



**KÖY YOLLARINDA SATHİ KAPLAMA İLE BSK YAPIMININ
FAYDA VE MALİYET ANALİZİ 'KÜTAHYA İLİ, ASLANAPA İLÇE
MERKEZİ – ALTINTAŞ İLÇE MERKEZİ GRUP KÖY YOLU
ÖRNEĞİ'**

Furkan MELİKOĞLU

**Yüksek Lisans Tezi
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Ulaştırma Bilim Dalı
Prof. Dr. Mahir GÖKDAĞ
2019
Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRKÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEKLİSANSTEZİ

**KÖY YOLLARINDA SATHİ KAPLAMA İLE BSK YAPIMININ FAYDA VE
MALİYET ANALİZİ ‘KÜTAHYA İLİ, ASLANAPA İLÇE MERKEZİ –
ALTINTAŞ İLÇE MERKEZİ GRUP KÖY YOLU ÖRNEĞİ’**

Furkan MELİKOĞLU

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
Ulaştırma Bilim Dalı**

**ERZURUM
2019**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



TEZ ONAY FORMU

**KÖY YOLLARINDA SATHİ KAPLAMA İLE BSK YAPIMININ FAYDA VE
MALİYET ANALİZİ 'KÜTAHYA İLİ, ASLANAPA İLÇE MERKEZİ –
ALTINTAŞ İLÇE MERKEZİ GRUP KÖY YOLU ÖRNEĞİ'**

Prof. Dr. Mahir GÖKDAĞ danışmanlığında, Furkan MELİKOĞLU tarafından hazırlanan bu çalışma, 19.06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Ulaştırma Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak **oybirliği / oy çokluğu (3/3)** ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Mahir GÖKDAĞ

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Halim Ferit BAYATA

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Osman Ünsal BAYRAK

İmza :

İmza :

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu'nun 25.07/2019 tarih ve 30.../57..... nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü 25240 ERZURUM Telefon: +90 (442) 2314742 Faks: +90 (442) 2314741

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KÖY YOLLARINDA SATHİ KAPLAMA İLE BSK YAPIMININ FAYDA VE MALİYET ANALİZİ ‘KÜTAHYA İLİ, ASLANAPA İLÇE MERKEZİ – ALTINTAŞ İLÇE MERKEZİ GRUP KÖY YOLU ÖRNEĞİ’

Furkan MELİKOĞLU

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Ulaştırma Bilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Mahir GÖKDAĞ

Geçmişten günümüze Türkiye’deki yolların büyük bir kısmı sathi kaplamalı yollardır. Hem yapım tekniğinin kolaylığı hemde yapım maliyetinin düşük olması açısından tercih edilen yöntem olmuştur. Fakat yapımı kolay olmasına rağmen çok çabuk bozuluyor olmasından kaynaklı bakım onarım masraflarında fazlaydı. Bunun sonucu olarak sathi kaplamaların yerine BSK’ lı yolların yapılması tercih edilmiştir. Bitümlü Sıcak Karışım (BSK) yapımına 1956-1957 yıllarında başlanılmıştır. Ülkemizdeki otomotiv endüstrisinin gelişimi ile karayoluyla yapılan yük ve yolcu taşımacılığını artmış olması BSK yol ihtiyacını da beraberinde getirmiştir.

Çalışma yapılan bu yolda ilk başta mevcut sathi kaplama yol liperlenerek asfalt yerinden sökülüştür. Ardından 15 cm sıkışmış kalınlıkta (PMT) plent-miks temel serilmiş, bunun üzerine de 8 cm sıkıştırılmış kalınlıkta binder tabakası yapılmıştır. PMT ve binder tabakalarına elek analizi, asfalt betonu arazi yoğunluk deneyi vb. deneyler yapılmıştır. 20 senelik bir zaman diliminde yapılan bakım + onarım harcamaları hesaba katıldığında; Sathi Kaplamalı bir yolun görüldüğü kadar makul olmadığı, hatta ve BSK’ lı bir yol tipine göre daha fazla harcama yapıldığı hesaplanmıştır

2019, 84 sayfa

Anahtar Kelimeler: Bitümlü Sıcak Karışım, Köy Yolları, Sathi Kaplama, Fayda Maliyet Analizi

ABSTRACT

Master Thesis

COST AND PROFIT ANALYSIS OF BITUMINOUS WARM MIXTURE (BWM) MANUFACTURE BY SURFACE DRESSING ‘GROUP VILLAGE ROAD EXAMPLE OF KÜTAHYA CITY, ASLANAPA DISTRICT CENTER- ALTINTAŞ DISTRICT CENTER’

Furkan MELİKOĞLU

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering
Transportation Department

Supervisor: Prof. Dr. Mahir GÖKDAĞ

A large part of the way the roads were surface coating in Turkey from past to present. It was the preferred method in terms of both the ease of construction technique and the low cost of construction. But although it was easy to make, it was too fast to repair the maintenance costs. As a result, instead of surface coatings, it was preferred to construct BSK roads. Bituminous Hot Mixture (MCC) construction started in 1956-1957. With the development of the automotive industry in our country and the increase in freight and passenger transportation by road, BSK has brought along the need for road.

The existing surface coating of the road was first liquefied and removed from the asphalt site. Then, the plant-mix was laid on the basis of a 15 cm stuck-at-rest (PMT), and a binder layer of 8 cm in compressed thickness was laid on it. Various experiments such as sieve analysis and asphalt concrete field density test as were carried out for PMT and binder layers. When maintenance and repair expenses made in 20 years are taken into account, it has been revealed that a surface road is not as plausible as it is and that it costs more than a road type of BSK.

2019, 84 pages

Key Words: Bituminous Warm Mixture, Village Road, Surface Dressing, Cost And Profit Analysis

TEŐEKKÖR

Çalışmalarım süresince yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren değerli hocam Prof. Dr. Mahir GÖKDAĞ'a, kaynak temini ve bilgilendirmeler konusunda yardımlarını esirgemeyen İnşaat Y. Mühendisi Deniz ERKILAVUZ'a, KGM 145. Şube müdürlüğünde kontrol şefi Selçuk ELLİDOKUZOĞLU'na, aynı şube müdürlüğünde görevli Araştırma Teknisyeni Hüsamettin AKIN'a, destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan sevgili aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Furkan MELİKOĞLU

Haziran, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Türkiye Yollarının Tarihi	1
1.1.1. Türk Egemenliğinden Önce Anadolu’da Yollar.....	1
1.1.2. Türk Egemenliğinde Anadolu’da Yollar.....	2
1.1.3. Cumhuriyet Dönemi Köy Yolları.....	2
1.2. Köy yollarında Kriterler, Standartlar ve Sathi Kaplama Yapımı.....	4
1.2.1. En Uygun Yol Kriteri.....	4
1.2.2. Öncelik Kriterleri ve Standartları.....	5
1.2.2.1. Köy Yolları Yapım Çalışmalarında Öncelik Kriterleri.....	5
1.2.2.2. Yolun Tanımı.....	6
1.2.2.3. Köy Yolları Standartları.....	6
1.2.2.4. Köy Yollarında Asfalt Çalışmaları.....	15
1.2.3. Köy yollarında Sathi Asfalt Kaplama Yapılması.....	16
1.2.3.1. Sathi Kaplama.....	16
1.2.3.2. Sathi Kaplamaların Vasıfsız Olarak Yapılmasına neden Olan Faktörler.....	23
1.2.3.3. Sathi Kaplama Uygulamaları.....	24
1.2.4. Kütahya İl Özel İdaresi Yol Ağı.....	26
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	28
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	34
3.1. Materyal.....	34
3.1.1. Bitümlü Bağlayıcılar.....	34
3.1.1.1. Asfalt.....	36
3.1.1.2. Katran.....	36
3.1.2. Bitümlü Bağlayıcılara Uygulanan Deneyler.....	36

3.1.2.1. Penetrasyon (TS 118).....	36
3.1.2.2. Yumuşama Noktası Deneyi.....	37
3.1.2.3. Viskozite Deneyi.....	39
3.1.2.4. Parlama ve Yanma Noktası Deneyi.....	41
3.1.2.5. Dönel İnce Film Halinde Isıtma Deneyi (RTFOT).....	43
3.1.2.6. Özgül Ağırlık Deneyi.....	44
3.1.3. Bitümlü Sıcak Karışım (BSK).....	46
3.1.3.1. Uzun Ömürlü Esnek Üstyapılar ve Kısımları.....	47
3.1.3.1.1. Üstyapı Tabanı.....	51
3.1.3.1.2. Bitümlü Sıcak Karışım (HMA) Temel Tabakası.....	54
3.1.3.1.3. Orta (Binder)Tabaka.....	56
3.1.3.1.4. Aşınma Tabakası.....	57
3.1.3.2. Uzun Ömürlü Üstyapılarda Tabaka Kalınlık Tasarımı.....	59
3.2. Yöntem.....	69
3.2.1. Aslanapa – Altıntaş Yolunun Önemi.....	69
3.2.2. Yolda Gerekli Çalışmaların Yapılması.....	72
3.2.2.1. Mevcut Asfaltın Kaldırılması ve Altyapı Çalışmaları.....	73
3.2.2.2. PMT ve Binder Tabakasının Yapılması.....	74
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	76
4.1. 1. Kat Sathi Kaplama ve 2. Kat Sathi Kaplama ile BSK Yapılması Durumunda Oluşacak Maliyet.....	77
4.2. Astarlı Onarım, Astarsız Onarım ile BSK Onarımı Yapılması Durumunda Oluşacak Maliyet.....	80
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	84
KAYNAKLAR.....	88
ÖZGEÇMİŞ.....	87

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Dmax	Maksimum dever
L	Şerit genişliği
M	Maksimum boyuna eğim
MQ	Marshall Oranı
R _{min}	Minimum kurp yarıçapı
V _p	Proje hızı
W _k	Köprü genişliği

Kısaltmalar

YOGT	Yıllık ortalama günlük trafik
------	-------------------------------

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. I.Sınıf köyyoluna ait enkesit.....	14
Şekil 1.2. Sathi kaplama yapımı.....	24
Şekil 1.3. Sathi kaplama uygulama tipleri ve yapım aşamaları.....	25
Şekil 3.1. Penetrasyon deney düzeneği.....	37
Şekil 3.2. Halka içinde hazırlanmış olan deney numuneleri.....	38
Şekil 3.3. Yumuşama noktası için halka tutucu deney düzeneği.....	39
Şekil 3.4. Viskozite deney düzeneği.....	41
Şekil 3.5. Cleveland açık kap cihazı.....	42
Şekil 3.6. Dönel ince film halinde ısıtma deney aleti.....	43
Şekil 3.7. Bağlayıcı özgül ağırlığının piknometre ile tespiti.....	45
Şekil 3.8. Uzun ömürlü üstyapı tabakaları (APA, 2002).....	49
Şekil 3.9. CBR değerine göre uygulanacak granüllertabaka kalınlıkları (IDOT, 1982).....	53
Şekil 3.10. Bozulmaya dayanıklı HMA temel.....	55
Şekil 3.11. Üstyapı derinliğine göre sıcaklık gradyanının değişimi (APA, 2002).....	57
Şekil 3.12. Asfalt betonu arazi yoğunlukları.....	61
Şekil 3.13. Bitümlüsıcak karışım raporu.....	62
Şekil 3.14. Elek analizi.....	63
Şekil 3.15. Asfalt betonu arazi yoğunlukları.....	64
Şekil 3.16. Bitümlüsıcak karışım raporu.....	65
Şekil 3.17. Elek analizi.....	66
Şekil 3.18. Asfalt betonu arazi yoğunlukları.....	67
Şekil 3.19. Bitümlüsıcak karışım raporu.....	68
Şekil 3.20. Aslanapa – Altıntaş yolu.....	70
Şekil 3.21. Kütahya il haritası.....	71
Şekil 3.22. BSK yapılmadan önce.....	72
Şekil 3.23. BSK yapılmadan önce.....	72

Şekil 3.24. BSK yapılmadan önce.....	72
Şekil 3.25. BSK yapılmadan önce.....	72
Şekil 3.26. Liperleme çalışması.....	73
Şekil 3.27. Büz yerleştirilmesi.....	73
Şekil 3.28. Büz yerleştirilmesi.....	73
Şekil 3.29. PMT serimi.....	75
Şekil 3.30. PMT serimi.....	75
Şekil 3.31. Binder tabakası serimi.....	75
Şekil 3.32. Binder tabakası serimi.....	75

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Köy yolu geometrik standartları.....	9
Çizelge 1.2. Bazı sınıf yollar için tavsiye olunabilecek geometrik standartlar.....	11
Çizelge 1.3. Proje hızına göre yan al sür tünme faktörleri.....	12
Çizelge 1.4. Minimum kurp yarıçaplar.....	13
Çizelge 1.5. Tek tabaka sathi kaplama gradasyonu.....	21
Çizelge 1.6. Çift tabaka sathi kaplama gradasyonu.....	21
Çizelge 1.7. 31.12.2014 İtibariyle kütahya ili köy yolu envanteri (MİGM).....	27
Çizelge 3.1. Bitümün kimyasal kompozisyonu.....	35
Çizelge 3.2. Geçerlilik için penetrasyon değerleri arasındaki maksimum farklar.....	37
Çizelge 3.3. Parlama noktası için basınç düzeltme değerleri.....	42
Çizelge 3.4. Karayolları genel müdürlüğünce kullanılan tip enkesitler çizelgesi.....	50
Çizelge 3.5. Devlet yollarında trafik dağılımı (2002).....	51
Çizelge 3.6. Plentten çıkan karışımın sıcaklığı (KTŞ).....	74
Çizelge 3.7. Asfalt betonu serim sıcaklıkları (KTŞ).....	74
Çizelge 4.1. Aslanapa ilçe merkezi - Altıntaş ilçe merkezi arası grup köy yolu 1. Kat asfalt kaplama keşif özeti.....	77
Çizelge 4.2. Aslanapa ilçe merkezi – Altıntaş ilçe merkezi arası grup köy yolu 2. kat asfalt kaplama keşif özeti.....	78
Çizelge 4.3. Aslanapa ilçe merkezi – Altıntaş ilçe merkezi arası grup köy yolu BSK yapım işi keşif özeti.....	79
Çizelge 4.4. Aslanapa ilçe merkezi – Altıntaş ilçe merkezi arası grup köy yolu astarlı onarım kaplama keşif özeti.....	80
Çizelge 4.5. Aslanapa ilçe merkezi – Altıntaş ilçe merkezi arası grup köy yolu astarsız onarım kaplama keşif özeti.....	81
Çizelge 4.6. Aslanapa ilçe merkezi – Altıntaş ilçe merkezi arası grup köy yoluna BSK onarım işi keşif özeti.....	82
Çizelge 5.1. Kaplama cinslerine göre ülkemiz yollarında km başına ortalama bakım harcamaları.....	84

1. GİRİŞ

İnsanların ve eşyaların zaman ve yer avantajı sağlamak amacıyla bir yerden başka bir yere taşınması hizmetine ‘ ulaştırma’ denilmektedir. Ulaştırmanın toplumun gelişmesi üzerinde siyasal, kültürel, ekonomik ve sosyal etkilere sahiptir. Ulaştırma sistemi ise, insanların ve eşyaların bir alandan başka bir alana iletimlerinin, istenilen şartlara elverişli, iyi tanımlanmış bir şekilde sağlanması amacıyla bir araya getirilmiş, işlevleri ve karşılıklı etkileşimleri organize edilmiş, ilgili tüm ekonomik, kurumsal, sosyal ve fiziksel bileşenlerin kümesi olarak tanımlanmaktadır (Erel 2001).

Ulaştırmanın birincil amacı; ülke kalkınmasının sosyal ve ekonomik hedeflerinin gerektirdiği hizmeti kullanıcıya en uygun şekilde, ulusal güvenlik gereklerini yerine getirecek biçimde, emniyetli ve çevre dostu olmak koşuluyla, en ucuza çağın teknolojilerini kullanarak, uluslararası kurallarla ve Avrupa Birliği (AB) politikalarıyla uyum içinde, aksama olmaksızın kesintisiz sağlamaktır (Anonim 2004) .

Yollar; farklı ülkeleri, şehirleri ve bölgeleri birbirine bağlar. Bu bağlantılar sebebiyle devlet denilen siyasi teşkilatın da varlığını güvence altına alır. İstanbul’dan Anadolu’ ya uzanan yollar, tabiat şartları bakımından büyük bir çeşitlilikle donanmış böyle bir coğrafyada sağlanan egemenliğin şüphesiz en önemli araçlarıydı. Bu yollar, Roma ve Bizans döneminde doğuya sefere giden orduların takip ettiği hatlar olduğu gibi, Anadolu’ yu kat ederek Kudüs’ e kadar uzanan “Hacılar Yolu” işlevini de yerine getirmekteydi. İstanbul’ u Anadolu ve onun ötesine bağlayan yol güzergâhları, Osmanlı döneminde de önemini muhafaza etti (Kahraman ve Arıkan 2017).

1.1. Türkiye Yollarının Tarihi

1.1.1. Türk Egemenliğinden Önce Anadolu’da Yollar

Coğrafi konumu nedeniyle çok sayıda uygarlığın geliştiği ve birbiriyle kaynaştığı bir yer olan Anadolu’nun ilk sistemli yol güzergâhı ‘Kral Yolu’ adı ile bilinen askeri ve idari amaçlı yol güzergâhıdır. Anadolu’nun batı ucundaki Sardes (Sart) ile İran’daki

Sus'u birbirine bağlayan bu yol Anadolu'yu bir baştan diğer başa kesiyordu. Kral yolu, yeni yapılmış bir yol olmaktan ziyade daha çok Lidya ve Hitit yollarının ıslah edilerek daha kullanışlı ve güvenli hale getirmesiyle oluşmuştur (Şen 2003).

M.S. 133 de tümüyle Anadolu'ya hâkim olan Roma İmparatorluğu 6 büyük eyalete ayrılmış ve eyalet şehirleri standardı yüksek yollarla birbirine, ayrıca imparatorluk içindeki diğer yollara bağlanmıştır (Yayla 2011).

Roma imparatorluğunun parçalanması ile ortaya çıkan Bizans devletinin hâkimiyeti esnasında İstanbul-İzmit-Konya yolu yapılmış olup, eski Roma İmparatorluğu yollarına bağlanmış ve bu yol Osmanlı Devleti zamanında 'Hac Yolu' adını almıştır.

1.1.2. Türk Egemenliğinde Anadolu'da Yollar

Selçuklu yolları, bir önceki dönemin yolları ile aynıdır; ancak Selçuklu imparatorluğu dönemindeki yol güzergâhları, yoğunlukları ve önlemleri açısından farklıdır. Büyük Selçuklularda Anadolu' nun doğu ile batısı önemli iken, Anadolu Selçuklularında yollar başkent Konya merkez olmak üzere çevreye yayılmaktaydı (Anonim 2007).

1.1.3. Cumhuriyet Dönemi Köy Yolları

Cumhuriyetin kuruluşuna kadar köy yollarının yapımı konusunda devletin resmi bir politikası olmamıştır (Anonim 1992).

1924 senesinde yürürlüğe giren 442 Sayılı Köy Kanunu ile; köy yollarının yapımı muhtarlıklara devredilmiş ve '**Milli Seferberlik Anlayışı**' ile yol yapımı köy halkınca üstlenilmiştir (Master Planı 2001).

1929 yılında Nafia-vekâletinin bünyesinde Şose ve Köprüler Reisliği oluşturularak insanların da gönüllü olarak çalışmalara katıldığı yol yapımları devlet tarafından üstlenilmeye başlanmıştır. Devlet eliyle yapılan bu çalışmalarla 1950 yılına kadar 10.000 km il ve köy yolu yapılmış olup aynı sene Devlet Planlama Teşkilatı (D.P.T.) envanterinde 1.100 km stabilize köy yolu olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Anonim 2001).

Ülke büyümesinde alt yapı yatırımları önemli yer tuttuğundan, sektörlerin faaliyetleri açısından belirtilen yatırım etkinlikleri ülkenin sosyal, kültürel ve ekonomik açıdan kalkınması için öncelikli unsurdur. Kalkınmakta ve güçlenmekte olan Türkiye’de nüfusun %50’ye yakını kırsal bölgelerde yaşamını sürdürmekteydi. Köylere sağlık, eğitim ve diğer sektör kollarının gidebilmesinin yanında köyün şehre ulaşılabilmesi ve ekonomik açıdan da güçlenebilmesi için köylerin zaman kaybetmeden yola sahip olma zorunluluğu vardı. Bu sonucu olarak seneler içerisinde yolu bulunmaya köylerin biran önce yolla buluşturulması öncelik olarak belirlenmiş, standardını önemsemeyen yollar yapılmıştır. Böylece güçlenmekte ve gelişmekte olan yurdumuzda 1950’ li yıllarda birincil sektör faaliyetleri Bayındırlık-TCK-DSİ gibi kurumlar tarafından üstlenilmiştir. Bu kurumlar öncelik olarak kentlere önem verdiklerinden dolayı kırsal kesimlerin kalkınması kentlerin kalkınmasına göre geride kalmıştır. Bunun gibi durumların ortadan kaldırılması için yatırım kurumları olarak TOPRAK-İSKÂN ve YSE-TOPRAKSU genel müdürlükleri kurulmuştur.

Daha sonra 1950 yılında kurulan Karayolları Genel Müdürlüğü çatısı altında Köy yolları daire başkanlığı, köy yolu yapım, bakım ve onarım çalışmalarını üstlenmiştir. **‘Tekerlek Dönsün’** hedefi ile köy yollarında makineli çalışmalar başlamıştır. Y.S.E. Genel Müdürlüğünün kurulmasına kadar geçen zaman da 18.482 km stabilize ve 8.258 km tesviyeli yol vatandaşlarımızın hizmetine sunulmuştur (Anonim 2001).

1965 yılında köy yollarından sorumlu Y.S.E. Genel Müdürlüğü kurulmuş ve 4951 sayılı yasa ile kurulan Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığına bağlanmıştır. Y.S.E. Genel Müdürlüğü köy yollarında **‘ulaşılabilir’** amacını öncelik olarak belirleyerek o günkü

şartlara göre hazırlanan projelerle 12.310 km asfalt, 129.706 km. stabilize, 60.294 km. tesviyeli yol ve 48.899 km. ham yol olmak üzere toplam 251.209 km. köy yolunu bitirerek 20 sene sonra Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğüne aktarmıştır (Anonim 2001).

1985 yılında kurulan Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü **‘Yolu Bulunmayan Köy Kalmasın’** amacına 1996 yılı sonunda ulaşmış olup 01.01.1999 tarihi itibari ile köy yolu ağı 319.218 km. ye çıkmıştır (Anonim 2001).

Zamanla yeni yollar inşa edilirken bir yandan da var olan yol ağının daha kullanışlı duruma dönüştürülmesi için çalışmalar yapılmıştır. Ancak bunlar yeterli olmamış, var olan köylere ulaşmanın yanında sayıları 40.000’e yaklaşan bağılılarına da hizmet götürme mecburiyeti doğmuştur. Bu nedenle köy yolu yapımı tamamlanamadığından standart yükseltme çalışmaları yapılamamıştır. Bu süreç içerisinde bugün gelinen noktada, yolu olmayan köyümüz kalmamıştır. Hatta bir köyün veya bunun bağılısının değişik yol bağlantısı bulunmaktadır. Kırsal kesime ulaşım ‘Ulaşılabilir’ lik bakımından tamamlanmıştır. Bundan böyle yol ağının arttırılması yerine, yapılacak yatırımlarla köy yollarının iyileştirilmesi ve yol standartlarının arttırılmasına yönelik olmalıdır.

1.2. Köy yollarında Kriterler, Standartlar ve Sathi Kaplama Yapımı

1.2.1. En Uygun Yol Kriteri

Köy ve bağılılarının birinci derece öncelikli tek bir yolu olmuştur. Bulunuyorsa ise diğer yollar ikinci derece yol olarak kabul edilmiştir. Birinci Derece Öncelikli köy yolları tespit edilirken idari yapı (bağlı köye, köyü ilçeye en uygun güzergâhla bağlayan yol) göz önünde bulundurulmuştur. Aşağıdaki ölçütlerden en fazlasını bulunduran yol **‘en uygun yol’** olarak kabul görmüştür (Anonim 2001).

- Maliyeti en az olan,
- En kısa yo güzergâhına sahip olan,

- Çok sayıda köye veya nüfusa hizmet eden,
- Coğrafi yapısı uygun olan,
- Her türlü mevsim koşullarında ulaşım imkânı sağlayan,
- Trafik yoğunluğu fazla olan,
- Sosyal, kültürel ve ekonomik faktörler (Okul, küçük sanayi tesisleri, el sanatları, sağlık ocağı, üretim tesisleri, köy kalkınma kooperatifleri vb. bulunan),
- Geometrik standardı en yüksek olan,
- En az miktarda köprü ve sanat yapısına ihtiyaç duyulan,
- Güzergâh üzerinde drenaj, sel baskını, bataklık, heyelan vb. sorunlar bulunmayan ve
- Hukuki açıdan sorunu bulunmayan yollar,

1.2.2. Öncelik Kriterleri ve Standartları

1.2.2.1. Köy Yolları Yapım Çalışmalarında Öncelik Kriterleri

Köy yolu yapımları için bütçeden ayrılan yıllık ödeneklerle bu kadar büyük bir yatırımın kısa zamanda gerçekleştirilmesi mümkün olmadığından, mali kaynak ve teknik güç oranında işlerin yıllara göre programlanması gerekmektedir. (Köy yolları Yapım İşleri, 2000: 5) Bu bakımdan köy yolu ihtiyacını ve yapımını doğuran etkenler göz önüne alınarak önceliklerin tespit edilerek, uzun vadeli hedeflerin belirtilmesine gerek vardır. Uzun vadeli planlama çalışmalarından yararlanmak ve her yıl tahsis edilen ödenek durumunu da dikkate almak suretiyle yıllık programlar hazırlanmalıdır.

Köy yolları öncelik puanların hesaplanmasında dikkate alınması gereken kriterler şunlardır;

- 1) Nüfus unsuru,
- 2) Sosyal, kültürel ve ekonomik unsurlar, (Okul, Sağlık tesisleri, küçük sanayi tesisleri, üretim tesisleri, el sanatları, köy kalkınma kooperatifleri)
- 3) Maliyet unsuru,
- 4) Yurt savunması ile ilgili yollar,

- 5) Turistik yöreler,
- 6) Halk katılımı unsuru(Anonim 2000),

Yukarıda sıra ile belirtilen faktörlerden köy yolu önceliklerine en fazla tesir eden faktör, nüfus faktörüdür. Ayrıca bu faktörlerden, maliyet faktörü öncelik puanlarına menfi yönde diğer faktörlerin hepsi müspet yönde etki etmektedir.

1.2.2.2. Yolum Tanımı

Kara ulaşımında kullanılan taşıtların geliş ve gidişlerini sağlamak amacıyla, standartlara göre elverişli duruma getirilmiş arazi şeritlerine ‘yol’ denilmektedir. Yol isminden de anlaşılacağı gibi kentsel ve köysel yerleşim merkezleri arasındaki ulaşımı sağlamak amacı ile inşa edilirler. Yol hizmeti, alt yapı hizmetlerinin bir yerleşim merkezine gitmesi önce yolla mümkün olmaktadır. Bu hususta ‘Halil Rıfat Paşanın gidemediğin yer senin değildir’ özdeyişi ile yola verilen önemi açık bir şekilde ifade etmektedir. Yolu yapılmamış bir köye; okul, sağlık tesisi, sanayi tesisi kurulması üretim fazlasının tüketim merkezlerine ulaştırılması ve turistik tesislerin kurulması ve işletilmesi hiçbir zaman mümkün olmamaktadır. Örneğin ihaleye çıkarılan bir köy ilkokul binasına eğer yolu mevcut değilse ihaleye talip müteahhit bulunmamaktadır. Diğer tesisler içinde durum aynıdır (Anonim 2000).

Toplumumuzun yaşamı için elzem olan yol hizmetinin, köylere götürülmesi hem parasal ve hem de teknik yönden birçok sorunları da beraber getirmektedir. Şu husus açıkça bilinmelidir ki yol hizmetinin götürülmesi hem mali kaynak bulmak hem de yol yapımında çalışacak teknik elemanların bu hususta tam yetiştirilmeleri ve işe adapte olmalarının sağlanması gerekmektedir.

1.2.2.3. Köy Yolları Standartları

Köy yolu standartları iki kısma ayrılır;

- 1) Geometrik standart

2) Fiziki standart

Geometrik Standart

Bir yolun geometrik standartları; genişliği, yatay ve düşey kurp yarıçapları,dever, enine ve boyuna eğim gibi plan ve boy kesit ile ilgili değerlerdir. İdealolarak geometrik standartları yüksek, hızlı, güvenli ve konforlu ulaşım olanağı sağlayan yol, yolu kullananlar açısından arzu edilen bir husustur. Ancak standartların yükselmesi paralelinde yüksek maliyetleri getirdiğinden, yol mühendisliğinde ana prensip hizmet ömrü boyunca ihtiyaca en uygun şekilde cevap verecek en ekonomik yolun yapılmasıdır (Anonim 2000).

Bir yolun geometrik standartlarının seçiminde etkili olan en önemli faktörproje hızı ve yolun sınıfıdır. Yol sınıfı yolu kullanacak olan trafik miktarı, trafiğin cinsi ve arazinin topografik özelliklerine göre belirlenir. İlave olarak zeminin durumu, iklim koşulları, arazi kullanım şekli, kent içi yollar için yaya hareketleri, estetik görünüş ve tüm bunların ötesinde ekonomik olanaklar yol standartlarının seçiminde etkilidir. Trafik güvenliği açısından bakıldığında ise en önemli faktör proje hızıdır. Köy yolu geometrik standardı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından 04.04.1989 yılında kabul edilmiştir. Köy yolu geometrik standardı yolda hizmet düzeyini, yolları birinci ve ikinci sınıf olarak iki bölüme ayırmış ve buna göre bu hizmet düzeyleri kendi içlerinde A, B ve C gibi hizmet seviyesi halinde düzenlenmiştir. Proje hızı, maksimum kurp yarıçapı, maksimum boyuna eğim, maksimum dever, şerit genişliği, banket genişliği, platform genişliği ve köprü genişliklerini bu alt başlıklar dâhilinde belirlemiştir.

Birinci sınıf köy yollarında şerit genişlikleri 3,50 m alınırken proje hızı arazinin düz, dalgalı veya dağlık olmasına göre 80 km/saat ile 30 km/saat arasında değişmektedir. İkinci sınıf köy yollarında şerit genişliği 3,00 m, proje hızı 70-30 km/saat aralığındadır. Maksimum kurp yarıçapları hıza göre değişmekle beraber birinci sınıf yollarda 250 – 50 m, ikinci sınıf yollarda 200 – 30 m aralığında değerler alabilmektedir. Yıllık ortalama trafik (taşıt/gün) 200 olarak bütün topografik yapılarda aynıdır. İkinci sınıf yollarda

trafik yükü geometrik standartlara dâhil edilmemiştir. Maksimum boyuna eğim $\%$ (6-12), maksimum deverin ise $\%$ (8-10) olacağı kabul edilmiştir. Banket genişliği birinci sınıf yollarda düz ve dalgalı arazilerde 1,00 m seçilirken dağlık arazilerde 0,50 m olarak alınmış, ikinci sınıf yollarda ise düz arazilerde 1,00 m iken, dalgalı ve dağlık arazilerde ise 0,50 m alınmıştır.



Çizelge 1.1. Köy yolu geometrik standartları (Birinci Derece Öncelikli Köy Yolları Master Planı 2001)

KÖY YOLU GEOMETRİK STANDARTLARI (1989' da Kabul Edilen Standartlara Göre)												
PROJE ELEMANLARI	BİRİNCİ SINIF						İKİNCİ SINIF					
HİZMET SEVİYESİ HS (A,B,C)	A		B		C		A		B		C	
YILLIK ORTALAMA TRAFİK (Taşıt/Gün)	200		200		200		-		-			
TOPOĞRAFİK YAPI (Dz, Dl, Dğ)	Düz		Dalgalı		Dağlık		Düz		Dalgalı		Dağlık	
PROJE HIZI Vp (Km/Saat)	80	70	70	60	50	40	70	60	60	60	50	30
MİNİMUM KURP YARIÇAPI R(min)	250	200	200	120	80	50	200	120	120	80	50	30
MAKSİMUM BOYUNA EĞİM m (%)	6	6	8	8	9	9	7	7	10	10	12	12
MAKSİMUM DEVER d (%)	8	8	8	8	9	9	8	8	8	9	10	10
ŞERİT GENİŞLİĞİ L (m)	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
BANKET GENİŞLİĞİ b (m)	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50
PLATFORM GENİŞLİĞİ PG (m)	9,00	9,00	9,00	9,00	8,00	8,00	8,00	8,00	7,00	7,00	7,00	7,00
KÖPRÜ GENİŞLİĞİ Wk (m)												
KÖPRÜ PROJE YÜKÜ	H:20 - S:16						H:20 - S:16					
Not: Yukarıdaki standartlardan daha yüksek ebatlarda inşa edilmesi gereken yol ve köprüler için proje yapımından önce Genel Müdürlükten izin alınacaktır. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Etüd proje daire Başkanlığının 04.04.1989 tarih ve 30/045-0322 sayılı yazıları (1989/188 No'lu Genelge ile uygulamaya konulmuştur.												

Tarım ve Köy İşleri Bakanlığından 01.10.2003 tarihinde alınan Olur ile Çizelge 1.1. 'de belirtilen standartlar yenilenerek yeni bir yol tanımlaması yapılmıştır. Genel hatları ile bu yolun özellikleri şunlardır;

- Yol iki şeritli olarak planlanmış, tek şerit genişliği; 3,50 m, 3,00 m ve 2,50 m olarak alınmıştır. Banket genişlikleri trafik güvenliği açısından zorunlu tutularak daha önceki standartlarda olduğu gibi 1,00 ve 0,50 m olarak kabul edilmiştir.
- Hizmet seviyesinin seçiminde yararlıdan yararsıza doğru A, B, C, D, E ve F hizmet seviyeleri vardır.

Bu sınıflandırma sistemi Amerika Birleşik Devletlerinde geliştirilen ve genel olarak bir şeritte veya tüm yolda değişik trafik hacimlerine karşılık gelen işletme kombinasyonlarından herhangi birisini ifade eder. Bu seviyeler hız, ulaşım süresi, konfor, işletme, trafik gibi farklı değerlerle belirlenmektedir. Köy yollarında bu altı seviye içerisinde D hizmet seviyesi seçilmiştir. D hizmet düzeyi şöyle tanımlanmıştır. D Hizmet Düzeyi; Trafik hacmindeki değişimler ve akımdaki geçici kısıtlamalar işletme hızında ciddi azalmalara yol açsada kabul edilebilir bir işletme hızına ulaşabilmektedir. Trafik akımı kararsız akıma benzerdir. Sürücülerin manevra kabiliyetleri az, konfor verimsiz fakat kısa mesafeler için ideale yakın ölçüdedir.

Yıllık ortalama günlük trafik yükü (taşıt/gün) hesabı alınırken yolun herhangi bir kesitinden bir yıl boyunca iki yönde geçen toplam trafiğin 365'e bölünerek elde edilen değer alınır. Bu ölçümün mümkün olmaması halinde ise zaman zaman yapılan periyodik ölçümlere göre hesaplama yapılır. Yıllık ortalama günlük trafik yükü birinci sınıf yollar için; (5000-1000), ikinci sınıf yollar için (2500-500) ve üçüncü sınıf yollar için (500-10) bandında alınmıştır. Ancak köy yollarında bu alanda herhangi bir istatistiksel çalışma yapılmadığı için standart çizelgelerden alınan değerlerden 20 yıl sonrasındaki trafik artışını karşılayabilecek tahmini bir değer alınmıştır. Arazinin

topografik yapısının seçiminde daha önceki standartlarda olduğu gibi her yol sınıfı için arazinin düz, dalgalı veya dağlık olması seçenekleri kullanılmıştır.

Köy yolu projelendirmesi aşamasında sunulan hızlar ile ilgili alternatifler aşağıdaki Çizelge 1.2. de verilmiştir. Bu çizelgede yer alan hız limitleri uygulamaya konulan limitlerden daha yüksektir. Tercihin daha düşük hız limitleri yönünde kullanılmış olması trafik güvenliği açısından olumlu bir yaklaşımdır.

Çizelge 1.2. Bazı sınıf yollar için tavsiye olunabilecek geometrik standartlar (Yurdakul 2006)

Yol sınıfı ve trafik	Arazi durumu	Proje hızı (km/saat)	Rmin(3) (mt)	Max.egim (%)	Max. Rampa uzunluğu	Platform genişliği (mt)
Anayol (1) (100-5000) taşıt/gün	Düz veya az engebeli	80-110	190-360	4	Sınırlama yok	10-13
	Engabeli	55-80	90-190	5-7	>%4 için (2) 600	10-13
	Çok engebeli	40-55	50-90	7-9	>%6 için 400	8-10
2.derece yol (50-800) taşıt/gün	Düz veya az engebeli	60-80	110-190	5	Sınırlama yok	10-12
	Engabeli	50-60	75-110	5-7	Sınırlama yok	10-12
	Çok engebeli	35-50	35-75	7-9	>%6 için 750	8-9
Tali yol 100 taşıt/gün	Düz veya az engebeli	50-60	75-110	7	Sınırlama yok	7,5-8
	Engabeli	35-50	35-75	7-9	Sınırlama yok	7,5-8
	Çok engebeli	25-35	30-35	9-12	>%9 için 1000	7,5-8

(1) Günlük trafik >5000 ise standartlar özel bir etüde dayalı olarak seçilmelidir.

(2) Daha uzun rampada ağır taşıtlar için tırmanma şeridi ilavesi uygun olur.

(3) Zorunlu Rmin değerleri dever %10 ve enine sürtünme katsayısı 0,16 içindir.

Köy yolu projelendirmesinde temel unsurlardan biriside tasarım hızıdır. Proje hız seçiminde ise araziye ait diğer faktörlerde göz önünde tutularak 80 km/saat - 30 km/saat hız aralığı seçilmiştir.

Birinci sınıf yollarda hızlar : 80-50 km/saat aralığında,
 İkinci sınıf yollarda hızlar : 70-40 km/saat aralığında,
 Üçüncü sınıf yollarda hızlar : 50-30 km/saat aralığındadır.

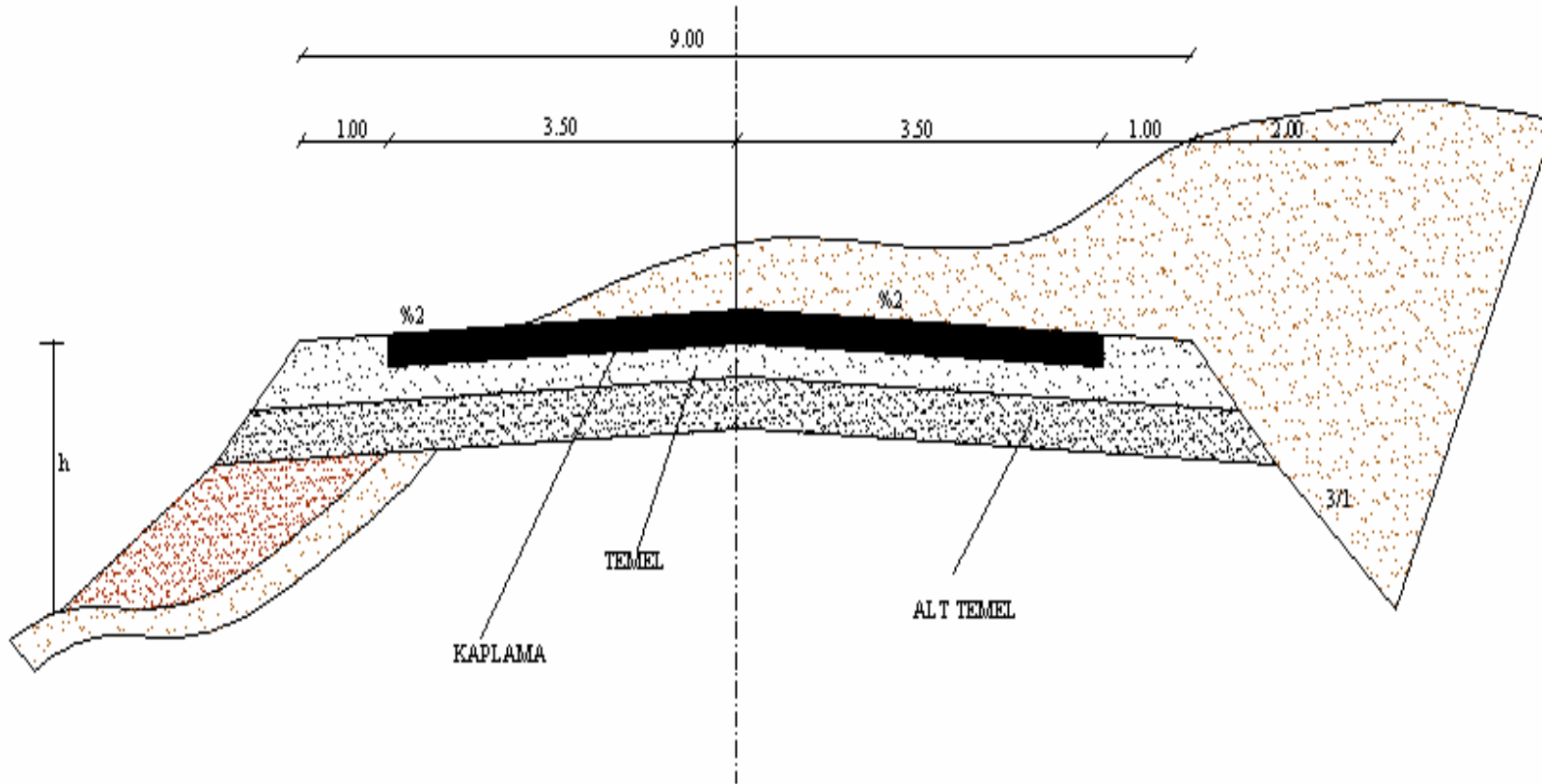
- Dever uygulamasında ise %8 -% 10 arasında değişimler esas alınmakla birlikte kar ve don olayı görülebilecek alanlarda üst sınır %8 olarak kabul edilmiştir.
- Yolun boyuna eğimi hesaplanırken minimum eğim değeri %0,5 olup üstsınır ise %5-12 seçilmiştir.

Çizelge 1.3. Proje hızına göre yanal sürtünme faktörleri (Yurdakul 2006)

Proje Hızı (V _p) (km/saat)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Yanal Sürtünme Hızı (f)	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11

Çizelge 1.4. Minimum kurp yarıçapları (Yurdakul 2006)

Proje Hızı (Vp) (km/saat)	Max dever (dmax) m/m	Max. Sürtünme Katsayısı (f)	Toplam (dmax+f)	Min. Kurp Yarıçapı (m)
30	0,06	0,17	0,23	31
40	0,06	0,17	0,23	55
50	0,06	0,16	0,22	90
60	0,06	0,15	0,21	135
70	0,06	0,15	0,21	184
80	0,06	0,14	0,20	252
90	0,06	0,13	0,19	356
100	0,06	0,13	0,19	415
30	0,08	0,17	0,25	27
40	0,08	0,17	0,25	50
50	0,08	0,16	0,24	82
60	0,08	0,15	0,23	123
70	0,08	0,15	0,23	168
80	0,08	0,14	0,22	229
90	0,08	0,13	0,21	304
100	0,08	0,13	0,21	375
30	0,10	0,17	0,27	26
40	0,10	0,17	0,27	47
50	0,10	0,16	0,26	76
60	0,10	0,15	0,25	113
70	0,10	0,15	0,25	154
80	0,10	0,14	0,24	210
90	0,10	0,13	0,23	277
100	0,10	0,13	0,23	342



Şekil 1.1. I.Sınıf köy yoluna ait en kesit (Yurdakul 2006)

Köy yolları için hız limitlerinde her ülkede farklı kabuller yapılmıştır. Bu alanda hız limitlerini tanımlayan ilk ülkelerden birisi İsveç'tir. İsveç köy yollarında geçerli hız limiti 70 km/saattir. Bu limit SNRA (Swedish National Road Administration) tarafından 90-110'a kadar olarak belirli sınırlamalar ve ölçütler dâhilinde yükseltilebilmektedir. Bu ölçütler; trafik yoğunluğu, yolgenişliği, görüş mesafeleri, yolun bulunduğu alanın topografyası, vahşi hayvan çitlerinin bulunması, kaza kayıtları ve kullanıcıların ölme ya dayaralanma riskleridir (Yurdakul 2006).

Fiziki Standart

Bir yolun fiziki yapısını belirten özelliklere fiziki standart denir. Kısacası yolun gövdesi, sanat yapıları (köprü, tünel, menfez, büz, istinat duvarları vb.) ile alt temel, temel ve kaplamanın yapım tekniklerinin irdelenmesidir.

1.2.2.4. Köy Yollarında Asfalt Çalışmaları

Devlet ve il yollarına bağlantısı olan geometrik ve fiziki standartları tamamlanmış ekonomiye katkısı olacak köy yollarının asfalt kaplama yapılması planlanmış ve ilk defa 1969 yılında Devlet Planlama Teşkilatı tarafından 'Akdeniz Projesi' adı altında narenciye bölgelerindeki köy yollarının ihaleli ve emanet olarak asfalt kaplama yapımına başlanmıştır (Anonim 2000).

Asfalt Yapımını Doğuran Nedenler

- Yol çevresinde etkili her türlü ürünlerin, tozdan gördüğü büyük zararları önlemek,
- Elde edilen ürünlerin kolaylıkla satış yerlerine ulaşımını ve rahat bir trafik konforunu sağlamak,
- Yol üzerinde seyreden motorlu taşıtların tahribatını önlemek,
- Ekonominin gelişmesini sağlamak,
- Fazla sürat yapılması ile zamanda tasarruf etmek,
- Yol bakım hizmetlerinde kullanılan iş makinelerinden tasarruf ederek, bakım masraflarını düşürmek,

- Yol çevresinde yaşayan insanları tozdan korunmasını sağlamak, her türlü doğal afet, kaza ve hastalıklar vukuunda müdahale etmek,
- Turistik bakımdan öneme haiz yerler yerli ve yabancı turistin gelmesini teşvik etmek ve bu suretle ülkemizin döviz gereksiniminin bir kısmını karşılamak veya mahallin gelişmesini teşvik etmek.

Bir köy yolunda asfalt kaplama yapılabilmesi için taşınması gereken şartlar;

1. Yolun geometrik ve fiziki standardı tam olmak,
2. Yolu asfalt kaplamaya hazır duruma getirmek, (Yolun ince reglaj, sulama ve sıkıştırılması)

1.2.3. Köy Yollarında Sathi Asfalt Kaplama Yapılması

1.2.3.1. Sathi Kaplama

Yol sathına ince bir film tabakası halinde bağlayıcı malzeme olan katran, bitüm veya her ikisinin karışımını serme, sonra da bunun üzerine tek tabaka şeklinde agrega ile örtme ve sıkıştırma neticesinde meydana gelen kaplama türüne ‘**Sathi Asfalt**’ kaplama denir (Anonim 2000).

Ülkemizde yaygın olarak kullanılan sathi kaplama asfaltları; batı ülkelerinde taşıyıcı özelliklerinden çok, stabilize yolların üstüne geçirimsiz bir tabaka ile örtmekle sath sularının yola zarar vermeden drene edilmesini sağlamak, seyahat konforunu sağlamak, çevreyi tozdan korumak ve kaymaları önleyici pürüzlü bir zemin elde etmek gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Sathi kaplamanın, kötü bir yol üzerine yapıldığında iyi bir seyahat konforu sağlanamayacağı akılda tutmak gerekir. İyi bir seyahat konforu sağlamak sathi asfalt kaplamaların görevidir. Sathi asfalt kaplama, yol üzerinde ince bir bağlayıcı tabaka tarafından tutulan tek katlı bir mıcır tabakasından meydana gelen bir kaplama olup, yoldaki sath bozukluklarını düzeltmeyeceği bilinmelidir.

İyi bir sathi asfalt kaplama, yenilemeye ihtiyaç göstermeden fonksiyonunu en az beş yıl müddetle devam ettirmelidir. Her ne kadar on seneden fazla dayanan sathi asfalt kaplamalar mevcutsa da, kaplama yapılışından kısa zaman sonra veya ilk kış sırasında bozuklukların meydana geldiği hallerde vardır. Vaktinden önce meydana gelecek bozukluklara mani olmak için, inşaat sırasında yapılacak dikkatli bir kontrol ile bozukluklar bertaraf edilebilir. Sathi kaplamaların yapımı çok kolay ve ilk yatırım masrafı çok düşük olmasına rağmen bakım-onarım masrafları çok yüksek ve yenileme zamanları çok kısadır (Tunç 2007).

Temel üzerine serilen sathi kaplamanın belirli özellikleri aşağıda özetlenmiştir.

- Az ve orta dereceli trafikliyollarda granül temelli yollar için ekonomik ve uzun ömürlü satırları sağlamak,
- Yol sathına gelen suların temellere ulaşmasını engelleyerek temel katmanının dayanıklılığını arttırmak,
- Yol yüzeylerinde kayma direncinin yüksek olmasını sağlamak,
- Temeller üzerinde kusursuz bir yuvarlanma yüzeyi elde etmek,

Bu tür sathi kaplamaların sahip olduğu avantajlarıyla birlikte bazı dezavantajları da mevcuttur. Bunlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Sürüş konforu oldukça düşük olup tekerlek gürültüsünde çok fazladır,
- Sürtünme direncinin yüksek olmasından dolayı taşıt işletme giderleride fazladır,
- Yola yapışmayan veya zamanla gevşeyen agrega tanelerinin araçların lastikleri tarafından sıçratılması sonucu arkadan gelen araçlara hasar verebilmektedir,
- Sathi kaplama sık aralıklarla yenilenmelidir,
- Taşıma gücü çok az olduğundan dolayı ağır taşıt trafiğine maruz kalan yollar için elverişli değildir,
- Bakım ve onarım gereksinimi fazla olduğundan ötürü bakım/onarım giderleri oldukça yüksektir.

Köy yollarında yapılan asfalt sathi kaplama işleri aşağıda belirtilen sıraya göre yürütülür.

- a) Yolda lüzumlu tamiratın yapılması
- b) İnce reglaj
- c) Süpürme
- d) Astarlama
- e) Bağlayıcı bitümlü malzemenin tatbiki
- f) Agreganın tatbiki
- g) Sıkıştırma (Silindirleme)

a) Yolda Lüzumlu Tamiratın Yapılması

Kaplama işlemine başlamadan önce, yol sathında meydana gelen bozukluklar tamir edilerek oldukça düz bir yüzey elde edilmesi sağlanmalıdır. Ayrıca platform genişliği bakımından bir daralma söz konusu ise buralarda çalışma yapılarak genişlik istenen standarda getirilmelidir. Yolda drenaj, sanat yapıları bakımından bir eksiklik varsa tamamlanmalı, tamire muhtaç olanları da tamir edilmelidir. Bunlara ilave olarak yolun tamamının yeterli stabilize malzeme ile kaplı olması da önemlidir. Stabilize noksanlığı olan kesimler, stabilize çekilerek tamamlanmalı ve gerektiği kadar sıkıştırılmalıdır.

b) İnce Reglaj

Toprak işleri ve sanat yapılarının kriterlere göre yapılmasından sonra, hendeklerin, dolgu ve yarma şevlerinin, ince tesviye yüzeyinin standartlara uygun bir şekilde yapılmasına ‘İnce Reglaj’ denilir (Anonim 2000).

Sanat yapılarının ve toprak işlerinin tamamlanmasından (stabilize işleri dahil) sonra; hendeklerin, yarma ve dolgu şevlerinin, ince tesviye yüzeylerinin, en kesitteki kot, ebat ve şekillere, uygun olarak greyderle ince tesviye yapılır.

c) Süpürme

İnce reglajı tamamlanmış ve astarlanmaya elverişli bulunan yollarda süpürme işlerine başlamadan önce, yol sathındaki yabancı ve zararlı maddelerle oynak malzemeler yol sathından uzaklaştırılarak temizlenir. Temizleme işlerinde satıhtan uzaklaştırılan malzemeler motorlu tipteki süpürge makineleri, çekilir tipteki süpürge makineleri veya küçük bakım greyderleri ile yapılır. Süpürge işleri hiçbir zaman gece yapılmamalıdır. Gündüzleri astarlama işlerinden hemen önce yapılmalıdır. Süpürme işi en az iki defa yapılmalıdır. Süpürme işi vasıflı kaplama yapmanın ilk şartıdır.

d) Astarlama

Astarlama granüller temel tabakası üzerine bitümlü malzemenin ilk tatbik şeklidir. Astarlamanın yapılma nedenleri ve saēladığı yararlar;

- Temel tabakası sathının sudan korunmasını saēlamak,
- Satıhtaki kapiler boşlukları (kılcal boşluk) doldurmak,
- Satıhtaki serbest mineral malzeme danelerini sarmak ve yapışmasını saēlamak,
- Temel tabakası sathını sertleştirmek, daha stabil hale getirmek,

Astarlamanın yukarıda bahsedilen fonksiyonu yerine getirebilmesi için, yolun ince reglajı ve süpürme işlerinin titizlikle yapılmasından sonra, astar malzemesinin ve zamanın uygun seçilmesi gerekmektedir.

e) Baēlayıcı Bitümlü Malzemenin Tatbiki İle İlgili Yapılacak İşler

Kaplamada baēlayıcı olarak kullanılacak bitümlü malzemenin seçilmesi çok önemlidir. Kaplama yapılacak yöredeki hava durumu, rutubet ve rüzgâr durumları ile kaplanacak sathın durumu, ısısı, kullanılacak agreganın fiziki durumu gibi faktörler baēlayıcı bitümlü malzemenin seçilmesinde önemli rol oynar. Çünkü baēlayıcı olarak kullanılacak bitümlü malzemenin yol sathını üniform olarak kaplaması, düzgün

püskürtme yapılabilecek ve akıcılıkta olması gerekmektedir. Karışımında kullanılacak bitümlü bağlayıcı 40-30 penetrasyonlu asfalt çimentosu, 60-70 penetrasyonlu asfalt çimentosu ve 75-100 penetrasyonlu asfalt olacaktır. Kullanılacak olan bitümlü bağlayıcılar niteliklere haiz olacaktır (Avcıoğlu 2011).

f) Agreganın Tatbiki

Agreganın Granülometresi

Agreganın granülometresi bitümlü yapıştırıcı malzeme tarafından zapt edilmesinde, önemli rol oynamaktadır. Şartnamelerin öngördüğü granülometredeki agregalar en fazla yapışmayı sağlarlar. Bu nedenle kaplama yapımı için hazırlanmakta olan agregalar sık sık temsili numuneler alınarak granülometrelerinin şartname limitlerine girmelerinin sağlanması gerekmektedir. Islak agregalarla, soğuk havalarda ve mevsim sonlarında kaplama yapılmamalıdır. Çünkü ıslak agregalar bitümlü malzeme tarafından zapt edilemez, soyulmalar ve yol yüzeyinde ayrışmalar meydana gelir.

Çizelge 1.5. Tek tabaka sathi kaplama gradasyonu (Tunç 2007)

Elek Boyu	Tip-1	Tip-2	Tip-3	Tip-4
25 mm (1'')	100			
19 mm (3/4'')	90-100	100		
12,5 mm (1/2'')	0-35	90-100		
9,5 mm (3/8'')	0-10	0-40	100	100
4,75 mm (No:4)	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

Not: Tip-1, bir temel tabakası üzerine ve Tip 2,3,4 ise bitümlü bir tabaka üzerine yapılacaksa kullanılmalıdır.

Çizelge 1.6. Çift tabaka sathi kaplama gradasyonu (Tunç 2007)

Elek Boyu	Tip-1		Tip-2	
	1. Tabaka	2. Tabaka	1. Tabaka	2. Tabaka
25 mm (1")	100			
19 mm (3/4")	90-100		100	
12,5 mm (1/2")	0-35	100	90-100	
9,5 mm (3/8")	0-10	90-100	0-40	100
6,3 mm (1/4")	-	-	-	90-100
4,75 mm (No:4)	0-5	0-40	0-5	60-85
2,00 mm (No:10)	-	0-10	-	0-25
0,075 mm (No:200)	-	0-2	-	0-2

Agreganın Serilmesi

Bitümlü bağlayıcının tatbikatından hemen sonra mıcırın serilmesine özel mıcır sericilerle başlanmalıdır. Tatbikatta mıcır serme işlerinde kullanılan mıcır sericiler;

- Kamyon arkasına takılan mıcır sericiler,
- Kamyon şasesine takılan mıcır sericiler, (Tekerlekli)
- Kendi yürür mıcır sericilerdir.

Standart fenni şartnamelerde, serilen agrega miktarının, agreganın dane ağırlığı ve özgül ağırlığı ile ilişkili olup, fazlaca bir tolerans tanınmamış olduğu görülmektedir. Şartnamelere göre bir tabaka bitümlü sathi kaplamalar için bir metre kareye;

Tip A agrega kullanıldığında : 0,020 m³ (zayıtlar hariç)

Tip B agrega kullanıldığında : 0,015 m³

Tip C agrega kullanıldığında : 0,019 m³

Agrega kullanılacağı görülmektedir.

Lüzumundan fazla agreg a kullanıldığında, başı boş micir lar trafiğ in etkisi ile sıçrayarak tehlikeli durum lar yaratır. Bu nedenle yol trafiğ e açıldıktan sonra micir daneleri motorlu süpürgeler ile banket kenarına çekilmelidir (Anonim 1982).

g) Sıkıştırma (Silindirleme)

Agreganın serilmesi peşi sıra tekerlekli silindirle silindiraja başlanmalıdır. Silindirleme işleri agreg a taneleri bitümlü bağlayıcıya yerleşinceye kadar devam edilmelidir. Bağlayıcı bitümlü malzeme sertleştikten sonra silindirleme yapılmamalıdır. Silindirlemeye devam edildiğ i takdirde bağlayıcı bitümlü malzeme ile agreg a tanelerinin bağlantısı bozulur. Silindirleme işle mi bitinceye kadar kaplama araç trafiğ ine kapatılacaktır. Kaplaması yeni serilmiş yoldan araçların aşırı hızla geçmesi agreg a danelerinin gevşemesine neden olur. Kaplaması yeni yapılmış yoldan araçların geçmesi zorunlu ise, silindirleme işle mi tamamlandıktan sonra bitümlü bağlayıcı sertleşene kadar, geçecek taşıtların hızı maksimum 15 km/saat olacak şekilde kısıtlandırılacaktır. Daha sonra kontrol mühendisi trafik akışını sona erdirene kadar, araçların hızı 25 km/saat veya daha az olarak şekilde kısıtlandırılacaktır (Anonim 2013).

Bitümlü sathi kaplamalar trafiğ i hafif olan yollarda yapırlar ve hizmetlerinden iyi sonuçlar alınır. Tekniğ e uygun tarzda yapılmayan sathi kaplamaların bozulmalarını etkileyen faktörler aşağıda sıralanmıştır;

- Yol üst yapısının yetersizliğinden meydana gelen bozulmalar,
- Yolun taşıdığı trafiğ in etkisi ile meydana gelen bozulmalar,
- Yolda drenaj yetersizliğinden meydana gelen bozulmalar,
- Tekniğ e uygun biçimde işçilik bulunmamasından meydana gelen bozulmalar,

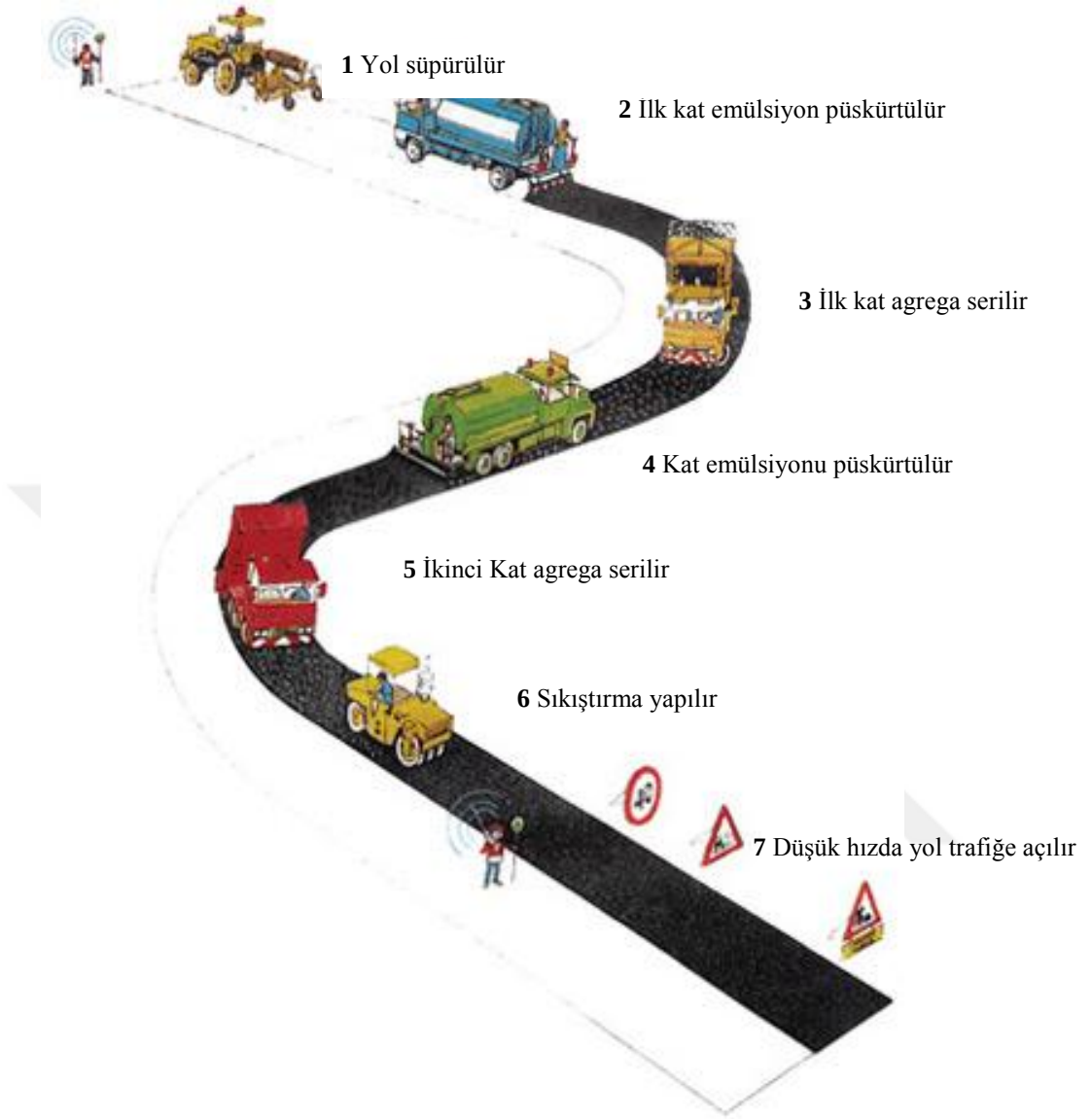
1.2.3.2. Sathi Kaplamaların Vasıfsız Olarak Yapılmasına Neden Olan Faktörler

- Kaplamaların soğuk, yağışlı ve rutubetli iklim şartlarında yapılmış olması (Bilhassa mevsim sonunda yapılması),
- Kaplama yapımında kullanılan makine ve teçhizatın yeteriz olması,
- Kaplama yapımı ve malzemelerin ihzaratları sırasında işçilik ve kontrol noksanlığı,
- Kaplama yapılacak yolun granüller temel tabakasının ve sathının iyi hazırlanmamış olması,
- Granüller tabakası üzerine yapılan astarlamanın iyi yapılmaması,
- Astarlamada kullanılacak olan sıvı petrol asfaltının (Astar malzemesinin) iyi seçilmemiş olması veya özelliğini yitirmiş olması,
- Bağlayıcı olarak kullanılan bitümlü malzemenin cinsinin ve akıcılık derecesinin çok akıcı ve çabuk sertleşmeyen cinsten seçilmiş olması,
- Kaplama yapılacak yöredeki hava ve iklim şartları dikkate alınmadan gelişi güzel cins ve penetrasyon derecesinden bitümlü malzemelerin kullanılması,
- Kaplama yapımında kullanılan agreganın ebat ve şeklinin dikkate alınmadan, yetersiz miktarlarda bitümlü bağlayıcı kullanılması,
- Gereğinden fazla miktarda bitümlü malzeme püskürtülmesi, (Bitümlü malzeme gereğinden fazla miktarda püskürtüldüğünde mıcır bitümlü malzeme içine gömülür ve kusmalar, meydana gelir.) sonuç olarak kaygan bir satıh oluşmasına sebebiyet vermiş olur,
- Mıcırın noksan ve her tarafa eşit miktarda verilmemesi (kusmuş, kaygan ve yamalı satıh görünümü),
- Mıcırın kirli, tozlu ve çamurlu olması (agrega, bitümlü malzemeye yapışmaz ve soyulur.),
- Kaplama yapımında kullanılan mıcırın en büyük ve en küçük dane ebatları arasındaki farkın şartnamelerin öngördüğü farktan çok farklı olması,
- Kaplamada kullanılan mıcırın, bağlayıcı bitümlü malzemeye karşı yakınlığının, yani soyulma mukavemetinin düşük olması,
- Kötü şartlarda ıslak mıcır kullanılması,
- Gereğinden fazla mıcır kullanılması, fazla ve oynak mıcır bitümlü malzemeye yapışmış olan mıcırlarıda söker,

- Mıcır serme işinin gecikmesi ve püskürtülmüş olan bitümlü bağlayıcının soğuması,
- Mıcır danelerinin ayrılmış olarak tatbik edilmesi,
- Enlemesine, boylamasına ek yerlerinin üst üste bindirilmiş olması,
- Silindirajın çok veya az yapılması,
- Bitümlü malzemeye çok sıcak veya soğuk iken silindiraj yapılması,
- Kaplamanın hemen trafiğe açılması ve trafik hızının kontrol edilmesi, gibi birçok faktörler yapılan kaplamanın vasıfsız olmaları için bir sebep teşkil eder.

1.2.3.3. Sathi Kaplama Uygulamaları

Sathi kaplamalar, ardı ardına bağlayıcı ve agreganın serilip ardından sıkıştırıldığı uygulamalardır. Asfalt emülsiyonu asfalt distribütörü ile yola püskürtülür. Asfalt emülsiyonunun yola püskürtülmesinden sonra mıcır serilir ve silindirle sıkıştırma işlemi gerçekleştirilir. Sathi kaplama 1, 2 veya 3 tabaka halinde uygulanabilir. Bu kaplamalar uygulamadaki kaplama üstüne veya granüller temel üstüne uygulanabilir.

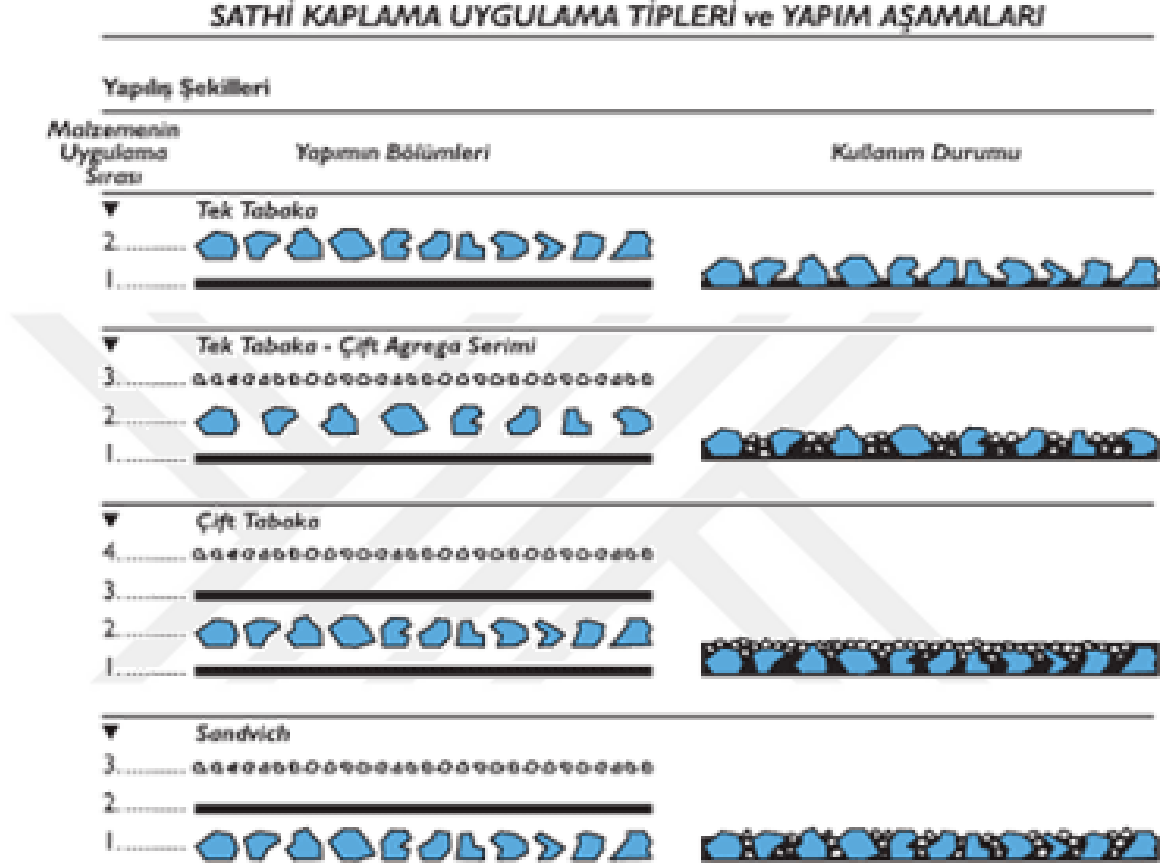


Şekil 1.2. Sathi kaplama yapımı(<http://www.asfaltkaplama.com/sathikaplama.html>)

Sathi kaplamaların, birçok yapım tekniği ve uygulama tipleri vardır. Uygulamalarda çok katlı yapım tekniği kullanıldığı zaman çeşitli avantajlar sağlar,

- ✓ Ardı ardına serilen asfalt emülsiyonu, mıcır ile birbirine yapışacağından, kaplama kalitesini pozitif yönde etkiler.
- ✓ İkinci ve üçüncü tabakalarda kullanılan agreganın çapı küçük olacağından agregalar arasındaki boşluklar dolarak daha pürüzsüz bir yüzey meydana gelir.

- ✓ Kalınlıktaki toplam asfalt dağılımı daha düzgün olacağından farklılıklar giderilir ve geçirimsizlik tam anlamıyla sağlanmış olur.



Şekil 1.3. Sathi kaplama uygulama tipleri ve yapım aşamaları(<http://www.asfaltkaplama.com/sathikaplama.html>)

1.2.4. Kütahya İl Özel İdaresi Yol Ağı

Kütahya İli; Merkez ilçeyle beraber 13 ilçeye, 14 beldeye ve 548 köye sahiptir. 2016 yılı sonu itibariyle Kütahya İl Özel İdaresi yol ağı envanterinde 3693 km 1. Derece yol, 2726 km köy içi yol olmak üzere toplam 6419 km yolla sahiptir.

Çizelge 1.7. 31.12.2014 itibari ile Kütahya ili köy yolu envanteri (MİGM)

	DURUMU	HAM YOL	TESVİYE	STABİLİZE	ASFALT	PARKE TAŞI	BETON	TOPLAM
31.12.2014	1. DERECE	8	356	1265	2064	0	0	3693
	2. DERECE	0	0	0	0	0	0	0
	KÖYİÇİ YOL	0	0	2501	179	47	0	2726
	TOPLAM	8	356	3766	2242	47	0	6419

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Karayollarında sathi kaplama ve bitümlü sıcak karışım yapılması ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bu bölümde yollarda kullanılan kaplama türünün seçilmesinde ekonomik olarak uygun kaplamanın yanı sıra uzun ömürlü olması ve bakım-onarım harcamalarının az olması amaçlanmıştır.

Yurdakul (2006) yaptığı bu çalışmada; trafik güvenliği açısından, köy yollarının mevcut durumu, geometrik tasarımı ve işaretlemesi incelenmiştir. Karayolu yapımı son derece pahalı bir yatırımdır. Yolun yapımına karar verilmesi aşamasından işletilmesine kadar planlamalar titizlikle yapılmalıdır. Ülkemizde köy yollarında en yaygın olarak kullanılan üst yapı modeli sathi asfalt kaplamadır. Ancak yapılan yolların büyük bölümü teorik ömrünün yarısına ulaşmadan özelliğini kaybetmektedir. Bu da her yıl bakım onarım için yüzlerce milyon dolarlık para harcanmasına neden olmaktadır. Köy yolları ile ilgili mevcut uygulamalara bakıldığında, trafik güvenliği ile ilgili hassasiyetlerin minimum düzeyde olduğu görülmektedir. Nüfusunun %40'lara varan oranı kırsal kesimde yaşayan bir ülke için düşük standartlı yollarda, trafik güvenliği kavramının önemsenmediği bir ortamda kaza riskinin yüksekliği doğal bir sonuçtur. Son beş yıl içerisinde köy yollarında meydana gelen kazalardaki %50'lere varan artış bunun somut göstergesidir. Hazırlanan çalışma kapsamında köy yollarında uygulanan yapım tekniği farklı ülkelerle kıyaslaması yapılarak irdelenirken, diğer yandan olaya trafik güvenliği açısından yaklaşmıştır.

Varol (2000) yaptığı çalışmada; modern bilimsel araştırma ve yapım metotlarının katkılarıyla, karayolu yapımında asfalt kullanımı hızla yayılmaktadır. Pek çok mühendislik ve yapım kuruluşlarının sıcak karışımı dizaynmetotlarının kullanımında, projeci ve yapımcı personelin güvenilir mühendislik verilerine gereksinim duydukları anlaşılmıştır. Bu tür gereksinimler göz önünde bulundurularak hazırlanan bu çalışma, modern trafik koşulları ve asfalt kaplamadan en iyi performansın sağlanması gibi hususları dikkate alan sıcak karışım kaplama dizaynı ile ilgili son bilgileri içermektedir. Bitüm dizayn deneylerinin kalite kontrollere uygulanışı anlatılmıştır. Ayrıca

malzemelere ve karışımlara uygulanacak deneylerin yöntemleri ve referansları da özetlenmiştir. Karışım dizaynları ile ilgili hesaplamalar bazı örneklerle verilmiştir. Uygun seçilmiş malzemenin doğru olarak uygulanması araştırılmış, uygulamada karşılaşılan problemler kıyaslanarak anlatılmıştır. Bitümlü sıcak kaplamaların yapılmalarından sonraki karşılaşılan yüzey bozukluklarına uygulanacak yeni yöntemlere yer verilmiştir.

Nun (1997) yaptığı çalışmada; 1980'lerin ortalarından beri İngiltere'de kullanılan tamamen esnek kaldırımların, kaldırım tasarımı yöntemi, gövde karayolu ağının bir bölümünü oluşturan çok çeşitli deneysel kaldırımların performansını göz önüne alarak oluşturulmuştur. Bu yollardan gelen performans eğilimleri, önümüzdeki 20 yıl boyunca öngörülen trafiği taşımak için normalde 20 yıl sonra bir üst yapı biçiminde büyük güçlenmenin uygulandığı aşamalı inşaat temelinde 40 yıllık bir tasarım ömrü sağlamak için ekstrapolasyona tabi tutuldu. Bu yöntem 1984'te geliştirildiğinden, trafik seviyeleri artışlar meydana geldi ve bunun sonucunda yol şebekelerinde trafiğin kesintiye uğraması arttı. Son zamanlarda, çok yoğun olarak ticaret yapılan yerler için 40 yıllık tasarım ömrü düşünme seçeneği, tasarım ömrü boyunca önemli bir yapısal güçlendirme gerektirmeyecek şekilde tanıtıldı. Bu seçenek, tasarım eğrilerini daha ileri derecede hesaplayarak geliştirildi. Bu tasarım eğrileri oluşturulduğundan, en yoğun trafik alan yollar 100 milyon standart aksı aştı ve bu artık ilk açıklamaların doğruluğunu onaylama fırsatı sağladı. Ayrıca, ağır ticaret yapılan yolların performansı ve yolun ömrü boyunca asfaltta meydana gelen değişiklikler hakkında daha fazla bilgi elde edilmiştir. Bu, mevcut tasarım yönteminde varsayıldığı gibi, çatlama veya deformasyon gibi bozulmanın, yüzey kaplamasında, kaldırım yapısında daha derin bulunması ihtimalinin çok daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, incelenen kalın kaldırımların büyük çoğunluğunun, trafiğe kapılmaktan yavaş yavaş zayıflatmak yerine, güçlerini korumuş ya da zamanla daha da güçlendiği bulunmuştur. Bu projenin genel sonucu, bir eşik gücünün üzerine inşa edilen iyi inşa edilmiş bir kaldırımın çok uzun bir yapısal hizmet ömrü olması, ancak yüzeydeki çatlaklar ve çatlaklar şeklinde olan sıkıntının etkilenmeye başlamadan önce ele alınması yolun yapısal bütünlüğü açısından önemlidir.

Asphalt Pavement Alliance kurumu tarafından (2002) yapılan çalışmada; Nem hasar testlerinin geliştirilmesine yönelik yıllar boyunca yapılan çalışmalar bu yazıda özetlenmiştir. Nem hasarı, asfalt teknolojileri için uzun yıllar büyük bir endişe kaynağı olmuştur. 1920'li yıllara kadar sıyırma tarihi bakımından iyi ve kötü performans gösteren karışımları ayırmak için laboratuvar testleri geliştirmeye çalışır. Bir asfalt agrega karışımının nem hasar potansiyelini belirleme testleri iki ana kategoriye ayrılabilir: gevşek karışımlardaki ve sıkıştırılmış karışımlardaki olanlar. Her ikisi de gevşek karışımlar üzerinde yapılan statik daldırma ve kaynatma testi, kaplama endüstrisine sunulan ilk testler arasındaydı. Bunu 1940'ların sonlarında daldırma-sıkıştırma testinin başlatılması izledi. Bu test sıkıştırılmış numuneler üzerinde gerçekleştirildi ve 1950'lerin ortalarında ASTM standardı haline gelen ilk testti. 1960'lı yıllarda yapılan araştırmalar, iklim ve trafikte nem hasarı üzerine önemli etkileri bulunan asfalt kaldırım teknolojisi uzmanlarına önemli farkındalık yarattı. Johnson (1969), Schmidt ve Graf (1972), Jiminez (1974), Lottman (1978) ve Tunncliffe and Root (1982) gibi araştırmacılar tarafından bu faktörlerin önemi vurgulanmıştır. 1993 yılında tamamlanan Stratejik Otoyol Araştırması Programı'nın ürünü olan Superpave sistemi, AASHTO T283'ün standart test yöntemini nem hasarı riskinin belirlenmesi için gerekli test olarak benimser. Bazı ajanslar, laboratuvar sonuçları ile alan gözlemleri arasındaki korelasyon açısından bu testte sorunlar bildirmiştir. Bugün, asfalt döşeme teknologlarına nem hasarının belirlenmesinde oldukça güvenilir ve pratik bir test prosedürü geliştirmede bir sorun olmaya devam etmektedir. Nem hasarı için bir test prosedürünün geliştirilmesi ve kabul edilmesinde önemli bir husus, testin uygulandığı koşullara göre kalibre edilmesi olmalıdır. Bazı testler kalibre edildi ve yerel bazda (bir devletin içindeki bir bölge) uygulandı. Hiçbir test, geniş bir yelpazede koşullar altında başarılı bir şekilde kalibre edilmiş ve uygulanmamıştır. Bunun sebepleri, saha performansı ile korelasyon eksikliği, iyi alan performansı veri tabanları eksikliği ve testlerde değişkenlik ve çalışma zorluğu gibi sorunlar olmuştur.

Tayebali (1994) yaptığı çalışmada; Asfalt-agrega karışımları için hızlandırılmış performansa dayalı testler dizisi, Stratejik Otoyol Araştırması Programı (SHRP) asfalt araştırma faaliyeti Projesi A-003A kapsamında gerçekleştirildi ve kaldırım

performansını önemli ölçüde etkileyen asfalt-agrega etkileşimlerinin analiz edilmesi için yöntemler geliştirildi. Yorulma araştırması kontrollü stresli yükleme modlarında çok sayıda umut verici test sistemi değerlendirildi. Bu yazının spesifik amaçları, asfalt agregası karışımlarının yorulma tepkisi üzerindeki yük modu dahil olmak üzere karışım ve test değişken etkilerini araştırmaktır. Bildirilen analizlerin dayandığı laboratuvar test programının kısa bir tanımına takiben, çeşitli karışım özelliklerinin yorulma ömrü üzerindeki etkilerini inceledi.

Sousa (1994) yaptığı çalışmada; Stratejik Otoyol araştırması Programı (SHRP) Asfalt Araştırma Programı'nın bir parçası olarak asfalt beton karışımlarının kalıcı deformasyonu ile ilgili yapılan araştırmayı tanımlanmaktadır. Rapor, üç kısma ayrılmış olarak şunları ele alıyor: kalıcı deformasyon tepkisini ölçmek için hızlandırılmış performans testleri dizisinin geliştirilmesi ve bunu tanımlamak için kurucu bir ilişki; SHRP bağlayıcı şartnamelerinde bulunan bağlayıcı özelliklerinin geçerliliği ve bir asfalt beton karışım tasarımı ve analiz sisteminde test metodolojisinin kullanılması.

Barker (1975) yaptığı çalışmada; Üç tip esnek döşeme için klasik, bitümlü beton ve kimyasal olarak stabilize edilmiş bir tasarım prosedürü sunulmuştur. Bunlar şu anda inşa edilen hemen hemen tüm esnek kaldırımları temsil etmektedir. Tasarımlar analitik olarak belirlenen gerilim değerlerine ve deneysel ve laboratuvarla belirlenen malzeme yorulma dayanımlarına dayanır. Dolayısıyla, prosedür, farklı kaplama malzemelerinin özelliklerinde olası değişimleri akılcı bir şekilde ele alabilir. Kümülatif hasar konseptinin uyarlanması, sıcaklık değişimleri ve donma-çözülme döngülerinden kaynaklanan alt tabaka mukavemetine bağlı olarak bitümlü maddelerdeki sıklık değişimlerinin değerlendirilmesine izin verir.

Şen (2003) yaptığı çalışmada; Cumhuriyet döneminde yol yapımıyla ilgili olarak ilk kez 19 Ocak 1925 yılında Mükellefiyeti Bedeniye kanunu çıkarılmış ve halk yol yapım işlerinde mükellef kılınmıştır. Buna göre insanlar ya nakdi olarak ya da ayni olarak yol yapım işlerinde bulunmak zorundaydılar. Bu sistemde yollar üçsınıfa ayrılmış ve il yolları il özel idarelerine, devlet yolları genel bütçeye, köy yolları ise köylülerin beden

gücüne finanse edilmiştir. İlk kez 1929 yılında anayollara asfalt yol yapma uygulamasına geçilmiştir. Bayındırlık Bakanlığı, 1929 yılında asfalt yol tetkikleri için Avrupa'ya, özellikle İtalya ve Fransa'ya bir heyet göndermiştir. Milli savunma, ekonomi ve turizm için önemli olan yollara öncelik verilerek hazırlanan 175 milyon lira finans gerektiren yol programının uygulanmasına 1938'de başlanmıştır. II. Dünya Savaşı, yol yapım faaliyetlerini olumsuz etkilemiştir. Çok sayıda insanın askere alınması, askere alınanların da uzun süre askerlik yapmaları, ulaşım araçlarının askerlikle ilgili işlerde kullanılması, parasal kaynakların yetersizliği ülkenin yöneticilerini bir hayli zorlamışsa da askeri başarı ve etkin millî savunmanın temelinde iyi bir ulaştırma sisteminin olması gerektiği anlayışı ile yol yapım faaliyeti sürdürülmüştür.

Tunç (2001) yaptığı çalışmada; Alttemel tabakasının; don kabarması, şişme ve büzülme gibi hacim değişimlerine karşı koymak, kaplama altında gerekli drenajı sağlamak, kaplamanın taşıma gücünü arttırmak gibi görevleri olduğunu söylemiştir. Alttemel tabakası üstteki tabakalara nazaran daha az gerilmelere maruz kaldığından daha düşük kaliteli fakat yeraltı suyunu uzaklaştırma yeteneği yüksek ve yeterince kararlı olan granüller malzemeler kullanılması gerektiğini belirtmiştir..

Zoorob (2000) yaptığı çalışmada; Geri dönüştürülmüş plastikler agregaya yerine (plastiphalt) içeren sürekli dereceli asfaltik beton karışımlarının laboratuvar tasarımının ele almıştır. Esas itibarıyla pellet biçiminde düşük yoğunluklu polietilenden (LDPE) oluşan geri dönüştürülmüş atık plastikler, eşit hacimde (yani 5.00-2.36 mm) mineral agregatlarının bir kısmını değiştirmek için (hacim olarak) yoğun dereceli bitümlü karışımlarda kullanılmıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, aynı hava-boşluk içeriğindeki sıkıştırılmış Plastiphalt karışımının geleneksel kontrol karışımınınkinden daha düşük bir yoğunluğuna sahip olduğunu göstermektedir. LDPE ile hacme göre % 30 agregaya değişimi, hacimce sıkıştırılmış karışım yoğunluğunun % 16 oranında azalmasına neden olur. Yoğunluktaki bu azalma nakliye maliyetleri bakımından avantajlıdır. LDPE kısmi agregaya değişimi ayrıca Marshall stabilitesi (mukavemet) değerinde % 250' lik bir artışa ve Marshall değerinde bir artışa (deformasyon direnci)

neden olur. 60 °C' lik 1 saatlik yüklemenden sonra Plastifalt karışımının sürünme sertliğinin değeri, kontrol karışımına göre biraz daha düşük bulunmuştur. Bununla birlikte Plastifalt 1 saatlik boşaltma süresinin ardından kontrol karışımında % 0.6' ya kıyasla % 14' lük bir iyileşme sağlar. Plastifalt sıkıştırılmış karışımının dolaylı gerilme direnci modülü (ITSM) değerleri kontrol karışımının indirekt gerilme direnci (ITSM) değerlerinden düşük bulunurken, statik dolaylı gerilme direnci (ITS) değerleri daha yüksek bulundu. Bu çalışmada, Plastiphalt' ın gelecekteki geri dönüşüm kabiliyeti de araştırılmıştır.

Newcomb (2001) yaptığı çalışmada; Uzun ömürlü sıcak karışımlı asfalt döşeme yapımı, Birleşik Devletler' de birkaç on yıl boyunca uygulanmıştır. Tam derinlikte (alt katın üzerindeki tüm katmanlar için kullanılan asfalt katmanları) ve derin mukavemet (alt katın üzerindeki minimum agreg a taban üzerinde asfalt yüzeyi ve asfalt tabanı) kaldırımlar başlangıçta 20 yıllık ömür beklentileri için tasarlanmıştır. Bu tasarımların en önemli avantajlarından biri, toplam asfaltın kalın agreg a bazları üzerindeki geleneksel tasarımlarına kıyasla, toplam kaldırım kesitlerinin daha ince olmasıydı. Bu tam derinlikte ve derinlemesine kaldırımlar tasarım ömrünün ötesinde gerçekleştirildiğinde, büyük çoğunluk yalnızca ince bir kaplama veya öğütme yeri ve kaplama gibi yüzey restorasyonu gerektiriyordu. Sadece yüzeyin değiştirilmesi uygulaması inşaat hızı (kullanıcı gecikme maliyetleri) ve inşaat maliyetleri açısından bir dizi rehabilitasyon avantajı sunmaktadır. Günümüzün zorluğu, uzun ömürlü bir asfalt destek yapısı üzerinde daha uzun bir yüzey ömrü elde etmektedir. Malzeme seçimi, karışım tasarımı, performans testi ve döşeme tasarımı konusundaki yakın zamandaki çabalar, asfalt döşeme yapılarından (50 yıldan fazla) çok uzun vadeli performans elde etmek için kullanılabilirken, periyodik olarak (her 20 yılda bir) yüzeyin yerini almak için kullanılabilcek bir metodoloji sunmaktadır (en üst 25 ila 100 mm) kaldırım alanına sahiptir. Bu kavram Avrupa' da kullanım için önerilmiş ve Birleşik Devletlerde hızla kabul görmeye başlamıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada mevcut sathi kaplama asfalt liperlenerek yerine 15 cm sıkışmış kalınlıkta PMT (Plent-miks temel) ve bunun üzerine 8 cm sıkışmış kalınlıkta binder tabakası uygulanmıştır.

Sathi kaplama her ne kadar ucuz ve hızlı bir yol kaplama türü olsa da; sürüş konforunun düşük olması, sürtünme direncinin yüksek olması, sık aralıklarla yenilenmesi, taşıma gücünün az olması ve bakım onarım masraflarının fazla olması gibi sebeplerle BSK' lı bir yola göre daha az tercih edilmesi gereken bir kaplama türüdür.

3.1. Materyal

Bu bölümde bitümlü bağlayıcılar, bitümlü bağlayıcılara uygulanan deneyler ve bitümlü sıcak karışım hakkında genel bilgiler verilecektir.

3.1.1. Bitümlü Bağlayıcılar

Bitüm; Karbondisülfid (C_2S) içerisinde tamamen çözünen ve hidrokarbonlardan oluşan katı, yarı katı ve likit halde bulunan doğal kökenli maddelerdir. Bitüm yüzdesi asfalt betonu karışımlarında, kaplamanın uzun süre kullanışlı olması ve asfalt betonunun fiziksel özellikleri açısından önemlidir. Olması gerekenden az kullanılan bitüm asfalt kaplamada durabiliteyi düşürmekte iken gereğinden fazla kullanılan bitüm ise stabilite problemlerine yol açmaktadır (Al 1996).

Asfalt kaplamalı yollarda kaplama kalınlıklarını katmanlara ayırarak (bitümlü temel, binder, aşınma gibi) deformasyonlar hesaplanmalı ve oluşacak toplam deformasyon miktarı hesaba katılmalıdır. Bitümlü sıcak karışımın stabilitesi karışık olup, belli bir değerle ifade etmek mümkün değildir. Ancak bazı deneyler (Marshall, Hveem, vb) ile rölatif bir denge değeri tayin edilebilmektedir (Varol 2000).

TS 3720'e göre Marshall stabilitesi ve akma deneyi farklı tipte bağlayıcı bulunan sıkıştırılmış silindirik numunelere uygulanır. Bu numuneler yaklaşık 30-40 dakikaya kadar ortalama 60°C' deki suda bekletildikten sonra, basınç dayanımı 51mm/dak. olan çelik yükleme plakaları kullanılarak yapılan bir deneydir. Akma değeri (mm) maksimum kuvvet, stabilite değeri (kN) ise yükleme süresince maksimum kuvvette kaydedilmiş deformasyondur. İdeal bağlayıcı oranını bulmak için; asfalt karışımındaki %4 hava boşluğu, maksimum stabilite, maksimum hacim özgül ağırlığı ve bağlayıcı malzeme ile dolu agrega karışımındaki yaklaşık %80 boşluğa tekabül eden bağlayıcının içerdiği değerler kullanılabilir (ASTMD 1559).

Marshall oranı (MQ) (kN/mm); stabilitenin (kN), akmaya (mm) oranıdır. Belirli test şartlarında yükün deformasyona oranına yakın bir değerini belirleyerek sunum sırasında meydana gelecek kalıcı deformasyona karşı, malzemenin direncinin bir ölçüsüdür (Zoorob 2000).

Çizelge 3.1. Bitümün kimyasal kompozisyonu

Element	Kütle Yoğunluk Yüzdesi
Karbon	82-88
Hidrojen	8-11
Sülfür	0-6
Oksijen	0-1,5
Nitrojen	0-1

3.1.1.1. Asfalt

Siyahıtan koyu kahverengiye kadar farklılık gösteren, bağlayıcılığı kuvvetli olan, kıvamlılık açısından sıvı, yarı-katı yada katı halde bulunabilen, saf durumda bulunduğu gibi ham petrolün arıtılmasıyla elde edilen ve belli hidrokarbonlardan meydana gelen maddedir. Doğal ve yapay bileşenleri bulunur. Doğal asfalt genelde mineral maddeyle karışmış halde bulunur ve kullanıma hazır hale getirmek için birtakım aşamalardan geçmesi gerekir. Kaya asfaltı ve Göl asfaltı örnek olarak verilebilir. Yapay asfalt ise ham petrolün arıtılmasıyla elde edilir. Damıtma kulelerinde kolay uçucu maddeler üst kesimden çıkarlar ve soğutucularda yoğunlaştırılarak ayrılırlar. Hafif, orta ve ağır ürünler olarak sınıflandırıldığı ve ayrıldığı zaman kule dibinde biriken kalıntı maddeler de genel itibariyle asfaltı oluşturur.

3.1.1.2. Katran

Katran, odun veya kömürün kapalı bir mekanizma içinde özel işlemlere tabi tutularak damıtılmasından elde edilen bir üründür. Bu şekilde elde edilen katran ham katrandır. Genellikle katran, arıtdıktan sonra kullanılır ham olarak kullanılmaz. Bağlayıcı olarak yol kaplamalarında kullanılan katranın kömür menşeli olması tercih edilir. RT sembolü ile belirtilen yol yapımında kullanılan katranlar kıvamlarına göre RT-1, RT-2, . . . RT-12 ve RTCB-5, RTCB-6 olarak 14 kategoriye ayrılır. Numara arttıkça kıvam da artar.

3.1.2. Bitümlü Bağlayıcılara Uygulanan Deneyler

Bitümlü bağlayıcılara uygulanan deneyler, bağlayıcının teknik şartnamelerde belirtilen kaidelere elverişli olup olmadığının belirlenmesi için yapılır.

3.1.2.1. Penetrasyon (TS 118)

Bitümlü bağlayıcıların kıvamlılığı, penetrasyon deneyi ile tespit edilir. Bu deneyde 100 gramlık standart bir iğnenin 5 sn süre ile 25° C deki asfalt örneğine batma miktarı

ölçülmektedir. Her 0,1 mm batma miktarı 1 penetrasyon olmak üzere toplam batma miktarı ölçülerek asfaltın penetrasyon değeri saptanır. Bu deney ile asfaltın kıvamlılığı yani katılığı saptandığı gibi katı asfaltın sınıfı belirlenmektedir. Genel olarak;

- Penetrasyon arttıkça adezyon artar
- Penetrasyon arttıkça viskozluk ve katılık azalır.

Çizelge 3.2. Geçerlilik için penetrasyon değerleri arasındaki maksimum farklar

0.1 mm Olan Penetrasyonlar	≤ 49	50-149	150-249	≥ 250
En Düşük ve En Yüksek Penetrasyon Farkı	2	4	6	8



Şekil 3.1. Penetrasyon deney düzeneği

3.1.2.2. Yumuşama Noktası Deneyi

Sıcaklık karşısında bitümlü bağlayıcıların tutumları farklılık göstermektedir. Bitümlü maddelerin yumuşaması belirli bir sıcaklıkta gerçekleşmez. 25 derece ısıda benzer penetrasyona sahip 2 bitümlü bağlayıcı değişik ısıda farklı özellikler gösterebilir. Bu hareketleri kontrol etmek için halka veya bilye yöntemi kullanılmaktadır.

Bitüm numunesi ısıtılarak akıcı hale getirilir. İçinde hava kabarcığı kalmayacak kadar karıştırılır. Pirinç levha üstüne yapışmayı engelleyen vazelin gibi bir madde sürüldükten sonra pirinçten yapılmış standart halkalar levha üzerine konur. Numune halka içine dökülür ve üst seviyeyi geçecek şekilde doldurulur. Numune 1 saat süreyle soğutulur ve taşan numune kesimleri spatula ile düzeltilir.



Şekil 3.2. Halka içinde hazırlanmış olan deney numuneleri

Yumuşama noktası 80 derece veya daha düşük olan maddelerde deney yapılırken deney düzeneği yardımı ile düzenekte bulunan cam kaba 8,25 cm. yükseklikte 5 derecede saf su koyulur. İçinde örnek bulunan halka su içine daldırılır. Halkanın alt kısmı camın dibinden 2,54 cm. yukarıda, üst yüzünden 5,08 cm. aşağıda kalacak şekilde ayarlanır. Bilye halka üzerine ve numune ortasına yerleştirilir. Suyun ısısı dakikada 5 derece artacak biçimde beher ısıtılmaya başlanır. Deneyin ilk 3 dakikasından sonra bu yükselme hızı 0,5 derece olmalıdır. Halka ortamındaki bitümlü bağlayıcının camın dibine değdiği anda okunan ısı değeri yumuşama noktası değeridir. Bu deney iki örnek için yapılır, sonuçların ortalaması alınır.



Şekil 3.3. Yumuşama noktası için halka tutucu deney düzeneği

Yumuşama noktası 80 derece ve daha yüksek olan bitümlü numuneler için su yerine gliserin kullanılır. Deneyin başlangıç sıcaklığı yaklaşık 30 derece olmalıdır. Yumuşama noktası 150 dereceden daha yüksek olan numuneler için silikon esaslı yağ kullanılır. Deneyin başlangıç sıcaklığı ise 100 derece dolaylarında olmalıdır.

3.1.2.3. Viskozite Deneyi

Petrol türü ürünlerin ve yağların yoğunluğunu tespit etmek için yapılmaktadır. Bitümlü bir bağlayıcının viskozite değeri arttıkça yoğunluğu da artmakta yani katı hale geçmektedir.

Viskozite değeri belirli bir tüp içine konan bitüm numunesinin tayin edilen deney sıcaklığına kadar ısıtıldıktan sonra 60 santimetreküp hacmindeki kabı doldurması için geçen zamanın saniye türünden değeridir.

Viskozite deneyinde furol delikli t p kullanılıyorsa Saybolt Furol, standart t p olarak  niversal delikli t p kullanılıyorsa da Saybolt  niversal viskozitesi adını alır. Üniversal viskozite Furol viskozitenin yaklaşık on katıdır.

Akma zamanı 32 saniyeden fazla olan yağlar ve damıtılmış petrol ürünlerinin viskozitesi Saybolt  niversal ile tespit edilir. Saybolt furol viskozitesi ise akma zamanı 25 saniyeden fazla olan fuel-oil ve benzeri destilasyon ürünlerine uygulanır. Deney sırasında viskozimetre cihazı hava akımlarının etkisinde kalmamalı ve deney numunesi toz ve buhardan etkilenmemelidir.

Deneye başlanmadan önce numunenin konduğu tüpler temizlenmelidir. Tüpün alt deliğine hava sızdırmayacak şekilde mantar tıpa takılır. Deney numunesi tüplere konmadan önce 149 mikronluk elekten s z d r l r. Numune, t p içine alındıktan sonra bir dakika karıştırılır, termometre ile de sıcaklığı kontrol edilir. Karıştırma sırasında sıcaklık değişmiyor ise termometre ve cam baget numuneden çıkarılır. Toplama kabı deney tüpünün altına yerleştirilir. Numune tüpü altındaki mantar tıpa çekilip kronometre çalıştırılır. Numune miktarı, toplama kabı üstündeki işaret çizgisine geldiği 30 anda kronometre durdurulur. Bu ana kadar geçen zaman saniye cinsinden viskozite değeri olarak kaydedilir.



Şekil 3.4. Viskozite deney düzeneği

3.1.2.4. Parlama ve Yanma Noktası Deneyi

Petrol ürünlerinin yanma ve parlama derecesinin bilinmesi bilhassa uygulama sırasında oluşabilecek tehlikelerin önüne geçmesi açısından oldukça önemlidir.

Deney cihazı olarak Cleveland açık kap deney düzeneği kullanılır. Deney cihazı, hava akımı olmayan, yatay ve sabit bir yüzey üzerine yerleştirilir. Deney sırasında parlama noktası tespiti için deney yerinin fazla ışık almaması gerekir. Deney kabı kullanılmadan önce iyice temizlenir. Termometre, numune kabı tabanından 6,35 mm. yukarıda ve numune kabının yarıçapının ortasına dikey gelecek şekilde yerleştirilir.

Deney yapılacak bitümlü malzeme çalışma sıcaklığına kadar ısıtıldıktan sonra (yaklaşık 140-160 derece) deney kabına yüzeyinde hava kabarcığı kalmayacak şekilde doldurulur. Numune sıcaklığı başlangıçta dakikada 14-17 derece arttırılır. Parlama noktasına yaklaşıldığı anlarda sıcaklık arttırma hızı dakikada 5-6 derece olacak şekilde düşürülür. Beklenen parlama noktasına 28 derece önceden başlanarak sıcaklığın her 3 derece yükselmesinde numune üzerinden deney alevi geçirilir. Deney alevinin çapı yaklaşık 4 mm. olmalıdır. Deney alevi kabın üzerinden yaklaşık 1 saniye içinde geçirilmelidir.

Numune yüzeyinde rastgele bir noktada alev almaya başladığı an termometrede okunan sıcaklık değeri parlama noktası olarak kayıt edilir. Tatbik edilen kıvılcım sonucu numune yüzeyinde 5 saniyeden fazla bir tutuşma meydana geldiği anda ise termometrede gözüken sıcaklık değeri yanma noktası olarak kayıt edilir.



Şekil 3.5. Cleveland açık kap cihazı

Deney yapılan yerde atmosfer basıncı 95,3 kPa değerinden küçük ise sonuçlara düzeltme değeri eklenmelidir. Aynı kişi tarafından aynı deney cihazı ile yapılan iki deney sonucu arasındaki fark 8 dereceden fazla olmamalıdır. İki aynı laboratuvarında elde edilen deney sonucu arasındaki fark ise 6 dereceden fazla olmamalıdır.

Çizelge 3.3. Parlama noktası için basınç düzeltme değerleri

Atmosfer Basıncı (kPa)	Düzeltilme Miktarı (° C)
95,3-88,7	2
88,6-81,3	4
81,2-73,3	6

3.1.2.5. Dönel İnce Film Halinde Isıtma Deneyi (RTFOT)

Bitümlü bağlayıcılarda; plentte agregayla karıştırılması, depolanması, taşınması, uygulama süresi boyunca yükseltgenmesi ve uçucu madde kaybı olması gibi çeşitli sebeplerden dolayı yapısal sertleşmeler oluşmaktadır. Bağlayıcılarda oluşan toplam yaşlanmanın çok büyük bir kısmı, agregayla plentte karıştırma anında kısa bir zaman dilimi içerisinde meydana geldiği belirlenmiştir. Bağlayıcılarda kısa bir zaman diliminde oluşan bu yaşlanmayı laboratuvar ortamına uyarlamak için birçok yöntem geliştirilmiş olup en çok kabul göreni, dönel ince film halinde ısıtma deneyi (RTFOT) olmuştur. Bu metot da, asfaltın hazırlandığı tesislerde bitümlü bağlayıcının karıştırma esnasında karşı karşıya kaldığı sertleşmeyi belirlemek için, ince bir film halinde hareket eden bitümlü bağlayıcıların veya bitümlerin üzerinde, havanın ve sıcaklığın bütünleyici etkisi değerlendirilmektedir. Isıtma sonucu bağlayıcılarda oluşan uçucu madde kaybı belirlenmekte ayrıca hava ve sıcaklığın tesiriyle bitümlü malzemelerin fiziksel özelliklerindeki değişim tespit edilmektedir. TS EN 12607-1’de tarif edilen bu deney, 163°C sıcaklığa erişmiş etüve yerleştirilen 8 adet şişe kullanılarak yapılmaktadır.



Şekil 3.6. Dönel ince film halinde ısıtma deney aleti

Etüv 163 derece deney sıcaklığına ayarlandıktan sonra hazırlanmış 2 adet numune cihaz içindeki rafa yerleştirilir. Döner raf dakikada 5-6 devirlik hızla döndürülür. Deney süresi, numunenin etüve yerleştirilmesinden sonra sıcaklık 162 dereceye ulaştığı anda başlar. Bu andan itibaren numune etüvde 5 saat süre ile 163 derecede bekletilir. Numune kabının etüvde bekleme süresi hiçbir zaman 15 dakikayı aşmamalıdır. Süre bitiminde numuneler etüvden çıkarılır ve oda sıcaklığında soğutulup tartılır. Ağırlık kaybının, ilk ağırlığa oranı yüzde değeri olarak ısıtma kaybını verir.

Numunenin, deney sonrasında penetrasyonu bulunarak orijinal penetrasyona oranlanır. Oranlanan orijinal penetrasyona göre yüzdesi tespit edilir. Aynı şekilde numunenin ısı kaybından sonraki düktilitesi de tespit edilir.

3.1.2.6. Özgül Ağırlık Deneyi

Bitümlü maddelerin özgül ağırlığı, 25 derecede hacmi belli olan bitüm numunesinin aynı hacim ve sıcaklıktaki suyun ağırlığına bölünmesiyle elde edilen değerdir.

Yüksek viskoziteye sahip olan sıvı ve yan-katı bağlayıcılar ile asfalt emülsiyonlarının özgül ağırlık tayininde piknometre yöntemi uygulanır.



Şekil 3.7. Bağlayıcı özgül ağırlığının piknometre ile tespiti

Piknometre temizlenip kurutulduktan sonra hassas terazide tartılır. Daha sonra piknometreye saf su konur ve kapağı kapatıldıktan sonra 25 derece su banyosunda en az 40 dakika bekletilir. Taşan su varsa temiz bir bezle temizlenip, tartım yapılır. Özgül ağırlık tayini yapılacak bitüm numunesinden piknometrenin yarısını dolduracak miktarda alınır. Isıtılarak akıcı hale getirilen numune, kabın üst kısımlarına bulaştırmadan ve hava kabarcığı oluşturmaktan dikkatlice piknometreye dökülür. Yarısına kadar bitüm numunesi ile doldurulan piknometre oda sıcaklığına kadar soğutulur. Kapağı ile birlikte tartılır. Tartılan numuneye su ilave edilerek kapağı kapatılır ve 25 derece su banyosunda 40 dakika bekletildikten sonra tekrar tartılır.

$$\text{Özgöl Ağırlık} = \frac{(C-A)}{(B-A)-(D-C)}$$

A: Piknometre ağırlığı (gram)

B: Piknometrenin saf su ile dolu ağırlığı (gram)

C: Yarısına kadar numune doldurulan piknometre ağırlığı (gram)

D: Numuneye su ilave edilmesinden sonraki ağırlık (gram)

Bağlayıcılar ile ilgili deneylerin bilinmesiyle yol üst yapılarında kullanılan asfalt çimentolarının seçimi arasında doğrudan ve önemli ilişkiler mevcuttur. Nitekim karışım içerisindeki bağlayıcının değer ve özelliklerinin bilinmesi, üstyapı tipinin seçimi ve üst yapıda gözlenmek istenen performans değerleri üzerinde etki yaratacaktır.

Bu bağlamda özetlenebilecek olan temel bağlayıcı kriterlerinin incelenip, üst yapı veya hangi amaç için uygun değerler arasında kaldığı tespit edilip, bu esaslar doğrultusunda hangi bağlayıcının kullanılması gerektiği ortaya koyulmalıdır.

Nitekim şu anda da ülkemizde kullanılan ve çeşitli bitüm sınıfları için değer aralıkları veren ve Karayolları Teknik Şartnamesi ile garanti altına alınan asfalt çimentosu özellik ve değerleri mevcuttur.

3.1.3. Bitümlü Sıcak Karışım (BSK)

Bitümlü sıcak karışım (BSK); iyi performans, durabilite, stabilite, suya karşı dayanım ve sürüş konforu sağlaması açısından yol üst kaplamalarında sıklıkla kullanılan bir çeşit kaplama türüdür (Kök vd 2012).

Plent-miks temel üzerine yapılan bitümlü sıcak karışımın avantajları;

- Hava koşullarının etkisiyle ve trafik altında sathi kaplamaya göre daha dayanıklıdır.
- Taşıtlardan gelen statik ve dinamik (hareketli) yüklerin neden olduğu kesme kuvvetleri ve deformasyonlara karşı gösterdiği direnç yüksektir.
- Kaplama içine doğru veya içinden hava ve su geçişine karşı sathi kaplamaya göre daha geçirimsizdir.

3.1.3.1. Uzun Ömürlü Esnek Üstyapılar ve Kısımları

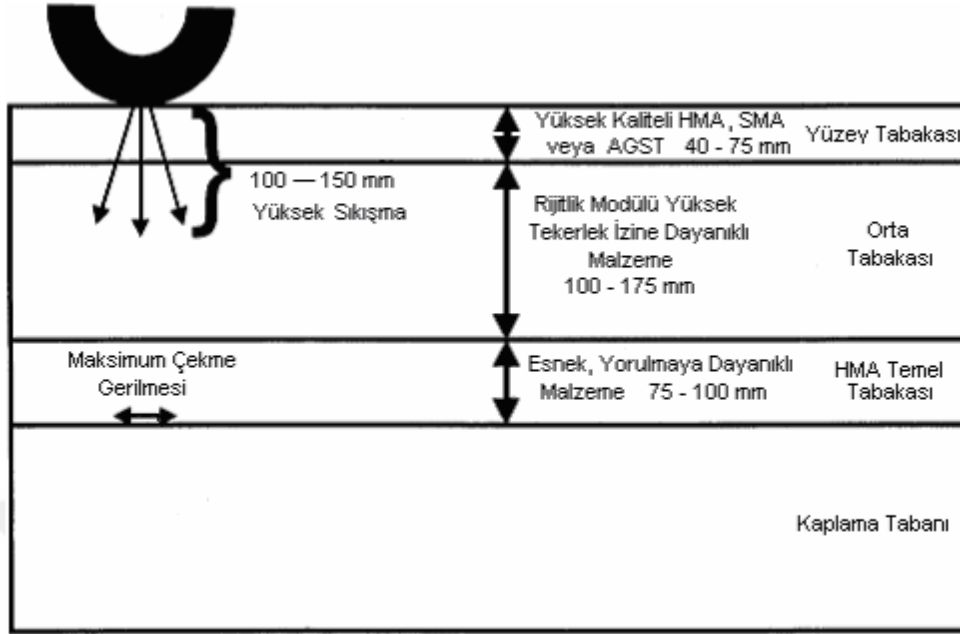
Üstyapı ömrünün uzun olması için tabaka kalınlıklarını yükseltmenin yanında malzeme özelliklerini de dikkate alarak fiziki şartlara göre tasarım yapılması gerekmektedir. Amerika'nın Minnesota, Illinois, Washington ve Kentucky gibi şehirlerde ve ayrıca İngiltere'de 1980'lerden itibaren mekanik tekniklerle üstyapı dizaynı uygulanmaya başlanmıştır. Uzun yıllar kullanışlı üstyapıların tasarımında mekanik tasarım yönteminde fizik kuralları kullanılarak üstyapının, yükleme ve iklim koşullarına karşı davranışları belirlenmektedir. Mekanik-ampirik dizayn yönteminde, mekanik metotla belirlenen malzemelerin özellikleri kabul görmüş formüller kullanılarak uygunluk kontrolü yapılmaktadır. Üstyapının tasarımıyla ilgili olarak önemli noktalardan biri, tabaka kalınlıklarını ve doğru malzemeyi seçerek hasar oluşumuna veya bozulma riskinin oluşmasına izin vermeyecek şekilde tasarım yapabilmektir. Üstyapıların servis performanslarını azaltarak zamanla oluşan başlıca bozulmalar; kalıcı deformasyonlar (tekerlek izi), yorulma ve termal çatlaklardır. Bu yöntemlerin kullanılması ile üstyapıların yüzey tabakalarında tekerlek izlerinin oluşmasına engel olacak yeterli derecede sertliğe, yeterli üstyapı kalınlığına ve kaplama tabakası altında oluşan yorulma çatlaklarının oluşmasını önlemek için alt tabakalarda yeterli ölçüde esneklik sağlanmaktadır (Newcomb 2001).

Yukarıda açıklanan yöntemlerin kullanılması ve standartlara göre yapılmasıyla tekrar yapım ve bakım onarım giderleri de minimum seviyeye düşürülmekte ve bunun yanında trafik akışı da en az düzeyde engellenmektedir. Bu konular, özellikle trafik hacmi yüksek olan yollarda ve büyük havaalanlarına yolculuk yapanların, seyahatlerinin gecikmesinden dolayı oluşan maddi kayıpların en aza indirgenmesi açısından öneme sahiptir.

Üst yapının uzun ömürlü olmasını sağlayan temel yapı, üstyapıda meydana gelen bozulmalar ve bu bozulmalar sonucunda oluşan maliyeti yüksek yeniden yapımlara engel teşkil edecek şekilde, mevcut temel üzerine serilmiş optimum kalınlıkta üstyapı katmanlarıdır. Yapısı gereği üstyapı, temel malzemesinde veya temel zemininde deformasyonların oluşmasına imkan vermeyecek şekilde yeterli kalınlıkta ve sertlikte

olmalıdır. Üstyapıdaki tabakaların kendine özgü çalışmalarına göre dizaynının yapılabilmesi için, bu katmanların birbirinden değişik çözümlemesine izin veren yapısal tasarım metotlarının kullanılması gereklidir. Günümüzde kullanılan kaplama metotları veizlenecek yolların çoğunda asfalt üstyapısı katmanları birbirinden bağımsız değerlendirilmemektedir. Bunun yerine, asfalt katmanların tamamı 1993 yılında yürürlüğe giren (AASHTO) Kaplama Dizayn Yönetmeliği'ndeki asfalt tabakaların katsayısı gibi kaplama da kullanılan etkenler hesaba katılmalıdır. Bu katmanların katsayıları, AASHTO Yol Testinden elde edilmekte ve hizmet özelliği bakımından tüm asfalt kaplamasının performansına ilişkin malzeme davranışlarını anlatmaktadır. Bu katsayılar yorulma deformasyonu, tekerlek izi oluşumları ve sıcaklık çatlamları ile asfalt kaplamasının yük taşıma özelliğinin açıklanmasında yeterli derecede etkiye sahip değildir. Bu yüzden, üstyapının tasarımında yeni yöntem olarak mekanistik-ampirik yöntem gereksinim duyulmaktadır (Newcomb 2001).

Kaplamaların uzun ömürlü olması; performans testleri, karışım dizaynı, ilgili malzeme seçimi ve üstyapı tasarımındaki işüreçler bir yöntem ile sunulmuştur. Bu yöntem, muntazam olarak (takribiolarak 20 senede bir) yüzey katmanı yenilenen esnek üstyapı katmanlarının uzun süreli (50 seneden fazla) performansını tayin etmekte kullanılmaktadır. Yıllarca kullanılacak üstyapı dizaynı Nunn ve takımı (1997) tarafından İngiltere Ulaşım Araştırma Laboratuvarında tasarımı yapılmış, Von Quintus (2000) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda da son halini almıştır. Dayanıklılığın yıllarca sürmesi için inşa edilen üstyapı da bulunan katmanlar; aşınma dayanımı sağlayan yüzey katmanı, tekerlek izi oluşmasını engelleyen orta katman ve yorulma çatlaklarına karşı dayanım sağlayan temel katmanı Şekil 3.9. 'da verilmiştir (APA 2002).



Şekil 3.8. Uzun ömürlü üstyapı tabakaları (APA 2002).

Herhangi bir yapının tasarımında olduğu gibi, yol üst yapısının tasarımında da kabul ve hesaplar büyük rol oynamaktadır. KGM’de, tabakaların kalınlıklarını belirlemede Üstyapı Projelendirme Rehberi kullanılmakta olup; her yol güzergahı için, trafik akımına ve zeminini tiplerine bağlı olarak, ayrı hesaplanmaktadır. Karayolları Genel Müdürlüğüne ağır taşıt trafiğine bağlı olarak kullanılan tabaka kalınlıkları ve cinsleri Çizelge 3.4.’de gösterilmiştir:

Çizelge 3.4. Karayolları genel müdürlüğünce kullanılan tip enkesitler çizelgesi

Enkesit Tipi	YOG Ağır Taşıt Trafiği	Tabaka Cinsi	Ort. Kalınlık (cm)
I	0-50	Tip I Sathi Kaplama	–
		Kırmataş Temel	15
		Alttemel	30
II	50-250	Tip I + Tip II S.K.	–
		Kırmataş Temel	20
		Alttemel	30
III	250-500	Aşınma	5
		Binder	8
		PMT	15
		Alttemel	30
IV	500-1500	Aşınma	5
		Binder	6
		Bitümlü Temel	9
		PMT	20
		Alttemel	30
V	1500-3000	Aşınma	5
		Binder	7
		Bitümlü Temel	10
		PMT	20
		Alttemel	30

Çizelge 3.5.’ de, Devlet Yollarında ağır taşıtların oluşturduğu trafik dağılımları ve ağ uzunlukları verilmektedir (2002 Yılı).

Çizelge 3.5. Devlet yollarında trafik dağılımı (2002)

Trafik Grubu (YOG Ağır Taşıt Trafığı)	Yol Uzunluğu (km)	YOG Ağırlıklı Ortalama
< 251	6248	140
251-500	5045	371
501-1000	7342	709
1001-1500	3615	1247
1501-3000	5455	2108
3001-5000	2147	3706
5001-6500	559	5783
6501-10000	489	7730
10001-15000	94	11306
15001-20000	35	16029
20000>	4	23231
	31033 km	

Üstyapının proje ömrünü tamamlayabilmesi için kullanılan malzemenin ve tabaka kalınlıklarının kullanıma uygun olması gereklidir. Uzun Ömürlü üstyapılar; elverişli üstyapı tabanı, bitümlü sıcak karışım temel tabakası, orta (binder) tabakası ve yüzey (aşınma) katmanlarından oluşur.

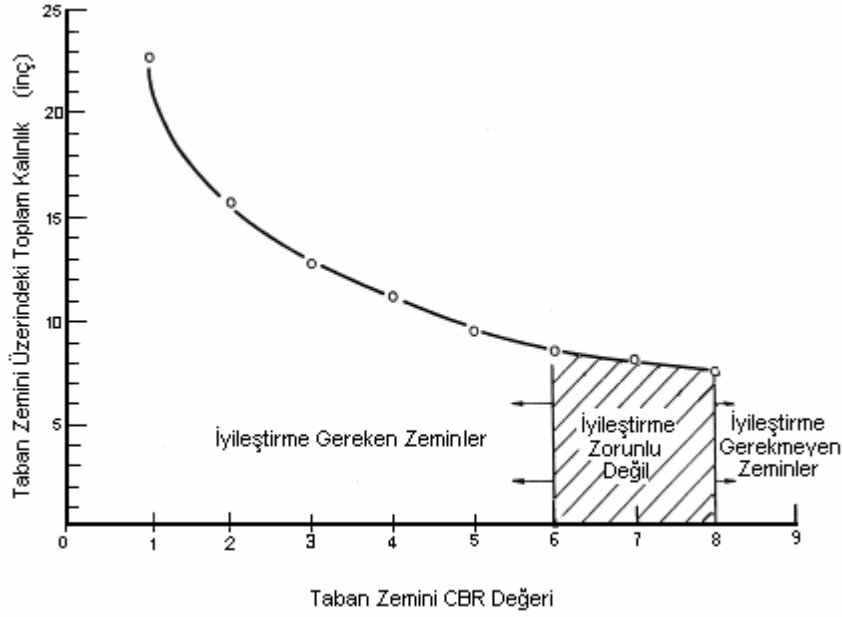
3.1.3.1.1. Üstyapı Tabanı

Üstyapı katmanı, kullanım süresi uzun olan üstyapıların yapımı ve elde edilen sonuçları açısından oldukça önem arz etmektedir. Taban; yapım sırasında kullanılan araçların çalışacağı pürüzsüz bir yüzey alanı oluşturan, yolda kullanılacak materyalleri taşıyan, bununla birlikte üst BSK katmanlarının yeterli ölçüde sıkışmasını sağlayan silindirlerin olumsuz tesirlerine karşı direnç sağlayan kısımdır. Taban, kullanım süresince trafik etkisi ile oluşan yüklere karşı dayanım sağlaması ve mevsimsel donma – çözülme

sonucu nem oranındaki değişimlerden kaynaklanan, dayanımda bir takım değişmelerin indirgenmesi açısından önemlidir. Tabanın elverişli şekilde dizaynı ve yapımıyla; killi zeminlerde ıslak –kuru dönemde, donmaya karşı hassas olan zeminlerde donma – çözülme devrelerine oluşan hacimsel değişimleri önlemek mümkündür.

Üstyapı katmanı; taban zemininin sıkıştırılmasıyla, kimyasal katkı maddeleri ile stabilizasyonu yapılmış granüller malzeme veya taban zemininden, çakıl taşı veya kırma taş gibi doğal malzemelerden oluşabilmektedir. Hangi malzeme çeşidi kullanılırsa kullanılsın, kaplamanın kullanım süresince olduğu gibi yapım esnasında da taban istenilen derecede sertlikte olmalıdır. Üstyapı tasarımına ve bölgenin şartlarına bağımlı olan bu durum, temel malzemeleri veya taban zemininde mekanik veya kimyasal stabilizasyon uygulayarak çözülebilmektedir.

İllinois Eyaleti Ulaştırma Departmanı (IDOT), kaplama tabanında yapım esnasında bir problemle karşılaşılması için Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) değerinin minimum 6 olması gerekmektedir (IDOT 1982). Taban zemininin CBR değerinin 6'dan küçük olması durumunda türlü yöntemlerle dayanıklılığın yükseltilmesi gerekmektedir. Bunun sonucunda yapım işlemleri sırasında gerekli çalışma ortamı sağlanmakta, taban yüzeyinin altında kalan malzeme gereğinden fazla oluşan gerilmelerden korunmakta aynı zamanda yapım aşamasında oluşan trafik etkisiyle yüzeyde meydana gelecek tekerlek izi oluşumu asgari düzeyde olması amaçlanmaktadır. Illinois'te güçlü taban zeminini için sıklıkla kullanılan yöntem zeminin kireçle iyileştirilmesidir. Mevcut zemini kazarak oluşan çukurlara granüller malzeme ile doldurma sık kullanılan diğer yöntemlerden biridir. Doğal zeminin, CBR değerine göre gerekli olan granüller tabaka kalınlığı Şekil 3.10. görüldüğü belirlenmektedir.



Şekil 3.9. CBR değerine göre uygulanacak granüllertabaka kalınlıkları (IDOT 1982)

Taban kireçle iyileştirilmesine karşın CBR değeri yinede 10'dan az ise iyileştirilmiş zemin üstüne granüller malzeme serilmesi mecburi olmaktadır. Kireçle iyileştirilmiş zeminin ve granüller malzeme ile serilmiş tabakanın kalınlıklarının toplamı 200 mm.den az olamaz. İyileştirilmiş zeminin CBR değerine göre gerekli granüller malzeme tabakasının kalınlığı Şekil 3.10. kullanılarak belirlenmektedir. Granüler katman, oluşacak trafiğe karşı, yeterli derecede dayanım ve sertliğe sahip olmalıdır. Taban malzemesi olarak ince yumuşak taneli malzeme kullanılmamalıdır.

İngiltere'de uzun yıllar kullanışlı üstyapı olarak, derin dayanımlı üstyapılar kullanılmıştır. Taban zeminin dayanıklılığına göre doğal zeminin üzerine örtme tabakası ve bunun üzerine alttemel tabakası tatbik edilmiştir. Taban zemininin CBR değerine göre, alttemel tabakaları ve örtme tabakasının kalınlıkları belirlenmektedir. CBR değeri 15'den az olan taban zeminlerde en az 150 mm. kalınlıkta alttemel tabakasına gereksinim vardır. Zeminde kullanılan örtme tabaka malzemeleri, düşük kaliteli temel malzemesiyle benzer özelliğe sahip olmalı ancak alttemel tabakada kullanılan

malzemeler kalitesi kaliteli temel özelliklerini taşımalıdır. İngiltere Ulaşım Araştırma Laboratuvarı (TRL) yapım esnasında ve yapımdan sonra kaplama tabanı için gerekli koşulları tayin etmişlerdir. 40 kN Düşen Ağırlık Deflektometresi (FWD) ile yapılan deneylerde tabanın üzerinde 40 Mpa ve alttemelin üstünde 65 Mpa sertliğe gereksinim olduğu belirlenmiştir (APA 2002).

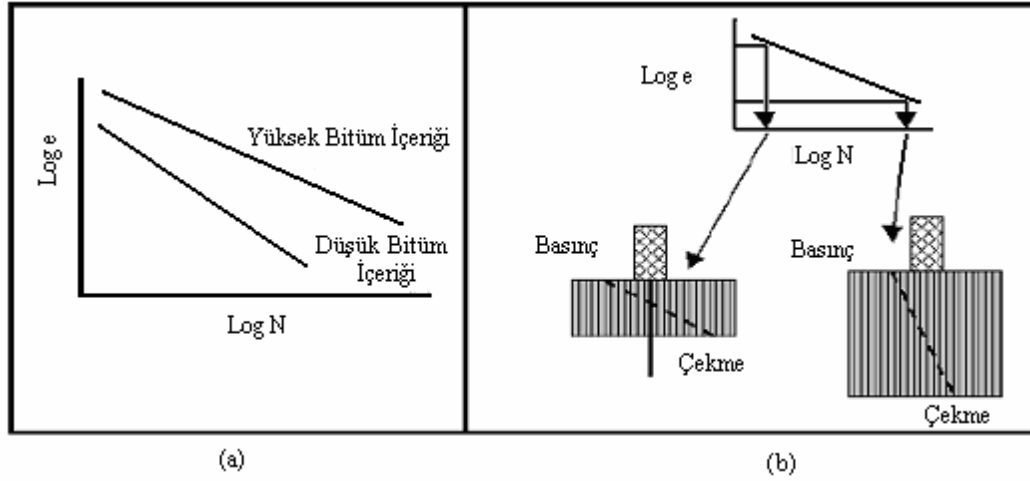
Kullanış ömrü uzun olan üstyapılar için uygun, güçlü ve sağlam bir yol tabanının projelendirilmesi ve yapılması oldukça önemlidir. Üstyapı tabanı, yapım esnasında trafik yüklerine karşı yeterli derecede dayanıma ve sıkıştırmadan ötürü taban pürüzlülüğünün bozulmasına engel olacak şekilde yeterli derecede sertliğe sahip olmalıdır. Uzun periyotta ise trafik etkisiyle oluşacak yükleri taşıyabilmesi ve hacimsel değişiklikleri altdüzeyde tutması performans açısından oldukça önemlidir.

3.1.3.1.2. Bitümlü Sıcak Karışım (HMA) Temel Tabakası

BSK yapılan üstyapı temel tabakalarının, trafik yükleri etkisi sonucu eğilmeden dolayı oluşan çatlaklara karşı yüksek dayanımlı olmalıdır. Asfaltta oluşan yorulma çatlaklarına karşı çatlak oluşmasını engelleyen karışımın ana özelliğifazla miktarda asfalt içeriğidir (Şekil 3.11.a). Bitüm, karışımında boşluk miktarını en aza indirmek amacıyla kullanılmaktadır. Bunun sonucunda esneklik ve durabiliteyi sağlayan agrega boşluklarındaki (VMA) bağlayıcının, fazla oranda olması amaçlanmaktadır. Agrega karışımının ince taneli olması da yorulma dayanımlarının artmasını sağlayan etkindir. Bahsi geçen özelliklerin istenilen üstyapı kalınlığıyla birleştirilmesiyle, tabakaların altında meydana gelen yorulma çatlaklarının oluşması engellenebilmektedir (Şekil 3.11.b). Bitüm içeriğinin yüksek seviyede olması tabakanın durabilitesi sağlamaktadır (APA 2002).

Karışım dizaynı bu tabakalarda, Superpave yöntemi içerisinde bulunan alt kaplama tabakalarının dizayn koşulları kullanılmaktadır. Temel tabakasında kullanılan bitümün performans düzeyi, kaplama içerisinde bulunan bu tabakada tekerlek izi oluşmasına karşı koruma sağlayacak düzeyde olmalıdır. Bitümün türü, kaplama tabakasının alt

kısmı için tespit edilmiş olan yüksek ısı değerlerine elverişli olmalıdır. Sıcaklığı az yapılar ise orta katmanla eşdeğer olmalıdır. Trafik bu katman yapımı boyunca devam edecekse, inşaa süresince maksimum performansı sağlamak için kullanılan malzemeler tekerlek izi deneyine tabi tutulmalıdır. Karışım numunelerinin yorulma performanslarını tayin etmek için Tayebali ve takımı tarafından (1994) geliştirilen ve AASHTO TP 8-94'te belirtilen dört nokta kırış eğme deneyine tabi olmalıdır. Bu deneyle kaplamanın altında oluşan eğilme gerilmelerinin malzemenin yorulma sınır değerinden az olacak biçimde kaplamanın tasarım yapılması açısından oldukça önemlidir. Yorulma limiti; malzemelerde yorulmalar sonucu oluşan, bozulma meydana getirmeyen maksimum gerilmeye denir. Bu katman tabandan dolayı suyla temas olacağından kaplamanın tasarımında su etkisi de göz önünde olmalıdır. Bitüm oranını fazla olmasıyla nem tesiride azaltılsa da karışım numunesi nem hasarına karşı AASHTO T 283 deneyine tabi tutulmalıdır.



Şekil 3.10. Bozulmaya dayanıklı HMA temel

Yorulmanın süresini uzatmak için diğer bir yaklaşım, asfalt katmanlarının altında meydana gelen çekme gerilmelerinin etkisini minimuma indirmek için dayanımı yüksek bir yol sağlayacak şekilde kalınlık tasarımı yapmaktır. Bu kalınlık tasarımı, temel veya

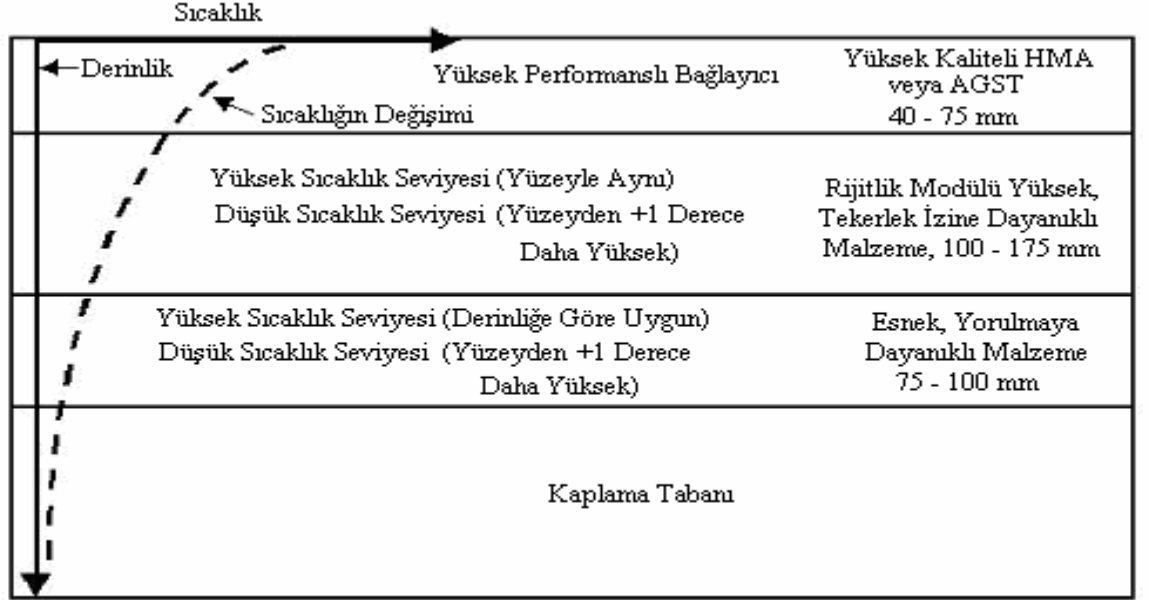
binder katmanların bir tek karışıma göre tasarım yapılması ve bu tasarıma göre uygulama yapılması ile sağlanabilmektedir.

3.1.3.1.3. Orta (Binder) Tabaka

Binder veya orta tabakası, yüksek durabilite ve stabiliteye sahip olmalıdır. Bu katman dakistabilite, agregalar arasındaki temasın sağlanmasıyla ve yüksek derecedeki sıcaklık düzeyine karşı dayanıklı bağlayıcı kullanılmasıyla elde edilmektedir. Agreganın sağladığı iç sürtünme, çakıl veya kırma taşın kullanılmasıyla elde edilmektedir. İç sürtünme oluşmasını sağlamak için diğer yöntemlerden biri de büyük çapta agrega (37,5 mm) kullanmak yerine aynı etkiyi sağlamak için küçük boyuttaki agrega daneleri arasındaki temasın sürdürülmesiyle de oluşturulmaktadır. Bu katmanda kullanılan bitümün yüksek sıcaklıktaki performans düzeyi, yüzey katmanında kullanılan ve tekerlek izi oluşmasına imkan vermeyen bağlayıcının performans düzeyine eşit değerde olmalıdır. Fakat kaplamada meydana gelen sıcaklık seviyesini gösteren değişim çizgisi oldukça dik olduğundan ve orta katmandaki düşük ısı değerleri, yüzey katmanındaki ısı değerleri kadar az olmadığından bu katmanda kullanılan bağlayıcının düşük sıcaklıktaki performans düzeyi, yüzeyde kullanılan bağlayıcının performans düzeyinden bir derece daha fazla olabilir (Şekil 3.12.). Örnek verecek olursak yüzey katmanında kullanılacak bağlayıcının performans düzeyi PG 70-28 olarak seçildiğinde binder katmanında kullanılacak bağlayıcının performans düzeyide PG 70-22 olarak kullanılabilir.

Karışım tasarımı ölçünlü Superpave teorisine elverişli olarak yapılmalıdır. Ayrıca tasarımın bitüm içeriği ideal düzeyde olmalıdır. Binder katmanı için yapılacak olan performans deneyleri, nem hassasiyeti ve tekerlek izi deneylerini barındırmalıdır. Tekerlekizi direncini tayin etmek amacıyla yapılacak deney için Amerikan Ulaşım Araştırma Programı Ulusal Birliği (NCHRP) tarafından yapılan çalışmalar devam ettiğinden var olan tekerlek izine, dayanım deneylerinden her hangi birinin kalıcı deformasyon dayanımını bulmak amacıyla kullanılacağı belirtilmiştir (APA 2002). Kullanılabilecek diğer bir deney de AASHTO TP 7-01 ölçünlüsünde belirtilen Superpave Kesme Deneyi'dir (AASHTO2001). Nemlenme sonucu oluşacak hasara

karşı dayanımı belirlemek amacıyla da AASHTOT 283 standardında tanımlanan deney uygulanabilir.



Şekil 3.11. Üstyapı derinliğine göre sıcaklık gradyanının değişimi (APA 2002).

3.1.3.1.4. Aşınma Tabakası

Aşınma tabakasının kalınlığı; uygulanacak bölgeye ait deneyimlere, trafik şartlarına, çevre şartlarına ve ekonomik koşullara bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Aşınma katmanı; tekerlekizi oluşmasına ve yüzeyde oluşan çatlaklara karşı dayanımı arttırmayı, sürtünmenin emniyetli şekilde oluşmasını sağlanması, gürültünün en alt tabakaya iletilmesini sağlayacak şekilde projelendirilerek tatbik etmektir. Belirtilen şartlar, Superpave teoremine uygun iyi derecelendirilmiş karışımlar, taş mastik asfalt (SMA) ve açık gradasyonlu sürtünme katmanları kullanılarak sağlanmaktadır. Tekerlek izi dayanıklılığı; malzemenin zamana karşı koyma kabiliyeti, su tesirlerine karşı dayanım ve su geçirimsizliğinin zorunlu olduğu hallerde SMA kullanılması kaçınılmaz hale gelmektedir. Taş mastik asfalt özellikle, şehir içi yollarda ve trafik kapasitesi yüksek yollarda kullanılmaktadır. Kriterlere göre projelendirme ve uygulamada taş mastik asfalt özellikle ağır tonajlı taşıma için sert yapı iskeletini oluşturmaktadır. Mastik ise (filler ve

bağlayıcı karışımı) karışımın su geçirmezliğini ve sertliğinin artmasına yardımcı olmaktadır. Taş mastik asfalt karışım tasarım yöntemi NCHRP Rapor No: 425'te belirtilmektedir (Brown and Cooley 1999).

Trafik yoğunluğu düşük veya ağır tonaj trafiği az olan yolların durabilitesi, uygun Superpave teoreminin kullanılmasıyla sağlanmaktadır. Hava tesiriyle bozulma, geçirgenlik, tekerlek izi ve aşınma oluşmasına karşı daha uygun tasarım yapılması için Superpave teoremine göre hazırlanan karışımlarda taş mastik asfalt kullanılmaktadır. Karışımlar, Superpave tarafından belirlenen hacimsel kriterlere elverişli olmalıdır. Yoğun şekilde derecelenmiş asfalt karışımı, Taş mastik asfalt veya Superpave' lerin tasarım sırasında bazı tür performans deneylerine tabi kılınması, hiç olmazsa tekerlek izi deneyinin yapılması önerilmektedir (Brown 2001).

Sousa ve ekibi tarafından (1994), Superpave Kesme Deneyi'nin uygulanması ile malzemelerin performansları hakkında fazlaca bilgi elde edileceği bunun sonucunda da kesme deneyinin de uygulanması gerektiği belirtilmiştir. Karışımdaki toplam boşluğun en aza indirilmesiyle de karışımın geçirimsizliliği sağlanabilmektedir. Düşük cilalanma yüzdesine sahip dayanımı yüksek agrega kullanılmasıyla da aşınma dayanımı sağlanmaktadır. Bu katmanın sertliği, yüzey tabakasında 20 sene tekerlek izi meydana gelmeden servis becerisini devam etmesi açısından oldukça önemlidir.

Hava şartlarına göre değişiklik gösteren teker izi oluşmasını önlemek ve gerekli performansı yakalamak için bağlayıcının yüksek sıcaklıktaki performans düzeyi, araziye elverişli yüksek sıcaklık performans düzeyinden bir kademe daha fazla olacak biçimde seçilmelidir (Brown and Cooley1999). Düşük ısı düzeyi ise genellikle arazideki sıcak su çatlaklarına karşı direnç takribi olarak %95-99 oranını sağlayacak sıcaklık derecesinde olmalıdır. Açık gradasyonlu sürtünme tabakası (AGST), yol yüzeyinde biriken suyun tahliye edilmesine imkân verecek biçimde tasarımı yapılmalıdır. AGST yağış miktarı fazla olan bölgelerde, ıslak yüzeyde sürtünmeyi arttırmak için kullanılmaktadır. Genellikle bu tip karışımlar %15 oranında hava boşluğuna göre tasarımı yapılmasına rağmen, %18 ile %22 arasında hava boşluğuna sahip karışımların uzun periyotlu

performans değerlerinin daha yüksek olduğu tayin edilmiştir (Huber 2000). Açık gradasyonlu sürtünme katmanları için karışım tasarımını 1999 yılında Mallick ve Kandhall birlikte açıklamışlardır.

3.1.3.2. Uzun Ömürlü Üstyapılarda Tabaka Kalınlık Tasarımı

Uzun ömürlü üstyapılarda; üstyapı tabanında nem hasarı ve kalıcı deformasyon, temel tabakasında nem hasarı ve yorulma çatlağı, orta tabakada kalıcı deformasyon, aşınma tabakasında tekerlek izi ve termal çatlak oluşumu dikkate alınarak dizayn yapılmalıdır. Kaplamanın yüzeyinde 0,5-1,0 inç (1,27-2,54 cm) düşey deformasyonlar oluşması veya trafik yükleri tesiri altında bulunan kısmın %10'unda çatlaklar meydana gelmesi durumunda satıh tabakasının yenilenmesi gerektiği ortaya konmuştur (Von 2000).

Amerikan Askeri Mühendisler Topluluğu, birbiri ardı sıra bulunan ve bağlayıcı madde kullanılmamış alttemel tabakalarını ve kaplama tabanının rijit modülleri arasında belli bir oran bulunması gerektiğini ortaya koymuşlardır (Barker 1975). Bağlayıcısı bulunmayan katmanlardan alınan örnekler üzerine geçerli üç eksenli basınç deneylerinden elde edilen değerler kullanılarak %0,5 inç kalıcı deformasyon oluşturacak yük yinelenme adeti bulunmaktadır. Bu değer tasarım yük tekrür sayısı ile kıyaslanarak malzemenin uygun olup olmadığı belirlenmektedir.

Bitümlü sıcak karışım temel tabakası, oluşan yorulma çatlaklarına karşı dayanımı karşılayacak şekilde tasarımı yapılmalıdır. Bu katmanda kullanılacak malzemeler uygun oranda gerçekleştirilerek, yorulma deneyi ve kiriş eğme deneylerine tutulmalıdır. Bu deneylerde yorulma çatlakları ile ilgili değişken değerler elde edilmektedir. Bu değerler kullanılarak yorulma çatlaklarının uç değere yaklaşması için gerekli yük yinelenme sayısı belirlenmektedir. Bu değer tasarım yük yinelenme sayısı ile kıyaslanarak ihtiyaç duyulması durumunda karışım tasarımı değiştirilmekte veya tabakanın kalınlığı yükseltilmektedir.

Aşınma veya binder katmanında kullanılacak karışımlar, termal çatlak ve tekerlek izlerine karşı dayanım sağlamalıdır. Superpave bağlayıcı tasarımına göre tabaka için optimum performans düzeyi değerinden büyük bir sıcaklık değeri yüzey katmanı için seçilmelidir. Aşınma katmanının da meydana gelecek bozulmaları önlemek için Superpave karışım tasarım yöntemi ve taş mastik asfalt beraber kullanılmalıdır. Güvenlik nedeniyle yeterli derecede sürtünme katsayısı elde etmek için AGST kullanılmalıdır. Tekerlek izi sonucu çabuk bozulmalar oluşmaması için, her iki katmanda da kullanılacak karışım malzemeleri tekerlek izi deneyine tutulmalıdır. Uç düzeyde kalıcı deformasyonların oluşturduğu yük yineleme sayısı tasarım yük yineleme sayısı ile kıyaslanarak karışımda bulunan numunelerin uygunluğu saptanmalıdır.

Aslanapa ilçe merkezi Altıntaş ilçe sınırına kadar olan 13 km' lik yolun ihalesini Danış Yapı Madencilik San ve Tic. A.Ş., Altıntaş İlçe merkezi Aslanapa sınırına kadar olan yolun ihalesini de Bülbüloğlu İnşaat Taahhüt ve Tic. Ltd. Şti. firması kazandı.

Kütahya İl Özel İdaresi bünyesinde laboratuvar imkanı olmadığı için Aslanapa –Altıntaş yol yapım çalışmasında kullanılan PMT ve binder tabakalarına uygulanması gereken deneyler, Danış Yapı Madencilik San. Tic. A.Ş. ve Karayolları 145. Şube Müdürlüğü laboratuvarlarında, ilgili idare personeli ve teknik elemanlar gözetiminde yapılmış olup deney sonuçları onaylatılarak tablo ve grafikler halinde aşağıdaki şekillerde görülmektedir.

Proje Adı: Aslanapa-Altıntaş Yolu (0+000-31+000)											
Serim Tarihi: 12.11.2013											
Test Tarihi: 13.11.2013											
Numune Cinsi: Binder											
Tarih	No	Yer	WEIGHT OF SAMPLE (GRM)					PRATİK ÖZ. AĞ.	Lab. Düz.	Sıkış. Yüz.	Şartname
			Yüks.	Havada	Suda	Doy. Yüz.	Hacim				
14.11.2013	1	28+800	81,9	1600,1	955,1	1601,7	646,6	2,474	2,444	101,2	OrtSıkışmaMin. %98 TekDeğerMin. %96
14.11.2013	2	29+900	81	1580,6	941,5	1581,9	640,4	2,468	2,444	101	OrtSıkışmaMin. %98 TekDeğerMin. %96

Şekil 3.12. Asfalt betonu arazi yoğunlukları

Proje Adı:		Aslanapa-Altıntaş Yolu K.m. (0+000-31+000)											
Kaplama Cinsi:		Binder											
Mevcut Sathin Cinsi:		Plentmiks Temel										Tarih: 13.11.2013	
BİTÜMLÜ BAĞLAYICILAR													
		Astar		Yapıştırma		Karışımında Kullanılan Bitümlü Bağlayıcı							
Cinsi				CRS 1		Sınıfı		AC 50-70					
Özgül Ağ. (25 c°/15 c°)						Penetrasyon		57					
Miktarı L/m²	Tespit edilen												
	Dökülen												
Uygulama Sıcaklığı						Özgül Ağırlık (25 C°)		1,032					
Kür Süresi													
İSYERİ KARIŞIM FORMÜLÜ		Optimum Bitüm		4,2		AGREGA KARIŞIMININ							
		Stabilite		13,4		Kaba Agreganın Hac. Öz. Ağ.				2,738			
		Yoğunluk Ton/m³		2,444		İnce Agreganın Hac. Öz. Ağ.				2,702			
		Boşluk %		4,83		Filler Özgül Ağ.				2,702			
		Asfaltta Dolu Boşluk		65,2									
		Akma (mm)		2,45									
GRADASYON	SICAK SİLO	No	%	37,5 mm (1 1/2")	25 mm (1")	19 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	4,75 mm (NO 4)	2,0 mm (NO 10)	0,425 mm (NO 40)	0,180 mm (NO 80)	0,075 mm (NO 200)
		1											
		2											
		3											
		4											
		Filler											
	Hesap				90,6	66,1	57,9	45,8	30,3	14,5	9,9	4,1	
Dizayn			100	90,5	68	60	42,4	29,5	14,6	10,4	5,2		
Malzeme Sıcaklığı C°		Saat											
		Agrega											
		Bitüm											
		Karışım											
KARIŞIM NUMUNESİ	Marshall Birleti	No	Alındığı saat	Sıcaklığı C°	Pratik Yoğ. (dp.)	Teorik Öz. Ağ.	Boşluk %	Ast. Dolu Boşluk %	VMA	Akma mm	Stabilite Kg		
		Bit. Mik. 100E	37,5 mm	25 mm	19 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm	2,0 mm	0,425 mm	0,18 mm	0,075 mm	
	4,17		100	89,3	72,4	59,9	42,1	31,2	16,8	11,7	4,4		
Hava Sıcaklığı C°													
Sabah	Öğleden Sonra	Silindir Cinsi ve Ağırlığı		Başlama-Bitiş Sıcaklığı C°		Günlük Kaplama Uzunluğu (m)		Günlük İmalat Ton					
12	14												
KAPLAMADAN ALINAN NUMUNE		Şerit - Km		Alındığı Saat	Proje Kal. (mm)	Kalınlık mm	Yoğunluk (Lab. Dp)	Yoğunluk (Yol. Dp)	Sıkışma %				
		KAROT 1		8,05	80	82	2,444	2,474	101,2				
		KAROT 2		8,2	80	81,1	2,444	2,468	101				

Şekil 3.13. Bitümlü sıcak karışım raporu

EKSTRAKSİYON	
f+Büt.Krş.	1615
F+Kuru Krş.	1573,8
Filtre	575
Bitüm	41,2
Kuru Numune	998,8
100' e Bitüm	4,12
% Bitüm	3,96

El. No	Kalan	% Kal.	% Geç.	ŞARTNAME		
11/2"						
1"			100	100	100	25,4
3/4"	110	11	89	80	100	19,1
1/2"	285	28,5	71,5	58	80	12,7
3/8"	414	41,4	58,6	48	70	9,52
No 4	578	57,9	42,1	30	52	4,76
No 10	694	69,5	30,5	20	40	2
No 40	859	86	14	8	22	0,43
No 80	911	91,2	8,8	5	14	0,18
No 200	959	96	4	2	8	0,07

Şekil 3.14. Elek analizi

Proje Adı: Aslanapa-Altıntaş Yolu (0+000-31+000)											
Serim Tarihi: 14.11.2013											
Test Tarihi: 15.11.2013											
Numune Cinsi: Binder											
Tarih	No	Yer	WEIGHT OF SAMPLE (GRM)					PRATİK ÖZ. AĞ.	Lab. Düz.	Sıkış. Yüz.	Şartname
			Yüks.	Havada	Suda	Doy. Yüz.	Hacim				
15.11.2013	1	2+700	80,7	1535,7	903,7	1536,2	632,5	2,428	2,444	99,3	OrtSıkışmaMin. %98 TekDeğerMin. %96
15.11.2013	2	3+400	80,6	1513,7	891,2	1515,9	624,7	2,423	2,444	99,1	OrtSıkışmaMin. %98 TekDeğerMin. %96

Şekil 3.15. Asfalt betonu arazi yoğunlukları

Proje Adı:		Aslanapa-Altıntaş Yolu K.m. (0+000-31+000)											
Kaplama Cinsi:		Binder											
Mevcut Sathin Cinsi:		Plentmiks Temel										Tarih: 14.11.2013	
BITÜMLÜ BAĞLAYICILAR													
		Astar		Yapıştırma		Karışımında Kullanılan Bitümlü Bağlayıcı							
Cinsi				CRS 1		Sınıfı		AC 50-70					
Özgül Ağ. (25 c°/15 c°)													
Miktarı L/m²	Tespit edilen					Penetrasyon		57					
	Dökülen												
Uygulama Sıcaklığı						Özgül Ağırlık (25 C°)		1,032					
Kür Süresi													
İŞYERİ KARIŞIM FORMÜLÜ	Optimum Bitüm			4,2		AGREGA KARIŞIMININ							
	Stabilite			13,4		Kaba Agreganın Hac. Öz. Ağ.				2,738			
	Yoğunluk Ton/m³			2,444		İnce Agreganın Hac. Öz. Ağ.				2,702			
	Boşluk %			4,83		Filler Özgül Ağ.				2,702			
	Asfaltta Dolu Boşluk			65,2									
	Akma (mm)			2,45									
GRADASYON	SICAK SİLO	No	%	37,5 mm (1 1/2")	25 mm (1")	19 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	4,75 mm (NO 4)	2,0 mm (NO 10)	0,425 mm (NO 40)	0,180 mm (NO 80)	0,075 mm (NO 200)
		1											
		2											
		3											
		4											
		Filler											
	Hesap				90,6	66,1	57,9	45,8	30,3	14,5	9,9	4,1	
	Dizayn			100	90,5	68	60	42,4	29,5	14,6	10,4	5,2	
Malzeme Sıcaklığı C°	Saat												
	Agrega												
	Bitüm												
	Karışım												
KARIŞIM NUMUNESİ	Marshall Birleti	No	Alındığı saat	Sıcaklığı C°	Pratik Yoğ. (dp.)	Teorik Öz. Ağ.	Boşluk %	Ast. Dolu Boşluk %	VMA	Akma mm	Stabilite Kg		
	Bit. Mik. 100E	37,5 mm	25 mm	19 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm	2,0 mm	0,425 mm	0,18 mm	0,075 mm		
	4,12		100	89	71,5	58,6	42,1	30,5	14	8,8	4		
Hava Sıcaklığı C°		Silindir Cinsi ve Ağırlığı		Başlama-Bitiş Sıcaklığı C°		Günlük Kaplama Uzunluğu (m)		Günlük İmalat Ton					
Sabah	Öğleden Sonra												
10	12												
KAPLAMADAN ALINAN NUMUNE	Şerit - Km		Alındığı Saat	Proje Kal. (mm)	Kalınlık mm	Yoğunluk (Lab. Dp)	Yoğunluk (Yol. Dp)	Sıkışma %					
	KAROT 1		8	80	82,1	2,444	2,442	99,9					
	KAROT 2		8,12	80	81,6	2,444	2,448	100,2					

Şekil 3.16. Bitümlü sıcak karışım raporu

EKSTRAKSİYON	
f+Büt.Krş.	1600,9
F+Kuru Krş.	1560,5
Filtre	575
Bitüm	40,4
Kuru Numune	958,5
100' e Bitüm	4,1
% Bitüm	3,94

El. No	Kalan	% Kal.	% Geç.	ŞARTNAME		
11/2"						
1"			100	100	100	25
3/4"	102	10,4	89,6	80	100	19
1/2"	290	29	70,6	58	80	13
3/8"	420	43	57,4	48	70	9,5
No 4	560	57	43,2	30	52	4,8
No 10	590	70	30	20	40	2
No 40	850	86	13,7	8	22	0,4
No 80	900	91	8,7	5	14	0,2
No 200	944	95,8	4,2	2	8	0,1

Şekil 3.17. Elek analizi

Proje Adı: Aslanapa-Altıntaş Yolu (0+000-31+000)											
Serim Tarihi: 20.11.2013											
Test Tarihi: 21.11.2013											
Numune Cinsi: Binder											
Tarih	No	Yer	WEIGHT OF SAMPLE (GRM)					PRATİK ÖZ. AĞ.	Lab. Düz.	Sıkış. Yüz.	Şartname
			Yüks.	Havada	Suda	Doy Yüz.	Hacim				
21.11.2013	1	20+950	82,1	1480,2	878,8	1481,4	602,6	2,456	2,444	100,5	OrtSıkışmaMin. %98 TekDeğerMin. %96
21.11.2013	2	21+600	81,8	1517,7	900,4	1518	617,6	2,457	2,444	101	OrtSıkışmaMin. %98 TekDeğerMin. %96

Şekil 3.18. Asfalt betonu arazi yoğunlukları

Proje Adı:		Aslanapa-Altıntaş Yolu K.m. (0+000-31+000)												
Kaplama Cinsi:		Binder												
Mevcut Sahin Cinsi:		Plentmiks Temel												
Tarih: 14.11.2013														
BİTÜMLÜ BAĞLAYICILAR														
		Astar		Yapıştırma		Karışımında Kullanılan Bitümlü Bağlayıcı								
Cinsi				CRS 1		Sınıfı		B 50-70						
Özgül Ağ. (25 c°/15 c°)														
Miktarı L/m²	Tespit edilen					Penetrasyon		57						
	Dökülen													
Uygulama Sıcaklığı						Özgül Ağırlık (25 C°)		1,032						
Kür Süresi														
İŞYERİ KARIŞIM FORMÜLÜ	Optimum Bitüm			4,2		AGREGA KARIŞIMININ								
	Stabilite			13,4		Kaba Agreganın Hac. Öz. Ağ.				2,738				
	Yoğunluk Ton/m³			2,444		İnce Agreganın Hac. Öz. Ağ.				2,702				
	Boşluk %			4,83		Filler Özgül Ağ.				2,702				
	Asfaltta Dolu Boşluk			65,2										
	Akma (mm)			2,45										
GRADASYON	SICAK SİLO	No	%	37,5 mm (1 1/2")	25,4 mm (1")	19,1 mm (3/4")	12,7 mm (1/2")	9,52 mm (3/8")	4,76 mm (NO 4)	2,0 mm (NO 10)	0,42 mm (NO 40)	0,18 mm (NO 80)	0,075 mm (NO 200)	
		1	20		100	53,1	2,4	1,5	0,5					
		2	20			100	30,6	5,2	2,1	0,4				
		3	15			100	96,1	76,1	2,2	1,3	0,4			
		4	45						100	65,6	32,1	32,8	8,8	
	Filler													
	Hesap					100	90,6	66	57,8	45,9	29,8	14,5	10,3	4
Dizayn					100	90,5	68	60	42,4	29,5	14,6	10,4	5,2	
Malzeme Sıcaklığı C°		Saat	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00		
		Agrega	156	156	156	156	157	157	157	157	156	156	156	
		Bitüm	155	155	155	155	156	156	156	156	155	155	155	
		Karışım	156	156	156	156	157	157	157	157	157	156	156	
KARIŞIM NUMUNESİ	Marshall Birketi		No	Alındığı saat	Sıcaklığı C°	Pratik Yoğ. (dp.)	Teorik Öz. Ağ.	Boşluk %	Ast. Dolu Boşluk %	VMA	Akma mm	Stabilite Kg		
			1	10	150	2,439	2,569	5,09	63,72	1312	2,87	11,02		
	Bit. Mik. 100E		Yüzde Bitüm	25,4 mm	19,1 mm	12,7 mm	9,52 mm	4,76 mm	2,0 mm	0,42 mm	0,18 mm	0,075 mm		
	4,16		3,99	100	88,2	67,1	58,7	42,6	29,6	14,3	9,5	4,4		
Hava Sıcaklığı C°														
Sabah	Öğleden Sonra	Silindir Cinsi ve Ağırlığı				Başlama-Bitiş Sıcaklığı C°		Günlük Kaplama Uzunluğu (m)			Günlük İmalat Ton			
7	16					130 - 80		1740 m			1761 ton			
KAPLAMADAN ALINAN NUMUNE			Şerit - Km			Alındığı Saat	Proje Kal. (mm)	Kalınlık mm	Yoğunluk (Lab. Dp)	Yoğunluk (Yol. Dp)		Sıkışma %		
			KAROT 1			8	80	80,7	2,444	2,428		99,3		
			KAROT 2			8,12	80	80,6	2,444	2,423		99,1		

Şekil 3.19. Bitümlü sıcak karışım raporu

3.2. Yöntem

Bu bölümde, mevcut yolda bulunan asfalt liperlenerek gerekli altyapı çalışmaları tamamlanarak, PMT ve binder tabakası yapılmıştır.

3.2.1. Aslanapa – Altıntaş Yolunun Önemi

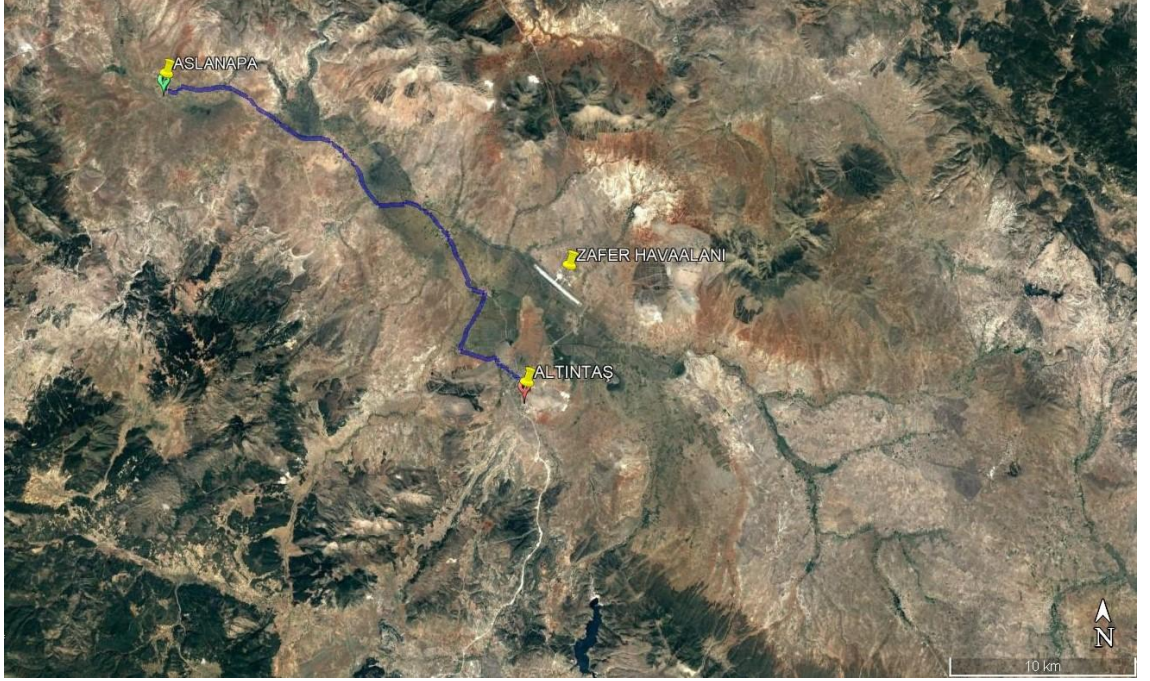
Kütahya İli, Altıntaş-Aslanapa grup köy yolu 31 km uzunluğunda olup, Kütahya İl Özel idaresi yol ağında bulunmaktadır. Halen ilçe bağlantı yolu niteliğinde hizmet verdiğinden dolayı, yoğun trafik yükü nedeniyle, yolun asfaltı bozulmuş ve trafiği tehlikeye düşürür hale gelmiştir.

Mevcut grup yolu; Simav, Emet, Hisarcık, Gediz, Çavdarhisar, Şaphane, Pazarlar ve Aslanapa ilçelerinin, Kütahya ilinde yapılan Zafer Hava Limanına en kısa bağlantı yoludur. Toplam 8 ilçe ve bu ilçelere bağlı 237 köy ile 187.902 nüfus, hava limanına ulaşımında bu yoldan faydalanacaktır. Bununla birlikte, Aslanapa, Altıntaş ilçelerine ait 16 köyün ilçeye ulaşımında da bu yol kullanılmaktadır.

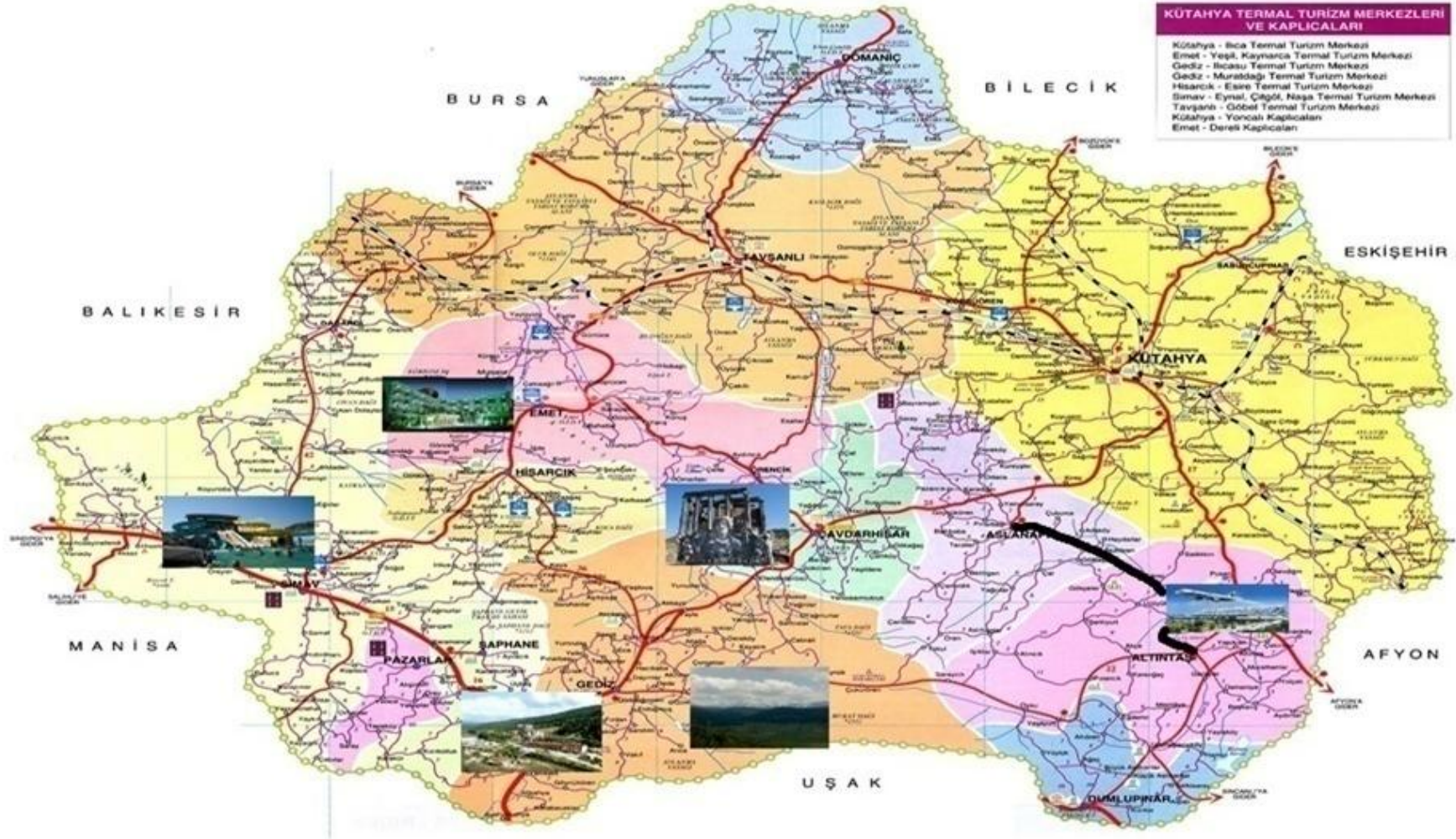
Ayrıca; İl stratejik planlamasında Kütahya'nın önemli stratejik sektörü olarak planlanan turizm sektörünün, İlimizdeki önemli destinasyonlarına (Emet kaplıcaları, Simav Eynal Kaplıcaları, Gediz Ilıca kaplıcaları, Gediz Murat dağı ve Çavdarhisar Aizanoi antik kenti kalıntıları) hava yoluyla ulaşım, şekilde görüldüğü gibi, bu aks üzerinden sağlanacaktır.

Bu aks, Zafer Havalimanına ulaşımı, mevcut TCK yolundan ulaşımına göre, 27 km kısaltmaktadır. Toplam 8 ilçenin bu yolu kullanmasıyla, yakıt ve amortisman giderlerinden sağlanacak tasarruf ile, yolun iyileştirilmesi için yapılacak yatırımın 4 yılda geri kazanılacağı tespit edilmiştir.

Söz konusu yol, İlçe bağlantı yolu niteliğinde olmasından dolayı, T.C.K yol ağına alınması için, Kütahya İl Özel İdaresi tarafından iki kez teklifte bulunulmasına rağmen, Karayolları Genel Müdürlüğünce yol ağına alınmamıştır.



Şekil 3.20. Aslanapa – Altıntaş yolu



Şekil 3.21. Kütahya il haritası

3.2.2. Yolda Gerekli Çalışmaların Yapılması

Aslanapa – Altıntaş grup köy yolu sathi kaplama bir yol olduğu için her sene bakım – onarım yapılması gerekiyordu. Buda oldukça masraflı ve zaman kaybına neden oluyordu. Her sene sonbaharda şeker pancarı kamyonlarının limitleri aşan tonajları yola oldukça zarar veriyordu. Ayrıca yol güzergâhının he iki yanında uzanan tarlalara yolu enine kazarak geçirilen su boruları yolun bozulmasına sebep oluyordu.



Şekil 3.22. BSK yapılmadan önce



Şekil 3.23. BSK yapılmadan önce



Şekil 3.24. BSK yapılmadan önce



Şekil 3.25. BSK yapılmadan önce

Gerekli ödeneklerin temininden sonra Aslanapa ilçe merkezi - Altıntaş ilçe sınırına kadar olan yolun ihalesini Aslanapa Köylere Hizmet Götürme Birliği, Altıntaş ilçe sınırı – Altıntaş ilçe merkezine kadar olan yolun ihalesini de Altıntaş Köylere Hizmet Götürme Birliği gerçekleştirdi.

3.2.2.1. Mevcut Asfaltın Kaldırılması ve Altyapı Çalışmaları

İhaleyi kazanan şirketlere yer tesliminin yapılmasından sonra çalışmalara başlandı. İlk önce mevcut asfalt liperlenerek sathi kaplama asfalt yoldan alınarak döküm sahasına kaldırılmıştır. Alternatif güzergah olmadığı için grup köy yolunu kullanan araçlar tarla yollarından geçerek ulaşım sağlanmıştır.



Şekil 3.26. Liperleme çalışması

Yol kenarında su birikmelerini önlemek için, ihtiyaç duyulan yerlere büzler konularak yolun uzun ömürlü olması sağlanmış, dar olan menfezlere de ilaveler yapılarak yol platformu genişletilmiştir.



Şekil 3.27. Büz yerleştirilmesi



Şekil 3.28. Büz yerleştirilmesi

3.2.2.2. PMT ve Binder Tabakasının Yapılması

Yol platformu; 6,20 m genişliğinde 15 cm sıkıştırılmış kalınlıkta PMT (plent –miks temel) tabakası ve 6,00 m genişliğinde 8 cm sıkıştırılmış kalınlıkta binder tabakasından oluşmaktadır.

Yol yapım çalışması sonbahar aylarına geldiğinden hava sıcaklığı sabahları düşüktü, sıcaklığın +5°C' ye kadar çıkması öğlen vaktini buluyordu. Hava sıcaklığının gölgede 5°C olduğu veya 5°C' nin altına düşmeğe başladığı zaman diliminde bitümlü kaplama yapılmamıştır (Karayolları Teknik Şartnamesi 2013).

Çizelge 3.6. Plentten çıkan karışımın sıcaklığı (Karayolları Teknik Şartnamesi 2013)

Hava sıcaklığı (Gölgede) °C	Karışımın Sıcaklığı Min. °C
5-15 arası için	155
15,1 – 30 arası	145
30' den yukarısı için	140

Çizelge 3.7. Asfalt betonu serim sıcaklıkları (Karayolları Teknik Şartnamesi 2013)

Sıkıştırılmış tabaka kalınlığı	<50 mm	50 – 75 mm	>75 mm
Yol yüzeyi sıcaklığı (°C)	Minimum serim sıcaklığı (°C) ⁽¹⁾		
<5	(2)	(2)	(2)
5 – 9,9	(2)	141	135
10 – 14,9	146	138	132
≥15	141	135	130
(1) Finişere boşaltma yapıldığı andaki sıcaklık. (2) Serim yapılmamalıdır.			



Şekil 3.29. PMT serimi



Şekil 3.30. PMT serimi



Şekil 3.31. Binder tabakası serimi



Şekil 3.32. Binder tabakası serimi

4. ARAşTIRMA BULGULARI VE TARTIşMA

Bu bölümde Aslanapa ilçe merkezinden Altıntaş ilçe merkezine kadar olan yolun sathi kaplama yapılması sonucunda oluşacak maliyet ve bakım onarım masrafları ile BSK yapılması durumunda oluşacak maliyet ve bakım onarım masrafları karşılaştırılarak hangisinin daha avantajlı olduğu ifade edilmiştir.



4.1. 1. Kat Sathi Kaplama ve 2. Kat Sathi Kaplama ile BSK Yapılması Durumunda Oluşacak Maliyet

Çizelge 4.1. Aslanapa ilçe merkezi – Altıntaş ilçe merkezi arası grup köy yolu 1. kat asfalt kaplama keşif özeti (1000 m²=1000m x 1 m)

S.N.	Poz No	İşin Çeşidi	Miktarı	Birimi	B. Fiyatı	Tutarı (TL)
1	4300	AC 160/220 Bitüm Bedeli	1,6	Ton	1.284,00	2.054,40
2	4300	MC 30 Astar Bedeli	1,7	Ton	2.064,00	3.508,80
3	KGM/4358	Katı bitümlü malzemenin sarnıç veya tanklarda emiş derecesine kadar ısıtılması	1,6	Ton	28,53	45,65
4	KGM/4377	Beton ve her nevi asfalt yollar dışındaki yolların makine ile süpürülmesi	1,1	1000 m ²	22,41	24,65
5	KGM/4393	Distribütör makinesi ile astar bitümlü malzemesinin püskürtülmesi (boru ile)	1,1	1000 m ²	41,83	46,01
6	KGM/4402	Sathi kaplama yapılması	1	1000 m ²	191,51	191,51
7	07.006/K	Bitümlü Malzeme Nakli (Rafineri - Yol) $F=1,25 \times K \times (0,0007 \times M + 0,01) \times A$ $K = 183,00 \text{ M} = 335 \text{ A} = 1,00$	1,6	Ton	55,92	89,47
8	07.005/K	Mıcır Nakli (Konkasör - Depo) $F=1,25 \times K \times 0,00017 \times \sqrt{M} \times A$ $K = 183,00 \text{ M} = 500 \text{ A} = 1,00$	20	m ³	0,86	17,20
9	07.006/K	Mıcır Nakli (Depo-Yol) $F=1,25 \times K \times (0,0007 \times M + 0,01) \times A$ $K = 183,00 \text{ M} = 30 \text{ A} = 1,00$	20	m ³	7,09	141,80
10	07.006/K	Elek altı - Temel Nakli (Konkasör - Yol boyu) $F=1,25 \times K \times (0,0007 \times M + 0,01) \times A$ $K = 183,00 \text{ M} = 30 \text{ A} = 1,00$	200	m ³	7,09	1.418,00
11	4256	Ocak taşından konkasörde kırılmış elenmiş 19-25 mm mıcır hazırlanması	20	m ³	25,00	500,00
12	4256	Elek altı Malzeme Hazırlanması	200	m ³	22,50	4.500,00
13	KGM/4382	Bitümlü kaplama ve karışımlar için mevcut agreganın yıkama makinesi ile yıkanması	20	m ³	4,08	81,60
14	KGM/4358	Sarnıç veya tanklardan katı bitümlü malzemenin distribütör ve roley tanka yüklenirken ısıtılması	1,6	Ton	28,53	45,65
15	KGM/15142	Asfalt mıcırının yol boyu deposundan yüklenmesi	20	m ³	0,66	13,20
16	KGM/15150/K	Asfalt Mıcırının Figüresi	20	m ³	1,45	29,00
17	KGM/15150/K	Elek altının Figüresi	200	m ³	1,45	290,00
18	KGM/15.140	Serme Sulama Sıkıştırma	200	m ³	0,85	170,00
						13.166,94
TOPLAM						2.449.050,84
KDV DAHİL FİYATI						2.824.919,86

Yol Uzunluğu: 31 Km

Yol Genişliği: 6 (m) Filler 6(m) Mıcır

Kullanılacak Malzeme:

Mıcır: 3720 m³ 1000 m² 1. Kat asfalt kaplama maliyeti: **13.166,94 TL**

Filler: 37200 m³

Asfalt: 297,6 ton

Astar: 316,2 ton

Çizelge 4.2. Aslanapa ilçe merkezi – Altıntaş ilçe merkezi arası grup köy yolu 2. kat asfalt kaplama keşif özeti (1000 m²=1000m x 1 m)

S.N.	Poz No	İşin Çeşidi	Miktarı	Birimi	B. Fiyatı	Tutarı (TL)
1	4300	AC 160/220 Bitüm Bedeli	1,6	Ton	1.284,00	2.054,40
2	KGM/4358	Katı bitümlü malzemenin sarnıç veya tanklarda emiş derecesine kadar ısıtılması	1,6	Ton	28,53	45,65
3	KGM/4377	Beton ve her nevi asfalt yollar dışındaki yolların makine ile süpürülmesi	1,1	1000 m ²	22,41	24,65
4	KGM/4402	Sathı kaplama yapılması	1	1000 m ²	191,51	191,51
5	07.006/K	Bitümlü Malzeme Nakli (Rafineri - Yol) F=1,25 x K x (0,0007 x M + 0,01) x A K = 183,00 M = 335 A = 1,00	1,6	Ton	55,92	89,47
6	07.005/K	Mıcır Nakli (Konkasör - Depo) F=1,25 x K x 0,00017 x √M x A K = 183,00 M = 500 A = 1,00	20	m ³	0,86	17,20
7	07.006/K	Mıcır Nakli (Depo-Yol) F=1,25 x K x (0,0007 x M + 0,01) x A K = 183,00 M = 30 A = 1,00	20	m ³	7,09	141,80
8	4256	Ocak taşından konkasörde kırılmış elenmiş 16-19 mm mıcır hazırlanması	16	m ³	25,00	400,00
9	KGM/4382	Bitümlü kaplama ve karışımlar için mevcut agreganın yıkama makinesi ile yıkanması	20	m ³	4,08	81,60
10	KGM/4358	Sarnıç veya tanklardan katı bitümlü malzemenin distribütör ve roley tanka yüklenirken ısıtılması	1,6	Ton	28,53	45,65
11	KGM/15142	Asfalt mıcırının yol boyu deposundan yüklenmesi	20	m ³	0,66	13,20
12	KGM/15150/K	Asfalt Mıcırının Figüresi	20	m ³	1,45	29,00
						3.134,13
TOPLAM						582.948,18
KDV DAHİL FİYATI						622.918,72

Yol Uzunluğu: 31 Km

Yol Genişliği: 6 (m) Mıcır

Kullanılacak Malzeme:

Mıcır: 29760 m³ 1000 m² 2. Kat asfalt kaplama maliyeti: **3.134,13 TL**

Asfalt: 297,6 ton

Astar: 316,2 ton

1.Kat sathi kaplama ve 2. kat sathi kaplama yapılması durumunda oluşacak maliyet:

2.824.919,86+ 622.918,72= **3.447.838,58 TL**

Çizelge 4.3. Aslanapa ilçe merkezi – Altıntaş ilçe merkezi arası grup köyyolu BSK yapım işi keşif özeti

KİLOMETRESİ		0+31000				
S. NO	İŞ KALEMİ NO		MİKTARI	BİRİMİ	BİRİM FİYATI TL	TUTARI TL
1	KGM/6308	8 cm sıkışmış kalınlıkta asfalt betonu binder yapımı (Kırılmış ve elenmiş ocak taşı ile) Agreganın temini ve taşınması, Plentte karıştırılması, BSK nın finişerle serilmesi ve sıkıştırılması. (Bitüm İdareden)	186.000,00	m ²	8,54	1.588.440,00
2	KGM/6100/3	Ocak taşından konkasörle kırılmış ve elenmiş plentmiks temel yapılması. (Agreganın temini, plentte karıştırılması, serim yerine nakli, finişerle serilmesi, sulanması gerekli suyun taşınması ve sıkıştırılması dahil.)	69.000,00	Ton	24,00	1.656.000,00
3	TÜPRAŞ	50/70 Bitüm temini (11.09.2013 tarihli Tüpraş fiyatı)	442,00	Ton	1.409,00	622.778,00
4	07.006/K	Bitüm Nakli	442,00	Ton	55,92	24.716,64
		TOPLAM				3.891.934,64
		KDV DAHİL FİYAT				4.486.610,62

İlk yapımmaliyetlerinin düşüklüğü, yolun biran önce trafiğe açılmak istenmesi nedeniyle, yanıltıcı olmaktadır.

4.2. Astarlı Onarım, Astarsız Onarım ile BSK Onarımı Yapılması Durumunda Oluşacak Maliyet

Sathi Kaplamalı bir yolda; 20 yılda 7 kez astarsız, 3 kez astarlıonarım, Bitümlü Sıcak Karışımlı bir yolda; 20 yılda iki kez aşınma tabakası yenilenmesi yapılacağından oluşacak maliyet aşağıda açıklanmıştır (Dikicioğlu 2005).

Çizelge 4.4. Aslanapa ilçe merkezi – Altıntaş ilçe merkezi arası grup köyyolu astarlı onarım kaplama keşif özeti

S.N.	Poz No	İşin Çeşidi	Miktarı	Birimi	B. Fiyatı	Tutarı (TL)
1	4300	AC 160/220 Bitüm Bedeli	1,6	Ton	1.284,00	2.054,40
2	4300	MC 30 Astar Bedeli	1,7	Ton	2.064,00	3.508,80
3	KGM/4358	Katı bitümlü malzemenin sarnıç veya tanklarda emiş derecesine kadar ısıtılması	1,6	Ton	28,53	45,65
4	KGM/4377	Beton ve her nevi asfalt yollar dışındaki yolların makine ile süpürülmesi	1,1	1000 m ²	22,41	24,65
5	KGM/4393	Distribütör makinesi ile astar bitümlü malzemesinin püskürtülmesi (boru ile)	1,1	1000 m ²	41,83	46,01
6	KGM/4402	Sathı kaplama yapılması	1	1000 m ²	191,51	191,51
7	07.006/K	Bitümlü Malzeme Nakli (Rafineri - Yol) F=1,25 x K x (0,0007 x M + 0,01) x A K = 183,00 M = 335 A = 1,00	1,6	Ton	55,92	89,47
8	07.005/K	Mıcır Nakli (Konkasör - Depo) F=1,25 x K x 0,00017 x √M x A K = 183,00 M = 500 A = 1,00	20	m³	0,86	17,20
9	07.006/K	Mıcır Nakli (Depo-Yol) F=1,25 x K x (0,0007 x M + 0,01) x A K = 183,00 M = 30 A = 1,00	20	m³	7,09	141,80
10	4256	Ocak taşından konkasörde kırılmış elenmiş 19-25 mm mıcır hazırlanması	20	m³	25,00	500,00
11	KGM/4382	Bitümlü kaplama ve karışımlar için mevcut agreganın yıkama makinesi ile yıkanması	20	m³	4,08	81,60
12	KGM/4358	Sarnıç veya tanklardan katı bitümlü malzemenin distribütör ve roley tanka yüklenirken ısıtılması	1,6	Ton	28,53	45,65
13	KGM/15142	Asfalt mıcırının yol boyu deposundan yüklenmesi	20	m³	0,66	13,20
14	KGM/15150/K	Asfalt Mıcırının Figüresi	20	m³	1,45	29,00
						6.788,94
TOPLAM						1.262.742,84
KDV DAHİL FİYATI						1.425.076,42

Çizelge 4.5. Aslanapa ilçe merkezi – Altıntaş ilçe merkezi arası grup köyyolu astarsız onarım kaplama keşif özeti

[illegible]

Çizelge 4.6. Aslanapa ilçe merkezi – Altıntaş ilçe merkezi arası grup köyyoluna BSK onarımı işi keşif özeti

KİLOMETRESİ		0+31000				
S. No	İş Kalemi NO		Miktarı	Birimi	Birim Fiyatı TL	Tutarı TL
1	KGM/6308	8 cm sıkışmış kalınlıkta asfalt betonu binder yapımı (Kırılmış ve elenmiş ocak taşı ile) Agreganın temini ve taşınması, Plentte karıştırılması, BSK nın finişerle serilmesi ve sıkıştırılması. (Bitüm İdareden)	186.000,00	m ²	8,54	1.588.440,00
2	KGM/40.130	Asfalt kazıma makinesi ile her cins bitümlü karışım kaplamaların kazılması	9.300,00	m ³	51,09	475.137,00
3	TÜPRAŞ	50/70 Bitüm temini (11.09.2013 tarihli Tüpraş fiyatı)	442,00	Ton	1.409,00	622.778,00
4	07.006/K	Bitüm Nakli	442,00	Ton	55,92	24.716,64
		TOPLAM				2.711.071,64
		KDV DAHİL FİYAT				3.093.192,28

Aslanapa ilçe merkezi – Altıntaş ilçe merkezine kadar olan grup köy yolunun yaklaşık 20 senelik bir zaman dilimi içerisinde yapılan ilk yapım (yatırım) ve toplam bakım + onarım harcamalarını ilk yapım yılı fiyatları ile hesap edersek;

1. ve 2. Kat sathi kaplama yapım maliyeti=**3.447.838,58 TL**

Bakım ve onarım harcamaları toplamı = 7x622.918,72 + 3x1.425.076=**8.635.660,3 TL**

İlk yapım ve bakım harcamalarının toplamı:

3.447.838,58+ 8.635.660,3 = **12.083.498,88 TL**

BSK yapım maliyeti = **4.486.610,62TL**

20 senede 2 kez aşınma tabakası yenilenmesi için oluşacak maliyet = 2 x 3.093.192,28
= **6.186.384,56TL**

İlk yapım ve bakım harcamalarının toplamı:

4.486.610,62+ 6.186.384,56 = **10.672.995,18 TL**

İlk yapım ve onarım maliyetleri karşılaştırıldığında BSK yapımının uzun vadede sathi kaplamaya göre daha avantajlı olduğu ortaya çıkmıştır.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Aslanapa İlçe Merkezinden, Altıntaş İlçe Merkezine kadar olan grup köy yolunda geçecek araç sayısı fazla olduğu için çift kat sathi kaplama yapılması gerekli olacaktır.

Tablo 5.1.' de 2004 yılında yol satıh cinslerine göre ülkemiz yollarına yapılan km başına ortalama bakım harcamaları görülmektedir.

Çizelge 5.1. Kaplama cinslerine göre ülkemiz yollarında km başına ortalama bakım harcamaları (Çelik 2007)

Devlet Yolu (TL)			İl Yolu (TL)		
Bitümlü Sıcak Karışım	Sathi Kaplama	Stabilize	Bitümlü Sıcak Karışım	Sathi Kaplama	Stabilize
1133	9359	982	568	4694	492

Ülkemizde ekonomik sebeplerden dolayı, uzun yıllar boyunca sathi kaplamaların hizmette olacağı bir gerçektir.

Sathi kaplamalı bir yolun proje ömrü 10 sene olmasına karşın; ülkemiz koşulları altında uzun seneler boyunca bakımı yapılarak trafiğe hizmet eden bu yolların,BSK'lı yollarla karşılaştırılabilmesi için ortalama 20 senelik bir proje ömür içerisinde; 3 kez astarlı, 7 kez ise astarsız onarım gerekeceği hesaplanmaktadır. BSK' lı yolun onarımı da yaklaşık 10 yılda bir yapıldığı görülmektedir.

Araştırma bulguları ve tartışma bölümünde yapılan hesaplamalardan da görüleceği üzere, 20 senelik bir zaman diliminde yapılan bakım + onarım harcamaları hesaba katıldığında; sathi kaplamalı bir yolun görüldüğü kadar makul olmadığı, hatta ve hatta BSK'lı bir yol tipine göre daha fazla harcama yapıldığı hesaplanmıştır.

KAYNAKLAR

- Al, E.T., 1996. The Asphalt Handbook, Asphalt Institute, Manuel Series No:4.Edition.
- Anonim <http://www.asfaltkaplama.com/sathikaplama.html> (15.05.2015)
- Avcioğlu, M., 2011. Karayolu İnşaatı. Birsen Yayınevi, 712, İstanbul.
- Barker, W.R. and Brabston, W.N. 1975. Development of a Structural Design Procedure for Flexible Airport Pavements, Report, U.S.
- Brown, E.R. and Cooley, Jr.L.A. 1999. Designing Stone Matrix Asphalt Mixtures for Rut-Resistant Pavements, Report No. 425, National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board, Washington, DC.
- Brown, E. R., Kandhal P S., and Zhang J. 2001. Performance Testing for Hot Mix Asphalt, Report No. 2001-05, National Center for Asphalt Technology, Auburn University, Alabama.
- Çelik, O.N., Yonar, F., Mart 2007. 106' ncı Eğitim Semineri Asfalt Günleri, Konya Belediyeler Birliği, Konya, Bildiriler Kitabı, 75-78.
- Dikicioğlu, A.E., 2005. Ülkemizdeki Sathi Kaplamalı ve Sıcak Karışım Kaplamalı Yollarda Ömür-Maliyet İlişkisine Genel Bakış. Teknik Güç, 152 (1), 6-7.
- D.P.T., 1992. Karayolu Ulaştırması VI. Beş Yıllık Kalkınma Planı ÖİK Raporu, Ankara.
- Erel, A., 2001. Ulaşım Planlaması I ve II Basılmamış Ders Notları, İstanbul.
- Huber, G., 2000. Performance Survey on Open-Graded Friction Course Mixes, NCHRP Synthesis 284, Transportation Research Board, Washington, DC.
- Illinois Department of Transportation (IDOT) 1982. Subgrade Stability Manual, Policy MAT – 10, Springfield.
- Kahraman, N., Arıkan, R., 2017. Uluslararası Gazi Akça Koca ve Kocaeli Tarihi Sempozyumu Bildirileri, Kocaeli.
- Kandhal, P.S. and Mallick R.B. 1999. Design of New-Generation Open-Graded Friction Courses, Report No. 99-3, National Center for Asphalt Technology, Auburn University, Alabama.
- K.G.M., 2005. Bakım Dairesi Çalışmaları, Ankara.
- K.G.M., 2007. Karayolları Tarihi, Ankara.
- K.G.M., 2013. Karayolu Teknik Şartnamesi, Ankara.
- K.H.G.M., 2000. Köy yolları Yapım İşleri, Ankara.
- K.H.G.M. 2001. Birinci Derece Öncelikli Köy yolları Master Planı, Ankara.
- Kök, B.V., Yılmaz, M., Kuloğlu, N., 2012. Asfaltitin Bitüm ve Bitümlü Sıcak Karışımların Mekanik Özelliklerine Etkisi. İmo Teknik Dergi, 23 (1), 88-101.
- Kuloğlu, N., November, D., 1999. Effect of Astragalus on Characteristics of Asphalt Concrete, Journal of Materials in Civil Engineering, Vol. 11, No. 4, 283-286.
- Newcomb, D. E., Buncher, M., Huddleston, I. J., 2001. Transportation Research Circular 503: Perpetual Bituminous Pavements, Transport. Research Board, 4-11.

- Newcomb, D., 2002 Asphalt Pavement Alliance, Perpetual Pavements A Synthesis, 27.
- Nunn, M. E., Brown, A., Weston, D., and Nicholls, J. C., 1997. Design of Long – Life Flexible Pavements for Heavy Traffic, Rapor No. 250, Transportation Research Laboratory, Berkshire, U.K.
- Resistance to plastic flow of bituminous mixtures using the Marshall apparatus, ASTM D1559.
- Sousa, J.B., Deacon, J.A., Weissman, S., Harvey, J.T., Monismith, C.L., Leahy, R.B., Paulson, G., and Complantz, J.S., 1994. Permanent Deformation Response of Asphalt- Aggregate Mixes, Report No. SHRP-A-415, Strategic Highway Research Program, Transportation Research Board, Washington, DC.
- Şen, L., 2003. Türkiye’de Demiryolları ve Karayollarının Gelişim Süreci. Tesav Yayınları, Ankara, 218.
- Tayebali, A.J., Deacon J., Coplantz J., Finn F., and Monismith C. 1994. Fatigue Response of Asphalt-Aggregate Mixes, Report No. SHRP-A-404, Strategic Highway Research Program, Transportation Research Board, Washington, DC.
- T.S.E. 1964. Bitümlü Maddelerin Düktilite Deneyi için Metot, TS119, Ankara, 8s.
- T.S.E. 1983. Bitümlü kaplama karışımlarının hesap esasları, Marshall ve Hubbard Field metodları ile, TS3720, Ankara, 24s.
- T.S.E. 2008. Bitümler ve Bitümlü Bağlayıcılar - İğne Batma Derinliği Tayini, TSEN1426, Ankara, 16s.
- T.S.E. 2003. Bitümlü Maddelerde Isıtma Etkisinin Tayini – Dönel ince Film Halinde Isıtma Kaybı Metodu, TSEN12607-1, Ankara, 11s.
- Tunç, A., 2007. Yol Malzemeleri ve Uygulamaları, Nobel Yayın Dağıtım, 840, Ankara.
- Ulaştırma Bakanlığı, 2004. Ulaştırma Strateji Raporu, Ankara, 23-30
- Varol, H., 2000. Bitümlü Sıcak Kaplamalı Üst Yapıların Yapım Kriterlerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 93637, 118.
- Von Quintus, H. L., 2000. Pavement Structural Design Study : A Simplified Catalog of Solutions. Rapor No. 3065, Fugro – BRE, Inc., Austin, Texas
- Yayla, N., 2011. Karayolu Mühendisliği, Birsen Yayınevi, İstanbul, 285 .
- Y.S.E. Genel Müdürlüğü, 1982. Köy yolları Teknik El Kitabı, Ankara.
- Yurdakul, Y., 2006. Köy yollarının Geometrik Tasarımı, Yapılandırılması, İşaretlenmesi ve trafik Güvenliği Yönünden İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 180404, 153.
- Zoorob, S.E., and Suparna, L.B., 2000. Laboratory design and investigation of the properties of continuously graded Asphaltic concrete containing recycled plastics aggregate replacement (Plastiphalt), Cement & Concrete Composites 22, 233-242.

ÖZGEÇMİŞ

Furkan MELİKOĞLU 1988’ de Balıkesir İlinin Bandırma İlçesinde doğdu.2005 yılında Bandırma Şehit Mehmet Güneç Lisesi’ ni bitirdi. 2005 senesinde Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü’ ne girdi. Bu bölümden 2009 yılında mezun oldu. 2010 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ulaştırma Bölümünde yüksek lisans yapmaya hak kazandı. 2011 yılında atandığı Kütahya İl Özel İdaresinde görevini hala sürdürmektedir.

