

**T.C.  
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**ASFALT YOLLARIN YAŞAM DÖNGÜSÜ  
MALİYET ANALİZİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**İBRAHİM ALTAN KARAHACIOĞLU**

**İSTANBUL, 2016**



**T.C.**  
**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

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

**ASFALT YOLLARIN YAŞAM DÖNGÜSÜ**  
**MALİYET ANALİZİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**İBRAHİM ALTAN KARAHACIOĞLU**

**TEZ DANIŞMANI: Yar. Doç. Dr. Adnan ÇORUM**

**İSTANBUL, 2016**

**T.C.**  
**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

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

Tezin Adı: Asfalt Yolların Yaşam Döngüsü Maliyet Analizi  
Öğrencinin Adı Soyadı: İbrahim Altan Karahacıoğlu  
Tez Savunma Tarihi: 23.05.2016

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Doç. Dr. Nafiz ARICA  
Enstitü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Aybike ÖNGEL  
Program Koordinatörü

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

\_\_\_\_\_  
Jüri Üyeleri

\_\_\_\_\_  
İmzalar

Tez Danışmanı  
Yrd. Doç. Dr. Adnan ÇORUM

-----

Üye  
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin ÖZDEMİR

-----

Üye  
Yrd. Doç. Dr. Zeynep ŞENER

-----

## TEŐEKKÜR

Tez çalıŐmalarımnda tez yürütücülüğünü üstlenen ve çalıŐmalarımnda gösterdiği yakın ilgi ve alakasıyla, karamsarlığa düŐtüĐüm anlarda bile bilgi ve birikimleriyle bana zaman ayıran çok değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Adnan ÇORUM' a ve öğrenim hayatım boyunca beni bu noktaya getiren tüm saygıdeğer hocalarıma teŐekkürü bir borç bilirim.

Son olarak, destekleriyle her daim yanımda olduğunu hissettiğim baŐta annem olmak üzere, kendini bilime adanıŐ melek insan babama, kardeŐime ve anlayıŐı ile eŐim Nazmiye Ayhan KARAHACIOĞLU' na, gösterdiği anlayıŐ ve desteği ile Bayrampaşa Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürü Őükrü ALIM' a ve mesai arkadaşlarıma, analiz çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Bayrampaşa Belediyesi Fen İŞleri Müdürlüğü çalıŐanlarına ve beni mesleğime aŐık eden İnŐ. Müh. AŐır KESKİN' e, sabırla tezimin bitmesini bekleyen can dostum güzel insan Elk. Müh. Emre KUĞU' ya, evirilerimde desteğini esirgemeyen Öncel TERZİ' ye, hayatımdaki önemli kararlarda emeği geçen Yük. Harita Müh. Levent GÜR' e, yardımlarından dolayı Jeoloji ve İnşaat Müh. Burak İNANLI' ya ve ismini yazamadığım emeği geçen herkese teŐekkür eder, sevgi ve saygılarımı iletirim.

İstanbul, 2016

İbrahim Altan KARAHACIOĞLU

## ÖZET

### ASFALT YOLLARIN YAŞAM DÖNGÜSÜ MALİYET ANALİZİ

İbrahim Altan KARAHACIOĞLU

Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Adnan ÇORUM

Mayıs 2016, 53 Sayfa

Günümüz gelişen ve değişen teknolojik gelişmelerin ışığında, bir üretimin yatırıma dönüşme kararını verebilmek, kişi yada kuruluşların hayatlarında çok önemli dönüm noktaları olarak yerini almıştır. Bu alınan kararların özellikle sosyal ve makro ekonomik alanlarda alınacak olması, modern teknik yaklaşımlara başvurulmasını da beraberinde zorunlu hale getirmiştir.

Ülkemizde, yatırım yapılan en önemli ekonomik maliyetlerin başında asfalt yollar gelmektedir. Asfalt yolların imalatından, kullanım süresi sonuna kadar geçen süreçte yapılan faaliyetlerin deterministik ve ampirik yöntemlerle yatırım, bakım ve onarım ve hurda değerleriyle ele alınması, karar vericilerin, karar alınması aşamasında doğru kararlar verebilmelerine olanak sağlayacaktır.

Bu tezde, Yaşam Döngüsü Maliyet Analizi ile asfalt bir yolun üstyapısının, yatırım, bakım ve onarım ve de hurda değeri ile net bugünkü değer yöntemiyle hesaplanması amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Asfalt, Yaşam Döngüsü Maliyet Analizi, Net Bugünkü Değer

## ABSTRACT

### LIFE CIRLE COST ANALYSIS OF ASPHALT ROADS

İbrahim Altan KARAHACIOĞLU

Urban Systems and Transportation Management

Thesis Supervisor: Yrd. Doç. Dr. Adnan ÇORUM

May 2016, 53 Pages

Nowadays in the light of developing and changing technological advances, being able to determine to change a production into an investment has become a turning point in the life of the institutions and individuals. The fact that all these verdicts should be made especially in social and macroeconomic fields has made it a must to apply modern technological approaches.

In our country, asphalt roads are the leading economic cost that is invested on. The evaluation of asphalt roads with investment, maintenance, reparation and salvage value from production to the end of expiration date with activities in deterministic and empiric methods will enable decision-makers to reach correct verdict in the process of decision making.

In this thesis, it has been aimed calculating the life circle cost analysis and a road's upper construction's investment, maintain, reparation and salvage value with today's value methods.

**Keywords:** Asphalt, Life Cirle Cost Analysis, Net Present Value

## İÇİNDEKİLER

TABLolar.....	ix
ŞEKİLLER.....	xi
KISALTMALAR.....	xii
SEMBOLLER.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. ASFALT, YOL ÜSTYAPISI VE YOL ÜSTYAPI BAKIM VE ONARIMI HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	2
2.1 ASFALT.....	2
2.2 YOL ÜSTYAPISI.....	2
2.2.1 Rijit Üstyapı.....	2
2.2.2 Esnek Üstyapı.....	3
2.2.3 Yarı-Rijit Üstyapı.....	3
2.3 YOL ÜSTYAPI BAKIM VE ONARIMI.....	4
2.3.1 Yol Üstyapı Bakım ve Onarımın Önemi.....	4
2.3.2 Yol Üstyapı Yüzey Bozulma Nedenleri.....	4
2.3.3 Yol Üstyapı Yüzey Bozulma Türleri.....	4
2.3.4 Yol Üstyapı Bakım-Onarım Metotları.....	5
3. YAŞAM DÖNGÜSÜ MALİYET ANALİZİ (YDMA).....	8
3.1 YDMA TANIMI.....	8
3.2 YAŞAM DÖNGÜSÜ MALİYET ANALİZ DEĞERLENDİRME FORMATLARI.....	8
3.2.1 Net Bugünkü Değer Yöntemi (NBDY).....	9
3.3 YDMA'NIN İŞLEYİŞİ.....	10
4. O3 BAĞLANTI YOLU ÖRNEĞİ İLE YDMA UYGULAMASI.....	13
4.1 O3 BAĞLANTI YOLU ÖRNEĞİ İÇİN SEÇİLEN ANA PARAMETRELER.....	13
4.1.1 Yol Uzunluğu.....	13
4.1.2 Yol Genişliği ve Kaplama Kalınlığı.....	13
4.1.3 Malzeme Yoğunlukları.....	14



<b>4.2 MALİYET HESAPLAMALARI.....</b>	<b>14</b>
<b>4.2.1 Yatırım Maliyeti.....</b>	<b>15</b>
4.2.1.1 Yol üstyapısı malzeme miktarlarının hesaplanması.....	15
4.2.1.2 Plentaltı birim maliyetleri hesabı.....	16
4.2.1.3 Nakliye birim maliyet hesabı.....	16
4.2.1.4 İşçilik birim maliyeti hesabı.....	18
4.2.1.4.1 <i>Plentmiks ve alttemel işçilik birim maliyetleri</i>	
<i>hesabı.....</i>	<i>18</i>
4.2.1.4.2 <i>Binder ve aşınma işçilik maliyetleri.....</i>	<i>19</i>
4.2.1.5 Toplam malzeme birim maliyetleri.....	19
<b>4.2.2 Bakım ve Onarım Maliyet Hesabı.....</b>	<b>20</b>
4.2.2.1 Çatlak bakım maliyeti hesabı.....	22
4.2.2.2 Asfalt robotu ile yama yapılması maliyeti.....	23
4.2.2.2.1 <i>Asfalt kesilmesi birim maliyeti.....</i>	<i>24</i>
4.2.2.2.2 <i>Kırmataş, şose ve asfalt sökülmesi birim maliyeti....</i>	<i>27</i>
4.2.2.2.3 <i>Şantiye dışına kamyonla kazı malzemesi ve moloz</i>	
<i>nakli birim maliyeti.....</i>	<i>27</i>
4.2.2.2.4 <i>Katyonik asfalt emülsiyonu (crs-1 tipi) uygulama</i>	
<i>birim maliyeti.....</i>	<i>29</i>
4.2.2.2.5 <i>Plentaltı aşınma birim maliyeti.....</i>	<i>32</i>
4.2.2.2.6 <i>Aşınma tabakası nakliye birim maliyeti.....</i>	<i>32</i>
4.2.2.2.7 <i>Asfalt robotu ile yama yapılması işçilik birim</i>	
<i>maliyeti.....</i>	<i>32</i>
4.2.2.2.8 <i>Bir ton yamanın yıllık onarım ve bakım birim</i>	
<i>maliyeti.....</i>	<i>33</i>
4.2.2.2.9 <i>O3 bağlantı yolu yıllık yama onarım ve bakım</i>	
<i>maliyeti.....</i>	<i>34</i>
4.2.2.3 Aşınma Tabakası Yenilenmesi Maliyeti.....	34
4.2.2.3.1 <i>Eski mevcut asfaltın(aşınma tabakası) kazılması</i>	
<i>birim maliyeti.....</i>	<i>34</i>

4.2.2.3.2 Kazılan asfaltın(aşınma tabakası) nakliye birim maliyeti.....	35
4.2.2.3.3 Yeni asfaltın (aşınma tabakası) serim birim maliyeti.....	35
4.2.2.3.4 Bir ton aşınma tabakası yenilenmesi ile onarım ve bakım birim maliyeti ve hurda birim maliyeti.....	35
4.2.2.3.5 Aşınma tabakası yenilenmesi ile onarım ve bakım maliyeti ve hurda maliyeti.....	36
4.2.3 Hurda Maliyeti.....	37
4.2.3.1 Aşınma tabakası hurda maliyeti.....	38
4.2.3.2 Binder tabakası hurda maliyeti.....	39
4.2.3.3 Plentmiks Temel Tabakası Hurda Maliyeti.....	40
4.2.3.4 Alttemel Tabakası Hurda Maliyeti.....	42
<b>4.3 MALİYETLERİN DÖVİZ CİNSİNDEN DEĞERİNİN HESAPLANMASI.....</b>	<b>43</b>
4.3.1 Faiz Oranının Belirlenmesi (i).....	46
4.3.2 FED faiz oranının 2005-2015 yılları arasındaki değişimi.....	47
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>51</b>
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>54</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>57</b>

## TABLolar

Tablo 2.1: Rijit üstyapı kesiti.....	2
Tablo 2.2: Esnek üstyapı kesiti.....	3
Tablo 2.3: Yarı-Rijit üstyapı kesiti.....	3
Tablo 2.4: Çatlak türüne göre bakım yöntemi.....	6
Tablo:2.5: Bozulma türüne göre bakım yöntemi.....	7
Tablo 3.1: YDMA değerlendirme formatları.....	9
Tablo 4.1: Üstyapı malzeme yoğunlukları.....	14
Tablo 4.2: Malzeme miktarları ile ilgili hesaplamalar.....	15
Tablo 4.3: Plentaltı malzeme fiyatları.....	16
Tablo 4.4: Nakliye birim maliyeti.....	18
Tablo 4.5 : Plentmiks ve alttemel işçilik birim maliyeti.....	19
Tablo 4.6 : Binder ve aşınma işçilik birim maliyeti.....	19
Tablo 4.7: Malzeme birim maliyetleri hesap tablosu.....	20
Tablo 4.8: Yatırım maliyeti hesap tablosu.....	20
Tablo 4.9: Aylık çatlak bakım maliyeti hesap tablosu.....	22
Tablo 4.10: Yıllık çatlak bakım maliyeti hesap tablosu.....	23
Tablo 4.11: Asfalt kesilmesi birim maliyeti hesap tablosu.....	26
Tablo 4.12: Kırmataş, şose ve asfalt sökülmesi birim maliyeti hesap tablosu.....	27
Tablo 4.13: Moloz malzeme nakliye birim maliyeti hesap tablosu.....	29
Tablo 4.14: Katyonik asfalt emülsiyonu birim maliyeti hesap tablosu.....	32
Tablo 4.15: Asfalt robotu ile yama yapılması işçilik birim maliyeti hesap tablosu.....	33
Tablo 4.16: Bir ton yamanın yıllık onarım ve bakım birim maliyeti hesap tablosu.....	33
Tablo 4.17: O3 bağlantı yolu yıllık yama onarım ve bakım maliyeti hesap tablosu.....	34
Tablo 4.18: Eski mevcut asfaltın(aşınma tabakası) kazılması birim maliyeti hesap tablosu.....	35
Tablo 4.19: Bir ton aşınma tabakası yenilenmesi ile onarım ve bakım birim maliyeti ve hurda birim maliyeti hesap tablosu.....	36
Tablo 4.20: Aşınma tabakası yenilenmesi ile onarım ve bakım maliyeti ve hurda maliyeti hesap tablosu.....	37
Tablo 4.21: Bir ton aşınma tabakası hurda birim maliyeti hesap tablosu.....	38

Tablo 4.22: Aşınma tabakası hurda maliyeti hesap tablosu.....	39
Tablo 4.23: Bir ton binder tabakası hurda birim maliyeti hesap tablosu.....	39
Tablo 4.24: Binder tabakası hurda maliyeti hesap tablosu.....	40
Tablo: 4.25: 1 ton plentmiks temel için 210 hp'lik ekskavatörün kazı, yükleme ve boşaltması birim maliyeti hesap tablosu.....	40
Tablo 4.26: Bir ton plentmiks temel tabakası hurda birim maliyeti hesap tablosu.....	41
Tablo 4.27: Plentmiks temel tabakası hurda maliyeti hesap tablosu.....	41
Tablo 4.28: 1 ton alttemel için 210 hp'lik ekskavatörün kazı, yükleme ve boşaltması birim maliyeti hesap tablosu.....	45
Tablo 4.29: Bir ton alttemel tabakası hurda birim maliyeti hesap tablosu.....	43
Tablo 4.30: Alttemel tabakası hurda maliyeti hesap tablosu.....	43
Tablo: 4.31: Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası 2005-2015 tarihleri arası TL/Dolar ve faiz oranları.....	44
Tablo 4.32: Maliyet hesaplarının dolar cinsinden değerlendirilmesi.....	46
Tablo 4.33: Fed faiz oranı verileri (2005-2015).....	47
Tablo:4.33 Yaşam döngüsü maliyeti analiz tablosu (net bugünkü değer).....	49

## ŞEKİLLER

Şekil 3.1: YDMA akış diyagramı.....	12
Şekil 3.2: Nakit akış diyagramı.....	12
Şekil 4.1: O3 bağlantı yolu uzunluğu.....	13
Şekil 4.2: O3 bağlantı yolu enkesiti.....	14
Şekil 4.3: Üretim tesisinden temin edilen malzemenin ortalama taşıma mesafesi.....	17
Şekil 4.4: Çatlak bakımı.....	23
Şekil 4.5: Asfalt Robotu ile bir yama çalışması.....	24
Şekil 4.6: Asfalt kesilmesi.....	26
Şekil 4.7: Moloz malzemenin döküm sahasına olan ortalama taşıma mesafesi.....	28
Şekil 4.8: Katyonik asfalt emülsiyonu uygulaması plan ve kesiti.....	30
Şekil 4.9: Yıllara göre tl/dolar değişimi.....	45
Şekil 4.10: Yıllara göre faiz oranı değişimi.....	45
Şekil 4.11: Fed faiz oranı.....	47
Şekil :4.12: Nakit akış diagramı.....	50
Şekil :5.1 Ham petrol Fiyatı (2005-2015).....	53

## KISALTMALAR

B/C	: Fayda Maliyet Oranı
Ç.Ş.B.	: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
EUAC	: Doğrusal Yıllık Eşit Maliyet
FED	: Amerika Birleşik Devletleri Merkez Bankası
HP	: Beygir Gücü
IRR	: İç Verimlilik Oranı
İB	: İller Bankası
İSFALT	: İstanbul Asfalt Fabrikaları Sanayi ve Ticaret A.Ş.
KAE	: Katyonik Asfalt Emülsiyonu
KGM	: Karayolları Genel Müdürlüğü
NBDY	: Net Bugünkü Değer Yöntemi
NPV	: Net Bugünkü Değer
O3 BAĞLANTI YOLU	: O3 Otoyolu Vatan Caddesi Kavşağı- Mahmutbey Doğu Kavşağı Arası Bağlantı Yolu
YDMA	: Yaşam Döngüsü Maliyet Analizi

## SEMBOLLER

Dolar	: \$
Faiz oranı	: $i$
Fiyat	: $F$
Gelecekteki faydaların bugünkü değeri	: $PVB$
Gelecekteki maliyetlerin bugünkü değeri	: $PVC$
Proje süresi veya analiz süresi	: $T$
Saat	: $Sa$
Taşıma Katsayısı	: $K$
Taşıma Mesafesi	: $M$
Türk Lirası	: $TL$
$t$ yılında kazanılan fayda	: $Bt$
$t$ yılında yatırılan maliyet	: $Ct$
Yatırım yılı	: $t$
Yoğunluk	: $G$
Zorluk Katsayısı	: $A$

## 1.GİRİŞ

Günümüz gelişen ve değişen teknolojik gelişmelerin ışığında, bir üretimin yatırıma dönüşme kararını verebilmek, kişi yada kuruluşların hayatlarında çok önemli dönüm noktaları olarak yerini almıştır. Bu alınan kararların özellikle sosyal ve makro ekonomik alanlarda alınacak olması, modern teknik yaklaşımlara başvurulmasını da beraberinde zorunlu hale getirmiştir.

Yaşam Döngüsü Maliyet Analizi (YDMA), bir üretimin doğumundan yok oluşuna kadar geçen süredeki maliyet analizlerinin sonuçlarını çıkartarak, gerek alternatif çözümlerin karşılaştırılmasını gerekse de üretim kararlarının alınıp alınmayacağı kararını verebilmemizde teknik bir yaklaşım ile bizlere ışık tutar.

Ülkemizin önemli bir makro ekonomik maliyetlerden biri de asfalt yol yapımıdır. Ülkemiz yolları,20.000 km' ye yakını asfalt betonu, 40.000 km' yi aşkın yolu ise sathi kaplama yollarıyla kaplanmıştır. Ayrıca, 2015 yılı için 7 Milyar Türk Lirasını aşan bir bütçeye sahiptir. Böylesine dev bir bütçeye sahip olan makro bir ekonomide alınacak kararlar elbette ki gelişen ve değişen teknolojinin ışığında modern tekniklerle yapılmalıdır.

Bu tezde, Asfalt Yolların Yaşam Döngüsü Maliyet Analizini, asfalt yol yapımının önemli bir yatırım maliyet kısmını oluşturan üstyapı tasarımından yola çıkarak, İstanbul ili, 8,70 km uzunluğundaki O3 Otoyolu Vatan Caddesi Kavşağı- Mahmutbey Doğu Kavşağı Arası Bağlantı Yolu (O3 Bağlantı Yolu) için YDMA yapılması amaçlanmıştır.

Tezin 2. bölümünde; asfalt, yol üstyapısı, asfalt yol bakım ve onarım yöntemi ve önemi hakkında bilgilendirme yapılmıştır. 3. bölümde; YDMA tanımı ve önemi ile kullanılacak olan maliyet yöntemi hakkında bilgi verilmiştir.4. bölümde; O3 Bağlantı Yolu için YDMA uygulaması ele alınmış olup, yatırım, bakım ve onarım ile hurda maliyetleri ve yıllık faiz oranı çıkartılarak, YDMA tablosu oluşturulmuştur. Tezin son bölümünde sonuç ve önerilere yer verilmiştir.



## 2.ASFALT, YOL ÜSTYAPISI VE YOL ÜSTYAPI BAKIM VE ONARIMI HAKKINDA GENEL BİLGİLER

### 2.1. ASFALT

**Asfalt:** Rengi siyahtan koyu kahverengiye kadar değişebilen, kıvamı katı ya da yarıkatı olan, ısıtıldığı zaman yavaş yavaş yumuşayan, bileşimindeki esas madde bitüm olan ve doğada katı ya da yarıkatı halde bulunabilen veya ham petrolün distilasyonu ile elde edilen veya değişik orijinli bitümlerin karışımından oluşan bağlayıcı malzemeye denilmektedir (Yiğiter, 2015).

### 2.2. YOL ÜSTYAPISI

Yol gövdesi, altyapı ve üstyapı olmak üzere iki kısımdan oluşur. Altyapı yarma ve dolguları içerir. Üstyapı ise trafik yüklerini taşıyan ve azaltarak altyapıya aktaran tabakalı bir yapıdır. Üstyapılar, tabakalardan kullanılan malzemelerin özelliklerine göre Esnek, Rijit ve Yarı- Rijit olmak üzere üçe ayrılırlar (Orhan, 2012).

#### 2.2.1 Rijit Üstyapı

Yüklerin büyük bölümünün Portland çimentosundan yapılmış beton plaka tarafından taşındığı, kalan kısmının altyapıya aktarıldığı üstyapı tipidir. Üstyapı tabanının dayanımına bağlı olarak plakanın altına temel tabakası yapılabilir ya da yapılmayabilir (Orhan, 2012). Tablo 2.1.'de rijit üstyapı kesiti gösterilmiştir.

**Tablo 2.1: Rijit üstyapı kesiti**

Beton plak
Temel tabakası

*Kaynak: Orhan F., 2012. Bitümlü Karışımlar Laboratuvarı Çalışmaları*

### 2.2.2 Esnek Üstyapı

Yüklerinin büyük bir kısmının üstyapıyı oluşturan bitümlü bağlayıcılı ya da bağlayıcısız tabakalar tarafından taşındığı, kalan kısmın tabana aktarıldığı üstyapı tipidir. Stabilizesi, agrega kenetlenmesine, dane sürtünmesine ve kohezyona bağlıdır. Esnek üstyapı belirli özelliklere sahip malzemelerden oluşmuş bir seri tabakayı içerir. Tabaka kalınlıkları tabanın taşıma gücü ve trafik yüklerine bağlı olarak hesaplanır. (Orhan, 2012). Tablo 2.2. 'de esnek üstyapı kesiti gösterilmiştir.

**Tablo 2.2: Esnek üstyapı kesiti**

Kaplama Tabakası
Temel
Alttemel
Üstyapı Tabanı (dolgu/yarma) tesviye yüzeyi
Taban

*Kaynak: Orhan F., 2012. Bitümlü Karışımlar Laboratuvarı Çalışmaları*

### 2.2.3 Yarı-Rijit Üstyapı

Bitümlü kaplama ve bir ya da birden fazla hidrolik bağlayıcılı tabakayı içeren ve yükleri geniş bir yüzeye yayarak tabana aktaran bir üstyapı tipidir (Orhan, 2012). Tablo 2.3 'de yarı-rijit üstyapı kesiti gösterilmiştir.

**Tablo 2.3: Yarı-Rijit üstyapı kesiti**

Kaplama Tabakası
Temel
Alttemel
Taban

*Kaynak: Orhan F., 2012. Bitümlü Karışımlar Laboratuvarı Çalışmaları*

## **2.3 YOL ÜSTYAPI BAKIM VE ONARIMI**

### **2.3.1 Yol Üstyapı Bakım ve Onarımın Önemi**

Asfalt yollar, maliyeti yüksek her malzeme gibi zaman içerisinde bakım ve onarımlara ihtiyaç duymaktadır. Bu bakım ve onarımlar ileride daha yüklü bir maliyetle karşı karşıya kalınmaması ve ekonomik ömrünün uzatılması konusunda son derece önemlidir. Yapılan araştırmalar neticesinde, asfalt yolların ekonomik ömrü 20 ila 40 yıl arasında değişebildiği, hatta düzenli ve planlı bir bakım ve onarım yapıldığı takdirde bu yolların ekonomik ömrünün daha uzun yıllar boyunca idame edebildiği görülmüştür.

### **2.3.2 Yol Üstyapı Yüzey Bozulma Nedenleri**

Asfalt yolların bozulmasının nedenleri birçok etmene bağlı olarak küçük ve büyük tahribatlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu etmenleri şu şekilde sıralayabiliriz:

Üretim ve uygulama aşamalarında, yol üst yapı tasarımının hatalı dizayn edilmesi, asfalt üretiminde kullanılan agrega malzemenin özelliği ve granülometresinin uygun olmaması, bitüm oranının az yada çok olması, temel kalınlıklarının uygun dizayn edilmemesi, sıcak karışım asfaltın uygun sıcaklıkta serilememesi, yol altyapısının uygun malzeme ile dolgusunun yapılamaması, yol üst yapı malzemelerinde sıkışmanın yapılmaması, eksik yada hatalı serim yapılmasının yanı sıra üretim ve uygulama sonunda, yasal dingil ağırlıklarının değiştirilmesi, araçların yasal limit üstü yük yüklemeleri, yol bakım ve onarımların zamanında yapılamaması ve yol bakım ve onarımlarına öngörülebilir bir mali kaynak ayırmak için bilimsel bir onarım ve bakım kaydı tutulamaması gibi etmenler sıralanabilmektedir (<http://www.teknomaccaferri.com.tr>).

### **2.3.3 Yol Üstyapı Yüzey Bozulma Türleri**

Yukarıda saydığımız etmenlerden dolayı asfalt yüzeyinde bir takım bozukluklar meydana gelmektedir. Bu bozuklukların bazıları aşağıda gruplandırılmıştır:

1. Yapısal Bozukluklar
  - a) Timsah Sırtı çatlaklar

- b) Boyuna Çatlaklar
  - c) Tekerlek İzinde Oturmalar
  - d) Kenar Çatlakları
2. Yapısal olmayan Çatlaklar
- a) Enine çatlaklar
  - b) Blok( Harita) Çatlakları
  - c) Lokal Oturmalar
3. Yüzey Bozuklukları
- a) Ondülasyon, Ötelenme ve Yoğrulmalar
  - b) Yama ve Çukurlar
  - c) Segregasyon, Sökülme ve Soyulma
  - d) Terleme (kusma)

şeklinde sıralanmaktadır (<https://www.academia.edu/6551437/karayollar>).

#### **2.3.4 Yol Üstyapı Bakım-Onarım Metotları**

Asfalt yollarda bakım ve onarım metotlarını üç gruba ayıracak olursak;

- i. Bakım
  - a) Yamalar
  - b) Çatlak Dolgusu
  - c) Asfalt Koruyucu Sathi Kaplama
  - d) Harç Tipi Kaplama
- ii. Onarım
  - a) Asfalt Kaplamanın Yeniden Kullanımı
  - b) Aşınma Yenilenmesi
  - c) Geosentetik Malzeme Kullanılması
  - d) Takviye Tabakası Getirilmesi
- iii. Yeniden Yapım

şeklinde sıralanmaktadır. (<https://www.academia.edu/6551437/karayollar>)

Aşağıdaki Tablo 2.4 ve 2.5’de yol üstyapı çatlak ve bozulma türlerine göre bakım yöntemleri gösterilmiştir.

**Tablo 2.4: Çatlak türüne göre bakım yöntemi**

Çatlak Türü	Bozulma Şiddeti	Bakım Metodu			
		Yama	Çatlak Dolgusu	Koruyucu Sathi Kaplama	Harç Tipi & İnce Yüzey Kaplama
Timsah Sırtı Çatlak	Düşük			+	
	Orta	+			
	Yüksek	+			
Enine Çatlak	Düşük		+	+	+
	Orta		+	+	
	Yüksek	+	+	+	
Boyuna Çatlak	Düşük		+		+
	Orta	+	+		
	Yüksek	+	+		
Blok Çatlak	Düşük		+		+
	Orta		+		
	Yüksek	+	+		
Yansıma Çatlağı	Düşük		+		
	Orta		+		
	Yüksek	+	+		

Kaynak: <https://www.academia.edu/6551437/karayollar>

**Tablo:2.5: Bozulma türüne göre bakım yöntemi**

Bozulma Türü	Bozulma Şiddeti	Bakım Metodu			
		Yama	Koruyucu Sathi Kaplama	Harç Tipi Kaplama	İnce Yüzey Kaplaması
Tekerek İzinde Oturma	Düşük	+		+	+
	Orta	+		+	+
	Yüksek	+			+
Çukurlar	Düşük	+			
	Orta	+			
	Yüksek	+			
Ötelenme	Düşük				
	Orta	+			
	Yüksek	+			
Cilalanmış Agrega	Düşük		+	+	+
	Orta		+	+	+
	Yüksek		+	+	+
Sökülme	Düşük				
	Orta		+		
	Yüksek	+	+	+	+

Kaynak: <https://www.academia.edu/6551437/karayollar>

YDMA, bu noktada öngörülemeden bakım ve onarım maliyetlerini de hesaba katarak, bir yolun sadece yatırım maliyeti ile ilgilenmeyip, yolun ömrü sonuna kadar olan yaşamsal (üretimden yok oluşuna kadar) faaliyetinin maliyeti ile ilgilenmekte olup, öngörülemeden maliyetleri tespit ederek, bir üretimin yapılabilmesinde karar verilme aşamasında yada sonrasında fikir sunmaktadır.

### **3. YAŞAM DÖNGÜSÜ MALİYET ANALİZİ (YDMA)**

Bu bölümde, YDMA'nin tanımı, kullanılacak değerlendirme formatı ve işleyiş yöntemi açıklanmıştır.

#### **3.1 YDMA TANIMI**

Yaşam döngüsü maliyet analizi (YDMA); bir tasarımın üretim, yatırım, enerji, performans değerlendirme ve ekonomi gibi konularda, ana maliyetlerin yanı sıra işletme, bakım ve onarım gibi maliyetlerini de içererek alternatif tasarım kararlarını değerlendirmek için yapılan bir analiz metodudur. Bu metot herhangi bir tasarımın bir bütünü şeklinde kullanılabileceği gibi, bütünün bir parçası içinde de kullanılabilir.

#### **3.2 YAŞAM DÖNGÜSÜ MALİYET ANALİZ DEĞERLENDİRME FORMATLARI**

Projelerin ekonomik olarak değerlendirilmesinde çeşitli formatlar ve ekonomik göstergeler vardır. Bunların başlıcaları; Net Bugünkü Değer (NPV), Fayda Maliyet Oranı (B/C), Doğrusal Yıllık Esit Maliyet (EUAC) ve İç Verimlilik Oranı (IRR)'dır. Uygun göstergenin seçimi analizin büyüklüğüne, içeriğine ve bazı parametrelerin belirsizliğine bağlıdır (Yüksekli, 2006).

YDMA değerlendirme formatları her gösterge için aşağıdaki Tablo 3.1' de formülleriyle gösterilmiştir.

**Tablo 3.1: YDMA değerlendirme formatları**

DENKLEM NO	GÖSTERGE	KISALTMA	FORMÜL	
1	Net Bugünkü Değer	NPV	$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$	(3.1)
2	Fayda Maliyet Oranı	B/C	$\frac{PVB}{PVC} = \sum_{t=0}^T \frac{\frac{B_t}{(1+i)^t}}{\frac{C_t}{(1+i)^t}}$	(3.2)
3	Doğrusal Yıllık Eşit Maliyet	EUAC	$EUAC = NPV \left[ \frac{(1+i)^T}{(1+i)^T - 1} \right]$	(3.3)
4	İç Verimlilik Oranı	IRR	$\sum_{t=0}^T \frac{B_t - C_t}{(1+IRR)^t} = 0$	(3.4)
PVB= Gelecekteki faydaların bugünkü değeri, PVC= Gelecekteki maliyetlerin bugünkü değeri, i= Faiz oranı, t= Yatırım yılı, T= Proje süresi veya analiz süresi Bt= t yılında kazanılan fayda, Ct= t yılında yatırılan maliyet				

Kaynak: Yüksekli, 2006. ss.23

### 3.2.1 Net Bugünkü Değer Yöntemi (NBDY)

Asfalt yollarda yaşam döngüsü maliyet analizi için Net Bugünkü Değer (NBD) yaklaşımı kullanılması tasarımda karar verilmesinde tercih edilen bir maliyet analizi yaklaşım yöntemidir.

NPV metodu, proje alternatifleri arasında eşit faydaya fakat değişken maliyete göre analiz yapılmasına olanak verir. NPV metodu değişik ekonomik değere sahip projeler için en uygun değerlendirme metodudur. NPV metodu analizeye değişik maliyetlerle projeyi değerlendirme imkânı verir.

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} \quad (3.5)$$

i= faiz oranı, T= proje süresi veya analiz süresi, t= dönem (ay, yıl)



$R_t = (B_t - C_t)$  = t numaralı dönemde gerçekleşen net para akımı (döneme ait gelirler eksi giderler)

Bir projenin bugünkü değeri, proje için yapılan yatırım tutarı ile projeden elde edilecek net nakit akışının bugünkü değerler arasındaki farktır. Eğer;

- i.  $NPV > 0$  ise yatırım yapılır.
- ii.  $NPV < 0$  ise yatırım yapılamaz.
- iii.  $NPV = 0$  ise yatırımcı avantaj ve dezavantajlarına göre yatırım yapar (<https://kisi.deu.edu.tr/aysegul.sahin>).

Ancak, bir yolun yapımı kamusal bir hizmet olup, yatırımın sadece maliyet kısmının yanı sıra, kamu yararı gözetildiği ve kamunun bir ihtiyacı olduğu unutulmamalıdır.

### 3.3 YDMA'NİN İŞLEYİŞİ

- a) **Analiz planının hazırlanması:** YDMA' nın 1. aşamasında analizin amaçlarının ayrıntılı olarak açıklandığı ve analiz boyutlarının belirlendiği bir planın hazırlanmasıyla başlar (Oltu ve Karaca, 2005).
- b) **Analiz modelinin seçimi:** YDMA 'nın 2. aşamasında, analizin amaçlarını tahmin edecek bir analiz modelinin seçilmesi ya da geliştirilmesiyle ilgilidir. Analiz modeli, YDMA 'ya ait dönemlerin ve maliyet faktörlerinin tümünü kapsayacak şekilde olmalı ve maliyetleri tahmin etmeye imkân sağlamalıdır (Oltu ve Karaca, 2005). Yatırım, bakım onarım ve hurda maliyetleri gibi...
- c) **Analiz modelinin uygulanması:** YDMA' nın 3. aşamasında analiz modelinin uygulanmasıyla ilgilidir. Modelin uygulanması, model için gerekli olan taleplerin belirlenip tanımlanmasıyla ilgilidir (Oltu ve Karaca, 2005). Veriler bu aşamada toplanmaktadır.
- d) **Sonuçların gözden geçirilmesi ve raporlanması:** YDMA' nın 4. aşamasında analiz sonuçları, kullanıcıların, sonuçlarla ilgili belirsizlikleri, kısıtlamaların analiz boyunca analiz üzerine olan etkilerini net olarak anlamalarına imkan

verecek şekilde raporlanmalıdır. Bu raporda kullanıcıların karar vermelerine, anlamalarına ve diğer sonuçları kullanmalarına rehberlik edecek belirsizliklerin ve diğer sorunların tanımını kapsayan model sonuçları ile ilgili müzakerelerin bir sunumunu kapsar (Oltu ve Karaca, 2005).

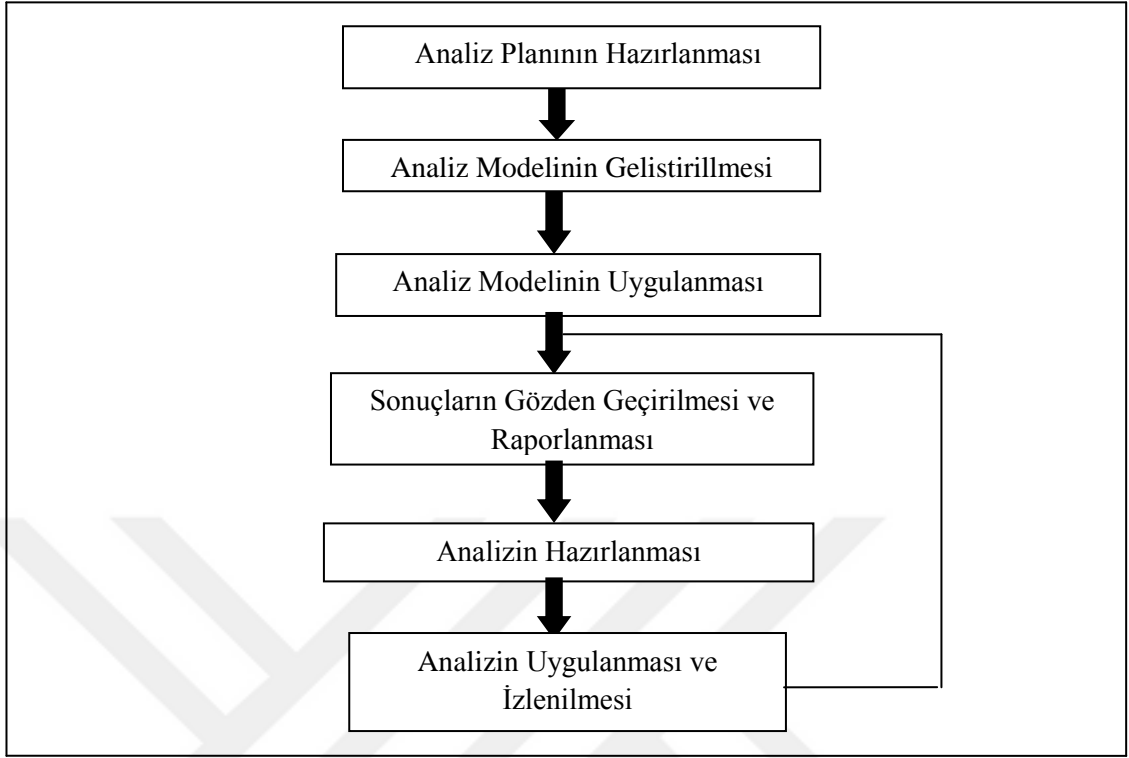
**e) Analizin hazırlanması:** YDMA' nın 5. aşamasında, planlama aşaması boyunca ve nominal maliyet bilgilerini kullanan bir YDMA modelinin geliştirilmesi ve uygulanmasına dayanır. Bu aşamada 'gerçek zamanlı ' maliyet için faiz oranı ile birlikte hesaplanmış olan maliyetlerin nominal maliyetlere dönüştürülerek değerlendirilmesi gerekmektedir (Oltu ve Karaca, 2005).

**f) Analizin uygulanması ve izlenilmesi:** YDMA' nın son aşamasında maliyet tasarrufu yapılabilecek alanların tanımlanması ve gelecekteki yaşam maliyeti planlama faaliyetleri açısından bir geri besleme sağlanması için, faaliyet ve bakım süresince varlığın güncel performansının sürekli izlenilmesi gerekmektedir.(Oltu ve Karaca, 2005). Bu aşamada kullanılan varlığın maliyet değişimi konusundaki artış ve azalışlara kıyasla, YDMA' nın işleyişinde varlığı oluşturan etmenlerde, varlık bazında ve maliyetleri hususunda değişikliğe gidilebilir. Eğer ki alternatif bir karşılaştırma yok ise üretimin yaşam döngüsü boyunca (doğumundan yok oluşuna kadar) maliyet toplamları belirlenerek, kullanıcının yatırımın yapılıp yapılamayacağını kararını vermesinde yardımcı olması sağlanmış olur.

Aşağıda Şekil 3.1 'de YDMA' nın akış diyagramı gösterilmiş olup, diyagramın ilk üç aşaması analizin planlanması, son üç aşaması ise analizin uygulanmasını kapsamaktadır.

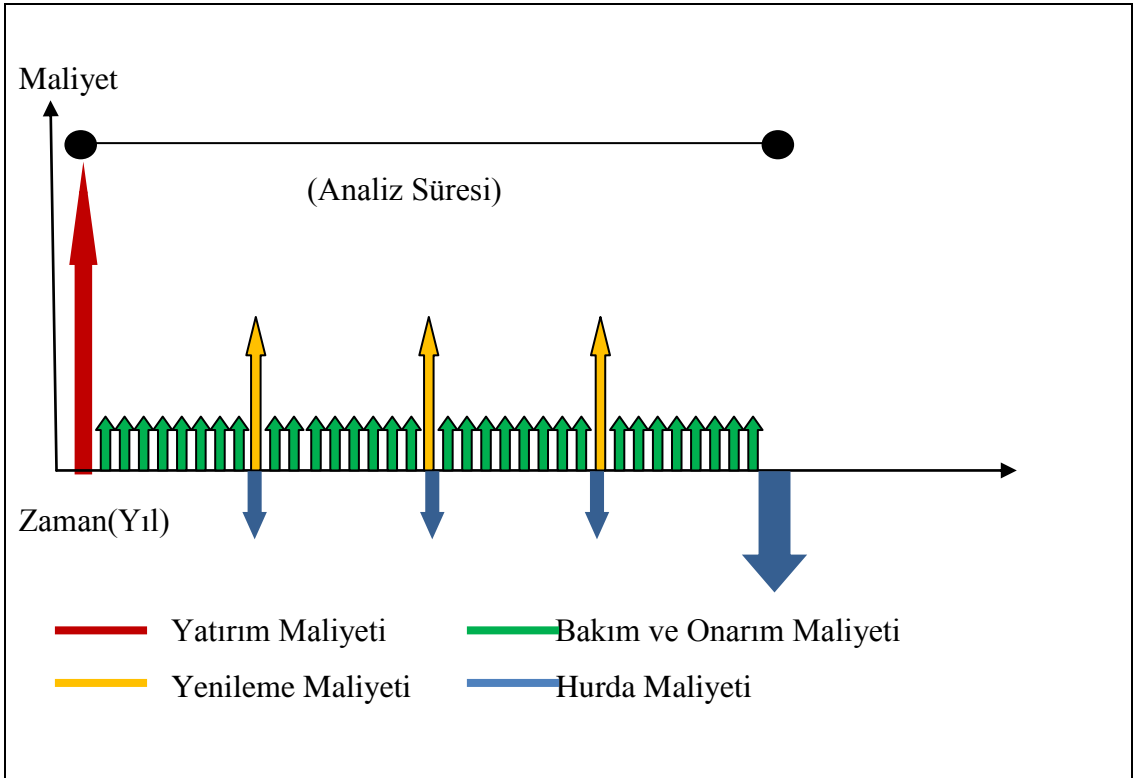
Şekil 3.2 'de ise YDMA' nın nakit akış diyagram gösterimi yapılmıştır. Bu gösterimde maliyetler pozitif (+), gelirler ise negatif (-) olarak gösterilmiştir.

**Şekil 3.1: YDMA akış diyagramı**



*Kaynak: Oltu ve Karaca, 2005.*

**Şekil 3.2: Nakit akış diyagramı**



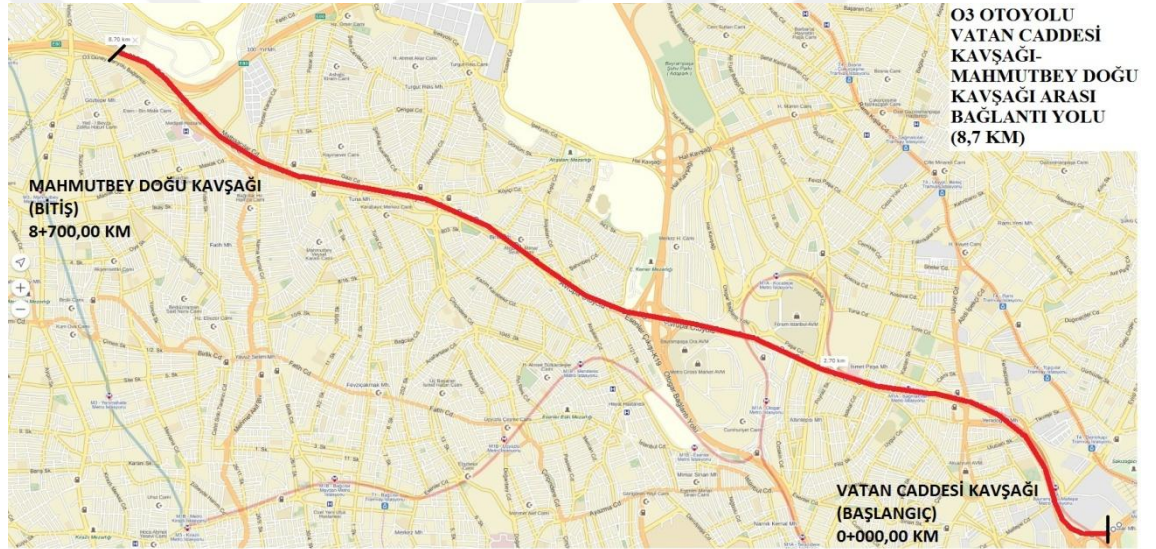
## 4. O3 BAĞLANTI YOLU ÖRNEĞİ İLE YDMA UYGULAMASI

### 4.1 O3 BAĞLANTI YOLU ÖRNEĞİ İÇİN SEÇİLEN ANA PARAMETRELER

#### 4.1.1 Yol Uzunluğu

İstanbul ili, O3 Otoyolu Vatan Caddesi Kavşağı- Mahmutbey Doğu Kavşağı Arası Bağlantı Yolu 8,70 km olarak hesaplanmıştır. Aşağıdaki Şekil 4.1' de O3 bağlantı yolu uzunluğu gösterilmiştir.

Şekil 4.1: O3 bağlantı yolu uzunluğu

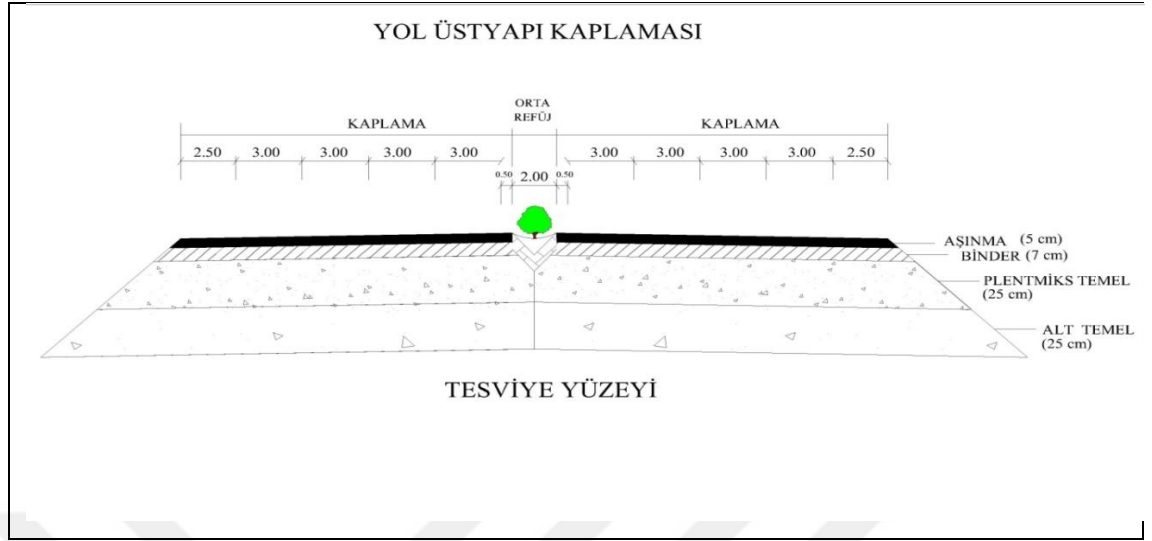


Kaynak: Yandex haritalar

#### 4.1.1 Yol Genişliği ve Kaplama Kalınlığı

İstanbul ili, O3 Otoyolu Vatan Caddesi Kavşağı- Mahmutbey Doğu Kavşağı Arası Bağlantı Yolu için Şekil 4.2' de gösterilen yol genişliği ve yol katmanları ile dizayn yapılacağı varsayılmıştır. Buna göre; aşınma tabakası 5cm, binder tabakası 7 cm, plentmiks temel tabakası ve alttemel tabakaları 25cm olup, yol genişliği 32m olarak alınmıştır.

**Şekil 4.2: O3 bağlantı yolu enkesiti**



#### 4.1.2 Malzeme Yoğunlukları

O3 bağlantı yolu yol yapımında kullanılan yol üst yapısı malzeme yoğunlukları aşağıda Tablo 4.1'de verilmiştir.

**Tablo 4.1: Üstyapı malzeme yoğunlukları**

Malzeme Cinsi	Yoğunluğu (ton/m <sup>3</sup> )
Aşınma	2,40
Binder	2,40
Plentmik Temel	2,36
Alttemel	2,36

#### 4.2 MALİYET HESAPLAMALARI

O3 Bağlantı Yolu , NBDY ile YDMA için söz konusu yolun 3 aşamada maliyetlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu maliyetler;

- Yatırım Maliyeti
- Bakım ve Onarım Maliyeti
- Hurda Maliyeti

şeklindedir.

Bir yolun yatırım maliyeti içerisinde; yol alt yapı ve yol üst yapı çalışmaları gibi yolların yapımında yatırım maliyet kalemleri olarak bir çok kalem bulunmaktadır. Ancak yolların bakım ve onarımında yol üst yapısında bakım ve onarım esas kriter olarak göz önünde bulunulduğundan bu tezde yatırım maliyetleri yol üst yapısı göz önüne alınarak yapılmaktadır.

#### 4.2.1 Yatırım Maliyeti

Bu tezde, yatırım maliyeti olarak O3 Bağlantı Yolu'na ait yol üstyapı yatırım maliyetleri hesaplanmaktadır. Yol üstyapı yatırım maliyetleri plentaltı malzeme, işçilik ve nakliye olarak 3 kısma ayrılmaktadır. İşlem kolaylığı açısından öncelikle malzeme miktarlarının hesaplanması gerekmektedir.

##### 4.2.1.1 Yol üstyapısı malzeme miktarlarının hesaplanması

Yatırım maliyeti hesaplanmasında öncelikle kullanılacak malzemelerin ayrı ayrı miktarları hesaplanır. Aşağıdaki Tablo 4.2'de O3 Bağlantı Yolu'na ait hesaplamalar gösterilmiştir.

**Tablo 4.2:Malzeme miktarları ile ilgili hesaplamalar**

Malzeme Cinsi	Genişlik (m) A	Uzunluk (m) B	Kalınlık (m) C	Hacim (m <sup>3</sup> ) D=A×B×C	Yoğunluk (ton/m <sup>3</sup> ) E	Ağırlık (ton) F=D×E
Aşınma	30	8700	0,05	13.050	2,40	31.320
Binder	30	8700	0,07	18.270	2,40	43.848
Plentmiks	32	8700	0,25	69.600	2,36	164.256
Alttemel	32	8700	0,25	69.600	2,26	157.296

Bundan aşamadan sonra malzemelerin birim maliyetlerine geçilmektedir. Şayet birim maliyet hesaplanması birden çok faktörün etkisiyle meydana gelmesi durumunda ayrı ayrı hesaplanmalar yapılmak zorunda kalınabilir. Bu tezde malzeme birim maliyeti;

plentaltı, nakliye ve işçilik birim maliyetleri olmak üzere üç farklı hesaplama yapılmaktadır.

#### 4.2.1.2 Plentaltı birim maliyetleri hesabı

İstanbul Büyükşehir Belediyesi İktisadi Teşekküllerinden biri olan İstanbul Asfalt Fabrikaları Sanayi ve Ticaret A.Ş. (İSFALT)'den yol üstyapısına ait plentaltı malzemelerinden olan aşınma(tip2), binder ve plentmiks temel birim fiyatları, 2015 fiyatlarına göre alınmıştır. Ayrıca, bu malzemeler İstfalt'a ait Habibler Fabrikası'ndan temin edilebilmektedir.

Alttemel üretimi Habibler Fabrikası'nda bulunmamakla birlikte, yine aynı bölgedeki Haktaş Madencilik İnşaat Sanayi ve Ticaret Ltd.Şti firmasından temin edilebilmekte olup, plentaltı alttemel fiyatı 2015 fiyatına göre ilgili firmadan alınmıştır. Aşağıdaki Tablo 4.3'de plentaltı malzeme fiyatları gösterilmiştir.

**Tablo 4.3: Plentaltı malzeme fiyatları**

Malzeme Cinsi	Fiyatı (tl/ton)
Aşınma(Tip2)	87,00
Binder	78,00
Plentmiks Temel	23,00
Alttemel	21,00

#### 4.2.1.3 Nakliye birim maliyet hesabı:

Nakliye birim maliyetini hesaplamak için öncelikle malzemelerin nakliye olacak güzergahı seçilmeli ve taşıma mesafesi belirlenmelidir.

Üretim tesislerinden temin edilen (aşınma, binder, plentmiks temel ve alttemel ) malzemelerin, taşıma mesafesi Tablo 4.3'de haritalar yardımıyla, yaklaşık 13 km olarak hesaplanmıştır.

**Şekil 4.3: Üretim tesisinden temin edilen malzemenin ortalama taşıma mesafesi**



*Kaynak: Yandex haritalar*

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (Ç.Ş.B.)'na ait 07.006 poz nolu ve 'Taşıma Mesafesi Taşıma Yolu Üzerinden Ölçülen Yük Taşınması (M>10km) ' tanımlı pozuyla nakliye birim maliyetinin hesaplanması yapılmaktadır.

Aşağıdaki Tablo 4.4' de, yatırım için malzemelerin nakliye birim maliyeti 8,77 tı/ton olarak bulunmuştur.



**Tablo 4.4: Nakliye Birim Maliyeti**

Nakliye Birim Maliyeti			
Poz no	Poz Tarifi	Hesaplama	Tutar(tl/ton)
07.006	Taşıma Mesafesi Taşıma Yolu Üzerinden Ölçülen Yük Taşınması (M>10km)	$F=A \times K \times (0.0007 \times M + 0,01) \times G$ $F=1,75 \times 210 \times (0,0007 \times 13 + 0,01) \times 1$	7,02
F= Fiyat A=1,75 (Zorluk Katsayısı-İstanbul için) K=210 tı (Ç.Ş.B.'nin 02.017 Poz No'ya göre; her cins ve tonajda motorlu araç için taşıma katsayısı (K)-2015) M=13km (Taşıma Mesafesi (km)) G=1 (Malzeme yoğunluğu olup, ton cinsinden olduğunda 1 alınır)			
<b>Karsız Toplam=</b>			7,02
<b>%25 Kar ve Genel Giderler=</b>			1,75
<b>Genel Toplam=</b>			8,77

**4.2.1.4 İşçilik birim maliyeti hesabı:****4.2.1.4.1 Plentmiks ve alttemel işçilik birim maliyetleri hesabı:**

Karayolları Genel Müdürlüğü'ne ait KGM/4466/5Poz Nolu ve 'Plentmiks, Alttemel ve Temel Karışımlarının Elektronik Duyargalı Finişerle Serilmesi ve Silindirle Sıkıştırılması'' tanımlı pozuyla plentmiks ve alttemel işçilik birim maliyetinin hesaplanması Tablo 4.5' de yapılmaktadır.

**Tablo 4.5 : Plentmiks ve alttemel işçilik birim maliyeti**

<b>İşçilik Birim Maliyeti (Plentmiks ve Alttemel İçin)</b>		
<b>Poz No</b>	<b>Poz Tarifi</b>	<b>Tutar(tl/ton)</b>
KGM/4 466/5	Plentmiks, Alttemel ve Temel Karışımlarının Elektronik Duyargalı Finişerle Serilmesi ve Silindirle Sıkıştırılması-2015	7,73

Yatırım için Plentmiks ve Alttemel malzemelerinin işçilik birim maliyeti 7,73 tl/ton olarak bulunmuştur.

**4.2.1.4.2 Binder ve aşınma işçilik maliyetleri:**

Karayolları Genel Müdürlüğü'ne ait KGM/4438 Poz Nolu ve 'Büyük Plent Ünitesi İle Hazırlanmış Asfalt Betonu Kaplamanın Elektronik Duyargalı Finişer ile Serilmesi ve Sıkıştırılması' tanımlı pozuyla işçilik birim maliyetinin hesaplanması yapılmaktadır.

**Tablo 4.6 : Binder ve aşınma işçilik birim maliyeti**

<b>İşçilik Birim Maliyeti (Binder ve Aşınma İçin)</b>		
<b>Poz No</b>	<b>Poz Tarifi</b>	<b>Tutar(tl/ton)</b>
KGM/4 438	Büyük Plent Ünitesi İle Hazırlanmış Asfalt Betonu Kaplamanın Elektronik Duyargalı Finişer ile Serilmesi ve Sıkıştırılması-2015	8,63

Yukarıdaki Tablo 4.6' da, yatırım için binder ve aşınma malzemelerinin işçilik birim maliyeti 8.63 tl/ton olarak bulunmuştur.

**4.2.1.4 Toplam malzeme birim maliyetleri**

Toplam malzeme birim maliyetleri aşağıdaki Tablo 4.7'de hesaplanmıştır.

**Tablo 4.7: Malzeme birim maliyetleri hesap tablosu**

<b>Toplam Malzeme Birim Maliyeti</b>				
<b>Malzeme Cinsi</b>	<b>Plentalı(tl/ton)</b>	<b>Nakliye(tl/ton)</b>	<b>İşçilik (tl/ton)</b>	<b>Malzeme Birim Maliyeti (tl/ton)</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D=A+B+C</b>
Aşınma	87,00	8,77	8,63	104,40
Binder	78,00	8,77	8,63	95,40
Plentmiks	23,00	8,77	7,73	39,50
Alttemel	21,00	8,77	7,73	37,50

Malzeme birim maliyetlerin malzeme miktarlarıyla çarpılması sonucu her bir malzemeye ait maliyetler ve toplam yatırım maliyetleri hesaplanmaktadır. Tablo 4.8’de yatırım maliyetleri hesap sonuçları gösterilmiş ve yatırım maliyeti 19.839.619,20 TL olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 4.8: Yatırım maliyeti hesap tablosu**

<b>Yatırım Maliyeti Hesabı</b>			
<b>Malzeme Cinsi</b>	<b>Malzeme Birim Maliyeti (tl/ton) (D)</b>	<b>Ağırlık (ton)</b>	<b>Yatırım Maliyeti (tl) (F=D×E)</b>
Aşınma	104,40	31.320	3.269.808,00
Binder	95,40	43.848	4.183.099,20
Plentmiks	39,50	164.256	6.488.112,00
Alttemel	37,50	157.296	5.898.600,00
<b>Genel Toplam=</b>			<b>19.839.619,20</b>

#### 4.2.2 Bakım ve Onarım Maliyet Hesabı

Yol bakım ve onarım araştırmalarında, yolun cinsi, yol dizaynı, yoldan geçen taşıt sayısı, mevsimsel hava şartları gibi bir çok etmen yol bakım ve onarımında önemli rollere sahip olduğu görülmektedir. O3 Bağlantı Yolu gibi tasarıma sahip bir yolda, yol

üstyapısına ait bakım ve onarım maliyetleri, bozulmuş yolun durumu ve ekonomik kaynaklar doğrultusunda her yıl değişkenlik göstermekle birlikte, bakım ve onarım maliyetleri daha çok üstyapı katmanlarından olan aşınma tabakasında gerçekleşmektedir. Aşınma tabakasında ve yer yer binder tabakasında yapılan yıllık bakım ve onarım maliyetlerin çok büyük bir kısmı Asfalt Robotu İle Yama Yapılması şeklinde yapılmaktadır. Yamada kullanılan malzeme daha çok Tip-1 veya Tip-2 aşınma asfalt tabakası şeklindedir.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Avrupa Yol Bakım ve Onarım Müdürlüğü'nden alınan geçmiş yıllara ait veriler doğrultusunda, her yıl değişen onarım ve bakım maliyetleri O3 Bağlantı yolu gibi tasarıma sahip bir yolda yılda ortalama 400 ton asfalt robotu ile yama çalışması yapıldığı görülmüştür. Ayrıca, belirli yıllarda çalışma yapılmamakla birlikte, 2008-2014 (7 yıl) yılları arasında toplamda 35.195 ton aşınma tabakası yenileme çalışması yapıldığı görülmüştür. Bu değer yaklaşık, O3 bağlantı yolunda kullanılan aşınma tabakası malzeme miktarına eşit bir yaklaşım sunmaktadır.

O3 Bağlantı yolu, bakım ve onarım maliyeti yapımında yılda ortalama 400 ton asfalt robotu ile yama yapıldığını ve yaklaşık her 7 yılda bir yol üstyapısı aşınma tabakası yenilendiğini varsayarak bir bakım ve onarım maliyeti yapılması, O3 Bağlantı Yolu'na ait gerçeğe yakın bir bakım ve onarım maliyeti sunacağı düşünülmektedir.

Bunun yanı sıra, yol yüzeyinde meydana gelen yapısal ve yapısal olmayan çatlak bakımlarıyla ilgili olarak aylık bakımlar yapılmakta olup, bu çalışma ile ilgili herhangi bir analiz çalışmasına rastlanılmamıştır. Ancak, bu tezde istatistiksel ve deterministik bir yaklaşımla çatlak bakımı için bir analiz çalışması yapılmaktadır.

Özetle, bu tezde yol bakım ve onarım maliyetini 3 gruba ayırarak ele alacak olursak;

- a) Çatlak Bakım Maliyeti
  - b) Asfalt Robotu ile Yama Yapılması Maliyeti
  - c) Aşınma Tabakası Yenilenmesi Maliyeti
- şeklinde sınıflandırılmaktadır.

#### 4.2.2.1 Çatlak bakım maliyeti hesabı

Çatlak bakım maliyeti için İstanbul Büyükşehir Belediyesi Avrupa Yol Bakım ve Onarım Müdürlüğü ile İstanbul İli, Bayrampaşa Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü'nden alınan bilgiler neticesinde; 1 formen ve 2 düz işçi, 1 adet Pick-up ve 20/30 MC Blown Asphalt (çatlak bakımı için kullanılan bitüm-kauçuk esaslı dolgu malzemesi) malzemesi analize girecek olan girdiler olarak tespit edilmiştir.

Bir aylık çatlak bakımı için, günlük çalışma süresi 8 saat olmak üzere, 2 gün keşif ve 2 gün imalat aşaması öngörülmüş olup, kullanılan malzeme miktarı aylık 72 kg olarak alınmıştır.

Formen, düz işçi ve pick-up pozları Ç.Ş.B'nin pozlarından alınarak fiyatlandırılmış olup, dolgu malzemesi olarak kullanılması öngörülen 20/30 MC Blown Asphalt (çatlak bakımı için kullanılan bitüm-kauçuk esaslı dolgu malzemesi) malzemesinin 2015 fiyatı Bayrampaşa Belediyesi Destek Hizmetleri Müdürlüğü'nden alınmıştır.

**Tablo 4.9: Aylık çatlak bakım maliyeti hesap tablosu**

<b>Bir Aylık Çatlak Bakım Maliyeti</b>					
<b>Poz no</b>	<b>Poz tarifi</b>	<b>Ölçü Birimi (Sa&amp;kg)</b>	<b>Miktarı (saat×gün&amp;kg)</b>	<b>Birim Fiyatı (tl/sa&amp;tl/kg)</b>	<b>Tutar (tl)</b>
01.409	Formen	Sa	8×4	11,60	371,20
01.501	Düz İşçi	Sa	8×4	5,75	184,00
01.501	Düz İşçi	Sa	8×4	5,75	184,00
03.538/1	Pick-Up	Sa	8×2	36,49	583,84
Özel poz.	Dolgu Malz.	Kg	72	3,89	280,08
<b>Karsız Toplam=</b>					<b>1.603,12</b>
<b>%25 Kar ve Genel Giderler=</b>					<b>400,78</b>
<b>Genel Toplam=</b>					<b>2.003,90</b>

Söz konusu aylık çatlak bakım maliyeti Tablo 4.9’da gösterilmiş ve maliyeti 2.003,90 TL olarak bulunmuştur. Aylık çatlak bakım maliyetini yıllık dönemsel faaliyetle çarptığımızda yıllık çatlak bakım maliyeti bulunmaktadır.

**Tablo 4.10: Yıllık çatlak bakım maliyeti hesap tablosu**

	<b>Aylık Çatlak Bakım Maliyeti (TL)</b>	<b>Dönem (ay)</b>	<b>Tutar</b>
<b>Yıllık Çatlak Bakım Maliyeti (TL)</b>	2.003,90	12	24.046,80

Yıllık çatlak bakım maliyeti Tablo 4.10’daki hesapla 24.046,80 TL olarak bulunmuştur.

Yapılan imalatla ilgili olarak, aşağıda Şekil 4.4’ de çatlak bakımına ait bir gösterim mevcuttur.

**Şekil 4.4: Çatlak bakımı**



#### **4.2.2.2 Asfalt robotu ile yama yapılması maliyeti**

Bu çalışmada öncelikle yama yapılacak yüzeyler tespit edilir. Daha sonra yüzeyin yeri uygun yerlerinden kesilerek bozuk yüzeyler kaldırılır ve bu malzemeler döküm sahasına gönderilir. Yama yapılacak yüzey temizlenir. Katyonik Asfalt Emülsiyonu (CRS-1 Tipi)

uygulaması yapılır ve plentaltı aşınma malzemesi nakledilerek serim gerçekleştirilir. Aşağıda Şekil 4.5’de asfalt robotu ile yama çalışması yapılmasına ait bir gösterim mevcuttur.

**Şekil 4.5: Asfalt Robotu ile bir yama çalışması**



Asfalt robotu ile yama yapılması maliyet analizi 7 farklı maliyet grubu ele alınarak çıkartılmaktadır. Bunlar sırasıyla;

- i. Asfalt Kesilmesi Birim Maliyeti
- ii. Kırmataş, Şose ve Asfalt Sökülmesi Birim Maliyeti
- iii. Şantiye Dışına Kamyonla Kazı Malzemesi ve Moloz Nakli Birim Maliyeti
- iv. Katyonik Asfalt Emülsiyonu (CRS-1 Tipi) Uygulama Birim Maliyeti
- v. Plentaltı Aşınma Birim Maliyeti
- vi. Aşınma tabakası Nakliye Birim maliyeti
- vii. Asfalt Robotu ile Yama Yapılması İşçilik Birim Maliyeti

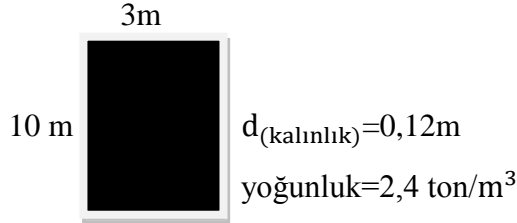
şeklindedir.

#### **4.2.2.2.1 Asfalt kesilmesi birim maliyeti**

İller Bankası’na ait 18.190/İB-1 poz nolu ve ‘Her türlü asfaltın kesilmesi Ölçü: (Kalınlık×Uzunluk)’ tanımlı pozuyla asfalt kesilmesinin birim maliyetinin hesaplanması yapılabilmektedir. Ancak bunun için de asfalt yama çalışmalarına ait bazı parametrelerin hesaplanmasında yama yapılacak yüzeyin boyutlarının bilinmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra, yamanın boyutu asfaltta meydana gelen deformasyona

göre farklı boyutlarda olacağından burada tahmini olarak ortalama bir yama boyutlandırılması yapılmak zorunluluğu meydana getirmiştir. Bu tezde, 10.00m×3.00m, 7.50m×2.25m ve 5.00m×1.50 m ölçülerinde 3 farklı yama çalışması yapıldığı varsayımından yola çıkarak hesaplama yapılacaktır.

1. Durum (10.00m×3.00m Yama Durumu):

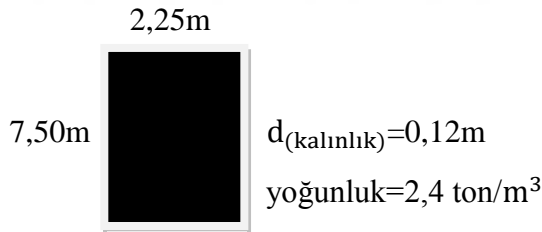


$$\text{Tonaj Miktarı} = 10 \times 3 \times 0,12 \times 2,4 = 8,64 \text{ ton}$$

$$\text{Kesim Yüzey Alanı} = (10+3) \times 2 \times 0,12 = 3,12m^2$$

$$1 \text{ ton başına düşen kesim alanı} = 3,12m^2 / 8,64 \text{ ton} = 0,36m^2/\text{ton}$$

2. Durum (7.50m×2.25m Yama Durumu):

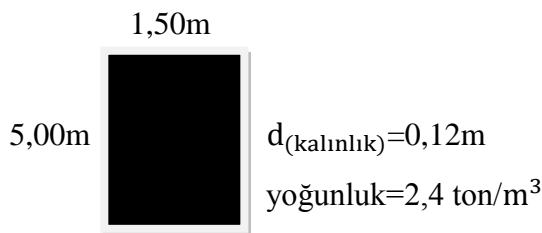


$$\text{Tonaj Miktarı} = 7,50 \times 2,25 \times 0,12 \times 2,4 = 4,86 \text{ ton}$$

$$\text{Kesim Yüzey Alanı} = (7,50+2,25) \times 2 \times 0,12 = 2,34m^2$$

$$1 \text{ ton başına düşen kesim alanı} = 2,34 m^2 / 4,86 \text{ ton} = 0,48 m^2/\text{ton}$$

3. Durum (5.00m×1.50m Yama Durumu):





Tonaj Miktarı=  $5,00 \times 1,50 \times 0,12 \times 2,40 = 2,16$  ton

Kesim Yüzey Alanı=  $(5,00 + 1,50) \times 2 \times 0,12 = 1,56 \text{ m}^2$

1 ton başına ortalama kesim alanı =  $1,56 \text{ m}^2 / 2,16 \text{ ton} = 0,72 \text{ m}^2 / \text{ton}$

1 ton başına ortalama kesim alanı<sub>(ort)</sub> =  $(0,36 + 0,48 + 0,72) / 3$   
=  $0,52 \text{ m}^2 / \text{ton}$  olarak hesaplanmıştır.

Asfalt kesilmesi birim maliyeti aşağıdaki Tablo 4.11 yardımıyla açıklanmış ve asfalt kesilmesi birim maliyeti 15,51 TL olarak bulunmuştur.

**Tablo 4.11: Asfalt kesilmesi birim maliyeti hesap tablosu**

Asfalt Kesilmesi Birim Maliyeti				
Poz No	Poz Tarifi	Birim Fiyatı (tl/m <sup>2</sup> )	Hesap Dönüşümü	Tutar (tl/ton)
18.190/İ B-1	Her türlü asfaltın kesilmesi	29,83	$29,83 \text{ tl/m}^2 \times 0,52 \text{ m}^2 / \text{ton}$	15,51

Şekil 4.6’da Asfalt kesilmesine ait bir gösterim mevcuttur.

**Şekil 4.6: Asfalt kesilmesi**



Kaynak: <http://www.ekolzemini.com/gal-12-derz-kesimi.html>

#### 4.2.2.2.2 Kırmataş, şose ve asfalt sökülmesi birim maliyeti

Devlet Su İşleri'ne ait 18.190 poz nolu ve 'Kırmataş,Şose (Makadam) veya Asfalt Sökülmesi' tanımlı pozuyla asfalt sökülmesi birim maliyetinin hesaplanması yapılmaktadır.

Asfalt sökülmesi birim maliyeti aşağıdaki Tablo 4.12 yardımıyla açıklanmıştır.

**Tablo 4.12: Kırmataş, şose ve asfalt sökülmesi birim maliyeti hesap tablosu**

Kırmataş, Şose ve Asfalt Sökülmesi Birim Maliyeti				
Poz No	Poz Tarifi	Birim Fiyatı (tl/m <sup>3</sup> )	Hesap Dönüşümü	Tutar(tl/ton)
18.190	Kırmataş, Şose ve Asfalt Sökülmesi	39.54	39.54 tl/m <sup>3</sup> / 2.40m <sup>2</sup> /ton	16,48

Asfalt sökülmesi birim maliyeti 16,48 TL olarak bulunmuştur.

#### 4.2.2.2.3 Şantiye dışına kamyonla kazı malzemesi ve moloz nakli birim maliyeti

Kazıdan çıkan moloz malzemelerin nakliye birim maliyetini hesaplamak için öncelikle malzemelerin nakliye olacak güzergahı seçilmeli ve taşıma mesafesi belirlenmelidir.

O3 bağlantı yolundan başlayarak İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne ait İstaç Moloz Döküm Sahası'na olan taşıma mesafesi haritalar yardımıyla yaklaşık 40 km olarak hesaplanmıştır. Şekil 4,7'de ortalama taşıma mesafesi gösterilmiştir.

**Şekil 4.7: Moloz malzemenin döküm sahasına olan ortalama taşıma mesafesi**



*Kaynak: Yandex Haritalar*

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na ait 07.006 poz nolu ve ‘Taşıma Mesafesi Taşıma Yolu Üzerinden Ölçülen Yük Taşınması (M>10km) ’ tanımlı pozuyla moloz malzeme nakliye birim maliyetinin hesaplanması yapılmaktadır.

Aşağıda 4.13’de moloz malzeme nakliye birim maliyeti hesaplanmış ve moloz malzemelerin nakliye birim maliyeti 17,46 tl/ton olarak bulunmuştur.

**Tablo 4.13: Moloz malzeme nakliye birim maliyeti hesap tablosu**

<b>Moloz Malzeme Nakliye Birim Maliyeti</b>			
<b>Poz no</b>	<b>Tarifi</b>	<b>Hesaplama</b>	<b>Tutar (tl/ton)</b>
07.006	Taşıma Mesafesi Taşıma Yolu Üzerinden Ölçülen Yük Taşınması (M>10km)	$F=A \times K \times (0.0007 \times M + 0,01) \times G$ $F=1,75 \times 210 \times (0,0007 \times 40 + 0,01) \times 1$	13,97
F= Fiyat A=1,75 (Zorluk Katsayısı-İstanbul için) K=210 tı (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 02.017 Poz No'ya göre; Her cins ve tonajda motorlu araç için taşıma katsayısı-2015) M=40km (Taşıma Mesafesi (km)) G=1 (Malzeme yoğunluğu olup, ton cinsinden olduğunda 1 alınır)			
<b>Karsız Toplam=</b>			13,97
<b>%25 Kar ve Genel Giderler=</b>			3,49
<b>Nakliye Birim Maliyeti=</b>			17,46

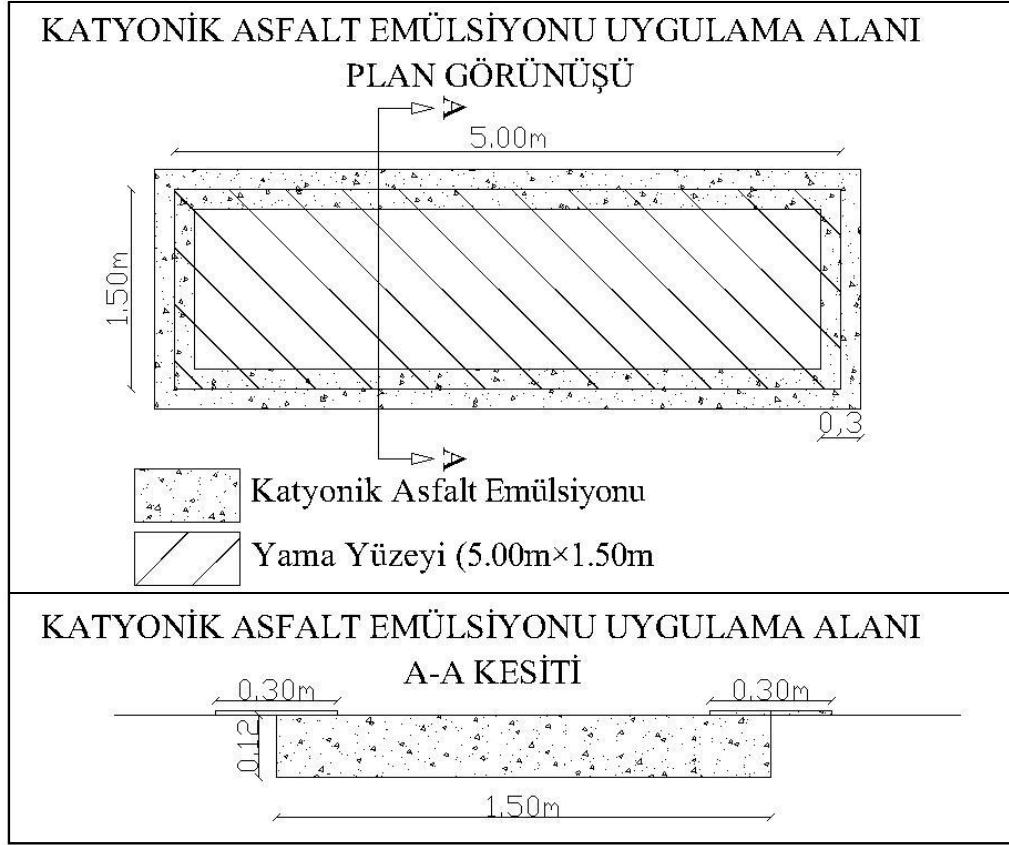
#### **4.2.2.2.4. Katyonik asfalt emülsiyonu (crs-1 tipi) uygulama birim maliyeti**

Katyonik Asfalt Emülsiyonu (CRS-1 Tipi ) çok amaçlı bitüm bazlı bir bağlayıcıdır. Gerek yama gerekse sıcak karışım asfalt yapımında iki tabaka arasında bağlayıcı özellik göstermektedir. Hava basınçlı veya basınçsız sprey ekipmanı ile uygulanabilen bu ürün tabakalar arasında m<sup>2</sup>'ye ortalama 1,2 kg uygulanmaktadır.

Bu tezde, katyonik asfalt emülsiyonu kesim yapılan yama yüzeyinin yanı sıra, eski mevcut asfalt ile yeni yapılan yama yüzeylerini ortalama her bir yüzeyi 15cm kaplayacak şekilde uygulama yapılarak eski ve yeni asfaltın birbirine kaynaşması ve

derz çizgilerinden içeriye yüzey suları gibi etmenlerin girmesinin engellenmesi öngörülmüştür.

**Şekil 4.8: Katyonik asfalt emülsiyonu uygulaması plan ve kesiti**



10,00m×3,00m, 7,50m×2,25m ve 5,00m×1,50 m ölçülerinde 3 farklı yama çalışması örneğinden yola çıkarak 1 ton asfalt için kullanılacak olan ortalama katyonik asfalt emülsiyonu miktarını bulmaya çalışacak olursak,

$$\text{Yatayda uygulanan ort. KAE alanı} = [(10+3) \times 2 + (7,50+2,25) \times 2 + (5+1,50) \times 2] \times 0,30/3$$

$$\text{Yatayda uygulanan ort. KAE alanı} = 5,85\text{m}^2$$

$$\text{Düşeyde uygulanan ort. KAE alanı} = [(10+3) \times 2 + (7,50+2,25) \times 2 + (5+1,50) \times 2] \times 0,12/3$$

$$\text{Düşeyde uygulanan ort. KAE alanı} = 2,34\text{m}^2$$

$$\text{Ortalama Yama Miktarı} = [10 \times 3 + 7,50 \times 2,25 + 5 \times 1,50] \times 0,12 \times 2,40/3$$

Ortalama Yama Miktarı= 5,22 ton

$$KAE_{ort} = \frac{\sum(\text{Yatayda uygulanan ort. KAE alanı} + \text{Düşeyde uygulanan ort. KAE alanı})}{\sum(\text{Ortalama Yama Miktarı})}$$

$$KAE_{ort} = \frac{\sum(5,85 + 2,34)}{\sum(5,22)}$$

$KAE_{ort} \cong 1,57m^2/\text{ton}$  olarak bulunmuştur.

Ç.Ş.B.'na ait 04.611/1A poz nolu ve 'Katyonik Asfalt Emülsiyonu (CRS-1 Tipi)' tanımlı pozuyla katyonik asfalt emülsiyonu birim maliyetinin hesaplanması yapılmaktadır.

Bunun yanı sıra,Ç.Ş.B.'na ait 01.501 poz nolu 'Düz İşçi' tanımlı pozuyla emülsiyon uygulaması için işçilik maliyeti maliyet hesabına koyulması gerekmektedir. Analiz çalışmasında 10m×3m ölçülerinde bir yamanın emülsiyon uygulama işçilik süresinin 30 dakika olduğu varsayılmıştır. Bu durumda;

$$\begin{aligned} 1 \text{ ton yama için KAE uygulama işçiliği} &= \text{Süre/Tonaj miktarı} \\ &= 30/(10 \times 3 \times 0,12 \times 2,40) \\ &= 3,47 \text{ (dakika/ton} \cong 0,058 \text{ (sa/ton) yapmaktadır.} \end{aligned}$$

Katyonik Asfalt Emülsiyonu birim maliyeti aşağıdaki Tablo 4.14 yardımıyla yapılmış olup, katyonik asfalt emülsiyonu birim maliyeti 2,39 TL olarak bulunmuştur.

**Tablo 4.14: Katyonik asfalt emülsiyonu birim maliyeti hesap tablosu**

<b>Katyonik Asfalt Emülsiyonu Birim Maliyeti</b>					
<b>Poz no</b>	<b>Girdiler</b>	<b>Ölçü Birimi</b>	<b>Miktarı (kg/ton)</b>	<b>Birim Fiyatı(tl/kg)</b>	<b>Tutar (tl/ton)</b>
04.611/1A	Katyonik Asfalt Emülsiyonu (CRS-1 Tipi)	Kg	1,57×1,20	0,84	1,58
01.501	Düz İşçi	Sa	0,058	5,75	0,33
<b>Karsız Toplam=</b>					1,91
<b>%25 Kar ve Genel Giderler=</b>					0,48
<b>Katyonik Asfalt Emülsiyonu Birim Maliyeti=</b>					2,39

#### **4.2.2.2.5 Plentaltı aşınma birim maliyeti**

Yukarıda Tablo 4.3' de plentaltı aşınma birim maliyeti 87,00 tl/ton olarak bulunmuştur.

#### **4.2.2.2.6 Aşınma tabakası nakliye birim maliyeti**

Yukarıda Tablo 4.4' de aşınma tabakası nakliye birim maliyeti 8,77 tl/ton olarak bulunmuştur.

#### **4.2.2.2.7 Asfalt robotu ile yama yapılması işçilik birim maliyeti**

Bu tezin bu bölümünde, 2015 yılı için Bayrampaşa Belediyesi Fen işleri Müdürlüğü'nce kullanılmış olan Asfalt Robotu İle Yama Yapılması İşçilik Maliyeti Hesap analizi kullanılmıştır.

Buna göre; asfalt robotu ile yama yapılması işçilik birim maliyeti: 89,35 TL olarak alınmıştır.

**Tablo 4.15: Asfalt robotu ile yama yapılması işçilik birim maliyeti hesap tablosu**

<b>Asfalt Robotu İle Yama Yapılması İşçilik Birim Maliyeti</b>					
<b>Poz no</b>	<b>Girdiler</b>	<b>Ölçü Birimi</b>	<b>Miktarı</b>	<b>Birim Fiyatı</b>	<b>Tutar (tl/ton)</b>
01.409	Formen	SA	1 / 2,4	11,60	4,83
01.501	Düz İşçi	SA	6 / 2,4	5,75	14,38
03.538/2	Kamyon	SA	1 / 2,4	66,61	27,75
03.538/1	Pick-Up	SA	1/ 2,4	36,49	15,20
03.541	Titreşimli Silindir	SA	0,36/ 2,4	62,10	9,32
<b>Karsız Toplam=</b>					71,48
<b>%25 Kar ve Genel Giderler=</b>					17,87
<b>1 Ton Fiyatı=</b>					89,35

**4.2.2.2.8 Bir ton yamanın yıllık onarım ve bakım birim maliyeti**

Aşağıdaki Tablo 4.16'da bir ton yama için maliyet hesabı gösterilmiş ve bir ton yamanın yıllık onarım ve bakım birim maliyeti 236,96 TL bulunmuştur.

**Tablo 4.16: Bir ton yamanın yıllık onarım ve bakım birim maliyeti hesap tablosu**

<b>Bir Ton Yamanın Yıllık Onarım Ve Bakım Birim Maliyeti</b>		
<b>Sıra no</b>	<b>Birim Maliyetler</b>	<b>Tutar (tl/ton)</b>
1	Asfalt Kesilmesi Birim Maliyeti	15,51
2	Kırmataş, Şose ve Asfalt Sökülmesi Birim Maliyeti	16,48
3	Şantiye Dışına Kamyonla Kazı Malzemesi ve Moloz Nakli Birim Maliyeti	17,46
4	Katyonik Asfalt Emülsiyonu (CRS-1 Tipi) Uygulama Birim Maliyeti	2,39
5	Plentaltı Aşınma Birim Maliyeti	87,00
6	Aşınma tabakası Nakliye Birim maliyeti	8,77
7	Asfalt Robotu ile Yama Yapılması İşçilik Birim Maliyeti	89,35
<b>Genel Toplam=</b>		236,96



#### 4.2.2.2.9 O3 bağlantı yolu yıllık yama onarım ve bakım maliyeti

Tablo 4.16’da bulmuş olduğumuz maliyetin yıllık yapılan yama tonaj miktarı ile çarpıldığında O3 Bağlantı Yolu yıllık yama onarım ve bakım maliyeti hesaplanmaktadır. Tablo 4.17’de O3 Bağlantı Yolu yıllık yama onarım ve bakım maliyeti 94.784,00 TL olarak bulunmuştur.

**Tablo 4.17: O3 bağlantı yolu yıllık yama onarım ve bakım maliyeti hesap tablosu**

	<b>Bir Ton Yamanın Yıllık Onarım Ve Bakım Birim Maliyeti (tl/ton)</b> (A)	<b>Miktar (ton)</b> (B)	<b>Tutar (tl)</b> ( C=A×B)
<b>O3 Bağlantı Yolu Yıllık Yama Onarım ve Bakım Maliyeti</b>	236,96	400	94.784,00

#### 4.2.2.3 Aşınma Tabakası Yenilenmesi Maliyeti

Öngörümüz doğrultusunda yedi yılda bir kez yapılacak olan çalışma yıllık yapılan bakım ve onarım çalışmalarından daha kapsamlı bir çalışma olup, yapım aşamasında asfaltın tekrar kullanılacağı göz önünde bulundurularak analiz yapılmaya çalışılmıştır.

Bu amaçla, aşınma tabakası yenilenme çalışması 3 farklı analizle mümkün olmaktadır:

- i. Eski Mevcut Asfaltın(Aşınma Tabakası) Kazılması Birim Maliyeti
- ii. Kazılan Asfaltın Nakliye Birim Maliyeti
- iii. Yeni Asfaltın (Aşınma Tabakası) Serim Birim Maliyeti

#### 4.2.2.3.1 Eski mevcut asfaltın(aşınma tabakası) kazılması birim maliyeti

Karayolları Genel Müdürlüğü 2012 Sonrası poz tarifleri kitabına ait KGM/40.130 poz nolu ve ‘Asfalt Kazıma Makinesi İle Her Cins Bitümlü Karışım Kaplamaların Kazılması’ tanımlı pozuyla imalat öncesi kazı işlemleri birim maliyetinin hesaplanması yapılmaktadır. Aşağıdaki Tablo 4.18’de eski mevcut asfaltın (aşınma tabakası) kazılması birim maliyeti 24,45 TL bulunmuştur.

**Tablo 4.18: Eski mevcut asfaltın(aşınma tabakası) kazılması birim maliyeti hesap tablosu**

<b>Eski Mevcut Asfaltın(Aşınma Tabakası) Kazılması Birim Maliyeti</b>				
<b>Poz No</b>	<b>Poz Tarifi</b>	<b>Birim Fiyatı (tl/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Hesap Dönüşümü</b>	<b>Tutar (tl/ton)</b>
KGM/40.130	Asfalt Kazıma Makinesi İle Her Cins Bitümlü Karışım Kaplamaların Kazılması	58,70	39.54×2.40	24,45

#### **4.2.2.3.2 Kazılan asfaltın(aşınma tabakası) nakliye birim maliyeti**

Bu analizde, kazıma işlemi gerçekleştiren aşınma tabakası malzemesinin geri dönüşüm ile değerlendirilmek üzere İsfalt Habibler fabrikasına gönderileceği düşünülmüş ve analiz yapılmıştır.

Yukarıda Tablo 4,4'de aşınma tabakası nakliye birim maliyeti 8,77 tl/ton olarak bulunmuştur.

#### **4.2.2.3.3 Yeni asfaltın (aşınma tabakası) serim birim maliyeti**

Yukarıda tablo 4.6'da aşınma tabakası serim (plentaltı+nakliye+işçilik) birim maliyeti 104,40 tl/ton olarak bulunmuştur.

Bu imalatta trimerle kazınan aşınma malzemesinin yüzde 15 'i geri dönüşüm olarak yeni üretilen aşınmada kullanılarak değerlendirileceği varsayılmaktadır.

#### **4.2.2.3.4 Bir ton aşınma tabakası yenilenmesi ile onarım ve bakım birim maliyeti ve hurda birim maliyeti**

Her yedi yılda bir yapılacak olan aşınma tabakası yenilenmesi çalışmasında birim maliyetlerin toplanmasıyla bir ton tabakası yenilenmesi ile onarım ve bakım birim maliyeti Tablo 4.19'da bulunmaktadır. Bu tabloda ayrıca aşınma tabakasına ait hurda değer ayrıca hesaplanmış ve gösterilmiştir.

**Tablo 4.19: Bir ton aşınma tabakası yenilenmesi ile onarım ve bakım birim maliyeti ve hurda birim maliyeti hesap tablosu**

<b>Bir Ton Aşınma Tabakası Yenilenmesi Birim Maliyeti</b>		
<b>Sıra no</b>	<b>Birim Maliyetler</b>	<b>Tutar (tl/ton)</b>
1	Eski Mevcut Asfaltın(Aşınma Tabakası) Kazılması Birim Maliyeti	24,45
2	Kazılan Asfaltın(Aşınma Tabakası) Nakliye Birim Maliyeti	8,77
3	Yeni Asfaltın (Aşınma Tabakası) Serim Birim Maliyeti	104,40
	<b>Genel Toplam=</b>	<b>137,62</b>
<b>Bir Ton Aşınma Tabakası Yenilenmesi Hurda Birim Maliyeti</b>		
4	Hurda Maliyeti (Plentaltı Aşınma Birim Maliyeti×0,15)=-87,00*0,15	-13,05
	<b>Genel Toplam=</b>	<b>-13,05</b>

Bir Ton Aşınma Tabakası Yenilenmesi Birim Maliyeti 137,62 TL, Hurda Maliyeti ise -13,05 TL olarak bulunmuştur.

#### **4.2.2.3.5 Aşınma tabakası yenilenmesi ile onarım ve bakım maliyeti ve hurda maliyeti**

Yukarıda Tablo 4.19’da bulunan maliyetlerin aşınma tonaj miktarları ile çarpılmasıyla yıllık aşınma tabakası yenilenmesi ile onarım ve bakım maliyeti ve hurda maliyeti bulunmaktadır.

Tablo 4.20’de yapılan hesaplama sonucunda, O3 Bağlantı Yolu aşınma tabakası yenilenmesi maliyeti 4.310.258,40 tl, aşınma tabakası yenilenmesi hurda maliyeti - 408.726,00 tl olarak bulunmuştur.

**Tablo 4.20: Aşınma tabakası yenilenmesi ile onarım ve bakım maliyeti ve hurda maliyeti hesap tablosu**

	<b>Bir Ton Aşınma Tabakası Yenilenmesi Birim Maliyeti</b>	<b>Hurda Maliyeti</b>	<b>Miktar (ton)</b>	<b>Tutar (tl)</b>
<b>Aşınma Tabakası Yenilenmesi Maliyeti</b>	137,62	0	31.320	4.310.258,40
<b>Aşınma Tabakası Yenilenmesi Hurda Maliyeti</b>	0	-13,05	31.320	-408.726,00

#### **4.2.3 Hurda Maliyeti**

Yorulmuş ve yaşlanmış asfaltların kazılarak yeniden kaliteli asfalt haline dönüştürülüp ekonomiye kazandırılması dünyada her geçen gün artan bir talep kazanmaktadır. Bu konudaki teknolojiler de durmadan değişim göstermektedir. Hurda değer kavramı, analiz yapılan ürünün ömrü boyunca atık olarak kullanılabilen ve ömrü sonundaki değerini tanımlamaktadır. Yapılan araştırmalar asfalt üretiminde, geri dönüşümde kullanılan aşınma ve binder tabakalarının, asfalt geri dönüşümünde yüzde 15 ile yüzde 20 oranında, plentmiks ve alttemel tabakalarının geri dönüşümünde yüzde 30 ile yüzde 50 arasında tasarruf sağladığı görülmektedir. Bu tezde, aşınma tabakasının geri dönüşümdeki katkısının yüzde 15, binder tabakasında ise yüzde 20 ve plentmiks tabakasının yüzde 30, alttemel tabakasının yüzde 40 katkı sağladığı düşünülmektedir.

Bu tezde, hurda maliyeti 4 farklı maliyet grubunda ele alınmıştır. Bunlar;

- i. Aşınma Tabakası Hurda Maliyeti
- ii. Binder Tabakası Hurda Maliyeti
- iii. Plentmiks Temel Hurda Maliyeti
- iv. Alttemel Hurda Maliyeti şeklindedir.

#### 4.2.3.1 Aşınma tabakası hurda maliyeti

Bu imalatta, ömrünü tamamlamış olan yolun kazılması, Habibler Fabrikası'na nakledilmesi ve aşınma tabakasının geri dönüşümde yüzde 15 tasarruf sağladığı varsayılarak dizayn edilmiştir.

Tablo 4.3, Tablo 4.4 ve Tablo 4.18 yardımıyla, Tablo 4.21'de bir ton aşınma tabakası hurda birim maliyeti hesaplanmış olup, 20.17 TL olarak bulunmuştur.

**Tablo 4.21: Bir ton aşınma tabakası hurda birim maliyeti hesap tablosu**

<b>Bir Ton Aşınma Tabakası Hurda Maliyeti</b>		
<b>Sıra No</b>	<b>Birim Maliyetler</b>	<b>Tutar (tl/ton)</b>
1	Hurda Maliyeti (Plentaltı Aşınma Birim Maliyeti×0,15)=87,00*0,15	-13,05
2	Şantiye Dışına Kamyonla Kazı Malzemesi ve Moloz Nakli Birim Maliyeti	8,77
3	Asfalt Kazıma Makinesi İle Her Cins Bitümlü Karışım Kaplamaların Kazılması	24,45
	<b>Genel Toplam=</b>	<b>20,17</b>

Bu maliyetin, aşınma tabakası tonaj miktarı ile çarpılmasıyla aşınma tabakası hurda maliyeti aşağıdaki Tablo 4.22' de gösterilmiş ve aşınma tabakası hurda maliyeti 631.724,40 TL olarak bulunmuştur.

**Tablo 4.22: Aşınma tabakası hurda maliyeti hesap tablosu**

<b>Aşınma Tabakası Hurda Maliyeti</b>			
	<b>Bir Ton Aşınma Tabakası Hurda Maliyeti (A)</b>	<b>Ağırlık (ton) (B)</b>	<b>Tutar (tl) C=A×B</b>
<b>Aşınma Tabakası Hurda Maliyeti</b>	20,17	31.320	631.724,40
<b>Genel Toplam=</b>			631.724,40

#### **4.2.3.2 Binder tabakası hurda maliyeti**

Bu imalatta, ömrünü tamamlamış olan yolun kazılması, Habibler Fabrikası'na nakledilmesi ve binder tabakasının geri dönüşümde yüzde 20 tasarruf sağladığı varsayılarak dizayn edilmiştir.

Tablo 4.3, Tablo 4.4 ve Tablo 4.18 yardımıyla, Tablo 4.23'de bir ton binder tabakası hurda birim maliyeti hesaplanmış olup, 17,62 TL olarak bulunmuştur.

**Tablo 4.23: Bir ton binder tabakası hurda birim maliyeti hesap tablosu**

<b>Bir Ton Binder Tabakası Hurda Maliyeti</b>		
<b>Sıra No</b>	<b>Birim Maliyetler</b>	<b>Tutar (tl/ton)</b>
1	Hurda Maliyeti (Plentaltı Binder Birim Maliyeti×0,20)=78,00*0,20	-15,60
2	Şantiye Dışına Kamyonla Kazı Malzemesi ve Moloz Nakli Birim Maliyeti	8,77
3	Asfalt Kazıma Makinesi İle Her Cins Bitümlü Karışım Kaplamaların Kazılması	24,45
<b>Genel Toplam=</b>		17,62

Bu maliyetin, binder tabakası tonaj miktarı ile çarpılmasıyla binder tabakası hurda maliyeti aşağıdaki Tablo 4.24'de gösterilmiş ve binder tabakası hurda maliyeti 772.601,76 TL bulunmuştur.

**Tablo 4.24: Binder tabakası hurda maliyeti hesap tablosu**

<b>Binder Tabakası Hurda Maliyeti</b>			
	<b>Bir Ton Binder Tabakası Hurda Maliyeti (A)</b>	<b>Ağırlık (ton) (B)</b>	<b>Tutar (tl) C=A×B</b>
<b>Binder Tabakası Hurda Maliyeti</b>	17,62	43.848	772.601,76
<b>Genel Toplam=</b>			772.601,76

#### 4.2.3.3 Plentmiks Temel Tabakası Hurda Maliyeti

Bu temel tabakasında asfalt kazıma makinesi yerine, Karayolları Genel Müdürlüğü'ne ait 03.504 poz nolu ve 'Ekskavatörün 1 saatlik Çalışma Ücreti (210 HP)' tanımlı pozuyla Kazı, Yükleme ve Boşaltma hesabı kullanılmaktadır. Aşağıdaki Tablo 4.25'de yükleyici makinenin bir ton plentmiks temel malzeme için çalışma ücretinin TL cinsinden değeri olarak 0,45 TL olarak bulunmuştur.

**Tablo 4.25: 1 ton plentmiks temel için 210 hp'lik ekskavatörün kazı, yükleme ve boşaltması birim maliyeti hesap tablosu**

<b>1 ton Plentmiks İçin 210 HP'lik Ekskavatörün Kazı,Yükleme ve Boşaltması</b>				
<b>Poz No</b>	<b>Poz Tarifı</b>	<b>Birim Fiyatı(tl/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Hesap Dönüşümü ((tl/m<sup>3</sup>×1/sa)/ ton/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tutar (tl/ton)</b>
03.504	Ekskavatörün 1 saatlik Çalışma Ücreti (210 HP)	151,68	151,68×0,0056 / 2,36	0,36
Karayolları Genel Müdürlüğü'ne ait KGM/15.001/B poz nolu ve 'Ekskavatörle Her Cins Toprağın Kazılması ve Kullanılması (Ariyet Ocağından Getirilecek veya Depoya Gidecek Kazılarda)' tanımlı pozunda 03.504 rayiç pozunun çalışma süresi 0,0056 Sa olarak görülmüştür. Malzeme yoğunluğu=2,36 ton/m <sup>3</sup>				
<b>Karsız Toplam=</b>				0,36
<b>%25 Kar ve Genel Giderler=</b>				0,09
<b>1 Ton Fiyatı=</b>				0,45

Plentmiks temel tabakası hurda maliyeti imalatında, ömrünü tamamlamış olan yolun kazılması, Habibler Fabrikası'na nakledilmesi ve plentmiks temel tabakasının geri dönüşümde yüzde 30 tasarruf sağladığı varsayılarak dizayn edilmiştir.

Tablo 4.3, Tablo 4.4 ve Tablo 4.25 yardımıyla Tablo 4.26'da bir ton plentmiks temel tabakası hurda birim maliyeti 2,32 TL olarak bulunmuştur.

**Tablo 4.26: Bir ton plentmiks temel tabakası hurda birim maliyeti hesap tablosu**

<b>Bir Ton Plentmiks Tabakası Hurda Maliyeti</b>		
<b>Sıra No</b>	<b>Birim Maliyetler</b>	<b>Tutar (tl/ton)</b>
1	Hurda Maliyeti (Plentaltı Plentmiks Birim Maliyeti×0,30)=23,00*0,30	-6,90
2	210 HP'lik Ekskavatörün 1 ton Plentmiks Malzemesini Kazı Yükleme ve Boşaltması	0,45
3	Şantiye Dışına Kamyonla Kazı Malzemesi ve Moloz Nakli Birim Maliyeti	8,77
<b>Genel Toplam=</b>		2,32

Bu maliyetin, plentmiks temel tabakası tonaj miktarı ile çarpılmasıyla plentmiks temel tabakası hurda maliyeti aşağıdaki Tablo 4.27 de gösterilmiş olup, 381.073,92 TL olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 4.27: Plentmiks temel tabakası hurda maliyeti hesap tablosu**

<b>Plentmiks Temel Tabakası Hurda Maliyeti</b>			
	<b>Bir Ton Plentmiks Temel Tabakası Hurda Maliyeti (A)</b>	<b>Ağırlık (ton) (B)</b>	<b>Tutar (tl) C=A×B</b>
<b>Plentmiks Temel Tabakası Hurda Maliyeti</b>	2,32	164.256	381.073,92
<b>Genel Toplam=</b>			381.073,92



#### 4.2.3.4 Alttemel Tabakası Hurda Maliyeti

Karayolları Genel Müdürlüğü'ne ait 03.504 poz nolu ve 'Ekskavatörün 1 saatlik Çalışma Ücreti (210 HP)' tanımlı pozuyla Kazı, Yükleme ve Boşaltma hesabı yapılabilmektedir. Bu hesaplanmada malzeme yoğunluğu değişim gösterdiği için tekrar hesaplanmış olup, Tablo 4.28'de yükleyici makinenin bir ton alttemel malzeme için çalışma ücretinin TL cinsinden değeri olarak 0,47 TL olarak bulunmuştur.

**Tablo 4.28: 1 ton alttemel için 210 hp'lik ekskavatörün kazı, yükleme ve boşaltması birim maliyeti hesap tablosu**

<b>1 ton Alttemel İçin 210 HP'lik Ekskavatörün Kazı, Yükleme ve Boşaltması</b>				
<b>Poz No</b>	<b>Poz Tarifi</b>	<b>Birim Fiyatı (tl/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Hesap Dönüşümü</b>	<b>Tutar (tl/ton)</b>
03.504	Ekskavatörün 1 saatlik Çalışma Ücreti (210 HP)	151,68	151,68×0,0056/2,26	0,38
Karayolları Genel Müdürlüğü'ne ait KGM/15.001/B poz nolu ve 'Ekskavatörle Her Cins Toprağın Kazılması ve Kullanılması (Ariyet Ocağından Getirilecek veya Depoya Gidecek Kazılarda)' tanımlı pozunda 03.504 rayiç pozunun çalışma süresi 0,0056 Sa olarak görülmüştür. Malzeme yoğunluğu=2,26 ton/m <sup>3</sup>				
<b>Karsız Toplam=</b>				0,38
<b>%25 Kar ve Genel Giderler=</b>				0,09
<b>1 Ton Fiyatı=</b>				0,47

Bu imalatta, ömrünü tamamlamış olan yolun kazılması, Habibler Fabrikası'na nakledilmesi ve alttemel tabakasının geri dönüşümde yüzde 40 tasarruf sağladığı varsayılarak dizayn edilmiştir.

Tablo 4.3, Tablo 4.4 ve Tablo 4.28 yardımıyla, aşağıda Tablo 4.29’ da Bir ton alttemel tabakası hurda birim maliyeti 0,77 TL olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 4.29: Bir ton alttemel tabakası hurda birim maliyeti hesap tablosu**

<b>Bir Ton Alttemel Tabakası Hurda Birim Maliyeti</b>		
<b>Sıra No</b>	<b>Birim Maliyetler</b>	<b>Tutar (tl/ton)</b>
1	Hurda Maliyeti (Plentaltı Alttemel Birim Maliyeti×0,40)=21,00*0,40	-8,40
2	210 HP’lik Ekskavatörün 1 ton Plentmiks Malzemesini Kazı Yükleme ve Boşaltması	0,47
3	Şantiye Dışına Kamyonla Kazı Malzemesi ve Moloz Nakli Birim Maliyeti	8,77
<b>Genel Toplam=</b>		<b>0,77</b>

Bu maliyetin, alttemel tabakası tonaj miktarı ile çarpılmasıyla alttemel tabakası hurda maliyeti Tablo 4.30’ da hesaplanmış olup, alttemel tabakası hurda maliyeti 121.117,92 TL olarak bulunmuştur.

**Tablo 4.30: Alttemel tabakası hurda maliyeti hesap tablosu**

<b>Alttemel Temel Tabakası Hurda Maliyeti</b>			
	<b>Bir Ton Alttemel Tabakası Hurda Maliyeti (A)</b>	<b>Ağırlık (ton) (B)</b>	<b>Tutar (tl) C=A×B</b>
<b>Alttemel Tabakası Hurda Maliyeti</b>	0,77	157.296	121.117,92
<b>Genel Toplam=</b>			<b>121.117,92</b>

#### **4.3 MALİYETLERİN DÖVİZ CİNSİNDEN DEĞERİNİN HESAPLANMASI**

Gelişmekte olan toplumlarda, faiz yada döviz kuru (dolar, avro v.b.) oranlarındaki değişim çok karmaşık fonksiyonların bir arada olduğu bir değer almaktadır.

Ülkemizdeki bu oranlar gerek dış gerekse iç politikalardan oldukça fazla etkilenmektedir. Bu değişimin sabit yada doğrusal bir değişim gösterememiş olması YDMA çözümlemesinde yapılan varsayımların gerçekleşme oranını da beraberinde düşürmektedir. Ancak ülkemizdeki genel faiz ve dolar kur oranı arasında geçmiş yıllardan alınan veriler ışığında bir öngörü de bulunmak mümkündür.

Bu tezde, Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası'na ait 2005-2015 yılları arasındaki veriler ışığında ortalama bir faiz oranı ile döviz kuru olarak, dolar/tl arasındaki grafiklerden faydalanılmaktadır.

Tablo 4.31'de son on yılın tl/dolar ve faiz oranı değişim verileri gösterilmiştir.

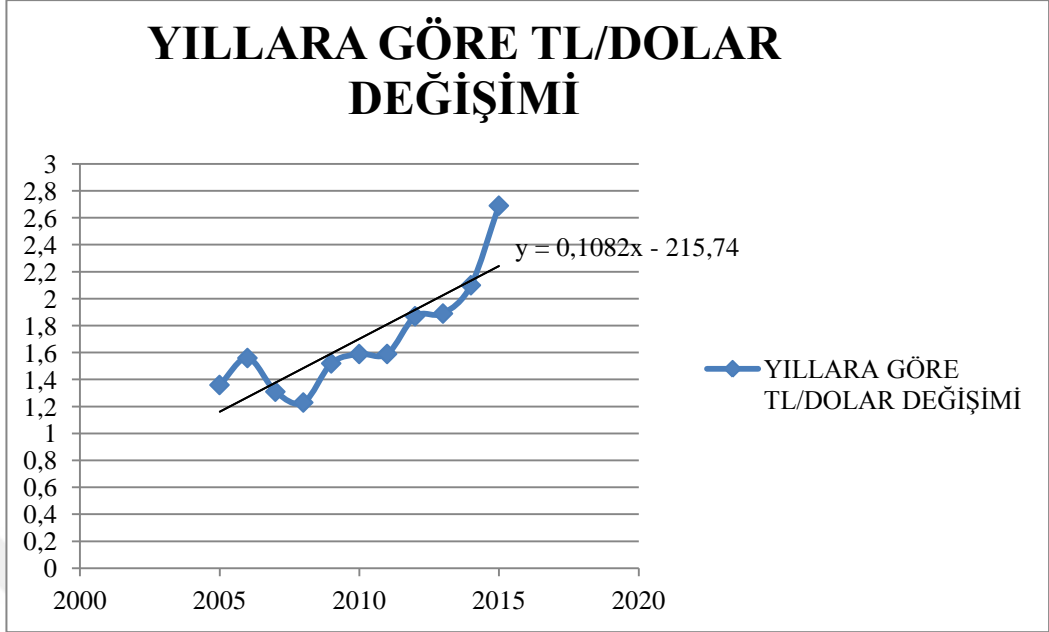
**Tablo 4.31: Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası 2005-2015 tarihleri arası TL/Dolar ve faiz oranları**

VERİLER			
X	YIL	TL/DOLAR	FAİZ ORANI
1	2005	1.36	18.94
2	2006	1.56	16.32
3	2007	1.31	18.19
4	2008	1.23	16.78
5	2009	1.52	15.33
6	2010	1.59	9.16
7	2011	1.59	9.1
8	2012	1.87	10.53
9	2013	1.89	7.53
10	2014	2.1	10.38
11	2015	2.69	9.62

Kaynakça: <http://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/>

Tablo 4.31'deki veriler ışığında, aşağıdaki Şekil 4,9'daki grafikte 2005-2015 yılları arasında tl/dolar artış oranının grafiğin eğiminden faydalanarak yüzde 10,82 oranında artış gösterdiği gözükmektedir.

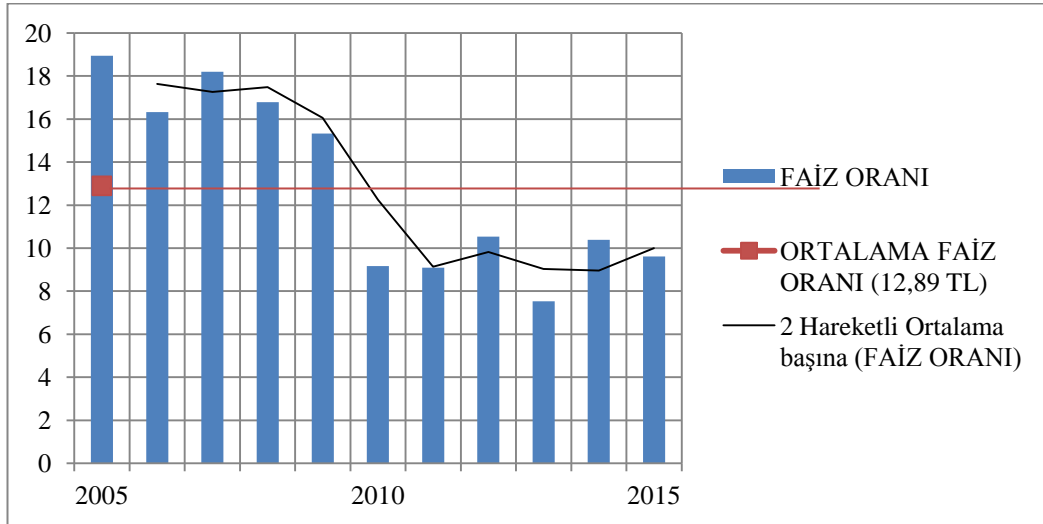
Şekil 4.9: Yıllara göre tl/dolar değişimi



Kaynakça: [http://www.tcmb.gov.tr/kurlar/kurlar\\_tr.html](http://www.tcmb.gov.tr/kurlar/kurlar_tr.html)

Aşağıdaki Şekil 4.10'daki grafikte 2005-2015 yılları arasında ülkemizde faiz oranının ortalama yıllık bazda yüzde 12,89 oranında artış eğiliminde olduğu gözükmektedir.

Şekil 4.10: Yıllara göre faiz oranı değişimi



Ayrıca, ülkemizde karayolu projelerinin ekonomik değerlendirmelerinde kullanılan güncel faiz oranı değeri yüzde 8 olarak çeşitli kaynaklarda alınmaktadır.

Bu tezimizde, gerek son yıllardaki yıllık faiz oranı artışı ile tl/dolar kur oranının birbirine yakın değer oluşu, karayolları maliyetinin hammadde ihtiyacının son dönemlerdeki petrol fiyatlarındaki düşüşe rağmen, dolaylı olarak iç piyasadaki dolara endeksli oluşu göz önüne aldığımızda, maliyet analiz yöntemimizde, bulunan yıllık bazdaki maliyetlerin güncel 2015 Türk Lirası değerlerinin dolar cinsinden hesap edilmesinin YDMA çalışmasında gerçeğe daha yakın bir sonuç vereceği düşünülmüştür.

Buna göre; aşağıdaki Tablo 4.32’de TL cinsinden maliyetler dolar cinsinden değere dönüştürülmüştür.

**Tablo 4.32: Maliyet hesaplarının dolar cinsinden değerlendirilmesi**

SIRA NO	MALİYET KALEMİ	TL (A)	TL/DOLAR * (B)	DOLAR (C=A/B)
1	Yatırım Maliyeti	19.839.619,20 TL	2,68	\$ 7.402.842,99
2	Yıllık Çatlak Bakım Maliyeti	24.046,80 TL	2,68	\$ 8.972,69
3	Yıllık Yama Onarım Maliyeti	94.784,00 TL	2,68	\$ 35.367,16
4	Aşınma Tabakası Yenilenmesi Maliyeti	4.310.258,40 TL	2,68	\$ 1.608.305,37
5	Aşınma Tabakası Yenilenmesi Hurda Maliyeti	- 408.726,00 TL	2,68	\$ -152.509,70
6	Aşınma Tabakası Hurda Maliyeti	631.724,40 TL	2,68	\$ 235.718,06
7	Binder Tabakası Hurda Maliyeti	772.601,76 TL	2,68	\$ 288.284,24
8	Plentmiks Temel Hurda Maliyeti	381.073,92 TL	2,68	\$ 142.191,76
9	Alttemel Hurda Maliyeti	121.117,92 TL	2,68	\$ 45.193,25

*Açıklama(\*): TL/DOLAR kuru 01.06.2015 tarihli TCMB verilerinden alınmıştır.*

#### 4.3.1 Faiz Oranının Belirlenmesi (i)

NBD yaklaşımında maliyetlerin dolar kuru üzerinden hesaplanmasının yanı sıra dolar kurundaki belirlenecek bir faiz oranı ile doların değişimi de söz konusudur. Bugünkü bir Türk Lirasının belirli bir faiz oranında değişimi söz konusu olduğu gibi dolar kurunun da değişimi söz konusudur.

Bu tezde, Amerika Birleşik Devletleri Merkez Bankası (FED)’na ait 2005-2015 yılları arasında alınacak faizdeki değişim oranı, uygulayacağımız NBD yaklaşımında kullanacak olduğumuz faiz oranı olarak alınacaktır.

#### 4.3.1.1 FED faiz oranının 2005-2015 yılları arasındaki değişimi

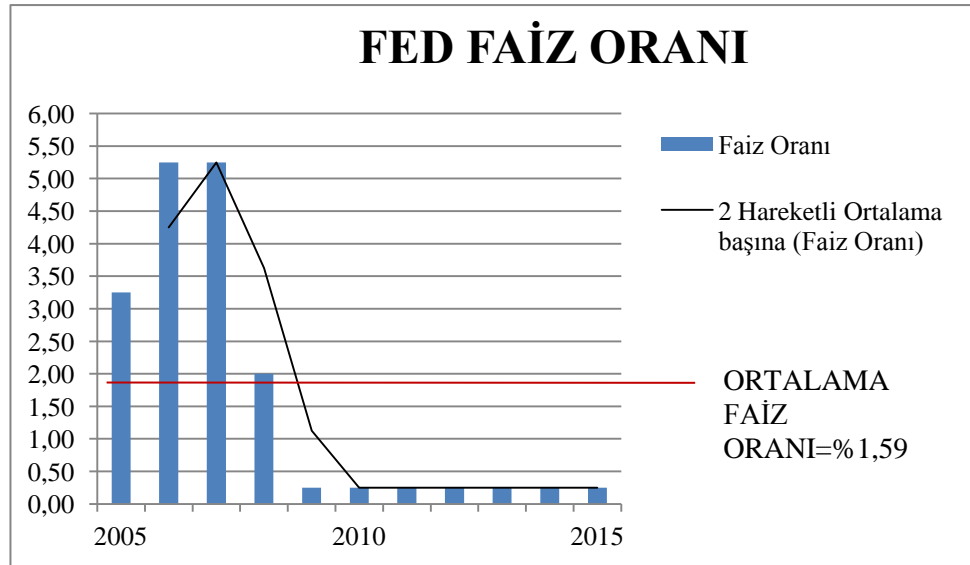
FED faiz oranındaki 2005-2015 tarihleri arasındaki değerleri aşağıdaki Tablo 4.33’de gösterilmiş ve Şekil 4.11’ de NBD yaklaşımında faiz oranı 1,59 olarak alınmıştır.

**Tablo 4.33: Fed faiz oranı verileri (2005-2015)**

VERİLER		
X	YIL	FED FAİZ ORANI
1	2005	3,25
2	2006	5,25
3	2007	5,25
4	2008	2,00
5	2009	0,25
6	2010	0,25
7	2011	0,25
8	2012	0,25
9	2013	0,25
10	2014	0,25
11	2015	0,25

Kaynak: <http://tr.investing.com/central-banks/>

**Şekil 4.11: Fed faiz oranı**



YDMA'nin net bugünkü değere göre hesaplanması aşağıdaki Tablo 4.33'de gösterilmiş olup, böylece O3 Bağlantı Yoluna ait 2015-2036 yılları arası 21 yıllık süreçte, YDMA Net Bugünkü Değer yöntemiyle \$11.063.821,51 olarak bulunmuştur.

Şekil 4.12'de ise 2015-2036 yılları arası 21 yıllık süreçteki, O3 Bağlantı Yolu'na ait nakit akış grafiği çizilmiştir.

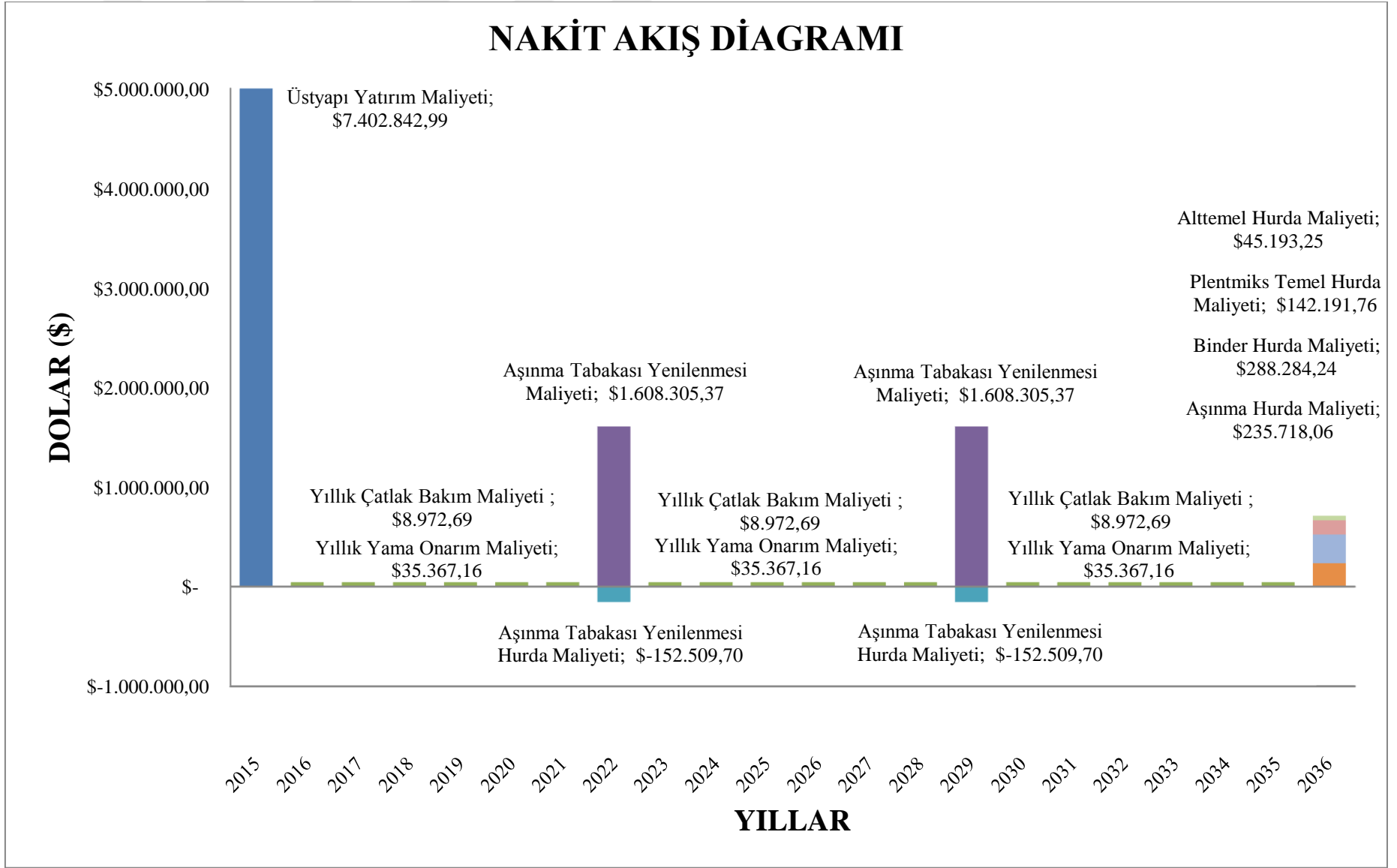


Tablo:4.33 Yaşam döngüsü maliyeti analiz tablosu (net bugünkü değer)

YAŞAM DÖNGÜSÜ MALİYET ANALİZİ TABLOSU (NET BUGÜNKÜ DEĞER)														
DÖNEM (A)	YILLAR (B)	Üstyapı Yatırım Maliyeti (C)	Yıllık Çatlak Bakım Maliyeti (D)	Yıllık Yama Onarım Maliyeti (E)	Aşınma Tabakası Yenilenmesi Maliyeti (F)	Aşınma Tabakası Yenilenmesi Hurda Maliyeti (G)	Hurda Maliyetleri				Dönem Tutar (L=C+D+E+F+G+H+I+J+K)	Yıllara göre Faiz oranı (i) değişim oranı [M=(1+0,0159)^A]	NET BUGÜNKÜ DEĞER (2015) (N=L*M)	
							Aşınma (H)	Binder (I)	Plentmiks Temel (J)	Alttemel (K)				
0	2015	\$7.402.842,99										\$7.402.842,99	1,0000	\$7.402.842,99
1	2016		\$8.972,69	\$35.367,16								\$44.339,85	1,0159	\$43.645,88
2	2017		\$8.972,69	\$35.367,16								\$44.339,85	1,0321	\$42.962,77
3	2018		\$8.972,69	\$35.367,16								\$44.339,85	1,0485	\$42.290,36
4	2019		\$8.972,69	\$35.367,16								\$44.339,85	1,0651	\$41.628,46
5	2020		\$8.972,69	\$35.367,16								\$44.339,85	1,0821	\$40.976,93
6	2021		\$8.972,69	\$35.367,16								\$44.339,85	1,0993	\$40.335,59
7	2022				\$1.608.305,37	-\$152.509,70						\$1.455.795,67	1,1168	\$1.303.598,05
8	2023		\$8.972,69	\$35.367,16								\$44.339,85	1,1345	\$39.082,88
9	2024		\$8.972,69	\$35.367,16								\$44.339,85	1,1525	\$38.471,19
10	2025		\$8.972,69	\$35.367,16								\$44.339,85	1,1709	\$37.869,07
11	2026		\$8.972,69	\$35.367,16								\$44.339,85	1,1895	\$37.276,37
12	2027		\$8.972,69	\$35.367,16								\$44.339,85	1,2084	\$36.692,96
13	2028		\$8.972,69	\$35.367,16								\$44.339,85	1,2276	\$36.118,67
14	2029				\$1.608.305,37	-\$152.509,70						\$1.455.795,67	1,2471	\$1.167.312,08
15	2030		\$8.972,69	\$35.367,16								\$44.339,85	1,2670	\$34.996,92
16	2031		\$8.972,69	\$35.367,16								\$44.339,85	1,2871	\$34.449,18
17	2032		\$8.972,69	\$35.367,16								\$44.339,85	1,3076	\$33.910,01
18	2033		\$8.972,69	\$35.367,16								\$44.339,85	1,3284	\$33.379,28
19	2034		\$8.972,69	\$35.367,16								\$44.339,85	1,3495	\$32.856,85
20	2035		\$8.972,69	\$35.367,16								\$44.339,85	1,3709	\$32.342,61
21	2036						\$235.718,06	\$288.284,24	\$142.191,76	\$45.193,25	\$711.387,31	1,3927	\$510.782,43	
<b>Ara Toplam</b>		\$7.402.842,99	\$161.508,36	\$636.608,96	\$3.216.610,75	-\$305.019,40	\$235.718,06	\$288.284,24	\$142.191,76	\$45.193,25	\$11.823.938,97			\$11.063.821,51
<b>Genel Toplam</b>														<b>\$11.063.821,51</b>



Şekil :4.12 Nakit akış diagramı



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde en önemli yatırım maliyetlerinden olan ulaşım maliyetlerine ait asfalt yollar, gerek yapımı gerekse bakım, onarım ve hurda safhalarında meydana gelen maliyetleri ile toplumsal ve ekonomik alanlardaki etkisini her daim göstermektedir. Bu nedendir ki gerçekleştirilmesi düşünülen bir yol için, tüm maliyet analizlerinin hesaplanarak, karar mekanizmasında ‘yapılabilir’ yada ‘yapılamaz’ kararları verilebilmesi için analiz çalışmalarında doğru bir yaklaşım sunulması gerekmektedir.

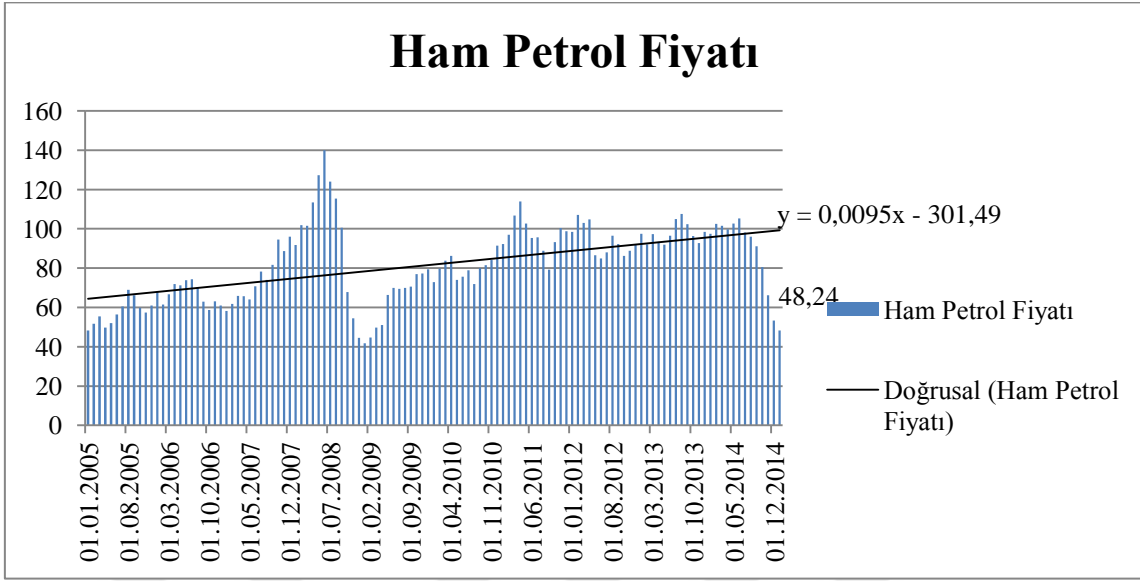
Bu tezde, YDMA yöntemiyle O3 Bağlantı Yoluna ait yol üstyapısının, yapımından kullanım süresi sonuna kadar olan bakım, onarım ve hurda maliyetlerini etkileyen faktörler ve bu faktörlerin maliyetleri hesaplanmaya çalışılmıştır. Bu maliyetlerin ayrıca dönemsel olarak bir bütçe çerçevesinde maliyet dağılımı yapılmış ve dolar kuru üzerinden uygulanan faiz oranı ile yol üstyapısına ait net bugünkü değeri hesaplanmıştır.

Bu çalışmada YDMA’ ya göre;

- i. 8,70 km uzunluğundaki O3 Bağlantı yolunun üstyapı ömrünün net bugünkü değeri: \$11.063.821,51’dir.
- ii. 21 yıllık üst yapı ömrünün yaklaşık yüzde 63,70’i yatırım maliyeti, yüzde 30,80’i onarım ve bakım maliyeti ve yüzde 5,50’si hurda maliyettir.
- iii. 3 geliş ve 3 gidişli bir otobana ait yol üstyapısının km başına ömür değeri: 1,27 milyon dolardır.
- iv. Her yedi yılda bir yol üst yapısının yüzde 20 si kadar maliyetle yol üst yenileme çalışması gerçekleştirilmektedir.
- v. Yol üstyapısı hurda maliyetinde, hurdaya gönderilecek malzemenin taşıma yolu mesafesinin kısaltılması ve geri dönüşüm miktarının artırılması neticesinde maliyete negatif yönde etkiyen değerler pozitif yönde döndürülebilmesi mümkündür.

- vi. Geri dönüşüme gönderilecek malzemenin, geri dönüşümde kullanılacak malzeme miktarı oranının iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Ayrıca imalattan çıkacak olan geri dönüşüm malzemesinin, moloz döküm sahasına olan mesafesi kısa olup, maliyet açısından pozitif etkisi söz konusu olması durumunda, geri dönüşüme tabi tutulmasının yerine moloz döküm sahasına gönderilme işlemi gerçekleştirilebilir. Ancak petrol yan ürünü olan bitüm bazlı bu ürünlerin moloz döküm sahasındaki çevresel etki değerlendirilmesinin mutlak suretle analiz edilmesi gereklidir.
- vii. Yıllık faiz oranının doğru bir yaklaşımla dışa bağlı olmaksızın hesaplanması için ülkemiz adına ancak güçlü bir ekonomik yapıya sahip olunmasıyla gerçekleştirilebilir. Değişen iç ve dış politik kararlardan dolayı dönem dönem ani artış ve azalış gösteren faiz oranı için, YDMA çalışmalarında kullanılacak faiz oranı değerinin doğru bir yaklaşımla belirlenmesi önem arz etmektedir.
- viii. Yaşam döngüsü maliyet analizi boyunca dönemsel öngörülen harcamalar için mali bir bütçe hazırlanmalı ve bu mali bütçeye ait harcamalar kısıntıya gidilmeden gerçekleştirilmelidir. Yol yapım ve onarım çalışmalarında bakım ve onarımı geç yapılmış yada yapılmamış bir yolun ileri yıllardaki bakım ve onarım maliyetlerinin daha da çok artacağı ve yol ömrünün daha kısa olacağı aşikardır.
- ix. Yol bakım ve onarım çalışmalarında ülkemiz genelinde yapılan harcamaların bilimsel verilerde kullanılması için kayıt altına alınmış geçmiş yıllara ait veri bulunabilmesi yapılan araştırmalar neticesinde zor olduğu anlaşılmıştır. Bilimsel çalışmalara ışık tutabilmesi için ülkemiz genelinde yapılan yol bakım ve onarımların verilerinin sağlıklı bir şekilde sistemsal olarak tutulması önemlidir.
- x. Ham petrolün yan ürünü olan bitüm malzemesi yol yapım çalışmalarının önemli bir yapı taşıdır. Son yıllarda düşen petrol fiyatlarının yatırım, onarım ve bakım etkisi üzerindeki pozitif etkisi göz önüne alınarak, yatırım, bakım ve onarım çalışmalarına bu dönemlerde daha fazla ağırlık verilmesi gerekmektedir.

Şekil 5.1 Ham petrol Fiyatı (2005-2015)



Kaynak: <http://tr.investing.com/commodities/crude-oil-historical-data>

Yukarıdaki Şekil 5.1'deki grafikte ham petrol fiyatının dönemsel dalgalanmalarla birlikte, 2005 yılından itibaren artış eğiliminde olduğu görülmüş olmasına rağmen 2015 yılındaki fiyatının 2005 yılındaki fiyatlara kadar gerilediği görülmüştür.

Sonuç olarak, bu tezde, O3 Bağlantı Yolu örneği ile YDMA çalışmasında NBD yöntemiyle hesaplama çalışmaları, bu yola etki eden, yol üst yapısındaki yatırım, bakım, onarım ve hurda maliyetleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Maliyet hesaplamalarında öngörülmeye çalışılan faiz oranı hesabı, ham petrol fiyatları, taşıma mesafelerine bağlı nakliye maliyetleri ile geri dönüşüm oranları yanında önceden hesaplanamayan iç ve dış politik kararlar bir yolun yapımından kullanım ömrü sonuna kadarki maliyetlerini önemli dönemlerde etki etmekte olduğu görülmüştür. Uygun dönemlerde alınacak yatırım kararları yolun ömür maliyetinin ülke ekonomisine pozitif etki sağlayacağı ve yol yapım kararlarında YDMA yönteminin yadsınamaz bir yöntem olarak değerlendirilmesi gerektiği düşünülmelidir.

## KAYNAKÇA

### *Kitaplar*

FHWA. Life Cycle Cost Analysis in Pavement Design Demonstration Project 115 – Participant Handbook. FHWA-SA-98-400. FHWA, August 1998.



### ***Sürelî Yayınlar***

- Ayçiçek, S., (2011). Esnek üstyapılarda imalat ve uygulama kusurları. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi
- Bağdatlı E.C.B ve Akbıyıklı R., 2015. Ulaştırma yapıları ekonomik analizlerinde iskonto oranı: bir durum çalışması. *Sakarya Üniversitesi* **19** (1), ss.67-74
- Çağlayan S.S., (2011). Life cycle costing analysis of insulation applications for existing buildings in Turkey. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi
- Oltu F. ve Karaca S., 2005. Maliyet yönetimi ve yaşam seyri maliyet analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi* **10** (2), ss. 245-270
- Walls, James and Michael R. Smith. Life Cycle Cost Analysis in Pavement Design. Report FHWA-SA-98-079. FHWA, September 1998.
- Yüksekli, A. U., (2006). Trafik ve değişkenlerinin üstyapı maliyetlerine etkisinin ömür döngü maliyet analizi yöntemi ile incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi

## ***Diğer Yayınlar***

Cesur, A. M., 2006, Proje değerlendirme yöntemleri ve kullanılan enstrümanlar. Ankara, [www.emo.org.tr/ekler/baf163c24ed14b5\\_ek.doc](http://www.emo.org.tr/ekler/baf163c24ed14b5_ek.doc). [erişim tarihi: 02 Mart 2016]

Orhan F., 2012. *Bitümlü Karışımlar Laboratuvarı Çalışmaları*, Ankara: K.G.M. <http://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Baskanliklar/BaskanliklarTeknikArastirma/Yeni%20Klas%C3%B6r/Yay%C4%B1mlar/B%C4%B0T%C3%9CML%C3%9C%20KARI%C5%9EIMLAR%20LAB.%20%C3%87ALI%C5%9EMALARI%20.pdf> . [erişim tarihi 10 Ocak 2016]

Yiğiter H., 2015. [online] <http://kisi.deu.edu.tr/huseyin.yigiter/YM-I%20%2316%20BITUM.pdf>. [ziyaret tarihi 10.10.2015]

[https://www.academia.edu/6551437/karayollar%C4%B1nda\\_%C3%BCst\\_yap%C4%B1\\_projelendirme\\_rehberi](https://www.academia.edu/6551437/karayollar%C4%B1nda_%C3%BCst_yap%C4%B1_projelendirme_rehberi) [erişim tarihi 10 Ocak.2015]

<http://www.birimfiyat.com> [erişim tarihi: 02 Şubat 2016]

<http://www.ekolzemini.com/gal-12-derz-kesimi.html> [erişim tarihi: 02 Şubat 2016]

<http://tr.investing.com/central-banks/> [erişim tarihi: 16 Nisan 2016]

<http://tr.investing.com/commodities/crude-oil-historical-data> [erişim tarihi 04 Nisan 2016]

<http://www.teknomaccaferri.com.tr/upload/sayfa/Yol-Alt-ve-Ust-Yapi-Guclendirme-Uygulamalari.pdf> [erişim tarihi 10 Ocak.2015]

[http://www.tcmb.gov.tr/kurlar/kurlar\\_tr.html](http://www.tcmb.gov.tr/kurlar/kurlar_tr.html) [erişim tarihi: 16 Nisan 2016]

<http://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/6121b7aa-7946-4353-b0f2-9cbab7e289b2/Turk+Lirasi.html?MOD=AJPERES> [erişim tarihi: 16 Nisan 2016]

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı:** İBRAHİM ALTAN KARAHACIOĞLU

**Sürekli Adresi:** BAYRAMPAŞA BELEDİYESİ, İSTANBUL

**Doğum Yeri ve Yılı:** TRABZON, 1983

**Yabancı Dil:** İNGİLİZCE

**İlk Öğretim:** GÖRELE İLKÖĞRETİM OKULU, 1995

**Orta Öğretim:** HAMDİ BOZBAĞ ANADOLU LİSESİ, 1998

**Lise:** HAMDİ BOZBAĞ ANADOLU LİSESİ, 2001

**Lisans:** YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 2007 (DEG: 3.33/4.00)

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, 2008

(DEG: 3.34/4.00)

**Yüksek Lisans:** BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ, 2016

**Enstitü Adı:** FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**Program Adı:** KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ

**Başarıları:** - YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ, İnşaat Mühendisliği Bölümü 2007 yılı

Bölüm Üçüncüsü

- Liseler Arası Giresun Satranç İl Birinciliği

**Yayımları:** -

**Çalışma Hayatı:**

Yıl	Kurum	Görev
2013-Devam ediyor	Bayrampaşa Belediyesi	İnşaat Mühendisi
2011-2013	Erufuk İnşaat	İnşaat Mühendisi
2010-2011	Doğusan A.Ş.	İnşaat Mühendisi
2009-2010	Günfalt İnşaat	İnşaat Mühendisi
2008-2009	Cen-Yıl İnşaat	İnşaat Mühendisi
2007-2008	Efe İnşaat	İnşaat Mühendisi