

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**KÖY YOLLARINDA ASFALT VE BETON KAPLAMA
KARŞILAŞTIRMASI ; BATMAN-SASON-DERİNCE GRUP KÖY YOLU
ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ferhat CANSAĞ

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
İnşaat Mühendisliği Programı**

Temmuz, 2018

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



KÖY YOLLARINDA ASFALT VE BETON KAPLAMA
KARŞILAŞTIRMASI ; BATMAN-SASON-DERİNCE GRUP KÖY YOLU
ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ferhat CANSAĞ
(Y1313.090015)

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
İnşaat Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet Fatih ALTAN

Temmuz, 2018





T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı İnşaat Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı Y1313.090015 numaralı öğrencisi **Ferhat CANSAG** ' ın "KÖY YOLLARINDA ASFALT VE BETON KAPLAMA KARŞILAŞTIRMASI ; BATMAN-SASON-DERİNCE GRUP KÖY YOLU ÖRNEĞİ" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 06.06.2018 tarih ve 2018/10 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından *07.07.2018* ile Tezli Yüksek Lisans tezi olarak *kabul* edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi : 04/07/2018

1) Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet Fatih ALTAN

2) Jüri Üyesi : Doç. Dr. FERİT ÇAKIR

3) Jüri Üyesi : Doç. Dr. Mücteba UYSAL

[Handwritten signature of Mehmet Fatih Altan]
.....
[Handwritten signature of Ferit Çakır]
.....
[Handwritten signature of Mücteba Uysal]
.....

Not: Öğrencinin Tez savunmasında **Başarılı** olması halinde bu form **imzalanacaktır**. Aksi halde geçersizdir.



YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Köy Yollarında Asfalt ve Beton Kaplama Karşılaştırması; Batman-Sason-Derince Grup Köy Yolu Örneği ” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim .(28 /05/2018)

Ferhat CANSAĞ





ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında Köy yollarında asfalt ve beton kaplama karşılaştırması incelenmiştir. Öncelikli olarak köy yollarının genel tanımı ve asfalt kaplama ve beton kaplam yolların birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları incelenmiştir.

Bu tez çalışmamda, başta Tez Danışman Hocam Prof. Dr. Mehmet Fatih ALTAN'a ve Proje çalışmamda benden bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen Batman İl Özel İdaresi personellerine ayrıca teşekkür ederim.

Ayrıca, yüksek lisans eğitimim boyunca yanımda bulunup manevi desteğini esirgemeyen eşime teşekkür ederim.

Temmuz, 2018

Ferhat CANSAĞ
(İnşaat Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR	xi
ŞEKİL LİSTESİ	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ÖZET	xvii
ABSTRACT	xix
1. GİRİŞ	1
2. KÖY YOLLARI AĞI	1
2.1 Tanımlar	1
2.2 Köy Yolu Ağının Tespit Edilmesinde Uygulanacak Kriterler	3
3. ASFALT KAPLAMALAR	7
3.1 Giriş.....	7
3.2 Tanımlar	7
3.3 Asfalt Kaplamalarda Kullanılan Malzemeler.....	11
3.3.1 Agregalar.....	11
3.3.2 Hidrokarbonlu Bağlayıcılar (bitümler ve yol katranları)	12
3.3.3 Karışımlar.....	12
3.4 Asfalt Kaplamaların Yapımı	13
3.4.1 Bitümlü sıcak karışımların üretimi	14
3.4.2 Bitümlü sıcak karışımların serimi	15
3.4.3 Bitümlü sıcak karışımların kompaksiyonu	20
3.5 Asfalt Kaplamaların Bakım ve Onarımı.....	21
3.6 Asfalt Kaplamalarda Teknolojik Gelişmeler.....	23
3.7 Asfalt Kaplamaların Üstünlükleri ve Sakıncaları.....	24
4. BETON KAPLAMALAR.....	27
4.1 Giriş.....	27
4.2 Beton Kaplamaların Tarihçesi.....	28
4.3 Tanımlar	30
4.4 Beton Kaplamalarda Kullanılan Malzemeler	31
4.4.1 Giriş.....	31
4.4.2 Çimento	33
4.4.3 Agregalar.....	36
4.4.4 Su	46
4.4.5 Donatılar.....	48
4.4.6 Beton katkı maddeleri	50
4.5 Beton Kaplamaların Yapımı.....	56
4.5.1 Beton dökümüne hazırlık	56
4.5.2 Beton dökümü	58
4.6 Beton Kaplamaların Bakım ve Onarımı	62

4.7 Beton Kaplamalarda Teknolojik Gelişmeler	63
4.8 Beton Kaplamaların Üstünlükleri ve Sakıncaları	67
4.8.1 Beton kaplamaların üstünlükleri	67
4.8.2 Beton kaplamaların sakıncaları	68
5. KAPLAMA TİPİ SEÇİM ESASLARI	71
5.1 Kaplama Tipi Seçiminde Teknik Ölçütler	71
5.2 Kaplama Tipi Seçiminde Ekonomik Ölçütler	75
5.3 Asfalt Ve Beton Kaplama Karşılaştırması	80
6. BATMAN-SASON-DERİNCE GRUP KÖYYOLU ÖRNEĞİ	87
6.1 Batman İli Köy Yolları Ağı Çalışmaları	87
6.1.1 Yol Ağı Bilgileri.....	88
6.1.2 Birinci ve İkinci Derece Köyyolu Envanterleri	89
6.1.3 Batman Köy Yolları Envanteri.....	90
6.1.4 Ödeneğe Göre Köy Yolları Çalışmaları	92
6.2 SASON İlçesi Köy Yolları Ağı Çalışmaları.....	95
6.2.1 Yol Ağı Bilgileri.....	95
6.2.2 Sason Genel Yıllara Göre Köy Yolları Çalışmaları	96
6.2.3 Sason İlçesi Grup Köy Yolu Envanteri	97
6.3 Derince Grup Köy Yolu	97
6.3.1 Sason İlçesi Derince Grup Köyyolu İlk 2 Km Beton Kaplama Yapım İşi'ne Ait Keşif Özeti	99
6.3.2 Sason İlçesi Derince Grup Köy Yolu Beton Kaplama Yapılan Kısımın 2010-2018 Yılları Arası Yol Durumu	100
6.3.3 Sason İlçesi Derince Grup Köyyolu 16,4 Km Beton Kaplama Yapım İşi'ne Ait Keşif Özeti	106
6.3.4 Sason İlçesi Derince Grup Köy Yolu Asfalt(BSK) Kaplama Yapılan Kısım	112
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	121
KAYNAKLAR.....	123
ÖZGEÇMİŞ.....	125

KISALTMALAR

KGM	:Karayolları Genel Müdürlüğü
BSK	:Bitümlü Sıcak Karışım
MAS	:Mücavir Alan Sınırı
KKN	:Kontrol Kesim Numarası
KYY	:Köy Yolu
Dy	: Devlet Yolu
Mz	:Mezra
Grp	:Grup
İlt	:İlteri
Ad	:Adet
EDY	:Eşdeğer Dingil Yüğü
CBR	:Kaliforniya Taşıma Oranı
SN	:Üstyapı Sayısı
D1,D2	:Tabaka Sayısı
Ec	:Betonun elsatite Modülü
H	:Beton Kaplamanın Kalınlığı



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Köy yolları enkesiti	4
Şekil 4.1: Asfalt kaplama en kesiti	31
Şekil 4.2: Beton kaplama en kesiti	31
Şekil 4.3: Malzeme ve bileşenlerin tüketim değerleri	32
Şekil 4.4: TS 706 Beton agregası referans eğrileri	43
Şekil 4.5: Karma suyu yüzdesi – beton direnci ilişkisi.....	48
Şekil 5.1: Asfalt ve beton yol kaplamalarında yük dağılımı	72
Şekil 6.1: Batman İli Köy yolları Ağı.....	87
Şekil 6.2: Batman İli Yol Ağı.....	88
Şekil 6.3: Batman İl Özel İdaresi Hizmet Alanı İçinde ve Dışında Bulunan Genel Yol Ağı İcmali.....	88
Şekil 6.4: Batman İli 1.Derece Köy yolu Envanterleri.....	89
Şekil 6.5: Batman İli 1.Derece Köy İçi Yolu Envanterleri.....	89
Şekil 6.6: Batman İli 2.Derece Köy Yolu Envanterleri	90
Şekil 6.7: Batman İli 1.Derece ve 2.Derece Genel Köy Yolu İcmali.....	90
Şekil 6.8: Batman İli Genel Köy Yolu Envanterleri.....	91
Şekil 6.9: Batman İli grup münferit yol nitelikleri tablosu.....	91
Şekil 6.10: Batman İli yerleşim yerlerinin yol nitelikleri tablosu	91
Şekil 6.11: Köydes 2005-2016 köy yolları çalışmaları	92
Şekil 6.12: 2002-2016 yılı özeldare imkanları ile yapılan köy yolları çalışmaları... 92	
Şekil 6.13: 2002-2016 yılı bakanlık ödeneği ile yapılan köy yolları çalışmaları	93
Şekil 6.14: 2002-2016 yılı güvenlik ödeneği ile yapılan köy yolları çalışmaları.....	93
Şekil 6.15: 2002-2016 yılı iller bankası ödeneği ile yapılan köy yolları çalışmaları 94	
Şekil 6.16: 2002-2016 Yol çalışmalarının genel icmali	94
Şekil 6.17: Sason İlçesi Köy Yolları Ağı Haritası.....	95
Şekil 6.18: Sason ilçesi Derince Grup Köy Yolu	97
Şekil 6.19: Sason-Derince Grup Köy yolu Başlangıcı	98
Şekil 6.20: Sason-Derince Grup Köy yolu 2010 yılında yapılan beton kaplama....	100
Şekil 6.21: Sason-Derince Grup Köy yolu 2010 yılında Beton Kaplamalı Yol durumu.....	101
Şekil 6.22: Sason-Derince Grup Köy yolu 2010 yılı Beton yol yapım çalışmaları Sonu	102
Şekil 6.23: Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 Yılı Beton Kaplamalı Yol Durumu	102
Şekil 6.24: Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 Yılı Yol Durumu.....	103
Şekil 6.25: Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 Yılında yapılan Yeni Beton Kaplama.....	104
Şekil 6.26: Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 Yılında yapılan Yeni Beton Kaplama.....	105
Şekil 6.27: Sason-Derince Grup Köy yolu Asfalt Kaplama İş Teknik Şartnamesi	107

Şekil 6.28: Sason-Derince Grup Köy yolu Asfalt Kaplama İşi Teknik Şartnamesi	108
Şekil 6.29: Sason-Derince Grup Köy yolu Asfalt Kaplama İşi Deney Raporu.....	110
Şekil 6.30: Sason-Derince Grup Köy yolu Asfalt Kaplama İşi Deney Raporu.....	111
Şekil 6.31: Sason-Derince Grup Köy yolu 2011 yılı Asfalt Kaplama İşi'ne Ait Asfalt Serimi Çalışmaları	112
Şekil 6.32: Sason-Derince Grup Köy yolu 2011 yılı Asfalt Kaplama İşi'ne asfalt kaplama durumu	113
Şekil 6.33: Sason-Derince Grup Köy yolu Toprak kayması sonucu Yol Durumu.	113
Şekil 6.34: Sason-Derince Grup Köy yolu Asfalt Kaplamalı Yolda İş Makineleri Geçışı	114
Şekil 6.35: Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 yılı Asfalt Kaplama Yolda Yol Genişletme Yetersizliği Durumu	115
Şekil 6.36: Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 yılı Asfalt Kaplama Yolda Yol Genişletme Çalışması Sonucu Yol Durumu	115
Şekil 6.37: Sason-Derince Grup Köy yolu Alternatif Yol Bağlantısı.....	116
Şekil 6.38: Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 yılı Asfalt Kaplama Yolda Toprak Kayması Sonucu Yol Durumu.....	116
Şekil 6.39: Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 yılı Dere Taşkını Sonucu Asfalt Kaplama Yol Durumu.....	117
Şekil 6.40: Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 yılı Asfalt Kaplama Yolda Yol Çökmesi Sonucu Yol Durumu.....	117
Şekil 6.41: Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 yılı Asfalt Kaplama Yolda Sel Geçiti Yapılmaması Sonucu Oluşan Bozukluk Durumu.....	118
Şekil 6.40: Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 yılı Asfalt Kaplama Yolda Toprak Kayması Sonucu Yol Durumu.....	118
Şekil 6.41: Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 yılı Asfalt Kaplama Yolda Gerekli Sanat Yapıları Yapılmaması Sonucu Yol Durumu.....	119
Şekil 6.42: Sason-Derince Grup Köy yolu Köy İçi Yol Durumu	119
Şekil 6.43: Sason-Derince Grup Köy yolu Sonu	120

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1: 2017 yılı itibariyle Batman İli Yol Ağı uzunlukları	4
Çizelge 2.1: Köy yolları standartları tablosu (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2000)	5
Çizelge 3.1: Asfalt plenti elemanları ve fonksiyonları (Tunç, 2001)	15
Çizelge 3.2: Plentte karışım ıslısı (KGM) (Tunç, 2001).....	19
Çizelge 3.3: Minimum karışım ıslısı (Tunç, 2001).....	19
Çizelge 4.1: Standartlara göre Çimento Çeşitleri	34
Çizelge 4.2: Beton agregasının sınıflandırılması (Tunç, 2001).....	40
Çizelge 4.3: İdeal granülometri eğrisi ve incelik modülü (Tunç, 2001).....	44
Çizelge 4.4: Beton çelik çubukları ve çelik hasırları sınıflandırma ve özellikleri (Tunç, 2001).....	50
Çizelge 4.5: Beton liflerinin özellikleri (Tunç, 2001)	55
Çizelge 5.1: Teknik parametrelere göre kaplama seçimi. (Umar ve Açar, 1985).....	75
Çizelge 5.2: Ekonomik parametrelere göre kaplama seçimi (Umar ve Açar, 1985). 80	
Çizelge 5.3: Beton kaplama ve asfalt kaplamanın karşılaştırılması (Açar vd, 1998)85	
Çizelge 6.1: Batman Sason İlçesi Yol Ağı	95
Çizelge 6.2: Sason ilçesinde yıllara göre Asfalt çalışmaları.....	96
Çizelge 6.3: Sason ilçesinde yıllara göre Stabilize çalışmaları.....	96
Çizelge 6.4: Sason ilçesinde yıllara göre Tesviye çalışmaları	96
Çizelge 6.5: Sason ilçesinde yıllara göre Yol Genişletme çalışmaları	96
Çizelge 6.6: Sason ilçesin Grup Köy Köy yolu Envanteri	97
Çizelge 6.7: Sason MAS Ergünü Yolüstü Çayırılı Derince Grup Kyy.....	98
Çizelge 6.8: Sason-Derince Grup Köy yolu Beton Kaplama Yaklaşık Maliyet Hesap Cetveli.....	99
Çizelge 6.9: Sason-Derince Grup Köy yolu Beton Kaplama İşi'ne Ait Yapılan İşleri Listesi.....	99
Çizelge 6.10: Sason-Derince Grup Köy yolu Beton Kaplama İşi'ne Ait Beton Basınç Deneyi Raporu	100
Çizelge 6.11: Sason-Derince Grup Köy yolu Asfalt Kaplama İşi Yaklaşık Maliyet Hesap Cetveli.....	106
Çizelge 6.12: Sason-Derince Grup Köy yolu Asfalt Kaplama İşi Yapılan İşler Listesi	109
Çizelge 6.13: Sason-Derince Grup Köy yolu Asfalt Kaplama İşi Yapılan İşler Listesi	109



**FERHAT, KÖY YOLLARINDA ASFALT VE BETON KAPLAMA
KARŞILAŞTIRMASI; BATMAN-SASON-DERİNCE GRUP KÖY YOLU
ÖRNEĞİ, YÜKSEK LİSANS TEZİ, İSTANBUL, 2018**

ÖZET

Bu çalışmada Köy yollarında Beton kaplama ve Asfalt kaplamalı yolların; yapımı, kullanılan malzemeler, avantaj – dezavantajları ve bakım - onarım teknikleri irdelenmiştir.

Çalışmanın başlangıcında Köy yolları ağının genel tanımı yapılmış, ikinci bölümde asfalt ve beton kaplama detaylı bir şekilde incelenmiş, üçüncü bölümü de Asfalt ve beton kaplama'nın avantaj ve dezavantajları kıyaslanmış olup, son bölümde Batman –Sason-Derince Grup Köy yolundaki asfalt kaplama ve Beton Kaplamanın zamanla uygulamada meydana gelen sonuçları irdelenmiştir.

Asfalt Kaplamanın yapımında kullanılan ana madde bitüm olup, petrol türevli bir maddedir. Petrol konusunda dışa bağımlı olmamız bir dezavantaj olarak görülebilir. Ancak bitüm rafineride işlenen petrolün son türevidir ve asfalt betonu üretimi dışında kullanılma alanı çok azdır.

Beton Kaplama yolun yapımında kullandığımız çimento, ülkemizde bol miktarda üretilmektedir. Ancak çimentoya, yol yapımından ziyade inşaat sektörünün diğer alanlarında daha çok ihtiyaç duyulmaktadır. Beton kaplama ve asfalt kaplamanın birbirine karşı avantaj ve dezavantajları vardır. Bu noktada yolun yapılacağı bölgenin karakteristik özellikleri (zeminin sağlamlığı, iklim, trafik, topoğrafya, vs...) avantajlar ve dezavantajların değerlendirilmesi açısından belirleyici olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: .Köyyolu, . Asfalt kaplama yol, . Beton kaplama yol.



**FERHAT, COMPARISON OF ASPHALT AND CONCRATE COATING ON
VILLAGE ROADS; GROUP VILLAGE ROAD SURVEY EXAMPLE
BATMAN-SASON-DERİNCE, İSTANBUL, 2018**

ABSTRACT

In this study, building, using materials, advantage and disadvantages and maintenance and repair techniques of concrete paved and asphalt paved roads in village roads.

In the beginning of the study, the definition of village roads is made, in the second chapter, asphalt and concrete paved are examined in detail. In the third chapter, the advantages and disadvantages of asphalt and concrete pavement are compared, in the last chapter, the conclusions of execution by the time, of asphalt pavement and concrete pavement in group village roads of Batman Sason Derince.

The main material in construction of asphalt paved road is bitümen. Bitüme is petroleum-derived material. To be foreign-dependent in petroleum production for our country is can be seen as disadvantage. But bitüme is the last derivation of petroleum that is processed in refinery. Using area of it is very less out of asphalt concrete production.

The main material in concrete paved road is cement. In our country, it is being manufactured in large amount. But, rather than road constructions, cement is needed in another fields of building industry.

There are advantages and disadvantages of concrete pavement and asphalt pavement towards each other. In this issue, the characteristic properties of the field that road is passing through, comes determinative in evaluation of advantages and disadvantages.

Key words: *Village road Asphalt coating road Concrete coating road*



1. GİRİŞ

Bu tez çalışmasıyla şu anda köy yollarımızda kullanılan asfalt kaplamalarla şimdilerde yol yapımında tüm dünya ile birlikte Türkiye’de de revaçta olan beton kaplamaların karşılaştırmaları yapılmıştır. Bu amaçla her iki kaplamanın teknik ve ekonomik açıdan birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları incelenmiştir.

Köyler devlet ve il yolları ağının içine dâhil değildir. Bu nedenle **köy yolları**, köyleri diğer köylere, il, ilçe, bucaklar, il ve devlet yollarına bağlayan yollara denilmektedir. Köy yolu kaplamalarında içerdikleri malzemeye göre asfalt ve beton kaplama kullanılmaktadır.

Asfalt kaplama: Temeli granüler ya da bitümlü malzemeli, alt temeli kırma ya da granüler malzemeli, kaplama kısmı da yine bitümlü karışım olan kaplama çeşididir.

Beton kaplama: En üst kısmının bağlayıcı malzemesi portland çimentolu beton ve alt kısımda da granüler bir temeli ya da alt temeli (kaplama altı tabakası) bulunan kaplama çeşididir.

Kaplama türüne karar verilirken, üzerinde akan trafiğin güvenliği, hacmi konforu ve kompozisyonu gibi etkenlere bakmak yerine daha çok ekonomiklik, iklim ve bölge koşullarına uygun olmasına dikkat edilerek projelendirilir. Ülkemizde bugüne değin, trafik yoğunluğu belli bir düzeye ulaşmış yollarımızda Asfalt Betonu kullanımı tercih edilmiştir. Bu tercihi etkileyen nedenleri şu faktörlerle açıklamak olasıdır:

- 1950 yılından sonra asfalt kaplama uygulaması giderek yaygınlaşmış ve asfalt kaplama inşaatında belirli bir teknoloji ve deneyim düzeyine varılmıştır.
- 1974 yılına değin ucuz bitüm bulunabilmiştir.
- Beton asfalt uygulaması, beton kaplamaya oranla daha kolay bulunmuştur.

- Türkiye'deki çimento malzemesi üretimi, uzun bir zaman beton kaplamalı yol yapımına yönelmeye fırsat verecek düzeye ulaşamamıştır.

- 1973 yıllarında petrol fiyatları ani artış göstermesi nedeni ile beton asfalt birim fiyatında bitümün oranı %30'lara yükselmiş, 1976'da bunun oranı %45'lere çıkmıştır. Bu süre içinde 18 adet yeni çimento fabrikasının inşasının planlandığının açıklanması ile konu yeni bir boyut kazanmıştır. Diğer ülkelerde genel olarak uygulanmakta olan beton kaplamalı yol yapımı, Türkiye'de de yapılabilir duruma getirilmiştir. Bu konuda görüş bütünlüğüne varılan sonuçlar, büyük trafik hacimli ve ağır tonajlı araç trafiğine maruz kalan yollarda beton kaplamalı yolların Beton Asfalt Kaplamaya karşı daha dayanıklı olması ciddi bir alternatiftir. Örneğin ABD'deki Illinois Üniversitesi bünyesinde yapılan araştırmalarda "bakım gerektirmeyen bir kaplama tipi" araştırılmış olup bu şekilde bir kaplama türünün ancak "demir donatısız ve derzli" beton kaplamadan oluşabileceği değerlendirilmesine ulaşılmıştır.

Asfalt kaplama veya beton kaplama tercih edilmesinin özünde maliyet ve ekonomi probleminin bulunduğu açıktır. Bu sebep ile teknik ve ekonomik karşılaştırmalar ile beraber hangi kaplamanın, ülkemiz için uygun olacağı ve bunun ülke ekonomisi ne doğuracağı sonuçların araştırılması ve kıyaslanması gerekmektedir.

Beton kaplama asfalt kaplama arasında yapısal açıdan önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklar, kaplamayı oluşturan malzemelerin özelliklerinden ileri gelmektedir. Çok katmanlı bir sisteme sahip olan asfalt kaplamalar, üzerine etki eden tekerlek yükü altında deforme olur. Üzerine gelen yükü, her tabaka bir alttaki tabakaya biraz daha yayacak şekilde iletir. Bu şekilde tabi zemine (altyapıya) ulaşan yük, geniş bir alana yayılmış olur ve ana taşıyıcı olan altyapı, büyük gerilmelere maruz kalmaz.

Beton kaplamadaki durum gene olarak farklıdır. Beton kaplamalı yolun taşıma gücü, elastisite modülü ve dolayısı ile rijitliği çok yüksek olan beton kaplamanın eğilme direncine dayanır. Yüke maruz kalan beton plak eğilir ve yük, asfalt kaplamaya kıyasla daha büyük bir kesite yayılır. Beton kaplamanın elastik bir temel üzerine yüklenmiş bir kiriş olarak düşünülmesi sonucunda yayılması ortaya çıkar. Beton kesiti altında meydana gelen gerilmeler,

kaplamada meydana gelen defleksiyonun ve taban reaksiyon modülünün (yatak katsayısı) bir fonksiyonudur.

Asfalt kaplamanın bağlayıcı maddesi Asfalt Çimentosu, beton kaplamanın bağlayıcı maddesi ise Portland Çimentosu'dur. Türkiye'de asfalt üretimi ilk olarak, Batman Rafinerisi'nin kurulması ile başlamış olup, buna bugüne kadar Ataş (Mersin), Petkim (Aliağa), İpraş (İzmit) ve Kırıkkale rafinerileri takip etmiştir. Türkiye'deki Portland Çimentosu üretimi, 1950'li yıllardan itibaren, sürekli artış göstermekte ve çimento fiyatları da yıllara istinaden istikrarlı bir artış göstermiştir.

Ham petrolün büyük ölçüde ithal edilmesine karşın çimento hammaddesinin %100, çimento fabrikalarının da %98 yerli olmaları, fabrika sayısının artması ile taşıma mesafe ve bedellerinin ve dolayısıyla da maliyetin büyük ölçüde düşecek olması, konunun maliyeti ve ekonomisi açısından dikkate alınması gereken bir konudur.

Teknik yönden böyle bir karşılaştırmanın, kaplama tipi seçiminde yararlı olacağı açıktır. Ancak maliyet faktörünün bu seçimde etki edeceği kuşkusuz bir gerçektir. Bu sebep ile değişik nitelikteki teknik ve ekonomik parametrelerin karşılaştırmasını yapmak zorunludur.

Batman Köy yol ağı uzunluklarına baktığımızda ise Batman geneli 2.893 km köy yolu ağı uzunluğu bulunmaktadır. Kaplama türü olarak da yol ağının büyük bir kesiminin asfalt kaplama olduğu görülmektedir. Asfalt kaplamanın beton kaplamaya göre çok daha yüksek oranda olduğu (çizelge1.1) de görülmektedir.

Çizelge 1.1: 2017 yılı itibariyle Batman İli Yol Ağı uzunlukları

İŞİN CİNSİ		Faydalana n Köy Adedi	Faydalana n Mezra Adedi	Topla m Ünite Adedi	Topla m Nüfus	Topla m Km.si	% si
KÖY YOLU	ASFALT	193	80	273	44.463	1.258,07	43
	STABİLİZE	38	104	142	12.544	636,08	22
	TESVİYE	30	68	98	9.828	639,77	22
	HAM YOL	1	0	1	13	62,08	2
	BETON YOL	3	6	9	752	92,62	3
	KÖYİÇİ ASFALT	0	0	0	0	32,19	1
	KÖYİÇİ STABİLİZE	0	0	0	0	88,22	3
	KÖYİÇİ TESVİYE	0	0	0	0	12,55	0
	KÖYİÇİ BETON YOL	0	0	0	0	11,21	0
	KÖYİÇİ PARKE	0	0	0	0	60,17	2
	TOPLAM	265	258	514	67.600	2.893	100

Stabilize, Tesviye ve Ham yol köy yolları ağı kısmında tanımları yapılacağı üzere bir kaplama türü değildir. Yukarıdaki çizelgeden görüleceği üzere Batman İli köy yollarının ciddi anlamda yol üstü kaplamalarının yapılma ihtiyacı vardır.

Bu tez çalışması ile, köy yollarının yapımları aşamasında yol kaplamalarının tercih edilmesini etkileyen faktörler, yolcu, ülke ekonomisi ve kullanılabilirliği vurgulanarak yapılması gereken çalışma teknikleri incelenmiştir.

2. KÖY YOLLARI AĞI

Ülkemizde bulunan ulaşım sisteminin önemli bir parçası olan köy yolları ağı, köylerin diğer köylerle, illerle, ilçelerle ve diğer yerleşim birimleri ile bağlantısını sağlayan yollardan oluşmaktadır.

2.1 Tanımlar

Burada, Kırsal alandaki köy yollarını ve hizmet verdiği alanları tanımak için gerekli tanımları vermekle yetinilecektir.

Köy yolu: Devlet ve il yolları ağı dışında kalan köyü, köye ve bağlılarına, il, ilçe ve bucak merkezleri ile devlet ve il yollarına bağlayan yollara denir.

Köy yolu ağı: Köy yolu tanımına giren yollar ve köy içi yolların toplamıdır.

Kontrol kesim numarası (KKN): İlçe mülki sınırları içerisinde, güzergah tanımı yapılarak, başlangıç ve bitiş noktası tanımlanan her bir köy yoluna verilen numaradır.

Grup köy yolu: Aynı güzergah üstünde bulunan birden fazla sayıdaki köy ile bağlılarını il, ilçe ve bucak merkezleri ile devlet ve il yollarına bağlayan yollara denir. (Aynı güzergah üstünde en az iki köy bulunan yollar grup köy yolu olarak kabul edilir.)

Münferit köy yolu: Grup köy yolu ile bağlantı yolları dışındaki bir köyü veya bağlılarını grup köy yoluna, il, ilçe ve bucak merkezleri ile devlet ve il yollarına bağlayan yollara denir.

Bağlantı (alternatif) yolu: Üzerinde herhangi bir yerleşim yeri bulunmayan fakat, köyü ve bağlısını, birbirine veya il ve devlet yoluna birden fazla yol ile bağlayan, birinci derece öncelikli yol dışında olan yollara denir.

Köy içi yol: Yol yapımı ile bakımı makinelerinin çalışabileceği, köy veya bağlısının ana ulaşım yolu üstünde bulunan, yerleşim yerinin girişi ve çıkışını sağlayan yada ulaşım yolunun uzantısı niteliğindeki yola denir.

Birinci derece öncelikli köy yolu: Köyün yada bağlısının il, ilçe ve bucak merkezleri ile devlet, il ve grup köy yoluna en uygun güzergahla ulaşımını sağlayan yola denir. Buna göre, Grup köy yolu, Münferit köy yolu ve Köy içi yollar “Birinci Derece Öncelikli Köy yolu” kapsamındadır.

İkinci derece köy yolu: Köy yada bağlılarını, Birinci Derece Öncelikli ana ulaşım yolu dışında, birden fazla bağlantı yolu ile bağlısına, köye, grup köy yoluna, devlet ve il yoluna bağlayan yollardır. Bir başka deyiş ile; Birinci Derece Öncelikli Köy yolu tanımı dışında kalan yollar İkinci Derece Köy yolunu oluşturur. Buna göre; alttaki yollar bu yol kapsamına girmektedir.

- a) Köyü köye alternatif yol ile bağlayan yollar,
- b) Köylerin bağlılarını birbirine bağlayan yollar,
- c) Bağlısını, köyüne (Birinci Derece Öncelikli Yol hariç) iki ve daha fazla yol ile bağlayan yollar,

Turizm yolu: Devlet yolu veya il yolu ağında bulunmadığı halde ilin ekonomik ve kültürel gelişimine katkı sağlayan, turistik alanlarda yer alan yollara denir.

Ham yol: Başlangıç ve bitim noktaları tanımlanmış, yol ağına alınarak kontrol kesim numarası verilmiş, ancak üzerinde hiçbir çalışma yapılmamış tarla halindeki tasarlanan yoldur.

Tesviye: KKN (kontrol kesim numarası) tanımı ile belirlenen yol standartlarına uygun olarak arazi şeridinin kazı ve dolgu işlemlerinin yapılmasına başka bir ifade ile yeni yol açılmasına tesviye denir.

Stabilize yol: Tesviye ile sanat yapıları tamamlanmış olan yolun, ulaşım açılması için gerekli, teknik şartlara uygun malzeme (kum-çakıl ve kil karışımı) serilmesi işlemine denir.

Sathi kaplamalı asfalt: İnşası tamamlanmış olup ulaşım açılmış yolun, asfalt serimine hazır hale getirilip, astar işlemi yedirildikten sonra, asfaltın üst kısmı micir serilerek sıkıştırılmasıdır.

BSK(Bitümlü sıcak karışım) Asfalt: Bitümlü sıcak karışım ile hazırlanan asfaltın PMT(plentmix temel)i hazırlandıktan sonra finişer ile serilip sıkıştırılması işlemine denir.

İkinci kat asfalt: Daha evvel yapılmış olan mevcut asfalt kaplama üzerine bir kat asfalt daha serilmesine denir.

Beton kaplamalı yol: Çimento, agrega ve su ile kimyasal veya mineral katkı maddelerinin homojen olarak karıştırılması sonucu oluşup, zamanla katılaşıp sertleşip mukavemet kazanan kaplama türüdür.

Parke yol: Yolun üst kısmını oluşturan ve yüksek kalitede beton ile üretilen, yüksek mukavemete sahip olup, su emme oranı düşük vibrasyon ve pres uygulaması ile belli şekillerde elde edilen beton taşlardan oluşan yüzey kaplamalardır.

Sanat yapıları: İstinat duvarı, köprü, tünel, menfez ve benzeri yapılara denir. Yol platformunun güvenli şekilde geçişlerini sağlayan yapılardır.

Malzemeli bakım: Kaplaması bozulan veya güzergâh değişikliği ve yol genişletmesi sebebi ile yol yüzeyine yapılan malzeme serilerek yapılan işleme denir.

Malzemesiz bakım (greyderli bakım): Bozulan yolun hendek , şevleri ile platformunun düzeltilmesi için iş makinaları (örn:greyder) ile yapılan çalışmalara denir.

2.2 Köy Yolu Ağının Tespit Edilmesinde Uygulanacak Kriterler

Köyün yol güzergahı tespit edilirken idari yapı dikkate alınarak, köyün ulaşımı bağlı olduğu bucak veya ilçe üzerinden yapılmalıdır.

- Güzergah seçilirken düşük maliyetli güzergah seçilmelidir.
- Geometrik standardı yüksek alanlar tercih edilmelidir.
- Güzergah seçiminde en kısa güzergah tercih edilmelidir.

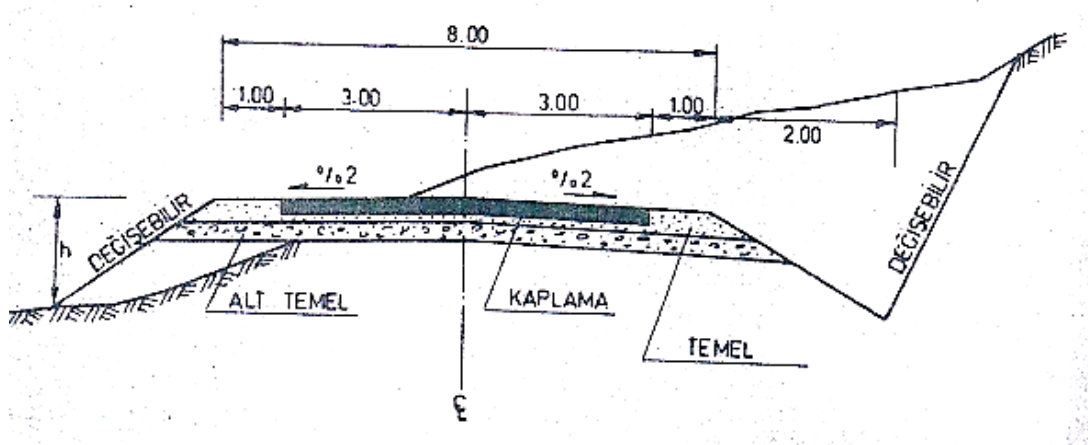
Güzergah tespitinde göz önünde bulundurulacak yerler arasında, sağlık ocağı, okul, köy kalkınma kooperatifleri, el sanatları, üretim tesisleri, küçük sanayi tesisleri gibi ekonomik, sosyal ve kültürel faktörleri barındıran birimler yer alır. Mümkün olduğu kadar bu yerlere yakın olan güzergah tercih edilmelidir.

- Yolun geçeceği yer topoğrafik yapısı en uygun yerlerden seçilmelidir.
- Yol geçilecek güzergâhta mümkün olduğunca az sanat yapısı ve köprüye ihtiyaç duyulan güzergah tespit edilmelidir.
- Yol güzergâhı tercihinde heyelan, sel baskını, bataklık, drenaj gibi sorunları olmayan uygun zeminli yerler tercih edilmelidir.

- İklim şartları ve mevsimsel değişimlerden en az etkilenen yerler tercih edilmelidir. Değişken iklim şartlarında en çok ulaşım imkânı sağlayan, güzergâhlar tercih edilmelidir.
- Güzergâh seçiminde yolun geçeceği taşınmaz üzerinde mülkiyet hakkında hukuki sorunu olmayan güzergah tercih edilmelidir.
- Belirlenen güzergâhta yol cephesi bulunan kişi ile hak sahipleri yürürlükteki mevzuat hükümlerine göre yol yapımı ile ilgili hukuki sorun olacak konular çözülmüş olmalıdır.

Yolun geçeceği taşınmazın temin edilmesi, Köy Kanununa göre Köy İhtiyar Meclisinin görev ve yetki sorumluluğunda dır. Bu neden ile gerekli olabilecek zemin etütlerine dayanılarak idarenin göstereceği taşınmaz; Köy İhtiyar Meclisi kararı ile temin edilip idareye teslim edilmek zorundadır. Ancak bu şekilde seçilen güzergah yol ağına dahil edilebilir.

- En fazla nüfus barındıran ve en fazla köye hizmet eden veya nüfusa hizmet eden özelliklerden en uygun olan güzergâh tercih edilmelidir.
- Trafik hacmi en fazla olan güzergâh tercih edilmelidir.
- Yolun geçeceği güzergahta, çevreye en az zarar veren, ekolojik dengeyi bozmayan güzergâhlar tercih edilmelidir.
- Zorunlu olmadıkça yol ağı artırılmamalı ve yol ağı dengeleri korunmalıdır.



Şekil 2.1: Köy yolları enkesiti (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2000)

Çizelge 2.1: Köy yolları standartları tablosu (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2000)

PROJE ELEMANLARI		BİRİNCİ SINIF			İKİNCİ SINIF		
YILLIK ORTALAMA GÖNLÜK TRAFİK		4000-2000			2000-1000		
PROJE SAATLİK TRAFİĞİ (Tugat/5sa.)		400- 200			200- 100		
TOPOĞRAFİK YAPI		Düz	Dalgalı	Dağlık	Düz	Dalgalı	Dağlık
PROJE HIZI (Km/sa.)		100	70	50	70	50	30
MAKSİMUM BOYUNA EĞİM		6	7	8	7	10	12
ŞERİT SAYISI		2	2	2	2	2	2
ŞERİT GENİŞLİĞİ (M)		3.50	3.50	3.50	3.00	3.00	3.00
• BANKET GENİŞLİĞİ (M)		1.50	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
PLATFORM GENİŞLİĞİ (M)		10.00	10.00	9.00	8.00	8.00	8.00
KAMULAŞTIRMA GENİŞLİĞİ (M)		35	35	30	25	20	15
PROJE YÖKÜ		H ₂₀ -S ₁₆	H ₂₀ -S ₁₆	H ₂₀ -S ₁₆	H ₂₀ -S ₁₆	H ₂₀ -S ₁₆	H ₂₀ -S ₁₆
KÖPRÜ GENİŞLİĞİ (Metre)	0-20						
	> 20						
UYGULANACAK KARMA EKRESİT TİPİ							
• Dağlık arazi üzerindeki kırık kesimlerde banket genişlikleri imla tarafından 50 cm. fazla, yama tarafında ekinik uygulanır.							
H ₂₀	Yükü kamyon ağırlığı	20 ton					
S ₁₆	Dişil ağırlığı	16 "					
		36 ton					



3. ASFALT KAPLAMALAR

3.1 Giriş

Bitümlü kaplama tabakalarından oluşan kaplamaya “asfalt kaplama” denir. Asfalt kaplama, tesviye yüzeyi ile sıkı bir temas sağlayan ve trafik yükünü; kaplama, temel ile al ttemel tabakaları aracılığı ile taban zeminine yayan bir kaplama şeklidir. Asfalt kaplamanın Stabilitesi; adezyon, tane sürtünmesi ile kohezyon gibi kullanılan agreganın ve bitümlü bağlayıcının özelliklerine bağlıdır.

Sathi kaplamalar: Asfaltın (bitüm) bağlayıcı malzeme şeklinde yüzeye yerleştirilmesi ile ardından bunun üzerine agreganın serilip sıkıştırılması ile yapılır. Karıştırma işlemi söz konusu değildir. Trafik yoğunluğu fazla olmayan yollarda uygulanır.

Sıcak karışım asfalt kaplamalar: Kaba ve ince agreganın bitümlü bağlayıcılar ile özel asfalt hazırlama tesislerinde harmanlanarak hazırlanıp, sıcak olarak serilmesine denir. Kalitelidir ve trafiği yoğun yollarda uygulanır.

3.2 Tanımlar

Yol kaplamaları tasarlanırken kullanılmakta olan kavramlara ait tanımlar aşağıda verilmiştir.

Taban zemini: Tesviye yüzeyinin altında kalacak olan, dolgu ya da yarmalarda kaplamanın taşıma kapasitesini artırabilecek bir derinliğe varana kadar indirilen malzemelerdir.

Temel: Alt temelin ya da tabanın üstüne kalınlığı hesaplanarak inşaa edilmiş bazı fiziksel nitelikleri taşıyan tabaka ya da tabakalardır. Temel tabakası yapılarak kaplamanın taşınması, gerilmelerin yayılarak azaltılması, kaliteli bir drenaj yapılması ve don etkisinin azaltılması amaçlanmaktadır.

Kaplama: Tesviye yüzeyinde(taban zemini üzerinde) trafiğin yükünü taşıyabilmek amacıyla yerleştirilmiş tabakalı yol yapısına denilmektedir.

Kaplama tabakası: Kaplamadaki en üst tabakasıdır. Genel olarak asfalt betonu ya da sathi kaplama kullanılmaktadır. Yapılma amacı kayma, trafiğin aşındırması ve iklim koşullarından kaynaklı ayrıştırma etkisinin azaltılmasıdır.

Lodometre çalışması: Araç dingillerinin sayı, tip ve ağırlıklarını saptamak amacıyla yapılan çalışmalardır.

Asfalt kaplama: Tesviye yüzeyine sıkıca bağlanan ve üstündeki yükü tabana yayan kaplama türüdür. Stabilitesi dane sürtünmesi, kohezyon ve agreganın kenetlenmesi faktörlerine göre değişmektedir.

Asfalt betonu: Granülometrisi düzgün olan bir kapta asfalt çimentosu, agreganın, filler ve ince agreganın belirli oranda çokça sıkıştırıp karışım oluşturularak elde edilmiş kaplama türüdür.

Aşınma tabakası: Asfalt betonu kaplamasının en üst kısmıdır.

Alt temel: Taban zemininin üstüne temel tabakasını taşımak amacıyla yerleştirilmiş, plastisite ve granülometri özellikleri belirlenmiş granüler malzemeyle yapılmış olan üst yapı tabakasıdır.

Analiz süresi: İlk inşaa ve daha sonra yapılabilecek takviye çalışmaları da katılarak verilmiş farklı projelendirmelere ait ekonomik kıyaslamaların yapıldığı zaman süresidir. (analiz süresi ile proje süresi birbirine karıştırılmamalıdır.)

Bölge faktörü: İklim ve çevre şartlarına üst yapı sayısını (SN) uydurabilmek amacıyla kullanılan sayısal bir faktördür.

CBR (California taşıma oranı): Alt temel, Temel ve taban zeminine ait taşıma kapasitesini belirleyebilmek için yapılan deneylerden çıkan sonucun % olarak hesaplanmış değeridir.

Dingil eşdeğerlik faktörü: Verilmiş bir dingil yükü ile başka bir dingil yükünün formülünü, kaplamanın hizmet gücüne etkileri yönünden gösteren nicel faktördür. AASHTO projelendirme rehberine göre 8,2 tonluk bir dingil, standart dingil kategorisine girmektedir. Değişik dingil yükleri ve dingil tekrarlarını kapsayan normal bir köy yolu trafiğinde bu yöntemin uygulanabilmesi için

farklı dingil yükleri, trafik eşdeğerlik faktöründen yararlanılarak standart dingile dönüştürülmektedir. Daha sonra trafik, dönüştürülmüş olan bu dingil yüklerinin yekûnu şeklinde (günlük veya 20 yıllık analiz periyodu için) verilmektedir.

Eşdeğer dingil yükü (standart dingil yükü) sayısı: Farklı sayı ve ağırlıktaki dingil yüklerinin, bir üst yapıda oluşturduğu toplam etkiye eşdeğer olarak ulaşan 8,2 tonluk dingil tekrar sayısıdır.

Hizmet kabiliyeti (servis kabiliyeti): Gözlem yapıldığı anda bir kaplamanın yüksek hız ve hacme sahip otomobil ve ticari araç trafiğine hizmet edebilme kabiliyetidir. (Hizmet kabiliyeti derecesi AASHTO'ya göre 5 ile 0 arasında bir sayı ile belirtilir.)

Planlanmış kademeli inşaat: Bazı tabakalarının yapılması ileri bir tarihe ertelenerek planlanmış yol kaplama inşaatıdır.

Proje CBR değeri: Proje kalınlıklarını hesaplanmaya yarayan, uygulanacakları yol kesimine ait zemin CBR değerlerini ifade eden CBR değeridir.

Proje EDY değeri: Proje boyunca yoldan geçmesi planlanan toplam eşdeğer 8,2 tonluk standart dingil yükünün tekrar sayısıdır.

Proje kalınlığı: Hesaplamalar ve proje verilerinin sonucunda elde edilen temel, alt temel ve kaplama katmanlarının kalınlıklarıdır.

Proje süresi (kabul edilen hizmet süresi): Yol trafiğe açıldıktan sonra ilk takviye tabakası uygulamasının yapılacağı (servis kabiliyetinin önceden planlanmış değere ineceği süre) planlanmış zaman arasındaki yıl sayısıdır. (Proje süresi, analiz süresi veya kaplama ömrü ile karıştırılmamalıdır, gerekli takviyelerle kaplama ömrü sürekli uzatılabilir.)

Seçme malzeme: Daha çok yol dolguları yapılırken taban zeminini oluşturabilmek için yol yarması ya da ödünç ocaklarından elde edilmiş uygun özelliğe sahip doğal malzemelerdir.

Son servis kabiliyeti indeksi (Pt): Proje süresinin bitiminde bir kaplamanın düşmesi hedeflenen hizmet kabiliyetinin derecesidir.

Tabaka katsayısı (a, a2, a3): Bir malzemeye ait kaplama sayısı (SN) ve tabaka kalınlığının arasında olan deneysel bağlantıyı ifade eden ve tabakaların dayanıklılıkları ile orantılı olan nicel faktördür.

Tandem dingil yükü: Taşıtı enlemesine kesen merkezleri ve birbiriyle aralarında en az 100 cm, en fazla 240 cm uzaklık olan paralel iki düşey düzlemin arasında kalmış iki ya da daha çok ardışık dingil tarafından yola iletilen toplam yüküdür.

Taşıt eşdeğerlik faktörü: Otobüs, otomobil, kamyon ya da treyler türünden bir aracın yoldan her bir geçişinden kaplamaya verilen zarara eşit bir etki oluşturan ortalama standart dingil yükü tekrar sayısıdır.

Tek dingil yükü: Merkezleri aracı enlemesine kesmiş olan ve birbirinden en fazla 100 cm aralıkta bulunan düşey iki paralel düzlem arasında kalmış tüm tekerleklerin ilettiği toplam yüküdür.

Tesviye yüzeyi (taban yüzeyi): Banketler ve yol kaplamasından oluşan altyapı zemininin üst yüzeyidir.

Ticari trafik: Karayollarında giden otobüs, kamyon ve treyler gibi araçların toplamıdır. Yüklü ağırlığının toplamı 3,5 tondan fazla olan araçlar bu sınıfta yer almaktadır.

Kaplama davranışı: Tekrar eden trafik yükleri nedeniyle kaplamanın hizmet kabiliyetindeki değişimlerdir.

Kaplama sayısı (SN): Taban zemini şartları, trafik, bölge faktörü ve son servis kabiliyetinin analizinden çıkan ve kaplamanın her bir katmanında kullanılan malzemenin tipine uygun tabaka katsayılarını kullanarak, asfalt kaplama tabakalarını kalınlaştıran sayıdır.

Zemin taşıma değeri: Asfalt kaplama aracıyla, nakledilen trafik yüklerini taşıması gereken taban zeminin taşıma kabiliyetini gösteren ve deney sonucunda varılan (CBR gibi) taşıma değerleri ile korole edilen, 3-10 aralığında değişiklik gösteren nicel değerdir (Umar ve Ağar, 1985).

3.3 Asfalt Kaplamalarda Kullanılan Malzemeler

Asfalt kaplamada taşıyıcı yapının iskeletini oluşturmak için agregalar ve bunların birbirine kenetlenmesini sağlamak için de hidrokarbonlu bağlayıcılar kullanılır. Asfalt kaplamalarda, hidrokarbonlu bağlayıcı olarak genellikle bitümler kullanılmaktadır (Dündar, 1998:61-98).

3.3.1 Agregalar

Agregalar doğadan ya da suni olarak elde edilebilir. Tane büyüklüklerine göre iri agrega, ince agrega ve mineral filler şeklinde gruplandırılmaktadırlar. Yol inşaatları yapılırken kullanılan agregalar, tortul, püskürük ve metamorfik doğal taş kayaçlarının kırılması, elenmesi ya da yıkanması gibi işlemlerle elde edilmiş diyabaz, diyorit, trakit, kalker, bazalt, dolomit, kireçtaşı, kumtaşı, çakmaktaşı kökenli olabilirler. Yine kum ve çakıl gibi mekanik dirençleri çok doğal agregalar da kullanılmaktadır. Asfalt kaplamalı yolların temel ve alt temel için kullanılmakta olan en bilinen suni agregalar yüksek fırın cürüfları, karışımlar için de agrega yerine klinkerler, filler olarak da çimentolardan oluşmaktadır. Çimentonun hidrolik bütünleştirici özelliğini bitümlü karışımlar için kullanmak zordur. Ancak çimentonun saf olması, standart tane dağılımı ve bitümlü bağlayıcılarla tepkimeye girmemesi nedeniyle filler malzeme olarak kullanılması daha olasıdır.

Özü nasıl olursa olsun asfalt kaplamalı yollar için kullanılması planlanan agregaların, her kaplama çeşidinde, şartnamelerle belirlenmiş fiziksel özellikleri taşınması gerekir. Agrega özelliklerini belirlemek için en çok uygulanan önemli deneyler şöyledir: Aşınmaya karşı direnç deneyi, Tane dağılımı (Granülometri) deneyi, Hava etkilerine karşı dayanıklılık (Donma - Çözülme) deneyi, Özgül ağırlık ve su emme deneyi, Cilalanma direnç deneyi ve Soyulmaya karşı direnç deneyidir.

Karışımlar için kullanılması planlanan iri agregaların, bağlayıcı malzeme ile yeterli adezyon kurabilmesi için pürüzlü kil kullanılarak yüzeylerindeki şilt benzeri çamurlu maddelerin ayıklanması gerekir. Bu nedenle asfalt tipi yol kaplamaları için çakıl gibi yüzeyi cilalanmış agregalar değil, daima kırma taş (mıdır) tercih edilmelidir (Umar ve Ağar, 1985).

3.3.2 Hidrokarbonlu Bağlayıcılar (bitümler ve yol katranları)

Yol kaplamalarında katranlar ve bitümler olarak iki çeşit bağlayıcıdan faydalanılmaktadır. Sıcaklık değişimine göre bu bağlayıcılara katı, sıvı ve yarı katı hallerde rastlanılmaktadır. Bu bağlayıcılarda kohezyon ve adezyon denilen iki önemli özellik bulunmaktadır. Bitüme göre katran, taş unsurlara daha iyi yapışır ancak ısıya dayanıksız olduğu için daha hızlı bozulmaktadır.

Petrol damıtılarak elde edilen bitümler, ucuz olmaları nedeniyle yol inşaatlarında daha çok tercih edilmektedir. Ancak bağlayıcılıklarını artırmak için birçok kimyasal katkı maddesi kullanmak gerekebilir. Böylece farklı amaçlar için kullanılacak farklı asfalt çeşitleri elde edilebilir. Bunlara örnek olarak Likit (Katbek) Asfaltlar, Asfalt Çimentoları, Asfalt Emülsiyonları gösterilebilir.

Hidrokarbon içerikli bağlayıcıların mekaniksel ve fiziksel özelliklerini tespit etmek amacıyla kullanılacak deneylerin isimleri şu şekilde sıralanabilir:

- - Özgül Ağırlık Ölçüm Deneyi
- - Akışkanlık Özelliklerinin Saptanması Deneyleri
- - Viskozite Deneyi, ve Penetrasyon Deneyi
- - Yüzdürme Deneyi ve Yumuşama Noktası Deneyi
- - Düktilite Deneyi ve Yanma Noktası Deneyi
- - Damıtma (Distilasyon) Deneyi
- - Eriticilerde Erime Deneyi

Karışımda kullanılan bitüme “dop” eklenerek bağlayıcı ile agrega arasındaki adezyon artırılabilir. Viskozitesi düşük bitümler ve katbek asfaltları için Dop maddelerinden faydalanılabilir (Umar ve Ağar, 1985).

3.3.3 Karışımlar

Temel malzemelerin dozunun dikkatle ayarlanıp, yüksek ısıya maruz bırakarak ya da normal hava koşullarında karıştırılması ile elde edilen kompozit malzemelere “Karışım ya da Bitümlü Karışımlar” adı verilmektedir.

Yol inşaatında bitümlü karışımlar aşağıdaki amaçlar için kullanılmaktadır.

Platformların düzgün yüzeyli olabilmesi,

Dingil yüklerinin taban zeminine üniform yayılabilmesi için,

Serbest agrega taneleri içeren yüzeylerde araç tekerleklerinden taş fırlatılmasını önleyebilmek için,

Suya karşı geçirgenliği olmayan ve düz olduğu için suyu üzerinden kaydırarak hızlı uzaklaştıran yol yüzeyleri elde etmek için uygulanmaktadır.

Bitümlü karışımlardan faydalanarak kalınlığı 2-12 cm aralığında değişen kaplama üretilmesi sağlanabilir. Türkiye'de en çok asfalt betonu kaplama, sıcak bitümlü temel ve yüzeysel kaplama türüne ait kaplamalar yapılırken bu karışımlardan faydalanılmaktadır.

Bitümlü karışımlar için aşağıdaki altı tür özelliği bulundurmasına bakılır:

- - Araç tekerleklerinden kaplamaya aktarılan aktif yüklere karşı gösterilecek “Stabilite Direnci”,
- - Bitümlü tabakalara alt tabakalarda gerçekleşen göçmelerden kaynaklı yansıması muhtemel deformasyon eğilimine karşı koymayı sağlayacak “Asfaltlık Yeteneği”,
- - İklim ve sıcaklık değişimlerinden kaynaklı etkilere, trafikten kaynaklı zorlanmalara, su varlığı ve aşınmaya karşı koyabilme yani “Dayanıklılık Özelliği”,
- - Cilalanmanın engellenmesi yani başlangıçta sağlanan pürüzlü yüzey yapısının korunması denilen “Kaymaya Karşı Direnç Yeteneği”,
- - Üretilmiş malzemenin istenilen kıvam ve üniformluğa sahip olup, çok az sıkıştırma enerjisiyle yerleştirilmesini sağlayan “İşlenebilirlik Özelliği”,
- - Yağışlar nedeniyle yüzeye inen sularının alt tabakalara geçmesini önlemeyi sağlayan “Geçirimsizlik Yeteneği” dir.

Bu özellikler belirlenirken sisteme has kalite kontrollerinden geçirilebilir. Karışımların sınanmasına yönelik en önemli teknik Stabilite deneyleridir. Karışımların içyapısı ve malzemelerini analiz edebilmek için Tane Dağılımı ve Ekstraksiyon deneyleri kullanılmaktadır (Umar ve Açar, 1985).

3.4 Asfalt Kaplamaların Yapımı

Bu bölümde yüksek standarda sahip asfalt kaplamalar için kullanılan sıcak bitümlü karışımların plantte üretilmesi, yola serim aşaması ve sıkıştırılmasını

anlatan uygulama yöntemleri ve uygulamada dikkat edilecek hususlar incelenmiştir (Tunç, 2001).

3.4.1 Bitümlü sıcak karışımların üretimi

Sıcak bitümlü karışımları üretebilmek için ilk olarak uygun nitelikte agregalar üretilmelidir. Bunun için taş ocaklarından çıkarılmış uygun büyüklüğe sahip kayaları konkasör tesislerinde kırarak agregaya dönüştürmek gerekir. Şayet kalite ve yakınlığı yönüyle uygun bir taş ocağı bulunamıyorsa, yakındaki bir dere ocağına bakılarak 1'' (25 mm)'den az olmayacak büyüklükteki çakılları konkasör tesislerinde kırarak da agregaya üretilir. Konkasör tesislerinde kırılan agregalar 0-5 mm, 10-20 mm ya da 20-Dmax gruplarından birinde üretilir.

Hangi gruba ait agregaya üretilcekse kırılan kayalar o elek analizlerinden geçirilerek istenilen gradasyon oranları belirlenir. Kullanılması planlanan asfalt, karışım ve agregaya ile ilgili deneyler yapılarak işyeri karışım formülü hazırlanır. Bundan sonraki aşama ise plentte sıcak bitümlü karışımların üretilmesidir. Kaliteli bir karışım elde edebilmek için her türlü hassas donanımı taşıyan asfalt plentleri, çok karmaşık ve pahalı tesislerdir. Günümüzde kullanılan üç farklı tipte asfalt plenti olup, bunlar aşağıda verilmiştir:

- - Harman tipi karışım (Batch-mix)
- - Sürekli tip karışım (Continuous-mix)
- - Kazan tipi karışım (Drum-mix)

Bunlardan en hassas olan ve en iyi sonuç alınan harman tipi plentlerdir. Bu yüzden, standardı yüksek yollar ve otoyollarda harman tipi karışım yapan plentler tercih edilmektedir. Açık gradasyona sahip karışımlar ya da standardı düşük yollarda sürekli tip karışım plentleri tercih edilmektedir. Kazan tipi plentler ise daha çok geri kazanım (recycling) işleri için kullanılmaktadır.

Asfalt plentleri "cehennem (dryer), soğuk agregaya besleme, asfalt besleme, mikser, sıcak elek ve agregaya besleme ile Filler besleme" denilen 6 kısımdan meydana gelmektedir. Asfalt plentlerde bulunan otomatik kontroller sayesinde istenilen kalitede bitümlü karışım elde edilebilir. Bunlar Çizelge 3.1'de görülmektedir.

Çizelge 3.1: Asfalt plenti elemanları ve fonksiyonları (Tunç, 2001)

ELEMAN	OTOMATİK KONTROL	FONKSİYONLARI
SOĞUK AGREGA BESLEME	-Silo kapaklarının ayarı -Bant hızının ayarı	Herbir agregaya grubu için miks-dizaynda belirtilen oranlar sağlanmalıdır.
CEHENNEM	-Isıtıcı -Süre ve ısı miktarı	Agregayı istenilen ısıya getirmelidir. Agreganın rutubetine göre ısı ayarlanmalıdır
SICAK ELEK ve SICAK AGREGA BESLEME	-Tartı sistemi -Kontrol sistemi	Agregayı doğru tartmalıdır. Yeterli sıcak agregaya yoksa karışım durmalıdır.
ASFALT BESLEME	-Asfalt tankı ısıtıcısı -Pompa ve debi	Asfaltı uygun ısıda tutmalıdır. Asfaltı doğru miktarda püskürtmelidir.
FİLLER BESLEME	-Besleme silosu -Ayar sistemi	Gerekli miktarda filleri karışıma katmalıdır.
MİKSER	-Karıştırma sistemi	Karışım süresi yeterli olmalıdır.
KALİTE KONTROL	-Numune alma tesisleri	Sıcak elenmiş agregaya ve asfalt deposundan numune alınabilmelidir.
ISI KONTROL	-Isı ölçme cihazları	Sistemin her yerinden ısı ölçülebilmelidir.

Asfalt plentiyle kaliteli karışım oluşturabilmek için aşağıdaki kontrolleri yaptırmak gerekmektedir:

- - Plentte ait bütün ölçüm cihazları (filler tartısı, agregaya ve asfalt tartısı, ısı göstergeleri vs.) kalibre edilmelidir.
- - Karıştırıcıya ait kazan ve paletler düzgün çalışır halde olmalıdır. (paletlerin konumu ve sayısı, kazan ısıtıcıları, boşaltma kapağı vb.)
- - Asfalt püskürtme sistemi tarafından üniform püskürtme işlemi yapılmalıdır. (Memelerin çapı, püskürtme süresi, açısı, basıncı vb.)
- - Yeterli süre karıştırılmalıdır.
- - Agregaya hazırlanırken oranlaması doğru yapılarak kurutulması sağlanmalı ve tüm danelerin asfaltla kaplı olmasına dikkat edilmelidir.
- - Asfalt miktarı tartılırken hassas olunmalı ve gerekli viskoziteyi sağlamak için yeterli ısı verilmelidir.

Yukarıdaki kontrollerin dikkatli yapılması sağlanmalıdır. Ancak buna rağmen istenmeyen özellikte karışımlar üretilmişse nedenleri araştırılmalı, tüm ihtimaller dikkate alınarak kusurlar giderilmelidir (Tunç, 2001).

3.4.2 Bitümlü sıcak karışımların serimi

Sıcak bitümlü karışımların serimi olayında, serim öncesi ve serim yapılırken olan işler olarak iki aşama vardır (Tunç, 2001).

Serim öncesi işler

Plentte hazırlanmış olan sıcak bitümlü karışımlar yola serilmeden önce aşağıdaki işleri yapmak gerekmektedir.

İnce Reglaj: Bitümlü sıcak karışım serilmeden önce projedeki kot ve eğime bakılarak yapılan temel tabakası yüzeyinde düzeltme yapılması gerekli işlerdir. İnce reglaj için aşağıdaki işlemleri yapmak gerekir:

- - Yağmur ve trafik benzeri nedenlerle temel tabakasının yüzeyinde bozulmaya uğramış kısımlar (ondülasyon, çökme, çukur vs.) kabartılarak kotuna ve eğimine uygun şekilde sıkıştırılmalıdır.
- - Yüzeyde ortaya çıkmış çatlaklar derin ve geniş şekilde kazılmalı ve temel malzemesi ile doldurularak sıkıştırılmalıdır.
- - Temel tabakası yapıldıktan sonra bir kış ya da daha uzun bir zaman geçmişse yüzey yeterli derinliğe kadar kabartılıp kırmızı kota ve eğime uygun şekilde tesviye edilerek sıkıştırılmalıdır.

Süpürme: Astarlamaya başlanmadan önce temel tabakasının yüzeyindeki toz, toprak ya da gevşek malzemelerin giderilmesi çalışmasıdır. Bu amaçla bir traktör arkasına takılmış mekanik süpürgeler aracılığıyla yolun yüzeyi temizlenmektedir. Yolun en yüksek kotundan başlanıp, yol boyunca şeritler halinde süpürme işlemi yapılmalıdır. Bu nedenle mekanik süpürgeye ait kambura yol eksenini ile belirli bir açı verilmeli, süpürülen maddeler şeritten dışarı atılacak şekilde ayarlanmalıdır. Yeterli temizliğin yapılabilmesi için süpürülen yüzeylerdeki rutubet oranının %2'nin altında, süpürgenin hızının da 15-30 km/h olması gerekir.

Astar ve Yapıştırma Tabakaları: Astar tabakası, ince reglaj ile süpürme işleri bitirilmiş temel tabakası üstüne belirli oranda sıvı asfalt püskürtülmesiyle elde edilen asfalt film tabakasıdır. Astar tabakası yapılmasının amaçları olarak şunlar gösterilebilir:

- - Yüzeyde bulunan serbest malzemeyi temel tabakasına bağlayıp, serim yapılırken üzerinden geçecek olan finişer ve asfalt kamyonları tarafından yapılabilecek kopartma ve aşındırma gibi etkilere karşı direnci artırmak.
- - Belli bir derece temel tabakasının içine nüfuz edip delikleri kapatmak ve böylelikle kapilerite ile gelecek suların asfalt tabakası ile temas etmesini engelleyip asfalt bağlayıcının soyulmasını ve oksidasyonunu önlemek.

- - Kaplama ile temel tabakasının ile yapışmalarını sağlayarak tabakalar arasında meydana gelebilecek kaymalara direnci arttırmak.
- - Kaplamadan önce temel tabakasının bakım ihtiyacını en aza indirmek.

Şayet asfalt tabakası, temel tabakası yapımından hemen sonra yapılmayacak ve belli bir vakit geçecekse mutlaka astar tabakası yapılmalı ve temel tabakası dış etkilere karşı koruma altına alınmalıdır. Bu esnada temel tabakası üzerinden araç geçişi engellenmelidir.

Astar tabakası yapılırken aşağıdaki belirtilen hususlara dikkat edilmelidir:

- - Astar tabakası için kullanılması planlanan sıvı asfaltın temel tabakasına yeteri kadar penetre (nüfuz) etmesi için kürün orta hızda olması gerekmektedir. Bu nedenle MC-30, CSS-1, SS-1h, SS-1, CSS-1h ya da RT-1 ve RT-2 gibi orta hızda kür olabilecek akıcı bitümler tercih edilmelidir.
- - Astarlanan tüm yüzeyler eşit kalınlıkta bir asfalt filmi ile kaplanmalı ve astarın tatbik edilirken yol yüzeyinin rutubeti %2'den çok olmalıdır. Hava sıcaklığı 50 C'den fazla ise astar işlemi yapılmalıdır.
- - Astar tabakasına homojen püskürtme yapabilecek bir distribütör kullanılarak 0,5-2,5 lt/m² olacak şekilde sıvı asfalt uygulanmalıdır. Kesin oran ise yol yapılırken deneme kesimlerinde ortaya çıkan gözlemlerden elde edilir. Yüzeyde göllenme olmamasına, çok kalın bir tabaka olmamasına ve temel tabakasının 1-1,5 cm'den az, 3 cm'den fazla penetre etmeyecek derecede olmasına dikkat edilmelidir.
- -Astar tabakası yapılırken kullanılan bağlayıcı maddenin uygulama ısılarının aşağıdaki gibi olmasına bakılmalıdır:

MC-30 için	25-500 C
Asfalt emülsiyonu için	20-700 C
RT-1, RT-2 için	20-500 C

- - Astarlamadan sonra sıvı asfalt temel tabakasında penetre olup kürünü yapabilmelidir. Bunun için de yeterli zamanın geçmesi gerekmektedir. Bu süreyi ortam sıcaklığı ve asfaltın viskozitesi etkilemektedir ancak asla 24 saatin altına inmemelidir
- - Kür uygulanırken yoldan geçişler engellenmelidir. Engellemenin yapılamadığı hallerde ise araç hızları 30 km/sa'i geçmemelidir.
- - Astarlama işlemi asla gece, rüzgârlı, kapalı ve nemli havalarda yapılmamalıdır.

- - Astarlamanın ardından yol yüzeyindeki düzensizliklerden kaynaklı bazı kesimlerde sıvı asfalt göllenme yapmışsa, bu durum süpürge ile düzeltilmelidir. Böyle durumlarda göllenmelere kum dökülüp sıvı asfaltın fazla kısmının kuma emdirilmesi sıkça yapılan bir yanıştır.

Yapıştırma tabakası: Sıcak bitümlü karışım tabakalarının arasında adezyon oluşturabilmek için yüzeye püskürtülen sıvı asfaltlardan elde edilmiş çok ince asfalt film tabakasına denilmektedir. Yapıştırma tabakası uygulanırken aşağıda belirtilen hususlara dikkat edilmelidir:

- - Yapıştırma uygulamasından hemen sonra bitümlü kaplama işlemine başlanacağı ve bağlayıcının da alt tabakaya penetre etme gereği olmadığı için RC-250, RC-70, RS-1, RS-2, CRS-1 ya da CRS-2 tipi hızlı kür olan sıvı asfalt, yüzeye homojen şekilde 0,15-0,50 lt/m² oranında uygulanmalıdır.
- - Sıvı asfaltın püskürtme ısıları aşağıda belirtildiği gibi olmalı ve Emülsiyonların viskozitesinin yeterli olabilmesi için %50 'ye yakın su eklenebilmelidir.

RC-70 için	50-800 C
RC-250 için	60-1000 C
Asfalt emülsiyonu için	20-700 C

- - Düzgün yüzeye sahip olmadığı için göllenme yaşanan kesimler kazınarak düzeltilmelidir.
- - Kür yapılabilmesi belirli bir zaman beklenmeli ve asla trafiğin işlemesine müsaade edilmemelidir.
- - Daha çok dik eğim, yaya geçitleri, keskin kurp ve kavşaklarda araçların kaplamaya öteleme uygulamasından kaynaklanan tabakalar arasındaki kaymanın önüne geçmek için düşük penetrasyona sahip sıvı asfalt kullanılmasına özen gösterilmelidir (Tunç, 2001).

Bitümlü sıcak karışımların serim işleri

Plentlerde üretilen bitümlü sıcak karışımlar kamyonlara yüklenerak yola taşınır. İstenilen kalınlık ve eğimde finişer kullanılarak yola serimi gerçekleştirilen karışım, daha sıcakken silindirler ile sıkıştırılıp inşa edilir. Buradan yola çıkarak plentte hazırlanmış karışımın taşınması, yolda serimi ve sıkıştırılması (kompaksiyonu) gibi işlemlerin ayrı ayrı büyük öneme sahip oldukları

söylenbilir. Plentte hazırlanan bitümlü sıcak karışımların ısıları, Çizelge 3.2’de verilmiş olan limitlere uygun hazırlanmalıdır. Bunun yanında asfalt çimentosu ile agrega ısıları arasındaki fark max 200 dereceyi geçmemelidir. Plentte üretilen karışım sıcaklığının, karışım yapılırken ortam ısısına göre Çizelge 2.3’de verilmiş olan sıcaklığın altında olması zorunluluktur.

Çizelge 3.2: Plentte karışım ısısı (KGM) (Tunç, 2001)

Asfalt Çimentosu Tipi	Asfalt		Agrega	
	Min.	Max.	Min.	Max.
60-70 Pen. AC	145 ⁰ C	160 ⁰ C	150 ⁰ C	165 ⁰ C
85-100 Pen. AC	140 ⁰ C	155 ⁰ C	145 ⁰ C	160 ⁰ C

Çizelge 3.3: Minimum karışım ısısı (Tunç, 2001)

Ortam Isısı (Gölgede)	Karışım Isısı (Min.)
5-15 ⁰ C	155 ⁰ C
15-35 ⁰ C	145 ⁰ C
>35 ⁰ C	140 ⁰ C

Kamyonlarla plentten serim noktasına kadar taşınan sıcak bitümlü karışımların, taşıma süresinin artması, hava ısısının azalması, rüzgârın artması, kamyon kapasitesinin küçülmesi (ya da karışımın kütesinin azalması), kamyon hızının artması gibi faktörlere bağlı olarak ısı kaybı da artmaktadır. Çok fazla ısı kaybeden bitümlü karışımın sıkışması da yeteri kadar yapılamamaktadır. Serim esnasındaki bitümlü sıcak karışım sıcaklığı en az 130 derece, sıkıştırmaya başlama esnasında da en az 110 derece olmalıdır. Eğer sıcaklık bu derecelerin altına düşerse asfalt viskozitesi artacağı için karışımın işlene bilirliliği azalmaktadır. Yine sıkışma direnci de büyük oranda artacağı için gerekli sıkışma yoğunluğu sağlanamamaktadır.

Serim işlemine başlanırken, bitümlü sıcak karışımla yüklenmiş kamyon geri geri gelerek finişere yaklaşır ve arka tekerlekleri finişerin itici merdanelerine değene kadar ilerler. Daha sonra damperini kaldırarak karışımı finişerin kazanına boşaltır. Kazana yüklenen karışım iletici bantlar sayesinde önden arkaya doğru ilerler. Arka tarafta bulunan spiraller yardımıyla segregasyona uğramaz ve tabla boyunca enine doğru yayılabilir. Böylece tablada bulunan karışım gereken

kalınlıkta serilmiş olur. Finişerin ittiği kamyonda bulunan karışım bitinceye kadar serim işlemi sürdürülür. Boşalan kamyon finişerden ayrılırken, başka bir dolu kamyon yaklaştırılarak aynı işlem tekrar edilir (Tunç, 2001).

3.4.3 Bitümlü sıcak karışımların kompaksiyonu

Kompaksiyonun terim anlamı sıkıştırma tekniğinde kullanılan işlerin tamamıdır. Asfalt kaplama işleminde kullanılan bitümlü sıcak karışımların kompaksiyonu (BSKK) yapıldığında performansı ve stabiliteyi önemli oranda etkilemektedir. BSkk'yı etkileyen faktörleri şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Asfalt
- Viskozite-penetrasyon
- Sıkıştırmada viskozite artış hızı - Agregasyon
- Danelerin şekilleri
- Gradasyon, yoğunluk, danenin maksimum boyutu
- Filler/asfalt oranı - Isı 37
- Ortamın ısısı, rüzgar ve rutubetin oranı
- Sıkıştırma işleminin karıştırılma, serme ve sıkıştırılma işlemleri sırasındaki karışımın ısısı
- Sıkıştırma anında karışımın yoğunluğu ve stabilitesindeki hız artışı
- Kaplamanın kalınlıkları ve değişkenliği
- Finişerin sıkıştırma miktarı
- Silindirin tip, ağırlık, hız, pas sayısı

BSKK'da aynı asfalt yüzdesi ve gradasyonu bulunan birbirinden farklı iki karışımın laboratuvarında gerçekleştirilen sıkıştırma testleri verileri doğrultusunda %98 oranında sıkışma elde edilebilmesi için dere malzemesi karışımına göre kırmataş malzemesi karışımının iki kata yakın daha fazla sıkıştırılma enerjisi kullanılması gerektiği anlaşılmaktadır.

BSKK için belli hızda ve pas sayısında silindirleme yapılması gerekir. Bu nedenle sıkıştırma işlemi için belirli bir süreye ihtiyaç duyulur. Bu işlem sırasında gerekli olan süreye karışımın soğuma hızı da dahildir. Zira karışımın soğuma hızı arttıkça sıkıştırılmaya karşı direnci de artacaktır. Bu yüzden karışımın soğuma hızını etkileyen faktörlerin belirlenmesi gerekir Karışımın

soğuma hızı öncelikle yapılan kaplama kalınlığı, havanın sıcaklığı, taban sıcaklığı ve rüzgarın etki gücüne bağlıdır. Kaplamanın inceliği ile soğuma hızı arası birbiriyle orantılıdır. Örnek verilecek olursa 25-35 mm kalınlığındaki kaplamada en kötü şartlarda 5 dakikada 50 ile 800 derece ısı kaybı oluşurken, kalınlığı fazla olan kaplamaların en uygun koşullardaki soğuma hızı saatleri bulabilmektedir.

Karışım ısısının azalması sıkışma direncinin artmasına neden olduğundan BSKK yapılırken hızlı davranılması gerekir. Bununla birlikte dikkat edilmesi gereken önemli bir husus, sıkıştırma makinesinin hızın artması sıkışma miktarının azalmasına sebep olacağından gerekli sıkıştırma yüzdeliğinin elde edilebilmesi ancak pas sayısının artırılmasıyla sağlanabileceğidir. Bu amaç doğrultusunda ilk geçişlerdeki hızı düşük tutmak sonradan hızlanmak yeterli sıkışmayı sağlayabilecektir.

BSKK'da dikkat edilmesi gereken hususları şu şekilde sıralamak mümkündür;

- - Silindirin tipini ve ağırlık seçimi yapılmalı
- - Silindiraj sırasına bakılmalı
- - Silindiraj tekniğine dikkat edilmelidir.

Bu hususlar özenli bir şekilde seçildiği müddetçe BSKK daha kolay yapılacak ve istenen kalite elde edilebilecektir (Tunç, 2001).

3.5 Asfalt Kaplamaların Bakım ve Onarımı

Asfalt kaplamaların bakım ve onarım ömrü, beton kaplamalara göre farklıdır. Asfalt kaplama projeleri çoğunlukla yirmi yıllık bir süre için yapılır. Bu süreçte yolda meydana gelen lokal bozukluklar özellikle her kış mevsiminden sonra onarılır. Bundan başka şu işlemlerde bu yollar üzerinde yapılmaktadır:

- - Yol yapımının ilk beş yılından sonra, küçük çaplı onarım ve yüzeylerin kaplanmasına ihtiyaç olabilir.
- - Projenin 10. yılında, yol yüzeyinde yenilemeye, pürüzlendirmeye ihtiyaç duyulacaktır. Bu süreç içerisinde yollarda tekerleklerin izleri oluşur, kayma ve sürtünme katsayısı düşer, yer yer çömeler veya kopmalar yaşanabilir.
- - Onbeşinci yılda ilk beş yıllık süreçte yapılan yüzey yapısı yenilenmesi gerekir.

- - Yirmi yılın sonunda yolun tasarım ömrü bittiği için yapı yeniden bir kaplamayla takviye edilir. Temelde tekrarlanan trafik yükleriyle zayıflama oluşması ve teker izlerinin 10 mm'yi aştığı yapısal çöküntünün meydana geldiği alanlardaki problemler belirlenerek yolun yeniden temellendirilmesi çalışmalarına başlanması gerekir.

Bunlardan başka, yollarda temele ve temel altı tabakalara yönelik onarımlar ve değiştirmelere de ihtiyaç olabilir. Yollarda yapılacak olan bakımlar bir yandan önemli oranda maliyete yol açarken diğer yandan günlük yaşamı etkileyecek şekilde yolun bir şeridinin veya tamamının geçici bir süreyle de olsa kapanmasına yol açmaktadır. Bakım sürelerinin uzun olması trafiğin yoğunlaşmasına ve günlük hayatı olumsuz etkilemesine neden olacaktır. Bu yoğun trafik alanlarının bakım onarım masrafları da oldukça fazladır.

İngiltere'de bulunan Yol Araştırma Laboratuvarı yol çeşitlerini kırsal otoyollar, otoyol karakterine sahip çevre yolları, kırsal ikinci derece yollar ve konut bölgesi yolları şeklinde dört gruba ayırmıştır. Bu yollarda kullanılacak asfalt ve beton kaplamanın ilk yapımı ve daha sonraki bakı ve onarımlarının sebep olduğu trafik yoğunlaşmasının 50 yıllık bir periyottaki maliyeti üzerine yaptıkları bir araştırmada;

- - Kırsal ikinci derece yolları ve konut bölgesi yol ağı asfalt kaplamaya göre beton yol yapımının ilk yapım masrafları daha pahalı olduğu bildirilmiştir.
- - Kırsal otoyol, asfalt kaplamanın ilk yapım masrafları ile 50 yıllık bir süreçteki bakım masrafları bir birine eşit olmaktadır. Bununla birlikte diğer üç yol çeşidinin 50 yıllık bakım masrafı ilk yapım masrafının altında kalmaktadır. Konut bölgesi yollarında ise 50 yıllık bakım masrafların ile ilk yapım masrafları arasında 1 /5'lik oranda bir düşüş tespit etmişlerdir.
- - Yol bakımlarının sebep olduğu gecikmelerin en fazla etkisi çevre yollarda olması sebebiyle bakım masrafının bu yollarda artışı gerçekleşmiştir.
- - Kırsal otoyolların bakım masrafları beton yollara göre önemli oranda düşük kalmaktadır.
- - Kırsal ikinci derece yolların asfalt ve beton kaplama bakım masrafı birbiriyle neredeyse aynı olduğu bildirilmiştir (Tunç, 2001).

3.6 Asfalt Kaplamalarda Teknolojik Gelişmeler

Modifiye Bitümlü Asfalt Betonu: Bu kaplama çeşidi yol yapımında kullanılan kaplamanın servis ömrünün ve performansının artırılması, bozulmaya karşı daha dayanıklı olması ve kaplamanın sıcağa karşı duyarlılığının azaltılması amacıyla uygulanabilir.

Renkli asfalt betonu: Bu asfalt türünü çoğunlukla bisiklet yolu ve yaya geçiti yapımında kullanılır. Bunun yanı sıra renkli görünümü estetik bir görüntü oluşturduğu için tercih edilebilmektedir.

Kaplama kalınlığına göre asfalt betonları: asfaltlar kalınlıklarına göre 4-5 cm ise ince, 2-3 cm ise çok ince ve 2 cm'den daha az ise süper ince asfalt betonları olarak adlandırılmaktadır. Bu asfalt türlerinden ince ve çok ince olanlar kaplama yetersizliği sebebiyle oluşan bozulmaların minimal düzeye indirilmesi, kaplama kalınlığının azaltılması, Balom maliyetinin düşürülmesi, eski kaplama üzerine koruyucu bir tabakanın oluşturulması amacıyla uygulanmaktadır. Birçok polimerlerle, fiber yapıllı elastomerlerle ve lastik gibi maddeler kaplamaya katılarak mekaniksel ve fiziksel özelliklerinin iyileşmesi, dayanıklılığının artırılması, servis ömrünün uzatılması ve balom giderinin düşmesi hedeflenmektedir.

Stone mastik asfalt: Ağır taşıt trafiğinin olduğu bölgelerde deformasyona ve yorulma çatlaklarına karşı gösterdiği direncin yanı sıra yol üzerinde oluşabilecek tekerlek izlerinin oluşmaması için iyi bir çözüm olarak görülmektedir.

Lifli asfalt betonu: Kaplamadaki bitümlü karışımının stabilitesi ve yüzeysel kayma sürtünme katsayısında artış oluşturulması amacıyla lifli malzemeler bir araya getirilerek asfalt oluşturulur.

Slurry seal: Eski kaplamanın pürüzlülüğü, yaşlanmaya karşı direnci, kohezyon ve asfaltlık sağlaması açısından koruyucu tabaka şeklinde uygulanır. Bu asfalt türünün sağlamlığı ve ekonomikliğı tercih edilme sebeplerindedir.

Resinous seal: Bu tür asfaltlarda koruyucu örtü oluşturma amacıyla tabakalamada kullanılır.

Soğuk bitümlü karışım: Kaplamaların onarımı ve yamalanması işleminde kullanılır. Uygulaması ve işlenmesi oldukça kolay bir karışımdır.

Geçirimli asfalt betonu: Asfalt üzerindeki suların drenajına aracılık eden bir asfalt türüdür. Yolun yüzeyine gelen suyun gövdeye inmesini ve yolun üzerinden uzaklaşmasını sağlar. Bu kaplama sayesinde bir drenaj sistemi oluşur ya da geçici bir süreliğine suyun gövdeye geçmesi sağlanmış olur. ABD (Dallas), İngiltere, Macaristan, Hollanda, Fransa, Norveç gibi birçok ülkede uygulanan bu asfalt türü yol yüzeyinin daima kuru kalmasını sağlar, yüzeyin kayma direncinde artış oluşturur, gürültü seviyesini azaltır, su sıçramasını önler. Bu nedenlerle şimdilerde çoğu anayolların yapımında bu tür asfalt kullanımı tercih edilmeye başlanmıştır.

Cape - seal: İyi seçilen uygun yapıda bir agregayla yapılan yüzeyel kaplama ve Slurry Seal'in bu kaplama üzerine uygulanmasından oluşan bir kombinasyondur. Bu asfalt türü yol yüzeyine gelen suyun alt katmanlara geçişini önler, pürüzlü yüzeye sahip olması nedeniyle suyun yolda birikmesini önler, yolculuk konforunun artmasını sağlar, yüzeyin kayma direncinde artış oluşturur, eskiyen kaplamaların dağılmasını önlemektedir.

Modifiye bitümlü yüzeysel kaplama; Bu kaplama asfalt türü bozulmaların en az seviyeye indirilmesi, servis ömrünün artmasını sağlar (Ağar vd., 1999).

3.7 Asfalt Kaplamaların Üstünlükleri ve Sakıncaları

- - Trafikte düzgün ve gürültü oluşturmeyen bir yüzey meydana getirir.
- - Kuru iken yüksek kayma sürtünme katsayısı oluşturur.
- - Yolun üstünde oluşan yükün alt tabakalara yayılmasını sağlar.
- - Geçirimsiz bir yapıda yüzeyin oluşmasına aracılık eder.
- - Kademeli inşaat işlemleri için oldukça uygundur.
- - Bakım-onarım işlemleri trafik akışı altında yapılabileceğinden servis yoluna ihtiyaç duyulmaz.
- - Yapım ya da onarımı müteakiben trafik akışı sağlanabilir.
- - Bilgi ve ekipman sorunu yaşanmadığı için ülkemizdeki bu işle ilgilenen personellerin yeterli deneyimleri vardır.

- - Uygulamada bakım-onarım işlemlerinin kolayca yapılması önemli bir avantaj olarak görülür.
- - Rengin koyuluğu sebebiyle gece görüş zorluğuna yol açar ve çizgileme ihtiyacı doğar.
- - Hammaddesi petrol olduğu için ithalat ile sağlanması dezavantajdır.
- - Rafineri yerleşimleri sebebiyle taşıma mesafelerinin uzaklığı söz konusu olur
- - Isıtılması gerektiği için fazladan enerjiye ihtiyaç duyulur.
- - Taşıtlardan yağın, mazotun, benzinin ve diğer birçok kimyasal maddenin yol yüzeyine akması olumsuzluklara sebep olur.
- - Soğuk iklimi bulunan bölgelerdeki kar ve buzla mücadelede kullanılan tuzlama işlemleri yüzeyin bozulmasına neden olur.



4. BETON KAPLAMALAR

4.1 Giriş

Çimento betonuyla gerçekleştirilen kaplamalar “beton yol” olarak adlandırılır. Yolların kaplamasında kullanılan beton, trafikten gelen şiddetli yük etkisini tabana ileterek, tabanın deformasyonunu engeller. Betonun çekme direnci oldukça düşük olup deformasyonla gerilme arasında oluşan bağlantılar lineer özelliğe sahip değildir. Bununla birlikte, yükün kalkmasından sonra bir süreliğine betonda kalıcı deformasyon görülebilir. Bundan sonra betonun yavaşça ilk duruma dönmesi mümkün hale gelir. Bir tekerleğin yükü bir beton üstünden geçtiğinde basınç, eğilme ve çekme gerilmeleri meydana gelir. Tekerin geçiş işlemi bittikten sonra ise gerilmenin yönü değişecek ve kaybolacaktır. Kamyon trafiğinin yoğun olduğu beton yollarda gerilme değişimleri kısa zaman aralığında sürekli meydana gelecektir. Bu yollarda beton plağın çekme ve basınç değişiminde sürekli bir gerilme meydana geleceği için bir zamana sonra malzemede yorulma oluşacaktır. Bu nedenle böyle gerilme türlerinin betonun sürekli direncinin oldukça altında gerçekleşmesi lazımdır. Yol yapımında kullanılan birçok malzeme gibi betonun da sıcaklığının artması ya da azalması beton kaplamanın genişlemesine ya da büzülmesine neden olacaktır. Ayrıca, kaplamanın alt ve üst yüzlerinde güne ve mevsime göre değişen ısı ve nem farklılıkları eğilmeye ve bükülmeye yol açacaktır.

Beton kaplamada meydana gelen değişiklikler kendi özellikleri ile beraber kaplamanın altına yerleştirilen temele ve tabandaki toprağın özelliklerine bağlıdır. Bu nedenlerle, projelendirme yapılırken, taban toprağının özellikleri, temeli oluşturan malzeme, betonun yapısına katılan kumun, çakılın, çimentonun ve betonarme demirin fiziksel özellikleri incelenmeli ve istenilen özelliklere göre bir projelendirme yapılmalıdır.

4.2 Beton Kaplamaların Tarihçesi

Yolların yapısında kullanılan puzzolanik ve hidrolik bağlayıcı maddeler ilk kez Romalılarca M.Ö. 1.yy. kullanıldığı sanılmaktadır. İki kısım doğal puzzolan ve bir kısım kireç bir araya getirilerek taşların birbirine yapıştırılması sağlanmıştır.

Eski dönemlere ait bu yapıştırma işlemi yeni dönemlerde yerini beton almış, 1924'lü yıllarda eski taş ve parkeden oluşan yolların betonlaştırılmasına yönelik Daniel Boutet yoldan çıkarılmış taş parke kumları tesviyelenerek sıkıştırılmış ve üzerine çok kuru beton dökülerek silindirlenmiştir. 21. yy başlarında Fransa, Grenoble bölgesinin tali yollarının kısa kesimi de beton kaplama ile yapılması bu süreçteki bir diğer gelişmedir.

Beton yol iki tabakadan oluşturulmuştur, alt tabaka düşük dozlu (250 kg/m^3) yuvarlağımsı malzemelerden yapılırken, üst tabaka daha ince ve yüksek dozlu (400 kg/m^3) kırılmış sert agregalardan oluşmaktadır. Bu iki tabaka birbirinin ardına yapılarak iri taneli zengin ve kesintili granülometrilik agregalar kullanılarak 18 cm beton plaklar oluşturulmuştur. Bu uygulamada ara sıra kenarlar daha büyük kalınlıkta yapılmıştır. Aralıklarına 10- 20 metrelik enine derzler, kavak ve kızılğaçtan oluşan ahşap latalar beton içine koyularak sıkışması sağlanmıştır.

Beton, yolun üzerine boşaltılarak kürekle düzeltilmiş, tırmıklanmış ve silindirlerle sıkıştırıldıktan sonra, prizmatik sıkıştırıcı ve titreşimli sıkıştırıcı kullanılmıştır. Yüzey, perdahlanması işçinin mala kullanmasıyla gerçekleştirilmiştir.

ABD'de 1930 yılların sonuna doğru doğal zemin çimentoyle kaplanmaya başlanarak özelliklerinin iyileştirilmesi, iklim koşullarına karşı daha az duyarlı hale getirilen platformlar oluşturulmuştur. Bu platformların yüksek trafik yoğunluğu bulunan yollarda, üst tabakalara taban şeklinde kullanıldığı bildirilmiştir.

1933'lü yıllar endüstrileşmenin gerçek anlamda olduğu bir dönemdir. Askeri birimlerin hızlı ve güvenli bir şekilde yer değiştirmesini sağlamak ve işsizlikle mücadele etmek amacıyla Almanya'da başlayan ilk beton otoyol inşaat şantiyeleri sonraları Belçika ve Fransa'ya yaygınlaşmıştır.

Otoyollar için kullanılan beton plak kalınlıkları en az 24 cm olacak şekilde seçilmiş, bunun üst kısmından 5 cm'lik alan aşınma tabakasını oluşturmuştur. Beton tabakanın alt temeli, sıkıştırılarak düzeltilen küçük kalınlıklı kum tabakasından meydana getirilmiştir. Enine derzleri, yol eksenine dik, yeni atılmış beton içerisine gömülen demir cetveller oluşturmuştur. Bundan sonra aynı işlemi, titreşimli silindirler gerçekleştirmiş, enine derzler 6,0 m aralığında yapılarak her 10 enine derz için bir adet dilatasyon derzi yerleştirilmiştir. Dilatasyon derzinin de içine yerleştirilen sıkışabilir malzemeler ve bağımsız plaklar çelik donatılarla birbirine bağlanılmıştır.

Yola yerleştirilecek beton hazırlanırken iki farklı yöntem uygulanmıştır;

- İlk yöntemde göre beton sabit santral aracılığıyla karıştırılmış, sonrasında vagonet ya da kamyonlarla yola taşınmıştır.
- İkinci yöntemde göre de yol şantiyesinin ilerlemesi beton santralinin de yer değiştirmesini gerektirmiştir.

Bu dönemlerde ABD'de de her iki yöntemin birleştirilmesi ile agrega ve çimento karışımının, bölmeli kamyonlar ile şantiyeye taşınması gerçekleştirilmiş, şantiyedeki "tırtıl" isimli taşıyıcıların üzerine yerleştirilen 1 m³ kapasitesi bulunan ya da iki tamburlu özel betoniye içinde karıştırılmıştır. Bu şekilde elde edilen beton, yönlendirilebilecek alanlar boyunca hareket edebilen bir iletici kovayla yola dökülmesi sağlanmıştır.

Yolun hem enine hem de boyuna profil kalitesi betonun kalıplar arasına serilmesiyle, kalıpların nivelmanıyla ve yerlerinden oynaması engellenmesi sağlanarak elde edilmiştir. Bu sistemde metalik deformasyona yol açmayan kalıpların kullanılması, inşaat makinelerinin yolda deforme olmadan taşınmasına imkan vermiştir. Bu işlemlerde betonun yolda sıkıştırılarak perdelanmasına kadar geçen aşamalar ABD, Japonya, Belçika ve Almanya'da makinelerle gerçekleştirilmiştir

Beton yol yapımında meydana gelen teknolojik gelişmeler adına ön gerilmeli beton, sürekli betonarme, geçirimli beton, hazır beton, lifli beton, kayar kalıp gibi yenilikler günümüzde yapılan modern yol yapımı seçenekleri arasında yerini almıştır (Ağar vd, 1998).

4.3 Tanımlar

Kaplama: Trafik yükünün taşındığı, taban zemin üzerindeki tesviye yüzeye konulan tabakalı yol yapısına verilen isimdir.

Asfalt kaplama: Yükün taban yüzeyine dağılmasını sağlayan ve sürekli bir şekilde her noktada taban yüzeyiyle sıkı temas sağlayan kaplamadır.

Beton kaplama: Eğilme direnci çok fazla portland çimentosuyla yapılan tek tabakalı plak vasıtalarıyla yükün taban zeminine dağıtılmasını sağlayan kaplama türüdür.

Taban zemini: Tesviye yüzeyinin altındaki, yarma ya da dolgu kaplamanın taşıma gücünü etkileyebilecek bir derinliği bulunan malzemelerden oluşan tabakadır.

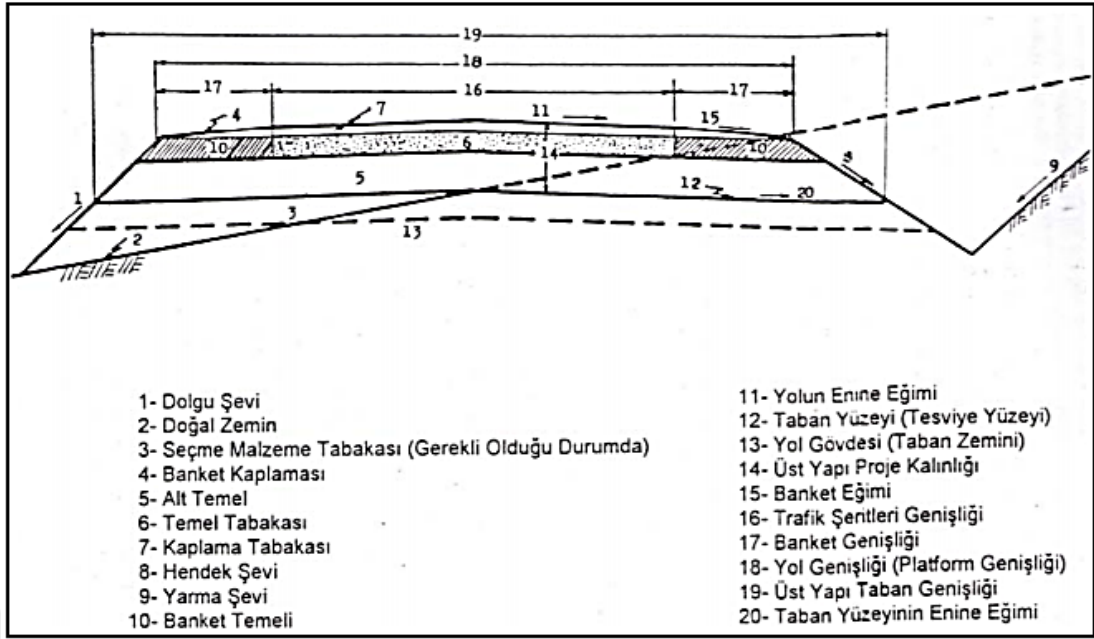
Tesviye yüzeyi: Yol kaplamasının ve banketlerin oturtulduğu yol altyapı zemininin üst yüzeyidir.

Alt temel: Temel tabakasının taşınmasını sağlayacak taban zemininin üzerine yerleştirilebilen, granülometrisitesi ve plastisitesi bulunan granüler malzemeli kaplama tabakasıdır.

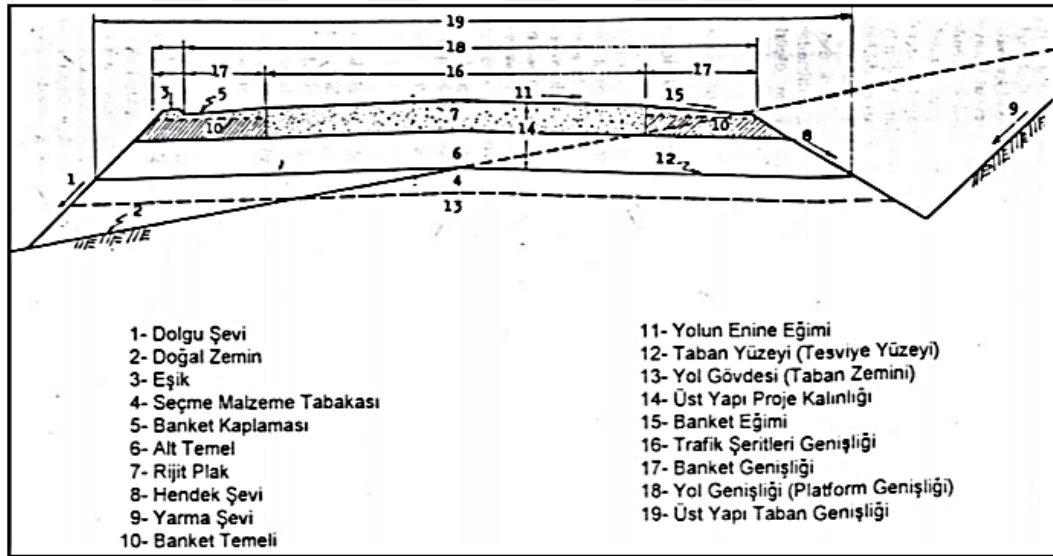
Temel: Alt temel ya da tabanın üzerine belirli bir kalınlık ile inşası yapılan belli fiziksel özellikleri bulunan tabaka ya da tabakalardır. Temel tabakası, kaplamanın taşınması, gerilmelerin yayılması, iyi bir drenajın oluşturulması, don etkisinin azaltılmasını sağlama gibi görevleri bulunmaktadır.

Kaplama tabakası: Kaplamayı oluşturan en üst tabakadır. Çoğunlukla asfalt beton ya da yüzeysel kaplamalardan ibarettir. Kayma, trafiğin aşındırması ve iklim koşullarından kaynaklanan ayrıştırma etkisinin engellenmesine yardımcı olur.

Seçme malzeme: Yol dolguları için taban zemin oluşturmada kullanılan yol yarması ya da ödünç ocaklardan alınan uygun özelliklere sahip doğal malzemelerdir (Ağar vd, 1998).



Şekil 4.1: Asfalt kaplama en kesiti (Ağar vd, 1998)



Şekil 4.2: Beton kaplama en kesiti (Ağar vd, 1998)

4.4 Beton Kaplamalarda Kullanılan Malzemeler

4.4.1 Giriş

Klasik çimento betonunun oluşturulması aşamasında karıştırma yerine kalıplama ve vibrasyon yöntemi seçilir. Bu durumda malzemenin ve bileşenlerinin karıştırma işlemi sırasında zarar görmesi engellenmiş olur.

Beton; çimento, mineral agrega, su, çelik donatı, kimyasal katkıların bir araya getirilmesinden oluşur. Ayrıca, betonun kürüne gerekli olan malzemelerle birlikte derz dolgu için gereken malzemeler de betonun bileşimine katılabilir. Bu bileşenlerin her birinin kendine has tanımlanan rolü bulunduğu için yapılacak betonun özelliğine göre malzemelerle ilgili kurallar ve sınırlamalar tayin edilmeli ve kullanım sırasında oluşacak özel koşullar göz önüne alınmalıdır.

Beton yol döşemelerinin kalınlığı çoğunlukla 15 cm'den daha fazla olacak şekilde üretilir. Beton dökümü tek geçiş ile yapılır. Beton oluşumunda kullanılacak bazı bileşenler çok fazla kullanılabilirdiğinden malzemelerin sağlanması, depolanması ve şantiyenin optimal düzeni için organizasyonun bu konulara dikkat etmesi gerekir. Çizelge 3.1 incelendiğinde çeşitli şantiyelere örnek olabilecek bir çalışma günü için birim alanda (m^2) tüketilebilecek malzemeler ve bileşenlerin ortalama değerlerinin verildiği görülmektedir.

Malzeme ve Bileşenler		Yeni Yol Yapımı (Yükü Trafik) e=25 cm; B=8 m; 1000m/gün		Devlet Yolu (Takviye Çalışması) e=22 cm; B=8 m; 800m/gün	
		m^2 ye Kullanılan	1 Günde Kullanılan	m^2 ye Kullanılan	1 Günde Kullanılan
Beton	M^3	0,25	2000	0,22	1400
Çimento	kg	85	$700 \cdot 10^3$	75	$450 \cdot 10^3$
İnce Taneli Malzeme	kg	10	$80 \cdot 10^3$	9	$60 \cdot 10^3$
Kum	kg	175	$1400 \cdot 10^3$	155	$1000 \cdot 10^3$
Çakıl	kg	320	$2500 \cdot 10^3$	280	$1800 \cdot 10^3$
Karma Suyu	lt	25	$200 \cdot 10^3$	22	$140 \cdot 10^3$
Yıkama Suyu	lt	30	$240 \cdot 10^3$	27	$170 \cdot 10^3$
Hava Sürükleyici	kg	0,05	$0,4 \cdot 10^3$	0,045	$0,3 \cdot 10^3$
Akışkanlaştırıcı	kg	0,5	$4 \cdot 10^3$	0,45	$3 \cdot 10^3$
Donatı Demiri	kg	0,12	$1 \cdot 10^3$	0,12	$0,7 \cdot 10^3$
Kayma Demiri	kg	0,5	$4 \cdot 10^3$	0,5	$3,2 \cdot 10^3$
Kür Kimyasal Malzeme	kg	0,15	$1,2 \cdot 10^3$	0,15	$1 \cdot 10^3$
Derz Koruyucusu	kg	0,015	$0,12 \cdot 10^3$	0,015	$0,1 \cdot 10^3$

Şekil 4.3.: Malzeme ve bileşenlerin tüketim değerleri (Tunç, 2001)

Tablodaki veriler incelendiğinde şantiyenin özellikle agrega malzeme stoklanmasına dikkat etmesi gerektiği anlaşılır. Ayrıca, şantiyelerde ön stoklama yapılmaması gereken çimento ile birlikte başka kimyasalların düzenli

bir şekilde kullanılabilmesi için ulaşım ve taşımanın iyi organize edilmesi gerektiği de unutulmamalıdır (Tunç, 2001).

4.4.2 Çimento

Standartlara uygun beton yol kaplama uygulamasında hızlı işlenebilen ve belli ek koşullara sahip çimento türlerinin tercih edilmesi gerekir. Genel tanımlama yapılacak olursa çimento; suyla karıştırıldıktan sonra az ya da çok akıcı niteliğe ulaşan yalnızca su aldığı priz yapabilen, katılarak nihayetinde sertleşen tane boyutları genellikle 90 mikronun altına düşürülen malzeme olarak ifade edilebilir.

Teknik ve ekonomik açıdan çimento, portland klinkleriyle birlikte puzzonlanların yüksek fırın cürüfları ve termik santral uçucu küllerinin ikincil bileşen şeklinde kullanılması olarak da tarif edilebilir (Tunç, 2001).

Özellikler

Çimentonun bileşimine giren etmenlerin kendilerine göre hidrolik ya da puzzonlanik özelliklerinin bulunması zorunludur.

- - Hidrolik yapı; su yardımı ile bir bağlayıcının priz yapması ve duyar bileşik oluşturma yeteneğidir.
- - Puzzonlanik yapı; kendi kendine hidrolik bağlayıcılığı olmasa da ince öğütüldüğünde normal sıcaklıklar altında su ile birleştiğinde kalsiyum hidroksidin bünyeye bağlanması ve malzemenin hidrolik özellik kazanması sağlanır.

Çimentonun karışımdaki temel görevi, katılması gereken betona mekanik direnç vermektir. Çimento yapısında bulunan ince taneli doku, kalıba yerleştirilen betonun yoğunluğunun artmasında ve priz öncesi karışım işlenebilirliğinin sağlanmasında önemli etkisi bulunmaktadır. Betonun dayanıklılığının yükseltilmesi için işlenebilirliği ve yoğunluğuna dikkat edilmesi gerekir.

Çimentonun su alması aşamasında, malzemeler rötre yapar ve ısı yayar. Rötre, çimentonun suyla temas etmesiyle başlar, belli bir süreden sonra hızlı bir şekilde gelişmektedir. Bu nedenle beton taşınırken ve kalıplanırken bu süreye dikkat edilmesi gerekir. Priz süresi ise ısının oluşması ve malzemenin büzülmesi

çoğunlukla çimentoyu oluşturan bileşenlerin oranları ve ince taneli olmasına bağlıdır.

Çimentonun suyla kimyasal reaksiyon oluşturması sonucunda, havanın ya da suyun etkisinde katılaşması ve sertleşmesi hidrolik çimentolar şeklinde isimlendirilmelerine yol açar.

TSE standartlarında ülkemizde üretilen çimentolardan Portland Çimentoları (TS 19); (PÇ), N/mm² (1 N/mm² =1 MPa=10 kgf/cm²) cinsi üzerinden 28 günlük basınç direncine göre: PÇ 32.5, – PÇ 42.5, – PÇ 52.5 olarak üç farklı şekilde gruplandırılır.

Çizelge 4.1: Standartlara göre Çimento Çeşitleri

Katkılı Portland Çimentosu	(KÇ 32.5)	(TS 10156)
Traslı Çimento	(TÇ 32.5)	(TS 26)
Beyaz Portland Çimentosu	(BPÇ 32.5 ve BPÇ 42.5)	(TS 21)
Yüksek Fırın Cürufu Çimento	(CÇ 32.5 ve CÇ 42.5)	(TS 20)
Uçucu Küllü Çimento	(UÇK 32.5)	(TS 640)
Süper Sülfat Çimentosu	(SCÇ 32.5)	(TS 809)
Sülfatlara Dayanıklı Çimento	(SDÇ 32.5)	(TS 10157)
Erken Direnci Yüksek Çimento	(EYÇ 52.5)	(TS 3646)
Harç Çimentosu	(HÇ 32.5)	(TS 22)

Beton yolların yapımında basınç direncinin yeterli olması, eğilme ve çekme direncinin yüksek, rötresinin az ve yavaş priz yapan çimento olması tercih edilmelidir. Bu çimentolara yönelik genel özellikleri şu şekilde ifade edilebilir.

Portland çimentoları: Klinkeri kütlece %3 - %5 oranında alçı taşıyla öğütülmesi sonucunda edinilen katkı içermeyen hidrolik bağlayıcıdır. Klinker kompozisyonu ve öğütme inceliği farkı ile PÇ 42.5 ve PÇ 52.5 oluşturulmaktadır.

Katkılı çimento: En az 81 kısımlık portland çimento klinkeri ile en çok 19 kısımlık puzzolanik maddenin karşılıklı bir şekilde bir miktar alçı taşıyla birlikte öğütülmesinden elde edilen bir çimento türüdür.

Traslı çimento: 80-60 kısımlık portland çimento klinkeri ile TS 25'e uygun 20-40 kısım tras ile karşılıklı bir şekilde miktar alçı birlikte öğütülmesinden elde edilen bir çimento türüdür.

Yüksek fırın cürufu çimentolar: Ani soğutulma yöntemiyle granülleştirilen bazik yüksek fırın cürufundan % 85-% 31, portland çimento klinkerinden % 15 - % 69 ve alçı taşının belli oranda karşılıklı karıştırılması ve birlikte öğütülmesinden elde edilen bir çimento türüdür.

Uçucu küllü çimento: TS 630'a uygun % 10 - % 30 Uçucu kül ve % 90 - % 70 klinkerin alçı taşıyla birlikte öğütülmesinden elde edilen çimento türüdür.

Süper sülfat çimentosu: Granülleşmiş ve ani soğutularak elde edilen bazik yüksek fırın cürufu ve en az % 5 SO₃ iyonu ile karıştırılarak kalsiyum sülfatın, katalizör özelliğiyle de portland klinkerinin beraber öğütülerek elde edilen bir çimento türüdür.

Sülfatlara dayanıklı çimento: C3A miktarı en çok % 5 portland çimento klinkerinin bir miktar alçı taşıyla öğütülmesi sonucunda elde edilen çimento türüdür.

Erken direnci yüksek çimento: Bu çimento türü özel üretilen klinkerin alçı taşıyla beraber ince öğütülmesiyle oluşmaktadır. İki günde 30 N/ mm², 7 günde 40 N/mm², 28 günde 52,5 N/mm² direnç kazanabilmektedir (Tunç, 2001).

Çimento bileşenleri

Portland çimentosu kimyasal bileşeninin % 90'ını dört temel karma kalsiyum ve silisyum oksitler oluşturmaktadır. Bu karma kalsiyum ve silisyumların formülleri ve kısa yazılış şekilleri şu şekilde gösterilmektedir;

C3S Trikalsiyum silikat= 3CaO.SiO₂

C2S Dikalsiyum silikat = 2 CaO.SiO₂

C3A Trikalsiyum alüminat = 3 CaO.Al₂O₃

C4AF Tetrakalsiyum alüminoferrit =4 CaO.Al₂O₃.Fe₂O₃

Portland çimento klinkerinin döner fırınlarda imalatında; kalsiyum oksit ile hammaddelerdeki diğer oksitler birleşmekte ve karma oksitleri oluşturmaktadır. Çimento su ile karıştırıldığında bu dört ana oksit bileşeni beş aşamada özetlenen

kimyasal süreçlerin sonunda, priz yapan, katılaşabilen ve belli sürenin sonunda basınç dirençlerinin yüksek değerlere ulaştığı bir kütle meydana gelir.

Bu dört ana bileşenin en önemli özelliği şu şekilde ifade edilebilir:

C3S: Hızlıca sertleşen, prizın başlangıç süresini ve erken dönemde meydana gelecek direnci etkilemektedir. Çimento içerisinde C3S yüzdesinin artması bu dönemde direncin daha da yükselmesine neden olacaktır.

C2S: Yavaş sertleşmesi nedeniyle bir haftadan daha fazla süredeki direnç artışlarında etkindir.

C3A: Erken dönem direncin gelişiminde çok az etkili bir bileşendir. Klinkerin öğütülme anında katılacak alçı taşı bu bileşenin hidrasyon hızının azalmasına neden olur. Alçı taşı eklenmemiş C3A içeren çimento çok hızlı bir şekilde sertleşecektir. C3A yüzdesinin düşük olduğu çimentoların sülfat içeren zemin ve suya karşı dayanıklılığı artacaktır.

C4AF: Klinkerin sıcaklığının düşürülmesi çimentonun imalatında faydası olmaktadır. C4AF en hızlı su almasıyla birlikte direnç artışına çok az etki etmektedir (Dündar, 1998:61-98).

4.4.3 Agregalar

“Agrega”, 100 mm’ye kadar büyüklüklerde, mineral kökenli, tanelerdir. Beton yapımında %60 - %75’i agregadan oluşmaktadır. Bu nedenle betonun niteliği, yapısına katılan malzemelerin oranları ve maliyeti agreganın özelliğiyle ilişkilidir.

Bu agregalar doğal kumlardan, çakıl karışımından, yapay kırma taşlardan oluşmaktadır. Bu malzemeler taş ocakları, dere ve göl yatakları, deniz ve nehir tabanları ve çöllerden çıkarılmaktadır. Agregalar genellikle yuvarlak şekilli olup “doğal kum” ya da “çakıl” adıyla bilinmektedir. Taş ocaklarından ya da diğer kaynaklardan elde edilen taşların büyüklükleri istenen hacime ulaştırmak için konkasörde kırılır ve ufak tanelere dönüştürülür. Taşların bu şekilde kırılmasıyla taneler köşeli, pürüzlü yüzeylere sahip “kırmataş – mıcır” ya da “kırma kum” adını almaktadır.

Betonun üretilmesi için hazırlanan agregalar temiz, sert ve sağlam olmalıdır. Agregalar su ile karşılaştığında yumuşamaması, dağılmaması, çimentonun

bileşenleriyle zararlı hale gelmemelidir. Kullanılan agregalar donatının korozyona uğramasına neden olmamalıdır. Beton imalatında kullanılan agreganın küresel şekilli olması, işlenebilirliği artırmakta ve betonun doluluk kapasitesini arttıracak nitelikte olmalıdır. Bu yüzden vibrasyon yöntemi kullanılarak kalıba yerleştirilen betonda yuvarlak şekilli doğal agregalar tercih edilmektedir.

Üst katmanı oluşturan beton, aşınma tabakasını oluşturduğu için bu kısımda kullanılması gereken agreganın basınç direnci en az 1500 kgf/cm² olması gerekir. Bu malzemenin aşınma direnci büyük olmalı ve havadan etkilenmeyecek yapıda olmalıdır. Kırma taşların taneli biçimleri, kübik şekilli olması betonun işleyebilme yeteneğini artırdığı için yassı veya uzun taneli kırma taşlar kullanılmamalıdır. Zira yassı veya uzun taneli kırma taşlar betonun işlenebilirliğini azaltmaktadır. Kırma taş yapımında kullanılacak kayaçlardan en uygun olanları andezit, granit, kalker, kuvars porfiri, diyabaz ve benzeri cinslerdir. Ayrıca, alt beton tabakası için ihtiyaç durumunda en az 800 kgf/cm² basınç direnci bulunan tortul kayaçları da kullanılmaktadır.

Agregaların içeriğinde %2'den fazla killi, lemlı ve siltli toz içermesi halinde agrega yığınları yıkanmalıdır. Ancak bu yıkama işleminde çok ince taneli agregaların önemli bir kısmı kaybolabileceğinden kullanılan agregaların temiz, yıkamaya ihtiyaç duyulmayacak bir yapıda olması tercih edilmelidir. Agregalar içerisinde organik maddelere, turbaya, humusa, kömüre ve linyit parçalarına rastlanmaması gerekir. Bu malzeme içerisinde bulunan çamurlaşabilen yabancı madde miktarı çöktürme deneyleriyle belirlenebilir. Diğer yandan organik maddelerin yüzdesi de sodyum hidroksit eriyiği aracılığıyla tespit edilebilmektedir.

Beton kaplama hazırlanırken agregaların jeolojik kökenlerinin belirlenmesi, bu taşların beton üretimi için uygun olup olmadıkları araştırılmalıdır. Bu amaç doğrultusunda agregaların hangi kayaçtan oluştukları petrografik analizlerle belirlenebilirken, agregaların mineral yapıları ise mineralojik analizler aracılığıyla tespit edilebilmektedir. Çimento hamuruyla en uygun bağlanma özelliği gösterecek kayaç çeşidi kalsiyum karbonat yapılı kalkerlerdir, diğer yandan en kötü bağlanma seviyesi sağlayanlarsa kalsiyum sülfatlı kayaçlardan oluşur.

Beton hazırlamada kullanılacak bazı agrega tiplerinin ıslanma–kuruma aşamasında hacimsel sabitlik korunamayabilir, bazı agregalar havanın etkisiyle ufalanabilir ve dağılır. Agreganın yapısındaki sülfat ve klor iyonlarının bulunmaması gerekir. Aksi halde bu iyonlar, istenmeyen ve kontrol edilemeyen kimyasal reaksiyonlar oluşabileceğinden bu tür agregaların kullanılmamasına dikkat etmek gerekir. Denizden çıkarılan agregalarda istiridye ve midye kabukları bulunduğundan betonun donması – çözülmesini olumsuz etkileyebilmekte, direnci azaltmaktadır. Kabuk oranının artması donma ve çözülme üzerinde olumsuz etki oluşturduğundan mekanik direncin azalmasına yol açar. Yollarda kullanılan betonların atmosferin etkisine doğrudan maruz kalacak olması nedeniyle bu tür agregaların kullanılmaması gerekir. Diğer yandan aktif silisyumlu kayalar agrega yapımında kullanılacak olursa betonda alkali – agrega reaksiyonunun oluşması beton çatlaklarının artmasına neden olacaktır (Dündar, 1998:61-98).

Agregaların sınıflandırılması

Agregaların sınıflandırılmasında, tane boyu dikkate alınmaktadır. Bu amaç doğrultusunda 4 mm karelik gözleri bulunan elekten geçen malzemeler “ince agrega” ve “kum” adı verilirken, elek üstünde kalanlar ise “iri agrega” olarak adlandırılır. Ocak taşları konkasörler aracılığıyla kırıldıkları zaman bu kırma taşların 0,25 mm kare gözleri bulunan elekten geçenlerine “taş unu” ya da “filler” adı verilir. Taze betona konan taş unu, betonun kohezyonunu arttırmaktadır. Beton kaplamalarda kırma kum kullanımı genellikle doğal kum bulunamadığında tercih edilmektedir. Kırma taşlardan 4 mm’den büyük olanlarda beton kaplama amacıyla kullanılabilir (Tunç, 2001).

İnce agregalar

İnce agreganın tane boyutunun 4 mm’den küçük olması iri agrega tanelerinden oluşan bir kaplamada bunların ara boşluklarına girerek daha yoğun ve dirençli bir yapı meydana getirilmiştir olur.

İnce agregaların boyutları da değişik gösterdiğinden kenar uzunlukları açısından değerlendirildiğinde 0,25 mm – 0,50 mm – 1,00 mm – 2,00 mm ve 4,00 mm kare gözleri bulunan beş farklı elekten elenerek birbirinden ayrılabilir.

Beton agregalarındaki, en düşük agrega boyutu 0,25 mm olsa da, üç alt boyutta kum kullanılabilir. Agreganın tane boyutu 0.25 mm – 60 mikron arasındaysa “çok ince kum”, 60 mikron – 2 mikron arasındaysa kalan “silt”, tane boyutunun 2 mikrondan daha küçük olması halinde de “kil” adı verilir. Kil malzemesi beton üretimi amacıyla kullanılmasa da Silt’in agreganın tamamındaki oranı %5’ten daha fazla olmaması gerekir.

Beton kaplama için agrega hazırlanırken özellikle “beton kumu” olarak bilinen 0-4 mm çaplı taneleri bulunan kum çimento ile birleşerek harcı oluşturur. Çimento harcının önemi daha büyük çaplı tanelerin birbirine yapıştırılmasını ve bunların arasında bulunan boşluğun doldurulmasını sağlar. Beton direncini bu harcın kalitesi ve agregadaki beton kumu oranının yeterliliği belirlediği için genellikle beton kalitesi ifade edilirken beton agregasındaki tane dağılışı belirtilmektedir.

Beton karışımındaki ince agregalar, granülometrinin ayarlanmasını, beton doluluğunun iyileştirilmesini, puzzolan ve tras gibi klinkerlerin bağlayıcılık özelliklerinin artırılmasında önemli görevleri bulunmaktadır.

İnce agregaları, kökenleri açısından dört farklı sınıfa ayırmak mümkündür;

1. Kalker filleri
2. Konkasörden elde edilen taş tozları
3. Öğütülerek elde edilen cüruf
4. Uçucu küller

Kalker filleri ve konkasörden elde edilen taş tozları optimum granülometri ayarlanırken kullanılır. Diğer yandan öğütülerek elde edilen cüruf ve uçucu küller ise bağlayıcı özellikleri nedeniyle beton direncinde artışın elde edilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Doğal kalker kayalarından kalker filleri elde edilirken, taş tozları diğer jeolojik kökene sahip kayaların kırılması ve öğütülmesiyle imal edilirler. Taş tozları, aslında kırmataş imal edilirken yan ürün olarak çıkmaktadır. İnce taneli puzzolanlar, yüksek fırın ve termik santral atıklarının öğütülmesinden elde edilmektedir. Cürufun kimyasal yapısı ilkel malzeme kökeni ve üzerinde gerçekleştirilen işlem türü ile değişkenlik gösterir. İnce taneli bir diğer malzeme olan uçucu küller de termik santral baca gazlarıyla sürüklenen taneciklerin elektrofiltrelerle ve siklonlarla yakalanmasıyla geri kazandırılan bir üründür. Öğütülerek elde edilen filler ve cürufun tane çapı 1 –

600 mikron civarında, uçucu küllerin çapları da 0,5 – 200 mikron civarındadır. Çoğunlukla bu malzemeler sürekli granülometriye sahiptirler.

Uçucu küller, santraldeki yakma yöntemi ve yakılan katı yakıtın gelmiş olduğu ocağa göre değişkenlik gösterir. Uçucu küller, kuru, gri renkli ve ince toz görünümlü olup alkali reaksiyon ($8 < PH < 11$) göstermektedir. Şantiyede kullanılacağı zaman doğa koşullarında uzun süre terk edilen uçucu küllerin kullanımı sağlanmalı, depolama alanlarında yağış suyu birikimleri önlenmeli, kullanım aşamasındaki su içerikleri duyarlı bir şekilde belirlenmeli, karıştırıcıya yükleme sırasında dozaj ayarı bozulmamalı ve topraklaşmanın giderilmesi sağlanmalıdır (Tunç, 2001).

İri agregalar

İri agrega; TS 706 da tanımlanana 4 mm kare elek üzerinde kalan tanelerdir. Değişik boyuttaki bu taneciklerin birbiriyle yapışmaları betonun yoğunluğunu önemli derecede etkilemektedir.

İri agreganın elde edilmesi için eleğin delikleri, kare gözlü olmalı ve 4,0 mm, 8,0 mm, 16,0 mm ve 31,5 mm olmalıdır. Elek gözünün boyut büyüklüğü bir önceki elek gözü büyüklüğünün iki katı olması eleklerin grafiksel gösteriminin kolaylaşmasını da sağlar. Logaritmik bölümlenmiş apsis ekseninde elek aralıkları eşit alınmalıdır. Çizelge 5.2'de beton agrega türlerine göre sınırlar özetlenmiştir.

Çizelge4.2. Beton agregasının sınıflandırılması (Tunç, 2001)

Türü	Elekte Kalan (mm)	Elekten Geçen (mm)	Doğal Malzeme	Yapay Malzeme (Öğütme-Kırma)
İnce Agregası	-	0,25	Filler-Silis Dumanı	Taş Unu-Uçucu Kül Öğütülmüş Cüruf
	0,25	0,50	İnce Beton Kumu	İnce (Kırma) Beton Kumu
	0,50	1,0		
	1,0	2,0	İri Beton Kumu	İri (Kırma) Beton Kumu
İri Agregası	2,0	4,0		
	4,0	8,0	İnce Beton Çakılı	Beton Mıçırı
	8,0	16,0		Beton Kırmataşı
	16,0	31,5	İri Beton Çakılı	Beton Kırmataşı
	31,5			

Uygun agrega karışımının sağlanması

Uygun karışımın elde edilebilmesi için öncelikle agregaların elek serilerinden geçmesi, tane boyutunun sınırlarının belirlenmesi gerekir. Bir sonraki işlemde

ise kümelenen tanelerden standartlara göre ilgili boyut eksiklikleri hesaplanır ve hangi agregaya kumseinden ne kadar gerekiyorsa eklenir.

Agregaların kontrol edilmesi tane dağılımı veya gradasyonu (standart granülometri) eğrileriyle karşılaştırılarak yapılabilmektedir. İnceleme yapılırken belli tane boyutunu içeren kümeler yüzde olarak, yığında hangi oranda bulunduğu belirlenir. İri agregalarda en az 5,0 kg, ince agregalarda en azından 1,0 kg'lık agregaya örneğinin elek serisinden geçirilmesi sağlanır. Elemeye en büyük boyuttaki elekten başlanır ve elek üzerinde kalan taneler alınarak miktarları ölçülür. Bu ölçümlerle her eleğin üzerindeki yığışımli değerlerin ağırlık ve yüzdelik oranları belirlenir. Bir sonraki işlem eleğin altına geçmiş olan agregaların yüzdelik hesaplarının yapılmasıdır. Elde edilen sonuçların grafiklerde gösterilmesi ile granülometri eğrileri hazırlanabilir.

Granülometri eğrisinin özellikleri incelenecek olursa;

1. Eğri, kırık çizgilerden oluşmaktadır.
2. Eğri, sürekli artış gösteren bir eğri olup ara sıra yatay kısımlar içerebilir.
3. Birbirini izleyen 2 göz boyutu karşındaki ordinat farkı, iki elek arasındaki malzemelerin yüzdelik oranını vermektedir.
4. Seçilen elek sisteminde elek ordinat değeri hesaba katılmaktadır. Örnek verilecek olursa; 4,0 mm eleğin ordinatı 0 ise 2,0 - 1,0 - 0,5 ve 0,25 mm eleklerden de geçen miktar 0'dır; ya da 8,0 mm elekten geçen %100 ise 16,0 mm ve 31,5 mm eleklerden de geçen malzemenin miktarı %100 kabul edilir.
5. Eğrinin %100 eksenine yaklaşması agregaya yığının incelediğini gösterir. Eğrinin %0 eksenine yaklaşması ise agreganın iri taneli olduğunu bir işarettir.
6. Granülometri eğrisinde bulunan yüzdelik değerler ağırlık oranları anlamına gelmektedir. Tanelerin tamamının özgül ağırlıklarının sabit olması yüzdelik değerler hacim oranı kabul edilmektedir.

İncelik Modülü: İncelik modülü eğriyle %100 eksenini arasında kalan alandır. İncelik modülü;

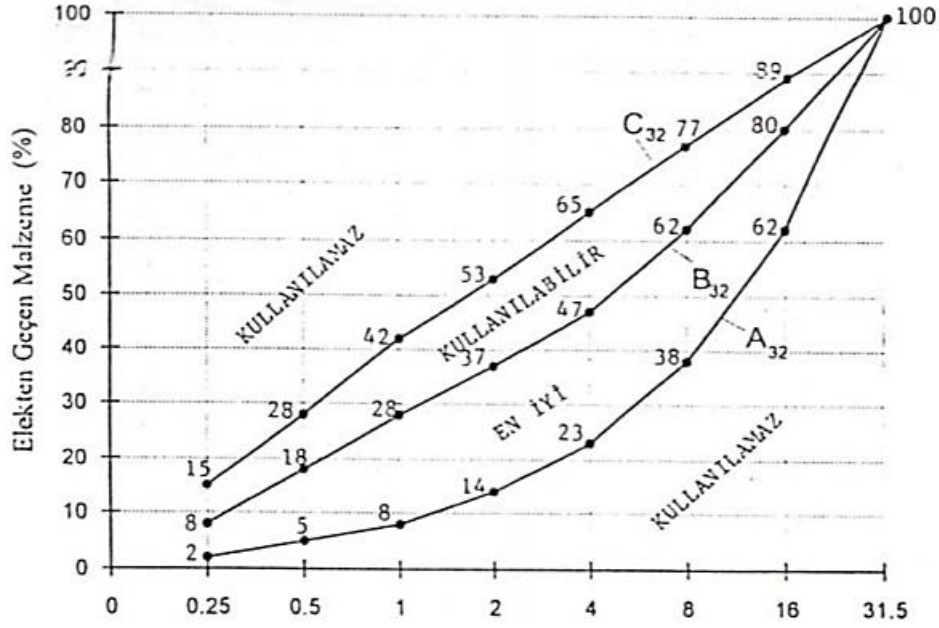
$İM = [\sum (100 - \text{Granülometri Ordinatları})] / 100$ formülüyle belirlenir.

İncelik modülünün büyümesi agreganın iri taneli olduğunu, küçülmesi ise ince taneli olduğu anlamına gelir. Agreganın granülometrisi, imal edilecek betonun doluluğu, mekanik direnci ve geçirimsizliğe etki etmektedir. Bu yüzden iri tanelerin arasındaki boşlukların daha küçük çaplı taneler tarafından doldurulması ve bu işlemin de belli bir düzende tekrar edilmesi lazımdır. Agreganın yığınlarının az boşluk içermesi taşıyıcı iskelette sıklığa ve dirençli olmaya aracılık eder. Bundan başka çimento hamurunun miktarını da azaltacağı için çimento elde edilmesinde de ekonomi sağlanmış olacaktır.

Agregaların tane boyutlarının küçülmesi toplam yüzey alanın da artması demektir. Beton imalatında agregaların yüzeyinin ıslatılacak olması nedeniyle en ince agreganın kullanılması su tüketiminin artması anlamına gelecektir. Diğer yandan su tüketimi çok sorun olarak görülmesi de beton imalatında fazladan katılan suyun prizden bir müddet sonra buharlaşması yer yer boşluklara neden olacağından betonun direnci de düşecektir.

Kullanılan suyun azaltılması amacıyla agreganın irileştirilmesi, çimento taneleriyle oluşabilecek kohezyonun azaltılması gerekir. Minimum yüzey alanı ve maksimum kompakte tutarsızlığında optimal çözüm elde etmek için gerçekleştirilen araştırmalar sayesinde referans eğrileri belirlenerek ideal olarak kabul edilen granülometri eğrileri saptanmıştır.

TS 706'ya göre Türkiye'de Şekil 3.1'de gösterilen A32, B32, C32 referans eğrileri kullanılır. Bu eğrilerin kullanılabilmesi için agregadaki maksimum tane boyutu 31,5 mm olması gerekir. İri boyuta sahip agregaların karışımdaki oranı maksimum %5 olmalıdır. Agregaların karışımlarında granülometri A32 – B32 eğrilerinin sınırlamış olduğu bölgede kalması halinde imal edilen beton yeterli bir döküm + yerleştirme + koruma işlemleriyle iyi kalitede bir direnç kazanmış olacaktır.



Şekil 4.4: TS 706 Beton agregası referans eğrileri (Tunç, 2001)

Sıfır mm ile 0,25 mm arasında kalan tanelerin oranı, betonun işlenebilirliğine etki eden bir özellik olup plak yüzeyinin kapalı olmasıyla da yakından ilişkilidir. Bu oran düzeltilmek istediğinde hesaplanarak karışım içine ince öğütülmüş kalker unu ya da tras eklemesi yapılmalıdır. Tabaka kalınlığının uygun olması halinde maksimum 50 mm boyutlu iri agreganın, yukarıdaki ifade edilen orandan fazla olmaması şartıyla eklemesi yapılabilir. Bu sayede A₃₂ ve C₃₂ eğrilerinde 8 mm tane boyutu karşısına gelen sırası ile %38 ve %77 ordinat noktalarının 50 mm tane agregaya karşılık oluşan %100 eksenine birleştirilir, en iyi bölge ve kullanılabilir bölge sınırlarının genişletilmesine dikkat edilir. İri agregalardan oluşan betondaki işlenebilirlik kabiliyetinin artmasını sağlamak için 0 mm – 0,25 mm arasında bulunan taneler, toplam agregası miktarının %2'si oranında çoğaltılabilir. Tek tabakalı dökümlerde maksimum tane boyutunun 70 mm'ye kadar çıkması sağlanabilir. Referans eğrileri üzerinde buna benzer düzeltmeye gidilebilir.

Betondaki en büyük tanelerin boyutları kalıpta yerleştirilecek bölge ve donatı sıklığına bağlı olarak değişir. Yol betonları hazırlanırken yerleştirme sorunu bulunmayacağından tabaka kalınlıklarının nazara alınmasında en büyük tane çapının çoğunlukla $D = 40$ mm alınması gerekir. Bununla birlikte uygulamada çap değeri 60-70 mm'ye kadar çıkarılabildiği görülmektedir.

Birçok ülkenin standartlarındaki gibi ülkemizde de TS 706, ideal granülometri eğrisinden ziyade ideal granülometri bölgeleri tanımlanır. İdeal granülometri eğrisine yaklaşma amacıyla karışım oranlarının tayin edilmesi uzun, yorucu ve çoğunlukla da mümkün olmayabilmektedir. A32 – B32 sınırlarını ortayan eğriler ideal granülometri eğrisi olarak kullanılabilir. İdeal granülometri ordinatları ve incelik modülü Çizelge 4.3’de gösterilmiştir.

Çizelge4.3. İdeal granülometri eğrisi ve incelik modülü (Tunç, 2001)

Elek Boyutu (mm)	31,5	16,0	8,0	4,0	2,0	1,0	0,5	0,25
A ₃₂ – B ₃₂ Ortasından geçen eğride yüzde oranları	100	71	50	35	26	18	12	5
İncelik Modülü = 4,83								

Yukarıdaki tabloya göre beton yapımında maksimum doluluğun elde edilebilmesi tane boyutları arasındaki sürekliliğe bağlıdır. Bununla birlikte dolu bir beton üretimine her zaman ideal granülometri gerektiğini söylemek doğru değildir. Bu nedenle orta irilikte taneleri bulunmayan agregaların da yüksek doluluk oranını oluşturabilir. Bu türden tane dağılımları kesikli ya da sürekli olmayan granülometri adı verilir. Kesikli granülometrilik hazırlanan betonların birçok pozitif özelliği bulunmasına rağmen yüksek doluluk sağlayan kalıplara yerleştirilmesinde önemli güçlükler yaşanabilmektedir. Agregaların karışımlarının ideal granülometri eğrisine yaklaştırılmak için öncelikle elde bulunan agregaların hangi oranda karıştırmak gerektiği sorunu belirlenmelidir. Bunu belirlemek için hesap ya da grafik yöntemlerden faydalanılmaktadır.

Agrega malzemelerinin bileşimin hakkında bilgi sahibi olmak için agregaların imal edildiği ocaktan 50 kg’a yakın bir örnek alınmalı, iyice karıştırılarak ince kısım agregadan 3 kg örnek ve 4 mm’den büyük çakıl malzemenin de 5 kg’lık üç örnek alınmalıdır. Bu örneklerin tamamı iyice kurutulmalı daha sonra 0,25 mm, 0,50 mm, 1,0 mm, 2,0 mm, 4,0 mm, 8,0 mm, 16,0 mm ve 31,5 mm gözleri olan eleklerden elenmelidir. Her elek üzerinde kalan kısım ağırlık açısından tartılarak agreganın yapısı hakkında bilgi edinilebilir. Kum ve çakıl malzemenin nem çekmesi hacimlerini önemli oranda artıracaktır. Örnek

verilecek olursa, çakılın %5 nem alması, hacmini %14 kadar artıracaktır. Agregaya malzemesinde nem oranının değişmesi hacim esaslı bileşimi değiştireceğinden, beton agregası ağırlıklarının oranlarına göre belirlenmelidir (Tunç, 2001).

Granülometri bileşiminin beton özellikleri üzerine etkisi

Yapı malzemesi olarak betonun, yüksek basınç değerine sahip olabilmesi için bazı şartların yerine getirilmesi gerekir. Bunlardan biri karma suyu miktarıdır. Karma suyu hem agregaya yüzeyini ıslatmakta hem de hidrasyon görevini yerine getirmektedir. Su miktarı artırıldıkça direncin azalacağı bilindiğinden su miktarı en az seviyede tutulmalıdır. Betonda doluluğun en iyi derecede olması için agreganın doluluk oranının en üst değerlere ulaşmasını gerektirir. Agreganın doluluğunun hem granülometrik bileşim hem de kullanılacak çimento dozajı ile sıkı bir ilişkisi bulunmaktadır. Düşük doluluk oranına sahip agregayı sarmak ve betonun fazla boşluklarını doldurmak için çimento miktarında artış yapmak gerekecektir. Bu nedenle betonun birim maliyetinde bir artış meydana gelecektir.

Betonun kalıba yerleştirilebilmesi için agreganın işlenebilirlik yeteneğinin yüksek olması lazımdır. Bu nedenle iyi oluşturulamayan agregaya bileşimiyle üretilmiş betonun kalıba yerleştirilmesi de yetersizleşecek ve beton direnci düşecektir. Agreganın granülometrik bileşiminin yetersiz olması üretilen betonun da direncinin düşmesi demektir. Bu durumda, şekillenen olumsuzluğun giderilebilmesi ancak fazladan çimento kullanılarak giderilecektir. Fazla su kullanımı ise çatlak oluşumunun hızlanmasına ve betonda boşlukların olmasına yol açacaktır. Beton kalıba yerleştirileceği zaman kolay hareket etmeli, kalıba üniform bir şekilde yayılmalı, dar ve sıkışık yerlere rahatça girebilmeli, üretim homojenliğini ve kohezyonunu kaybetmemelidir. Betonda mümkün mertebede az boşluk oluşması ve kalıba yerleştirilebilmesi için 0,25 mm'den daha küçük tanelerden oluşması gerekir. Bu taneciklerin çimentodan ziyade agregalarla giderilmesi yeğlenmelidir. Bu nedenle agreganın tane dağılım özelliği özenli bir şekilde seçilmelidir (Tunç, 2001).

4.4.4 Su

Yolların beton kaplama ile yapılmasına yönelik kurulmuş beton yol şantiyelerinde suyun kullanım alanını dört başlık altında toplayabiliriz:

- Betonun imal edilmesi ve karıştırıcıların yıkanması,
- Beton taşıyıcılarının ya da transmikserlerinin yıkanması,
- Döküm zamanda temel tabakasının ıslatılması, karışımın akışkanlığının sağlanması,
- Derz oluşturulması ve beton kürünün oluşturulması aşamalarında su kullanımı şarttır (Tunç, 2001).

Beton karma suyunun özellikleri

Beton karışımı hazırlanırken kullanılacak suyun özelliklerinin iyi bilinmesi gerekir. Zira karma suyundaki eriyik ve askıdaki çeşitli maddelerin çimento priz sürelerinin, betonun direncinin ve işlenebilme yeteneğinin etkilenmesine sebep olduğu bilinmektedir. Ayrıca, kullanılan su beton yüzeylerinde lekelenmeye ve donatının koroze olmasına da neden olabilmektedir. Çeşitli standartlar gereğince ya da şartnameler çoğunlukla beton imalatında kullanılacak suyun “içilebilir su” olmasını şart koşturmaktadır. Buradan anlaşılan insan vücuduna zarar vermeyecek nitelikteki suyun beton yapımı için ideal olduğunun bir ifadesidir.

Ülkemiz standartlarından TS 500 ve TS 1247, beton karma suyu ile ilgili standartlarından oluşmakta ve bir takım sınırlamalar getirmektedir. Buna göre beton hazırlanırken karma suyu asit karakterinde olmamalıdır. Suyun asitli bir yapıda olması içerisinde genellikle çürümüş bitki köklerinden kaynaklanan hümik asitten olduğu bilinmektedir. Suyun asitli olması, kanalizasyon karışmış olması, şeker ve nişasta karışmış olması, deterjan ve likit yağ kirlenmeleri, ağır metal oksitleri ve tuzları (Hg, Pb, Zn) betonun priz olayını geciktiren bir faktördür.

Suyun magnezyum, manganez, amonyum ve tuzlarından zengin olması, hidrate çimento bileşenleri iyon değişimine yol açacağından klor 0,5 gr/lit ve sülfat ise 1 gr/lit üst sınırında bulunması gerekir. Sulardaki kil ve silt gibi maddelerin miktarı 2 gr/lit’den fazla olmamalıdır. Çözülmüş tuzlarda bu sınırlar bir miktar daha fazla yüksek tutulabilmektedir.

Bu durumda deniz suyunun beton imalatında karma suyu olarak kullanılmasında bir sakınca görülmemektedir. Deniz suyu her ne kadar prizi geciktirse ve basınç direncini %20'ye kadar düşürse de betonun basıncını ve çekme direncini arttırdığına yönelik araştırma sonuçları da bulunmaktadır. Ancak, deniz suyu özellikle sıcak havalarda ve rutubetli ortamlarda betonarme donatısından korozyona sebep olabilmektedir. Deniz suyunun beton imalatında kullanılması kararlaştırıldığında donatının korozyon riskinin azalması için betonarme elemanlarının pas payı yeterli kalınlıklara yükseltilmeli, beton üretimi daha itinalı bir şekilde yapılmalıdır. Beton kürü sırasında kullanılacak suyun karma suyu özelliğini içermesine de dikkat etmek gerekmektedir.

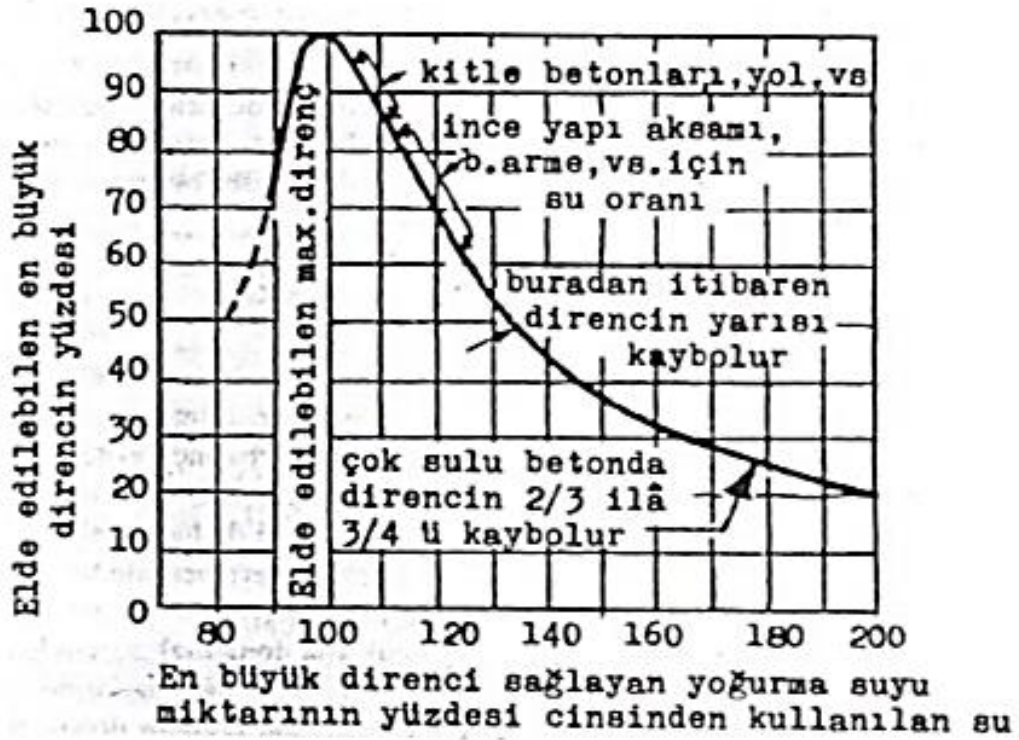
Karma suyu alınacak kaynak belirlendikten sonra su laboratuvarında analiz edilmeli, gerekiyorsa "Arı Suyla Karşılaştırma Yöntemi" kullanılmalıdır. Kullanılması düşünülen karma suyu ile arı su kullanılarak çimento harcı numuneleri üretilir. Her iki numune grubu basınç direnciyle birlikte diğer mekanik deneylere tabi tutularak sonuçlar karşılaştırılarak öngörülen suyun uygunluğu belirlenebilir.

Karma suyu oranı ile beton direncinin ilişkisi

Karma suyu ile beton direnci üzerine yapılan çalışmalara göre karma suyunda belirlenen bir optimum değerde beton direncinin maksimum olduğu belirlenmiştir. Bu yüzden suyun az ya da çokluğunun direnç değerlerini değiştirdiği bilinmektedir. Şekil 5.4'de su yüzdesi ile beton direnci arasındaki ilişki gösterilmektedir (Dündar, 1998:61-98).

Beton imalatında yoğurma işlemi için de gerekli olan su miktarını aşağıdaki etkenlere göre de değiştirmek gerekir. Bunlar;

- - Agregaların mineral yapıları ve suya karşı ilgileri,
- - Agreganın nem değeri,
- - Kullanılan çimento cinsi



Şekil 4.5: Karma suyu yüzdesi – beton direnci ilişkisi (Tunç, 2001)

Su ağırlığı ile çimento ağırlığının birbirine oranlanması Su/Çimento faktörü ya da oranı olarak bilinir. İdeal beton üretiminde Su/Çimento faktörü 0,3 - 0,6 arasında olması gerekse de bu oranın mümkün derecede düşük olması sağlanmalıdır. Eklenerek su miktarı Su/Çimento oranıyla belirlenen miktardan, kullanılmakta olan agrega nem değeri çıkartılarak belirlenir. Agrega figürlerinin yüzeyi, iç kısmıyla karşılaştırıldığında genellikle daha kuru olduğundan beton üretiminde sık sık agreganın nem içeriği belirlenmeli ve eklenmesi gereken su miktarları ayarlanmalıdır. TS 802, değişik granülometrilili beton elde etmek için agrega türünü ve geometrisini ayırmadan karma suyu miktarlarının nasıl olması gerektiği bildirmektedir(Tunç, 2001).

4.4.5 Donatılar

TS 500 standartlarına göre donatı; beton ile beraber çalışması için yapı elemanlarının betonun içinden sıyrılamayacağı bir şekilde yerleştirilmesinden oluşan çelik yapı çubuklardır. Klasik betonarmelerde, eğilme momentleri yüzünden yapı elemanlarında meydana gelen çekme gerilmeleri betondan ziyade donatıyla karşılanması öngörülmektedir. Betondaki olumsuzluk olarak

görülebilecek nitelik genellikle çekme gerilmeleri altında meydana gelen direncin basınç gerilmeleri altında oluşan dirençten daha düşük olmasıdır. Basit basınç altında oluşan direnç basit çekme gerilmeleri altındaki beton direncinin 10 ila 12 kat daha fazladır. Diğer yandan kırılma birim boy değişimlerinin de birbirinden farklı olması önemli bir faktördür. Basınç altında 0,002 ve basit çekme altında ise bu değer 1/10'u kadardır. Betondaki bu olumsuzluk, taşıyıcı bir yapı elemanının kesitinde oluşan çekme gerilmeleri alabilecek şekilde taşıyıcı sistemin çekme bölgesini çelik çubuklar aracılığıyla donatarak giderilebilen bir betonarme adıyla bilinen bir cisim oluşturulur. Beton ile çelik arasında oluşan aderans sebebiyle birlikte çalışılan bu karma cisim sayesinde çekme gerilmelerin tümü donatıyla, basınç gerilmelerin tamamı ya da büyük bir kısmı da beton tarafından alınır.

Yol yapımında kullanılan betonlarındaki donatıların önemli bir görevi betonun rötresiyle oluşan biçim değiştirmeler ve kılcal çatlamların, beton ve donatı arasında oluşan aderans aracılığıyla her tarafa aynı oranda dağıtmaktır. Bu nedenle yüksek aderans oluşturan donatıların seçilmesine dikkat edilmelidir.

Beton yolların yapımında kullanılması gereken bir diğer donatı alanı derzlerdir. Bu amaç doğrultusunda düşey yük transferi oluşabilmesi için “kayma demirleri” kullanılabilir. Kayma demirlerinin çapları plağıyla değiştirilmektedir. Özellikle bu demirlerin 20 mm'den daha büyük çaplı olması tercih edilmelidir. Boylarının ise çoğunlukla 80 – 100 cm arasında olması sağlanmalıdır. Demirlerin yüzeylerinin kaymayı önlemek için nervürlü olmasına dikkat edilir. Sertleşen betonda, plağın genişlemesinden kaynaklanan biçim değişikliğinin önlenmesine yönelik plastik ya da bitümlü film tabakasıyla kaplanmış olması gerekir.

Derz ya da çatlakların zamana bağlı olarak açılmasına ve genişlemesine engel olmak için kullanılabilen donatılar “bağlantı demiri” olarak adlandırılır. Yüksek aderansa sahip bu donatı türlerinin çoğunlukla 12 mm çapı ve 80 -100 cm uzunluğu bulunmalıdır.

Sürekli betonarme yol tekniği için kullanılmakta olan plak donatılar da yüksek aderanslı donatı türlerinden seçilmektedir. Kullanılmakta olan demir çapı 12 – 16 mm, firkete boyları ise çoğunlukla 12 -18 m olmalıdır.

Beton yol yapımında kullanılabilen başka bir donatı tipi de kaynaklama işlemiyle çubukları birbirine bağlanan prefabrik hazır demirdir. TS 500 standardında ifade edildiği şekliyle beton çubuklar ve beton çelik hasırlara ait fiziki ve mekaniksel özellik Çizelge 5.4'de gösterilmiştir. Donatı uygulamaları yapılırken tabloda bildirilen sınır değerlerin göz önüne alınması gerekir (Tunç, 2001).

Çizelge 4.4: Beton çelik çubukları ve çelik hasırları sınıflandırma ve özellikleri (Tunç, 2001)

Ürün	Beton Çelik Çubukları				Beton Çelik Hasırları			
	Düz	Nervürlü-Profilli			Düz	Profilli	Nervürlü	
Simgeleri	BÇIa	BÇIIIa	BÇIIIb		BÇIV	BÇIV	BÇIV	BÇIV
Anma Çapı Ø (mm)	5-28	5-28	5-12	14-28	4-12	4-12	4-12	6-16
Minimum Akma Sınırı kgf/cm ² (N/mm ²)	2200 (220)	4200 (420)	4200 (420)	4200 (420)	5000 (500)	5000 (500)	5500 (550)	5000 (500)
Maksimum Akma Sınırı kgf/cm ² (N/mm ²)	3200 (320)	5700 (570)	-	-	-	-	-	-
Minimum Çekme Direnci kgf/cm ² (N/mm ²)	3400 (340)	5000 (500)	5000 (500)	5000 (500)	5500 (550)	5500 (550)	5500 (550)	5500 (550)
Minimum Birim Kopma Uzaması (%)	18	12	10	10	5-8	5-8	5-8	8

4.4.6 Beton katkı maddeleri

Beton yapımı sırasında kimyasal katkı maddeleri, çimento ağırlığının en fazla %5'ini oluşturacak şekilde betona katılabilir. Bu katkı maddeleri betonun bazı özelliklerinin iyileştirilmesi ya da betonun yeni özellik kazanmasına aracılık eder. TS 3452 ve TS 3456 ya göre yapılan tanımlamalarda özelliklerine ve kullanım ilkelerine değinilen beton katkı maddelerinin toz ya da sıvı şeklinde kullanılması gerektiği bildirilmiştir. Toz halinde kullanılan katkı maddeleri beton karıştırıcıya verilmeden sulandırılmalıdır. Bu amaç doğrultusunda çok sayıda katkı maddesi üretildiği bilinmektedir. Katkı maddeleriyle ilgili temel bazı prensiplere değinmek gerekirse;

1. Kurallara aykırı üretilen katkı maddelerin betonu iyileştirmesi mümkün değildir. Bununla birlikte betonun katkı yapılmadan önce standart yeterlilikleri içermesi gerekir.
2. Ticari amaçla satılan tüm katkı maddelerinden fonksiyonel özellikleri bir olasılık dahilindedir. Bunun için dikkat edilmesi gereken katkı maddesiyle

çimento ve agreganın birbiriyle uyumlu olup olmadığının deneylerle kanıtlanmış olması gerekir.

3. Satıcılar her ne kadar katkı maddesinin katılacak oranlarıyla ilgili öneri sunsalar da bu durum her zaman aynı değildir. Bu nedenle katılacak oranların ön deneyler yapılarak belirlenmesine dikkat edilmelidir.

4. Katkı maddelerinin temel fonksiyonlarıyla birlikte sekonder fonksiyonları da ortaya çıkabilir. Bu sekonder etki pozitif olabileceği gibi negatif yönlü de gerçekleşebilir. Oluşan etki betonun niteliğinin bozulmasına sebep olabilir. Bu nedenle katılan madde ile ilgili geniş bilgi sahibi olmak gerekir.

5. Beton yapımında birden çok katkı maddesinin birlikte katılması fayda sağlayacağı yerde zararı dokunabilir. Bu nedenle ön testle yapılarak bu sorun oluşmayacağı anlaşılmalıdır.

Kimyasal katkı maddeleri, çeliği paslanmadan korur, böceklenmeyi önler, betonun renklenmesini sağlar, gaz oluşturabilir ve pompalamaya yardımcı olabilir. Bu özelliklerinden başka katkı maddelerinin temel görevleri şu şekilde sayılabilir:

1. Su kullanımını azaltıcı akışkanlaştırıcı katkı maddeleri,
2. Süper akışkanlaştırıcı özelliğe sahip katkı maddeleri
3. Prizin hızlanmasını sağlayan katkı maddeleri
4. Prizin gecikmesini sağlayan katkı maddeleri
5. Hava sürükleyici katkı maddeleri
6. Geçirimliği azaltan katkı maddeleri

Katkı maddelerinin sağlayacağı faydaları sertleşmiş beton ve taze betona olan yararlar şeklinde ikiye ayırabiliriz;

Taze betona eklenen katkı maddelerinin faydaları:

- - Hidratasyondan başka işlenebilirliği sağlamak amacıyla katılan suyun miktarını düşürür.
- - Katılan su miktarını etkilemeden işlenebilirlik oranını yükseltir.
- Betona katılan su miktarının düşmesini sağlayarak direncin artmasına aracılık eder.
- - Direnci ve işlenebilirliği düşürmeksizin çimentoda tasarruf sağlamak,

- - Döküm süresince segregasyonun engellenmesi ya da azaltılmasını sağlamak,
- - Hazır betondaki pompalama güçlüğüünün azalmasını sağlamak,
- - Betonun kür süresini azaltmak,
- - Beklenen sürede betonun plastik halinin devamını sağlamak,
- - Kohezyonu arttırmak,
- - Beton yüzeyinde oluşan terlemenin azalmasını sağlamak,
- - Beton yüzeyinde oluşabilecek kılcal çatlakları en az seviyeye indirmek,
- - Bütün iklimlerde beton üretiminin ve dökümünün yapılmasını sağlamak,

Sertleşmiş betonlara eklenen katkı maddelerinin faydaları:

- - Kalıpların erken alınmasını sağlar,
- - Betondaki ilk ve son direnci artırmak,
- - Dayanıklılığın artmasını sağlamak,
- - Aşınma yüzdesinin azalmasına aracılık etmek,
- - Geçirimsizliğin artmasını sağlamak,
- - Yoğunluğun artmasını sağlamak,
- - Malzemelerde ve işçi gücünde tasarruf sağlanmasına katkıda bulunmak,
- - Betonların ve donatıların aderansını artırmak,
- - Donatıda oluşabilecek korozyonu önlemek,
- - Sülfatların etki gücüne karşı dayanıklılık sağlamak,

Bu amaçlar doğrultusunda beton üretiminde kullanılan ek katkı maddelerinin çimento ağırlığı esasıyla %5'den daha çok katılmasına müsaade edilmez. Bununla birlikte uçucu küllerin, silis dumanı gibi puzzolanik mineral maddelerin çimentoya eklenmesi bu katkı maddelerinin yüzdelik oranına dahil edilmemelidir.

Normal akışkanlaştırıcı (NA) ve süper akışkanlaştırıcı (SA) katkıları

Beton yapısına eklenen NA katkıları en fazla kullanılan katkı maddelerindedir. Bu maddeler genellikle kağıt üretiminden elde edilen sodyum ve kalsiyum linyosülfonat grubu yan ürünler ve patent maddelerden oluşur. Bu maddeler, çimento ağırlığının %0,5 - %0,2 oranında karma suyuna önceden katılarak kullanılır.

NA tipindeki katkılar su/çimento oranının %5 - %15'i oranında azalmasını sağlayabileceğinden betonun direncinde artış daha düşük oranada çimento kullanımı ile sağlanmış olur. Bu katkı maddeleri çimento tanesinin iyice dağılması ve birbirinden ayrılmasını sağlamaktadır. Bu durumda çimento tanelerinin tamamen hidrate olması sağlanır, yüzey gerilimini azaltacağı için suyun ıslatma gücünü de artırmış olur. Ortaya çıkan negatif elektrik yükü, katkı maddelerinin emen tanelerin birbirini itmelerine yol açarak, topraklaşma önlenmiş olur, tanelerin birbirinin üzerinden kaymalarını kolaylaştırır. Katkı maddesinin sağlamış olduğu yağlayıcı etkiyle betondaki iç sürtünme azalır, işlenebilirlik yeteneği artar. Betoniyerin çeperinde yapışmalar engellenir, betondaki agregaların segregasyonunu minimum seviyeye indirir. Bu gibi faydalarının yanı sıra düzensiz bir hava sürüklemeye yol açar, direncin beklenenin altında artmasını sağlar, priz süresi gecikir.

SA türü katkılar genellikle “akıcı beton” üretimi amacıyla kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra yüksek dirence sahip beton imalatı için de SA tipi katkı maddelerine ihtiyaç duyulabilir. Bu katkı ile çok düşük su/çimento oranı kullanılması sağlanırken, normal işlenebilirlik oranı sağlanabilir.

SA türü katkı maddelerinin bazı olumsuz yanları da bulunmaktadır. Bu maddelerin eklenmesi yüksek işlenebilme özelliği kazandırdığı için çökme kaybı nedeniyle bu özelliği 30 dakikada kaybolmaya başlar zamana bağlı olarak artarak devam edebilir.

SA türündeki katkı maddelerinin etkisi, NA türü katkı maddelerinkine benzese de NA türü katkı maddelerine göre suyun yüzey geriliminin daha az düşmesini sağladıklarından havanın aşırı oranda sürüklenmesini sağlayamazlar, bu sebeplerle de SA türü katkı maddeleri dha fazla kullanım alanı bulmaktadır. Bu katkı maddeleri çimento ağırlığının %1 - %3'ü miktarında kullanılması gerekir. Katkısız betonlardaki su/çimento oranı hemen hemen %50 civarındayken SA türü katkı maddesi eklenen betonlardaki su/çimento oranı %30 civarına düşmektedir. Bu katkı maddeleri betona doğrudan katılabilir, silis dumanıyla beraber katılması ise beton direncinin 80 – 130 MPA'ya kadar yükselmesine neden olabilir.

Priz hızlandırıcı ve priz geciktirici katkılar

Çimento hidrate olabilmesi için çimentoyu oluşturan bileşenleri su içinde çözünebilme özelliği bulunmalıdır. Bu bileşenlerin çözünme hızları da priz süresini belirlediği için kullanılacak maddelerin priz sürelerini hızlandırması ya da geciktirmesi beklenir. Priz hızlandırıcılar kalsiyum klorür, kalsiyum nitrit ve asit okzalik içeriklidir. Bunlardan kalsiyum klorür ucuz olması, kolay bulunabilmesi daha fazla kullanılmasını sağlayan bir etkidir. Bununla birlikte içeriğindeki klorun öngerilmeli betonların ve deniz yapılarının şartnamelerde yasaklanmış olması en önemli dezavantajdır. Bu katkı maddelerinin betonarme yapıların tamamında çimento ağırlığının %2'sini aşmaması gerekir. Priz süresine etki eden bu katkı maddeleri, mekanik dayanıklılığı artırır, hidrasyon ısısının yükselmesini sağlama gibi önemli faydalarının yanı sıra erken rötire tehlikesi oluşturma ihtimali de vardır. Kalsiyum klorür kristal yapıda olduğundan eritildikten sonra karma suyuna katılması gerekir. Bu katkı maddeleri suyun donma noktasını -100 C düşürdüğü için taze beton yapımı sırasında donmanın gecikmesini sağlaması önemli bir avantajdır. Katkı maddesinin etkisiyle betonun erken sertleşmesi donun tahrip etme gücünü de önleyecektir. Kalsiyum klorürü dışındaki hızlandırıcılar arasında de bulunur.

Priz hızlandırıcı katkı maddeleri en fazla soğuk havalarda beton dökümü yapılacaksa erken kalıp alma amacıyla uygulanırken; priz geciktiriciler, çoğunlukla çimentonun su ile karıştırılması durumunda oluşan karma oksitlerin suda çözünmesini engellemektedir. Organik maddelerden özellikle şekerin geciktirici etkisi oldukça fazladır. Çimento ağırlığının %0,03 oranında şeker katılması geciktirici etkisinin oluşmasını sağlayabilir. Kurşun oksitler, çinko, florür ve fosfat gibi inorganik yapıları geciktiriciler bu amaç doğrultusunda daha güvenilir kullanılan katkı maddeleridir. Bu maddeler %0,1 oranında katılması gerekir. Sıcak havaların hakim olduğu mevsimlerde ve şehirlerde uzak mesafelere beton götürülmesi gerektiğinde ve inşaat derzlerinden kaçınma amacıyla bu geciktiricilerin kullanılması önerilir.

Hava sürükleyici katkıları

Hava sürükleyici katkı maddeleri betonun içerisinde mikroskobik hava kabarcıklarının oluşturulması amacıyla kullanılmaktadır. Bu katkı maddelerinin temel görevi sertleşmiş betonun donması ve çözülmesi gibi etkiler karşısında dayanıklı kalmasını sağlamak olarak bilinir. Katkı içermeyen betondaki hava

içeriği %1 -%3 arasındayken; hava sürükleyici katkı kullanılan betonlarda bu değer %6'ya kadar yükselecektir. Oluşturulan hava kabarcıklarının birbirinden uzak olması betonun geçirimliliğinin artmasını engellerse de direncin bir miktar düşmesine neden olur. Bu katkı maddelerinin beton içerisine katılma oranları da %1'in altında gerçekleşmelidir. Hava sürükleyiciler taze betonda işlenebilirliği artırırken, ayrışmayı ve terlemeyi de azaltmaktadır.

Geçirimliliği azaltan katkılar

Bu madde tipleri basınçlı su altında geçirimliliği azaltır. Su/çimento oranının düşmesini sağlayan katkı maddeleri dolaylı bir şekilde geçirimliliği azaltacaktır. Silis dumanı gibi bazı puzzolan malzemeler de geçirimliliği azaltıcı etki gösterirler. Bununla birlikte geçirimliliğin azaltılmasını sağlayacak en iyi maddenin çimento miktarının artırılmasını sağlamak olduğu, su/çimento oranının 0,50'den daha düşük seviyeye indirilmesi gerektiği unutulmaması gereken bir durumdur (Tunç, 2001).

Betonda kullanılan lifler

Çimento, agregalar ve liflerin birleşiminden ibare beton türü "lifli beton" olarak adlandırılır. Lifler çoğunlukla süreksiz bir şekilde beton içerisinde homojen dağıtılır. Betona eklemek için kullanılacak liflerin çelik, polimer, seramik ve cam kökenli olması tercih edilir. Liflerin boy ve biçimleri birbirinden farklı olabilir. Lifler tanımlanırken en uygun parametre olarak boy/çap oranı kullanılmaktadır. Lifin uzunluğu /eşdeğer lif çapı bu parametreyi verecektir. Eşdeğer lif çapını ise lifin en-kesit alanıyla eşit daire çapı kabul edilir.

Betonlara katılan liflerden bazılarının özellikleri Çizelge 5.5'de gösterilmiştir.

Çizelge4.5:. Beton liflerinin özellikleri (Tunç, 2001)

Lif Türü	Yoğunluk (kgf/cm ³ .10 ³)	Elastiklik Modülü (kN/mm ²)	Çekme Direnci (kN/mm ²)	Kopma-Uzama Oranı (%)
Çelik	7,8	200	1 - 3	3 - 4
Cam	2,6	80	2 - 4	2 - 3,5
Kenevir	1,5	-	0,8	3
Polipropilen	0,9	5	0,5	20

Yol yapımında kullanılan betonlara katılan lif tiplerinden çelik liflerin önemli faydaları bulunmaktadır. Özellikle betonun eğilme direncini artırır, çarpmaya

dayanıklılığı yükseltir, tokluğu, yorulma direncini ve çatlamalara karşı direnci belirgin bir şekilde iyileştirir. Teoride lif miktarı beton hacminde %4 - %5 kadar olması önerilse de uygulamada liflerin topaklaşma risklerinin önlenmesi için en çok %2 olarak kullanılmaktadır.

4.5 Beton Kaplamaların Yapımı

Beton kaplama yollar, performans ve inşaat teknikleri açısından önemli kolaylıklar sağlayan yollardır. Bu yolların ömürleri kullanılan yapım tekniğine, ekipmanlara, inşaat yapımındaki titizliğe ve malzemelerin kalitesine göre değişiklik göstermektedir. Teknolojik gelişmelerin hızlandığı günümüz şartlarında eskiye göre beton yol yapımı hızında ve kalitesinde de önemli iyileşmeler oluşmuştur (Tunç, 2001).

4.5.1 Beton dökümüne hazırlık

Beton kaplama yolların yapımının ilk aşaması beton dökümü için hazırlıkların yapılmasıdır. Bu yollar çoğunlukla alt temel tabakasının üzerine yapılmakla birlikte yolun zemininin uygun olması halinde doğrudan zemin üzerine de beton yol yapımı gerçekleştirilebilmektedir. Zeminin uygunluğu; don kabarması, zeminin pompajı, büzülme ve aşırı şişme, su içeriğinde bir artış, taşıma gücünün azalması, yatak katsayısının düşüklüğü gibi özelliklerin bulunmamasıyla belirlenir. Bu tip yollarda alt temele ihtiyaç olmadan zemin üzerine de kaplama yol yapılması mümkündür.

Beton yolların yapılmasında beton kaplamaların altına konulması gereken alt temelin graüler malzemelerden yapılması gerekir. Zira beton plakların yüksek betonlikten dolayı üzerine oturması gereken zemin asfalt kaplamaya göre daha çok sıkıştırılmış ya da daha iyi ıslah edilmiş olması lazımdır. Asfalt kaplama yapılan yolların dolgu zeminlerinin üst kısımdaki 40 cm'lik bölümünde standart proktor yoğunluğu %97- %100 arasında olması gerekirken, alt kısımların sıkıştırılma oranı en az %95 olması şarttır. Beton yol kaplamalarda ise standart proktor yoğunluğun % 100 ya da modifiye proktor yoğunluğun %98'den az olmaması için zeminin sıkıştırılması ve bu kontrolünden sağlanması gerekir. Zemin sıkıştırılma işleminden müteakiben en ve boy eğimleri kontrol edilmelidir. Bir ile üç cm'den daha çok kot farkının olması halinde bu alanlar

ince reglajla giderilmesi gerekir. Kaplama yüzeyinin düzgünlüğü zemin stabilitesine ve reglajına bağlı olduğu için zeminin üstüne temel tabakası atılmayacaksa yoğunluk ve kesit kontrolünün yapılması ardından su geçirmeyen kağıt ya da polietilenle kaplanması sağlanmalıdır. Yapılan bu işlem sayesinde beton kaplamanın alt yüzleri <eminden gelecek ıslaklıklardan etkilenmeyecektir. Bu standartların sağlanmaması demek beton kaplamanın alt kısmının nemli üst kısmının kuru olması nedeniyle iki kısım arasındaki farklı büzülmeler ek gerilmelerin oluşmasına sebep olacaktır.

Alt temel tabakasının yapılması halinde ise hazırlanan zeminin üzerine belirlenen kalınlıkta beton kaplama serilerek sıkıştırılması yapılacaktır. Alt temel tabakanın genişliği; sabit kalıpların kullanılması halinde taban genişliği, kayar kalıp kullanılması halinde ise her iki taraftan 50-60 cm daha fazla olması sağlanmalıdır. Bunun nedeni sabit kalıpların kullanılması durumunda kalıp üst kotu kaplamanın bitmiş kotunu oluşturacağından temel tabakasının da belli toleranslarla reglaj edilmesi gerekecektir. Kalıp yüksekliğinin kaplama kalınlığıyla eşit olması halinde kaplama bitmiş kotu, temel tabakanın üst kotundan kalıbın yüksekliği kadar yüksek olması lazımdır. Bu durumda sabit kalıp, duyarlı finişerlerle serilen alt temel tabakasının üstüne oturtulmalıdır. Beton serici makinenin bu kalıbın üstünde yürümesi gerekir. Kayar kalıbın kullanılması durumunda beton kaplama yanlarında beton serici makinenin tekerleklerinin ya da paletin yürütülebilmesi ancak 50-60 cm'lik bir genişliğin bırakılması ile sağlanabilir.

Alt temel tabakası yoğunluğu ve enkesit kontrollerinin yapılarak uygun olmayan yerlerin tekrar sıkıştırılması ya da ince reglajlarla düzeltilmesi gerekir. Bundan sonra polietilenlerle kaplanabilir. Polietilen kaplama alanların ekleme yerleri 10 - 30 cm'lik bindirmelerle beton dökümü öncesinde delinmesinin ve yırtılmasının önüne geçilmelidir. Bu uygulamanın beton kaplamalarda önemli bir standart haline gelmesi nedeniyle son dönem yol yapıp şartnamelerin zorunluluk bildiren maddesi haline gelmiştir. Bunun en önemli nedeni polietilen kaplamanın yapılmaması halinde beton dökümünden önce alt temel tabakasının son derece sulanmasına ihtiyaç duyulmasıdır. Bunun yapılamaması durumunda çimento hidratasyonun sağlanması için gereken beton karma suyu, agregaların tanelerince emilecek olmasıdır. Alt temel tabakası sulanması beton şerbetinin

agrega boşluklarına girerek beton plaklar ile granüler temel tabaka arasında güçlü aderans meydana getirecektir. Betonun genişmesi ya da büzülmesi halinde beton plak ile alt temel tabakasının arasında güçlü kayma direnci ile betondaki hacim değiştirme engellenecek ve ek gerilme oluşacaktır. Diğer yandan granüler alt temel tabakası çok iyi drene malzemedir oluşsa da drenajın tamamen olmaması gerçekleşmemesi halinde beton plağın altında rutubet oranı giderek artacaktır. Bu durumda beton plağın tamamındaki rutubet farklılığı büzülmelerin ve genişmelerin farklı olmasına bu da betonda ek gerilmenin meydana gelmesine sebep olacaktır.

Beton kaplama yapımında kullanılan sabit kalıplar klasik beton dökümündeki kalıplarla aynı görevi görürken, kayar kalıplı beton kaplamalarda özel kaplama aracı ve çok düşük w/c oranı içeren beton kullanılması gerekmektedir.

Sabit kaplama kalıpları bir yandan taze betonun şekil almasını sağlarken diğer yandan kaplama aracının taşınmasıyla da sorumludur. Bu yüzden, kalıp malzemesinin kaliteli çelik olması ve 3 m'lik kiriş testi yüklemelerinde 6,5 mm'den çok eğilme yapmaması gerekir. Eğilme testinde uygulanan yükün beton serme makinesinin yüküyle aynı olmasına dikkat edilmelidir. Kalıbın üst genişliğinin, beton serme makinesinin taze betonu mastarlaması için gerekli genişliğe sahip olması, kalıpların boylarının genelde 12 m, her 3 m'de bir flanşla eğilmelere karşı desteklenmesi ve tabana sabitlenmesi sağlanmalıdır. Kalıp düzgünlüğü üst taraflarda 3 m'de en çok 3,2 mm'lik, yan taraflarda en çok 6,4 mm sapma göstermelidir. Kurplardaki eğriliğin yarı çapı 30 m ya da daha az ise kalıpların asfalt ya da eğri tipte olması önerilir. Düşey kurplarda ya da parabolik enine kesit kaplamada eğriliğin verilmesi gerekeceğinden kalıplar buna göre şekillendirilmelidir (Tunç, 2001).

4.5.2 Beton dökümü

Beton dökümü hazırlık işlerinin tamamlanmasının ardından beton dökümü işlemlerine geçilebilir. Beton karma tesisleri (plent), sabit sistemlerdir. Bu sistemler yaş veya kuru olarak belirlenen oranda betonun karışımını sağlayabilirler. Yaş karışım yapılırken, çimento, su, agregalar belirlenen formüle göre bir araya getirilerek plentte karıştırıldıktan sonra beton mikseri kamyonlarıyla betonun döküleceği alana iletimi sağlanır. Beton plentine yığılan

beton malzemeler en az bir dakika karıştırılır. Bu karışım mikserlerle maksimum 45 dakika içinde dökülecek alana götürmesi gerekir. Kuru karışım yapıldığında ise ya agreganın karışımı ya da agrega ile çimento karışımı kamyonu yüklenir ve dökülecek alana maksimum 1,5 saatte varılmalıdır. Bu alanda mobil mikserle aktarımı yapılan sadece agrega ise su ile birlikte çimento katılırken, agrega ve çimento karışımı getirilmişse su işyerinin kendi formülasyonuna göre eklenerek en az 1,5 dakika karıştırıldıktan sonra beton kalıbına aktarımı sağlanır.

Beton serme ekipmanlarının birçok çeşidi bulunmaktadır. Bunların en basitleri kalıba dökülmüş olan taze betonun vibratörle sıkıştırması ve mastarlayıp düzeltmesi işlevini yerine getirir. Bu kalıp üzerine perdah makinesiyle ıslak beton perdahlanması yapılır. Büyük işler söz konusu ise gelişmiş beton sericilerden faydalanır. Bu makineler asfalt finişerlerdeki gibi, kazanlarına alınan taze betonu spiralleriyle segregasyon yapmasına müsaade etmeden yayıp sıkıştırır, üzerine kaba ya da ince perdahlama işlemini de gerçekleştirir. Beton serimi sırasında taze betonun sıkıştırılması dahili ya da yüzeysel vibratör aracılığıyla yapılır. Dahili vibratör betonun içerisine daldırılır ve beton sıkıştırılır. Yüzeysel vibratörler mastar ya da tüp şeklindedir. Bu vibratörler taze betonu yüzeyinden sıkıştırır. Taze beton sıkıştırılırken derzleri ve köşelerine dikkat edilmesi gerekir. Sıkıştırma işlemini takiben 3 m'lik mastarlarla yüzeyin düzgün olup olmadığına bakılır, bozukluk durumunda tahta malzemeyle perdahlama işlemi yapılır. Betonun kalıp ile temas ettiği kenar kısımları malayla düzeltilmesi gerekir.

Taze betonun dökümü yapılmı, sıkıştırıldıktan ve perdahlandıktan bir süre sonra hava sıcaklığı ile ilişkili oluşabilen kılcal rötre çatlakları oluşmuş ise ve yüzeyi pürüzlendirmek için fırçayla perdah atılmalıdır.

Taze betonda oluşan priz ve hava sıcaklığıyla ilişkili olarak kesme makinesi aracılığıyla enine ya da boyuna yalancı derzler kesilir. Bu kesme işlemi çok erkenden yapılırsa taze beton yeteri kadar sertleşmeyeceğinden düzgün yüzeyi bulunan derzler oluşmaz, çok geç kesildiğinde de kaplamalarda rötre çatlakları meydana gelir. Bu yüzden betondaki sertleşme gözlemlenmeli uygun zaman belirlenerek derz kesme işlemine başlanmalıdır. Bununla birlikte derz kesme işlemine başlanmadan çatlakların oluştuğu tespit edilmişse derz kesiminin

çatlakların geçtiği yerlerden yapılması gerekir. Betonda oluşan bu çatlaklar nedeniyle derzlerde düzensizleşecektir. Bu sorunu çözmek amacıyla beton dökümünü müteakiben betonun plastik kıvama gelmesinden sonra polietilen malzemeler vibrasyonlu makinenin yardımıyla betona dik olacak biçimde yerleştirilir ve çatlağın istenilen yerlerden oluşması sağlanır. Bu durumda çatlakların kontrol alındığı bu süreç sonrasında istenilen bir vakitte derz kesme işlemi tamamlanır.

Beton dökme işleminde hava sıcaklığı ve priz süresi dikkate alınarak kür işleminin de yapılması gerekir. Hava sıcaklığı 30 derecenin üstüne çıktığı zaman derz kesme işleminden önce veya beton dökümünü müteakiben kür işlemine başlanabilir. Kürün süresi en az 3 gün, ideal olanı ise 7 günlük bir süredir. Beton kaplamada kür uygulaması ıslatmayla ya da kaplamayla yapılabilir. Islatma metodunun uygulanmasında suya ihtiyaç çok fazla olacağı için bu tercih edilmez. Nedeni ise yol şantiyelerinde su temininin ve naklinin genelde ekonomik olmamasıdır. Bununla birlikte beton yüzeyinin pamuklu bez veya çuval ile kaplanması ve ıslatılması ile daha az su ile rutubet uygulanabilir. Ancak beton yüzeyindeki düzgünlüğün bozulmaması amacıyla betonda bir miktar sertleşme olması beklenmeli ve daha sonradan bu malzemelerin suyla emdirilerek serilmesi sağlanmalıdır. Bu sorunun çözümü adına son yıllarda su geçirimsiz kağıtlar beton yüzeyine serilmekte, bir diğer uygulama şekli de naylonla kaplamadır. En yeni uygulamalardan biri likit kür malzemesinin beton yüzeyine spreyle sürülmesi ve betonun rutubet kaybetmesinin önlenmesidir.

Kayar kalıpla beton kaplama yapımı son yıllarda hem ekonomikliği hem de yapım hızının fazlalığı nedeniyle çok fazla tercih edilmektedir. Genellikle donatısız beton kaplama yapımında kayar kalıpların kullanılması oldukça uygun görülmektedir. Donatılı beton kaplamanın yapılmasına karar verildiğinde çift serme makinesiyle kayar kalıplar kullanılır. Öncelikle birinci serme makinesi kaplama yarı yüksekliği ölçüsüne kadar beton dökümünü yapar, daha sonra hasır çelikler döşenerek ardından ikinci serme makinesiyle beton dökülüp kaplama bitirilir. Kayar kalıplarla beton kaplama yapımı sırasında sabit kalıpların kullanılmaması beton kıvamının çok düşük ve beton serme hızı da sabit kalıplara göre daha yavaş yapılmalıdır. Kayar kalıplarda serme makineleri betonun segregasyonuna izin vermeden serim, sıkıştırma ve yüzey bitirme

işlemlerinin gerçekleştirilmesini sağlayan bir sistemdir. Bu nedenle de daha az personele ve el işçiliğine ihtiyaç duyulur. Bu sericilerin asfalt finişerlerindeki gibi duyargalarının bulunması kaplama üst kotunda düzgün bir yüzey oluşturmaktadır. Beton kaplama kayma direnci oluşturulması amacıyla pürüzlü olması için beton yüzeyinin plastik kıvama geldiği anda fırça perdahıyla, plastik taraklarla ya da tel fırçalarla ince yiv açma, ıslak keçeyle perdahlama gibi metotlar uygulanabilir.

Beton yol yapımında kavşakların, turnikelerin, küçük yarıçaplı kurpların ve kritik öneme sahip yerlerin kayma direnci fazlalaştırılmalıdır. Bu maksatla silikon karpit, alüminyum oksit ya da aşınmaya dirençli taneler taze betonun üzerine serpiştirilerek perdah çekilir. Bunun yanı sıra sodyum silikat, çinko veya magnezyum flosilikatın beton kaplamaya emdirilmesi ile aşınma azaltılabilir.

Beton kaplama yollardaki hem sürüş konforu hem de yüzeysel drenaj kolaylığı için kaplama yüzeyinin düzgünlüğü önemlidir. Beton dökümü yapıldıktan sonra 3 m'lik mastar ile yüzeysel alan kontrol edilerek kot farkının en çok 3 mm olmasına dikkat edilir. Kot farkının fazla çıkması halinde yüzeyin hemen düzeltilmesi ve meydana geliş sebepleri araştırılmalıdır. Eğer beton sertleşmiş ise ve kot farkı 3 mm-13 mm arasında ise kot farkı taşlanarak aşındırılır ve yüzeydeki bu fark düzeltilmeye çalışılır. Ancak, 13 mm'den fazla kot farkına sahip yolda beton plakların sökülmesi, yenilenmesi veya geçerli ve uygun yöntemlerle bu farkın mutlaka düşürülmesi sağlanmalıdır.

Kalıp altındaki alt temel tabakasında minimum 1,5 cm'lik derinlikli, kalıbın iki u-yanında 45 cm'lik genişlik (2 x 45 + kalıp tabanı genişliğinde) kazılmalı ve atılarak kırmızı kot durumuna göre de gerekli eğimin verilmesi ve sıkıştırılması sağlanmalıdır. Sıkıştırma işleminin ardından boyuna eğim kontrol edilerek ve uygun olması halinde kalıpların yerleştirilmesine geçilir. Kalıplar yerleştirildiğinde tekrar kotun uygunluğu kontrol edilerek kot farkının her hangi bir noktada 6,5 mm'den fazla olması durumunda kalıplar sökülerek tabanın düzeltilmesi sağlanmalıdır. Kalıplara kot kontrolü yapıldıktan sonra yanlarının sıkıştırılmasına dikkat edilir. Beton dökmeden önce kalıpların iyice temizlenmesi sağlanmalı ve betonun yapışmaması için yağlama işlemi yapılmalıdır. Kalıplara beton döktükten sonra en az 8 saat beklenmeli ve

kalıpların sökülmesine bundan sonra başlanmalıdır. Bununla birlikte hava sıcaklığının 10 derecenin altına olduğu durumlarda sökülme işlemi biraz daha uzatılması gerekir.

Enine genişleme derzlerinin beton dökümü yapılmadan önce uygulanması gerekir. Bu derzler, sabit kalınlık ve donatıya ya da kalın kenar ve donatısız bir şekilde yapılmalıdır. Enine genişleme derzlerinin kavşaklar da yapılmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca yolun drenaj ve köprü gibi yapılarla komşu olan plaklarında da kesinlikle enine genişleme derzleri uygulanmasına gidilmelidir. Yol eksenine dik ve kaplama genişliğindeki genişleme derzlerinin beton dökümü öncesinde hazırlanması gerekir. Bu amaç doğrultusunda enine genişleme derzleri kayma demirleriyle sabitlenir, beton dökümünde ve vibrasyon aşamasında oynaması engellenir. Granüler alt temel tabakasının kullanılması düşünülüyorsa genişleme derzi tabanına yüzeyel suyun ya da yer altı sularının sızmasına engel olmak amacıyla yalıtım plakları kullanılabilir. Bunun gibi boyuna, enine ve yalancı donatılı inşaat derzi yapıldığında beton dökülmeden önce donatıların yerleştirilmesi ve sabitlenmesi bitirilmelidir. Diğer yandan beton plaklarda hasır çeliklerin kullanılması düşünülüyorsa aynı şekilde yerleştirilmesi sağlanmalıdır (Tunç, 2001).

4.6 Beton Kaplamaların Bakım ve Onarımı

Beton kaplama yollar projeleri yapılırken 30 – 40 yıllık hizmet süresi düşünülür. Bu yolların yüzeylerinde yenilemeye ve takviyeye ihtiyaç olmaz. 20 ve 40 yıllık projelendirilmesi yapılan yollardaki fark 25 mm'lik kalınlıklardır. Projesi ve yapımı standartlara uygun yapılması durumunda beton yolların pek fazla bakıma ihtiyacı olmayacaktır. Bununla birlikte 4 – 5 yıllık süreç geçtikçe derz dolgular periyodik bir şekilde yenilenmesi gerekir. Bu uygulama trafiği pek fazla engellemeyen sakin zamanlarda yapılabilen düşük maliyetli bir işlemdir. Ancak, nadiren de olsa pompaj olayından sonra çöken plakların altına beton enjekte edilmesiyle normal yükseltiye kavuşturulması lazımdır. Taze beton hazırlarken oluşabilen küçük çatlaklar çimentoyla ya da sentetik reçine harcıyla kapatılması işlemleri ayrı bir masraf olarak karşımıza çıkacaktır. Bu nedenle beton kaplamaların yenileme ve onarım masrafı olmadığı söylene de istenmeyen

bozulmaların olmaması için projelendirme ve yapım aşamasında çok fazla özen gösterilmesi gerekir.

4.7 Beton Kaplamalarda Teknolojik Gelişmeler

Kayar kalıp kullanımı: İstenilen boyutlarda ve şekilde hazırlanan çelik kalıplara betonun dökülmesi; kalıp içerisindeki vibratörler aracılığıyla betonun sıkıştırılması; ip ya da lazer ışınlarıyla kılavuzlanan kalıbın düşük hız ile çekilmesi olarak ifade edilebilen bir çalışma sistemine sahiptir. Bu sistem, sabit klasik kalıba göre işyeri ortamında daha az yer kaplar, hem zamandan hem de maliyetten tasarruf edilir, süreklilik ve derz kullanımına ihtiyaç olmaması gibi avantajları vardır.

Hazır beton kullanımı: Şantiye ortamında imal edilen betona göre endüstriyel nitelikli hazır betonun bir takım avantajları bulunmaktadır. Bunları şu şekilde sıralamak mümkündür:

- - Betonun yapısına katılacak bileşenler ve katkı maddeleri daha hassas hazırlandığından daha homojen bir beton üretimi sağlanmış olur.
- - Beton dökülecek yere en uygun beton seçimi ile birlikte özel isteğe bağlı beton imalatı daha kolay yapılabilir. Ayrıca, soğuk havada ısıtılan beton hazırlanmasında ve şevki de olası ihtimaldir.
- - Beton hazırlanırken içerisine katılacak bileşenler daha kolay kabul edilebileceği gibi daha kolay da reddedilebilir, ön inceleme aşamaları daha da sadeleşir.
- - İş gücü ve zamandan tasarruf sağlanır. Yönetim çalışmaları azalır. Döküm işleminin organize edilmesi daha basitleşmektedir. Yol şantiyelerinin malzeme temininde, depolamada, hazırlamada, karıştırmada ve taşımada yapacağı faaliyetlerden merkezi sistem beton üretimi sayesinde kurtulmuş olunur.
- - İşgören sayısında azalma ve yüksek verim sayesinde maliyet azalır.
- - Malzemenin çalınması, kaybolması ya da savurganlık önlenmiş olur.
- - Maliyet önceden belli olmuş olur. Maliyete yönelik bir belirsizliğin söz konusu olmaması mali yönetimi daha da kolaylaştırır.
- - Otomatik işlemler emek kullanımının azalmasını sağlar, şantiyenin koşullarında oluşan gürültü, toz, yağmur gibi şartlarda çalışma sorunu ortadan kalkar.

- - İş kazalarının oluşma riskinde bir azalma meydana gelir.
- - Agregaların ve çimentonun silolarda ya da tanklarda korunaklı bir halde tutulması hem coğrafi koşulların negatif etkisini engeller hem de tozun oluşmasını engellediği için betonlaştırılacak alanların temiz kalması da sağlanmış olur.
- - Gürültü kirliliğinin azalması, şantiyenin yakınındaki yerleşim yerlerinin rahatsızlığını azaltır.
- - Betonun hazırlanmış bir şekilde döküm alanına ulaştırılması kentsel alanlar ve çevre bakımından akılcı bir çözümdür.

Akıcı beton uygulaması: Klasik beton sisteminde çok sayıda makineye ihtiyaç duyulur. Akıcı beton uygulamasında akışkanlığın geçici bir şekilde arttırıldığı katkı maddesi katılan beton ağır makine ihtiyacını azaltan bir önlemdir.

Kuru yoğun beton uygulaması: Betonun kıvamını nemli toprak kıvamına getirecek bir sistemdir. Yeterli oranda işlenebilirlik, priz süresinin göz önünde bulundurulması, platformun kısa süre içerisinde trafiğe açılabilmesi, taşıma gücünün hızlı bir şekilde sağlanması hedeflenir.

Kalın plak uygulaması: Kaplamayı ve temel tabakasını tek bir geçişte dökme, uygulama sayısının azaltılmasını sağlama, kaplamanın hareket karşısında eylemsizleşmesini artırma, derzlerin dingil yükü aktarımının iyileşmesini sağlama, rötrenin azaltılması ve sıcaklık değişimine yönelik hassasiyeti düşürme hedeflenir. Bu amaç doğrultusunda tane boyutu büyük agregaların kullanımı artarken daha küçük çaplı agrega ve çimento kullanımı daha da düşürülür. Ekonomik açıdan tüm işlemler tek bir yönden yapıldığı için birim alandaki kişi başı maliyetin artmasına neden olan çoğu ara işlemlerden kurtulmuş olunacaktır.

Lifli beton plak uygulamaları: Beton içerisine 4 cm uzunluğunda, 0,4 mm çaplı çelik tel parçaları konarak malzemenin çekme gerilmelere karşı direncinin arttırılması, ayrıca betondaki gevrekliğin azaltılması amaçlanır. Klasik beton imalatıyla lifli beton imalatının birbirinden pek farkı yoktur, yalnızca beton içerisine konulan lif sayısının belirlenmesi ve betonda topaklaşmaya enden olmayacak bir homojenlikte dağıtılması gerekir. Beton plak içerisine tüm kalınlığınca lif katmak, üretimin maliyetini arttıracığından sadece üst yüzeye kayak alanlara lif uygulaması yapılmaktadır.

Ön gerilmeli beton yol kaplamaları: Beton plaklardaki ısı değişimleri ve mekaniksel açıdan meydana gelen zorlamalar kaynaklı çekme gerilmeleri ön germeli beton uygulaması ile engellenebilmektedir. Bu uygulama sayesinde plak kalınlıklarının taşıma gücünün yüksek tabakaların üzerinde 12-15 cm'ye kadar düşmesi sağlanabilir. Ön gerilmeli plak, trafiğin etki gücünden önce plağın yatay yönlü basınç gerilmesine maruz kalmasını sağlayan bir döşeme tipidir. Bu uygulama ile yol malzemeleri daha etkinleşir, ekonomik hale gelir, daha az onarım ve bakım gerektirir, hizmet süresinin uzaması sağlanır, derz sayısı daha az olur, çatlak oluşumunu ve gelişimini büyük oranda azaltır.

Sürekli (derzsiz) betonarme yol kaplamaları: Neme, sıcaklıklara ve trafik etkisine bağlı olarak oluşan gerilmeler ve çatlama ile birlikte çatlakların genişlemesi ve derinleşmesi, derzlerin zaman içerisinde geçirimli hale gelip üst ve alt yüzeydeki suyu bünyesine ya da tabanına taşıması, biriken suyun bir zaman sonra “Pompaj Etkisi” yapması önemli bir problemdir. Özellikler bu etkiler altında plakların, kenarların ve köşelerin destekten yoksun kalması, beton plakta çatlak oluşturması, kırılmalara ve yol oturmalarına sebep olması, derz nedeniyle plaklardaki kot farkının meydana gelmesi, bu oluşunların seyir gürültüsünde artış, konforda bir azalışa yol açması yol yapımında derzsiz betonarme plak uygulamasını gündeme getirmiştir. Bu uygulama ile yük ve gerilmelerin sürekli donatılar sayesinde iletilmesi ve yayılması düşünülmüştür.

Donatı plağa yerleştirilerek meydana gelebilecek çatlaklar kontrol edilmeye çalışılır, Bunlardaki aralık ve açıklıklar çok düşük boyutlara gelir. Bu durumda yükün daha iyi iletimine yardımcı olarak demir donatının paslanmasına engel olunur. Bu sistem sayesinde yorulmalara karşı büyük bir direnç sağlanır. Bu açıdan da mekanik dayanıklılığın çok yükseldiği bir kaplamanın elde edilmesi sağlanmış olur.

Betonarme plak büyük betoniliğinden dolayı, taban zemininde değişiklik gösteren taşıma gücünün niteliklerine duyarlılığı azalmakta ve olumsuz etkilenmemektedir. Derz kullanılmaması bakım ve onarım masraflarını düşürüp, seyir esnasındaki yol gürültüsünü azaltarak seyahatleri daha konforlu hale getirmektedir.

Bazen plak kalınlığı standart ölçülerin altına inebilir. Ancak bu kalınlığın planlanan hesaplara göre çok düşük kalması plakta sehım yapma riski doğurabileceği için doğru bulunmamaktadır.

Yapım maliyeti, asfalt yol kaplama ve kalın beton plaklı kaplamaya göre daha çok olsa da, Sürekli Betonarme Yol Kaplamalarının, yüksek yorulma direnci ve arttırılmış dayanıklılığı aracılığıyla otoyollarda ve hava alanlarında kullanılabilir en ideal kaplama türlerinden biridir.

Geçirimli beton yol: Geçirimli asfalt kaplamalar için düşünölmüş olan konular, beton yollara da uygulanmış ve böylelikle yol yüzeyine inen yağmur sularının hızlı bir şekilde uzaklaştırılması, gövde içine alınması ya da gövdeden bir drenaj kanalına aktarılması sağlanmıştır. Geçirimli beton yol yapılmasındaki ilk amaç yol güvenliğinin sağlanması olup araçların kızaklama ihtimalinin azaltılması, gerideki araçlara ya da çevreye sıçratılabilecek suyun çoğunluğunun yok edilmesi, gece ıslak zeminlerde far ışıklarından dolayı meydana gelebilecek yansımaların engellenerek güvenli seyahat yapılması, araç lastikleri ile yüzeyin temasından kaynaklı meydana gelen seyir gürültüsünü ve motor ile egzoz seslerini emme özelliği de diğer avantajlarıdır. Ancak bu yolun dayanıklılığının zamanla azalma göstermesi, zaman geçtikçe bünyesine katılan kil ve şilt gibi maddelerden dolayı tıkanmaya uğraması, plak altına verilmesi gereken drenaj kanalları için ek bir işçilik ve maliyet getirmesi, fazla boşluklu yapısı nedeniyle kışın kar tutma ve don olaylarında direncinin düşük kalması ve boşluklarda kaybolabilecek tuzdan dolayı iki kat tuzlamaya ihtiyaç duyması gibi dezavantajları da bulunmaktadır.

Yeniden kullanım: Eski beton malzemesinin yeniden kullanılması fikri ilk kez Amerika Birleşik Devletleri'nde ortaya çıkmıştır. Bu fikrin gelişmesinde eski kaplamadan çıkarılmış artık betonun depolanma alanlarında azalma görülmesi, istenilen özellikleri taşıyan agreganın elde edilmesinde sıkıntı yaşanması ve bir yerden bir yere taşımanın getirdiği maliyetler etkili olmuştur. Bu amaçla ilk olarak eski beton büyük bloklara parçalanmış, daha sonra da konkasörlerde kırılarak agregaya dönüştürölmüştür. Ancak bu geri dönüşüm malzemelerin ciddi ve kontrollü bir yıkama, eleme, ayırma ve granülo metrik ayarlama işlemlerinden geçirildikten sonra yeni beton yapımında kullanılması görüşü hâkimdir. Zira kırılmış olan bloklara tabandaki kil ve şiltlerin yapışabilmesi,

konkasörde üretilen farklı incelikteki malzemelerin de yeni betonun niteliklerinde istenmeyen değişimler oluşturma ihtimali her zaman bulunmaktadır (Tunç, 2001).

4.8 Beton Kaplamaların Üstünlükleri ve Sakıncaları

Beton kaplama konusunun avantajları ile dezavantajları değerlendirilirken, asfalt kaplamalarla kıyaslanarak elde edilen neticeler ortaya konulacaktır.

4.8.1 Beton kaplamaların üstünlükleri

1. Kayma ve sürtünme katsayıları yüksek olan beton kaplamalarda kaymaya karşı direnç oranı fazladır. Sürtünme katsayısının boyuna göre oranı 0,70 iken; enine göre gerçekleşen sürtünme katsayısı yaklaşık 0,65'tir. Aynı zamanda, zeminin ıslak olması durumunda, sürtünme katsayısının azalması öteki plastik bağlayıcılarla gerçekleştirilen kaplamalara oranla daha azdır. Yolun yüzey kısmı düz olduğu için yağın kar ve yağmur suları rahatlıkla akar ve yüzey hızlı bir şekilde kurur.

2. Yuvarlanma sürtünme katsayısının harekete karşı direnci az olduğu için araçların yıpranma payları düşer, mekanizmaları uzun ömürlü olur. Motordaki kuvvet tekerleklere düzenli aktarılacağı için yakıt ve yağ maliyeti düşer. Lastik ve bandaj yıpranması az olacağından daha ekonomik bir kaplama şeklidir.

3. Dayanıklılık açısından sağlamdır. Direnç yönüyle her çeşit etki karşısında dayanacak biçimde hazırlanabilirler. Çelik donatı kullanılarak çatlak oluşumunun önüne geçilebilir. Çelik donatının kullanılmasındaki en büyük avantaj, kaplamada çatlak oluşsa dahi, çekme gerilmeleri taşınabilir.

4. Beton kaplama yüksek kalitesi göz önünde bulundurulduğunda, parke veya asfalt benzeri kaplamalara oranla maliyeti düşüktür.

5. Işığı oldukça az emer, yüzeyi pürüzsüz olduğundan yüksek hızda az gürültü çıkar ve toz olmaz. Yüzey kalitesi yüksek olduğundan dayanıklı yapıya sahiptir bu da malzemenin ufalanmasını engellemektedir. Rengin açık olması gece görüşünü olumlu etkiler. Zeminin ıslak olması durumunda dahi far ışığının yansımaya yol açmaz. Bu tür tehlikeler oluşmadığı için de trafik güvenliği yönüyle önem taşımaktadır.

6. Düzenli yapılması gereken bakımları zamanında yapıldığında yüzeyde tam bir geçirimsizlik sağlanmış olur.

7. Tedbirli olduğunda zemin zayıf olsa dahi iyi hizmetler yapılabilir.

8. Dikkatli yapıldığında beton kaplama asfalt kaplamaya oranla daha sağlam olduğu için uzun ömürlüdür ve maliyeti de düşüktür. İyi yapılmış beton kaplama 20 seneye kadar kullanılabilir.

9. Plastik kaplamalardaki ondülasyonlara beton kaplamayla inşa edilen yollarda rastlanmaz. Plastik kaplamalara oranla sürtünme katsayısı yüksek olduğu için, oldukça dik eğimlere rahatlıkla uygulanabilir.

10. Belli bir süre kullanılmasının ardından yüzeyde bozulmalar olduğunda basit bir onarımla öteki kaplamalara oranla temel görevi sürdürebilir.

Öteki kaplama çeşitlerine kıyasla beton kaplamayı farklı kılan özelliği temel ve aşınma tabakasının aynı tür malzemeden ve çoğunlukla tek tabaka şeklinde uygulanabilmesidir. Fakat bu durumda, aşınma tabakası denilen yüzeyde karşılaşılabilecek bir problem, beton kaplamayla yapılan yol döşemesinin temeliyle değiştirilmesini zorunlu kılar. Oysaki, temelin hizmet verme ömrü daha uzun olabilir. Maliyet kaygısıyla beton kaplama yolun iki tabaka şeklinde yapılması gereği hissedilmiştir. Bu şekilde, üst kısımlarda meydana gelen aşınma tabakasında hem malzemenin sağlamlılığına hem de yapım şekline oldukça dikkat ederek hizmet verme ömrü uzatılabilir.

11. Ülkemizin pek çok bölgesinde beton kaplama, asfalt betonun tersine kuru olmayan zeminde de inşaatı sürdürülebileceği için inşaat mevsimi daha uzun sürelidir.

12. Çimento fabrikaları %100'e yakın oranlarda yerli kaynak kullandığından beton kaplamada yararlanılan çimento hammadde açısından yerli özelliktedir (Ağar vd, 1998).

4.8.2 Beton kaplamaların sakıncaları

1. Proje çiziminde dikkat edilmeyen bir husus ya da inşaat esnasında gözden kaçan bir ihmal trafik akışına bağlı olmayan çatlakların oluşmasına yol açabilir. Isı değişiklikleri çatlakları ortaya çıkaran sebeplerdendir. Trafığın akışı ya da yoğunluğuyla ilgili etkenler söz konusu olmadan da don olaylarının sık

yaşanması halinde, yolda meydana gelen çatlaklık tümüyle harap olmasına yol açabilir.

2. Yapım esnasında ve beton prizinin tamamlanmasına dek inşaat halindeki yol trafiğe kapatılır. Yolun trafiğe kapalı kalması bir ay sürebilmektedir. Onarım ve bakım çalışmaları sürerken de aynı problem oluşmaktadır. Hızlı donan (superciment) çimentodan yararlanılarak trafik açısından bekleme süresi azaltılabilir ya da şeritlerin yapımı ayrı ayrı yapılarak tek şerit trafiğe açılır.

3. Asfalt betona göre trafik akarken çalışılması uygun değildir. Trafiğe akarken yapımın devam etmesi durumunda servis yolu açılmasını gerektirmektedir ki bu durum küçük çapta da olsa bazı harcamalar ve zorluklar oluşturabilir.

4. Beton kaplama yapılan yollarda kurulacak alt tesisler yol yapımından önce kurulmalıdır. Diğer türlü beton kaplamanın kaldırılarak tesisin kurulması gerekmektedir. Oluşabilecek problemlerde problemin kaynağını bulup onarımını yapmak da çok güçtür. Oluşan arıza onarıldıktan sonra, beton kaplamanın tekrar kapatılması durumunda tamir edilen bölümün zayıf kaldığı bilinmektedir. Aslında su geçirmeme özelliğinin olması ve homojen nitelik taşımasından dolayı trafik ve yük sarsıntılarını, titreşim etkilerini çevreye yayma imkanının olması dolayısıyla beton kaplamalar, diğerlerine göre koruyucu tabaka özelliği yüksek kaplamalardır.

5. Renginin açık olması dolayısıyla güneşte gözün kamaşmasına yol açmaktadır. Bu problemi çözmek için betona boya karıştırarak yol rengi değiştirilirse sorun giderilmiş olacaktır.

6. Derzlerin varlığı ve kaplama yüzeyine uygulanan yivler, kaymaya karşı direnç oluşturmakta ancak bu yivlerden dolayı gürültü oluşurken aracın sürüş konforunu da etkilemektedir.

7. Derzlerin uygulanması ve bakımının yapılması önemli ölçüde özen ve tecrübe gerektirmektedir.

8. Aşınmanın etkisiyle kaygan duruma gelen yolda uygun malzeme tercih edildiğinde bu durum geciktirilebilir. Bununla birlikte denilebilir ki tüm kaplama çeşitlerinde bu problemler mevcuttur.

9. Temel tabaka ve Aşınma tabakasında tercih edilen malzeme aynı türden olduğu için, önceden yapılmış bir yolun kalitesinin artırılmasında ekonomik açıdan kullanılamaz.

10. Beton kaplamalarda karşımıza çıkan bir diğer önemli sıkıntı da, gün içerisinde meydana gelen ısı değişikliklerinin etkisiyle plak içi sıcaklığın eşit olmamasıdır. Plak güneş ışığına direk maruz kalırsa üst yüzey alt yüzeye oranla daha hızlı ısınmaktadır. Isının artması sonucu oluşan sıcaklık yavaş bir şekilde aşağılara doğru iner. Alt yüzeydeki ısının maksimum değerine ulaşması üst yüzeyin ısınmasından birkaç saat sonra olur.

Yapımı sırasında döşemesindeki kalınlık durumuna ve ısınmasına göre, plaktaki üst ve alt yüzeyler arasındaki ısı farkı 300 C'ye ulaşabilir. Bu ısı farkına bağlı olarak iki çeşit gerilme doğuşu oluşur. Isının artması durumunda, üst yüzeydeki sıcaklık alt yüzeyden fazla olacağı için plakta kabarmalar görülür, orta kısım yükselir ve üst kısımda çekmeye ait kısımda basınç altında kalır.

Buna düzensiz, soğuma esnasında (gece) alt yüzeydeki sıcaklık fazla olacağından plağın kenarlarında yükselmeler olur ve orta kısım çukurlaşır yani gerilmelerde ters yönlü gelişir.

Betonun elastisite modülünün ($E:100\ 000\ \text{kg/cm}^2$), dilatasyon derzleri arasındaki uzaklığın 30 m olması halinde, 30 derecelik bir fark için basınç gerilmelerinin değeri 20 -30 kg/cm^2 ye ulaşabilmektedir.

Kaplamanın üst ve alt kısımlarında oluşan nem farklılığı da buna benzer bir gerilmeyi doğurur (Ağar vd, 1998).

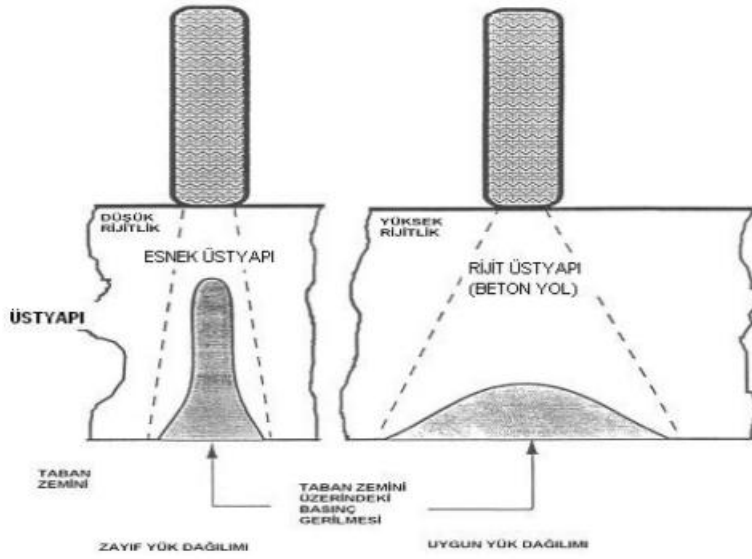
5. KAPLAMA TİPİ SEÇİM ESASLARI

Son zamanlarda, motorlu taşıt trafiğinde meydana gelen sürekli artışlar ve kaynak oluşturulmasındaki zorluklar karşısında, tekrar köyyolu yapmak yerine, var olan köyyolu kaplamalarının ileriki zamanlarda ağır ve yoğun trafiğe yanıt oluşturabilecek biçimde iyileştirilmesi önem taşımaktadır. Hem tekrar köyyolu yapımında, hem de kaplamaların yenilenmesinde kaplama tercihi çok önemlidir. Nitekim köy yolu yapımında kaplama çeşidi tercihi, farklı ve birçok kritere bağlanması gereken kapsamı geniş bir konu niteliği taşımaktadır. Tercihler belirlenirken, kaplama çeşitleri teknik ve ekonomik açıdan kıyaslanmalı ve ülke şartları da göz önünde bulundurularak, karar verilmelidir.

5.1 Kaplama Tipi Seçiminde Teknik Ölçütler

Dıştan gelen yüklerin taban zeminine iletilmesi

Asfalt ve beton olarak yol kaplamasını, iki kategoriye ayırmak mümkündür. Beton ve Asfalt kaplamalar arasında, trafiğin yoğunluğuna göre oluşan yükü taban zeminine ulaştırma ve hasarların oluşma şekilleri açısından farklılık bulunmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 5.1: Asfalt ve beton yol kaplamalarında yük dağılımı (Umar ve Açar, 1985)

Asfalt kaplamalar, alttemel, temel ve kaplama tabakalarından meydana geldiği için, altyapıda ortaya çıkan hasarlara rahatlıkla uyum sağlayabileceğinden, dayanıklı olmayan ve sıkışabilir taban zeminlerinde uygun kaplama olarak bilinmektedir. Trafikte yoğunluğa bağlı olarak oluşan yüklerin bu tabakalardan tabandaki zemine iletilmesi, zemin içinde bulunan klasik yük dağılışı gibi olmakta, yani, tekerleğin uyguladığı basıncın etkisiyle asfalt kaplama, hasar görmekte ve tabakaların her biri üzerindeki yükü bir alttaki tabakaya biraz daha yayarak ulaştırmaktadır. Bu şekilde, taban zeminine iletilen ağırlık nispeten daha geniş bir alana yayılmaktadır. Asfalt kaplamada gerçekleşen gerilmelerin değeri, yolun en üst tabakasından aşağı ilerledikçe azaldığından, yararlanılacak malzemelerin taşınması gereken nitelikleri de bu gerilme dağılışına göre belirlenmelidir. Beton kaplama tipi, taban zeminine üzerine uygulanan beton plaktan meydana gelmektedir. Beton kaplama ve taban zeminine arasında kaplama altı tabakası yapılarak şişme-büzülme, pompaj, don olaylarına karşı önlem alınmaktadır. Beton plağa ait elastisite modülü, taban zemininin elastisite modülünden oldukça büyüktür. Bu yönüyle beton kaplamayla yapılan yol, elastik zemine yerleşen bir kiriş biçiminde işlemekte ve trafiğin yoğunluğundan kaynaklanan yüklerini bu esasa bağlı olarak, asfalt kaplamaya kıyasla daha büyük bir alana yayarak, taban zeminine ulaştırmaktadır. Taban zeminine temas devam ederken beton yol zemine yerleşen elastik kiriş gibi işlev gördüğünden taşıma kapasitesi taban zemininin dayanıklılığına bağlı olmayacaktır. Bundan

dolayı beton kaplamalar zayıf tabana sahip zeminlerde asfalt kaplamalara kıyasla daha tercih edilebilir özellik taşımaktadır. İngiltere, ABD, Hollanda, Avusturya ve Çek Cumhuriyeti gibi çok sayıda ülkenin teorik çalışmaları ve tecrübeleri de bu konunun gerçek olduğu sonucunu düşündürmektedir. (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü,2000)

Trafik

Trafik yoğunluğu ve trafikteki senelik artış miktarı fazla, bununla birlikte trafikteki ağır taşıt olarak geçen araç sayısının fazla olduğu yollarda beton kaplama daha elverişli bir seçenektir. Çelik lif destekli beton yollar ile beton kaplamalı yollar, normal beton yola kıyasla daha maliyetli olsa da, son zamanlarda ABD’de ve birkaç Avrupa ülkesinde (Belçika’da) trafik yoğun olduğu kısımların kaplanması ve tamirinde tercih edilmektedir. Beton yollar, sanayileşme seviyesi ne olursa olsun, bölgelerin tümünde yapılabilir bir teknoloji özelliği göstermektedir. Trafiğin yavaş artıyor olması durumunda da aşamalı inşaatı uygun asfalt kaplamayla gelişen trafiğe çözüm üretmek mümkün görülebilmektedir. (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü,2000)

İklim

Asfalt betonunun yapısal özellik itibariyle viskoelastik bir malzeme olması dolayısıyla mevsimsel farklılıkların çok yaşandığı bölgelerde, yaz mevsiminde tekerlek izi oluşmasını önleyen, kışta ise çatlakların oluşumunun önüne geçen bir bitümlü karışımın formüle edilmesi oldukça zor olmaktadır. Sıcaklık farklarının yüksek olduğu bölgelerde yolların beton kaplama yapılması daha uygun bir tercih olmaktadır. Böylesi bir durumda da beton plaklar arasında bulunan derzler kışın çok açılacaktır. Bu durum da pompaj problemini ortaya çıkarmaktadır. Derz boşluklarının doldurulmasında elverişli malzeme seçmek, kayma demirinden yararlanmak ve beton plakla taban zemini arasında granüler malzeme kullanarak “kaplama altı” tabakası oluşturmak yoluyla pompaj probleminin önüne geçilebilmektedir. (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü,2000)

Malzeme

Asfalt beton yapımında bağlayıcı olarak kullanılan bitüm, termoplastik bir malzeme olup, ısı değişimlerine göre viskoz, viskoelastik, elasto-plastik, gevrek elastik şeklinde farklı jeolojik hallerde bulunmaktadır. Bitümdeki bu özellik,

asfalt betonunun özelliklerini de etkilemektedir. Bundan dolayı asfalt betonunun plentte hazırlanması, yola döşenmesi ve yolda sıkıştırılması esnasında, bu konudaki düzenleme esaslarına uyularak belirtilen sıcaklık değerlerine titizlikle uyulmaktadır. Beton yolda bağlayıcı olarak yararlanılan çimentonun nitelikleri ısıya göre değişmediğinden böyle bir problemle karşılaşılmamaktadır.

Asfalt betonda ortaya çıkan gerilme-deformasyon ilişkileri, yükleme hızının ve ısının işlevi olduğundan, çimento betonu benzeri sabit bir elastisite modülü ve Poisson oranı mevcut değildir. Kaplama projelendirme metotları çoğunlukla elastik varsayımlara göre olduğundan, asfalt kaplamalardaki projelendirilme, işlemi beton kaplamaya oranla daha karmaşık yapıdadır. Gelişen bu zorluk yolun desteklenmesi esnasında da kendini belli etmektedir.

Bitümlü bağlayıcıların özelliği, kaplama yapıldıktan birkaç sene sonra, bağlayıcı içerisinde bulunan uçucu bileşenlerin ortamdaki ayrılması ve bağlayıcının okside olmasıyla değişikliğe uğramaktadır. Bitümlü bağlayıcılarda “yaşlanma” olarak adlandırılan bu olay, bağlayıcının sertlik kazanması, daha az uzaması, agregaya adezyonun azalması biçiminde ortaya çıkmaktadır.

Beton kaplamalarda, ısı ve nem farkıyla, trafik yoğunluğundan kaynaklanan gerilmeler sebebiyle beton plakta çatlaklar oluşabilmekte, bu yönüyle, çatlamaı engellemek ve çatlakların tespit edilen yerlerde meydana gelmesini sağlamak maksadıyla derzler uygulanarak, kaplamada serbest hareketlerin oluşması için plaklar halinde bölme işlemi yapılmalıdır. Öte yandan, sıcaklık değerlerindeki hızlı değişimler, beton plağın alt ve üst yüzeyleri arasında ısı farkı yaratmakta, plağın bozulmasına, eğilme gerilmelerinin fazlalaşmasına neden olmaktadır. Oluşan nem farkı da aynı etkileri oluşturmaktadır. (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü,2000)

Onarım ve Bakım Kolaylığı

Beton prizini tamamladıktan sonra yolun trafiğe açılması gerekmektedir. Yol yapım ve tamir esnasında yolun bir kısmı ya da tamamı trafiğe kapatılmalıdır. Yolun trafiğe bütünüyle kapatılması durumunda, servis yolu oluşturulmakta ancak böylesi bir durum da ek bir masrafa yol açmaktadır. Bitümlü kaplamaların yapım ve tamirinde, bitümlü bağlayıcı kurduktan sonra yolun trafiğe açılması mümkün olmaktadır. Fakat, bitümlü kaplamalar, çimento betonu

yollara kıyasla daha hızlı deforme olmakta bunun için de daha sık bakım ve tamir ihtiyacı oluşmaktadır (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü,2000)

Konfor ve Güvenlik

İki kaplama çeşidinde de, ilk yapıldığı sırada, zevkli, konforlu ve güvenli bir sürüş yaşanmaktadır. Beton yollarda kullanılan rengin açık olması dolayısıyla gece şartlarında rahat görüş sağlanmakta, asfalt betonun siyah renkli olması ise bu yollardaki görüş rahatlığını olumsuz etkilemektedir.

Kaplama seçimini etkileyen teknik parametreler Çizelge 3.1’de özetlenmiştir.

Çizelge 5.1: Teknik parametrelere göre kaplama seçimi. (Umar ve Açar, 1985)

Üstyapı Tipi Teknik Parametre	Esnek Üstyapı (Kaplama tabakası asfalt betonu-BSK)	Rijit Üstyapı (Kaplama tabakası çimento betonu)
Taban zemini taşıma değeri (CBR) 20 > CBR > 6 CBR < 6	+ -	+ +
Trafik Büyük trafik hacmi Yüksek yıllık artış oranı Düşük yıllık artış oranı Yüksek ağır taşıt oranı	++ - + -	++ ++ - ++
Yüksek sıcaklık (ve farkı)	-	++
Onarımdan kaynaklanan gecikme	-	+

Çizelgede (+ veya ++) işareti uygun olma durumunu, (-) işareti ise, elverişsiz olma durumunu göstermektedir.

5.2 Kaplama Tipi Seçiminde Ekonomik Ölçütler

Maliyet karşılaştırması yapabilmek için, değişik zamanlarda gerçekleştirilen harcamaların aynı yıla dönüştürülmesinin sağlanması yani güncellenmenin yapılması gerekmektedir. Güncelleme yapmak için, faiz ve iskonto hesaplarından yararlanılmaktadır. Kaplama çeşidinin tercihinde dikkat edilecek ekonomik kriterler dört başlıkta toplanmaktadır:

1- Toplam Ekonomik Maliyet

Kaplama çeşidinin belirlenmesinde dikkat edilecek kriter, uzun bir zaman aralığı, projenin ne kadar süreceğiyle alakalı hesaplanan maliyetin toplamı. Bir

köy yolu yapımının olması gereken maliyeti, ilk yapımdaki harcama, proje süresindeki bakım harcaması ve bakımdaki işlemler sebebiyle oluşacak kullanma bakımından toplam gecikme harcamaları olmaktadır. (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü,2000)

• İlk Yapım Maliyeti

Yol kaplaması yapılacağı zaman ilk yapım masrafları belirlenirken, aşağıda belirtilecek birtakım çalışmaların olması gerekmektedir:

- Değişmeyen giderler
- İnşaat makineleriyle alakalı giderler
- İşçilik masrafları,
- Malzemelerin taşıma masrafı,
- Yararlanılacak malzemelerin tür, oran ve kaynaktaki giderlerinin belirlenmesi, şeklinde sıralanmaktadır.

Beton yollar için oluşan ilk yapım harcamaları çoğunlukla asfalt yollardan fazladır. Fakat asfalt üretiminde faydalanılan ham petrolün önemli bir bölümünün dışardan alınmasına karşılık, ülkemiz günün şartlarında çimento üretimi açısından Dünyanın ve Avrupa'nın ileri gelen ülkeleri arasında bulunmaktadır. Türkiye'de 5 rafineriye karşılık, ülkenin bölgelerinin tamamına yayılmış ve uluslararası standartları yakalayacak şekilde birçok çimento fabrikası ve hazır beton üretim tesisi mevcuttur. Bu yönüyle değerlendirildiğinde beton yollar asfalt yollara oranla malzeme açısından, üstün özellik taşımaktadır.

• Bakım-Onarım Maliyeti

Yollardaki bozulmanın sebebi, trafik ve iklim şartlarıdır. Bu etkilerin zararını önlemek için belirli aralıklarla bakım yapmak gerekmektedir. En yüksek düzeyde yapılacak bir bakım programında dikkat edilecek konu, kaplamanın durumuyla ilgili bilgi sahibi olunmasıdır.

Beton kaplamaların ömrü 30-40 yıllık hizmet sürelerine göre projelendirilmektedir. Beton kaplamanın olduğu yollarda yüzeyde yenileme ve iyileştirme işlemlerine ihtiyaç hissedilmemektedir. Projelendirme ve yapım

işlemlerinin olması gerektiği ölçüde yapılması durumunda, beton kaplamalı yollar hizmet ömürleri boyunca seyrek olarak bakım gerektirmektedir. Beton kaplamaların yapımı diğer kaplama türlerine göre daha çok dikkat edilmesi gereken uygulamadır. En küçük bir ihmal büyük maliyetlere yol açacağı için ilk baştan itibaren yüksek projelendirme ve yapım standartları doğrultusunda hareket etmek gerekmektedir.

Öte taraftan, beton kaplamalı yollarda, derzi meydana getiren yan yana iki beton plak arasına yerleştirilen bağlantı demirleri, bu plakların birbirine oranla düşey doğrultuda hareket etmesini engellemektedir. Hem trafik yükü hem de sıcaklık farklarının etkisi dolayısıyla, plakların yatay doğrultuda gözle fark edilemeyecek seviyede yer değiştirmelerin yaşanması olası bir durumdur. Temelde bu durum, dilatasyon derzinin de yapım gayesini ortaya çıkmaktadır. Derz dolgu maddesi, zamanla oluşan devamlı genleşme ve büzüşmelerin etkisiyle, olması gereken özelliğini yitirmekte, bununla birlikte yan yana dizili plakların derzle birleşen kenar ve köşeleri de zaman ilerledikçe aşınarak yada kırılarak deforme olmaktadır. Bu şekilde, derz kısmı, beton yolun içine ince malzemelerin sızmasına neden olmakta ve suyun iletilmesine izin veren zayıf bir kesite dönüşmektedir. Yapılması gereken ilk olarak derz boşluğunu tümüyle boşaltıp, beton kenarları ve yüzeyleri tel fırçalarla temizlemek ve temizlenen hale derz boşluğu, dilatasyon latası yani alt dolgu malzemesinin yerleştirilmesinin ardından uygulanan mastik asfaltla kapatılmaktadır. İçindeki hava kabarcıklarının boşaltılmasından sonra da üst yüzeyi kumla kapatılmaktadır.

Çoğunlukla 20 yıl olarak ömür biçilen asfalt kaplamalar, beton kaplamalara göre ayrı bir bakım ve tamir ömrüne sahiptir. Asfalt kaplamalı yollarda rastlanan yerel problemlerin kış mevsiminden sonraki bakımı haricinde, ilk 5 senenin ardından, küçük çapta tamirlere ve yüzey kaplamasına ihtiyaç duymaktadır. 10. senede yol yüzeyinde gerçekleştirilen yenilenme ve pürüzlendirilme çalışmaları, bir 5 yıllık süre daha geçmesinin ardından, başlangıçtaki 5. Yılda yapılan restore işlemini yüzey yapısına uygulamak gerekmektedir. 20 senenin ardından asfalt kaplamalı yol yapımı için biçilen ömrün sonuna gelineceğinden, yolun yeni bir kaplamayla desteklenmesi

gerekmektedir. Bunların haricinde, temel ve alt temel tabakalarının da zorunlu olarak tamir ve değiştirilmesi gibi bakım çalışmaları yapılabilmektedir.

• Yolu Kullananlara Maliyet

Normal koşullarda, lastiğin yıpranması, yağ, yakıt harcaması gibi firma giderleri, her iki kaplama çeşidinde eşit seviye mevcuttur. 20-30 yıl gibi hizmet ömrü bulunan yol bakım faaliyetlerinin neden olduğu gecikmeler asfalt kaplamalı yollarda ciddi anlamda mali zararlara sebep olmaktadır. Beton kaplamalı yollarda bu tehlike yok denecek seviyededir.

2- Ülkede Mevcut Yolların Kaplama Durumu

Var olan bir yol kaplamasının desteklenmesi için beton yollar maliyetli olmaktadır. Bundan dolayı, yolların asfalt kaplama olması durumunda, destekleme çalışmasının asfalt kaplamayla gerçekleştirilmesi uygun görünmektedir.

3- Finansman Kaynakları ve Güncelleme (İskonto) Oranı

Kaplama tipinin seçimi, bu yapım işinin finanse edilme şekline de etkilenebilmektedir. Bu açıdan, yalnızca yapım giderlerinin finanse edildiği durumlarda beton kaplamalar tercih edilmektedir. Bunun tersine, artan trafiğe cevap verebilmek için art arda tabakaların yapılması gibi bir kademeli inşaat stratejisi gerektiren, sınırlı yatırım kaynakları ve yüksek iskonto oranı gibi durumlarda, asfalt kaplamaları kullanmak daha avantajlı olmaktadır. Ancak, bu tip stratejilerde kaplamayı sürekli olarak yeterli bir hizmet düzeyinde tutmak için yüksek bakım fonları gerekmektedir.

4- Enerji Tüketimi

Enerji konusunda yaşanan problemlerin ciddiyeti her ülkede birbirinden farklı faktörlerin etkisi altındadır. Yol yapımı ve trafik açısından düşünüldüğünde yol yapımı için harcanan enerjinin araçların tükettikleri enerji yanında oldukça düşük kaldığı söylenebilir. Bu nedenle trafikte harcanacak enerjinin azaltılması için yol yapımı, kaplama, bakım ve onarımın önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Fransa'da yapılan bir araştırmada yol yapımı, bakımı ve onarımı çalışmalarında harcanacak enerji miktarının, asfalt ve beton kaplamalarda harcanan enerji ile karşılaştırılması yapılmış, elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

- Asfaltı enerji veren bir madde gibi düşünürsek, günlük taşıt sirkülasyonu ortalamasının 3000'in üzerinde olması durumunda, beton kaplamalar asfalt kaplamalara göre daha az enerjiye ihtiyaç duymaktadır.

- Asfaltı enerji vermeyen bir madde gibi düşünürsek, beton kaplamaların asfalt kaplamalara göre daha çok enerji harcadığı ortaya çıkmakta ve taşıt sirkülasyonu azaldıkça harcanan enerji farkı büyümektedir.

- 25 senelik bir zaman dilimi için, taşıt sirkülasyonu çok fazla olduğunda, beton kaplamaların bakımı için asfalt kaplamalardan daha az enerji harcadığı görülmekte, trafik yoğunluğu azaldıkça da yolların bakım masrafları birbirine eşdeğer olmaktadır.

- Günlük ortalama trafik yoğunluğunun 750'nin üzerine çıkması durumunda ilk inşa ile 25 senelik bakım için gerekli enerji oranı, beton kaplamalar için daha az çıkmaktadır.

Ülkemizdeki şartlara bağlı hesaplamalar ile de benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

Tablo 3.2'de kaplama seçimine etki eden ekonomik değişkenler kısaca belirtilmiştir.

Kaplama seçimi teknik ölçütlere bakılarak yapıldığında, zayıf taşıma gücüne sahip taban zemini, yoğun trafik, trafikte senelik büyük artış miktarı, ağır araç sayısının çok olması ve sıcaklığın yüksek olduğu durumlarda beton kaplamalar, yoğun trafik ve trafikte senelik az artış miktarı şartlarında ise asfalt kaplamalar doğru seçim olmaktadır.

Eğer kaplama seçimi ekonomik ölçütlere bakılarak yapılırsa, uzun ömürlü ve az giderli olması, cüruf, çimento, kolay ve bol bulunan uçucu kül içerme ve az enerjiye sahip olması nedeniyle beton kaplamalar, yapıldığı ilk anda yüksek gider ve iskontoya sahip olması durumu ve ek sağlamlaştırma işlemleri için de asfalt kaplamalar doğru seçim olmaktadır.

Çizelge 5.2: Ekonomik parametrelere göre kaplama seçimi (Umar ve Ağar, 1985)

Üstyapı Tipi Ekonomik Parametre	Esnek Üstyapı (Kaplama tabakası asfalt betonu-BSK)	Rijit Üstyapı (Kaplama tabakası çimento betonu)
İlk yapım maliyeti	+	-
Ömür boyu toplam maliyet (ilk yapım+bakım+gecikmeler)	-	+
Çimento, cüruf, uçucu külün bol ve kolay bulunması	-	+
Mevcut üstyapıların esnek olması	+	-
Yüksek iskonto oranı	+	-
Enerji azlığı	-	+

Tabloda (+) işareti uygun olma durumunu, (-) işareti de elverişsiz olma durumunu göstermektedir.

Fakat kaplama çeşidinde seçim yapılırken hem ekonomik hem de teknik ölçütlere bakmak daha doğru bir yaklaşımdır.

5.3 Asfalt Ve Beton Kaplama Karşılaştırması

Yol yapımında da kaplama yenileme işlemlerinde de doğru kaplama seçimi önemlidir. Zira yollar için farklı ölçütlere dayanan kaplamaların seçim işlemi ayrıntılı ve zor bir iştir. Bu seçime karar verilirken hem teknik ve ekonomik açıdan kaplama çeşitlerinin karşılaştırmasını yapmak hem de ülke şartlarına bakmak gerekmektedir. Günümüz şartlarında araç sayısı ve trafikte artışın olması ve bunlara kaynak bulmada sorunlar yaşanması nedeniyle var olan yolların kaplamalarının yenilenmesi, yeni yol yapmaktan daha doğru bir seçim olmaktadır.

Köy yolları yapılırken, kaplama tabakası çimento betonu olan beton kaplama ile karışık (yarı rijit) kaplama ve asfalt betonundan olan asfalt kaplama türlerinde farklı kaplamalar kullanılmaktadır. En çok tercih edilen asfalt ve beton kaplamalar farklı faktörler açısından aşağıdaki gibi karşılaştırılabilir:

- 1- Şu an kullanılan kaplamalar, beton asfalt yapıda olup bunlar için yalnızca kaplamanın değişmesini gerektiren bir tamir işlemi yapılacaksa tekrar beton asfalt kaplaması kullanılmalıdır.

- 2- Beton asfalt kaplamalar uygulandıktan kısa bir süre sonra araç trafiğine açılabilirken, beton kaplama uygulamasından sonra en az bir hafta beklemek gerekmektedir. Zira betonun direncinin artması için zamana ihtiyaç vardır. Buna rağmen beton yapılırken içine eklenen prizi ve sertleşmeyi hızlandırıcı maddeler sayesinde bekleme süresi kısaltılabilmektedir. Aslında beton kaplama yapılırken bu şekilde katkı maddesi kullanma zorunludur. Zira betonun sertleşmesi beklenirken trafik akışını sağlamak için servis yolları gerekmektedir. Bu durum beraberinde ek maliyet getirmektedir.
- 3- Demir donatı uygulanabilen tek kaplama çeşidi beton kaplamalardır. Gerekli durumlarda sürekli donatılı yapıda olan beton kaplamalarda ve derzlerde, çatlamları engellemek için plak yüzeyinin üst taraflarında çelik donatı kullanılabilir. Bu durum maliyeti de artırır ancak beton kaplamanın ömrünü uzatmaktadır.
- 4- Beton asfalt kaplama kolay yama tuttuğu için onarımı da kolay olmaktadır. Hatta bu onarım için trafiğin durdurulmasına dahi gerek duyulmamaktadır. Ancak uzun vadede bu bakımların çok sık tekrarlanması beton asfaltın eksi yönünü oluşturmaktadır. Beton kaplamaların ise onarımı çok zor olup plağı kırarak yerine yeni plak dökmek gerekmektedir. Bir de içinde demir donatı yer alıyorsa daha da zahmetli olmasına neden olmaktadır. Zira demir donatının kesilerek yeniden yapılması, dökülen betonu bekletmek gerekmesi, trafiğin durdurulması gibi faktörler vardır. Bunlar da beton kaplamaların eksi yönleridir. Fakat bu kaplamalar çok dayanıklı bir kaplama çeşidi olup, çok fazla bakım ve onarım gerektirmezler.
- 5- Güvenlik açısından önem arz eden sürtünme katsayıları her iki kaplama türünde de neredeyse aynı değerdedir. Ancak yağışlı koşullarda beton kaplamanın sürtünme katsayısı daha çok azalmaktadır. Kaymayı engelleyen bu durum onu asfalt kaplamadan üstün kılmaktadır.
- 6- Asfalt kaplamalar, üzerine gelen yüklerin kaplamadan başlayarak bir alt tabakaya yayılmasını sağlar. Her tabakaya geçen yük, bir alt tabakaya geçerken daha geniş bir alana yayılarak dağılacaktır. Bu nedenle her tabaka için kullanılan malzemelerin mekanik özellikleri gerilme değerlerini etkileyecektir. Taban zemininin zayıf olması durumunda beton asfalt kaplama gerilmelere bağlı olarak bu bozulmaya başlayan alanı takip etmektedir. Bu durumda yolun en üst tabakasında ondülasyonlara ya da oturmalara rastlanmaktadır. Beton kaplama

plağı üzerine gelen yükler tabana yayıldığı için taban zemininin direnci kaplama alanının taşıma gücünü etkilememektedir. Bu yüzden zayıf taban zeminleri üzerine yapılan asfalt kaplamaya göre beton kaplama daha iyi sonuçlar verebilir. İngiltere Amerika, Hollanda, Avusturya, Çekoslovakya gibi ülkelerdeki teorik çalışmalardan elde edilen sonuçlarda bu konunun doğruluğunu destekler mahiyettedir.

- 7-** Yapım ilerleme hızı açısından asfalt kaplamada plent kapasitesi, plent ile döküm yeri arası uzaklık, döküm ve sıkıştırma çabukluğuna bağlı olmaktadır. Beton kaplamada ise transmikserin kapasitesi ve sayısı, üretim yeri ile beton döküm alanı arası uzaklık, döküm aşamasındaki vibrasyon ve perdahlama işlemlerinin hızına bağlıdır. İlerleme hızı açısından değerlendirildiğinde ısı kaybından kaynaklanan problemler de hesaba katılacak olursa asfalt kaplamaların hızlı uygulanması gerektiği anlaşılmaktadır.
- 8-** Petrol üretimi ya da petrol ihtiyaçlarında önemli sorunları olmayan ülkelerdeki asfalt kaplama faaliyetleri maliyetin azlığı sebebiyle daha ekonomik olabilmektedir. Diğer yandan çimento imal eden ülkelerde de beton kaplama imal edilmesi daha uygun görülmektedir.
- 9-** Hem beton kaplama hem de asfalt kaplamaların sıkıştırılması arasında önemli bir farklılığa rastlanmamaktadır. Asfalt kaplamalar 125 derecedeyken dökülür ve sıkıştırılır. Bu yüzden ısının düşmesi sıkıştırmanın kalitesini azaltır, asfalt yumuşaklığı kaybolur, kaplamalarda boşluklar artar. Bu durumda kaplamanın nitelik yönünden istenilen kalitede olmaması ile yüz yüze kalınır. Beton kaplamalarda ise vibratör sıkıştırdığı için ısının azalması önemli bir problem değildir.
- 10-** Asfalt kaplama, alt temel, temel ve beton asfalt kaplama katmanlarından oluşur. Bu katmanların toplam kalınlıkları beton kaplama ile karşılaştırıldığında beton plaklar ile en altta yer alan kumlu yastık tabakaya göre oldukça fazla bir kalınlığa sahip olduğu görülür. Yol yapında kullanılan tabakaların tamamı ana malzemelerle beraber agregalardan ibarettir. Bu sebeplerle her iki kaplama türünün birbirine eşit nitelikleri bulunsa da, beton kaplamalara göre asfalt kaplamaların yapımı için ihtiyaç duyulan agregaların miktarları daha çok olacaktır. Bu kaplamaların karşılaştırılacağı bir diğer etmen ise agrega kalitesi olmalıdır. Asfalt kaplama yapımında kullanılacak agrega kalitesinin beton kaplama yapımında kullanılacak agrega kalitesine göre çok daha iyi olması şarttır.

- 11-** Sürekli donatılı türdeki beton kaplamalar dışında, diğer beton kaplamada belli aralıklar dahilinde derze ihtiyaç duymaktadır. Derzler, hem beton plaklarda oluşabilme ihtimali olan çatlakların rastgele yayılması önlenmekte ve bir kesit alanına toplamakta hem de beton plakların genleşmesi ve büzülmesine fırsat vermektedir. Beton kaplamalarda ise zayıf noktaları oluşturması, belli zamanlar dahilinde kontrollerinin ve bakımların yapılmasını gerekli kılmaktadır. Bu yüzden de maliyetlerin artmasına neden olmaktadır. Ayrıca, beton kaplamaların istenen yeterli kaliteye sahip olmaması durumunda belli bir gürültü ve konforda azalmaya sebep olan bu derzlerin, asfalt kaplama yapılmaması söz konusudur. Asfaltın kendi bünyesi dahilinde genişlemesi ve büzülmesi kendine has bir avantajı olarak görülebilir.
- 12-** Hem asfalt hem de beton kaplama yeterli kalitede uygulandığı müddetçe konforlarının birbirinden çok da farkı bulunmamaktadır. Bununla beraber beton kaplamanın asfalta göre daha açık renk olması gece sürüşü açısından oldukça avantajlıdır. Zira asfalt kaplamanın koyuluğu nedeniyle gece trafiğinde görülmesi oldukça zorlaşabilir. Asfalt kaplamada güvenli bir gece sürüşünün olabilmesi için çizgilenme ya da reflektörlü sınır taşlarının belli aralıklarla yerleştirilmiş olması gerekir. Aksi halde far ışığıyla gece sürüşünde yolun tamamen fark edilmesi mümkün hale gelmeyebilir.
- 13-** Asfalt kaplama uygulamalarında kullanılmakta olan bağlayıcı asfalt malzemelerinin bileşenleri birçok uçucu maddeden oluşmaktadır. Asfalt içerisinde bulunan bu uçucu madde yoğunluğunun bir zaman sonra kaybolması sonucunda kaplama yaşlanmış olur. Bu durumda asfalt gevrekleşir, eskir, üzerlerine dökülen tuzlar, yağlar, benzin, motorin gibi maddelerin etkisiyle de yapısında kimyasal değişimler yaşanır. Kaplama yapısında meydana gelen bu olumsuz değişiklikler çoğunlukla yol güvenliğinin bozulmasına can ve mal kaybına neden olabilecektir. Beton kaplama yapısındaki bağlayıcının çimento olması, yapısındaki maddelerin zamanla kaybolmaması ya da eksilmemesi nedeniyle asfaltta yaşanan yaşlanma hadisesi meydana gelmemektedir. Ayrıca asfalt kaplama yol üzerine dökülen kimyasallar beton kaplama yola dökülse bile kaplamanın yapısında bir etki oluşturmayacağından ayrı bir avantaj olarak görülmelidir.
- 14-** Beton plakların üst ve alt yüzlerinde meydana gelen ısı değişimleri ve ısı farkları beton plak yüzlerinde birbirinden farklı gerilmelere ve genleşmelere

neden olacaktır. Bu durumda çekme direncinin düşük olması beton plak üzerinde çatma riskini doğuracaktır.

- 15-** Asfalt kaplama yapımında ve uygulamasında ısıtmaya ve kurutmaya yönelik işlemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yüzden bir çevre kirliliği sorunu oluşabilmektedir. Ancak, beton kaplamalarda hem yapım hem de uygulama sırasında ısıtma ve kurutma faaliyetlerine ihtiyaç hasıl olmaması bu riskinde ortadan kalması anlamına gelmektedir.
- 16-** Beton kaplamalar için pahalı santrallere ihtiyaç vardır, asfalt kaplamaların ise beton kaplamaya göre daha fazla ısı enerjisiyle yapılması söz konusudur. Bu nedenle enerji üretiminde problem yaşayan ülkelerde beton kaplama tercihi ekonomik olabilmektedir.
- 17-** Petrol ürünlerinin yetersiz olduğu ülkelerde, asfalt kaplama bağlayıcılarından asfaltın, plentlere ya da santrale taşınmasında nakliye maliyetlerinin yükseleceği unutulmamalıdır. Buna benzer sorun çimento imalatının az olduğu ülkeler için beton kaplama imalatı yapımında karşılaşılmaktadır. Çimento fabrikaların çok fazla olduğu ve dağıtımında problem yaşanmayan ülkeler ise hem maliyetler düşecek hem de taşımada sorunlar yaşanmayacaktır.
- 18-** Asfalt kaplamanın taban zemini rutubet oran maksimum %2 olması gerekir. Bu yüzden daha fazla rutubet içeren zeminler, asfalt kaplamada önemli problemlere neden olacaktır. Nem oranının %2'den fazla olması durumunda asfalt kaplama ömrü azalacaktır. Beton kaplama yapımında ise nem oranı büyük bir sorun oluşturmamakta bunun yerine iyi bir kenetlenmenin olabilmesi, ancak taban zemininin nemliliğiyle sağlanabilmektedir. Bu amaçla beton kaplamada taban zemininin ıslak olması tercih edilmektedir.
- 19-** Asfalt kaplamalar sıcaklık ve kurulukla bağlantılı olarak etkin kullanımı sağlanan bir kaplama çeşididir. Bu kaplamanın yapımı sırasında plent ya da santral ortamında yüksek ısıya ihtiyaç olmakta, üretildikten sonra da bu ısı değeri korunarak döküm alanına ulaştırılması sağlanmaktadır. Isı kaybetmeden dökülen asfaltın uygun yöntemlerle sıkılaştırılması da yine sıcaklık ile ilişkili bir durumdur. Asfalt kaplamaların yeterli kaliteye ulaşması iklim koşullarıyla da doğrudan bağlantılıdır. Bu nedenle kaliteli asfalt kaplamada kuru havanın yanı sıra sıcak havaya da ihtiyaç duyulmaktadır. Beton kaplamalarda ise kuru ve sıcak hava koşulu aranmasa da aşırı yağış ve beş derecenin altında soğuk hava olmadıkça beton kaplamaların uygulanmasında bir sakınca bulunmamaktadır. Bu

nedenlerle yıl boyu uygulanan beton kaplama sayısı asfalt kaplama sayısına göre oldukça fazladır.

- 20-** Beton kaplamaların uygulanması sırasında asfalt kaplamalara göre çok daha fazla işgücüne gereksinim vardır. Her ne kadar fazla iş gücü bir dezavantajmış gibi görünse de fazla personelin kaliteyi daha fazlalaştıracağı, yapım aşamasında daha fazla özen gösterilebileceği anlamına da gelebilir. Bu yüzden beton kaplamaların yol yapımında seçimi kalitenin tercih edilmesi anlamına geldiği bilinmelidir.

Bu yirmi maddeden oluşan beton kaplama ile asfalt kaplama arasındaki avantaj ve dezavantajların karşılaştırmaları Çizelge 6.1’de özetlenerek gösterilmiştir. Yapılan bu değerlendirmelerden de anlaşılacağı gibi bazen asfalt kaplamalar en uygun seçim olabilirken bazen beton kaplamaların tercih edilmesi gerektiği görülmektedir. Bu nedenle sadece bir kaplama türünün her şart ve koşulda en geçerli yol kaplama türü olduğu ileri sürmek doğru değildir. Yol yapımında kullanılacak kaplama seçiminin hem ülkenin gelişmişliğine, hem petrol ürünlerinden zenginliğe hem de iklimsel özelliklere bağlı olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca yapılmak istenen yoldan beklenen performansın da bu tercihi etkilediği görülmektedir.

Çizelge5.3: Beton kaplama ve asfalt kaplamanın karşılaştırılması (Ağar vd, 1998)

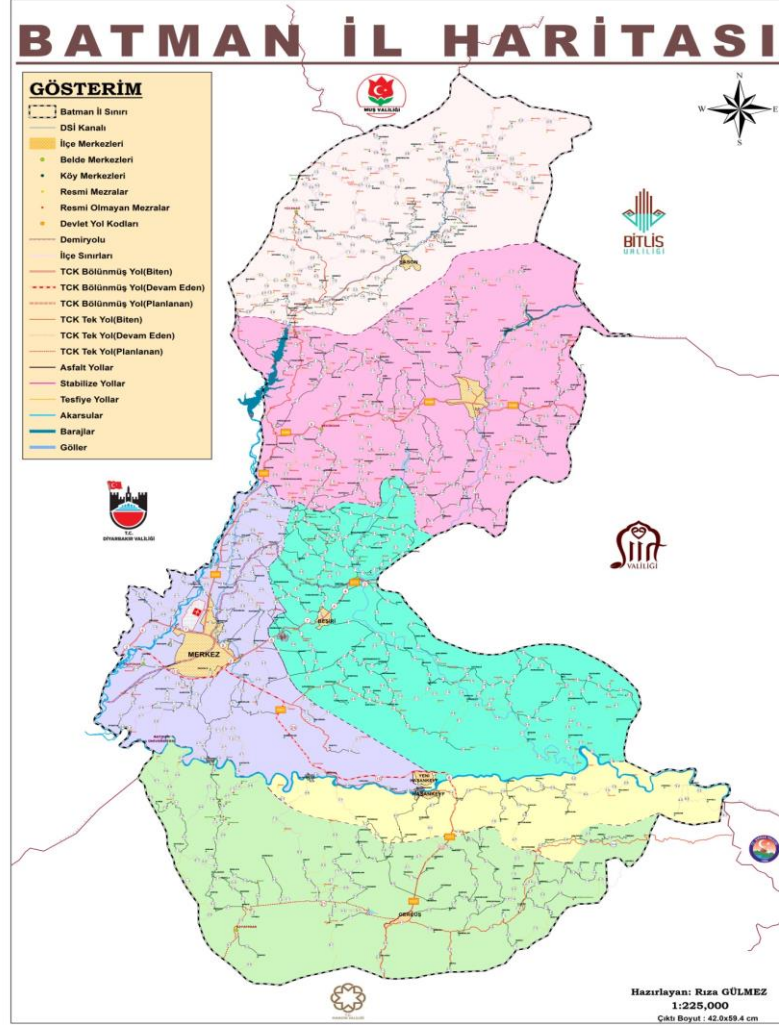
Parametreler	Esnek Üstyapı	Rijit Üstyapı
- Trafığe çabuk açılabilme	++	-
- Demir donatı kullanabilme	-	+
- Onarım sıklığı	-	++
- Dayanıklılık	+	++
- Islak halde kayma sürtünme katsayısı	-	+
- Zayıf taban zemininin bulunması	--	+
- Yapım sırasında ısı kaybının yol açacağı sorunlar	--	+
- Kaliteli agrega gereksinimi	-	+
- Derz yapma zorunluluğu	+	-
- Seyir konforu	++	+
- Gece seyirde görüş olanakları	-	++
- Yaşlanma ve kimyasal maddelerden etkilenme	--	+
- Yapım sırasında çevre kirliliğini artırıcı etki	-	+
- Enerji azlığından etkilenme	-	+
- Taban zeminindeki ıslaklık	-	+
- İklim koşullarına bağımlılık	--	++
- Trafikte yüksek yıllık artış oranı	-	++
- Trafikte düşük yıllık artış oranı	+	-
- Trafikte yüksek ağır taşıt oranı	-	++
- Üstyapı kaplama takviyesi	+	-
- Üstyapı temel+kaplama değişimi	+	+
- Yüksek iskonto oranı ve sınırlı yatırım kaynakları	+	-

++:çok avantajlı, çok uygun; +: avantajlı, uygun; -: sakınca yaratır, uygun değil; --:çok sakıncalı, hiç uygun değil



6. BATMAN-SASON-DERİNCE GRUP KÖYYOLU ÖRNEĞİ

6.1 Batman İli Köy Yolları Ağı Çalışmaları



Şekil 6.1: Batman İli Köy yolları Ağı

6.1.1 Yol Ağı Bilgileri

BATMAN İLİ YOL AĞI

İŞİN CİNSİ		Faydalanan Köy Adedi	Faydalanan Mezra Adedi	Toplam Ünite Adedi	Toplam Nüfus	Toplam Km.si	% si
KÖY YOLU	ASFALT	193	80	273	44.463	1.258,07	43
	STABİLİZE	38	104	142	12.544	636,08	22
	TESVİYE	30	68	98	9.828	639,77	22
	HAM YOL	1	0	1	13	62,08	2
	BETON YOL	3	6	9	752	92,62	3
	KÖYİÇİ ASFALT	0	0	0	0	32,19	1
	KÖYİÇİ STABİLİZE	0	0	0	0	88,22	3
	KÖYİÇİ TESVİYE	0	0	0	0	12,55	0
	KÖYİÇİ BETON YOL	0	0	0	0	11,21	0
	KÖYİÇİ PARKE	0	0	0	0	60,17	2
	TOPLAM	265	258	514	67.600	2.893	100

Şekil 6.2: Batman İli Yol Ağı

HİZMET ALANIMIZ DIŞINDA VE İÇİNDE BULUNAN KÖY YOLLARININ GENEL ENVANTER İÇMALİ (31.12.2016 Tarihi İtibarıyla)

İLÇE ADI	YERLEŞİM GENEL		HİZMET DIŞI (T.C.K.)			HİZMET İÇİ			YOL AĞI																YOL GENEL TOP. Km.				
	İlçe Toplam Köy Adedi (Genel)	İlçe Toplam Mezra Adedi (Genel)	Köy Adedi	Mezra Adedi	Toplam Nüfus	Köy Adedi	Mezra Adedi	Genel Toplam	Toplam Nüfus 2016 Yılı)	ASFALT YOL			STABİLİZE YOL			TESVİYE			HAM YOL			BETON YOL				KÖY İÇİ YOLLAR			
										Faydalanan Köy ve Mezra Ad.	Faydalanan Nüfus	Toplam Km. si	Faydalanan Köy ve Mezra Ad.	Faydalanan Nüfus	Toplam Km. si	Fayd. Köy ve Mezra Ad.	Faydalanan Nüfus	Toplam Km. si	Fayd. Köy ve Mezra Ad.	Faydalanan Nüfus	Toplam Km. si	Asfalt	Stabilize	Tesviye		Beton ol	Parke	Toplam Km. si	
MERKEZ	33	32	5	4	2.859	28	28	56	19.667,00	9	4.554,00	42,63	11	461	103	0	0	16	0,00	0,00	0,00	1,32	7,40	12	0	0,65	27,03	47	209,96
BEŞİRİ	54	50	8	2	5235	46	48	94	13.086,00	11	2.996,00	54,27	30	1.764	169	2	0	13	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	21	0	0,75	16,14	44	281,09
GERCÜŞ	59	12	2	0	489	57	12	69	12.885,00	24	5.302,00	106,40	8	541	75	4	83	181	1,00	13,00	29,16	4,10	5,45	21	0	2,67	1,52	31	426,37
HASANKEYF	22	7	0	0	0,00	22	7	29	3.479,00	7	1.173,00	36,53	3	146	22	9	317	39	0,00	0,00	0,00	3,34	1,20	6	0	1,36	2,75	12	112,46
KOZLUK	69	115	3	10	2122	66	105	171	31.697,00	33	10.848,00	155,39	79	8.089	208	13	672	42	0,00	0,00	2,99	29,80	12,14	21	0	5,33	12,55	51	489,38
SASON	50	66	4	2	1497	46	64	110	14.803,00	0	0,00	0,34	11	1.543	58	76	8.756	349	0,00	0,00	29,93	54,06	0,00	7	13	0,45	0,18	20	511,19
GEN.TOPLAM	287	282	22	18	12.202	265	264	529	95.617	84	24.873	396	142	12.544	636	104	9.828	640	1	13	62	93	32	88	13	11	60	204	2.030,45

Şekil 6.3: Batman İl Özel İdaresi Hizmet Alanı İçinde ve Dışında Bulunan Genel Yol Ağı İcmali

6.1.2 Birinci ve İkinci Derece Köyüolu Envanterleri

İLÇE ADI	TOP. KÖY AD.	TOP MEZRA AD.	KÖYYOLUNDAN FAYDALANAN		1. DERECE YOL					
			ÜNİTE Sayısı	NUFUS (2016)	Asfalt (Sathi+ R.M.)	Asfalt (BSK)	Stabilize	Tesviye	Beton yol	Ham Yol
MERKEZ	33	32	65	429.665	22	103	36	0	1	0
BEŞİRİ	54	50	104	30.411	34	258	87	8	0	0
GERCÜŞ	59	12	71	19.995	101	123	49	48	4	29
HASANKEYF	22	7	29	6.642	37	39	16	39	3	0
KOZLUK	69	115	184	60.691	150	179	179	34	30	3
SASON	50	66	116	29.767	0	121	58	337	54	30
GENEL TOP:	287	282	569	577.171	343	824	426	467	93	62

Şekil 6.4.: Batman İli 1.Derece Köyüolu Envanterleri

İLÇE ADI	TOP. KÖY AD.	TOP MEZRA AD.	KÖY YOLUNDAN FAYDALANAN		I. DERECE KÖY İÇİ YOL					
			ÜNİTE Sayısı	NUFUS (2016)	Köy İçi Asfalt	Köyüçi Asfalt (BSK)	Köy İçi Stabilize	Köy İçi Parke	Köy İçi Tesviye	Köy İçi Beton Yol
MERKEZ	33	32	65	429.665	7	0,40	12	27	0	1
BEŞİRİ	54	50	104	30.411	6	1,05	21	16	0	1
GERCÜŞ	59	12	71	19.995	5	2,10	21	2	0	3
HASANKEYF	22	7	29	6.642	1	0,30	6	3	0	1
KOZLUK	69	115	184	60.691	12	1,00	21	13	0	5
SASON	50	66	116	29.767	0	0,85	7	0	13	0
GENEL TOP:	287	282	569	577.171	32	6	88	60	13	11

Şekil 6.5: Batman İli 1.Derece Köy İçi Yolu Envanterleri

İLÇE ADI	TOP. KÖY AD.	TOP MEZRA AD.	KÖY YOLUNDAN FAYDALANAN		2.DERECE YOL				
			ÜNİTE Sayısı	NUFUS (2016)	Asfalt	Asfalt (BSK)	Stabilize	Tesviye	Beton yol
MERKEZ	33	32	65	429.665	20,45	12,14	67,10	16,01	0,00
BEŞİRİ	54	50	104	30.411	20,63	8,93	82,25	5,53	0,00
GERCÜŞ	59	12	71	19.995	5,63	12,98	25,92	132,53	0,00
HASANKEYF	22	7	29	6.642	0,00	0,00	5,98	0,00	0,00
KOZLUK	69	115	184	60.691	5,66	28,91	28,91	7,35	0,00
SASON	50	66	116	29.767	0,00	0,00	0,00	11,79	0,00
GENEL TOP:	287	282	569	577.171	52,37	62,96	210,16	173,21	0,00

Şekil 6.6. Batman İli 2.Derece Köy Yolu Envanterleri

İLÇE ADI	TOP. KÖY AD.	TOP MEZRA AD.	KÖY YOLUNDAN FAYDALANAN		1.DERECE YOL TOPLAMI	2.DERECE YOL TOPLAMI	YOL GENEL TOPLAMI
			ÜNİTE Sayısı	NUFUS (2016)			
MERKEZ	33	32	65	429.665	210	116	326
BEŞİRİ	54	50	104	30.411	432	117	549
GERCÜŞ	59	12	71	19.995	388	177	565
HASANKEYF	22	7	29	6.642	146	6	152
KOZLUK	69	115	184	60.691	627	71	698
SASON	50	66	116	29.767	621	12	633
GENEL TOP:	287	282	569	577.171	2.424	499	2.923

Şekil 6.7: Batman İli 1.Derece ve 2.Derece Genel Köy Yolu İcmali

6.1.3 Batman Köy Yolları Envanteri

I- İle Ait Köyyolu Envanteri Tablosu

İLÇESİ	YOL NİTELİĞİ	İL TOPLAMINDA YOL UZUNLUKLARI (KM)															
		Ham yol		Tesviye		Stabilize		Asfalt				Parke Taşı		Beton		Toplam	
								Sathi Kaplama		BSK							
		Grup	Münferit	Grup	Münferit	Grup	Münferit	Grup	Münferit	Grup	Münferit	Grup	Münferit	Grup	Münferit	Grup	Münferit
MERKEZ	1. DERECE	0	0	0	0	0	35,72	0	22,18	8,8	94,49	0	0	0	1,32	8,8	153,71
	2. DERECE	0	0	0	16,01	0	67,1	0	20,45	0	12,14	0	0	0	0	0	115,7
	KÖY İÇİ YOL	0	0	0	0	0	12,1	0	7,4	0,4	0	0	27,03	0	0,65	0,4	47,18
BEŞİRİ	1. DERECE	0	0	0	7,68	0	87,17	0	33,64	41,31	216,79	0	0	0	0	41,31	345,28
	2. DERECE	0	0	0	5,53	0	82,25	0	20,63	0	8,93	0	0	0	0	0	117,34
	KÖY İÇİ YOL	0	0	0	0	0	21,3	0	6	1,05	0	0	16,14	0	0,75	1,05	44,19
GERCÜŞ	1. DERECE	0	29,16	3,14	45,28	4,89	44,33	31,16	69,61	43,81	79,6	0	0	0	4,1	83	272,08
	2. DERECE	0	0	0	132,53	0	25,92	0	5,63	0	12,98	0	0	0	0	0	177,06
	KÖY İÇİ YOL	0	0	0	0	0	20,68	0	4,4	3,45	0	0	1,52	0	2,67	3,45	29,27
HASANKEYF	1. DERECE	0	0	0	38,6	0	16,36	6,3	30,23	25,2	13,55	0	0	1,05	2,29	32,55	101,03
	2. DERECE	0	0	0	0	0	5,98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,98
	KÖY İÇİ YOL	0	0	0	0	0	6,34	0	1	0,5	0	0	2,75	0	1,36	0,5	11,45
KOZLUK	1. DERECE	0	2,99	0	34,47	0	179,45	38,29	140,64	35,15	114,58	0	0	3,8	26	77,24	498,13
	2. DERECE	0	0	0	7,35	0	28,91	0	5,66	0	4,73	0	0	0	0	0	46,85
	KÖY İÇİ YOL	0	0	0	0	0	21	0	12,14	1	0	0	12,55	0	5,33	1	51,02
SASON	1. DERECE	0	29,93	15,51	321,88	0	58	0	0,34	52,75	68,5	0	0	7,35	46,71	75,61	525,36
	2. DERECE	0	0	0	11,79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,79
	KÖY İÇİ YOL	0	0	0	12,55	0	6,5	0	0	0,85	0	0	0,18	0	0,45	0,85	19,88
İL TOPLAMI	1. DERECE	0	62,08	18,65	447,91	4,89	421,03	75,75	296,64	207,02	587,51	0	0	12,2	80,42	318,51	1895,59
	2. DERECE	0	0	0	173,21	0	210,16	0	52,37	0	38,78	0	0	0	0	0	474,52
	KÖY İÇİ YOL	0	0	0	12,55	0	87,92	0	30,94	7,25	0	0	60,17	0	11,21	7,25	202,79

Şekil 6.8: Batman İli Genel Köy Yolu Envanterleri

II- Grup Münferit Yol Nitelikleri Tablosu

İLÇESİ	Yol Adedi		Grup				Münferit				Toplam		Toplam	
	Grup	Münferit	Köy (Adet)	Nüfus	Bağlı (Adet)	Nüfus	Köy (Adet)	Nüfus	Bağlı (Adet)	Nüfus	Köy (Adet)	Nüfus	Bağlı (Adet)	Nüfus
MERKEZ	1	60	2	1151	0	0	26	14320	28	4196	28	15471	28	4196
BEŞİRİ	3	90	7	2069	1	104	39	8217	47	2696	46	10286	48	2800
GERCÜŞ	10	62	23	4952	0	0	34	7109	12	824	57	12061	12	824
HASANKEYF	4	22	9	1643	0	0	13	1634	7	202	22	3277	7	202
KOZLUK	5	156	13	4688	2	71	53	18136	103	8731	66	22824	105	8802
SASON	4	129	10	2676	5	353	36	7288	59	4133	46	9964	64	4486
İL TOPLAMI	27	519	64	17179	8	528	201	56704	256	20782	265	73883	264	21310

Şekil 6.9: Batman İli grup münferit yol nitelikleri tablosu

III- Yerleşim Yerlerinin Yol Nitelikleri Tablosu

İLÇESİ	Ham-Tesviye yol		Stabilize		Asfalt				Beton		Toplam	
	Köy (Adet)	Bağlı (Adet)	Köy (Adet)	Bağlı (Adet)	Köy (Adet)	Bağlı (Adet)	Köy (Adet)	Bağlı (Adet)	Köy (Adet)	Bağlı (Adet)	Köy (Adet)	Bağlı (Adet)
MERKEZ	0	0	1	10	4	5	28	17	0	0	33	32
BEŞİRİ	0	2	7	23	10	1	37	24	0	0	54	50
GERCÜŞ	1	4	5	3	20	4	33	1	0	0	59	12
HASANKEYF	5	4	1	2	6	1	9	0	1	0	22	7
KOZLUK	0	13	18	61	21	12	30	27	0	2	69	115
SASON	25	51	6	5	0	0	17	6	2	4	50	66
İL TOPLAMI	31	74	38	104	61	23	154	75	3	6	287	282

Şekil 6.10: Batman İli yerleşim yerlerinin yol nitelikleri tablosu

6.1.4 Ödeneğe Göre Köy Yolları Çalışmaları

I-KÖYDES 2005-2016 Köy Yolları Çalışmaları

İLÇE	ASFALT		STABİLİZE	YENİ YOL (TESVİYE)	YOL GENİŞLE TME	BETON YOL	KÖPRÜ	MUHTELİF ÇAP VE EBATTA SANAT YAPILARI	ASFALT ONARIMI	KİLİTLİ PARKE TAŞI DÖŞEME	ÇELİK BARIYER	TOPLAM MALİYET
	SATHİ	BASK										
MERKEZ	107,65	12,70	8,45	1,00	21,10	1,67	0,00	6,00	0,00	15.020,00	0,00	11.408.798,86
BEŞİRİ	188,68	14,40	25,00	0,00	0,00	0,55	0,00	17,00	0,00	0,00	0,00	17.603.971,46
GERCÜŞ	137,73	14,40	157,25	9,00	4,00	1,19	0,00	38,00	0,00	0,00	0,00	18.209.352,69
HASANKEYF	64,15	0,00	10,20	13,55	25,50	1,60	1,00	0,00	0,00	31.275,00	0,00	7.298.851,19
KOZLUK	153,73	14,20	188,95	14,50	0,50	22,95	2,00	23,00	0,00	4.300,00	3,00	27.753.231,56
SASOĞUN	29,00	24,00	72,25	179,74	207,00	2,00	15,00	166,00	0,00	0,00	0,00	23.190.582,80
TOPLAM	680,94	79,00	462,10	217,79	258,10	29,96	18,00	250,00	0,00	50.595,00	3,00	105.464.788,56

Şekil 6.11: Köydes 2005-2016 köy yolları çalışmaları

II-2002-2016 Yılı Özel İdare İmkanları İle Yapılan Köy Yolları Çalışmaları

İLÇE	ASFALT		STABİLİZE	YENİ YOL (TESVİYE)	YOL GENİŞLE TME	BETON YOL	KÖPRÜ	MUHTELİF ÇAP VE EBATTA SANAT YAPILARI	ASFALT ONARIMI	KİLİTLİ PARKE TAŞI DÖŞEME	ÇELİK BARIYER	TAHSİS EDİLEN ÖDENEK
	SATHİ	BASK										
MERKEZ	89,95	4,50	376,90	34,20	101,25	1,00	1,00	21,00	167,90	90.182,00	0,00	10.520.125,53
BEŞİRİ	87,80	26,00	438,07	25,30	175,90	1,30	0,00	7,00	0,00	123.433,00	0,00	11.477.450,10
GERCÜŞ	54,80	18,00	217,15	107,10	414,10	10,00	0,00	0,00	0,00	14.275,00	2,00	11.616.080,80
HASANKEYF	20,30	0,00	24,00	8,50	7,00	0,10	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	2.825.778,52
KOZLUK	102,80	27,10	491,40	92,00	541,40	8,80	3,00	110,00	0,00	49.545,00	0,80	11.925.669,30
SASOĞUN	42,60	1,80	225,80	124,20	1.238,25	74,70	4,00	80,00	0,00	0,00	0,00	8.760.540,02
TOPLAM	398,25	77,40	1.773,32	391,30	2.477,90	95,90	8,00	221,00	167,90	277.435,00	2,80	57.125.644,27

Şekil 6.12: 2002-2016 yılı özeldare imkanları ile yapılan köy yolları çalışmaları

III-2002-2016 Yılı Bakanlık Ödeneği İle Yapılan Köy Yolları Çalışmaları

İLÇE	ASFALT		STABİLİZE	YENİ YOL (TESVİYE)	YOL GENİŞLE TME	BETON YOL	KÖPRÜ	MUHTELİF ÇAP VE EBATTA SANAT YAPILARI	ASFALT ONARIMI	KİLİTLİ PARKE TAŞI DÖŞEME	ÇELİK BARIYER	TAHSİS EDİLEN ÖDENEK
	SATHİ	BASK										
MERKEZ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16.500,00	0,00	395.300,00
BEŞİRİ	9,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	872.325,99
GERCÜŞ	7,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.052.189,30
HASANKEYF	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.027.780,00
KOZLUK	18,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15.000,00	0,00	2.333.124,05
SASON	5,00	0,00	36,00	5,00	10,00	4,10	0,00	57,00	0,00	0,00	0,00	3.487.925,04
TOPLAM	44,90	0,00	36,00	5,00	10,00	4,10	0,00	57,00	0,00	31.500,00	0,00	9.168.644,38

Şekil 6.13: 2002-2016 yılı bakanlık ödeneği ile yapılan köy yolları çalışmaları

IV-2002-2016 Yılı Güvenlik Ödeneği İle Yapılan Köy Yolları Çalışmaları

İLÇE	ASFALT		STABİLİZE	YENİ YOL (TESVİYE)	YOL GENİŞLE TME	BETON YOL	KÖPRÜ	MUHTELİF ÇAP VE EBATTA SANAT YAPILARI	ASFALT ONARIMI	KİLİTLİ PARKE TAŞI DÖŞEME	ÇELİK BARIYER	TAHSİS EDİLEN ÖDENEK
	SATHİ	BASK										
MERKEZ	27,40	0,00	23,00	11,00	12,00	0,00	0,00	27,00	0,00	0,00	5,00	8.487.751,32
BEŞİRİ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GERCÜŞ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HASANKEYF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KOZLUK	0,00	14,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SASON	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOPLAM	27,40	14,00	23,00	11,00	12,00	3,50	0,00	27,00	0,00	0,00	5,00	8.487.751,32

Şekil 6.14: 2002-2016 yılı güvenlik ödeneği ile yapılan köy yolları çalışmaları

V-2002-2016 Yılı İller Bankası Ödeneği İle Yapılan Köy Yolları Çalışmaları

İLÇE	ASFALT		STABİLİZE	YENİ YOL (TESVİYE)	YOL GENİŞLEME	BETON YOL	KÖPRÜ	MUHTELİF ÇAP VE EBATTA SANAT YAPILARI	ASFALT ONARIMI	KİLİTLİ PARKE TAŞI DÖŞEME	ÇELİK BARIYER	TAHSİS EDİLEN ÖDENEK
	SATI	BSK										
MERKEZ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.437,00	0,00	77.924,23
BEŞİRİ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GERCÜŞ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HASANKEYF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KOZLUK	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.137,00	0,00	87.000,00
SASON	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOPLAM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7.574,00	0,00	164.924,23

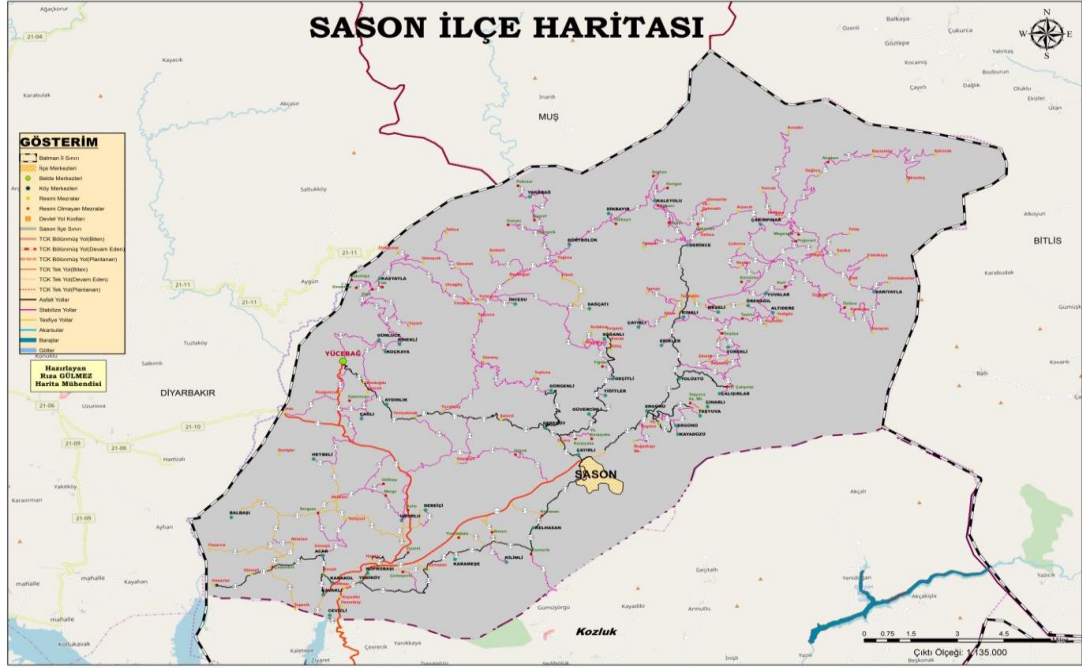
Şekil 6.15: 2002-2016 yılı iller bankası ödeneği ile yapılan köy yolları çalışmaları

VI-2002-2016 Yol Çalışmalarının Genel İcmali

İLÇE	ASFALT		STABİLİZE	YENİ YOL (TESVİYE)	YOL GENİŞLEME	BETON YOL	KÖPRÜ	MUHTELİF ÇAP VE EBATTA SANAT YAPILARI	ASFALT ONARIMI	KİLİTLİ PARKE TAŞI DÖŞEME	ÇELİK BARIYER	TAHSİS EDİLEN TOPLAM ÖDENEK
	SATI	BSK										
MERKEZ	225,00	17,20	408,35	46,20	134,35	2,67	1,00	54,00	167,90	126.139,00	5,00	30.889.899,94
BEŞİRİ	285,68	40,40	463,07	25,30	175,90	1,85	0,00	24,00	0,00	123.433,00	0,00	29.953.747,55
GERCÜŞ	200,23	32,40	374,40	116,10	418,10	11,19	0,00	38,00	0,00	14.275,00	2,00	30.877.622,79
HASANKEYF	89,45	0,00	34,20	22,05	32,50	1,70	1,00	3,00	0,00	31.275,00	0,00	11.152.409,71
KOZLUK	274,53	55,30	680,35	106,50	541,90	31,75	5,00	133,00	0,00	71.982,00	3,80	42.099.024,91
SASON	76,60	25,80	334,05	308,94	1.455,25	84,30	19,00	303,00	0,00	0,00	0,00	35.439.047,86
TOPLAM	1.151,49	171,10	2.294,42	625,09	2.758,00	133,46	26,00	555,00	167,90	367.104,00	10,80	180.411.752,76

Şekil 6.16: 2002-2016 Yol çalışmalarının genel icmali

6.2 SASON İlçesi Köy Yolları Ağı Çalışmaları



Şekil 6.17: Sason İlçesi Köy Yolları Ağı Haritası

6.2.1 Yol Ağı Bilgileri

Çizelge 6.1: Batman Sason İlçesi Yol Ağı

İŞİN CİNSİ		Faydalana n Köy Adedi	Faydalana n Mezra Adedi	Topla m Ünite Adedi	Topla m Nüfus	Topla m Km.si	% si
KÖY YOLU	ASFALT	13	4	17	3.978	122,44	22
	STABİLİZE	6	5	11	1.543	58,00	10
	TESVİYE	25	51	76	8.756	349,18	62
	HAM YOL	0	0	0	0	29,93	5
	BETON YOL	2	4	6	526	54,06	10
	KÖYİÇİ ASFALT	0	0	0	0	0,00	0
	KÖYİÇİ STABİLİZE	0	0	0	0	6,50	1
	KÖYİÇİ TESVİYE	0	0	0	0	12,55	2
	KÖYİÇİ BETON YOL	0	0	0	0	0,45	0
	KÖYİÇİ PARKE	0	0	0	0	0,18	0
	T O P L A M	44	60	104	14.277	559,55	100

6.2.2 Sason Genel Yıllara Göre Köy Yolları Çalışmaları

Çizelge 6.2:Sason ilçesinde yıllara göre Asfalt çalışmaları

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	TOPLAM (Km)
KÖYDES	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	6,00	11,00
ÖZEL İDARE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,00	6,70	24,70
											35,70

Çizelge 6.3:Sason ilçesinde yıllara göre Stabilize çalışmaları

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	TOPLAM (Km)
KÖYDES	14,90	35,65	0,00	0,00	0,00	0,00	14,00	7,70	0,00	0,00	72,25
ÖZEL İDARE	51,20	16,20	3,00	0,00	2,00	8,00	23,40	0,00	61,00	61,00	225,80
											298,05

Çizelge 6.4:Sason ilçesinde yıllara göre Tesviye çalışmaları

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	TOPLAM (Km)
KÖYDES	11,20	71,90	48,59	11,90	11,75	10,90	0,00	0,00	4,00	0,00	170,24
ÖZEL İDARE	26,60	17,95	18,00	0,00	0,00	11,50	13,85	8,80	0,00	0,00	96,70
											266,94

Çizelge 6.5: Sason ilçesinde yıllara göre Yol Genişletme çalışmaları

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	TOPLAM (Km)
KÖYDES	5,85	55,75	49,35	0,00	0,00	46,85	4,00	12,20	33,00	0,00	207,00
ÖZEL İDARE	137,00	167,50	154,80	0,00	82,00	233,50	449,45	0,00	0,00	14,00	1.238,25
											1.445,25

6.2.3 Sason İlçesi Grup Köy Yolu Envanteri

Çizelge 6.6: Sason ilçesinin Grup Köy Köy Yolu Envanteri

S. NO	İLÇESİ	YOLUN ADI*	KKN	YOLDAN YARALANAN					GRUP YOL UZUNLUĞU (Km)	YOLUN MEVCUT DURUMU (Km)**							
				KÖY (Adet)	NÜFUS	BAGLI (Adet)	NÜFUS	TOPLAM NÜFUS		HAM	TESVİYE	STABİLİZE	BSK	SATHİ KAPLAMA	PARKE	BETON	
1	SASON	Sason MAS Ergünü Yolüstü Çayırli Derince Grup Kyy.	001	4,00	1.435,00	0	0	1.435,00	18,30	0	0	0	16,3	0	0	2	
2	SASON	Sason MAS Kılımlı-Karamişe Dy İlt.	053	2	245,00	1	109,00	354,00	14,52	0	0	0	14,52	0	0	0	
3	SASON	Dy.İll-Kavaklı-Acar-Çadırkent Mz.-Güneşli Mz.Hasanlar Mz.Grp.Kyy.	064	2	458,00	2	144,00	602,00	14,98	0	0	0	14,98	0	0	0	
4	SASON	Dy.İll-Gürgenli, Topluca, Güvenç, Taşyuva, Uluğaç Kaşyayla Grp Kyy.	121	2	538,00	2	100,00	638,00	30,36	0	15,51	0	7,50	0	0	9,35	
TOPLAM					10,00	2.676,00	5,00	353,00	3.029,00	78,16	0,00	15,51	0,00	53,30	0,00	0,00	11,35

Sason İlçesinde 4 adet grup köy yolu vardır. Bunlar yukarıdaki tabloda gösterilmişlerdir.

6.3 Derince Grup Köy Yolu



Şekil 6.18: Sason ilçesi Derince Grup Köy Yolu

Sason-Derince Grup Köy 2010 yılında Köylere Hizmet Götürme Birliği tarafından ilk 2km'si Beton kaplama yol yapılmıştır. Geri kalan 16,4 km'si 2011

yılında asfalt kaplama yol yapılmıştır. Beton ve asfalt kaplama yol yapılmadan önce ham yol olarak kullanılmaktaydı. 2001 yılından 2018 yılına herhangi bir bakım veya yol kaplaması değiştirme çalışması yapılmamıştır.

Çizelge 6.7: Sason MAS Ergünü Yolüstü Çayırlı Derince Grup Kyy.

SIRA NO	İLÇENİN ADI	YOLUN TANIMI	KÖY ADI	MEZ RA ADI	K.K.N.	BSK - ASFALT						
						STANDART YOL			STANDART YOL			
						KÖY			BAĞLISI			
						A d	Nüfu s	K m	A d	Nüf us	K m	
1	SAS ON	Sason MAS Ergünü Yolüstü Çayırlı Derince Grup Kyy.	Ergünü-Yolüstü-Çayırlı-Derince		001	4,00	1.435,00	18,40				GRUP YOL



Şekil 6.19: Sason-Derince Grup Köy yolu Başlangıcı

Sason mücavir alan sınırından Ergünü, Yolüstü, Çayırlı ve Derince Köylerinden geçen Kontrol Kesim Numarası 001 olan, Üzerinde 4 adet köy bulunmakta, 2 km'si Beton kaplama, 16,4 km'si Asfalt (BSK) olan ve 1.435,00 nüfusa hizmet veren yoldur.

6.3.1 Sason İlçesi Derince Grup Köy yolu İlk 2 Km Beton Kaplama Yapım İşi'ne

Ait Keşif Özeti

Çizelge 6.8:Sason-Derince Grup Köy yolu Beton Kaplama Yaklaşık Maliyet Hesap Cetveli



BATMAN DERİNCE GRUP KÖYYOLUNUN BETON KAPLAMASININ YAPIMI İŞİNE AİT YAKLAŞIK MALİYET HESAP CETVELİ						
SIRA NO	BİR. FİY. NO	YAPILAN İŞİN CİNSİ	MIKTARI	ÖLÇÜ BİR.	B.FİYATI	TUTARI
1	18.445/k	Q 800 Büz Temini				
2	ÖZEL	Büz Döşenmesi	30,00	Mt	125,00	3.750,00
3	ÖZEL	Büz Nakli	30,00	Mt	12,07	362,10
4	ÖZEL	Q 200 Büz Temini	21,60	Ton	11,06	238,90
5	ÖZEL	Büz Döşenmesi	60,00	Mt	8,75	525,00
6	ÖZEL	Büz Nakli	60,00	Mt	3,03	181,80
7	4.008	Çimento Bedeli	3,30	Ton	11,06	36,50
8	7.006	Çimento Nakli	522,50	Ton	160,00	83.600,00
9	7.006	Taş Nakli	522,50	Ton	11,06	5.778,85
10	7.006	Taze Beton Nakli	2.420,00	Ton	3,14	7.598,80
11	7.006	Kum Çakıl Nakli	2.200,00	M3	26,55	58.410,00
12	16.135/K-1	BETON YOL YAPILMASI (Beton Sant.)	2.728,00	M3	0,94	2.564,32
13	17.137/K	Kazı Taşı ile Blokaj	1.650,00	M3	96,01	158.416,50
14	4.470	Çimentonun Siloya Boşaltılması	2.200,00	M3	43,51	95.722,00
15	4.382	Kum Çakıl Yıkanması	522,50	M3	3,14	1.640,65
16	16.023/K-1	Demirli Beton	2.728,00	M3	3,06	8.347,68
17	7.006	Demir Nakli	550,00	M3	88,74	48.807,00
18	4.231	İnce Demir Bedeli	18,65	Ton	11,06	206,27
19	23.001	İnce Demir İşçiliği	18,65	Ton	1.175,00	21.913,87
			17,43	Ton	596,75	10.401,35

508.501,58

Çizelge 6.9: Sason-Derince Grup Köy yolu Beton Kaplama İşi'ne Ait Yapılan İşleri Listesi

YAPILAN İŞLER LİSTESİ (İmalat + İhzarat)								Sayfa No: 3
Batman Sason Derince grup köy yolunun beton kaplanması işinin Hakedişine Esas Olmak Üzere Yapılan İşler								
SIRA NO	YAPILAN İŞİN CİNSİ	TOPLAM İMALAT VE İHARAT MIKTARI	BİR ÖNCEKİ ÖDENEK DİLİMİ İÇİNDE YAPILAN MIKTAR	UYGULAMA YILI FİYAT FARKINA ESAS MIKTAR	BİRİMİ	SÖZLEŞME FİYATI	SÖZLEŞME FİYATLARIYLA YAPILAN İŞ TUTARI	
1	Q 800 Büz Temini	0,00	0,00	0,00	Mt	92,00	0,00	
2	Büz Döşenmesi	0,00	0,00	0,00	Mt	25,00	0,00	
3	Büz nakli	0,00	0,00	0,00	Ton	55,00	0,00	
4	Q 200 Büz Temini	0,00	0,00	0,00	Mt	23,00	0,00	
5	Büz Döşenmesi	0,00	0,00	0,00	Mt	6,00	0,00	
6	Büz nakli	0,00	0,00	0,00	Ton	55,00	0,00	
7	Çimento Bedeli	313,20	0,00	313,20	Ton	110,00	34.452,00	
8	Çimento Nakli	313,20	0,00	313,20	Ton	6,00	1.879,20	
9	Taş nakli	2.528,80	0,00	2.528,80	Ton	4,50	11.379,60	
10	Taze beton nakli	1.566,00	0,00	1.566,00	M³	24,00	37.584,00	
11	Kum çakıl nakli	1.894,86	0,00	1.894,86	M³	13,00	24.633,18	
12	Beton Yol yapımı (Beton Sant.)	1.566,00	0,00	1.566,00	M³	12,00	18.792,00	
13	Kazı taşı ile blokaj	2.320,00	0,00	2.320,00	M³	9,00	20.880,00	
14	Çimentonun siloya boşaltılması	313,20	0,00	313,20	Ton	3,00	939,60	
15	Kum Çakıl yıkanması	1.894,86	0,00	1.894,86	M³	1,00	1.894,86	
16	Demirli beton	0,00	0,00	0,00	M³	30,00	0,00	
17	Demir nakli	0,00	0,00	0,00	Ton	14,00	0,00	
18	İnce demir bedeli	0,00	0,00	0,00	Ton	1.000,00	0,00	
19	İnce demir işçiliği	0,00	0,00	0,00	Ton	230,00	0,00	
TOPLAM:							152.434,44	

Çizelge 6.10: Sason-Derince Grup Köy yolu Beton Kaplama İşi'ne Ait Beton Basınç Deneyi Raporu

BETON BASINÇ DENEY RAPORU				
BATMAN BAYINDIRLIK VE İSKAN MÜD.	DENEY TALEP EDEN		Nesrullah Pekok İnş.	
NUMUNE KABİ ÖLÇÜLERİ	NUMUNE ALANI	NUMUNE HACMI	SLUMP	ORTAM SICAKLIĞI
150 x 150 x 150 mm	225 cm ²	3375 cm ³		
PROJE BETON SINIFI	C20	Ada :	Pafta :	Parçel :
BETONUN DÖKÜLDÜĞÜ İNŞAAT ADRESİ	Sason Derince Grup Köy Yolları			
BETONUN DÖKÜLDÜĞÜ YAPI ELEMANI	Yol Betonu			
HAZIR BETON FİRMASI				
KATKI				
NUMUNE NO	1	2	3	
NUMUNE ALINMA TARİHİ	24.09.10	24.09.10	24.09.10	
BETON SICAKLIĞI				
NUMUNENİN ALINDIĞI TRANSMİKSER SIRA NO				
TEST TARİHİ	20.10.10	20.10.10	20.10.10	
NUMUNE YAŞI (GÜN)	28	28	28	
BİRİM HACİM AĞIRLIĞI (gr/cm ³)	2.4	2.4	2.4	
ORTALAMA BİRİM HACİM AĞIRLIĞI (gr/cm ³)	2.4			
NUMUNE KIRILMA YÜKÜ (kgf)	64880.	62102.	64502.	
BASINÇ GERİLMESİ (kgf/cm ²)	288.4	276.	286.7	
ORTALAMA BASINÇ GERİLMESİ	283.7			
ORTALAMA BASINÇ GERİLMESİ (15x30 standart silindirik cisimden kgf/cm ²)	227.			
NOT :Numunelerin alınış yeri ve tarihi firma temsilcisi tarafından beyan edilmiştir.				
Not 1: Bu rapor firmamızın izni olmadan çoğaltılamaz, üzerinde değişiklik yapılamaz.				
Not 2: Bu rapor sadece deneyi yapılan numuneler için geçerlidir.				
DENEY SORUMLUSU HAZIRLAYAN	TASDİK EDEN			
				

6.3.2 Sason İlçesi Derince Grup Köy Yolu Beton Kaplama Yapılan Kısımın 2010-2018 Yılları Arası Yol Durumu



Şekil 6.20: Sason-Derince Grup Köy yolu 2010 yılında yapılan beton kaplama

Yapım ilerleme hızı açısından asfalt kaplamada plent kapasitesi, plent ile döküm yeri arası uzaklık, döküm ve sıkıştırma çabukluğuna bağlı olmaktadır. Beton kaplamada ise transmikserin kapasitesi ve sayısı, üretim yeri ile beton döküm alanı arası uzaklık, döküm aşamasındaki vibrasyon ve perdahlama işlemlerinin hızına bağlıdır. Yol yapında kullanılan tabakaların tamamı ana malzemelerle beraber agregalardan ibarettir. Bu sebeplerle her iki kaplama türünün birbirine eşit nitelikleri bulunsa da, beton kaplamalara göre asfalt kaplamaların yapımı için ihtiyaç duyulan agregaların miktarları daha çok olacaktır. Bu kaplamaların karşılaştırılacağı bir diğer etmen ise agrega kalitesi olmalıdır.



Şekil .6.21: Sason-Derince Grup Köy yolu 2010 yılında Beton Kaplamalı Yol durumu

Beton asfalt kaplamalar uygulandıktan kısa bir süre sonra araç trafiğine açılabilirken, beton kaplama uygulamasından sonra en az bir hafta beklemek gerekmektedir. Zira betonun direncinin artması için zamana ihtiyaç vardır. Buna rağmen beton yapılırken içine eklenen prizi ve sertleşmeyi hızlandırıcı maddeler sayesinde bekleme süresi kısaltılabilmektedir. Aslında beton kaplama yapılırken bu şekilde katkı maddesi kullanma zorunludur. Zira betonun sertleşmesi beklenirken trafik akışını sağlamak için servis yolları gerekmektedir. Bu durum beraberinde ek maliyet getirmektedir.



Şekil 6.22: Sason-Derince Grup Köy yolu 2010 yılı Beton yol yapım çalışmaları Sonu

Güvenlik açısından önem arz eden sürtünme katsayıları her iki kaplama türünde de neredeyse aynı değerdedir. Ancak yağışlı koşullarda beton kaplamanın sürtünme katsayısı daha çok azalmaktadır.



Şekil 6.23: Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 Yılı Beton Kaplamalı Yol Durumu

Sürekli donatılı türdeki beton kaplamalar dışında, diğer beton kaplamada belli aralıklar dahilinde derze ihtiyaç duymaktadır. Derzler, hem beton plaklarda oluşabilme ihtimali olan çatlakların rastgele yayılması önlenmekte ve bir kesit alanına toplamakta hem de beton plakların genişmesi ve büzülmesine fırsat

vermektedir. Beton kaplamalarda ise zayıf noktaları oluşturması, belli zamanlar dahilinde kontrollerinin ve bakımların yapılmasını gerekli kılmaktadır. Bu sebeple bu yol kesiminin istenilen kalitede yapılamadığı görülmektedir.



Şekil 6.24: Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 Yılı Yol Durumu

Demir donatı uygulanabilen tek kaplama çeşidi beton kaplamalardır. Gerekli durumlarda sürekli donatılı yapıda olan beton kaplamalarda ve derzlerde, çatlamları engellemek için plak yüzeyinin üst taraflarında çelik donatı kullanılabilir. Bu durum maliyeti de artırır ancak beton kaplamanın ömrünü uzatmaktadır. Yolun yapım aşamasında yol kaplamasına demir donatı düşünülmüş ise de yolun yapımı aşamasında ve yapılan işler listesinde yapılmadığı görülmüştür. Donatısız ve derzsiz yapılan yolun kullanım ömrünü azalttığı görülmektedir.



Şekil 6.25: Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 Yılında yapılan Yeni Beton Kaplama Sürekli donatılı türdeki beton kaplamalar dışında, diğer beton kaplamada belli aralıklar dahilinde derze ihtiyaç duymaktadır. Derzler, hem beton plaklarda oluşabilme ihtimali olan çatlakların rastgele yayılması önlenmekte ve bir kesit alanına toplamakta hem de beton plakların genişmesi ve büzülmesine fırsat vermektedir. Beton kaplamalarda ise zayıf noktaları oluşturması, belli zamanlar dahilinde kontrollerinin ve bakımların yapılmasını gerekli kılmaktadır. Bu yüzden de maliyetlerin artmasına neden olmaktadır. Beton kaplamaların istenen yeterli kaliteye sahip olmaması durumunda derzlerin belli bir gürültü ve konforda azalmaya sebep olmasına neden olur.



Şekil 6.26: Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 Yılında yapılan Yeni Beton Kaplama

Beton kaplamanın asfalta göre daha açık renk olması gece sürüşü açısından oldukça avantajlıdır. Güvenlik açısından önem arz eden sürtünme katsayıları her iki kaplama türünde de neredeyse aynı değerdedir. Ancak yağışlı koşullarda beton kaplamanın sürtünme katsayısı daha çok azalmaktadır. Kaymayı engelleyen bu durum onu asfalt kaplamadan üstün kılmaktadır.

6.3.3 Sason İlçesi Derince Grup Köyyolu 16,4 Km Beton Kaplama Yapım İşine

Ait Keşif Özeti

Çizelge 6.11: Sason-Derince Grup Köy yolu Asfalt Kaplama İşine Yaklaşık Maliyet Hesap Cetveli

BATMAN SASON DERİNCE GRUP KÖYYOLUNUN BETON ASFALT KAPLAMASININ YAPIMI İŞİNE AİT YAKLAŞIK MALİYET HESAP CETVELİ (BİTÜM İDAREDEN)						
SIRA NO	BİR. FİY. NO	YAPILAN İŞİN CİNSİ	MİKTARI	ÖLÇÜ BİR.	BİRİM FİYAT	TUTAR
1	6400M ANALİZ	5 cm sıkıştırılmış kalınlıkta 1 m2 asfalt betonu	77.750,00	M2	6,23	484.382,50
2	15.113/1-k	Ocaak taşırdan koruk, kırılmış 25 mm temel malz.	12.440,00	M3	31,70	394.348,00
3	2014	Plentite hazırlanmış karışım Nakli (Yol Ort.)	9.330,00	Ton	11,83	110.373,90
4	2014	Bitüm Nakli (Tüpraş-Plent)	400,57	Ton	1,97	749,06
5	2014	Bitüm Nakli (Tüpraş-Yol)	116,63	Ton	12,26	1.429,82
6	2014	Temel Malzeme Nakli	12.440,00	M3	11,07	137.710,80
7	2014	Plent için agrega nakli	5.442,50	M3	1,22	6.639,85
8	ÖZEL	Semme sulama sıkıştırma	24.880,00	M3	3,02	75.137,60
9	ÖZEL	Hendek Açılması ve Reglaj	15,550	Km	130,00	2.021,50
10	ÖZEL	Q 800 Büz Temini	1.008,000	Mt	125,00	126.000,00
11	18.445/k	Büz Döğenmesi	1.008,000	Mt	12,91	13.013,28
12	ÖZEL	Büz Nakli	725,750	Ton	12,26	8.897,82
13	ÖZEL	Q 1000 Büz Temini	24,000	Mt	167,00	4.008,00
14	18.445/k	Büz Döğenmesi	24,000	Mt	12,91	309,84
15	ÖZEL	Büz Nakli	30,000	Ton	12,26	367,80
16	ÖZEL	Q 200 Büz Temini	300,000	Mt	62,50	18.750,00
17	18.445/k	Büz Döğenmesi	300,000	Mt	7,00	2.100,00
18	ÖZEL	Büz Nakli	4,800	Ton	12,26	58,85
19	17.137/k	Kazı Taşı ile Blokaj Yapılması	3.750,00	M3	46,56	174.600,00
20	7.006	Taş Nakli	11.055,00	M3	4,34	47.979,70
21	4.008	ÇİMENTO BEDELİ	1.037,05	Ton	6,22	6.450,45
22	7.006	ÇİMENTO NAKLI	124,00	Ton	12,26	1.520,24
23	7.007	ÇİMENTO NAKLI	4.113,00	M3	9,20	37.839,60
24	7.006	TAZE BETON NAKLI	5.117,13	M3	4,57	23.385,28
25	7.007	KUM ÇAKIL NAKLI	775,00	M3	4,46	3.456,50
26	7.008	KUM ÇAKIL NAKLI	1.037,05	Ton	3,36	3.484,49
27	4.470	ÇİMENTONUN SILOYA BOŞALTILMASI	5.117,13	M3	3,27	16.733,02
28	4.382	KUM ÇAKIL YIKANMASI	731,00	M3	1,70	1.242,70
29	ÖZEL	HENDEKLERİN DOLDURULMASI	173,00	M3	23,32	4.024,36
30	14.111	KURUDA TEMEL KAZISI	603,00	M3	155,65	93.856,95
31	16.131/k-1	DEMİRLİ BETON (Beton Sank.) C 25-30	620,00	M3	121,54	75.354,80
32	16.120/k	DEMİRSİZ BETON	7,13	Ton	638,52	4.562,65
33	23.001-K	İNCE DEMİR İPÇİLİĞİ	11,13	Ton	437,83	4.873,05
34	23.002-K	KALIN DEMİR İPÇİLİĞİ	7,63	Ton	1.257,00	9.589,78
35	4251	İNCE DEMİR BEDELİ	12,24	Ton	12,26	150,24
36	4252	KALIN DEMİR BEDELİ	22,53	Ton	12,26	276,24
37	7.006	DEMİR NAKLI	6.300,00	M3	1,73	10.890,00
38	ÖZEL	Taş Tahkimatı	11,00	Km	7.000,00	77.000,00
39	ÖZEL	Yol Genişletilmesi	2.300,00	M3	1,79	4.117,00
40	ÖZEL	Dolgu Yapılması	2.860,00	Kg	5,56	14.789,60
41	ÖZEL	Çeşitli Demir İşleri Yapılması,Nakli ve Takılması	94,00	M2	17,68	1.661,92
42	25.016	Demir İmalatın Boyanması	3.510,00	M3	101,99	357.984,00
43	16.120/k-1	Beton Hendek Yapılması (Beton Santr)	12.440,00	M3	2,66	33.090,40
44	15.100	Stabilize Malzeme Temini	12.440,00	M3	3,73	46.401,20
45	7.006	Stabilize Malzeme Nakli				
						2.612.339,00

**BATMAN SASON DERİNCE GRUP KÖYYOLUNUN 16.3 KM BETON ASFALT
KAPLAMASININ YAPILMASI İŞİNE AİT TEKNİK ŞARTNAME**

1 -) İŞİN ADI , YERİ ,GAYESİ

a-) İşin Adı : 16.3 KM Batman Sason Derince Grup Köyyolunun Beton Asfalt Kaplamasının Yapım İşİ (BİTÜM İDARE TARAFINDAN VERİLECEKTİR.)

b-) İşin Yeri : Sason Derince Grup Köy yolu

c-) İşin Gayesi : 16.3 KM Batman Sason Derince Grup Köyyolunun Beton Asfalt Kaplamasının Yapım İşİ (BİTÜM İDARE TARAFINDAN VERİLECEKTİR.)

d-) Yapılacak İşler :16.3 KM Beton Asfalt Kaplamasının Yapım İşİ (BİTÜM İDARE TARAFINDAN VERİLECEKTİR.)

2 -) Yüklenicinin iş esnasında bulunduracağı tüm makine ve teçhizatlar, işin yapımına uygun evsafa olacaktır.

3 -) Yüklenicinin; ihale konusu olan (yol çalışması yapılacak olan) yolu patlayıcı madde kullanarak açmak istemesi halinde, patlayıcı madde ruhsatına sahip olması gerekmekte olup ihale esnasında bu ruhsatı idareye sunacaktır. Patlayıcı madde kullanarak yolun açılmak istenmesi halinde, iş mahallindeki bütün güvenlik önlemleri yüklenici tarafından alınacak ve iş ile ilgili bütün sorumluluk yükleniciye ait olacaktır. Patlayıcı madde temini ve patlatılması gibi işler için yüklenici herhangi bir ödeme talebinde bulunamaz.

4 -) İstekli firmalar ihale öncesinde idare tarafından verilecek yer görme belgesi ile beraber söz konusu güzergahta adı geçen iş ile ilgili olarak idare tarafından belirtilmiş olan (çalışma yapılacak olan) alanlarda incelemede bulunmak zorundadırlar. Çalışma yapılacak güzergahta incelemeler yapıldıktan sonra yer görme belgesi imzalanıp, imzalı evrak ile ihaleye katılmak zorunluluğu bulunmaktadır.

5 -) Adı geçen iş ile ilgili olarak, yeni açılacak olan yol güzergahında bulunan Kaya Yüksekliklerine bağlı olarak, yeni açılacak olan yol güzergahı üzerinde dozer veya kırıcı ekskavatör ile çalışma yapılacak olan noktalarda, mevcut kayaların yol güzergahına düşmemesi ve trafiğin akışına engel olmaması için, dozer veya kırıcı ekskavatör ile çalışma yapılırken mevcut kayalarda taraça açılması suretiyle yolun güvenliği sağlanmalıdır. İşin sonunda yolun güvenliği sağlanmamış olan noktalarda, dozer veya Kırıcı Ekskavatör ile yapılan çalışmalar İdarece kabul edilmeyecek ve bu noktaların ödemesi yapılmayacaktır.

6 -) Dozer veya Kırıcı Ekskavatör ile çalışma yapılacak olan noktalarda, çalışma esnasında çıkan hafriyatın (moloz ve kaya parçaları) , yolun güzergahına ve trafiğin akışına (faal trafik) engel olmayacak şekilde güvenli bir noktaya atılması yükleniciye ait olup, yüklenici bu işin yapımı için ayrıca bir bedel talep etmeyecektir.

7 -) Yapılan keşiflendirmelerde miktarlar yaklaşık olarak alınmıştır. Yükleniciye işin sonunda yapmış olduğu iş miktarı kadar ödeme yapılacaktır.

Şekil 6.27: Sason-Derince Grup Köy yolu Asfalt Kaplama İşİ Teknik Şartnamesi

8 -) Yol platform genişliği; Tek Taraflı Yarmalarda 8 Mt+Hendek; Çift Taraflı Yarmalarda Hendek+8 Mt+Hendek olacak şekilde açılacaktır.

9 -) Adı geçen yol güzergahı, Yol Platformu üzerinde su kalmayacak şekilde (Yol platform merkezinden hendeklere doğru % 2 - %3 eğim verilerek) açılacaktır.

10 -) Yol hendekleri, suların yol platformuna gelmesini önleyecek ve suların akışını sağlayacak şekilde, yol banketlerinin kenarında açılacaktır ve uygun standartlarda olacaktır.

12-) Yolun şevleri; Zeminin akmasını önleyecek şekilde yatırılacaktır. (Şev eğimleri Yapı Denetim Elemanı tarafından, zemin cinsine göre belirlenecektir.)

13 -)Yapılan İmalatlar teknik kaidelere uygun olacaktır. Yapı Denetim Görevlisi tarafından şartnameye ve teknik kaidelere uygun olmayan bir imalat tespit edilirse, Yüklenici bunu Yapı Denetim Görevlisinin uygun gördüğü şekilde düzeltmek zorundadır. Yapı Denetim Görevlisinin onay vermediği hiçbir imalat kabul edilmeyecek olup; kabul edilmeyen ve idarenin bilgisi dahilinde yapılmayan imalatların ödemesi yapılmayacaktır. Yüklenicinin bu konuda hiçbir itiraz hakkı olmayacaktır.

14 -) İşin bitim süresi, işe başlama tarihinden itibaren 120(YÜZYİRMI)li Takvim günü olup, işin yapımı sırasında yüklenici tarafından kaynaklanmayan, süre uzatımına sebep olacak nedenler oluşması halinde Yapı Denetim Görevlisi raporuna istinaden idarece yükleniciye ek süre verilebilir.

YÜKLENİCİ

IDARE

CUMA AKDİN

Şekil 6.28: Sason-Derince Grup Köy yolu Asfalt Kaplama İşİ Teknik Şartnamesi

Çizelge 6.12: Sason-Derince Grup Köy yolu Asfalt Kaplama İşi Yapılan İşler Listesi

YAPILAN İŞLER LİSTESİ (İmalat + İhzarat)								Sayfa No: 3
Sason Derince grup köy yolunun Beton asfalt kaplaması yapım işinin Hakedişine Esas Olmak Üzere Yapılan İşler								
SIRA NO	YAPILAN İŞİN CİNSİ	TOPLAM İMALAT VE İHARAT MİKTARI	BİR ÖNCEKİ ÖDENEK DİLİMİ İÇİNDE YAPILAN MİKTAR	UYGULAMA YILI FİYAT FARKINA ESAS MİKTAR	BİRLİMLİ	SÖZLEŞME FİYATI	SÖZLEŞME FİYATLARIYLA YAPILAN İŞ TUTARI	
1	5 Cm sıkışmış kalınlıkta 1 m ² asfalt betonu aşınma tabakası yapılması	96.525,00	0,00	96.525,00	M ²	10,50	1.013.512,50	
2	Ocak Taş,KonçKır,25 mm Temel Malz.	15.444,00	0,00	15.444,00	M ²	13,00	200.772,00	
3	Plentte hazırlanmış karışım nakli (yol ort.)	11.583,00	0,00	11.583,00	Ton	16,00	185.328,00	
4	Bitüm nakli (Tüpraş-Plent)	497,29	0,00	497,29	Ton	11,00	5.470,19	
5	Bitüm nakli (Tüpraş-Yol)	115,83	0,00	115,83	Ton	17,00	1.969,11	
6	Temel Malzeme Nakli	15.444,00	0,00	15.444,00	M ²	10,00	154.440,00	
7	Plent için agrega nakli	6.756,75	0,00	6.756,75	M ²	13,00	87.837,75	
8	Serme-Sulama-Sıkıştırma	20.430,00	0,00	20.430,00	M ²	7,00	143.010,00	
9	Hendek açılması ve reglaj	16,50	0,00	16,50	Km	1.300,00	21.450,00	
10	Q800 Büz Temini	498,00	0,00	498,00	Mt	60,00	29.880,00	
11	Büz döşenmesi	498,00	0,00	498,00	Mt	10,00	4.980,00	
12	Büz Nakli	358,56	0,00	358,56	Ton	110,00	3.585,60	
13	Q 1000 Büz Temini	0,00	0,00	0,00	Mt	10,00	0,00	
14	Büz Döşenmesi	0,00	0,00	0,00	Mt	110,00	0,00	
15	Büz Nakli	0,00	0,00	0,00	Mt	10,00	0,00	
16	Q 200 Büz Temini	121,50	0,00	121,50	Mt	30,00	3.645,00	
17	Büz Döşenmesi	121,50	0,00	121,50	Mt	10,00	1.215,00	
18	Büz Nakli	1,93	0,00	1,93	Ton	10,04	19,38	
19	Kazı taşı ile blokaj	3.732,00	0,00	3.732,00	M ³	11,00	41.052,00	
20	Taş nakli	4.998,40	0,00	4.998,40	M ³	4,00	19.993,60	
21	Çimento Bedeli	144,83	0,00	144,83	Ton	110,00	15.931,30	
22	Çimento Nakli	144,83	0,00	144,83	Ton	5,00	724,15	
23	Çimento Nakli	0,00	0,00	0,00	Ton	8,00	0,00	
24	Çimento Nakli	413,82	0,00	413,82	M ³	4,00	1.655,28	
25	Taze beton nakli	500,72	0,00	500,72	M ³	4,00	2.002,88	
26	Kum çakıl nakli	0,00	0,00	0,00	M ³	10,00	0,00	
27	Kum çakıl nakli	144,83	0,00	144,83	Ton	5,90	854,50	
28	Çimentonun siloya boşaltılması	500,72	0,00	500,72	M ³	2,02	1.011,45	
29	Kum çakıl yıkanması	630,00	0,00	630,00	M ³	12,00	7.560,00	
30	Hendeklerin doldurulması	352,00	0,00	352,00	M ³	20,00	7.040,00	
31	Kurada temel kazısı	413,82	0,00	413,82	M ³	170,00	70.349,40	
32	Demirli beton (Beton Sant.) C 25-30	0,00	0,00	0,00	M ³	150,00	0,00	
32	Demirsiz beton							

Çizelge 6.13: Sason-Derince Grup Köy yolu Asfalt Kaplama İşi Yapılan İşler Listesi

33	İnce demir işçiliği	5,17	0,00	5,17			
34	Kalın demir işçiliği	15,27	0,00	15,27	Ton	300,00	1.551,00
35	İnce demir bedeli	5,53	0,00	5,53	Ton	300,00	4.581,00
36	Kalın demir bedeli	16,79	0,00	16,79	Ton	1.749,51	9.674,74
37	Demir nakli	22,32	0,00	22,32	Ton	10,03	29.374,27
38	Taş tahkimat	812,00	0,00	812,00	Ton	4,50	223,87
39	Yol genişletilmesi	11,30	0,00	11,30	Km	11.000,00	3.654,00
40	Dolgu yapılması	14.400,00	0,00	14.400,00	M ³	14,00	124.300,00
41	Çeşitli demir işleri yapılması, nakli ve takılması	0,00	0,00	0,00	Kg	10,00	201.600,00
42	Demir imalatın boyanması	0,00	0,00	0,00	M ²	5,36	0,00
43	Beton hendek yapılması (Beton Sant.)	0,00	0,00	0,00	M ³	20,00	0,00
44	Stabilize malzeme temini	4.986,00	0,00	4.986,00	M ³	3,00	14.958,00
45	Stabilize malzeme nakli	0,00	0,00	0,00	M ³	1,00	0,00
46	Stabilize malzeme nakli (Derince deresinden)	4.986,00	0,00	4.986,00	M ³	1,51	7.528,86
TOPLAM :							2.422.734,83
YUKLENEN KURTBAŞLAR İnş.Nak.Taah.San.Tic.Ltd.Şti.				YAPI DENETİM EKEMANI MUSTAFA KAYA İnşaat Mühendisi			



Araştırma Raporu

Raporun Tarihi	15/11/2011	Ek Sayısı	-	Sayfa Adedi	2
----------------	------------	-----------	---	-------------	---

Yazarın Adı ve Soyadı : Gülcan YILDIZ

Gönderildiği Yerler : BATMAN VALİLİĞİ

Konusu : Karot Numunesi Deney Sonuçları

İlgi: 28.10.2011 tarih ve 6714 sayılı yazınız.

İlgi yazınızda; İl Özel idareniz denetiminde yapımı gerçekleşen Batman Sason Derince Grup köy yolunun beton asfalt kaplama işinde kullanılan asfalt numunesinin kurumunuz elemanı nezaretinde gönderildiği belirtilmiştir.

Söz konusu numunenin, adı geçen elemandan teslim alınması ve bedeli yüklenici firma Kurtbaşlar İnş. Nak. Taah. San. Tic. Ltd. Şti. 'den alınması koşuluyla hazırlanacak olan dizayn raporunun tarafınıza bildirmemiz istenmiştir.

Getirilen numunelere laboratuarlarda uygulanan fiziki deneyler ve sonuçları aşağıda belirtilmiştir.

Lab No:203

Deney Tarihi: 14.11.2011

A- NUMUNELERE UYGULANAN ELEK ANALİZİ DENEY VE SONUÇLARI:

ELEK BOYUTU (İNC)	1 NOLU KAROT GRADASYON % GEÇEN Km:1+00-3+73	2 NOLU KAROT GRADASYON % GEÇEN Km:3+75-5+50	3 NOLU KAROT GRADASYON % GEÇEN Km:5+50-7+40	4 NOLU KAROT GRADASYON % GEÇEN Km:7+40-10+30	5 NOLU KAROT GRADASYON % GEÇEN Km:10+30-13+70	6 NOLU KAROT GRADASYON % GEÇEN Km:13+70-14+60
1"	100	100	100	100	100	100
¾	100	100	100	100	100	100
1/2"	83,3	82,4	80,9	78,6	80,9	84,0
3/8"	69,6	70,1	67,5	65,2	67,1	67,6
No : 4	43,0	44,2	41,4	40,1	40,9	41,2
No :10	22,7	23,9	22,2	21,5	22,3	22,1
No : 40	8,6	8,7	8,6	8,1	8,1	8,5
No : 80	5,1	5,0	5,1	4,8	4,5	5,1
No : 200	3,2	3,1	3,2	3,0	2,7	3,3

Şekil 6.29: Sason-Derince Grup Köy yolu Asfalt Kaplama İşi Deney Raporu

B- BİTÜM MİKTARI TAYİNİ DENEY VE SONUÇLARI:


DENEY ADI	1 NOLU KAROT Km:1+00-3+73	2 NOLU KAROT Km:3+75-5+50	3 NOLU KAROT Km:5+50-7+40	4 NOLU KAROT Km:7+40-10+30	5 NOLU KAROT Km:10+30-13+70	6 NOLU KAROT Km:13+70-14+60
Bitüm miktarı % :	5,36	5,74	5,26	5,12	5,36	5,17

NOT: Getirilen numuneler elemanlarınız tarafından alındığından, temsili olup olmadığından Bölge Müdürlüğümüz sorumlu değildir.

RAPORU YAZAN


Gülcan YILDIZ
İnşaat Mühendisi

KONTROL EDEN


Şüleyman SAYIN
AR-GE Başmühendisi

Şekil 6.30: Sason-Derince Grup Köy yolu Asfalt Kaplama İşi Deney Raporu

6.3.4 Sason İlçesi Derince Grup Köy Yolu Asfalt(BSK) Kaplama Yapılan Kısım



Şekil 6.31: Sason-Derince Grup Köy yolu 2011 yılı Asfalt Kaplama İşi'ne Ait Asfalt Serimi Çalışmaları

Sason-Derince Grup köy yolunda Alt temel serildikten sonra üzerine finişer ile birinci kat BSK asfalt serimi yapılmaktadır. Asfalt kaplamalar 125 derecedeyken dökülür ve sıkıştırılır. Bu yüzden ısının düşmesi sıkıştırmanın kalitesini azaltır, asfalt yumuşaklığı kaybolur, kaplamalarda boşluklar artar. Bu durumda kaplamanın nitelik yönünden istenilen kalitede olmaması ile yüz yüze kalınır.



Şekil 6.32. Sason-Derince Grup Köy yolu 2011 yılı Asfalt Kaplama İşi'ne asfalt kaplama durumu

Asfalt kaplamanın koyuluğu nedeniyle gece trafiğinde görülmesi oldukça zorlaşabilir. Asfalt kaplamada güvenli bir gece sürüşünün olabilmesi için çizgilenme ya da reflektörlü sınır taşlarının belli aralıklarla yerleştirilmiş olması gerekir. Aksi halde far ışığıyla gece sürüşünde yolun tamamen fark edilmesi mümkün hale gelmeyebilir.



Şekil 6.33:. Sason-Derince Grup Köy yolu Toprak kayması sonucu Yol Durumu

Asfalt kaplamalar, üzerine gelen yüklerin kaplamadan başlayarak bir alt tabakaya yayılmasını sağlar. Her tabakaya geçen yük, bir alt tabakaya geçerken daha geniş bir alana yayılarak dağılacaktır. Bu nedenle her tabaka için kullanılan malzemelerin mekanik özellikleri gerilme değerlerini etkileyecektir. Taban zemininin zayıf olması durumunda beton asfalt kaplama gerilmelere bağlı olarak bu bozulmaya başlayan alanı takip etmektedir. Bu durumda yolun en üst tabakasında ondülasyonlara yada oturmalara rastlanmaktadır.

Şekil 1. Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 yılı Asfalt Kaplama Yol Durumu

Hem beton kaplama hem de asfalt kaplamaların sıkıştırılması arasında önemli bir farklılığa rastlanmamaktadır. Asfalt kaplamalar 125 derecedeyken dökülür ve sıkıştırılır. Bu yüzden ısının düşmesi sıkıştırmanın kalitesini azaltır, asfalt yumuşaklığı kaybolur, kaplamalarda boşluklar artar. Bu durumda kaplamanın nitelik yönünden istenilen kalitede olmaması ile yüz yüze kalınır.



Şekil 6.34: Sason-Derince Grup Köy yolu Asfalt Kaplamalı Yolda İş Makineleri Geçışı

Asfalt kaplamalı yolların ağır tonajlı paletli iş makinelerinin zemine uyguladığı yüksek tepki nedeni ile gerilmeler altında bozulmalar meydana gelmektedir. Sason –Derince grup köy yolunda heyelan su taşkını vs. gibi nedenlerden dolayı ağır tonajlı araçlar sürekli bakım ve onarım için çalışmakta ve yollarda şekilde görüldüğü gibi bozulmalar meydana gelmektedir.



Şekil 6.35: Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 yılı Asfalt Kaplama Yolda Yol Genişletme Yetersizliği Durumu

Sason-Derince grup köy yolunda sonradan yapılan planlamalar neticesinde yol genişletme çalışmaları sonucu yolun sağ kısmında kaplamaya verdiği zarar görülmektedir.



Şekil6.36: Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 yılı Asfalt Kaplama Yolda Yol Genişletme Çalışması Sonucu Yol Durumu

Sason-Derince Grup köy yolunun 10. Km'sinde sürüntü malzemelerinin yola taşınması ile yolda meydana gelen bozulma görülmektedir.



Şekil 6.37: Sason-Derince Grup Köy yolu Alternatif Yol Bağlantısı

Sason-Derince grup köy yolunun Kayadüzü köyü yol ayrımında kaplama tabakalarının ayırık olduğu görülmektedir. Serim işlemi yapılırken soğuk derz oluştuğu görülmektedir.



Şekil 6.38: Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 yılı Asfalt Kaplama Yolda Toprak Kayması Sonucu Yol Durumu

Asfalt kaplamalar, üzerine gelen yüklerin kaplamadan başlayarak bir alt tabakaya yayılmasını sağlar. Her tabakaya geçen yük, bir alt tabakaya geçerken daha geniş bir alana yayılarak dağılacaktır. Bu nedenle her tabaka için kullanılan malzemelerin mekanik özellikleri gerilme değerlerini etkileyecektir. Taban zemininin zayıf olması durumunda beton asfalt kaplama gerilmelere bağlı olarak bu bozulmaya başlayan alanı takip etmektedir. Bu durumda yolun en üst tabakasında ondülasyonlara ya da oturmalara rastlanmaktadır. Beton kaplama

plağı üzerine gelen yükler tabana yayıldığı için taban zemininin direnci kaplama alanının taşıma gücünü etkilememektedir. Bu yüzden zayıf taban zeminleri üzerine yapılan asfalt kaplamaya göre beton kaplama daha iyi sonuçlar verebilir.



Şekil 6.39: Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 yılı Dere Taşkını Sonucu Asfalt Kaplama Yol Durumu



Şekil 6.40: Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 yılı Asfalt Kaplama Yolda Yol Çökmesi Sonucu Yol Durumu

Asfalt kaplamanın taban zemini rutubet oran maksimum %2 olması gerekir. Bu yüzden daha fazla rutubet içeren zeminler, asfalt kaplamada önemli problemlere neden olacaktır. Nem oranının %2'den fazla olması durumunda asfalt kaplama ömrü azalacaktır.



Şekil 6.41: Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 yılı Asfalt Kaplama Yolda Sel Geçiti Yapılmaması Sonucu Oluşan Bozukluk Durumu

Sason-Derince Grup köy yolunun 13.km'sinde yol eğiminin uygun standartlarda yapılmaması ve yatay kurbun stadartına uygun olmaması sebebi ile yolda su birikinteli meydana gelerek yol kaplamasına verdiği zararlar görülmektedir.



Şekil6.40 Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 yılı Asfalt Kaplama Yolda Toprak Kayması Sonucu Yol Durumu

Sason-Derince grup köy yolunun 14. Km'sinde toprak kayması sonucu yol kaplamasının gördüğü zarar görülmektedir.Toprak kayması sonucu asfalt kaplamanın kaybolduğu görülmekte bu sebeple yolun bu kısmının beton kaplama ile geçilmesi daha doğru olacaktır.



Şekil 6.41: Sason-Derince Grup Köy yolu 2018 yılı Asfalt Kaplama Yolda Gerekli Sanat Yapıları Yapılmaması Sonucu Yol Durumu

Asfalt kaplama, alt temel, temel ve beton asfalt kaplama katmanlarından oluşur. Bu katmanların toplam kalınlıkları beton kaplama ile karşılaştırıldığında beton plaklar ile en altta yer alan kumlu yastık tabakaya göre oldukça fazla bir kalınlığa sahip olduğu görülür.



Şekil 6.42: Sason-Derince Grup Köy yolu Köy İçi Yol Durumu

Sason Derince Köy içi yolun görüntüsü görülmektedir. Köy içinde çarpık yapılaşma sebebi ile kaplamanın platform genişliği istenilen standartlarda yapılmadığı görülmektedir.



Şekil6.43: Sason-Derince Grup Köy yolu Sonu

Beton kaplamalar için pahalı santrallere ihtiyaç vardır, asfalt kaplamaların ise beton kaplamaya göre daha fazla ısı enerjisiyle yapılması söz konusudur. Bu nedenle enerji üretiminde problem yaşayan ülkelerde beton kaplama tercihi ekonomik olabilmektedir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında halihazırda ülkemiz Köy yolları ağının tümüne yakınında kullanılmakta olan asfalt kaplamalarla, son yıllarda önemi hem dünyada hem de ülkemizde oldukça fazla artış gösteren beton kaplamalara ilişkin bilgiler sunularak, karşılaştırmaları yapılmış olup hem teknik, hem de ekonomik yönden birbirlerine karşı avantaj ve dezavantajları irdelenmiştir.

Batman-Sason-Derince Grup Köy yolu örneğinde 18,4 km uzunluğunda olan yolun ilk 2 km'sinde Beton kaplamalı yol, Kalan 16,4 km'sinde Asfalt Kaplamalı yolun ilk yapım maliyetleri ve zaman içerisinde gösterdiği değişimler gözlemlenmiştir.

Yapılan tüm çalışmaların ışığında Asfalt ve Beton türdeki kaplamalara ait aşağıdaki paragraflarda belirtilen sonuçlara ulaşılmıştır.

Ekonomik açıdan bakıldığında hem ilk yapım maliyetlerinde hem de toplam maliyetlerde Asfalt kaplamalı yolların günümüz koşullarında daha ekonomik olduğu görülmektedir. Birkaç yıl öncesine kadar özellikle zayıf zemin ve yüksek hacimli trafiğe sahip yollarda maliyet açısından da ciddi bir alternatif olan Asfalt kaplamalar son yıllarda özellikle portland çimentosundaki artış nedeniyle daha dezavantajlı duruma gelmiştir.

Ülkemiz ve Batman ili köy yolları ağının tamamına yakını asfalt kaplamalıdır. Bu nedenle, bu türdeki kaplamaların yapımında ve bakım-onarımında kullanılan mevcut araç-gereç ve ekipmana, hem idareler hem de müteahhitler yeterli miktarda sahip bulunmaktadır.

Beton kaplamalı yol için gerekli yetişmiş eleman ve ekipmanımız henüz yeterli miktarda değildir. Bu konuyla ilgili altyapının, bilgi birikiminin, personelin oluşturulması ve gerekli ekipmanın sağlanması ilk başlarda önemli bir mali yük oluşturacaktır.

Asfalt kaplamalı yollarda kullandığımız bitümün petrol türevli ve ithal bir malzeme olmasına karşılık sadece asfalt üretiminde kullanılan son ürün olması

bir avantaj olarak görülebilir. Buna rağmen portland çimentosunun yerli olmasına rağmen, inşaat sektörünün diğer alanlarında fazlaca kullanıldığı ve öncelikle bu alanlardaki ihtiyacın karşılanmasının daha önemli olduğu bir gerçektir.

Yapılan karşılaştırmalar ışığında Beton kaplamalı yolların , Asfalt kaplamalı yollara göre daha sağlam olması gerektiğine karşın Batman-Sason-Derince Grup köy yolunda yapılan gözlemler sonucunda beton kaplamanın asfalt kaplamaya göre daha çok deforme olduğu görülmüştür. Bunun sebepleri olarak şunlar gösterilebilir;

- - Köy yollarında Beton kaplamanın yapımında yeterli miktarda araç-gereç ve ekipmana sahip olunmadığı,
- -Beton yol yapımında eğitilmiş ve yeterli bilgi ve tecrübeye sahip personelin azlığı,
- -Beton kaplamanın istenilen standartlara uygun yapılmadığı,
- -Düzensiz Planlama(yol yapıldıktan sonra üzerinde başka idarelerce doğalgaz, su kanalizasyon, menfez vs.. gibi çalışmaların yapılması)

Varılan sonuçlardan da hareketle konuyla ilgili şu önerilerde bulunabilmek mümkün olacaktır. Beton kaplamalı yolların özellikle yapımı büyük dikkat ve özen istemekte, bu konuda yapılabilecek hatalar büyük zararlara yol açabilmektedir. Konuyla ilgili en önemli noktalardan birisi de, Asfalt kaplamanın kademeli inşaatı uygun oluşudur.

Beton kaplamalı yolların araç ve ekipman eksikliği ve diğer nedenlerden dolayı Asfalt kaplamanın mevcut durumda Köy yollarında kullanımı daha avantajlıdır.

Ancak şu da göz ardı edilmemelidir ki; beton yollar hem köy yolları hem ülkemiz hem de dünya ülkeleri için her geçen gün daha büyük öneme sahip olan bir konudur. Dolayısı ile hem ülkemizde hem de dünyada uygulama alanları ve miktarları da artacaktır. Bu noktadan hareketle beton yolların ülkemiz için de ciddi bir alternatif olabilmesi için gerekli AR-GE çalışmalarının yapılması ve altyapının geliştirilmesi zorunluluğu vardır. Yol kaplamasına ait tasarımlarda; tek bir türe bağlı kalmadan ve öncelik tanımadan; her iki türün de hem maliyet, hem de diğer tüm parametreler açısından titizlikle incelenerek karar verilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Ağar, E., Öztaş, G. ve Sütaş, İ.** (1998). “Beton Yollar (Rijit Yol Üstyapıları)”, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, s.1-19, 43-76, 147-254, 275-327
- Ağar, E., Öztaş, G., ve Sütaş İ.** (1999). “Esnek Yol Üstyapıları İle Rijit Yol Üstyapılarının Teknik ve Ekonomik Yönden Karşılaştırılması”, Teknik Rapor, TÇMB 02537, Ankara, 60-108
- Dündar, G.** (1998). “Esnek Üstyapı Tasarım Yöntemlerinin Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, s.61-94
- Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.** (2000). Köy Yolları Yapım İşleri, Ankara.
- Umar, F., Ağar, E.** (1985). “Yol Üstyapısı”, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, 5-98
- Tunç, A.** (2001). “Yol Malzemeleri ve Uygulamaları”, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul, s.109-466



ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad : Ferhat CANSAĞ
Doğum Tarihi ve Yeri : 06.06.1989 – Batman
E-posta : ferhatcansag72@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU :

- Lisans : 2011, Mustafa Kemal Üniversitesi , İnşaat Mühendisliği

İŞ DENEYİMİ :

<u>Yıl</u>	<u>Yer</u>	<u>Görev</u>
2011-2012	Batman FEM Yapı Denetim LTD.Şti.	Kontrol Mühendisi
2012-2018	Batman İl Özel İdaresi	Kontrol Mühendisi

