

T.C
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

**KOCAELİDE UYGULANAN SATHİ KAPLAMA
UYGULAMALARI, SATHİ KAPLAMALARDA
MEYDANA GELEN BOZULMALAR**

Yüksek Lisans Tezi

Cihat YÜCEL

İstanbul, 2011

**T.C
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ**

**KOCAELİDE UYGULANAN SATHİ KAPLAMA
UYGULAMALARI, SATHİ KAPLAMALARDA
MEYDANA GELEN BOZULMALAR**

Yüksek Lisans Tezi

Cihat YÜCEL

Danışmanı : Prof. Dr. Mustafa KARAŞAHİN

İstanbul, 2011

T.C
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü
Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi

Tezin Başlığı : Kocaelide Uygulanan Sathi Kaplama Uygulamaları,
Sathi Kaplamalarda Meydana Gelen Bozulmalar
Öğrencinin Adı Soyadı : Cihat YÜCEL
Tez Savunma Tarihi : 26 / 04 /2011

Bu yüksek lisans tezi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Doç. Dr. F. Tunç BOZBURA
Enstitü Müdür V.

Bu tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Tez Sınav Jürisi Üyeleri :

Prof. Dr. Mustafa KARAŞAHİN (Tez Danışmanı) :

Prof. Dr. Mustafa ILICALI :

Öğr. Gör. Dr. Nilgün CAMKESEN :

ÖNSÖZ

Öncelikle Belediye ve Kamu kurumlarında çalışanlara sağlamış olduğu burs sayesinde yüksek lisans eğitimi yapmamıza olanak sağlayan Bahçeşehir Üniversitesi ve Kocaeli Büyükşehir Belediyesi yetkililerine teşekkürlerimi sunuyorum.

Gerek tez çalışmamda ve gerekse derslerimde beni yönlendiren, yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Prof. Dr. Mustafa KARAŞAHİN'e, ayrıca yüksek lisans eğitimim boyunca ve stresli bir süreç olan tez hazırlamamda desteklerini esirgemeyen İnş.Müh. Ali AKGÜN, İnş.Tek. Mustafa DURSUN'a çalışma arkadaşlarım ve aileme teşekkürü bir borç kabul ediyorum.

26 / 04 / 2011

Cihat YÜCEL

ÖZET

KOCAELİ İLİ SINIRLARI İÇERİSİNDE SATHİ KAPLAMA UYGULAMALARI

YÜCEL, Cihat

Kentsel Sistemler Ve Ulaştırma Yönetimi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa KARAŞAHİN

Nisan 2011, 58 Sayfa

Sathi kaplamalar, düşük trafik hacimli kesimlerde yaygın olarak kullanılan bir kaplama türüdür. Ülkemizde, gerek Karayolları Genel Müdürlüğü' ne ait yol ağında, özellikle il özel idarelerine ait yol ağında yaygın olarak sathi kaplamalar kullanılmaktadır. Trafik hacminin belli bir değerin altında olması durumunda sathi kaplama düşük maliyete sahip ve yapımı kolay çözümler sunmaktadır. Kocaeli genelinde karayollarının 1140 km'si sathi kaplama yollardan oluşmaktadır. Kocaeli genel nüfusunun yüzölçümüne oranla yüzde 25 olan bir kesim kırsal kesimlerde yaşamaktadır. Kocaeli'nin nüfus ve coğrafi koşulları göz önüne alındığında, sathi kaplama yolların yapılmasına uygun bir şehir olduğu görülmektedir. Yapılan sathi kaplamaların, hem taşıt trafiğine hizmet vermesi hem de ekonomik açıdan yol yapımı için ayrılan bütçelere fazla yük getirmemesi istenilmektedir. Bu durumda sathi kaplama yolların işlevsellik, amaca uygunluk açısından, Kocaelide uygulanması kaçınılmaz hale gelmektedir. Tezde, sathi kaplamaların tasarımı, malzemeleri, yapımı ve bozulmalarından bahsedilmiştir.

Anahtar kelimeler: Sathi Kaplamalar, Sathi kaplama tarımı, sathi kaplama malzemeleri, bozulmalar

ABSTRACT

CHIP SEAL APPLICATIONS IN THE BOUNDARY OF KOCAELI CITY

YÜCEL, Cihat

Urban Systems And Transportation Management

Supervisor: Prof Dr. Mustafa KARAŞAHİN

April 2011, 58 Page

Chip seal a pavement type which is often used for sections having low traffic volume. Chip seal is widely used in road networks of General Directory of Highways and especially of Special Administration Fund. If the traffic volume is lower than a certain value the chip seal gives economic and rapid construction solutions. Highways of Kocaeli region has 1140 km the chip seal type pavements. 25 percent of population of Kocaeli lives in rural areas. When considered population and geographic conditions, Kocaeli is suitable for the chip seal. It is desired that the chip seal has not got a large influence on allocated budgets while giving service to traffic in an economic way. In this case, the chip seal is inevitable for Kocaeli region for both functionality and expediency. In the thesis, the chip seal design, materials, construction and deteriorations are mentioned.

Key words: Chip seal, Chip seal design, chip seal materials, deteriorations

İÇİNDEKİLER

TABLolar.....	viii
ŞEKİLLER.....	ix
RESİMLER.....	x
KISALTMALAR.....	xi
SEMBOLLER.....	xii
ÖZET.....	iv
1. GİRİŞ.....	1
1.1 KAYNAK BİLGİSİ.....	4
2. KOCAELİ GENELİNDE UYGULANAN SATHİ KAPLAMA ÇEŞİTLERİ. 5	
2.1 GİRİŞ	5
2.2 SATHİ KAPLAMANIN PERFORMANSI ETKİLEYEN FAKTÖRLER 6	
2.3. SATHİ KAPLAMA TİPLERİ	7
2.3.1 Tek Katlı Sathi Kaplama.....	7
2.3.2 Çift Katlı Sathi Kaplama.....	7
3. SATHİ KAPLAMADA KULLANILAN MALZEME ÖZELLİKLERİ	8
3.1 SATHİ KAPLAMADA KULLANILAN AGREGA VE ÖZELLİKLERİ. 8	
3.2 BİTÜMLÜ MALZEMELER VE ÖZELLİKLERİ.	10
3.2.1 Astar Olarak Kullanılacak Bitümlü Malzemeler.....	10
3.2.2 Kaplama İçin Kullanılacak Bitümlü Malzemeler	11
4. SATHİ KAPLAMA YAPIMINDA KULLANILAN EKİPMANLAR	14
4.1 ASFALT DİSTRİBÜTÖRLERİ	14
4.2 AGREGA SERİCİLER	14
4.3 SÜPÜRGELER	15
4.4 ROLEYTANKLAR	16
4.5 SİLİNDİRLER	17
5. SATHİ KAPLAMALARDA TASARIM YÖNTEMLERİ.....	18
6. KOCAELİ BELEDİYESİNDE SATHİ KAPLAMA UYGULAMALAR	37
6.1 YOLUN HAZIRLANMASI	37
6.2 ASTAR MALZEMESİNİN UYGULANMASI	38
6.3 KAPLAMA BİTÜMLÜ MALZEMESİNİN UYGULANMASI.....	38

6.4 AGREGANIN UYGULANMASI	40
6.5 SATHİ KAPLAMA UYGULANMASI	41
7. SATHİ KAPLAMALARDA BOZULMA VE ONARIM YÖNTEMLERİ	43
7.2 AGREGA KAYBI, AYRIŞMA VE PARÇALANMALAR.....	43
7.3 TEKERLEK İZİ, ÇÖKME VE KABARMALAR.....	45
7.4 KAYMA DİRENCİ KAYBI.....	46
7.5 KUSMA.....	47
8. ÜST YAPI KAPLAMALARININ MALİYETLERİ	49
9. KOCAELİ BÖLGESİNDE SATHİ KAPLAMA ÖMÜRLERİ.....	50
10. SONUÇ.....	54
KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ.....	58

TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1 :Sathi Kaplama Gradasyonları	8
Tablo 3.2 :Agrega Özellikleri.....	10
Tablo 3.3 :Sıcaklık Dağılıma Göre Kullanılan Bitüm Sınıfı.....	12
Tablo 3.4 :Bölgelere Göre Kullanılan Bitüm Sınıfı.....	12
Tablo 3.5 :Bitümlü Malzemelerin Püskürtme Sıcaklıkları.....	13
Tablo 5.1 :Taşıt Eşdeğerlik Faktörleri.....	21
Tablo 5.2 :Nominal Agreg a Boyutuna Göre En küçük Ortalama Boyutu.....	23
Tablo 5.3 :Yol Şartları.....	24
Tablo 5.4 :İklim Şartları.....	25
Tablo 5.5 :Minnesota Eyaletinde Sathi Kaplamalarda Kullanılan Kayaçların Tipik Absorbsiyon Değerleri.....	31
Tablo 5.6 :Trafik Doğrulama Faktörü.....	32
Tablo 5.7 :Agrega Sökülme Faktörleri.....	32
Tablo 5.8 :Yüzey Doğrulama Faktörleri.....	33
Tablo 8.1 :Tip 1 Esnek Kaplama Kesiti Maliyeti.....	48
Tablo 9.1 :Sathi Kaplama Ömürleri.....	50

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 :Kocaeli karayolları haritası.....	3
Şekil 2.1 :Tek Katlı sathi kaplama kesiti.....	7
Şekil 2.2: Çift katlı sathi kaplama kesiti.....	7
Şekil 3.1 :Türkiye’de ortalama sıcaklık dağılımı.....	11
Şekil 5.1 :Sathi kaplama tasarım abağı.....	20
Şekil 5.2 :Trafik Etkisinden Sonra Agregaların Yönelmesi.....	22
Şekil 5.3 :Küçük Boyutların Ortalamasının Tespit Edilmesi İçin Kullanılan Nomograf.....	26
Şekil 5.4 :Jackson Yöntemine Göre Bağlayıcı ve Agrega Aplikasyon Oranlarının Belirlenmesi.....	26
Şekil 5.5 :Benson Yöntemine Göre Bitüm Film Kalınlığının Tayini.....	27
Şekil 5.6 :Emülsiyonun Küründen Sonra Bağlayıcı Hacmindeki Değişiklik.....	30
Şekil 5.7 :California Yönteminde D0 Boyutunun Belirlenmesi.....	35
Şekil 7.1 :Sathi Kaplamalarda Meydana Gelen Bozulma Çeşitleri.....	42
Şekil 7.2 :Yol Yüzeyi Pürüzlük Özellikleri.....	46
Şekil 9.1 :Hizmet ömrü grafiğı.....	51
Şekil 9.2 :Frekans Grafiğı.....	51
Şekil 9.3 :Kümülatif Frekans diyagramı.....	52

RESİMLER DİZİNİ

Resim 4.1 :Asfalt Distribitörü	14
Resim 4.2 :Agrega Sericiler.....	15
Resim 4.3 :Süpürge Makinası.....	16
Resim 4.4 :Roleytank.....	16
Resim 4.5 :Silindir.....	17
Resim 6.1 :Sathi Kaplama Yapılması.....	38
Resim 7.1 :Sathi Kaplama Meydana Gelen Kopmalar.....	43
Resim 7.2 :Yüzeydeki Agreg a Parçalarının Kopması.....	44
Resim 7.3 :Kaplama yüzeyinde, tekerlek izlerinin yoğunlaştığı kısımlarda meydana gelen çökmeler Sandıklı Devlet Karayolu-2005.....	45
Resim 7.4 :Sathi Kaplamalarda Görülen Kusma Sonucu Oluşan Negatif Yüzey Dokusu.....	47

KISALTMALAR

American Association of State Highway and Transportationofficials	: AASHTO
Amerikan Devlet Karayolları Gorevlileri Birliği İzafi tabaka katsayıları	: ai
Yol Notu 29 Tasarım Rehberi	: RRL29
Santigrat Derece	: C0
Metre M Bitümlü Sıcak Karışım	: BSK
Kaliforniya Basınç Oranı	: CBR
Kocaeli Büyükşehir Belediyesi	: K.B.B
Kilometre	: Km
Karayolları Esnek Üstyapı Projelendirme Formu 2006	: K.G.M.
Plent Miks Temel	: P.M.T
Granüler Alt Temel	: G.A.T
Devlet Meteoroloji İşleri	: D.M.İ
Dingil Eşdeğerlilik Faktörü	: EF
Taşıt eşdeğerlilik faktörü	: TEF
Karayolları Genel Müdürlüğü	: TCK
Üstyapı Tasarım Yöntemi	: SHELL
Yıllık Ortalama Günlük Trafik	: YOGT
Köy Hizmetleri Müdürlüğü	: Köy.Hiz

SEMBOLLER

Tatbik Edilen Dingil Yüku (Ton)	: p
Servis Kabiliyeti	: P
Hizmet ömrü	: t
İlk trafik	: to
Hesap şerdi faktörü	: η
Trafik Yönü	: i
Trafiğin kaç yönlü oluşu	: j
Toplam standart dingil tekerrür sayısı	: T _{8.2}
Hesap Şeridine Düşen Günlük Standart Dingil Yüku (Wg)	: W _g
Trafik artış yüzdesi	: r
Proje Trafığı tp	: t
Yıl sonra Günlük Trafik Yoğunluğu	: tt
Üstyapı Sayısı	: SN
Drenaj Katsayısı	: mi
Basınç Birimi	: Psi
Güvenilirliğin Standart Sapması	: Z _R
Standart Normal Sapma	: S _o
Tabaka Kalınlığı	: Di

1. GİRİŞ

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi yapım, bakım ve onarımından sorumlu olduğu yaklaşık 7000 km uzunluğundaki köy ve kentiçi yolların üstyapısının yüzde 16'sı sathi kaplamadır. Sathi kaplamalı yolların hizmet sürelerinin uzatılması, ekonomik açıdan kaynaklarımızın yerinde kullanılması için imalatların çalışma mevsimi içerisinde şartnamesine uygun şekilde yapılması gerekmektedir.

Kaplama tabakası, üstyapının trafik yüklerine doğrudan maruz kalan en üst tabakasıdır. Trafik yükleri nedeniyle oluşan basınç ve çekme gerilmelerinin en yüksek seviyede olması nedeniyle kaplama tabakası, üstyapının diğer tabakalarına göre daha yüksek bir elastisite modülüne sahip olmalıdır. Kaplama tabakalarının kalınlığı arttıkça yolun direnci artar, temel tabakasına iletilen basınç ve kayma gerilmeleri azalır (Umar ve Ağar, 1991). Yollarda temel tabakası üzerine yerleştirilen bitümlü kaplama tabakaları, genellikle yapım ve çalışma ilkelerinden oldukça farklı olan sathi kaplamalar, granüler malzemedan oluşturulmuş temel ve alttemel tabakası üzerine oturan, herhangi bir hareketli yük taşıma kapasitesi bulunmayan, yol yüzeyinde düzgün bir yuvarlanma, yeterli kayma sürtünme katsayısı sağlayan, bunun yanında yüzeydeki suların alt tabakalara ulaşmasını engelleyen bir kaplama türüdür (Karaşahin ve Ağar, 2004). Dolayısıyla bu tip kaplamalarda temel, alttemel ve taban zemininin önemi bitümlü karışımlarla oluşturulan kaplamalara göre daha büyüktür.

Sathi kaplamalar gerek üst yapı inşaatında, gerekse üstyapı bakım işinde yaygın olarak kullanılan bir kaplama tipidir. Bu tip kaplamaların serilmesi kolay, ilk yapım maliyeti ucuzdur. Trafik aşındırmasına karşı direnç gösterecek bir koruyucu kaplama özelliğindedirler ve alttaki tabakaları sudan korurlar. Çok az yük taşıma yeteneği olması nedeniyle üstyapının yük taşıma kapasitesi hesaplanırken dikkate alınmaz. Sathi kaplama doğru olarak kullanıldığında iyi bir kaplama malzemesidir.

Sathi kaplamalar genellikle 25 mm den daha az kalınlığa sahip kaplamalardır, bu yüzden ince kaplamalar olarak bilinirler. Sathi kaplamalar, hazırlanmış bir temel üzerine önce bitümlü bağlayıcı arkasından agrega tatbiki şeklinde inşa edilir. Bu tip kaplamalar temel ve alttemel tabakası üzerine oturan, herhangi bir hareketli yük

taşıma kapasitesi bulunmayan, yol yüzeyinde düzgün yuvarlanma, yeterli sürtünme sağlayan ve yüzeydeki suların alt tabakalara ulaşmasını engelleyen bir kaplama türüdür. (Karaşahin ve Ağar, 2004).

Sathi kaplamalarda bağlayıcı ve agrega yol yüzeyine ayrı ayrı serilir ve sıkıştırılır. Bu tip kaplamalarda karıştırma yapılmaz. Bitümlü sıcak karışım kaplamalarda ise agrega ve bağlayıcı karıştırılmış bir halde yola serilir (Umar ve Ağar, 1991). Yol standartlarının ve araç konforlarının her geçen gün daha da ilerlediği zamanımızda, hala ülkemizde ekonomik sebeplerden dolayı düşük hacimli kaplamalar veya daha çok bilinen adıyla sathi kaplamalar, şehir içi ve şehirlerarası yollarda çok yaygın olarak inşa edilmektedir.(Umar ve Ağar, 1991).

Sathi kaplama doğru olarak kullanılırsa iyi bir kaplama malzemesidir. Fakat bu tip kaplamalar her yerde ve her zaman kullanılmazlar. Sathi kaplamanın kullanılıp kullanılmayacağına karar vermeden önce agrega, bitüm, zemin durumu gibi mevcut malzemeler ve trafik kapasitesi gibi önemli faktörler dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir (Asphalt Institute, 1989)

Şekil 1.1 de Kocaeli bölgesine ait karayolu ağı gösterilmiştir. Bölgenin en önemli özelliği nüfusu fazla olan yerleşimlere transit trafiği hizmeti vermesidir. Ayrıca, hem Karadeniz hem de Marmara Denizine olan yakınlığından dolayı, önemli ve stratejik bir konuma sahiptir.



Şekil 1.1 : Kocaeli karayolu ağı haritası

1.1 KAYNAK BİLGİSİ

Karaşahin, Saltan, Gürer, Çetin, Aktaş (2009) ‘Türkiye ve Dünyada Sathi Kaplama Uygulamaları’ adlı çalışmalarında sathi kaplamaların farklı iklim koşullarına göre farklı dizayn metodları ile uygulandığını ve olumlu sonuçlar alındığından bahsedilmiştir.

Tersi, Karaşahin, Saltan, Tuncuk (2006) ‘Birden Fazla Tabakalı Sathi Kaplamaların Fiziksel Özelliklerinin Araştırılması’ adlı yayında uygulamaların karot alınarak, yapılan testler sonucunda, tabakaların birbirleri ile olan ilişkileri, kayma dirençleri, ayrışmaları incelenmiş ve fiziksel özellikleri hakkında yeni bulgular elde edilmiştir.

Karaşahin, Gürer(2007) ‘Sathi Kaplamalar’ sunumuyla Türkiye de sathi kaplama uygulamaları ve metotları ile sathi kaplamada kullanılan malzeme ve özellikleri ile ilgili bilgiler verilmiştir.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi İstanbul Asfalt Fabrikaları Sanayi ve Ticaret A.ş. (1989) “Asfalt El Kitabı” adlı kitaptan sathi kaplama yapım yöntemleri ile ilgili bilgiler verilmiştir.

5. Ulusal Asfalt Sempozyumu (18-19 Kasım 2009) Asfalt 2009 Bildiriler Sathi Kaplamalar Asfalt Karışımların Performansı hakkında bilgi alınmıştır.

Sathi Kaplamalar İçin Basit Hesap Metodu (1975) Karayolları Genel Müdürlüğü Sathi kaplama yapımı ve uygulama yöntemleri konusu işlenmiştir.

Asfalt Sathi Kaplama ve Penetrasyon Makadamı (1966) Karayolları Genel Müdürlüğü. Sathi Kaplamadaki Bozulmalar ve tamir yöntemleri.

2. KOCAELİ GENELİNDE UYGULANAN SATHİ KAPLAMA ÇEŞİTLERİ

2.1 GİRİŞ

Sathi kaplamalar kullanım amaçlarına göre geleneksel sathi kaplamalar ve iyileştirme amaçlı sathi kaplamalar olmak üzere iki kısımda incelenmektedir. Kocaeli sınırları içerisinde geleneksel sathi kaplamalar kullanılmaktadır.

Geleneksel tip sathi kaplamalar, granüler malzemeler üzerine bir yapıştırma tabakası ile direkt olarak tatbik edilen sahi kaplama türüken, iyileştirme amaçlı sathi kaplamalar ise, mevcut beton asfalt kaplamanın sürtünme direncini artırmak ve çatlakları kapatarak su sızdırmazlığını iyileştirerek, servis ömrünü arttırma amaçlı olarak kaplama üzerine yapılan sathi kaplama türüdür.

Granüler temel üzerine yapılan sathi kaplamaların belli başlı fonksiyonları şu şekilde özetlenebilir:

- Hafif ve orta derece trafikli granüler temelli yollar için uzun ömürlü ve ekonomik yüzeyler sağlamak,
- Yüzey suyunun granüler temellere sızmasını engelleyerek temel tabakasının stabilitesini arttırmak,
- Kayma direnci yüksek yüzeyler elde etmek.
- Granüler temeller üzerinde düzgün bir yuvarlanma yüzeyi sağlamak,

Bu tip sathi kaplamaların sağladığı avantajların yanında bazı dezavantajları da vardır. Bunlar şu şekilde özetlenebilir:

- Tekerlek gürültüsü çok fazla, sürüş konforu da nispeten düşüktür,
- Yüksek sürtünme direncinden ötürü taşıt işletme giderleri de yüksektir,
- Gevşek veya zamanla gevşeyen agregaların taşıtlar tarafından sıçratılması sonucu arkadan gelen taşıtlara hasar verebilmektedir,

- Rutin bakım ve onarım ihtiyacı fazla olduğundan dolayı bakım/onarım masrafları nispeten daha yüksektir.
- Kaplama çok sık aralıklarla yenilenmelidir.
- Taşıma gücü olmadığından dolayı ağır taşıt trafiği yüksek olan yollar için uygun değildir.

2.2 SATHİ KAPLAMANIN PERFORMANSINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Trafik; günlük ticari taşıt (boş ağırlığı > 1,5 ton olan araçlar) sayısı, mıcırın yol yüzeyine gömülme oranını etkiler.

Mevcut Yol Yüzeyi; mıcırların yol yüzeyine batması yol yüzeyinin sertliği ve ticari taşıt sayısı ile ilişkilidir. Yüzey poroz ise yüzeydeki asfalt film tabakası kalınlığı azalır.

Mıcırın Tipi ve Boyutu; mıcır çok küçük boyutlarda ise çok çabuk gömülür, iri boyutta olursa trafik tarafından sökülür. Mıcır uygun boyutta ve cilalanmaya karşı dayanıklı olmalıdır.

Bitümlü Bağlayıcı; bitümlü bağlayıcının fonksiyonu, yüzeyi su geçirmez hale getirmek ve mıcırları alt tabakaya yapıştırmaktır. Mıcırların yapışabilmesi için, mıcır serilirken bitüm yeterli viskozitede olmalıdır. Yol trafiğe açıldığında mıcırlar yerlerinden çıkmamalı ve uzun süreli düşük sıcaklıklarda bitüm çatlamamalıdır.

Püskürtülen Bitümlü Bağlayıcının Oranı; püskürtülen bağlayıcı miktarı mıcırların yapışmasını sağlayacak miktarda olmalı, yeterli yüzey doku derinliği sağlanabilmesi için mıcırlar arasındaki boşluklar bitüm ile dolmamalıdır.

Çevre Koşulları; iklim, yer ve trafik durumu ile ilişkilidir. Bağlayıcının kür olma miktarı, kaplamanın yapıldığı alan kapalı ise (örneğin; ağaçların gölgesi ya da köprü altları gibi) bu durumdan etkilenir. Sathi yapıldığı aylar ve kaplamanın trafiğe açıldığı zamandaki hava koşulları performans üzerinde etkindir. Trafik, özellikle kavşaklar ve ada etrafında ilave gerilmeler oluşturarak mıcır sökülmesine neden olabilir, rampalarda ise ağır yüklü araçlar mıcır gömülmesini artırır.

2.3. SATHİ KAPLAMA TİPLERİ

2.3.1 Tek Katlı Sathi Kaplama

Sathi kaplama yolun kabul edilen hizmet süresi boyunca geçecek, tek yönde standart dingil sayısı 2.000.000 az olan yollarda uygulanmalıdır. Toplam dingil sayısı 500.000 den az ise tek katlı sathi kaplama yapılmalıdır. (T.C.K Rehberi 2006)

Bu tip kaplamalar herhangi bir yol sathına bir tabaka bitümlü malzeme ve hemen arkasından mümkün mertebede üniform ebatta bir tabaka agreganın tatbikatı ile meydana gelir. Kaplama kalınlığı agrega kalınlığının nominal maksimum ebadı kadardır. Bu tip bir sathi kaplamada agrega boyutları hemen hemen birbirinin aynıdır (Asphalt Institute, 1989).



Şekil 2.1 : Tek kat sathi kaplama kesiti

Kaynak: Gürer 2006

2.3.2 Çift Katlı Sathi Kaplama

Toplam dingil sayısı 500.000 ile 2.000.000 arasında olan yollarda, çift tabaka sathi kaplama yapılmaktadır. Bu tip kaplamalar iki yada daha fazla bitümlü sathi kaplamanın üst üste yapılması ile meydana gelirler. Çok katlı sathi kaplama, tek katlı sathi kaplamadan daha dayanıklıdır. Suya karşı geçirimsizliği de tek tabaka sathi kaplamaya göre daha iyidir (Asphalt Institute, 1989).



Şekil 2.2 : Çift kat sathi kaplama kesiti

Kaynak: Gürer 2006

3. SATHİ KAPLAMADA KULLANILAN MALZEME ÖZELLİKLERİ

3.1 SATHİ KAPLAMADA KULLANILAN AGREGA VE ÖZELLİKLERİ.

Agrega kırma taş veya kırılmış çakıl olacak ve temiz, pürüzlü, sağlam ve dayanıklı da nelerden oluşacaktır. Agregada içinde yumuşak ve dayanıksız parçalar, kil, organik ve diğer zararlı maddeler serbest veya agregayı sarmış halde bulunmayacaktır. Agregada gradasyonu Tablo 3.1'de belirtilen gradasyonlara uygun olacaktır.

Tablo 3.1 : Sathi Kaplama Gradasyonları

Elek Boyu	% GEÇEN				
	A - Tipi	Tip - 1	Tip - 2	Tip - 3	Tip - 4
25 mm (1")	100	100			
19 mm (3/4")	0 - 30	90 - 100	100		
12.5 mm (1/2")	0 - 10	0 - 35	90 - 100		
9.5 mm (3/8")		0 - 10	0 - 40	100	100
4.75 mm (No.4)	0 - 2	0 - 5	0 - 5	75 - 100	85 - 100
2.00 mm (No.10)				0 - 10	0 - 35
0.075 mm (No.200)				0 - 2	0 - 5

A-Tipi ve Tip -1 gradasyonlarındaki sathi kaplamalar; kalınlığı yeterli, düzgün yüzeyli granüler temel, plent-miks temel, çimento bağlayıcılı granüler temel veya

benzeri temeller üzerine uygulanabilecek ve bitümlü malzeme ile agrega birbiri peşi sıra uygulanarak bir yüzey tabakası oluşturacaktır.

A-tipi gradasyonu 1.kat sathi kaplamada kullanılacaktır. Çift kat sathi kaplama yapılacaksa, A tipinin üzerine 2. kat olarak Tip-2 gradasyonunda mıcır kullanılacaktır.

Tip - 2-3-4 gradasyonlarında yapılan sathi kaplamalar bitümlü yüzey tabakalarının ömrünü arttırmak, hava ve su etkilerinden korumak, kaygan olmayan yüzeyler elde etmek amacı ile bitümlü malzeme ile agreganın birbiri peşi sıra uygulanması ile inşa edilen bir yüzey tabakasıdır.

Agrega üretimi sırasında en çok 200 m³ de bir elek analizi yapılarak şartname sınırları içine girip girmediği kontrol edilecektir.

Agrega; Tablo 3.2’de belirtilen fiziksel ve mekanik özellikleri sağlayacaktır.

Agrega çakıldan hazırlanmış ise Tip-1 ve Tip-2 gradasyonları için 4.75 mm (No.4) elek üzerinde kalan kısmının Tip-3 ve Tip-4 gradasyonları için 2.00 mm (No. 10) elek üzerinde kalan kısmının ağırlıkça en az yüzde 80 inin iki veya daha fazla yüzü kırılmış olacaktır.

Agrega yıkanmış ve temiz olacaktır. Serilmeden önce kuru olacaktır. İnce toz filmi ile kaplanmış ve kirli agrega tanelerine bitüm yapışmamaktadır.

Mıcır yol boyunca depo edilecek ise depo yerlerinde agreganın temiz bir şekilde korunması için gerekli önlemler alınacaktır.

Agrega “Soyulma Deneyi” yöntemine göre test edildiğinde, soyulmaya karşı mukavemeti en az yüzde 50 ve “Yapışma Deneyi (Vialit yöntemi)” ne göre test edildiğinde; düşen mıcır sayısı en fazla yüzde 12 olacaktır. Soyulma ve Yapışma yönünden şartname kriterlerini sağlamayan agregalar için dop ile bitümlü bağlayıcının yapışma özelliğini arttırıcı katkı maddeleri ilave edilebilecektir. Soyulma mukavemetini arttırmak için kullanılacak katkı malzemesinin, cinsi ve miktarı laboratuvar deneyi sonucunda tespit edilecektir.

Agrega kübik danelerden oluşacak, yassılık indeksi ve cilalanma değeri şartname limitlerine uyacaktır.

Tablo 3.2 : Agregada Özellikleri

DENEY	ŞARTNAME LİMİTİ	DENEY STANDARDI
Aşınma Kaybı (Los Angeles) maksimum yüzde	30	TS 3694 (ASTM C - 131)
Hava Tesirlerine Karşı Dayanıklılık (donma deneyi, Na₂SO₄ ile) kayıp, maksimum yüzde	12	TS 3655 (ASTM C - 88)
Kırılmışlık, ağırlıkça min. yüzde - Tip - 1, Tip - 2 için 4.75 mm. elek üzerinden en az iki yüzü - Tip - 3, Tip - 4 için 2.00 mm. elek üzerinde en az iki yüzü.	80 80	---- ----
Soyulma Mukavemeti, minimum yüzde	50	EK - A
Yapışma Deneyi, (Vialit Metodu ile) düşen mıcır sayısı, maksimum, (yüzde)	12	EK- B
Yassılık İndeksi maksimum yüzde	25	BS 812
Cilalanma Değeri, minimum	50	TE EN 1097-8
Kil Topakları ve Ufalanabilir Taneler, maksimum yüzde	0,5	ASTM C-142

3.2 BİTÜMLÜ MALZEMELER VE ÖZELLİKLERİ.

3.2.1 Astar Olarak Kullanılacak Bitümlü Malzemeler

Astar malzemesi olarak TS 1083 – “Yol Üstyapılarında Kullanılan Sıvı Petrol Asfaltları” standardına uygun MC-30 ve MC-70; TS 1082-“Yol

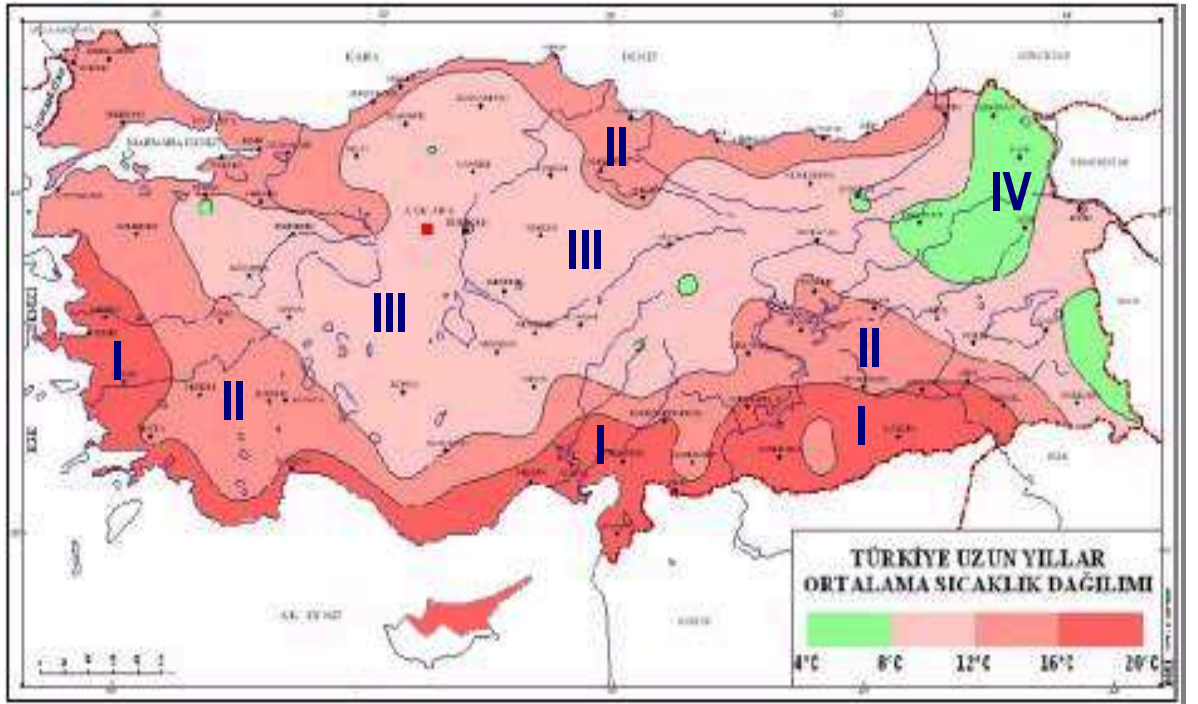
Üstyapılarında Kullanılan Asfalt Emülsiyonları” standardına uygun SS-1, SS-1h, CSS-1, CSS-1h malzemelerinden birisi kullanılacaktır.

Sathi kaplama yapımında kullanılacak bütün bitümlü malzemelerden TS 115 EN58/1996-“Bitümlü Bağlayıcılar - Numune Alma” standardına göre numune alınacak ve malzemenin şartnamesine uygun olup olmadığı tespit edilecektir.

3.2.2 Kaplama İçin Kullanılacak Bitümlü Malzemeler

Kaplama için TS 1081 EN 12591 Bitümler ve Bitümlü Bağlayıcılar-Kaplama Sınıfı Bitümler- Özellikler” standardına uygun 70/100 penetrasyonlu bitüm, 100/150 penetrasyonlu bitüm, 160/220 penetrasyonlu bitüm; TS 1082 ye uygun RS-1, CRS-1 veya CRS-2 bitümlü bağlayıcılardan birisi kullanılacaktır.

Marmara bölgesinde 100/150 penetrasyonlu bitüm kullanılmaktadır. Tablo 3.4



Şekil 3.1 : Türkiyede Ortalama Sıcaklık Dağılımı

Tablo 3.3 : Sıcaklığa Dağılımına Göre Bitüm Kullanımı

BİTÜM SINIFI		
KESİMLER	BSK	SATHİ KAPLAMA
I	B 40 / 60 B 50 / 70	B 70 / 100
II - III	B 50 / 70	B 100 / 150
IV	B 70 / 100	B 100 / 150

Tablo 3.4 : Bölgelere Göre Bitüm Kullanımı

BİTÜM SINIFI		BİTÜMÜN KULLANILACAĞI YERLER
BSK İçin	SATHİ KAPLAMA İçin	
B 40/60	B 70/100	Akdeniz İkliminin hüküm sürdüğü kesimler ve Güney Doğu Anadolu'nun güney kesimleri
B 50/70		
B 50/70	B 100/150	Karadeniz, Marmara, İç Anadolu, İç Batı Anadolu, Güney Doğu Anadolu'nun Kuzey kesimleri, Doğu Anadolu'nun Batı kesimleri
B 70/100	B 100/150	Yukarıda belirtilen bölgelerin çok soğuk kesimleri ile Doğu Anadolu'nun soğuk ve yüksek kesimleri

Tablo 3.5 : Bitümlü Malzemelerin Püskürtme Sıcaklıkları

Bitümlü Malzemenin Cinsi	Püskürtme Sıcaklığı, °C
MC-30	30 - 50
MC-70	50 – 80
RS-1	20 - 60
RS-2	50 – 85
CRS-1	50 – 85
CRS-2	60 – 85
SS-1	20 – 70
SS-1h	20 - 70
CSS-1	20 – 70
CSS-1h	20 – 70
70/100 pen. bitüm	130+
100/150 pen. bitüm	130+
160/220 pen. bitüm	130+

4. SATHİ KAPLAMA YAPIMINDA KULLANILAN EKİPMANLAR

4.1 ASFALT DİSTRİBÜTÖRLERİ

Asfalt distribütörü bir sathi kaplama için en önemli ekipmandır. Asfalt yol yüzeyine belirli miktarda homojen olarak uygulamak için yapılmıştır. Distribütör çubuğu ve püskürtme memeleri yüzeye üniform asfalt uygulaması yapmaya uygun şekilde ayarlanmalıdır. Püskürtülen asfalt izlerinin boyutları, açıklıkları açılarını püskürtme çubuğunun konumu ve yüksekliği ile doğrudan alakalıdır (Robert vd, 2001). Asfalt distribütörü bir kamyon veya treylere monte edilmiş, asfaltı kapasitesi 3000 ila 20000 lt arasında değişen izoleli bir depodan oluşur. Birçok distribütörde uygun püskürtme sıcaklığında tutacak bir ısıtma sistemi de bulunmaktadır. (Resim 4.1)



Resim 4.1 : Sathi Kaplama Distribütör
Kaynak: K.B.B. Fen İşleri Daire Başkanlığı

4.2 AGREGA SERİCİLER

Agrega sericisi, asfalt distribütöründen sonra en önemli ekipmandır. Doğru kullanmak koşulu ile iyi bir agrega sericisi agregayı kaybını önler ve üniform bir serme yapar. Agregası sericiler üç ana tipten oluşur: kamyon arkasının arka kapağına takılı

olan kapaklı serici, bir başka tipi ise, kamyonun arka kapısına bağlı olan; ancak agrega sericisini desteklemek için tekerler üzerine oturtulmuş serme kutusudur



Resim 4.2 : Sathi Kaplama Agrega Sericisi
Kaynak : K.B.B. Fen İşleri Daire Başkanlığı

Üçüncü bir tip ise, kamyonu çeken ve serme işlemi için gerekli olan gücü sağlayan tekerlek üzerine oturtulmuş, kendiliğinden hareket eden agrega sericisidir (Resim 4.2)

4.3 SÜPÜRGELER

Kaplanacak satıh tamamen temiz değilse bağlayıcı alttaki tabakaya yapışmayabilir. Bu nedenle asfalt emülsiyonu püskürtmeden önce sathi temizlemek gerekir. Süpürgeler kullanılırken; temiz hava ölçütlerini karşılamak ya da kalıplaşmış malzemeleri kaldırmak için suyla temizlemek gerekebilir. Süpürme işlemi kaplama tamamlandıktan ya da asfalt uygun olarak kür olduktan sonra gevşek tanecikleri kaldırmak içinde kullanılabilir. Asfalt membranına gömülmüş agrega taneciklerini yerinden çıkarmayı önlemek için hafif süpürge basınçları kullanılır. En fazla kullanılanları lastik tekerlekli traktörle çekilen döner süpürgelerdir. (Resim 4.3)



Resim 4.3 : Süpürge

Kaynak: K.B.B. Fen İşleri Daire Başkanlığı

4.4 ROLEYTANKLAR

Gerekli olan bitümlü malzemenin ana depolardan veya seyyar yer tanklarından distribütörlere kadar taşınmasına, istenilen dereceye kadar ısıtılmasına ve bazı katkı maddelerinin distribütörden önce üniform şekilde karıştırılmasına yarayan makinelerdir. Bunların çeşitli model ve büyüklükte olanları mevcuttur. (Resim 4.4)



Resim 4.4 : Roleytank

Kaynak: K.B.B. Fen İşleri Daire Başkanlığı

4.5 SİLİNDİRLER

Agrega taneciklerinin sıkıştırılması sathi kaplama çalışmasının önemli bir bölümüdür. Silindirlemenin amacı, agreganın bağlayıcı ile olan bağlantısının iyi bir şekilde olmasını sağlamak ve agreganın serilmesi sırasında oluşan düzensizlikleri düzeltmektir. Böylelikle trafiğin bozucu etkisi azaltılır. Bunun için silindir bir veya iki kez geçmesi yeterlidir. Geçiş sayısının artırılması ufak ve yumuşak agreganın kırılmasına dolayısıyla segragasyona yol açar. Bu yüzden sathi kaplama uygulamalarında 415-620 kPa'lık tekerlek basınçlarına sahip lastik tekerlekli silindirler önerilmektedir. Lastik tekerlekli silindirlerin temini mümkün değilse 8 ton'dan fazla olmayan çelik bandajlı silindirler kullanılmalı ve silindirleme çok dikkatli yapılmalıdır. (Resim 4.4)



Resim 4.5 : Silindirler

Kaynak: K.B.B. Fen İşleri Daire Başkanlığı

5. SATHİ KAPLAMALARDA TASARIM YÖNTEMLERİ

5.1 SATHİ KAPLAMALARDA TEMEL VE ALTTEMEL KALINLIKLARININ BELİRLENMESİ

Sathi kaplamalar düşük standartlı yollarda kullanılan bir kaplama türü olduğundan dolayı gözönüne alınan proje süresinde toplam standart dingil yükü 100.000' den daha fazla ve 2×10^6 'dan daha az olmalıdır. Ancak proje ömrü içinde toplam standart dingil yükü (8,2 ton) 100.000'den az olan yollar eğer turistik, rekreasyon, terminal (havaalanı, liman) erişim, vb. stratejik öneme sahipse tek kat sathi kaplama yapılabilir. Toplam standart dingil yükü sayısı 100.000-500.000 arasında ise tek kat ve 500.000-2.000.000 arasında ise çift kat sathi kaplama yapılmalıdır. Ancak toplam standart dingil yükü sayısı 2 ila 3 milyon arasında olan yollarda proje ömrü kısa tutularak beton asfalt yerine sathi kaplama yapılabilir. Sathi kaplamada temel ve alttemel kalınlıkları zeminin CBR değeri ile yolun proje ömründeki toplam standart dingil yükü sayısına bağlı olarak Şekil 5.1.'daki abaktan tespit edilebilir. Toplam Standart dingili yükü (Tunç, 2004) :

$$T_{8,2} = W_g \times 365 \times N \quad (5.1)$$

formülü ile hesaplanır. Burada:

W_g :Ortalama günlük standart dingil (8,2 ton) tekerrür sayısı.

N :Proje ömrü.

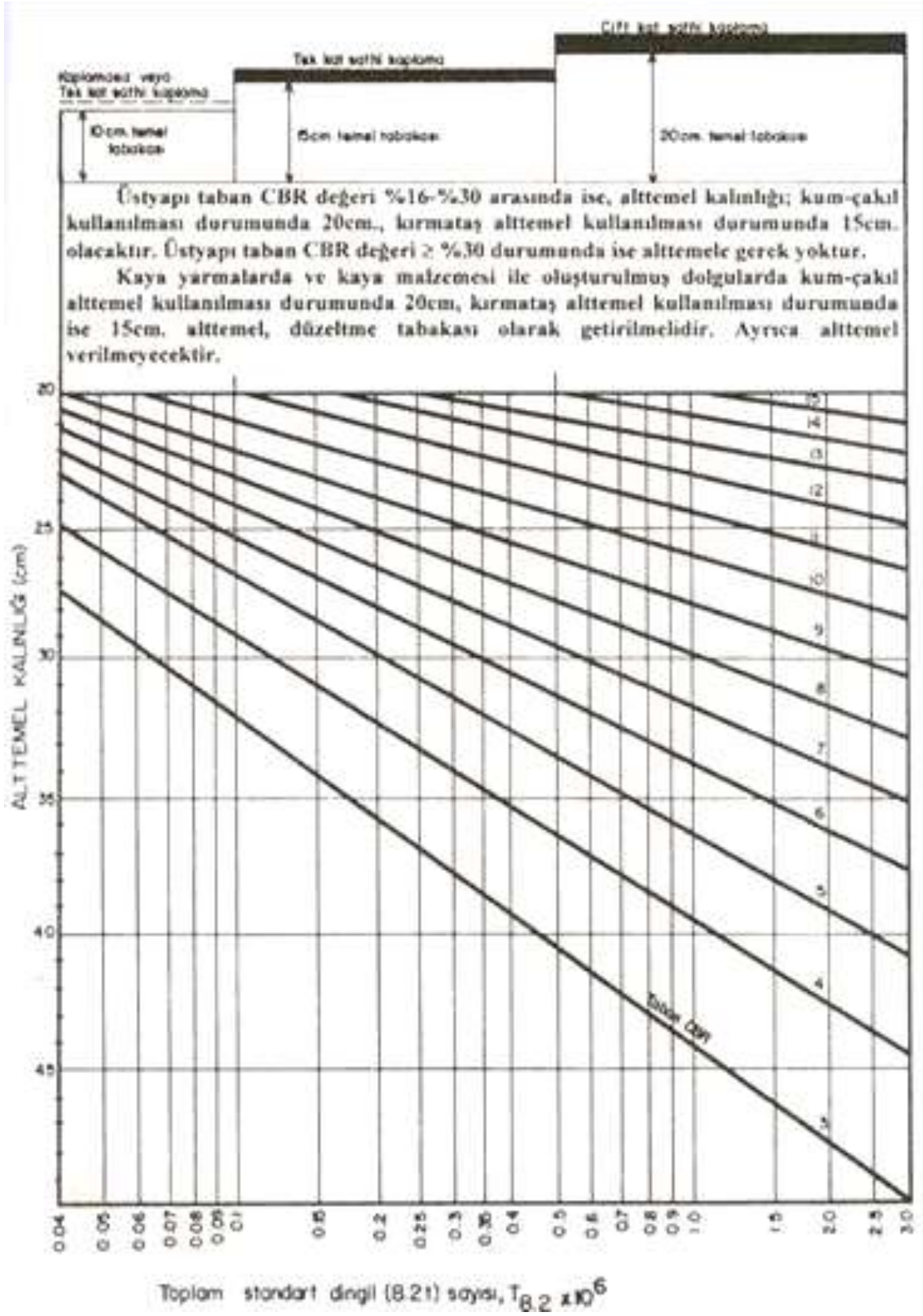
Wg için önce trafik sayımlarından elde edilen treyler, kamyon, otobüs ve otomobil YOGT değerleri ile gelecekteki tahmin edilen YOGT değerleri belirlenmeli ve buna göre proje trafiği (t_p) şu eşitlikten hesaplanmalıdır:

$$t_p = 0,4343 \frac{T_s - T_i}{\log(T_s / T_i)} \quad (5.2)$$

Burada:

Ti : Yolun trafiğe açıldığı sırada herbir taşıt grubu için YOGT değeri.

Ts : Yolun proje ömrü sonundaki herbir taşıt grubu için YOGT değeri.



Şekil 5.1 Sathi Kaplama Tasarım Abağı

Kaynak: KGM 2006

Her bir ayrı taşıt grubu için taşıt eşdeğerlik faktörü ile t_p çarpılıp elde edilen toplam değer W_g olarak bulunur. Taşıtların eşdeğerlik faktörleri Tablo 5.1’de verilmiştir.

Tablo 5.1 : Taşıtların Eşdeğerlik Faktörleri (Saltan M., 2004)

Trafik Grubu	Taşıtların eşdeğerlik faktörleri trafik kategorisi (ticari taşıt/gün)				
	0-250	250-500	500-1500	1500-3000	> 3000
Kamyon	1,74	1,83	1,96	2,04	2,18
Treyler	2,78	2,88	3,06	3,15	3,35
Otobüs	0,90	0,90	0,95	0,95	0,98
Otomobil	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006

5.2 MICIR MİKTARI ve BAĞLAYICI ORANI BELİRLEME YÖNTEMLERİ

5.2.1 Shell (Jackson) Yöntemi

1935 yılında Yeni Zelandalı mühendis FM Hanson tarafından sathi kaplamalar için optimum bitüm ve agrega serme yöntemi geliştirilmiştir. Hanson’un tasarım yöntemi bitüm serildikten ve malzeme silindirlendikten sonra agregalar arasındaki boşluk hacmini ve yol trafiğe açıldıktan sonra agregaların yönelmesini göz önünde bulundurur. Hanson’un gözlemlerine göre yol trafiğe açıldıktan sonra agregalar dikey pozisyonda bitüme saplanarak “en küçük ortalama dikey boyutunu” (ADL) almaktadır.



Şekil 5.2 Trafik Etkisinden Sonra Agregaların Yönelmesi

Kaynak: Whiteoak, 1991

Genellikle yüksek en küçük ortalama dikey boyut'un anlamı daha yüksek sıkıştırma enerjisi, yüksek bitüm ihtiyacı ve yüzeydeki pürüzlülüğün yüksek olduğu anlamına gelir. Trafik etkisi ve silindirleme esnasında bazı agrega danelerinin kırılması ADL teorisini geçersiz kılmaz, çünkü kırılmalar genellikle dikey doğrultuda olur, dolayısı ile agregalar bir veya iki yerinden delinse bile ortalama boyut değişmez. Fakat bu durum yumuşak tip taşlar için geçerli değildir, zaten bu tip taşlar sathi kaplama yapımında kullanılmazlar.

Bu yöntem ülkemizde Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından kullanılmaktadır. Jackson Yöntemi kullanılarak agrega ve bitüm miktarı şu şekilde tespit edilir: Şekil 5.3'deki nomograf kullanılarak agregaların en küçük ortalama dikey boyutları belirlenebilir. Bu nomograf için iki parametre gereklidir- bunlardan ilki agregaların yassılık indeksleri, diğerleri de ortalama boyutlarıdır. Agreganın elek analizi yapılarak gradasyon grafiği çizilir. Bu grafikten yüzde 50'si geçen elek çapı (D_{50}) bulunur ve buna "ortalama boyut" adı verilir ve sathi kaplamada kullanılacak agreganın temsili boyutu olarak kabul edilir. Alternatif olarak ortalama boyut 200 adet agrega numunesinin ortalama boyunun ölçülmesi ile de bulunabilir. En küçük ortalama dikey boyut nominal agrega boyutu ile ilgilidir.

Tablo 5.2 : Nominal Agregat Boyutuna Göre En Küçük Ortalama Dikey Boyut.

Nominal Agregat	En küçük ortalama dikey boyut
20	11-15
14	8-10
10	5-6,5
6	2-4

Ortalama boyut fikri Jackson tarafından geliştirilmiştir ve tasarımda Tablo 5.3 ve Tablo 5.4’da görülen şu parametreler göz önünde bulundurulur:

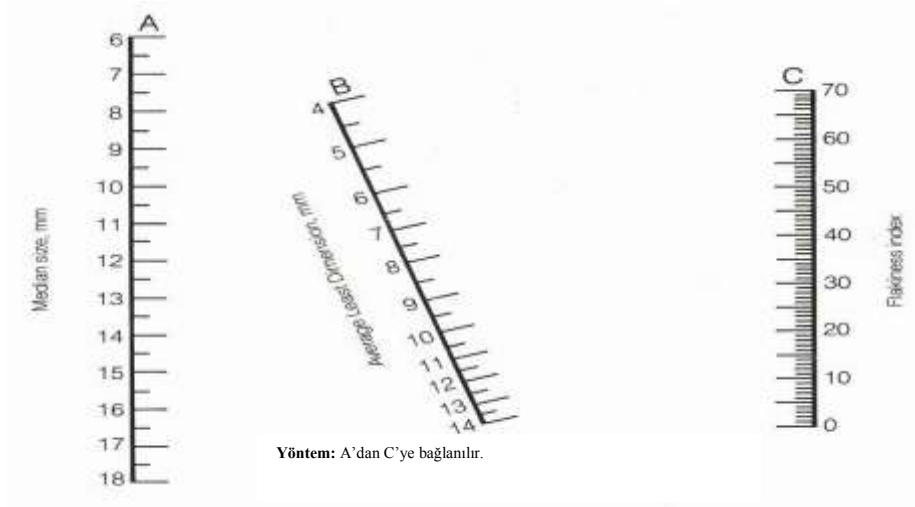
- Trafik yoğunluğu
- Agregat tipi
- Mevcut yol sathının durumu
- İklimsel şartla

Tablo 5.3 : Yol Şartları (Sathi Kaplama Tasarımı için Jackson Yönteminde Kullanılan Katsayılar)

Trafik Hacmi		Agreganın Tipi		Mevcut Sathın Durumu	
(araç/gün)	Katsayı	Tanım	Katsayı	Tanım	Katsayı
0-100	+3	Yuvarlak	+2	Temel (astarlanmamış veya astarlanmış)	+6
		veya tozlu			+4
100-500	+1			Asfalt miktarı çok az olan (veya çok okside olmuş) asfalt kaplama	
		Kübik	0	Asfalt miktarı az olan (veya okside olmuş) asfalt kaplama	0
500-1000	0			Asfalt miktarı normal olan (veya okside olmamış) asfalt kaplama	
		Yassı	-2		-1
1000-3000	-1			Asfalt miktarı çok yüksek olan (veya kusmuş) asfalt kaplama	
3000-6000	-3	Önceden Kaplanmış	-2		-3
6000 +	-5				

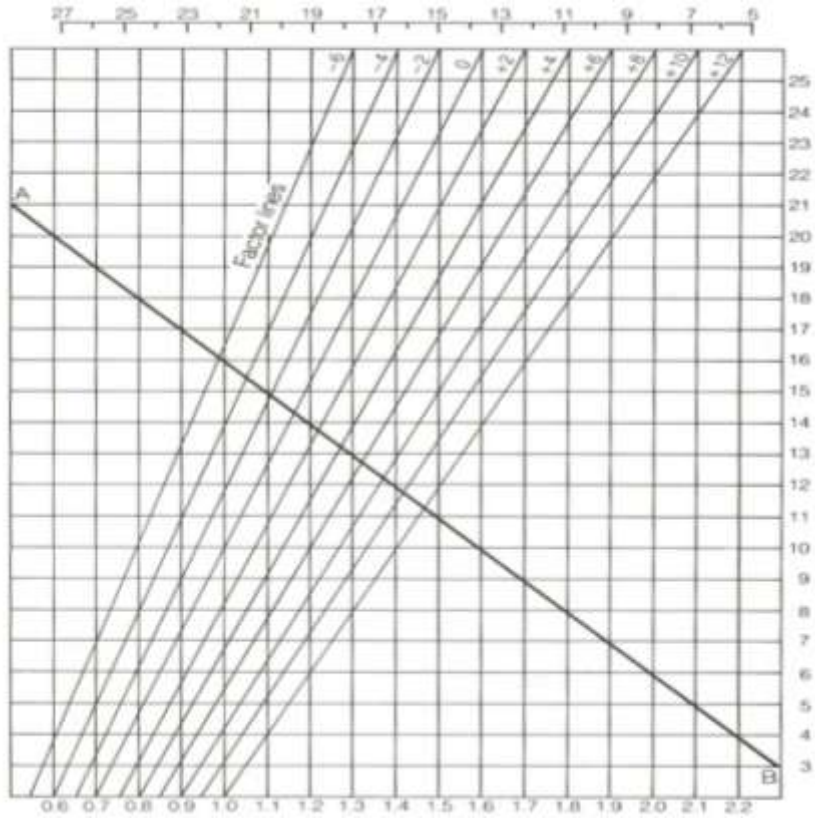
Tablo 5.4 : İklim Şartları (Sathi Kaplama Tasarımı için Jackson Yönteminde Kullanılan Ülkemiz Şartlarına Uyarlanmış Katsayılar)

Zonal Tip	Makroklima Tipi	Tali Tip	Yayıma Sahası	Katsayı
Sıcak- Mutedil İklimler. En soğuk ay ortalaması 18°C ile 3° C arasında.	Sıcak ve yazı kurak Akdeniz iklimi.	Yıllık sıcaklık 18 C'den fazla.	Bodrum'dan Hatay'a kadar kıyı kuşağı, ayrıca Urfa çevresi.	-2
		Kışı soğuk; yıllık sıcaklık 18° C'den az; en sıcak ay 18 C'den fazla.	Marmara, Ege, İç Batı Anadolu'nun güney kısmı, İç Anadolu'nun büyük kısmı, Samsun-Simop arası, Güneydoğu Anadolu.	-1
		Kışı soğuk; yıllık sıcaklık 18°C'den az. Azami aylık ortalama 22° C'den az; 4 ve daha fazla ayın ortalaması 10 °C'den yüksek.	İç Batı Anadolu'nun kuzey kısmı; İç Anadolu'nun kuzeydoğu kısmı, Artvin Çevresi.	-1
	Nemli mutedil iklim	Kışı soğuk, yazı sıcak (22°C'den yüksek).Her mevsimi nemli iklim.	Samsun'dan Gürcistan sınırına kadar Doğu Karadeniz kıyıları.	0
		Kışı soğuk, yazı daha az sıcak (22°C'den az).Nemli iklim.	Batı Karadeniz kıyıları ve hinterlandı	0
	Kar ve orman iklimleri. En soğuk ayın ortalaması -3°C'den az en sıcak ay ortalaması 10°den yüksek	Yazı kurak iklim	Yazı sıcak (22°C'den fazla)	Doğu Anadolu'nun kıyıtı sahaları ve yüksek kısımları.
Yazı daha az sıcak (En sıcak ay ortalaması 22°C'den küçük)			Doğu Anadolu'nun kuzeyde bulunan sahaları ve yüksek kısımları.	+2
Her mevsimi Yağışlı iklim		Yazı az sıcak, her mevsimi nemli.	Kuzeydoğu Anadolu.	+2



Şekil 5.3 : Küçük Boyutların Ortalamasının Tespit Edilmesi için Kullanılan Nomograf

Kaynak: Whiteoak, 1991



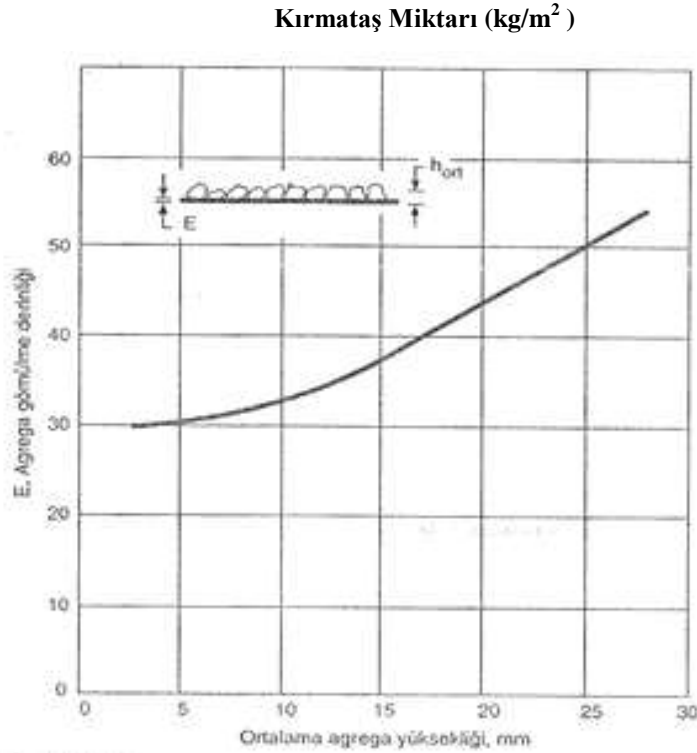
Şekil 5.4 : Küçük Boyutların Ortalamasının Tespit Edilmesi için Kullanılan Nomograf Jackson Yöntemine Göre Bağlayıcı ve Agrega Aplikasyon Oranlarının Belirlenmesi

Kaynak: Whiteoak, 1991

Bu dört katsayının (trafik yoğunluğu, agrega tipi, mevcut yol sathının durumu, iklimsel şartlar) toplanması suretiyle faktör sayısı bulunur. Agreganın yassılık indeksi, “yassılık indeksi deneyi” (CEN EN-933-3, 1997) ile tespit edilir. Agreganın elek analizi yapılarak gradasyon grafiği çizilir. Bu grafikten yüzde 50’si geçen elek çapı (D_{50}) bulunur. Bulunan bu değer ortalama boyut olarak kabul edilir. Ortalama değer ve yassılık indeksi değerleri Şekil 5.3’de görülen nomografte birleştirilerek en küçük boyutların ortalaması (ADL) bulunur. Bağlayıcı ve agrega aplikasyon oranları; faktör sayısı ve en küçük boyutların ortalamasının Şekil 5.4’de belirtilen abakta yerleri tespit edildikten sonra agrega ve bağlayıcı aplikasyon oranları tespit edilmiş olunur (Whiteoak, 1991).

5.2.2 Benson (Kearby-Texas) Yöntemi

Bu yöntemde agrega miktarı 0,10 m² büyüklüğünde bir plaka üzerine elle yerleştirilen agrega danelerinin ağırlığı tartılıp, uygulama sırasında kayıplar için yüzde 10 arttırılarak kg/m² cinsinden belirlenir.



Şekil 5.5 : Benson Yöntemine Göre Bitüm Film Kalınlığının Tayini

Kullanılacak agreganın özgül ağırlığı (δ) ve kuru gevşek yoğunluğu (γ) deneyle tayin edilir. Sathi kaplamada kullanılacak agreganın ortalama yüksekliği ise (5.3) eşitliği ile hesaplanır.

$$h_{ort} = \frac{W_{agr}}{\gamma} = \frac{kg/m^2}{kg/m^3} = m \quad (5.3)$$

Agrega ortalama yüksekliğinin belli bir yüzdesi kadar asfalt film kalınlığı olmalıdır. Film kalınlığı Şekil 5.5 'de verilen grafik kullanılarak hesaplanır. Ortalama agreganın derinliği arttıkça ortalama agreganın yüksekliğinin yüzdesi cinsinden asfalt film kalınlığı ve agregaların gömülme derinliği de artmaktadır. Bu yöntem Kearby tarafından geliştirilmiş ve Benson tarafından düzenlenmiştir. Boşluk oranı ise (5.4) eşitliğinden hesaplanır.

$$(Boşluk Oran)R_c = \frac{(\delta - \gamma)}{\delta} \quad (5.4)$$

Kullanılacak asfalt miktarı agreganın boşluklarının bir kısmı (E kalınlığı kadar) agregalar için bağ oluşturmak ve agreganın boşluğunun diğer kısmı ($D_{ort}-E$) kadar ise agreganın danelerinin absorpsiyonu ve temel tabakasına penetre etmek için gereklidir. Dolayısıyla agreganın boşluk oranı kadar asfalt miktarı hem bağlayıcı film tabakası hem de agreganın absorpsiyonu hem de temele penetre edecek olan asfalt miktarının toplamına eşit olacaktır. Buna göre asfalt miktarı (5.5) eşitliğinden hesaplanır.

$$\text{Bağlayıcı Miktarı} = R_c \times 1 \times 1 \times (E \times h_{ort}) \quad (5.5)$$

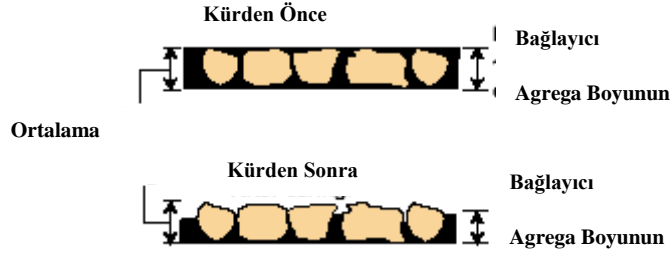
Burada E ve h_{ort} değerleri m cinsinden seğilirse bağlayıcı miktarı m^3/m^2 olarak bulunur. Hesaplanan bağlayıcı miktarı 1000'e bölünerek lt/m^2 cinsinden bulunabilir (Tunç, 2004).

5.2.3 Mc Leod Yöntemi

Bu yöntem 1960'ların sonunda Norman Mc Leod tarafından geliştirilmiş ve Asfalt Enstitüsü (1979, 1983) ve Asfalt Emülsiyon Üreticileri Birliği (1981) tarafından düzenlenmiştir. Mc Leod yöntemi stratejik Otoyol Araştırma Programı tarafından dizayn ve özel araştırmalarda halen kullanılmaktadır. Bu yöntemde, agrega aplikasyon oranı agrega gradasyonuna, şekline ve özgül ağırlığına bağlı olarak değişir. Bağlayıcı aplikasyon oranları ise agreganın gradasyonuna, absorpsiyonuna ve şekline, trafik hacmine, mevcut kaplama şartlarına bağlı olarak değişir. Bu yöntem öncelikli olarak emülsiyon bağlayıcıların uygulanması için geliştirilmiştir. Katbek ve emülsiyon asfaltların her ikisinde de bağlayıcı oranlarının kesici ve su miktarları bağlayıcının küründen sonra buharlaşacaktır. Bu asfalt filminin çökmesi ile sonuçlanacak ve bağlayıcının yüksekliği gözle görülür bir şekilde azalacaktır (L. Robert, P.E. Mc Hattie, 2001).

Mc Leod Dizayn Yöntemi iki temel prensibe dayanır:

- a. Agrega aplikasyon oranı bir taş kalınlığındaki sathi kaplama sonucuna göre belirlenecektir. Bu agrega oranı bağlayıcı tipi ve mevcut kaplama şartlarına bakılmaksızın sabit kalır.
- b. Mc Leod tasarım metodunda, agrega tanelerinin orta trafik seviyeli asfalt yüzeyinde kopmadan kalabilmeleri için asfalta batma yüksekliğinin, agrega tane yüksekliğinin yüzde 70'i kadar olması beklenmektedir (Şekil 5.6.).



Şekil 5.6 : Emülsiyonun Küründen Sonra Bağlayıcı Hacmindeki Değişiklik
Kaynak: (L. Robert, P.E. Mc Hattie, 2001).

Bu tasarım yönteminde öncelikle yapılan elek analizinden agrega danelerinin ortalama boyutu (M) hesaplanır. Ortalama boyut teorik elek boyutunun yüzde 50'sini geçen agrega boyutudur. Daha sonra agrega danelerinin yassılık indeksi (FI) değeri hesaplanır. Yassılık indeksi bir agrega numunesinden alınan yassı dane yüzdesinin ağırlıkça ölçümüdür. Daha sonra bu iki değerden en küçük boyutların ortalaması (H) tespit edilir. En küçük boyutların ortalaması (5.6) eşitliğinden hesaplanabilir.

$$H = \frac{M}{1,139285 + (0,011506)FI} \quad (5.6)$$

Daha sonra agregaların kuru gevşek birim ağırlığı (W; kg/m³) tespit edilir ve gevşek durumdaki agrega içerisindeki boşluk miktarı hesaplanır. İlk sıkıştırmadan sonraki boşluk içeriğini (V) hesaplamak için gevşek birim hacim ağırlığı kullanılır. Gevşek birim hacim ağırlığı agreganın şekline, gradasyonuna ve özgül ağırlığına (G) bağlı olarak değişir. Gevşek birim hacim ağırlığı içerisindeki boşluk miktarı agrega yol yüzeyine düşüp yayıldıktan sonraki yaklaşık boşluk oranını verir. Genellikle bu değer, agrega boyutunun yüzde 50'si kadar olur, derecelenmiş agregalarda daha azdır. İlk sıkıştırmadan sonra, bu değer yüzde 30 civarına düştüğü ve yeterli derecede trafik etkisinden sonra yüzde 20 civarına ulaşır. Boşluk içeriği (5.7) eşitliğinden hesaplanabilir:

$$V = 1 - \left(\frac{W}{1000G} \right) \quad (5.7)$$

Birçok agrega türü yol yüzeyine uygulanan bağlayıcının bir kısmını bünyesine absorp eder. Absorpsiyon oranlarında yapılan bir hata bağlayıcı miktarının aşırı veya eksik olmasına yol açabilir, buda sırasıyla kuma veya agrega kaybı ile sonuçlanabilir. Tablo 5.5’de Minnesota eyaletinde sathi kaplamalarda kullanılan kayaçların tipik absorpsiyon değerleri görülmektedir.

Tablo 5.5 : Minnesota Eyaletinde Sathi Kaplamalarda Kullanılan Kayaçların Tipik Absorpsiyon Değerleri

Agrega Tipi		A Sınıfı			B Sınıfı		C Sınıfı
		Granit	Kuartz	Volkanik Kayaç	Kireç Taşı	Kırmızı Kaya	Pea Kayası
%	Min	0,40	0,61	0,31	1,75	Veri Yok	1.14
	Max	0,92	0,72	0,59	5,44	Veri Yok	2,32
	Ort.	0,59	0,67	0,43	2,80	-	1.69

Trafik hacmi, o yoldan geçen günlük araç sayısını göstermektedir ve agregaların bağlayıcı içerisine gömülmesinde rol oynar, dolayısı ile bu yöntemle göre sathi kaplama tasarımında trafik hacmi önemlidir. Eğer trafik hacmi öngörülenden az ise ilk sıkıştırımdan sonra agregalar aynı düzende kalacak, dolayısı ile agregaların yüzde 70 oranında bağlayıcıya gömülmesi için daha fazla bağlayıcıya ihtiyaç olacaktır. Yeterli trafik olunca kaplama kalınlığı mümkün olduğunca ince olacaktır. Mc Leod tasarım yöntemi agregaların istenen gömülmesini, günlük trafik hacmini temel alarak Tablo 5.6’ye göre tahmin eder.

Tablo 5.6 : Trafik Doğrulama Faktörü*

Günlük Trafik Hacmi				
< 100	100-500	500-1000	1000-2000	> 2000
0,85	0,75	0,70	0,65	0,60

*Asfaltla kaplı agreganın en çok yüzde 20 boşluk içerdiği yüzde ondalıklı olarak ifade edilmiştir.

Bu yöntem aynı zamanda yeni yolun kürü esnasında geçen araçlar tarafından yolun yan tarafına doğru atılan agregaları da göz önünde bulundurur. Bu agrega miktarı bu yo üzerinden geçen araçların hızı ve sayısı ile ilgilidir. Bu faktör, “trafik hızıyla sökülme faktörü” (E) olarak agrega tasarım denklemlerinde hesaba katılır. Bölgesel ve düşük trafik hacimli yollar için bu faktörün makul değeri yüzde 5 ve yüksek hızlı devlet yolları için ise yüzde 10’dur. Trafik hızıyla sökülme faktörleri Tablo 5.7’de görülmektedir.

Tablo 5.7 Agregasökülme Faktörleri

İzin Verilen Sökülme Yüzdesi	Sökülme Faktörü, E
1	1,01
2	1,02
3	1,03
4	1,04
5	1,05
6	1,06
7	1,07
8	1,08
9	1,09
10	1,10
11	1,11
12	1,12
13	1,13
14	1,14
15	1,15

Uygun agrega gömülmesini sağlayacak bağlayıcı oranının tespit edilmesinde mevcut kaplamanın şartları önemli rol oynar. Düşük boşluk hacimli, yeni, düzgün bir

kaplama yüzeye tatbik edilen bağlayıcıyı absorp etmeyecektir. Buna karşılık kuru, poroz ve kabarcıklarla dolu bir yüzey, yüzeydeki bağlayıcının çoğunu absorp edebilir. Mevcut yol yüzeyinin durumunu hesaba katmadan yapılan bağlayıcı tatbiki aşırı agrega kaybı veya kuma ile sonuçlanabilir. Bu yüzden Mc Leod yönteminde mevcut kaplamanın durumu yüzey doğrulama faktörleri (S) hesaba katılarak göz önünde bulundurulur (Tablo 5.8).

Tablo 5.8 : Yüzey Doğrulama Faktörleri (S)

Mevcut Kaplama Yüzeyi	Yüzey Doğrulama Faktörleri (S) SI Metrik (lt/m²)
Siyah, düz Asfalt Yüzeyi	-0,04 -0,27
Düzgün, Poroz Olmayan Yüzey	0,00
Hafif Poroz, Okside Yüzey.	+0,14
Hafif bir şekilde kabarcıklarla dolu, Poroz, okside yüzey.	+0,27
Kötü bir şekilde kabarcıklarla dolu, Poroz, okside yüzey.	+0,40

Bu yöntemle agrega ve bağlayıcı oranları ise sırasıyla denklem (5.8) ve denklem (5.9) kullanılarak tespit edilir.

$$C = (1 - 0,4 \times V) \times H \times G \times E \quad (5.8)$$

Burada;

C= Agrega aplikasyon oranı, kg/m²

V=Gevşek agrega içerisindeki boşluk. (Ondalık sayı olarak ifade edilir.)

H=En küçük boyutların ortalaması.

G=Agrega hacim özgül ağırlığı.

E=Agrega Sökülme Faktörü.

$$B = \frac{0,40 \times H \times V + S + A}{R} \quad (5.9)$$

B=Bağlayıcı aplikasyon oranı, lt/m²

H= En küçük boyutların ortalaması.

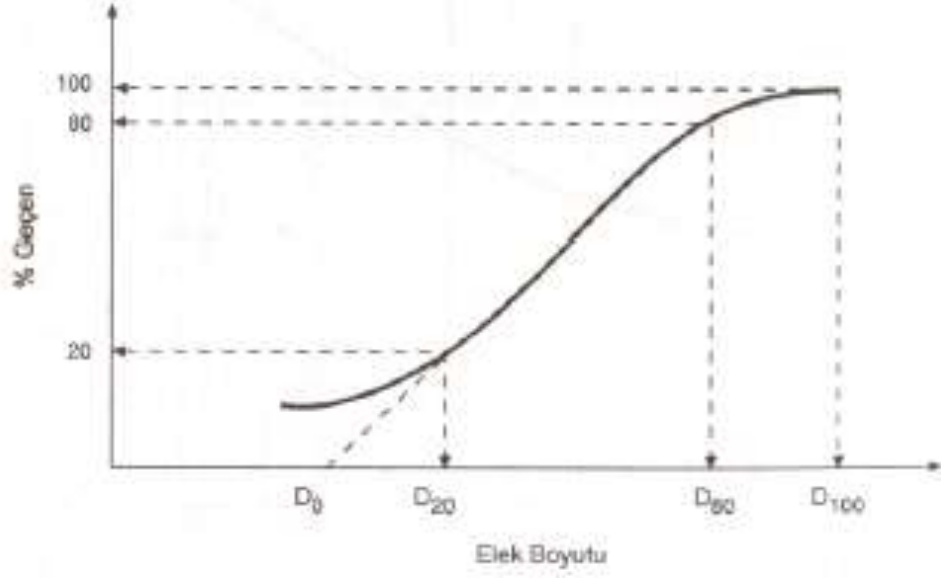
V= Gevşek agreganın içerisindeki boşluk. (Ondalık sayı olarak ifade edilir.)

A=Agrega absorpsiyon faktörü, lt/m².

R=Bağlayıcıdaki artık asfalt içeriği, Asfalt çimentosu için bu değer R=1'dir.

5.2.4 California Yöntemi

Ortalama agreganın boyutu gradasyon grafiğinden D₁₀₀, D₈₀ ve D₂₀'ye tekabül eden yüzde geçen miktarlar ile tespit edilir. D₂₀'nin gradasyon eğrisi üzerindeki noktasından gradasyon eğrisine çizilen teğetin grafiğin yatay eksen üzerindeki elek boyutunu kestiği noktadaki elek boyutu D₀ olarak alınır (web site, 2006).



Şekil 5.7 : California Yönteminde D_0 Boyutunun Belirlenmesi

Kaynak: Web site, 2006

D_0 Şekil 5.7’da görüldüğü gibi belirlenir. Agrega ortalama boyutu (5.10) eşitliği ile hesaplanır.

$$M = \frac{D_{100} + D_{80}}{2} 0,2 + \frac{D_{80} + D_{20}}{2} 0,6 + \frac{D_{20} + D_0}{2} 0,2 \quad (5.10)$$

Bu yonteme göre sathi kaplamada kullanılacak agregga ve bağlayıcı miktarı ise (5.11) ve (5.12) eşitliklerine göre hesaplanır.

$$C = 0,9 \times M \times W \quad (5.11)$$

Burada;

0,9: Faktör sayısıdır, yüzde 10 kayıp olacağı kabul edilir.

W= Gevşek Birim Hacim Ağırlığı, kg/m³.

M=Agrega Ortalama Boyutu, mm.

C=Agrega miktarı, kg/m².

$$B = 0,07 \times M + V \quad (5.12)$$

B=Bağlayıcı Miktarı, lt/m².

M=Agrega Ortalama Boyutu, mm

V=Mevcut temelin asfalt absorpsiyonu (0-0,7 lt/m²)

6. KOCAELİ BELEDİYESİNDE SATHİ KAPLAMA UYGULAMALAR

6.1 YOLUN HAZIRLANMASI

Mevcut yol, sathi kaplama yapılmadan önce mutlaka kontrol edilecektir. Kaplamanın yapılacağı sath toz, pislik, kil parçacıkları ve diğer yabancı maddelerden tamamen temizleninceye kadar döner süpürgeler veya diğer mekanik süpürgeler, hatta gerekiyorsa el süpürgeleri yardımı ile süpürülecektir.

Yol yüzeyi granüler temel, plent-miks temel ise yüzeydeki çukurlar ve çöküntüler, bütün gevsek ve kusurlu malzemelerin kaldırılması ve yerine tekniğine uygun granüler bir yama malzemesinin konulması suretiyle onarılacaktır. Yama malzemesi çevresine uyacak ve düzgün bir yüzey oluşturacak şekilde sıkıştırılacaktır. Satıhta gevsek ve serbest malzeme bulunmayacak, şekilde süpürme işlemi yapılacaktır. Üstyapı kalınlıkları tam uygulanmış olacak, şartnamelerde istenilen yoğunluk ve sıkışmayı sağlayacaktır. Yukarıdaki şartlara uymayan temeller üzerine sathi kaplama inşa edilmeyecektir.

Mevcut yolun yüzeyinde seyahat kalitesini düşüren tümsekler, ondülasyonlar, girinti ve çıkıntılar pürüzlü ve düzgün bir yüzey sağlanacak şekilde giderilecektir.

Astar tabakasının uygulanmasından hemen önce süpürme işlemi, kaplama genişliğinin her iki tarafından 25'er cm daha geniş bir yüzeyde yapılacaktır. Satıhtan süpürülen malzemeler kaplama agregası ile karıştırılmayacaktır.

6.2 ASTAR MALZEMESİNİN UYGULANMASI

Astar malzemesi Bölüm 4.1 de belirtilen şekilde hazırlanmış yüzeye distribütörle püskürtülecektir.

Astar malzemesi püskürtülmeden önce yol yüzeyi kuru olacak, granüler, plent-miks temellerde yüzeyden itibaren 3 cm lik derinlikte rutubet yüzde 2 den fazla olmayacaktır.

Distribütör, sathi kaplama yapımında en önemli iş makinelerinden birisidir. Distribütör, belirlenmiş miktardaki bitümlü malzemeyi üniform olarak püskürtebilecek teçhizatla birlikte takometre, bitümetre, 5. teker ve termometre ile de donatılmış olmalıdır. Bitümlü bağlayıcıyı istenilen miktarda püskürtecek kapasitede olmalı, püskürtme borusunun her noktasında aynı basıncı sağlamalıdır.

Astar malzemesi olarak bitüm emülsiyonu kullanıldığında ise yüzey hafifçe rutubetlendirilecektir.

Astar malzemesi 0.5-2.0 litre/m² olacak miktarda püskürtülecektir. Astarın ne kadar verileceği yol yüzeyinin durumuna göre ön inceleme neticesinde tespit edilen dizayn ile metrekaresine düşen astar malzemesinin Mühendisin verdiği miktara uyup uymadığı deney yapılarak kontrol edilecektir. Astar malzemesinin püskürtme sıcaklıkları Tablo 3.5 de verilmektedir.

Astar malzemesi, hava sıcaklığı gölgede en az 10°C ve daha yüksek iken uygulanacaktır. Astar malzemesi uygulandıktan sonra malzemenin kür ve yüzey içine penetre edebilmesi için en az 24, en çok 48 saat beklenecektir.

6.3 KAPLAMA BİTÜMLÜ MALZEMESİNİN UYGULANMASI

Kaplama bitümlü malzemesi, kaplama yapılacak yerdeki hava sıcaklığı gölgede en az 10°C ve daha yüksek iken uygulanacaktır. Hava sıcaklığının gece 5°C nin altına düşmesi durumunda gündüz hava sıcaklığı gölgede en az 10°C olsa bile kaplama yapılmayacaktır. Uygulanacak bitüm miktarı 0.70-1.75 litre/m² arasında olup, kesin

miktarı dizayn ile saptanacaktır. Uygulamanın saptanan miktarda olup olmadığı yapım sırasında yapılacak deney ile tespit edilecektir.

Türkiye’ de farklı iklimler görülmesi nedeniyle bölgesel olarak değişken sıcaklık değerleri ortaya çıkmaktadır. Sathi kaplama yapımından sonra problemlerle karşılaşmamak için imalatta kullanılacak olan bitümün önceden doğru tespit edilmesi gerekir. Sıcaklık dağılımına göre kullanılacak bitüm sınıfları, Sekil 3.1 ve Tablo 3.3, Tablo 3.4’te gösterilmiş olup, BSK ve sathi kaplama çalışmalarında bitüm tercihleri buna göre yapılmalıdır. (Resim 6.1)



Resim 6.1 : Sathi Kaplama Yapılması
Kaynak : K.B.B. Fen İşleri Daire Başkanlığı

Bitümlü malzeme yol yüzeyine püskürtüldükten hemen sonra sıcaklığı kaplama sıcaklığına kadar azalacağından, sathi kaplama yapım hızı, bitüm filmi bir dakika içinde agrega ile kaplanacak şekilde olmalıdır.

Bütün kaplama genişliğince, bitümlü ve agrega uygulaması boyuna ek yerini ortadan kaldırır. Fakat genellikle sathi kaplama yapımı sırasında trafiğe yol vermek gerektiğinden boyuna ek yeri kaçınılmaz olmaktadır. Ayrıca kaplama bitümlü malzemesi bütün yol genişliğince uygulandığında, distribütör püskürtme borusunun her noktasına aynı basıncı sağlamalı ve bütün yol genişliğince agrega serilmesi için önceden önlem alınmalıdır. Genellikle kaplama iki veya üç şerit halinde yapıldığından boyuna ek yerinde agrega yığılmasını önlemek için, bitümlü malzemenin yandaki şeridin üzerine taşmayıp şeridin kenarına tam uyması ve agreganın da tam püskürtülen bağlayıcı üzerine gelmesi sağlanmalıdır.

Herhangi bir nedenle distribütörün bitümlü bağlayıcı vermediği, atladığı bütün noktalara bitümlü bağlayıcı bir el püskürtücüsü ile uygulanacaktır.

Kaplamada soyulmaya karşı mukavemeti düşük olan agregalar kullanılması halinde, soyulma mukavemetini arttırıcı katkı maddelerinin kullanılmasına karar verilmiş ise, katkının kullanılma şekline uygun hareket edilecektir.

6.4 AGREGANIN UYGULANMASI

Sathi kaplama yapımında bitümlü bağlayıcı ve örtme agregası arasında hızlı bir adezyon sağlamak: örtme agregası serildiği anda bağlayıcının viskozitesine, örtme agregasının temiz ve kuru olmasına bağlıdır. Bitüm emülsiyonlu sathi kaplamada kullanılan agregaya rutubetli olabilir, ancak hiçbir durumda agregaya üzerine yapışmış kil ve benzeri malzemeler olmayacaktır.

Bitümlü malzemenin püskürtülmesinden hemen sonra mıcır serilmelidir. Bitüm ve bitüm emülsiyonu ile agregaya serimi arasında zaman kaybına müsaade edilmemelidir. Distribütör ile mıcır yayıcı arasında en fazla 5 m, mıcır yayıcı ile silindir arasında ise 5-10 m mesafe olmalıdır. Sathi kaplama yapımında agregaya sericisi önemli bir iş makinesidir. İyi kullanmak koşulu ile iyi bir agregaya serici agregaya kaybını önler ve üniform bir serme yapar.

Örtme agregası; bitümlü bağlayıcı uygulamasının hemen arkasından, agregaya sericisi ile üniform bir şekilde yapılacaktır. Serilecek agregaya miktarı kabaca 8—25 kg/m² arasında olup, kesin miktarı dizayn ile saptanacaktır. Uygulamanın saptanan miktarda olup olmadığı yapım sırasında yapılacak deney ile tespit edilecektir.

Örtme agregası serildikten hemen sonra lastik tekerlekli ve 6-8 ton ağırlığında demir bandajlı silindirlerle silindiraja başlanacaktır. Hiçbir zaman silindiraj sırasında agregaların çatlamasına, kırılmasına ve ufalanmasına izin verilmeyecektir. Silindiraj, boyuna doğrultuda ve kaplamanın dış kenarından başlanarak eksene doğru, yatay kurplarda kaplama içinden dışına doğru, düşey kurplarda düşük kotdan yüksek kota doğru yapılacaktır. Her geçiş bir önceki geçişe ön tekerleklerin yarısı kadar bindirme

yapacaktır. İlk silindiraj agrega yayıldıktan 15 dakika sonra tamamlanmış olacaktır. Bundan sonra silindiraj sadece düzgün bir yüzey elde edilinceye kadar devam edecektir.

Bütün önlemlere rağmen, sıkıştırma işleminden sonra bitüm ile agrega arasında adezyon sağlanmasını takiben yüzeyde serbest malzeme kalmışsa bu malzeme kaplamaya zarar vermeden süpürülecektir.

Silindiraj tamamlanıncaya kadar kaplama üzerinden trafik geçirilmeyecektir.

6.5 SATHİ KAPLAMA UYGULANMASI

Hava çok sıcak ve yol yüzeyi kuru ise, emülsiyon püskürtülmeden önce, yol yüzeyi rutubetlendirilecektir. Temel yüzeydeki rutubet minimum yüzde 3 olacaktır, ancak çok ıslak ve yüzeyde su birikintileri olmayacaktır. Emülsiyonlu kaplamada kullanılan agrega rutubetli olabilir ama kesinlikle agrega üzerine yapışmış kil ve benzeri malzemeler olmayacaktır.

Sathi kaplamalar yapım tekniği olarak bağlayıcının ve agreganın peş-peşe serildiği tiplerdir.

Asfalt Emülsiyonları yola asfalt distribütörü ile püskürtülür. Üzerine hemen ardından mıcır serilir ve silindirler. Sathi kaplama tek yada birkaç (2 veya 3) tabaka olarak gerçekleştirilir, Bu tip kaplamalar granüler temel üzerine veya mevcut kaplama üzerine uygulanabilir.

Sathi kaplamaların, çeşitli uygulama tipleri ve yapım teknikleri vardır. Ancak, uygulamada çok katlı yapım tekniği kullanıldığı daha uzun ömürlü olmaktadır.

Sathi kaplama yapımında kullanılacak agrega, kırmataş veya kırılmış çakıl olacak ve temiz, kuru, pürüzlü, sağlam dayanıklı kübik tanelerden olmalıdır. Bitümlü malzeme yol yüzeyine püskürtüldükten hemen sonra sıcaklığı kaplama sıcaklığına kadar azalacağından sathi kaplama yapım hızı, bitüm filmi bir dakika içinde agrega ile kaplanacak şekilde olmalıdır. Distribütör ile mıcır yayıcı arasında en fazla 5 metre,

mıdır yayıcı ile silindir arasında ise 5-10 metre mesafe olacaktır. Serilecek agrega miktarı 1000 m² alana yaklaşık 17 m³ (8-25 kg/m²) olarak kullanılmalıdır. Örtme agregası serildikten hemen sonra lastik tekerlekli veya 6-8 ton ağırlığında demir bandajlı silindirlerle silindirajı yapılacaktır. Hiçbir zaman silindiraj sırasında agregaların çatlamasına kırılmasına izin verilmeyecektir. Silindiraj tamamlanıncaya

Çift kat sathi kaplama inşaatı birbiri ardına yapılacaksa Tip-1'in 1. ve 2. tabakası uygulanacaktır. Sathi kaplama serimi sıcak havada yapılacaksa her iki tabaka için bulunan toplam bitüm miktarının yüzde 60'ı 1. tabaka sathi kaplama için, yüzde 40'ı ise 2. tabaka sathi kaplama için kullanılacaktır.

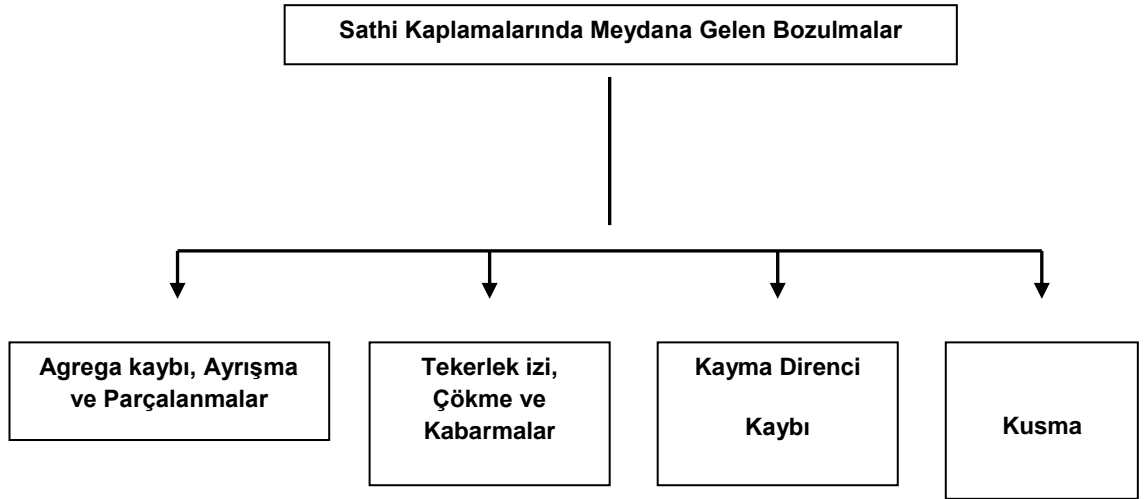
Her aşamada kullanılan malzemeler tüm deneyleri ve uygulanan yapım tekniği ile ilgili konuların kontrolünü araştırma laboratuvarıyla ortak çalışmaların yapılması gerekir.

Yeni bitmiş kaplama üzerinden trafiğin yüksek süratle geçmesi agrega tanelerinin oynamasına ve trafik kazalarına sebep olur. Yeni bitmiş kaplama üzerinden trafiğin geçmesi zorunlu ise silindiraj tamamlanıp bitümlü bağlayıcı kısmı sertleşinceye kadar, geçecek araçların hızı 30 km/saat veya daha az olarak sınırlandırılmalı.

7. SATHİ KAPLAMALARDA BOZULMA VE ONARIM YÖNTEMLERİ

7.1 SATHİ KAPLAMALARDA MEYDANA GELEN BOZULMA ÇEŞİTLERİ

Her ne kadar trafik hacmi, standart dingil yükü tekerrür sayısı ve iklim-sıcaklık etkisi bu tip kaplamaların bozulmasında en önemli etkenler olsa da, yapım, tasarım eksikliği ve malzeme hatalarının bir veya bir kaçının biraraya gelmesi sathi kaplamaların bozulmalarını etkileyen önemli sebeplere sahiptir. (Şekil 7.1)



Şekil 7.1 Sathi Kaplamalarda Meydana Gelen Bozulma Çeşitleri

7.2 AGREGA KAYBI, AYRIŞMA VE PARÇALANMALAR

Agrega kaybı ağır trafik ve yüzeysel suların etkisi ile agregas-asfalt adezyonunun bozulması sonucu meydana gelir. Yüzeydeki agregas parçalarının zamanla kopması sonucu geçirimli bir yüzey oluşmasıdır. Zamanla yüzeydeki sular bu kısımlardan geçerek temel tabakasının gevşemesine ve üstyapının deformasyonuna neden olmaktadır. Sonuç olarak asfalt filmi dış etkenlere açık hale gelir. Resim 7.1 de bir sathi kaplama yüzeyinde meydana gelen agregas kopmaları ve yüzeyde meydana

gelen ayrışmalar Resim 7.2 'te ise yüzeydeki agrega parçalarının kopması sonucu bu kısımlarda çanak şeklinde çukurların açılması ve biriken sular görülmektedir (ACMA,1992.)



Resim 7.1 : Bir Sathi Kaplama yüzeyinde meydana gelen agrega kopmaları ve yüzeyde meydana gelen ayrışmalar

Kaynak : K.B.B. Fen İşleri Dai. Bşk

Değişik faktörler de agrega kaybına neden olabilir, bunlar:

- Asfalt çok soğuduktan sonra agrega yayılması,
- Agreganın yayıldığında çok tozlu ve ıslak olması,
- Agreganın yayıldıktan hemen sonra silindirlenmemesi veya oturmaması,
- Demir bandajlı silindirlerin düşük noktalarda köprü oluşturması ve sıkıştırma yapamaması,
- Yeni kaplama üzerinden erken trafik geçirilmesi,
- Yetersiz ya da yanlış asfalt sınıfı kullanılması ya da yüzeyin emici olması,
- Özellikle demir bandajlı silindirle aşırı silindirleme belli başlı nedenlerdir. (Asphalt handbook, 1989).



Resim 7.2 : Yüzeydeki Agrega Parçalarının Kopması

Kaynak : K.B.B. Fen İşleri Dai. Bşk

7.3 TEKERLEK İZİ, ÇÖKME VE KABARMALAR

Sathi kaplamalarda tekerlek izleri, dingil yüklerinin neden olduğu kaplama altındaki taban zemininin veya temel-alttemel tabakalarının konsolidasyonu (sıkışması veya oturması), yanal hareketler veya sonucu oluşurlar. Bu tip bozulmalar kaplama altındaki tabakaların yerleşmesi, çökmesi, şişmesi, kabarması ve kaplama malzemesinin dengeli bir yapıya sahip olmaması gibi nedenlerden dolayı meydana gelir. Oturmaların başlıca nedenleri;

- Temel ve alttemel kalınlıklarının yetersiz seçimi,
- Taban zemininde meydana gelen oturmalar,
- Yanal desteklerin yetersizliği (şev eğiminin dik olması vb)
- Yeraltı su seviyesinin yüksekliği,
- Yetersiz drenaj, temel alttemel malzemelerinin kapiler etki nedeni ile kil veya ince malzeme ile boşluklarının dolması (Ilıcalı vd., 2001)

Genelde bu tip bozulmalar tekerlek izlerinin yoğunlaştığı kısımlarda görülür (Resim 7.3)

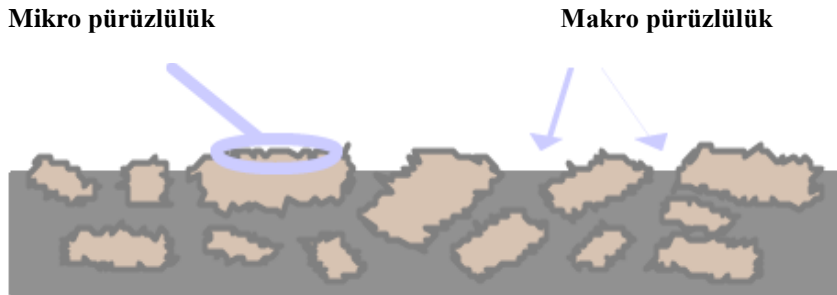


Resim 7.3 : Kaplama yüzeyinde, tekerlek izlerinin yoğunlaştığı kısımlarda meydana gelen çökmeler Sandıklı Devlet Karayolu-2005

Kaynak: (Karaşahin ve Gürer, 2007)

7.4 KAYMA DİRENCİ KAYBI

Genellikle yüzeyde asfalt filminin oluşması ve mıcır tanelerinin zamanla trafiğin etkisiyle cilalanması sonucu oluşur (Ilıcalı vd, 2001). Yüzey agregalarında aranan en önemli özelliklerden birisi kayma direncidir. Kayma direncinin azalması sonucu, özellikle yağışlı havalarda, trafik kazalarının olma olasılığı artar.



Şekil 7.2 : Yol Yüzeyi Pürüzlülük Özellikleri)

Kaynak: Tremblay vd., 1995

Kaplama, servis ömrünün her aşamasında, yol yüzeyi ve araç lastiği arasında bir miktar pürüzlülük sağlanmalıdır. Kayma direnci, kaplama yüzeyinin aracın kaymasına karşı gösterdiği direncin ölçümü olarak tanımlanmaktadır. Bu durum lastiğin kaplama yüzeyi boyunca kaymasıyla oluşan düşey ve yatay kuvvetler arasındaki bir ilişkidir. Kayma direnci kaplama yüzeyinin makro ve mikro pürüzlülüğüne bağlıdır. Mikro pürüzlülük kaplama agrega bileşeninin küçük ölçekli pürüzlülüğüdür (Araç lastiği ve kaplama yüzeyi arasındaki temas ile kontrol edilir.). Makro pürüzlülük ise büyük ölçekli kaplama pürüzlülüğüdür ve agrega parçacıklarının kaplama yüzeyindeki dağılımına bağlıdır (kaplama yüzeyinde araç lastiği altından suyun uzaklaştırılmasını kontrol eder (Asi, 2005).

Agregaların cilalanması mikro pürüzlülüğü azaltır, sonuç olarak yüzeydeki agregalar düzgün ve pürüzsüz bir hal alır. Şekil 7.2’de yol yüzeyi pürüzlülük özellikleri görülmektedir (Tremblay vd., 1995). Kaplama yüzeyinin pürüzlülüğü ve trafiğin cilalanma etkisine karşı, kayma direncinin sağlanması birinci derecede önemlidir. Agregaların cilalanması, yüzeydeki agregaların pürüzlülüğünün yok olup, yuvarlanması sonucu, mikro pürüzlülüğün azalması veya kaybolmasıdır. Bu süreç, aşınan küçük partiküllerin zımparalama etkisi ile, mikroskobik ölçüde meydana gelir. Bazı agregalar, özellikle kimi kalker türleri, trafik altında daha çabuk cilalı hale gelirler. Doğal olarak, cilalı ve düzgün satırlı olan bir takım agregalarda kaplama yapımında kırılmadan kullanılırsa kayma tehlikesi oluştururlar. Satırları cilalı hale gelmiş olan bu gibi agregalar, ıslandıkları zaman tamamen kaygan hale gelirler (Shahin, M.Y.; 2002, Asi, 2005; Fwa T. vd. 2003).

7.5 KUSMA

Kusma veya terleme, özellikle sıcak havalarda fazla bitümüm yol yüzeyine çıkması ile kendini gösterir ve trafik güvenliği açısından olumsuz etki oluşturur. Kompleks

bir bozulma şekli olup, aşağıdaki faktörlerin herhangi bir kombinasyonu sonucu oluşabilmektedir, bunlar:



Resim 7.4 : Sathi Kaplamalarda Görülen Kusma Sonucu Oluşan Negatif Yüzey Dokusu

Kaynak: Whiteoak D. 1990 (a).Pozitif ve Negatif Yüzey Dokuları

- Gereğinde fazla bitüm uygulanması,
- Agregaların yol yüzeyine gömülmesi; bu durumda agregalar arasındaki bağlayıcı rölatif olarak yükselmesine neden olur.
- Agregaların parçalanması; bazı agrega tanecikleri, trafik yükleri altında parçalanmaktadır (en azından iki parçaya ayrılmaktadır). Sonuçta meydana gelen agrega kaybı bağlayıcı-agrega oranının değişmesine, dolayısıyla kismaya yol açar. Burada karşılaşılan sorun, kayma direnci yüksek olan agregaların basınç mukavemetlerinin düşük olmasıdır.
- Bağlayıcı tarafından toz emilmesi; dayanıklılığı yüksek bağlayıcılar üzerine düşen toz partikülleri absorbe etme eğilimi göstermektedir. Yüksek miktarda toz absorbe eden bağlayıcının efektif hacmi artmaktadır. Agregalarında gömülmesiyle beraber bu etki yüzey dokusunun kaybolmasına yol açmaktadır (Whiteoak, 1990; ACMA,1992).

Şekil 7.3’da bir kusma sonucu agregaların bitüme gömülmesi sonucu yüzey pürüzlülüğünün kaybolmasıyla ilgili bir sathi kaplama bozulması görülmektedir.

8. ÜST YAPI KAPLAMALARININ MALİYETLERİ

Tablo 8.1 de anlaşıldığı üzere 1 km sathi kaplama yapım maliyeti diğer sıcak karışım asfalta göre daha düşüktür. Aynı zamanda yapım süreleri de oldukça kısadır. Bu nedenle sathi kaplamalar düşük trafik yoğunluklu kesimlerde yerel idareler tarafından tercih edilmektedir. Ancak, ömür döngü maliyeti dikkate alındığında pahalı bir çözüm olduğu görülecektir.

Tablo 8.1 : Üstyapı Maliyet Karşılaştırılması

1 KM UZUNLUĞUNDA YOLUN 2010 K.B.B. FİYATLARI İLE MALİYETİ	
Kaplama Tipi	Maliyeti (TL)
Tip 1 Esnek Kaplama (CBR=%5)	702.284,26
Tip 2 Esnek Kaplama (CBR=%10)	534.056,26
Tip 3 Esnek Kaplama (CBR=%30)	361.994,18
Sathi Kaplama	288.650,98

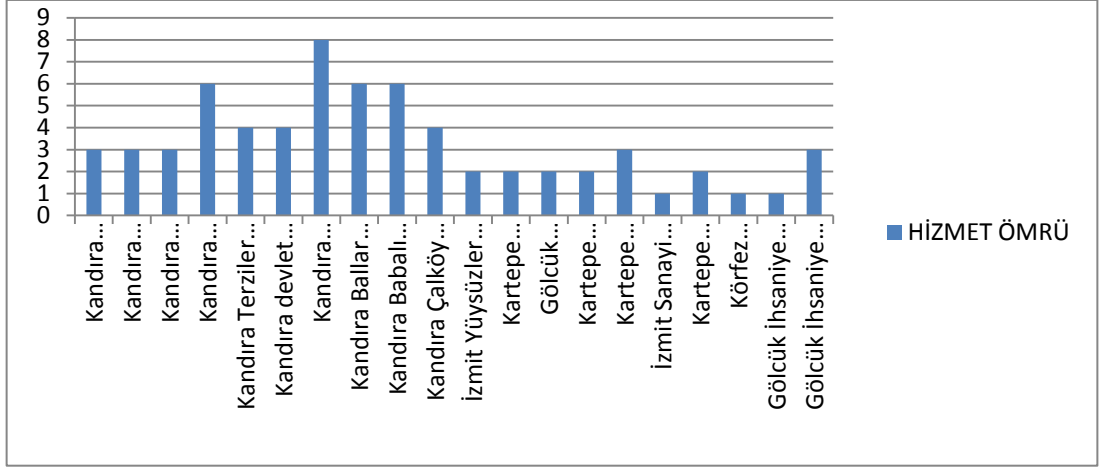
9. KOCAELİ BÖLGESİNDE SATHİ KAPLAMA ÖMÜRLERİ

2005 yılında sathi kaplamalı yollar Kocaeli İl Özel İdaresi Köy Hizmetleri Müdürlüğü tarafından yapılmıştır. Tablo 9.1 de görüldüğü gibi hizmet ömürleri 4 ile 8 yıl arasındadır. 2004 yılında 5216 sayılı yasayla Köy Hizmetleri Müdürlüğü Büyükşehir Belediyesine devir edildikten sonra yolların yapımı K.B.B.'ne geçmiştir. Ancak, K.B.B. gerek makine altyapısı gerekse iş gücünün sathi kaplama yapımına yeterli olmadığından dolayı, yapılan sathi kaplamaların ömrü 1 ile 3 yıl arasına düşmüştür.

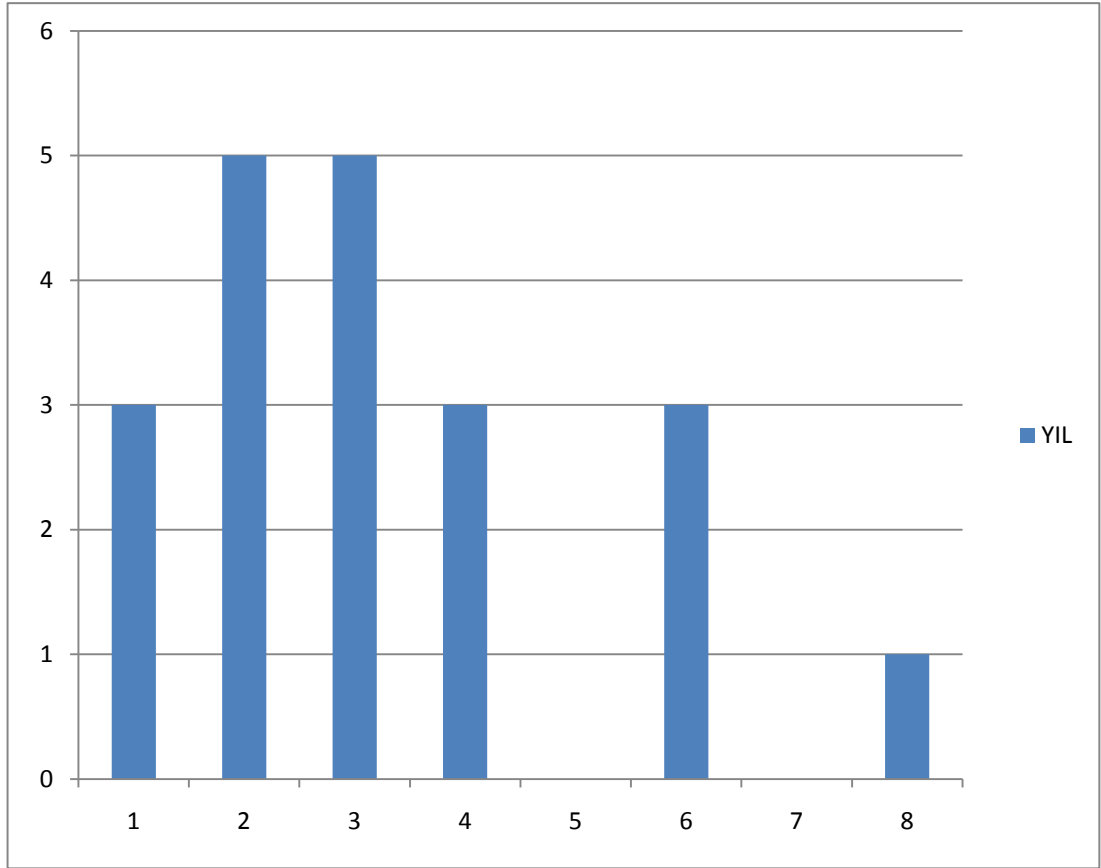
Ömürlerin azalmasında dolayı, K.B.B. sathi kaplama işlerini ihale marifetiyle yapmaya karar vermiştir. Zira hem iş yapmak hem de kontrol etmek kaliteyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle, ihale ile yapılan işlerde garanti şartı da konularak yapılan işlerin kalitesinin artması hedeflenmiştir.

Tablo 9.1 : Sathi Kaplama Ömürleri

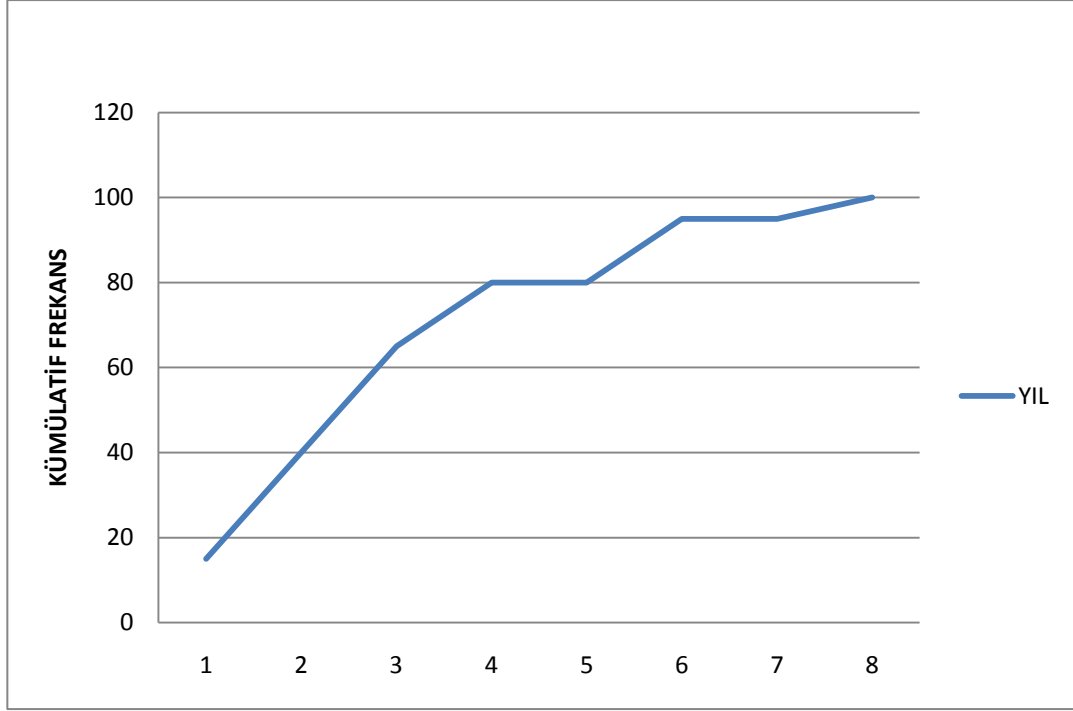
SN	Yolun Adı	Yapım Yılı	Yenileme Yılı	Hizmet Ömrü	Nufus	Yapan Birim
1	Kandıra Karaağaç - Karasu Arifağa	2006	2009	3	1216	K.B.B.
2	Kandıra Çakmaklar - Derince Turaş	2006	2009	3	835	K.B.B.
3	Kandıra Şerefsungur Karadivan Eğercili	2006	2009	3	817	K.B.B.
4	Kandıra Hediyeli Balaban	2004	2010	6	892	KÖY HİZ.
5	Kandıra Terziler Kocakaymaz Topluca Kırkarmut	2006	2010	4	1846	K.B.B.
6	Kandıra devlet yolu Yusufça	2005	2009	4	412	K.B.B.
7	Kandıra Topluca Sarıahmetler	2002	2010	8	734	KÖY HİZ.
8	Kandıra Ballar Akçabeyli	2004	2010	6	1393	KÖY HİZ.
9	Kandıra Babalı Çamkonak	2004	2010	6	885	KÖY HİZ.
10	Kandıra Çalköy Bağıranlı	2004	2008	4	1516	KÖY HİZ.
11	İzmit Yüysüzler mh. Vezir sk	2008	2010	2	800	K.B.B.
12	Kartepe Uzunçiflik Kemal Paşa cd.	2008	2010	2	650	K.B.B.
13	Gölcük Değirmendere Örcün Yolu	2008	2010	2	476	K.B.B.
14	Kartepe Uzunçiflik mh. (Yıldız MDF) Oluklu cd.	2008	2010	2	650	K.B.B.
15	Kartepe Uzunçiflik mh. Nazım Demirci cd	2008	2011	3	850	K.B.B.
16	İzmit Sanayi mh. Kuğu sk.	2008	2009	1	1250	K.B.B.
17	Kartepe Tepetarla mh. Şht. Tevfik Bıçakçı sk.	2008	2010	2	250	K.B.B.
18	Körfez Cumhuriyet mh. Üzümpınarı mevkii	2009	2010	1	1325	K.B.B.
19	Gölcük İhsaniye Polatkan Cd.	2009	2010	1	423	K.B.B.
20	Gölcük İhsaniye Çiflik mh. Hastane sk.	2008	2011	3	148	K.B.B.



Şekil 9.1 : Hizmet Ömrü Grafiği



Şekil 9.2 : Frekans Grafiği



Şekil 9.3 : Kümülatif Frekans Diyagramı

Şekil 9.1 de değişik yerlerdeki sathi kaplamaların ömürleri gösterilmiştir. Şekil 9.2 de, sathi kaplama ömürlerinin frekans diyagramı çizilerek en fazla ömürlerin 2 ve 3 yıl olduğu görülmektedir. İkinci yüksek frekans 1,4 ve 6 yıla sahiptir. Ortalama ömür 9.1 denkleminde 3,3 yıl olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Ortalama Ömür} = \frac{1 \cdot 3 + 2 \cdot 5 + 3 \cdot 5 + 4 \cdot 3 + 6 \cdot 3 + 8 \cdot 1}{20} = 3,3 \quad (9.1)$$

Şekil 9.3 de kümülatif frekans diyagramı gösterilmiştir. Buna göre sathi kaplama ömrü 3 yıl ve daha az olma olasılığı yüzde 62, 2 yıl ve daha az olma olasılığı yüzde 39, 1 yıl ve daha az olma olasılığı yüzde 18, 3 yıldan fazla olma olasılığı yüzde 38 dir.

10. SONUÇ

Sathi kaplamaların ilk yapım maliyeti, BSK lara göre düşük olduğundan, yerel idareler tarafından özellikle köy yollarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ancak, ortalama ömrünün 3 yıl civarında olması, bazı kesimlerin bir yıl gibi kısa ömre sahip oldukları görülmüştür.

Kocaeli bölgesinde yapılan sathi kaplamaların 2005 yılına kadar İl Özel İdaresi Köy Hizmetleri Müdürlüğü tarafından yapıldığı ve ömürlerinin 4 ile 8 yıl arasında değiştiği görülmüştür. Bu bağlamda Köy Hizmetleri Müdürlüğü'nün sathi kaplama yol yapım konusunda iyi bir birikime sahip olduğu söylenebilir. 2004 yılında çıkarılan 5216 sayılı yasayla Köy Hizmetleri Müdürlüğü Büyükşehir Belediyesine devredilmesinden sonra Kocaeli Büyükşehir Belediyesi sathi kaplama uygulaması yapmaya başlamıştır. Özellikle Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'nin yeterli birikime sahip olmadığı için yapılan sathi kaplamaların ömürleri 1 ile 3 yıl arasına düşmüştür. Bu nedenle, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi kaliteyi artırmak için ihale yöntemine geçmiştir. İhale yönteminde en az 2 yıl garanti talep edilmektedir. Ayrıca, yapılacak kalite kontrol deneyleri ile sathi kaplamaların performansının artması beklenmektedir.

Kaliteyi artırmak için, ihale yönteminin yerel yönetimler tarafından benimsenmesi yararlı olacaktır. Bu sayede kalite kontrolü daha sık yapılacak, yapım kurallarına uygum daha iyi denetlenecektir.

KAYNAKLAR

KİTAPLAR

T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Karayolları Genel Müdürlüğü. 2004. Yollar Fenni Şartnamesi. KGM Matbaası. Yayın No: 170/2. Ankara.

Tunç, A. 2004. Esnek Kaplama Malzemeleri El Kitabı. ISBN: 975-8784-20-X. Asil Yayın Dağıtım. Ankara.

Umar, F., Açar, E., 1991. Yol Üstyapısı, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.

Whiteoak D. 1990. The Shell Bitumen Handbook. Shell Bitumen, UK, ISBN – 0-9516625-0-3, pp-287-290.England.

SÜRELİ YAYINLAR

- Asphalt Institute.1989. The Asphalt Handbook. Manuel Series No:4 (MS-4), Edition.*
- Gürer, C., 2005. Atık Mermer Parçalarının Bitümlü Yol Kaplamalarında Değerlendirilmesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar.*
- Ilıcalı M, Tayfur S., Özen H., Sönmez İ., Eren K. 2001. Asfalt ve Uygulamaları.İSFALT Bilimsel Yayın No:1 İstanbul.*
- Karaşahin, M., Açar, E. 25-25 Kasım 2004. Sathi Kaplamalar Üzerine Bir Değerlendirme. 4.Ulusal Asfalt Sempozyumu. ss.131-140. Ankara.*
- Karaşahin M. ve Gürer C. 2007. Sathi Kaplamalarının Performansına Etki Eden Parametrelerin İncelenmesi ve Bir Performans Modeli Geliştirilmesi. Karayolları Genel Müdürlüğünde Verilmiş Briefing Notları.*
- Kuloğlu N., Kök B.V., Öndaş M.. 24-25 Kasım 2004. Sathi Kaplamalarda Kusma Olayına Etki Eden Faktörler. Sathi Kaplamalar Üzerine Bir Değerlendirme. 4.Ulusal Asfalt Sempozyumu. ss.141-148. Ankara.*
- Saltan, M. 2004. Yol Üst Yapısı Ders Notları. Isparta.*
- T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Karayolları Genel Müdürlüğü. Nisan 2005. Bakım Dairesi Çalışmaları. Ankara.*
- The Asphalt Handbook, 1989 Asphalt Institute, Manuel Series No:4 (MS-4), Edition.*

DİĞER YAYINLAR

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Fen İşleri Dairesi Başkanlığı

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Harita Şube Müdürlüğü.

*Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, Ulaşım Dairesi Başkanlığı, Deniz Ulaşım Şube
Müdürlüğü*

*Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, Ulaşım Dairesi Başkanlığı, Trafik Planlama Şube
Müdürlüğü*

TUIK, 2009 Verileri

Web Site 1: <http://www.muni.org/streets/chipsealprogram.cfm> Erişim: 12.12.2006

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	: Cihat YÜCEL
Sürekli Adresi	: Umutkent Sitesi B 3 Blok Daire : 10 İzmit / Kocaeli
Doğum Yeri ve Yılı	: İzmit/Kocaeli, 1969
Yabancı Dili	: İngilizce
İlk Öğretim	: Ulugazi İ. Ö. O.
Orta Öğretim	: İzmit Lisesi
Lisans	: İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 1990
Yüksek Lisans	: Bahçeşehir Üniversitesi , 2011
Enstitü Adı	: Fen Bilimleri Enstitüsü
Program Adı	: Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi

Çalışma Hayatı :

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, Fen İşleri Dairesi Başkanlığı, Fen İşleri Daire Başkan Yardımcısı 2008

Kocaeli Bekirpaşa Belediyesi Meclis Üyesi Belediye Başkan Yardımcısı 2004 - 2008

Serbest Ticaret Mühendislik Müteahhitlik 1990 - 2008