

**DEKAPAJ İŞLERİNDE KULLANILAN İŐ
MAKİNELERİNİN YENİLENMESİ ZAMANINA
YÖNELİK MALİYET ANALİZLERİ**

MERİÇ BARÇ

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MERSİN
HAZİRAN – 2007**

**DEKAPAJ İŞLERİNDE KULLANILAN İŐ
MAKİNELERİNİN YENİLENMESİ ZAMANINA
YÖNELİK MALİYET ANALİZLERİ**

MERİÇ BARÇ

**Mersin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Makine Mühendisliği
Ana Bilim Dalı**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Yusuf ZEREN**

**MERSİN
Haziran - 2007**

Bu tezin gerek bilimsel içerik, gerekse elde edilen sonuçlar açısından tüm gerekleri sağladığı kanaatine ulaşan ve aşağıda imzaları bulunan biz jüri üyeleri, sunulan tezi oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul ediyoruz.

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Yusuf ZEREN

Jüri Üyesi
Yrd. Doç. Dr. Onur GÜVEN

Jüri Üyesi
Doç. Dr. Fevzi ÖNER

Bu tezin Fen Bilimleri Enstitüsü yazım kurallarına uygun olarak yazıldığı Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../.....tarih ve/..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mahir TURHAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

ÖZ

200'den fazla alt iş kollarına sahip olan inşaat sektörü, pek çok ülkede olduğu gibi, Türk ekonomisi için de, çok sayıda çalışanı ve işgücü potansiyeli ile en önemli ekonomik sektörlerden biridir. İMDER'e göre, Almanya'da 400.000, Fransa'da 300.000 ve İtalya'da 290.000 kadar çalışır durumda 7 yaşından küçük iş makinesi bulunurken, bu sayı Türkiye'de 36.156 civarındadır. Türkiye'nin sahip olduğu iş makinesi sayısının, gelişmiş ülkelerin 1/5' i kadar olması ve nitelik olarak %60'ından fazlasının ömürlerini tamamlamış olması, bu alanda yetersizliğin bir göstergesidir.

Türkiye'deki makine parklarının iyileştirilmesine yönelik, inşaat işletmelerine kaynak olması amacıyla hazırlanan bu çalışmada, bir dekapaj şantiyesinin makine parkından en çok kullanılan iş makineleri olan dozer, greyder, ekskavatör ve lastik tekerlekli yükleyici iş makineleri seçilerek, aynı cins ve marka yeni makinelerle karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada, bir iş makinesinin yenilenme kararının alınmasını sağlayan Yıllık Eşdeğer Maliyet (YEM) yöntemi kullanılmış; ayrıca, iş makinelerinin özelliklerine göre saatlik birim iş üretimleri hesaplanmıştır.

Sonuç olarak, iş makinelerinin zamanında yenilenmesi durumunda işletme maliyeti azalırken, verimlilik artacaktır. Ekonomik ömrünü tamamlamış iş makinelerinin kullanılmaya devam edilmesi durumunda ise, işletme, tamir bakım ve yedek parça giderleri artacaktır.

Anahtar kelimeler: Maliyet analizi, ekonomik ömür, üretim hesabı, iş makineleri, inşaat.

ABSTRACT

Construction sector having more than 200 sub sectors, like in many other countries, it is also very important for Turkey, for having a tremendous manpower and for potential job development. There are about 36.156, less than 7 years old, operative heavy construction equipment in Turkey, this amount reaches 400.000 in Germany, 300.000 in France and 290.000 in Italy comparing to the amounts of Turkey is poor in this aspect. The total amount being 1/5 of the developed countries and 60% being is out of their economical life.

This study is prepared to be a source for the improvement of the machinery stocks for the construction companies in Turkey. As a case study earth moving site is chosen where dozers, graders excavators and loaders are studied, taking into consideration the same trade marks being compared by brand new ones. In this study the annul adjusted cost method is used for the decision of a brand new machine purchase and the cost of production per hour is calculated.

As a result, while the machinery is renewed the cost of operation is decreased and the productivity is increased. If the old machinery is kept on being used, in the long seen the company will be suffering serious losses.

Key words: Cost analysis, renewal, calculation of production cost, heavy construction equipment, construction.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim süresince yetişmemde ve tez çalışmamda büyük katkıları olan, benden yardım ve desteklerini esirgemeyen;

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Prof. Dr. Yusuf ZEREN'e,

Başta Genel Müdür Sayın Meral ÇAYLI olmak üzere, Mersin Onar İnşaat ve Tic. Ltd. Şti.'ye,

STFA Holding A.Ş. Mali İşler Koordinatörü Sayın Salahattin TOZAN'a,

ve Sevgili Aileme,

teşekkür eder; sevgi ve saygılarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZ	I
ABSTRACT	II
ÖNSÖZ	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
1 GİRİŞ	1
1.1 İŞ MAKİNELERİ VE GENEL ÖZELLİKLERİ	3
1.1.1 Dozer İş Makinesi	3
1.1.2 Greyder İş Makinesi	5
1.1.3 Ekskavatör İş Makinesi	6
1.1.4 Lastik Tekerlekli Yükleyici İş Makinesi.....	7
1.2 İŞ MAKİNELERİ İLE DEKAPAJ ÇALIŞMASI.....	8
1.2.1 Dekapaj Çalışması.....	10
1.2.2 İş Makineleri İle Kazı Çalışma Sistemi	10
2 KAYNAK ARAŞTIRMALARI	15
2.1 TEKNOLOJİ YÖNETİMİ.....	15
2.2 İNŞAAT İŞ KOLUNUN TANIMI VE KAPSAMI.....	16
2.3 İNŞAAT İŞ KOLUNDA TKY VE İŞ SÜREÇLERİ.....	17
2.4 İNŞAAT PROJELERİNİN MALİYETLERİ	20
2.5 TÜRKİYE’DE İŞ MAKİNELERİNİN GENEL DURUMU.....	21
2.6 İŞ MAKİNELERİ İÇİN MALİYET ANALİZİ YAKLAŞIMLARI	25
2.6.1 Amortisman ve Ekonomik Ömür	25
2.6.2 İş Makinelerinin Yararlı Kullanma ve Yenilenme Zamanı	26
2.7 İŞ MAKİNELERİ SEÇİM TEKNİKLERİ	27
2.7.1 Klasik Yöntemler	28

2.7.2 Yöneylem Araştırması Teknikleri.....	28
2.7.3 Yapay Zekâ Teknikleri	29
2.8 EKONOMİK YENİLEME TEORİLERİ	31
2.8.1 En Düşük Maliyet Teorisi	32
2.8.2 En Yüksek Kâr Teorisi.....	33
2.8.3 Onarım Sınırı Teorisi	34
2.9 İŞ MAKİNELERİNİN EKONOMİK ÖMÜRLERİ	35
2.9.1 Dozer İş Makinesinin Ekonomik Ömrü.....	35
2.9.2 Hidrolik Ekskavatör İş Makinesinin Ekonomik Ömrü.....	36
2.9.3 Lastik Tekerlekli Yükleyici İş Makinesinin Ekonomik Ömrü.....	38
2.10 İŞ MAKİNELERİ İÇİN UYGULANMIŞ MALİYET ANALİZİ ÇALIŞMALARI	40
2.10.1 Ekskavatör – Kamyon Yöntemi İle Maliyet Analizi.....	40
2.10.2 Sweet Spot Çizelgesi	43
2.10.3 Centrespread Sistemi ile Maliyet Hesabı.....	45
2.10.4 Aynı Özellikte Farklı Marka İş Makinelerinin Karşılaştırılması	46
3 MATERYAL ve METOT	50
3.1 MATERYAL OLARAK SEÇİLEN İŞ MAKİNELERİNİN TEKNİK ÖZELLİKLERİ.....	50
3.1.1 Dozer İş Makinesinin Teknik Özellikleri	50
3.1.2 Greyder İş Makinesinin Teknik Özellikleri	53
3.1.3 Ekskavatör İş Makinesinin Teknik Özellikleri	55
3.1.4 Lastik Tekerlekli Yükleyici İş Makinesinin Teknik Özellikleri.....	57
3.2 METOT	59
3.2.1 Yenileme Analizi Yaklaşımı.....	61
3.2.2 İş Makinelerinin Birim İş Üretimi Hesaplamaları.....	63
4 BULGULAR ve TARTIŞMASI.....	67
4.1 DOZERLE ÇALIŞMADA BİRİM İŞ MALİYETİ ANALİZİ.....	67
4.1.1 Dozerin Yıllık Eşdeğer Maliyeti	67
4.1.2 Dozer İş Üretimi Hesabı	70

4.2 GREYDERLE ÇALIŞMADA BİRİM İŞ MALİYETİ ANALİZİ	73
4.2.1 Greyderin Yıllık Eşdeğer Maliyeti	73
4.2.2 Greyder İş Üretimi Hesabı	76
4.3 EKSKAVATÖRLE ÇALIŞMADA BİRİM İŞ MALİYETİ ANALİZİ	77
4.3.1 Ekskavatörün Yıllık Eşdeğer Maliyeti	77
4.3.2 Ekskavatör İş Üretimi Hesabı	81
4.4 LASTİK TEKERLEKLİ YÜKLEYİCİ İLE ÇALIŞMADA BİRİM İŞ MALİYETİ ANALİZİ	82
4.4.1 Lastik Tekerlekli Yükleyicinin Yıllık Eşdeğer Maliyeti	82
4.4.2 Lastik Tekerlekli Yükleyici İş Üretim Hesabı	85
5 SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	88
KAYNAKLAR.....	90
ÖZGEÇMİŞ.....	93

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE	SAYFA
Çizelge 2.1. Yıllara Göre Türkiye'de Satılan İş Makinesi Sayısı	22
Çizelge 2.2. Yıllara Göre Türkiye'de İş Makinesi Satış Oranları	22
Çizelge 2.3. Tahmini Çalışır Durumdaki Çeşitli Tip İnşaat Makineleri Sayısı	24
Çizelge 2.4. Kamyon Türlerine Göre Ekskavatör-Kamyon Kombinasyonları	41
Çizelge 2.5. Ekskavatör Türlerine Göre Ekskavatör-Kamyon Kombinasyonları	42
Çizelge 2.6. Sweet Spot Örneği.....	44
Çizelge 2.7. Farklı Marka İş Makinelerinin Yıllara Göre İşletme Giderleri.....	46
Çizelge 3.1. Eski Dozer İş Makinesinin Teknik Özellikleri	50
Çizelge 3.2. Yeni Dozer İş Makinesinin Teknik Özellikleri.....	51
Çizelge 3.3. Eski Greyder İş Makinesinin Teknik Özellikleri	53
Çizelge 3.4. Yeni Greyder İş Makinesinin Teknik Özellikleri	54
Çizelge 3.5. Eski Ekskavatör İş Makinesinin Teknik Özellikleri	55
Çizelge 3.6. Yeni Ekskavatör İş Makinesi Teknik Özellikleri.....	56
Çizelge 3.7. Eski Lastik Tekerlekli Yükleyici İş Makinesinin Teknik Özellikleri	58
Çizelge 3.8. Yeni Lastik Tekerlekli Yükleyici İş Makinesinin Teknik Özellikleri....	59
Çizelge 4.1. Dozerlerin Maliyet Değerleri	68
Çizelge 4.2. Dozerlerin İş Üretim Değerleri	70
Çizelge 4.3. Greyderlerin Maliyet Değerleri.....	74
Çizelge 4.4. Greyderlerin Üretim Değerleri.....	76
Çizelge 4.5. Ekskavatörlerin Maliyet Değerleri	79
Çizelge 4.6. Lastik Tekerlekli Yükleyicilerin Maliyet Değerleri.....	83
Çizelge 4.7. Lastik Tekerlekli Yükleyicilerin Üretim Değerleri.....	85
Çizelge 5.1. İş Makinelerinin Yıllık Eşdeğer Maliyet ve Birim İş Üretim Hesabı Sonuçları	88

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL	SAYFA
Şekil 1.1. Dozerin Ana Parçaları	3
Şekil 1.2. Buldozer Bıçak Konumu	4
Şekil 1.3. Tiltadozer Bıçak Konumu	4
Şekil 1.4. Arazi Düzeltme İşinde Çalışan Greyder.....	5
Şekil 1.5. Ekskavatörün Ana Parçaları	6
Şekil 1.6. Lastik Tekerlekli Yükleyicinin Ana Parçaları	8
Şekil 1.7. Dozerle Temel Kazısı.....	11
Şekil 1.8. Dozerle Yamaçta Temel Kazısı	11
Şekil 1.9. Ekskavatörle Temel Kazısı	12
Şekil 1.10. Kazı-Nakliye Düzeneği	12
Şekil 1.11. Drenaj Kanalı Kazısı	13
Şekil 1.12. Yol Kazısı Çalışma Sistemi	14
Şekil 2.1. İnşaat Sektöründe Temel Süreçler	18
Şekil 2.2. İnşaat Sektöründe Destek Süreçleri	18
Şekil 2.3. İş Makineleri Yönetim Süreçleri.....	19
Şekil 2.4. İnşaat Projelerinin Zaman-Maliyet İlişkisi.....	20
Şekil 2.5. Yıllara Göre Genel İş Makinesi Satışları	23
Şekil 2.6. Kanada'da Yıllara Göre İnşaat Sektörünün Ekonomik Verimliliğe Etkisi.	25
Şekil 2.7. İş Makinesi Ömür Grafiği.....	26
Şekil 2.8. İş Makinesi Verim ve Gider Grafiği	27
Şekil 2.9. Tipik Bir Uzman Sistem Yapısı.....	30
Şekil 2.10. XSOME Takım Seçim Yapısı.....	31
Şekil 2.11. En Düşük Maliyet Modeli	32
Şekil 2.12. En Yüksek Kâr Modeli.....	33
Şekil 2.13. Dozer İş Makinesi ve Önemli Parçalarının Ortalama Ekonomik Ömürleri	36
Şekil 2.14. Hidrolik Ekskavatör İş Makinesi ve Önemli Parçalarının Ortalama Ekonomik Ömürleri.....	37

Şekil 2.15. Lastik Tekerlekli Yükleyici İş Makinesi ve Önemli Parçalarının Ortalama Ekonomik Ömürleri.....	39
Şekil 3.1. Eski Dozer İş Makinesi	50
Şekil 3.2. Yeni Dozer İş Makinesi.....	51
Şekil 3.3. Eski Greyder İş Makinesi	53
Şekil 3.4. Yeni Greyder İş Makinesi.....	54
Şekil 3.5. Eski Ekskavatör İş Makinesi	55
Şekil 3.6. Yeni Ekskavatör İş Makinesi.....	56
Şekil 3.7. Eski Lastik Tekerlekli Yükleyici İş Makinesi	57
Şekil 3.8. Yeni Lastik Tekerlekli Yükleyici İş Makinesi.....	58
Şekil 3.9. Eski ve Yeni Makineye İlişkin Harcama Profili	62

1 GİRİŞ

Günümüzde, her iş alanında olduğu gibi inşaat iş kolunda da çok yoğun bir rekabet ve değişim süreci yaşanmaktadır. Başarılı olmak isteyen işletmelerin değişime uyum sağlayabilmeleri, yeni teknolojiden yararlanmakla mümkün olmaktadır. Bu çalışmada, ülke ekonomisinin gelişmişlik düzeyinin bir göstergesi niteliğini taşıyan inşaat iş kolunun önemli bir girdisi olan iş makinelerinin üretime ve maliyete etkileri ele alınmıştır.

Ülkelerin ekonomik ve sosyal alanda kalkınmasını sağlamak için yapılması zorunlu olan yol, su, elektrik, baraj, köprü, iletişim ağları, endüstriyel ve evsel atıklar için alt yapı ve bütün bu alt yapı üzerine kurulacak yerleşim alanları ve bu alanlar içinde bulunan sosyal hizmet ve sanayi yapıları, ekonomik girdi sağlayacak yeraltı ve yer üstü madenlerinin işlenmesi, taşınması vb. daha birçok işlerin hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesi ancak iş makineleri ile mümkün olmaktadır. Dolayısıyla, bir ülkenin ekonomik ve sosyal yönden kalkınmışlığı, sahip olduğu iş makinelerinin sayı ve niteliğine bakılarak görülebilir. Bu bağlamda; ülkemizde ekonomik ve sosyal refahın bir türlü çağdaş düzeye erişemediğinin bir nedeni de sahip olduğumuz iş makinelerinin türü, sayısı ve kalitesindeki yetersizliktir; denebilir. İMDER (İş Makineleri Distribütör ve İmalatçıları Birliği)'e göre, Türkiye'nin sahip olduğu iş makinesi sayısının, gelişmiş ülkelerin 1/5' i kadar olması ve nitelik olarak %60'ından fazlasının ömürlerini tamamlamış olması, bu alandaki geri kalmışlığın bir göstergesidir [1].

Türk iş makineleri sanayinde firmaların çoğu küçük ve orta ölçekli olup, 50'si küçük ve orta ölçekli olmak üzere 60 üretici ve 115 ithalatçı firma faaliyet göstermektedir. Türkiye pazarının %95'ine 20 firma hâkimdir. Yaklaşık 60 işletme arasında büyük üretim kapasitesine sahip 10 firma, AB ülkelerindeki yenilikleri, atılımları, tür ve modelleri izleyerek ileri teknoloji ve donanımla AR-GE faaliyetlerine ağırlık vererek imalatı oluşturmaktadır. Sektörde yaklaşık olarak 12.500 kişi doğrudan istihdam edilmektedir. Marmara ve Orta Anadolu bölgelerinde üretim faaliyeti yoğunluk göstermektedir. İstanbul, Konya ve Ankara'yı, iş makineleri ve yedek parçaları üretiminin yapıldığı başlıca iller olarak değerlendirmek

mümkündür. DİE araştırma sonuçlarına göre ülkemizde kayıtlı yaklaşık 150 bin iş makinesi bulunmaktadır [2].

300 milyar USD olan GSMH'nin %72'si sanayi, ticaret ve ulaştırma iş kollarından oluşmaktadır. 270 kalem mal ve hizmeti tetikleyen inşaat iş kolunun GSYİH içindeki payı 2004 yılında %3,7 olarak gerçekleşmiştir. Yatırımlar %23 ile 2004 yılının tamamında önemli bir pay alırken, 2004 yılının ilk çeyreğindeki artış %56, 2005 yılının ilk çeyreğindeki artış ise %6,9 olarak gerçekleşmiştir. Artış hızındaki yavaşlama dikkat çekicidir [3].

Türkiye'de, özellikle 1980'li yıllardan beri uygulanan ekonomik ve siyasal politikalar sonucu, gelişmiş ve ileri teknoloji kullanan ülkelerin ihtiyaç fazlası ve eski makinelerinin devletin de teşvik etmesi sonucu ithal edilmesiyle Türkiye'deki birçok makine parkı, iş makineleri hurdalığına dönüşmüştür. Birçok kamu ve özel işletmenin makine parkı ekonomik ömrünü doldurmuş, işletme giderleri yüksek, verimli çalıştırılmayan ve atıl vaziyette bekleyen iş makineleri ile doludur [4].

Ülkemizde kamu ya da çoğu özel işletme, maliyeti arttırmamak amacıyla, eski iş makinelerini elde tutma ve ikinci el iş makineleri satın alma eğilimindedir. Ancak bu seçim çoğu zaman, işletmeleri daha fazla zarara uğratmaktadır. Birçok işletme, halen kullandıkları iş makineleri için maliyet analizi yapamamakta ve makineleri elde tutma ya da yenilenme kararı alamamaktadır.

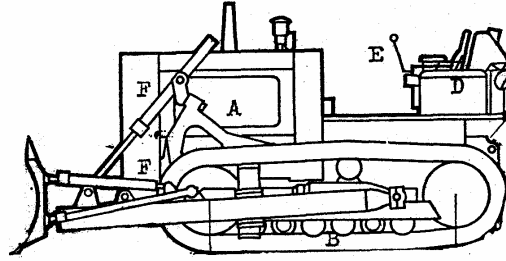
İnşaat işletmelerinin makine parkındaki her makinenin çalışmasının ve işletme giderlerinin tam ve doğru tespiti, aynı cins aynı marka veya aynı cins farklı marka makinelerin birbirleri ile karşılaştırılması ile mümkündür. Bu çalışmada, dekapaj işi yapan bir inşaat şantiyesinin makine parkındaki halen kullanılan bazı iş makineleri seçilerek, aynı cins yeni iş makineleri ile karşılaştırılmıştır. Makinelerin maliyet analizleri yapılarak, kullanılmaya devam edilmesi ya da yenilenmesi gerektiği ile ilgili öneriler sunulmuştur. Bu çalışmanın amacı; en uygun makine parkını oluşturabilmek ve iş makinelerinden en yüksek düzeyde kâr sağlayabilmek için, işletmelere bir kaynak sağlamaktır.

1.1 İŞ MAKİNELERİ VE GENEL ÖZELLİKLERİ

1.1.1 Dozer İş Makinesi

Dozer, zemin seviyesindeki her tür malzemeyi kazma, sökme, yığma, serme ve düzeltme ile başka bir makineyi itme gibi işleri yapan paletli ve lastik tekerlekli iş makinesidir. Ulaşım hizmetleri için yol yapım çalışmalarında, enerji ve sulama alanlarında, baraj ve gölet yapımında, hidroelektrik ve termik santrallerin kurulmasında ve işletilmesinde, sanayi tesisleri, fabrika ve büyük yerleşim merkezlerinin kurulmasında, temel kazı altyapı çalışmalarında, madencilik işletmelerinde kullanılırlar [5].

Dozer, dizel olarak çalışan motor, palet veya lastik tekerlekler, özel kollarıyla ana şasiye bağlı bıçak (kalkan), kumanda yeri, kumanda kolları, hidrolik kaldırma kolları veya kaldırma halatlarından oluşmaktadır. Şekil 1.1’de dozerin ana parçaları görülmektedir.

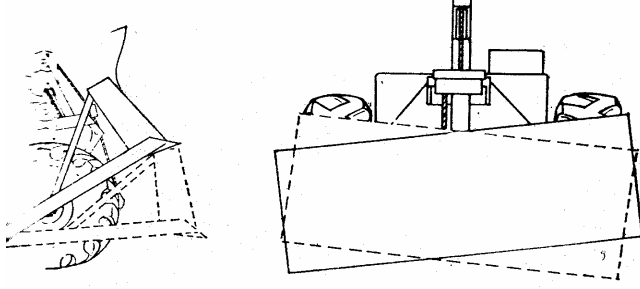


- | | |
|----------|------------------------------|
| A. Motor | D. Kumanda yeri |
| B. Palet | E. Kumanda kolları |
| C. Bıçak | F. Hidrolik kaldırma kolları |

Şekil 1.1. Dozerin Ana Parçaları

Paletli dozerler özellikle hareketli zeminlerde, yumuşak ve ıslak ortamlarda tutunma kabiliyetlerinden dolayı, yüksek performans gösterirler. Dozerler, bıçakların çalışma durumuna göre “Bulldozer, Angledozer ve Tiltadozer” diye adlandırılır.

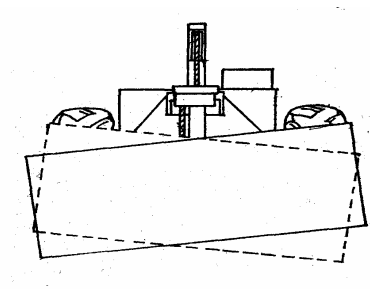
Bulldozerde bıçak, makinenin yatay eksenine paralel ve makine gövdesine oldukça yakın bağlanmıştır. Bu özelliğinden dolayı, sert zeminlerin kazı işlerinde oldukça dengeli bir şekilde çalışır. Şekil 1.2’de Buldozerin bıçak durumları görülmektedir.



Şekil 1.2. Buldozer Bıçak Konumu

Buldozer bıçakları, kaldırma kolları yardımı ile dozerin oturduğu zeminden (dozer tip ve büyüklüğüne göre) 30 cm - 50 cm kadar aşağı inebilir, 60 cm - 100 cm kadar da yukarı kalkabilir. Bazı buldozer tiplerinde ise kalkanlar az da olsa sağa veya sola dönebildiği gibi, öne ve arkaya da yatabilmektedir [6].

Tiltidozer bıçakları, makinenin yatay eksenine farklı açısal konumlarda bulunur. Bıçağın bir ucu, diğer ucuna göre yatayla 10°’lik bir açı yapacak şekilde kaldırılabilir. Bu özelliğinden dolayı, Tiltidozerler, Buldozerlerin yaptığı işlere ek olarak, hendek açma ve yamaç kazılarında da kullanılmaktadır. Şekil 1.3’te Tiltidozer bıçağının hareket durumları görülmektedir.



Şekil 1.3. Tiltidozer Bıçak Konumu

Angledozer bıçakları, Buldozer ve Tiltadozer bıçaklarının konumuna getirilebildiği gibi, sağa veya sola doğru da 30° kadar döndürülebilmektedir. Angledozerlerin bıçak hacmi, Buldozerlerin bıçak hacminden daha büyüktür. Bu dozerler yamaç kazıları, hendek açma gibi işlerde kullanılabildiği gibi, iterek 90 m'ye kadar kazılan malzemenin taşınması ve serilmesinde de kullanılabilmektedir.

1.1.2 Greyder İş Makinesi

Greyder genel olarak yol yapımı ve bakımı, kanal açma ve arazi düzeltme gibi işlerde kullanılır. Asıl görevleri olmamakla beraber hafif işlerde kazı makinesi olarak da değerlendirilebilir. Kazı işlerinde diğer takımlara oranla daha hızlı çalışır. Genellikle 2. ve 3. viteste seyrederek. Şekil 1.4'te arazi düzeltme işi yapan bir greyder görülmektedir [9].



Şekil 1.4. Arazi Düzeltme İşinde Çalışan Greyder

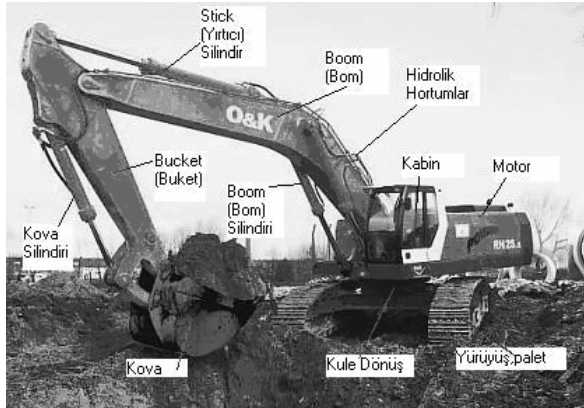
Greyderler yaptıkları işlere göre çeşitlilik göstermektedir, ancak genellikle ana parçaları aynıdır. Operatör kabini, tekerlekler, bıçak, dairesel dişli eleman ve taraktan oluşmaktadır. Greyder bıçakları, greyderlerin yapacağı işlerin özelliğine göre çeşitli biçim ve büyüklüktedir. Kesme işlemini dozerlerde olduğu gibi kalkanın alt kenarına civatalarla bağlanan bıçaklar yapmaktadır. Bu bıçaklar üç parçadan oluşmakta ve gerektiğinde değiştirilebilmektedir. Greyder bıçakları, dişli dairesel bir mekanizma yardımıyla sağa ve sola dönebildiği gibi, iş durumuna göre bir miktar öne ve arkaya

yatırılabilir. Ayrıca bıçak, kendi uzunluğunun 2/3'ü kadar sağa ve sola doğru çıkarılabilmektedir [6].

1.1.3 Ekskavatör İş Makinesi

Ekskavatörler, kazı işlerinde en yaygın kullanılan iş makineleridir. Genel olarak yapı temelleri, hendek kazıları, hareket sahası kısıtlı yerlerde doğrudan kazıp yükleme gereken kazılarda, drenaj ve sulama kanalları kazılarında, hassas kazı ve kırma işlerinde, tünellerde kullanılır. Hareket yeteneğinin çok yüksek olması nedeniyle kazı ve yüklemeyi aynı anda yapabilmektedir. Yapılacak kazının amacına göre ekskavatörün büyüklüğü değişmekte; motor gücü ise, kova hacmi ve kazabileceği kazı derinliği ile orantılı olarak artmaktadır.

Çalışma sistemlerine göre temelde mekanik ve hidrolik olarak iki gruba ayrılırlar. İşin amacına göre lastik tekerlekli veya paletli; işin cinsine göre de özel ataşmanlı olabilir. Kova yerine, kırma, yıkım, endüstriyel amaçlar için özel takımlara sahip olabilir. Motor gücü, bir aktarma organı vasıtasıyla hidrolik pompaya iletilmekte; hidrolik pompa, tanktan aldığı hidrolik yağı çok yüksek basınçla pompalamaktadır. Kumanda valfleri yağı yönlendirerek, komutlara göre kova, bom, yürüyüş hareketine dönüşmektedir. Hareketin kaynağı yüksek basınçlı yağdır. Şekil 1.5'te ekskavatörün ana parçaları görülmektedir [7].



Şekil 1.5. Ekskavatörün Ana Parçaları

1.1.4 Lastik Tekerlekli Yükleyci İş Makinesi

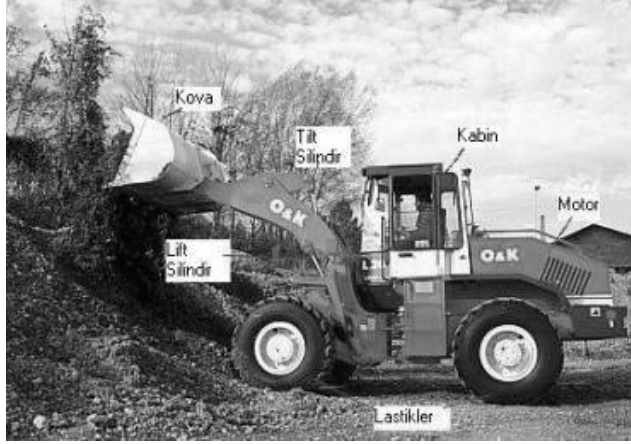
Lastik tekerlekli yükleyici, diğer adıyla yükleyici iş makinesi, nakledilecek bir kazı malzemesinin seri bir biçimde taşıtlara yüklenmesini sağlamaktadır. İşin amacına göre paletli veya lastik tekerlekli olabilir. Büyüklüğü, yükleme yapacağı taşıta ve onun taşıma kapasitesine göre farklılık göstermektedir.

Lastik tekerlekli yükleyici, genel olarak kazılmış bir kazı yığınını yüklemek için kullanılır. Bir ekskavatöre göre daha seri yükleme yapar; ancak, ekskavatör gibi kazı yeteneği yoktur. Doğrudan kazıp yükleme işlemini yumuşak toprak zeminde yapabilmesine rağmen, sert toprak ya da kayalık zeminde doğrudan kazı yapamaz. Bir dozer veya patlayıcı ile parçalanıp çıkarılmış malzemeyi alıp yükleyebilir.

Lastik tekerlekli yükleyici, depo edilmiş, kazılıp yana konmuş veya kamyonla getirilip boşaltılmış malzemenin serilmesi veya bir yere doldurulması amacıyla da kullanılır. Ayrıca, kum ve taş ocakları ve beton santralleri gibi üretim merkezlerinde nakliye için çok kısa olan mesafelerde malzemelerin aktarılması, santral ve siloların arkasında besleyici makine olarak kullanılırlar.

Operatör kabininde, motor, tekerlek, kova hareketini kumanda edebilmek için direksiyon, pedal ve levyeler bulunmaktadır. Burada hidrolik pompa motorla birlikte sürekli çalışır durumdadır ve yağ sürekli dolaşım halindedir. Levye ile valfler (yağ yönlendiriciler) kumanda edilir. Hidrolik sistemde dönen yüksek basınçlı yağ, yönlendirici valfler ile silindirlerin hareket etmesini sağlar.

Lastik tekerlekli yükleyici, yürüyüş ve manevra hareketini aktarma organları vasıtasıyla direkt motordan alır, kazı ve yükleme işlerini de hidrolik pompa aracı ile yapar. Hidrolik pompa motordan aldığı güçle çalışır. Şekil 1.6'da Lastik tekerlekli yükleyicinin ana parçaları görülmektedir [8].



Şekil 1.6. Lastik Tekerlekli Yükleyicinin Ana Parçaları

1.2 İŞ MAKİNELERİ İLE DEKAPAJ ÇALIŞMASI

İş makineleri içinde en yaygın kullanılanları kazı takımlarıdır. Çünkü türü ne olursa olsun her projede küçük ya da büyük mutlaka bir kazı işi vardır. İngilizcede “earthmoving” ve “excavating” kelimeleri ile ifade edilen kazı, genel anlamda toprak hareketini tanımlamaktadır. Bu işlem yapılırken, doğal halindeki toprak önce yerinden alınarak nakledilmekte ve daha sonra düzeltilerek sıkıştırılmaktadır. Bu işleri yapmak için kullanılan takımlara kazı takımları denmektedir. Bir proje için yeni makine parkı oluşturulurken, aşağıdaki niceliklerin önceden değerlendirilmesi doğru seçim yapmak için önemlidir [9]:

1. Malzeme ile ilgili belirlemeler:

- Hareket ettirilecek malzeme miktarı
- Aşındırıcılık (aşırı, normal, etkisiz)
- Yoğunluk (yaş veya kuru)
- Kabarma ve büzülme etkileri
- Malzeme özgül ağırlığı (yerinde/kabarmış)

2. Programla ilgili belirlemeler:

- İşin bitirilme süresi

- Çalışma günleri sayısı
- Haftalık çalışma saati
- Tek/çift vardiya
- Araçlardan yararlanma
- Yasal ve fiziksel sınırlamalar

3. Şantiye koşulları:

- Yükseklik
- Sıcaklık (maksimum/minimum)
- Yıllık yağmur miktarı
- Toz (aşırı/hafif)
- Arazi testleri
- Malzeme yükleme şartları
- Nakliye yolu uzunluğu
- Eğimler (uzunluk, açılar, yüzde, olumlu/olumsuz)
- Viraj açıları ve sayısı
- Tahmini yuvarlama direnci
- Gidiş dönüş yolları
- Tahmini ortalama nakliye hızı
- Makinelere ait çevrim süreleri
- Lastik değerleri (ton-km/saat)

4. Üretim:

- İstenen haftalık üretim miktarı (proje süresince ortalama)

5. Maliyet tahmin çalışmaları:

- Makinelerin satın alma fiyatları (tüm vergiler dahil)
- Sigorta, fon, vs.
- Amortisman
- Operatör ücretleri
- Yakıt ve yağ giderleri
- Tahmini bakım maliyeti (lastikler dâhil)
- Tahmini yedek parça maliyeti

6. Kullanılacak takımlar:

- Ana takımlar (kazma, yükleme, nakletme)
- Tamamlayıcı takımlar (arazi düzenleme ve temizlik için)
- Delme ve patlatma takımları
- Nakliye yolu bakım makineleri
- Arazide tesisat varsa, nakledilmesi için gereken takımlar, vinç vb.

1.2.1 Dekapaj Çalışması

Dekapaj; açık işletme projesine göre, maden yatağının üzerindeki örtü tabakasının delinip patlatılarak gevşetilmesi, kazılması, yüklenmesi, taşınması, toprak harmanına dökülmesi, serilmesi, harman sahasının düzeltilmesi, toprak harmanı ve kademe yollarının yapımı ve bakımı gibi çeşitli çalışmaları kapsayan işlemlerin tümüdür.

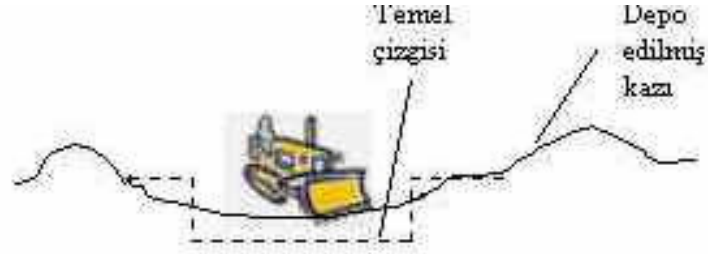
Dekapaj faaliyetlerinde, maden damarının üzerindeki örtü tabakası uygun nitelikte patlayıcı madde ile patlatılarak gevşetilmekte ve daha sonra ekskavatörlerle kazılarak kamyonlara yüklenmekte ve bu kamyonlar vasıtasıyla taşınarak toprak harmanlarına dökülmektedir [10].

Dekapaj işlerinde çalıştırılan iş makineleri, diğer inşaat işlerindeki gibi daha fazla yıpranmaya maruz kalmaktadır. Bu nedenle, çalışmanın amacına daha uygun olmasından dolayı, bir dekapaj şantiyesinin makine parkından seçilen iş makineleri için analizler yapılmıştır.

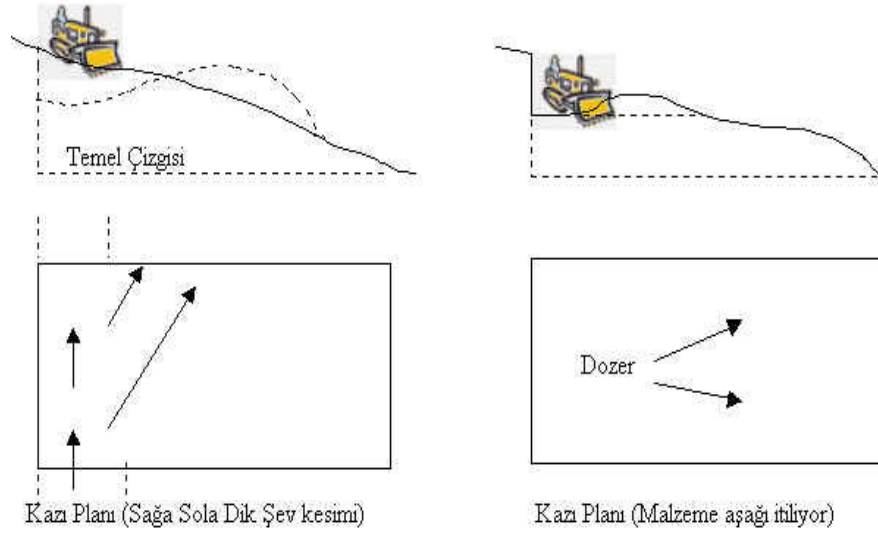
1.2.2 İş Makineleri İle Kazı Çalışma Sistemi

Dekapaj işi genel olarak kazı işlerinin tümünü kapsamaktadır. Kazıda kullanılan iş makinelerinin kapasite, tip ve sayıları, ihtiyaca göre farklılık göstermektedir. İş makineleri görevlerine göre aşağıdaki gibi örneklendirilmiştir.

Şekil 1.7 ve Şekil 1.8’de dozer iş makinesinin kazı işlerindeki çalışma sistemi görülmektedir.

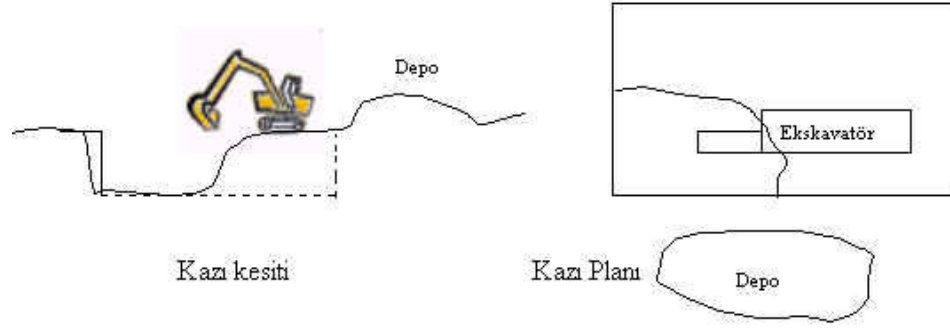


Şekil 1.7. Dozerle Temel Kazısı



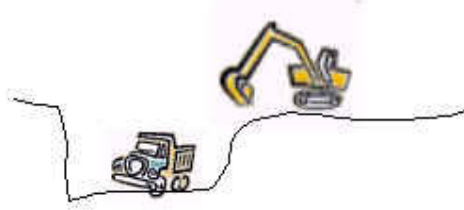
Şekil 1.8. Dozerle Yamaçta Temel Kazısı

Temel kazısı, kazının depolama imkânı olmayan yerlerde, nakliye edilerek yapılmaktadır. Yükleme; kazılmış zemin ve yer durumuna göre yapılmaktadır. Kazılmış temel sağlam ise, kamyonlar rampa ile iner ve iş makinesi doğrudan yükleme yapar. Kamyonun inemediği durumlarda, yükleme ekskavatör tarafından gerçekleştirilir. Şekil 1.9'da ekskavatör iş makinesinin kazı işlerindeki çalışma sistemi görülmektedir.



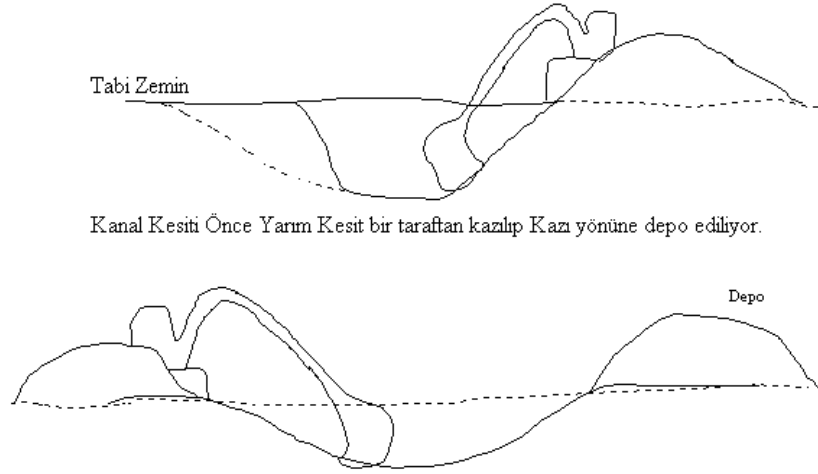
Şekil 1.9. Ekskavatörle Temel Kazısı

Kazı-Nakliye düzeneği, işin çalışma yer ve koşullarına bağlıdır. Şekil 1.10'da bu düzenek görülmektedir.



Şekil 1.10. Kazı-Nakliye Düzeneği

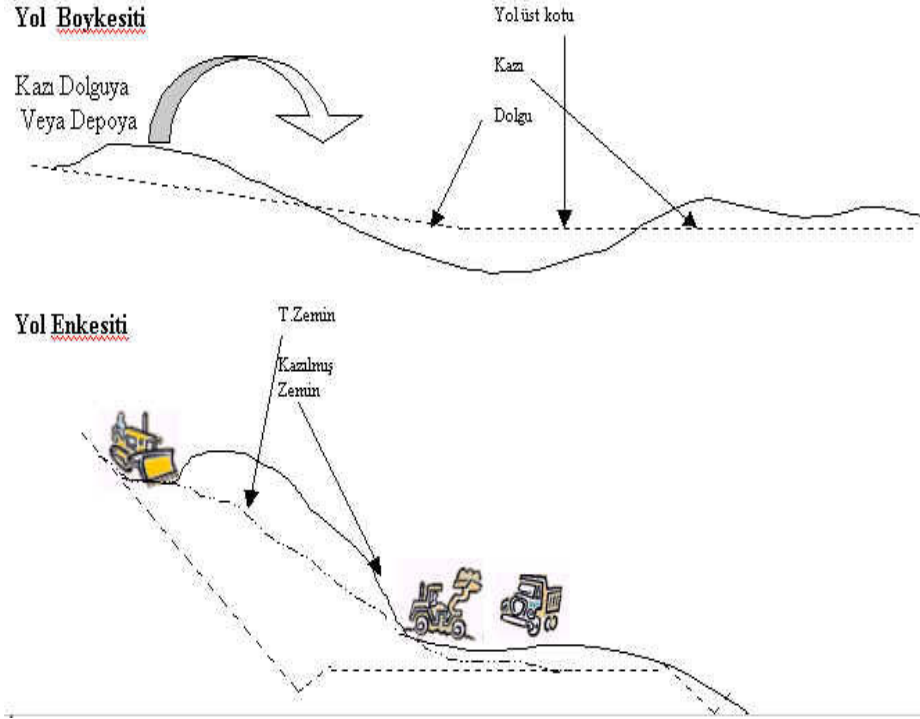
Ekskavatörle kanal kazısında her iki yana konan toprak, depo olarak adlandırılır. Eğer açılacak kanal kesiti ekskavatörün tek hareketle hem sağa hem de sola depo edebileceği kadar küçük ise, kanal kesiti ortasında durarak kazı ve depolama işlemini yapmaktadır. Şekil 1.11'de Drenaj kanalı kazısı gösterilmektedir.



Şekil 1.11. Drenaj Kanalı Kazısı

Yol inşaatında kazı işleri birkaç şekilde olmaktadır. Yolun, kazıda bulunan bölümü doğrudan kazılır ve depoya ya da yolun dolgu bölümüne taşınarak serilir. Yeterli kazı malzemesi olmadığında, bir malzeme ocağından kazı yapılarak dolguya getirilir [11].

Büyük kazılar, dozer iş makinesinin yüksek kazı ve itme gücü sayesinde verimli bir şekilde yapılmaktadır. Ayrıca dozer, ilk durumda yol ve çalışma platformunu sağlar. Kazılmış malzeme yükleyici veya ekskavatör ile kamyonu yüklenir. Serme işlemi yine bir dozer yardımıyla yapılır. Şekil 1.12’de yol kazısı çalışma sistemi görülmektedir.



Şekil 1.12. Yol Kazısı Çalışma Sistemi

2 KAYNAK ARAŞTIRMALARI

Konuyla doğrudan ve yakın ilgisi olan kaynaklar, aşağıdaki gibi gruplandırılarak gözden geçirilmiştir.

2.1 TEKNOLOJİ YÖNETİMİ

Teknolojik değişimin gerçekleşebilmesi için yeni teknolojilerin benimsenerek kullanılması; yeni teknolojilerin etkin ve verimli biçimde kullanılması için ise, yeni teknolojinin maliyetinin ve sağlayacağı yararların bilinmesi gerekmektedir.

Yeni teknolojilerle ilgili teknolojinin satın alınması, kurulması, bakımıyla ilgili maliyetlerin yanı sıra, malzeme taşıma, işlem maliyetlerini (işgücü, enerji, malzeme) ve genel giderlerden oluşan maliyetlerin hesaplanarak bilinmesi gerekir. Yeni teknoloji, kapasite artışı, ürünün kalite ve güvenilirliğinin artması, ürün özelliklerinin iyileşmesi, firelerin azalması, yeniden işleme maliyetlerinin düşmesi, esneklik, üretim sürelerinin kısalması, enerji tasarrufu gibi yararlar sağlayabilir [12].

İş makineleri sektörünün önemli sorunları arasında kendi teknolojimizi geliştirme güçlüğü başta gelmektedir. Diğer önemli bir sorun ise, yeni ürün geliştirme faaliyetlerinin en önemli ayağını oluşturan donanımlı mühendis eksikliğidir. KOBİ'lerin (küçük, orta ve büyük işletmeler) önemli bir bölümünün mühendis ve uzman eleman çalıştırmadığı, üretilen makinelerin teknik resim projelerinin yetersizliği ve ileri teknoloji, kalite ve standartlara uyum sağlanmadığı dikkati çekmektedir [2].

İnşaat sektörü için tüm kurumlarda etkin teknoloji yönetimi en büyük gerekliliktir. Çünkü etkin teknoloji yönetimi:

- Küreselleşen ekonomide kurumun rekabet dezavantajı yaşanmasını önler,
- Finansal ve zaman kayıpları yaşamamasını önler,
- İşlerin daha etkin, az maliyetle ve çabuk yapmasını sağlar [13].

2.2 İNŞAAT İŞ KOLUNUN TANIMI VE KAPSAMI

İşkolları, ülke ekonomisinde ulusun çeşitli mal ve hizmet gereksinimlerini karşılayan ana birimlerdir. Tarım iş kolu tarımsal ürünleri, eğitim iş kolu eğitim hizmetlerini, inşaat iş kolu da ülkenin gereksinimi olan inşaatı sağlarken, bunu fiilen gerçekleştiren inşaat iş kolu yanında, kamusal yönetim ve denetim mekanizmalarını, finansal vb. kuruluşlarını da içermektedir. İnşaat iş kolu, pek çok ülkede olduğu gibi Türk ekonomisi için de, çok sayıda çalışanı ve işgücü potansiyeli ile önemli iş kollarından biri durumundadır. Bu iş kolunun ayrıca, 200'den fazla alt iş kolu da mevcuttur.

Hemen hemen tüm üretimi yatırım malı sayılan inşaat iş kolu, başta konut olmak üzere; okul, fabrika, hastane gibi her türlü bina inşaatını; yol, köprü, baraj yapımından, doğalgaz boru hattı döşenmesine kadar her türlü altyapı faaliyetini; elektrik işleri, sıhhi tesisat, ısıtma, havalandırma gibi her türlü donanım işlerini kapsayan geniş bir yelpazeye sahiptir [14].

Dünyada ekonomileri duraklamaya giren birçok ülke öncelikle inşaat sektörünü canlandırarak ekonomilerinin güçlenmelerini sağlamışlardır. Bunun en çarpıcı örneği İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra yanmış yıkılmış Almanya'nın inşaat sektörüne öncelik vermek suretiyle ekonomisini güçlendirmiş olmasıdır [15].

Ülkelerin ekonomisinin gelişim düzeyini ortaya koyan göstergelerden biri iş makineleri sektörüdür. Çünkü insanın doğaya hâkim olmasını sağlayan sektördür. Dolayısıyla bir ülkenin kalkınmışlığı, sahip olduğu iş makinelerinin sayı ve niteliğine bakılarak görülmektedir. Türk ekonomisinin lokomotif sektörü olarak görülen inşaat sektörünün yüzde 30'unu iş makineleri sektörü oluşturmaktadır. İş makineleri sektörü, Türkiye'de yaklaşık 120 firma, 12.500 civarı doğrudan çalışan, 1,6 milyar dolara yakın yatırım, yedek parça, makine satışları ve yatırımlar ile birlikte yıllık ortalama 2,5 milyar dolarlık bir pazar oluşturmaktadır [16].

İnşaat iş kolunda gelişimi sağlayabilmek için, öncelikle işletmelerin en önemli kaynağı olan makine parkında iyileştirme yapmak gerekmektedir. Bu da, en verimli ve kar sağlayacak iş makinelerinin sağlanmasıyla mümkündür.

2.3 İNŞAAT İŞ KOLUNDA TKY VE İŞ SÜREÇLERİ

Küreselleşen dünya pazarlarında artan yoğun rekabet şartları, firmaların önüne hayatta kalabilmek için gerekli en temel ölçütü çıkarmıştır: Müşteri tatmini. Bu ölçütte başarılı olmak için müşterilere istedikleri kalitede ürün ve hizmeti daha ucuza ve daha kısa sürede ulaştırmak gerekmektedir.

İnşaat sektöründe TKY (Toplam Kalite Yönetimi) proje ve firma düzeyinde uygulanabilmektedir. Proje düzeyi inşaat sektörüne özgü bir kavramdır. Ancak inşaat sektöründe firmanın aynı anda yürüttüğü birden fazla proje söz konusudur ve firma düzeyinde bakıldığında, diğer sektörlerde de ortaya çıkan belli özellikler bulunmaktadır [17].

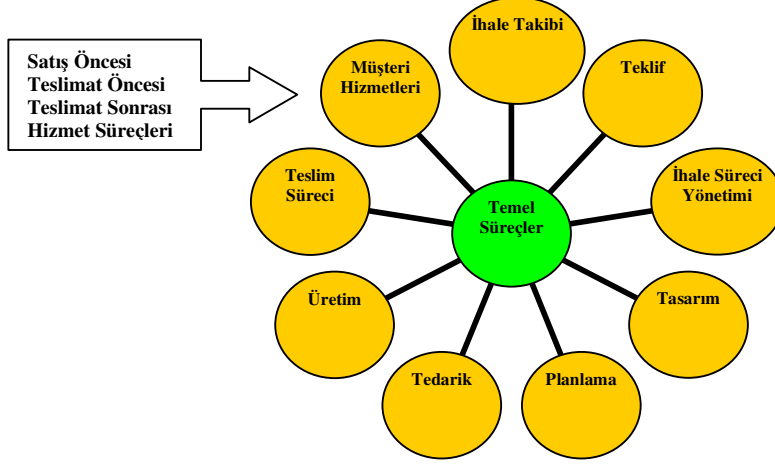
TKY kapsamında yönetimin iki fonksiyonu vardır:

1. Mevcut üretim sürecinde kullanılan yöntemleri geliştirmek,
2. Üretim sürecinde en son teknolojik yenilikleri kullanmak.

Kalitenin sürekli artışı üretim sürecinde kullanılan yöntemlerin kontrolü ile sağlanabilir. Üretim sürecini geliştirmek ve böylece hatalardan kurtulmak inşaat sonrasında bulunacak hataların giderilmesinden daha ucuza mal olacaktır.

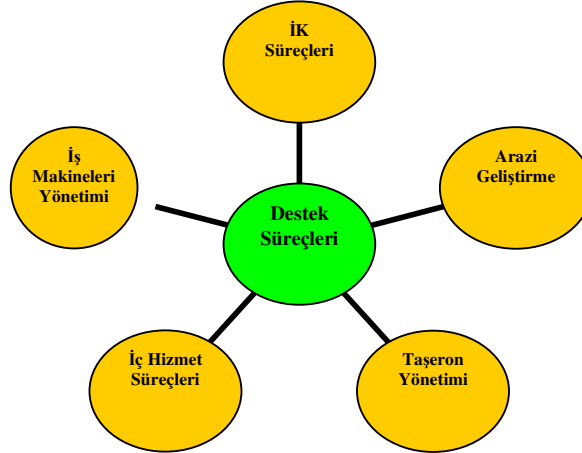
TKY kapsamında yönetimin ikinci fonksiyonu teknolojide ve yönetim tekniklerindeki gelişmeleri desteklemektir. Yeniliklerle inşaat performansında büyük sıçramalar yapılabilir. İnşaat endüstrisi her zaman üretim sürecinin geliştirilmesi ile ilgilenmiştir. Bu konuda itici güç maliyetin azaltılması olmuştur. TKY felsefesini uygulamak inşaat kalitesini arttırdığı gibi maliyeti de düşürebilir [18].

İnşaat projesi, birden fazla süreci kapsayan, başlangıç ve bitimi belli olan bir olgudur. Projeler tekrarı olmayan, girdileri (bilgi, finansman, malzeme, işgücü, makine) ve çıktıları (yapı) birbirinden farklı olan süreçlerdir. Şekil 2.1'de inşaat sektörünün temel süreçleri görülmektedir [19].



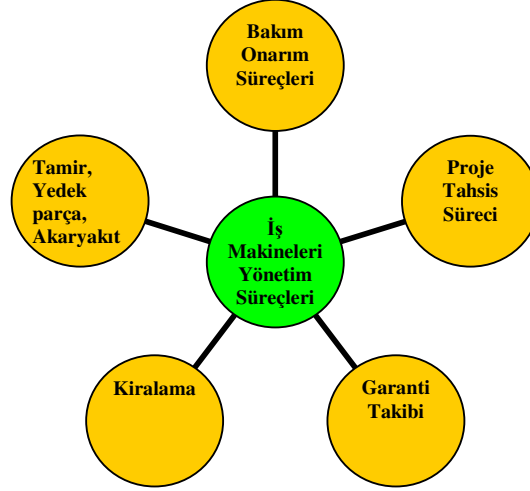
Şekil 2.1. İnşaat Sektöründe Temel Süreçler

Süreçleri sınıflandırmak bir kuruluşa, hangi süreçlere öncelikle eğileceği, kaynak ayıracağı gibi konularda yardımcı olabilir. Süreçleri temel süreçler ve destek süreçler olarak sınıflandırabiliriz. Temel süreçlerin nihai müşterisi, dış müşteridir. Müşterileri iç müşteri olan destek süreçler ise temel süreçlere destek olurlar ve onlara hizmet ederler. Ancak bu, destek süreçlerinin daha az önemli olduğu anlamına gelmemektedir. Şekil 2.2’de inşaat sektöründe destek süreçleri görülmektedir [20].



Şekil 2.2. İnşaat Sektöründe Destek Süreçleri

İş makineleri yönetim süreçleri destek süreçlerinin en önemli süreçlerini kapsamaktadır. Çünkü bu süreçler, inşaat projelerinin en büyük maliyetlerini oluşturmaktadır. Şekil 2.3'te iş makineleri yönetim süreçleri görülmektedir.



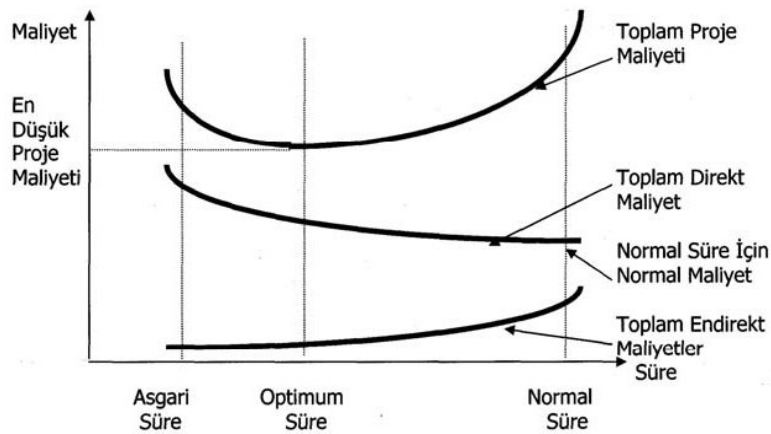
Şekil 2.3. İş Makineleri Yönetim Süreçleri

Güner ve Giritli [18]'nin inşaat sektöründe TKY uygulamaları çalışmalarında örneklemin oluşması için, Türkiye'de inşaat sektöründe yer alan ve genel yüklenicilik hizmeti sunan 95 işletme Türkiye Mühendisler Birliği tarafından hazırlanan listelerden rastgele seçilmiştir. Bu 95 işletmeden 51'i kalite ile ilgili hiçbir çalışma yapmamış, 44 işletme kalite ile ilgili çalışmalara başlamış, ISO 9001 tarzı belgeler almış veya bir şekilde TKY'yi uygulamaya başlamış olan işletmelerdir. Bu 44 işletmeden 30' u araştırmaya katılmıştır. Çalışma sonucuna göre; TKY'nin uygulanması durumunda, firmaların %13'ünde müşteri memnuniyetinin, pazarda işletmenin kalite imajının ve pazar payının arttığı; %8,7'sinde ürün ve servis kalitesinin, organizasyonun etkinliğinin arttığı, hatalı ürün miktarının azaldığı, insan kaynaklarının daha etkin kullanıldığı; hepsinde de verimliliğin ve işletmenin mali gücünün arttığı gözlemlenmiştir.

2.4 İNŞAAT PROJELERİNİN MALİYETLERİ

Maliyeti tanımlama metodu, belirli proje süreçleri için doğrudan ve dolaylı maliyetlerin toplanması esasına dayanır. Her sürecin toplam maliyeti dolaylı ve doğrudan maliyetlerin toplamıdır. Dolaylı maliyetler projenin yaşamı boyunca sürer. Bu nedenle proje süresindeki herhangi bir azalma, dolaylı maliyette de bir azalma anlamına gelir.

Şekil 2.4'te gösterilen Proje Maliyet-Zaman Grafiği önerilecek en yararlı alternatiflerden biridir. Daha da önemlisi böyle bir grafik yapmak, karar aşamasında dolaylı maliyetlerin göz önünde bulunmasını sağlar. Aktiviteler üzerindeki baskı çok yoğun olduğundan dolayı maliyetler genelde unutulur. Böyle bir grafik proje başlamadan önce ya da proje ilerlerken kullanılabilir. Bu grafiği proje öncesi planlaması sırasında kullanmak, şart koşulmuş bir proje tarihi henüz belirlenmediği için daha iyidir. Şart koşulmuş bir proje zamanı olduğunda bu grafiği proje planlama aşamasında kullanmak da ikinci tercihtir. Çünkü normal zaman, şart koşulan zamana uydurulmuştur ve maliyet de olasılıkla yüksektir. Proje başladıktan sonra bu grafiği oluşturmak ise en son tercihtir. Çünkü bazı alternatifler karar aşamasında çoktan saf dışı bırakılmıştır [21].



Şekil 2.4. İnşaat Projelerinin Zaman-Maliyet İlişkisi

Yüklenici inşaat firmaları kâr amacı güden organizasyonlardır. Bu nedenle, birincil amaçları, doğrudan ve dolaylı maliyetlerden oluşan toplam inşaat maliyetini mümkün olduğunca azaltmaktır. Doğrudan inşaat maliyeti; birim fiyatı oluşturan; malzeme, işçilik ve makine teçhizat maliyetinden oluşmaktadır. İnşaat sektörü ham madde, yarı mamul ve mamul girdileriyle, diğer imalat sektörlerinin de önemli bir belirleyicisidir. Bu bakımdan inşaat sektöründeki maliyet artışları, bütünüyle diğer sektörlerde ve dolayısıyla ekonominin genelinde fiyat artışlarına ve enflasyonun yükselmesine sebep olmaktadır. Politik sebeplerle enflasyonun düşük gösterilmesi gerektiği durumlarda; malzeme fiyatları piyasa fiyatlarının altında gösterilemediğinden, işçilik fiyatlarını piyasa fiyatlarında tutabilmek için, birim imalatlardaki işçilik sürelerinin arttırılması yoluna gidilmektedir [22].

Kutlu [23], PERT Tekniğini (Proje Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği) kullanarak bir hastane inşaatı projesinde karşılaşılabilecek olası problemleri tanımlayarak çözüm yolları araştırmıştır. Çalışmada, 3 katlı bir bloktan oluşan, 260 yataklı, 31.200 m²'lik bir hastane inşaat projesinin faaliyetleri tanımlanarak kritik ve kritik olmayan faaliyetler olarak sınıflandırılmıştır. Kritik faaliyetlerde meydana gelecek herhangi bir gecikme, tüm projenin aksamasına neden olabilir. A faaliyeti olarak adlandırılan zemin faaliyetlerinin tüm maliyetini makine maliyetleri oluşturmaktadır. Diğer faaliyetlerin maliyetlerini ise malzeme ve işçilik maliyetleri oluşturmaktadır. Malzeme ve işçilik faaliyetleri için zaman ve işgücü şeklinde kaynak aktarımı yapılması mümkündür. Ancak A faaliyetinin tümü makinelerle yapıldığından, bu faaliyetin işgücü gibi kaynaklarla desteklenmesi mümkün değildir.

2.5 TÜRKİYE'DE İŞ MAKİNELERİNİN GENEL DURUMU

Türkiye'nin genel yatırımlarının yaklaşık yüzde ellisini inşaat sektörü yatırımları oluşturmaktadır. Sektörün sağladığı iş imkânı, iş gücü sayısı ve ekonomide yarattığı katma değer göz önüne alındığında, Türk ekonomisinin lokomotif sektörü olarak adlandırılmaktadır. İş makineleri ise bu sektördeki firmalar için büyük öneme sahiptir. Genel inşaat, tarım, ormancılık, endüstriyel tüm alanlarda, madencilik, ağır imalat, taş/kum ve mermer işleri, katı atık gibi birçok iş kolunda

kullanılan iş makineleri, Türkiye'nin imarı ve gelişmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Tüm İnşaat sektörünün %30'unu İş Makineleri sektörü oluşturmaktadır. Çizelge 2.1'de yıllara göre Türkiye'de satılan iş makinesi sayısı görülmektedir [1].

Çizelge 2.1. Yıllara Göre Türkiye'de Satılan İş Makinesi Sayısı

Zaman Aralığı	Yıllar	Satılan Makine Adedi
5	2006-2002	29.215
5	2001-1997	17.072
5	1996-1992	15.312
5	1991-1987	8.428
5	1986-1982	5.497
10	1981-1972	5.067
10	1971-1962	2.498

Çizelge 2.1'e göre, 45 yılda toplam 83.089 iş makinesi satışı gerçekleşmiştir. Yıllara göre Türkiye'de iş makinesi satış oranları Çizelge 2.2'de görülmektedir. Veriler dikkatlice incelendiğinde Türkiye ekonomisinin genel gidişi ile birebir orantı göstermektedir.

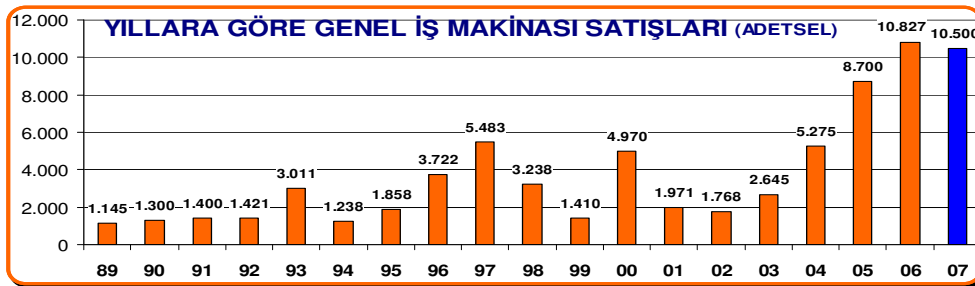
Çizelge 2.2. Yıllara Göre Türkiye'de İş Makinesi Satış Oranları

Yıllar	Genel İş Makinesi Satış Adetleri	Artışlar
1990	1.300	-
1991	1.400	8%
1992	1.421	1%
1993	3.011	112%
1994	1.238	-59%

Çizelge 2.2. (devam)

1995	1.858	50%
1996	3.722	100%
1997	5.438	47%
1998	3.238	-41%
1999	1.410	-56%
2000	4.970	252%
2001	1.971	-60%
2002	1.768	-10%
2003	2.645	50%
2004	5.275	99%
2005	8.700	65%
2006	10.827	24%

Türkiye ekonomisi son yıllarda uzun yıllardır beklemediği ve görmediği kadar hızlı ve istikrarlı bir şekilde büyümektedir. İş Makineleri sektörü de bu krizlerden en hızlı ve en çok etkilenen sektörlerin başında gelmektedir. Şekil 2.5'te yıllara göre genel iş makinesi satışları görülmektedir.



Şekil 2.5. Yıllara Göre Genel İş Makinesi Satışları

Tüm bu ekonomik göstergeler oluşan istikrar ortamı, ihracat atağı, gelişen sektörler, yeni yatırımlar, kriz ortamlarının oluşturduğu tecrübelerle bağlanabilir. Satış oranlarının önceki yıllara göre negatif olduğu yıllarda Türkiye ciddi ekonomik krizler yaşamıştır.

DİE (Devlet İstatistik Enstitüsü) 2005 araştırma sonuçlarına göre, Türkiye’de kayıtlı (çalışan+çalışmayan) yaklaşık 150 bin iş makinesi bulunmaktadır. İnşaat sektöründe faaliyet gösteren müteahhitlik firmaları, taşeronlar, endüstriyel tesisler ve maden işletmelerinin, DSİ, TPAO, BOTAŞ, TEAŞ, TEDAŞ, TSK, Karayolları gibi kuruluşların yatırımları iş makineleri parkının büyümesine, müteahhitlik hizmetlerinin gelişmesine neden olmaktadır. DİE araştırmalarına göre, önümüzdeki 10 yıllık süre içinde nüfus artışı ile ilişkili olarak konut ihtiyacının 7–7,5 milyon adedi bulacağı bu oluşumun üretime itici güç kazandıracağı, iç ve dış piyasa payını büyüteceği beklenmektedir [2].

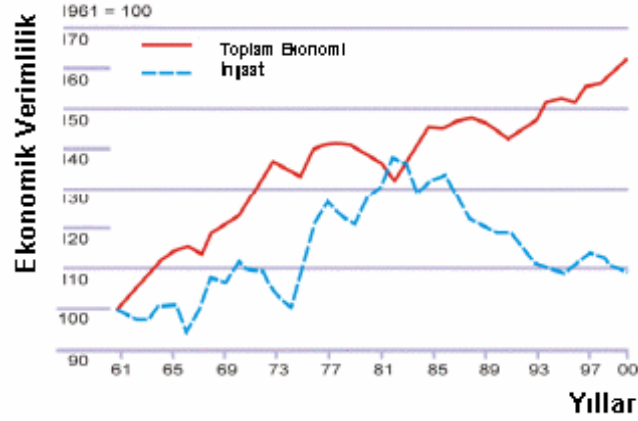
İMDER’in yaptığı çalışmalar sonucu tahmini çalışır durumdaki iş makinesi sayısı Çizelge 2.4’teki gibidir.

Çizelge 2.3. Tahmini Çalışır Durumdaki Çeşitli Tip İnşaat Makineleri Sayısı

2006	ALMANYA (7 yaşından küçük)	400.000
2006	FRANSA (7 yaşından küçük)	300.000
2006	İTALYA (7 yaşından küçük)	290.000
2006	TÜRKİYE (7 yaşından küçük)	36.156

Kanada’nın 2001 yılında 1 trilyon USD’in üzerinde olan toplam gelirine en büyük katkıyı inşaat sektörü sağlamıştır. Bir ülkenin vatandaşlarının refahı için, ülkenin altyapı sistemi, konutları, taşımacılık hizmetleri, iş olanakları, endüstrileri ve kurumlarının yapımı inşaat sektörünün sorumluluğundadır. İnşaat sektörünün verimli ve kârlı çalışması, ulusal başarının anahtarıdır. Şekil 2.6’da Kanada’da 1961–2000

yılları süresince inşaat sektörünün ekonomik verimliliğe etki grafiği görülmektedir [24].



Şekil 2.6. Kanada'da Yıllara Göre İnşaat Sektörünün Ekonomik Verimliliğe Etkisi

İnşaat sektörü ile onun alt sektörlerinin kapsamı, geleneksel yapılan sınırlı inşaat istatistiklerinden daha geniştir. Bu sektör, inşaat projeleri, altyapı sistemi (mühendislik ve mimarlık hizmetleri), inşaat malzemeleri ve makineleri üretimi, bakım-onarım, kontrol-ölçüm gibi iş sektörlerini de kapsamaktadır.

2.6 İŞ MAKİNELERİ İÇİN MALİYET ANALİZİ YAKLAŞIMLARI

2.6.1 Amortisman ve Ekonomik Ömür

Herhangi bir sermaye malının ilk değerinde, fiziksel yıpranma ve teknolojik eskime nedeniyle zamanla bir azalma oluşur. Bir malın değerindeki dereceli kayıp miktarına amortisman denir. Amortisman, bir yatırım malının ekonomik ömür sonunda yenisi ile değiştirilebilmesi için, ekonomik ömür boyunca her yıl eskime karşılığında ayrılarak biriktirilen tasarruf miktarı olarak da tanımlanmaktadır.

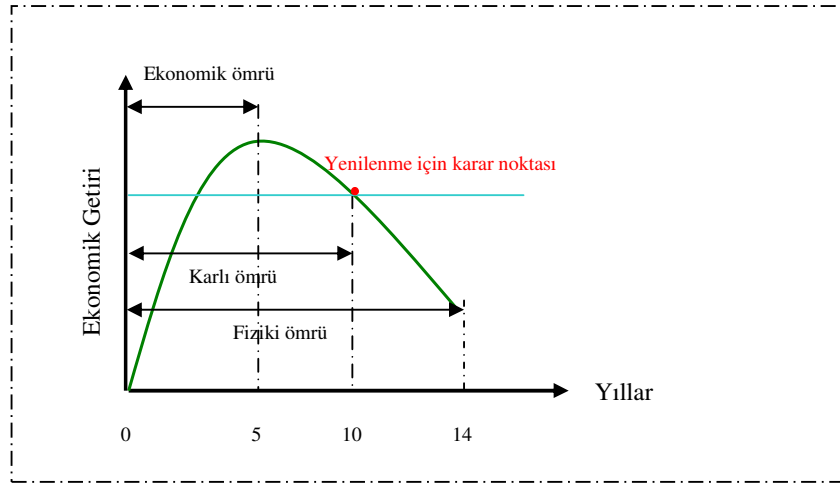
Hesaplamalarda amortisman bir harcama olarak değerlendirilir ve bu değer, malın yararlı ömrü boyunca vergi öncesi işletme gelirinden düşülür [25].

Amortisman hesaplamalarında kullanılacak en önemli verilerden birisi, amortisman hesabı yapılacak yatırımın mallarının ekonomik ömürleridir. Ekonomik ömür, bir sabit varlığın kendisine atfedilen işlevi veya hizmeti istenilen düzeyde yapabildiği zaman dilimine verilen addır [26].

2.6.2 İş Makinelerinin Yararlı Kullanma ve Yenilenme Zamanı

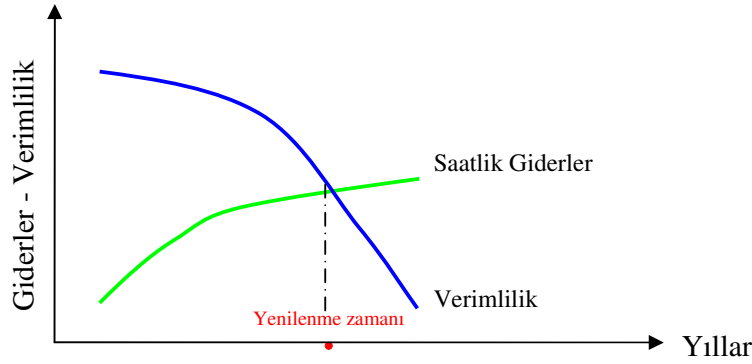
İş makinesi imal eden firmalar, imal ettikleri makinenin kullanma ve bakım kılavuzunu satın alma sırasında kullanıcıya vermektedirler. İnşaat firmaları makinelerin her birine ait sicil ve bakım kartı düzenlemeli; günlük, haftalık, aylık ve diğer dönem bakımları ile kullanma saatleri ile tamir için kullanılan yedek parçalar kaydedilmelidir. Makineler, deneyimli operatörler tarafından kullanılmalıdır.

Bütün iş makinelerinin belirli bir fiziki ve yararlı ömrü vardır. Deneyimler sonucu elde edilen Şekil 2.7'deki grafiğe göre bir iş makinesinin fiziki ömrü yaklaşık 14 yıldır.



Uygulama başladıktan sonra iş makinesi sürekli bir kâr getirmekte, 5. yılda bu kâr optimum olmakta ve daha sonra kârlı süreç 10 yıldan fazla zamana kadar sürmektedir. Bu süreden sonra iş makinesi zararlı olarak fiziki ömrü sonuna kadar çalışmaktadır. Bazı inşaat işletmeleri, bu süre sonunda iş makinelerine tamir ve bakım yatırımları yaparak yeniden kullanılmaktadırlar.

Şekil 2.8'de iş makinesi çalıştırıldığı sürece; yatırım, tamir, bakım ve boş durma gibi yıllık artan kümülatif giderlere karşılık, ilk günlerde en yüksek olan kümülatif verimlilik devamlı azalmaktadır. İlk günlerde %97 oranında olan verimlilik, fiziki ömrünün sonuna doğru yaklaştıkça %20'lere kadar düşmektedir. Bu iki eğrinin kesiştiği noktaya karşılık gelen işletme süresi, makinenin yenilenme zamanını göstermektedir [27].



Şekil 2.8. İş Makinesi Verim ve Gider Grafiği

2.7 İŞ MAKİNELERİ SEÇİM TEKNİKLERİ

İş makineleri seçiminde kullanılan en yaygın teknikler: Klasik yöntemler, Yöneylem araştırması teknikleri ve Yapay zekâ teknikleridir.

2.7.1 Klasik Yöntemler

Klasik sistemler, uygun makine seçimi için en eski yöntemdir. Bu yöntemin ana amacı, üretim kısıtlarına bağlı olarak makine seçimi yapmaktır. Klasik sistemlere örnek olarak, ekskavatör kapasitesinin belirlenmesi ve bu kapasiteye uygun kamyon seçimi verilebilir. Optimum ton başına maliyet ise her zaman işletme maliyetlerinin en aza indirgenmesi ile sağlanmaktadır.

2.7.2 Yöneylem Araştırması Teknikleri

1. Doğrusal programlama

Ekskavatörlerin çalışma noktalarının belirlenmesi, ekskavatörlere en verimli şekilde kamyon atamasının gerçekleştirilmesi, üretim kapasitesine bağlı olarak ekskavatörlere atanan kamyon sayılarının belirlenmesinde doğrusal programlama teknikleri yaygın olarak kullanılmıştır [28].

2. Simülasyon

Simülasyon modelleri, gerçek zamanlı karmaşık madencilik faaliyetlerinin analizinde kullanılmaktadır. Simülasyon çalışmalarında modellenen sistemin gerçek sistemi ne kadar temsil ettiği belirlenebilmektedir. Bu şekilde, model sistemin çalışmasından elde edilen gözlemlere göre gerçek sistemin davranışları hakkında bilgiler elde dilmektedir [28].

3. Kuyruk teorisi

Kuyruk modelleri genellikle ekskavatörlere kamyon ataması analizleri için geliştirilmektedir. Ekskavatörlere atanacak kamyon sayılarının toplam ekskavatör, toplam kamyon sisteminin maliyetini en aza indirgeyecek şekilde tespiti kuyruk

teorisi ile sağlanabilir. Takım kullanımı ve çevrim sürelerinin belirlenmesinden sonra, üretim maliyetini en az yapan kamyon sayısı belirlenir [28].

CAP: Kamyon kapasitesi (m^3)

C: birim zamanda toplam maliyet (USD/m^3)

C₁: birim zamanda ekskavatör maliyeti (USD/m^3)

C₂: birim zamanda ortalama kamyon maliyeti (USD/m^3)

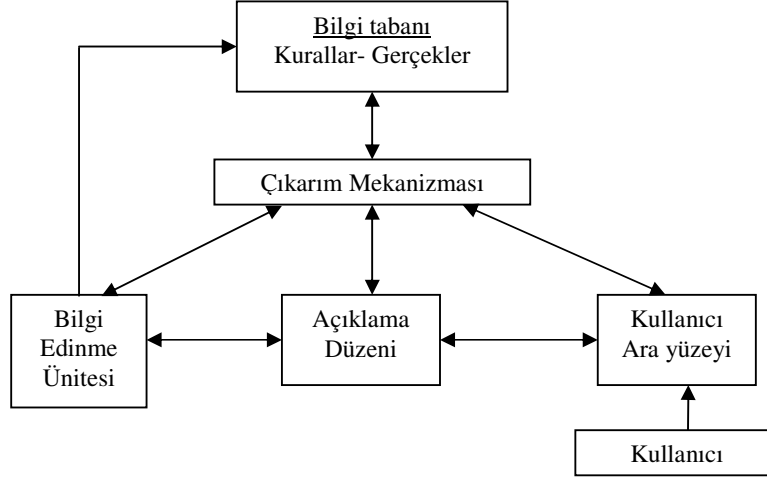
N: toplam kamyon sayısı (adet)

$$C = \frac{C_1 + C_2 N}{\text{Birim üretim} \times \text{CAP}} \quad 2.1$$

2.7.3 Yapay Zekâ Teknikleri

1. Uzman sistemler

Uzman sistemler, belirli bir konuda uzmanlaşmış kişiler tarafından yürütülen işlemleri, bünyelerinde bulunan bilgi ve verileri kullanarak gerçekleştiren, kullanıcı arabirimine ve çıkarım mekanizmasına sahip olan bilgisayar programları olarak tanımlanabilirler. İş makinelerinin seçimi için geliştirilen uzman sistemler, makinelere yapılan ve maliyetlerin önemli bir kısmını kapsayan makine alım masraflarının en aza indirilmesini ve en uygun makine birleşimi ile üretimin verimli bir şekilde yapılmasına olanak sağlar. Uzman sistem yapısı genel olarak Şekil 2.9'daki gibidir.

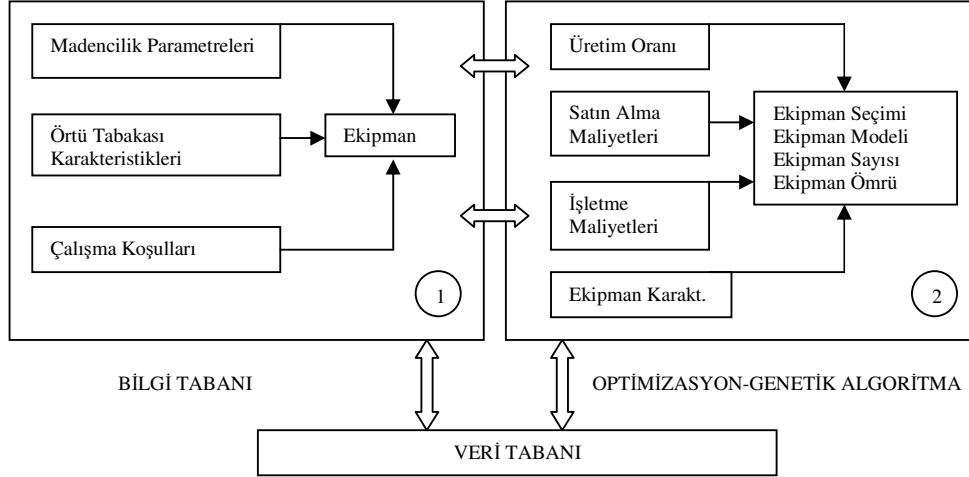


Şekil 2.9. Tipik Bir Uzman Sistem Yapısı

Bilgi tabanı, uzman sistemlerin en kuvvetli olduğu ünitesidir. Uzman sistemlerde anlam ağları, mantık senaryoları, nesne-nitelik-değer üçlüsü gibi birçok bilgi temsil yöntemi bulunmasına karşılık, en yaygın olarak kullanılan bilgi temsil yöntemleri, kural tabanlı ve çerçeve tabanlı bilgi temsil yöntemleridir [28].

2. Genetik algoritmalar

Genetik algoritmalar, 1950'li yıllarda biyologların bilgisayar yardımı ile biyolojik sistemleri modellenmesi ile gelişmiştir. Genetik algoritmalar, doğal seçme ve doğal genetik mekanizmalarını temel alarak bilgisayar destekli olarak çalışan arama ve optimizasyon teknikleri olarak tanımlanabilirler. Genetik algoritma kullanılarak geliştirilen makine seçimi programına örnek olarak XSOME verilebilir. Şekil 10'da XSOME'in yapısı görülmektedir.



Şekil 2.10. XSOME Takım Seçim Yapısı

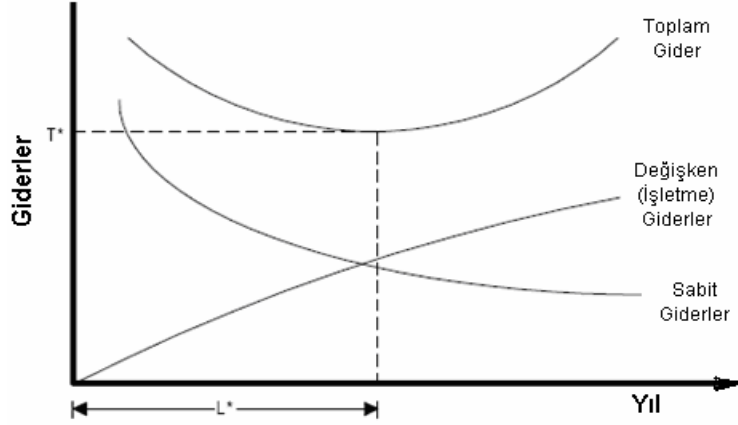
XSOME ile makine seçiminde ilk olarak, madencilik parametreleri, örtü tabakası karakteristikleri ve çalışma koşullarına bağlı olarak veritabanından makine seçimi yapılmaktadır. Satın alma maliyeti, işletme maliyeti ve her bir makineye ait üretim miktarını belirlemek için gerekli olan fiziksel parametrelerde aynı veri tabanından alınmaktadır. Genetik algoritma sonuç olarak, minimum maliyeti oluşturan makineye ait model, sayı ve makine ömrü bilgilerini seçmekte ve raporlamaktadır [28].

2.8 EKONOMİK YENİLEME TEORİLERİ

İş makineleri ile ilgili kararlar, güvenilir ekonomik ilkeler ile alınmalıdır. Ekonomik yenilenme teorisi modelleri, iş makinesinin optimum ekonomik ömrünün bulunmasına yarar. İş makinesinin ömrü dolduktan sonra, en ekonomik alternatifin (yenilenme, elden çıkarma, onarım vs.) hangisi olduğu bulunur. Kaynaklarda birçok farklı isimde iş makinelerinin yenilenme modelleri vardır; ancak en çok kullanılan modeller, en az maliyet, en yüksek kar ve onarım sınırı modelleridir [29].

2.8.1 En Düşük Maliyet Teorisi

En düşük maliyet teorisi en iyi grafiksel olarak açıklanabilir. Makineler için maliyetlerin çoğu, sabit ve değişken giderler olarak incelenir. En düşük maliyet modeli Şekil 2.11'de gösterildiği gibidir.



Şekil 2.11. En Düşük Maliyet Modeli

P_0 = ilk satın alma değeri

E_p = belirli bir dönem için giderler

S_t = t zamandaki hurda değeri

L_t = t zamandaki makine yaşı

$$\text{Ortalama sabit maliyeti} = \frac{P_0 - S_t}{L_t} \quad 2.2$$

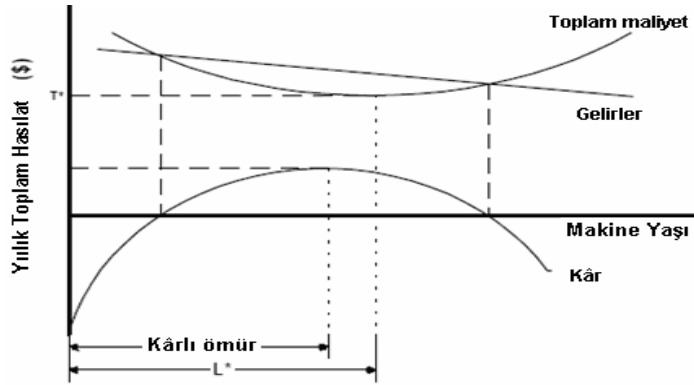
$$\text{Ortalama işletme maliyeti} = \frac{\sum_{p=0}^t E_p}{L_t} \quad 2.3$$

$$t \text{ zamandaki makine yaşı için toplam maliyet} = \frac{P_0 + \sum_{p=0}^t E_p - S_t}{L_t} \quad 2.4$$

Ortalama maliyetler, kümülatif maliyetlerin makine yaşına oranı ile hesaplanır. Başlangıçta işletme maliyeti düşük olduğu için toplam maliyet eğrisi aşağı doğru eğim gösterir. Toplam maliyetin en düşük değeri T^* , makine yaşının sıfır olduğu; optimum ekonomik ömür L^* ise, sabit ve işletme maliyetleri toplamının minimum olduğu noktadadır. T^* ve L^* 'nin kesiştiği nokta ile oluşan model, ekonomik yenilenme analizleri yönetiminde en düşük maliyet dönemini gösterir [29].

2.8.2 En Yüksek Kâr Teorisi

Yenilenme analizinde diğer alternatif model, en yüksek kâr modelidir. Şekil 2.12'deki en yüksek kâr modeli grafiğinde yine üç eğri bulunmaktadır. Bunlar, toplam maliyet, gelir ve ortalama kâr eğrileridir [29].



Şekil 2.12. En Yüksek Kâr Modeli

Ortalama gelir, elde edilen kazancın ortalama tutarındır. Ortalama kâr ise, ortalama gelir ile ortalama maliyetin farkıdır. Optimum ekonomik ömür, ortalama kâr eğrisinin en yüksek noktasıdır. Eğer gelir sabit olsaydı, kâr eğrisi maliyet eğrisinin tam zıttı ve en yüksek kâr ekonomik ömrü ile en düşük maliyet ekonomik ömrü de aynı olurdu. Bununla birlikte, makinenin yaşı arttıkça, değeri düşer ve

yıpranır, dolayısıyla ortalama gelir sürekli azalır. Bu nedenle, en yüksek kâr ve en düşük maliyet için ekonomik ömürler her zaman aynı değildir. Minimum maliyet için, optimum ortalama maliyet T^* ve optimum ekonomik ömür L^* olmak üzere şekilde görüldüğü gibi, gelirler azaldıkça, en yüksek kâr (kâr ömrü) ve optimum ömür de azalmaktadır. Aşağıdaki denklemler en yüksek kâr modelini tanımlar.

R_p : toplam hasılat

$$\text{Ortalama gelir} = \frac{\sum_0^t R_p}{L_t} \quad 2.5$$

$$\text{Belirli bir dönem için ortalama kâr} = \frac{\sum_0^t R_p - (P_0 + \sum_0^t E_p - S_t)}{L_t} \quad 2.6$$

2.8.3 Onarım Sınırı Teorisi

Ekonomik yenilenme kararında farklı bir yol olan onarım sınırı teorisi, belirli bir işte makinenin onarımı için harcanan sınırlı bir miktar paranın olduğunu ifade eder. Onarım sınırı miktarı, makinenin tipine, yaşına ve işin yapıldığı konumun durumuna bağlıdır. Bu teori hasarlı makineler için uygulanamaz. Onarım sınırı teorisi kavramı kapsamında belli bir para miktarını ifade eden ro_t , en ekonomik onarım maliyetidir. Eğer tahmini onarım maliyeti ro_t 'den büyükse, makine elden çıkarılır ya da yenilenir [29].

Eğer makine daha önce onarılmış ise, bir sonraki yılın maliyeti aşağıdaki denklem ile hesaplanır:

r : gerçekleşmiş onarım maliyeti

$m(t)$: t zamanda yapılacak onarım için beklenen toplam maliyet

$g(t)$: makinenin t zamandaki beklenen kalan ömrü

t : zaman

$$\text{Onarım maliyeti} = \frac{r + m(t)}{g(t)} \quad 2.7$$

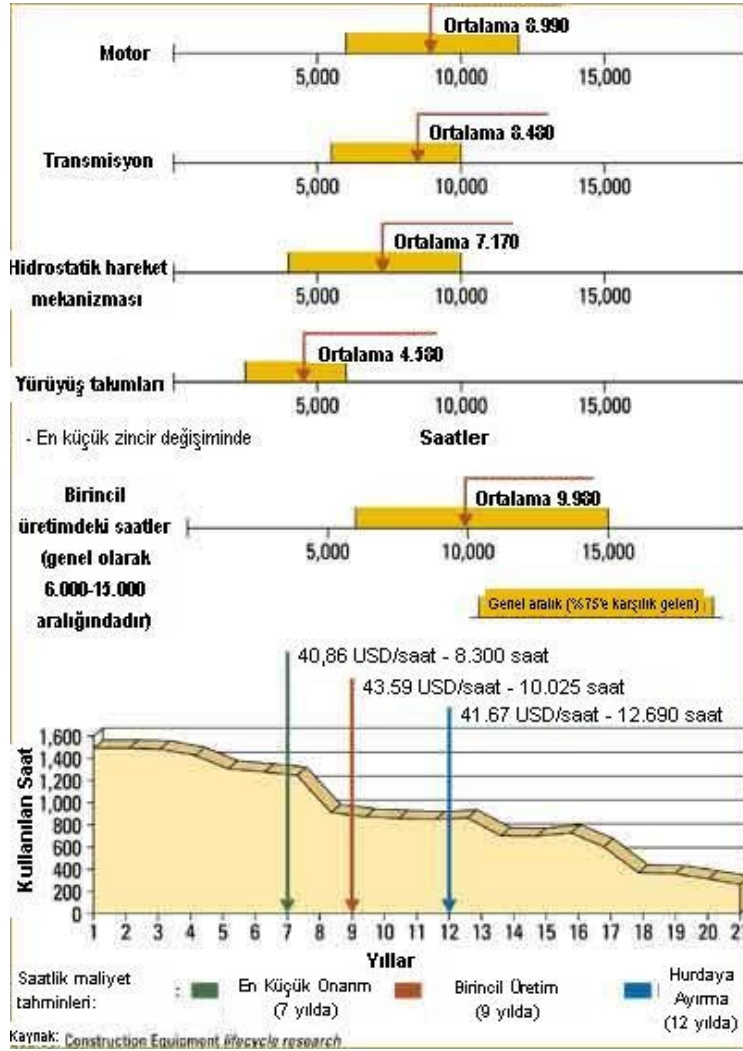
2.9 İŞ MAKİNELERİNİN EKONOMİK ÖMÜRLERİ

Construction Equipment (İnşaat Ekipmanları) kurumunun 2004 Lifecycle (yaşam döngüsü) araştırmalarına göre, iş makinelerinin ekonomik ömürlerinin hesabı yapılırken, belli bir strateji gerekmektedir. İş makinelerinin yenilenme analizlerinde, motor, şanzıman ve hidrolik pompa gibi büyük makine parçalarının ekonomik ömürlerinin hesabı büyük önem taşır. İşletmeciler, büyük makine parçalarının onarım ve işletme maliyeti hesaplarını yaptıktan sonra makineyi yenileme ya da elden çıkarma kararı verirler. Construction Equipment kurumunun 28 iş makinesini sınıflandırarak yaptığı ulusal çalışmada, büyük makine parçalarının ortalama ömürleri hesaplanmış; bunun ışığında dozer, ekskavatör ve lastik tekerlekli yükleyici iş makinelerinin ekonomik ömürleri saptanmıştır [30].

2.9.1 Dozer İş Makinesinin Ekonomik Ömrü

İncelenen bu kaynakta verilen örneğe göre; ortalama bir dozer, 7 yılda 8300 saat çalışır ve bu süre içinde motor ya da şanzıman onarımına ihtiyaç duyulmaz. 7. yılda makinenin saatlik sabit ve işletme maliyeti toplamı 41 USD'nin altındadır. Ancak, Construction Equipment lifecycle araştırmalarına göre, bir dozer birincil üretimde 9 seferlik taşıma işi yaptığı zaman 10.000 saat çalışmış olur. Dolayısıyla, çalışmasının 7. yılından sonra iş verimliliği büyük oranda azalır ve yıllık kullanım saati 1.200 saatten yaklaşık 800 saate kadar düşer. 8. ve 9. yıllarda yürüyüş takımlarının değişmesi, motor ve şanzımanın onarılması gerekir. Saatlik maliyet yaklaşık 2,25 USD daha artarak, 43,59 USD'ye yükselir. Dozer iş makinesinin saatlik maliyeti 41,67 USD'ye yaklaştığı zaman (12.500 saat ya da 12 yılda) elden çıkarılması gerekir [30].

Şekil 2.13'te dozer iş makinesi ve önemli parçalarının ortalama ekonomik ömürleri görülmektedir.

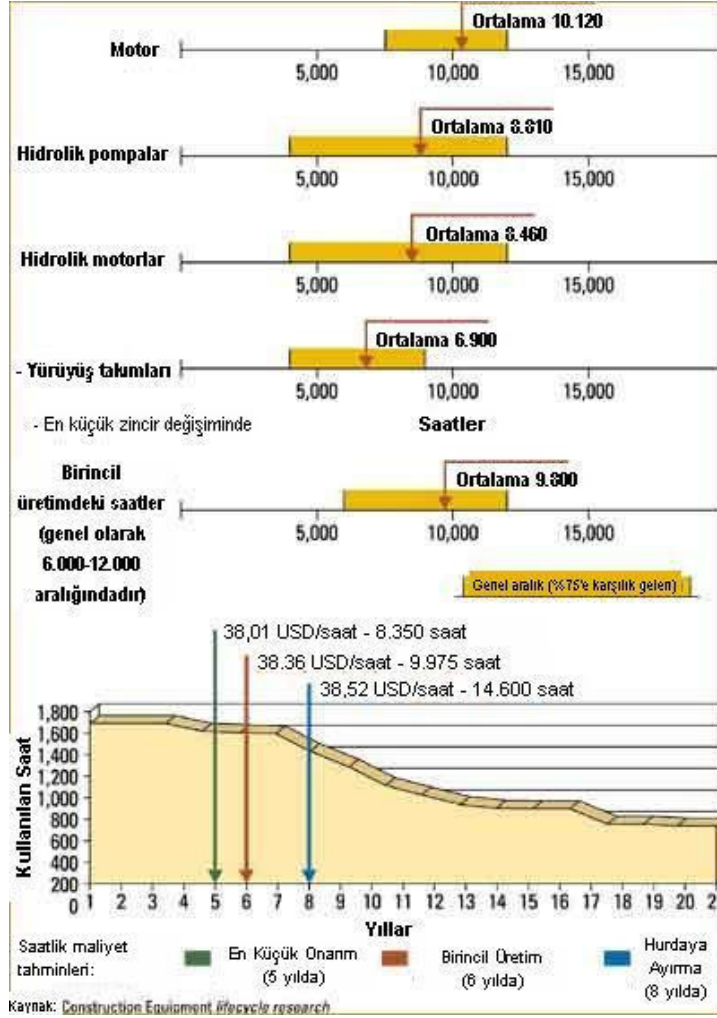


Şekil 2.13. Dozer İş Makinesi ve Önemli Parçalarının Ortalama Ekonomik Ömürleri

2.9.2 Hidrolik Ekskavatör İş Makinesinin Ekonomik Ömrü

İnşaat işletmecilerine göre, ortalama bir hidrolik ekskavatör, birincil üretimde 6 yıl ya da 9.800 saat çalışabilir. Bu süre içinde sadece ekskavatör motoru ekonomik

ömrünü doldurmaz. 8 yıl içinde, motor da yenilenmeye ihtiyaç duyacak ve hızla azalmaya başlayan yıllık kullanım saati 11. yıla kadar 800 saate düşecektir. Şekil 2.14'te hidrolik ekskavatör iş makinesi ve önemli parçalarının ortalama ekonomik ömürleri görülmektedir.



Şekil 2.14. Hidrolik Ekskavatör İş Makinesi ve Önemli Parçalarının Ortalama Ekonomik Ömürleri

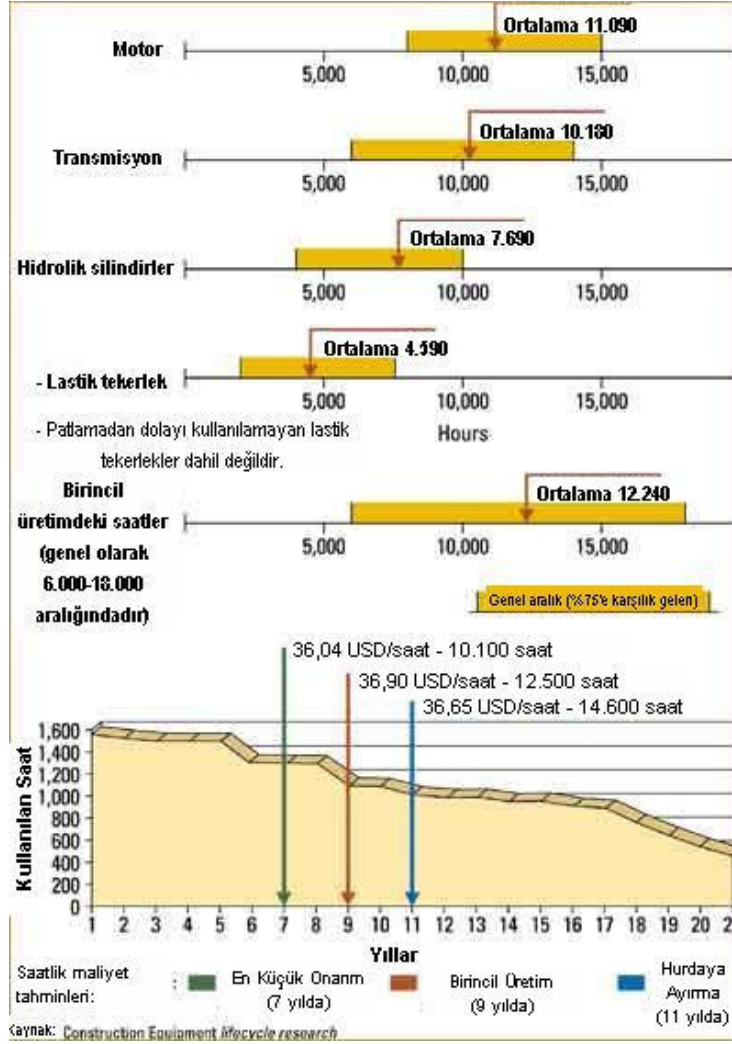
Bir ekskavatörün büyük makine parçalarının ilk yenilenmesinden sonra, işletme maliyeti bir süre aynı seviyede seyir eder. Ancak, yıllık kullanım saati düşer, makinenin değeri hızla azalır, sabit ve işletme maliyeti toplamı gittikçe artar. Motor ve hidrolik pompaların onarımlarından önce 8. yıla kadar, 53.000 Pound değerinde ve 153 HP motor gücüne sahip bir ekskavatörün saatlik maliyeti, 5. yıldaki saatlik maliyetinden 50 Cent daha fazladır.

9. yılda, iş veriminin düşmesine ve saatlik maliyetin 25 Cent daha artmasına rağmen, iş makinesi ek bir onarım gerektirmeyecektir. 10. yılda, iş makinesi 14.500 saat çalışmış olacak ve onarım yapılmadan önce saatlik maliyet 1.65 USD'den daha yüksek olacaktır [30].

2.9.3 Lastik Tekerlekli Yükleyici İş Makinesinin Ekonomik Ömrü

170 HP motor gücüne sahip bir lastik tekerlekli yükleyici, 7 yılda ortalama 10.100 saat çalışır ve yıllık verimli çalışma saati toplamı 1500 iken, 5. yıldan sonra 1.300 saate düşer. Bu süre içinde büyük onarımların sayısı azdır; fakat işletmeci ortalama yorulma ömrünü sadece 500 saat uzatabilirse, makinenin değeri ve işletme maliyeti toplamının saat başına değeri yaklaşık olarak 1 USD düşerek 35,11 USD olur.

8. yılın sonunda motor, şanzıman ve akslarda meydana gelen yıpranma sonucu saatlik maliyetin artması nedeni ile makinenin yenilenme kararı verilir. Ancak, 9. ve 10. yıllarda makinenin toplam çalışma saati ortalama 2.200 iken, büyük onarımların dışında yapılan makine parçalarının yenilenmesi ile saatlik maliyet yaklaşık olarak aynı seviyeye ulaşır. 11. yılda, makinenin ortalama saatlik maliyeti optimum 36,65 USD'dir, fakat makine kullanımı süresince yapılan küçük onarımlar ve düzenli bakımlarla makinenin verimli çalışma saati 500 saat kadar daha arttırılarak, saatlik maliyet 36,01 USD'ye düşürülebilir. Şekil 2.15'de lastik tekerlekli yükleyici iş makinesi ve önemli parçalarının ortalama ekonomik ömürleri görülmektedir.



Şekil 2.15. Lastik Tekerlekli Yükleyici İş Makinesi ve Önemli Parçalarının Ortalama Ekonomik Ömürleri

Makinenin 11. yılından sonra, lastik tekerlekli yükleyiciler için ortalama saatlik maliyet 17. yıla kadar neredeyse aynı seviyede seyir eder. İnşaat işletmecileri, lastik tekerlekli yükleyicilerin yenilenme kararında, 15.000 saate kadar olan birincil üretim için iki önemli etkene dikkat ederler. Birincisi, motor, şanzıman ve akslar gibi büyük makine parçalarının 10.000 ya da 11.000 saat çalışması; ikincisi, 13 yıla kadar lastik tekerlekli yükleyicilerin yıllık kullanım saatlerinin mümkün olduğunca yüksek olması ve ilk yenilenmeden 15. yıla kadar yıllık ortalamalarının 1.000 saatten fazla

olması. Bu yüzden işletme maliyeti; motor, şanzıman ve aksların ilk yenilenmesinden sonra, 15 yıldan sonra bile çok fazla değişmez [30].

2.10 İŞ MAKİNELERİ İÇİN UYGULANMIŞ MALİYET ANALİZİ ÇALIŞMALARI

2.10.1 Ekskavatör – Kamyon Yöntemi İle Maliyet Analizi

Açık işletmelerde yaygın olarak ekskavatör-kamyon yöntemi kullanılmaktadır. Birlikte çalışabilecek en uygun ekskavatör-kamyon kombinasyonunun belirlenmesi için ekonomik ve teknik analizler yapılmaktadır. Çebi ve Aksoy'un [31] yaptığı çalışmada, farklı firmalara ait, değişik kapasitelere sahip 16 ekskavatör ve 12 kamyon kombinasyonları için maliyet analizleri yapılmış ve birim maliyet açısından, bir kamyonu doldurmak için en uygun döngü sayısının ne olması gerektiği araştırılmıştır.

Hesaplamalarda üretim kapasitesi 10.000.000 m³(yerinde)/yıl olarak seçilmiştir. Malzeme yerinde yoğunluğu 2,5 t/m³, kabarma faktörü ise 1,3 olarak kabul edilmiştir. Malzemenin iyi patlatılmış olduğu, zeminde su sorunu olmadığı varsayılmış, genel işyeri verimi 0,75, kepçe dolum faktörü ise 0,9 olarak alınmıştır. Nakliye yolu 1.500 m gidiş, 1.500 m geliş olmak üzere toplam 3.000 m olarak seçilmiştir.

Tüm kombinasyonlar için oluşan birim maliyetler iki açıdan incelenmiştir:

- Seçilen kamyonun en düşük birim maliyetle çalışabileceği ekskavatörün bulunması,
- Seçilen ekskavatörün en düşük birim maliyetle çalışabileceği kamyonun bulunması.

Ekskavatör-kamyon kombinasyonlarında en uygun ikilinin seçilmesi ancak tüm alternatiflerin detaylı analizi ile mümkün olmaktadır. Bir kamyonu doldurmak için gerekli döngü sayısının toplam maliyet üzerinde oldukça büyük etkisi

bulunmaktadır. Kamyon saatlik kapasitesi, kamyon kapasitesinin küçük olduğu durumlarda genel maliyetlerde etkili olmakta, kamyon kapasitesinin büyümesi ile etkisini azaltmaktadır. Birim maliyetin, bir kamyonu doldurmak için gerekli döngü sayısının tamsayıya yaklaşmasıyla düşmesi, ekskavatör kepçe kapasitesi ile kamyon kapasitesinin birbirleri ile uyum içinde olması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Kodlar: Exx-yy.y ve Kxx-yyy.y;

Açıklamalar: E: Ekskavatör, K: Kamyon, xx: sıra no, yy.y: Kepçe Kapasitesi (m^3), yyy.y : Kasa Kapasitesi (m^3)

Kamyon türlerine göre elde edilen en düşük birim maliyete sahip olan kombinasyonlar Çizelge 2.5’de görüldüğü gibidir.

Çizelge 2.4. Kamyon Türlerine Göre Ekskavatör-Kamyon Kombinasyonları

Ekskavatör Türü	Kamyon Türü	Birim Maliyet [t/m^3]	Döngü Sayısı	Döngü Sayısı (Tam)	Ekskavatör Sayısı	Kamyon Sayısı
E10-10.5	K02-024.2	0.718	2.6	3	3	15
E12-13.6	K04-034.2	0.690	2.8	3	3	12
E10-10.5	K03-027.3	0.679	2.9	3	3	15
E12-13.6	K05-035.5	0.766	2.9	3	3	12
E11-12.0	K06-040.0	0.681	3.7	4	3	10
E16-24.0	K10-091.0	0.794	4.2	5	2	5
E04-05.7	K01-024.0	0.739	4.7	5	6	19
E12-13.6	K08-060.5	0.783	4.9	5	3	9
E10-10.5	K07-053.0	0.733	5.6	6	3	9
E16-24.0	K11-121.5	0.806	5.6	6	2	4
E12-13.6	K09-070.0	0.829	5.7	6	3	8
E16-24.0	K12-147.5	0.935	6.8	7	2	4

Ekskavatör türlerine göre elde edilen en düşük birim maliyete sahip olan kombinasyonlar Çizelge 2.6’da görülmektedir.

Çizelge 2.5. Ekskavatör Türlerine Göre Ekskavatör-Kamyon Kombinasyonları

Ekskavatör Türü	Kamyon Türü	Birim Maliyet [t/m ³]	Döngü Sayısı	Döngü Sayısı (Tam)	Ekskavatör Sayısı	Kamyon Sayısı
E12-13.6	K03-027.3	0.681	2.2	(3)	3	16
E13-17.0	K06-040.0	0.687	2.6	(3)	2	9
E16-24.0	K08-060.5	0.793	2.8	(3)	2	8
E10-10.5	K03-027.3	0.679	2.9	(3)	3	15
E09-09.5	K03-027.3	0.771	3.2	(4)	4	16
E14-18.0	K07-053.0	0.781	3.3	(4)	2	9
E15-18.0	K07-053.0	0.797	3.3	(4)	2	9
E11-12.0	K06-040.0	0.681	3.7	(4)	3	10
E07-08.0	K03-027.3	0.681	3.8	(4)	4	15
E06-06.5	K03-027.3	0.713	4.7	(5)	5	16
E08-09.0	K06-040.0	0.725	4.9	(5)	4	11
E05-06.0	K03-027.3	0.761	5.1	(6)	6	17
E04-05.7	K03-027.3	0.717	5.3	(6)	6	17
E03-05.2	K03-027.3	0.699	5.8	(6)	5	16
E02-05.0	K03-027.3	0.761	6.1	(7)	7	18
E01-04.4	K03-027.3	0.709	6.9	(7)	6	17

Değerlendirmelere dâhil edilen kombinasyonlarda oluşan birim maliyetlerle kamyon saatlik kapasiteleri incelendiğinde, en düşük birim maliyetin maksimum kamyon saatlik kapasitesine sahip kombinasyonlarda oluşmadığı görülmüştür. Kamyon saatlik kapasitesi ile birim maliyet arasında düşük kamyon kapasitelerinde genel olarak bir bağlantı olduğu, kamyon kapasitesinin artmasına bağlı olarak bu bağlantının ortadan kalktığı görülmüştür.

16 ekskavatör ve 12 kamyonun oluşturduğu kombinasyonların tümü için yapılan birim maliyet analizleri sonucunda en düşük birim maliyetin, ekskavatörün kamyonu 3 döngü ile doldurduğu kombinasyonda (E10-10.5-K03-027.0) oluştuğu görülmüştür. Açık işletmelerde yaygın olarak kullanılan ekskavatör-kamyon yönteminde, önceden iyi bir maliyet analizinin yapılması, ekskavatörün ve kamyonun ayrı firmalardan alınması alternatifini de getirecektir [31].

2.10.2 Sweet Spot Çizelgesi

Bir iş makinesinin elden çıkarılma zamanı çok önemlidir. Zamanından önce elden çıkarılırsa, işletme maliyetiyle birlikte, saatlik üretim oranı da düşük olur. Gerekliğinden daha uzun süre elde tutulursa, onarım maliyeti ve dolayısıyla işletme maliyeti ile birlikte, ortalama saatlik sabit ve değişken maliyeti de yüksek olur. Her iki durum da işletmeyi zarar uğratar. Virginia Tech Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Prof. David H. Burrows, bir iş makinesinin ne zaman elden çıkarılacağını ve maliyetinin ne kadar olacağını hesaplamak amacıyla Sweet Spot Çizelgesi oluşturmuştur. Sweet Spot, ekonomik sermaye maliyetini uygun sınırlarda tutmaya yarayan bir dönemi gösterir.

Saatlik maliyet ile makine yaşı arasındaki bağlantı karmaşıktır. Onarım maliyeti gibi bazı unsurlar yaş ile artar, sabit maliyet ise yaş ile düşer. Örneğin yakıt, makinenin doğrudan saatlik çalışmasına bağlıdır; faiz maliyeti ise, makinenin çalışma saatinden tamamen bağımsızdır. Bu nedenle, minimum sabit-değişken maliyet ve ekonomik sermaye dönemi için tek bir değer hesaplanması olanaksızdır. Bu konuda ancak, makinenin beklenen ömrünün ve elden çıkarılacağı zamanki çalışma saati toplamının bilinmesi ile; hem sabit ve değişken maliyetin büyüklüğü, hem de Sweet Spot dönemi için tahmini bir değer aralığı oluşturulabilir. Bir makinenin maliyetinin ne kadar olduğu, makinenin ne kadar elde tutulduğuna bağlıdır ve saatlik maliyet ile makine yaşı arasındaki bağlantının anlaşılması için bir hesap dizisi oluşturulmalıdır.

İyi anlaşılır biçimde hazırlanmış standart bir tablo, tahmini sabit ve değişken maliyetin, basit ve açık bir şekilde hesaplanmasına yardımcı olur. Çizelge 6'da, saatlik maliyeti 50,65 USD olarak tahmin edilen bir iş makinesinin Sweet Spot çizelgesi görülmektedir.

Çizelge 2.6. Sweet Spot Örneği

	A	B	C	D
Beklenen ömür (yıl)	4	5	6	7
Beklenen yıllık kullanım (saat)	1,800	1,800	1,800	1,800
Satıldığı zamanki çalışma saati toplamı	7,200	9,000	10,800	12,600
Satın alma fiyatı	USD190,000	USD190,000	USD190,000	USD190,000
Hurda değeri etkeni	0.31	0.27	0.25	0.22
Tahmini artan değer	USD58,900	USD52,000	USD47,500	USD41,800
Yıllık değer kaybı	USD32,775	USD27,600	USD23,750	USD21,171
Kayıp oranı	USD18.21	USD15.33	USD13.19	USD11.76
Yıllık ortalama değeri	USD140,838	USD134,800	USD130,625	USD126,486
Yıllık faiz oranı	6%	6%	6%	6%
Yıllık faiz maliyeti	USD8,450	USD8,088	USD7,838	USD7,589
Kayıp için faiz oranı	USD4.69	USD4.49	USD4.35	USD4.22
Yıllık diğer sabit maliyetler	USD5,600	USD5,600	USD5,600	USD5,600
Diğer sabit maliyetler oranı	USD3.11	USD3.11	USD3.11	USD3.11
TOPLAM SABİT MALİYET	USD26.01	USD22.94	USD20.66	USD19.09
Kayıp yakıt oranı	USD5.82	USD5.82	USD5.82	USD5.82
Makine parçalarının aşınma oranı	USD6.24	USD6.24	USD6.24	USD6.24
Yürüyüş takımlarının kayıp oranı	USD2.61	USD2.61	USD2.61	USD2.61
Diğer kayıp oranı	USD3.60	USD3.60	USD3.60	USD3.60
Makine ömrü boyunca onarım maliyeti	USD55,600	USD85,000	USD119,000	USD165,600
Kayıp onarım oranı	USD7.72	USD9.44	USD11.02	USD13.14
TOPLAM DEĞİŞKEN MALİYET	USD25.99	USD27.71	USD29.28	USD31.41
TOPLAM SAATLİK MALİYET	USD52.00	USD50.65	USD49.94	USD50.50

Sweet Spot çizelgesi, B sütununda yer alan beklenen ömür (5 yıl), beklenen yıllık çalışma saati (1.800 saat) ve satıldığı zamanki toplam çalışma saati (9.000 saat) verileri temel alınarak oluşturulmuştur. Bu değerler, 50,65 USD tahmini saatlik maliyet oranı üzerinden varsayılmıştır. Bu durumda; iş makinesi için minimum saatlik maliyet 50,65 USD midir; 5 yıl ve 9.000 saat ekonomik sermaye dönemini mi gösterir, soruları ortaya çıkar. Bu soruların cevaplarını bulmanın tek yolu, çizelgedeki, farklı varsayımlar kullanılarak oluşturulan A, C ve D sütunlarındaki değerleri hesaplamaktır. Bu durumda, iki bağlantının bilinmesine ihtiyaç vardır.

Birincisi, makine yaşı ile azalan, makinenin tahmini hurda değeri; ikincisi ise, makine yaşı ile artan toplam onarım maliyetidir. Hurda değeri etkenleri ve toplam onarım maliyeti çizelgedeki değerleri verir.

Sermaye döneminin 4 ile 7 yıl arasındaki değişimiyle, saatlik toplam sabit maliyet 26,01 USD'den 19,09 USD'ye düşer. Aynı dönemler aralığında saatlik toplam değişken maliyet 25,99 USD'den 31,41 USD'ye; makinenin satıldığı zamanki çalışma saati toplamı 7.200 USD'den 12.600 USD'ye yükselir. Sweet Spot çizelgesi örneğine göre, 6. yılda ya da 10.800 saatte minimum toplam saatlik maliyet 49,94 USD'dir. Asıl varsayım olan 5 yıl ve 9.000 saatten yola çıkılarak makinenin minimum maliyet değeri ve dönemi bulunabilmektedir [32].

2.10.3 Centrespread Sistemi ile Maliyet Hesabı

Yol inşaatı çalışmalarında hem inşaatçılar hem de müşteri temsilcileri açısından, kullanılan iş makinelerinin maliyet değerlerinin bilinmesi çok önemlidir. Bir işin maliyeti hesaplanırken, her birimin (gelir, yenileme, işyeri giderleri, işletme vs.) hesabı ayrı yapılır. Bu durum özellikle bir makinenin maliyet hesabı için önemlidir.

Rob Petts'in ILO Asist bülteninde yer alan çalışmasında, Centrespread sistemini kullanılarak bir greyderin maliyeti hesaplanmıştır. Maliyetler sabit, değişken ve genel giderler olmak üzere üç bileşenden oluşmuştur.

Petts'e göre, bu sistem işletmecinin birçok iş makinesinin maliyeti hakkında fikir sahibi olmasını sağlar. İş makinelerinin gerçek sayısal değerleri ile hesaplanmış maliyetleri, ancak iş makinesi elden çıkarıldığı zaman bilinebilir. Gerçekçi bir değerlendirme ve maliyet hesabı için, makine kayıtlarının iyi bir şekilde tutulması gerekir. Maliyet hesapları özellikle makinelerin yıllık kullanım oranları ile bağlantılıdır. İş makinelerinin çoğu yılda ortalama 1000 ile 1500 saat çalışır.

Petts'in çalışmasına göre, 120 HP gücündeki bir greyderin ekonomik ömrü 7 yıldır. 12 yılını doldurduktan sonra elden çıkarılmıştır [33].

2.10.4 Aynı Özellikte Farklı Marka İş Makinelerinin Karşılaştırılması

İş makineleri seçiminde marka unsuru da önem taşımaktadır. Bir inşaat şirketinin makine parkından aynı şantiyede ve aynı şartlar altında çalışan ekskavatör ve lastik tekerlekli yükleyiciler, markalarına göre gruplandırılarak, son üç yıla ait kayıt altına alınan işletme giderleri ile saatlik maliyetleri hesaplanmıştır. A ve B markalarına göre gruplandırılmış iş makineleri Çizelge 2.7'deki gibidir.

Çizelge 2.7. Farklı Marka İş Makinelerinin Yıllara Göre İşletme Giderleri

		2004 YILI		2005 YILI		2006 YILI				
MARKA	TANIM	YEDEK PARÇA MALİYETİ	OHARIM	YEDEK PARÇA MALİYETİ	OHARIM	YEDEK PARÇA MALİYETİ	OHARIM	TOPLAM YEDEK PARÇA	TOPLAM OHARIM	TOPLAM
A	Ekskav.	978		1.508		3.633	830	6.119	830	6.949
A	Ekskav.	648		3.344		2.085		6.077		6.077
A	Ekskav.	605		1.420		6.685		8.710		8.710
								TOPLAM RO		21.436
								TOPLAM ÇALIŞMA SAATI		43.123
								SAATLİK MALİYET		0,50
B	Ekskav.	389		4.348	450			4.737	450	5.187
B	Ekskav.	189		1.438		4.001	135	5.628	135	5.763
								TOPLAM RO		11.850
								TOPLAM ÇALIŞMA SAATI		18.195
								SAATLİK MALİYET		0,65
A	L.T.Yük.	986		1.625		2.882		5.493		5.493
A	L.T.Yük.	948		858		1.632		3.438		3.438
A	L.T.Yük.	585		1.851		1.351		3.787		3.787
A	L.T.Yük.	578		2.076		2.931		5.585		5.585
A	L.T.Yük.	480		1.718	5.165	3.373	1.200	5.571	6.365	11.936
								TOPLAM RO		30.220
								TOPLAM ÇALIŞMA SAATI		63.163
								SAATLİK MALİYET		0,48
B	L.T.Yük.	2.499		1.520		6.572	309	10.591	309	10.900
B	L.T.Yük.	2.152		1.725		7.712	150	11.589	150	11.739
								TOPLAM RO		22.639
								TOPLAM ÇALIŞMA SAATI		16.750
								SAATLİK MALİYET		1,35

A marka ekskavatörlerin ortalama çalışma saati toplamı 14.374, B marka ise 12.275 saattir. A marka lastik tekerlekli yükleyicilerin ortalama çalışma saati toplamı 12.631, B marka ise 8.380 saattir. Yukarıdaki çizelgeye göre A marka ekskavatörlerin saatlik maliyeti 0,50 RO iken, B marka ekskavatörlerin 0,65 RO'dur. Lastik tekerlekli yükleyicilerde A markanın saatlik maliyeti 0,48 RO, B markanın ise 1,35 RO'dur. Şantiyede çalışan mühendislerin B markası için aldıkları notlar ve en çok karşılaştıkları aksaklıklar aşağıdaki gibidir [34].

Lastik Tekerlekli Yükleyici Arızaları

1. *Turbolar çok kısa sürede arıza yapıyor ve mil kesiyor.*
2. *Makine elektronik olduğu için arıza veriyor ve elektrik arızası genelde mazot sisteminde oluyor.*
3. *Egzoz motor kabinin içinde, motorun üstünde olduğundan egzozun sıcaklığı motor kabinin içinde kalıyor, kabine 4'er tane sağına ve soluna 17 cm. çapında toplam 8 adet delik açıldı.*
4. *Üst kapak ve karter contaları çok çabuk yanıyor ve yağ kaçırıyor. Motor her zaman yağ içinde oluyor.*
5. *Şanzıman ve hidrolik yağ soğutucuları çok sık deliniyor.*
6. *Şanzıman ve hidrolik çok sık hararet yapıyor.*
7. *O-ringler piyasada zor bulunuyor.*

Ekskavatör Arızaları

1. *Turbolar bir kez değiştirildi.*
2. *Makine elektronik olduğu için çok arıza veriyor ve elektrik arızası çok oluyor.*

1-Yedek Parça

Ekskavatör:

B marka:	6.000 x 0.65 RO/saat =	3900 RO	
A marka:	6.000 x 0.50 RO/saat =	3000 RO	Fark : 900 RO/yıl
			= 2500 USD/yıl

Lastik Tekerlekli Yükleyci:

B marka : 6.000 x 1.35 RO/saat = 8100 RO
A marka: 6.000 x 0.48 RO/saat = 2880 RO
Fark: 5.220 RO/ yıl

= 13.600 USD/yıl

2-Yakıt

Ekskavatör:

B marka: 27.7 lt/çalışma saati = 27.7 lt x 6.000 saat/yıl = 166.200lt/yıl
A marka: 26.8 lt/çalışma saati = 26.8 lt x 6.000 saat/yıl = 160.800 lt/yıl
Fark: 5.400 lt/yıl

Lastik Tekerlekli Yükleyci:

B marka: 20.3 lt/çalışma saati = 20.3x6.000 saat/yıl = 121.800 lt/YIL
A marka: 18.8 lt/çalışma saati = 26.8x6.000 saat/yıl = 160.800 lt/YIL
Fark : 39.000 lt/yıl

3- İlk Alım Bedeli : (4 yılda %100 amortisman / %25 1 yıllık amortisman)

Ekskavatör:

A marka: 53.954. RO
B marka: 71.630 RO
Fark : 17.676 RO / 4 = 4419 RO/yıl
(45.957 USD)

Lastik Tekerlekli Yükleyci:

A marka: 36.611 RO
B marka: 64.549 RO
Fark : 27.938 RO/4 = 6985 RO/yıl
(72.638 USD)

Sonuç:

Ekskavatör:

$$\begin{array}{rclcl} & \text{Fiyat farkı} & - & (\text{Yakıt}) & (\text{Yedek}) & \\ \text{A marka:} & & & & & = 2709 \text{ RO} \\ & 4419 \text{ RO} & & (5400 \text{ lt} + 0.15\text{RO}+900\text{RO}) & & \end{array}$$

A marka 2709 RO/ yıl avantajlı

Lastik Tekerlekli Yükleyici:

$$\begin{array}{rclcl} & \text{Fiyat farkı} & - & (\text{Yakıt}) & (\text{Yedek}) & \\ \text{A marka :} & & & & & = - 4085 \text{ RO} \\ & 6980 \text{ RO} & & (39.000 \text{ lt} \times 0.15 \text{ RO} + 5220 \text{ RO}) & & \end{array}$$

A marka 4085 RO/yıl dezavantajlı

Not 1. Hesaplar RO olarak yapılmıştır. 1 RO= 2.60 USD dir.

Not 2. 1LT yakıt bedeli olarak 0.15 RO alınmıştır.

Not 3. Karşılaştırma Türkiye yakıt fiyatları ile yapıldığında fark, A marka aleyhine çok daha fazla olacaktır.

3 MATERYAL ve METOT

3.1 MATERYAL OLARAK SEÇİLEN İŞ MAKİNELERİNİN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

3.1.1 Dozer İş Makinesinin Teknik Özellikleri

Bu çalışmada verilerinden yararlanılan eski dozer iş makinesinin resmi Şekil 3.2’de görülmektedir. İş makinesine ait teknik özellikler Çizelge 3.1’deki gibidir.

Çizelge 3.1. Eski Dozer İş Makinesinin Teknik Özellikleri

MODELİ	:	1991
MOTOR GÜCÜ	:	153 HP
K.KAPASİTESİ	:	3.18 m ³
Ç.AĞIRLIĞI	:	16500 kg



Şekil 3.1. Eski Dozer İş Makinesi

Bu çalışmada eski dozere karşılık önerilen yeni dozer iş makinesinin resmi Şekil 3.3’te, Çizelge 3.2’de ise teknik özellikleri görülmektedir.



Şekil 3.2. Yeni Dozer İş Makinesi

Çizelge 3.2. Yeni Dozer İş Makinesinin Teknik Özellikleri

MOTOR	
Net Gücü	145 hp / 108 kW
Net Güç - Caterpillar	145 hp / 108 kW
Net Güç - ISO 9249	145 hp / 108 kW
Net Güç - SAE J1349	143 hp / 107 kW
Net Güç - EU 80/1269	145 hp / 108 kW
Çap	4.33 in / 110 mm
Strok	5 in / 127 mm
Hacim	439 in ³ / 7.2 L
AĞIRLIKLAR	
Çalışma Ağırlığı - XL	35020 lb / 15885 kg
Çalışma Ağırlığı - LGP	35020 lb / 15885 kg
Çalışma Ağırlığı LGP-DS	39070 lb / 17722 kg
Nakliye Ağırlığı XL-DS	34362 lb / 15586 kg
Nakliye Ağırlığı FTC - LGP	37665 lb / 17084 kg
Nakliye Ağırlığı LGP-DS	38412 lb / 17423 kg
ŞANZIMAN	
İleri 1	2.1 mph / 3.3 kph
İleri 2	3.6 mph / 5.9 kph
İleri 3	6.3 mph / 10.1 kph

Çizelge 3.2 (devam)

Gerilim 1	2.5 mph / 4 kph
Gerilim 2	4.3 mph / 7 kph
Gerilim 3	7.4 mph / 12 kph
İleri 1 -Takviye	71000 lb / 316 kN
İleri 2 -Takviye	38800 lb / 172 kN
İleri 3 -Takviye	21500 lb / 96 kN
YÜRÜYÜŞ TAKIMI	
Palet Makaraları - XL	7
Palet Makaraları - LGP	8
Yerde Palet Uzunluğu - XL	100 in / 2550 mm
Yerde Palet Uzunluğu - LGP	122 in / 3102 mm
Yerle Temas Alanı - XL	4822 in ² / 3.11 m ²
Yerle Temas Alanı - LGP	8269 in ² / 5.34 m ²
Zemin Basıncı	7.37 psi / 50.8 kPa
Zemin Basıncı - XL FTC	7.24 psi / 49.9 kPa
Zemin Basıncı - LGP FTC	4.7 psi / 32.4 kPa
Zemin Basıncı - XL DS	7.37 psi / 50.8 kPa
Zemin Basıncı - LGP DS	4.79 psi / 33 kPa
DOLUM KAPASİTELERİ	
Yakıt Tankı	79 gal / 299 L
Soğutma Sistemi	10.75 gal / 40.7 L
Nihai Tahrik	1.8 gal / 7 L
Hidrolik Tank	7.8 gal / 29.5 L
VİNÇ	
Vinç Modeli	PA55
Ağırlık	2814 lb / 1276.5 kg
Yağ Kapasitesi	19.55 gal / 74 L
Vinç ve Braket Uzunluğu	45.1 in / 1145 mm
Vinç Kutusu Genişliği	38.4 in / 975 mm
Tambur Çapı	10 in / 254 mm
Tambur Genişliği	12.4 in / 315 mm
Flanş Çapı	19.8 in / 504 mm
BİÇAKLAR	
Bıçak Tipi	VPAT, SU
Bıçak Kapasitesi	5,62 m ³
RİPER	
Tip	Sabit Paralelogram
Cep Sayısı	3
Maksimum Kazma Derinliği - XL	18.6 in / 473.5 mm
Maksimum Kazma Derinliği - LGP	14.2 in / 359.5 mm
Herbir Ek Dış	172 lb / 78 kg

3.1.2 Greyder İş Makinesinin Teknik Özellikleri

Bu çalışma için kullanılan eski greyder iş makinesinin resmi Şekil 3.4'te görülmektedir. İş makinesine ait teknik özellikler Çizelge 3.3'teki gibidir.



Şekil 3.3. Eski Greyder İş Makinesi

Çizelge 3.3. Eski Greyder İş Makinesinin Teknik Özellikleri

MODELİ	:	1991
MOTOR GÜCÜ	:	165 HP
K.KAPASİTESİ	:	2.196 m ²
Ç.AĞIRLIĞI	:	14.220 kg

Eski greydere alternatif olarak önerilen yeni greyder iş makinesinin resmi Şekil 3.5'de, Çizelge 3.4'de ise teknik özellikleri görülmektedir.



Şekil 3.4. Yeni Greyder İş Makinesi

Çizelge 3.4. Yeni Greyder İş Makinesinin Teknik Özellikleri

MOTOR	
Değişken Beygir Gücü - Vitesler Net	165 hp / 123 kW
Değişken Beygir Gücü - Vitesler 4-8 Net	185 hp / 138 kW
Değişken Beygir Gücü - Vitesler 1-3 Net	165 hp / 123 kW
Değişken Beygir Gücü - Vitesler 4-6 Net	185 hp / 138 kW
Değişken Beygir Gücü - Vitesler 7-8 Net	205 hp / 153 kW
Değişken Beygir Gücü - Vitesler 1-3 Brüt	182 hp / 136 kW
Değişken Beygir Gücü - Vitesler 4-8 Brüt	202 hp / 151 kW
Değişken Beygir Gücü - Vitesler 1-3 Brüt	182 hp / 136 kW
Değişken Beygir Gücü - Vitesler 4-6 Brüt	202 hp / 151 kW
Değişken Beygir Gücü - Vitesler 7-8 Brüt	222 hp / 166 kW
Silindir Sayısı	6
ŞANZİMAN	
İleri/Geri Vitesler	8 İleri / 6 Geri
Şanzıman	Direct drive, power shift
Frenler-Servis	Hava Tahrikli Çoklu Yağ-Disk
Frenler - Park	Manuel, Çoklu Yağ-Disk
Frenler - İkincil	Hava Tahrikli, Yağ-Disk
KEPÇE KAPASİTESİ	2.376 m ²
HİDROLİK SİSTEM	
Devir Tipi	Kapalı Merkez Yüke Duyarlı
Pompa Tipi	axial piston

3.1.3 Ekskavatör İş Makinesinin Teknik Özellikleri

Bu çalışmada verilerinden yararlanılan eski ekskavatör iş makinesinin resmi Şekil 3.6'da görülmektedir. İş makinesine ait teknik özellikler Çizelge 3.5'deki gibidir.



Şekil 3.5. Eski Ekskavatör İş Makinesi

Çizelge 3.5. Eski Ekskavatör İş Makinesinin Teknik Özellikleri

MODELİ	:	1995
MOTOR GÜCÜ	:	286 HP
K.KAPASİTESİ	:	3.30 m ³
Ç.AĞIRLIĞI	:	52.500 kg

Eski iş makinesine karşılık önerilen yeni ekskavatör iş makinesinin resmi Şekil 3.7'de, teknik özellikleri ise Çizelge 3.6'da görülmektedir.



Şekil 3.6. Yeni Ekskavatör İş Makinesi

Çizelge 3.6. Yeni Ekskavatör İş Makinesi Teknik Özellikleri

MOTOR	
Volan Gücü	325 hp
ISO 9249	325 hp
EEC 80/1269	325 hp
Piston Çapı	130 mm
Strok	157 mm
Motor Hacmi	12.5 Litre
AĞIRLIK	
Azami Çalışma Ağırlığı	52290 kg
SÜRÜŞ	
Maksimum Çekiş Gücü	338 kN
Maksimum Yürüyüş Hızı	4.4 km/h
HİDROLİK SİSTEM	
Ana Hidrolik Devre - Maksimum Debi	2 x 360 L/dak
Maksimum Basınç (Ağır Yük)	360 bar
Maksimum Basınç - Yürüyüş	350 bar
Maksimum Basınç - Dönüş	314 bar
Pilot Sistem - Maksimum Debi	43 L/dak
Pilot Sistem - Maksimum Basınç	41 bar
Bom Silindir - Piston Çapı	160 mm
Bom Silindir - Strok	1575 mm
Kol Silindiri - Piston Çapı	190 mm

Çizelge 3.6 (devam)

Kol Silindiri - Strok (Mas bom için)	1758 mm
TB Sınıfı Kepçe Silindiri - Piston Çapı	160 mm
TB Sınıfı Kepçe Silindiri - Strok	1356 mm
UB Sınıfı Kepçe Silindiri - Piston Çapı	170 mm
UB Sınıfı Kepçe Silindiri - Strok	1396 mm
DOLUM KAPASİTELERİ	
Yakıt Tankı Kapasitesi	705 L
Soğutma Sistemi	61 L
Motor Yağı	42 L
Kule Dönüş (Herbiri)	10 L
Nihai Tahrik (Herbiri)	15 L
Hidrolik Sistem Tank Dahil	570 L
Hidrolik Tank	243 L
Kepçe Kapasitesi	3,0 m ³
DÖNÜŞ MEKANİZMASI	
Dönüş Hızı	8.6 RPM
Dönüş Torku	149 kNm
PALET	
Standart Yürüyüş Takımı	600 mm

3.1.4 Lastik Tekerlekli Yükleyici İş Makinesinin Teknik Özellikleri

Bu çalışmada kullanılan eski lastik tekerlekli yükleyici iş makinesinin resmi Şekil 3.8’de, iş makinesine ait teknik özellikler ise Çizelge 3.7’ de görülmektedir.



Şekil 3.7. Eski Lastik Tekerlekli Yükleyici İş Makinesi

Çizelge 3.7. Eski Lastik Tekerlekli Yükleyici İş Makinesinin Teknik Özellikleri

MODELİ	:	1995
MOTOR GÜCÜ	:	269 HP
K.KAPASİTESİ	:	4.10 m ³
Ç.AĞIRLIĞI	:	21.500 kg

Şekil 3.9'da eski iş makinesine alternatif yeni lastik tekerlekli yükleyici iş makinesinin resmi, Çizelge 3.8'de ise teknik özellikleri görülmektedir.



Şekil 3.8. Yeni Lastik Tekerlekli Yükleyici İş Makinesi

Çizelge 3.8. Yeni Lastik Tekerlekli Yükleyici İş Makinesinin Teknik Özellikleri

Motor	
Maksimum güç, r/s (r/min)	26.7 (1,600)
... SAE J1995 brüt, kW (hp)	211 (287)
... ISO 9249, SAE J1349 net, kW (hp)	210 (284)
Maksimum tork, r/s (r/min)	23.3 (1,400)
... SAE J1995 brüt, Nm	1,440
Koparma kuvveti*, kN	178.1
... kepçeyle, m ³ (yd ³)	3.8 (5.0)
Devrilme yükü, tam dönüşte, kg	15,290
Kepçe kapasitesi, m ³	3.1-12.0
Tomruk ataşmanı, m ²	1.6-3.5
Çalışma ağırlığı, t	23.0-26.0
Lastikler	26.5 R25 775/65 R29

3.2 METOT

İşletmelerin sahip olduğu yatırım mallarının, fiziksel yıpranma, teknolojik eskime veya üretim yöntemlerindeki değişiklikler nedeniyle belirli bir kullanım süresi sonunda yenilenmeleri gerekir. Herhangi bir yatırım malı, belirli bir gelir düzeyinin korunması, giderlerin azaltılması, verimliliğin artırılması veya işletmenin üretim ve servis hizmetlerindeki değişikliğin karşılanması amacıyla yenilenebilir.

Üretim işletmelerinde yöneticiler, istedikleri zamanda ellerindeki yatırım araçlarını veya makineleri yenilenme hakkına sahip olmakla birlikte, somut nedene dayanmayan uygulamaya fazla rastlanmaz. Bunun yanında makineler çok uzun süre elde tutulmaya devam edilirse, tamir-bakım giderleri artar ve ihtiyaç duyulduğu dönemlerde sık sık arızalanırlar. Bu tür makinelerin yenilenme zamanının belirlenmesiyle ilgili olarak verilecek işletmecilik kararının önemi büyüktür ve bu kararın verilme zamanının iyi tahmin edilmesi gerekmektedir [25].

Bir makinenin yenilenme kararı, aşağıdaki nedenlerden herhangi biri, birkaçı veya tamamı nedeniyle alınabilir:

1. *Mevcut makine eskimiştir.* Makinenin yaşı ve yığılmalı kullanımı süresi, artık kendisinden beklenen işin yerine getirilmesini engeller. Yani, makine fiziksel olarak yıpranmıştır.
2. *Makinenin modası geçmiştir.* Makine teknolojisindeki yeni gelişmeler ve işletme faaliyeti veya üretim desenindeki değişiklikler, artık mevcut makinenin yapılması amaçlanan işe uygun olmasını engeller. Yani, yeni modellerle karşılaştırıldığında, makinenin modası geçmiştir ve bu nedenle de eskimiştir. Yeni bir makinenin etkinliği, eldeki makineye göre önemli derecede fazladır.
3. *Mevcut makinenin işletme giderleri artmaktadır.* Eldeki makinenin birim çıktı başına bakım onarım vb. işletme giderleri hızlı bir şekilde artmaktadır. Diğer yandan, tamirle onarılamayacak kadar zarar veren bir kaza sonucunda makinenin yenilenmesi gerekebilir. Eldeki makinede beklenen bir onarımı yaptırmanın gideri yükselmiş veya birim kullanım başına yığılmalı ortalama gider artmaya başlamıştır.
4. *Kapasite çok küçük kalmıştır.* Üretim miktarının artması veya zamanlılığın oldukça kritik hale gelmesi nedeniyle, eski makine kendisinden beklenen işi zamanında tamamlayamayacaktır. Yani, üretim hacminin artması nedeniyle mevcut makinenin kapasitesi yetersiz kalmaktadır. Diğer bir ifade ile, bir işlemin büyüklüğündeki artış, makineyi söz konusu işlemin zamanlılığı açısından çok büyük boyutlu bırakmıştır.
5. *Eski makine güvenilir olmaktan çıkmıştır.* Makinenin eskimesine bağlı olarak, arızalanmaların çok sık oluşması nedeniyle tamir bakım ve zamanlılık giderleri, kabul edilebilir sınırları aşmaktadır. Yani, makinenin çalışma güvenilirliği azalmıştır ve rasgele arızalanmaların artması nedeniyle beklenmedik zaman kayıpları oluşmaktadır.
6. *Gelir vergileri nedeniyle gerekebilir.* Bu etken, işletmenin vergi sonrası toplam kazancı ile ilişkilidir. Yüksek kazancın elde edildiği bir yılda, yatırım kredisi ve ek olarak oluşan ilk yıl amortismanının vergi azalmasına neden olan avantajından yararlanmak için makine yenilenebilir.

7. *Övünme ve saygınlık kazanmak için yenilenme yapılabilir.* Özellikle yeni ve daha büyük bir makinenin satın alınması sonucu makine sahibi, toplum içerisindeki saygınlığının artacağını düşünebilir ve bir gururlanma veya övünme duygusuna kapılır. Bu, bazı kişiler için önemli olabilir. Ancak, ekonomik bir analiz içinde düşünülmesi zor olan pahalı bir gerekçedir.

Yukarıda sayılan etkenlerden ilk beş tanesi, belirli bir makinenin yenilenme zamanının belirlenmesinde tek tek veya birlikte etkili olabilir. Her bir makineye ilişkin gider ve tamir-bakım kayıtları, yenilenme kararının verilmesinde oldukça yardımcı olur. Gelir vergileri, övünme ve saygınlık etkenleri, ekonomik bir karar sonucunda rahatlıkla göz ardı edilebilir [25].

Bu çalışmada, yenilenme kararının alınabilmesi için, herhangi bir makinenin yenilenmesinde kullanılan yöntemlere ilişkin esaslar açıklanmıştır.

3.2.1 Yenileme Analizi Yaklaşımı

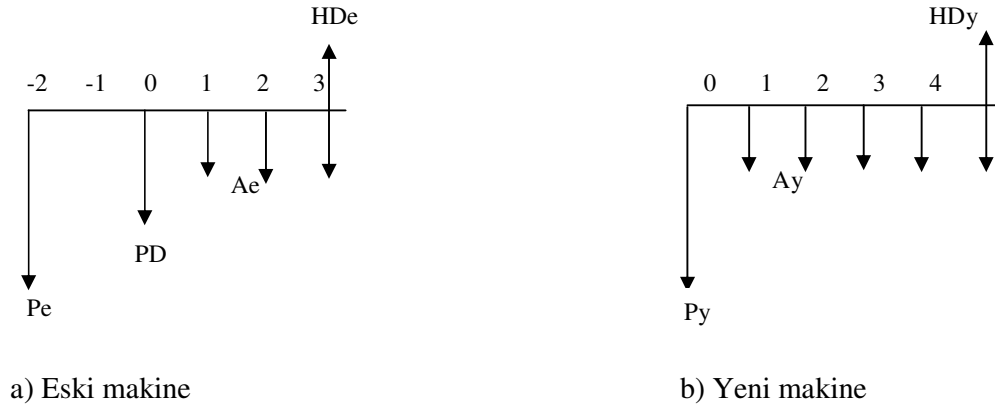
Yatırım makinelerinin yenilenme kararının verilmesi, alternatif yatırımların karşılaştırılmasına benzer. Ancak, dikkate alınan bir yenilenme önerisi koşullarındaki değişiklik nedeniyle bazı farklılıklar olabilir. Eski makine genellikle “mevcut veya eldeki makine” olarak adlandırılırken, onun yenisi veya yerini alacak olan alternatif makine de “yeni makine” olarak adlandırılır. Alternatiflerin karşılaştırılması yöntemleri kullanılarak yenilenme kararının alınmasında, eldeki makinenin ve yeni makinenin giderleri ve gelirlerinin şimdiki eşdeğerleri hesaplanır net şimdiki değeri daha yüksek olan makine seçilir.

Yenilenme veya değiştirme kararının verilmesinde kullanılacak yöntem veya yaklaşım, yenilenecek yatırım makinesinin cinsi ve ekonomik etkenlere bağlı olarak değişim gösterir [25].

3.2.1.1 Yıllık eşdeğer maliyet

Eldeki bir makinenin yenilenme kararının alınmasında kullanılan Yıllık Eşdeğer Maliyet (YEM) yaklaşımı, her bir makinenin nakit akışının yıllık eşdeğerinin belirlenmesini esas alan bir yaklaşımdır. Yani, bu yaklaşımda, herhangi bir alternatif için, yıllık ne kadar para harcanacağını ve ne kadar para kazanılacağını belirlenmesi gerekmektedir. Eldeki makinenin ilk yatırım gideri bir batık (ölü) bedeldir ve analize ilgisi yoktur.

Eski makinenin Piyasa Değeri (PD), yeni makinenin ilk satın alma bedeli ve işletme giderlerinin zamanla değişimi Şekil 3.1’de görüldüğü gibidir [25].



Şekil 3.9. Eski ve Yeni Makineye İlişkin Harcama Profili

Herhangi bir yatırım makinesinin yenilenmesi kararının alınmasında, mühendisler genellikle bu makinenin sermaye gideri, işletme gideri ve hurda değerini esas alırlar. Diğer bir ifade ile bir makinenin yenilenme kararı, söz konusu makinenin yıllık gider eşdeğerlerinin bilinmesine bağlıdır. Eski makine ve yeni alternatif için yıllık gider eşdeğerleri karşılaştırılarak yenilenme kararı alınabilir [25].

Yıllık Eşdeğer Maliyetin hesaplanması için gerekli değer ve eşitlikler aşağıdaki gibidir [35]:

YEM: Yıllık Eşdeğer Maliyet

P: Maliyet değeri

A: Yeknesak seri değeri

F: Dönem sonu Faiz değeri

i: Sermaye maliyeti

n: Ekonomik ömür

HD: Hurda Değeri

YİG: Yıllık İşletme Giderleri

$$(A/P, \%i, n) = \frac{(1+i)^n i}{(1+i)^n - 1} \quad 3.1$$

$$(A/F, \%i, n) = \frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad 3.2$$

$$YEM = P (A/P, \%i, n) - HD (A/F, \%i, n) + YİG \quad 3.3$$

3.2.2 İş Makinelerinin Birim İş Üretimi Hesaplamaları

3.2.2.1 Dozer birim iş üretimi hesaplamaları

Bir dozer için üretim tahminleri ancak benzer işlerden elde edilen eski tecrübelerle dayanılarak yapılabilir. Dozer üretiminde etkili olan etkenler:

1. Bıçak tipi
2. Malzeme türü ve durumu
3. Bıçak kapasitesi
4. Çevrim zamanı

Bir dozer tarafından hareket ettirilecek malzeme miktarıyla ilgili tahminler ancak benzer işlerde elde edilen veriler doğrultusunda yapılabilir. Makinenin yapacağı işe göre dozerlere farklı tiplerde bıçaklar takılır. Buldozerlerde genellikle S tipi bıçak kullanılır. Bu tip bıçakla malzemenin bıçak önünde yuvarlanarak yığılması sağlanır ve özellikle kısa mesafelerde çalışır. U şeklinde bıçaklar malzemenin bıçak önünde daha fazla kabartılarak tutulmasını sağlar. C tipi bıçakların orta kısımları takviyelidir ve itici olarak kullanılan dozerlerde bulunur. Angle dozer bıçaklar, her iki kenarda 20° - 30° açıyla ayarlanabilir ve malzemeyi sürekli bir tarafa aktararak çalışırlar. Bu özelliğinden dolayı kanal, yol inşaatları gibi uzun mesafeli projelerde angle dozerler kullanılır. Modern dozerlerde bıçak hareketleri ve derinlik kontrolü tamamen hidrolik olarak yapılır.

Malzemenin türü ve durumu dozer bıçağı önünde kabarak yığılacak malzeme miktarını dolayısıyla makinenin performansını etkiler. Malzemenin yerinde bıçak yükü kabarma etkeni (ϵ) ile çarpılarak bulunur [7].

Dozer çevrim zamanı; dozerleme, geri dönüş, yerleşme ve yeniden harekete geçme için gerekli zamanların toplamıdır ve aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanır:

$$\text{Dozerleme zamanı (dak)} = \frac{\text{Dozerleme mesafesi (m)} \times 0,06}{\text{Dozerleme hızı (km/saat)}} \quad 3.4$$

$$\text{Geri dönüş zamanı (dak)} = \frac{\text{Geri dönüş mesafesi (m)} \times 0,06}{\text{Geri hız (km/saat)}} \quad 3.5$$

(0,06 etkeni km/saat'ten m/dak'a dönüş için kullanılmaktadır.)

$$\text{Çevrim zamanı} = \text{Dozerleme zamanı} + \text{Geri dönüş zamanı} + \text{Yerleşme ve} \\ \text{Yükleme zamanı} \quad 3.6$$

Verim etkeni β , her bir saatlik çalışma için kayıp dakikaların çıkarılmasıyla kalan zamandır [7].

β : Verim etkeni (dak/saat)

ε : Kabarma etkeni

$$\text{Üretim (m}^3\text{/saat)} = \frac{\text{Bıçak kapasitesi (m}^3\text{)} \times \beta(\text{dak/saat)} \times \varepsilon}{\text{Çevrim zamanı (dak)}} \quad 3.7$$

3.2.2.2 Greyder iş üretimi hesaplamaları

Greyder iş üretimini diğer iş makinelerinde olduğu gibi doğru bir şekilde hesaplamak zordur. Tahmini bir değer için aşağıdaki formül kullanılır:

$$\text{Üretim (m}^3\text{/s)} = \text{Çalışma hızı (m/s)} \times \text{Bıçak kap. (m}^2\text{)} \times \beta \quad 3.8$$

Değişik işlere göre verim etkeni β , aşağıdaki değerleri alır:

Yol bakımı: 0,8

Malzeme serme: 0,6

Hendek kazma: 0,5

Greyderler genellikle uzun mesafelerde çalıştıkları için vites değiştirme dönüşlerdeki kayıp zamanlar ihmal edilebilir. Makine çalışırken yapılan işe bağlı olarak bıçak belli bir açıyla malzemeyi kazar ve sürükler. Bu açığa bıçak açısı denir ve bıçak açısına bağlı olarak etkin bıçak boyu hesaplanabilir [7].

3.2.2.3 Ekskavatör iş üretimi hesaplamaları

Hidrolik ekskavatörler için üretim hesapları, diğer yükleyici takımlarla benzer şekilde yapılır. Üretim; kepçe kapasitesine, malzeme ağırlığına ve makinenin çevrim zamanına bağlı olarak hesaplanır. Ekskavatörler genellikle ileri geri hareket etmeden,

durdukları yerde dönerek yükleme yaptıkları için verimleri çok yüksektir. Bu çalışmada, bir ekskavatörün bir kamyonu doldurabilmesi için gerekli kepçe kapasitesi, sefer sayısı ile kamyon kapasitesi arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla farklı kapasitelerdeki ekskavatörler için analizler yapılmıştır.

Ekskavatör-kamyon birleşimlerinin birim maliyetlerinin hesaplanması sırasında, bir kamyonu doldurmak için gerekli döngü sayısının teknik olarak kabul edilebilir sınırlar içinde olması gerekmektedir. Bunun için de öncelikle bir ekskavatörün bir kamyonu doldurması için gerekli döngü sayısının belirlenmesi gerekmektedir. Bu değerlerden yola çıkarak hangi birleşimlerin uygulanabilir olduğu belirlenmelidir. Ekskavatör kepçe kapasitesinin artması ile aynı kapasitede kamyonu doldurmak için daha az sayıda döngü gerekmekte, bir seferde bırakılan büyük yükler kamyon altyapısını zorlamakta, gerek kamyon şasisine, gerekse de diğer donanımlarına zarar verebilmektedir [29].

3.2.2.4 Lastik tekerlekli yükleyici iş üretimi hesaplamaları

Bir lastik tekerlekli yükleyicinin üretimi kapasitesine, hızına, sabit zaman unsurlarına ve çevrim zamanına bağlı olmakla beraber, yükleme yöntemine (çapraz, V tipi malzeme taşıma gibi) veya fiziksel özelliklerine göre değişmektedir. Bu nedenle üretim tahmini hesapları, ortalama değerler üzerinden yapılmaktadır.

Kepçe ölçüleri makinenin yük kapasitesine göre değişmektedir. Belirli bir iş için seçilecek kepçe, malzeme ağırlığına ve çalışma şartlarına bağlıdır. Gevşek malzeme için kepçe hacmi; kapasitesinin, malzemenin kazılmış durumundaki özgül ağırlığına bölünmesiyle bulunur. İşe uygun kepçe seçildikten sonra üretim hesapları için kepçenin kapasite değerleri kullanılır [7].

Lastik tekerlekli yükleyicinin üretim hesabı dozer ile benzerlik göstermektedir. Çevrim zamanı; taşıma, geri dönüş, yerleşme ve yeniden harekete geçme için gerekli zamanların toplamıdır ve 3.4, 3.5, 3.6 ve 3.7 eşitlikleri yardımıyla hesaplanır. 3.4 eşitliğindeki dozerleme yerine taşıma zamanı hesaplanmaktadır.

4 BULGULAR ve TARTIŞMASI

Bir dekapaj şantiyesinin makine parkından halen kullanılan dozer, greyder, ekskavatör ve lastik tekerlekli yükleyici iş makineleri materyal olarak seçilmiş, bu makinelerle karşılaştırılabilecek aynı cins yeni makineler tespit edilerek maliyet analizleri yapılmıştır. Yeni iş makinelerinin işletme giderleri, aynı şantiyede kullanılan ve 1 yıl önce satın alınan iş makineleri için harcanan işletme giderleri esas alınarak hesaplanmıştır. Karşılaştırma, makinelerin Yıllık Eşdeğer Maliyetleri (YEM) ve saatlik üretim miktarları (saatlik iş kapasiteleri) esas alınarak yapılmıştır. YEM hesaplanırken, iş makinelerinin ekonomik ömürleri kaynak araştırmalarında edinilen bilgilere göre dozer için 7, greyder için 7, ekskavatör için 5, lastik tekerlekli yükleyici için 7 yıl olarak kabul edilmiştir [30], [33].

4.1 DOZERLE ÇALIŞMADA BİRİM İŞ MALİYETİ ANALİZİ

4.1.1 Dozerin Yıllık Eşdeğer Maliyeti

Bir dekapaj şantiyesinin makine parkından halen kullanılan 1991 yılında satın alınmış bir dozer seçilmiştir. Bu dozere 40.000 USD değerinde bir yatırım yapılır ve modernleştirilirse 2 yıl daha problemsiz kullanılacak durumdadır. Eski dozere alternatif olarak önerilen aynı cins yeni dozerin ekonomik ömrü 7 yıldır. Dozerlerin yıllık amortisman oranları %20'dir.

P_{dozer_e} : Eski dozerin maliyeti

P_{dozer_y} : Yeni dozerin maliyeti

$YİG_e$: Eski dozerin yıllık işletme gideri

$YİG_y$: Yeni dozerin yıllık işletme gideri

YEM_e : Eski dozerin yıllık eşdeğer maliyeti

YEM_y : Yeni dozerin yıllık eşdeğer maliyeti

Eski dozere yapılacak yatırım:

Motor ve Şanzıman onarım fiyatı: 25.000 USD

Yürüyüş takımı fiyatı: 15.000 USD

Toplam: 40.000 USD

Pdozer_e: (şimdiki değeri + yatırım fiyatı): 30.000 + 40.000 = 70.000 USD

Pdozer_y: satın alma fiyatı = 150.000 USD

YİG_e: (Bakım + Onarım) + İşletme: (10.000) + 68.000 = 78.000 USD

YİG_y: (Bakım + Onarım) + İşletme: (3.000 + 0) + 42.000 = 45.000 USD

Yıllık eşdeğer maliyet hesabı için eski ve yeni dozere ait gerekli değerler, Çizelge 4.1'deki gibidir.

Çizelge 4.1. Dozerlerin Maliyet Değerleri

	DOZER (eski)	DOZER (yeni)
Model	1991	2006
Maliyet (P)	70.000 USD	150.000 USD
Hurda Değeri (HD)	6.000 USD	60.000 USD
Yıllık İşletme Giderleri (YİG)	78.000 USD	45.000 USD
Ekonomik Ömür (n)	2	7
Sermaye Maliyeti (i)	%15	%15

Çizelge 4.1'deki *değerler* 3.1, 3.2 ve 3.3 eşitliklerinde yerine konduğunda aşağıdaki sonuçlar elde edilir:

$$(A/P, \%i, n) = \frac{(1+i)^n i}{(1+i)^n - 1} \quad 3.1$$

$$(A/P, \%15, 2) = \frac{(1 + 0,15)^2 0,15}{(1 + 0,15)^2 - 1}$$

$$= 0,62$$

$$(A/F, \%i, n) = \frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad 3.2$$

$$(A/F, \%15, 2) = \frac{0,15}{(1 + 0,15)^2 - 1}$$

$$= 0,47$$

$$YEM = P (A/P, \%i, n) - HD (A/F, \%i, n) + YIG \quad 3.3$$

$$YEM_e = 70.000 (A/P, \%15, 2) - 6.000 (A/F, \%15, 2) + 78.000$$

$$YEM_e = 70.000 (0,62) - 6.000 (0,47) + 78.000$$

$$= \mathbf{118.580 \text{ USD}}$$

Aynı denklemler yeni makine için uygulandığında aşağıdaki sonuçlar elde edilir:

$$(A/P, \%i, n) = \frac{(1+i)^n i}{(1+i)^n - 1} \quad 3.1$$

$$(A/P, \%15, 7) = \frac{(1 + 0,15)^7 0,15}{(1 + 0,15)^7 - 1}$$

$$= 0,24$$

$$(A/F, \%i, n) = \frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad 3.2$$

$$(A/F, \%15, 7) = \frac{0,15}{(1 + 0,15)^7 - 1}$$
$$= 0,09$$

$$YEM_y = 150.000 (A/P, \%15, 7) - 60.000 (A/F, \%15, 7) + 45.000$$

$$YEM_y = 150.000 (0,24) - 60.000 (0,09) + 45.000$$

$$= 75.600 \text{ USD}$$

4.1.2 Dozer İş Üretimi Hesabı

Dozerleme mesafeleri 15 m olmak üzere, eski ve yeni dozerin bıçak kapasiteleri, çalışma yapılırken tespit edilen ileri ve geri hızları, yerleşme ve yükleme zamanları Çizelge 4.2'deki gibidir.

Çizelge 4.2. Dozerlerin İş Üretim Değerleri

	DOZER (eski)	DOZER (yeni)
Kapasite	3.18 m ³	5.62 m ³
İleri Hız	2,5 km/saat	3,0 km/saat
Geri Hız	5,0 km/saat	6,0 km/saat
Yerleşme ve yükleme zamanı	0,15 dakika	0,12 dakika

Eski ve yeni dozer iş makinelerinin saatlik üretimini hesaplamak için Çizelge 4.2’de yer alan değerler, 3.4, 3.5, 3.6 ve 3.7 eşitliklerindeki yerlerine konarak aşağıdaki sonuçlar elde edilir.

Eski dozer için saatlik iş üretimi hesabı;

$$\text{Dozerleme zamanı (dak)} = \frac{\text{Dozerleme mesafesi (m)} \times 0,06}{\text{Dozerleme hızı (km/saat)}} \quad 3.4$$

$$\text{Dozerleme zamanı (dak)} = \frac{15 \text{ m} \times 0,06}{2,5 \text{ km/saat}} = 0,36 \text{ dakika}$$

$$\text{Geri dönüş zamanı (dak)} = \frac{\text{Geri dönüş mesafesi (m)} \times 0,06}{\text{Geri hız (km/saat)}} \quad 3.5$$

$$\text{Geri dönüş zamanı (dak)} = \frac{15 \text{ m} \times 0,06}{5,0 \text{ km/saat}} = 0,18 \text{ dakika}$$

Yerleşme ve yükleme zamanı (dak): 0,15 dakika

$$\text{Çevrim zamanı} = \text{Dozerleme zamanı} + \text{Geri dönüş zamanı} + \text{Yerleşme ve Yükleme zamanı} \quad 3.6$$

$$\text{Çevrim zamanı (dak): } 0,36 + 0,18 + 0,15 = 0,69 \text{ dakika}$$

Her bir saatlik çalışma için yaklaşık 10 dakika kayıp zaman olmaktadır. Dolayısıyla verimlilik etkeni 50 dakika alınacaktır.

$$\text{Üretim (m}^3\text{/saat)} = \frac{\text{Bıçak kapasitesi (m}^3\text{)} \times \beta \text{ (dak/saat)} \times \epsilon}{\text{Çevrim zamanı (dak)}} \quad 3.7$$

$$\text{Üretim (m}^3\text{/saat)} = \frac{3,18 \text{ m}^3 \times 50 \text{ dak} \times \varepsilon}{0,69 \text{ dak} \times 1 \text{ saat}} = 230,4 \text{ m}^3\text{/saat}$$

Çalışmanın yapıldığı şantiyeden edinilen bilgilere göre malzemenin cinsine göre kazılmış malzeme %25 oranında kabarmaktadır. Dolayısıyla;

$$\varepsilon = 100/(100+25) = 0,80' \text{ dir.}$$

$$\text{Üretim (m}^3\text{/saat)} = 230,4 \text{ m}^3\text{/saat} \times 0,80 = 184,34 \text{ m}^3\text{/saat}$$

Eski dozer, saatte 184,34 m³ üretim yapmaktadır.

Yeni dozer için saatlik iş üretimi hesabı;

$$\text{Dozerleme zamanı (dak)} = \frac{\text{Dozerleme mesafesi (m)} \times 0,06}{\text{Dozerleme hızı (km/saat)}} \quad 3.4$$

$$\text{Dozerleme zamanı} = \frac{15 \text{ m} \times 0,06}{3,0 \text{ km/saat}} = 0,3 \text{ dakika}$$

$$\text{Geri dönüş zamanı (dak)} = \frac{\text{Geri dönüş mesafesi (m)} \times 0,06}{\text{Geri hız (km/saat)}} \quad 3.5$$

$$\text{Geri dönüş zamanı} = \frac{15 \text{ m} \times 0,06}{6,0 \text{ km/saat}} = 0,15 \text{ dakika}$$

Yerleşme ve yükleme zamanı: 0,12 dakika

$$\text{Çevrim zamanı} = \text{Dozerleme zamanı} + \text{Geri dönüş zamanı} + \text{Yerleşme ve Yükleme zamanı} \quad 3.6$$

Çevrim zamanı: $0,12 + 0,3 + 0,15 = 0,57$ dakika

$$\text{Üretim (m}^3\text{/saat)} = \frac{\text{Bıçak kapasitesi (m}^3\text{)} \times \beta \text{ (dak/saat)} \times \varepsilon}{\text{Çevrim zamanı (dak)}} \quad 3.7$$

$$\text{Üretim (kabarmış) (m}^3\text{/saat)} = \frac{5,62 \text{ m}^3 \times 50 \text{ dak}}{0,57 \text{ dak} \times 1 \text{ saat}} = 492,98 \text{ m}^3\text{/saat}$$

$$\text{Üretim (m}^3\text{/saat)} = 492,98 \text{ m}^3\text{/saat} \times 0,80 = 394,38 \text{ m}^3\text{/saat}$$

Yeni dozer, saatte 394,38 m³ üretim yapmaktadır.

4.2 GREYDERLE ÇALIŞMADA BİRİM İŞ MALİYETİ ANALİZİ

4.2.1 Greyderin Yıllık Eşdeğer Maliyeti

Aynı dekapaj şantiyesinin makine parkından yine 1991 yılında satın alınmış ve halen kullanılan bir greyder seçilmiştir. Bu greydere 60.000 USD değerinde bir yatırım yapılır ve modernleştirilirse 2 yıl daha problemsiz kullanılacak durumdadır. Eski greydere karşılık olarak önerilen aynı cins yeni greyderin ekonomik ömrü 7 yıldır. Greyderlerin yıllık amortisman oranı %15'tir.

P_{greyder_e} : Eski greyderin maliyeti

P_{greyder_y} : Yeni greyderin maliyeti

$YİG_e$: Eski greyderin yıllık işletme gideri

$YİG_y$: Yeni greyderin yıllık işletme gideri

YEM_e : Eski greyderin yıllık eşdeğer maliyeti

YEM_y : Yeni greyderin yıllık eşdeğer maliyeti

Eski greydere yapılacak yatırım:

Motor ve Şanzıman onarım fiyatı: 40.000 USD

Hidrolik pompa fiyatı: 10.000 USD

Yürüyüş takımı fiyatı: 10.000 USD

Toplam: 60.000 USD

P_{greyder_e} : (şimdiki değeri + yatırım fiyatı): 22.000 + 60.000 = 82.000 USD

P_{greyder_y} : satın alma fiyatı = 125.000 USD

$Y\dot{I}G_e$: Bakım + Onarım + İşletme: 8.000 USD + 31.000 = 39.000 USD

$Y\dot{I}G_y$: Bakım + Onarım + İşletme: 3.000 + 0 + 20.000 = 23.000 USD

Yıllık eşdeğer maliyet hesabı için eski ve yeni greydere ait gerekli değerler, Çizelge 4.3'deki gibidir.

Çizelge 4.3. Greyderlerin Maliyet Değerleri

	GREYDER (eski)	GREYDER (yeni)
Model	1991	2006
Maliyet (P)	82.000 USD	125.000 USD
Hurda Değeri (HD)	9.000 USD	65.000 USD
Yıllık İşletme Giderleri (YİG)	39.000 USD	23.000 USD
Ekonomik Ömür	2	7
Sermaye Maliyeti	%15	%15

Çizelgedeki *değerler* 3.1, 3.2 ve 3.3 eşitliklerinde yerine konduğunda aşağıdaki sonuçlar elde edilir:

$$(A/P, \%i, n) = \frac{(1+i)^n i}{(1+i)^n - 1} \quad 3.1$$

$$(A/P, \%15, 2) = \frac{(1 + 0,15)^2 0,15}{(1 + 0,15)^2 - 1}$$

$$= 0,62$$

$$(A/F, \%i, n) = \frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad 3.2$$

$$(A/F, \%15, 2) = \frac{0,15}{(1 + 0,15)^2 - 1}$$

$$= 0,47$$

$$YEM = P (A/P, \%i, n) - HD (A/F, \%i, n) + YİG \quad 3.3$$

$$YEM_e = 82.000 (A/P, \%15, 2) - 9.000 (A/F, \%15, 2) + 39.000$$

$$YEM_e = 82.000 (0,62) - 9.000 (0,47) + 39.000$$

$$= \mathbf{85.610 \text{ USD}}$$

Aynı denklemler yeni makine için uygulandığında aşağıdaki sonuçlar elde edilir:

$$(A/P, \%i, n) = \frac{(1+i)^n i}{(1+i)^n - 1} \quad 3.1$$

$$(A/P, \%15, 7) = \frac{(1 + 0,15)^7 0,15}{(1 + 0,15)^7 - 1}$$

$$= 0,24$$

$$(A/F, \%i, n) = \frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad 3.2$$

$$(A/F, \%15, 7) = \frac{0,15}{(1 + 0,15)^7 - 1}$$

$$= 0,09$$

$$YEM = P (A/P, \%i, n) - HD (A/F, \%i, n) + YİG \quad 3.3$$

$$YEM_y = 125.000 (A/P, \%15, 7) - 65.000 (A/F, \%15, 7) + 23.000$$

$$YEM_y = 125.000 (0,24) - 65.000 (0,09) + 23.000$$

$$= 47.150 \text{ USD}$$

4.2.2 Greyder İş Üretimi Hesabı

Greyderlerin tahmini üretim hesabı çalışma hızları ve bıçak boyutları esas alınarak yapılmıştır. Greyderlerin vites değiştirme ve dönüşlerdeki kayıp zamanları hesaplara katılmamıştır.

Çizelge 4.4'de eski ve yeni greyderin çalışma hızları ve bıçak boyutları görülmektedir.

Çizelge 4.4. Greyderlerin Üretim Değerleri

	GREYDER (eski)	GREYDER (yeni)
Çalışma Hızı	2 km/saat	2 km/saat
Bıçak boyu	3,66 m	3,96 m
Bıçak eni	0,60 m	0,67 m

Eski greyder için iş üretimi hesabı;

$$\text{Eski greyderin bıçak kapasitesi: } 3,66 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} = 2,196 \text{ m}^2$$

Verim etkeni β , yol bakımı çalışmaları için esas alınarak 0,8 değeri ile hesaplanmaktadır. 3.8 eşitliğinde değerler yerine konduğunda;

$$\text{Üretim (m}^3/\text{s)} = \text{Çalışma hızı (m/s)} \times \text{Bıçak kapasitesi (m}^2) \times \beta(\text{dak/saat}) \quad 3.8$$

$$\text{Üretim (m}^3/\text{s)} = 2000 \text{ (m/s)} \times 2,196(\text{m}^2) \times 0,8 = 3.513,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

Eski greyder saatte 3.513,6 m³ üretim yapmaktadır.

Yeni greyder için iş üretimi hesabı;

$$\text{Yeni greyderin bıçak kapasitesi: } 3,96 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} = 2,376 \text{ m}^2$$

$$\text{Üretim (m}^3/\text{s)} = \text{Çalışma hızı (m/s)} \times \text{Bıçak kapasitesi (m}^2) \times \beta(\text{dak/saat}) \quad 3.8$$

$$\text{Üretim (m}^3/\text{s)} = 2000 \text{ (m/s)} \times 2,376(\text{m}^2) \times 0,8 = 3.801,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

Yeni greyder saatte 3.801,6 m³ üretim yapmaktadır.

4.3 EKSKAVATÖRLE ÇALIŞMADA BİRİM İŞ MALİYETİ ANALİZİ

4.3.1 Ekskavatörün Yıllık Eşdeğer Maliyeti

Dekapaj şantiyesinin makine parkından 1995 yılında satın alınmış ve halen kullanılan bir ekskavatör seçilmiştir. Bu ekskavatore 60.000 USD değerinde bir yatırım yapılır ve modernleştirilirse 2 yıl daha problemsiz kullanılacak durumdadır. Eski ekskavatore alternatif olarak önerilen aynı cins yeni ekskavatörün ekonomik ömrü 5 yıldır. Ekskavatörlerin yıllık amortisman oranı %15'tir.

Pekskavatör_e: Eski ekskavatörün maliyeti

Pekskavatör_y: Yeni ekskavatörün maliyeti

YİG_e: Eski ekskavatörün yıllık işletme gideri

YİG_y: Yeni ekskavatörün yıllık işletme gideri

YEM_e: Eski ekskavatörün yıllık eşdeğer maliyeti

YEM_y: Yeni ekskavatörün yıllık eşdeğer maliyeti

Eski ekskavatöre yapılacak yatırım:

Motor ve Hidrolik pompa onarım fiyatı: 40.000 USD

Yürüyüş takımı fiyatı: 20.000 USD

Toplam: 60.000 USD

P ekskavatör_e: (şimdiki değeri + yatırım fiyatı): 110.000 + 60.000 = 170.000
USD

P ekskavatör_y: satın alma fiyatı = 300.000 USD

YİG_e: (Bakım + Onarım) + İşletme: 15.000 + 65.000 = 80.000 USD

YİG_y: (Bakım + Onarım) + İşletme: 2.500 + 35.000 = 37.500 USD

Yıllık eşdeğer maliyet hesabı için eski ve yeni ekskavatöre ait gerekli değerler, Çizelge 4.5'deki gibidir.

Çizelge 4.5. Ekskavatörlerin Maliyet Değerleri

	EKSKAVATÖR (eski)	EKSKAVATÖR (yeni)
Model	1995	2006
Maliyet (P)	170.000 USD	300.000 USD
Hurda Değeri (HD)	50.000 USD	133.000 USD
Yıllık İşletme Giderleri (YİG)	80.000 USD	37.500 USD
Ekonomik Ömür	2	5
Sermaye Maliyeti	%15	%15

Çizelgedeki *değerler* 3.1, 3.2 ve 3.3 eşitliklerinde yerine konduğunda aşağıdaki sonuçlar elde edilir:

$$(A/P, \%i, n) = \frac{(1+i)^n i}{(1+i)^n - 1} \quad 3.1$$

$$(A/P, \%15, 2) = \frac{(1 + 0,15)^2 0,15}{(1 + 0,15)^2 - 1}$$

$$= 0,62$$

$$(A/F, \%i, n) = \frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad 3.2$$

$$(A/F, \%15, 2) = \frac{0,15}{(1 + 0,15)^2 - 1}$$

$$= 0,47$$

$$YEM = P (A/P, \%i, n) - HD (A/F, \%i, n) + YİG \quad 3.3$$

$$YEM_e = 170.000 (A/P, \%15, 2) - 50.000 (A/F, \%15, 2) + 80.000$$

$$YEM_e = 170.000 (0,62) - 50.000 (0,47) + 80.000$$

$$= 161.900 \text{ USD}$$

Aynı denklemler yeni makine için uygulandığında aşağıdaki sonuçlar elde edilir:

$$(A/P, \%i, n) = \frac{(1+i)^n i}{(1+i)^n - 1} \quad 3.1$$

$$(A/P, \%15, 5) = \frac{(1 + 0,15)^5 0,15}{(1 + 0,15)^5 - 1}$$

$$= 0,3$$

$$(A/F, \%i, n) = \frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad 3.2$$

$$(A/F, \%15, 5) = \frac{0,15}{(1 + 0,15)^5 - 1}$$

$$= 0,15$$

$$YEM = P (A/P, \%i, n) - HD (A/F, \%i, n) + YİG \quad 3.3$$

$$YEM_y = 300.000 (A/P, \%15, 5) - 133.000 (A/F, \%15, 5) + 37.500$$

$$YEM_y = 300.000 (0,3) - 133.000 (0,15) + 37.500$$

$$= 107.550 \text{ USD}$$

4.3.2 Ekskavatör İş Üretimi Hesabı

Malzeme : Andazit toprak karışımı

Taşıma ekipmanı: 6,37 m³ kapasiteli damperli kamyon

Yükleme ekipmanı: 3,30 m³ kepçe kapasiteli hidrolik ekskavatör

I. Ekskavatör Kapasitesi:

Malzeme özgül ağırlığı: 2670 kg/m³

Kabarma yüzdesi: Tahmini %25

%25 oranında kabaran kazılmış malzemenin kabarma etkeni, ϵ :

$100/(100+25) = 0,80$ dir.

Kazılmış malzeme özgül ağırlığı: $0,80 \times 2670 = 2136$ kg/m³

Eski Ekskavatörün Kepçe Kapasitesi: $3,30 \times 0,80 = 2,64$ m³

Alternatif Ekskavatörün Kepçe Kapasitesi: $3,0 \times 0,80 = 2,40$ m³

II. Kepçe/Damper uyumu:

Damper kapasitesi 6,37 m³ (silme) – yaklaşık 7,2 m³ (tepeleme)

Yükleme sayısı: 3

Eski ekskavatörün 3 seferdeki üretimi: $2,64 \times 3 = 7,92$ m³

Yeni ekskavatörün 3 seferdeki üretimi: $2,40 \times 3 = 7,20$ m³

3,30 m³ kapasiteli kepçe ile 3 seferde kamyon, kapasitesinden daha fazla yüklenecektir ve malzeme kayması olacaktır. 3,0 m³ kapasiteli kepçe ile 3 seferde kamyon tam olarak doldurulmaktadır.

4.4 LASTİK TEKERLEKLİ YÜKLEYİCİ İLE ÇALIŞMADA BİRİM İŞ MALİYETİ ANALİZİ

4.4.1 Lastik Tekerlekli Yükleyicinin Yıllık Eşdeğer Maliyeti

Aynı dekapaj şantiyesinin makine parkından halen kullanılan 1995 yılında satın alınmış bir lastik tekerlekli yükleyici seçilmiştir. Bu lastik tekerlekli yükleyiciye 40.000 USD değerinde bir yatırım yapılır ve modernleştirilirse 2 yıl daha problemsiz kullanılacak durumdadır. Lastik tekerlekli yükleyicilerin yıllık amortisman oranı %15'tir.

P las.tek.yük_e: Eski las. tek. yükleyicinin maliyeti

P las.tek.yük_y: Yeni las. tek. yükleyicinin maliyeti

YİG_e: Eski las. tek. yükleyicinin yıllık işletme gideri

YİG_y: Yeni las. tek. yükleyicinin yıllık işletme gideri

YEM_e: Eski las. tek. yükleyicinin yıllık eşdeğer maliyeti

YEM_y: Yeni las. tek. yükleyicinin yıllık eşdeğer maliyeti

Eski lastik tekerlekli yükleyiciye yapılacak yatırım:

Motor, transmisyon ve hidrolik silindir onarım fiyatı: 25.000 USD

Yürüyüş takımı fiyatı: 20.000 USD

Toplam: 45.000 USD

P l.t.yük_e: (Şimdiki değeri + Yatırım fiyatı): 60.000 + 45.000 = 105.000 USD

P l.t.yük_y: Satın alma fiyatı = 165.000 USD

$$YİG_e: (\text{Bakım} + \text{Onarım}) + \text{İşletme}: 8.000 + 38.000 = 46.000 \text{ USD}$$

$$YİG_y: (\text{Bakım} + \text{Onarım}) + \text{İşletme}: 2.500 + 20.000 = 22.500 \text{ USD}$$

Lastik tekerlekli yükleyicilerin maliyet hesabı için gerekli değerler, Çizelge 4.6'daki gibidir.

Çizelge 4.6. Lastik Tekerlekli Yükleyicilerin Maliyet Değerleri

	L. T. YÜKLEYİCİ (eski)	L. T. YÜKLEYİCİ (yeni)
Model	1995	2006
Maliyet (P)	105.000 USD	165.000 USD
Hurda Değeri (HD)	27.000 USD	73.000 USD
Yıllık İşletme Giderleri (YİG)	46.000 USD	22.500 USD
Ekonomik Ömür	2	7
Sermaye Maliyeti	%15	%15

Eski lastik tekerlekli yükleyicinin P değeri yatırım maliyeti ve lastik tekerlekli yükleyicinin şimdiki değeri toplanarak hesaplanmıştır. Çizelgedeki değerler 3.3 eşitliğinde yerine konduğunda aşağıdaki sonuçlar elde edilir:

$$(A/P, \%i, n) = \frac{(1+i)^n i}{(1+i)^n - 1} \quad 3.1$$

$$(A/P, \%15, 2) = \frac{(1 + 0,15)^2 0,15}{(1 + 0,15)^2 - 1}$$

$$= 0,62$$

$$(A/F, \%i, n) = \frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad 3.2$$

$$(A/F, \%15, 2) = \frac{0,15}{(1 + 0,15)^2 - 1}$$

$$= 0,47$$

$$YEM = P (A/P, \%i, n) - HD (A/F, \%i, n) + Y\dot{I}G \quad 3.3$$

$$YEM_e = 105.000 (A/P, \%15, 2) - 27.000 (A/F, \%15, 2) + 46.000$$

$$YEM_e = 105.000 (0,62) - 27.000 (0,47) + 46.000$$

$$= \mathbf{98.410 \text{ USD}}$$

Aynı denklemler yeni makine için uygulandığında aşağıdaki sonuçlar elde edilir:

$$(A/P, \%i, n) = \frac{(1+i)^n i}{(1+i)^n - 1} \quad 3.1$$

$$(A/P, \%15, 7) = \frac{(1 + 0,15)^7 0,15}{(1 + 0,15)^7 - 1}$$

$$= 0,24$$

$$(A/F, \%i, n) = \frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad 3.2$$

$$(A/F, \%15, 7) = \frac{0,15}{(1 + 0,15)^7 - 1}$$

$$= 0,09$$

$$YEM = P (A/P, \%i, n) - HD (A/F, \%i, n) + Y\dot{I}G \quad 3.3$$

$$YEM_y = 165.000 (A/P, \%15, 7) - 73.000 (A/F, \%15, 7) + 22.500$$

$$YEM_y = 165.000 (0,24) - 73.000 (0,09) + 22.500$$

$$= 55.530 \text{ USD}$$

4.4.2 Lastik Tekerlekli Yükleyici İş Üretim Hesabı

Taşıma yolu mesafeleri 15 m olmak üzere, eski ve yeni lastik tekerlekli yükleyicinin çalışma yapılırken tespit edilen değerleri Çizelge 4.7'deki gibidir.

Çizelge 4.7. Lastik Tekerlekli Yükleyicilerin Üretim Değerleri

	LAS. TEKER. YÜK. (eski)	LAS. TEKER. YÜK. (yeni)
Kepçe kapasitesi	4,10 m ³	5,0 m ³
İleri Hız	15 km/saat	20 km/saat
Geri Hız	20 km/saat	24 km/saat
Yerleşme ve Yükleme zamanı	0,15 dakika	0,12 dakika

3.4, 3.5, 3.6 ve 3.7 eşitliklerinde değerler yerine koyulduğunda aşağıdaki sonuçlar elde edilir. Taşıma mesafesi hesaplanırken 3.4 eşitliğinde yer alan dozerleme mesafesi denklemi kullanılır.

Eski lastik tekerlekli yükleyici için iş üretimi hesabı;

$$Taşıma zamanı (dak) = \frac{Taşıma mesafesi (m) \times 0,06}{Taşıma hızı (km/saat)} \quad 3.4$$

$$Taşıma zamanı (dak) = \frac{15m \times 0,06}{15 \text{ km/saat}} = 0,06 \text{ dakika}$$

Yerleşme ve yükleme zamanı = 0,15 dakika

$$\text{Geri dönüş zamanı (dak)} = \frac{\text{Geri dönüş mesafesi (m)} \times 0,06}{\text{Geri hız (km/saat)}} \quad 3.5$$

$$\text{Geri dönüş zamanı (dak)} = \frac{15\text{m} \times 0,06}{20 \text{ km/saat}} = 0,045$$

$$\text{Toplam çevrim zamanı} = \text{Taşıma zamanı} + \text{Geri dönüş zamanı} + \text{Yerleşme ve Yükleme zamanı} \quad 3.6$$

$$\text{Toplam çevrim zamanı: } 0,06 + 0,15 + 0,045 = 0,255 \text{ dakika}$$

Her bir saatlik çalışma için 10 dakika kayıp olmaktadır. Dolayısıyla verimlilik etkeni 50 dakika alınacaktır.

$$\text{Üretim (m}^3\text{/saat)} = \frac{\text{Bıçak kapasitesi (m}^3\text{)} \times \beta(\text{dak/saat})}{\text{Çevrim zamanı (dak)}} \quad 3.7$$

$$\text{Üretim(kabarmuş) (m}^3\text{/saat)} = \frac{4,10 \text{ m}^3 \times 50 \text{ dak}}{0,255 \text{ dak} \times 1 \text{ saat}} = 804 \text{ m}^3\text{/saat}$$

Çalışmanın yapıldığı şantiyeden edinilen bilgilere göre malzemenin cinsine göre kazılmış malzeme %25 oranında kabarmaktadır. Dolayısıyla kabarma etkeni ϵ , $100/(100+25) = 0,80$ 'dir.

$$\text{Üretim (m}^3\text{/saat)} = 804 \text{ m}^3\text{/saat} \times 0,80 = \mathbf{643,2 \text{ m}^3\text{/saat}}$$

Eski lastik tekerlekli yükleyici, saatte 643,2 m³ üretim yapmaktadır.

Yeni lastik tekerlekli yükleyici için iş üretimi hesabı;

$$\text{Taşıma zamanı (dak)} = \frac{15m \times 0,06}{20 \text{ km/saat}} = 0,045 \text{ dakika}$$

$$\text{Yerleşme ve yükleme zamanı} = 0,12 \text{ dakika}$$

$$\text{Geri dönüş zamanı (dak)} = \frac{15m \times 0,06}{24 \text{ km/saat}} = 0,0375$$

$$\text{Toplam çevrim zamanı: } 0,045 + 0,12 + 0,0375 = 0,2025 \text{ dakika}$$

$$\text{Üretim(kabarmış)} (m^3/saat) = \frac{5,0 m^3 \times 50 \text{ dak}}{0,2025 \text{ dak} \times 1 \text{ saat}} = 1235 m^3/saat$$

$$\text{Üretim} (m^3/saat) = 1235 m^3/saat \times 0,80 = \mathbf{988 m^3/saat}$$

Yeni lastik tekerlekli yükleyici, saatte 988 m³ üretim yapmaktadır.

5 SONUÇLAR ve ÖNERİLER

İnşaat işletmelerinin en önemli kaynağı olan iş makineleri, ekonomik ömürlerini doldurdıkları zaman ya da işletmecilerin yanlış seçimleri sonucunda, büyük oranda maddi ve manevi zarara yol açabilmektedir. İşletmeler için kaynak olması amacıyla hazırlanan bu çalışma için, bir dekapaj şantiyesinin makine parkı seçilerek, en çok kullanılan iş makinelerinden dozer, ekskavatör, greyder ve lastik tekerlekli yükleyici iş makineleri için maliyet analizleri ve birim iş üretimi hesapları yapılmıştır. Makineler aynı cins yeni makinelerle karşılaştırılarak, maliyet ve üretim farkları araştırılmıştır. Hesaplamalarda, işletmenin sermaye maliyeti %15 olarak alınmıştır. Yapılan analiz ve hesaplar sonucu Çizelge 5.1'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 5.1. İş Makinelerinin Yıllık Eşdeğer Maliyet ve Birim İş Üretim Hesabı Sonuçları

İş Makinesi (e/y)	YEM	İş Üretimi
Dozer (eski)	118.580 USD	184,34 m ³ /saat
Dozer (yeni)	75.600 USD	394,38 m ³ /saat
Greyder (eski)	85.610 USD	3.513,6 m ³ /saat
Greyder (yeni)	47.150 USD	3.801,6 m ³ /saat
Ekskavatör (eski)	161.900 USD	3 sefer (malzeme kayması)
Ekskavatör (yeni)	107.550 USD	3 sefer (tam dolum)
Las. Tek. Yük. (eski)	98.410 USD	643,2 m ³ /saat
Las. Tek. Yük. (yeni)	55.530 USD	988 m ³ /saat

Yukarıdaki çizelgede görüldüğü gibi, ekonomik ömürlerini tamamlamış, ilave bakım-onarımla 2 yıl daha çalışma olanağı sağlanmış makinelerin yerine, yeni iş makineleri satın almak, halen kullanılan iş makinelerine göre hem yıllık eşdeğer maliyet, hem de üretim bakımından daha kazançlıdır. Dolayısıyla iş makinelerinin zamanında yenilenmeleri gerekmektedir. Eski ve yeni makineler arasındaki maliyet ve birim iş üretimi farkları uzun vadede işletmeyi önemli oranda zarara uğratabilmektedir.

Sağlıklı analizler yapmak için işletmeler, iş makineleri ile ilgili satın alma, tamir, bakım vb bilgileri düzenli olarak kayıt altına almalı ve saklamalıdır. Makineler için yapılan her işlem ve harcanan gider, analizlerin girdisini oluşturacak, yenilenme kararının daha doğru alınmasına neden olacaktır.

İnşaat işletmelerinin çalışmalarından en yüksek verimi sağlama ölçütlerinden biri de doğru iş makinesi seçimidir. İş makineleri yenilenirken, makinelerin kapasite ve gücünün büyüklüğünden çok, yapılacak işin gerektirdiği koşullara uygun olmasına önem verilmelidir.

İş makinelerinin genel olarak 5 yıldan sonra işletme giderleri artmakta ve iş verimlilikleri düşmektedir. Bu nedenle özellikle 5. yıldan sonra her yıl iş makinelerinin yıllık eşdeğer maliyetleri çıkarılarak, analiz sonucuna göre makineler işletmeyi zarara uğratmadan önce yenilenmelidir. Bu çalışmada eski makinelere yapılan gerekli yatırım sonucunda, ekonomik ömrün 2 yıl daha uzatılabileceği belirtilse de, yeni makineler kadar verimli olamayacağı açıktır. Teknolojinin ilerlemesi her alanda olduğu gibi iş makinelerini de etkilemektedir. İş makinelerinde yapılan iyileştirme ve yenilikler iş verimliliğini büyük oranda arttırmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] İMDER. (10 Ocak 2006). Türkiye'nin Yükünü Taşıyan İş Makineleri İşkolu, Erişim: <http://www.imder.org.tr/turkish/hakkimizda.html> [17 Mart 2006]
- [2] Taylan, T., "Türkiye İş Makinaları Sanayi Dış Pazar Araştırması" T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi, Ankara, 83s., (2006)
- [3] Evranos, F. (07 Ağustos 2005). Finansal Krizler 2005 Ekonomik Durum, Erişim: <http://www.haberzade.com/?link=yazaroku.php&yaziid=36> [28.Mart 2006]
- [4] MMO. II. İş Makinaları Sempozyumu ve Sergisi 2005 Bildiriler Kitabı, Yapım Tanıtım Yayıncılık, E/2003/389: Ankara, 452 s., (2005)
- [5] MMO. İş Makinaları El Kitabı-4, Özkan Matbaacılık, MMO/2003/305/2: Ankara, 134 s., (2003)
- [6] Ödevci, (10 Kasım 2004). Yapı Makineleri. Erişim: <http://www.odevci.com/odev/21733.insaat.yapi.makineleri.html> [11 Nisan 2006]
- [7] Ergezer, M. (15 Mayıs 2000). Ekskavatör Nasıl Çalışır?, Erişim: <http://www.santiyeci.com/YEDEK/ekskavator.htm> [11 Nisan 2006]
- [8] Ergezer, M. (15 Mayıs 2000). Yükleyici (Loader) Nasıl Çalışır?, Erişim: <http://www.santiyeci.com/YEDEK/yukleyicinsc.htm> [11 Nisan 2006]
- [9] Özsöylev, T. "İş ve İnşaat Makinaları" 2. Baskı, Maya Matbaacılık, İstanbul, 272s., (1997)
- [10] BLİM. (22 Şubat 2006). Dekapaj Çalışma Sistemi, Erişim: <http://www.bli.gov.tr/calismasistemi.html> [17 Mart 2006]
- [11] Ergezer, M. (15 Mayıs 2000). Makinalı Kazı Nasıl Yapılır?, Erişim: <http://www.santiyeci.com/YEDEK/kazinsyap.htm> [11 Nisan 2006]
- [12] Tekin, M., Güleş, H.K., Ögüt, A. "Teknoloji Yönetimi" 3. Baskı, Basımevi, Ankara, 359 s., (2006)
- [13] Işıkdag, Ü. (02 Aralık 2002). Türk İnşaat Sektöründe Bilişim Vizyonu Işığında, Sektörel Ve Kurumsal Bilgi Yönetimi İçin Katmanlar Yapılanma Modeli, Erişim: http://dergi.tbd.org.tr/yazarlar/02122002/umit_isikdag.htm [06 Mart 2007]
- [14] Gençbilim. (10 Ocak 2003). GSMH ve İnşaat Sektörünün Gelişimi, Erişim: <http://www.gençbilim.com/odev/odevgoster.php?il=icel&id=13542> [06 Nisan 2006]

- [15] İNTES. (06 Mart 2005). İnşaat Sektörünün Ekonomimiz İçindeki Yeri, Erişim: http://www.intes.org.tr/Dosyalar/IntesRaporlar/ins_raporu2.doc [06 Mart 2007]
- [16] KOBİEFOR. (11 Mayıs 2005). Sektör Dosyası, Erişim: http://www.kobi-efor.com.tr/haber_detay.asp?id=1138 [06 Mart 2007]
- [17] Güner A.F. ve Giritli, F., “İnşaat Sektöründe Toplam Kalite Yönetimi ve Türkiye’deki Uygulamalar” İTÜ Dergisi, 3(1): 19-30, (2004)
- [18] Günaydın, H. M., “Toplam Kalite Yönetimi” Meslek İçi Eğitim Kitapları Dizisi 2, Mimarlar Odası İzmir Şubesi Yayınları, İzmir, 37 s., (2002)
- [19] Tepum Sigma A.Ş. (11 Haziran 2005). İnşaat Sektöründe İş Süreçleri ve Kurumsal Kaynak Yönetimi, Erişim: http://www.tepum.com.tr/Etkinlikler/BPM_%C4%B0nsaat-Mail.pps [08 Mart 2007]
- [20] Eyüboğlu, F. (17 Aralık 2006). Süreçlerin Sınıflandırılması ve Süreç Hiyerarşisi, Erişim: <http://www.filizeyuboglu.com/yazi3.html> [13 Mart 2007]
- [21] Uğur ve L.O., “İnşaat Sektöründe Riskler ve Risk Yönetimi” TMB – Türkiye Müteahhitler Birliği, Ankara, 164s., (2006)
- [22] Polat, G. ve Müngen U., “İnşaat Sektöründe Ekonomik Malzeme Yönetim Sistem Seçimi İçin Simulasyon Modeli” İTÜ Dergisi, 5(2): 105-115, (2006)
- [23] Kutlu, N. T., “Proje Planlama Teknikleri ve PERT Tekniğinin İnşaat Sektöründe Uygulanması Üzerine Bir Çalışma” Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 3(2): 164-202, (2001)
- [24] CNRC. Institute for Research in Construction-Strategic Plan 2004-09, s:7-9, Canada, (2003)
- [25] Işık, A. “Mühendislik Ekonomisi” 3.Baskı, Birsen Yayınevi, İstanbul, 405 s., (2005)
- [26] DPT. (10 Aralık 1996). Proje Planlama ve Analiz Kavramları, Erişim: <http://www.dpt.gov.tr/dptweb/ekutup96/prjplan/prj8.html> [28.Mart 2006]
- [27] Cerit, B. ve Yılmaz, B. “İş Makinalarının Sınıflandırılması ve Mekanizasyona Dayalı İş-Zaman-Verim Analizi”, II. İş Makinaları Sempozyumu ve Sergisi 2005 Bildiriler Kitabı, E/2005/389: 91-99, (2005)

- [28] Kırmanlı, C. ve Erçelebi, S.G. “Açık İşletme Madenciliğinde Kullanılan İş Makinalarının Seçim Teknikleri”, II. İş Makinaları Sempozyumu ve Sergisi 2005 Bildiriler Kitabı, E/2005/389: 1-9, (2005)
- [29] Zane W. Mitchell, Jr., “A Statistical Analysis Of Construction Equipment Repair Costs Using Field Data & The Cumulative Cost Model” Doctor of Philosophy In Civil Engineering, Dissertation submitted to the Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, 153 s., (1998)
- [30] Stewart, L. (07.01.2004). Component Life Sketches Machine Economic Life, Erişim: <http://www.constructionequipment.com/article/CA457548.html?industryid=23390> [16 Mart 2007]
- [31] Çebi, Y. ve Aksoy, M. “Belirli Bir Dekapaj İçin Değişik Ekskavatör-Kamyon Kombinasyonlarının Maliyet Analizi İle Değerlendirilmesi” Fen ve Mühendislik Dergisi, 2(3): 67–77, (2000)
- [32] Burrows, D. H. (01 Temmuz 2004). How to Find The Sweet Spot, M. Vorster (ed), Erişim: <http://www.constructionequipment.com/article/CA457527.html?industryid=23397> [02 Nisan 2007]
- [33] Petts, Rob. (06.09.1997). Costing Equipment, Erişim: <http://www.ilo.org/public/english/employment/recon/eiip/asist/bulletin/bul-6/cost.htm> [11. 04.2007]
- [34] STFA. Oman QSR Projesi, Oman, (2007) (yayınlanmamış)
- [35] Okka, O. “Mühendislik Ekonomisine Giriş” 1. Baskı, Nobel Basımevi, Ankara, 262 s., (2003)

ÖZGEÇMİŞ

Adres Eğriçam Mah. GMK Bulvarı Sultantur Apt. 487/18 Mersin
Telefon 532 737 2040
E-mail Adresi meric_barç@yahoo.com

Doğum tarihi 27.12.1975
Doğum yeri Diyarbakır
Sürücü belgesi B Sınıfı

Eğitim

Yüksek Lisans Mersin Üniversitesi -2007 Makine Mühendisliği
Lisans Mersin Üniversitesi -2001 Makine Mühendisliği

İş Deneyimleri

Mayıs 2007-Devam Ediyor **Taca İnşaat ve Tic. Ltd. Şti., Mersin**
Forum Mersin AVM Pilotaj Ekip Şefi

Şubat 2003-Mayıs 2007 **Mersin Onar İnşaat ve Tic. Ltd. Şti., Mersin**
Kalite – Çevre – İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Temsilcisi

Temmuz 2006-Devam Ediyor **Makine Mühendisleri Odası, Mersin**
Kalite – Çevre – İş Sağlığı ve Güvenliği Komisyon Başkanı

Eylül 2002-Şubat 2003 **Akdeniz Tekstil ve Tic. A.Ş. , Mersin**
Tekstil – Lojistik – Müdür

Eylül 2001-Kasım 2001 **Deso Tekstil ve Tic. Ltd. Şti. , Mersin**
Tekstil – İşletme – Müdür

**Haziran 2000-Eylül
2000**

Medikar Medikal Gaz Sistemleri A.Ş. , Mersin

Tıbbi Malzeme – Tasarım – Mühendis

Yabancı Dil

İngilizce Okuma: İyi Yazma: İyi Konuşma: İyi

Bilgisayar Deneyimi

MS Office, Internet, Design Expert, SPSS, Statistica,
AutoCAD, Sentez

**Kurs/ Seminer/
Sertifikalar**

- Beden Dili Eğitimi Makine Müh. Odası / Mersin 2007 1 gün
- LPG Dolum Tesisi ve Otogaz İstasyonu Sorumlu Müdürlük Kursu Makine Müh. Odası / Mersin 2006 1 gün
- İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlığı (B Sınıfı Sertifika) Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Eğitim Merkezi / Ankara 2005 3 hafta
- ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi Teknokal Danışmanlık Şti. / Ankara 2004 2 gün
- OHSAS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Teknokal Danışmanlık Şti. / Ankara 2004 2 gün
- ISO 9001:2000 Kalite Yönetim Sistemi Teknokal Danışmanlık Şti. / Ankara 2004 2 gün
- ISO 9001:2000 İç Denetçi Eğitimi Bureau Veritas / İstanbul 2003 3 gün
- Süreç Yönetimi ve Kritik Süreçler Bureau Veritas / Mersin 2003 2 gün
- LPG Mesul Müdürlük Kursu Makine Müh. Odası / İstanbul 2002 3 gün
- Bilgisayar Kursu Özel ABC Bilgisayar Kursu / Mersin 2000 3 ay