kaldırılarak kkti bölümündeki malzemeler temizlenir. Eğer alt drenlerde bir tıkanma tespit edilirse vakumlu araçlardan faydalanılır veya şişleme yolu ile rögarlar arası drenler temizlenir. Alt drenlerde yabancı köklerden dolayı tıkanma oluyorsa bitki öldürücüler de zm olarak düşünülebilir. Rgarlar temizlendikten sonra, ızgaralı veya kapalı şekilde imal edilmiş kapakları yerlerine yeniden konur. Araçların ve insanların düşebileceği düşünülerek eksik kapaklar tedarik edilir.

3.3. KAR VE BUZ DENETİMİ

3.3.1. Giriş

Otoyol bakım çalışmalarının amacı; araç kullananların her türlü doğa ve trafik şartları altında konforlu ve emniyetli seyahat etmelerini sağlamak ve yolun bütün elemanlarının ilk yapıldığı durumda muhafaza edilmesini sağlamaktır. Bakım çalışmalarının en önemli bölümlerinden birisi olan Kar ve Buz ile Mücadele ise; yol platformunda karm birikmesini önlemek için çalışmalar yaparak otoyolun devamlı açık tutulmasıdır. Kış şartları sebebi ile yol yüzeyinde meydana gelen kar ve buz tabakaları, trafiğin emniyetle ve süratle seyretmesini güçleştirmektedir. Bu şartlarda tekerlek ile yol yüzeyi arasındaki sürtünme katsayısı, normal hava şartlarındaki miktarın 1/5 ile 1/10' una kadar düşmektedir. Etkili bir kar mücadelesi yapılması ve sürücülerin gerekli tedbirleri alması (zincir takma, kar tipi lastik kullanma v.s.) ile güvenli bir trafik akışı sağlanabilmektedir. Kar mücadelesi yapılmasının diğer bir amacı da yol bünyesinin su ve don tesirinden korunabilmesidir.

Otoyolda kar ve buzla mücadelenin iki devresi vardır. Bunlardan fiili çalışma devresi; kar ve buzun oluşma durumlarına göre aktif olarak yolda çalışma yapıldığı devredir. Hazırlık devresinde yapılan çalışmaları şu başlıklar altında toplayabiliriz:

— Mücadele sırasında gerekli araçları kullanacak, trafik güvenliğini kontrol edecek ve haberleşmeyi temin edecek personelin eğitimi sağlanmaktadır. Kar ve buz denetiminde kullanılacak ekipmanlarla yapılacak çalışmada, teorik ve uygulamalı eğitim, teknik personel ve imalatçı firma yetkilileri tarafından verilmektedir. Ayrıca çalışan personele, mücadelenin bir ekip çalışması işi olduğu bilinci aşlanarak, tehlike ve sorunlarla karşılaşıldığında arayacakları çözüm yolları gösterilmektedir.

— Mücadelede kullanılacak, gerekli sayıda makina ve donatının temini ile mevcut araçların bakım ve kontrolleri kış mevsiminden önce yapılmaktadır. Gerekli makina ihtiyacı, geçmiş yılların deneyimi ile belirlenmekle beraber; beklenen kar yağış miktarına, platformdan uzaklaştırılacak karm derinliğine, kar yağışı sırasında trafiğe açık

tutulacak şerit sayısına ve her bir şerit için saatteki kar ile buz temizleme sıklığı gibi faktörlere bağlıdır.

— Kar ve buz mücadelesinde kullanılacak yeterli miktarda tuz, üre, akaryakıt, kar siperi, kar başlığı ve eldiven gibi malzemeler kış şartları ağırlaşmadan temin edilmektedir.

Ülkemiz otoyollarında 1994-95 kış sezonunda 1160 km. otoyol, kavşak ve bağlantı yollarında kar ve buzla mücadele yapılmıştır. Bu çalışmalar, tamamı KGM personeli 555 işçi personelle yürütülmüştür. Bu iş için 20 000 ton tuz ve 300 ton üre ile 1500 civarında kar siperi kullanılmıştır.

Oldukça büyük meblağlara varan masrafları gerektiren kar mücadelesi konusunda giderlerin en aza indirgenmesi ve trafik güvenliğinin daha sağlıklı temini için planlı çalışmaların yanında etüd ve proje aşamasında da bazı hususların göz önüne alınması gerekmektedir. Bu hususları şöyle sıralayabiliriz:

- Zorunluluk olmayan hallerde güzergahın dağlık bölgelerinin güney yamaçlarından geçilmesi ve kritik rakımlara çıkılmaması,
- Büyük sandık yarmalardan kaçınılması,
- Çığ bölgelerinden geçilmesi durumlarında gerekli tedbirlerin alınması.

3.3.2. Karla Mücadele

Otoyolun trafiğe açık tutulabilmesi için öncelikle yol platformundaki karm, bıçak takılmış, çok fazla ekipmanlı kamyonlarla yoldan uzaklaştırılması gerekmektedir. Trafiğin durması ve kazaların oluşması, kar yağışının ilk aşamasında yol yüzeyinin kaygan olması ve birçok sürücünün hazırlıksız olması sonucu meydana gelmektedir. Kar yağışının ilk başlangıcında oluşan kazalar ve trafiğin durması, karla mücadele çalışmalarını önemli ölçüde etkiler ve trafik koşullarının daha da bozulmasına sebep olur. Bu sebeple, ilk aşamadaki kar temizliği, çok önemlidir. Tabii ki bu da ekipman ve personelin hazır bulunmasına ve etkili haber alma sistemine bağlıdır.

Sürekli kar yağışı sırasında kar kalınlığı 5 cm.' yi geçtiği zaman, trafik ciddi şekilde etkilenmektedir. Bu kar hemen temizlenmediği takdirde, trafik altında sıkışacağı

için temizleme işlemi daha zor olacaktır. Bu nedenle, kar kalınlığı 3 cm olmadan karla mücadele ekiplerinin otoyol güzergahına dağılmaları gerekmektedir. Kar yağışı devam ederken, kar temizleme çalışmaları ve artan yağış sebebi ile yol platformunda daralmalar meydana gelecektir. Bundan dolayı yol platformu mümkün mertebe geniş temizlenmektedir. Yağış sonrasında, banket ve orta rölüf kenarlarında biriken karların, eriyip buzlanmaya sebep olmamaları için temizlenmeleri de oldukça önemlidir.

Karla mücadelede kullanılan kamyonların bıçakları; çoğu kez yuvarlak biçimli veya V kesitli olarak tasarlanmış ve içine tungsten karpit konmuş, çelik gibi özel malzemelerden imal edilmiş, aşındığında değiştirilme özelliğine sahip parçalarla donatılmıştır. Lastik bıçakların ise; donma noktasından çok aşağı olmayan sıcaklıklarda kullanılmasında, verimlilik ve köprü dilatasyon derzlerine zarar vermemesi konularında başarı sağlanmıştır. Kullanılan kamyonların işletme hızları 30-40 km/sa dir. Kar yağışının çok fazla olduğu kesimlerde; rotatifler (döner küreyici), karı taşıt yüzeyinden üfleyerek uzağa atmak veya kamyonlara yüklemeye pompalamak için kullanılmaktadır. Küreyiciler ile yol kenarlarına biriktirilen kar çok olduğu zamanlarda sorunlar meydana gelmektedir. Böyle durumlarda yükleyici ve kamyon kullanılarak karın yoldan uzaklaştırılması sağlanmaktadır.

Kar temizliğini, şerit şerit yapmak yararlı değildir. Çünkü zaman geçtikçe diğer şeritlerdeki karlar sertleşecek ve temizleme işlemi zorlaşacaktır. Verimli bir kar temizleme için platform genişliğine göre 2 veya daha fazla aracın birlikte çalışması uygundur. Küreyici taşıtlar arasında 150-300 m. mesafe bulunması ve araçlar arasından trafiğin geçmesine izin verilmeden, trafiğin önünden gitmek etkili mücadele yöntemidir.

Otoyolun tipiyeye maruz kalan kesimlerinde, özellikle de yüksek sandık yarmalarda, toz halinde rüzgar tesiri ile savrulmakta olan yoğunluğu düşük kar zerrecikleri, rüzgarın hızının azaldığı ve türbilana olduğu yerlerde, rüzgar tarafından terk edilirler. İstenmeyen bu olayı, platform dışında bir noktada gerçekleştirmek için kar siperleri kullanılmaktadır. Bu kar siperleri, otoyol boyunca dikilmiş ağaçlarla doğal olarak sağlanabildiği gibi 1,5-2 m. boyundaki ahşap çitlerle de oluşturulabilmektedir. Kar siperlerinin uygulama yerlerinin doğru olup olmadığı kış mevsiminde yapılan tetkiklerle belirlenmektedir.

3.3.3. Buzla Mücadele

Buzlanma; yol yüzeyinin düzgün olmayıp, enine ve boyuna eğimlerin kırıklık teşkil etmesi nedeni ile biriken sulardan ve makinalarla temizlenen yol güzergahında kalan kar tabakasından oluşmaktadır. Otoyol sathında meydana gelebilecek buzlanma, trafik güvenliğini çok önemli ölçüde tehlikeye düşürecektir. Ayrıca çığ olayı sırasında ısınm 0 C 'nin altına düşmesi sonucunda gizli buzlanma olayı da olmaktadır. Kar ve buz eriticisi olarak en uygun çözüm, tuz atılması işlemidir. Diğer kimyasal buz eriticilere nispeten tuzun şu avantajları vardır:

- Tuz kristalleri, eritme işlemine başlayınca, sürtünmeyi arttırlar.
- Tuz, kuvvetli bir buz eriticisidir.
- Tuz, toz şeklindeki kimyasal maddelerden daha fazla derinliğe nüfuz eder.
- Diğer buz eritici maddelerde görülmeyen şekilde tuzlu su, rutubeti kendine çekmeye devam ederek, ani soğukluğun düşmesi sırasında kuru bir şekilde donup, oluşabilecek kazaya sebebiyet vermez.
- Tuz, ekonomik ve temizdir.

Kar ve buz kaldırılması için genellikle kabul edilen tuzlar, Sodyum Klorür (NaCl) ve Kalsiyum Klorür (CaCl_2) 'dür. Bu tuzların etkili olma özellikleri donma noktalarına bağlıdır. NaCl 'nin donma noktası -21°C olup, CaCl_2 'nin donma noktası -55°C 'dir. Buna rağmen ucuz olması nedeni ile NaCl (alalede tuz) yaygın olarak kullanılmaktadır.

Buzlanmaya karşı tuz atılması hava şartları ve buzun durumuna bağlı olarak değişik metodlarda yapılmaktadır. Bu metodlar şunlardır:

a) *Tuzun kuru halde kullanılması:* Tuz, depo edildiği şekilde kuru olarak elevatörler veya yükleyiciler ile kamyonlara yüklenir ve yolda tuz sericiler ile serpilir. Kamyonların kasalarına yerleştirilen silo ve buna bağlı arka kısımdaki tuz sericileri ile, yoldaki kar durumuna göre 5-40 gr./m tuz atılır. Ayrıca aracın hızına göre, otomatik ayarlama yapmak da mümkün olmaktadır. Kuru tuz uygulaması; gevşek buz, donmuş kırıntı kar durumlarında daha etkili sonuç vermektedir. Sert, pürüzsüz, düzgün

buzlanmada atılan kuru tuz, tekerlekler vasıtası ile yol dışına savrulduğundan, buza karşı etkisi fazla olmamaktadır.

b) Tuzun nemli (ıslak) kullanılması: Yola atılan tuzun etkili olması için yolda uzun süre kalması, yani yola yapışması gereklidir. Bunun için tuzun nemli olması istenir. Kullanılan tuzun, arazide donmaması için CaCl_2 eriyiği olarak (%20) kullanılması lazımdır. Kuru tuzun nemlendirilmesi; kamyonlara yüklenmesi sırasında veya kuru olarak kamyonla yüklenmiş tuzun yola serpilmesi sırasında olabilmektedir.

c) Tuz eriyiği kullanılması: %30 'luk tuz eriyiğinin, yol boyunca döşenen borular ve belli noktalarda konulmuş ağzlar vasıtası ile yola fiskiyelerle atılması işlemidir. Bu tür tesislerin kuruluş maliyeti çok yüksektir. Ülkemizde uygulaması halihazırda mevcut değildir.

d) Tuz ile aşındırıcı karışımı kullanılması: Aşındırıcıların, yüzeye nüfuz edebilmesi için belirli oranda tuz ile karıştırılarak uygulanması işlemidir. Buzun erimesi sonucu yolda biriken aşındırıcıların, trafik ve drenaj tesisleri için zararlı olmaları sebebi ile uygulaması pek yapılmamaktadır.

Ülkemiz otoyollarında; gerek araç ve ekipmanın donanımı, gerekse uygulama şartlarından dolayı kuru halde tuz uygulaması yaygın şekilde yapılmaktadır. Uygulaması az olmakla beraber, ürenin su içerisinde eritilerek, arazözlerle buzlu kesimlere atılması çalışmaları da mevcuttur.

Buzla mücadelede öncelikle müdahale edilecek yerler; köprü ve viyadük üstleri, rampalar ve kurbeldelerdir. Viyadükler, yüksek vadileri geçtikleri için hava akımlarına çok fazla maruz kaldıklarından, buzlanmaya sebep olurlar. Rampalarda oluşabilecek buzlanma ise, ağır vasıtaların kaymasına ve yolun uzun süre kapanmasına sebep olacaktır. Ayrıca, yıllar boyunca elde edilen deneyimler sonucunda belirlenen buzlanma yapabilecek kesimlere de öncelikle müdahale edilmektedir.

Uygulama sırasında, tuzun yol yüzeyinin yüksek tarafına veya enine kesitin tepe noktasına atılması ile daha verimli sonuç alınmaktadır.

Yapılan araştırmalar, tuzun asfalt betonu kaplamalara zarar vermediğini göstermiştir. Ancak beton yüzeylere ve çelik donatıya zararları artık günümüzde

bilinmektedir. Bu nedenle köprü ve viyadük üzerlerinde herhangi bir zararlı etki olup olmadığı gözlenmelidir. Ayrıca tuz, yolda seyahat eden araçların metal aksamalarında paslanmaya sebep olmakta, yol kenarı arazilerinde toprak ve toz oranının artmasına, çevre kirlenmesine sebep olmaktadır. Buz kar kaldırmada kullanılan tuzların ve diğer kimyasal maddelerin, muhtemel ekolojik etkileri konusunda bazı ülkelerde araştırmalar yapılmaktadır. Örneğin kar boşaltma için nehirlerin kullanılması bazı ülkelerde yasaklanmıştır.

Kar ve buz ile mücadelede kullanılan araç ve ekipmanlar her bir kullanımdan sonra tuzsuz su ile durulanmakta, çıplak metal kısımlar paslanmayı engellemek için yağ ile silinmektedir.



3.4. KÖPRÜ VE VİYADÜKLERİN BAKIMI

3.4.1. Muayene Amaç ve Esasları

Köprü ve viyadüklerin muayenelerinin temel amacı; yapının durumunun gözlenmesi, kaydedilmesi ve bakımının yapılmasının planlanması için gerekli teknik kişilere bilgi aktarılmasıdır. Yapılardaki betonun çatlaması, kabuk halinde kabarıp dökülmesi, oturmalar, şekil bozuklukları, su veya pas lekeleri ve çelik elemanlardaki paslanmalar çok ciddi problemlerin ön habercisi olabilmektedirler. Bu yapılardaki muayeneler üç kategoride ele alınmaktadır:

— *Basit Muayene:* Senede bir kez yapılan, emniyet bakımından sakıncalı olan veya ihmal edildiği takdirde yüksek masraflı bakıma yol açabilecek belirgin arızaların kabaca muayenesidir.

— *Ana Muayene:* Çoğu kez bir yaklaşım aracı kullanılarak, köprünün muayene edilebilir yerlerinin altı senede bir gözle incelenmesidir.

— *Özel Muayene:* Bir veya daha fazla elemanın daha detaylı olarak incelenmesini gerektiren özel problem ve davranışların etüdüdür.

Yapının incelenmesi, tamamen sistemli bir şekilde yapılmaktadır. Örnek olarak şu sıra takip edilmektedir: Temellerden başlanarak herhangi bir hareket belirtisi, oturma veya oyulma araştırılabilir. Sonra kenar ayaklar, kanat duvarları, orta ayaklar incelenip mesnetleri muayene edilebilir. Daha sonra boyuna kirişler ve tabliyenin altı incelenir. Kaplama, bordürler, drenaj, genişleme derzleri ve korkulukların durumu tespit edilip, köprünün yaklaşım durumuna bakılır. Son olarak da, köprü tipine göre, tabliye kotunun üzerindeki kule, kablo, askı halatı ve germe halatı gibi elemanlar muayene edilebilir.

Muayenelerin sonunda hazırlanacak raporlar, daha önceki raporlarla ve ileride verilecek raporlarla karşılaştırılıp, köprüdeki değişimlerin tespit edilmesinde başrolü oynayacağından, çok doğru ve birbirleri ile tutarlı bilgiler içermelidir. Ayrıca hasarları belirtmek için kroki ve fotoğraflardan da yararlanılmaktadır. Muayene formlarında yapılan sınıflandırmalarda;

- *İyi*; belirli bir hasarın olmadığını,
- *Orta*; etkilenen elemanın % 20 sinden daha azını etkileyen küçük hasarların olduğunu,
- *Kötü*; çok ciddi hasarların olduğunu belirtmektedir.

3.4.2. Yapılarda Oluşan Kusur, Arıza ve Hasarlar

3.4.2.1. Temel ve Altyapıda Oluşan Hasarlar

Bir köprünün temellerini, esas itibarı ile kazıklar, kazık başlıkları, sömeller veya altyapıdan gelen yükün zemine aktarılmasını sağlayan diğer elemanlar oluşturur. Altyapıyı ise kenar ve orta ayaklar, kanat ve ricat duvarları, istinat duvarları ve kolonlar oluşturmaktadır. Deney çukurları kazılmadıkça, temellerin incelenmesi normal olarak mümkün değildir. Temellere ulaşıldığında; çelik kazıklarda pas durumu muayene edilmekte, beton elemanlarda ise paslanma belirtisi, çatlak ve kabarıp dökülme durumları incelenmektedir.

Köprülerde su altı problemlerinin ortak nedeni, dip oyulmalarıdır. Altyapı temeli ve koruyucu yapıların etrafındaki malzemelerin, oyulma sonucu taşınması ile özellikle sel dönemlerinde dip oyulmaları meydana gelmektedir. Bu nedenle, özellikle sel geldikten sonra köprü civarındaki nehir yatağı profilinde herhangi bir değişikliğin gözlenmesi önem arz etmektedir. Dip oyulması etüdünde, su yüzeyinden başlanarak mira, ağırlıklı şerit metre veya elektronik sondaj cihazları kullanılarak yatağın profili çıkartılmaktadır.

Zemindeki, zayıf tabakaların sıkışması, yeraltı çalışmaları, kayalardaki boşlukların gelişmesi, dip oyulmaları, don tesiri ve su seviyesindeki değişimler nedeni ile temelde büyük oturmalar meydana gelebilmektedir.

Ayrıca köprü tabliyesi ile bitişik yol yüzeyi arasında oluşan kot farkı, geçen araçların köprüye zarar vermesine sebep olmakta ve yolcular ile araçlar bu olaydan olumsuz şekilde etkilenmektedirler. Bazı yapılarda kenar ayaklar ve yaklaşım yolları arasındaki farklı oturmaların etkisini azaltmak amacı ile geçiş plakaları kullanılmaktadır.

3.4.2.2. Üstyapıda Oluşan Hasarlar

Üstyapı, köprünün ana elemanı olup, açıklık boyuna, topoğrafyaya ve diğer şartlara bağlı olarak çok çeşitli şekilde uygulanmaktadır.

Betonarme elemanlarda oluşan; 0.1 mm. veya daha geniş olan, çıplak gözle görülebilen, belli bir sürekliliği ve bazen de bir deseni olan çatlaklar önem arz etmektedir. Islak bir beton yüzeyi kururken, çok sayıda çatlakların görülmesi olağandır. Bunlar yüzey kuruduktan sonra görülemez hale geliyorsa önemsizdirler. Beton yüzeyinde çatlaklar boyunca kabuk şeklinde kabarıp dökülme veya lekelenme varsa, bu durumlar su sızıntısının belirtisi kabul edilmektedir.

Beton agregasında bulunabilen reaktif silis, gözeneklerdeki eriyikte yeteri derecede yüksek hidroksil iyonları varsa çimentodaki alkali ile birleşir. Bu birleşimin reaksiyonel ürünü alkali - silis jelatinidir ki bu madde su emdikçe şişer ve bir basınç oluşturarak betonun çatlamasına yol açar. Eğer muayenelerde harita şeklindeki çatlaklar ve diğer bozulmalar nedeni ile alkali silis reaksiyonundan şüphe edilirse, durumun teyidi için bir özel muayene gerekmektedir.

Ayrıca yüzeydeki harcın yavaş yavaş kaybedilmesi sonucunda, agrega açığa çıkması, aşırı gerilme veya donatının paslanması gibi nedenlerle beton parçalarının küttleden ayrılması gibi hasarlar da oluşabilmektedir.

Karbonasyon olayı, atmosferdeki CO₂'in çimento bileşikleri ile girdiği kimyasal bir reaksiyon olup, donatının paslanmasına, sonuçta da pas payını teşkil eden betonun çatlamasına ve tabaka halinde kabuk bağlayarak ayrışmasına sebep olmaktadır. Buz çözücü tuzlardan kaynaklanan klorür iyonlarının betona penetresyonları da karayolu sanat yapılarındaki donatı demirlerinin paslanmasına sebep olan en önemli faktörlerdendir.

Genleşme derzlerinde, tecridi olmayan veya bozulmuş olan beton tabliyelerinde ve ince kesitli, gözenekli bölgelerde su sızması olayı olabilmektedir. Sızan su, sertleşmiş beton bileşimini meydana getiren kimyasal maddeleri eritir. Bunun neticesinde çatlaklarda lekelenme, çiçeklenme ve kabuk bağlama oluşmaktadır. Sonuçta ise donatı kısa sürede paslanır.

Kaza hasarları ise yüksek bir aracın üst geçide çarparak hasar vermesinden, kar temizleme makinasının genleşme derzlerine veya bordürlere zarar vermesine kadar çok değişik şekillerde olabilmektedir.

Öngemeli betonarme köprülerde de, betonarme köprülerde oluşabilen tüm hasarlara rastlanabilmektedir. Özellikle burada öngerme kablolarındaki çatlaklar konusuna önem verilmelidir. Kiriş yüzeyine yakın olan öngerme kablolarında paslanma olup olmadığı, elektrik potansiyeli ölçülerek anlaşılabilir.

3.4.2.3. Yardımcı Elemanlarda Oluşan Hasarlar

Mesnetlerin ve yatakların durumu, sadece mesnedin durumunu değil, bazen yapıdaki diğer elemanların durumlarını da anlatan bir göstergedir. Mesnetler, hareketin olması istenen yerlere konulduğundan, eğer işlevlerini iyi bir şekilde yerine getiremiyorlarsa yapıda aşırı gerilmeler olacaktır. Elastomerik mesnetlerin kusurları arasında, dış muhafazanın yarılması, yırtılması, çatlaması ve gayri muntazam esnemeler ve çarpılmalar sayılabilir. Aşırı yükün ilk tehlike işareti çoğu kez dik yüzeylerin üniform olmayan şekillerde yarılmasıdır. Bunu, lastik blok ile çelik tabakanın birleştiği yerde oluşan yatay çatalaklar izlemektedir.

Yapılardaki genleşme derzlerinin gevşemesi veya yerinden oynaması çok fazla rastlanan bir kusur olup, sese ve civataların, derz elemanlarının ve yatağın çatlayıp kırılmasına yol açmaktadır. Derzin bir kısmının, diğer kısmına göre aşırı derecede bir deplasman yapması, trafik yükü altında ilave darbe kuvvetlerine neden olacağından, küçük araçların güvenliği açısından tehlike doğuracaktır. Asfaltik dolgu derzlerinin servis süresi ise etrafındaki asfalt kaplama kadardır. Ağır yük etkisi altında kalan derz malzemesi, sonuçta asfalt yol kaplamasından ayrılabilir.

Tecrit tabakasının yaralanmasının sebepleri arasında, inşaat sırasında verilen hasarlar, kedi gözleri takılırken verilen hasarlar ve kaplamasının yenilenmesi halinde verilen hasarlar sayılabilir.

Çalışmayan bir drenaj sistemi de yapıya ciddi hasarlar verilmesine yol açmaktadır. Ayrıca taşıt yolu üzerinde kalan sular, trafik içinde tehlike teşkil etmektedir.

Yüzeysel su, köprüden aşağı taşmadan, göllenme yapmadan ve köprü içine sızmadan tabliyenin her yerinden kolayca drenaj sistemine akabilmelidir.

3.4.3. Betonarme Köprülerin Muayenelerinde Uygulanan Deneyler

3.4.3.1 Basınç Mukavemeti Tayini

Beton elemanlardan alınan karot numunelerde, standart yöntem uygulanarak beton basınç mukavemetini tayin edilip, Ultrasonik Darbe ve Schmidt Çekici yöntemleri ile bulunan değerlerle bir bağlantı (korelasyon) kurulur. Schmidt Çekici olarak bilinen alet darbeli bir çekiç olup, beton yüzeyine bastırılan bir çubuğun arka ucunun yuva içindeki yayla gerdirilmiş bir kütleye çarparak geri tepmesini sağlaması esası üzerine çalışır. Bu geri tepmenin büyüklüğü, geri tepme sayısı olarak adlandırılır ve deney yapılan noktadaki beton yüzeyinin mukavemetini belirtir. Ultrasonik Darbe Yöntemi ise, bir pizo elektrik (kristal elektriği) güç kaynağından yayılan ultrasonik darbenin beton içindeki hızının ölçülmesidir.

3.4.3.2. Karbonasyon Kontrolü

Beton içerisinde karbonasyon seviyesi arttıkça, donatının paslanmaya karşı beton tarafından korunabilmesi azalmaktadır. Betondaki karbonasyon seviyesini anlamak için, temizlenmiş beton yüzeyine fenolfitalin püskürtmek yeterlidir. Eğer betonda karbonasyon varsa herhangi bir renk değişikliği olmaz, yoksa beton yüzeyi morarır. Bu sonuç deneyin yapıldığı zamanki karbonasyon derinliğidir. Alınan karot numunelerine standart deneyler uygulanarak donatının ne zaman tehlikeye düşeceği tahmin edilebilir.

3.4.3.3. Klorür Kontrolü

Betonda açılan 20-25 mm. çaplı deliklerden alınan toz numunelerinin analizi sonucunda, toplam klorür iyonu içeriği tespit edilebilir.

3.4.3.4. Paspayı Ölçülmesi

Donatı demirlerinin yerini belirlemek ve 120 mm.'ye kadar olan paspayını ölçmek için elektromanyetik bir alet kullanılır.

3.4.3.5. Geçirimsizlik Tayini

Beton karotlarından hazırlanmış, deney örneği kullanılarak ve standart yöntemler uygulayarak betonda su geçirimsizliği tayin edilebilmektedir.

3.4.3.6. Kabuklaşma Tahkiki

Betonun tabakalar halinde ayrışması, yüzeye vurarak çıkan sesin dinlenmesi ile tespit edilmektedir.

3.4.3.7. Elektrik Gerilimi Ölçülmesi

Donatının paslanmasının nedeni, demirin değişik noktalarındaki elektrik gerilimi farkıdır. Aynı donatı çubuğu boyunca mevcut gerilim farklarını ölçmek için, esas bakır veya bakır sülfat pili olan ölçüm cihazı beton yüzeyinde gezdirilir ve pil ile donatı çubuğu arasındaki gerilim farkı ölçülür.

3.4.4. Hasarların Giderilmesi İçin Uygulanan Bakım Yöntemleri

Beton tamiri oldukça pahalı bir işlem olup, bazı hallerde betonarme elemanların kusurlarının devam etmesini önleyememektedir. Birçok durumda donatıdaki paslanmanın, onarımı takiben, onarılmış bölgeye bitişik kesimlerde hızlandığı da görülmüştür. Betonarme elemandaki bozulmanın fazla ilerlemesi durumunda, tamamen yeniden inşa işini yapmadan evvel, bozulmanın bir zaman periyodu içinde izlenmesi ile en ekonomik çözüm bulunabilmektedir.

Tamir edilecek yüzeyin hazırlanması her tip onarım için aynıdır. Hasarlı beton, donatının 20 mm. arkasına kadar ve paslanmamış donatının 100 mm.'lik kısmı açığa çıkacak şekilde kırılıp kaldırılmaktadır. Onarılacak kısmın çevresi testere ile 20 mm. derinliğe kadar kesilerek, zayıf ve ince kenar meydana gelmesi önlenmektedir. Beton onarım malzemesi üç ana gruba ayrılmaktadır.

— 1 m² yi aşmayan küçük bölgelerde onarım harcı kullanılır. Basmaç mukavemeti genellikle 30 Nt/mm²' yi aşmaz.

— Yenileme betonu veya harcı, daha büyük alanlarda ve yüksek mukavemet istenen yerlerde kullanılır.

— Klasik onarımın sınırlı olduğu yerlerde, yenileme betonu için alternatif malzeme olarak püskürtme harcı kullanılır.

Beton elemanda oluşmuş 0.2-0.3 mm.'den geniş ve ilerlemesi durmuş çatlaklar, tuzlu suların ve diğerli zararlı maddelerin girmesini önlemek için epoksi esaslı reçine ile doldurulmaktadır.

Mevcut betonarme elemanın paspayını arttırmak için tek metod istenilen kalmıkta ilave betonun temin edilmesidir. Bu işlem kesitlerin ve temel yüklerinin sınırlaması nedeni ile genellikle fizibil değildir. Daha pratik bir çözüm akrilik koruyucu tabaka tatbik etmektir.

Köprü ve viyadükler projelendirildiği yük sınıfını aşan kuvvetlere maruz kalmadıkça, elastomer mesnetin bozulması çok görülen bir durum değildir. Ancak yıllara bağlı olarak kauçuğun bozulması ile mesnetin hareket kabiliyetinin sınırlanması halinde yenileme gerekecektir. Mesnetin yenilenmesi, kirişin krikolar yardımı ile kaldırılması sureti ile yapılmaktadır.

Kaplama altındaki su geçirimsizlik membranının, yapının gelecekteki hizmet ömrü düşünüldüğünde, yol kaplamasının yenilendiği zaman değiştirilmesi her zaman için ekonomik olmaktadır. Kaplama üzerine gelen yüzey sularının, herhangi bir köprü elemanı ile temas etmeksizin, düşüm boruları vasıtası ile drenajının sağlanması, yapının hizmet ömrünü uzatacaktır.

(3.4.2.) Bölümünde anlatılan birçok hasar;

— Mesnet aralığı, genişleme derzleri ve drenaj sistemindeki birikinti

ve

pisliklerin temizliği,

— Drenaj çıkış boruları ve drenaj deliklerinin çubukla şişlenerek temizliği,

— Genleşme derzi ve korkuluklardaki, civata ve somunların sıkılması

veya

değiştirilmesi gibi bakım çalışmalarının yapılması ile önlenmektedir.

3.5. YOL KENARLARININ BAKIMI

Yol kenarı olarak, banketlerin dış kenarı ile istimlak sınırları arasında kalan alanı tanımlayabiliriz. Yol kenarlarına, orta r f jlerdeki kaplanmamış alanlar ve farklı düzeydeki kavşaklar içindeki alanlar da dahil edilmektedir. Servis alanları, park sahaları ve tarihi yerler de yol kenarları ile birçok benzerlikleri olduğundan bu kapsam içine alınmaktadır.

Bir yolun güzergah seçiminde ana prensip, geçkinin doğayı par alamayarak, görünüşü bozmayarak, doğal dengeyi etkilemeyecek şekilde geçirilmesidir. Ancak otoyollar gibi geometrik standartları yüksek yollarda bu standartları sağlayabilmek için derin yarmalar, yüksek dolgular, tüneller, köprüler ve viyadüklerin inşası kaçınılmazdır. Bu durumda yapılması gereken en önemli çalışma, yol kenarlarını yeniden bitkilendirilmesi ve  evre düzenlenmesinin yapılmasıdır.

Otoyollarda, erozyon kontrolünü ve yolun geçtiği kesimlerde bozulan  evre değerlerinin yeniden tanzimini sağlamak amacı ile dolgu şevlerinde, orta r f jlerde, kenar şeritlerde, kavşaklarda, köprü, viyadük başlarında, park ve servis alanlarında  evre düzenlemesi yapılır. Otoyollardaki  evre düzenlemesinin (peyzaj) ana hedefleri arasında; şevlerde erozyon kontrolünün sağlamak, araç kullananlara sürüş monotonluğunu en aza indirmek, bakım ihtiyaçlarını azaltmak, yol ve sanat yapılarını doğa ile bütünleştirmek, yolun doğaya verdiği zararları minimize etmek gelmektedir. Ayrıca drenaj yapıları, köprü, viyadük ve istinat duvarı gibi sanat yapılarının kapladıkları alanların oldukça büyük olmasından dolayı, bunların estetik açıdan etüdü yapılarak mimari bakımından güzel ve uyumlu bir eser olmasına dikkat edilmektedir.

Otoyolların yapım çalışmaları sırasında uygulanan işlemler neticesinde, doğal bitki örtüsü bozulmakta, bitkisel toprağın kazılarak uzaklaştırılması sonucu, yol çevresindeki alanlar hem erozyona maruz kalmakta hem de çevrenin görüntüsünü bozulmaktadır. Erozyon, drenaj hendeklerinin dolmasına, hendeklerden akan sularla taşman toprağın b z ve menfezleri doldurup, işlevlerini yapmamasına sebep olmaktadır. Drenaj sisteminin çalışmaması, beraberinde birçok sorunu da ortaya çıkaracaktır. Erozyona sebep olan faktörlerin başında şevler gelmektedir. Yapım  alışmaları sırasında

meydana gelen yarma ve dolgu şevleri iyi projelendirilmez ise erozyon olayı kaçınılmazdır. Şev stabilizasyonu çalışması, zeminin doğal mukavemetinin artırılması veya korunması için yapılan işlemleri tanımlamaktadır. Bu işlemler arasında toprağın sıkıştırılması, şevlerin çimlendirilmesi ve ağaç dikilmesi gibi çalışmalar yer almaktadır.

Yeni düzenlenmiş şevlerde erozyonun önlenmesi amacı ile yapılan çalışmalarda iki faktör göz önünde tutulur:

— **Zeminin Cinsi:** Gevşek zeminler, su ve rüzgar hasarına daha hassastır. Ancak bitki yetişmesine daha yardımcıdır. Kaya ve kil içeren sert zeminler sıkıştırıldıkları zaman rüzgar ve suya oldukça direnç gösterirler. Ancak bitkilerin büyümesine izin verilmesi için özel gayrete gereksinim vardır.

— **Hava Koşulları:** Yağmur şiddeti ve kuru rüzgarlı hava etkileri uygun arazi örtüsünün seçimini gerektirir.

Yol yapımı sırasında bozulan doğal çevrenin düzenlenmesi ve şevlerdeki toprak hareketlerinin önlenmesi amacı ile kullanılan odunsu bitkilerin işlevlerini yerine getirebilmeleri ve gelişimlerini tamamlayabilmeleri için geçen sürede yapılan çimlendirme çalışmaları çok önemlidir. İyi tesis edilmiş çim örtüsü, yüzey erozyonunu önlerken yüzey altındaki büyük su sızmalarını ve yeraltı su akıntılarını kontrol edemez.

İnşası biten şevler son şeklini aldıktan sonra depolardan getirilen bitkisel toprak şev üzerine serilir. Bitkisel toprağın kalınlığı, alt toprak tabakası, jeolojik yapı ve şevin dikliği göz önüne alınarak belirlenmekte olup yaklaşık 15-20 cm. arasındadır. Çimlendirilecek alandaki yabancı maddeler tırmıkla ve elle ayıklanıp, gübre atıldıktan sonra çim tohumu ekilir. Çim tohumunun seçiminde bitkisel toprak, alt toprak tabakası, rüzgar ve yağış miktarı göz önüne alınmaktadır. Tohum ve gübre toprakla karıştırıldıktan sonra, tohumların su ve rüzgar ile akmasını engellemek için 50 kg. 'lik silindirler ve ahşap tokmaklar ile toprak sıkıştırılır. Uygun koşullarda çimler bir ay içerisinde 15 cm. 'ye yakın boy atabilmektedir.

Çimler, ilk dikimden sonra 15 cm. boya erişince tırpanla biçilme işlemi yapılır. Çim alanların en iyi ve en ekonomik bir şekilde bakımı ancak uygun çim biçme makinalarının kullanımı ile mümkün olmaktadır. Ancak ilk biçim işlemi, makina ile

yapıldığı takdirde çim kökleri tam gelişmediği için kökten sökülmeler olmaktadır. Çimlerin biçilmesi, köklerin kuvvetlenmesi için gerekli olduğu kadar yangın tehlikesinin ortadan kaldırılması için de gereklidir. Çimlerin biçilmesi için en uygun zaman ise ilkbahardır. Biçme, ani değişiklikler ve kesintiler olmaksızın doğal bir biçimde yapılmaktadır.

Yapılan toprak analizlerinde beliren ihtiyaca göre uygulanan gübreleme işlemi çimlendirilmiş alanda kalın ve sık dokulu bir çim tabakası oluşuracağından yabancı otların gelişmesi önlenir. İlkbahar sonlarında gelişip sonbaharda ölen yıllık yabancı otlar erozyona karşı çok az bir koruma sağlamaktadır. Aynı zamanda yabancı otlar, daimi çim bitkileri ile nem, gıda ve ışık alma bakımından sürekli rekabet halindedirler. İyi uygulanan yabancı ot mücadelesi bu rekabeti en aza indirir. Bu amaçla kültürel ve kimyasal yöntemler de uygulanabilmektedir.

Yol kenarlarını bitkilendirme çalışmalarında kullanılan bitkileri gelişme şekilleri ve yapılarına göre şu gruplara ayırabiliriz:

- Ağaç ve ağaçcıklar,
- Çalılar (çit bitkileri),
- Sarılıcı ve tırmanıcı bitkiler,
- Yer örtücü bitkiler.

Ağaçlandırma çalışmalarında belirli yaşa ve gelişme düzeyine gelmiş fidanlar kullanılmaktadır. Şev ağaçlandırmalarında derin köklü bitkiler tercih edilerek, ağır kitle oluşturacak ağaçlardan kaçınılmalıdır. Kazık köklü bitkiler toprak kaymalarında, saçak köklü bitkiler ise erozyon tehlikesine karşı etkili olduklarından tür seçimi buna göre yapılmaktadır.

Yetiştirilen fidanların; sulama, zararlılardan koruma, budama, gübreleme, çapalama, kazıklarla destekleme gibi bakım işlemleri de yapılmaktadır.

Otoyol boyunca yetiştirilecek bitkilerin mevkileri, yolda emniyetli bir şekilde vasıta kullanılması için gerekli olan standart görüş hattına engel teşkil etmeyecek şekilde belirlenmektedir.

Yol kenarlarında yapılacak ağaçlandırma çalışmalarının fonksiyon ve görevlerini şu şekilde sıralayabiliriz:

A- İnşaat Tekniği Yönünden Görevleri:

- Toprak stabilizasyonu,
- Heyelan ve kaymalara engel olmak,
- Çığ, kaya ve taş düşmesine karşı siper etkisi.

B- Trafik Tekniği Yönünden Görevleri:

- Yolun iyi bir görüş hattına sahip olması,
- Rüzgar ve kar perdesi oluşturulması,
- Gürültü ve toza karşı perde oluşturulması,
- Görüş sınırı dışında bırakılmak istenen objelerin gizlenmesi.

C- Doğa İçindeki Görevleri:

- Tahrip edilen doğanın bitkilerle yenilenmesi,
- Yol güzergahındaki değişik doğa varlıklarının birbirine bağlanması.

3.6. OTOYOL EKLENTİLERİNİN BAKIMI

Otoyolun diğer elemanları gibi bu eklentilerin de fonksiyonlarını tam olarak görebilmeleri için periyodik olarak bakımlarının yapılması gerekmektedir. Bakımları yapılmadığı takdirde bu elemanlar atıl olarak kalacaklardır.

Otoyolda seyreden araçların kaza anında uğrayabilecekleri tehlikeleri en aza indirmek amacı ile inşa edilen otokorkuluklarda oluşan hasarlar, en kısa zamanda tamir edilmektedir. Bu tamir çalışmaları, idare tarafından taşeron firmalara yaptırılmaktadır. Yıllık olarak açılan ihaleyi alan firma, gerekli ekipman ve malzeme ile hasarlı elemanları söküp, yeni parçaları monte etmektedir.

Otoyol yatay işaretlemelerinde kullanılan termoplastik boya, özelliğini kaybedip silinmeye başladığı zaman uygulanacak bakım çalışması; eski boyanın temizlenip, yeni boyanın tatbik edilmesi şeklinde olmaktadır.

Düşey işaretleme elemanlarının bakımı ise; çeşitli nedenlerle hasara uğramış veya eksilmiş işaret levhalarının yenilerinin monte edilmesi ve mevcut levhaların bağlantı parçalarının kontrol edilmesi şeklinde olmaktadır. Hava kirliliği oldukça fazla olan veya trafik bakımından çok yoğun olan endüstri sahaları yakınındaki yollarda, çelik otokorkuluklar ile trafik levhaları üzerinde pislik meydana gelebilir. Bunlar, sünger etkisi göstererek sürekli suyla birleşir (suyu emer) ve böylece daha hızlı bir paslanmaya sebep olurlar. Bu temizlik, özel fırça ekipmanları takılmış araçlar yardımı ile gerçekleştirilmektedir.

Yolun kamulaştırma sınırını belirlemek amacı ile inşa edilen tel çitler, oluşan hasar veya sökülmeler nedeni ile bakıma ihtiyaç göstermektedir. İdare tarafından açılan yol bakım ihaleleri kapsamında, tel çitlerin onarım ve yenileme işlemleri yapılmaktadır.

Otoyol yarma şevlerinde ihtiyaç halinde kullanılan çelik ağlar, şevden kopan kaya parçalarını taşıyamaz hale geldiği zaman, alt eteklerinden bağlantıları sökülerek boşaltma işlemi yapılır. Dökülen malzemelerin trafiği tehlikeye düşürebileceği

durumlarda güvenlik tedbirleri alınmaktadır. Şevden kopan parçalar, banketlerden temizlendikten sonra çelik ağların bağlantıları yeniden yapılmaktadır.

Otoyol aydınlatma sistemi, geçen zaman içerisinde kullanılan parçaların servis ömürlerini doldurması veya diğer hasarlardan dolayı işlevini tam olarak yerine getirememektedir. Lambalar; kirlenme nedeni ile veriminin düşmesi, servis ömrünün tamamlanması çeşitli nedenlerle hasara uğraması veya anormal hat kayıpları nedeni ile periyodik olarak değiştirme işlemine tabi tutulmaktadır. Aydınlatma bakımının en önemli bölümü, lambaları yanar halde tutmak ve aydınlatma düzeyini devam ettirmek için bir verimli ve etkili lamba değiştirme programının uygulanmasıdır. Ayrıca, trafo ve jeneratörler ile diğer sistem elemanlarında belirli zaman aralıklarında bakıma uğramaktadırlar.

3.7. ÜCRET TOPLAMA SİSTEMİNİN BAKIMI

Otoyolların ücret toplama sisteminin sağlıklı çalışabilmesi amacı ile sistem elemanları günlük, haftalık ve aylık periyotlar ile bakım işlemine tabi tutulurlar. Uygulanan sistem elektronik ağırlıklı bir sistem olduğu için çok düzenli bir bakım programının uygulanması icap etmektedir. Bakım ve kontrol çalışmaları, yıllık olarak çıkartılan ihale kapsamında çalışan müteahit firma elemanları tarafından yürütülmektedir.

Bakım çalışmaları sırasında; istasyon bilgisayarı ve yan cihazların normal çalışmaları gözlenmekte, kesintisiz güç kaynaklarının akım ve frekans değerleri kontrol edilmekte, giriş gişelerine otomatik bilet verme makinasının parçaları ve mevcut trafik ışıkları kontrol edilmekte, magnetik lupların duyarlılığı test edilmektedir. Çıkış gişelerinde ise magnetik kart okuyucuların parçaları, otomatik sınıflandırma sisteminin elemanları ve diğer bütün parçaların çalışırılığın kontrolden geçirilip, arızalı parçaların yenilenmesi veya tamir edilmesi işlemi yapılmaktadır.

3.8. TÜNEL İŞLETME SİSTEMLERİNİN BAKIMI

Bu sistemlerin periyodik bakımları sırasında özetle şu hususlara dikkat edilir:

--- Tünellerin iç ve dış kısımlarında bulunan kameraların tamamı kontrol merkezinden test edilir. Hareketli kameraların hareketleri, zum fonksiyonları ve görüntüleri ile sabit kameraların görüntüleri tek tek kontrol edilir. Ayrıca monitörlerin tamamının temizliği de gerçekleştirilir.

--- Trafik ışıklarının tamamı, kontrol merkezinden gönderilen sinyallerin sahada gerçekleşip gerçekleşmediği şeklinde test edilir.

--- Jet fanların kontrol merkezinden işletilmesi ve çalışma sürelerinin gözlenmesi sahadaki bir gözlemci ile gerçekleştirilir. CO gazı kontrol sisteminin, çalışırılığın kontrol edilir.

--- Yangın söndürücülerin tamamının yerinde ve çalışır durumda olduğu kontrol edilir. Yangın ihbar butonları ve ısı algılayıcıları sahadaki teker teker test edilir.

--- Jeneratörlerin aküleri, filtreleri, su, yağ ve yakıt seviyeleri kontrol edilir.

--- Tünel aydınlatmasında yanıp sönen ampuller varsa bunlar değiştirilir. Işık seviyesi düşmüş lambaların, starterleri ve besleme voltajları kontrol edilir. Ayrıca lambaların sıklıkla yandığı bölümlerin belirlenmesi ile bu bölümlerin güç dağıtım sistemlerinin kontrolü gerçekleştirilir.

--- Işık seviyesindeki değişime göre aydınlatma seviyelerindeki değişim gözlenir ve aksaklıklar giderilir.

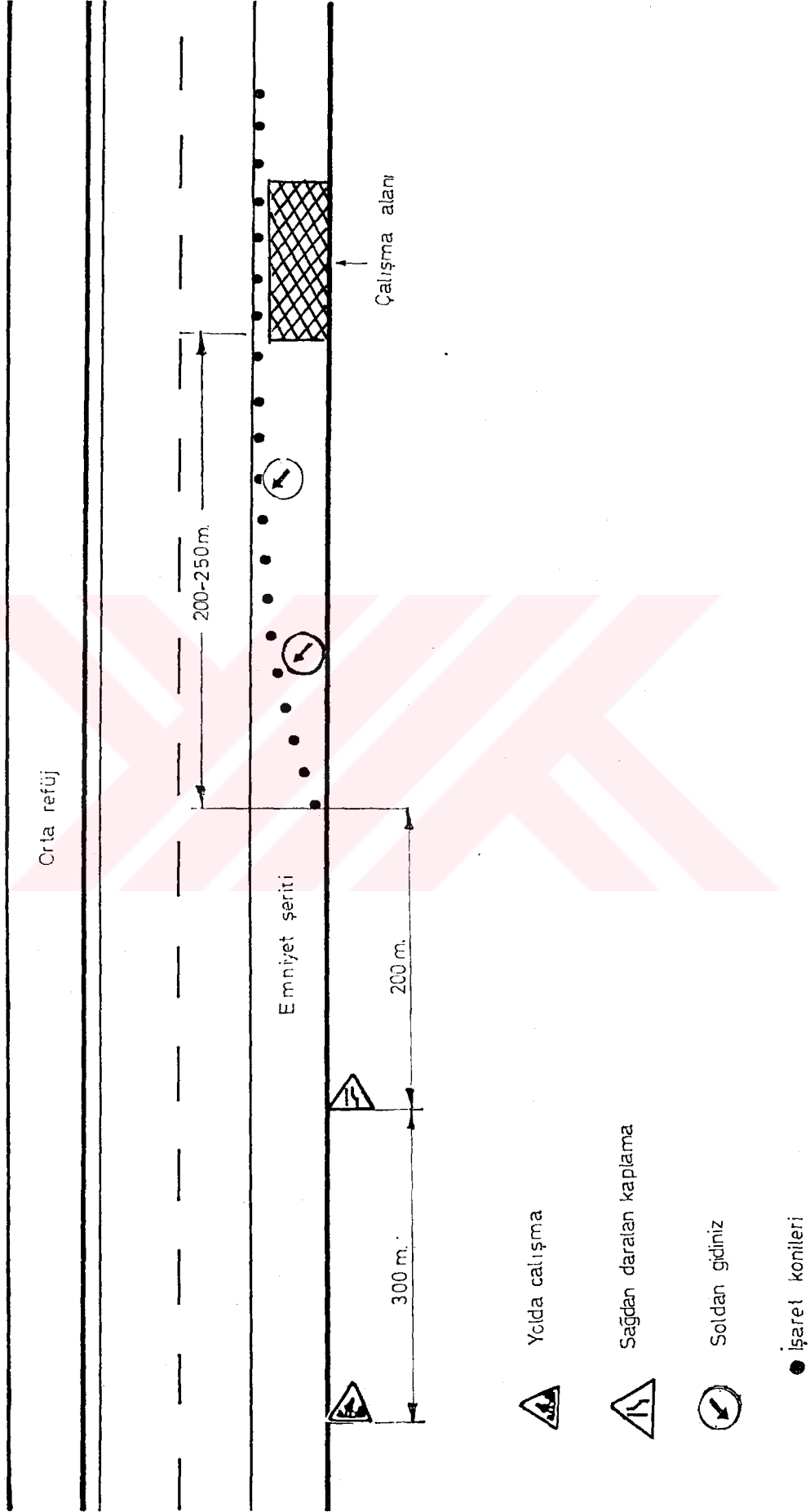
3.9. ACİL YARDIM HABERLEŞME SİSTEMİNİN BAKIMI

Sistemin bakımı, bu hizmetleri yürütecek teknik elemanlara sahip müteahhit firma tarafından yapılmaktadır. periyodik bakım kapsamında; merkez istasyonunun, kesintisiz güç kaynağı, merkez kontrol birimi ve haberleşme birimi; acil yardım telefon istasyonlarının antenleri, güneş panelleri, aküleri ve cihazın kendisi ile tekrarlayıcı telsiz istasyonunda bakım ve kontrol çalışmaları yapılmaktadır.

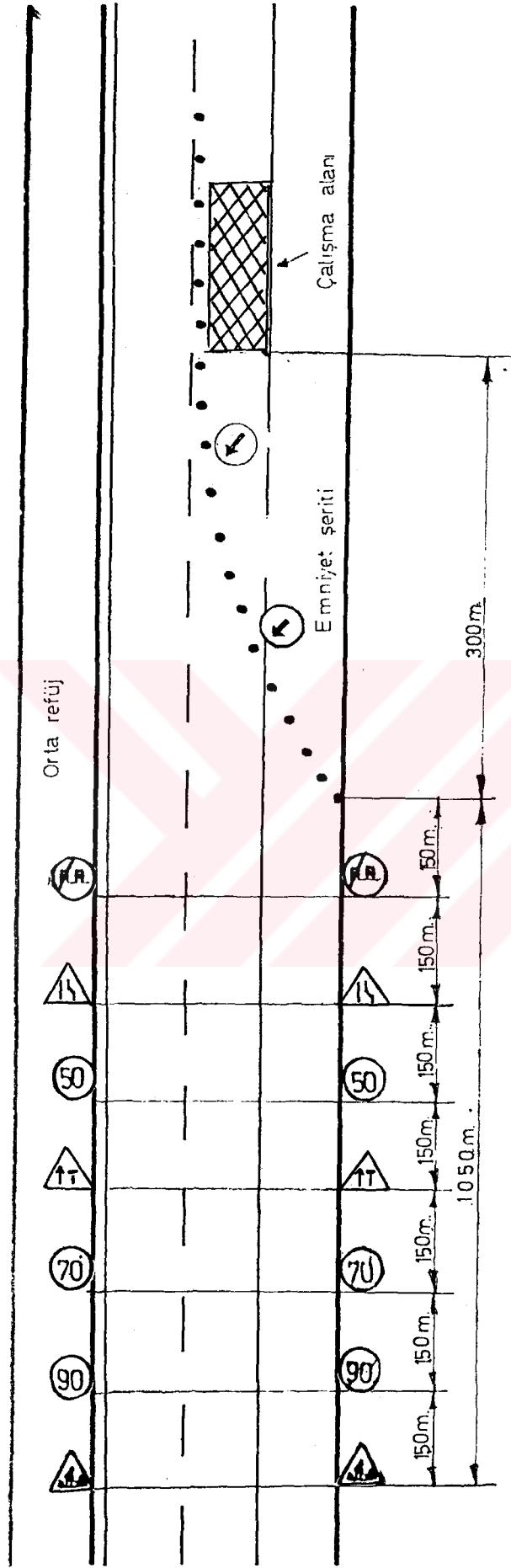
3.10. BAKIM ÇALIŞMALARI SIRASINDA YAPILAN TRAFİK İŞARETLEMELERİ










Otoyollarda; üst yapı bakım çalışmaları, drenaj sistemlerinin bakım çalışmaları, otokorkuluk tamirat çalışmaları gibi yol platformunun belirli şeritlerinin kapatılması sureti ile yapılacak çalışmalarda, trafik güvenliğinin tehlikeye düşürülmemesi amacı ile uygun trafik işaretleme yapılmaktadır. Arıza şeridinde yapılan çalışmalar için kısa bir işaretleme uygulanırken, hız şeridinin kapatılması sırasında daha uzun tülde işaretleme projesi uygulanmaktadır. Bu trafik işaretleme kroki, Şekil (3.13.)-(3.17.) 'de gösterilmiştir.



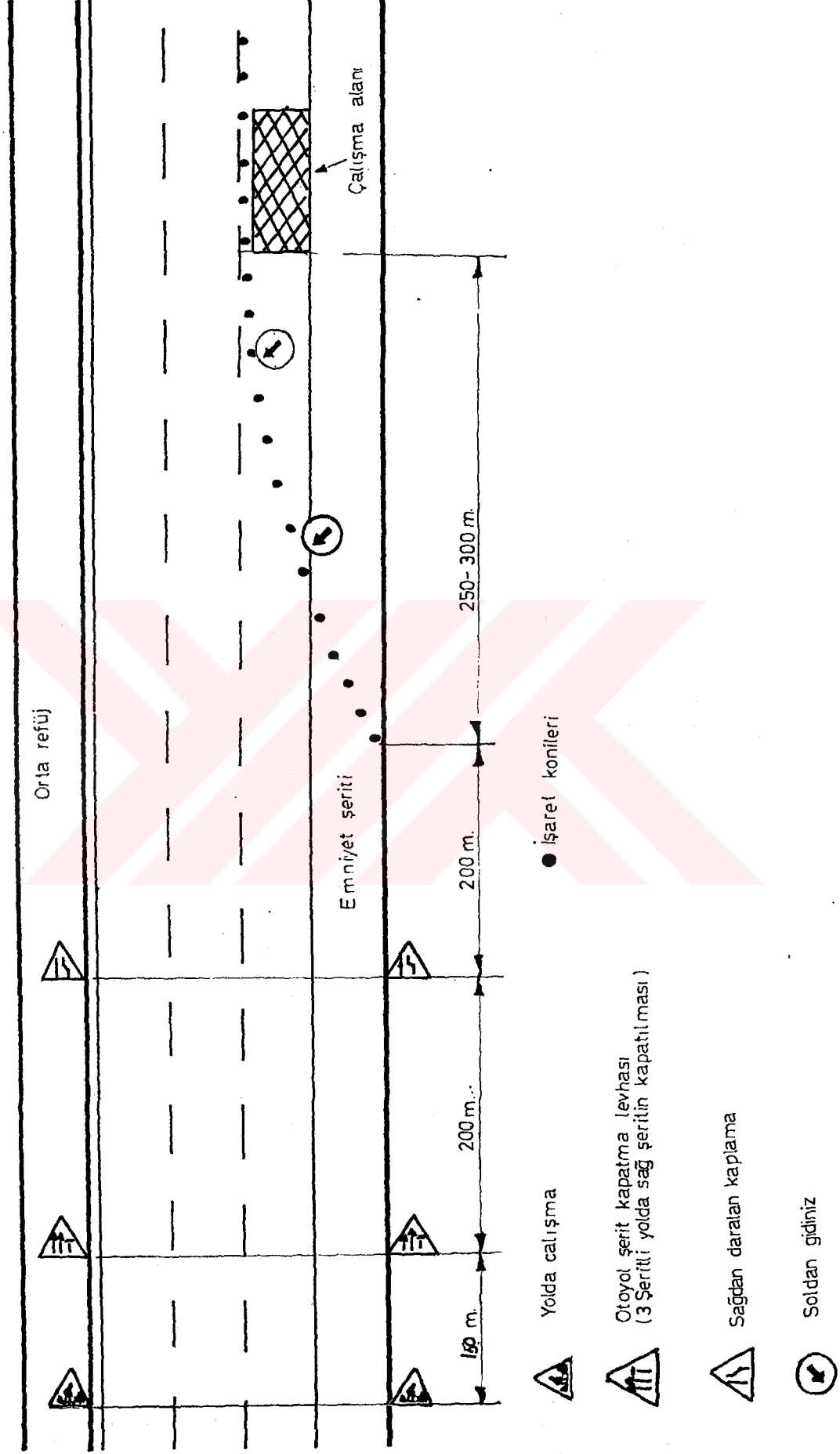


Şekil(3.13): Şerit Kapatmayan İnşaat İşaretlemesi (Sağda Arıza Şeridinde Çalışılması)

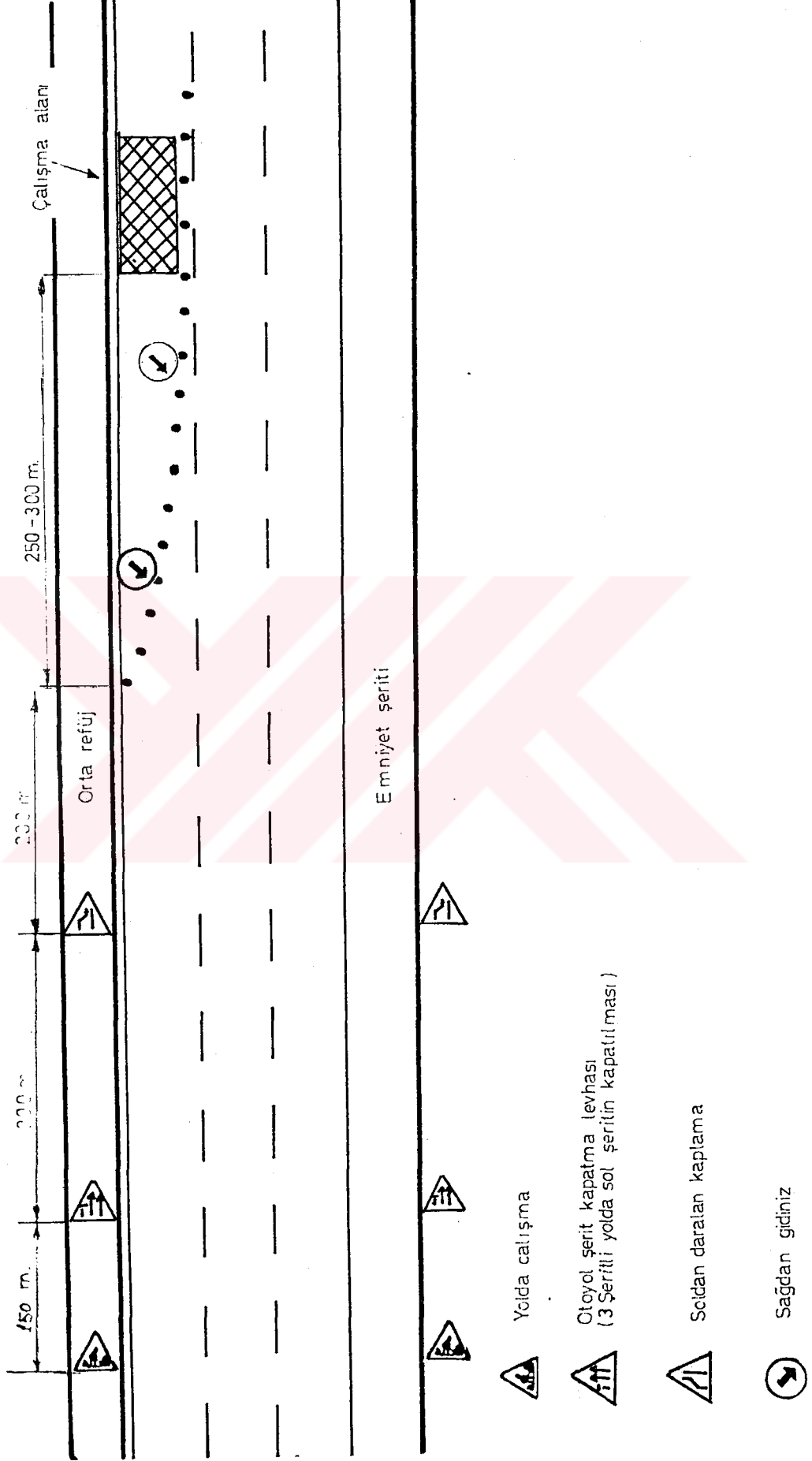


-  Öndeki taşıtı geçmek yasaktır
-  Sağdan daralan kaplama
-  Azami hız sınırlaması
-  İki şeritli yolda sağ şeritin kapatılması
-  Azami hız sınırlaması
-  Azami hız sınırlaması
-  Yolda çalışma
-  Soldan gidiniz
-  İşaret konileri

Şekil(3.14): İki Şeritli Yolda İnşaat İşaretlemesi (Sağdan Tek Şerit Kapatılması)



Şekil(3.16): Çok Şeritli Yolda İnşaat İşaretlemesi (Tek Şerit Kapatılması)



Şekil(3.17): Çok Şeritli Yolda İnşaat İşaretlemesi (Soldan Tek Şerit Kapatılması)

**BÖLÜM IV : OTOYOLLARIN BAKIM VE İŞLETMELERİNDE
KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

Ülkemizde mevcut demiryolu işletmeciliğinin kapasitesinin yetersiz olması ve demiryollarına yönelik yeni yatırımların yapılmaması, su ve deniz yolu taşımacılığına yeterli önemin verilmemesi, yük taşımacılığını otomatik olarak karayoluna yöneltmiştir. Yük taşımacılığının yaklaşık % 80 'i karayolları ile, % 9 'u demiryolları ve % 9 'u ise denizyolları ile yapılmaktadır. Bununla beraber otoyollar, ülkemizdeki uygulamada ağır tonajlı yük taşımacılığı yapan araçların geçişleri için mecburi yol konumuna gelmiştir. Ağır tonajlı araçların kontrolü amacı ile hizmet veren tartı istasyonlarının otoyollarda bulunmaması bu açıdan büyük bir eksikliklerdir. Aşırı yüklü araçlar, işletme aşamasında; üstyapı bozulmalarından, trafik güvenliğine kadar birçok sorunu da beraberinde getirmektedir.

Ülkemizde 1985 yılından itibaren otoyol yapım çalışmalarına hız verilmiş ve 1994 yılı sonu itibarı ile 1167 km otoyol hizmete açılmıştır. Bu otoyol ağının oluşturulabilmesi için yine 1994 yılı sonu itibarı ile 8 164 816 000 \$ harcama yapılmıştır. Bu rakam 1995 yılı fiyatları ile yaklaşık 326 trilyon TL ye karşılık gelmektedir. Buna karşılık bazı otoyol kesimlerinden geçen trafik hacminin çok az olması, bu kesimlerdeki yatırımların gerekli olup olmadığı konusunda tereddütler oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, ileride planlanacak benzer yatırımlarda aynı sorunlarla karşılaşılması ve harcamaların yerini bulması açısından, aşağıda maddeler halinde açıklanan hususlara dikkat çekilmesi amaçlanmaktadır. Bu bölümde belirtilen sorunlar; idari ve teknik ayrımı yapılmadan sıralanmış ve her bir sorun kendi içinde çözüm önerisi ile birlikte verilmiştir.

1- İşletmeye açılmış otoyollarımızdan geçen trafiğin, yolun kapasitesinin ne kadarlık bir kısmını teşkil ettiğini araştırmak için şu değerlendirmeleri yapabiliriz. (Otoyol kesimlerine ait YOGT değerleri Tablo 1.3 de görülmektedir.)

Maksimum saatlik trafik hacmi, YOGT 'nin yaklaşık %18 'ine karşılık geldiği kabul edilebilir. Bu durumda maksimum saatlik trafik hacmi;

$$\text{Çamlıca-Hendek kesimi: } 34\ 000 \times 0,18 = 6120 \text{ ta/sa}$$

$$\text{Babaeski-Kımalı kesimi: } 2953 \times 0,18 = 531 \text{ ta/sa}$$

$$\text{Çaydurt-Ankara kesimi: } 4534 \times 0,18 = 816 \text{ ta/sa bulunur.}$$

Bölünmüş bir yolda, bir yönde bir şeritten bir saatte yaklaşık 1500 taşıtın geçtiği kabul edilirse;

$$2 \times 2 \text{ şeritli bir otoyolun kapasitesi } C = 6000 \text{ ta /sa}$$

$$2 \times 3 \text{ şeritli bir otoyolun kapasitesi } C = 9000 \text{ ta /sa olur.}$$

Yaklaşık 100 km 'si 2x2, diğer yarısı 2x3 şeritli olan 195 km 'lik Çamlıca-Hendek kesimindeki otoyolun kapasitesini ortalama olarak $C = 7500 \text{ ta /sa}$ kabul edebiliriz.

Tablo (4.1): Bazı Otoyol Kesimlerinin Hacim/Kapasite Oranları

Otoyol Kesimi	Kapasite (ta/sa)	YOGT	Zirve saatlik trf. hac. (ta/sa)	Hacim/Kapasite
Çamlıca-Hendek	7500	34000	6120	% 81,6
Babaeski-Kımalı	9000	2953	531	% 5,9
Çaydurt-Ankara	9000	4534	816	% 9,0
Kımalı-Mahmutbey	9000	19440	3500	% 38,8
Tarsuz-Pozantı	9000	3348	602	% 6,6

Hacim / Kapasite oranlarından görüldüğü gibi mevcut otoyol kapasitelerinin kullanım oranının sadece Çamlıca - Hendek kesiminde yüksek olduğu, diğer kesimlerde ise oldukça düşük seviyede olduğu görülmektedir. Örneğin mevcut trafik hacminin 531 ta/sa olduğu Babaeski-Kımalı kesiminde, yıllık %6 lık bir trafik artışı ile 20 yıl sonra 1702 ta/sa lik hacmine ulaşabileceği düşünülürse, bazı kesimlerde otoyolların karsız bir yatırım olduğu ve bu kesimlere harcanacak kaynaklarla, mevcut otoyolların bakım ve işletme hizmetlerinin yürütülmesi sırasında karşılaşılan parasal sıkıntının çözümlenebileceği düşünülebilir.

2- Ülkemizin iki büyük kenti olan Ankara ile İstanbul arasındaki mevcut ulaşım talebinin İstanbul-Bolu ve Bolu-Ankara kesimleri baz alınarak ne kadarının otoyoldan, ne kadarının ise D-100 devlet yolundan karşılandığı konusu incelenirse şu sonuçlar ortaya çıkmaktadır:

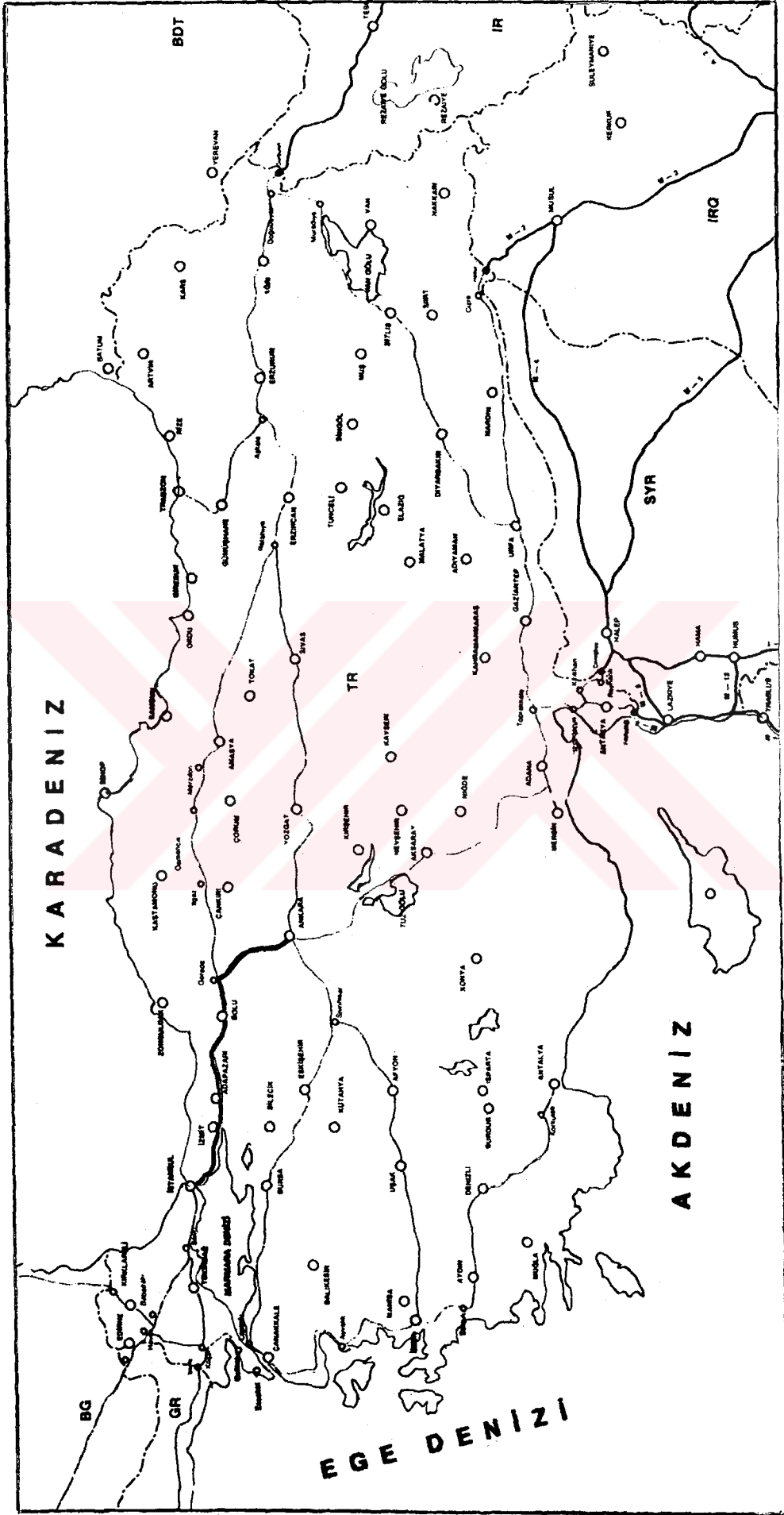
Tablo (4.2.): 1993 yılında D-100 Devlet Yolundan Geçen Araç Sayıları

İSTANBUL-BOLU KESİMİ

Kesim	Kontrol K.No	Dilim	Km	YOGT
Harem-İst. Kocaeli İl Sınırı	100-06	1	21	38458
		2	16	38458
İst. Kocaeli İl Sın.-Karamürsel Ayr.	100-07	1	8	38458
		2	20	12877
		3	31	12877
Karamürsel Ayr.-Kocaeli Sak. İl Sı.	100-08	0	25	15689
Kocaeli Sakarya İl Sı.-Sakarya	100-09	0	12	15689
Sakarya-Sakarya Bolu İl Sın.	100-10	1	18	11854
		2	13	9997
		3	16	9997
		1	2	9939
		2	10	9939
Sak. Bolu İl Sın.-Mudurnu Dev.Y.Ayr	100-11	3	10	9939
		4	33	11179
		5	12	11082
			247	

BOLU-ANKARA KESİMİ

Mudurnu Devl Y Ayr.- Gerede	100-12	1	42	7524
		2	13	7475
		3	27	5724
Gerede-Bolu Ankara İl Sınırı	750-04	0	29	7003
Bolu Ankara İl Sın-Kızılcahamam	750-05	1	7	7003
		2	18	7003
		3	10	7003
			146	



Harita (4.1) : Türkiye Devlet Yolları Haritası

İstanbul - Bolu kesiminde D-100 den geçen araçların ağırlıklı ortalaması;
 $\Sigma (\text{YOGT} \times \text{Km.}) / (\Sigma \text{Km.}) = 4\,191\,664 / 247 = 16\,970 \text{ ta/gün}$

Bolu - Ankara kesiminde D - 100 den geçen araçların ağırlıklı ortalaması;
 $\Sigma (\text{YOGT} \times \text{Km.}) / (\Sigma \text{Km.}) = 1\,015\,923 / 146 = 6959 \text{ ta/gün}$

Tablo (4.3): İstanbul-Ankara Kesiminde Otoyol ve D-100 den Geçen Araç Sayıları (1993)

	Otoyol (YOGT)	D-100 (YOGT)	Otoyol (%)	D-100 (%)
İstanbul-Bolu Kesimi	31 800	16970	65	35
Bolu-Ankara Kesimi	3 600	6 959	34	66

Tablo değerleri göstermektedir ki; İstanbul-Bolu kesiminde trafiğin % 65 gibi yüksek bir oranı otoyoldan geçerken, Bolu-Ankara kesiminde bu oran % 34 'e düşmektedir. Bunun sebepleri arasında; Bolu Dağı geçişinin tamamlanamamış olması, Otoyol Hizmet Tesislerinin tam olarak faaliyete geçmemesi, özellikle kışın Gerede kesiminin buzlanmaya müsait olması ve Ankara Gerede kesiminde bulunan devlet yolunun bölünmüş yol statüsünde olması gösterilebilir.

3- Trafik kazalarının ülkemizdeki can ve mal kayıplarındaki etkisi göz önüne alındığında, trafik güvenliğinin büyük ölçüde sağlandığı otoyolların kazalar üzerindeki etkisi büyük ölçüde olumlu olmaktadır. Trafik hacminin çok fazla olduğu bölgelerde, otoyollar ile mevcut devlet yollarındaki trafik kazalarının karşılaştırılabilmesi için örnek bir kesim alınıp, bazı değerlendirmeler yapılabilir.

Anadolu Otoyolunun Dilovası - Doğu İzmit (Köseköy) kesimi (Tütünçiftlik Bakım İşletme Şefliği sınırları) ile D-100 devlet yolunun yine aynı kesimi arasında 1992, 1993 ve 1994 yıllarına ait kaza değerleri Tablo (4.4.)' de görülmektedir.

Tablo (4.4.): Dilovası - Köseköy Kesimi Otoyol ve D-100'e ait Kaza Raporları

	Araçların Ne- den Olduğu Kaza Sayısı	Yayaların Ne- den Olduğu Kaza Sayısı	Ölü Sayısı	Yaralı Sayısı	Ölü Sayısı Kaza Sayısı (%)
<u>Otoyol</u>					
1992	244	8	27	135	10.7
1993	238	9	23	150	9.3
1994	286	13	18	149	6.0
<u>D-100</u>					
1992	718	80	16	413	2.0
1993	959	84	31	483	2.9
1994	1153	78	46	475	3.7

Kocaeli Valiliği 'nin 1991 yılında aldığı kararla; büyük ölçüde yerleşim bölgelerinden geçen D-100 yolunun bu kesiminde özellikle ağır taşıtların, kazalarda çok sayıda can ve mal kaybına sebep olmaları ile gürültü ve hava kirliliğinin insan sağlığına zarar verecek boyutlara ulaşması nedenlerinden dolayı, ağır taşıtların otoyola trafik zabıtası kontrolü ile sokulmaları zorunlu kılınmıştır.

Bu karar ile D-100 deki trafik büyük ölçüde rahatlamış, ancak fenni muayene şartlarına uymayan araçlar ve otoyolda seyir kurallarını bilmeyen sürücülerden dolayı trafik güvenliği otoyolda tehlikeye düşmektedir.

Tablo değerleri incelendiğinde; geçen araç sayılarına göre (otoyolda ve D-100 'de de YOGT değeri 30 000-35 000 araç arasında) otoyolda, devlet yoluna oranla daha az kaza olduğu görülmektedir. Otoyolun erişme kontrollü olması, geometrik standartlarının yüksek olması, çeşitli tedbirler ile trafik güvenliğinin sağlanmış olması kaza oranını düşürmektedir.

Bir diğer sonuç da "ölü sayısı / kaza sayısı" oranının otoyolda daha fazla olmasıdır. Otoyolda daha az kaza olmasına rağmen, ölüm oranının daha fazla olması;

kaza şiddetinin fazla olmasının bir göstergesidir. D-100 'de kaza sayısı çok olmakta, ancak araç hızları düşük olduğu için kaza şiddeti ile beraber ölüm, yaralanma ve maddi hasar da az olmaktadır.

Otoyolda yayalardan dolayı meydana gelen trafik kazalarında en önemli etkenler; otoyol çevresinin zamanla yerleşim bölgesi haline gelmesi, her türlü konulan fiziki engel ve uyarılara rağmen, yayaların alt ve üst geçitler yerine yolu enine geçmek istemeleridir.

Trafik hacminin çok fazla olduğu ana arterlerde devlet yolları, bu trafik yükünü kaldıramaz duruma gelmiştir. Bu kesimlerde, işletmeye açık otoyolların faydaları inkar edilemez boyutlara ulaşmıştır.

4- Ülkemiz otoyollarında, (özellikle 2 şeritli kesimlerde) yol üzerinde yapılan bakım çalışmaları sırasında kullanılan ve her gün nakledilmesi gereken araçları (asfalt kemirme makinası, finişer, silindir, greyder, kompresör, korkuluk çakma makinası v.b.) bırakmak üzere banket haricinde herhangi bir yer bulunmamaktadır. Bakım çalışmaları sırasında aynı yol kesiminde devamlı olarak kullanılan bu makinelerin, her gün taşıyıcı sallar üzerinde nakledilmesi veya çekilerek Bakım İşletme Merkezleri 'ne getirilmesi hem mali külfete hem de zaman kaybına sebep olmaktadır. Bu araçların her seferinde yüklenip indirilmesi veya çekilerek götürülmesi, araçların mekanik aksamlarına da zarar vermekte ayrıca otoyolun trafik güvenliği de tehlikeye düşmektedir.

Bu soruna çözüm olarak, otoyolun yaklaşık 2 km.'sinde bir, 50 m. uzunluğunda banket haricinde sığınma ceplerinin yapılması gösterilebilir. Bu ceplerin mevcudiyeti halinde sayılan iş makineleri, devam eden iş durumlarında buralara trafiği tehlikeye düşürmeyecek şekilde konabilecektir.

Bu ceplerin bulunmasının bir diğer faydası da büyük zincirleme trafik kazalarında; çekicilerin, kazaya karışmış araçları bu ceplere bırakarak yolun bir an önce trafiğe açılıp, güvenli trafik akışının sağlanabilmesidir. Bugünkü durumda; kaza geçiren araçlar, çekiciler tarafından ya en yakın çıkış gişe sahalarına bırakılmakta veya arıza şeritlerine çekilmektedir. İlk durum çok fazla zaman kaybına sebep olurken, ikinci durumda da araçlar arıza şeridine bırakılıp, yol trafiğe açılınca, seyreden araçların

sürücülerinin kaza mahalinden geçerken kaza yapan araçlara bakmaları esnasında özellikle yağışlı havalarda yeni kazalar meydana gelmektedir.

Yol güzergahı üzerinde seyrederken arıza yapan ve çekilemeyecek tonajda olan araçların da arıza şeridinde dahi uzun süreli duracak olması, trafik emniyeti açısından tehlikelidir. Bu araçlar için, trafik teknisyenleri tarafından işaretlemeler yapılmaktadır. Bahsi geçen ceplerin yapılması, bu tehlikeli sorunu da büyük ölçüde azaltacaktır.

Ancak bu tür bir projenin uygulama maliyetini incelemek istersek şu sonuçlar ortaya çıkmaktadır:

1994 yılı sonu itibari ile otoyollara ödenen topl. para miktarı: 8 164 816 000 \$
(bkz. Tablo 1.4 ve Tablo 1.5)

1994 yılı sonu itibari ile işletmeye açık otoyol uzunluğu: 1167 km.

Ortalama otoyol maliyeti: 8 164 816 000 \$ / 1167 km. = 6 996 400 \$ / km.

Cep genişliğini şerit genişliği kadar tasarlayıp; yolu (2 x 3 şerit)+(2 banket)=8 şerit kabul edersek, ortalama bir şerit maliyeti:

$6\,996\,400 / 8 = 874\,550$ \$ / km-şerit = 874,5 \$ /m-şerit olur.

Cep uzunluğu 50 m. kabul edilirse, bir cep maliyeti: $874,5 \times 50 = 43\,725$ \$ 'dır.

Otoyol Bakım İşletme Şefliklerinin görev sahaları yaklaşık 50 km. olduğu için, 50 km.lik bir otoyol kesiminde 2 km. aralıklarla gidiş ve geliş istikametlerinde toplam 50 adet cep inşa edilirse, toplam maliyet: $50 \times 43\,725 = 2\,186\,250$ \$ olur.

50 km. lik otoyol kesiminde bahsi geçen iş makinalarının günlük olarak nakledilmesinden kaynaklanan maddi kayıp ise yaklaşık olarak şu şekilde hesaplanabilir:

Treylerlerin, çalışma maliyetleri: (Örnek, F-2070 model treyler seçilmiştir.)

Amortisman bedeli : 2,1 \$ / km (1\$ = 43 000 TL alınmıştır.)

Yakıt bedeli : 11 400 TL / km = 0,27 \$ / km (motorin bedeli = 15 000 TL/lt)

Yağ bedeli : 2700 TL / km = 0,06 \$ / km

Toplam bedel: $2,1 + 0,27 + 0,06 = 2,43$ \$ / km

Yapılması planlanan ceplerin olmamasından dolayı, günde 5 treylerin fazladan çalıştırıldığı ve makinaları taşıyan treylerlerin, günde yaklaşık olarak 15 km. gidiş, 15 km. de geliş olmak üzere toplam 30 km. fazladan yol kat etmekte oldukları kabul edilirse;

Günlük Maliyet: $2,43$ \$ / km x 30 km x 5 adet = 364,5 \$ / gün olur.

İşletme ömrü boyunca 15 yıl, yılda 6 ay ve ayda 20 gün bakım yapıldığı düşünülürse toplam maliyet;

$364,5 \text{ \$ / gün} \times 20 \text{ gün} \times 6 \text{ ay} \times 15 \text{ yıl} = 656 \text{ 000 \$ olur.}$

İş gücü kaybı ise şu şekilde hesaplanabilir: Bakım çalışmalarına katılacak 20 kişinin, günde 2 'şer saat iş kaybı olduğu ve işçi ücretinin 100 000 TL/saat olduğu düşünülürse; (1995 yılı fiatları ile)

Günlük iş kaybı : $100 \text{ 000} \times 20 \times 2 = 4 \text{ 000 000 TL olur. (93 \$)}$

İşletme ömrü boyunca iş kaybı: $93 \text{ \$} \times 20 \text{ gün} \times 6 \text{ ay} \times 15 \text{ yıl} = 167 \text{ 400 \$ 'dır.}$

Toplam kayıp: $656 \text{ 000 \$} + 167 \text{ 400 \$} = \underline{823 \text{ 400 \$}}$ bulunur.

$2 \text{ 186 250 \$} > 823 \text{ 400 \$}$ olduğu görülmektedir.

Bu tür bir projenin yapım maliyetinin, faydalarına oranla daha fazla bir meblağ tutması; uygulamanın, işletme aşamasında sağlayacağı kolaylıklara rağmen, parasal kaynakları kıt olan ülkemiz için gayri ekonomik olduğunu göstermektedir.

5- Otoyolların büyük sanat yapılarından olan viyadüklerin geliş ve gidiş platformları arasında mevcut durumda 1-10 m. 'ye varan boşluklar bulunmaktadır. Proje gereği mecburen birbirinden ayrıık bulunan geliş ve gidiş tabliyeleri arasında, ağır tip otokorkuluklar haricinde aşağıya düşmeleri önleyici veya uyarıcı başka bir yapı bulunmamaktadır. Kaza veya herhangi acil bir durum anında karşı platforma geçmek isteyen yayalar, bu viyadükler arasından geçerken, aşağıya düşebilmektedirler. Viyadükler üzerinde karşı yönde meydana gelen bir kazaya yardım etmek isterken, viyadükler arasındaki boşluğu farkedemeyip, aşağıya düşme şeklinde meydana gelen bir çok kaza olmuştur.

Bu üzücü olaylara meydan vermemek amacı ile, proje ve inşaat aşamasında iken bu boşlukların herhangi bir şekilde kapatılması yolu aranmalıdır. İşletmeye açılmış kesimlerde ise; viyadükler arası boşluğun dar olduğu yerlerde iki viyadük arasına tel çit edilmesi, boşluğun geniş olduğu yerlerde ise viyadük otokorkuluk dikmelerine, 1 m. yüksekliğinde telçit monte edilmesi yolu, acil bir çözüm yolu olarak düşünülmelidir. Bu önlem sayesinde karşıya geçmek isteyen yaya engellenmiş olacaktır.

Viyadüklerin hız şeritlerindeki otokorkuluklara 1 m. yüksekliğinde telçit takılması işi, maliyet açısından incelenirse şu sonuç ortaya çıkar:

195 km.'lik Anadolu Otoyolu baz alınırsa; bu kesimde 7700 m. uzunluğunda viyadük bulunmaktadır. 1995 yılı fiatları ile 1 m^2 telçit fiatı 361 000 TL dir.

Viyadüklerin orta rölüjlerindeki toplam otokorkuluk uzunl: $2 \times 7700 \text{ m} = 15400 \text{ m}$.

Toplam maliyet; $15\,400 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 362\,000 \text{ TL} / \text{m}^2 = 5\,574\,800\,000 \text{ TL}$

$1 \$ = 43\,000 \text{ TL}$ almırsa, toplam maliyet = $130\,000 \$$ olur.

Km başına düşen maliyet; $130\,000 \$ / 195 \text{ km} = \underline{667 \$ / \text{km}}$.

Viyadüklerde oluşan bu tehlikenin önlenmesi ve can kaybının önüne geçilebilmesi için alınacak bu tedbirin maliyeti, 1 km otoyol maliyetinin (yaklaşık 7 000 000 \$) yanında oldukça küçük kalmakta ve 1 / 10 000 gibi bir oranı teşkil etmektedir. Ayrıca insan değerinin parasal olarak ölçülemeyeceği de bir gerçektir.

6- 1984 yılında hizmete açılan, Anadolu Otoyolu İzmit-Gebze kesiminde inşa edilmiş viyadük otokorkuluklarının; yolun işletme aşamasında meydana gelen kazalar incelendiğinde yetersiz kaldığı gözlenmiştir. Bu tip viyadük otokorkulukları, çarpma anında oluşan etkiyi tam olarak karşılayamamakta, şiddetli bir çarpma anında, özellikle ağır taşıtların viyadük üzerinde kalabilmesi zor olmakta ve ölümlü kazalar oluşabilmektedir.

Bu soruna çözüm olarak; İzmit - Gebze kesiminde uygulanmış eski tip viyadük otokorkuluklarının, yeni tipleri ile değiştirilmesi veya yeni bir proje ile mevcut sistemin güvenilirliğinin artırılması gerekmektedir.

Yeni tip viyadük otokorkuluklarında ise; dikme ve takoz sistemi daha da geliştirilmiş, ayrıca otokorkuluğun dış tarafına metal aksamı, parmaklık monte edilmiştir.

Eski tiplerin, yenileri ile değiştirilmesinde en büyük sorun; yenilerin eskiye oranla platform üzerinde daha fazla yer kaplamasıdır. Tabliyenin dış kısmında bir genişletme durumu olmayacağına göre, arıza şeridinden yararlanılması gerekecektir. Bu durum da, trafik akışının diğer yol kesimlerine göre daha kritik olduğu viyadük üzerlerinde tehlikeli durum oluşturabilecektir. Bu nedenle eski viyadük otokorkuluklarında proje değişikliği (örneğin dikmelerin aralıklarının azaltılması ve kesitlerinin büyütülmesi gibi tedbirler) ile güvenilirliğin artırılması en ideal çözüm yolu olmaktadır.

Viyadüklerin, devamlı hava akımlarına maruz kalmaları sonucu kaplamanın çok çabuk buzlanmaya imkan vermesi ve bu yapıların şiddetli rüzgarlara açık olması nedenlerinden dolayı viyadükler önemli kaza noktaları olmaktadır. Viyadük üzerlerinin önemli kaza noktaları olma özelliği göz önüne alındığında, kaplamanın sürtünme mukavemeti fazla özel malzemeler ile inşa edilmesi (örneğin Macroseal tipi kaplamalar) uygun bir çözüm olabilecektir.

7- Otoyollarımızın bir kısmında, yan yolların bulunmayışı, işletme aşamasında birtakım sorunlar meydana getirmektedir. Otoyolun mevcut araziye bölme etkisi göz önüne alındığında; çevre arazilerin ve yerleşim yerlerinin birbiri ile bağlantısı azaldığından yayaların otoyoldan karşıya geçmeleri ile yaya kazaları meydana gelmektedir.

Yan yolların bulunmadığı kesimlerde, drenaj tesislerinin bakımı da büyük sorun olmaktadır. Yolun dolguda geçilen kesimlerinde bulunan, şev dibi topuk hendeklerinin teresubatla dolması durumunda, buralara ulaşım imkanı olmadığı için temizlik işlemi çok zor olmaktadır. Aynı şekilde, menfezlerin menba ve mansab taraflarının temizliği için de makina kullanımı imkansız bir hale gelmektedir.

Yan yollar ile üst ve alt geçitlerin inşası ile çevre arazilerin ulaşım talebi karşılanıp, yaya ve hayvanların otoyola girmesi önlenmekte ve drenaj tesislerinin bakımı kolaylaşmaktadır.

8- Otoyol drenaj sisteminin bir parçası olan rögarların, üst kısımlarında bulunan kapaklar, işletme sırasında problemler teşkil etmektedir. Orta rōfuj ve kenar hendeklerde, hem yüzeysel suları deşarj etmek, hem de yeraltı drenaj bızlerinde su ile taşman ince malzemenin çökelti olarak temizlenmesini sağlamak amacı ile inşa edilen rögarların, kapakları ızgaralı şekilde ve demir alaşımdan imal edilmiştir. Ancak bu demir rögar kapakları, art niyetli kişilerce çalınmaktadır. Kapakları boş şekilde bulunan rögarlara, her türlü teresubat dolmakta, drenaj sistemi işlevini yapamayacak duruma gelmektedir. Bu da yolun işletme ömrünü azaltmakta ve trafik güvenliği açısından tehlike oluşturmaktadır. Bunun dışında arıza şeridine girmek isteyen araçların tekerleri bu boş rögarlara düşmekte ve maddi hasarlar oluşmaktadır. Ayrıca araçtan inen kişilerin, karanlıkta bu boşluklara düşüp yaralanmaları da sık sık olmaktadır.

Rögar kapaklarının, demir imalattan değil de prefabrik beton olarak üretilmesi bu sorunları büyük ölçüde azaltacaktır. Donatılı olarak imal edilen ve döküm sırasında belirli ölçülerde boşluklar bırakılan beton kapaklar hem kanal ve hendeklerden gelen suları bacaya geçirecek hem de bacaları tehlikeli çukurlar olma durumundan kurtaracaktır. Çalınarak başka amaçla yeniden kullanımı mümkün olmadığı için büyük bir mali külfet de ortadan kalkacaktır.

Bu demir rögar kapakların kaybedilmesinden doğan zarar yaklaşık olarak şu şekilde bulunabilir: (1995 yılı fiatları ile)

Bir demir kapağın maliyeti : $60 \text{ kg./adet} \times 25 \text{ 000 TL / kg.} = \underline{1 \text{ 500 000 TL}}$

1000 m. lik bir otoyol kesiminde yaklaşık 40 adet rögar bulunduğu kabul edilirse; Maddi kayıp: $40 \times 1 \text{ 500 000} = 60 \text{ 000 000 TL}$ dir.

Kapakların olmamasından dolayı oluşan yıllık rögar temizlik parası ise 1995 fiatları ile $40 \times 90 \text{ 000 TL /adet} = 3 \text{ 600 000 TL}$ dir. (Drenaj sisteminin dolmasından kaynaklanan maddi kayıp dahil edilmemiştir.)

Bu kapakların betondan imal edilmesi maliyeti ise 1995 yılı fiatları ile;

(Bir beton kapak; 360 000 TL)

$40 \text{ adet} \times 360 \text{ 000 TL / adet} = 14 \text{ 400 000 TL}$ dir.

(Demir kapak fiatı / Beton kapak fiatı = $1 \text{ 500 000} / 360 \text{ 000} = 4.1$)

1 km.'lik bir otoyol kesimi göz önüne alınıp, fiat araştırması yapıldığında beton kapakların uygulanması ile, kapak maliyetinin 1/4 oranına indiği görülmektedir. Ayrıca bu uygulama ile kapakların kayımdan doğan zararların da önüne geçilebilecektir.

9- Otoyollarda, trafik güvenliğinin ve asayişin sağlanması konusunda kopukluklar olmaktadır. Yolda herhangi bir kaza olması durumunda; karayolu yapılarında meydana gelen hasarın belirlenmesi ve trafik güvenliğinin sağlanması için, gerekli işaretleme ve tedbirlerin alınması amacı ile Karayolları trafik ekiplerinin kaza mahaline ulaşması gerekirken, kazanın resmi tutanağı olan Kaza Raporunun tutulması amacı ile de otoyola hizmet veren trafik polisinin olay mahaline gelmesi gerekmektedir. Kazanın boyutunun büyük olması ve Karayolları'nın çekici araçlarının yetersiz kalması durumunda ise özel kurtarıcıların kaza yerine çağırılması durumu sıkça

gerçekleşmektedir. Birbirinden bağımsız şekilde hizmet veren birimlerin bir araya gelerek koordineli çalışması çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Eğer olayda can kaybı da varsa, kazanın olduğu muhitin asayişinden sorumlu polis veya jandarmanın da kaza yerine gelerek rapor tutması zorunlu olmaktadır.

Anlatılan sebeplerden dolayı, bu sorunun çözülmesi amacı ile gerekli yasal düzenlemelerin yapılarak aynı amaca hizmet veren birimlerin birleştirilmesi gerekmektedir. Taslak halinde çalışmalarını devam eden Erişme Kontrollü Karayolları Kanunu' nun ileriki yıllarda yürürlüğe girmesi ile hizmetlerin aksaması ve zaman kaybı büyük ölçüde önlenecektir.

Çok basit bir yaklaşımla, otoyolda verilen trafik hizmetlerinin tek bir birim tarafından yürütülmesi, maliyet açısından da giderleri (araç, yakıt, personel harcamaları vb.) yarıya indirecektir.

10- Otoyolu geçen dere yataklarından akacak su miktarı, projelendirme aşamasında havza alanının büyüklüğüne göre 100 ile 500 yıllık yağış tekerrürleri göz önünde bulundurularak boyutlandırılmıştır. Uzun yıllar, yağışın azlığı nedeni ile kuru hale gelmiş dere yatakları, belediyeler tarafından bilinçsiz bir şekilde iskana açılabilenekte veya kaçak yapılaşmalar olabilmektedir. Bu durumlarda menfezlerin menba ve mansab tarafları zamanla kapanmaktadır. Özellikle mansab taraflarında akışı yavaşlatacak engellerin bulunması, suyun beraberinde getirdiği teresubatı menfez içerisine bırakmasına ve yapının tamamen dolması, feyez anında yolun sular altında kalmasına sebep olmaktadır. Ayrıca Anadolu Otoyolu' nun Gebze - İzmit kesiminde, dolgu şev dibi topuk hendeklerinin bulunmaması ve geçen zaman içerisinde yol kenarlarında yerleşim ve sanayi alanlarının oluşması nedeni ile su akış dengeleri değişmiştir. Bu da yol yapısının olumsuz etkilenmesine sebep olmaktadır.

Bu nedenle menfezlerin giriş ve çıkış ağızları ile dere yataklarının kapanması konusu sıkı bir şekilde denetlenmeli ve belediyelerin iskana açacağı sahalarda Karayolları ile işbirliği içerisine girmeleri sağlanmalıdır.

11- Otoyol Bakım İşletme Merkezleri 'ne ait tesislerin (idare binaları, atölye, ambar, depo, sundurma, sosyal tesisler v.b.), otoyolun işletmeye açılmadan önce bitirilememesi ve gerekli makina parkı tedarik edilememesi, işletme aşamasında sorunlar

meydana getirmektedir. Aynı şekilde, bu hizmetlerde görev yapacak personelin de eksik bulunması hizmetlerin aksamasına neden olmaktadır.

Tesis, makina ve personelin yeterli olması neticesinde; otoyolda verilecek hizmetin düzeyi artacak, ileriki yıllarda bakıma harcanacak para ve zamanın minimize edilmesi sağlanacaktır. Ayrıca Bakım İşletme Şeffiklerinde çalışacak personele, çeşitli konularda eğitim programlarının uygulanması yararlı olacaktır.

İşletmeye yeni açılmış bir otoyolda, Bakım İşletme Merkezine ait bina ve tesislerin hizmete almamamasından dolayı, 2 adet binek aracın ve 2 adet kamyonun ortalama 30 km. fazladan yol almasından dolayı, yakıt giderlerinden oluşacak maddi kayıp şu şekilde bulunabilir: (1995 yılı fiyatları ile)

Bir kamyonun km. başına harcadığı yakıt miktarı; 0,46 lt / km (Unimog 1700)

Bir binek aracın km. başına harcadığı yakıt miktarı; 0,11 lt / km

Motorin fiyatı; 15 000 TL / lt

Benzin fiyatı; 20 000 TL / lt kabul edilirse,

Fazladan günlük olarak harcanan yakıt maliyeti;

$2 \times 0,46 \text{ lt / km.} \times 30 \text{ km.} \times 15 000 \text{ TL / litre} = 414 000 \text{ TL}$ (Kamyon)

$2 \times 0,11 \text{ lt / km.} \times 30 \text{ km.} \times 20 000 \text{ TL / litre} = 132 000 \text{ TL}$ (Binek araç)

Günlük toplam maliyet: $414 000 + 132 000 = 546 000 \text{ TL}$

Yıllık toplam maliyet: $546 000 \text{ TL} \times 365 = 199 290 000 \text{ TL}$ bulunur.

Görüldüğü üzere otoyollara ait tesislerin 1 yıl geç hizmete girmesi, yaklaşık 200 000 000 TL'lik yakıt bedeli kaybına, bunun yanında bakım-işletme hizmetlerinin sağlıklı yapılamamasına ve iş veriminin düşmesine neden olmaktadır.

12- Otoyol geçişlerinden elde edilen gelirin, % 10 'u bakım ve işletme hizmetlerinde kullanılmak üzere, Kamu Ortaklığı Fonu tarafından, Karayolları Bölge Müdürlükleri 'ne geri iade edilmesi öngörülmüştür. Ancak otoyolların bakım ve işletme giderleri, otoyol gelirlerinin % 20-25 mertebesine ulaşmaktadır. Bu nedenle gönderilen para yeterli gelmemektedir. Örnek olması bakımından Anadolu Otoyolunun 1994 yılı İşletme Raporu incelendiğinde ;

İşletme Gelirleri	:759 426 000 000 TL
İşletme Giderleri	:134 946 000 000 TL
Bakım Giderleri	: 42 883 000 000 TL
Bakım ve İşletme Giderleri Toplamı	:177 829 000 000 TL
İşletme % si :	177 829 000 000 / 759 426 000 000 TL = % 23.4 olduğu görülebilir.

Ayrıca iade edilecek paranın, belirlenen oranda ve zamanında gönderilmemesi bakım ve işletme hizmetlerinin aksamasına sebep olmaktadır.(Türkiye genelinde, otoyollar için geri ödeme oranı; 1993 yılında % 5.1 , 1994 yılında ise % 4.2 mertebesinde olmuştur.)

Bu sebeplerden dolayı, otoyol bakım ve işletme hizmetlerinin sağlıklı yapılabilmesi için; otoyol gelirlerinden iade edilecek paranın kaynağından kesilmesi ve oranının artırılması yararlı olacaktır.

13- Ülkemizde uygulanan ücret toplama sisteminde gerek insan faktöründen, gerekse teknik özelliklerden dolayı aksaklıklar ve para kaçakları olmaktadır. Bu nedenle ücret toplama sisteminde, aşağıda sıralanan bazı çözüm önerileri uygulanabilir:

a) Nakit para olayını azaltmak amacı ile mevcut sistemde bulunan kartlı sistem devreye sokulabilir. Bu uygulamada, sürücü daha önceden banka şubeleri veya bunun benzeri yerlerden otoyol geçişlerine yönelik kart satın alacak ve bu kartı kredisi bitene kadar otoyol geçişlerinde kullanacaktır.

b) Araçların sınıflandırılmasının, otoyola girişte veya çıkış gişelerine gelmeden önce yapılması için teknik çalışma yapılabilir. Böylece gişe memuru tarafından yapılan sınıflandırma, elektronik sistem tarafından yapılacak ve sistemin açık noktalarından kaynaklanan suistimaller önlenecektir.

c) Bütün ücret toplama gişeleri kamera kontrol sistemi yardımı ile denetlenebilir.

d) Çıkış gişelerine otomatik bariyer konulabilir. Otomatik bariyer, sürücülerin ücret ödeme işleminin bitmeden gişeden ayrılmalarını ve bilgisayarda işlem yapılmadan aracın geçmesi gibi istenmeyen durumları önleyecektir. Bariyer konması durumunda, sürücü gişeye gelip kartını verdikten sonra ücretini ödeyip, makbuzunu almadan gişeden ayrılmayacaktır. Bu arada yan göstergedeki ve makbuzundaki ücreti kontrol etme durumunda olacaktır.

e) Sistemin sağlıklı çalışmasında en büyük pay sürücülere düşmektedir. Sürücülerin para verdikten sonra; makbuzunu alması, yan ücret göstergesinde ödediği parayı görmesi ve kırmızı ışığın, yeşile dönmesini izlemesi sistemdeki kaçakları sıfıra indirecektir.

Bu amaçla hem ücret toplama sisteminin kullanımı hem de genel olarak otoyolda araç kullanımı konularında kısa metrajlı TV programlarının ve tanıtıcı broşürlerin hazırlanması sürücülerin eğitilmesi ve bilgilendirilmesi açısından faydalı olacaktır.

f) Ücret toplama sisteminde çalışan görevlilerin memur statüsünde olmaları birtakım sıkıntılar oluşturmaktadır. Gişe görevlilerinin sözleşmeli olmaları, suistimal yapan görevlinin sözleşmesinin iptal edilmesi ve yerine kısa sürede yeni görevlinin alınabilmesi, sistemin daha sağlıklı çalışmasını sağlayacaktır.

g) Ücret toplama sisteminde kullanılan elektronik cihazların büyük bir kısmının dış kaynaklı olması, tamir ve yedek parça konularında büyük sıkıntı meydana getirmektedir. Yedek parçaların ve manyetik biletlerin ithal edilmesi, Bölge Müdürlükleri bazında yapılmakta ve mevcut yasalar çerçevesinde uzun süreler almaktadır. Bu türlü, dışardan ithal şeklinde gerçekleşen ihalelerin Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından yapılması büyük kolaylık sağlayacaktır.

h) Ayrıca ücret toplama hizmetlerinin özelleştirilmesi, yedek parça temini ve personel yönetimi gibi konulardaki sorunların halledilmesi konusunda bir çözüm yolu olarak düşünülebilir.

14- Otoyollarımızın bakım hizmetlerinin bir kısmı emanet olarak, bir kısmı ise taşeron ve müteahitler yardımı ile yaptırılmaktadır. Emanet olarak yapılan bakım çalışmaları; asfalt yama çalışması, kar - buzla mücadele, yol platformunun periyodik olarak kontrolü ve acil durumlara müdahale şeklinde olmaktadır. Diğer bakım hizmetleri ise ihale edilmektedir. Bunun yanında asfalt yama çalışmalarının ihale edilmesi uygulaması da gündeme gelmiştir.

Teşkilat genelinde, toplu sözleşme hükümlerine göre makina operatörlerine, pozisyonları haricinde iş verilmesi mümkün olmamaktadır. Bu nedenle bu çalışanlar mevsim ve iş şartlarından dolayı belirli zaman kesimlerinde atıl kalmaktadırlar. Ancak üstyapı bozulmalarının çok fazla olduğu kesimlerde yaz döneminde asfalt yama işlerinde devamlı olarak kullanılan sürücüler, kış döneminde de karla mücadele çalışmalarında kullanılmaktadır.

Yaz döneminde yapılacak asfalt yama çalışmalarının da ihale edilmesi ile, kritik işler için istihdam edilecek personel dışında kalan işçiler, sadece kar mücadelesinde kullanılacaktır. Bu durumda bazı Avrupa ülkelerinde uygulanan yöntemlerle, kar mücadelesinin de ihale edilmesi düşünülebilir. Bu uygulamalarda, makina maliyetlerinin çok fazla olmasından dolayı; makinalar idare malı, sürücü ve operatörler ise müteahit elemanı olmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] APAK Dumrul, "Otoyollar Üzerine", Mühendislik Haberleri, TMMOB İnş. Müh. Odası, Nisan 1993
- [2] TUĞLU Hikmet, "Ülkemizde Otoyollar", Mühendislik Haberleri, TMMOB İnş. Müh. Odası, Nisan 1993
- [3] Otoyol Bakım ve İşletme Çalışmaları , KGM 1995
- [4] Kmalı Sakarya Otoyolu, Kapalı Ücret Toplama Sistemi Teknik Özellikleri, Tecnotour, STFA
- [5] Kmalı Sakarya Otoyolu, Gişe Memurları İçin Talimat El Kitabı, Tecnotour
- [6] Kmalı Sakarya Otoyolu Nihai Raporu, Karayolları Genel Müdürlüğü
- [7] Anadolu Otoyolu, İzmit Kuzey Kent Geçişi Tünel Servisleri, Sistem Kılavuz Kitapları, Karayolları Gn. Md., GEMMO
- a) Elektrik Şebekesi El Kılavuzu
- b) Tünel Aydınlatma Kullanım Kılavuzu
- c) Tünel Havalandırma El Kılavuzu
- d) Acil Durum İkaz ve Yangın Alarm Sistemi El Kılavuzu
- e) Trafik Kontrol Sistemi El Kılavuzu
- f) Yangın Söndürme Sistemi El Kılavuzu
- [8] Anadolu Otoyolu, Gebze İzmit Kesimi İnşaatı, Danışmanlık ve Mühendislik Hizmetleri ile İlgili Raporlar, Rapor No:40, 123
- [9] Karayolları Trafik Kanunu
- [10] Otoyol İşletme Yönetmeliği
- [11] Otoyol Acil Haberleşme Sistemi Kullanıcı El Kitabı, Aselsan
- [12] İçişleri Bakanlığı'nın, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'na yazmış olduğu 13.5.1993 tarihli "Otoyol Kontrolleri" konulu yazısı
- [13] Otoyol Hizmet Tesisleri Teknik Şartnameleri, KGM
- [14] Otokorkuluk El Kitabı, KGM
- [15] Yollarda Tesis Edilecek Pasif Otokorkuluklar Talimatnamesi, Almanya, 1989
- [16] Otokorkuluk Notları, KGM Trafik Şubesi Müdürlüğü, 1993
- [17] Yollar Fenni Şartnamesi, KGM
- [18] Yollar Fenni Şartnamesi'nin 102. Kısım Yatay İşaretleme Bölümüne Ek Özel Şartname, KGM
- [19] Otoyol ve Ekspres Yollar Yatay ve Düşey İşaretleme Standartları, KGM

- [20] Trafik İşaretleme El Kitabı, KGM
- [21] Karayolları Genel Müdürlüğü'nün 6.9.1993 tarihli "Otoyollarda İşaretleme Standartları" konulu tamimi
- [22] Kaya Mekaniği, KGM Teknik Arş. Da. Baş. Kaya Mekaniği Şefl., 1993
- [23] ÇAĞLARER Burhan, Yol Yapım Tekniği, KGM, 1986
- [24] EREL Aydın, "Ulaştırma ve Çevre", YTÜ İnş. Fak. Ulaştırma Anabilim Dalı
- [25] EREL Aydın, "Ulaştırma Sistemlerinin Hava Kirliliğine Etkileri", YTÜ
- [26] YAZICI Erdoğan, "Yol Yapımı ve Çevre Kirliliği", KGM Yol Yapım Şb. Mdl.
- [27] ILICALI Mustafa, Otoyollar Dersi Notları, YTÜ Ulaştırma Anabilim Dalı
- [28] ÖZTÜRK Zübeyde, "Otoyol ve Demiryolunun Gürültü ve Hava Kirliliği Açısından Karşılaştırılması" 1.Teknik Kongre (İnşaat Mühendisliğinde Gelişmeler) G.Magosa - KKTC 1993
- [29] ILICALI Mustafa, Karayolu 2 Dersi Notları, YTÜ İnş. Fak. Ulaştırma Anabilim Dalı
- [30] Japon Uluslararası İşbirliği Teşkilatı tarafından verilen " Otoyol İşletmeciliği ve Trafik Yönetimi " konulu seminer, Kasım 1994, Ankara
- [31] "Defleksiyon Metodu ile Esnek Üstyapı Etüdü ", KGM Araştırma Daire Başk.
- [32] AASHTO Bakım El Kitabı, 1987
- [33] SARIKAYA Rıza, Karayolu Bakımı, Cilt 1,2
- [34] Otoyol Bakım İşletme El Kitabı Taslağı
- [35] Karayolu Temel Eğitim Kursu Notları, Ankara 1993
- [36] UMAR F., YAYLA N.; Yol İnşaatı, İTÜ yayımları
- [37] ÇAĞLARER B., Yollarda Yeraltı Suyu Drenajı, KGM
- [38] Otoyolu Eğitim Programı Ders Notları, Ankara 1988
- [39] KOÇER Dursun Ali, "Kar Mücadelesi", Teknik Bülten Cilt 20 Sayı 81 KGM
- [40] 1994-95 Otoyollar Kar Mücadele Programı
- [41] CILASON Necat, BALTACI İlkin; " Betonda Kanser", 1. Teknik Kongre G. Magosa - KKTC 1993
- [42] Köprü Bakım ve Onarım Esasları KGM 17. Bl. Md. 1992
- [43] Karayolları 17. Bl. Md. Sınırları İçindeki Viyadük ve Köprülerin Teknik Muayenelerinin Yapılması ile Onarım ve İyileştirmeye Yönelik Proje ve Teknik Şartnamelerin Hazırlanması İşine Ait Teknik Şartname
- [44] Yol Boyu Gelişimi ve Erozyon Kontrolü, KGM Bakım Şubesi Müdürlüğü
- [45] Otoyol Yapım Çalışmaları Hakkında Genel Bilgiler, KGM , 1995
- [46] Anadolu Otoyolu 1994 Yılı İşletme Raporu

ÖZGEÇMİŞ

Alparslan SAVAŞ, 1970 yılında Bursa 'da dünyaya gelmiştir. İlk, orta ve lise öğrenimini Kayseri 'de tamamladıktan sonra 1987 yılında Yıldız Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümüne girmiş ve 1991 yılında İnşaat Mühendisi olarak lisans eğitimini tamamlamıştır. Ardından Y.Ü. İnşaat Mühendisliği Bölümü Ulaştırma Programında yüksek lisans eğitimine başlamıştır. Aynı yıl Karayolları 8. Bölge Müdürlüğünde (Elazığ) Bakım Mühendisliği görevine atanmıştır. 1993 yılında Karayolları 1.Bl. Müdürlüğü, Anadolu Otoyolu, Tütünçiftlik Bakım İşletme Şefliğinde Bakım Mühendisliği görevine başlamıştır. Halen bu görevini sürdürmektedir.