

**T.C
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZI İŞ MAKİNELERİNDE
İŞ BAŞARILARI VE MALİYET ANALİZLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatih ÖZBAKAN

Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNE EĞİTİMİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. İbrahim ÖZSERT

Mayıs 2007

T.C
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI İŞ MAKİNELERİNDE
İŞ BAŞARILARI VE MALİYET ANALİZLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatih ÖZBAKAN

Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNE EĞİTİMİ

Bu tez 07 / 05 / 2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İbrahim Özsert Prof. Dr. Osman Eldoğan Y. Doç. Dr. Bayram Topal
Jüri Başkanı Üye Üye

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın vücuda gelmesinde engin tecrübeleri ile bana yol gösteren, çok kıymetli yardım ve önerilerini esirgemeyerek, bir eğitmeden daha öte bir ilgi ile destek olan tez danışmanım, hocam Sayın Prof. Dr. İbrahim ÖZSERT'e sonsuz teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim. Tez danışmanım olarak tüm katkılarına karşın çalışmadaki eksik ve hatalar bana aittir. . Ayrıca araştırmanın planlanıp uygulanması ve çalıőmalarımın yürütülmesinde adını sayamadığım birçok kişinin katkısı olmuştur. Hepsine çok teşekkürler. Manevi desteklerini her zaman hissettiğim, bana güvenen, varlığıyla da güven veren, mutluluk kaynağım aileme de teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ	ix
ÖZET	xi
SUMMARY	xii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
İŞ MAKİNALARI	4
2.1. Kazı Çalışmalarında Etkili Faktörler.....	4
2.1.1. Malzeme.....	4
2.1.2. Makine kapasitesi.....	6
2.1.3. İş başarısı.....	7
2.2. Çeki Gücüne Etki Eden Parametreler	8
2.3. İş Makinelerinin Sınıflandırılması.....	11
2.3.1. Yapım ve kullanım amaçlarına göre iş makineleri.....	11
2.3.2. Çalışma durumundaki hareket şekillerine göre iş makineleri.....	13
2.3.3. Kuvvet kaynağına göre iş makineleri.....	13
2.4. Ekskavatörler.....	14
2.4.1. Genel özellikler.....	14
2.4.2. Klemşel ekskavatörler.....	14
2.4.3. Dreglayn ekskavatörler.....	15
2.4.4. Kürek (Şovel) ekskavatörler.....	16

2.4.5. Ters kepçe hidrolik ekskavatörler.....	17
2.4.6. Ekskavatör dönüş - yürüyüş sistemleri ve donanımları.....	18
2.4.7. Ekskavatör iş başarılarını etkileyen faktörler.....	21
2.4.7.1. Silme ve tepeleme kepçe kapasitesi.....	21
2.4.7.2. Kepçe dolma faktörü.....	21
2.4.7.3. Dönme (swing) faktörü.....	22
2.4.7.4. Çevrim süresi.....	22
2.4.7.5. Kazma derinliği faktörü.....	23
2.4.7.6. Malzeme kabarma faktörü.....	23
2.4.7.7. Zamandan faydalanma faktörü.....	24
2.5. Yükleyiciler (Loderler).....	24
2.5.1. Genel özellikler.....	24
2.5.2. Yükleyici güç aktarma organları ve yürüyüş sistemleri.....	25
2.5.3. Yükleyici iş başarılarını etkileyen faktörler.....	27
2.5.3.1. Kepçe kapasiteleri.....	27
2.5.3.2. Kepçe dolma faktörü.....	27
2.5.3.3. Zamandan faydalanma faktörü.....	28
2.5.3.4. Malzemenin birim hacim ağırlığı.....	28
2.5.3.5. Saatteki çevrim sayısı.....	29
2.6. Greyderler.....	29
2.6.1. Genel özellikler.....	29
2.6.2. Greyder güç aktarma organları.....	30
2.6.3. Greyder iş başarılarını etkileyen faktörler.....	33
2.6.3.1. Greyder bıçak boyu,bıçak açısı ve etkin bıçak boyu.....	33
2.6.3.2. Bindirme genişliği.....	34
2.6.3.3. Greyder çalışma hızı.....	34
2.6.3.4. Zamandan faydalanma faktörü.....	34

BÖLÜM 3.

İŞ MAKİNALARINDA MASRAFLAR VE MALİYET HESAPLARI	35
3.1. Sabit Masraflar.....	35
3.1.1. Amortisman.....	35
3.1.2. Faiz,sigorta ve vergi.....	38

3.2. Değişken Masraflar.....	39
3.2.1. Yakıt masrafları.....	39
3.2.2. Bakım masrafları (yağ, filtre vb.).....	40
3.2.3. Operatör masrafı.....	41
3.2.4. Lastik masrafları.....	41
3.2.5. Genel tamir masrafları.....	44

BÖLÜM 4.

MATERYAL VE YÖNTEM.....	45
4.1. Materyal.....	45
4.1.1. Ekskavatörler.....	45
4.1.2. Yükleyiciler.....	47
4.1.3. Greyderler.....	50
4.2. Yöntem.....	52
4.2.1. Deneilerin yürütülmesi.....	52
4.2.2. Ekskavatör iş başarılarının hesaplanması.....	54
4.2.3. Yükleyici iş başarılarının hesaplanması.....	56
4.2.4. Greyder iş başarılarının hesaplanması.....	57
4.2.5. Makinelere ait masrafların hesaplanması.....	58
4.2.5.1. Sabit masraflar.....	58
4.2.5.2. Değişken masraflar.....	60

BÖLÜM 5.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI	64
5.1. İş Başarıları.....	64
5.1.1. Ekskavatör iş başarıları.....	64
5.1.2. Yükleyici iş başarıları.....	70
5.1.3. Greyder iş başarıları.....	75
5.2. Masraflar.....	79
5.2.1. Amortisman masrafları.....	79
5.2.2. Faiz masrafları.....	82
5.2.3. Yakıt masrafları.....	83
5.2.4. Bakım masrafları.....	84

5.2.5. Tamir,malzeme ve operatör masrafları.....	84
5.2.6. Toplam masraflar.....	88

BÖLÜM 6.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	91
KAYNAKLAR.....	94
ÖZGEÇMİŞ.....	96

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Malzeme Kabarma Faktörü	5
Şekil 2.2.	Genel Olarak Kullanılan İş makineleri.....	12
Şekil 2.3.	Klemşel Ekskavatör.....	15
Şekil 2.4.	Dreglayn Ekskavatör.....	16
Şekil 2.5.	Kürek (Shovel) Ekskavatör.....	17
Şekil 2.6.	Paletli Terskepçe Ekskavatör.....	18
Şekil 2.7.	Lastik Tekerlekli Ekskavatör.....	18
Şekil 2.8.	X tipi şasi.....	19
Şekil 2.9.	Kule Dönüş Sistemi	19
Şekil 2.10.	Paletler.....	19
Şekil 2.11.	Palet Koruyucular.....	19
Şekil 2.12.	Ekskavatörde Kullanılan Donanımlar	20
Şekil 2.13.	Silme ve Tepeleme Kepçe Kapasitesi	21
Şekil 2.14.	Lastik Tekerlekli Yükleyici.....	25
Şekil 2.15.	Yükleyici Güç Aktarma Organları	25
Şekil 2.16.	Yükleyici Kumanda Sistemleri	26
Şekil 2.17.	Bazı İlave Yükleyici Donanımları.....	27
Şekil 2.18.	Greyder.....	29
Şekil 2.19.	Mafsal Bağlantılı Greyder Güç Aktarma Elemanları.....	31
Şekil 2.20.	Greyder Arka Aks ve Tandem Grubu.....	31
Şekil 2.21.	Bıçak Kesme Açısı.....	32
Şekil 2.22.	Greyder Bıçak Açısı.....	33
Şekil 3.1.	Amortisman Hesap Yöntemleri.....	36
Şekil 4.1.	Volvo EC360 Ekskavatör (E1).....	46
Şekil 4.2.	Volvo EC360 Ekskavatör (E2).....	46
Şekil 4.3.	Komatsu PC300 Ekskavatör (E3).....	46
Şekil 4.4.	Daewoo 255LCV Ekskavatör (E4).....	46

Şekil 4.5.	Sumitomo SH330 Ekskavatör (E5).....	46
Şekil 4.6.	Volvo L120E Yükleyici (Y1).....	48
Şekil 4.7.	Komatsu WA 320 Yükleyici (Y2).....	48
Şekil 4.8.	Hidromek 102B Yükleyici (Y3).....	48
Şekil 4.9.	Mitsubishi MG530 Greyder (G1).....	50
Şekil 4.10.	Caterpillar 140H Greyder (G2).....	50
Şekil 4.11.	Champion 740A Greyder (G3).....	51
Şekil 5.1.	Ekskavatörlerde 1 saatte zamandan faydalanma	68
Şekil 5.2.	Ekskavatör İş Başarıları.....	68
Şekil 5.3.	Ekskavatör Çevrim Süreleri.....	68
Şekil 5.4.	Yükleyicilerde 1 saatte zamandan faydalanma.....	74
Şekil 5.5.	Yükleyici İş Başarıları.....	74
Şekil 5.6.	Greyder 1 saatte zamandan faydalanma.....	78
Şekil 5.7.	Greyder İş Başarıları.....	78

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1.	İş Verimi.....	7
Tablo 2.2.	Malzemelere göre ϕ Açısı	10
Tablo 2.3.	Paletli Ekskavatör Kepçe Dolma Faktörleri.....	22
Tablo 2.4.	Dönüş Açısı Faktörü.....	22
Tablo 2.5.	Kazma Derinliği Faktörü.....	23
Tablo 2.6.	Bazı Kayaçlara İlişkin Kabarma Faktörleri.....	24
Tablo 2.7.	Lastik Tekerlekli Yükleyici Kepçe Doldurma Faktörleri.....	28
Tablo 3.1.	Amortisman Periyotları.....	36
Tablo 3.2.	Özgül Yakıt Sarfıyatı Faktörü	40
Tablo 3.3.	Lastik ömür faktörleri.....	43
Tablo 3.4.	Tamir Faktörü.....	44
Tablo 4.1.	Ekskavatörlerin Teknik Özellikleri.....	47
Tablo 4.2.	Yükleyicilerin Teknik Özellikleri.....	49
Tablo 4.3.	Greyderlerin Teknik Özellikleri.....	51
Tablo 4.4.	Greyderlerde Etkin Bıçak Boyu Değerleri.....	57
Tablo 4.5.	Volvo Ekskavatöre ait Amortisman Hesabı.....	59
Tablo 4.6.	Günlük Yakıt Tüketim miktarları.....	61
Tablo 5.1.	Ekskavatör İş Başarıları.....	69
Tablo 5.2.	Ekskavatörlerde Zaman Etüdü.....	69
Tablo 5.3.	Ekskavatör Çevrim Süreleri.....	69
Tablo 5.4.	Yükleyici İş Başarıları.....	73
Tablo 5.5.	Yükleyicilerde Zaman Etüdü.....	73
Tablo 5.6.	Yükleyici Çevrim Süreleri Etüdü.....	73
Tablo 5.7.	Greyder İş Başarıları.....	77
Tablo 5.8.	Greyderlerde Çalışma Hızı Etüdü.....	77
Tablo 5.9.	Greyderlerde Zaman Etüdü.....	77
Tablo 5.10.	Yıllara Göre Amortisman Değerleri.....	81

Tablo 5.11.	Makinelerin İlk Alış Fiyatları.....	81
Tablo 5.12.	Saatlik Amortisman Masrafl.....	81
Tablo 5.13.	Yıllık Faiz Masrafları.....	86
Tablo 5.14.	Saatlik Faiz Masrafl.....	86
Tablo 5.15.	Saatlik Yakıt Masrafları.....	86
Tablo 5.16.	Saatlik Bakım Masrafları.....	87
Tablo 5.17.	Saatlik Tamir ve Malzeme Masrafları.....	87
Tablo 5.18.	Saatlik Operatör Masrafları.....	87
Tablo 5.19.	Saatlik Toplam Masraflar.....	90

ÖZET

Anahtar Kelimeler: İş makineleri, iş başarısı, iş makinelerinin saatlik masrafları, maliyet analizi

Bu çalışmada iş makinelerinin genel durumu ve iş makinelerinde yaşanan gelişmelerden bahsedilmiş, yaygın olarak kullanılan iş makinelerinin özellikleri, teknik yapıları ve özel donanımları anlatılmıştır. Ayrıca iş makinelerinin satın alma ve kullanma maliyetleri ile ilgili bilgiler verilmiş, değişik iş makinalarında iş başarılarının hesaplanma yöntemleri üzerinde durulmuştur.

Bu çalışmada yaygın olarak kullanılan iş makinelerinden ekskavatör, yükleyici ve greyderler incelenmiş, bu makinelerin farklı çalışma ortamlarındaki iş başarıları hesaplanmış ve makinelerin saatlik masrafları belirlenmiştir. Bulunan sonuçlar ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir.

THE EFFECTIVE WORKING CAPACITIES AND COST ANALYSIS OF SOME CONSTRUCTION MACHINERY

SUMMARY

Keywords: Construction Machinery, effective working capacity, Cost Analysis

In this study, construction equipments, their features, constructions, attachments and developments have been mentioned. The information about purchasing and operating costs of the equipments are also given. The methods of calculating the productivity and cost have been discussed in the study.

In this study,excavators,loaders and graders from construction machinery have been investigated under practical conditions. Finally their effective working capacities and costs have been determined and compared.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

İş Makineleri, yol inşaat makineleri ile benzeri tarım, sanayi, bayındırlık, milli savunma ile çeşitli kuruluşların iş ve hizmetlerinde kullanılan; iş amacına göre çeşitli donanımları olan ancak karayolunda insan, yük taşınmasında kullanılmayan motorlu makinelerdir [1].

Ülkelerin ekonomik ve sosyal alanda kalkınmasını sağlamak için yapılması zorunlu olan yol, su, elektrik, baraj, köprü, iletişim ağları, sınaî 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 işletilmesi, taşınması vb. daha birçok işin hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesi ancak iş makineleri ile mümkün olmaktadır [2].

İş makineleri ikinci dünya savaşı döneminde o zamanın koşullarına göre imal edilmiş ve o dönemdeki ihtiyaca cevap verecek şekilde dizayn edilmiş küçük kapasitedeki makinelerdi.1950'li yıllardan itibaren motor gücünün hareket sistemine, vites ve diğer aktarma organları ile doğrudan aktarılmasında kullanılan doğrudan çekiş yerine, tork konvertör ve otomatik vites kutusu sistemi benimsenmiştir. Bu sistem günümüzde; ABD, İtalya ve Japonya'da ağır iş makinaları imal eden fabrikalar tarafından standart olarak kullanılmaktadır [3].

İş makinelerinde ortaya çıkan yenilikleri genel olarak; motor güçleri ve buna bağlı olarak kapasiteleri arttırılması, çok vitesli uygulamalarla hız ve verimlerinin arttırılması, lastik çaplarının büyütülmesi ve lastik desenlerinin çalışma ortamına uygun hale getirilmesi, mekanik kontrol yerine hidrolik sistemin benimsenmesi tork konverter sisteminin kullanılması, makinelerde operatörlere daha kolay kullanma ve kontrol olanaklarının sağlanması, aşırı sıcak ve soğuk koşullarda çalışabilme ve çamur içerisinde ve suda amfibik olarak hareket edebilme özelliği kazandırılması, mikro

işlemci, elektronik kontrol ve ikaz sistemleri ile yüksek düzeyde kontrol, güvenlik ve verimliliğin sağlanması, yeni teknoloji ürünü malzemelerin kullanılmasıyla hafif, güçlü ve aşınmaya dirençli makinelerin üretilmesi olarak sıralayabiliriz. Kuşkusuz tüm bu gelişmeler ve ilerleyen teknolojiye paralel olarak geliştirilmiş birçok teknik özellik, makineleri üreten firma ve fabrikalar, bunları kullanan kamu ve özel sektör kuruluşları ile üniversitelerin uyumlu işbirliği sayesinde sağlanmıştır.

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 değerlendirilmektedir. İş makineleri ise bu sektördeki firmalar için büyük öneme sahiptir. Türkiye, iş makineleri konusunda kısmen yurtdışına bağımlı olup, ithal ürünlerin toplam satışlarda oranı yüksektir. Sektörde birçok firma iş makinesi üreticisi yabancı firmaların dağıtıcılığını yapmaktadır. Bununla beraber, Türkiye'de son on yıllık süreçte iş makineleri üretiminde Avrupa Birliği (AB) ve diğer gelişmiş ülkeler ile eşdeğerde kalite, standart, çeşit, dizayn ve teknolojik yönden atılım ve gelişmelere ulaşılmıştır. Türkiye'de üretimi yapılan iş makineleri arasında rayda yürüyen vinçler, kamyon monte katlanır tip vinçler, hidrolik kırıcılar, kaya delicileri, bekolu yükleyiciler, lastik tekerlekli yükleyiciler, ekskavatörler, konkasör tesisleri, beton santralleri, mikserler ve forkliftler bulunmaktadır. Sektörün büyümesi ve geleceği inşaat faaliyetlerinin gelişmesine bağlı olarak; toplu konut üretimi, yol ve kamu mahalli hizmetlerinin yaygınlaşması, köprü, viyadük, kanalizasyon yapımı ve hızlı kentleşme ile yakından ilişkilidir.

DİE araştırma sonuçlarına göre ülkemizde kayıtlı yaklaşık 150 bin iş makinesi bulunmaktadır(2005). 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 iş makineleri sektörüne itici güç kazandıracağı, iç ve dış piyasa payını büyüteceği beklenmektedir. 2000 yılında Türkiye'de 4 970 adet iş makinesi satışı gerçekleşirken, 2001 yılında yaşanan

krizin etkileriyle iş makineleri satışı 2001 yılında 1 971, 2002 yılında ise 1 768 adede gerilemiştir. Krizin etkilerinin ortadan kalkmasıyla birlikte makine satış rakamları artarak 2003 yılında 2 645, 2004 yılında 5 275, 2005 yılında ise 7 700 adet olarak gerçekleşmiştir [4].

Bu çalışmanın birinci bölümünde iş makinelerinin tanımı, ülkeler için önemi, iş makinelerinin günümüzdeki genel durumu ve günümüze kadar iş makinelerinde yaşanan gelişmelerden bahsedilmiştir. İkinci bölümde, iş makineleri ve kazı çalışmaları hakkında bilgi verilmesi amaçlanmış, ilk olarak malzeme, makine kapasitesi ve iş başarısı üzerinde durulmuştur. Bu bölümde yaygın olarak kullanılan iş makinelerinden olan ekskavatör, loder (yükleyici), greyder ve dozerler incelenmiş, makinelerin genel özellikleri, güç aktarma organları ve yürüyüş sistemleri, önemli donanımlar ile kullanma ayarları ve çalışma teknikleri verilmiştir. Üçüncü bölümde genel olarak maliyet analizlerinde kullanılan hesaplama yöntemleri ana hatları ile incelenmiş, iş makinelerinde sabit masraflar ve değişken masraflar anlatılmıştır. Dördüncü bölümde ise toplam 11 iş makinesi ile gerçekleştirilen gözlem ve deneylere bağlı olarak belirlenen iş başarıları ile masraflar verilmiş ve sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Son bölümde ise araştırma sonuçları genel olarak değerlendirilmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

BÖLÜM 2 İŞ MAKİNALARI

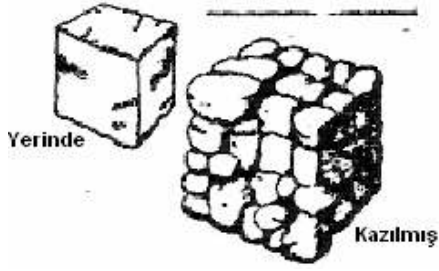
2.1. Kazı Çalışmalarında Etkili Faktörler

2.1.1. Malzeme

Üretimle ilgili tahminler yapılırken incelenmesi gereken konuların başında malzeme gelir. Hafriyat işlerinde birçok malzeme söz konusu olmakla birlikte akla ilk gelen ve en çok karşılaşılan madde topraktır. Hafriyatta malzeme üç farklı durumda değerlendirilir.

- Yerinde, kazılmamış doğal halde malzeme ($y \text{ m}^3$)
- Yerinden çıkarılmış, kazılmış malzeme ($k \text{ m}^3$)
- Tesviye edilip bastırılmış, sıkıştırılmış malzeme ($s \text{ m}^3$)

Malzemenin özgül ağırlığı genellikle kg/m^3 olarak verilir. Doğal haldeki malzeme kazıldıktan sonra gevşer ve malzeme arasındaki hava boşluklarından dolayı hacmi artar. Bu artışın yüzde olarak ifadesine kabarma yüzdesi denir. Aynı hacimdeki malzemenin yerinde ve kazılmış haldeki ağırlıkları arasındaki orana ise kabarma katsayısı veya kabarma faktörü denir (Şekil 2.1).



$$KabarmaFaktörü = \frac{100}{100 + (\%)KabarmaYüzdesi}$$

Şekil 2.1. Malzeme Kabarma Faktörü [5].

Genel olarak iyi çalışma şartları olarak üst toprak, tınlı toprak, az nem içeren kil karışımları, sıkışmış kömür, kayasız sıkı toprak gibi malzemelerle; dozer ve greyderlerle düzeltilmiş enine ve boyuna sınırlamalar olmayan alanlarda toplam yuvarlanma direncinin %4'ün altında olduğu ve yükleme, nakliye ve boşaltma alanında sürekli denetim yapılan durumlar kabul edilir. Normal çalışma şartları ise; nemli kil, yumuşak veya iyi ripetlenmiş (yerinden sökülmiş) şev, gevşek kum, karışık toprak, kum ve ince çakıl, çakıl karışımlarıyla enine ve boyuna sınırlamalar olan alanlarda toplam yuvarlanma direncinin %4-7 arasında olduğu, denetimin ise fasıllı yapıldığı durumlardır. Kötü çalışma şartları ise; ağır, yoğun veya ıslak kil, gevşek kuru kum, kalişe, veya ripetlenmemiş (yerinden sökülmemiş) şev, iri taş gibi malzemeyle; enine ve boyuna engellerin olduğu, özellikle ıslak, kaygan yüklemenin yukarıya doğru olduğu toplam yuvarlanma direncinin %7'nin üzerine çıktığı ve denetimsiz çalışmalar için söz konusudur. Üretim yapılan malzemenin ağırlığının bilinmesi üretim hesaplarında göz önünde bulundurulması gerekli önemli bir faktördür. Nakledilecek malzemenin birim hacim ağırlığı bilinmezse ekipman seçiminde işi yapacak makinenin yeterliliği de doğru şekilde hesaplanamaz. Örneğin; bir kamyonla özgül ağırlığı nispeten düşük olan bir malzeme taşınırken henüz yük kapasitesine ulaşmadan hacim kapasitesi aşılabılır. Ağır ve nemli malzemedede ise durum tam tersi olabilir ve daha istenen hacimde yükleme yapılmadan ağırlık sınırı aşılabılır. Taşıma kapasitelerinin dışında, malzemenin durumu da (ağırlığı) kesme koparma, itme yükleme, dağıtma ve serme gibi işlemlerde kullanılan ekipmanların performanslarına tesir edecektir. Malzeme ağırlaştıkça taşıma işlemi zorlaşacak, hafifledikçe ekipmanın gerçek kapasitesi kullanılamayacaktır. Üretim hesaplarında malzemelerin ağırlıklarını veren listeler kullanılmakla beraber bunlar ancak planlama ve üretim tahmin çalışmaları için

geçerlidir. Daha emin rakamlar elde etmek için malzemenin yerinde alınacak örnekleri ile ağırlığı tespit edilebilir [5].

2.1.2. Makine kapasitesi

Bir hafriyat makinesinin kapasitesinden bahsedildiği zaman o makinenin ağırlık ve / veya hacim olarak yapabileceği işin değerleri kastedilir. Bazı makineler ağırlık olarak (40 tonluk kamyon gibi) bazıları ise hacim olarak (5 m³'lük loder gibi) ifade edilmekle beraber bir makinenin kapasitesini tam olarak karakterize etmek için hem ağırlık hem de hacim kapasitelerinin verilmesi gerekir. Hacim kapasitesi ile bir makinenin kepçe, kazan, damperinin alabileceği malzeme hacmi belirtilir. Bu değer silme(struck) ve tepeleme(heaped) olarak iki ayrı şekilde ifade edilir. Silme kapasite; kepçe, kazan ya da damperin yatay durumda alabileceği su miktarıdır. Tepeleme kapasite ise yığılma açısına bağlı olarak yüklenebilen malzeme miktarıdır. SAE(Society of Automotive Engineer's) tarafından kabul edilen tepeleme kapasite; kamyonlar için 2: 1 skreyperler için ise 1:1 yığılma açısıyla hesap edilir.

Tepeleme kapasite malzemenin yığılma açısıyla ilgilidir. Bu değer malzemenin malzemeye değişir. Buna bağlı olarak her malzemeye ait doldurma faktörleri elde edilir.

Ağırlık kapasitesi makinenin taşıyacağı ya da kepçesinin alabileceği malzemenin ağırlığıdır. Bu kapasite makinenin malzeme yapısı, kendi ağırlığı ve çekiş, gücü ile orantılıdır. Bazen makinelerin ağırlık kapasitesine ulaşılmadan hacim kapasitesi, bazen de hacim kapasitesine gelmeden ağırlık kapasitesi aşılabılır. Bu durumu önlemek için yapılacak şey makine satın alırken çalışılacak malzemeye uygun kepçe, kazan, yada damper sipariş etmektir. Daha sonra ekipmanda yapılacak tadilatlar makinenin dengesini bozabilir. Kepçeleri değiştirilebilen ekipmanlar için (loder, sovel vb.) verilen değerler toprak malzeme için hesap edilirler. Farklı malzeme ile çalışmada bu durum göz önünde tutulup makinenin o malzemeye göre gerçek kapasitesi belirlenmelidir [5].

2.1.3. İş başarısı

İş Makinesi çalışmalarında en önemli husus makinelerin işletme kapasitelerinin hesaplanmasıdır. Burada ilk adım teorik kapasitenin hesap edilmesidir. Bulunan teorik kapasite, daha önce yapılan ve tecrübelerle dayanan katsayılarla ve gözlem sonucu elde edilen değerlerle çarpılarak gerçek kapasite bulunur. Bu katsayılar arasında özellikle, iş verimi ile ilgili olan katsayı çok önemlidir. İş makineleri tarafından yapılan kazı, yükleme, taşıma, delme, kırma vb hepsine genel olarak üretim veya “iş başarısı” terimi kullanılır [6].

İş makinelerinin işletme kapasitelerine göre iş başarıları, yaptıkları üretim (m³/saat) ile tanımlanır. İş başarısı bir çevrimde yapılan iş ile saatteki çevrim sayısının çarpımı ile elde edilir;

$$Q = q \times N \times E = \frac{60 \cdot q \cdot E}{T}$$

Q= m³/saat olarak iş başarısı (üretim)

q = m³ olarak çevrim başına yapılan üretim

N = 60 / t, saatteki çevrim sayısı

T = dakika olarak çevrim zamanı

E = İş verimi (Tablo 2.1)

Tablo 2.1. İş Verimi [6]

İŞLETME ŞARTLARI	MAKİNENİN BAKIMI				
	Mükemmel	İyi	Normal	Normal-Kötü	Kötü
Mükemmel	0.82	0.81	0.76	0.70	0.63
İyi	0.78	0.75	0.71	0.65	0.60
Normal	0.72	0.69	0.65	0.60	0.54
Normal-Kötü	0.63	0.61	0.57	0.52	0.45
Kötü	0.52	0.50	0.47	0.42	0.32

Bir çalışmada ihtiyaç duyulan iş makinelerinin saatlik üretimi, ideal şartlar altında standart olarak ürettiğinin bazı düzeltme faktörleri ile çarpımına eşittir. Bu faktörler genel olarak, arazinin topografyası, operatör tecrübesi, işe uygun makine seçimi, bakım durumu, yedek parça vb birçok maddeden oluşur. Genel olarak bu birçok faktörün kombinasyonu olarak iş verimi faktörü tek bir değer olarak alınabilir. Tablo 2.1 de iş verimi ile ilgili yaklaşık değerler görülmektedir. Buna rağmen bu faktörleri belirlemek çok tecrübe istediğinden iş verimi için belirli bir değer vermek oldukça güçtür [6].

2.2.1. Çeki Gücüne Etki Eden Parametreler

İş makinelerinde motordan elde edilen moment, aktarma organları ile tekerleklere ulaştığında tahrik tekerleğinin çevresinde bir çevre kuvveti oluşturmaktadır. Çevre kuvvetinin zemindeki tepki kuvvetine tutunma kuvveti denir. Tutunma kuvveti tahrik tekerleğin zemine temas ettiği noktada zemine paralel olup makinenin hareketini sağlamaktadır. Tutunma kuvvetinden makinenin hareket dirençlerini yenmede yararlanılmaktadır [7].

İş makinelerinde çeki kuvveti, makinenin çalışması sırasında doğan çeşitli dirençlerin karşılanmasında kullanılmaktadır. İş makinesinin harekete geçip iş yapabilmesi için yuvarlanma direnci (R_y), varsa meyil direnci (R_m) ve iş organları dirençlerini (R_x) yenmesi gerekmektedir. Hava direnci (R_h) ve ivmelenme direnci (R_i) kuvvetleri çoğu kez ihmal edilir. Dirençler toplamı;

$$(R_{top}) = R_y + R_m + R_x + R_h + R_i \text{ olarak hesaplanır.}$$

Yuvarlanma direnci aracın hareketine karşı koyan dirençtir. Yuvarlanma direncinin büyüklüğü yuvarlanma direnci katsayısıyla değerlendirilmektedir. Bu katsayı, yuvarlanma direncinin tekerleğe ya da palete gelen yüke oranlanmasıyla hesaplanmaktadır. Yuvarlanma direnci;

$$R_y = G * f \quad \text{eşitliği ile hesaplanır. Bu eşitlikte,}$$

R_y : Yuvarlanma direnci (daN)

G : Aracın ağırlığı (daN)

f : Yuvarlanma direnci katsayısıdır.

Meyil direnci, makine meyilde çalışırken vardır. Yokuş yukarı çıkılırken bu direncin değeri daN olarak aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$R_m = G * \sin \alpha ,$$

Burada α meyil açısıdır.

İvmelenme direnci, hızlanma ve yavaşlamalarda atalet kuvveti olarak ortaya çıkar.

İvmelenme direnci:

$$R_i = \frac{C_1 * G}{g} * a \quad \text{olarak hesaplanır.}$$

C_1 ; Kütle katsayısı

a ; ivme (m/s^2)

g ; yerçekimi ivmesi ($9,81 m/s^2$)

Hava direnci ise:

$$R_h = C_2 * A * V^2 \quad \text{olarak hesaplanır.}$$

C_2 : Aerodinamik özelliklere bağlı katsayı,

A : Aracın hareket doğrultusuna dik projeksiyon alanı m^2

V : Aracın hızı (m/s^2) dir.

Loder,dozer, greyder, skreyper gibi ileri hareket halinde iken iş yapan makinelerde gerekli çeki kuvvetinin bulunabilmesi için yukarıdaki dirençlere makine donanımlarından kaynaklanan dirençlerin de eklenmesi gerekir. Ekskavatörler durarak çalıştıklarından çeki kuvveti için kepçenin kazı sırasında karşılaştığı direnç eklenmez. Buna göre loderlerde kepçenin karşılaştığı dolma direnci, skreyperde

dolma direnci,kazıma direnci,kapak önünde yığılan toprak direnci ve greyderlerde kesme direnci çeki kuvvetini etkiler.

Loderlerde malzemenin kepçeye, skreyperlerde de toprağın kazana doldurulmasında karşılaşılan dolma direnci R_D , donanıma ait en önemli dirençtir ve;

$$R_D = \gamma * b * H_1 \left(h + \frac{1}{2} \sin^2 \varphi \right) \text{ formülüyle hesaplanır.}$$

γ_k : Kabarık durumdaki toprağın birim hacim ağırlığı (kg/m^3)

b : Kesici ağız genişliği (cm)

h : İş derinliği (cm)

H_1 : Malzemenin kepçede ya da kazanda yükselme miktarı (m)

φ : Malzemenin iç sürtünme açısı ($^\circ$)'dır (Tablo 2.2).

Tablo 2.2. Malzemelere göre φ Açısı ($^\circ$)

Malzeme	φ Açısı ($^\circ$)
Kum	25-35
Killi Kum	18-28
Kumlu Kil	12-25
Kil ve Tın	10-20

Greyderlerde donanımdan kaynaklanan dirençler kesme direnci R_K ve küreme dirençleridir (R_k). Kesme direnci:

$$R_K = k * A * \sin \alpha$$

k ; özgül kesme direnci (daN/ cm^2)

α ; Yön açısı ($^\circ$)

A ; Kesilen toprak şeridinin alanı (cm^2)

Küreme Direnci (R_k) kürek önünde kürenen toprak kütlelerinin sürüklenmesinden dolayı ortaya çıkar:

$$R_k = \mu * \gamma_k * v * \sin \alpha$$

μ : Toprağın iç sürtünme katsayısı (Doğal nemli yapışkan toprak için 0,7; doğal nemli yapışkan olmayan toprak için 0,5)

v : Kürenen toprak hacmi (m^3)

γ_k : Kabarık durumdaki toprağın birim hacim ağırlığı (kg/m^3)

Dozerlerdeki dirençler toprağın kesilme direnci (R_K) ile küreme direncidir (R_k).

Kesilme direnci;

$$R_K = k * b * h$$

k ; Toprağın özgül kesilme direnci (daN/cm^2)

b ; İş genişliği (cm)

h ; Kesme (iş) derinliği (cm)

2.3. İş Makinelerinin Sınıflandırılması

Değişik işlerde kullanılan iş makineleri, yapım ve kullanım amaçlarına, çalışma durumundaki hareket şekillerine ve kuvvet kaynağına göre sınıflandırılabilir [7]. Genel olarak kullanılan iş makineleri Şekil 2.2’de görülmektedir.

2.3.1. Yapım ve kullanım amaçlarına göre iş makineleri

Herhangi bir iş makinesinin çok değişik amaçlarla kullanılabilmesi mümkün olduğundan tam bir sınıflama yapılamaz. Ancak yine de iş makineleri kullanım amaçlarına göre toprağı kazımak, toprağı kazıyıp küremek ve kısa uzaklıklara



Yükleyici



Dozer



Ekskavatör



Greyder



Beko-Loder



Forklift

Şekil 2.2. Genel olarak kullanılan iş makineleri

taşımak, toprağı taşımak,yüklemek ve istiflemek,yol ve arazi tesviyesi yapmak,arazi temizlemek,bastırmak ve sıkıştırma yapmak gibi işlere göre sınıflandırılır.

Toprağı kazımak için kazma, pulluk, ripper, kanal ve çukur açma makinesi ve ekskavatör; toprağı kazıyıp küremek ve kısa uzaklıklara taşımak için kürek tezkere,

el arabası ve dozer; toprağı taşımak için hayvanla çekilen arabalar, boşaltma sistemli kamyonlar, motorlu skreyperler, ray üzerinde hareket eden vagonlar, bantlar, hava hatları; yüklemek ve istiflemek için yükleyici (loder), şavul, klemşel istif çatalları; yol ve arazi tesviyesi için skreyperler, greyderler; arazi temizlemek için dozer, greyder, çatallar, kök parçalayıcılar, tırmık gibi alet ve makineler kullanılmaktadır.

2.3.2. Çalışma durumundaki hareket şekillerine göre iş makineleri

Bazı iş makineleri durdukları yerde sabit olarak çalışırken bazıları da iş yapabilmek için hareket etmek zorundadır. Sabit şekilde çalışan iş makineleri dreglaynlar, vinçler, çeşitli tip şavullar, bazı kanal açma makineleri, klemşeller, bucurgat düzenleridir. Hareket ederken çalışanlar ise bazı kanal açma makineleri, dozerler skreyperler, greyderler, ark ve drenaj pullukları ve ripeler olarak sayılabilir.

2.3.3. Kuvvet kaynağına göre iş makineleri

İş makineleri kuvvet kaynağına göre insan gücüyle, hayvan çeki gücüyle ve motor gücüyle çalıştırılan alet ve makineler olarak üç sınıfa ayrılır.

Arazi ıslah ve tesviye işlerinde kullanılan ve insan gücü ile tahrik edilen bazı aletler kazma, kürek, bel, tezkere ve el arabasıdır. Kültüre alınmış, hafif kazı gerektiren topraklarda ve kısa taşıma mesafelerinde hayvan gücü kullanılabilir. At en çok kullanılan hayvandır. At ile çekilen tesviye aletlerinden bazıları pulluk, tesviye kürekleri, tesviye sürgüleri, tekerlekli ve tekerleksiz skreyperler ve tesviye rendeleridir.

Motor gücüyle çalışan iş makinelerinde içten yanmalı motorlar kullanılır. Motorlu iş makineleri güç kaynağını kendi üzerlerinde taşıdıklarından iyi manevra ve kullanma yeteneklerine sahiptirler. Bu gruptaki iş makinelerinden en önemlileri olarak ekskavatör, yükleyici, dozer, greyder, skreyper, forklift, sıkıştırıcılar vb makineler sayılabilir.

2.4. Ekskavatörler

2.4.1. Genel özellikler

Ekskavatörler amaca göre, lastik tekerlekli veya paletli, yapacağı işin cinsine göre özel ataşmanlı olabilir. Özel donanım ve ekipmanlar kullanarak kırma, çakma, kaldırma, itme, çekme gibi amaçlar için de kullanılabilen ekskavatörün en önemli özelliği, dönerek çalışabilme kabiliyeti sayesinde bu işleri yer değiştirmeden yapabilmesidir. Hareket kabiliyetinin çok yüksek olması, kazı ve yüklemeyi aynı anda yapabilmesi nedeniyle, ekskavatör en yaygın kullanılan iş makinesidir. Ekskavatör, genel olarak yapı temellerinde, hendek kazılarında, hareket sahası kısıtlı olduğundan kazma ve yükleme işlemlerinin bir arada yapılması gereken kazılarda, drenaj ve sulama kanalları kazılarında, kırma işlerinde ve tünellerde kullanılır. Ekskavatörlerin büyüklüğü yapılacak kazının amacına göre değişir [8].

Ekskavatörler çalışma sistemlerine göre farklı yapılarda olabilir. Örneğin halat ve makara sistemine göre çalışan ekskavatörler klemşel, dreglayn ve şavul ekskavatör olarak isimlendirilir. Ters kepçe ekskavatörler ise hidrolik sistemlerle donatılmıştır ve günümüzde en çok kullanılan ekskavatörlerdir.

2.4.2. Klemşel ekskavatörler

Klemşel ekskavatörlerin ön kısmında bum, kazıcı kepçe vardır. Kepçe ve bum halat sistemi veya hidrolik sistemle kontrol edilir (Şekil 2.3). Kazıcı kepçe çelik levhalardan yapılmış simetrik iki parçadan oluşur. İki parça mafsalla birleştirilmiştir. Kazıcı kepçenin çeneleri halatlar veya hidrolik sistem vasıtasıyla açılıp kapatılabilir. Klemşeller taban seviyesinin çok altında ve üstünde kazı yapabilirler. Kazıma kuvveti az olduğundan sert zeminleri kazmaları zordur. Klemşeller genel olarak derin çukurlar ve hendekler açmada, derin sulardan kum ve çakıl çıkarılmasında, yığın halindeki malzemelerin yüklenmesinde kullanılırlar [7].



Şekil 2.3. Klemşel Ekskavatör

2.4.3. Dreglayn (çekme) ekskavatörler

Dreglaynlar makine yürüyüş şasisi ile kuleden oluşur (Şekil 2.4). Kule üzerinde operatör ve motor mahalli ile iş yapan donanım grubu ve denge ağırlığı bulunur. İş grubu, bum, halat tamburları, halatlar ve makaralar ile kepçeden oluşur. Tel halatlar bumun askıya alınmasında ve kepçenin kaldırılmasında, boşaltılmasında kullanılır. Çekme ekskavatörler yaş ve yapışkan malzemenin taranarak temizlenmesi çalışmalarında başarıyla kullanılır. Hendeklerin kazılması, çıkan toprağın düzgün şerit halinde yığılması, yol hendeklerinin temizliği gibi işlerde de oldukça verimli çalışırlar. Diğer ekskavatörlere göre en büyük avantajı kazma ve boşaltma mesafelerinin uzun oluşudur.



Şekil 2.4. Dreglayn Ekskavatör

2.4.4. Kürek (şovel) ekskavatörler

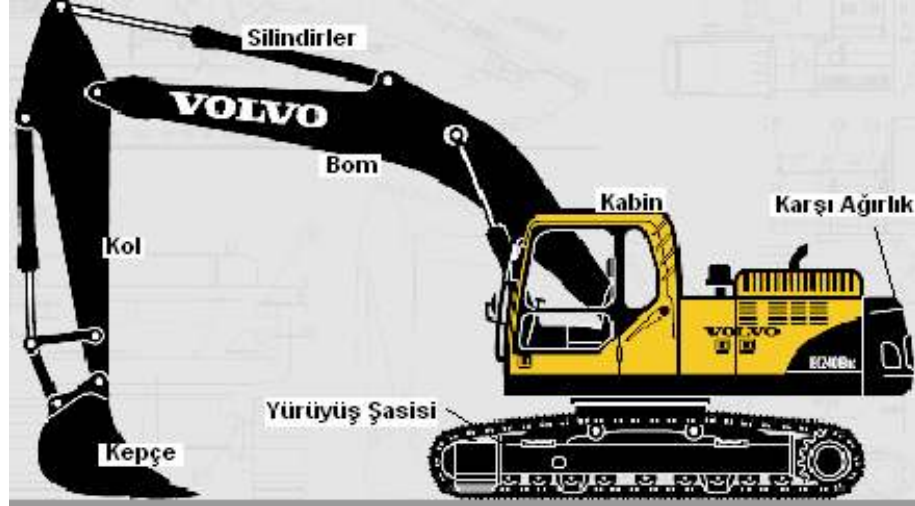
Bu ekskavatörler maden üretiminde ve dekapajında çalışan büyük kapasiteli ekskavatörlerdir (Şekil 2.5). Paletle veya lastik tekerlekli olabilirler. Makine yürüyüş şasisi ile kuleden oluşur. Kule üzerinde operatör ve motor mahalli ile bum halat tamburları, itme-çekme ve boşaltma halatları ile karşı ağırlık bulunur. Kürek ekskavatörler yükleyiciler gibi malzemeyi aşağıdan yukarıya doğru kazıyarak hafriyat yaparlar. Kepçenin hareketi için bum üzerinde ayrıca krameyer bir mil ve dişli düzeni mevcuttur. Çalışma esnasında kepçe, kaldırma ve saplama hareketlerinin birleşmesi ile malzemeye doğru sürülmek suretiyle doldurulur. Bundan sonra ekskavatör, kule kısmı döndürülerek boşaltma yeri üzerine getirilir ve kepçe mandalı serbest bırakılmak suretiyle boşaltılır. Kürek ekskavatörler makinenin bulunduğu toprak seviyesinde, toprak seviyesinin altında ve üstünde olmak üzere kazı yapabilir.



Şekil 2.5. Kürek (Shovel) Ekskavatör

2.4.5. Ters kepçe hidrolik ekskavatörler

Ters kepçe ekskavatörlerin iş yapan üniteleri hidrolik sistemlere sahiptir. Çok yaygın olarak kullanılan ekskavatör türüdür. Paletli ve lastik tekerlekli tipleri mevcuttur. Şekil 2.6'da paletli, Şekil 2.7'de lastik tekerlekli bir ters kepçe ekskavatörün temel elemanları gösterilmektedir. Ekskavatör, yürüyüş şasesi ve kuleden oluşur. Kule üzerinde karşı ağırlık, kaporta, motor, kabin, bom, kol, kepçe ve silindirler bulunur. Kule, yürüyüş şasesi üzerinde 360° dönme kabiliyetine sahiptir. Ekskavatör, kazma, koparma ve taşıma işlemlerini hidrolik silindirleri ve motorları vasıtası ile yapar. Yürüyüş ve kule dönüş işlemleri hidrolik motorlarla bom, kol ve kepçe hareketleri ise hidrolik silindirlerle sağlanır. Motor tarafından üretilen güç bir aktarma organı vasıtasıyla hidrolik pompaya iletilir. Hidrolik pompa tanktan aldığı hidrolik yağı kumanda valfleri vasıtasıyla komutlara göre hidrolik silindirlere ve hidrolik motorlara gönderir [8].



Şekil 2.6. Paletli Terskepçe Ekskavatör [9].



Şekil 2.7. Lastik Tekerlekli Ekskavatör

2.4.6. Ekskavatör dönüş - yürüyüş sistemleri ve donanımları

Bir ekskavatöre ait parça ve donanımlar Şekil 2.8, Şekil 2.9, Şekil 2.10 ve Şekil 2.11'de görülmektedir. Genel olarak X tipi bir şasinin (Şekil 2.8) her iki yanında bulunan paletli yürüyüş sistemi tam hidrostatiktir. X şekilli şasi gövdesi, güçlerin kule dönüş yatağından (Şekil 2.9) palet iskeletlerine doğal akışını sağlar. Şasinin alt tarafı hidrolik hortumlarını ve bağlantılarını korumak için çelik bir levha ile kaplıdır. Bu tasarım alt şasinin ve parçalarının uzun ömürlü olmasını sağlar [9]. İki adet hidrostatik motor palet sistemindeki cer dişlilerini tahrik eder. Hidrostatik yürüyüşe sahip

olmalarına rağmen yürüyüş iki hız vitesi ile sağlanabilir. (Tavsan ve Kaplumbağa hızları) Ekskavatörler en fazla 4.5 km/h'lik hız yapabilirler [10].

Palet zincirleri özellikle ekskavatörler için tasarlanmıştır (Şekil 2.10). Palet pabuçlarının üçlü tırnakları ve temizleme delikleri vardır, böylece tahrik zincir dişlileri zincire giren yumuşak nesnelere çıkartabilir. Palet pabucu genişliği 600 mm ile 900 mm arasında değişebilir. Bataklık ve lastik takoz pabuçları da mevcuttur. [9] Palet koruyucular (Şekil 2.11), alt şase döndüğünde veya düzgün olmayan zeminde tersine döndürüldüğünde alt kasnakların flanşları arasında bulunan palet zincirini yönlendirir. Bu, palet bağlantılarında ve alt kasnaklarda gereksiz aşınmayı önler. Raydan çıkma riski de minimuma indirilir. Palet koruyucular, zor çalışma alanı koşullarında çalışmaya izin verir ve palet zinciri ömrünü uzatırlar. Kule dönüş yatağı (Şekil 2.9) şasiye alttan ve üstten kaynaklar ile birleştirilmiştir. Böylece oluşabilecek stresler daha iyi dağıtılmış olur. Kule dönüş yatağı, bir çelik halkaya monte edilmiştir. Ön kısımdan, yer seviyesinden ulaşılabilen 3 noktadan yağlama yapılır [9]. Lastik tekerlekli ekskavatörler (Şekil 2.7) karayolunda kendisi yürüyebilme özelliği nedeniyle paletli ekskavatörlere göre daha avantajlıdır. Bu ekskavatörler stabil çalışma ve çalışma alanını düzleme fonksiyonlarını yerine getiren iki adet hidrolik mesnet ayakları ile düzeltme bıçağına sahiptir. Bıçaksız, dört adet mesnet ayaklı da olabilir. Yürüyüş sistemindeki hidrolik şanzıman otomatik olabilir. 30 km/h max. hıza ulaşabilirler. Genellikle tek diferansiyele sahiptirler. Tekerleklerde nihai güç üniteleri bulunur [10].



Şekil 2.8. X tipi şasi [9]



Şekil 2.9. Kule Dönüş Sistemi [9]



Şekil 2.10. Paletler [9]



Şekil 2.11. Palet Koruyucular [9]

Ekskavatörlerde kullanılan bazı donanımlar Şekil 2.12’de görülmektedir.

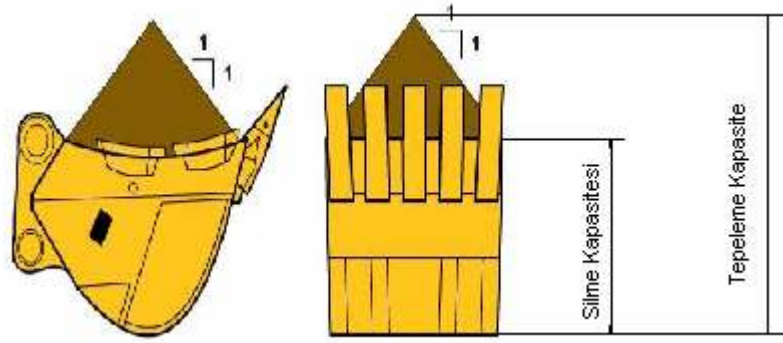


Şekil 2.12. Ekskavatörde Kullanılan Donanımlar [11].

2.4.7. Ekskavatör iş başarılarını etkileyen faktörler

2.4.7.1. Silme ve tepeleme kepçe kapasitesi

Ekskavatörlerde (ters kepçe), kepçe kapasitesi silme ve tepeleme kepçe kapasitesi olarak iki değer halinde verilir (Şekil 2.13). Silme kepçe kapasitesi, kepçe dişlerinin yüksekliği dikkate alınmamak koşuluyla, kepçenin yan duvarlarının oluşturduğu hacimdir. SAE)~ ve PCSA) ~ standardında tepeleme kepçe kapasitesi, silme kepçe kapasitesine, kepçede tepeleme yığılı materyalin 1:1 şev oranındaki hacmi eklenerek bulunur. Avrupa inşaat Ekipmanları Komitesi CECE)* standardında tepeleme kepçe kapasitesi tanımı 2:1 şev oranı esas alınarak yapılmaktadır. Ters kepçe ile çalışmada kepçe yükünü bulabilmek için, tepeleme kepçe kapasitesi, kepçe dolma katsayısıyla (K) çarpılır [12].



Şekil 2.13. Silme ve Tepeleme Kepçe Kapasitesi [13].

2.4.7.2. Kepçe dolma faktörü

Kepçenin teorik kapasitesi ile, taşıdığı fiili miktar arasındaki orandır. Kepçe Dolma Faktörü, kepçenin malzemeye sokulabilme ve batırılabilme şartları tarafından saptanır (Tablo 2.3). Bir ekskavatörün kepçe yükü (her bir kazı periyodunda fiili olarak kepçesine yüklediği malzeme miktarı) ;

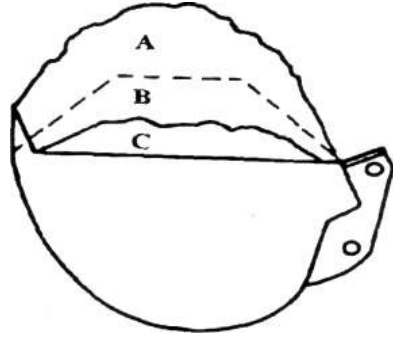
-Kepçe boyutu ve şekline,

-Silindirlere uygulanan hidrolik basınç sayesinde gerçekleşen kazı kuvveti büyüklüğüne,

-Malzeme özelliklerine (parça boyutu, nem, plastisite, vb.)

-Dolgu faktörüne bağlıdır [14], [15].

Tablo 2.3. Paletli Ekskavatör Kepçe Dolma Faktörleri

Malzeme	Kepçe Dolma Faktörü	
İyi Patlatılmış Kaya	%60- %75	
Kötü Patlatılmış Kaya	%40- %50	
Nemli Toprak veya Kumlu Kil	%100- %110 A	
Kum ve Çakıl	%95- %110 B	
Sıkı ve Söküsü güç kil	%80- %90 C	

2.4.7.3. Dönme (swing) faktörü

Tablo 2.4. Dönüş Açısı Faktörü [5].

Dönüş Açısı	Dönme Faktörü
45	1.05
60	1.00
75	0.93
90	0.66
120	0.76
180	0.61

Ekskavatörler 360° dönebilecek yapıya sahiptirler. Dönme periyodu, dönme açısının büyüklüğü ile belirlenmektedir. Dönme açısındaki değişikliklerin periyot üzerindeki etkisini saptayan bu faktöre “dönme faktörü” ya da “dönüş açısı faktörü” denir (Tablo 2.4) [15].

2.4.7.4. Çevrim süresi

Kesikli çalışan bütün makinelerde periyot süresi en önemli faktörlerden biridir. Ekskavatörlerde çevrim süresi kepçenin kazı zamanı, yüklü dönüş zamanı, boşaltma

zamanı ve boş geri dönüş zamanlarının toplamına eşittir. Kazı ve boşaltma zamanları sabit, dönüş zamanları ise dönüş açısına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Çevrim zamanı, çalışma ortamında kronometre ile saptanabileceği gibi bu amaçla düzenlenmiş çizelgelerden tahmini olarak ta hesaplanabilir [12], [15].

2.4.7.5. Kazma derinliği faktörü

Ekskavatörler için bir optimum kesme derinliği vardır. Eğer makine bu optimum değerden daha değişik bir değerde çalışacak olursa makine verimi düşer (Tablo 2.5) [15].

Tablo 2.5 Kazma Derinliği Faktörü [5]

Derinlik (m)	Faktör
0,75	0,97
1,5	1,15
2,2	1,00
3,0	0,95
3,8	0,85
4,5	0,75

2.4.7.6. Malzeme kabarma faktörü

Gevşetilmiş ve kırılmış malzemelerde kabarma katsayısı büyük ölçüde parça büyüklüğüne bağlıdır. Parça büyüklüğü arttıkça kabarma katsayısı da büyür. Kabarma katsayısı kepçe dolma miktarını da etkileyen bir faktördür (Tablo 2.6) [15].

Tablo 2.6. Bazı Kayaçlara İlişkin Kabarma Faktörleri [15].

Kayaçlar	Kabarma Faktörü
Kum ve Hafif Kumlu Balçık	1,08-1,17
Konsolide olmayan kayaçlar ve 15 mm'ye kadar kayaçlar	1,15-1,30
Konsolide yumuşak kayaçlar, gravel	1,25-1,35
Düşük Sertlikte Kompakt Kayaçlar	1,30-1,40
Kompakt orta sert kayaçlar	1,35-1,45
Sert kompakt kayaçlar	1,40-1,50

2.4.7.7. Zamandan faydalanma faktörü

Bu faktör, makinenin fiili çalışma zamanının hesaplanmasına yarar. Makinenin, birim süre içinde net olarak (bekleme, arıza, bakım-onarım için harcanan sürelerin toplamı çıkarıldıktan sonraki süre) çalıştığı sürenin tüm süreye oranlanmasıyla bulunur [15].

2.5. Yükleyiciler (Loderler)

2.5.1. Genel özellikler

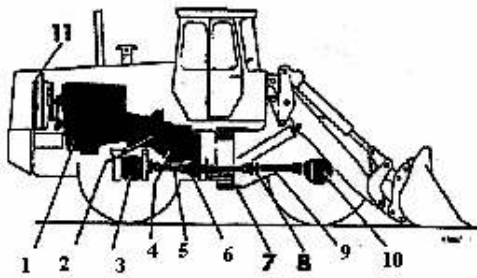
Yükleyicilerin esas görevleri isminden de anlaşılacağı gibi malzeme yüklemektir. Bununla beraber küçük işlerde hem kazma hem yükleme veya hem kazma hem de taşıma görevini yapabilirler. Hidrolik sisteminin çalıştırdığı standart donanım türü değiştirilerek, kanal kazıcı kepçe, açılır kepçe, klemşel kepçe, kapma, çatal, vinç, hidrolik kırıcı, ön ripper, hidrolik burğu vb. donanımlar ile işlevleri çok çeşitli hale getirilebilir. Birçok şantiyede tesviye, dolgu, temizlik gibi çok geniş amaçlarla kullanılan loderler lastik tekerlekli ve paletli olmak üzere genel olarak iki tiptir. Lastik tekerlekli yükleyiciler (Şekil 2.14), paletli yükleyicilere göre daha pratiktir. Paletli yükleyiciler ise daha zor işlerde ve hareketli zeminlerde daha iyi performans gösterirler [5],[10].



Şekil 2.14. Lastik Tekerlekli Yükleyici [9].

2.5.2. Yükleyici güç aktarma organları ve yürüyüş sistemleri

Motordan gelen hareket, tork konverter, hidrolik vites kutusu, dişli kutusu, şaftlar, ön ve arka diferansiyeller ile teker güç üniteleri vasıtasıyla tekerleklere iletilir (Şekil 2.15). Hidrolik vites kutusu planet dişli tip power-shift, 4 ileri 4 geri veya 4 ileri 3 geri vitesli olabilir. Vites hızları 7 km/h ile 40 km/h arasındadır. Vites değiştirmeler el kontrollü olabildiği gibi büyük kapasiteli bazı yükleyiciler otomatik vites değiştirme sistemlerine sahiptir. Operatör bir anahtarla otomatik veya elle kontrolü seçebilir. Otomatik kontrol, operatörün işine yoğunlaşmasını sağlar. Ön ve arka diferansiyellere hareket vites kutusu çıkışındaki dişli kutusundan gelir. Genellikle ön diferansiyel kovani sabittir. Arka diferansiyel ise engebeli arazide, tam çekiş ve denge ile tüm tekerleklerin yerle temasını sağlayacak şekilde salınım yapabilme yeteneğine sahiptir. Kaygan ve bataklık zeminlerde kullanılan diferansiyel kilidi makinenin düz yürüyüşte tırmanma kabiliyetini artırır.

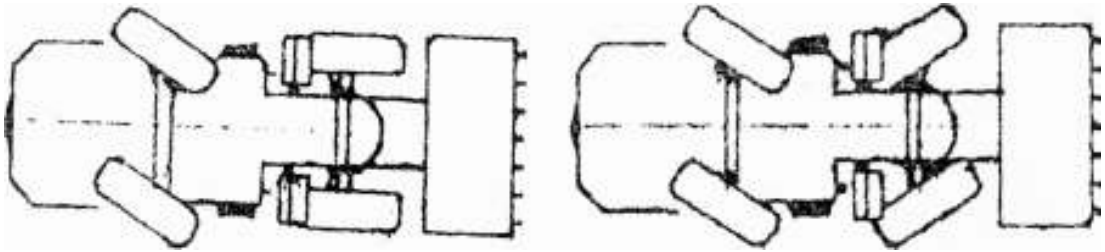


- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1.Motor | 7. Ara şaft |
| 2.Tork konverter | 8. Pilot yatak |
| 3.Arka aks | 9. Ön şaft |
| 4.Hidrolik vites kutusu | 10. Ön aks |
| 5.Arka şaft | 11.Hidrolik şanzıman yağ soğutucusu |
| 6.Alt dişli kutusu (transfer kutusu) | |

Şekil 2.15. Yükleyici Güç Aktarma Organları [8].

Diferansiyelden çıkan hareket ya kovan içindeki veya tekerlek tamburundaki planet dişli sistemine sahip güç ünitesine ve oradan tekerleklere ulaşır [10].

Lastik tekerlekli yükleyicide dönüş sistemleri hidroliktir ve belden kırmalıdır. Bazı özel yükleyicilerde istikamet, tekerleklerden hidrolik olarak ve hatta 4 tekerlekten seçilebilir (Şekil 2.16). Makinenin dört tekerleğinden de direksiyon yapılabilir. Hidrolik devresi bağımsız bir pompa ile tahrik edilebildiği gibi ataşman hidrolik pompasından da tahrik edilebilir.



Şekil 2.16. Yükleyici Kumanda Sistemleri [10].

Makinenin motoru herhangi bir nedenle stop ettiğinde acil dönüş yapabilmek için yürüyüş şanzıman ile çalışan ayrı bir pompa devresi ile makineye biraz daha güç kullanarak dönüş yaptırılabilen sistemler vardır.

Paletli yükleyiciler özellikle yumuşak ve kaygan zeminlerde kullanılmak üzere tasarlanmışlardır. Paletli yükleyicilerin tork konverterli olan yürüyüş sistemlerinde güç aktarma elemanları motordan sonra tork konverter, hidrolik şanzıman, şaft, diferansiyel, dönüş kompartımanları, cer kompartımanları ve paletlerden meydana gelir.

Paletli yükleyicilerin tork konverterli olan yürüyüş sistemlerinde güç aktarma elemanları motordan sonra tork konverter, hidrolik vites kutusu, şaft, diferansiyel, dönüş sistemleri, cer sistemleri ve paletlerden müteşekkildir.

Donanım değiştirme işlemleri mekanik olarak elle yapılabildiği gibi, genellikle operatör kabininden bir anahtar veya kol vasıtasıyla hidrolik olarak yapılır. Bunun için

yükleyicinin kepçe sistemindeki bir ilave donanım çabuk değiştirme kaplini serbest veya kilitli durumuna getirilerek donanım değiştirilebilir [10].

Yükleyicilerde kullanılan bazı yardımcı donanımlar Şekil 2.17’de görölmektedir.



Şekil 2.17. Bazı İlave Yükleyici Donanımları

2.5.3. Yükleyici iş başarılarını etkileyen faktörler

2.5.3.1. Kepçe kapasiteleri

Yükleyicilerde kepçe kapasiteleri, motor güçlerine bağlı olarak farklı olmaktadır. Bu durum iş başarılarını etkiler. Yükleyici kepçe kapasiteleri silme ve tepeleme kepçe kapasitesi olarak iki değer halinde verilir.

2.5.3.2. Kepçe dolma faktörü

Yükleyiciler için kepçe dolma faktörü, kepçe kapasitesine göre değişkenlik gösterir. Başka bir deyişle, aynı malzeme, lastik tekerlekli yükleyicinin geniş ağızlı kepçesiyle daha fazla oranda doldurulabilirken, paletli ekskavatörün dar ağızlı kepçesiyle daha az oranda doldurulabilir. Ya da bu durumun tam tersi de olabilir. Nüfuz edilmesi güç bir

malzemede geniş ağızlı kepçenin dalıcılık özelliği azalacağından ekskavator kullanmak daha akıllıca olabilir (Tablo 2.7) [14].

Tablo 2.7 Lastik Tekerlekli Yükleyici Kepçe Doldurma Faktörleri [14].

Malzeme	Kepçe Doldurma Faktörü
Gevşek Malzeme — 3 mm büyüklüğüne kadar mıcır	%95 -%100
Gevşek Malzeme - 3 mm.den 9 mm büyüklüğe kadar mıcır	% 90 - %95
Gevşek Malzeme – 12 mm.den 20 mm büyüklüğe kadar mıcır	% 85 - %90
İyi patlatılmış, kaya	% 80 - %95
Orta irilikte patlatılmış kaya	% 75 - %90
Kötü patlatılmış kaya	% 60 - %75
Nemli toprak	% 100- %110
Topraklı kaya karışımı	%100- %110

2.5.3.3. Zamandan faydalanma faktörü

Yükleyicilerde zamandan faydalanma faktörü ekskavatorlerde olduğu gibi makinenin, birim süre içinde net olarak (bekleme, arıza, bakım-onarım için harcanan sürelerin toplamı çıkarıldıktan sonraki süre) çalıştığı sürenin tüm süreye oranlanmasıyla bulunur [15].

2.5.3.4. Malzeme birim hacim ağırlığı

Yükleyici iş başarılarını etkileyen diğer bir faktör yüklenen malzemenin yoğunluğudur. Malzeme yoğunluğu arttıkça kepçenin malzemeye batırılması zorlaşacak ve kepçe tam dolmayacak, daha zor dolacak ya da kepçenin dolma süresi uzayacaktır.

2.5.3.5. Saatteki çevrim sayısı

Yükleyicilerde çevrim, makinenin yükleme, taşıma, boşaltma ve dönüş sürelerinin toplamıdır. İş başarıları hesaplanırken bir saat boyunca gerçekleştirdikleri çevrim sayısı dikkate alınır.

2.6. Greyderler

2.6.1. Genel özellikler

Greyderler, toprak işlerinde kullanılan diğer makinelere göre daha hassas iş yaparlar. Hafif kazı, şekil verme, tesviye, serme, materyali karıştırma, teraslama ve küçük sulama kanallarının açılmasında kullanılan greyderlerin en önemli organı, değişik konumlar alabilecek şekilde bir çatıya bağlanmış olan konkav küredir [12] .

Greyderler (Şekil 2.18) şasi yapılarına göre düz şasili ve belden kırmalı greyderler olarak ikiye ayrılır. Belden kırmalı greyderlerde ön ve arka şasi yekpare olabileceği gibi, birbirlerine bir orta mafsallık ile bağlanan iki parçalı olabilir. Ön ve arka şasi birbirine göre hidrolik silindirler yardımı ile açılabilir. İki parçalı şasili greyderlerin bu hareketine belden kırma ile dönüş yapma da denir [16].



Şekil 2.18. Greyder [9].

Greyderler ön şasi ve arka şasiden meydana gelmişlerdir. Ön şasi üzerinde bıçak ve varsa on riper sistemleri ile bu sistemleri çalıştıran hidrolik silindirler ve greyderin dönüş yapmasını sağlayan teker döndürme ve yatırma silindirleri bulunur. Arka şasi üzerinde ise operatör ve kumanda kabini, motor kabini, vites kutusu, diferansiyel, tekerlek tandem gurubu ve varsa arka riper bulunur [16].

2.6.2. Greyder güç aktarma organları

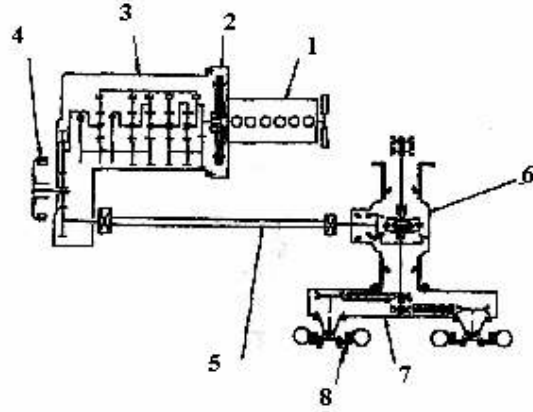
Greyderin güç kaynağı hava veya su soğutmalı dizel motordur. Motordan sonra hareket şanzımana üç türlü geçebilir.

Debriyaj disk veya diskleri ile: Soğutma amacı ile debriyaj diskleri yağlanırlar. Debriyaj pedalı ile mekanik vites kutusuna giden hareket kesilebilir. Pedal bırakıldığında hareket vites kutusuna geçer.

Tork konverter ile: Hareket tork konverterden hidrolik şanzımana geçer. Hareketi iletmeye veya durdurmaya yarayan bir pedal yoktur.

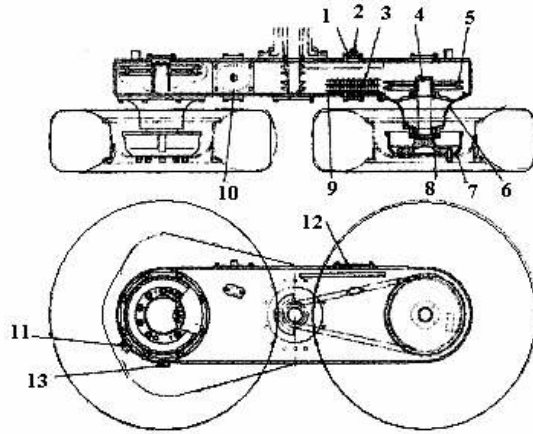
Mafsal bağlantı ile: Motor hareketi planet dişli tip vites kutusuna mafsallı bir mil ile rijid bir şekilde gelmektedir (Şekil 2.19).Tekerleklere giden hareket vites kutusu kavramaları ile kesilip, gönderilmektedir. Hareketin gönderilebilmesi için üç adet kavramanın (vites kavraması-1,2,3, alçak-yüksek hız kavraması ve ileri - geri yön kavraması) kavramış olması gerekir. Tek vites kolu ve inching pedalı ile bu işlem yapılır. Inching pedalına basıldığında hidrolik şanzımandaki yön kavramaları boşa çıkar ve hareket kesilir. Vites sayısı 6-8 olabilir.

- 1.Dizel motor
- 2.Mafsal bağlantı
- 3.Vites Kutusu
- 4.Park freni
- 5.Üniversal mafsal
- 6.Diferansiyel (Non-spin)
- 7.Tandem (Zincirli)
- 8.Tekerlekler



Şekil 2.19. Mafsal Bağlantılı Greyder Güç Aktarma Elemanları [16].

Şanzımandan çıkan hareket no-spin (patinajı önleyen) diferansiyele gelir. Buradan akslar vasıtası ile arka tekerleklerin bağlandığı tandem grubuna gelir (Şekil 2.20). Tandem çift hareketlidir, tekerleklerin yüzey engebeleri nedeniyle tırmanmalarını azaltmayacak şekilde birbirlerinden bağımsız olarak görev yapmalarını sağlar. Arka tekerlek akslarına sproket dişli ve zincirler vasıtasıyla hareket iletilerek 4 arka tekerin dönmesi sağlanır.



- 1.Kapak
- 2.Havalandırma
- 3.Zincir
- 4.Tekerlek Aksı
- 5.Zincir Dişli
- 6.Kovan
- 7.Fren Kampanası
- 8.Aks Bilyesi
- 9.Tandem kutusu
- 10.Kapak
- 11.Yağ seviye tapası
12. Kapak
13. Yağ Boşaltma Tapası

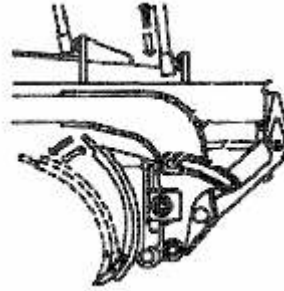
Şekil 2.20. Greyder Arka Aks ve Tandem Grubu [16].

Greyderin dönüşü ön tekerlekleri sağa sola döndüren hidrolik silindirler vasıtasıyla sağlanır. Dönüş yarıçapını küçültmek amacıyla tekerleklerin, dönüş yönüne döndürülmesine ek olarak, ayrıca bir hidrolik silindir vasıtasıyla aynı tarafa yatırılır.

Bazı greyderlerde motor stop etmesi veya hidrolik basıncın sıfıra düşmesi durumunda tehlikeli durumu ortadan kaldıracak dönüşü sağlamak üzere elektrik motoru ile tahrik edilen acil durum hidrolik pompası bulunabilir. Greyderlerin fren sistemleri hidrolik, havalı ve hidrolik ve havalı sistemlerden biri olabilir.

Greyderlerde yapılan işin gereklerine göre şev kesme, bıçak kesme açısı, bıçak kayma ve bıçak dönme (yön) açısı ayarları yapılmalıdır.

Sert zeminin kesilmesi veya düzlenmesi sırasında bıçağın öne doğru yatırılması ve kesme açısının büyütülmesi tavsiye olunur (Şekil 2.21). Toprak yumuşadıkça bıçak geriye yatırılır. Karıştırma işleminde bıçak dik konumdadır. Yol bakımı yapılırken veya yol sathından alınan malzemenin serilmesinde bıçak öne doğru yatırılır, bu şekilde kısmi sıkıştırma da sağlanır.



Şekil 2.21. Bıçak Kesme Açısı

Kesme açısının istenen duruma ayarlanabilmesi sayesinde kar temizleme sırasında donmuş kısımların kesimi daha kolay yapılır. Kesme açısı greyderin özelliğine göre 30° ile 80° arasında değişir.

Bıçak ile ilerleme doğrultusu arasındaki yön açısı (Şekil 2.21) normal düzleme için 60° civarında olmalıdır. Zemin sert ve malzeme sürüklenirken zorluk çekiliyorsa bu açı daha

küçük değere ayarlanmalıdır. Daire dönüşü 360° olabilir. Bu sayede greyderin geriye hareketi esnasında tesviye yapabilmesi mümkündür.

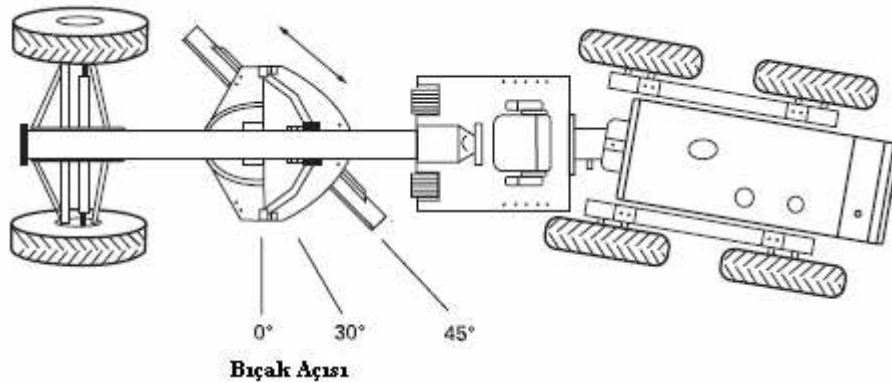
Greyderin arkasında veya ön tekerleklerin arkasında toprağı kazma, kabartma, yumuşatma görevi yapan ripper ve tırmık tertibatı bulunabilir.

Bu tertibatların kesme açısı, kazı derinliği ve kullanılacak tırmık ve ripper sayıları zeminin sertlik durumuna göre ayarlanmalıdır. Zemin derinleştikçe kesme açısını büyötmek, tırmak boyunu ve sayısını ayarlamak operatör tarafından elle yapılır, kumanda hidroliktir. Ek donanım olarak greyderlerin önüne de dozerleme bıçağı ve kar bıçağı takılabilmektedir [16].

2.6.3. Greyder iş başarılarını etkileyen faktörler

2.6.3.1. Greyder bıçak boyu,bıçak açısı ve etkin bıçak boyu,Lb

Bıçak açısı zeminin ve serilecek malzemenin durumuna göre operatör tarafından değişik açılara ayarlanmaktadır (Şekil 2.22).Bıçak açısı greyderin iş başarısını dolaylı olarak etkileyen bir faktördür. Bıçak açısının değiştirilmesi greyderin çalışması sırasında etkin bıçak boyunu (Lb) değiştirir. Bıçak açısı arttıkça etkin bıçak boyu azalır, açı azaldıkça artar.



Şekil 2.22. Greyder Bıçak Açısı [17].

2.6.3.2. Bindirme genişliği, W_a

Greyder, malzemenin serilmesi ya da zeminin tesviyesi esnasında geri gelip yine aynı yönde çalışmasına devam etmek zorundadır. Ancak bu sefer bir önceki turda çalıştığı alanın bir kısmının da üzerinden geçer. Greyderin tekrar üzerinden geçtiği alanın genişliği bindirme genişliğidir. Bindirme genişliği her bir turda aynı genişlikte olmayabilir ve tam bir ölçü bulmak zordur.

2.6.3.3. Greyder çalışma hızı, V_g

Greyderlerde hız km/h olarak alınır. İş ilerledikçe koşullar, bir sonraki geçişte hızın azaltılmasını veya çoğaltılmasını gerektirebilir. Hızın her değiştiği yerde iş verimi formülü ayrı ayrı hesaplanmalıdır [12].

2.6.3.4. Zamandan faydalanma faktörü

Greyderlerde zamandan faydalanma faktörü diğer iş makinelerine göre biraz daha düşük olmaktadır. Çünkü malzemenin serilmesi esnasında iş yapmadan geriye dönmek zorundadırlar. Ayrıca yapılan manevralar da zaman kaybına neden olmaktadır.

BÖLÜM 3. İŞ MAKİNELERİNDE MASRAFLAR VE MALİYET HESAPLARI

3.1. Sabit Masraflar

Sabit masraflar bir iş makinesine sahip olmak için yapılan masrafların toplamıdır. Başka bir deyişle işletme masrafları dışında o makine için yapılan diğer tüm harcamalardır. Sabit masraflar makinenin kullanımına bağlı değildir. Bu harcamalar makinenin satın alma fiyatı, nakliye ücreti, montaj ve demontaj masrafları (varsa), taşıma giderleri, faizler, banka masrafları, sigorta giderleri, vergiler, harçlar, fonlar ve muhafaza masrafları gibi o makine için yapılan tüm harcamalardır [5], [18].

3.1.1. Amortisman

Bir ekipmanın pazar değerini kaybetmesine amortisman denir. Saatlik amortisman masrafı makine fiyatının (lastikli iş makinelerinde işletme masrafı olan lastik maliyeti düşülerek) amortisman periyoduna bölünmesiyle bulunur. Makinenin hurda değeri veya elden çıkarılması halinde bir getirisi varsa bu değer de fiyattan düşülmelidir. Amortisman hesaplarında göz önünde tutulan değerler, makinenin satın alma fiyatı, ekstralar, nakliye, lastik masrafları (lastikli ekipmanlar için) ikinci el değeri ve amortisman periyodudur. Satın alma fiyatı, eğer makine alınmış ise fatura fiyatı ya da satıcının teklifindeki fiyattır. Ekstralar makineyle birlikte satın alınan ve makinenin performansını tam olarak yapması için gerekli ilave ekipman ve donanımlardır. Nakliye masraflarına ait değerler taşıyıcı firmalardan alınabilir. Yükleme masrafları, taşıma masrafları, özel izinler, şoför veya operatör masrafları hesaplara eklenmelidir. Lastik fiyatları bölge satıcılarından elde edilebilir. Makinenin ikinci el değeri, çalışma şartları, işin türü ve o makineye ait piyasa talebine göre takdir edilmelidir. Amortisman periyotlarını belirlemek zordur. Çünkü faydalı ömür genellikle iyi bakımlı veya az kullanılan makinelerde amortisman periyodunu aşar. Çoğu firma bu değerleri eski

tecrübelerine dayanarak hesaplar. Bazı iş makinelerine ait kabul edilen amortisman periyotları Tablo 3.1’de verilmiştir [5],[15].

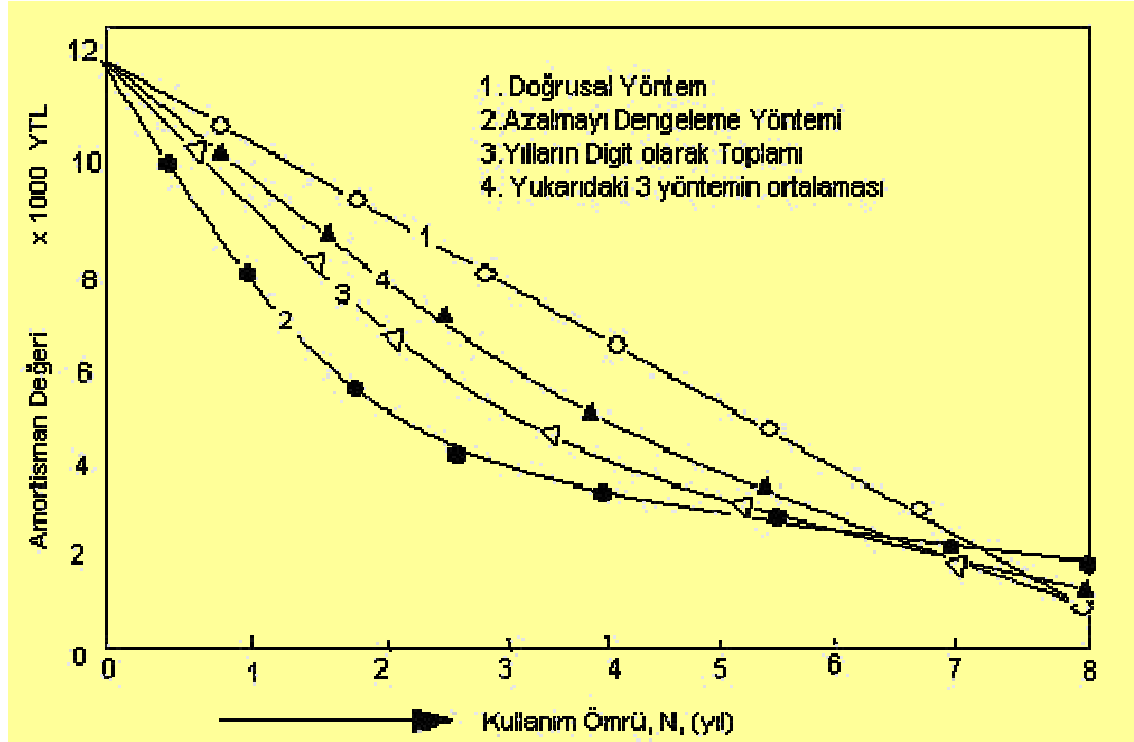
Tablo 3.1. Amortisman Periyotları [5]

Amortisman periyodu (saat)				
İş şartları	Dozer	Skreyper	Lastik teker loder	Kamyon
İyi	15.000	16.000	12.000	25.000
Orta	12.000	12.000	10.000	20.000
Kötü	10.000	8.000	8.000	15.000

Amortisman hesaplarında genellikle 3 yöntem kullanılmaktadır;

1. Doğrusal Yöntem (Straight line Method)
2. Azalmayı Dengeleme Yöntemi (Declining Balance Method)
3. Yılların rakamsal toplamı yöntemi (Sum of the Years’ Digits Method)

Belirtilen yöntemlere göre amortismanın değişimi Şekil 3.1’de görülmektedir.



Şekil 3.1. Amortisman Hesap Yöntemleri [15]

Doğrusal Yöntem ile Amortisman aşağıdaki eşitliklerle hesaplanabilir [5],[15]:

$$a_y = \frac{M_a - H}{N}$$

$$A_y = \frac{k(M_a - H)}{N}$$

$$BV_k = M_a - \frac{k(M_a - H)}{N}$$

H: Hurda değeri (YTL)

Ma: İş makinesinin ilk fiyatı

N: İş makinasının kullanım ömrü (yıl) (Amortisman süresi)

Ekskavatör 6 yıl(12000saat) -10 yıl (20.000 saat)

Yükleyici 5-7 yıl

Greyder 6-8 yıl

a_y : Aşınmanın yıllık maliyeti

A_y : k sene içerisinde aşınmanın toplam maliyeti

BV_k : k sene sonra aşınma payında geriye kalan değeri [5],[15].

Doğrusal yöntem basit bir hesap yöntemine sahiptir ve literatürde çok sık kullanılmaktadır. Doğrusal yöntemle amortisman hesaplamada, ilk alış fiyatı ile makinenin hurda değerinin farkı, makinenin ekonomik kullanım ömrüne (N) bölünmesiyle iş makinesine ait yıllık amortisman masrafı (a_y) bulunur. Yıllık amortisman masrafı (a_y)'nın k sene sonundaki masrafını (A_y) bulmak için yıllık amortisman masrafı k ile çarpılır. İlk alış fiyatından(Ma), k sene sonraki amortisman masrafı (A_y) çıkartılarak makinenin k sene sonraki aşınma payından sonra kalan değeri (BV_k) hesaplanır.

3.1.2. Faiz, sigorta ve vergi

Makine satın alınırken kullanılan para ister şirket sermayesinden, isterse bir kredi vasıtasıyla ödensin, ödenen bu paranın bir bankaya yatırılması ile veya başka bir yolla bir yılda elde edilebilecek faiz hesap edilir. Bunun dışında vergi, sigorta, depolama, vb. işler için yapılan tüm masraflar göz önünde tutulmalıdır. Bu değerlerin toplamı için saatlik maliyet aşağıdaki formül yardımıyla bulunur.

$$\text{Saatlik Maliyet} = \frac{\text{Mevcut oranlar (\%)} \times \text{Yıllık Yatırım}}{\text{Yıllık çalışma saati}}$$

Bu formülde mevcut oranlar, faiz için %14 vergiler %2, sigorta ve depolama için %2 alınarak toplam %18 olarak hesap edilebilir. Yıllık ortalama yatırım için **düz hat metodu** kullanılarak amortisman periyoduna bakılmaksızın satın alma değerinin %50'si alınabilir [5].

Başka bir hesaplama yöntemi olarak faiz, yıl sonunda makinenin kalan değeri üzerinden hesaplanır. Kullanılan faiz oranı, anaparanın ağırlıklı ortalamasını temsil eder [19]:

$$C_1 = \left\{ \frac{r \cdot RV_n}{U} \right\} \frac{1}{F}$$

C_1 : Faiz tutarı YTL/m³

r : Faiz oranı, %

U : Makinenin n yılda kullanımı, h

F : Makine kapasitesi m³/h

RV_n : n yılın sonunda makinenin kalan değeri

Diğer Yöntem;

Makine yatırımı anapara gerektirir. Bu yüzden makineyi satın almak için gereken paranın ödünç alınıp alınmadığına bakılmaksızın bir anapara olarak

değerlendirilmelidir. Eğer para ödünç alındıysa, hesaplanacak tutar paranın geri ödenmesindeki faiz tutarını kapsamalıdır. Bu nedenle diğer bir hesaplama yönteminde ortalama yıllık faiz gideri, satın alma fiyatından makinenin ticari değerini veya hurda değerini çıkarıp sonucun geçerli faiz oranıyla çarpılarak, sonucun ikiye bölünmesiyle hesaplanır [12].

$$\text{Faiz} = ((\text{Satın alma fiyatı} - \text{Hurda Değeri}) \times \text{Faiz Oranı}) / 2 \dots\dots\dots[18].$$

3.2. Değişken Masraflar

Değişken Masraflar makinenin çalışması için yapılması gerekli harcamalar olarak kabul edilir. Bunlar lastik tekerlekli ekipmanlar için; lastik masrafları, paletli ekipmanlar için palet masrafları, yakıt ve yağ giderleri, bakım, tamir ve revizyon harcamaları ile operatör ve yağcılarının tüm masraflarını kapsar [5].

3.2.1. Yakıt masrafları

İş makinelerinde yakıt tüketimi motorun gücünü ve yaptığı çalışmaya bağlıdır. Motorların teorik yakıt tüketimi aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanabilir:

$$\text{Yakıt tüketimi} = \frac{\text{Motor gücü (BG)} \times \text{İşletme faktörü} \times \text{özümlü yakıt sarfiyatı (kg/ BG-h)}}{\text{Yakıt özgül ağırlığı (kg/L)}} \quad \text{(L/h)}$$

$$\text{Özgül yakıt sarfiyatı} = \frac{\text{Motorun saatlik yakıt tüketimi (L/h)}}{\text{Motorun volan gücü (BG)}} \quad \text{(L / BG-h)}$$

İşletme faktörü motorun kullanıldığı makineye, yükleme durumuna ve çalışma süresine bağlı olarak değişir: Kamyonlarda:0.07,Lastik Tekerlekli Yükleyicilerde 0.60: Paletli Yükleyicilerde 0.70 ve Ekskavatörlerde 0.65'tir.

Özgül yakıt tüketimi motorun beher BG'ü için bir saatte harcanan yakıtın gram olarak değeridir. Dizel motorlarda özgül yakıt sarfiyatı 180-220 gr/BG-h'dır.

Ayrıca tahmini yakıt sarfiyatları için Tablo 3.2 den faydalanılabilir [5].

Tablo 3.2. Özgül Yakıt Sarfiyatı Faktörü [5]

Makine	Çalışma Şartları					
	İyi		Orta		Kötü	
	Faktör	L/ kw.h	Faktör	L/ kw.h	Faktör	L/ kw.h
Dozer	%60	0.173	%70	0.202	%80	0.231
Skreyper	%48	0.139	%55	0.159	%65	0.188
Lastik T. Loder	%35	0.101	%45	0.130	%55	0.159
Altan B. Kamyon	% 30	0.087	%40	0.116	%50	0.145
Kamyon	% 25	0.072	%35	0.101	%45	0.130

Yakıt maliyeti için önerilen diğer bir yöntem aşağıdaki eşitlikte olduğu gibidir [19]:

$$C_F = 1071 \left\{ P_f \times 0,73 (0,06 \times hp) \right\} \left(\frac{1}{F} \right)$$

CF : Yakıt tutarı, YTL/ m³

Pf : Yakıt fiyatı, YTL / litre

Hp : Makinenin maksimum gücü, hp

F : Makine kapasitesi, m³/ h

3.2.2 Bakım masrafları (yağ, filtre)

a) Lastik tekerlekli ekipmanlar için:

Bakım masrafları; yağ, gres ve filtre gibi malzemeler için yapılan harcamaları ve bu işler için verilen işçilik ücretlerini kapsar. Bakım masrafları yapılan çalışmaların sıklığına ve bu işler için kullanılan personel ücretlerine bağlıdır. Bu masraflar için bir gösterge makinede kullanılan motorun kapasitesidir. Tahmini bir hesaplama için aşağıdaki formül kullanılabilir [5].

$$\text{Saatlik Servis maliyeti} = \text{Saatlik Yakıt sarfıyatı} \times \begin{matrix} 1/5 \text{ Kolay İşler} \\ 1/3 \text{ Normal İşler} \\ 1/2 \text{ Zor işler} \end{matrix}$$

b) Paletli ekipmanlar için bakım masrafları hesaplanırken ayrıca saatlik parça maliyeti de göz önünde tutulur.

$$\text{Saatlik Bakım maliyeti} = \text{Saatlik parça masrafı} + \text{Saatlik yağcı ücreti} + \text{Saatlik tamirci ücreti}$$

3.2.3. Operatör masrafı

Operatör masrafı için, makineyi kullanan ve bakımını yapan personele yapılan ödemeler dikkate alınır. Toprak hafriyat ve arazi ıslah makinelerinde genellikle iki kişi çalışır. Bunlardan biri makineyi kullanan operatör, diğeri ise günlük iş sonunda makinenin temizlik ve bakım görevini yapan, ayrıca operatöre yardımcı olan yağcıdır. Makinenin saatlik masrafına operatör ve yardımcısı için yapılan masraflar eklenir. Müessesenin operatör ve yağcı için yaptığı bütün masraflar (ödenen sigorta, yemek, giyecek eşya v.s.) bu hesaplamada dikkate alınır [12].

3.2.4. Lastik masrafları

Lastik masrafları orijinal lastik fiyatının lastik ömrüne bölünmesiyle elde edilir Eğer kaplama söz konusu ise lastik fiyatına kaplama masrafları eklenir ve lastiğin normal ömrü ile kaplamalı ömrünün toplamına bölünür. Lastik ömrü için bir tahminde bulunmak çok zordur. Lastik ömürleri özellikle kullandıkları makine tipine ve çalışma koşullarına bağlıdır. Dolayısıyla lastik ömürlerinin tahmini için kesin ve doğru bir yöntem yoktur [5].

Çalışma koşullarına bağlı lastik ömür faktörleri Tablo 3.3'de verilmiştir. Bu tablonun yardımıyla saatlik Lastik Masrafı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır:

$$L_m = M_t / F \cdot h$$

L_m : Lastik maliyeti, YTL/h

M_t : Araç üzerindeki lastiklerin toplam tutarı, YTL

F : Lastik ömür faktörleri çarpımı

h : Fabrika lastik ömrü, saat

Tablo 3.3 de madde 8'deki faktörler makinenin ilk dört maddede belirtilen kötü şartlardan bir veya birkaçının birlikte olması halinde geçerlidir. Aşırı yüklemeye birlikte zor şartlarda yapılan çalışma lastik ömrünü önemli şekilde azaltır.

Tablo 3.3. Lastik ömür faktörleri [5]

No	Kullanım Şartları	Faktör
1	Bakım	
	İyi	1.090
	Normal	0.981
	Kötü	0.763
2	Hız (maksimum)	
	16 km/s	1.090
	32km/s	0.872
	48 km/s	0.763
3	Zemin Şartları	
	Yumuşak Toprak - Kayasız	1.090
	Yumuşak toprak - Kayalı	0.981
	İyi Bakımlı - Çakıl Yok	0.981
	Az Bakımlı - Çakıl Yok	0.763
	Patlamış Malzeme - Keskin kaya	0.654
4	Tekerlek pozisyonları	
	Arka	1.090
	On	0.981
	Kamyon	0.872
	Dozer - Loder	0.763
	Kendinden Tahrikli Skreyper	0.654
	Altan boşaltmalı kamyon	0.763
5	Yükler	
	Standart	1.090
	% 20 Aşırı Yük	0.872
	% 40 Aşırı Yük	0.545
6	Virajlar	
	Yok	1.090
	Normal	0.981
	Aşırı	0.972
7	Eğimler	
	Düzgün	1.090
	Mak%6	0.981
	Mak % 15	0.763
8	Diğer etkenler Kombinasyon *	
	Yok	1.090
	Normal	0.981
	Aşırı	0.872

3.2.5. Genel tamir masrafları

Bu grupta makinenin periyodik bakımı ve normal tamir işlemleri ile revizyon masrafları değerlendirilir. Parça ve işçilik ücretleri de göz önünde tutulur. Tamir işleri için tahmini maliyet ancak tecrübelerle dayanılarak hesaplanabilir. Bununla beraber makinenin amortisman süresine bağlı olarak bir maliyet hesaplanması da yapılabilir. İş makineleri üzerinde yapılan uzun araştırmalar sonucu, ortalama bir değer olarak amortisman bedelinin 10.000 de birinin saatlik genel tamir masrafı olarak alınabileceğini göstermektedir.

$$\text{Saatlik genel tamir masrafı} = \frac{\text{Tamir Faktörü} \%}{100} \times \text{Saatlik Amortisman Maliyeti} \times \frac{\text{Amortisman Periyodu (saat)}}{10.000 \text{ (saat)}}$$

Tamir faktörü (Tablo3.4) belirlenirken birçok etken göz önünde tutulur. Koruyucu bakım, çalışma tekniği, kapasiteler, uygulama, çalışılan zemin vb. şartlar tamir faktörüne etki eder. Paletli makineler için genel tamir masrafları daha çok uygulamaya bağlıdır [5].

Tablo 3.4. Tamir Faktörü [5]

Tamir faktörü (10.000 saatlik amortisman süresine göre)	İyi	Normal	Kötü
Skreyper	%42	%50	%62
Lastik tekerlekli loder	%45	%55	%70
Kamyon	%37	%45	%60
Alttan boşaltmalı kamyon	%30	%35	%45
Paletli İş Makineleri			
Genel	%40	%60	%80
Taş ocağı	%50	%85	%115
Maden	%70	%110	%150

BÖLÜM 4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Materyal

Bu çalışmada değişik amaçlarla kullanılan 5 adet ekskavatör, 3 adet yükleyici ve 3 adet greyder iş başarıları ile masrafları yönünden incelenmiştir.

4.1.1. Ekskavatörler

Araştırmada incelenen 5 ekskavatörden 2 tanesi bir hafriyat işletmesinde mıcır üretiminde ve yol zemin kaplama malzemesinin kazılarak kamyonlara yüklenmesinde kullanılan Volvo Ekskavatörler (E1,E2) (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2), Adapazarı – Kocaeli arasında duble yol çalışmasında yumuşak toprağın kazılması ve kamyonlara yüklenmesinde kullanılan Komatsu Ekskavatör (E3) (Şekil 4.3), İzmit Sekapark düzenlemesinde fazla toprağın kazılarak kamyonu yüklenmesinde kullanılan Daewoo ekskavatör (E4) (Şekil 4.4) ve Körfez İlimtepe’de bina temel çalışmasında kumlu toprağın kazılarak yüklenmesinde kullanılan Sumitomo ekskavatör (E5) (şekil 4.5) dür. Anılan ekskavatörlerin genel teknik özellikleri Tablo 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Volvo EC360 Ekskavatör (E1)



Şekil 4.2. Volvo EC360 Ekskavatör (E2)



Şekil 4.3. Komatsu PC300 Ekskavatör (E3)



Şekil 4.4. Daewoo 255LCV Ekskavatör (E4)



Şekil 4.5. Sumitomo SH330 Ekskavatör (E5)

Tablo 4.1. Ekskavatörlerin Teknik Özellikleri [9], [20], [21], [22], [23].

Büyüklikler	Ekskavatör Markası ve Ekskavatör No				
	E1	E2	E3	E4	E5
	Volvo EC360	Volvo EC360	Komatsu PC300	Daewoo 255LCV	Sumitomo SH330
Motor Gücü (HP)	247	247	242	162	250
Kepçe Kapasitesi (m ³)	1,8	1,8	1,8	1,29	1,4
Kazma Derinliği (m)	7,5	7,5	6,7	6,790	7,340
Çalışma Ağırlığı (t)	39,2	39,2	30,8	25,2	33
Kule Dönüş Hızı rpm	9,7	9,7	9,5	10,9	9,6
Kol Koparma Kuvveti (kN)	192	192	201	116	178
Zemin Basıncı (kPa)	51,6	51,6	-	37	67
Maksimum Hız km/h	4,5	4,5	5,5	5,0	5,5
Max Kazma Yüksekliği (m)	10,32	10,32	9,965	9,500	10,370
Max. Boşaltma Yüksekliği (m)	7,2	7,2	6,895	6,640	7,230
Kol Uzunluğu (m)	3,2	3,2	2,550	3,0	3,25
Kepçe Kazma Kuvveti kN	209	209	259	149	248

4.1.2. Yükleyiciler

Bu çalışmada incelenen yükleyiciler, hafriyat tesisinde çakıl ve mıcırı kamyonlara yükleyen Volvo yükleyici (Y1) (Şekil 4.6) ile kum, çakıl ve hafriyat yüklenmesinde kullanılan Komatsu yükleyici (Y2) (Şekil 4.7) ve yağmursuyu kanalı altyapı çalışmasında kazılan toprak ve çamurun yüklenmesinde kullanılan Hidromek yükleyici (Y3) (Şekil 4.8)'dir. Yükleyicilere ilişkin genel teknik özellikler Tablo 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.6. Volvo L120E Yükleyci (Y1)



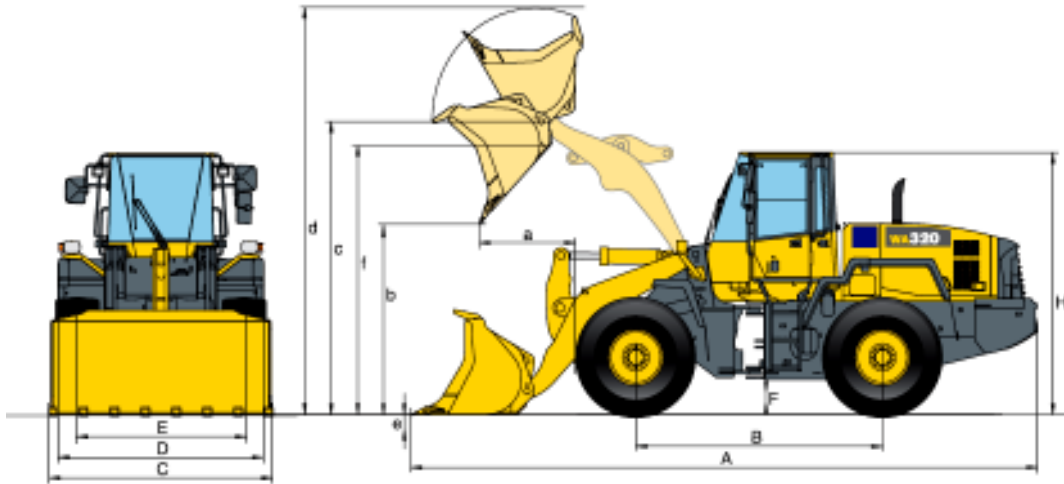
Şekil 4.7. Komatsu WA 320 Yükleyci (Y2)



Şekil 4.8. Hidromek 102B Yükleyci (Y3)

Tablo 4.2. Yükleycilerin Teknik Özellikleri [9], [24]

Büyükükler	Loder Markası ve Loder No		
	Y1	Y2	Y3
	Volvo L120E	Komatsu WA 320	Hidromek 102B
Motor Gücü HP	224	166	100
Max. Hız (km/h)	35,1	38	-
Kepçe Kapasitesi (m ³)	3,6	2,7	1,1
C, Kepçe Genişliği (m)	2,880	2,740	2,400
d, Kepçe üst kenar yüksekliği (m)	5,730	5,260	4,100
Çalışma Ağırlığı (kg)	20.650	14.040	-
b, Boşaltma yüksekliği (m)	2,780	2,855	2,610
f,Max. Yükleme Yüksekliği (m)	3,800	3,610	3,220
c, Mafsal pim yüksekliği (m)	4,110	3,910	3,375
A, Kepçe yerde tam uzunluk, (m)	8,190	7,475	6,000
B, Dingiller arası Mesafe, (m)	3,200	3,030	2,240
H, Yükseklik, (m)	3,360	3,200	2,905



4.1.3. Greyderler

Çalışmada kullanılan greyderler, İzmit Sekapark içi yol düzenlemesinde kullanılan Mitsubishi greyder (G1) (Şekil 4.9), yol çalışması yapan Caterpillar greyder (G2) (Şekil 4.10) ile duble yol çalışmasında kullanılan Champion greyder (G3) (Şekil 4.11) marka makinelerdir. Greyderlerin teknik özellikleri Tablo 4.3’de görülmektedir.



Şekil 4.9. Mitsubishi MG530 Greyder (G1)



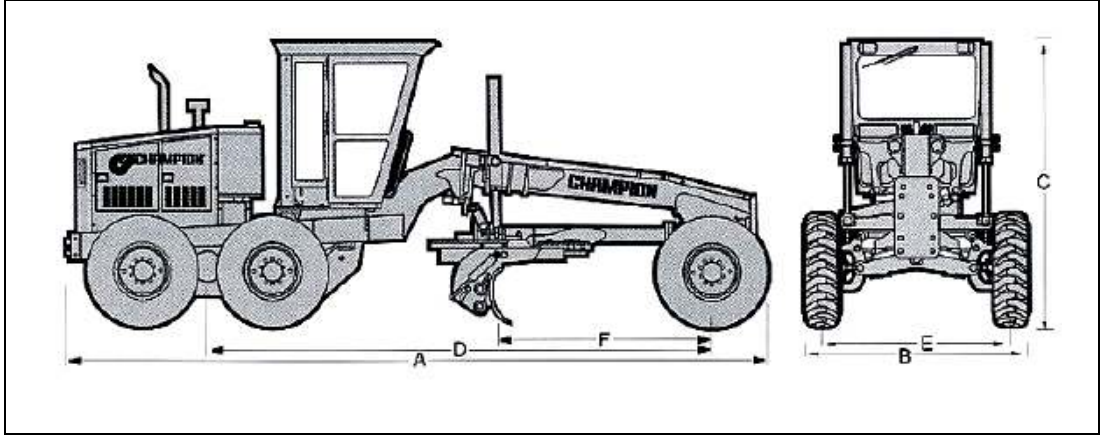
Şekil 4.10. Caterpillar 140H Greyder (G2)



Şekil 4.11. Champion 740A Greyder (G3).

Tablo 4.3. Greyderlerin Teknik Özellikleri [23], [25],[26].

Büyüklikler	Greyder Markası ve Greyder No		
	G1	G2	G3
	Mitsubishi MG530	Cat 140 H	Champion 740A
Motor Gücü HP	185	185	210
Çalışma Ağırlığı kg	14.235	18.809	17.247
Max Hız (km/h)	46,6	46,1	42,8
Bıçak Uzunluğu (mm)	4010	4267	3658
Bıçak Yüksekliği (mm)	610	686	737
Bıçak Kalınlığı (mm)	19	25	25
C, Yükseklik (m)	3,070	3,341	3,099
B, Genişlik (m)	2,420	2,745	2,540
A, tam Boy (m)	8,475	9,342	6,636
D, dingiller arası mesafe (m)	6,250	6,557	6,248



4.2. Yöntem

4.2.1. Deneyleerin yürütülmesi

Araştırılan makinelerin çalışma şartlarına ilişkin genel bilgiler aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

a) Araştırmada esas alınan iş makineleri, hafriyat kazma, yükleme, toprak kazma ve yükleme ile duble yol çalışmasında asfalt altyapı malzemesinin serilmesi işlerinde çalışmışlardır.

b) Çalışma malzemesini oluşturan materyaller, kum, çakıl, yumuşak toprak, sert küskülük ve yumuşak kayalardan meydana gelmiştir. Bu formasyonların birim hacim ağırlıkları (yoğunlukları) 1,6 – 2,4 ton/m³ arasında değişmektedir.

c) Hava Durumu: İncelen tüm iş makinelerinin çalışmaları yağışsız kuru havada yapılmıştır. Çalışma yapılan günlerden önceki en az iki gün yağış olmamasına dikkat edilmiştir. Ortalama hava sıcaklık değerleri 14 °C ile 24 °C arasında gerçekleşmiştir.

d) İşletme Şartları ve Çalışma Alanı: İş Makinelerinin saatlik gerçek iş başarılarının ve masraflarının hesaplanması için işin sürekliliği esas olduğundan genel olarak tüm gözlem yapılan işletmelerde, çalışma yoğunluğunun yüksek olduğu zamanlar seçilmiştir. Düzenli olarak makinelerin bakım ve onarımı yapılan işletmeler seçilmiştir. Ayrıca doğru ve uygun sonuçlar elde edebilmek için gerçek çalışma

alanları seçilmiş ve gözlemler gerçek çalışma zamanlarında yapılmıştır. Her makine için özelliğine uygun işlerde çalışmasına dikkat edilmiştir.

e) Operatör Tecrübesi: İnceleme yapılan makineleri kullanan tüm operatörler en az 5 yıllık tecrübeye sahiptir ve çalışma sonuçlarına kayda değer etki yapabilecek operatör yoktur. Tüm operatörlerle iletişim kurulmuş deneyler sırasında normal çalışma tempolarının dışına çıkmamaları istenmiştir.

f) Kronometre Ölçümleri: Ölçümler tüm makinelerin çalışmalarında süreklilik olduğu zamanlarda yapılmıştır. Özel bir kronometre ile çevrim süresini oluşturan tüm öğeler ve çevrim sayıları hassas olarak ölçülmüştür. Ölçümlerde genel olarak 1 saatlik süre esas alınmıştır. Bu 1 saatlik çalışma süresi esnasında çalışma periyotlarına ek olarak makinelerin bekleme süreleri, yer değiştirme süreleri, hazırlık süreleri ayrı ayrı tutularak hesaplamalara dahil edilmiştir.

Bu ölçümler sırasında ekskavatör için kepçenin zeminden başlayarak kazma, kaldırma, yüklü dönüş, kepçedeki malzemeyi kamyon kasasına boşaltma ve tekrar kazı konumuna dönüş (boş dönüş) gerçekleşinceye kadar geçen süre 1 çevrim (periyot) olarak esas alınmıştır. Yükleyicilerde iş başarısının hesaplamasında çevrim süresi yerine 1 saatte gerçekleşen çevrim sayısı sayılmıştır. Loder çevrimlerinde ekskavatördeki kazı işinin yerini kepçenin malzemeye batırılarak doldurulması almıştır. Greyderler için her bir geçişteki hızlar ölçülmüştür. Ölçümlerde greyderlerin geçişlerde aldığı yol ve bu yolu ne kadar zamanda aldığı gözlenmiş, bu verilerle greyderlerin gerçek hızları hesaplanmıştır.

g) Makinelerin Servis ve Periyodik Bakımları: Tüm makinelerin periyodik bakımları düzenli olarak yapılmaktadır. 1 nolu greyder 1997 model, 5 nolu ekskavatör 1999 model diğer makineler 2000 model ve üzerindedir. Makine bakım ve kontrol kartları ile servis yetkililerinden makinelerin şimdiye kadar çok ciddi bir arıza çıkarmadıkları ve düzgün bir şekilde çalıştıkları anlaşılmıştır. Ekskavatör ve yükleyicilerde motor yağı ile yağ, mazot ve su filtreleri 250 çalışma saatinde bir değiştirilmektedir. Yaklaşık 50 çalışma saatinde bir ya da haftada bir kez olmak üzere hava filtresi değiştirilmekte, şarj kontrolü ve yıkama işlemleri yapılmaktadır. Ekskavatör,

yükleyici ve greyderlerde kepçe, bum, kol, bıçak dönüş dairesi gibi yerlerde haftalık 1 kg gres yağı basılarak yağlama işlemi yapılmaktadır.

4.2.2. Ekskavatör iş başarılarının hesaplanması

Ekskavatörlerde iş başarılarının hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır[13]:

$$Q = \frac{3600 \cdot \alpha}{T_p} \times \frac{\theta_c}{\phi} \times E$$

Q : Ekskavatör iş başarıları (m³/h)

α : Kepçe kapasitesi (m³)

T_p: Çevrim süresi (s)

θ_c : Kepçe dolma faktörü

Φ : Kabarma katsayısı

E : Zamandan faydalanma faktörü

$$T_p = t_k + t_y + t_b + t_d$$

T_p : Çevrim Süresi (s)

t_k: Kazma-kepçe dolma zamanı (s)

t_y : Yüklü dönme zamanı (s)

t_b : Boşaltma zamanı (s)

t_d : Boş dönüş zamanı (s)

Kepçe Kapasitesi: Ekskavatörlere ait teknik bilgilerde verilen kapasiteler tepeleme kepçe kapasiteleridir.

Kepçe Dolma Faktörü: Çalışma yapılan ekskavatörlerde kepçe dolma faktörleri gözlem yoluyla tespit edilmiştir. Kepçe dolma faktörü, makinenin iş başarısına etki eden önemli bir faktör olduğundan bu faktörün mümkün olduğunca doğru tespit edilmesine çalışılmıştır. Ekskavatörlerde, kepçe kazı esnasında her seferde aynı

miktarda dolmayabilir. Kepçe dolma oranları ekskavatörlerin tümünde tepeleme kapasitelerine yakın değerlerde gerçekleşmiştir. Ekskavatörlerde dolma oranları tepeleme kepçe kapasiteleri ile aynı ya da \pm %5–10 yakın değerdedir.

Dönme (Swing) Faktörü :Ölçümler gerçek çalışma şartlarında yapıldığından en doğru periyot zamanları hesaplamalara dahil edilmiştir. Ekskavatörlerin farklı dönme açıları sadece periyot (çevrim) sürelerini etkilediğinden dönüş açısı faktörü hesaplamalara dahil edilmemiştir. Dönme açısı faktörünün etkisi zaten ölçülen çevrim sürelerinin içinde vardır.

Çevrim Süresi: Tüm ekskavatörlerde çevrim süreleri kronometre yardımıyla hassas olarak ölçülmüştür. Ekskavatör çalışmalarının sürekli olduğu durumda arka arkaya toplam 20 çevrim süresince kazı zamanı, yüklü dönüş zamanı, kepçenin kamyon kasasına boşaltılması zamanı ve kepçenin kazı noktasına boş geri dönüş zamanları ayrı ayrı ölçülmüştür. Hesaplamalara dahil edilen değerler 20 çevrim zamanının aritmetik ortalamasıdır. Ölçümlerde operatörlerden normal tempoda çalışmaları istenmiştir. Tüm ölçümler sabit bir dönüş açısında gerçekleşmiştir.

Kazma Derinliği Faktörü: Bu faktör için, inceleme yapılan ekskavatörlerin kazma derinliklerinin maksimum kazma derinliklerine oranı dikkate alınmıştır. Tüm ekskavatörlerde bu oran %40 -%75 arasındadır. Hesaplamalarda kazma derinliği faktörü bu duruma uygun olarak yaklaşık 1 alınmıştır [6].

Malzeme Kabarma Faktörü: Malzeme kabarma katsayıları için inceleme yapılan ekskavatörlerin çalıştıkları malzeme esas alınmıştır. Bu malzemeler kum, çakıl, yumuşak toprak ve yumuşak kayalardır. Bu malzemelere ait kabarma faktörleri değerleri daha önceden hesaplanmış tablolardan alınmıştır [15].

Zamandan Faydalanma Faktörü: Zamandan faydalanma faktörü 5 deney ekskavatöründe kronometre ölçümleri ile tespit edilmiştir. Çevrim ölçümlerinden farklı olarak ekskavatörler 1 saat boyunca izlenmişlerdir. Hesaplamalarda zamandan faydalanma faktörünü bulmak için çalışma süresi 60 dakika, makinenin gerçek iş zamanı ise 60 dakikalık süre içindeki bekleme, planlama, dönüş ve yer değiştirmeler

ve varsa bakım gibi işlerden kaynaklanan zaman kayıplarını çıkarttıktan sonra geriye kalan gerçek iş zamanı olarak hesaplanmıştır. Gerçek iş zamanının 60 dakikaya bölünmesiyle de gerçek zamandan faydalanma faktörleri bulunmuştur.

4.2.3. Yükleyici iş başarılarının hesaplanması

Yükleyici iş başarıları aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır [15]:

$$Q = \alpha \cdot F \cdot n \cdot E$$

Q = Yükleyici İş Başarısı (m^3/h)

α = Kepçe Kapasitesi (m^3)

F = Kepçe Dolma Faktörü

n = Saatteki ortalama çevrim sayısı (adet/h)

Kepçe Kapasiteleri: Deney yapılan yükleyicilerde kepçe kapasiteleri üretici firmaların verdikleri değerlere göre alınmıştır. Verilen değerler tepeleme kepçe kapasitesini göstermektedir.

Kepçe Dolma Faktörü: İncelenen yükleyicilerde kepçe dolma oranı aynen ekskavatörlerde olduğu gibi çok sayıda gözlem yapılarak tespit edilmiştir. Farklı malzemeler yüklendiğinden oranlarda da farklılıklar gözlenmiştir.

Zamandan Faydalanma Faktörü: Yükleyicilerde de zamandan faydalanma faktörü ekskavatörler gibi kronometre ölçümleri ile tespit edilmiştir. Yükleyiciler 1 saat boyunca izlenmiş, 60 dakikalık sürede makinenin fiili çalışma süresi kamyon bekleme, planlama, malzeme toplama ve yer değiştirmeler gibi işlerden kaynaklanan zaman kayıplarını çıkarttıktan sonra geriye kalan zaman olarak hesaplanmıştır. Gerçek iş zamanının 60 dakikaya bölünmesiyle de gerçek zamandan faydalanma faktörleri bulunmuştur.

Saatteki Çevrim Sayısı: Yükleyicilerde çevrim, kepçenin malzeme ile doldurulması, kepçenin kamyon kasasına boşaltılması ve tekrar yükleme noktasına dönüş

sürelerinin toplamına eşittir. Deney yapılan yükleyicilerde çevrim sayısı, 60 dakikalık süre içinde arka arkaya gerçekleşen çevrimler gözlem yoluyla sayılarak bulunmuştur.

4.2.4. Greyder iş başarılarının hesaplanması

Greyderlerde iş başarısı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır [5]:

$$Q = Vg \times (Lb - Wa) \times 10^{-3} \times E$$

Q : Greyder iş başarısı (km²/h)

Vg : Greyder çalışma hızı (km/s)

Lb : Etkin bıçak boyu (m)

Wa : Bindirme genişliği (m)

E : Zamandan faydalanma faktörü

Greyder Bıçak Boyu, Bıçak Açısı ve Etkin Bıçak Boyu, Lb: Deney greyderleri için üretici firma tarafından verilen bıçak boyları, deney sırasında gözlenen ortalama bıçak açıları ve buna göre hesaplanan etkin bıçak boyları Tablo 4.4'de görülmektedir.

Tablo 4.4 . Greyderlerde Etkin Bıçak Boyu Değerleri

Greyder No	Bıçak Boyu (m)	Bıçak Açısı (°)	Etkin Bıçak Boyu (m)
G1	4,010	45	2,83
G2	4,267	40	3,24
G3	3,658	45	2,58

Bindirme Genişliği, Wa: Deney yapılan greyderlerde bu genişlik gözlem yoluyla ortalama olarak 1 ve 2 nolu greyderlerde 2 metre, 3 nolu greyderde ise 1,8 metre olarak hesaplamalara dahil edilmiştir.

Greyder Çalışma Hızı, Vg: Greyderlerin deneyler sırasındaki hızları, çalışma mesafesi ve tur zamanlarından hesap yöntemiyle belirlenmiştir. Operatörün her bir

turda aynı hızda gitmesi mümkün olmamıştır. Ancak yine de her bir tur hızlarında çok büyük farklar olmamıştır. Hesaplamalara 20 tur hızının ortalaması dâhil edilmiştir.

Zamandan Faydalanma Faktörü: Greyderlerde zamandan faydalanma faktörü kronometre ile zamanı ölçerek hesaplanmıştır. Bir saatlik süreden geri dönüş, manevralar ve bekleme süreleri çıkartılarak fiili çalışma süresi bulunmuş, bu süre 60 dakikaya oranlanarak zamandan faydalanma faktörleri hesaplanmıştır.

4.2.5. Makinelere ait masrafların hesaplanması

4.2.5.1. Sabit masraflar

Amortisman masrafları: Ekskavatörlere ait amortismanlar “Doğrusal Yöntem”e uygun olarak aşağıdaki eşitliklerden hesaplanmıştır[15]. Makinelerin amortisman hesaplarında ilk alış fiyatları 2006 yılı esas alınmıştır. Deney yapılan tüm modeller için standart donanımlı model ilk alış fiyatları belirlenmiştir. Hesaplamalarda ekonomik kullanım ömrü $N= 7$ yıl olarak alınmıştır. Bu değerlere göre hesaplanan örnek makine amortisman değerleri tablo 4.5’de verilmiştir.

$$a_y = \frac{M_a - H}{N}$$

$$A_y = \frac{k(M_a - H)}{N}$$

$$BV_k = M_a - \frac{k(M_a - H)}{N}$$

$$Ah = \frac{a_y}{hyil}$$

H : Hurda değeri (YTL)

Ma : İş makinesinin ilk fiyatı, YTL

N : İş makinasının kullanım ömrü (yıl) (Amortisman süresi)

a_y : Aşınmanın yıllık maliyeti

A_y : k sene içerisinde aşınmanın yıllık maliyeti, YTL

BV_k : k sene sonra aşınma payında geriye kalan değeri, YTL

A_h : Saatlik amortisman masrafı, YTL/h

$h_{yıl}$: Yıllık çalışma süresi, h

Yıllık çalışma saatleri zorunlu olarak işletme kayıtlarından, aylık bakım kartlarından ve servis yetkililerinden alınan bilgilerle hesaplanmıştır.

Tablo 4.5. Volvo Ekskavatöre ait Amortisman Hesabı

Kullanma Ömrü (k)	$a_y = \frac{M_a - H}{N}$	$A_y = \frac{k(M_a - H)}{N}$	$BV_k = M_a - \frac{k(M_a - H)}{N}$	H, Hurda Değeri = 5000 YTL Ma, İlk alış Fiyatı = 318.750 YTL N= 7 yıl
1	44.821	44.821	273.929	
2	44.821	89.642	229.108	
3	44.821	134.463	184.287	
4	44.821	179.284	139.466	
5	44.821	224.105	94.645	
6	44.821	268.926	49.824	
7	44.821	313.750	5.000	

Faiz masrafları: Deney yapılan makinelerde saatlik faiz masrafının bulunması için ilk önce yıllık faiz oranı üzerinden yıllık faiz masrafı aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır. Yıllık faiz masrafının da iş makinesinin yıllık çalışma saatine bölünmesiyle de saatlik faiz masrafları bulunmuştur. Deney yapılan makinelerde yıllık faiz masrafı;

$F_y = [(M_a - H) \times f] / 2$ formülüyle, saatlik faiz masrafı ise;

$F_h = F_y / h_{yıl}$ formülüyle hesaplanmıştır.

F_y : Ortalama yıllık faiz masrafı, YTL

F_h : Saatlik faiz masrafı, YTL

f : Faiz oranı, %

M_a : Makinenin ilk alış fiyatı (YTL)

$h_{yıl}$: Yıllık çalışma süresi, h
 H : Makinenin hurda değeri (YTL)
Hurda değeri 5000 YTL'dir.

Yıllık faiz oranı 2006 yılındaki 5 büyük banka tarafından uygulanan faiz oranlarının ortalaması alınarak % 17 olarak hesaplamalara dahil edilmiştir.

4.2.5.2. Değişken masraflar

Değişken masraflar olarak deneylerde kullanılan her bir makineye ait yakıt, bakım, malzeme ve operatör masrafları ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Yakıt masrafları: Yakıt masraflarının ölçülmesinde günlük çalışma saatleri ile günlük tükettikleri yakıt miktarları esas alınmıştır. Makinelerin sabah çalışmaya başlamadan önceki motor saatleri ve akşam mesai sonundaki motor saatlerinin farkı alınarak günlük çalışma saatleri bulunmuştur. Yakıt takviyeleri işletmeye göre akşam veya sabah mesai öncesinde yapılmaktadır. Sabah takviye yapan işletmelerde ertesi gün ilave edilen yakıt miktarı, akşam takviye yapılan işletmelerde deneyin yapıldığı günün akşamı ilave edilen yakıt miktarları günlük tüketilen yakıt miktarı olarak belirlenmiştir. Ayrıca bazı makinelerde 1 çalışma saati sonunda tekrar yakıt ilave ettirilmiş, böyle bulunan saatlik yakıt tüketim miktarı ile günlük tüketimden bulunan saatlik yakıt tüketiminin arasında pek fark olmadığı anlaşılmıştır. Ancak çalışmanın bütünlüğü açısından saatlik yakıt tüketimleri, günlük çalışma saati ve günlük tüketim üzerinden bulunmuştur. Makinelerin saatlik yakıt tüketimleri aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır[5]:

$$Y_h = Y_{T_h} \cdot F_y$$

Y_h : Saatlik yakıt masrafı, YTL/h

Y_{T_h} : Saatlik yakıt tüketimi, L/h

F_y : Yakıtın litre fiyatı, YTL/L

$$YT_h = YT_g / M\check{C}S_h$$

YT_g : Günlük yakıt tüketimi, L

$M\check{C}S_h$: Günlük motor çalışma saati,h

Dizel yakıtının litre fiyatı, Kocaeli ilindeki Eylül-Kasım aylarının ortalaması olan 2,22 YTL olarak alınmıştır. Makinelere ait tespit edilen günlük çalışma saatleri ve günlük yakıt tüketimleri Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6. Günlük Yakıt Tüketim miktarları

Makine No	İş Makinesi	Günlük Motor alışma Saati (h)	Günlük Tüketim Miktarı (L)
E1	Volvo EC360	10	210
E2	Volvo EC360	10	215
E3	Komatsu PC300	7,5	175
E4	Daewoo 255LCV	5,6	74
E5	Sumitomo SH330	6,05	76,94
L1	Volvo L120E	10,5	155
L2	Komatsu WA 320	4,3	49,25
L3	Hidromek 102B	4,26	24,56
G1	Mitsubishi MG530	5,9	68
G2	Cat 140 H	4,86	52,27
G3	Champion 740A	8	105

Bakım masrafları (yağ, filtre, gres) :Bakım masrafları olarak bilinen motor ve transmisyon yağları, hava, yakıt ve yağ filtreleri ile makine donanımlarına basılan gres yağları masrafları makinelerin büyüklüklerine ve periyodik bakım sürelerine göre değişiklik göstermektedir. Araştırılan makinelerde genel olarak motor yağı ile

yağ ve yakıt filtreleri 250 çalışma saatinde bir değiştirilmektedir. Yaklaşık 50 çalışma saatinde bir ya da haftada bir kez olmak üzere hava filtresi değiştirilmekte, şarj kontrolü ve yıkama işlemleri yapılmaktadır. Ayrıca kepçe, bum, kol, bıçak dönüş dairesi gibi hareketli kısımlarda haftalık 1 kg gres yağı basılarak yağlama işlemi yapılmaktadır. Bazı işletmelerde bu tür bakımları “yağcı” olarak isimlendirilen kişi yaparken bazı işletmelerde bir kısım bakım işleri operatör tarafından yapılmaktadır. Deneylerde bir bütünlük arz etmesi açısından ve piyasadan temin edilen yağ, gres ve filtreler gibi malzemelerin fiyatları farklılıklar göstermesi nedeniyle servis masrafları saatlik yakıt masrafının bir fonksiyonu olarak ele alınmasının daha doğru olacağı düşünülmüştür. Daha önce yapılan deneyler ve araştırmalar bu tür masrafların saatlik yakıt masrafının yaklaşık 1/3'lük kısmına eşit olduğunu doğrulamaktadır. Bu veriler ışığında deney yapılan makineler için transmisyon yağları, hava, yakıt ve yağ filtreleri gibi bakım masrafları aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır [6]:

$$B_h = Y_h \cdot 1/3$$

B_h : Saatlik bakım masrafı, YTL/h

Y_h : Saatlik yakıt masrafı, YTL/h

Tamir ve malzeme masrafları (lastik, yedek parça): Deney yapılan iş makinelerinde lastik ve yedek parça masrafları ile bunların işçiliğine ait yapılan masraflar, tamir malzeme masrafları altında birleştirilmiş ve bu masraflarda yıllık amortisman masrafının bir fonksiyonu olarak hesaplanmıştır. Tamir ve malzeme masrafları makinelere ait yıllık amortisman masraflarının % 8'i olacak şekilde hesap edilmiştir. Bu şekilde bulunan yıllık tamir ve malzeme masrafları da yine makinelere ait yıllık çalışma saatlerine bölünerek saatlik tamir malzeme masrafları hesaplanmıştır [15].

Operatör masrafları: Operatörlere ödenen ücretler için işletme yetkilileri ve operatörlerin kendileri ile görüşülmüştür. Deney yapılan işletmelerde günlük mesai saatleri 8-10 saat arasında ve haftalık çalışma günü 5 ya da 6 olmaktadır. Ayrıca operatörler duruma göre fazladan mesai de yapabilmektedirler. Tüm bu şartlar altında işletme bazında operatörlerin her birinin aylık mesai saatleri toplamı fazla

mesailer sayılmadan hesap edilmiştir. Aynı şekilde yine operatörlerin aldıkları aylık maaş ve ücretler tespit edilmiş, bu miktarlara aylık sigorta primleri de eklenmiştir. Sigorta primi dahil olmak üzere operatörlere ödenen aylık ücretlerin aylık mesai saati toplamına bölünmesiyle saatlik operatör masrafları hesap edilmiştir.

BÖLÜM 5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

5.1. İş Başarıları

5.1.1. Ekskavatör iş başarıları

Bazı iş makinalarında iş başarılarının araştırıldığı bu çalışmada incelenen ekskavatör iş başarıları ve bunları etkileyen bazı faktörlere ilişkin değerler Tablo 5.1’de verilmiştir. Ekskavatörlere ait teknik verilerden, saatte kazılan ve yüklenen malzemenin esas alınarak hesaplanan iş başarısına en çok etkiyi ekskavatörün kepçe kapasitesi yapmaktadır. Kepçe kapasitesinden başka ekskavatör iş başarısını belirleyen faktörlerden çevrim süresi, kepçe dolma faktörü, kabarma katsayısı ve zamandan faydalanma faktörü deneyler sırasında hassas olarak belirlenmiş ve anılan tabloda verilmiştir. Ayrıca zaman etüdü ve değişimi Tablo 5.2’de, çevrim süreleri ve değişimi Tablo 5.3’de verilmiştir. Bu bilgiler ayrıca Şekil 5.1, Şekil 5.2 ve Şekil 5.3’te de gösterilmiştir.

Ekskavatörlerin iş başarılarının incelenmesinde kepçe dolma faktörleri ve malzeme kabarma faktörleri beraberce değerlendirilebilir. Çünkü birbirini etkileyen unsulardır. Kepçe dolma oranları ekskavatörlerin tümünde tepeleme kapasitelerine yakın değerlerde gerçekleşmiştir. Ekskavatörlerde dolma oranları tepeleme kepçe kapasiteleri ile aynı ya da \pm %5–10 yakın değerdedir. Kazı zorluğunu malzeme kabarma katsayısı belirtir. Malzeme ne kadar gevşek yani kabarıkça o kadar kolay kazılmakta ve kazı süresi az olmaktadır. E3 ve E4 ekskavatörlerinin kazdıkları malzemelerde, malzeme kabarma katsayısı 1.15, diğer ekskavatörlerde 1.30 olarak belirlenmiştir. E1 ve E2 ekskavatörleri aynı marka ve aynı işletmede çalışmasına rağmen E1 ekskavatörü daha iri parçalı kayalarla çalışmıştır. E2 ekskavatörüne göre kepçe dolma oranı düşük kalmaktadır. Aynı şekilde diğer ekskavatörlerde de kepçe dolma faktörü, malzemenin türü, kabarma oranı, operatör tecrübesi ve çalışma şekline göre farklı değerlerde gözlemlenmiştir (Tablo 5.1).

Tablo 5.1’de görüldüğü gibi deneylerde kullanılan ekskavatörlerin iş başarıları 132.9 m³/h ile 306.8 m³/h arasında değişmektedir. Değerler ayrıntılı olarak incelendiğinde ilk 3 ekskavatörün kepçe kapasiteleri aynı (1.8 m³), diğer ikisinin biraz daha düşük olduğu görülür. (E4 ekskavatöründe 1.29 m³ ve E5 ekskavatöründe 1.4 m³). Kepçe kapasitesi ne kadar büyük olursa ekskavatörlere ait hesaplanan iş başarıları da o kadar büyük olacaktır. Bunun yanında kazılan malzeme ve çalışma durumuna göre de optimum bir kepçe kapasitesinden bahsedilebilir. Yani bazen büyük kepçe büyük iş başarısı demek değildir. Uygun kapasitede seçilen bir kepçe, çalışma konumu ve dönüş açıları iyi planlanmış bir ekskavatör ile çalışmada en yüksek iş başarısı değerlerine ulaşmak mümkün olabilir.

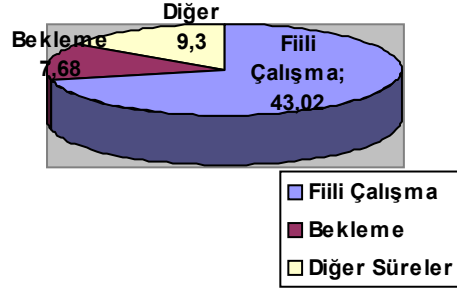
Çalışma anında ekskavatörler zeminin kazılması ve kepçenin boşaltılması işlerini yaparlarken zaman zaman çalışmalarına ara vermek zorunda kalmaktadır. Yani hiç durmaksızın kazı ve yükleme yapamazlar. Bunun nedeni arada bir meydana gelen duraklama ve beklemelerdir. Duraklama ve beklemelerin nedenlerinden bazıları, boş bir kamyonun kazı alanına yanaşmasının beklenmesi, ekskavatörün kazı noktasında yer değiştirmek zorunda olması, operatörün kişisel ihtiyaçları, kazı planlanmasında formenlerle geçen diyalog, makinenin küçük bakım ve ayarları olmaktadır. Bu duraksamalar haricinde ekskavatör fiili olarak kazı ve yükleme yapar. Beş ekskavatör 1 saat boyunca izlenmiş ve gerçek iş zamanlarının yanında bekleme süreleri de ölçülmüştür. 60 dakikalık sürede gerçek iş zamanları ekskavatör E1’de 45 dakika; ekskavatör E2’de 47 dakika; ekskavatör E3’de 40.6 dakika; ekskavatör E4’te 43.4 dakika.; ekskavatör E5’te 39.1 dakikadır. Buna göre zamandan faydalanma faktörleri; E1 ekskavatöründe 0,75; E2 ekskavatöründe 0.78; E3 ekskavatöründe 0.68; E4 ekskavatöründe 0.78; E5 ekskavatöründe 0.65 olmuştur. Tablo 5.2’de ekskavatörler için hazırlanan zamandan faydalanma faktörleri görülmektedir. Ekskavatör E2’de 60 dakikada 47 dakikalık gerçek iş zamanı ile zamandan en çok faydalanan ekskavatör olarak ölçülmüştür. Bu makinenin zamandan faydalanma faktörü %78 olmuştur. En düşük zamandan faydalanma katsayısına sahip E5 ekskavatöründe bu faktör %65 ve tüm ekskavatörlere ait ortalama 43.02 dakika ile % 71.7 olmuştur (Şekil 5.1). Tablo 5.2’de ayrıca ekskavatörlerin gerçekleştirdiği 20 çevrim boyunca gerçek iş zamanları, bekleme zamanları ve diğer geçen zamanlara ait olmak üzere maksimum ve minimum değerler ile değişim katsayısı (% CV) değerleri verilmiştir.

Tablo incelendiğinde özellikle E1 ve E2 ekskavatörlerinde gerçek iş zamanlarına ait değişim katsayısı değerlerinin daha yüksek olduğu görülür. Diğer bir deyişle bu ekskavatörlerde gerçek iş zamanlarına ait ölçüm değerleri ortalamaya göre daha yaygındır. Bunun en önemli nedeni kamyonların ekskavatöre her seferinde farklı açılardaki yanaşma durumudur. Bu durum ekskavatörlerin dönüş açılarını da etkilemektedir. Aynı tabloda bekleme ve diğer zamanlar için ölçülen değerler incelendiğinde değişim katsayılarının (%CV) tüm ekskavatörler için yüksek olduğu görülmektedir. Minimum süreler çoğu kez sıfırdır. Bunu açıklamak gerekirse; deney yapılan ekskavatörlerde çalışma koşullarının sürekliliği esas alınmıştır. Dolayısıyla ölçüm yapılan 20 çevrim süresince çoğu ölçümde bekleme ve zaman kayıpları olmamıştır. Az sayıdaki ölçülen bekleme ve diğer süreler ise ekskavatörlerin küçük yer değiştirmeleri, kamyonların yanaşırken meydana getirdiği zaman kayıpları, operatör ve formenler arasında geçen kısa diyaloglardan kaynaklanmıştır. Bununla birlikte dikkatli ve planlı çalışmalarda bu tür kayıp zamanlar önlenabilir.

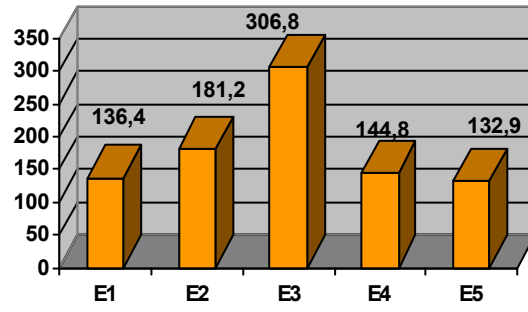
Ekskavatörlerde iş başarısını en çok etkileyen faktörlerden çevrim süresi de deneyler anında kronometre ile hassas olarak ölçülmüştür. Bir çevrim, ekskavatör kepçesinin malzeme ile doldurulmasında geçen süre, kepçenin yüklü olarak dönme süresi, kepçenin boşaltılması süresi ve kepçenin kazı noktasına boş olarak geri dönüş sürelerinin toplamıdır. Kepçelerin tüm bu hareketleri 20 çevrim boyunca ölçülmüştür. Ölçülen ortalama çevrim süreleri E1 ekskavatöründe 24.66 sn; E2 ekskavatöründe 22.52 sn; E3 ekskavatöründe 13.11 sn; E4 ekskavatöründe 18.07 sn ve E5 ekskavatöründe 18.96 sn'dir. Çevrim süresinin uzunluğunu yapılan kazının zorluk derecesi ve ekskavatörün dönüş açıları etkilemiştir. Daha önce de değinildiği gibi malzeme kabarma oranı arttıkça ekskavatörün kazı yapması ve kepçenin dolması kolaylaşmakta sonuç olarak çevrim süresi azalmaktadır. Ölçüm yapılan ekskavatörlerde dolma oranları kepçe kapasitelerine yakın değerlerde gerçekleşmiştir. Dönüş açıları ise büyük farklılıklar vardır. 1 nolu ekskavatörde 130° - 140°; 2 nolu ekskavatörde 120°; 3 nolu ekskavatörde 45°; 4 ve 5 nolu ekskavatörde ise 60° olarak gerçekleşmiştir. Dikkat edilirse 3,4 ve 5 nolu ekskavatörlerde dönüş açısı daha azdır. Özellikle 3 nolu ekskavatörde 45 derecelik dönüş açısı çevrim süresini 13,11 saniye gibi oldukça düşük bir değere

çekmiştir.(Tablo 5.1 ve Şekil 5.3). 13,11 saniyelik çevrim süresi bu ekskavatörün yaptığı 20 çevrime ait sürelerin aritmetik ortalamasıdır. Ayrıca tüm ekskavatörlerin çevrim süreleri ve çevrim sürelerini oluşturan kepçe dolma zamanı, dönme zamanı, kepçe boşaltma zamanı ve geri dönüş zamanlarına ait minimum, maksimum değerler, ortalama ve varyasyon katsayısı (% CV) değerleri de ayrı ayrı hesaplanmıştır (Tablo 5.3). Ekskavatör E1 ve E2’de kepçe dolma zamanları daha uzundur. Bu ekskavatörlerin kepçe kapasitelerinin diğerlerinden fazla olması ve ayrıca daha sert malzemedeki kazı yapımlarından kaynaklanmaktadır. Yine bu ekskavatörlerde kepçe dolma zamanları için ölçülen değişim katsayılarının daha fazla olması kazılan malzemenin üniform yapıda olmaması ile de açıklanabilir. Dönme ve geri dönüş için ölçülen değerler incelendiğinde aradaki farklar daha az olmakla birlikte E3 ekskavatörüne ait zamanların daha düşük olduğu görülür. Bunun nedeni E3 ekskavatörünün dönüşler esnasında yaptığı açının küçüklüğüdür. Boşaltma zamanı ile ilgili değerlerin ise birbirine daha yakın olduğu anlaşılmaktadır. Anılan nedenlerin toplam bir sonucu olarak çevrim süresine ait değişim katsayıları yine E1 ve E2 ekskavatörlerinde diğer ekskavatörlerden daha fazla olmuştur. Bu nedenleri tekrarlırsak, kamyonların kazı bölgesine her seferde farklı yanaşmaları ve neticesinde çevrim süresinde meydana gelen değişimler, çalışma açılarındaki farklılıklar ve kazılan malzemenin üniform olmayışıdır. başka bir etken olarak kazı süresinde değişikliklere neden olmuştur. Çevrim süresi ile ilgili en iyi değerler en düşük dönme açısına sahip ekskavatör E3’te bulunmuştur. Kazı malzemesinin üniform yumuşak toprak olması kazı süresini de oldukça düşürmektedir.

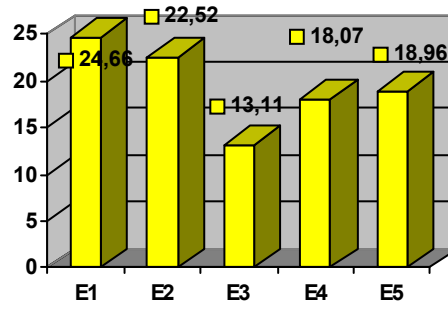
Tüm bu açıklamalardan da anlaşılacağı üzere çevrim süresi ve onu etkileyen faktörler, kepçe kapasitesi, kepçe dolma faktörü, malzemenin yapısı, ekskavatör iş başarıları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Ölçüm yapılan ekskavatörlerin yapısal özellikleri ve çalışma koşulları farklı olduğundan birbirleri arasında iş başarıları yönünden karşılaştırma yapmak çok uygun olmasa da E3 ekskavatörü, en küçük dönüş açısı (45°) ve en kısa çevrim süresine (13,11 saniye) sahip olmasıyla bu makinaya ait ölçülen iş başarısı değeri daha fazla olmuştur. Tüm ekskavatörlere ait iş başarıları Şekil 5.2 de karşılaştırmalı olarak görülmektedir.



Şekil 5.1. Ekskavatörlerde 1 saatte zamandan faydalanma (dk)



Şekil5.2. Ekskavatör İş Başarıları (m³/h)



Şekil 5.3. Ekskavatör Çevrim Süreleri (s)

Tablo 5.1. Ekskavatör İş Başarıları

Ekskavatör No	Markası	α ; Kepçe Kapasitesi (m ³)	Tp ; Çevrim Süresi (sn)	Θ_c ; Kepçe Dolma Faktörü	Φ ; Malzeme Kabarma Katsayısı	Çalışma Süresi (dakika)	Gerçek İş Zamanı (dk)	E; Zamandan faydalanma Faktörü	Q; İŞ BAŞARISI (m ³ /h)
E1	Volvo EC360	1,8	24,66	0,90	1,30	60	45	0,75	136,4
E2	Volvo EC360	1,8	22,52	1,05	1,30	60	47	0,78	181,2
E3	Komatsu PC300	1,8	13,11	1,05	1,15	60	40,6	0,68	306,8
E4	Daewoo 255LCV	1,29	18,07	0,90	1,15	60	43,4	0,72	144,8
E5	Sumitomo SH330	1,4	18,96	1,00	1,30	60	39,1	0,65	132,9
ORTALAMA		1,61	19,46	0,98	1,24	60	43,02	0,71	180,42

Tablo 5.2. Ekskavatörlerde Zaman Etüdü

Ekskavatör	Gerçek İş Zamanı (s)															Zamandan Faydalanma Faktörü (20 Çevrim)	Zamandan Faydalanma Faktörü (1 h)
	Gerçek İş Zamanı (s)					Bekleme Zamanı (s)					Diğer Zamanlar (s)						
	Max.	Min.	X (s)	n	% cv	max	min	X (s)	n	% cv	max	min	X (s)	n	% cv		
E1	29,26	19,35	24,66	20	11,27	35	0	6,55	20	163	24	0	1,85	20	302	0,74	0,75
E2	28,89	18,74	22,52	20	11,3	38	0	4,5	20	224	35	0	2,9	20	278	0,75	0,78
E3	15,11	11,08	13,11	20	8,45	32	0	3,8	20	205	28	0	2,55	20	272	0,67	0,68
E4	20,42	15,52	18,07	20	7,85	26	0	3,7	20	200	34	0	3,1	20	279	0,72	0,72
E5	21,51	17,12	18,96	20	6,05	52	0	6,35	20	203	34	0	3,85	20	244	0,65	0,65
ORTALAMA	23,03	16,36	19,46	20	8,98	36,6	0	4,98	20	199	31	0	2,85	20	275	0,70	0,71

Tablo 5.3. Ekskavatör Çevrim Süreleri

Ekskavatör	Kazma/Kepçe Dolma Zamanı (s)					Yüklü Dönme Zamanı (s)					Boşaltma Zamanı (s)					Boş Dönüş Zamanı (s)					Çevrim Süresi (s)				
	Max (s)	min (s)	X (s)	n	% cv	max (s)	Min (s)	X (s)	n	% cv	Max (s)	Min (s)	X (s)	n	% cv	Max (s)	Min (s)	X (s)	n	% cv	Max (s)	Min (s)	X (s)	n	% cv
	E1	12,5	6,4	8,96	20	18,97	7,41	5,66	6,26	20	9,58	5,23	2,95	4,27	20	16,15	6,45	3,64	5,17	20	16,14	29,26	19,35	24,66	20
E2	14,0	7,25	9,97	20	15,64	5,87	3,71	4,62	20	12,33	2,97	1,60	2,36	20	16,94	6,80	4,20	5,57	20	12,92	28,89	18,74	22,52	20	11,32
E3	6,28	4,03	4,95	20	14,34	3,82	2,72	3,17	20	8,83	2,98	1,64	2,19	20	14,15	3,51	2,04	2,80	20	13,57	15,11	11,08	13,11	20	8,23
E4	7,03	4,31	5,30	20	14,90	5,9	4,03	5,12	20	12,30	4,65	2,21	3,54	20	19,20	4,83	3,24	4,11	20	9,00	20,42	15,52	18,07	20	7,85
E5	9,65	7,02	8,31	20	8,06	5,88	3,34	4,25	20	13,88	2,88	1,70	2,15	20	13,02	5,43	3,68	4,25	20	10,58	21,51	17,12	18,96	20	6,01
Ort	9,89	5,80	7,49	20	14,38	5,77	3,89	4,68	20	11,38	3,74	2,02	2,90	20	15,89	5,40	3,36	4,38	20	12,44	23,03	16,36	19,46	20	8,98

5.1.2. Yükleyci iş başarıları

Araştırmada incelenen yükleyici iş başarıları ve bunları etkileyen faktörlere ilişkin değerler Tablo 5.4’de, zaman etütleri ve değişimi Tablo 5.5’de çevrim süreleri ve değişimi de Tablo 5.6’da verilmiştir. Tablo 5.4 incelendiğinde en büyük iş başarısı Y1 yükleyicisinde olmuş (409,8 m³/h), bunu sırasıyla Y2 ve Y3 yükleyicileri izlemiştir (186.1 m³/h, 84.7 m³/h). Kuşkusuz iş başarılarının farklı olmasının değişik nedenleri bulunmaktadır. Yükleycilerde iş başarısını etkileyen faktörlerin başında yükleyicinin saatte gerçekleştirdiği çevrim sayısıdır. Yükleyci saatte ne kadar çok çevrim gerçekleştirebilirse iş başarısı da o oranda yüksek olmuştur. Çevrim sayısının yanında iş başarısını etkileyen diğer faktörler yükleyicinin kepçe kapasitesi, kepçe dolma faktörü, yüklenen malzemenin birim hacim ağırlığı ve yükleyicinin zamandan faydalanma faktörüdür (Tablo 5.4).

Yükleycilerde zamandan faydalanma faktörü aynı ekskavatörlerde olduğu gibi duraklama ve bekleme süreleri faktörü olumsuz etkilemekte, gerçek çalışma zamanlarının ekskavatörlerden yüksek oluşu dikkat çekmektedir. Bunun nedeni yer değiştirme ve bekleme sürelerinin yükleyicilerde nispeten daha kısa olmasıdır (Tablo 5.4 ve Şekil 5.4). 60 dakikalık sürede gerçek iş zamanları yükleyici Y1’de 55 dk; yükleyici Y2’de 46,5 dk.; yükleyici Y3’te 49 dk.’dır. Buna göre zamandan faydalanma faktörü; yükleyici Y1’de 0,92; yükleyici Y2’de 0,78 ve yükleyici Y3’te 0,82 olarak hesaplanmıştır. Yükleyci Y1 %92’lik bir zamandan faydalanma faktörü ile çok yüksek bir orana sahiptir. Kamyon bekleme süresinin neredeyse olmaması burada çok büyük öneme sahiptir.

Tablo 5.5’te yükleyiciler tarafından gerçekleştirilen 20 çevrim süresince gerçek iş zamanları, bekleme zamanları ve harcanan diğer zamanlar için ölçülen minimum ve maksimum değerler ile hesaplanan değişim katsayısı (%Cv) değerleri verilmiştir. Gerçek iş zamanı için hesaplanan değişim katsayısı değerleri, yükleyicinin motor gücü, malzemenin birim hacim ağırlığı, çalışma konumu, kamyonların yanaşma durumu ve operatör tecrübesi gibi faktörler tarafından etkilenmiştir. Bekleme zamanları için hesaplanan değişim katsayısı değerleri ise ekskavatörlerde olduğu gibi yüksek değerlerdedir. Aynı şekilde ölçümler çevrimlerin sürekli olduğu zamanlarda

yapıldığından bekleme ve diğer zamanlar için geçen süreler çoğu kez gerçekleşmemiştir. Az sayıda ölçülen bu süreler kamyonların yanaşması esnasında geçen zamanlar ve kısa beklemelerden kaynaklanmaktadır.

Saatte gerçekleştirilen çevrim sayısı yükleyici Y1'de 112,5, yükleyici Y2'de 104 ve yükleyici Y3'de 94 olarak ölçülmüştür (Tablo 5.4). Yükleyici Y1'de kamyon beklememenin avantajı ile birlikte operatörün tecrübesi ve seri oluşu da saatteki çevrim sayısını arttıran nedenlerdir. Buradan şöyle bir sonuç çıkarılabilir ki, yükleyicilerde iş başarısı, işletmedeki kamyon sayısına büyük ölçüde bağlıdır. Yükleyicinin sadece kamyon gelmesi için beklemek zorunda olması çok büyük zaman ve para kaybına neden olabilir.

Deney yapılan yükleyicilerde iş başarıları arasındaki farkların diğer çok önemli bir nedeni de kepçe kapasitelerinin değişik değerlerde olmasıdır (Tablo 5.4). Kepçe kapasiteleri sırasıyla 3.6 m³; 2.7 m³ ve 1.1 m³'tür. Her seferinde tam olarak doldurulan kepçelerin iş başarısına yaptığı etki buradan açıkça görülebilir. Bir yükleyiciye değişik kapasitelerde kepçe donanımı takılabilmektedir. Kuşkusuz bu değişiklik motor gücü ve makine büyüklüğü göz önünde bulundurularak yapılabilir. Kepçe dolma faktörleri yine makinelerin çalışması esnasında yapılan gözlemlerle tayin edilmiştir. Bu faktörler sırasıyla 1,10; 0,85 ve 1,00 olarak hesaplanmıştır. Eğer malzeme düşük birim hacim ağırlığına sahipse kepçenin malzemeye batırılabilmesi daha iyi olmakta bu da kepçe dolma faktörünü arttırmaktadır. Buradan kepçe dolma faktörü ile yüklenen malzemenin yoğunluğu arasında ters bir orantı olduğu anlaşılabilir. Malzeme birim hacim ağırlıkları yükleyici Y1'de 1,6 ton/m³, Y2'de 2,0 ton/m³, Y3'te 1,8 ton/m³ olmuştur.

İncelenen yükleyicilerde ortalama çevrim süreleri sırasıyla Y1 yükleyicisinde 27,17 s, Y2 yükleyicisinde 32,14 s ve Y3 yükleyicisinde 33,47 s olarak ölçülmüştür (Tablo 5.6).Yükleyici çevrim sürelerinde ölçülen değerler birbirine yakın gözükmektedir. Yine de aradaki farklar, yükleyiciler arasındaki motor gücü farkları, malzemenin kabarıklığı ve kepçe hacmi gibi faktörlerden kaynaklanmıştır. Y1 yükleyicisi diğer yükleyicilere göre nispeten daha yüksek motor gücüne sahiptir ve daha kolay bir malzeme ile çalışmış olması çevrim süresinin daha düşük olmasına neden olmuştur.

Tablo 5.6'da ayrıca yükleyicilerin çevrim boyunca gerçekleştirdikleri kepçe dolma,dönme,boşaltma ve geri dönüş hareketlerine ait ölçülen minimum ve maksimum değerler ile ölçülen değerlere ait değişim katsayıları (%Cv) da verilmiştir. Bu değerler beraberce incelenirse çalışma faktörlerine ait değişik değerlendirmeler yapılabilir. Örneğin, değişim katsayısının küçük olmasında önemli bir pay sahibi malzemenin birim hacim ağırlığı(yoğunluğu)dır. Malzeme birim hacim ağırlığı arttıkça kepçenin malzemeyle doldurulması güçleşmektedir. Dönme ve geri dönüş hareketlerine ait hesaplanan değişim katsayılarında Y2 yükleyicisine ait değerler 13,75 ve 13,42 olarak biraz daha yüksek değerlerde çıkmıştır. Kamyonların her seferinde uygun olarak yanaşmaması ve yükleyicinin farklı noktalardan doldurma ve yükleme gerçekleştirmesi, bu yükleyiciye ait hesaplanan değişim katsayısını (%Cv) yükseltmiştir. Toplam çevrim süresine bakıldığında ise yükleyicilere ait hesaplanan değişim katsayısı değerleri Y1 yükleyicisinde 8,28, Y2 yükleyicisinde 11,88 ve Y3 yükleyicisinde 9,47 olmuştur.

Yükleyicilere ilişkin zaman etüdü ve iş başarıları değerleri Şekil 5.4 ve Şekil 5.5'de de verilmiştir.

Tablo 5.4. Yükleyici İş Başarıları

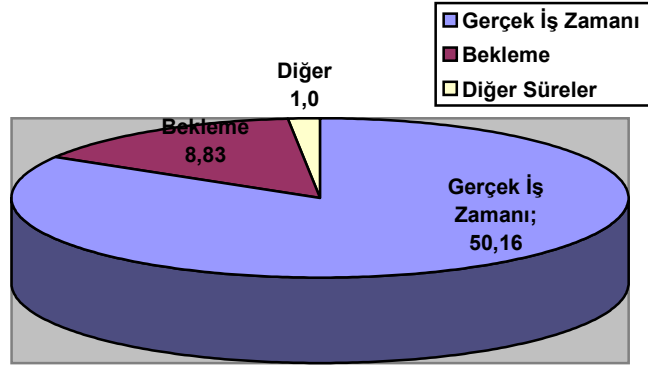
Yükleyici No	Yükleyici Markası	α ; Kepçe Kapasitesi (m ³)	F ; Kepçe Dolma Faktörü	n ; saatteki çevrim sayısı	Çalışma Süresi (dakika)	Gerçek İş Zamanı (s)	E; zamandan faydalanma Faktörü	Q; YÜKLEYİCİ İŞ BAŞARISI (m ³ /h)
Y1	Volvo L120E	3,6	1,10	112,5	60	27,17	0,92	409,8
Y2	Komatsu WA 320	2,7	0,85	104	60	32,14	0,78	186,1
Y3	Hidromek 102B	1,1	1,00	94	60	33,47	0,82	84,7
Ortalamalar		2,46	0,98	103,5	60	30,92	0,84	226,86

Tablo 5.5. Yükleyicilerde Zaman Etüdü

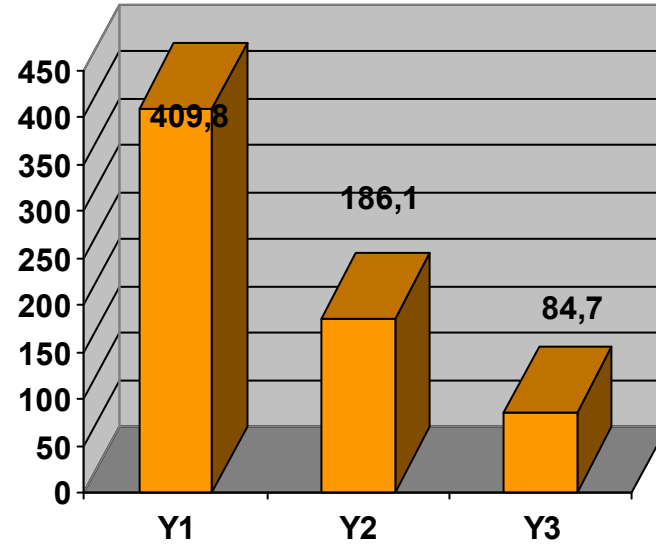
Yükleyici	Gerçek İş Zamanı (s)					Bekleme Zamanı (s)					Diğer Zamanlar (s)					Zamandan Faydalanma Faktörü (20 Çevrim)	Zamandan Faydalanma Faktörü (1 Saat)
	Max.	Min.	X (s)	n	% Cv	Max	Min	X(s)	n	% cv	Max	Min	X (s)	n	% Cv		
Y1	32,59	24,62	27,17	20	8,28	24	0	1,8	20	326	11	0	0,55	20	445	0,90	0,92
Y2	37,54	25,60	32,14	20	11,88	55	0	6,85	20	248	17	0	2,2	20	246	0,78	0,78
Y3	38,47	28,15	33,47	20	9,47	55	0	5,00	20	284	20	0	2,35	20	260	0,81	0,82
Ortalama	36,2	26,12	30,92	20	9,87	44,6	0	4,55	20	286	16	0	1,7	20	317	0,83	0,84

Tablo 5.6. Yükleyici Çevrim Süreleri

Yükleyici	Kepçe Dolma Zamanı (s)					Yüklü Dönme Zamanı (s)					Boşaltma Zamanı (s)					Boş Dönüş Zamanı (s)					Çevrim Süresi (s)				
	Max (s)	min (s)	X (s)	n	% cv	max (s)	Min (s)	X(s)	n	% cv	Max (s)	Min (s)	X(s)	n	% cv	Max (s)	Min (s)	X (s)	n	% cv	Max (s)	Min (s)	X (s)	n	% cv
Y1	13,9	8,54	9,32	20	8,63	7,24	5,05	6,20	20	9,20	6,65	4,75	5,26	20	12,62	8,21	5,26	6,39	20	9,55	32,59	24,62	27,17	20	8,28
Y2	15,3	7,60	10,2	20	15,28	9,63	6,94	7,89	20	13,75	8,50	5,68	7,00	20	17,15	8,84	5,42	7,05	20	13,47	37,54	25,60	32,14	20	11,88
Y3	16,7	9,95	11,7	20	14,46	10,4	7,85	8,82	20	10,40	7,10	4,73	5,44	20	15,84	9,43	6,02	7,51	20	14,90	38,47	28,15	33,47	20	9,47
Ort	15,3	8,69	10,4	20	12,79	9,09	6,61	7,63	20	11,11	7,41	5,05	5,9	20	15,2	8,82	5,56	6,98	20	12,64	36,2	26,12	30,92	20	9,87



Şekil 5.4. Yükleycilerde 1 saatte zamandan faydalanma (dk)



Şekil 5.5. Yükleyci İş Başarıları (m³/h)

5.1.3. Greyder iş başarıları

Araştırmada incelenen greyder iş başarıları ve bunları etkileyen faktörlere ilişkin değerler Tablo 5.7’de, çalışma hızı değişimi Tablo 5.8’de, zaman etüdü Tablo 5.9’da verilmiştir. Şekil 5.6 ve Şekil 5.7’de de bu bilgiler ayrıca gösterilmiştir. Greyderlerde iş başarılarını etkileyen zamandan faydalanma faktörünün yanında ekskavatör ve yükleyicilerden farklı olarak greyderlerin çalışma hızları ile bıçak boyları ve bıçak bindirme genişlikleri dikkate alınmıştır (Tablo 5.7). Bundan başka ekskavatör ve yükleyicilerde iş başarısı m^3/h cinsinden hesaplanırken greyderlerde iş başarısı km^2/h cinsinden hesaplanmıştır. Bunun nedeni greyderin çalışması sırasında malzemenin kepçe ile kazılması ya da yüklenmesinden ziyade belirli bir alana serilmesidir. Bir greyder ne kadar büyük bir alana malzeme serilebilirse iş başarısı da o kadar büyük olacaktır.

Tablo 5.7 incelendiğinde en büyük iş başarısı greyder G2’de ($3961 m^2/h$) olmuş, bunu sırasıyla greyder G1 ($1975 m^2/h$) ve greyder G3 ($1747 m^2/h$) izlemiştir. İş başarılarında oluşan bu farklılıkları değişik nedenlerle açıklayabiliriz.

İş başarısını etkileyen faktörlerden zamandan faydalanma katsayısı en dikkat çekici şekilde greyderlerde gözlenmiştir. Greyderlerde zamandan faydalanma oranı diğer iş makinelerine göre daha düşük kalmaktadır. Çünkü malzemenin serilmesi esnasında greyderler her turda iş yapmadan geriye dönmek zorundadırlar. Ayrıca yapılan manevralar da zaman kaybına neden olmaktadır. Greyderlerde zamandan faydalanma faktörü kronometre bir saatlik sürede geri dönüş, manevralar ve bekleme süreleri çıkartılarak fiili çalışma süresi bulunmuş ve zamandan faydalanma faktörleri hesaplanmıştır. Bu faktör; greyder G1’de 0.68 ; greyder G2’de 0.71 ve greyder G3’de 0.64 ‘tür (Tablo 5.7). Greyderlere ait değerlerin ortalaması ise 0.674’tür (Şekil 5.6). Bu olumsuz durumu bir nebze azaltmak için greyderlerin geri dönüş hızlarının yüksek olması gerekir. Kuşkusuz bu hız değerleri de makinelerin özelliklerine göre farklılık göstermektedir.

Greyder iş başarılarını etkileyen diğer önemli bir faktör de greyder bıçak boylarıdır. Çalışma esnasında bıçaklar belli bir açı altında çalışır. Bu açıya bıçak açısı denir.

(Bkz Tablo 4.4). Bıçak açısına göre de greyderlerde “etkin bıçak boyu” hesaplanır. İş başarısı hesaplamalarında etkin bıçak boyu kullanılmaktadır. Bıçak açısı büyüdükçe etkin bıçak boyu küçülür. Deney yapılan greyderlere ait bıçak açıları, bıçak boyları ve etkin bıçak boyları Tablo 5.7’te verilmiştir. Buna göre greyder G2’de hem bıçak açısının küçüklüğü ve hem de bıçak boyunun diğer greyderlere göre büyüklüğü, greyder G2’nin iş başarısının büyüklüğünde rolü çoktur. Ayrıca bu greyderin çalışma hızı da daha büyüktür (Tablo 5.7).

Greyder çalışma hızları da malzeme serilen alanın büyüklüğünü yani iş başarısını doğrudan etkiler. Greyderlerin maksimum çalışma hızları üretici firmalar tarafından belirlenmiştir (Bkz Tablo 4.3). Ancak deneyler sırasında ölçülen “gerçek hızlar” iş başarısı hesaplamalarında kullanılmıştır. Buna göre 20 tur ortalaması olarak ölçülen hızlar greyder G1’de 3,5 km/h ; greyder G2’de 4,5 km/h ve 3 nolu greyderde 3,5 km/h ‘tir. Greyder G2’nin daha yüksek çalışma hızının hesaplanan iş başarısının yüksekliğindeki payı büyüktür. Tablo 5.8’de incelenen greyderler için çalışma hızları ve geri dönüş hızlarına ait 20 tur boyunca ölçülen minimum ve maksimum değerler verilmiştir. Ölçüm değerlerine ait ortalama değerlerle birlikte değişim katsayıları (%Cv) da hesaplanmıştır. Buna göre greyderlerde çalışma hızlarına ait değişim katsayıları sırasıyla G1 için 8,85, G2 için 12,66 ve G3 için 13,14 olarak hesaplanmıştır. G1 greyderi için değişim katsayısı biraz daha düşük olarak hesaplanmıştır. Bunun en önemli nedeni olarak serilen malzemenin kamyonlar tarafından daha uygun bir şekilde boşaltılmasıdır. G1 greyderinin bıçağına diğer greyderlere göre her turda daha eşit miktarlarda serme malzemesi uygulanmaktadır. Bu da ölçülen çalışma hızlarında değişimi daha az oranlarda tutmaktadır. Greyder çalışma hızlarına etki eden diğer faktörler ise motor gücü, malzemenin üniform oluşu ve operatör tecrübesidir. Motor gücünün yüksek olması demek hem greyder çalışma hızının hem de geri dönüş hızlarının yüksek olması demektir. Üniform malzeme, serilme işleminin daha kolay ve düzgün yapılmasını kolaylaştırır.

Tablo 5.7. Greyder İş Başarıları

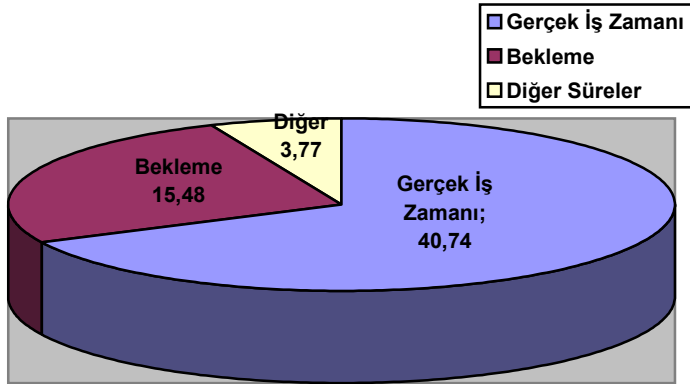
Greyder No	Greyder Markası	Vg, Greyder Çalışma Hızı (km/h)	Bıçak Boyu (m)	Bıçak Açısı (°)	Etkin Bıçak Boyu (m)	Wa, Bindirme Genişliği (m)	Çalışma Süresi (dakika)	E; Zamanı faydalanma Faktörü	Q; GREYDER İŞ BAŞARISI (km ² /h)	Q; GREYDER İŞ BAŞARISI (m ² /h)
G1	Mitsubishi MGS30	3,5	4,010	45	2,83	2	60	0,68	0,001975	1975
G2	Cat 140 H	4,5	4,267	40	3,24	2	60	0,71	0,003961	3961
G3	Champion 740A	3,5	3,658	45	2,58	1,8	60	0,64	0,001747	1747
Ortalamalar		3,83	3,97	43,33	2,88	1,93	60	0,67	0,002561	2561

Tablo 5.8. Greyderlerde Çalışma Hızı Etüdü

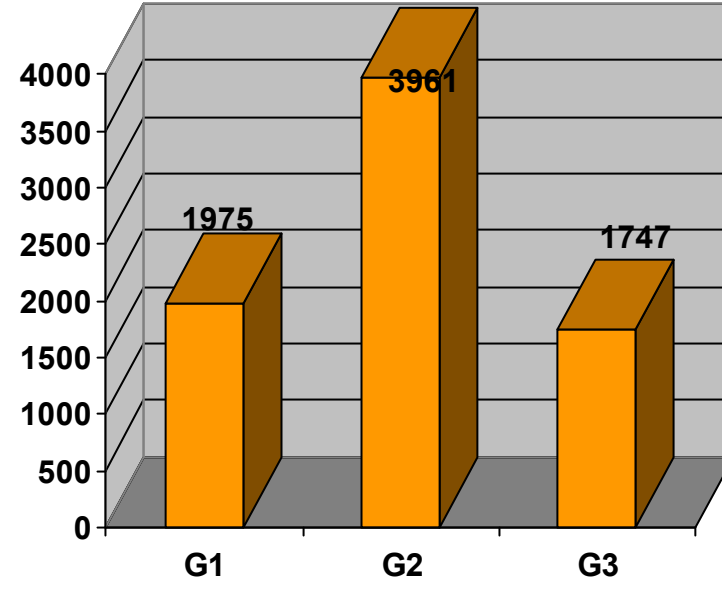
Greyder	Greyder Çalışma Hızı (km/h)					Geri Dönüş Hızı (km/h)				
	Max.	Min.	X (km/h)	n	% Cv	Max	Min	X(km/h)	n	% cv
G1	4,45	3,05	3,5	20	8,85	14,8	8,9	10,6	20	13,77
G2	5,87	3,78	4,5	20	12,66	17,6	9,2	12,4	20	17,5
G3	4,42	3,05	3,5	20	13,14	13,2	8,4	9,5	20	14,6
Ort.	4,91	3,29	3,83	20	11,55	15,2	8,33	10,83	20	15,29

Tablo 5.9. Greyderlerde Zaman Etüdü (1 Saat)

Greyder	Gerçek İş Zamanı (dk)			Geri Dönüş Zamanı (dk)			Manevra ve Bekleme Zamanları (dk)		
	Min (dk)	Max (dk)	X (dk)	Min (dk)	Max (dk)	X (dk)	Min (dk)	Max (dk)	X (dk)
G1	34,6	45,1	40,8	11,8	19,3	15,5	2,3	5,0	3,7
G2	35,9	48,7	42,6	9,5	19,0	14,2	2,1	4,6	3,2
G3	31,6	44,0	38,4	12,4	22,4	16,8	2,8	6,7	4,8
Ort.	34,03	45,93	40,6	11,23	20,23	15,5	2,4	5,43	3,9



Şekil 5.6. Greyder 1 saatte zamandan faydalanma (dk)



Şekil 5.7. Greyder İş Başarıları (m²/h)

5.2. Masraflar

5.2.1. Amortisman masrafları

Amortisman masrafları; makinelerin ilk alış fiyatları, makinelerin hurda değerleri ve makinelerin ekonomik ömürlerinin bir fonksiyonudur. Tüm deney makinelerinde hurda değeri olarak 5000 YTL, ekonomik ömür olarak 7 yıl amortisman hesaplarında göz önünde bulundurulmuştur. Kuşkusuz normal işletme şartlarında makine ömürleri daha uzundur. Ancak diğer taraftan bakım, servis, yedek parça gibi masraflarda ciddi artışlar meydana gelmekte; yıllık çalışma saatlerinde de azalma olmaktadır.

Doğrusal yöntem yoluyla yıllara göre hesaplanan amortisman değerleri Tablo 5.10'da verilmiştir. Makina değerleri Tablo 5.12'de verilen yıllık amortisman masrafı kadar her yıl değer kaybetmekte ve 7 yılın sonunda hurda değerlerine düşmektedir. İlk alış fiyatları (Tablo 5.11) en düşük makine yükleyici Y3'tür. Bu makinenin satın alma değeri 89.537 YTL, en pahalı makine ise 336.131 YTL ile greyder G2'dir. Tüm makinelerin satın alma fiyatlarına bakıldığında greyder grubunda fiyatların daha yüksek olduğu görülmektedir. Yükleyici satın alma fiyatları daha düşüktür.

Amortisman masrafları saatlik olarak hesaplanması için makinelerin bir yıl boyunca gerçekleştirdikleri toplam çalışma saatlerinin bilinmesi gerekir. Bir makinenin saatlik amortisman masrafını bulmak için yıllık masraf yıllık çalışma saatine bölünür. Deney yapılan makinelerde böyle hesaplanmış saatlik amortisman masrafları Tablo 5.12'de görülmektedir. En düşük satın alma fiyatı ve yıllık amortisman masrafına sahip olmasına karşın yükleyici Y3'ün yıllık 1176 saat ile nispeten düşük yıllık çalışma saatine sahip olması, bu makinenin saatlik amortisman masrafının daha yüksek çıkmasına neden olmuştur. Buna karşılık yüksek satın alma fiyatı ve yüksek yıllık amortisman masrafına sahip ekskavatör E1 ve E2'nin diğer makinelere göre çok yüksek olan yıllık toplam çalışma saatleri (3000 saat) nedeniyle bu makinelerin saatlik amortisman masrafları çok düşük kalmaktadır. Bu örneklerden anlaşılmaktadır ki yıllık çalışma saatleri ne kadar çok olursa saatlik amortisman masrafları da aynı oranda düşük kalmaktadır. Makinelerin verimli çalışması ve

zamandan faydalanma katsayılarının yüksek olmasının önemi burada daha iyi anlaşılmaktadır.

Düşük yıllık çalışma saatine rağmen en düşük saatlik amortisman masrafı 10,26 YTL ile yükleyici Y2'de, en yüksek saatlik amortisman masrafı ise 36,84 ile greyder G2'de belirlenmiştir (Tablo 5.12).

Tablo 5.10. Yıllara Göre Amortisman Değerleri

Kullanma Süresi N, (yıl)	AMORTİSMAN DEĞERLERİ									
	E1-E2	E3	E4	E5	Y1	Y2	Y3	G1	G2	G3
	Volvo EC360	Komatsu PC300	Daewoo 255LCV	Sumitomo SH330	Volvo L120E	Komatsu WA 320	Hidromek 102B	Mitsubishi MG530	Cat 140 H	Champion 740A
1	273.929	265.893	256.732	276.822	217.679	170.589	77.461	274.572	288.827	281.965
2	229.108	222.411	214.777	231.519	182.233	142.991	65.385	229.644	241.523	235.805
3	184.287	178.989	172.822	186.216	146.787	115.393	53.309	184.716	194.219	189.645
4	139.466	135.447	130.867	140.913	111.341	87.795	41.233	139.788	149.915	143.485
5	94.645	91.965	88.912	95.610	75.895	60.197	29.157	94.860	99.611	97.325
6	49.824	48.483	46.957	50.307	40.449	32.599	17.081	49.932	52.307	51.165
7	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000

Tablo 5.11. Makinelerin İlk Alış Fiyatları

Makine No	Marka	İLK ALIŞ FİYATI (Euro)	İLK ALIŞ FİYATI (YTL)
E1	Volvo EC360	170.000	318.750
E2	Volvo EC360	170.000	318.750
E3	Komatsu PC300	165.000	309.375
E4	Daewoo 255LCV	159.300	298.687
E5	Sumitomo SH330	171.800	322.125
Y1	Volvo L120E	135.000	253.125
Y2	Komatsu WA 320	105.700	198.187
Y3	Hidromek 102B	47.753	89.537
G1	Mitsubishi MG530	170.400	319500
G2	Cat 140 H	179.270	336.131
G3	Champion 740A	175.000	328.125

Tablo 5.12. Saatlik Amortisman Masrafları

Makine No	Makine Markası	Yıllık Amortisman Masrafı (YTL)	Yıllık Çalışma Saatleri	SAATLİK AMORTİSMAN MASRAFI (YTL)
E 1	Volvo EC360	44.821	3000	14,94
E 2	Volvo EC360	44.821	3000	14,94
E3	Komatsu PC300	43.482	1890	23,00
E4	Daewoo 255LCV	41.955	1411	29,73
E5	Sumitomo SH330	45.303	1308	34,63
Y1	Volvo L120E	35.446	3150	11,25
Y2	Komatsu WA 320	27.598	1032	26,74
Y3	Hidromek 102B	12.076	1176	10,26
G1	Mitsubishi MG530	44.928	1486	30,23
G2	Cat 140 H	47.304	1284	36,84
G3	Champion 740A	46160	2016	22,89

5.2.2. Faiz masrafları

Faiz makinenin satın alma bedelinin yıllık faizidir. Eğer makineyi satın almak için kullanılan para bir bankaya veya başka bir yere yatırılsaydı mutlaka bu paranın bir faiz getirisi olacaktı. Hesaplanan faiz masrafları elde edilebilecek bu getirileri kapsamaktadır. Faiz hesabında en basit yöntem, amortisman süresi boyunca makine satın alma bedelinin, sabit bir faiz yüzdesiyle faizlendirilmesidir.

Deney yapılan iş makinelerinde faiz masrafları yıllık ve saatlik olarak hesaplanmıştır. Tablo 5.13'te makinelerin yıllık faiz masrafları verilmiştir. Doğal olarak ilk alış fiyatı yüksek olan makinelerin yıllık faiz masrafları da çoktur. Greyder G2 28.146 YTL ile en fazla, yükleyici Y3 7185 YTL ile en düşük yıllık faiz masrafına sahiptir. Hesaplamalarda kullanılan makine hurda değerleri 5000 YTL ve yıllık faiz oranı da %17 olarak tespit edilmiştir. Bu değerler tüm makineler için sabit olarak uygulanmıştır. Bu durumda hesap sonuçlarını makinenin satın alma fiyatı ve faiz oranı etkilemektedir. Makine fiyatları, ilk önce iş makinesinin büyüklüğüne, cinsine, teknik özelliklerine, piyasa şartlarına vb. bağlıdır. Yıllık faiz oranı da ekonomik koşullara bağlı olmakla beraber mevcut olan en yüksek değerler ya da bunların ortalaması alınabilir.

Diğer taraftan araştırılan iş makinelerinin saatlik faiz masrafları da hesaplanmıştır. (Tablo 5.14). Burada yine hesaplanan yıllık masrafların, makinelere ait yıllık çalışma saatlerine bölünmesi yoluyla bulunan saatlik faiz masraflarında yükleyici Y3 1176 saat çalışma ile 6,10 YTL, greyder G2 1284 saat çalışmayla 21,92 YTL saatlik faiz masrafına sahiptir. Saatlik faiz hesaplarında çalışma saati en yüksek (3000 saat) ekskavatörler E1 ve E2 ile yükleyici Y1 (3150 saat)' in saatlik faiz masrafları neredeyse satın alma fiyatı en düşük 3 nolu yükleyiciye çok yakındır. Dikkat edilirse ekskavatörler E1 ve E2'nin fiyatları yükleyici Y3'ten 3 kattan daha fazladır. Bunun nedeni yıllık çalışma saatleri arasındaki farktır.

5.2.3. Yakıt masrafları

Yakıt masraflarının belirlenmesinde günlük çalışma saatleri ile günlük tükettikleri yakıt miktarları esas alınmıştır. Makinelerin sabah çalışmaya başlamadan önceki motor saatleri ve akşam mesai sonundaki motor saatlerinin farkı alınarak günlük çalışma saatleri bulunmuştur. Yakıt takviyeleri işletmeye göre akşam veya sabah mesai öncesinde yapılmaktadır. Sabah takviye yapan işletmelerde ertesi gün ilave edilen yakıt miktarı, akşam takviye yapılan işletmelerde deneyin yapıldığı günün akşamı ilave edilen yakıt miktarları günlük tüketilen yakıt miktarı olarak belirlenmiştir. Ayrıca bazı makinelerde bir çalışma saati sonunda tekrar yakıt ilave ettirilmiş, böyle bulunan saatlik yakıt tüketim miktarı ile günlük tüketimden bulunan saatlik yakıt tüketiminin arasında pek fark olmadığı anlaşılmıştır.

Tablo 5.15'te incelenen iş makinelerine ait günlük çalışma saatleri, günlük yakıt tüketim miktarları, saatlik yakıt tüketim miktarları ve makinelerin saatlik yakıt masrafları verilmiştir. Makinelerin tümü farklı farklı işletmelerde çalıştığından günlük çalışma saatleri arasında büyük farklar vardır. Bazı makineler mesai saatlerinin neredeyse tamamında fiili olarak çalışırken, bazıları da mesailerinin yaklaşık yarısını bekleme veya başka bir nedenle çalışmadan geçirmektedirler. Bu durumda günlük çalışma saatleri ve günlük harcadıkları yakıt miktarları düşük kalmaktadır. Günde kaç saat çalışırlarsa çalışsınlar, günlük harcadıkları yakıt miktarını günlük çalışma saatlerine bölündüğünde makinenin saatte harcadığı yakıt miktarı litre/ saat cinsinden bulunur. Bu makineler için karşılaştırılabilir bir değerdir. Saatlik yakıt tüketimlerine bakıldığında yine aynı grup makineler arasında bile farklar bulunmuştur. Örneğin saatlik yakıt tüketimi en yüksek ekskavatör E3'te 23,3 litre/h, en az yükleyici Y3'te 5,76 litre/h hesaplanmıştır. Saatlik tüketimler ekskavatör E1'de 21 litre, yükleyici Y1'de 14,7 litre ve greyder G1'de 11,5 litre ölçülmüştür. Farkların nedenleri makine cinsleri, motor kapasiteleri, makine büyüklükleridir.

Saatlik yakıt masrafları, saatlik yakıt tüketiminin sabit bir fiyat oranıyla çarpılmasıyla belirlenmiş ve tüm makinelere ait saatlik yakıt masrafları Tablo 5.15'de görülmektedir.

5.2.4. Bakım masrafları

Bakım masrafları olarak bilinen motor ve transmisyon yağları, hava, yakıt ve yağ filtreleri ile makine donanımlarına basılan gres yağları masrafları makinelerin büyüklüklerine ve periyodik bakım sürelerine göre değişiklik göstermektedir. Deneylede bir bütünlük arz etmesi açısından ve piyasadan temin edilen yağ, gres ve filtreler gibi malzemelerin fiyatları farklılıklar göstermesi nedeniyle bakım masrafları saatlik yakıt masrafının 1/3'ü olarak alınmıştır. Dolayısıyla makinelerin saatlik bakım masrafları saatlik yakıt masraflarıyla doğru orantılı olarak değişmektedir. (Tablo 5.16).

Bakım masrafları ile makinelere ait teknik özellikler birlikte incelendiğinde saatlik bakım masraflarının aslında motor kapasiteleri ve makine büyüklükleri ile orantılı olduğu da görülebilir. Buna göre saatlik bakım masrafı en fazla ekskavatör E2'de (15,91YTL) en düşük yükleyici Y3'te (4,26 YTL) hesaplanmıştır.

5.2.5. Tamir-malzeme ve operatör masrafları

Tamir ve malzeme masrafları diğer masraflarla karşılaştırıldığında çok düşük oranlarda kalmaktadır. Ancak yine de hesaplanarak makinelerin saatlik masraflarında belirli bir yer tutar. Tamir ve malzeme masrafları olarak lastik ve yedek parça masrafları ile bunların işçiliğine ait yapılan masraflar göz önünde bulundurulur. Bunlar çok sık yapılan masraflardan değildir. Makinelerin çalışma koşulları ve yıllık çalışma saati miktarları ile yakından ilişkilidir. Amortisman masraflarının fonksiyonu olarak da hesaplanabilir. Bu yöntem yakın sonuçlar verse de en doğru sonuçlar gerçek harcamaların esas alınarak yapıldığı hesaplamalardır. Amortisman masrafının %8'i alınarak belirlenen saatlik tamir ve malzeme masrafları Tablo 5.17'de verilmiştir. Tamir ve malzeme masraflarına yıllık süre esas alınarak değerlendirildiğinde ilk alış fiyatları yüksek olan ekskavatörler ve greyderler için tamir ve malzeme masraflarının yükleyicilere göre yüksek olduğu görülür. Ancak saatlik masraf olarak bakıldığında çalışma saatleri oldukça yüksek olan ekskavatörler E1,E2 ve E3 ile greyder G3'ün saatlik tamir ve malzeme masrafları oldukça düşük olmaktadır.

Farklı işletmelerde farklı iş makinelerinde çalışan operatörlere ödenen tüm ücretler, operatörlerin aylık toplam mesai saatlerine göre hesaplanmış ve Tablo 5.18’de gösterilmiştir. Ekskavatör E1 ve E2, yükleyici Y1 ve greyder G1 ile çalışan operatörlerin mesai saatlerinin daha çok olduğu görülmektedir. Bu durum operatörlere ödenen saatlik ücretlerin az olmasına neden olmaktadır. Aylık ücretlerde ise çok büyük farklar görülmemektedir.

Tablo 5.13. Yıllık Faiz Masrafları

Makine No	Makine Markası	Ma, Satın Alma Fiyatı (EU)	Ma, Satın Alma Fiyatı (YTL)	H, Hurda Değeri (YTL)	Faiz Oranı %	YILLIK FAİZ MASRAFI (YTL)
E 1 - E2	Volvo EC360	170.000 Eu	318.750	5000	17	26.668
E3	Komatsu PC300	165.000 Eu	309.375	5000	17	25.872
E4	Daewoo 255LCV	159.300 Eu	298.687	5000	17	24.963
E5	Sumitomo SH330	171.800 Eu	322.125	5000	17	26.955
Y1	Volvo L120E	135.000Eu	253.125	5000	17	21.090
Y2	Komatsu WA 320	105.700 Eu	198.187	5000	17	16.420
Y3	Hidromek 102B	47.753 Eu	89.537	5000	17	7.185
G1	Mitsubishi MG530	170.400 Eu	319500	5000	17	26.732
G2	Cat 140 H	179.270 Eu	336.131	5000	17	28.146
G3	Champion 740A	175.000 Eu	328.125	5000	17	27.465

Tablo 5.14. Saatlik Faiz Masrafı

Makine No	Makine Markası	Yıllık Faiz Masrafı (YTL)	Yıllık Çalışma Saatleri (saat)	SAATLİK FAİZ MASRAFI (YTL)
E 1	Volvo EC360	26.668	3000	8,88
E 2	Volvo EC360	26.668	3000	8,88
E3	Komatsu PC300	25.872	1890	13,68
E4	Daewoo 255LCV	24.963	1411	17,69
E5	Sumitomo SH330	26.955	1308	20,60
Y1	Volvo L120E	21.090	3150	6,69
Y2	Komatsu WA 320	16.420	1032	15,91
Y3	Hidromek 102B	7.185	1176	6,10
G1	Mitsubishi MG530	26.732	1486	17,98
G2	Cat 140 H	28.146	1284	21,92
G3	Champion 740A	27.465	2016	13,62

Tablo 5.15. Saatlik Yakıt Masrafları

Makine No	İş Makinesi	Günlük Motor Çalışma Saati (saat)	Günlük Tüketim Miktarı (Litre)	Saatlik Tüketim Miktarı (Litre)	Birim Fiyat (YTL)	SAATLİK YAKIT MASRAFI (YTL)
E1	Volvo EC360	10	210	21	2,22	46,62
E2	Volvo EC360	10	215	21,5	2,22	47,73
E3	Komatsu PC300	7,5	175	23,3	2,22	51,72
E4	Daewoo 255LCV	5,6	74	13,2	2,22	29,3
E5	Sumitomo SH330	6,05	76,94	12,71	2,22	28,21
Y1	Volvo L120E	10,5	155	14,7	2,22	32,63
Y2	Komatsu WA 320	4,3	49,25	11,45	2,22	25,41
Y3	Hidromek 102B	4,26	24,56	5,76	2,22	12,78
G1	Mitsubishi MG530	5,9	68	11,5	2,22	25,53
G2	Cat 140 H	4,86	52,27	10,75	2,22	23,86
G3	Champion 740A	8	105	13,12	2,22	29,12

Tablo 5.16. Saatlik Bakım Masrafları

Makine No	İş Makinesi	Saatlik Yakıt Masrafı (YTL)	SAATLİK BAKIM MASRAFI (YTL)
E1	Volvo EC360	46,62	15,54
E2	Volvo EC360	47,73	15,91
E3	Komatsu PC300	51,72	17,24
E4	Daewoo 255LCV	29,3	9,76
E5	Sumitomo SH330	28,21	9,4
Y1	Volvo L120E	32,63	10,87
Y2	Komatsu WA 320	25,41	8,47
Y3	Hidromek 102B	12,78	4,26
G1	Mitsubishi MG530	25,53	8,51
G2	Cat 140 H	23,86	7,95
G3	Champion 740A	29,12	9,7

Tablo 5.17. Saatlik Tamir ve Malzeme Masrafları

Makine No	İş Makinesi	Yıllık Çalışma Saati (saat)	Yıllık Amortisman Masrafı (YTL)	Yıllık Tamir-Malzeme Masrafı (YTL)	SAATLİK TAMİR - MALZEME MASRAFI (YTL)
E1	Volvo EC360	3000	44.821	3.585	1,195
E2	Volvo EC360	3000	44.821	3.585	1,195
E3	Komatsu PC300	1890	43.482	3.478	1,84
E4	Daewoo 255LCV	1411	41.955	3.356	2,37
E5	Sumitomo SH330	1308	45.303	3.624	2,77
Y1	Volvo L120E	3150	35.446	2.835	0,9
Y2	Komatsu WA 320	1032	27.598	2.207	2,13
Y3	Hidromek 102B	1176	12.076	966	0,82
G1	Mitsubishi MG530	1486	44.928	3594	2,41
G2	Cat 140 H	1284	47.304	3784	2,94
G3	Champion 740A	2016	46160	3692	1,83

Tablo 5.18. Saatlik Operatör Masrafları

Makine No	İş Makinesi	Operatör Aylık Mesai Saati (saat)	Operatör Aylık ücret ve Maaş Tutarı (YTL)	SAATLİK OPERATÖR MASRAFI (YTL)
E1	Volvo EC360	250	980	3,92
E2	Volvo EC360	250	980	3,92
E3	Komatsu PC300	200	900	4,50
E4	Daewoo 255LCV	200	1000	5,00
E5	Sumitomo SH330	168	1150	6,84
Y1	Volvo L120E	250	980	3,92
Y2	Komatsu WA 320	168	1150	6,84
Y3	Hidromek 102B	168	1150	6,84
G1	Mitsubishi MG530	250	950	4,75
G2	Cat 140 H	168	900	5,35
G3	Champion 740A	200	1000	5,00

5.2.6. Toplam masraflar

Tablo 5.19’da incelenen tüm makinelere ait sabit ve değişken masraflarının saatlik değerleri ile tüm bunların toplamından oluşan makinelere ait saatlik toplam masraflar verilmiştir. İncelenen bütün iş makinalarının optimum yıllık çalışma saati ya da üzerinde çalışabilecekleri; bu nedenle makinaların çalışma sonucunda eskidikleri kabul edilmiştir.

Ekskavatörlere ait saatlik masraflara bakıldığında toplamda fazla pay almayan tamir-malzeme masrafları ile operatör masrafları arasında da çok fazla bir fark olmamıştır. Bu masraflar makinelerin saatlik toplam masraflarına diğer masraflara göre nispeten daha az etki yapmaktadır. Ekskavatörlerde en büyük masraf ortalama 40,71 YTL/h ile yakıt masrafı olmuştur. Amortisman, faiz ve bakım masrafları da toplam masraflar içinde önemli yer tutmuştur. Ekskavatör E3’n verimsiz çalışması saatlik yakıt masrafını arttırmış, ilk alış fiyatının ykseklıği amortisman ve faiz masraflarını yükseltmiştir. Dolayısıyla incelenen ekskavatörler içinde en yüksek saatlik toplam masraf 111,98 YTL/h ile bu ekskavatöre aittir.

Yükleyicilerde de toplam saatlik masraflarda ekskavatörlere benzer durum görülmektedir. En yüksek masraf kalemini yakıt masrafları oluşurmaktadır. Yükleyici Y2’nin çalışma saatlerinin fazla oluşu bu makinenin saatlik sabit masraflarında büyük düşüşler meydana getirmekte, saatlik toplam masraflarda, ilk alış fiyatı ve kapasitesi düşük olan diğer yükleyicilerin masrafları ile aynı veya onlardan daha düşük çıkmasına neden olmaktadır. Yükleyicilerde en düşük saatlik toplam masraf kapasitesinin ve ilk alış fiyatının azlığına da bağlı olarak 41,06 YTL/h ile yükleyici Y3 belirlenmiştir.

Greyderlerde ise saatlik masraflar arasında pek fark bulunmamaktadır. Yalnız greyder G3’n çalışma saatinin biraz yüksek olması makinenin sabit masraflarının daha düşük çıkmasına neden olmuştur. 82,16 YTL/h toplam saatlik masraf ile 3 nolu greyder en düşük saatlik toplam masrafa sahiptir.

Tablo 5.19’da tüm iş makinesi gurupları masraflar yönünden beraberce incelendiğinde yükleyicilerin masrafları daha düşüktür. Bunun nedeni ilk alış fiyatlarının düşüklüğü, motor yakıt tüketimlerinin az olması,daha verimli çalışmaları sayılabilir. Bakımları da daha az masraflıdır. İlk alış fiyatları açısından greyderler pahalı makinelerdir. Bundan dolayı greyderlerde sabit masraflar nispeten yüksek çıkmaktadır.

Tablo 5.19. Saatlik Toplam Masraflar

Makine No	İş Makinesi	SAATLİK AMORTİSMAN MASRAFI (YTL/h)	SAATLİK FAİZ MASRAFI (YTL/h)	SAATLİK YAKIT MASRAFI (YTL/h)	SAATLİK BAKIM MASRAFI (YTL/h)	SAATLİK TAMİR MALZEME MASRAFI (YTL/h)	SAATLİK OPERATÖR MASRAFI (YTL/h)	SAATLİK TOPLAM MASRAF (YTL/h)
E1	Volvo EC360	14,94	8,88	46,62	15,54	1,195	3,92	91,09
E2	Volvo EC360	14,94	8,88	47,73	15,91	1,195	3,92	92,57
E3	Komatsu PC300	23,00	13,68	51,72	17,24	1,84	4,50	111,98
E4	Daewoo 255LCV	29,73	17,69	29,3	9,76	2,37	5,00	93,85
E5	Sumitomo SH330	34,63	20,60	28,21	9,4	2,77	6,84	102,45
Ekskavatör Ortalamalar		23,44	13,94	40,71	13,57	1,87	4,83	98,38
Y1	Volvo L120E	11,25	6,69	32,63	10,87	0,9	3,92	66,26
Y2	Komatsu WA 320	26,74	15,91	25,41	8,47	2,13	6,84	85,5
Y3	Hidromek 102B	10,26	6,10	12,78	4,26	0,82	6,84	41,06
Yükleyici Ortalamalar		16,08	9,56	23,60	7,86	1,28	5,86	64,27
G1	Mitsubishi MG530	30,23	17,98	25,53	8,51	2,41	4,75	89,41
G2	Cat 140 H	36,84	21,92	23,86	7,95	2,94	5,35	98,86
G3	Champion 740A	22,89	13,62	29,12	9,7	1,83	5,00	82,16
Greyder Ortalamalar		29,98	17,84	26,17	8,72	2,39	5,03	90,14

BÖLÜM 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma genel olarak değerlendirildiğinde elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

İş makineleri genel olarak çok farklı çalışma koşullarında görev yapmaktadırlar. Bu farklılıklar iş başarılarını büyük ölçüde etkilemektedir. Ekipmanlar tarafından kazılan, yüklenen ya da serilen malzemenin özelliği makinelerin çalışma hızlarına tesir edebilir. Şöyle ki bir ekskavatör tarafından sert bir malzeme veya zeminin kazılması periyot (çevrim) süresini uzatabilir. Malzemenin kazılmadan ya da kepçeye doldurulmadan önce gevşetilmesi ve sonra doldurulması periyot süresini kısaltarak iş başarısının artmasına kazı için gereken sürenin ve yapılan masrafların azalmasını sağlar. Ayrıca gevşetilmiş malzemenin kepçeye doldurulması daha kolay olacak, kepçe her seferde tam olarak doldurulabilecektir. Benzer şekilde yükleyicilerde kepçe, yoğunluğu az olan bir malzemeye daha kolay batırılabilir. Yükleme daha verimli gerçekleşebilir. Greyderin sert bir zemini tesviye etmesi yerine, zeminin daha önceden bir ripperle tırmıklanması greyderin işini fazlasıyla kolaylaştıracaktır. Ekskavatörlerde dönüş açısının da çevrim süresi üzerinde çok etkili olduğu hesaplamalarda ortaya çıkmıştır. Dönüş açısının küçük olması çevrim süresini % 35-40'lara varan oranlarda kısaltmaktadır. Dönüş açısı ekskavatörün kazı noktasına yerleşebilme derecesi ve kamyonun yanaşabilme kabiliyeti tarafından belirlenir. Bu da formen ve operatörlerin tecrübesine kalmıştır.

Deneylerde kullanılan tüm makineler kesikli çalışan makinelerdir. Yani normal çalışma zamanlarında belirli sebepler yüzünden durabilen ya da durmak zorunda kalan makinelerdir. Bu özellikleri bu çalışmada zamandan faydalanma olarak ifade edilmiştir. Makineler çalışma sırasında ne kadar sürekli olabilselerse zamandan faydalanma faktörleri de o kadar yüksek olur. Diğer bir deyişle çalışma sırasında verilen aralar makinenin iş başarısını düşürür, işin bitirilebilmesi için gereken zaman

ve masraflar artar. Sözü edilen çalışma araları ekskavatör ve yükleyicilerde kamyon bekleme, greyderlerde geri dönüşler olabilir. Kamyon bekleme ekskavatör ve yükleyicilerde zamandan faydalanmayı en çok etkileyen unsurdur. Bir işletmede kamyon sayısının yetersiz oluşu ekskavatör ve yükleyici gibi diğer iş makinelerini direkt olarak etkiler. Uzun süre makinelerin duraksamalarına neden olabilir. İşletme organizasyonunun yanlış planlanması da makinelerin duraksamalarına neden olabilir. Bu çalışmadaki makinelerin zamandan faydalanma oranları ekskavatörlerde %72, yükleyicilerde % 84 ve greyderlerde % 68 olmuştur. İşletmede ekskavatör ve yükleyici başına düşen kamyon sayısı doğru bir şekilde planlanarak bu oran yüksek değerde tutulabilir. Greyderlerde ise zamandan faydalanma faktörü her zaman daha düşük olur. Çünkü greyder malzeme serme veya tesviye işlemlerinde her turda geriye iş yapmadan dönmek zorundadır. Greyderin zamandan faydalanmasını en çok etkileyen bu geri dönüşlerdir. Geri dönüş zamanlarını kısaltmanın en iyi yolu geri dönüş hızları yüksek makineleri tercih etmek ve tecrübeli operatör çalıştırmaktır.

Makinelerin büyüklükleri, motor hacimleri, kepçe kapasiteleri ve greyder bıçak uzunluklarının iş başarısına etkisi yapılan çalışma ve hesaplamalarda ortaya konmuştur. Ekskavatörlerde genel olarak birbirine yakın büyüklüklerde makinelerle çalışılmıştır ancak yükleyicilerde durum farklıdır. Kepçe kapasiteleri 3,6; 2,7 ve 1,1 olan yükleyicilerde bu büyüklüklerin iş başarısına etkisi de aynı oranda olmuştur. Makine üreticisi firmalar aynı makinede kullanılan farklı türlerde ve farklı kapasitelerde ataşmanlar sunmaktadırlar. Bir ekskavatör ve yükleyicide değişik kapasitelerde kepçe kullanarak makinenin iş başarısının değiştirilebileceği açıktır. Optimum sonuçlara ulaşabilmek için kepçeler, motor gücü, malzemenin sertliği, kamyon kasa hacmi vb çalışma şartları göz önünde bulundurulmalıdır. Greyderlerde de farklı uzunluklarda ve özelliklerde bıçakların kullanılabilceği düşünülerek benzer sonuç ve yorumlara ulaşılabilir. Ayrıca greyderlerin iş başarılarının hesaplanmasında kullanılan etkin bıçak boyu, bıçak uzunluğu ile bıçak açısının ölçüsü tarafından belirlenir. Bıçak boyu büyüdükçe ve bıçak açısı küçüldükçe etkin bıçak boyu büyür. Operatör, bıçağı serilecek malzeme veya tesviye edilecek zemine göre yönünü ve açısını tayin eder. Bu da tecrübe dayanan bir uygulamadır.

İş makinesine ait amortisman ve faiz gibi sabit masrafların düşük olması için makinenin satın alma fiyatının düşük, ekonomik ömrünün de uzun olması gerekir. Ayrıca yıl içinde gerçekleşen çalışma saatlerinin fazla olması makinenin saatlik amortisman ve faiz masraflarını azaltır. Bunlar çalışma şartlarının iyi planlanması ve makinelerin verimli kullanılması ile ilgilidir. Yakıt,servis, malzeme,operatör gibi değişken masraflar makinelerin çalışma şartları,teknik özellikleri ve işletme ile ilgilidir. Ayrıca yıllık çalışma saatleri oldukça fazla olan bazı ekskavatörlerde saatlik amortisman masraflarının düşük olduğu belirtilmelidir. Kuşkusuz fazla kullanılmayan, ekonomik ömürleri boyunca fazlaca boşta veya makine parkında bekletilen ekipmanların amortisman masrafları yüksek olacaktır.

İş başarıları ve masraflara ilişkin olarak sunulan değerler, iş makinalarının değerlendirilmesinde kullanılacak ortalama ve güncel veriler olarak kullanılabilir. Kuşkusuz farklı malzemelerle, değişik işletme koşullarında çalışan iş makinalarının belirli koşullarda kontrollü olarak çalışma performanslarını ortaya koyacak daha özel çalışmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca bu çalışmada incelenmeyen diğer iş makinalarını konu edinen çalışmaların gerçekleştirilmesi de önerilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] “İş Makineleri El Kitabı -1, Genel Konular”, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Yayın No : MMO/302/3, İzmir,2005
- [2] “İş Makineleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı”, Sonuç Bildirgesi,TMMOB,İstanbul,6-7Eylül 2005
- [3] TAN, F., “Kazı Makinalarında Üretim ve Maliyet Analizleri ile Verimi Etkileyen Faktörlerin Araştırması”, İstanbul Teknik Üniversitesi, 1996
- [4] TAYLAN, T., “Türkiye İş Makinaları Sanayi Dış Pazar Araştırması”, İhracatı Geliştirme Etüt Merkezi, AR-GE Başkanlığı-Sanayi Dairesi, Ankara, 2006
- [5] ÖZSÖYLEV, T., İş ve İnşaat Makineleri,Şatana Yayıncılık,İstanbul,1992
- [6] BEŞİROĞLU, T., Yol İnşaat Makineleri Kapasite ve Maliyet Hesapları, TCK Genel Müdürlüğü,1987
- [7] ERDOĞAN,D.,ÇOLAK,A.,ACAR,A.İ., “Meliorasyon Makinaları”, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı No 472 Ankara,2001
- [8] SARI H., ERCAN Y., Ekskavatörlerin Hidrolik Tasarımlarına Esas Olacak Temel Parametrelerin Belirlenmesi ve Teknik ve Ekonomik Yönden Optimum Hidrolik Elemanların Seçimi, IV. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi,İzmir,2005
- [9] Volvo Contruction Equipment Product Manuel, 2002
- [10] “İş Makineleri El Kitabı -3, Kazıma ve Yükleme Makineleri”, tmmob Makine Mühendisleri Odası, Yayın No : MMO/304/3, İzmir,2005
- [11] <http://www.rocklandmfg.com/loaders/index.htm>
- [12] ÖNAL,İ., “Meliorasyon Makinaları”, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No 501, İzmir,1991
- [13] PEURIFOY, R., “Construction, Planning, Equipment and Methods, 5th Ed.”, McGraw-Hill Companies, Inc.,Yayın No 172054, Newyork,1996
- [14] ÖZDER, A., İş Makinalarının Verimli Kullanımı, “İş Makineleri Sempozyumu-2003”,TMMOB, Yayın No: E/2003/329, İstanbul, 6-7 Eylül 2003

- [15] TOKGÖZ, Nuray, “Bir Açık İşletme Kömür Ocağında Üretimde Kullanılan Ekipmanların Verimlilik Analizi”, (Doktora Tezi) İstanbul Üniversitesi Maden Mühendisliği,1996
- [16] “İş Makineleri El Kitabı -4, Kazıma,Serme,Sıkıştırma Makinaları”, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Yayın No : MMO/305/3, İzmir,2005
- [17] “Local Road Maintenance Workers’ Manuel TR514, 2006
- [18] PFLUEGER, B., “How to Calculate Machinery Ownership and Operating Costs” SDSU Farm Financial Management Specialist, South Dakota State University College of Agriculture and Biological Sciences, EC920e, 2005
- [19] CROSS, T., “Machinery Cost Calculation Methods”, Agricultural Extension Service The University of Tennessee Institute of Agriculture, AE&RD No. 13, 1998
- [20] www.volvoce.com
- [21] www.komatsu.com
- [22] www.doosanfracore.com
- [23] www.btequipment.com.au
- [24] Komatsu Equipment VESS081101,Belgium,2004
- [25] www.cat.com
- [26] Champion Motor Graders, Product Manuel,Canada,Goderich,1997

ÖZGEÇMİŞ

Fatih ÖZBAKAN, 1976 yılında Bursa'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Bursa'da tamamladı. 1995 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Otomotiv Öğretmenliği Bölümünü kazandı. 1999 yılında mezun oldu ve aynı yıl Kocaeli Endüstri Meslek Lisesi'ne Teknik Öğretmen olarak atandı ve halen Kocaeli'de öğretmenlik yapmaktadır. İngilizce bilmektedir.