

**T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**KOCAELİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ SINIRLARI
İÇİNDE KARAYOLU ÜSTYAPILARININ MALİYET
YÖNÜNDEN İNCELENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Ali AKGÜN

İSTANBUL, 2011

**T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

Fen Bilimleri Enstitüsü
Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi

**KOCAELİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ SINIRLARI
İÇİNDE KARAYOLU ÜSTYAPILARININ MALİYET
YÖNÜNDEN İNCELENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Ali AKGÜN

Danışman: Prof.Dr. Mustafa KARAŞAHİN

İSTANBUL, 2011

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

Tezin Başlığı :KOCAELİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ SINIRLARI İÇİNDE
KARAYOLU ÜSTYAPILARININ MALİYET YÖNÜNDEN
İNCELENMESİ

Öğrencinin Adı Soyadı : Ali AKGÜN
Tez Savunma Tarihi : 18.01.2011

Bu yüksek lisans tezi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

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

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

Tez Sınav Jürisi Üyeleri :

Prof. Dr. Mustafa KARAŞAHİN (Danışman) :

Prof. Dr. Mustafa ILICALI :

Öğr. Gör. Dr. Nilgün CAMKESEN :

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Üstyapı kaplamalarının idare maliyetleri ile müteahhit maliyetleri arasındaki fark çalışma kapsamında konu alınmıştır. Yaklaşık maliyetler ile yapım maliyetleri arasındaki farkın sebepleri araştırılmıştır. Aradaki maliyet farkının kaynak planlamalarında göz önüne alınması amaçlanmıştır.

Yüksek lisans tez çalışmamı yöneten ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sn Prof. Dr. Mustafa KARAŞAHİN'e, yüksek lisans programına katılmamda teşvik ve desteklerinden dolayı değerli büyüklerim Sn. Ali Alp ARSLAN ve Sn. Cihat YÜCEL'e teşekkürlerimi borç bilirim.

Çalışmalarım esnasında bana yardımcı olan Kocaeli Büyükşehir Belediyesi çalışanlarına, tüm çalışma arkadaşlarıma, manevi desteklerinden dolayı değerli aileme saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Ali Akgün

ÖZET

KOCAELİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ SINIRLARI İÇİNDE KARAYOLU ÜSTYAPILARININ MALİYET YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

Akgün, Ali

Kentsel Sistemler Ve Ulaştırma Yönetimi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa Kardeşahin

Ocak 2011, 60 Sayfa

Karayolu yatırımları ülkemizde kamu kuruluşları tarafından, kamu kaynakları kullanılarak yapılmaktadır. Karayolu üstyapı kaplamaları yapılmadan önce; Kamu kuruluşları tarafından öngörülen yaklaşık maliyetler doğrultusunda, müteahhit firmalar tarafından teklif edilen fiyatlar ile yapılmasına onay verilir. Çoğu zaman firmaların teklifleri Kamu kuruluşlarının öngördüğü yaklaşık maliyetlerin altında kaldığı görülmektedir. Müteahhit firmalar ile kamu kuruluşlarının maliyetleri arasında bir fark oluşmaktadır. Yaklaşık maliyetler ile teklif fiyatları arasındaki bu fark oranı ve değişimi kamu kuruluşları için göz ardı edilmemesi gereken bir faktördür. Kamu kurumlarının maliyet farkının kaynaklandığı sebeplerini değerlendirmeli ve kaynak planlamalarına dahil etmelidir. Bu sayede kaynak planlamaları, yol yapım imalatları açısından daha gerçekçi bir yaklaşımla yapılır. Kaynakların daha gerçekçi planlanması ve en uygun şekilde kullanılması ülkemiz açısından çok büyük önem taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Esnek Üstyapı Kaplamaları, Kaplama Maliyet Analizleri, Yol Üstyapı Kaplama Tipleri, Sathi Kaplamalar

ABSTRACT

INVESTIGATION OF COST OF PAVEMENT STRUCTURES IN THE REGION OF KOCAELI GREAT MUNICIPALITY

Akgün, Ali

Urban Systems And Transportation Managment

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa KARAŞAHİN

January 2011, 60 Pages

The highway investments are by the public investments in our country by being used of public spendings. Before the superstructure coverings are not constructed, it is approved the prices of the contractors firms that they will offer the prices on the direction of approximate that the public associations suggest. Most times, it is seen that the prices the contractors offered are under the approximate costs that the public associations suggested. There has been a difference between the contractors firms and the public associations costs. It is an important factor for the public associations these difference rate of approximate costs and suggested prices. The public associations should evaluate the reasons of cost difference emerged and should add the source planning. In this direction, the source plannings are done for the road construction in more realistic approach. More realistic planning of the sources and being used in most appropriate direction has been a great importance for our country.

Key Words: Flexible Pavement, Pavement Cost Analysis, Type of Pavement Coat

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER.....	i
TABLolar.....	ii
SEMBOLLER.....	iii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 KAYNAK BİLGİSİ.....	3
1.2 ÖN BİLGİLER.....	5
2. KOCAELİ'DE KULLANILAN KARAYOLU ÜSTYAPI TİPLERİ.....	7
2.1 GİRİŞ.....	7
2.2 BİTÜMLÜ SICAK KARIŞIM YOLLAR VE TABAKALARI.....	8
2.2.1 Aşınma Tabakası.....	9
2.2.2 Binder Tabakası.....	9
2.2.3 Bitümlü Temel.....	10
2.2.4 Temel Tabakası.....	10
2.2.4.1 Plent miks temel (PMT).....	10
2.2.5 Alttemel Tabakası.....	11
2.2.5.1 Granüler alttemel (GAT).....	11
2.3 SATHİ KAPLAMA YOLLAR.....	11
2.3.1 Sathi Kaplama Çeşitleri.....	12
2.3.1.1 Tek kat sathi kaplama.....	13
2.3.1.2 Çok çatlı sathi kaplamalar.....	13
2.3.1.3 Kum yalıtımı.....	13
2.4 ÜSTYAPIYA GELEN ETKİLER.....	13
2.4.1. Trafik Etkileri.....	14
2.4.1.1 Dingil eşdeğerlilik faktörü.....	14
3. ÜSTYAPI TABAKA KALINLIKLARININ TASARIMI.....	16
3.1 GİRİŞ.....	16
3.2 ESNEK ÜSTYAPI TABAKALARININ HESAPLANMASI.....	16
3.2.1 Tanımlar.....	16
3.2.1.1 Servis kabiliyeti.....	17
3.2.1.2 Taşıtlı eşdeğerlik faktörü (TEF).....	17
3.2.1.3 Hesap şeridi faktörü.....	18
3.2.1.4 Güvenilirlik.....	19
3.2.1.5 CBR (California Bearing Ratio).....	19
3.2.1.6 Esneklik modülü (M_r).....	20
3.2.1.7 Trafik analizleri ve değerlendirilmesi.....	20
3.2.1.8 Üstyapı Sayısı (SN).....	21
3.2.3 Esnek üstyapı tipleri.....	22
3.2.3.1 Esnek üstyapı tabaka hesaplanması CBR % 5, % 10, % 30.....	22
3.2.3.2 CBR % 5 olan zeminlerde tabakaların hesaplanması (Tip 1)....	23
3.2.3.3 CBR % 10 olan zeminler için esnek üstyapı tasarımı (TİP 2)..	25
3.2.3.4 CBR % 30 için olan zeminler esnek üstyapı tasarımı (TİP 3)....	27

3.2.4 Sathi kaplama yolların tasarımı	29
3.2.4.1 K.B.B. Kullanılan sathi kaplama yol tipi (Tip 4).....	29
4. ÜST YAPI KAPLAMALARININ MALİYETLERİ.....	31
4.1 GİRİŞ	31
4.2 ESNEK ÜSTYAPI TİPLERİNİN MALİYET HESAPLARI	31
4.2.1 Tip 1 Esnek kaplama kesiti maliyet hesabı.....	32
4.2.2 Tip 2 Esnek kaplama kesiti maliyet hesabı.....	32
4.2.3 Tip 3 Esnek kaplama kesiti maliyet hesabı.....	33
4.3 SATHİ KAPLAMA YOLLARIN MALİYET HESAPLARI	34
5. ÜST YAPI KAPLAMA MALİYETLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	35
5.1 GİRİŞ	35
5.2 MÜTEAHHİT MALİYETLER.....	35
5.3 İDARE MALİYETLERİ.....	37
5.4 İDARE MÜTEAHHİT MALİYETLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	37
5.4.2 Binder tabakası maliyeti karşılaştırılması.....	38
5.4.3 Bitümlü temel tabakası maliyeti karşılaştırılması	39
5.4.6 Reglaj yapılması maliyeti karşılaştırılması	41
5.5 ORTALAMA MALİYETLER İLE YOL TOPLAM MALİYETLERİ.....	43
5.5.1 Tip 1 Kesitinin Ortalama Fiyatlarla Maliyeti	43
5.5.2 Tip 2 kesitinin ortalama fiyatlarla maliyeti.....	44
5.5.3 Tip 3 kesitinin ortalama fiyatlarla maliyeti.....	44
5.5.4 Sathi kaplama yapılması ortalama fiyatlarla maliyeti	45
6 . SONUÇ VE ÖNERİLER	46
KAYNAKÇA.....	49
EKLER.....	52
EK 1 Aşınma Tabakası Analizi	52
EK 2 Binder Tabakası Analizi.....	53
EK 3 Bitümlü Temel Tabakası Analizi.....	54
EK 4 Plent Miks Temel Analizi	55
EK 5 Granüler Alt Temel Yapılması	56
EK 6 Reglaj Yapılması Analizi.....	57
EK 7 Çift Tabaka Sathi Kaplama Yapılması.....	58
ÖZGEÇMİŞ	59

ŞEKİLLER

Şekil 1.1 Deprem Bölgeleri Haritası.....	5
Şekil 2.1 Tekerlek yük etkisi.....	7
Şekil 2.2 Esnek üstyapı malzemelerinin tekrarlı yükler altında davranışı	8
Şekil 2.3 Sathi kaplama yapımı	12
Şekil 2.2 Sathi kaplama çeşitleri.....	12
Şekil 3.1 % 5 CBR olan zeminlerde SN sayısı değeri	23
Şekil 3.2 Esnek üstyapı tasarımı tip 1	24
Şekil 3.3 CBR %10 olan zeminlerde SN sayısı değeri	25
Şekil 3.4 Esnek üstyapı tasarımı Tip 2.....	27
Şekil 3.5 CBR % 30 olan zeminlerde SN sayısı değeri	27
Şekil 3.6 Esnek üstyapı tasarımı tip 3	29
Şekil 3.7 Sathi kaplama yol tasarım tip 4	30
Şekil 5.2 Aşınma tabakası dağılım tablosu	38
Şekil 5.3 Binder tabakası dağılım tablosu	39
Şekil 5.4 Bitümlü temel tabakası dağılım tablosu.....	40
Şekil 5.5 PMT Tabakası dağılım tablosu.....	40
Şekil 5.6 GAT Tabakası dağılım tablosu	41
Şekil 5.7 Reglaj yapılması dağılım tablosu	42
Şekil 5.8 Sathi kaplama yapılması dağılım tablosu	42

TABLULAR

Tablo 3.2 Taşıt eşdeğerlik faktörü	18
Tablo 3.3 Hesap şeridi faktörü	18
Tablo 3.4 Güvenilirlik	19
Tablo 3.5 Sn parametreleri	21
Tablo 3.6 Trafik sayımları ortalama.....	22
Tablo 3.7 Üstyapı kalınlık tablosu.....	23
Tablo 4.1 Tip 1 Esnek kaplama kesiti maliyeti	32
Tablo 4.2 Tip 2 Esnek kaplama kesiti hesabı.....	33
Tablo 4.3 Tip 3 Esnek kaplama kesiti maliyeti	33
Tablo 4.4 Tip 4 sathi kaplama kesiti maliyeti	34
Tablo 5.9 Tip 1 kesitinin ortalama fiyatlarla maliyeti.....	43
Tablo 5.10 Tip iki kesitinin ortalama fiyatlarla maliyeti	44
Tablo 5.11 Tip üç kesitinin ortalama fiyatlarla maliyeti.....	44
Tablo 5.12 Tip 4 sathi kaplama kesitinin ortalama fiyatlarla maliyeti	45

SEMBOLLER

American Association of State Highway and Transportation officials Amerikan Devlet Karayolları Gorevlileri Birliği	: AASHTO
İzafi tabaka katsayıları	: ai
Yol Notu 29 Tasarım Rehberi	: RRL29
Santigrat Derece	: C ⁰
Metre	: M
Bitümlü Sıcak Karışım	: BSK
Kaliforniya Basınç Oranı	: CBR
Kocaeli Büyükşehir Belediyesi	: K.B.B
Kilometre	: Km
Karayolları Esnek Üstyapı Projelendirme Formu 2006	: K.G.M. 2006
Plent Miks Temel	: P.M.T
Granüler Alt Temel	: G.A.T
Devlet Meteoroloji İşleri	: D.M.İ
Dingil Eşdeğerlilik Faktörü	: EF
Tatbik Edilen Dingil Yüğü (Ton)	: p
Servis Kabiliyeti	: P
Hizmet ömrü	: t
İlk trafik	: to
Hesap şerdi faktörü	: η
Trafik Yönü	: i

Trafiğin kaç yönlü oluşu	: j
Taşıt eşdeğerlilik faktörü	: TEF
Toplam standart dingil tekerrür sayısı	: $T_{8.2}$
Hesap Şeridine Düşen Günlük Standart Dingil Yüğü (W_g)	: W_g
Trafik artış yüzdesi	: r
Proje Trafiğı	: t_p
t Yıl sonra Günlük Trafik Yoğunluğu	: t_t
Üstyapı Sayısı	: SN
Karayolları Genel Müdürlüğü	: TCK
Drenaj Katsayısı	: m_i
Üstyapı Tasarım Yöntemi	: SHELL
Basınç Birimi	: Psi
Yıllık Ortalama Günlük Trafik	: YOGT
Güvenilirliğin Standart Sapması	: Z_R
Standart Normal Sapma	: S_0
Tabaka Kalınlığı	: D_i

1. GİRİŞ

Ulaşım her çağda insanların vazgeçilemez ihtiyaçlarından bir tanesidir. Çağlar boyunca bölgelerin her yönden gelişmesi açısından etkili olmuştur. Yollar üzerinde bulunduğu kentlerin kültürel ve diğer zenginlikleri günümüze kadar ulaşmıştır. Zaman içinde ulaşım ve ulaşımı kolaylaştıran sistemler gelişmiş ve değişmiştir.

Ulaşımın genel amacı ürünlerin ve yolcuların güvelik, konfor ve ekonomik durumlar göz ardı edilmeden farklı yerlere taşınması işlemidir. Ulaşım ülkemizde ağırlıklı olarak karayolu taşımacılık sistemi kullanılarak yapılmaktadır.

Karayolu taşımacılığı haricinde Ülkemizde demiryolu taşımacılığı, hava taşımacılığı, deniz taşımacılığı ve boru taşımacılığı da sistem olarak kullanılmaktadır. Karayolu taşımacılığı, diğer taşımacılık sistemlerinin altyapısını oluşturur. Hizmet sınırları geniştir, kapıdan kapıya hizmet verebilmesinden dolayı insanların yaşadığı her yerde kullanılması zorunludur.

Ülkemizde karayolu yatırımları, kamu kuruluşları tarafından yapılmaktadır. Karayolu yatırımları da kamu kaynaklarından karşılanmaktadır. Kaynakların kontrollü kullanılması ve tasarruflu harcanabilmesi için, yollar yapılmadan önce planlamaların yapılması ve maliyetlerin yaklaşık olarak bilinebilmesi gerekmektedir.

Karayolu yapımında kullanılan güncel fiyatlar, Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan ve her yıl güncellenen birim fiyatlardan alınır. Yaklaşık maliyetler güncel birim fiyatlardan oluşturulur ve bu maliyetler doğrultusunda kaynak planlaması yapılmaktadır.

Çalışma kapsamında Kocaeli genelinde kullanılan yol üstyapı kaplamalarının idare ve müteahhit maliyetleri karşılaştırılmıştır. Maliyetler arasındaki fark ve bu farkın sebepleri araştırılmıştır. Yol yaklaşık maliyetlerinde bu farklar göz önüne alınarak daha gerçekçi planlamalar yapılabilir ve kaynak planlamalarının olumlu yönde etkilenmesi amaçlanmıştır.

Çalışma kapsamında Kocaeli genelinde şehir içi yolların trafik yoğunluğu tespiti için Karayolları 1.Bölge Müdürlüğünün sayımları kullanılmıştır. Sabit sayım istasyonlarından alınan bu verilerin, taşıt gruplarına göre ortalaması alınmış ve hesaplara dahil edilmiştir.

İkinci bölüm de Kocaeli genelinde kullanılan üstyapı tipleri incelenmiştir. Ağırlıklı olarak esnek üstyapı kaplamaları ve sathi kaplama yollardan bahsedilmiştir. Yol üstyapı kaplamalarını oluşturan tabakaların ve bu tabakaların özellikleri incelenmiştir. Üstyapıya gelen çevresel ve trafik etkilerinden de bu bölümde söz edilmiştir.

Üçüncü bölümde çalışma kapsamında kullanılacak yol tiplerinden ve bu yol tiplerinin tasarımından bahsedilmiştir. Yol tiplerinin tasarımında ortaklık sağlanması amacıyla yol platform genişliği 8 m kabul edilmiştir. Yol tasarımında zeminlerin farklı özelliklerini dikkate alma açısından, üç farklı zemin CBR değerlerine göre tip enkesit tasarımları yapılmıştır. Sathi kaplama yollar için tek tip seçilmiştir. Dayanım, güvenlik, konfor ve trafik yoğunluğu düşünülerek çift tabaka sathi kaplama yapılması kabul edilmiştir.

Dördüncü bölümde üstyapı kaplama maliyetleri hesaplanmıştır. Kaplama maliyetleri üçüncü Bölümde hesaplanan ve yapımı kabul edilen yol tipleri için yapılmıştır. Yol tiplerinde 1.00 km uzunluğunda yollarda kullanılan tabakaların toplam maliyetleri hesaplanmıştır.

Beşinci bölümde yol üstyapı kaplama maliyetlerinde idare ve müteahhit maliyetlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Firmaların ihalelerde verdiği teklifler değerlendirilmiştir. Firma tekliflerinin ortalamaları hesaplanmıştır. Ortalama fiyatlar, idare fiyatları ve müteahhit teklifleri arasında dağılım tabloları oluşturulmuş ve indirim oranları gösterilmiştir. Ortalama fiyatlar ile 1.00 km yol maliyeti hesaplanmıştır. Toplam maliyetlerdeki indirim oranları da gösterilmiştir.

Altıncı bölümde maliyetler arasındaki farkın sebepleri üzerine yorumlar yapılmıştır. İndirim sebepleri, indirimlerin arasındaki ilişkiler üzerine yorumların yapıldığı kısımdır.

1.1 KAYNAK BİLGİSİ

Dündar(1998) Esnek üstyapı tasarım yöntemlerini karşılaştırmıştır. Ampirik yöntem olan RRL29 ve AASHTO 93 analitik - ampirik SHELL analitik yöntemlerini birbiri ile karşılaştırmış genel olarak aynı sonuçlara ulaşmıştır.

Ilıcalı, Tayfur, Özen (2004) Şehir içi yollarda kullanılmakta olan üstyapı kesiti ve malzemesinin değerlendirilmesi üzerinde çalışmış AASHTO 1986 metoduna göre yol üstyapı kaplama tabakalarını karşılaştırmıştır. Hafif trafiğin taşındığı yollarda tabaka kalınlıkları ve sayıları daha az bulunmuş ve trafik yükü ve değerlerinin arttığı yollarda ise tabaka sayısı ve kalınlıkların arttığı tespit edilmiştir.

Karşahin, Saltan, Gürer, Çetin, Aktaş,Uz (2009) ‘Türkiye de ve Dünya da Sathi Kaplama Uygulamaları’ adlı yayınlarında Ülkemizde yol ağının büyük bir kısmının sathi kaplama yollar olduğundan söz edilmiştir. Sathi kaplama yolların farklı bölgelerde uygulandığı ve tasarım kriterlerine göre olumlu sonuçlar alındığı görülmüştür.

Karşahin (1988) Karayolu üstyapılarının maliyet ve enerji yönünden karşılaştırmış rijit üst yapıların esnek üstyapılara ilk yapım ve toplam maliyet açısından daha düşük maliyetlere sahip olduğu bulunmuştur.

Cycle Cost Analysis Sheet 1 of 7 (Chapter 4-LCCA August 2006) Ömür döngü maliyet analizi, yol üstyapı kaplamalarının ön görülen servis süresi içinde, ilk yapım ve bakım onarım maliyetleri açısından, bugünkü değerlerinin hesaplanması, ekonomik açıdan en uygun maliyetin seçenek olarak kabul etmektedir.

KJ Jenkins(2010) Güney Afrika da yol üstyapılarının maliyetlerinden. Enerji tüketimi ve çevre etkilerinin toplam maliyetleri dikkate alınarak, kaplamaların servis ömrü boyunca daha gerçekçi bakım onarım yöntemleri savunulmuştur.

Özdemir, Tığdemir, Avcı (2009) Sıcak bölgelerde tasarlanması gereken üstyapı kaplama tabakaları hakkında yaptıkları çalışmadır. Üstyapı kaplama tabakalarının tasarımında, malzemelerin ve bitümlü karışımların özelliklerinin iyi bilinmesi gerektiği anlatılmıştır. Esnek üstyapı tasarımında, göz önüne alınması gerekli iki temel özellikten bahsedilmektedir. Malzemelerin gerilme şekil değiştirme,

deformasyon şeklini değiştiren bu özellikler açıklanmıştır. Tasarlanacak üstyapı kaplamalarının, malzeme bitüm özellikleri, agrega boyutları ve yükleme değişikliklerinin yol ömrünü nasıl değiştireceği incelenmiştir.

Ahmetzade, Yılmaz (2007) Uzun ömürlü üstyapı tasarım yöntemleri üzerine bir araştırma yapmışlardır. Çalışma kapsamında üstyapıların 50 yıldan daha uzun süre iyileştirme ve yeniden yapım gerektirmeyen üstyapıların tasarımından bahsetmiştir. Uzun ömürlü üstyapı için uygun ve stabil bir temel tabakası oluşturması gerektiği, kalıcı deformasyonlar ve termal çatlaklara karşı dayanıklı tabakaların oluşturabilmesinden söz edilmiştir.

Fındık, Saltan (2008) hafif agregaların esnek üstyapı temelinde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Hafif agregalar tuf, bims, lav curufu gibi kırılmış veya kırılmamış agregalar olarak tanımlanmıştır. Çalışma kapsamında belirli oranlarda, hafif agregaların alttemel tabakasında kullanılabilirliğinden söz edilmiştir.

Kök, Kuloğlu (2007) Üstyapı tasarım yöntemlerinden AASHTO 72 ve AASHTO 86 metodu karşılaştırılmıştır. AASHTO 86 yönteminde drenaj koşulları, dingil tekerrür yükleri, şişme donma gibi hata risklerini azaltmak amacıyla çevresel faktörlere bağlı güvenlik katsayısı esas alınmıştır. Karşılaştırma sonucuna göre, zemin taşıma gücünün düşük olduğu bölgelerde iki yöntemde ekonomik sonuçlarının aynı olduğu görülmüştür. Zemin taşıma gücünün yüksek olduğu bölgelerde AASHTO 86 metodunun daha ekonomik sonuçlar verdiği görülmüştür.

K.G.M. (2006) Karayolları Esnek Üstyapı Projelendirme Rehberi, Karayolları Genel Müdürlüğü Teknik Araştırmalar Dairesi tarafından hazırlanan referans kaynaklardan bir tanesidir. Rehberin içeriği AASHTO 93 rehberi kriterlerinin son düzenlemelerini referans olarak hazırlanmıştır. Üstyapı tasarımında Ülkemiz şartlarını göz önüne alarak üstyapı kaplama tabaklarının dizaynını anlaşılır hale getirmiştir. Proje süresince trafik hacminin hesaplanması, güvenilirlik kavramı, zemin esneklik modülü ve tasarımda kullanılmasına açıklık getirmiştir.

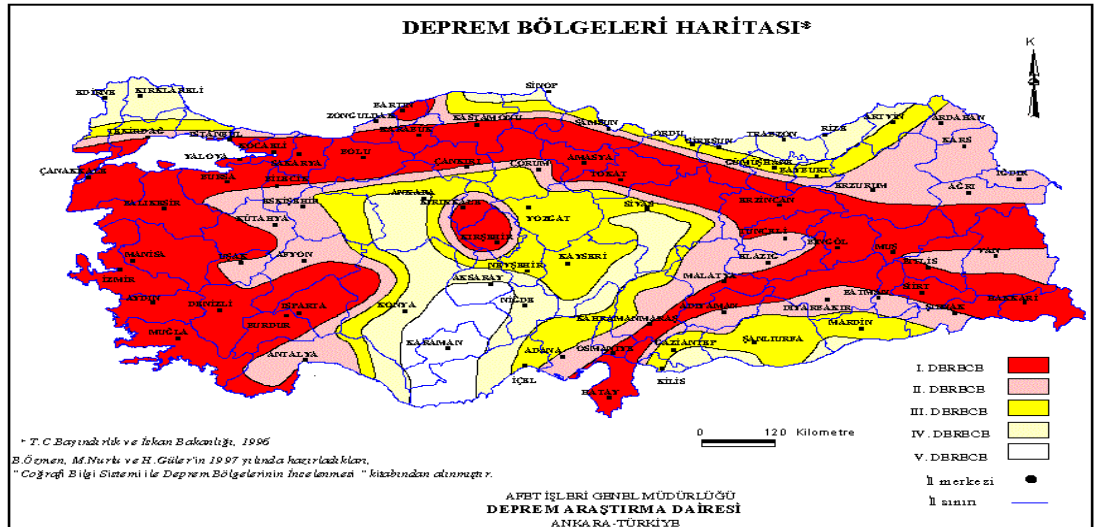
İsfalt (2001) asfalt ve uygulamaları isfalt A.Ş tarafından hazırlanmış, asfalt ve uygulama alanları hakkında kapsamlı kaynaklardan bir tanesidir. Bitümlü Sıcak Karışım (BSK) tabakaları tasarım ve uygulaması hakkında araştırmaları kapsamakta ve aynı zamanda sathi kaplama yolları da konu etmektedir. Tasarım metotları, agrega deneyleri ve teknik özelliklerin anlatıldığı kaynak bir kitaptır.

1.2 ÖN BİLGİLER

Kocaeli ili konumu itibarı ile Marmara bölgesinde önemli bir geçiş güzergahında bulunmaktadır. Gerek sanayi şehri olması gerekse İstanbul ve Avrupa'ya giden araçların geçiş yolları üzerinde bulunması sebebiyle önemini daha da arttırmaktadır.

Kocaeli Marmara denizinin batı uzantısında İzmit körfezi etrafında bulunan bir şehirdir. 400 kuzey enlemi 290 doğu boylamında bulunmaktadır. Ortalama yükseklik 76 m yıl içinde ortalama sıcaklık 46 C0 yıllık yağış ortalaması 786 kg / m2 dir. İklim koşulları ılıman iklim özelliği göstermektedir.

Marmara bölgesinin büyük bir kısmı Şekil1.1 de görüldüğü gibi 1. derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Kocaeli 17 Ağustos 1999 yılında 7.4 şiddetinde büyük bir deprem geçirmiştir. Deprem büyük ölçüde can ve mal kaybına sebep olmuştur.



Şekil 1.1 Deprem Bölgeleri Haritası

Depremın etkisi ile yollar ve ulaşım sistemleri de zarar görmüş ve ulaşımında ciddi aksamalara sebep olmuştur. Şehir içi ve şehirlerarası yolların felaket anlarına hazırlıksız olduğu anlaşılmıştır. Sonraki yıllarda planlara, afet durumlarında insanların şehirden tahliye edilebilmesi için afet kaçış yolları işlenmiş ve yapılmıştır.

Kocaeli genelinde yapılan yollar Karayolları 1. Bölge Müdürlüğü ve Kocaeli Büyükşehir Belediyesi tarafından yapılmaktadır. Yapılan yol tipleri tiplerin çoğunlukla bitümlü sıcak karışım (BSK) ve sathi kaplama olup bunlara oranla çok az da beton yol olarak yapılmaktadır. Şehir sınırları içinde yaklaşık toplam yol uzunluğu 7100 km dir. Şehir içi yollar 2.600 km köy yolu 2.500 km tarım ve arazi yolları 2000 km dir.

2. KOCAELİ'DE KULLANILAN KARAYOLU ÜSTYAPI TİPLERİ

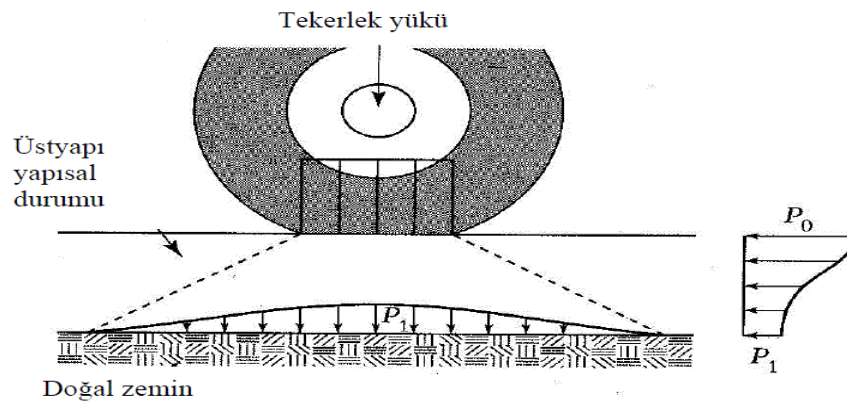
2.1 GİRİŞ

Karayolu yapısı tercihler ve standartlara uygun, belirlenen geometrik şartları sağlayan ve proje ömrü boyunca her türlü iklim koşulları altında hizmet verdiği taşıtların istenilen hız, güvenlik, konfor koşullarında hareket edebilmelerini sağlamak amacıyla inşa edilen bir yapı olarak tanımlanabilir. (İsfalt 2002)

Karayolu yapısı üstyapı ve alt yapı olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Alt yapı doğal zemin ile kaplama yüzeyine kadar olan kısımdır üst yapıdan gelen yükleri doğal zemine iletir.

Üstyapı trafik yüklerini alt yapının taşıyacağı değerlere indirmek ve aynı zamanda alt yapıyı hava koşulları ve diğer zorlayıcı kuvvetlere karşı korumak üzere alt yapı üzerine yerleştirilir. Kocaeli Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde üst yapılar bitümlü sıcak karışım yollar ve sathi kaplama yollar olmak üzere çeşitlendirilir.

Şekil 2.1 de tekerlek yükü dağılımı gösterilmiştir. Trafik yüklerinden kaynaklanan gerilmeler tabakalar arasında birbirine iletilir. Bu esnada kaplama tabakalarının dayanım özelliğine bağlı olarak gerilmelerin şiddeti azalır. Gerilmeler tabi zeminin taşıma gücünü aşmayacak şekilde taban zeminine iletilmiş olurlar. (İsfalt 2001)



Şekil 2.1 Tekerlek yük etkisi

Kaynak: Tunç 2004

2.2 BİTÜMLÜ SICAK KARIŞIM YOLLAR VE TABAKALARI

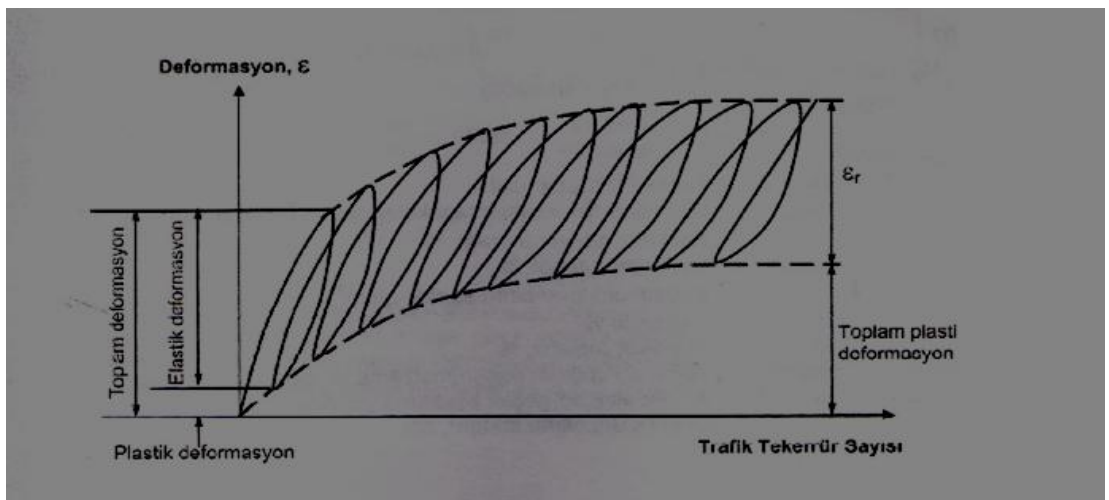
Bir esnek üst yapı, taban zemini üzerine aşınma tabakası, temel tabakası ve alttemel tabakalarının yapılması ile oluşmaktadır. Üst yapının üst kısmından taban zemine doğru inildikçe, tabakalarda kullanılan malzemelerin mekanik özellikleri ve dane boyutları da değişmektedir. (Umar ve Ağar 1991)

Bu tabakalanma durumunu belirleyen faktörler proje ömrü, trafik hacmi, Yıllık Ortama Günlük Trafik (YOGT) taban zemini ve dayanımı gibi kriterler göz önünde bulundurulmaktadır.

Bir esnek üst yapıda en üstteki tabaka kaplama tabakası olarak teşkil edilmektedir. Bu tabaka aşınma ve binder tabakaları olarak iki kısımda oluşur. Söz konusu tabakanın trafiği emniyetli ve konforlu bir şekilde geçirebilmesi için yeterli sürtünme ve uygun yuvarlanma yüzeyi oluşturma amacını güder. Ayrıca aşınma tabakasının yüzeysel suların üzerinde birikmemesi için uygun koşullarda suyu tahliye edecek eğimlere göre yapılmış olması gerekir.

Şekil 2.2 de görüldüğü gibi, esnek üstyapıların özellikleri, üzerinde taşıdığı trafik yükleri etkisinde elastik davranış göstermeleridir.

$$\text{Esneklik Modülü} = (\text{Gerilme} / \text{Şekil değiştirme}) \quad (1.1)$$



Şekil 2.2 Esnek üstyapı malzemelerinin tekrarlı yükler altında davranışı
Kaynak : K.G.M 2006

Grafikteki dingil tekerrür sayıları gerilmeyi, deformasyon ise şekil değiştirmenin göstergesi olarak kabul edilmektedir.

Üstyapılar projelendirilirken, elastik teoriyi esas alan esneklik modülüne göre projelendirilmektedir. Esneklik modülü elastik teorinin uygulaması olup, üstyapı malzemelerinin statik yükten ziyade tekerrür eden trafik yükleri altında elastikiyet modülünün tespiti için geliştirilmiş bir yaklaşımdır.

Üstyapı malzemeleri normal olarak elastik değildir ve her yük tekrarından sonra bir miktar plastik deformasyon gösterirler. Bununla beraber, eğer trafik yükü malzemenin mukavemetine nazaran küçük ise, belirli miktar yük tekerrüründen sonra malzeme elastik davranış göstermeye başlar. (K.G.M 2006)

2.2.1 Aşınma Tabakası

Aşınma tabakası esnek üstyapı kaplamalarında en üst tabakadır. Trafik yüklerine direk maruz kalmakta ve diğer tabakalara iletimini sağlayan ilk tabakadır. Aşınma tabakası ülkemizde kalınlığı genellikle 5 cm uygulanmaktadır.

Aşınma tabakasını oluşturan malzemelerin miktarları analizlerimizde (Ek1) verilmiştir. Aşınma tabakasında tasarımı itibari ile elekten geçen ince malzemeler ve bitüm oranı diğer tabakalara oranla daha yoğun olarak bulunmaktadır. Taşıt yüklerinden kaynaklanan kuvvet etkilerini alt tabakalara iletir.

2.2.2 Binder Tabakası

Karayolu tasarımında aşınma tabakasının hemen altında teşkil edilen tabakadır. Binder tabakası ülkemiz karayollarında farklı kalınlıklara uygulanmaktadır. Kalınlıkların değişimindeki etken, tasarım ömrü boyunca öngörülen toplam standart dingil tekerrür sayısıdır ($T_{8.2}$). Dingil tekerrür sayısı arttıkça tabaka kalınlığında doğru orantılı olarak artmaktadır. Tabaka kalınlığında en az 6 cm en fazla 13 cm kalınlığından uygulanmaktadır.

Binder tabakasını oluşturan malzemeler boyutu aşınma tabakasına oranla kalın malzemeler yoğunluk bakımından biraz daha fazladır. Binder tabakası aşınma tabakasından gelen yükleri daha geniş zeminlere yayar ve yükün etkisini azaltarak alt

tabakalara iletir. Bu tabakadaki bitüm oranı, ağırlıkça aşınmaya tabakasından daha azdır. (K.G.M. 2006)

2.2.3 Bitümlü Temel

Bitümlü temel tabakası PMT temel tabakası ile binder tabakası arasında uygulanan esnek üstyapı tabakasıdır. Bitümlü temel tabakası da binder tabakası gibi standart dingil tekerrür sayısına göre tabaka kalınlığı değişmektedir. Tabaka kalınlıkları minimum 8 cm olarak yapılmakta ve ağır trafik hacmine göre 16 cm kalınlığa kadar uygulanmaktadır.

Bitümlü temel tabakasının ihtiva ettiği agrega boyutları, diğer esnek üstyapı tabakalarına oranla biraz daha büyüktür. Agrega boyutundaki bu artış, trafik yüklerini taban zeminine iletilmesi esnasında, yük etkisi biraz daha azaltılmaktadır. Bitümlü temel tabakasındaki bitüm oranı diğer tabakalara oranla daha azdır. Bu tabaka esneklik bakımından diğer tabakalara nazaran işlevi biraz daha azalmış ama mukavemet bakımından artmıştır. (Tunç 2007)

2.2.4 Temel Tabakası

Kaplama tabakasını taşmak üzere altına yerleştirilen tabakadır. Uygun bir bağlayıcı ile işlem görmüş malzeme tabakasıdır. Temel olarak birden fazla tabaka yapmak mümkün olup, temel tabakasının başlıca görevi kaplama tabakasına dayanak sağlamaktır. Üstyapının yük taşıma kabiliyetini arttırmalı, trafik yüklerinden doğan yüksek kayma gerilmelerine karşı koyabilmeli ve yüksek nem oranında dayanıklı kalabilmelidir. Temel tabakası drenaja yardımcı olabildiği gibi don etkisine karşı da ek bir koruma sağlayabilmelidir. (Umar ve AGAR 1985)

2.2.4.1 Plent miks temel (PMT)

PMT tabakası, yol tabakalarında Granüler alttemel (GAT) tabakasından önce uygulanan temel tabakasıdır. İçeriğindeki malzemeler, belirli granülometriye uygun olarak hazırlanmaktadır. Boyutlandırılmış malzemeler belirli oranda su ile karıştırılarak finişer ile yol platformuna serilir. PMT hazırlanması sırasında kaba agregaların kullanılması, trafik yüklerinden oluşacak deformasyonların önlenmesinde büyük önem taşımaktadır. Agregalar sabit bir karıştırıcıda optimum su oranında karıştırılarak hazırlanır. (Tunç 2007)

2.2.5 Alttemel Tabakası

Temel tabakası ve doğal zemin arasında kalan tabaka alt temel tabakasıdır. Alt temel tabakası temel tabakasını taşımak üzere, taban yüzeyine yerleştirilen işlem görmüş, sıkıştırılmış granüler malzemedir.

Alttemel tabakası, üstyapının yük taşıma kapasitesinin esasını teşkil eder. Gradasyon limitleri daha geniş aralıktadır. Maksimum dane boyutunun daha büyük olmasından dolayı ekonomiktir. Alttemel tabakasının stabilitesi temel tabakasına nazaran daha düşüktür, fakat drenaj kabiliyeti daha yüksektir. (Tuncç 2004)

2.2.5.1 Granüler alttemel (GAT)

GAT tabakası çalışmamızda yol kaplama tabakalarının en altına yapılacak olan tabakadır. Sıkıştırılmış zemin üzerine teşkil edilen bu tabaka diğer tabakalardan intikal eden trafik yüklerini zemine yayar. Granüler alttemel tabakası ile daha düşük maliyette daha kalın bir tabaka oluşturulur. Aynı zamanda içeriğindeki malzeme boyutlarının diğer tabakalara oranla büyük olması sebebiyle drenaj kabiliyeti yüksektir.(Tunç 2007)

2.3 SATHİ KAPLAMA YOLLAR

Sathi kaplamalar ülkemizde en çok kullanılan kaplama türüdür. Genellikle 25 mm den daha az kalınlığa sahip kaplamalardır. Sathi kaplamalar hazırlanmış bir temel üzerine önce bitümlü bağlayıcı, arkasından agrega tatbiki şeklinde inşa edilir. Sathi kaplamalar ağır trafikli anayollardan, günde birkaç vasıta taşıyan sokaklara kadar her çeşit yolda başarı ile kullanılabilir.



Şekil 2.3 Sathi kaplama yapımı

Bu tip kaplamalar temel ve alttemel tabakası üzerine yapılan bir kaplama tabakasıdır. Sadece basınca çalışan, eğilme ve çekme mukavemeti olmayan düşey yönde gelen tekerlek kuvvetini temel ve alt temel tabakalarına iletir Sathi kapmalar yol yüzeyine ince bir film halinde asfalt sermek, sonra bunun üstünü tabaka halinde agrega ile örtmek suretiyle yapılır ve üst yapı üzerindeki yüzeydeki suların alt tabakalara ulaşmasını engeller. (Gürer 2009)

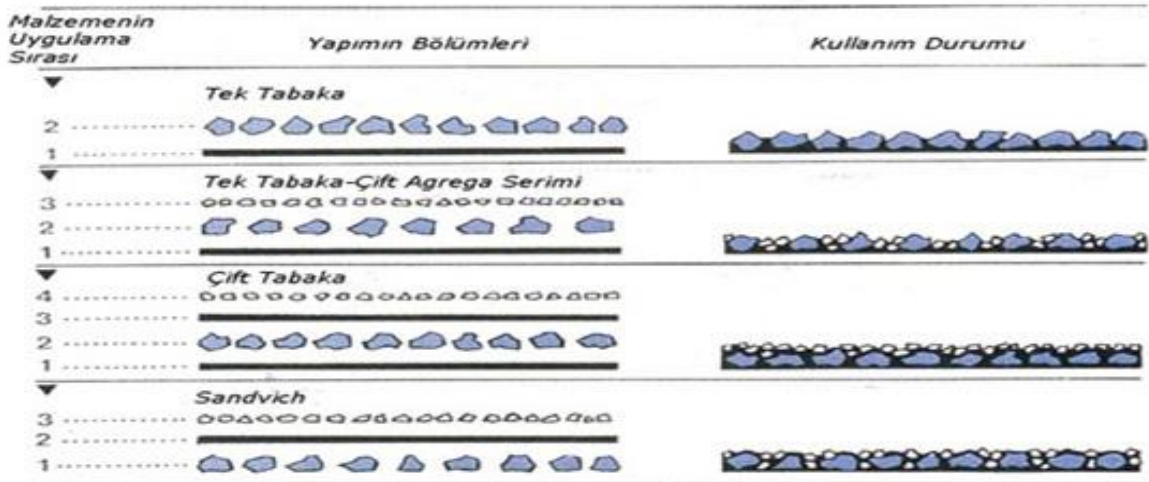
Sathi kaplamalar üç gruba ayrılır.

1. Tek tabaka bitümlü yüzeysel kaplama
2. İki tabaka bitümlü yüzeysel kaplama
3. Bir veya birkaç tabaka bitümlü koruyucu yüzeysel kaplama (Seal – Coat)

2.3.1 Sathi Kaplama Çeşitleri

BSK yollara göre yapım maliyeti daha düşük olan sathi kaplama, özellikle hafif taşıt trafiğinin olduğu yollarda uygulanmaktadır. Araçların fren emniyeti açısından da önemli olan sathi kaplama, pratik olduğu için özellikle de sıcak asfaltın ulaştırılması zor olan alanlarda uygulanmaktadır. (İsfalt 2002)

Yapılış Şekilleri



Şekil 2.2 Sathi kaplama çeşitleri

Kaynak: Gürer 2009

2.3.1.1 Tek kat sathi kaplama

Tek kat sathi kaplama bir aşınma ve geçirimsizlik tabakası olarak kullanılmaktadır. Hazırlanmış yüzeye asfalt püskürtme ve arkasından agrega sererek oluşturulmaktadır. Tabakanın kalınlığı yaklaşık kullanılan agreganın maksimum boyutu kadardır.

2.3.1.2 Çok çatlı sathi kaplamalar

Çok katlı sathi kaplamalar tek kat sathi kaplamalardan daha yüksek dayanıklılıkta aşınma ve geçirimsizlik tabakası sağlamakta ve üst yapıya bir miktar mukavemet kazandırabilmektedir. Çok katlı sathi kaplamalar iki veya daha fazla ardı ardına asfalt ve agrega uygulamasında oluşmaktadır. Her bir üst tabakaya ilişkin kaplayıcı agreganın üst boyutu bir öncekinin yarısından fazla olmamalıdır. (İsfalt2002)

2.3.1.3 Kum yalıtımı

Bir kum yalıtımı ince agrega ile örtülmüş asfalt malzemesi uygulaması olup, kaygan kaplamaların kayma direncinin iyileştirilmesi ya da hava ve su girişine karşı bir yalıtım sağlanmasında kullanılabilir. Tipik olarak, asfalt işlem görecektir olan yüzeyin üzerine püskürtülmekte ve bu işlemi bir kum uygulaması takip etmektedir. (İsfalt2002)

2.4 ÜSTYAPIYA GELEN ETKİLER

Yol üstyapısı hizmet ömrü boyunca trafik yüklerine ve çevresel etkilere maruz kalır. Yola etki eden dingil yükleri, iklim koşulları, yağmurlar, donma ve çözülme gibi birçok zorlayıcı etkenler bulunmaktadır. Üstyapı kaplama tabakalarının bu zorlamaları karşı tasarım şartlarında ön görülen performansı göstermelidir. Kocaeli Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde yol bozumlarında etkili faktör standart dingil yükünün aşılmasıdır. Bölgemizde bulunan fabrikalara limanlar ve diğer sanayi tesislerinden gelen mamul ve ham maddeler, ağırlıklı olarak karayolu taşımacılığı ile gelmektedir. Denetimler sırasında kamyonların ve treyler gibi araçların çoğu zaman, standart dingil yüküne uymadıkları görülmektedir. Bu yüzden yollarımızın hizmet ömrü öngörülen proje süresinden daha kısa sürede bitmektedir.

Bölgemizde iklim şartları Karadeniz iklimi ile Akdeniz iklimi arasında bir geçiş iklimi özelliği gösterir. Kışlar kısmen ılık ve yağışlı, yazlar sıcak ve az yağışlı geçer. Kar yağışı toprağın karla örtülü gün sayısı 10 günü geçmez. Don olayı çok fazla görülmez yağışların yol bozulmalarına etkisi daha azdır. (D.M.İ)

2.4.1. Trafik Etkileri

Karayolu üzerinde seyreden taşıtların ağırlıkları, dingil sayılarına göre değişen büyüklüklerde, tekerlek bandajları aracılığıyla kaplama sathına iletilmektedir. Taşıtların hızlanma ve frenleme evrelerinde bandajla kaplama arasındaki sürtünmeye bağlı olarak oluşan yatay yükler de üstyapıya etkimektedir. Dingil yükleri, üstyapının kalınlığının saptanmasında göz önüne alınan en önemli hususlardan biridir. Dingil yükleri arttıkça, üstyapının kalınlığını artırmak ve daha kaliteli malzeme kullanmak gerekmektedir. Yasal dingil yükleri ülkeden ülkeye değişmektedir. Ülkemizde yasal dingil yükleri Karayolları Trafik Yasa, Tüzük ve Yönetmelikleri ile belirlenmektedir. En son olarak 01 Ağustos 1997 tarihinde yürürlüğe giren Karayolları Trafik Yönetmeliği ile yasal dingil yükleri tek dingil de 11.5 ton olarak belirlenmiştir. (Hatipoğlu 2001)

2.4.1.1 Dingil eşdeğerlilik faktörü

Değişik ağırlıkta ve sayıdaki dingil yüklerinin bir üstyapıda meydana getirdiği toplam etkiye eşdeğer bir etki oluşturan yük 8.2 ton olarak karayolları genel müdürlüğü tarafından kabul edilmiştir. Bu formül AASHTO tarafından yapılan deneylere dayanarak hazırlanmıştır. EF = Eşdeğerlilik faktörü denleminde gösterilmiştir.

$$EF = \left(\frac{\text{TATBİK EDİLEN DİNGİL YÜKÜ (P)}}{\text{STANDART DİNGİL YÜKÜ (T}_{8.2})} \right)^n \quad (2.1)$$

p= Tatbik edilen dingil yükü

T_{8.2}= 8.2 Ton Standart dingil yükü

n= 4.4 (TCK tarafından belirlenmiş katsayı)

Örnek olarak $p=11.5$ ton $T_{8.2}= 8.2$ ton olarak kabul edilen dingil yükünün etkisi

$EF=(11.5/8.2)^{4.4}=4.42$ olarak hesaplanmaktadır.

Formülden elde edilen sonuç neticesinde ülkemizde yasal olarak kabul edilen maksimum dingil yükünün yol bozulmalarına etkisi standart dingil yükünden 4.42 kat daha fazla olduğunu görmekteyiz. Bu ifade ile dingil yükünde, standart kabul edilen yükün 3.3 ton aşılması ile yolun bozulmasına etkisi, standart dingil yükünün 4.42 uygulanması kadar tek seferde etki etmiş olacağını göstermektedir. (K.G.M. 2006)

3. ÜSTYAPI TABAKA KALINLIKLARININ TASARIMI

3.1 GİRİŞ

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisinde yol ilk yapım maliyetlerini hesaplarken bazı sınırlamalar getirilmiştir. Yol tasarımında esas alınacak kriterler belirtilmiştir. Esnek üstyapı tasarımında, yol tasarımında yol genişliği 8 mt olarak alınmıştır. 3.25 m şerit genişlikleri ve 0.75 m de banket genişlikleri olarak alınmıştır. Yıllık ortama günlük trafik verileri K.B.B. Ulaşım Dairesi Başkanlığı 2010 yılı verileri ile esas alınmıştır. Bu veriler il yolları ve şehir trafiğinin yoğun olduğu yollardan alınan trafik sayım verileridir.

Zemin farklılıkları açısından CBR değeri yüzde 5, 10, 30 olarak kabul edilmiştir. Esnek üstyapı tabakaları aşınma binder bitümlü temel PMT ve granüler alt temel olarak kabul edilmiş SN (Üstyapı Sayısı) bu tabakalara göre hesaplanmıştır. Sathi kaplama yolların yapımında ise çift tabaka sathi kaplama, 20 cm PMT ve 30cm GAT tabakaları olarak tabakalandırma yapılmış ve maliyetler hesaplanmıştır.

Üstyapı tasarımında proje süreleri BSK kaplama yollarsa 20 yıl ve sathi kaplama yollarda 10 yıllık proje süreleri öngörülmüştür.

3.2 ESNEK ÜSTYAPI TABAKALARININ HESAPLANMASI

Esnek üstyapı tabakalarının tasarımında esas alınan hesaplama metodu AASHTO yöntemi olarak belirlenmiştir. Bu yöntemde trafik yoğunluğuna ve yol sınıfına göre SN (üstyapı sayısı) tayini yapılır. Daha sonra zemin CBR değeri tabaka katsayıları, drenaj katsayıları ve abaklar kullanılarak gerekli SN bulunur ve fark SN den doğacak tabaka artış veya azalmalarını GAT malzemesine yansıtılarak hesaplanmaktadır.

3.2.1 Tanımlar

Esnek üstyapıların projelendirilmesinde açıklama yapılabilmesi için bazı tanımların yapılması uygun görülmüştür.

3.2.1.1 Servis kabiliyeti

Yolun tasarlanan yüksek hız ve hacimde trafiğe hizmet etme kabiliyetidir. Servis kabiliyeti (P) en fazla 5 en az 0 olarak alınmaktadır. Üstyapılar servis kabiliyeti kaybına bağlı olarak projelendirilmektedir. İlk servis kabiliyeti $P_0 = 4.2$ kabul edilip, son servis kabiliyeti ise $P_t = 2.0$ olarak kabul edilecektir. (K.E.Ü.P.R. 2006)

Tablo 3.1 Servis kabiliyeti

Yol sınıfı	Pt
Otoyollar, Devlet yolları	2.5
İl yolları	2.0

Kaynak : Karayolları Esnek Üstyapı Projelendirme Rehberi 2006

3.2.1.2 Taşıt eşdeğerlik faktörü (TEF)

Taşıt eşdeğerlik faktörü, projesi yapılacak olan yolun özelliklerini temsil eden, dingil yükü çalışmaları sonucu ortaya çıkan dingil yükü dağılım ve dingil yükü eşdeğerlilik faktörleri kullanılarak bulunur. K.G.M. tarafından hareketli ağırlık ölçüm istasyonları tarafından yapılan trafik sınıflandırmaları sonucu 2000 ve 2005 yılları arasında yapılan çalışmalar sonucunda beş çeşit taşıt grubu için TEF bulunmuştur. (K.G.M. 2006)

Otobüs, kamyon ve treyler gibi araçlar hem kendi ağırlıkları ve hem de taşıdıkları yükler sebebi ile ağır araç sınıfına girmektedirler. Bu araçlar karayolu trafiğinin büyük bir kısmını oluşturmaktadırlar. Yol bozulmalarında en çok etkisi olan faktörlerden bir tanesi, araç yüklerinin yol üstyapısına yaptığı etkiden kaynaklanmaktadır.

Tablo 3.2 Taşıt eşdeğerlik faktörü

Taşıt grubu	Taşıt eşdeğerlik faktörü
Treyler	4.10
Kamyon	2.90
Otobüs	3.2
Orta Yüklü Ticari Taşıt	0.6
Otomobil	0.0006

Kaynak : Karayolları Esnek Üstyapı Projelendirme Rehberi 2006

3.2.1.3 Hesap şeridi faktörü

Kaplama kalınlığına etki eden en önemli faktörlerden bir tanesi, ağır taşıtların tekerrür sayısıdır. İki şeritli yollarda trafik hacmi her iki yönde de hareket eden araçların toplamı olarak alınmaktadır. Dolayısıyla ağır taşıtlar için şerit dağılım faktörü tasarım sırasında göz önüne bulundurulur. Ülkemizde üstyapı tasarımlarında K.G.M. tarafından hazırlanan şerit dağılım faktörleri kullanılmaktadır. Trafik hacmi belirlendikten sonra şerit sayılarına bağlı olarak şerit dağılım faktörü ile çarpılır hesap şeridindeki taşıt sayısı bulunur(KGM. 2006)

Tablo 3.3 Hesap şeridi faktörü

Her iki yöndeki şerit sayısı	Şerit dağılım faktörü
2	1,00
4	0,90
6 ve daha fazla	0.80

Kaynak : Karayolları Esnek Üstyapı Projelendirme Rehberi 2006

3.2.1.4 Güvenilirlik

Projesi yapılmış bir yolun tasarım süresi içerisinde kendisinden beklenen proje şartlarını ve geleceğe yönelik hesaplanan proje trafiğini karşılamasında bir güvenilirlik seviyesi belirlenmesi gerekir.

Güvenilirlik seviyesi ve güvenilirliğin standart normal sapması (Z_R) yolun sınıfına bağlı olarak Tablo 4 'den seçilecektir. Trafik ve performans tahmininin bileşik toplam standart sapma (S_0) değeri ise öngörülen trafik güvenilirliğine bağlı olarak esnek üstyapılar için 0.45-rijit üstyapılar için ise 0.35 olarak alınmaktadır. (K.G.M. 2006)

Tablo 3.4 Güvenilirlik

Yol sınıfı	Şartname Güvenilirlik değeri R%	Standart Normal Sapma Z_R	Toplam Std Sapma S_0 Esnek	Toplam Standat Sapma S_0 Rijit
Otoyollar	95	-1.645	0.45	0.35
Devlet Yolu	85	-1.037	0.45	0.35
İl yolu	70	-0.524	0.45	0.35

Kaynak : Karayolları Esnek Üstyapı Projelendirme Rehberi 2006

3.2.1.5 CBR (California Bearing Ratio)

Üstyapı kalınlıkları hesaplanmasında etkili olan, tabii zeminin taşıma gücünün belirlenmesinde kullanılan deney yöntemidir. Zeminin ve granüler malzemenin CBR değeri göz önüne alınarak üstyapı tabaka kalınlıkları belirlenmektedir. 1930'lu yıllarda Kaliforniya'da kullanılmaya başlanmıştır.

Örselenmiş zemin numunelerinin sıkıştırılarak deney işlemlerinin uygulanması gerçekleşir. Deney numunelerinde, nem-yoğunluk ilişkisinde, en büyük kuru yoğunluğu veren numuneler seçilir. Seçilen bu numuneler, suda bekletilerek doygunluk derecesine ulaştırılır. Küçük bir silindirik piston, elde edilen bu numuneye batırılır. Batma esnasında deformasyon bilgileri toplanır. Pistonun

numune yüzeyinde 0.25 cm batması gerekli yükün, referans alınan malzemenin 0.25 cm batması için gerekli yüke oranlanması ile elde edilir. CBR değeri yüzde olarak ifade edilir ve değer yükseldikçe zemin sertleşir. (Öztürk 2006)

3.2.1.6 Esneklik modülü (M_r)

Üstyapı tasarımları esnasında, tabii zemin esneklik modülü kullanılması gereken parametrelerden bir tanesidir. M_r olarak ifade edilmektedir.

Üstyapı taşıdığı trafik yüklerini taban zeminine indirip, gerilmeleri üzerinden atmaya çalışacaktır. Taban zeminin bu yükler altında belirli oranda kalıcı ve geçici deformasyonlara uğrayacaktır. Kaplama tabakası hesaplarında M_r (esneklik modülü) değerinin bilinmesi gerekmektedir.

$$M_r = 1500 \times \text{CBR} \quad (3.1)$$

(K.G.M. 2006)

3.2.1.7 Trafik analizleri ve değerlendirilmesi

Yol üstyapı kalınlık tasarımında, üst yapının maruz kalacağı trafik yükleri, proje hizmet süresi içinde öngörülen trafik artışları değerlendirmeleri göz önüne alınır.

Üstyapı tasarımında K.G.M tarafından kabul edilen trafik değerlendirme formülleri kullanılacaktır.

t = Hizmet ömrü

t_0 = İlk trafik

η = Hesap şeridi faktörü

i = Trafik Yönü

j = Trafiğin kaç yönlü oluşu

TEF = Taşıt eşdeğerlilik faktörü

$T_{8.2}$ = Toplam standart dingil tekerrür sayısı

W_g = Hesap Şeridine Düşen Günlük Standart Dingil Yüğü Tekerrür Sayısı (W_g)

r = Trafik artış yüzdesi

t_p = Proje Trafığı

$$t_t = (t) \text{ Yıl sonu trafik } t_t = t_0 (1+r) \quad (3.2)$$

$$t_p = 0.4343(t_t - t_0) / \log(t_t / t_0) \quad (3.2)$$

$$W_g = t_p \times TEF \times \eta / i \quad (3.4)$$

$$T_{8.2} = W_g \times 365 \times t \quad (3.5)$$

3.2.1.8 Üstyapı Sayısı (SN)

Üstyapı tabakalarının oluşturulması, SN üstyapı sayısının analizi ile oluşturulur. SN sayısı birçok parametreye bağlıdır. SN sayısı, toplam standart dingil sayısı, güvenilirlik, son servis kabiliyeti, zemin esneklik modülü, standart sapma parametrelerine bağlı olarak elde edilmektedir. TCK esnek üstyapı rehberinde üstyapı kompozisyonlarına göre mevcut SN sayısını ön dizayn sayısı olarak alınır. Gerekli SN sayısını AASHTOO 93 de tavsiye edilen SN sayısı hesaplama abağından alınmaktadır.

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3 + a_4 \cdot D_4 \cdot m_4 + a_5 \cdot D_5 \cdot m_5 \quad (3.6)$$

m_4 ve m_5 PMT ve GAT için drenaj katsayısı olup hesaplırsa 1.0 olarak kabul edilmiştir

$$m_4 = m_5 = 1.0$$

Tablo 3.5 Sn parametreleri

Tabaka cinsi	İzafi tabaka numarası	İzafi tabaka katsayısı	Tabaka kalınlığı (cm)
Aşınma	a_1	0.42	D_1
Binder	a_2	0.40	D_2
Bitümlü temel	a_3	0.36	D_3
Plen-miks temel	a_4	0.15	D_4
Granüler alt temel	a_5	0.14	D_5

Kaynak : Karayolları Esnek Üstyapı Projelendirme Rehberi 2006

3.2.3 Esnek üstyapı tipleri

Esnek üstyapı projelendirme kısmında, önceki bölümlerde açıklanan kurallar doğrultusunda hesaplamalar yapılacaktır. Genel olarak AASHTO ve TCK den alınan kurallar kapsamında tasarım ve hesaplar yapılacaktır. CBR değerleri yüzde 5,10 ve 30 için üstyapı kalınlıkları ve SN hesaplamaları yapılmıştır.

Yıllık ortalama günlük trafik değerleri başlangıç trafiği olarak benimsenmiş olup bu değerler TCK sayımları ve Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Dairesi Başkanlığınca yapılan sayımların ortalamaları alınmıştır.

3.2.3.1 Esnek üstyapı tabaka hesaplanması CBR % 5, % 10, % 30

Tabakaların hesaplanmasında kullanılacak olan trafik yoğunluğu değerleri K.G.M tarafından yapılan sabit sayım istasyonlarından alınan verilerin, taşıt gruplarına göre ortalama değerleri hesaplanmıştır. Tablo 3.6 da bu değerlerin ortalaması gösterilmiştir.

Tablo 3.6 Trafik sayımları ortalama

Trafik grupları	Treyler	Kamyon	Otobüs	O.Y.T.T	Otom.	Toplam
Yıllık ortama günlük trafik	721	1393	138	630	6283	9165
Trafik artış katsayıları (r)	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	
İlk trafik T_0	721	1393	138	630	6283	
Son trafik= $(T_t) = t_0 * (1+r)^t$	1580	3051	366	1671	16671	
Proje trafiği (T_p)	1095	2115	234	1067	10646	
Taşıt eşdeğerlik faktörü (W_g)	4.10	2.90	3.20	0.6	0.0006	
	2244	3066	374	320	3	6008
Toplam standart dingil tekerrür sayısı $T_{8,2}$	43.857.593					

Kaynak : Karayolları Genel Müdürlüğü 2009 İstatistikleri

YOGT trafik sayımları ile standart dingil sayısına göre tabaka ön tasarımları kalınlıkları esnek üstyapı tasarım rehberinde gösterilen tablodan Tablo 3.7 alınmaktadır.

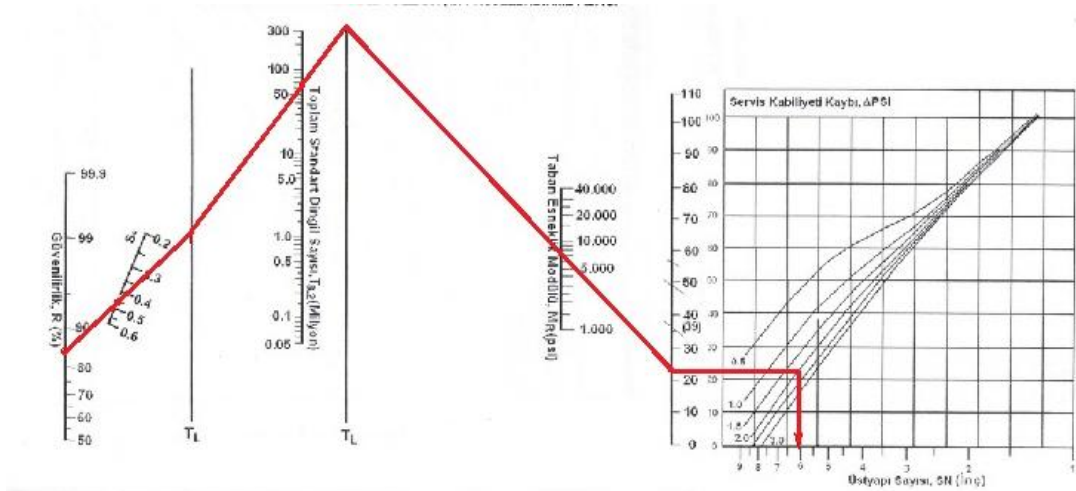
Tablo 3.7 Üstyapı kalınlık tablosu

ÜSTYAPI TABAKALARI	TRAFİK KATEGORİLERİ (MİLYON)													
	3-15	15-20	20-25	25-35	35-45	45-60	60-75	75-100	100-125	125-150	150-200	200-250	> 250	
AŞINMA**	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
BİNDER	6	7	7	7	8	8	8	10	10	10	10	11	12	
BITÜMLÜ TEMEL	8	8	9	10	10	11	12	11	12	13	14	14	14	
PMT VEYA KIRMATAŞ TEMEL	15	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
TOPLAM MEVCUT SN	9.63	10.78	11.14	11.50	11.90	12.26	12.62	13.06	13.42	13.78	14.14	14.54	14.94	
MR (psi)	ALT TEMEL KALINLIKLARI (KIRMATAŞ / KUM-ÇAKIL ALT TEMEL)													
5800	30/35	35/40	30/35	30/35	30/35	35/40	35/40	35/40	35/40	35/45	40/45	40/45	40/50	40/50
6750	25/30	30/35	25/30	25/30	25/30	30/35	30/35	30/35	30/35	30/35	30/40	35/40	35/40	35/40
7500	20/25	25/30	20/25	20/25	20/25	25/30	25/30	25/30	25/30	25/30	30/35	30/35	30/35	30/35
8300	20/25	20/25	15/20	20/20	20/25	20/25	20/25	20/25	20/25	25/30	25/30	25/30	25/30	25/30
8900	15/20	20/25	15/20	15/20	15/20	20/20	20/20	20/20	20/25	20/25	20/25	20/25	25/30	25/30
9500	15/20	20/20	15/20	15/20	15/20	15/20	15/20	15/20	20/20	20/20	20/20	20/25	20/25	20/25
10000	15/20	15/20	15/20	15/20	15/20	15/20	15/20	15/20	15/20	15/20	20/20	20/20	20/20	20/20
10650-14000	15/20	15/20	15/20	15/20	15/20	15/20	15/20	15/20	15/20	15/20	15/20	15/20	15/20	15/20
14630	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	15/20	15/20	15/20	15/20	15/20
15300	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	15/20	15/20	15/20	15/20	15/20
16000	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	15/20	15/20	15/20	15/20
16350-18650	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20
19000	***	*/20	***	***	***	***	***	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20
19400	***	***	***	***	***	***	***	***	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20	*/20
≥20000	GEREKMEZ													

Kaynak : Karayolları Esnek Üstyapı Projelendirme Rehberi 2006

3.2.3.2 CBR % 5 olan zeminlerde tabakaların hesaplanması (Tip 1)

Tabaka hesaplarında CBR değerleri zemin taşıma gücünü ifade ettiğinden, tabaka kalınlıklarının hesaplanması etkilidir. $M_r = 1500 \times CBR$ (Formül 3.0) bağlantısı yardımı ile SN sayısının bulunmasına etki eden parametrelerden bir tanesidir.



Şekil 3.1 % 5 CBR olan zeminlerde SN sayısı değeri

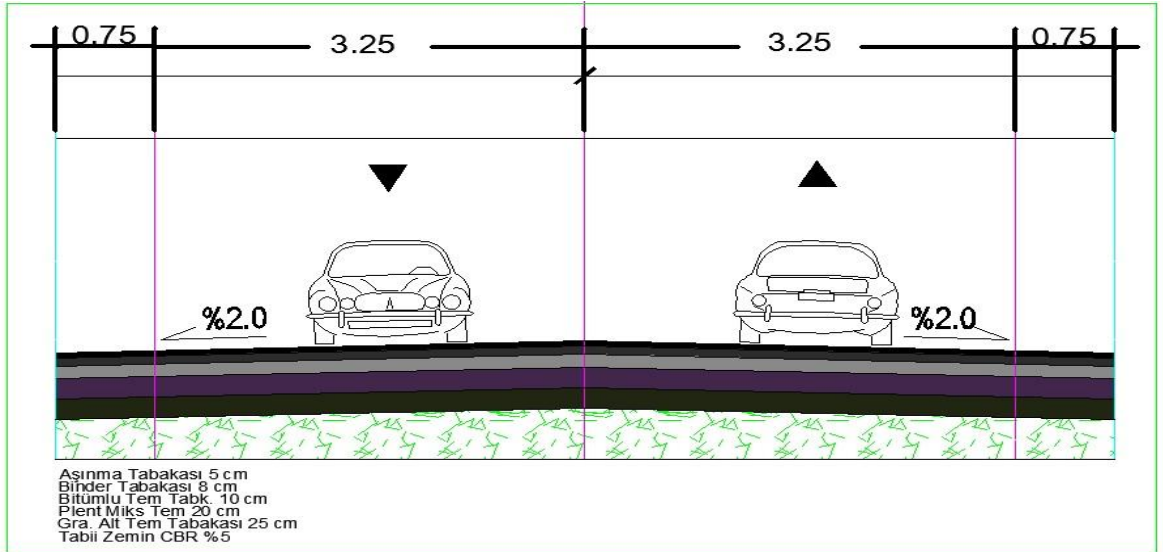
Kaynak : Karayolları Esnek Üstyapı Projelendirme Rehberi 2006

Şekil 3.8 den alınan veriler doğrultusunda gerekli $SN = 6.06 \times 2.54 = 15.4$ cm olarak hesaplanmıştır. Gerekli SN sayısını AASHTO rehberinde kullanılan üst yapı

kalınlığını belirleme tablosundan hesaplanmaktadır. Gereklı SN sayısında çıkan fark GAT tabakasına eklenmiş ve ihtiyaç duyulan SN sayısı Tablo 3.9 da görüldüğü gibi hesaplanmış ve gereklı kalınlığa tamamlanmıştır

Tablo 3.9 % 5 CBR zemini için tabaka kalınlıkları

Mr =1500 x CBR=7500 psi					
Tabakalar	a	D (n)	axD (n)	D (son)	axD (son)
Aşınma	0.42	5	2.1	5	2.1
Binder	0.40	8	3.2	8	3.2
Bitümlü temel	0.36	10	3.6	10	3.6
Plent miks temel	0.15	20	3.0	20	3.0
Granüler temel	0.14	--		25	3.5
Mevcut SN			11.90		
Gereklı SN					15.4



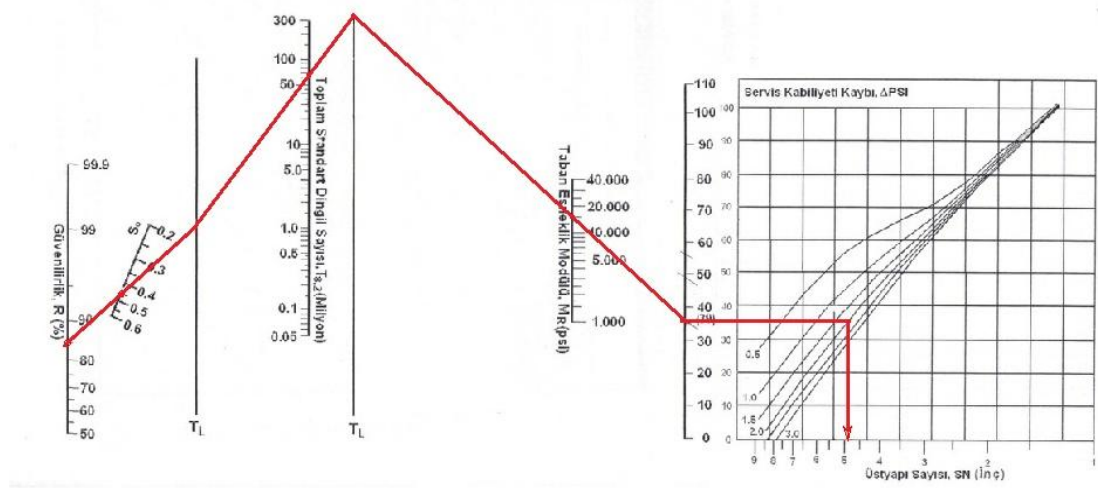
şekil 3.2 Esnek styapı tasarımı tip 1

Tip kesit 1 de Kocaeli de taşıma gücü düşük zeminlerde tercih edilen tip kesitin tabaka kalınlıkları ve tabaka cinsleri gösterilmiştir.

3.2.3.3 CBR % 10 olan zeminler için esnek üstyapı tasarımı (TİP 2)

CBR yüzde 10 için $M_r = 1500 \times \text{CBR}$ bağlantısı kullanılarak zemin esneklik modülüne (psi) değerine ulaşılır. Tabii zemin esnek modülünde değiştirilen parametre sonucu SN sayısında bir değişim gözlenecektir. SN sayısında ki bu değişiklik tabaka katsayıları hesaba katılması ile tabaka cinslerini değiştirecektir.

$$M_r = 1500 \times 10 = 15000 \quad (3.1)$$



Şekil 3.3 CBR %10 olan zeminlerde SN sayısı değeri

Kaynak : Karayolları Esnek Üstyapı Projelendirme Rehberi 2006

Güvenilirlik seviyesi, standart sapma, toplam standart dingil sayısı ve tabii zemin esneklik modülü gibi faktörler göz önüne alınarak hesap tablosundan SN sayısına ulaşılmıştır.

Şekil 3.3 dan alınan veriler doğrultusunda gerekli $SN = 4.8 \times 2.54 = 12.2$ cm olarak hesaplanmıştır. Mevcut SN sayısı ile yapılan mukayesede Bitümlü Temel Tabakası kaldırılmış ve gerekli SN sayısı sağlanmıştır.

Bitüm oranı diğer tabakalara oranla daha azdır. Agrega boyutlarının biraz daha büyük olması sebebi ile taşıma gücü diğerlerine oranla fazladır. Tabii zemin taşıma

gücündeki artış yol kesitindeki bitümlü temel tabakasının kullanılmamasına yardımcı olmaktadır.

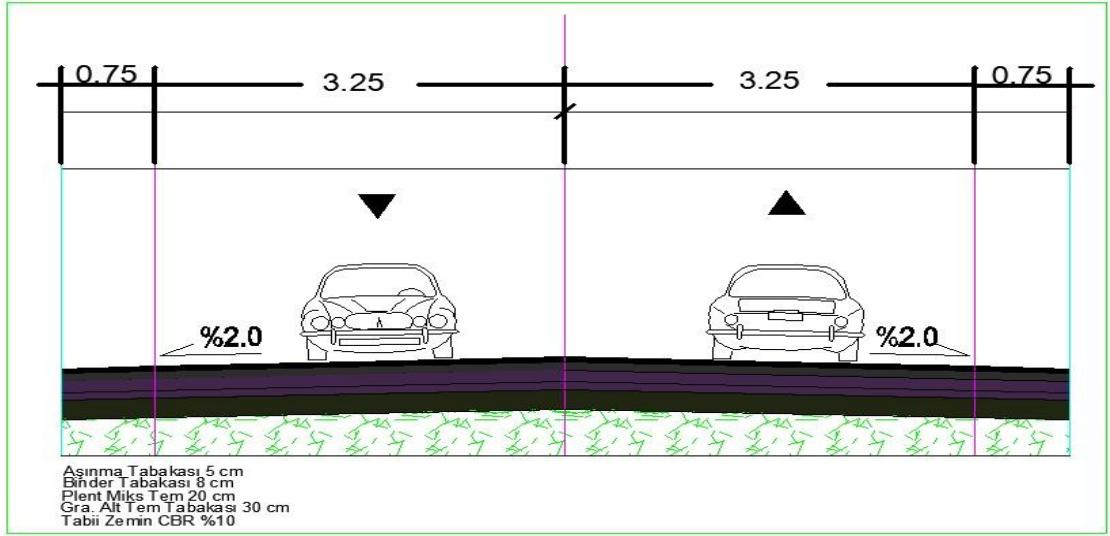
Tablo 3.11 CBR %10 olan zeminlerde tabaka kalınlıkları

Mr =1500x CBR=15000 psi					
Tabakalar	a	D (ön)	axD (ön)	D (son)	axD (son)
Aşınma	0.42	5	2.1	5	2.1
Binder	0.40	8	3.2	8	3.2
Bitümlü temel	0.36	10	3.6	0	0
Plent miks temel	0.15	20	3.0	20	3.0
Granüler alttemel	0.14	--		30	4.2
Mevcut SN			11.90		
Gerekli SN					12.2

CBR değerindeki artış gerekli SN sayısında ciddi anlamda azalmaya sebep olmuştur. Bu azalmaya karşın tabaka katsayılarını kullanarak Tablo 3.11 de görüldüğü üzere bitümlü temel tabakasını kaldırıp yerine granüler alttemel tabakası kalınlığında değişiklik yaparak gerekli SN sayısına ulaşılmıştır.

Tabi zemin özelliklerine göre, yol tabakalarındaki değişiklikler maliyetleri oldukça etkilemektedir. Esnek üstyapılarda trafik yükleri tabakalardan her biri arasında iletilerek tabi zemine ulaştığından daha önceki bölümlerde bahsedilmiştir. Trafik yükleri tekerrürü sonucu, elastik deformasyonların sürekliliği halinde tabi zeminde bozulmalar oluşmakta ve bu bozulmalar üstyapı kaplama tabakalarını da etkileyip özelliğini kaybetmesine sebep olmaktadır.

CBR değeri düşük olan zeminlerde, yol platformunun gerilmelere istenilen oranlarda dayanması için esnek tabakalar teşkil edilmektedir.

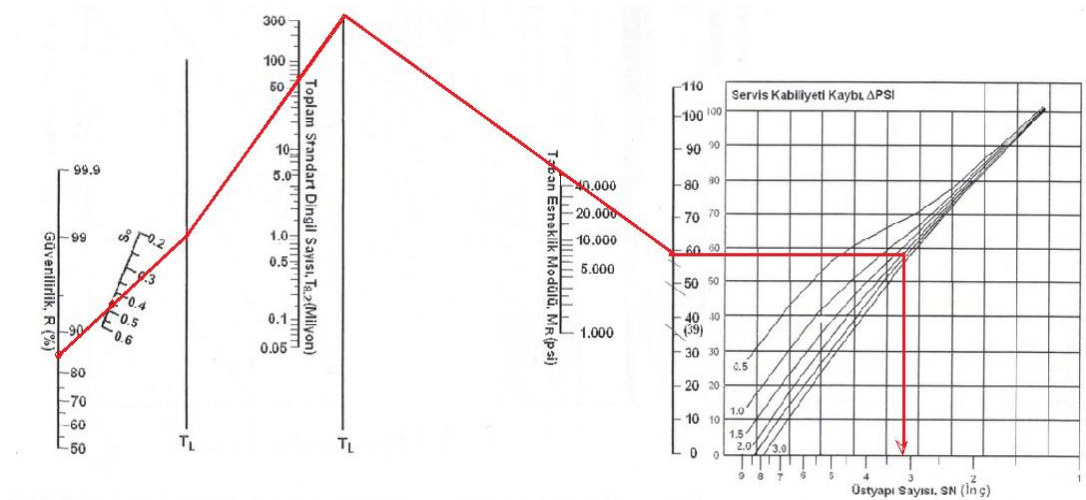


Şekil 3.4 Esnek üstyapı tasarımı Tip 2

5 cm aşınma tabakası ve 8 cm binder tabakası CBR yüzde 10 olan zeminlerde esnek üstyapı kaplama kesiti üstyapı kesiti olarak kullanılması kabul edilmiştir. Şekil 3.4 de görülmektedir. PMT tabakası 20 cm ve GAT tabakası da 30 cm kalınlıkta yapılması uygun bulunmuştur.

3.2.3.4 CBR % 30 için olan zeminler esnek üstyapı tasarımı (TIP 3)

Diğer CBR değerlerinde hesaplanan, üstyapı kalınlıklarındaki bağlantılar geçerlidir. CBR değerindeki yükselme ile taban zeminin taşıma gücünde doğru orantılı olarak artar . Bu artışa bağlı SN sayısında azalma meydana gelir.



Şekil 3.5 CBR % 30 olan zeminlerde SN sayısı değeri

Kaynak : Karayolları Esnek Üstyapı Projelendirme Rehberi 2006

CBR yüzde 30 için $M_r = 1500 \times \text{CBR} (3.0)$ bağlantısı kullanılarak diğer bölümdeki gibi zemin esneklik modülüne (psi) değerine ulaşılır. $M_r = 1500 \times 30 = 45000$ psi Zemin esneklik modülü olarak alınır. Şekil 3.5 den alınan veriye göre $SN = 3.3 \times 2.54 = 8.38$ cm üstyapı sayısı bulunur.

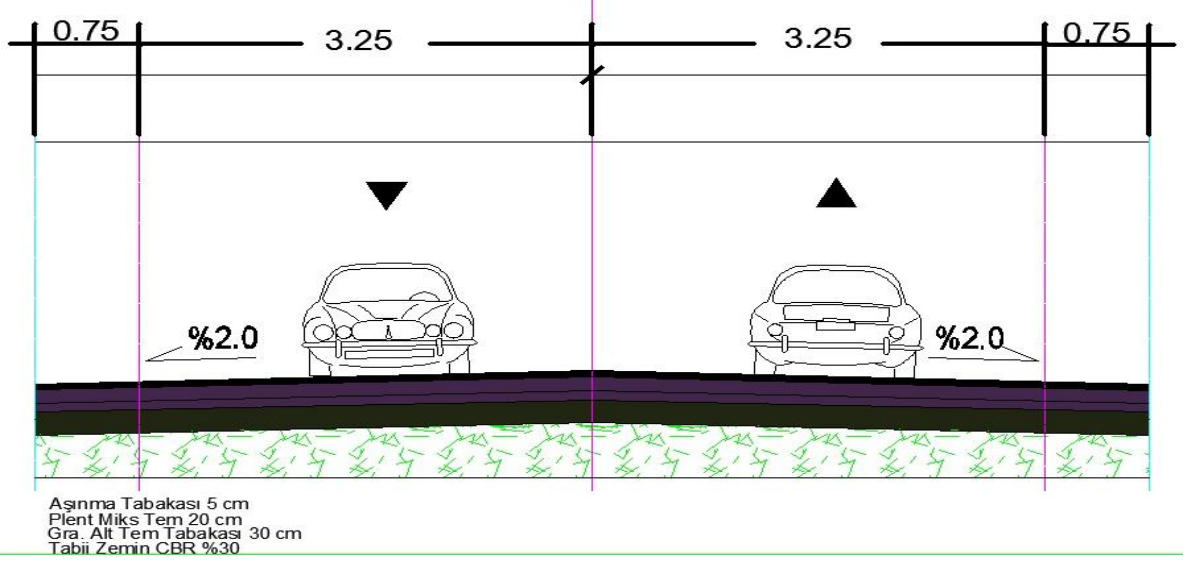
Tablo 3.12 CBR % 30 olan zeminlerde tabaka kalınlıkları

$M_r = 1500 \times \text{CBR} = 45000$ psi					
Tabakalar	a	D ön	$a \times D(\text{ön})$	D(son)	$a \times D(\text{son})$
Aşınma	0.42	5	2.1	5	2.1
Binder	0.40	8	3.2	0	0
Bitümlü Temel	0.36	10	3.6	0	0
Plent Miks Temel	0.15	20	3.0	20	3.0
Granüler Temel	0.14	30	4.2	30	4.2
Mevcut SN			16.1		
Gerekli SN					9.3

Tasarım kuralları göz önüne alındığında gerekli SN sayısı CBR değerindeki artış ile ciddi oranda azalarak hesaplanmaktadır. Bu azalma göz önüne alındığında tabaka sayılarında yapılan değişiklikler şöyledir.

GAT tabakasını 30 cm PMT 20 cm ve aşınma tabakası 5 cm olarak kabul edilmektedir. Bitümlü temel ve binder tabakaları CBR artışıyla orantılı olarak kaldırılmaktadır.

Bu sayede zemin taşıma gücündeki bu artış sayesinde BSK tabakalarından binder ve aşınma tabakasının hesaplardan çıkarılmasına olanak sağlamıştır. Trafik yükleri sadece aşınma tabakasından geçerek PMT ve GAT tabakaları ile tabi zemine iletilmektedir.



Şekil 3.6 Esnek üstyapı tasarımı tip 3

3.2.4 Sathi kaplama yolların tasarımı

Sathi kaplama yollar ülkemiz karayolu ağında önemli bir yere sahiptir. 2010 yılı itibariyle ülkemizde sathi kaplama yollar TCK verilerine göre 49.782 km olarak ölçülmüştür. Bu durumda mevcut yolların yüzde 77,47 karşılık gelmektedir. TCK esnek üstyapı projelendirme rehberinde belirtilen şartlarda , toplam standart dingil sayısı 3.000.000 a kadar olan yollarda, sathi kaplama yapılmasının uygun olacağı ifade edilmektedir.

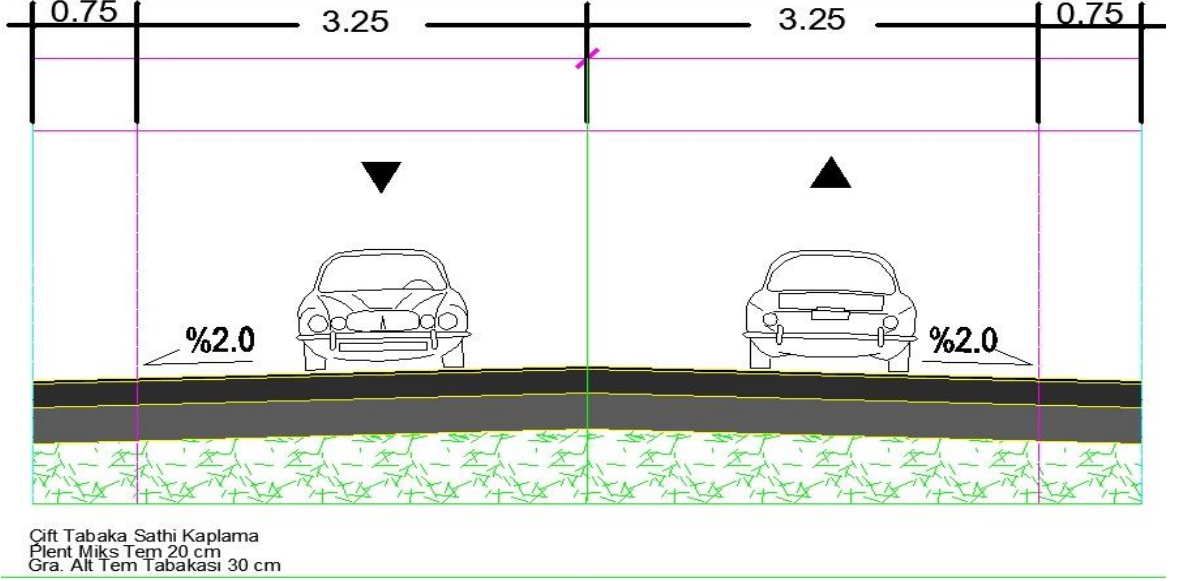
Yol gövdesinin korunması, sürüş güvenliği, sürtünme katsayısı ve bakım onarım masrafları da düşünüldüğünde köy yolları ve düşük yoğunluklu yollarda sathi kaplama yapılması her bakımdan uygun görünmektedir.

Sathi kaplama yolların ilk yapım maliyetleri diğer kaplama türlerine oranla daha düşüktür. Kocaeli Büyükşehir Belediyesinin hizmet sınırları kapsamında köylerinde bulunması sonucu düşük trafik hacimli yollarda sathi kaplama yapılmasına ağırlık verilmiştir

3.2.4.1 K.B.B. Kullanılan sathi kaplama yol tipi (Tip 4)

Sathi kaplama yollar genel olarak alt temel, temel ve sathi kaplama tabakası olarak teşkil edilmektedir. Sathi kaplamalar düşey yükleri direk temel ve alttemel tabakasına iletmekte ve bu tabakaların hava şartlarından etkilenip bozulmamasını sağlamaktadır.

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi sınırların da imalata esas olarak kullanılan sathi kaplama tip en kesiti Şekil 3.7 de görülmektedir. Tip enkesitte 30 cm GAT ve 20 cm PMT kullanılmakta ve üst kısımda çift tabaka sathi kaplama uygulaması yapılmaktadır.



Şekil 3.7 Sathi kaplama yol tasarım tip 4

Kocaeli Büyükşehir Belediyesinin hizmet sınırları 2008 yılında 5747 sayılı yasa ile genişlemiştir. Bu kapsamda ilçe yolları ve köy yolları da Belediye hizmet sınırları içine girmiştir. 2008 yılından itibaren yapılan sathi kaplama yolların uzunluğu artmıştır.

4. ÜST YAPI KAPLAMALARININ MALİYETLERİ

4.1 GİRİŞ

Yol yapımı, maliyetleri açısından oldukça pahalı bir yatırımdır. Yol yapımı için kullanılan malzemeler, petrol türevi malzemelerdir. Bu sebepten maliyetler Dünyada meydana gelen ekonomik olaylardan olumsuz etkilenmekte ve fiyatlar sürekli artmaktadır.

Ülkemizde yol inşaatı konusunda maliyetlerin ve teknik standartların ortaklığı açısından, genellikle K.G.M birim fiyatları ve şartnameleri referans alınmaktadır.

Maliyet analizleri 2010 yılı TCK birim fiyatları analizleri kullanılarak hesaplanmıştır. Yapılan analizlerde kullanılan birimler fiyatlar ve katsayılar güncel verilerden alınmıştır. Yapılan analizlerde ihalelerde ön görülen müteahhitlik karı ve genel giderler adı altında yüzde 25 fiyatlar arttırılarak maliyetlere dâhil edilmiştir.

Analiz fiyatlarına taşıma bedelleri de dahil edilmiştir. Taşıma mesafeleri Kocaeli genelinde malzeme ocakları dikkate alınarak plente nakliye için 10 km ve karışımın yola nakli için 30 km taşıma mesafeleri alınmıştır. Yol yüzeyinin oluşturulmasında, reglaj yapılması analizi, yol genişliğinin 8 m alınarak hesaplara katılmıştır.

4.2 ESNEK ÜSTYAPI TİPLERİNİN MALİYET HESAPLARI

Esnek üstyapı maliyetlerinde, idare tarafından hazırlanan yaklaşık maliyelere esas birim fiyat analizleri kullanılmıştır. Analizler çalışmaya ek olarak gösterilen kısımda bulunmaktadır. Tabakaların maliyetleri bulunurken hesap kolaylığı ve gerçekçi yaklaşım için tabaka maliyetine esas birimler ton ve m³ cinsinden ele alınmıştır. Yol uzunluğu ve tip kesit ölçüleri ile kullanılan tabakalardaki malzeme miktarlarına ulaşılmıştır.

Bu çalışma kapsamında Kocaeli de uygulanan üstyapı kaplamalarının 1.00 km bazında maliyetleri incelenmektedir. Maliyet hesaplarında km de ihtiyaç duyulan tabakalar ve malzeme miktarları göz önüne alınmıştır. Esnek üstyapı kaplamalarında

farklı üç tip kaplama kullanılmaktadır. Kaplama tabakalarını etkileyen faktör tabii zemin taşıma gücü ve Kocaeli genelinde ortalama alınan trafik sayımlarıdır.

4.2.1 Tip 1 Esnek kaplama kesiti maliyet hesabı

Tip 1 kaplama kesiti CBR değeri yüzde 5 olan zeminlerde kabul edilen kesittir. Üstyapı tabakasını aşınma, binder, bitümlü temel tabakaları oluşturmaktadır. Temel ve alt temel tabakalarında PMT ve GAT tabakaları kullanılmaktadır. Tabaka kalınlıkları Şekil 3.1 kesitinde kabul edilen kalınlıklardır. Bu kesit kalınlıkları 2010 yılı birim fiyatları ile hesaplanması sonucu Şekil 3.1 kesitinin 1.00 km yol yapımı için maliyet fiyatı Tablo 4.1 de oluşturulmuştur

Tablo 4.1 Tip 1 Esnek kaplama kesiti maliyeti

ESNEK ÜSTYAPI MALİYETİ 1.00 KM UZUNLUĞUNDA 2010 K.B.B FİYATLARI İLE								
TANIM	BİRİM	GENİŞLİK (m)	UZUNLUK (m)	KALINLIK (m)	ÖZGÜL AĞIRLIK (TON/M3)	MİKTAR	MALİYET TL	TUTAR TL
AŞINMA TABAKASI YAPILMASI 5 CM KALINLIKTA (Ek 1)	TON	8,00	1.000,00	0,05	2,40	960,00	128,59	123.446,40
ASFALT BETONU BİNDER TABAKASI YAPILMASI 8 CM KALINLIKTA (Ek 2)	TON	8,00	1.000,00	0,08	2,30	1.472,00	116,89	172.062,08
BİTÜMLÜ SICAK TEMEL YAPILMASI 10 CM KALINLIKTA (Ek 3)	TON	8,00	1.000,00	0,10	2,25	1.800,00	93,46	168.228,00
PLENT-MİKS TEMEL YAPILMASI 20 CM KALINLIKTA (Ek 4)	TON	8,00	1.000,00	0,20	2,20	3.520,00	40,24	141.644,80
GRANÜLER TEMEL YAPILMASI 30 CM KALINLIKTA (Ek 5)	M3	8,00	1.000,00	0,30	1,00	2.400,00	38,30	91.920,00
REGLAJ YAPILMASI (Ek 6)	KM					1,00	4.982,98	4.982,98
Toplam								702.284,26 TL

4.2.2 Tip 2 Esnek kaplama kesiti maliyet hesabı

Tip 2 kaplama kesitinde CBR değeri yüzde 10 olan zeminlerde kabul edilen tip kesittir. Üstyapı tabakasının da aşınma ve binder temel kısmında da plent miks temel ve granüler alttemel tabakaları kullanılarak oluşturulan tip kesittir. Tip 1 de kullanılan bitümlü temel tabakasının seçilen tip 2 kesitinde kullanılması düşünülmemiştir. Tip 2 kesitinin 1.00 km için maliyeti Tablo 4.2 de hesaplanmıştır.

Tablo 4.2 Tip 2 Esnek kaplama kesiti hesabı

ESNEK ÜSTYAPI MALİYETİ 1.00 KM UZUNLUĞUNDA 2010 K.B.B FİYATLARI İLE								
TANIM	BİRİM	GENİŞLİK (m)	UZUNLUK (m)	KALINLIK (m)	ÖZGÜL AĞIRLIK (TON/M3)	MİKTAR	MALİYET TL	TUTAR TL
AŞINMA TABAKASI YAPILMASI 5 CM KALINLIKTA(Ek 1)	TON	8,00	1.000,00	0,05	2,40	960,00	128,59	123.446,40
ASFALT BETONU BİNDER TABAKASI YAPILMASI 8 CM KALINLIKTA (Ek 2)	TON	8,00	1.000,00	0,08	2,30	1.472,00	116,89	172.062,08
PLENT-MİKS TEMEL YAPILMASI 20 CM KALINLIKTA(Ek 4)	TON	8,00	1.000,00	0,20	2,20	3.520,00	40,24	141.644,80
GRANÜLER TEMEL YAPILMASI 30 CM KALINLIKTA (Ek 5)	M3	8,00	1.000,00	0,30	1,00	2.400,00	38,30	91.920,00
REGLAJ YAPILMASI (Ek 6)	KM	8,00	1.000,00			1,00	4.982,98	4.982,98
Toplam								534.056,26 TL

4.2.3 Tip 3 Esnek kaplama kesiti maliyet hesabı

Tip 3 kaplama kesiti CBR değeri yüzde 30 olan zeminlerde uygulanması kabul edilen kesittir.

Tablo 4.3 Tip 3 Esnek kaplama kesiti maliyeti

ESNEK ÜSTYAPI MALİYETİ 1.00 KM UZUNLUĞUNDA 2010 K.B.B FİYATLARI İLE								
TANIM	BİRİM	GENİŞLİK K (m)	UZUNLUK (m)	KALINLIK (m)	ÖZGÜL AĞIRLIK (TON/M3)	MİKTAR	MALİYET TL	TUTAR TL
AŞINMA TABAKASI YAPILMASI 5 CM KALINLIKTA (Ek1)	TON	8,00	1.000,00	0,05	2,40	960,00	128,59	123.446,40
PLENT-MİKS TEMEL YAPILMASI 20 CM KALINLIKTA(Ek 4)	TON	8,00	1.000,00	0,20	2,20	3.520,00	40,24	141.644,80
GRANÜLER TEMEL YAPILMASI 30 CM KALINLIKTA (Ek5)	M3	8,00	1.000,00	0,30	1,00	2.400,00	38,30	91.920,00
REGLAJ YAPILMASI (Ek 6)	KM					1,00	4982,98	4.982,98
Toplam								361.994,18 TL

Tabii zeminin taşıma gücündeki artış sonucu, üstyapı kaplama tabakası olarak sadece 5 cm aşınma tabakası yapılması kabul edilmiştir. Temel tabakasında ise PMT ve GAT tabakalarının yapılması uygun görülmüştür. Tip 3 kesitinde kullanılan tabakalar doğrultusunda 1.00 km yol maliyeti Tablo 4.3 de gösterilmiştir.

4.3 SATHİ KAPLAMA YOLLARIN MALİYET HESAPLARI

Kocaeli de yapılan sathi kaplama yollar genel olarak çift kat sathi kaplama olarak yapılmaktadır. Sathi kaplama tabakası PMT tabakası üzerine yapılmaktadır. Sathi kaplama yollar temel ve alttemel tabakalarını koruyucu örtü tabakası özelliğinde muhafaza eder. Yol gövdesinin çevresel etkilerden zarar görmemesini ve yolun konfor ve güvenliğinin ön görülen hizmet süresince muhafaza etmesini sağlar.

Köy yolları ve trafik yoğunluğu az olan yollarda yapılması tercih edilmektedir. Sathi kaplama yapılmasının birimi dekar alan olarak hesaplanmaktadır ve maliyeti oluşturan analizlerde dekar birimine göre hesaplanmıştır.

Yolu oluşturan tabakalar PMT, GAT ve çift tabaka sathi kaplama olmak üzere belirlenmiş ve hesaplara katılmıştır. Sathi kaplama yol yapılmasının 1.00 km bazındaki maliyeti Tablo 4.4 de hesaplanmıştır.

Tablo 4.4 Tip 4 sathi kaplama kesiti maliyeti

SATHİ KAPLAMA YOL MALİYETİ 1.00 KM UZUNLUĞUNDA 2010 K.B.B FİYATLARI İLE								
TANIM	BİRİM	GENİŞLİK (m)	UZUNLUK (m)	KALINLIK (cm)	MİKTAR	ÖZGÜL AĞIRLIK (TON/M3)	MALİYET TL	TUTAR TL
İKİ TABAKA ASTARLI BİTÜMLÜ SATHİ KAPLAMA YAPMA (Ek 7)	DA	8,00	1.000,00	0,03	8,00	1,00	6.262,90	50.103,20
PLENT-MİKS TEMEL YAPILMASI (Ek 4)	TON	8,00	1.000,00	0,20	1.600,00	2,20	40,24	141.644,80
GRANÜLER TEMEL YAPILMASI (Ek 5)	M3	8,00	1.000,00	0,30	2.400,00	1,00	38,30	91.920,00
REGLAJ YAPILMASI 8 M YOL İÇİN (Ek	KM	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	4.982,98	4.982,98
Toplam								288.650,98 TL

5. ÜST YAPI KAPLAMA MALİYETLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

5.1 GİRİŞ

Kocaeli de yapılan yollar Kocaeli Büyükşehir Belediyesi (K.B.B) ve Karayolları 1. Bölge Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır. Kent içi yollar ve köy yolları K.B.B. tarafından Devlet yolları da Karayolları 1. Bölge Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır.

Kent içi ve köy yollarının yapımında K.B.B. açık ihale usulünü kullanmaktadır. Müteahhit firmalar ihale dokümanlarında istenilen iş kalemlerine, işi yapabilecekleri fiyatları teklif etmektedirler. İhale komisyonları tarafından yapılan inceleme ve değerlendirme sonrası, yapım işleri, belirlenen müteahhit firmalar tarafından yapılmaktadır.Kocaeli genelinde yıl içinde, ihtiyaçlar doğrultusunda yol üstyapı ihaleleri yapılmaktadır. İhaleler öncesi belirlenen yollar için proje çalışmaları yapılır. Projeler devam ederken gereken kamulaştırma işlemleri, mevcut ve planlanan altyapı bilgileri toplanarak, projelere dahil edilmektedir.

5.2 MÜTEAHHİT MALİYETLER

Kocaeli sınırları içinde 2010 yılında yapılan üstyapı ihalelerine, birçok müteahhit firmalar tarafından teklifler verilmiştir. Firmaların tekliflerini sunarken bazı parametreleri göz önünde bulundurmaları gerekir. Taşıma mesafeleri, güzergâh, ihale kapsamında ön görülen miktarlar verilen teklif fiyatlarında etkili olmaktadır. İdare tarafından istenilen malzeme, iş makineleri teknik personel sayısı ve diğer genel giderleri de teklif fiyatlarına dahildir.

İhale için müteahhit firmalar tarafından verilen teklifler, ihale dokümanları arasında firmalara verilen birim fiyat teklif formlarında belirtilen miktarlar ve birimleri kabul ederek verilirler. Yıl içinde yapılan üstyapı ihalelerine verilen teklif fiyatları Tablo 5.1 de verilmiştir. Tablodaki malzemeler fiyatlar ve birimler verilmektedir. Müteahhit firma isimleri ve ihale isimleri belirtilmemiştir

Tablo 5.1 Müteahhit teklif fiyatları

İhale No	2010 Yılı Kocaeli Büyükşehir Belediyesinde styapı İhaleleri Teklif Edilen Müteahhit Maliyetleri						
	Aşınma Ton/TL	Binder. Ton/TL	Bit.Tem Ton/TL	PMT Ton/TL	GAT m ³ /TL	Reglaj Yap. Km	Sathi Kapl DA
1	91,00	86,53		28,03	24,99	4.502,25	4.500,00
2	93,56	88,70		21,87	17,01	4.383,11	6.242,90
3	77,90	72,00		16,16	20,00	3.519,00	4.000,00
4	83,89	78,51	71,79	13,35	13,35	4.456,00	8.146,18
5	100,00	100,00	100,00	22,00	20,00	5.000,00	7.501,48
6	69,50	66,50		17,00	16,20	2.100,00	5.965,30
7	82,00	80,00		20,00	18,00	3.500,00	4.500,00
8	71,98	68,01		16,00	17,99	2.046,00	
9	73,00	70,00		28,00	28,00	4.560,00	
10	89,00	82,00		25,00	19,00	3.600,00	
11	96,00	92,00		23,00	20,00	4.500,00	
12	77,09	67,64		16,16	19,41	3.519,00	
13	71,01	71,00		21,21	19,41	3.748,27	
14	93,56	88,70		21,87	17,01	4.383,11	
15	100,00	95,00		25,00	22,00	4.500,00	
16	85,00	83,00		23,80	19,72	3.600,00	
17	74,18	70,27		18,06	16,28	2.587,20	
18	78,83	75,73	66,98	16,05	16,23	2.997,50	
19	81,00	79,00		22,00	24,00	3.500,00	
20	81,03	77,88		21,62	28,23	3.519,00	
21	82,45	80,12		20,35	25,00	2.529,60	
22	52,86	51,34		27,48	13,55	3.450,00	
23	82,00	74,00		16,35	17,45	3.225,00	
24	93,00	89,00		27,00	19,00	5.250,00	
25	91,00	87,50		24,00	22,00	3.980,00	
26	89,00	85,00		20,00	19,00	4.500,00	
Ort	83,07	79,21	79,59	21,21	19,72	3.748,27	5.836,55
Std Sap	11,028	10,873	17,838	4,213	4,056	816,365	1593,410

Tabloda yirmi altı adet ihale için çalışmamız kapsamında inceleyeceğimiz kalemlerin teklifleri, ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Farklı müteahhitler tarafından farklı bölgelerdeki ihalelere verilen teklifler görülmektedir

5.3 İDARE MALİYETLERİ

İhalelerde yaklaşık maliyeti belirlemek üzere kullanılan fiyatlardır. Projelerinde ve tip kesitlerde görülen malzeme miktarlarının idare tarafından hesaplanmasıyla oluşturulur. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı fiyatları ve Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından açıklanan güncel birim fiyatlar kullanılarak yaklaşık maliyete esas birim fiyat kalemleri oluşturulur.

Birim fiyat analizleri oluşturulurken; Öngörülen taşıma mesafeleri, malzeme miktarları da analizlere dahil edilmektedir. Dördüncü bölüm de farklı tip yolların maliyetlerinden bahsedilmektedir.

5.4 İDARE VE MÜTEAHHİT MALİYETLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Yol üstyapı yapım ihalelerinde idare fiyatları ve müteahhit fiyatları arasında fiyat farkı bulunmaktadır. Bu fark birçok nedene bağlanmaktadır. Analizlerde kullanılan malzemelerin firmalara maliyetleri farklılık göstermektedir.

Bitümlü sıcak karışım tabakalarında kullanılan bitümün fiyatı tüm firmalar için aynıdır. Agregalı maliyetleri ise farklılık göstermektedir. İdare fiyatlarında agrega temini için ön görülen fiyatlar ile piyasa fiyatları arasında büyük farklar görülmektedir. Agregalı fiyatları arasındaki bu fark agrega ocaklarının sayısına ve piyasadaki rekabet şartlarına bağlı olarak değişmektedir.

Firmaların bünyesinde bulunan asfalt imalat makinelerinin özellikleri de maliyetlerde etkilidir. Bu özelliklerde bazıları, enerji tüketimi, günlük üretilen maksimum asfalt miktarı, arıza sıklığı ve bakım onarım maliyetleri fiyatların belirlenmesinde etkili olan özelliklerdir.

İmalat sonrası nakliye, serme ve sıkıştırma işlemleri de firmalar için göz önüne bulundurulması gerek iş kalemlerindedir. Serme sıkıştırma ve nakliye işlerinde

firmaların kendi bünyesinde bulundurduğu araç ve ekipmanlar ile yapması veya alt yüklenici kullanmaları da fiyatların belirlenmesinde etkili olmaktadır

5.4.1 Aşınma tabakası maliyeti karşılaştırılması

Aşınma tabakası yapılması idare maliyeti çalışmamızın ek kısmında idare analiz maliyeti verilmiştir. Aşınma tabakasının yapılması maliyeti müteahhit karı dahil 128.59 Ton / TL olarak hesaplanmıştır.

İhalelerde müteahhit firmalar tarafından verilen teklifler Tablo 5.1 de verilmiştir. Fiyatlar ihalelere göre değişiklik göstermektedir. Teklif fiyatlarının ortalaması 83.60 Ton / TL fiyatlardaki değişimi şekil 5.2 de daha detaylı olarak gösterilmektedir.



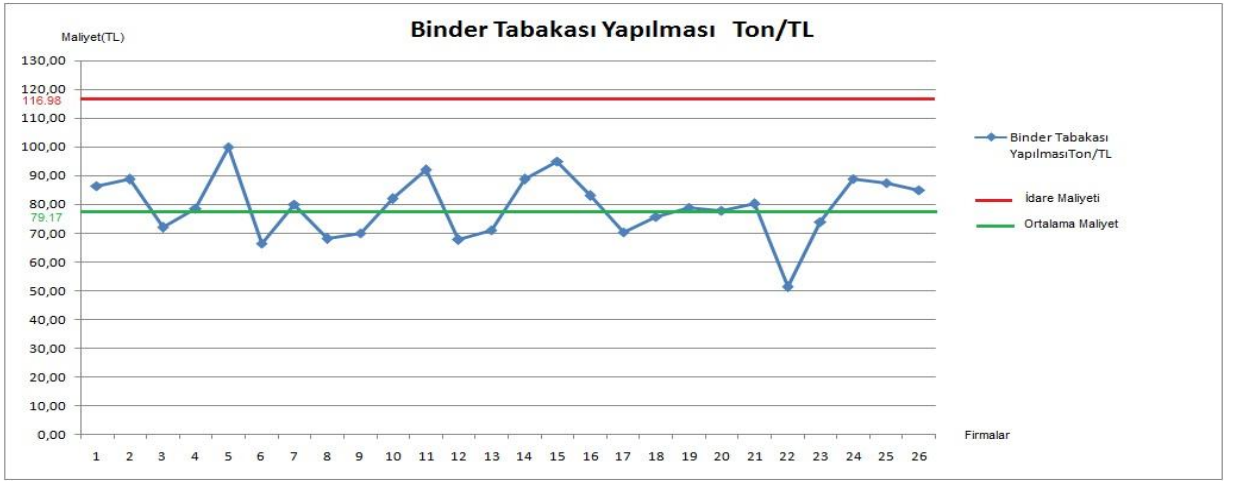
Şekil 5.2 Aşınma tabakası dağılım tablosu

Şekil 5.2 deki veriler doğrultusunda, ihalelerde teklif edilen fiyatların, yaklaşık maliyeti oluşturulurken hesaplanan idare fiyatlarının tamamen altında kaldığı görülmektedir. Teklif fiyatları, idare fiyatlarına oranla yüzde 35 indirimli olarak verildiği görülmektedir.

5.4.2 Binder tabakası maliyeti karşılaştırılması

Binder tabakası yapılması maliyet analizleri çalışmamızın ek kısmında verilmiştir. Müteahhitlik karı ve diğer giderler dahil binder tabakası yapılması maliyeti 116.98 Ton / TL olarak hesaplanmıştır.

İhalelerde müteahhit firmalar tarafından verilen teklifler Şekil 5.3 de verilmiştir. Teklif fiyatların ortalaması 79.17 Ton / TL olarak hesaplanmıştır. Fiyatlardaki değişim Tablo 5.3 de gösterilmiştir. Binder maliyeti analizi oluşturan alt analiz ve malzeme miktarları aşınma tabakası maliyetine oranla daha düşüktür. Binder tabakasının bitüm oranı aşınma tabakasına oranla daha az ve agregaların dane boyutu daha fazladır. Bu değişimler göz önüne alındığında aşınma tabakasına oranla malzeme fiyatlarında azalma gözlenmektedir. Nakliye serme ve sıkıştırma işlemlerinde aşınma analizine göre bir fark bulunmamaktadır.

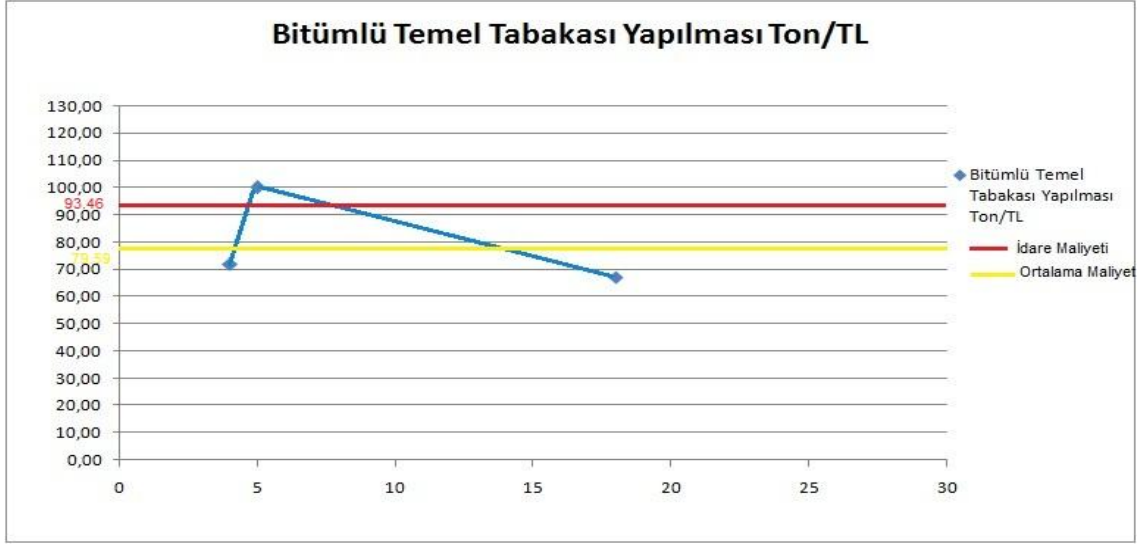


Şekil 5.3 Binder tabakası dağılım tablosu

Binder tabakası yapılması işinde müteahhit teklifleri ve idare fiyatı arasındaki ortalama fiyat farkı yüzde 32 oranında olduğu görülmektedir.

5.4.3 Bitümlü temel tabakası maliyeti karşılaştırılması

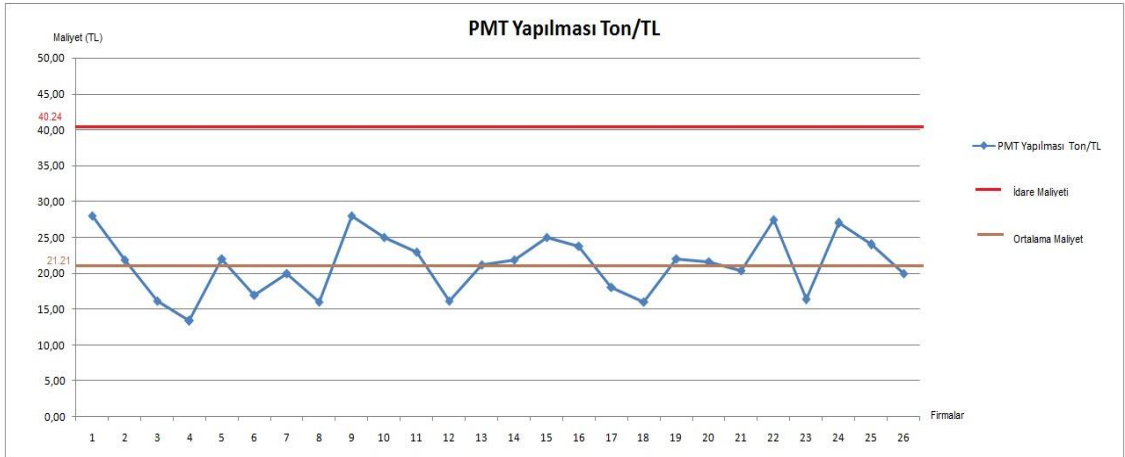
Bitümlü temel tabakası Kocaeli genelinde yapılan üstyapı ihalelerinde kent içi yollarda çok fazla kullanılmamaktadır. İhalelerde yaklaşık maliyete esas analiz fiyatı çalışmanın ek kısmında verilmiştir. Bitümlü temel tabakasının idare maliyeti 93.46 Ton / TL olarak hesap edilmiştir. Buna karşılık ihalelerde teklif edilen fiyat ortalaması 79.59 Ton / TL olarak hesap edilmiştir. İş kaleminde yaklaşık yüzde on altı oranında fiyat farkı olduğu Şekil 5.4 de görülmektedir.



Şekil 5.4 Bitümlü temel tabakası dağılım tablosu

5.4.4 PMT Tabakası maliyeti karşılaştırılması

Plent miks temel tabakası kent içi ve köy yollarında kullanılmaktadır. Hem sıcak karışım yollarda hem de sathi kaplama yollarda kullanılan temel tabakasıdır. Maliyet analizi ek te verilmiştir. İdarenin yaklaşık maliyeti malzeme araç nakliye serme ve sıkıştırılmalar dahil 40.24 Ton / TL olarak hesaplanmıştır. Teklif fiyatlarının ortalaması ise 21.21 Ton / TL dir. Bu iş kaleminde yaklaşık yüzde elli oranında indirim uygulanmaktadır.

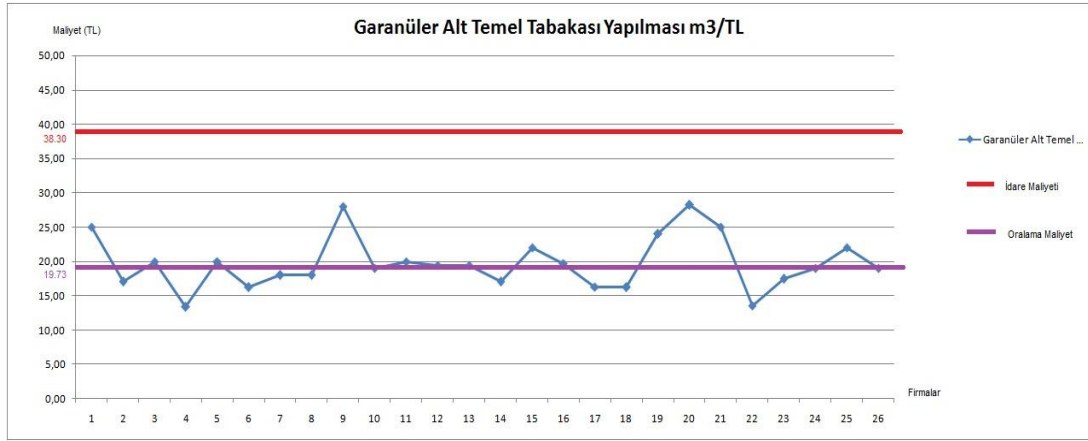


Şekil 5.5 PMT Tabakası dağılım tablosu

5.4.5 GAT Tabakası maliyeti karşılaştırılması

Granüler Alttemel tabakası zemin ıslahı gereken yerlerde yapılmaktadır yol gövdesinin korunması ve üstü yapı kalınlığında etkili olan kaplama tabakalarından bir tanesidir. GAT tabakası analizi çalışmanın ekin de verilmiştir. İdare maliyeti 38.30 m³/ TL olarak hesaplanmıştır. İhalelerde teklif edilen fiyatların ortalaması ise 19.73 m³/ TL dir.

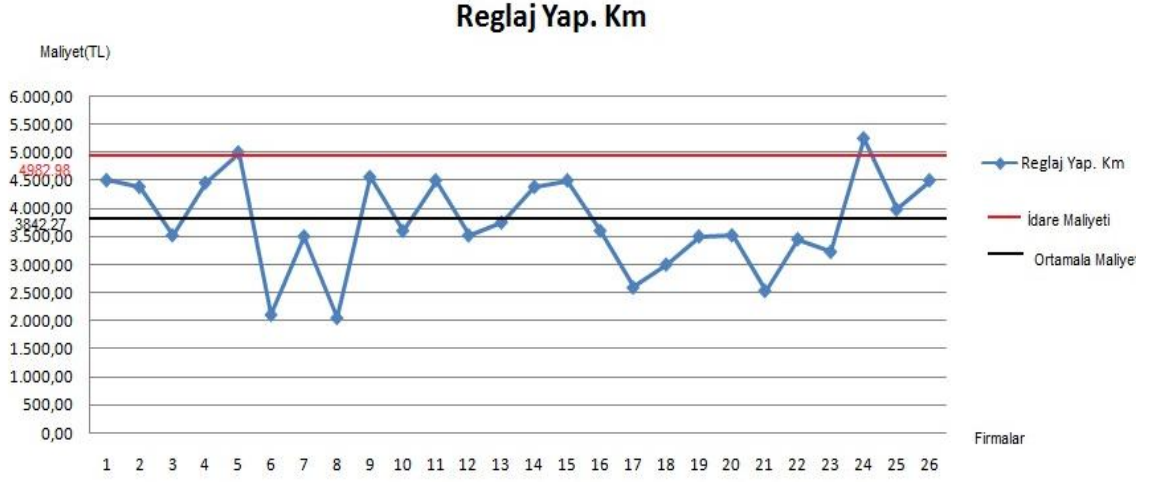
İhale teklif fiyatları ile yaklaşık maliyet arasında yüzde elli oranında indirimler yapılarak teklifler sunulmaktadır. Teklif fiyatlarındaki indirimin sebebi rekabet koşullarında alt temel malzemesinin idare maliyetlerinin çok altında temin edilebilmesinden kaynaklanmaktadır. İdare fiyatları ile teklif edilen müteahhit fiyatları arasındaki ilişkiyi Şekil 5.6 da gösterilmiştir.



Şekil 5.6 GAT Tabakası dağılım tablosu

5.4.6 Reglaj yapılması maliyeti karşılaştırılması

Yol yapımında düzgün yuvarlanma yüzeyi oluşturmak amacıyla PMT ve GAT tabakalarından sonra yapılır. Reglaj yapılması düzgün yol yüzeyinin oluşmasına katkı sağladığı gibi malzemelerin dengesiz olarak birikmesini yığılmasını engeller, malzemelerin düzgün olarak tabakalanmasına yardımcı olur.

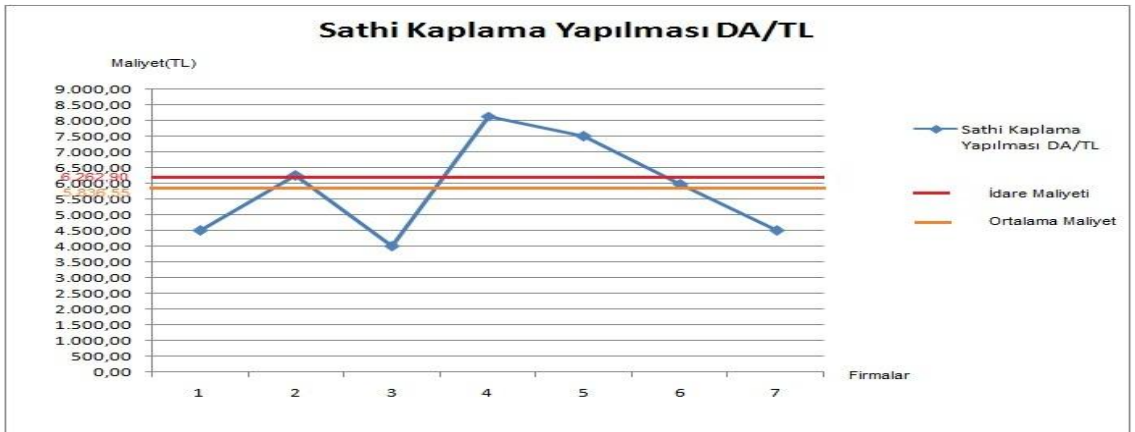


Şekil 5.7 Reglaj yapılması dağılım tablosu

Reglaj yapılması 8 m genişliğindeki yol için idare maliyeti 4982.98 Km / TL olarak hesaplanmıştır. Teklif edilen müteahhit fiyatlarının ortalaması ise 3847.27 Km / TL olarak hesaplanmıştır. Şekil 5.7 de reglaj yapılması işinin müteahhit ve idare fiyatları arasındaki değişim gösterilmiştir. Teklif fiyatları ile idare fiyatları arasında yüzde 32.8 oranında indirim yapıldığı görülmektedir.

5.4.7 Sathi kaplama yapılması maliyeti karşılaştırılması

Sathi kaplama yol yapılması Kocaeli genelinde köy yollarında yapılmaktadır. Yollar grup köy yolları olarak değerlendirilmektedir. İhale kapsamında uzun metrajlarda yollar yapılmaktadır. Sathi kaplama yolların idare maliyeti çalışmamızın ek kısmında verilmiştir. Kaplamanın maliyeti 6.262,90 DA / TL olarak hesaplanmış ve yaklaşık maliyetlere dahil edilmiştir. İhalelerde teklif edilen fiyatların ortalaması 5.836,55 DA/TL olarak hesaplanmıştır.



Şekil 5.8 Sathi kaplama yapılması dağılım tablosu

Şekil 5.8 de idare fiyatları ile müteahhit fiyatları arasındaki ilişki görülmektedir. Fiyatlar arasında yüzde 7 oranında fark görülmektedir. Sathi kaplama yollarda indirim oranı diğer yollara oranla biraz daha düşük seviyelerde seyretmektedir.

5.5 ORTALAMA MALİYETLER İLE YOL TOPLAM MALİYETLERİ

İdare maliyetleri ile ortalama maliyetler arasındaki farkın toplam yol yapım maliyetlerine olan oranları hesaplanmıştır. Yol yapım maliyetlerinde hesaplanan yaklaşık maliyetlere oranla yüzde 7 - 50 arasında değişen indirimlerle teklif fiyatları verildiği görülmektedir. Kocaeli de uygulanan üç tip yol kesitinin müteahhit maliyetleri ile 1.00 km de toplam maliyetleri hesaplanmıştır. Tip 1-2-3 kesitin müteahhit ortalama maliyetleri ile hesaplanması durumunda, toplam yol maliyetlerinin km bazında mukayeseleri daha açık görülecektir.

5.5.1 Tip 1 Kesitinin Ortalama Fiyatlarla Maliyeti

Tip 1 kesiti CBR değeri yüzde beş olan zeminlerde uygulaması kabul edilen kesittir. K.B.B maliyetleri ile 1.00 km tip 1 kesiti ile yol yapılması maliyeti 702.284,26 TL olarak hesaplanmıştır. Ortalama fiyatlar ile tip 1 kesitinin maliyeti Tablo 5.9 da görülmektedir.

Tablo 5.9 Tip 1 kesitinin ortalama fiyatlarla maliyeti

ESNEK ÜSTYAPI MALİYETİ 1.00 KM UZUNLUĞUNDA 2010 ORTALAMA FİYATLAR İLE								
TANIM	BİRİM	GENİŞLİK (m)	UZUNLUK (m)	KALINLIK (m)	ÖZGÜL AĞIRLIK (TON/M3)	MİKTAR	MALİYET TL	TUTAR TL
AŞINMA TABAKASI YAPILMASI 5 CM KALINLIKTAKİ (Ek 1)	TON	8,00	1.000,00	0,05	2,40	960,00	83,07	79.747,20
ASFALT BETONU BİNDER TABAKASI YAPILMASI 8 CM KALINLIKTAKİ (Ek 2)	TON	8,00	1.000,00	0,08	2,30	1.472,00	79,21	116.597,12
BİTÜMLÜ SICAK TEMEL YAPILMASI 10 CM KALINLIKTAKİ (Ek 3)	TON	8,00	1.000,00	0,10	2,25	1.800,00	79,58	143.244,00
PLENT-MİKS TEMEL YAPILMASI 20 CM KALINLIKTAKİ (Ek 4)	TON	8,00	1.000,00	0,20	2,20	3.520,00	21,21	74.659,20
GRANÜLER TEMEL YAPILMASI 30 CM KALINLIKTAKİ (Ek 5)	M3	8,00	1.000,00	0,30	1,00	2.400,00	19,72	47.328,00
REGLAJ YAPILMASI (Ek 6)	KM					1,00	3.748,27	3.748,27
Toplam								465.323,79 TL

Tablo 5.9 da hesaplanan ortalama maliyetler doğrultusunda idare maliyetleri ile arasında yüzde 33.74 oranında indirim söz konusudur.

5.5.2 Tip 2 kesitinin ortalama fiyatlarla maliyeti

BSK yollarda zemin CBR değeri yüzde on olan bölgelerde uygulaması kabul edilen kesit tip iki üstyapı kesitidir.

Tablo 5.10 Tip iki kesitinin ortalama fiyatlarla maliyeti

ESNEK ÜSTYAPI MALİYETİ 1.00 KM UZUNLUĞUNDA 2010 ORTALAMA FİYATLAR İLE								
TANIM	BİRİM	GENİŞLİK (m)	UZUNLUK (m)	KALINLIK (m)	ÖZGÜL AĞIRLIK (TON/M3)	MİKTAR	MALİYET TL	TUTAR TL
AŞINMA TABAKASI YAPILMASI 5 CM KALINLIKTA(Ek 1)	TON	8,00	1.000,00	0,05	2,40	960,00	83,07	79.747,20
ASFALT BETONU BİNDER TABAKASI YAPILMASI 8 CM KALINLIKTA (Ek 2)	TON	8,00	1.000,00	0,08	2,30	1.472,00	79,21	116.597,12
PLENT-MİKS TEMEL YAPILMASI 20 CM KALINLIKTA(Ek 4)	TON	8,00	1.000,00	0,20	2,20	3.520,00	21,21	74.659,20
GRANÜLER TEMEL YAPILMASI 30 CM KALINLIKTA (Ek 5)	M3	8,00	1.000,00	0,30	1,00	2.400,00	19,72	47.328,00
REGLAJ YAPILMASI (Ek 6)	KM					1,00	3.748,27	3.748,27
Toplam								322.079,79 TL

K.B.B maliyetleri ile 1.00 km tip iki kesiti ile yapılacak yolun maliyeti 534.056,26 TL olarak hesaplanmıştır. Ortalama fiyatlar ile tip iki kesitin maliyeti Tablo 5.10 da görülmektedir. Tablo 5.10 da hesaplanan tip iki kesitinin toplam idare maliyetleri ile toplam ortalama maliyetler arasında yüzde 39.70 oranında indirim yapıldığı görülmektedir.

5.5.3 Tip 3 kesitinin ortalama fiyatlarla maliyeti

Zemin CBR değeri yüzde otuz olan bölgelerde tip üç üstyapı kesiti uygulaması kabul edilmektedir. K.B.B maliyetleri ile tip üç kesitinin maliyeti 361.994,18 TL olarak hesaplanmıştır. Ortalama fiyatlar ile maliyeti Tablo 5.11 de görülmektedir.

Tablo 5.11 Tip üç kesitinin ortalama fiyatlarla maliyeti

ESNEK ÜSTYAPI MALİYETİ 1.00 KM UZUNLUĞUNDA 2010 ORTALAMA FİYATLAR İLE								
TANIM	BİRİM	GENİŞLİK (m)	UZUNLUK (m)	KALINLIK (m)	ÖZGÜL AĞIRLIK (TON/M3)	MİKTAR	MALİYET TL	TUTAR TL
AŞINMA TABAKASI YAPILMASI 5 CM KALINLIKTA (Ek1)	TON	8,00	1.000,00	0,05	2,40	960,00	83,07	79.747,20
PLENT-MİKS TEMEL YAPILMASI 20 CM KALINLIKTA(Ek 4)	TON	8,00	1.000,00	0,20	2,20	3.520,00	21,21	74.659,20
GRANÜLER TEMEL YAPILMASI 30 CM KALINLIKTA (Ek5)	M3	8,00	1.000,00	0,30	1,00	2.400,00	19,72	47.328,00
REGLAJ YAPILMASI (Ek 6)	KM					1,00	3.748,27	3.748,27
Toplam								205.482,67 TL

Tablo 5.11 de hesaplanan tip üç kesiti nin ortalama fiyatların idare maliyetleri ile arasında yüzde 43.23 oranında indirim yapıldığı görülmektedir.

5.5.4 Sathi kaplama yapılması ortalama fiyatlarla maliyeti

Sathi kaplama yolların yapılmasında K.B.B maliyetleri ile kabul edilen tip kesitin 1.00 km de maliyeti 288.650,98 TL olarak hesaplanmıştır. Ortalama maliyetler ile bir km sathi kaplama yol yapılmasının maliyeti Tablo 5.12 de gösterilmiştir. Hesaplanan ortalama fiyatlar ile 1.00 km sathi kaplama yol ile idare fiyatları arasında yüzde 40.26 oranında indirim yapıldığı görülmektedir.

Tablo 5.12 Tip 4 sathi kaplama kesitinin ortalama fiyatlarla maliyeti

SATHİ KAPLAMA YOL MALİYETİ 1.00 KM UZUNLUĞUNDA 2010 ORTALAMA FİYATLAR İLE								
TANIM	BİRİM	GENİŞLİK (m)	UZUNLUK (m)	KALINLIK (m)	MİKTAR	ÖZGÜL AĞIRLIK (TON/M3)	MALİYET TL	TUTAR TL
İKİ TABAKA ASTARLI BİTÜMLÜ SATHİ KAPLAMA YAPMA (Ek 7)	DA	8,00	1.000,00	0,03	8,00	1,00	5.836,55	46.692,40
PLENT-MİKS TEMEL YAPILMASI (Ek 4)	TON	8,00	1.000,00	0,20	1.600,00	2,20	21,21	74.659,20
GRANÜLER TEMEL YAPILMASI (Ek 5)	M3	8,00	1.000,00	0,30	2.400,00	1,00	19,72	47.328,00
REGLAJ YAPILMASI 8 M YOL İÇİN (Ek 6)	KM					1,00	3.748,27	3.748,27
Toplam								172.427,87 TL

Yol maliyetlerinde yapılan indirimler toplam maliyetlere yansımaları görülmektedir. Toplam maliyetlerde genellikle kırılmış hazırlanmış agrega kaleminin, ağırlıkça fazla olan tip kesitlerde indirim oranının yükseldiği görülmektedir.

Sathi kaplama yollarda, sadece çift tabaka sathi kaplama yapılması kaleminde ortalama maliyetlerin, idare maliyetlerine göre yüzde yedi oranla indirim yapıldığı görülmektedir. Bu kaleminde malzeme ağırlıklı olarak bitüm içeriklidir ve indirim oranı çok fazla olmamaktadır. Malzeme temininde alternatifler fazla bulunmamaktadır. Km bazında sathi kaplama yapılmasında bu oran yüzde 40.26 ya yükselmektedir. İndirimin bu seviyelere kadar yükselmesinde malzeme temin maliyetleri etkili olmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yol üstyapı kaplamaları, üzerinde taşıdığı trafik etkilerinden kaynaklanan yükleri taban zeminine iletmek amacıyla tasarlanan yapılardır. Taban zemini taşıma gücü CBR değeri olarak hesaplara dâhil edilmektedir. CBR değeri yükseldikçe zemin taşıma gücü ve esneklik modülü Mr değeri yükselmekte ve üst yapı tabaka kalınlıklarında bu değerlere bağlı oranlarda değişimler göstermektedir.

Hesaplarımızda tabi zemin CBR değeri yüzde beş kabul edilen yollarsa üstyapı kalınlığı 65 cm iken CBR değeri yüzde otuz olan yollarda 55 cm olarak hesaplanmıştır. CBR değerindeki artış BSK tabakalarını değiştirmesine ve bazı tabakaları iptal edilmesine imkan sağlamıştır.

Yol üstyapı yapımın işlerinde yetkili idareler tarafından ihaleler yapılmakta ve ihale sonucuna göre yol imalatları müteahhit firmalar tarafından yapılmaktadır. İhale öncesi idareler yapımı planlanan yollarda yaklaşık maliyet çalışması yapmaktadırlar. Bu çalışma kapsamında Kocaeli Büyükşehir Belediyesince hazırlanan yaklaşık maliyete esas fiyatlar ile firmaların teklif fiyatları arasındaki fark ve bunların sebebi incelenmiştir.

Sonuç olarak firmaların maliyetleri ile idare maliyetleri arasında iş kalemlerine göre farklı indirim yüzdeleri görülmektedir.

BSK tabakalarında indirim oranı ağırlıklı olarak yüzde 30-35 arasında değişmektedir. BSK tabakalarında bu oranda indirimlerin sebebi agreganın temini ve hazırlanma maliyetlerinin idarelerin belirlediği maliyetlerin altında olmasıdır. Serbest piyasa koşulları ve kullanılabilir agrega ocakları fiyatlarda indirimlere sebep olmaktadır. İdare fiyatları ile 13-17 TL arasında değişen boyutlandırılmış ve hazırlanmış agreganın m³ fiyatı piyasa fiyatları ile 6-10 TL ye kadar inmektedir. Firmaların agrega maliyetlerinde, ocaklardan yıl içinde aldıkları miktar ve ödeme şartları da etkili olmaktadır.

BSK tabakalarında indirim yapılmasında etkili olan diğer etken, BSK üretim makinelerinin enerji tüketim miktarları bakım onarım maliyetleri ve günlük üretim

miktarları da müteahhit maliyetlerinde etkilidir. İndirim yüzdesinde etkisi en az olan malzeme kalemi bitümdür. Çünkü bitüm satışı Türkiye de TÜPRAŞ tarafından yapılmakta ve belirlediği fiyat üzerinden satılmaktadır.

Temel ve alt temel tabakaları yapılmasında indirim oranı yüzde 40-50 seviyelerine kadar çıkmaktadır. Bu indirim, temel ve alt temel tabakalarını oluşturan agreganın, piyasadandan temin edilen fiyatlarının düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Yaklaşık maliyetlerde hesaplanan alt temel malzemesinin temini ve hazırlanmasının m³ fiyatı 21 TL civarında iken piyasada malzemenin temin edilme fiyatı 8-9 TL ye kadar inmektedir.

PMT tabakasında uygulanan indirimlerin sebebi de aynı piyasa şartlarından kaynaklanmaktadır. Kullanılabilir agrega ocaklarının sayısı ve serbest piyasa koşulları teklif edilen fiyatlarda söz edilen indirimlere sebep olmaktadır.

Sathi kaplama kaleminde diğer iş kalemlerine oranla indirimler daha az yapılmaktadır. Sathi kaplama yapılmasında indirim oranı yüzde 7 civarında seyretmektedir. Bu oranın diğerlerine nazaran az olmasının sebebi bitüm yüzdesinin diğer kaplama tabakalarına oranla daha fazla olmasıdır. Sathi kaplama yollarda boyutlandırılmış agrega miktarları diğer kaplamalara oranla daha az bulunmaktadır.

Sonuç olarak idare maliyetleri ile diğer maliyetler arasında oluşan farkların sebeplerinden söz edildi .Öneri olarak; idarelerin yaklaşık maliyetleri oluşturması üzerine kullanılan fiyatların daha detaylı incelenmesi gerekmektedir.

Bayındırlık bakanlığı fiyatları Karayolu Genel Müdürlüğü, Köy Hizmetleri Devlet Su İşleri ve diğer kurumların oluşturduğu fiyatlar bölgesel olarak incelemeli ve sonrasında hesaplanmalıdır.

Örneğin Kocaeli ve çevresinde, agrega ocakları sayısı ve kullanılabilirliği açısından uygun şartları sağlamaktadır. İşletilen ocaklar ihtiyacı kolayca karşılayabilmektedirler. Bu durum ocakların arasındaki rekabetin oluşmasına ve fiyatların düşmesine sebep olmaktadır. Aynı zamanda diğer bölgelerdeki agrega

ocaklarının sayısının az olması, ve kullanılabilirlik açısından el verişli olmaması, bu durumun tersini oluşturmaktadır.

Ülkemizin farklı bölgelerinde, birçok inşat malzemelerinin fiyatları kurumların yayınladığı fiyatların çok üzerinde olduğu gözlenmektedir. Fiyatların piyasanın çok üzerinde olması, ihaleleri ve planlanan kaynakları olumsuz yönde etkilemektedir. Kaynakların daha gerçekçi planlanabilmesi için, ihalelerde kullanılan birim fiyatların bölgesel, güncel ve piyasa fiyatlarından faydalanarak hazırlanması daha uygun olacaktır.

KAYNAKÇA

KİTAPLAR

Ağar E., Umar F. (1982) *Yol Üstyapısı Ders Notları* . İstanbul İ.T.Ü İnşaat Fakültesi Matbaası.

İsfalt (2001) *Asfalt ve Uygulamaları Bilimsel Yayınları No1*. İstanbul.

İsfalt (2002) *Asfalt El Kitabı Bilimsel Yayınlar No 2*. İstanbul

Tunç A., (2004) *Kaplama Mühendisliği ve Uygulamaları* Ankara Asil Yayınları.

K.G.M (2006) *Karayolları esnek Üstyapı Projelendirme Rehberi* Karayolları Genel Müdürlüğü Teknik Araştırmalar Dairesi Başkanlığı Ankara.

Tunç A., (2007) *Yol Malzemeleri ve Uygulamalar.ı* Ankara. Nobel Yayınları.

SÜRELİ YAYINLAR

- Karaşahin M., (1988) *Karayolu Üstyapılarının Maliyet ve Enerji Yönünden İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi İstanbul İ.T.Ü FBE.
- Dündar G., (1998). *Esnek Üstyapı Tasarım Yöntemlerinin Karşılaştırılması*. Yüksek Lisans tezi İstanbul İ.T.Ü . FBE.
- Ilıcalı M., Tayfur S., Özen H.,(2001) *Şehir İçi Yollarda Uygulanmakta Olan Üstyapı Kesiti ve Malzemelerinin Değerlendirilmesi*. İstanbul.
- Aktaş B., Çetin S., Gürer C., Karaşahin M.,Saltan M.,ve Uz F., (2009) *Türkiye ve Dünyada Sathi Kaplama Uygulamaları*. Ankara K.G.M.
- Öztürk F.,(2006) *AASHTO 1986 Esnek Yol Üstyapıları Projelendirme Yönteminin Bulanık Mantık İle Modellenmesi*. Yüksek Lisans Tezi Isparta SDÜ FBE.
- Ahmetzade P. Yılmaz M.,(2007) *Uzun Ömürlü Esnek Üstyapıların Tasarımı* Fırat Üniversitesi Elazığ.
- Life Cycle Cost Analysis (2006) *DPR for Nanded City Roads* under JNNURM Chapter 4 Sheet1-7.
- Jenkins KJ., (2010) *Whole-of-Life Analyses of Different Pavements The Real Picture* Chapter 3 Paper 49 USA.

DİĞER YAYINLAR

Hatipoğlu S., *Yasal Maksimum Dingil Yükinün Yol Ömrüne Etkisi*
<http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/11676.pdf> .

Gürer C., (2006) *Sathi Kaplamalar*. Doktora Sunumu. Isparta. SDÜ. FBE.

EKLER

EK 1 Aşınma Tabakası Analizi

KOCAELİ SINIRLARINDA YOL MALİYET ANALİZLERİ					
Tanım	AŞINMA TABAKASI YAPILMASI				
Birim	TON				
Rayiç No	Tanımı	Birimi	Miktar	Birim Fiyat TL	Tutar TL
4256.	Ocak taşın konkasörle kırılmış-elenmiş 25 ve 19 mm. Agrega hazırlama	TON	0,19	16,8	3,19
4265.	Ocak taşın konkasörle kırılmış-elenmiş 16 ve 12.5 mm. Agrega hazırlama	TON	0,237	17,47	4,14
4265/1.	Ocak taşın konkasörle kırılmış-elenmiş 9.5,6.3,4.75 ve 0.85 mm. Agrega hazırlama	TON	0,521	17,8	9,27
4365	Sarıçılı Vagon,Tanker Vb.Kaplarla Taşın.Bitüm.Malz.Depolama	TON	0,0536	1,16	0,06
4358	Katı Bitümlü Malz.Sarıç Veya Tanklarda Emiş Der.Kadar Isıtılması	TON	0,0521	19,4	1,01
4366	Bitümlü Malz.Asfalt Pompası İle Kaptan Kaba Aktarılması	TON	0,1057	2,77	0,29
4378	Beton Ve Her Nevi Asfalt Yolların Makina İle Süpürülmesi	DA	0,0104	6,92	0,07
4363/1	İdare Malı Bitümlü Yapıştırıcı (Rc-250) Hazırlanması	TON	0,0021	1289,28	2,71
4398	Distribütör Mak.İle Yapıştırma Bitümlü Malz.Püskürtme	DA	0,0104	17,81	0,19
4440	Büyük plent ünitesi ile karışım.haz..elekt.finişer.serme-sıkış.	TON	1,00	27,09	27,09
4269	Malzemenin Kantar İle Tartılması	TON	1,00	0,02	0,02
ÖZEL01	Bitüm Bedeli	TON	0,0536	841	45,08
Yol.N	$F = A \times K \times (0.0007 \times M + 0.01)$				4,65
A	A : Zorluk Katsayısı = 1				
K	K : Taşıt Katsayısı = 150				
M	M : Taşıma Mesafesi = 10 KM				
Ag Nak	$F = A \times K \times (0.0007 \times M + 0.01) \times G$				2,55
A	A : Zorluk Katsayısı = 1				
K	K : Taşıt Katsayısı = 150				
M	M : Taşıma Mesafesi = 10 KM				
Bit.Nakli	$F = A \times K \times (0.0007 \times M + 0.01)$				2,55
A	A : Zorluk Katsayısı = 1				
K	K : Taşıt Katsayısı = 150				
M	M : Taşıma Mesafesi = 10 KM				
Toplam					102,87
%25 Kar ve Genel Giderler					25,72
Genel Toplam					128,59

EK 2 Binder Tabakası Analizi

KOCAELİ İLİ SINIRLARINDA YOL MALİYET ANALİZLERİ					
Birim	TON				
Tanımı	Binder Tabakası Yapılması				
Rayiç No	Tanımı	Birimi	Miktar	Birim Fiyat TL	Tutar TL
4256.	Ocak taşın konkasörle kırılmış-elenmiş 25 ve 19 mm. Agrega hazırlama	TON	0,574	16,8	9,64
4265/1.	Ocak taşın konkasörle kırılmış-elenmiş 9.5,6.3,4.75 ve 0.85 mm. Agrega hazırlama	TON	0,383	17,8	6,82
4365	Sarnıçlı Vagon, Tanker Vb. Kaplarla Taşın. Bitüm. Malz. Depolama	TON	0,0441	1,16	0,05
4358	Katı Bitümlü Malz. Sarnıç Veya Tanklarda Emiş Der. Kadar Isıtılması	TON	0,0431	19,4	0,84
4366	Bitümlü Malz. Asfalt Pompası İle Kaptan Kaba Aktarılması	TON	0,0872	2,77	0,24
4378	Beton Ve Her Nevi Asfalt Yolların Makina İle Süpürülmesi	DA	0,00694	6,92	0,05
4363/1	İdare Malı Bitümlü Yapıştırıcı (Rc-250) Hazırlanması	TON	0,0014	1289,28	1,80
4398	Distribütör Mak. İle Yapıştırma Bitümlü Malz. Püskürtme	DA	0,00694	17,81	0,12
4440	Büyük plent ünitesi ile karışım. haz., elekt. finişer. serme-sıkış.	TON	1	27,09	27,09
4269	Malzemenin Kantar İle Tartılması	TON	1	0,02	0,02
ÖZEL01	Bitüm Bedeli	TON	0,0441	841	37,09
Agr Nak	$F = A \times K \times (0.0007 \times M + 0.01)$				2,55
A	A : Zorluk Katsayısı = 1				
K	K : Taşıt Katsayısı = 150				
M	M : Taşıma Mesafesi = 10 KM				
Kar Nakli	$F = A \times K \times (0.0007 \times M + 0.01)$				4,65
A	A : Zorluk Katsayısı = 1				
K	K : Taşıt Katsayısı = 150				
M	M : Taşıma Mesafesi = 30 KM				
Bitüm Nakli	$F = A \times K \times (0.0007 \times M + 0.01)$				2,55
A	A : Zorluk Katsayısı = 1				
K	K : Taşıt Katsayısı = 150				
M	M : Taşıma Mesafesi = 10 KM				
Toplam					93,51
%25 Kar ve Genel Giderle					23,38
Genel Toplam					116,89

EK 3 Bitümlü Temel Tabakası Analizi

KOCAELİ İLİ SINIRLARINDA YOL MALİYET ANALİZLERİ					
Tanım	BİTÜMLÜ SICAK TEMEL YAPILMASI				
Birim	TON				
Rayiç No	Tanımı	Birimi	Miktar	Birim Fiyat	Tutar
4259.	Elenmiş çakıllı malz.konkasörle kırıl.-elenmiş 25 ve 19 mm. Agrega hazırlama	TON	0.192	8,38	1,61
4268.	Elenmiş çakıldan konkasörle kırıl.-elenmiş 16 ve 12.5 mm. Agrega hazırlama	TON	0.192	9,05	1,74
4268/1.	Elenmiş çakıldan konkasörle kırıl.-elenmiş 9.5,6.5,4.75 ve 0.85 mm. Agrega hazırlama	TON	0.386	9,38	3,62
15.110/1.	Elenmiş Kum Veya Kum-Çakıl (Granülometrik) Malzeme Temini	TON	0.192	2,91	0,56
4365	Sarnıçlı Vagon,Tanker Vb.Kaplarla Taşın.Bitüm.Malz.Depolama	TON	0.0391	1,16	0,05
4358	Katı Bitümlü Malz.Sarnıç Veya Tanklarda Emiş Der.Kadar Isıtılması	TON	0.0385	19,40	0,75
4366	Bitümlü Malz.Asfalt Pompası İle Kaptan Kaba Aktarılması	TON	0.0788	2,77	0,22
4378	Beton Ve Her Nevi Asfalt Yolların Makina İle Süpürülmesi	DA	0.00426	6,92	0,03
4363/1	İdare Malı Bitümlü Yapıştırıcı (Rc-250) Hazırlanması	TON	0.00085	1.289,28	1,10
4398	Distribütör Mak.İle Yapıştıma Bitümlü Malz.Püskürtme	DA	0.00426	17,81	0,08
4440	Büyük plent ünitesi ile karışım.haz.,elekt.finişer.serme-sıkış.	TON	1.00	27,09	27,09
4269	Malzemenin Kantar İle Tartılması	TON	1.00	0,02	0,02
ÖBF	Bitüm Bedeli	TON	0.034410	818,10	28,15
Agrega Nakli	$F = A \times K \times (0.0007 \times M + 0.01)$				2,55
	A : Zorluk Katsayısı = 1				
	K : Taşıt Katsayısı = 150				
	M : Taşıma Mesafesi = 10 KM				
Karışımın Yola Nakli	$F = A \times K \times (0.0007 \times M + 0.01)$				4,65
	A : Zorluk Katsayısı = 1				
	K : Taşıt Katsayısı = 150				
	M : Taşıma Mesafesi = 30 KM				
Bitüm Nakli	$F = A \times K \times (0.0007 \times M + 0.01)$				2,55
	A : Zorluk Katsayısı = 1				
	K : Taşıt Katsayısı = 150				
	M : Taşıma Mesafesi = 10 KM				
Toplam					74,77
%25 Kar ve Genel Giderle					18,69
Genel Toplam					93,46

EK 4 Plent Miks Temel Analizi

KOCAELİ İLİ SINIRLARINDA YOL MALİYET ANALİZLERİ					
Tanım	PLENT-MİKS TEMEL YAPILMASI				
Birim	TON				
Rayiç No	Tanımı	Birimi	Miktar	Birim Fiyat TL	Tutar TL
4246.	Ocak taşın konkasörle kırıl.ve elen.51,44,38,32 mm. Agreg a hazırlama	TON	0.239	14,27	3,41
4256.	Ocak taşın konkasörle kırılmış-elenmiş 25 ve 19 mm. Agreg a hazırlama	TON	0.239	16,80	4,02
4265/1.	Ocak taşın konkasörle kırılmış-elenmiş 9.5,6.3,4.75 ve 0.85 mm. Agreg a hazırlama	TON	0.479	17,80	8,53
4465/3	Plent-Miks Alttemel Ve Temel Karışımı Hazırlanması	TON	1.00	2,84	2,84
4269	Malzemenin Kantar İle Tartılması	TON	1.00	0,02	0,02
4466/4	Plent-Miks Alttemel Ve Tem.Kar.Büyük Finişerle Serme-Sıkış.	TON	1.00	6,13	6,13
15.047	Arazöz İle Sulama	TON	0.01	4,03	0,04
Agreg a Nakli	$F = A \times K \times (0.0007 \times M + 0.01)$				2,55
	A : Zorluk Katsayısı = 1				
	K : Taşı t Katsayısı = 150				
	M : Taşı ma Mesafesi = 10 KM				
Karı.Yola Nak	$F = A \times K \times (0.0007 \times M + 0.01)$				4,65
	A : Zorluk Katsayısı = 1				
	K : Taşı t Katsayısı = 150				
	M : Taşı ma Mesafesi = 30 KM				
Toplam					32,19
%25 Kar ve Genel Giderle					8,05
Genel Toplam					40,24

EK 5 Granüler Alt Temel Yapılması

KOCAELİ İLİ SINIRLARINDA YOL MAİLYET ANALİZLERİ					
Tanım	GRANÜLER TEMEL YAPILMASI				
irim	M3				
Rayiç No	Tanımı	Birimi	Miktar	Birim Fiyat TL	Tutar TL
15.102/3-K	Ocak Taşından Konkasörle Kırılmış Alttemel Malzemesi Temini	M3	1,00	20,96	20,96
15.140	Makina ile serme (kırılma taş, kum, çakıl vb. Malzeme)	M3	1,00	0,52	0,52
15.047	Arazöz İle Sulama	TON	0.1	4,03	0,40
15.052/4	Titreşimli Silindire Sıkıştırma (66-86 DHP)	SA	0.005	78,91	0,39
Agrega Nakli	$F = A \times K \times (0.0007 \times M + 0.01) \times G$				8,37
	A : Zorluk Katsayısı = 1				
	K : Taşıma Katsayısı = 150				
	G=1.8 özgül ağırlık				
	M : Taşıma Mesafesi = 30 KM				
Toplam					30,64
%25 Kar ve Genel Giderler					7,66
Toplam					38,30

EK 6 Reglaj Yapılması Analizi

KOCAELİ İLİ SINIRLARINDA YOL MAİLYET ANALİZLERİ					
Tanım	REGLAJ YAPILMASI 8 M YOL İÇİN				
Birim	KM				
Rayiç No	Tanımı	Birimi	Miktar	Birim Fiyat TL	Tutar TL
15.044	Her Cins Toprak Zeminde Reglaj Fa=Fb*(0,35+0,05*a) a=8 m; Fb=3.665,63 Fa=3.665,63 * (0,35+0,05*8)	KM	0,4	2.749,22	1.099,69
15.045	Her Cins Küskülük Zeminde Reglaj Fa=Fb*(0,35+0,05*a) a=8m; Fb=5.498,45 Fa=5.498,45 * (0,35+0,05*8)	KM	0,3	4.123,84	1.237,15
15.046	Her Cins Kayalık Zeminde Reglaj Fa=Fb*(0,35+0,05*a) a=8 m; Fb=7.331,26 Fa=7.331,26* (0,35+0,05*8)	KM	0,3	5.498,45	1.649,54
TOPLAM					3.986,38
%25 Kar ve Genel Giderler					996,60
Toplam					4.982,98

EK 7 Çift Tabaka Sathi Kaplama Yapılması

KOCAELİ İLİ SINIRLARINDA YOL MAİLYET ANALİZLERİ					
Tanım	İKİ TABAKA ASTARLI BİTÜMLÜ SATHİ KAPLAMA YAPMASI				
Birim	DA				
Rayiç No	Tanımı	Birimi	Miktar	Birim Fiyat	Tutar
4256.	Ocak taşın konkasörle kırılmış-elenmiş 25 ve 19 mm. Agregası hazırlama	TON	27,00	16,80	453,60
4265.	Ocak taşın konkasörle kırılmış-elenmiş 16 ve 12.5 mm. Agregası hazırlama	TON	24,00	17,47	419,28
4358	Katı Bitümlü Malz.Sarnıç Veya Tanklarda Emiş Der.Kadar Isıtılması	TON	2,60	19,40	50,44
4366	Bitümlü Malz.Asfalt Pompası İle Kaptan Kaba Aktarılması	TON	8,40	2,77	23,27
4365	Sarnıçlı Vagon,Tanker Vb.Kaplarla Taşın.Bitüm.Malz.Depolama	TON	4,20	1,16	4,87
4269	Malzemenin Kantar İle Tartılması	TON	51	0,02	1,02
4402	Distribütör-25mm.Agr.İle Bir Tabaka Bitümlü Sathi Kaplama Yapma	DA	1,00	116,55	116,55
4407	Distribütör-19mm.Agr.İle Bir Tabaka Bitümlü Sathi Kaplama Yapma	DA	1,00	96,71	96,71
4377	Beton Ve Asfalt Yollar Dışındaki Yolları Mak.İle Süpürme	DA	1,00	13,67	13,67
4378	Beton Ve Her Nevi Asfalt Yolların Makina İle Süpürülmesi	DA	1,00	6,92	6,92
4393	Distribütör Makinası İle Astar Bitüm.Malz.Püskürtme (Boru İle)	DA	1,00	25,19	25,19
ÖZEL1	Mc-30 Emisyon Astar Malzemesi	TON	1,30	1.217,00	1.582,10
ÖZEL2	Crs Katyonik Asfalt	TON	2,70	821,00	2.216,70
					5.010,32
%25 Kar ve Genel Giderler					1.252,58
Toplam					6.262,90

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ali AKGÜN

Sürekli Adresi : Kocaeli

Doğum Yeri ve Yılı : Divriği 1983

Yabancı Dili : İngilizce

İlk Öğretim : Seka İlköğretim Okulu 1997

Orta Öğretim : İzmit Mimar Sinan Lisesi 2001

Lisans : Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Müh. Bl. 2007

Çalışma Hayatı :2007-2008 Gündem İnşaat Proje Kocaeli Büyükşehir Belediyesi
Fen İşleri Dairesi Başkanlığı 2008-2011

