

BİR KÖMÜR OCAĞINDA DRAGLINE DÖNGÜ SÜRESİ ANALİZİ

FADİME KORKMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
2006

BİR KÖMÜR OCAĞINDA DRAGLINE DÖNGÜ SÜRESİ ANALİZİ

FADİME KORKMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

2006

Danışman: Doç. Dr. Bülent Erdem

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Bu çalışma, jürimiz tarafından Maden Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof.Dr. Ahmet DEMİRCİ

Üye: Doç.Dr. İsfendiyar BAHŞİYEV

Üye: Doç.Dr. Bülent ERDEM

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.../.../2006

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Prof.Dr. Halil GÜRSOY

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 05.01.1984 tarihli toplantısında kabul edilen ve daha sonra 20.12.1993 tarihinde C.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'nce hazırlanan ve yayınlanan "Yüksek Lisans ve Doktora Tez Yazım Kılavuzu" adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BİR KÖMÜR OCAĞINDA DRAGLINE DÖNGÜ SÜRESİ ANALİZİ

FADİME KORKMAZ

Cumhuriyet Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç.Dr. Bülent Erdem

Bu çalışma bir yerüstü kömür ocağında kullanılan dragline'in döngü süresi bileşenlerinin analizini kapsamaktadır. İki kömür damarı arasında kalan arakesme ile alt kömür damarını çıkartmakta kullanılan 15-yaşlı bir dragline 45 günlük bir periyot boyunca izlenmiştir. Kanal kazısı, dilim kazısı, üst kazı ve kömür kazısı çalışmaları örneklenmiştir. Veri, aşağıdaki kriterler gözetilerek değerlendirilmiştir: dragline tur süresini oluşturan bileşenlerin tanımlanması, kepçe dolma süresini etkileyen parametrelerin tanımlanması ve analizi, dolu ve boş dönüş açılarının harcanan süreler üzerindeki etkisinin belirlenmesi, kepçe boşaltma ve konumlandırma süreleri üzerinde etkili olan parametrelerin belirlenmesi. Verilerin incelenmesi sonucunda kepçe daldırma noktası uzaklığı ile kazı zorluğunun, kepçe doldurma süresi üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Dolu ve boş dönüş açısı ile dönüş süresi arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. Kepçe boşaltma süresi tüm çalışma durumlarından bağımsız olarak, sabit görünmektedir. Kepçe konumlandırma süresi ise kepçe daldırma noktası mesafesine bağlı olarak uzamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dragline, dragline döngü süresi, kömür, örtükazı

ABSTRACT

Master of Science Thesis

ANALYSIS OF DRAGLINE CYCLE TIME IN A COAL MINE

FADİME KORKMAZ

Cumhuriyet University - Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Mining Engineering

Supervisor: Assoc.Prof.Dr. Bülent Erdem

This study focuses on the breakdown of dragline cycle components. A 15-year old drag-line deployed for casting the interburden and extracting the coal seam immediately beneath is observed for a period of 45 days. The following operational modes are sampled: key-cutting, main-cutting, chop-cutting and coal extraction. Data are handled regarding the following criteria: description of elements composing a dragline cycle, description and analysis of parameters affecting bucket filling time, determination of the affect of full and empty swing angles on swing times and determination of parameters that have significant affects on bucket dumping and bucket positioning times. Analysis of data reveals the following: distance of bucket penetration point to dragline and digging difficulty both have an obvious impact on bucket filling time. There exists a positive correlation between swing angle and swing time for both loaded and empty phases. Bucket dumping time is stable around a constant value and seems independent from all operating modes. Bucket positioning time, on the other hand, is dependent on the distance of bucket penetration point and the distant the bucket penetration point, the longer the bucket positioning time.

Key Words: Dragline, dragline cycle time, coal, overburden stripping

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
KISALTMALAR	xiii
1 GİRİŞ	1
1.1 Genel	1
1.2 Amaç	2
2 KONU İLE İLGİLİ GEÇMİŞ VE GÜNCEL ÇALIŞMALAR	4
2.1 Giriş	4
2.2 Draglayn	5
2.3 Döngü Süresi ve Oluşturan Parçaların Tanımı	7
2.4 Konu İle İlgili Çalışmalar	9
2.4.1 Draglayn döngü süresi izleme çalışmaları	9
2.4.2 Draglayn otomasyon çalışmaları	13
2.4.3 Bilgisayar destekli draglayn döngü analizi sistemleri	17
3 DRAGLAYN DÖNGÜ SÜRESİ İZLEME ÇALIŞMALARI	26
3.1 Ocak ve İzlenen Draglayn Hakkında Genel Bilgiler	26
3.2 Draglayn Döngüsü Hakkında Genel Bilgiler	28
3.3 Draglayn Döngüsü İzleme Çalışmaları	30
3.3.1 Veri alma zamanlaması	30
3.3.2 Veri alma/işleme yöntemi	31
3.3.3 Draglayn döngü süresi bileşenleri	32
3.4 Kepçe Doldurma Süresi Analizi	33
3.4.1 Giriş	33
3.4.2 Genel değerlendirme	33
3.4.3 Kazı güçlüğü ölçütüne göre değerlendirme	37
3.4.4 Kepçe batma noktası konumu ölçütüne göre değerlendirme	40
3.4.5 Operatör farklılığı ölçütüne göre değerlendirme	47
3.4.6 Kepçe dolma süresi üzerine tartışma	53
3.5 Dönüş Süresi Analizi	54
3.5.1 Giriş	54
3.5.2 Ham dönüş verileri analizi	54
3.5.3 Ortalama dönüş verilerinin analizi	59
3.5.4 İndirgenmiş dönüş süresi analizi	62
3.5.5 Operatör farklılığı ölçütüne göre değerlendirme	68
3.5.6 Dönüş süresi üzerine tartışma	72
3.6 Kepçe Boşaltma Süresi Analizi	72
3.6.1 Giriş	72
3.6.2 Ham kepe boşaltma süresi analizi	72
3.6.3 Ortalama kepe boşaltma süresi analizi	74
3.7 Kepçe Konumlandırma Süresi Analizi	78
3.7.1 Giriş	78

3.7.2	Ham kepçe konumlandırma süresi analizi	78
3.7.3	Ortalama kepçe konumlandırma süresi analizi	79
3.7.4	Kepçe konumlandırma süresi üzerine tartışma	83
4	SONUÇLAR ve ÖNERİLER	84
4.1	Sonuçlar	84
4.2	Öneriler	86
	KAYNAKLAR	87

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>	
Şekil 11	Ocaktaki kömür damarlarının kesit görünümü	1
Şekil 21	Tipik bir draglaynın parçaları (Marion, 1993)	5
Şekil 22	Tipik bir draglaynın boyutları (Marion, 1993)	6
Şekil 23	Sert malzeme kazısında kullanılan kepçe tipi (Parlak, 1993)	7
Şekil 24	Uygun kepçe kazı hareketleri (Parlak, 1993)	7
Şekil 25	Tritronics 9000 3 Seri Sistem Düzeneği	14
Şekil 26	DOP görüntüleyicisi	17
Şekil 27	Tritronics 9000 Series 3 draglayn görüntüleme sistemi	22
Şekil 31	Kangal-Kalburçayırı jeolojik haritası ve kesit görüntüsü (MTA, 1993)	27
Şekil 32	Draglayn döngüsünün yatay düzlem üzerindeki izdüşümü (Parlak, 1993)	29
Şekil 33	Dragline döngüsünün düşey düzlem üzerindeki izdüşümü (Parlak, 1993)	29
Şekil 34	Draglayn dönüş yayının 5 derecelik bölümlenme mantığı	31
Şekil 35	Kazılan setin yatay ve düşey düzlemler ile bölümlenme mantığı	32
Şekil 36a	Tüm ham kepçe doldurma verisi	34
Şekil 36b	Tüm ham kepçe doldurma verisi sıklık diyagramı	34
Şekil 37	Farklı çalışma tiplerinde ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri	37
Şekil 38	Kazı güçlüğü ölçütüne göre ham kepçe doldurma süreleri	39
Şekil 39	Kazı güçlüğü ölçütüne göre ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri	39
Şekil 310	Kazı güçlüğü ölçütüne göre farklı çalışma tiplerinde ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri	40
Şekil 311	Kepçe batma noktası düşey mesafesi (derinlik) ölçütüne göre ham kepçe doldurma süreleri	42
Şekil 312	Kepçe batma noktası düşey mesafesi (derinlik) ölçütüne göre ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri	42
Şekil 313	Kepçe batma noktası yatay mesafesi (uzaklık) ölçütüne göre ham kepçe doldurma süreleri	43
Şekil 314	Kepçe batma noktası yatay mesafesi (uzaklık) ölçütüne göre ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri	44
Şekil 315	Kepçe batma noktası uzaysal konumu ölçütüne göre ham kepçe doldurma süreleri	44
Şekil 316	Kepçe batma noktası uzaysal konumu ölçütüne göre ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri	45
Şekil 317	Kepçe batma noktası uzaysal konumu ölçütüne göre ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (Kanal kazısı)	45
Şekil 318	Kepçe batma noktası uzaysal konumu ölçütüne göre ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (Dilim kazısı)	46
Şekil 319	Kepçe batma noktası uzaysal konumu ölçütüne göre ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (Kömür kazısı)	46
Şekil 320	Kepçe batma noktası uzaysal konumu ölçütüne göre ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (Tekrar kazı)	47
Şekil 321	Farklı çalışma tiplerinde operatör ölçütüne göre ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri	48
Şekil 322	Farklı çalışma tiplerinde kazı güçlüğü ölçütüne göre operatörlerin ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (KOLAY kazı)	49
Şekil 323	Farklı çalışma tiplerinde kazı güçlüğü ölçütüne göre operatörlerin ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (ORTAZOR kazı)	49
Şekil 324	Farklı çalışma tiplerinde kazı güçlüğü ölçütüne göre operatörlerin ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (ZOR kazı)	50

Şekil 325	Farklı çalışma tiplerinde kepçe batma noktası yatay uzaklığı ölçütüne göre operatörlerin ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (YAKIN kazı)	50
Şekil 326	Farklı çalışma tiplerinde kepçe batma noktası yatay uzaklığı ölçütüne göre operatörlerin ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (ORTAUZAK kazı)	51
Şekil 327	Farklı çalışma tiplerinde kepçe batma noktası yatay uzaklığı ölçütüne göre operatörlerin ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (UZAK kazı)	51
Şekil 328	Farklı çalışma tiplerinde kepçe batma noktası düşey uzaklığı ölçütüne göre operatörlerin ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (SİĞ kazı)	52
Şekil 329	Farklı çalışma tiplerinde kepçe batma noktası düşey uzaklığı ölçütüne göre operatörlerin ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (ORTADERİN kazı)	52
Şekil 330	Farklı çalışma tiplerinde kepçe batma noktası düşey uzaklığı ölçütüne göre operatörlerin ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (DERİN kazı)	53
Şekil 331	Tüm veri için dolu dönüş açısı – dolu dönüş süresi ilişkisi	55
Şekil 332	Tüm veri için dolu dönüş açısı – dolu dönüş süresi ilişkisi (KANAL kazısı)	55
Şekil 333	Tüm veri için dolu dönüş açısı – dolu dönüş süresi ilişkisi (DİLİM kazısı)	56
Şekil 334	Tüm veri için dolu dönüş açısı – dolu dönüş süresi ilişkisi (KÖMÜR kazısı)	56
Şekil 335	Tüm veri için dolu dönüş açısı – dolu dönüş süresi ilişkisi (TEKRAR kazı)	57
Şekil 336	Tüm veri için boş dönüş açısı – boş dönüş süresi ilişkisi	57
Şekil 337	Tüm veri için boş dönüş açısı – boş dönüş süresi ilişkisi (KANAL kazısı)	58
Şekil 338	Tüm veri için boş dönüş açısı – boş dönüş süresi ilişkisi (DİLİM kazısı)	58
Şekil 339	Tüm veri için boş dönüş açısı – boş dönüş süresi ilişkisi (KÖMÜR kazısı)	59
Şekil 340	Tüm veri için boş dönüş açısı – boş dönüş süresi ilişkisi (TEKRAR kazı)	59
Şekil 341	Tüm veri için dolu dönüş açısı – ortalama dolu dönüş süresi ilişkisi	60
Şekil 342	Farklı çalışma tiplerindeki tüm veri için dolu dönüş açısı – ortalama dolu dönüş süresi ilişkisi	61
Şekil 343	Tüm veri için boş dönüş açısı – ortalama boş dönüş süresi ilişkisi	61
Şekil 344	Farklı çalışma tiplerindeki tüm veri için boş dönüş açısı – ortalama boş dönüş süresi ilişkisi	62
Şekil 345	Tüm veri için dolu dönüş açısı – indirgenmiş dolu dönüş süresi ilişkisi	63
Şekil 346	Tüm veri için dolu dönüş açısı – indirgenmiş dolu dönüş süresi ilişkisi (KANAL kazısı)	64
Şekil 347	Tüm veri için dolu dönüş açısı – indirgenmiş dolu dönüş süresi ilişkisi (DİLİM kazısı)	64
Şekil 348	Tüm veri için dolu dönüş açısı – indirgenmiş dolu dönüş süresi ilişkisi (KÖMÜR kazısı)	65
Şekil 349	Tüm veri için dolu dönüş açısı – indirgenmiş dolu dönüş süresi ilişkisi (TEKRAR kazı)	65
Şekil 350	Tüm veri için boş dönüş açısı – indirgenmiş boş dönüş süresi ilişkisi	66
Şekil 351	Tüm veri için boş dönüş açısı – indirgenmiş boş dönüş süresi ilişkisi (KANAL kazısı)	66
Şekil 352	Tüm veri için boş dönüş açısı – indirgenmiş boş dönüş süresi ilişkisi (DİLİM kazısı)	67
Şekil 353	Tüm veri için boş dönüş açısı – indirgenmiş boş dönüş süresi ilişkisi (KÖMÜR kazısı)	67
Şekil 354	Tüm veri için boş dönüş açısı – indirgenmiş boş dönüş süresi ilişkisi (TEKRAR kazı)	68
Şekil 355	Farklı çalışma tiplerinde operatör tercihi ölçütüne göre 60°'lik dolu dönüş için ortalama dolu dönüş süreleri ve standart sapma değerleri	69

Şekil 356	Farklı çalışma tiplerinde operatör tercihi ölçütüne göre 60°'lik boş dönüş için ortalama boş dönüş süreleri ve standart sapma değerleri	69
Şekil 357	Farklı çalışma tiplerinde operatör tercihi ölçütüne göre 70°'lik dolu dönüş için ortalama dolu dönüş süreleri ve standart sapma değerleri	70
Şekil 358	Farklı çalışma tiplerinde operatör tercihi ölçütüne göre 70°'lik boş dönüş için ortalama boş dönüş süreleri ve standart sapma değerleri	70
Şekil 359	Farklı çalışma tiplerinde operatör tercihi ölçütüne göre 90°'lik dolu dönüş için ortalama dolu dönüş süreleri ve standart sapma değerleri	71
Şekil 360	Farklı çalışma tiplerinde operatör tercihi ölçütüne göre 90°'lik boş dönüş için ortalama boş dönüş süreleri ve standart sapma değerleri	71
Şekil 361a	Tüm ham kepçe boşaltma verisi	73
Şekil 361b	Tüm ham kepçe boşaltma verisi sıklık frekans diyagramı	73
Şekil 362	Farklı çalışma tipleri için tüm ham kepçe boşaltma verisi	74
Şekil 363	Farklı çalışma tiplerinde ortalama kepçe boşaltma süreleri ve standart sapma değerleri	74
Şekil 364	Farklı çalışma tiplerinde kepçe batma noktası derinliği ölçütüne göre ortalama kepçe boşaltma süreleri ve standart sapma değerleri	75
Şekil 365	Farklı çalışma tiplerinde kepçe batma noktası uzaklığı ölçütüne göre ortalama kepçe boşaltma süreleri ve standart sapma değerleri	75
Şekil 366	Farklı çalışma tiplerinde kepçe batma noktası uzaysal konumu ölçütüne göre ortalama kepçe boşaltma süreleri	76
Şekil 367	Farklı çalışma tiplerinde kazı güçlüğü ölçütüne göre ortalama kepçe boşaltma süreleri ve standart sapma değerleri	77
Şekil 368	Farklı çalışma tiplerinde operatör tercihi ölçütüne göre ortalama kepçe boşaltma süreleri ve standart sapma değerleri	77
Şekil 369a	Tüm ham kepçe konumlandırma verisi	78
Şekil 369b	Tüm ham kepçe konumlandırma verisi sıklık frekans diyagramı	79
Şekil 370	Farklı çalışma tipleri için tüm ham kepçe konumlandırma verisi	79
Şekil 371	Farklı çalışma tiplerinde ortalama kepçe konumlandırma süreleri ve standart sapma değerleri	80
Şekil 372	Farklı çalışma tiplerinde kepçe batma noktası uzaklığı ölçütüne göre ortalama kepçe konumlandırma süreleri ve standart sapma değerleri	81
Şekil 373	Farklı çalışma tiplerinde kepçe batma noktası derinliği ölçütüne göre ortalama kepçe konumlandırma süreleri ve standart sapma değerleri	81
Şekil 374	Farklı çalışma tiplerinde kepçe batma noktası uzaysal konumu ölçütüne göre ortalama kepçe konumlandırma süreleri	82
Şekil 375	Farklı çalışma tiplerinde operatör tercihi ölçütüne göre ortalama kepçe konumlandırma süreleri ve standart sapma değerleri	82

ÇİZELGELER DİZİNİ

		<u>Sayfa</u>
Çizelge 21	Kepçe kapasitesi grubu ve dönüş açılarına göre yaklaşık draglayn döngü süresi (Atkinson, 1971)	10
Çizelge 22	DOP sisteminde kazı planı ve draglayn konumları	18
Çizelge 23	DOP sisteminde draglayn başarımların takip işlemleri	21
Çizelge 24	Draglayn günlük üretim izleme örneği	23
Çizelge 25	Matilda Ocağı'nda kullanılan draglaynların gecikme izleme örneği	23
Çizelge 26	TKİ-YLİ ocaklarında kullanılan draglayn izleme formu	25
Çizelge 31	Kömür kalınlıkları (MTA, 1993)	26
Çizelge 32	Kömür derinlikleri ve rezerv durumu (MTA, 1993)	26
Çizelge 33	Kömür analiz sonuçları (MTA, 1993)	28
Çizelge 34	Dragline boyutları ve motor güçleri (Erdem, 2005)	28
Çizelge 35	İzleme çalışmaları yapılan tarihler	30
Çizelge 36	Dragline döngü süresi izleme formu	35

KISALTMALAR

(<http://www.parliament.vic.gov.au/downloadhansard/pdf/aphea/Cwealth/Acronyms.pdf>)
kaynağından faydalanılmıştır

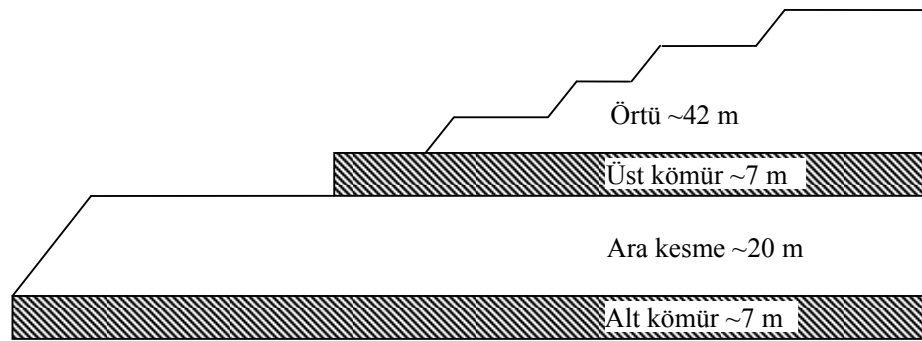
CSIRO	Australian Commonwealth Scientific and Research Organization
CMTE	The Centre for Mining Technology and Equipment (CRCMining Cooperative Research Centre)
ACARP	Australian Coal Association Research Program
UDD	Universal Dig and Dump
OPMHS	Open Pit Materials Handling Simulator
ADPC	Australian Dragline Performance Centre
ACIRL	Australian Coal Industry Research Laboratories
RMS	Root Mean Square
DOP	Dragline Operators Performance (DOP) monitor
BCM	Bank cubic meters
RSL	Rated Suspended Load
TKİ	Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu
YLI	Yeniköy linyitleri İşletmesi Bölge Müdürlüğü

1 GİRİŞ

1.1 Genel

Bu çalışma kapsamında Sivas ili Kangal ve Gürün ilçeleri arasında yer alan bir yerüstü kömür ocağında kullanılan $53,5 \text{ m}^3$ (70 yd^3) kepçe kapasiteli bir draglaynın döngü süresi analizi yapılmıştır.

Ocakta, hemen yakında bulunan $3 \times 150 \text{ MW}$ kapasiteli EÜAŞ Kangal Termik Santrali'ne yılda $6 \times 10^6 \text{ t}$ kömür beslemek için $28 \times 10^6 \text{ m}^3$ dekapaj yapılmaktadır. Halen çalışılan Kalburçayırı sektöründe yaklaşık eşit kalınlıkta iki adet kömür damarı bulunmakta ve her ikisi de çıkarılmaktadır. Halihazırdaki uygulamalarda 7 m kalınlığındaki üst kömür damarı üzerindeki ortalama 42 m 'lik örtü, basamaklandırılarak halatlı şovel-kamyon yöntemi ile kaldırılmaktadır. Burada, geçtiğimiz yıllarda draglaynın daha fazla yararlanabilmek amacı ile belirli kalınlıktaki örtüyü üst kazı (chopping) yöntemi ile aldığını belirtmekte fayda vardır. Üst kömür damarı yine yükleyici şovel-kamyon kombinasyonu ile yüklenip, stok sahasına nakledilmektedir. Yaklaşık 20 m kalınlığındaki ara kesme tekrar kazı yapılmadan bitişikteki boş dilime dökülmekte ve 7 m 'lik alt kömür damarı da draglayn tarafından alınarak basamak üzerine kümelenmektedir (<http://www.demirexport.com/kkomur.htm>). Ocaktaki istiflenme Şekil 1.1'de verilmiştir.



Şekil 1.1 Ocaktaki kömür damarlarının kesit görünümü

İzleme çalışmaları Temmuz 2005 ve Ekim 2005 ayları arasında gerçekleştirilmiştir. Ancak gerek planlı bakım işlemleri gerekse EÜAŞ Kangal Termik Santrali'nin düşük kömür talebi dolayısıyla draglayn çalışması, çok sayıda ve süresi bir hafta uzayan kesintilere maruz kalmıştır. İzleme sırasında draglayn, ocağın doğu kesiminde havzanın kenarlarında kalan bir bölgede alt damar üzerindeki arakesmeyi doğrudan yana döküm yöntemi ile kaldırmaktaydı. Draglayn kömür havzası sınırında çalıştığından kömür temiz değildi.

Bu analizin yapılması için ocaktaki draglayn kayıtlarının alınmasında otomatik bir izleme/kayıt sistemi bulunmadığından 10-lap fonksiyonuna sahip hassas kronometre kullanılmıştır.

1.2 Amaç

Çalışmanın amaçları aşağıda verilmiştir:

1. Döngü süresi bileşenlerinin tanımlanması ve geçişim noktalarının belirlenmesi
2. Kepçe doldurma süresi
 - a. Çalışma tiplerinin kepçe doldurma süresi üzerindeki etkisinin belirlenmesi
 - b. Kazı zorluğunun kepçe doldurma süresi üzerindeki etkisinin belirlenmesi
 - c. Kepçe batma noktası uzaklığının düzlemsel (iki boyutlu) ve uzaysal (üç boyutlu) olarak kepçe doldurma süresi üzerindeki etkisinin belirlenmesi
3. Kepçe boşaltma süresi
 - a. Çalışma tiplerinin kepçe boşaltma süresi üzerindeki etkisinin incelenmesi
4. Dolu ve boş dönüş süreleri ve dönüş açıları arasındaki ilişkinin analizi
 - a. Çalışma tiplerinin dolu ve boş dönüş süreleri üzerindeki etkisinin incelenmesi
 - b. Dönüş açılarının dönüş süreleri üzerindeki etkisinin incelenmesi

- c. Dolu ve boş dönüş süreleri arasındaki farkların irdelenmesi
 - d. Çekme, kaldırma ya da dönüşe bağımlı döngülerin belirlenmesi
5. Kepçe konumlandırma süresi
- a. Çalışma tiplerinin kepçe konumlandırma süresi üzerindeki etkisinin incelenmesi

2 KONU İLE İLGİLİ GEÇMİŞ VE GÜNCEL ÇALIŞMALAR

2.1 Giriş

Draglayn ve ekskavatörler yüksek örtü kazı oranlarında ve derin pasa durumunda oldukça esnek çalışma koşullarına ve düşük işletme maliyetine sahiptirler (Rai vd, 2000).

Draglaynlar, temel olarak, yerüstü kömür madenlerinde kullanılan yaklaşık 60 m - 100 m uzunluğunda boma sahip Dünyanın en büyük robotları olarak tanımlanabilir. Gevşetilmiş sert örtülerin kazısında ve yumuşak örtülerin doğrudan kazılmasında kullanılırlar. Bir draglayn, kazdığı malzemeyi kendi etrafında yaklaşık 90° dönüş yaparak boşaltır ve orijinal kazı pozisyonuna geri döner. Draglaynların dönme süreleri toplam döngü süresinin %80'i civarındadır. Döngü, dakikada bir kez, yılda her gün ve günde 24 saat tekrarlanır. Büyük kapasiteli bir draglaynın yatırım maliyeti 100×10^6 USD seviyesine çıkabilir. Genellikle bunlar, kullanıldıkları madenlerdeki en pahalı ekipmanlardır. Draglayn döngü süresinin düşürülmesi ile verimlilik artırılabilir ve maliyetler azaltılabilir. Bu nedenle, üretim ve ekipman verimliliğini geliştirme yolunda fayda sağlayan döngü süresi analizleri, böyle bir ekipman için oldukça önemlidir. Otomasyon sayesinde draglayn dönüş süresinin %1 azaltılması, Avustralya draglayn filosu maliyetlerini 20×10^6 USD düşürebilmektedir

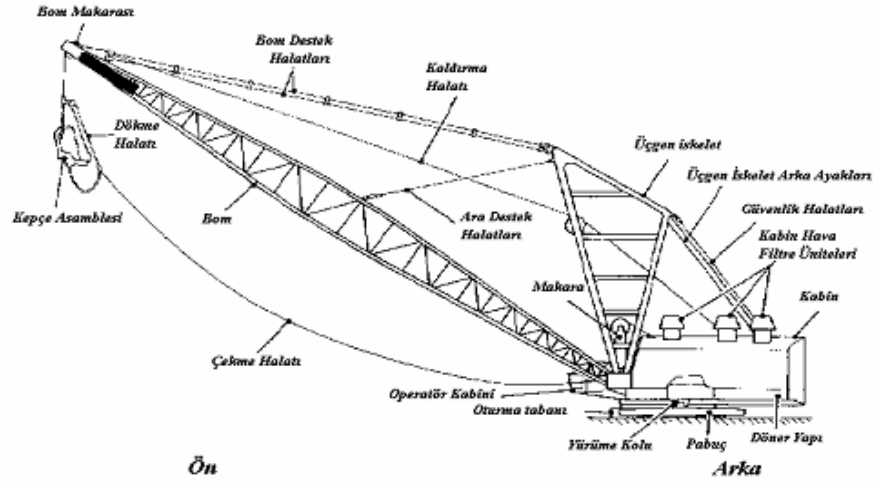
(<http://www.csiro.au/news/mediarel/mr1998/mr9846.html>).

Döngü süresinin azaltılması için bu süreyi etkileyecek faktörlerin incelenmesi büyük önem arz etmektedir. Bu kapsamda; operatör tecrübesi, kullanılan draglayn modeli, tabaka özellikleri, kazı geometrisi (geometrik koşullar) vb. göz önüne alınır. Üzerinde durulması gereken önemli diğer bir konu da döngü süresini oluşturan elemanlar ve aralarındaki ilişkidir.

2.2 Draglayn

Bu kısımda draglayn mekanik yapısı ve geometrisi ile ilgili kısa bilgi verilecektir. Draglayn makine aksamı ve çalışma yöntemleri ile ilgili geniş bilgi, kısıtlı olmamakla birlikte Cook and Kelly (1976), Bucyrus-Erie (1977), Marion (1993), Parlak (1993), Erdem (1996) ve Duran (2000) tarafından verilmiştir. Makine, alt ve üst yapı olarak iki kısımda incelenebilir. Üst yapı, alt yapı üzerinde 360° dönebilmektedir. Yürüyüş mekanizması, oturma göbeği, şasi, göbek dişlisi, taşıyıcı bandaj alt yapıyı oluştururken; tahrik motorları, operatör kabini ve kazı, nakil, döküm elemanını oluşturan bum, kepçe, halat gibi parçalar üst yapıyı oluşturmaktadır. Operatör; üst yapının dönüşü, kepçenin çekilme ve kaldırılması gibi hareketleri yönlendirmektedir.

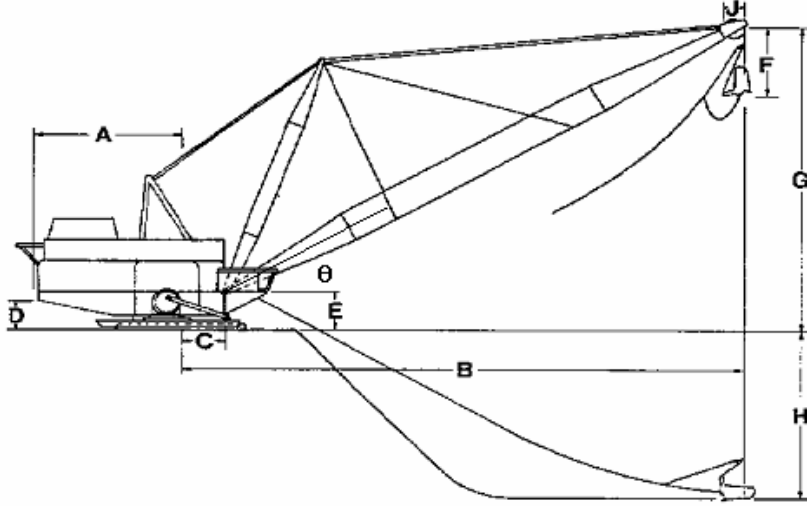
Mekanik açıdan bakıldığında draglayn, yedi temel gruptan oluşmaktadır. Oturma tabanı, döner çatı, döndürme aksamı, çekme aksamı, kepçe ve halatları ile ön kısım parçalarıdır. Draglaynı meydana getiren başlıca elemanlar Şekil 2.1’de verilmektedir.



Şekil 2.1 Tipik bir draglaynın parçaları (Marion, 1993)

Draglaynlar; dizel, dizel-hidrostatik ve elektrikli tahrik sistemlerine sahiptir. Ancak kepçe kapasitesi 15 m³'ten büyük olan tüm draglaynlar elektrik ile tahrik edilmektedir. Bunun sebebi, dizel tahrikli sistemlerde kuvvet

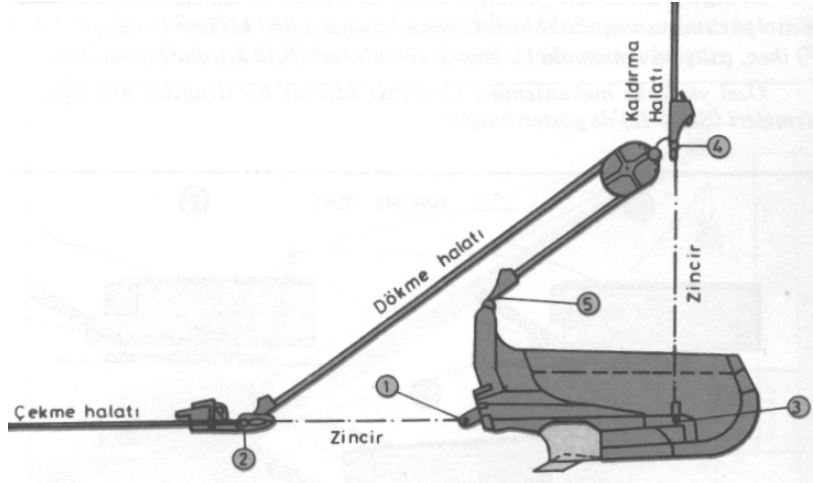
aktarımında %15-30 civarında verim azalması olmasıdır. Elektrikli draglaynlarda şebeke ceyyanı doğru akıma çevrilmektedir. Bir draglayna ait başlıca geometrik boyutlar Şekil 2.2’de gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Tipik bir draglaynın boyutları (Marion, 1993)

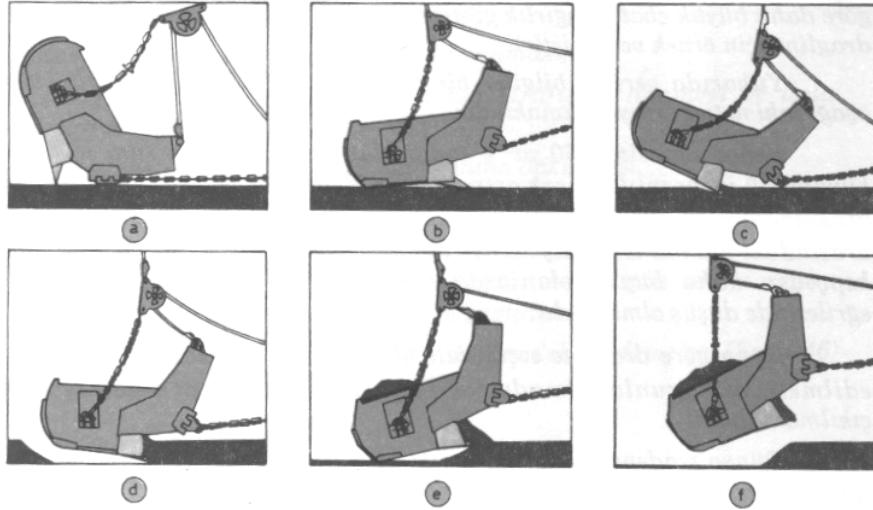
- A = Üst yapı dönme mesafesi (m)
- B = Dökme mesafesi (m)
- C = Bum ayağı dönme mesafesi (m)
- D = Üst yapı taban yüksekliği (m)
- E = Bum ayağı yüksekliği (m)
- F = Minimum kepçe askı boyu (m)
- G = Bum yüksekliği (m)
- H = Kazma derinliği (m)
- J = Bum makara çapı (m)
- θ = Bum açısı ($^{\circ}$)

Draglaynda kazı işlemi, kazıcı ön dişler üzerine etki eden kepçe kütle etkisi sayesinde yapıldığından kepçenin özellikleri kazıyı etkilemektedir ve verimli bir kazı için kepçe dişleri ile zemin arasında uygun bir açının sağlanması gerekmektedir (Parlak, 1993). Kepçe dişlerine mümkün olduğunca yüksek kütle etkisi uygulanması gerekmektedir. Kepçe tasarımında, taban boyu uzun tutulduğunda dişlere kepçe kütesinin yarısı etki etmektedir. Böyle tasarıma sahip bir kepçe, düşük kazı kuvveti gerektiren, kumlu ve çakıllı yani düşük kohezyonlu malzeme kazısında kullanılabilir. Ancak kısa taban boyuna sahip kepçelerde dişler, geride konumlanmakta ve kepçe kütesinin %60 - %70’lik bölümünden yararlanılabilmektedir. Bu tip kepçeler killi ve sert malzeme kazısında tercih edilmektedir.



Şekil 2.3 Sert malzeme kazısında kullanılan kepçe tipi (Parlak, 1993)

Draglayn kepçesinin uygun kazı hareketleri Şekil 2.4’de gösterilmiştir. Şekilde kepçe kazı işlemine “a” aşamasında başlamakta “b”, “c”, “d”, “e” aşamalarında devam etmekte ve “f” aşamasında ise kazı işlemi son bulmaktadır (Parlak, 1993).



Şekil 2.4 Uygun kepçe kazı hareketleri (Parlak, 1993)

2.3 Döngü Süresi ve Oluşturan Parçaların Tanımı

Döngü süresi izlemeye temel güçlüklerden birisi döngü süresi parçalarının her birini diğerinden başarılı bir şekilde ayırt etmekte yatmaktadır. Bu parçaları

birbirinden tam olarak ayırtmak mümkün görülmemektedir. Bu nedenle draglayn döngü süresi parçalarının hangi parçalardan oluştuğu konusunda birçok farklı fikir bulunmaktadır.

Szymanski vd. (1989) döngü süresini dört parçaya bölmüşlerdir. Bunlar; kazı, dolu dönüş, boşaltma ile boş dönüş ve konumlandırma.

Parlak (1993) draglayn döngüsünü aşağıdaki dört parçaya bölmüştür:

1. Kazı işlevi, malzemenin kepçeye doldurulması,
2. Draglayn üst yapısının dikey eksen etrafında dönmesi ve dolu kepçenin yukarı kaldırılması,
3. Boşaltma, malzemenin toprak harmanına dökülmesi,
4. Üst yapının dikey eksen etrafında geri dönmesi ve kepçenin aşağıya indirilerek ilk konumuna gelmesi

Rai vd. (2000) döngü süresini; kazı, dönme, boşaltma ve geri dönme olarak incelemişler, kepçe konumlandırma süresini ayrı bir parça olarak ele almamışlardır.

Corke vd. (1994) draglayn döngüsünü kazı, dolu dönüş, boşaltma, boş dönüş ve kepçe konumlandırma olmak üzere beş ardıl aşamada incelemişlerdir.

Erdem ve Düzgün (2005) de döngü süresinin beş aşamadan oluştuğunu ileri sürmüşlerdir. Bunlar:

1. Kepçenin draglayna doğru çekilerek doldurulması
2. Önceden belirlenen yay boyunca dolu dönüş
3. Yığın kümesi üzerine döküm
4. Geri dönerek boş kepçenin kazı arınına gelmesi
5. Kazı için kepçenin uygun bir nokta üzerinde konumlandırılması

Döngü süresi, kepçenin dolması ile başlayan ve sonraki döngünün kepçe dolma başlangıcı veya bir boş ya da bir gecikme başlangıcı ile sonlanan süredir. Kazı

süresi, draglaynın kazı yaparak kepçeyi malzeme ile doldurduğu gerçek süre olup yürüme ve gecikme zamanını kapsamaz. Dolu dönüş süresi, kazı süresi ile boşaltma süresi arasında geçen kepçenin dolu dönme zaman aralığıdır. Bu aşamada draglayn üst yapısı, düşey eksen etrafında dönmekte ve dolu kepçe salınarak, yukarı kaldırılmaktadır. Boşaltma süresi, draglayn kepçesinin yığın harmanı üzerine boşaltıldığı sırada geçen süredir. Boş dönüş süresi, kepçenin pasa boşalttığı noktadan bir sonraki kazıyı yapacağı noktaya gelme süresidir. Kepçe konumlandırma süresi, boş dönüş hareketinin tamamlanması ile kepçenin sonraki kazıya başlaması arasında kepçenin uygun pozisyon alması için geçen süredir. Bu hareketler birbirinden soyutlanmaksızın her birinin süresi kısalıp, uzayabilmektedir

(http://www.tritro.com.au/system_definitions/9000_series_2.htm).

Görüleceği üzere döngü süresinin hangi aşamalardan oluştuğu konusunda birçok fikir bulunmaktadır. Burada yapılan çalışmada birbirinden keskin sınırlarla ayıramamakla birlikte, draglayn döngüsünün beş aşamadan oluştuğuna karar verilmiştir. Ancak tecrübeli operatörlerin diğerlerine göre bu parçaları daha belirgin halde gösterdikleri ve uyguladıkları gözlenmiştir. Bazı çalışmalarda kepçe konumlandırma aşaması göz önüne alınmasa da yapılan izleme çalışmasında bazı durumlarda oldukça belirgin şekilde diğerlerinden ayrıldığı gözlemlenmiştir. Örneğin kılavuz kazısı sırasında kepçe, şev kenarını kesecek şekilde kazıya başlarken kepçenin özellikle belirli bir noktaya konumlandırılması gerektirmiş ve ortalamanın oldukça üzerinde kepçe konumlandırma sürelerinin ölçülmesine neden olmuştur.

2.4 Konu İle İlgili Çalışmalar

2.4.1 Draglayn döngü süresi izleme çalışmaları

Draglayn döngü analizi üzerine yapılan literatür araştırması sonucunda konunun akademisyenler ve ticari firmalar tarafından takip edildiği görülmüştür.

Humphrey (1990) ve Marion'a (1993) göre özellikle büyük draglaynlar 90°'lik döngüyü 50 s - 60 s arasında tamamlamaktadırlar. Ancak daha küçük boyutlu draglaynlar daha kısa sürede döngü yapabilirler. Diğer taraftan Steidle (1977), draglayn döngü süresinin yaklaşık (65 – 75) s arasında değer aldığını göstermiştir. Atkinson (1971) draglayn kepçe kapasitesi ve dönme açısı bazında tipik döngü sürelerini vermiştir (Çizelge 2.1). Ancak veriler örtü kalınlığının çalışma yarıçapının üçte biri kadar olduğu durumlarda geçerlidir. Lee (1988) draglaynların farklı kazı çalışmalarında farklı döngü sürelerine sahip olduğunu belirtmiştir. Yine Sadri ve Lee (1982) klasik kesit diyagramı hazırlama yaklaşımında tüm malzemenin 90°'lik dönüş açısı ile yığın kümesine döküldüğünün varsayıldığını, böylece balık sırtı şeklinde harman oluştuğunu ve döngü sürelerinin yaklaşık sabit bir değer olarak verildiği öne sürmüşlerdir. Reddy ve Dhar (1988) düşük verimlilik nedenlerinden birisi olarak normalden daha geniş dönüş açılarını ve sonucunda oluşan yüksek döngü sürelerini göstermişlerdir.

Çizelge 2.1 Kepçe kapasitesi grubu ve dönüş açılara göre yaklaşık draglayn döngü süresi (Atkinson, 1971)

Kepçe kapasitesi (m ³)	Döngü süresi (s)			
	90°	120°	150°	180°
≤15	55	62	69	77
16-26	56	63	70	78
27-44	57	64	71	79
45-57	59	65	72	80
58-92	60	66	73	81
93-150	62	69	76	84

Humphrey (1990) üst kazı (chopping) çalışmasının düşük kepçe dolma faktörleri, düşük verimlilik ve daha uzun döngü süreleri ile sonuçlandığını belirtmiştir. Benzer şekilde Pundari (1981) köprü kazısının daha büyük dönme açıları ve daha uzun döngü süreleri gerektirdiğini bildirmiştir. Pippenger (1995), uzayan döngü sürelerini kısaltma çözümü olarak, halatın çekilmesi için yeni ve daha güçlü motorların kullanılmasını önermiştir. Seymour (1979) kılavuz kazısı yapmanın daha yavaş olduğunu belirtmiştir. Draglayn dönmeye başlamadan

önce kepçenin kanal içerisinden yeterli yüksekliğe kaldırılması zorunluluğu döngü süresini uzatmaktadır.

Bandopadhyay ve Ramani (1979) ile Bandopadhyay ve Sundararajan (1986) döngü süresi kayıtlarını işleyerek, simülasyon modellerinde kullanılabilecek rasgele sayı üretici geliştirmişlerdir. Buna göre bir döngü aşağıdaki elemanlardan oluşmaktadır:

$$E(\text{döngü}) = E(\text{kazı}) + 2 \times E(\text{dönüş}) + E(\text{boşaltma}) + E(\text{konumlandırma})$$

Benzer şekilde Manula vd. (1979), geliştirdikleri OPMHS programında draglayn döngü süresini benzetmek için ortalama, en yüksek ve en düşük süreler ile standart sapma değerlerini kullanmışlardır.

Erdem ve Paşamehmetoğlu (2003) ile Erdem ve Düzgün (2005) Türkiye’de farklı işletme koşulları altında çalışan altı draglayn birimini izlemiş ve tipik bir draglayn döngüsünün kazı, dolu dönüş, boşaltma, boş dönüş ve kepçe konumlandırma aşamalardan oluştuğunu göstermişlerdir. Kılavuz, dilim ve üst kazı modlarından elde edilen verinin analizi aşağıdaki sonuçları vermiştir: Kepçe dolma süresi kapasite ve kazıya başlama noktası uzaklığı ile pozitif ilişkilidir. Kepçe dolma süresi kazılan malzemenin parça boyutu ve kazı güçlüğünden etkilendiğinden gevşetme yapılması önerilmektedir. Dolu ve boş dönme süreleri dönüş açılarının fonksiyonu olarak belirmiştir. Bundan ötürü dönme süresinin azaltılması, efektif pano tasarımına bağımlıdır. Draglayn döngülerinin çoğunlukla dönüş bağımlı olduğunu ifade eden yazarlar, dar ve derin kanal kazı durumlarında döngülerin kaldırma bağımlı olduğunu, ayrıca dönme açılarının 50°den küçük olduğu döngülerin çekme bağımlı olduğu bu nedenle halatın daha uzun geri salınmasından dolayı daha uzun zaman alacağına da çalışmalarında yer vermişlerdir. Kepçe boşaltma ve tekrar konumlandırma sürelerinin görece kısa olduğunu ve hemen tüm çalışma durumlarında bu sürelerin yaklaşık olarak sabit kaldığını çalışmalarında

belirtmişlerdir. Bunlara ek olarak operatör tecrübesinin bu aşamalar üzerinde etkili olduğuna çalışmada değinilmiştir.

Rai vd. (2000) Hindistan Kömür Limited Şirketine bağlı açık ocaklarda kullanılan draglaynların verimliliğini artırmaya yönelik döngü süresi ve gecikme süresi analizleri yapmışlar ve draglayn dönüş açılarına karşılık gelen kazı, dolu dönüş, boşaltma, boş dönüş ve toplam süreleri kaydetmişlerdir. Artan dönüş açıları ile dönüş (dolu – boş) süreleri de artmıştır. Kepçe boşaltma süresi ise yaklaşık (6 – 7) s değerinde sabit kalmıştır. Kazı ve boşaltma süreleri dönüş açısından bağımsızdır. Dolayısıyla döngü süresindeki değişiklik tamamen dönüş sürelerinin fonksiyonu olmaktadır. Yazarlar, atıl süre analizinde ise sorumlu beş önemli nedenin varlığına işaret etmişlerdir. Bunlar; güç kesintisi, dozer çalışması, patlatma çalışması, yürüme ve çeşitli diğer nedenlerdir. Gecikme sorumluluğu sistematik olarak yönetim grubu, teknik grup ve maden grubu arasında bölünmüştür.

Szymanski vd. (1989) Kanada Alberta Foothills’de bulunan Obed Mountain kömür ocağında yaptıkları çalışmalarında draglayn döngü süresi verilerini, sonraki benzetim modellerinde veri üretebilmek için istatistiksel analize tabi tutmuşlardır. Sahadaki iki kömür damarını ayıran 12,5 m’lik ara kesme, direk döküm yöntemi ile kazılmış ve izleme çalışmaları draglayn kabininde bulunan bir kişinin kronometraj yapması ile gerçekleştirilmiştir. Döngü; kazı, dolu dönüş, boşaltma, boş dönüş ve konumlandırma olmak üzere dört aşama olarak belirlenmiştir. İstatistiksel analiz sonuçları, modelleme işleminde Weibull ya da Lognormal dağılımlardan eşit başarı ile veri üretilebileceğini göstermiştir.

Aslan ve Ünsal (1992) Sivas Kangal Kalburçayırı Demir Export işletmesinde çalışan elektrikli ekskavatör ve draglayn performans etüdü incelemesini yapmışlardır. Bu çalışma kapsamında döngü süresi; kazı, dönme, boşaltma ve geri dönerek tekrar kazı başlangıcına kadar geçen süre olarak tanımlanmış ve draglayn performans ölçümü yapılmıştır. Değerlendirmede kullanılan işletme değişkenleri; kazıda geçen süre (başlangıç – bitiş), kazı zorluğu, kepçe dolma

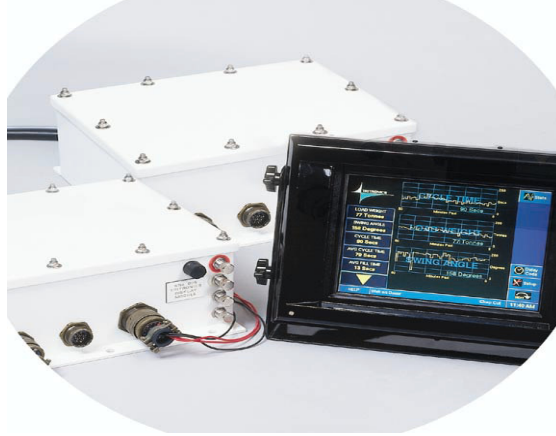
faktörü ve dönme açısıdır. Ayrıca toplam kazı süresi, ortalama kazı süresi, toplam kepçe döngüsü ve ortalama kepçe döngüsü kaydedilerek, draglayn verimi belirlenmiştir.

2.4.2 Draglayn otomasyon çalışmaları

Avustralya'daki ACARP kuruluşu tarafından finanse edilen ve CSIRO ile CMTE tarafından birlikte yürütülen bir projede Corke vd (1994) makine görüntüleme sistemlerini kullanarak otomatik draglayn kontrolü konusu üzerinde durmuşlardır. Projede tanımlanan görev, draglayn verimliliğini artırmak için kontrol algoritmaları ve alıngaç (sensor) teknolojisine dayalı makine görüntüleme sistemleri kullanarak döngü otomasyon sistemlerinin geliştirilmesi olmuş; dolu dönüş, boşaltma ve geri dönüş aşamalarına odaklanılmıştır.

Avustralya'da bulunan CMTE kuruluşu ve Tritronics şirketleri de draglayn verimliliğini geliştirme amacı ile draglayn döngü süresini otomatik olarak ölçebilen ve makinenin anlık çalışma durumunu operatöre yansıtabilen bir durum-ölçer (dutymetre) geliştirmiştir. Araç, veri değerlendirme ve operatör başarımları karşılaştırma konularında yardım sağlamaktadır. Sistem, BHP Billiton ve Mitsubishi Alliance şirketleri tarafından işletilen Saraji ocağındaki draglaynlara kurulmuş olup 18 operatör bu sistem ile izlenmektedir. Şekil 2.5'de Tritronics firmasına ait dutymetre sistemi görülmektedir (http://www.leica-geosystems.com/corporate/en/products/machine_automation/lgs_4947.htm).

Yine CMTE kuruluşu tarafından geliştirilen UDD (Evrensel kazı ve dökme), yeni bir kepçe donanım ve kontrol sistemidir. Uygulanmasına 2002 yılı Mart ayında Avustralya Peak Down ocağında başlanan UDD, draglayn bomunun altında bir noktaya yerleştirilen cihaz sayesinde draglayn kepçe kapasitesini güvenli olarak %10 kadar artırmakta ve döngü süresini %15 civarında kısaltmaktadır (<http://www.cmte.org.au/news/duty25-2-02.html>).



Şekil 2.5 Tritronics 9000 3 Seri Sistem Düzeneği

Aquila firması tarafından geliştirilen izleme sistemleri de operatör ve teknik yöneticilere tüm draglayn aktiviteleri hakkında bilgi verebilmektedir. Sistem sayesinde kepçe yükü ve konumu, makine başarımı, verimliliği, döngü süresi izlenebilmekte ve raporlanabilmektedir

(http://www.3d-p.com/pdfs/Aquila%20Dragline%201_29.pdf).

Avustralya'daki ACARP kuruluşu tarafından finanse edilen diğer bir projede, Tarong Firmasına ait Meandu Ocağında kullanılan bir Bucyrus-Erie 1370W yürüyen draglaynın döngü sistemi üzerinde otomasyon uygulamaları yapılmıştır (<http://www.acarp.com.au/Completed/abstracts/C5003abstract.htm>). Böylece;

- Çekme, kaldırma ve dönüş tahrikleri koordineli olarak bilgisayar tarafından kontrol edilebilmiş ve sistem, operatörün gösterdiği kazı ve döküm noktaları arasında otomatik olarak hareket edebilecek hale getirilmiştir.
- Kepçenin, operatör tarafından doldurulabilmesi için zemin üzerine konumlandırılabilmesi sağlanmıştır.
- Kazı ve dökme noktalarında dönüş hareketinin otomatik olarak durdurulabilmesi sağlanmıştır.
- Kepçenin boşaldığını belirlemek için kepçe kütlesi tartım sistemi geliştirilmiştir.
- 100'den fazla tamamen otomatik döngü gerçekleştirilmiştir.

- Sistem, belirli çalışma koşulları altında, insan operatörlerin başarımına erişebilmektedir.

Avusturalya merkezli ACIRL kuruluşuna bağlı ADPC tarafından üstlenilen bir projede draglayn izleme sistemleri tarafından kaydedilen verinin, başarım değerlendirmesi ve karşılaştırma yapabilecek formata çevrilmesi ile çeşitli işletme durumlarından (kanal kazısı, dilim kazısı, köprü oluşturma, tekrar kazı, vb.) yeterli miktarda verinin analiz edilmesi ile bireysel draglayn başarımı hakkında görece bilgi sağlanması ve nicel veri ile desteklenen verimlilik gelişimi artışı amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak büyük miktarda veriyi işleyebilecek bir paket program geliştirilmiş ve istenen yapıya dönüştürülen veri, bir ocaktaki draglaynların ya da örneklenen 16 draglaynın karşılaştırmalı analizinde kullanılmıştır. Analizler iki ana bölüme ayrılmıştır: Bireysel ve tüm draglaynların seçilen işletme değişkenlerinin ortalama değerleri ve bunların sıklık histogramları ile standart sapma değerlerinin çıkartılması. Bu değişkenler:

- Atıl bekleme süresi (takvim ve çalışılmayan zaman yüzdesi olarak)
- Kazı süresi (takvim zaman yüzdesi olarak)
- Yürüme süresi (takvim zaman yüzdesi olarak)
- Çalışma süresi (takvim zaman yüzdesi olarak)
- Döngü adedi (günlük)
- Kepçe verim oranı (yük/anma kapasitesi)
- Doldurma süresi (s)
- Tekrar geçiş adedi (toplam)
- Dolu dönüş süresi (s)
- Kaldırma bağımlı döngüler (tüm döngülerin yüzdesi olarak)
- Dönüş açısı (°)
- Boş dönüş süresi (s)
- Kepçe konumlandırma süresi (s)
- Döngü süresi (s)

Verimlilik ölçütleri ise

- Döngü adedi (Planlı çalışma saati başına)
- Üretim (t/ planlı çalışma saati/m³ anma kapasitesi)

Aşağıdaki değişkenlerin sıklık histogramları çizilmiş ve standart sapmaları hesaplanmıştır

- Yük (t)
- Doldurma süresi (s)
- Dolu dönüş süresi (s)
- Dönüş açısı (°)
- Boş dönüş süresi (s)
- Döngü süresi (s)

Draglaynlar verimlilik üzerinde etkisi olduğuna inanılan yukarıdaki değişkenlere sağladıkları veriler doğrultusunda sayısal olarak değerlendirilerek, sıralanmışlardır

(http://www.acarp.com.au/Completed/Open_Cut/briefs/oc/3001brief.html).

Avustralya merkezli ACARP kuruluşu tarafından desteklenen bir projede draglayn operatörü verimliliğini ve işletme emniyetini artıracak bir yordam geliştirilmesi amaçlanmıştır. En önemli işlemin, operatöre ilgili işlemler ve üretim verisinin gerçek zamanlı olarak sunulması olduğu belirlenmiştir. Bilgi besleme mekanizması iki ayrı tiptedir, bunlar:

- Operatör bölümü ön cam çevresine yerleştirilen analog çubuk diyagram modülleri gibi görsel bilgi aktarım cihazları
- Kepçe/makine üzerindeki yükü operatörün “hissetmesini” sağlayabilen çekme motoru ana anahtar kontrol çubuğu gibi operatör kontrol bölümündeki dokunsal araçlar

Görsel sistem sayesinde kaldırma hızları artırılmış ve dolayısıyla döngü süresi, ocak geometrisi ve koşullarına bağlı olarak 2 s – 6 s arasında kısalmıştır. Dokunsal sistem sayesinde ise draglayn mekanik yaşlanma ömrü uzatılmış ve izolatör bozulmalarına yol açan RMS sıcaklığı düşürülebildiğinden, çekme motoru ömrü uzatılmıştır. Endüstriyel bazda sağlanabildiği ifade edilen faydalar şunlardır:

(http://www.acarp.com.au/Completed/Open_Cut/briefs/oc/4004brief.html)

- Operatörlerin en yüksek becerilerinden faydalanarak draglayn verimliliğini geliştirmek

- Yeteri kadar deneyimi olmayan operatörler için üstün eğitim yordamları sağlamak
- Gerçek zamanlı işletsel veri besleyerek, personel ve makinenin güvenliğini artırmak

2.4.3 Bilgisayar destekli draglayn döngü analizi sistemleri

Güney Afrika'da faaliyet gösteren INGWE Kömür Şirketine ait Optimum ocağında kullanılan tek draglayn olan Marion 8200'e 2000 yılı haziran ayında bir draglayn operatör başarımlı görüntüleme (DOP) ünitesi kurulmuştur (<http://members.ozemail.com.au/~hwinkel/>). Tüm operatörler aynı prosedür ve teknikleri uygulayacağından bu izleme sistemi aracılığıyla operatör başarımlı yargılanabilmektedir. Sistem her operatörün kendisini yönetmesini ve denetlemesini sağlamakta, kötü çalışma uygulamaları ve tekniklerini tanımladığından, operatör verimliliğini artırmaktadır.

Sistem, çalışma ile ilgili bilgileri operatöre, saha mühendisi ve başmühendisler için anlık olarak iletebilmektedir. Operatör son döngü ile ilgili tüm veriyi görebilmekte, tüm ortalamaları, saatlik kazıyı (tonaj veya hacim olarak) ve döngü adedini izleyebilmektedir (Şekil 2.6). Draglayn kazı planları programlanabilmekte ve draglayn kazı konumları belirlenebilmektedir (Çizelge 2.2). Sistem, draglayna gelebilecek hasarlara karşı da operatörü uyarabilmektedir.



Şekil 2.6 DOP görüntüleyicisi

Çizelge 2.2 DOP sisteminde kazı planı ve draglayn konumları

Güney H48 kazı bloğu 3 kanal geçişi	Konum 1	Konum 2	Konum 3	Konum 4	Konum 5	Toplam
Blok hacmi (BCM)	6300	7350	7560	7038	2940	31188
Kepçe hacmi (BCM)	42	42	42	42	42	
Döngü adedi	150	175	180	167	70	
Ort. döngü süresi (s)	45	48	50	53	57	
Saatlik döngü adedi	80	75	72	68	63	
Blok kazı süresi (saat)	1,8	2,3	2,5	2,45	1,11	10,16

Bu kısımda bir kısım ticari draglayn görüntüleme sistemlerinin aslında operatörleri kötü uygulamalara teşvik edebileceğine ve iyi operatörlerin kötüleşebileceğine dair kaygılarla ilgili bir görüşe yer verilmiştir. İyi operatörler, yavaş çalışıp draglaynı yormadıklarından nicel değerlendirme yapan görüntüleme sistemleri tarafından “cezalandırılmakta”, sistemle “oynayan” operatörler ise aslında gerçek üretimi düşürüp, mükerrer kazıyı “patlatmaktadır”. Bazı draglayn görüntüleme sistemleri şunları yapabilmektedir (<http://members.ozemail.com.au/~hwinkel/dop.htm>):

- Draglayna “tight-line” yaptıran operatörlerin ödüllendirilmesi (sistem, operatörlerin gerçekte olduğundan daha fazla üretim yaptığını dair kandırılmaktadır)
- Draglaynı sert ve kaba şekilde kullanan operatör ödüllendirilmektedir (aynı sürede daha fazla döngü yaptığı için)
- Draglaynı bloğun en kolay kazılacak kısmında konumlandırıp, sonraki vardiya büyük temizlik işi bırakılmaktadır
- Yapılan döngü sayısını artırmak için kısa ve verimsiz dönüşler yapılmaktadır

Ancak aşağıdaki seçeneklerin takip edilmesinin doğru olacağı önerilmektedir:

- Draglaynı yormadan kullanan operatörler
- Araçta hasar oluşturabilen uygulamalardan vazgeçilmesi
- Doğru draglayn konumlamasının teşvik edilmesi

DOP sisteminin aşağıda listelenen yanlış uygulamaların gerçekte kaç kez yapıldığını kayıt ettiği bildirilmektedir:

- Çekme halatı durması: 4 s'den uzun duruşlar izlenmekte ve kaydedilmektedir
- Kaldırma halatı aşırı yüklenmesi: İzlenip, kaydedilmektedir
- Gevşek kaldırma halatı: Halat tamburunda üst üste sarılmanın engellenmesi için tamburda gevşek halat varlığı izlenip, kaydedilmektedir
- Gevşek çekme halatı: Halat tamburunda üst üste sarılmanın engellenmesi için tamburda gevşek halat varlığı izlenip, kaydedilmektedir
- “Tight lining”: Normal çalışma sırasında kepçenin izlediği yörünge izlenip, kaydedilmektedir
- Önceden gerilen halat eğrisi: Dolu kepçe bu yörüneyi takip ettiğinde izlenip, kaydedilmektedir. “Tight lining” işlemi kaldırma halatı hızını azaltmaktadır
- Sağa/sola aşırı dönüş: Kazı ya da boşaltma sırasında bom noktası yatma açısını izleyerek, dönüş esnasında kepçenin aşırı oranda ileri savrulması ya da geri kalması kaydedilmektedir
- Dönüş sırasında döküm: Kepçe konumunun, boşaltma sırasında kazı-döküm yarıçapından aşırı ayrılması izlenmekte ve kaydedilmektedir
- Draglayn yataylığı: %7,5'tan yüksek eğimlerde yürüme ve çalışma durumu izlenmekte ve kaydedilmektedir
- Bom gerilmesi: Kepçeden kaldırma halatı aracılığıyla boma iletilen aşırı şoklar izlenmekte ve kaydedilmektedir
- Kontrol çubuğuyla “mücadele”: Çubuğun aşırı kontrol hareketleri izlenmekte ve kaydedilmektedir
- Çekme halatı hasarları (yapım aşamasında): Operatörün halatı kayalıklardan çekişi izlenmekte ve kaydedilmektedir
- Spreader bar'ın kepçe üzerine düşürülmesi (yapım aşamasında)
- Boşaltma sonrası çekme halatlarının birbirine çarpması (yapım aşamasında)
- Kaldırma halatlarının makaralardan kaçması (yapım aşamasında)

Bu işlemlerle ilgili hazırlanan takip işlemleri, Çizelge 2.3'te verilmektedir (<http://members.ozemail.com.au/~hwinkel/dop.htm>):

Tritronics 9000 Series 3 draglayn görüntüleme sistemi (Şekil 2.7) ile taşınan malzeme kütlesi ve hacmi ile ekipman gecikme bilgileri hakkında detaylı bilgi alınabilmektedir. Halen dünyadaki en gelişmiş ve yaygın draglayn izleme olup 90 üzerinde draglaynda kullanılmaktadır. Draglayn izleme sisteminin üç temel amacı (<http://www.tbirdpac.com/dragline/dragline9000.htm>):

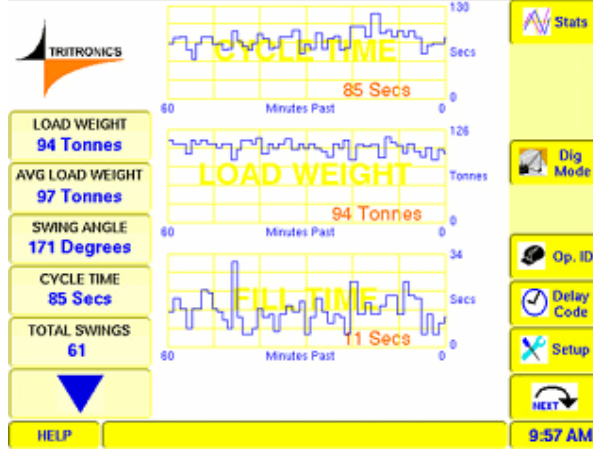
1. Verimliliği artırmak ve maliyetleri azaltmak.
2. Özel projelerin başarılarının ölçümü
3. Çalışma vasıflarının geliştirilmesi

olarak belirlenmiştir. Sistem, bütünleşik küresel konum belirleme (GPS) aygıtı aracılığıyla her kepçenin nereden doldurulduğunu ve kazı motorunun yaptığı iş aracılığıyla da kazılabilirliği ölçebilmektedir. Bu bilgi uygulanan patlatma tekniğinin etkinliğini görsel olarak sergileyebilmektedir. Sistem kullanıcıya aşağıdaki bilgileri sağlayabilmektedir:

1. Her kepçedeki malzeme kütlesi ($\pm\%4$ doğrulukla)
2. Her kepçedeki malzeme hacmi
3. Döngü süresi ve her döngü bileşeni süresi (kepçe çekme işlemine hazırlık [konumlandırma], çekerek doldurma, dolu dönüş, kepçe boşaltma ve boş dönüş)
4. Yürüme süresi ve atılan toplam adım
5. Anahtar başarımlar göstergeleri (patent aşamasında)
6. Detaylı gecikme bilgileri
7. Her kepçe için kazı yöntemi
8. Kazı derinliği ve dökme yüksekliği
9. Bom aşırı yüklenme uyarısı (aşırı kepçe yük)
10. Ocağın eposta sistemi üzerinden mesajlaşabilme
11. GPS ile birlikte kullanıldığında, her kepçenin kazılabilirliği

Çizelge 2.3 DOP sisteminde draglayn başarımlar takip işlemleri

Beceri	Yapabiliyor	Yapamıyor	Öneriler		
Doğru sinyal prosedürü kullanımı					
Birim sürede 2 adım yürüme					
Halatın zemine sürtünmesini engelleme					
Fazla dönüşten kaçınma					
Spreader-bar'ı düşürmeden kaçınma					
"Tight-line" dan kaçınma					
Kepçe savurmadan kaçınma					
Kepçeyi ileri atmadan kaçınma					
Dönüş sırasında döküşten kaçınma					
Dönüşten sonra kepçenin toparlanması					
Sistematik kazı paterni kullanımı					
45°'lik kazı aynasının korunması					
Randımanlı dönüş açısı korunması					
Kazı planının kavranması ve uygulanması					
Dozer Çalışması					
Şevde dozerle pasa öteleme					
Harman düzenleme					
Kömür üzeri temizleme					
Sonraki draglayn konumunu hazırlama					
Operatör Başarımlar Görüntüleyicisi		Yanlış çalışma tekniği		Hata	
Ort. kepçe yükü		Çekme halatında yavaşlama			
Ort. döngü süresi (s)		Kaldırma halatı aşırı yükleme			
Ort. kazı süresi (s)		Kaldırma halatı gevşek			
Ort. dönüş açısı (°)		Çekme halatı gevşek			
Ort. kazı derinliği (m)		"Tight-line" oluşması			
Ort. dökme yüksekliği (m)		Önceden gerilen halat eğrisi			
Ort. dekapaj (m ³ /kazı süresi)		Sola fazla dönüş			
Çalışma Gecikmeleri	Süre	Sağa fazla dönüş			
Vardiya değişimi / kepçe kontrolü		Dönüş sırasında döküm			
Kepçe bakımı/muayene		Draglayn yatay değil			
Dozer bekleme		Bomda gerilme var			
Güç kablosu değişimi bekleme		Puantaj	Mükemmel	Çok iyi	İyi
Beklenmeyen gecikmeler			<input type="checkbox"/>		
Operatör					
Makinede kalma süresi yetersiz	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Değerlendiren imzası		
Koordinasyon düzeyi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Konsantrasyon düzeyi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Operatör imzası		
Tutumunda değişme	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			



Şekil 2.7 Tritronics 9000 Series 3 draglajn görüntüleme sistemi

Görüntüleyici sistem tarafından beslenen bilgilerin doğruluğu, kazı operasyonu başlamadan önce yapılması gereken bir dizi kalibrasyon işlemine bağlıdır. Bunlar:

- Kepçe kalibrasyonu: taşınan kütleyi hesaplamak için kepçe boş ve cidarlarına yapışık pasa bulunmamalıdır. Kepçe modeli, kütlesi, hacmi, ataşman (rigging) kütlesi, çekme ve kaldırma halat bağlantı uzunlukları girilmelidir.
- Halat kalibrasyonu: Kepçe, uzaklığı bilinen bir noktaya konumlandırılmakta ve halat (çekme ve kaldırma) boyları görüntüleme sistemine girilmektedir.
- Dönüş kalibrasyonu: Draglajn 180° dönüş yapabilecek şekilde konumlandırılmaktadır. “Kalibrasyona başla” komutundan sonra yavaşça bir yöne dönülmektedir. 180°'lik dönüş tamamlandığında görüntüleme sistemi, bir uyarı sesi aracılığıyla işlemi bitirmektedir.
- Kepçe derinlik kalibrasyonu: Kepçe, bomun yaklaşık yarı mesafesinde, tabla seviyesinde, çekme ve kaldırma halatları olabildiği kadar gergin şekilde zemine konumlandırılmaktadır. “0 derinlik” komutu verildiğinde, kalibrasyon tamamlanmaktadır.
- Kütle kalibrasyonu: kaldırma, harekette duraklama (stall) ve dönüş olmak üzere üç başlık altında yapılmaktadır.

Draglayn izleme sistemleri ile ilgili çalışmalara güzel bir örnek Avustralya’da bulunan Matilda ocağında kullanılan draglaynların verimlilik raporlarıdır (http://www.minvu.com/pdf/Daily_Dragline_Summary.pdf). Günlük draglayn döngülerine ait veri, görüntüleme sistemlerinden alındıktan sonra işlenmekte, görsel olarak sunulmakta ve istatistiksel olarak değerlendirilmektedir. Tipik bir günlük üretim verisi Çizelge 2.4’de, detaylı gecikme takip tablosu ise Çizelge 2.5’de verilmektedir. Vardiya bazında dekapaj, döngü sayısı, çalışılan süre, ortalama dönüş açısı, ortalama döngü süresi, ortalama kazı süresi ve ortalama kepçe yükü verilmektedir.

Çizelge 2.4 Draglayn günlük üretim izleme örneği

Vardiya	Gündüz	Akşam	Gece	Toplam
Tonaj (t)	16312	14024	13510	43845
Toplam döngü adedi	485	396	416	1,297
Çalışma süresi (saat)	7,5	7,8	7,4	22,7
Ort. dönüş açısı (°)	65	89	91	-
Ort. kazı süresi (saat)	15	16	14	-
Ort. kepçe yükü (t)	34	35	32	34

Çizelge 2.5 Matilda Ocağı’nda kullanılan draglaynların gecikme izleme örneği

Draglayn 01	Olay kodu	Tanım	Süre (Saat)	Başlama zamanı
Mekanik bakım	100	Mekanik arıza	0,21	09:23:50
Mekanik bakım	130	Normal arıza	0,12	13:22:12
Atıl	46	Operatör yok	0,06	08:39:45
Çalışma gecikmesi	30	Yer değiştirme	0,34	21:07:17
Çalışma gecikmesi	30	Yer değiştirme	0,15	15:08:50
Çalışma gecikmesi	30	Yer değiştirme	0,13	14:40:00
Çalışma gecikmesi	34	Diğer ekipmanı bekleme	0,12	15:01:51
Çalışma gecikmesi	34	Diğer ekipmanı bekleme	0,10	14:48:05
Elektriksel bakım	200	Elektrik arızası	0,34	02:00:41
Çalışma gecikmesi	30	Yer değiştirme	0,32	03:26:27
Çalışma gecikmesi	36	Yağlama	0,25	22:42:11

Siemens AG ve Bucyrus International firmaları tarafından geliştirilen MİDAS sistemi de draglayn ve elektrikli ekskavatör gibi kazıcı/yükleyici araçlarla ilgili ölçülebilen önemli tüm değişkenlerin başarımını izleyebilmektedir. Üretim bilgileri olan döngü süreleri, güç tüketimi, yapılan dekapaj gibi değerler günlük olarak kaydedilmektedir. Ayrıca sistem, aracın bakım programını önceden

düzenleyebilmektedir

(http://www.industry.siemens.com/cis/EN/solution_services/pma_detail.htm?id=706&family=SIMINE&PIdent=1001&SIident=1064).

TKİ'na bağılı yerüstü kömür ocaklarında kullanılan draglaynlar da manuel yöntemle izlenmektedir. Bu amaçla bir izleme çizelgesi hazırlanmış olup, günlük bazda operatörler tarafından doldurulmaktadır. Çizelge 2.6'da örnek bir form görülmektedir.

Çizelge 2.6 TKİ-YLİ ocaklarında kullanılan draglayn izleme formu

Makine no:

Elektrik usta:

Operatör:

Çalışma saati:

Tarih:

Mekanik usta:

Kablocu:

Kazı cinsi:

Vardiya:

Yağcı:

Dozer operatörü:

Kepçe sayısı:

SAAT	1						2						6						7						8						TOPLAM			
DAKİKA	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60				
İŞLETME	Kılavuz kazısı																																	
	Dilim kazısı																																	
	Tekrar kazı																																	
	Üst kazı																																	
	Yürüyüş																																	
	Zemin tesviyesi																																	
	Kablo çekimi																																	
	Ara dinlenme																																	
	Bakım																																	
	Delme-patlatma																																	
MEKANİK	Kömür kazısı																																	
	Diğer																																	
	Kepçe																																	
	Halatlar																																	
	Yağlama sistemi																																	
	Kaldırma sistemi																																	
	Çekme sistemi																																	
	Dönüş sistemi																																	
	Yürüyüş sistemi																																	
	Bom																																	
ELEKTRİK	Kaynak işleri																																	
	Diğer																																	
	Kaldırma sistemi																																	
	Çekme sistemi																																	
	Dönüş sistemi																																	
	Yürüyüş sistemi																																	
	M-G seti																																	
	Enerji kablo																																	
	Trafo																																	
	Diğer																																	
DİĞER	Enerji kesintisi																																	
	Hava muhalefeti																																	
	Rezerve																																	
	İş kazası																																	

3 DRAGLAYN DÖNGÜ SÜRESİ İZLEME ÇALIŞMALARI

3.1 Ocak ve İzlenen Draglayn Hakkında Genel Bilgiler

Demir Export kömür işletme sahası, Sivas İline bağlı Kangal İlçesinin sınırları içinde bulunmakta olup ilçe merkezinin güneyinde 32 km uzaklıkta yer almaktadır. Kangal; Sivas–Divriği, Sivas–Gürün ve Sivas–Malatya karayolları üzerindedir ve Malatya’ya 154 km, Sivas’a 80 km, Divriği’ye 86 km, Gürün’e 77 km uzaklıktadır.

Kömür işletme sahası 1450–1690 m arasında değişen yüksekliklere sahiptir. Neojen havza yüksek plato görünümünde olup, güney tarafı kuzeye göre erozyon nedeniyle daha engebeli durumdadır. Sahadaki en büyük dere kuzeyde Kazıklı, güneyde Balıkan ismini almaktadır. Yüksekliklerden oluşan bir çok küçük dere, işletmedeki çalışma koşullarını olumsuz yönde etkilemektedir.

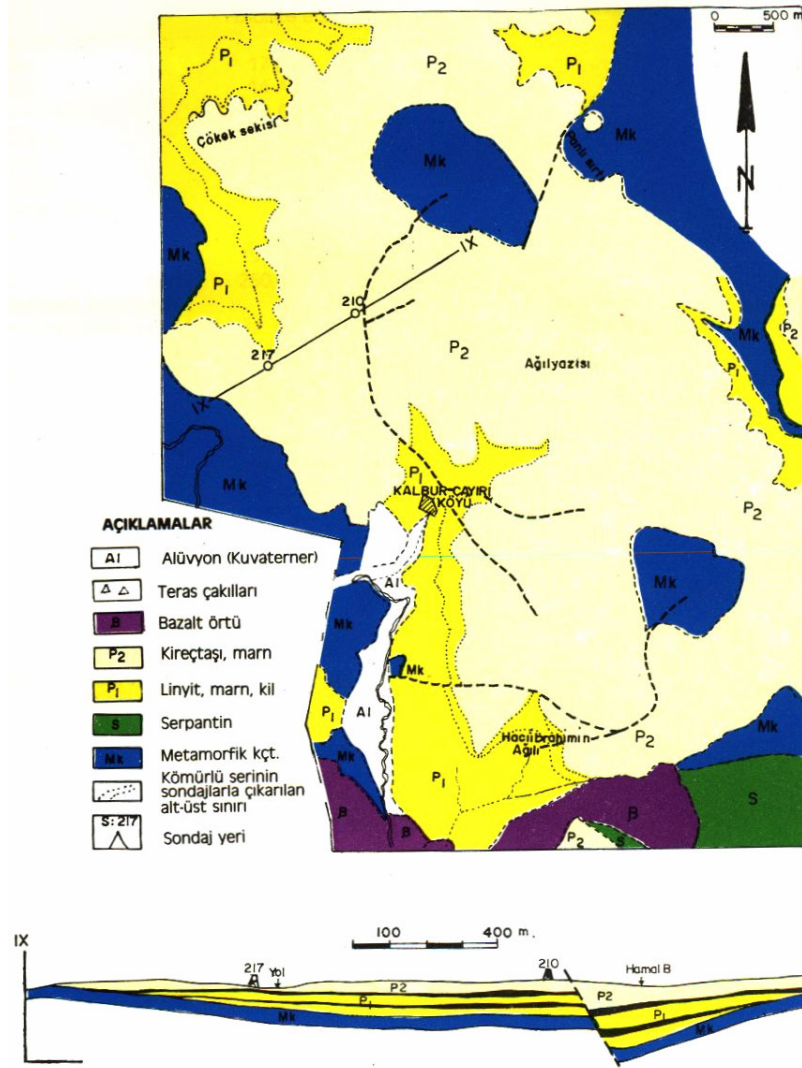
Kömür damarlarının bulunduğu formasyon yatay ve yataya yakın (8-9°) tabakalaşma göstermektedir. Kömür tabakası alt ve üst damar olmak üzere iki kısımdan oluşur. Kazılması kolaydır ve patlatma gerektirmemektedir. Sahadaki kömür damarlarına dair kalınlık ve derinlik bilgileri Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2’de, kömür damarları istifi ile jeolojik yapı Şekil 3.1’de sunulmaktadır.

Çizelge 3.1 Kömür kalınlıkları (MTA, 1993)

Kömür kalınlıkları	Üst damar	Ara kesme	Alt damar
En küçük kalınlık	0,90 m	3,00 m	1,25 m
En büyük kalınlık	16,05 m	26,00 m	17,40 m
Ortalama kalınlık	10,00 m	15,00 m	9,00 m

Çizelge 3.2 Kömür derinlikleri ve rezerv durumu (MTA, 1993)

Durum	Kömür derinliği
En küçük derinlik	Mostra
En büyük derinlik	100,00 m
Ortalama derinlik	35,00 m
Görünür rezerv	142.700.000 ton
İşletilebilir rezerv	126.000.000 ton



Şekil 3.1 Kangal-Kalburçayırı jeolojik haritası ve kesit görüntüsü (MTA, 1993)

İşletmede çıkartılan kömür temel olarak koyu kahverengi ve mat bir renktedir. Kuruduktan sonra siyahımsı-kahve rengine dönüşmekte ve çatlaklar içermektedir. Makroskopik olarak tabakalaşma görülmemektedir. Yabancı maddeler; fosil kavrakları ile kil mercekleridir. Kömür analiz sonuçları, Çizelge 3.3’de verilmektedir.

Pasa ve kömür kazısında kullanılan draglayn MARION 8050-36 modeli olup boyutları ve motor güçleri Çizelge 3.4’te sunulmuştur.

Çizelge 3.3 Kömür analiz sonuçları (MTA, 1993)

Analiz	Kömürde
Kalori	1331 (kCal/kg)
Kül oranı	%21,52
Nem Oranı	%47,86
Kükürt (S)	%1,04

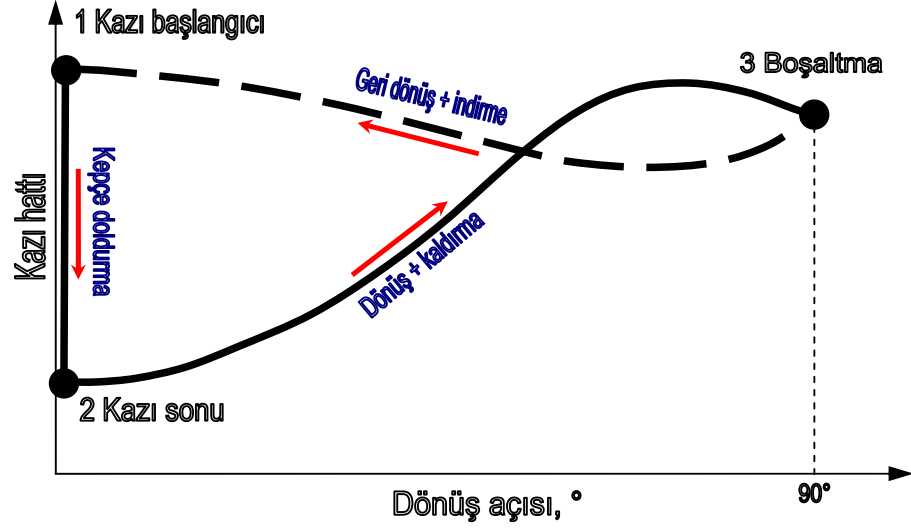
Çizelge 3.4 Draglayn boyutları ve motor güçleri (Erdem, 2005)

BOYUTLAR	Bom uzunluğu	99 m
	Bom açısı	35,5°
	Çalışma yarıçapı	88 m
	Dökme yüksekliği	42 m
	Kazı derinliği	49 m
	Tabla dış çapı	18 m
	Ayak genişliği (dıştan dışa)	3,35 m
	Arka kısım genişliği	20,52 m
	Makine genişliği	27,43 m
	Yerden yüksekliği	54 m
	Ağırlık merkezi mesafesi	20,12 m
	Döner şasenin zeminden yüksekliği	2,64 m
	Tur süresi (tipik)	62 s
	Çekme ve kaldırma halat çapı	83 mm
	Çalışma anında zemin basıncı (statik)	0,135 MPa
	Adım boyu	2 m
	Adım atma süresi	60 s
	Yürüme hızı	120 m/saat
	Yürüme anında zemin basıncı (statik)	0,196 MPa
	Kepçe kütlesi	35 t
Kepçe hacmi	50 m ³	
Toplam kütlesi	3500 t	
GÜÇLER	Kaldırma motorları (475 V) 4@1045 HP	4180 HP
	Çekme motorları (475 V) 4@1045 HP	4180 HP
	Dönüş motorları (475 V) 4@640 HP	2560 HP
	Yürüyüş motorları (475 V) 2@800 HP	1600 HP
	M-G seti toplam gücü	5000 HP
	Soft start çalıştırma	350 A
	Doğrudan çalıştırma	1200 A
	Makinenin gücü	5,67 MVA

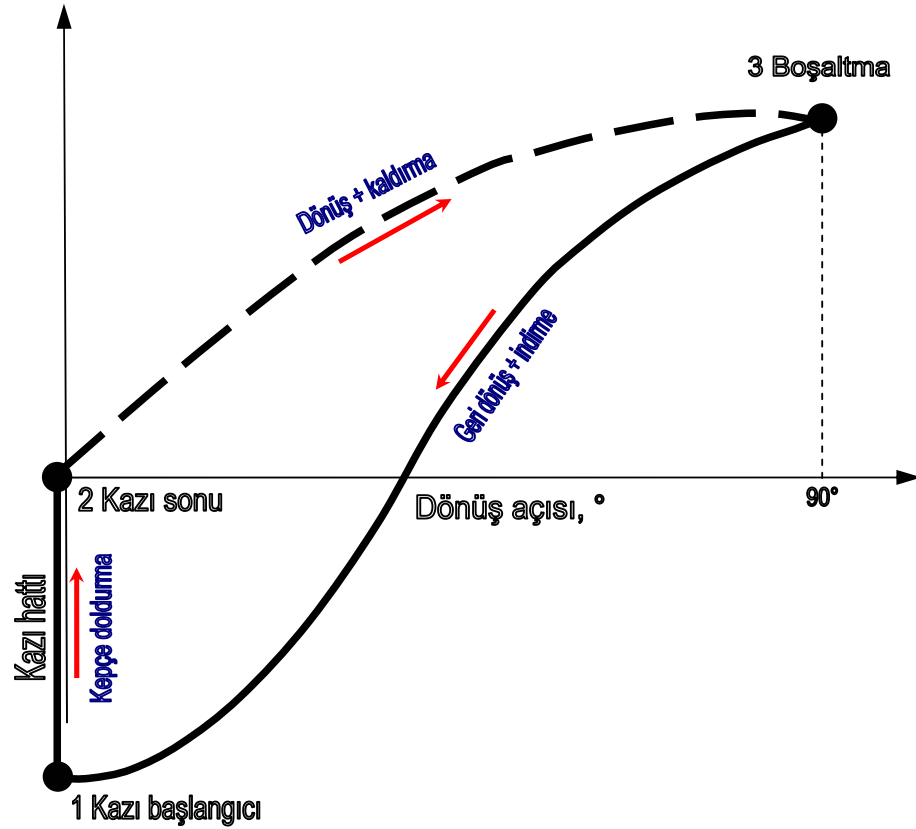
3.2 Draglayn Döngüsü Hakkında Genel Bilgiler

Bir döngü hareketinin yatay düzlemdeki aşamaları Şekil 3.2’de, düşey düzlemdeki aşamaları ise Şekil 3.3’de gösterilmiştir. Buna göre; kepe 1 noktasında doldurulmakta ve çekme halatı ile kazı-dolma işlemi 2 noktasında tamamlanmaktadır. Üst yapı ~90° dönerek 3 noktasında malzemeyi

boşaltmakta ve tekrar geriye doğru $\sim 90^\circ$ dönerek 1 durumuna dönerek bir döngüyü tamamlamaktadır (Parlak, 1993).



Şekil 3.2 Draglayn döngüsünün yatay düzlem üzerindeki izdüşümü (Parlak, 1993)



Şekil 3.3 Draglayn döngüsünün düşey düzlem üzerindeki izdüşümü (Parlak, 1993)

3.3 Draglayn Döngüsü İzleme Çalışmaları

3.3.1 Veri alma zamanlaması

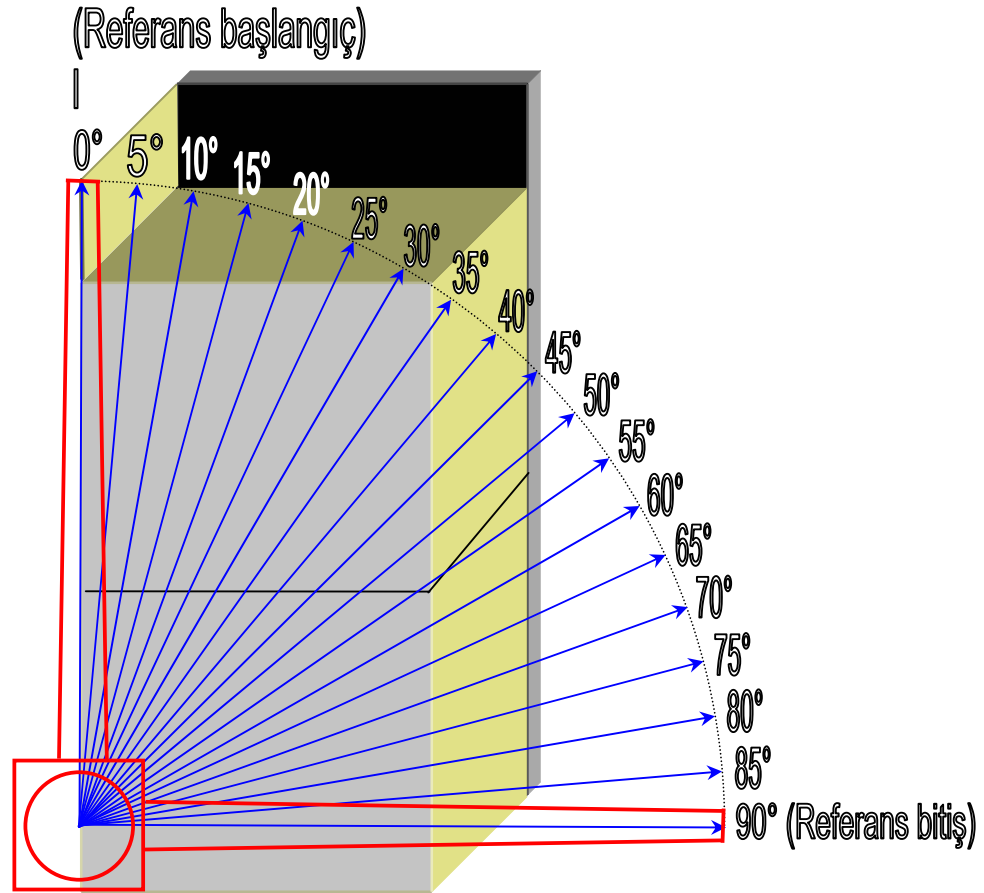
İzleme çalışmaları Temmuz 2005 ve Ekim 2005 ayları arasında gerçekleştirilmiştir. Ancak gerek planlı bakım işlemleri gerekse EÜAŞ Kangal Termik Santrali'nin düşük kömür talebi dolayısıyla draglayn çalışması, çok sayıda ve süresi bir haftaya kadar uzayan kesintilere maruz kalmıştır. İzleme sırasında draglayn, ocağın doğu kesiminde ve havzanın kenarlarında kalan bir bölgede alt damar üzerindeki arakesmeyi doğrudan yana döküm yöntemi ile kaldırmaktaydı. İzleme çalışmaları aşağıdaki tarihlerde gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.5):

Çizelge 3.5 İzleme çalışmaları yapılan tarihler

Çalışma	Tarih	Vardiya
Kılavuz kazısı	22.08.2005	Gündüz
Kömür kazısı	22.08.2005	Gündüz
Tekrar kazı	23.08.2005	Gündüz
Dilim kazısı	24.08.2005	Gündüz
Dilim kazısı	26.08.2005	Gündüz
Dilim kazısı	27.08.2005	Gündüz
Dilim kazısı	29.08.2005	Gündüz
Kömür kazısı	29.08.2005	Gündüz
Dilim kazısı	10.09.2005	Gündüz
Dilim kazısı	11.09.2005	Gündüz
Kömür kazısı	11.09.2005	Gündüz
Dilim kazısı	12.09.2005	Gündüz
Dilim kazısı	13.09.2005	Gündüz
Kömür kazısı	13.09.2005	Gündüz
Kılavuz kazısı	14.09.2005	Gündüz
Kılavuz kazısı	15.09.2005	Gündüz
Dilim kazısı	17.09.2005	Gündüz
Kömür kazısı	19.09.2005	Gündüz
Dilim kazısı	20.09.2005	Gündüz
Kömür kazısı	20.09.2005	Gündüz
Dilim kazısı	21.09.2005	Gündüz
Kömür kazısı	22.09.2005	Gündüz
Kömür kazısı	23.09.2005	Gündüz

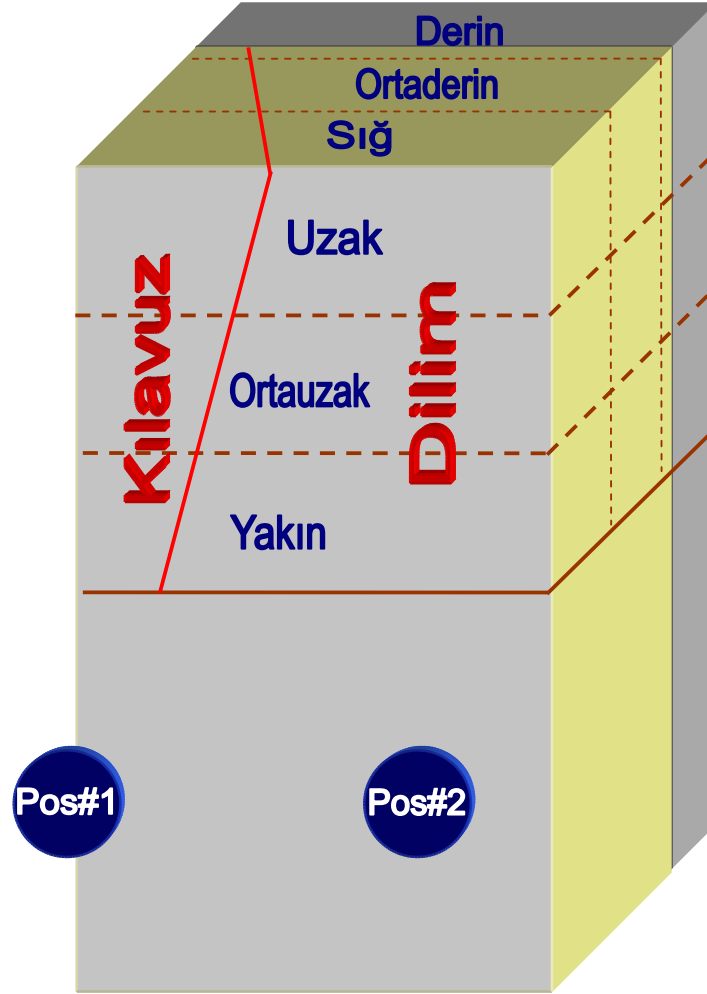
3.3.2 Veri alma/işleme yöntemi

Draglayn otomatik bir döngü izleme sistemi ile teçhiz edilmediğinden ölçümler, operatör kabininde ve 10 lap fonksiyonlu bir kronometre kullanılarak yapılmıştır. Draglayn döngü açıları 5 derecelik hassasiyetler ile ölçülmüştür. Bunun için draglayn bomunun izlediği yay parçası beş derecelik merkez açı parçalarına bölünmüştür. Başlangıç ve bitiş değerlerinin kaydedilmesi ile, toplam dönüş açısına ulaşılmıştır (Şekil 3.4). Kepçe doldurma işlemi sırasında kepçe batma noktasının kazıda geçen süreye etkisinin incelenmesi için diğer bir yöntem uygulanmıştır. Set, yatay düzlemde yakın, orta-uzak ve uzak, düşey düzlem ise sığ, orta-derin ve derin olmak üzere üçer bölgeye ayrılmıştır (Şekil 3.5). Yöntem draglayn ve dilim boyutlarını görece olarak temsil etmektedir.



Şekil 3.4 Draglayn dönüş yayının 5 derecelik bölümlenme mantığı

Çizelge 3.6’da verilen formlara kaydedilen döngü verileri, ham ve parametrik bazda gruplandırılarak, en büyük değer, en küçük değer, ortalama ve standart sapma gibi temel istatistikleri elde edilmiştir.



Şekil 3.5 Kazılan setin yatay ve düşey düzlemler ile bölünme mantığı

3.3.3 Draglayn döngü süresi bileşenleri

Draglayn döngü süresini izlemenin güçlüklerinden birisi, ardışık evrelerin ayırt edilememesinden kaynaklanmaktadır. Örneğin dolu dönüş ve kepçe boşaltma ile boş dönüş ve konumlandırma işlemleri aynı tek operasyonun kısımları gibi görünmektedir. Çözüme, operatörün yakından takip edilmesi ile ulaşılmıştır. Operatör, herhangi iki bileşenin sınırında çekme (drag) ve kaldırma (hoist) çubukları ile dönüş pedallarını daha bariz ve keskin olarak kullanmaktadır.

Ancak draglaynın operatörün komutlarına tepkisi birkaç saniye alabildiğinden, kepçenin hareketleri de sürekli olarak izlenmiştir. Yukarıdaki metodolojiye göre kepçe doldurma fazı kepçenin draglayn göbeğine doğru çekilme anında başlamaktadır. Dolu dönüş fazı kepçenin zeminden havalanması ile başlamaktadır. Boşaltma aşaması kepçe ağzının aşağıya eğilmesi ve malzemenin dökülmeye başlaması ile belirlenmektedir. Boş dönüş kepeçenin havadaki anlık hareketsizliğinden sonra kazı aynasına doğru ivmelenmeye başlaması ile geçilmektedir. Son olarak operatör kepeçeyi, bir sonraki kazı için uygun bir yere konumlandırmaya çalışmaktadır. Bu an kepeçe konumlandırmanın başlangıcıdır. Ancak bu anda bom halen geri dönüş hareketine devam ediyor olabilir.

Bu nedenlerden ötürü draglayn döngü süresi; kepeçe doldurma, dolu dönüş, kepeçe boşaltma, boş dönüş ve kepeçe konumlandırma bileşenlerine ayrılmış ve harcanan süreler tamamen kepeçe izlenerek belirlenmiştir.

3.4 Kepçe Doldurma Süresi Analizi

3.4.1 Giriş

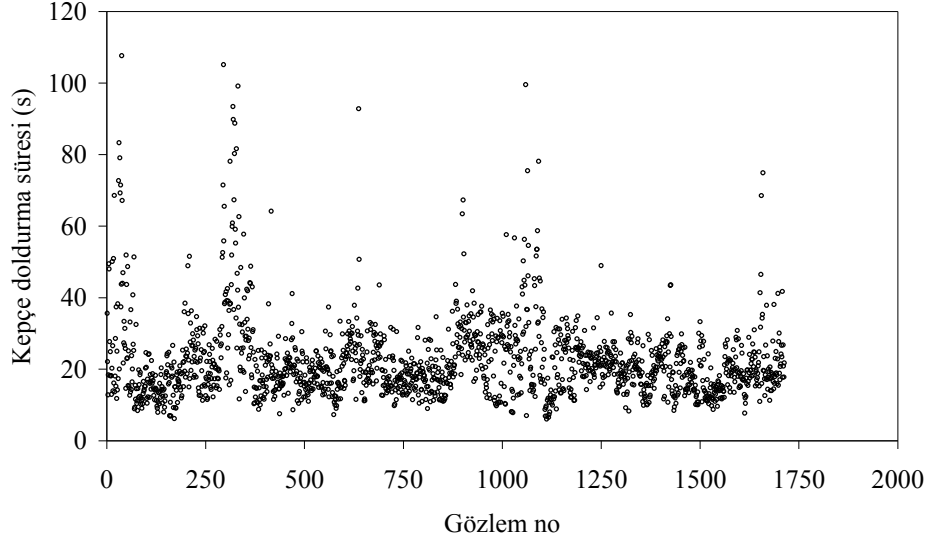
İzlenen 2000 döngü arasından 1713 adedi istatistiksel inceleme aşamasına alınmış olup toplam 287 veri, döngünün tamamlanamaması ya da belirli bir bileşen için normal sınırlar dışında süre harcanması gibi nedenlerden ötürü elenmiştir.

Kepeçe doldurma işleminin; çalışma tipi, kazı güçlüğü, operatör becerisi ve kepeçe batma noktası konumu gibi parametrelerin etkisi altında olduğu düşünüldüğünden analizler, parametrik olarak gerçekleştirilmiştir.

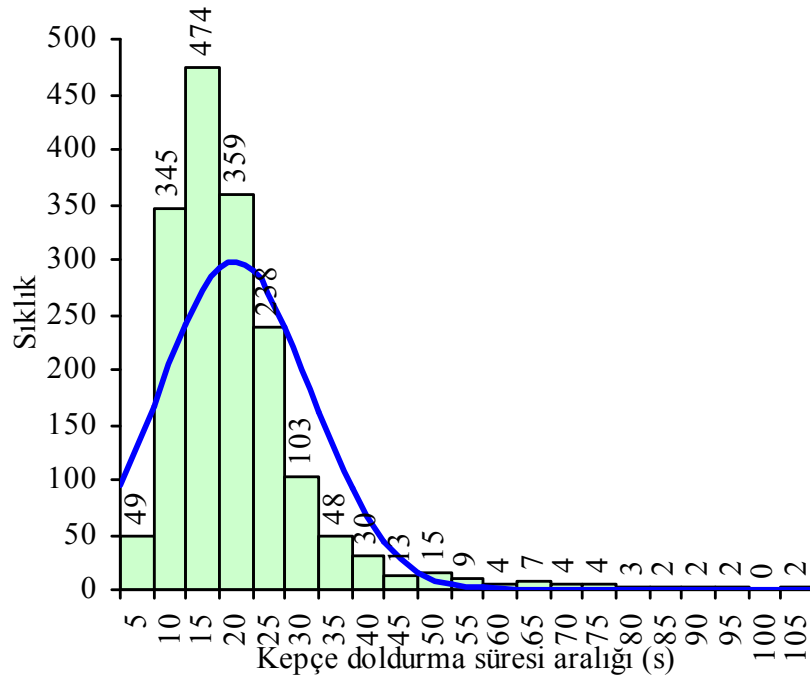
3.4.2 Genel değerlendirme

Tüm ham veri Şekil 3.6a'da sunulmuştur. Görüleceği üzere ortalama olarak 20 s etrafında kümelenen kepeçe doldurma süreleri 100 s'den daha yükseğe

uzayabilmektedir. Bunun gözlemlenen nedenlerinden bu bölümün sonunda bahsedilecektir. Normal dağılıma uygun olan verinin sıklık diyagramı ise Şekil 3.6b’de görülmektedir.



Şekil 3.6a Tüm ham kepçe doldurma verisi



Şekil 3.6b Tüm ham kepçe doldurma verisi sıklık diyagramı

Çizelge 3.6 Draglayn döngü süresi izleme formu

Çalışma :

Malzeme :

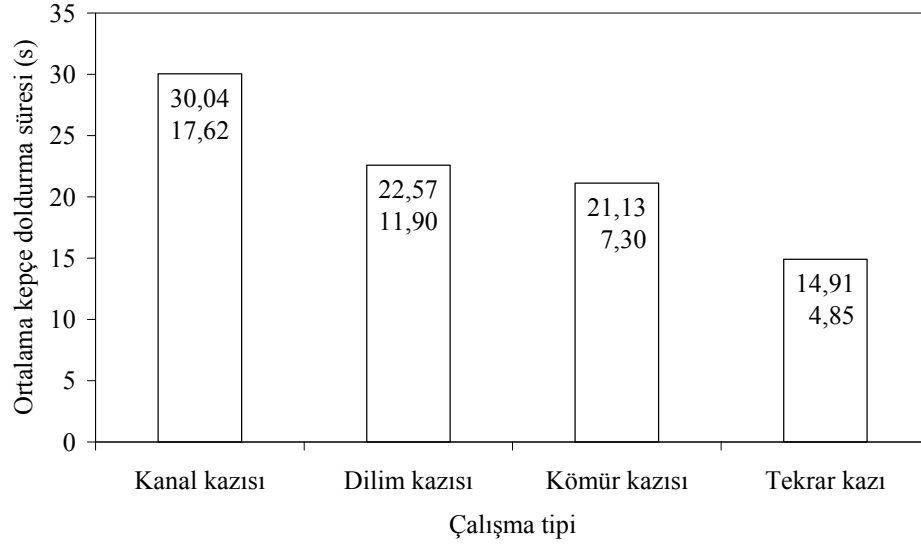
Tarih :

Vardiya :

Doldurma (s)	Kazı				Dolu dönüş				Kepçe Boşaltma (s)	Boş dönüş				Kepçe		Döngü Süresi (s)	Operatör
	Derinliği	Yakınlığı	Zorluğu	Durum	Süre (s)	Normalize Süre (s)	Açı (°)	Durum		Süre (s)	Normalize Süre (s)	Açı (°)	Durum	Konum. (s)	Durum		
35,61	Ortaderin	Yakın	Zor		15,87	0,23	70	Dönüşebağımlı	5,47	17,28	0,25	70	Dönüşebağımlı	3,35		77,58	a
22,12	Ortaderin	Yakın	Ortazor		15,13	0,25	60	Dönüşebağımlı	5,15	15,60	0,26	60	Dönüşebağımlı	6,29		64,29	a
12,83	Ortaderin	Yakın	Kolay		17,24	0,29	60	Dönüşebağımlı	6,31	16,75	0,28	60	Dönüşebağımlı	3,06		56,19	a
18,45	Ortaderin	Yakın	Kolay		17,51	0,29	60	Dönüşebağımlı	5,06	19,81	0,40	50	Dönüşebağımlı	4,82		65,65	a
49,48	Ortaderin	Yakın	Ortazor		17,44	0,27	65	Dönüşebağımlı	5,72	17,40	0,29	60	Dönüşebağımlı	2,50		92,54	a
48,04	Ortaderin	Yakın	Kolay		17,19	0,31	55	Dönüşebağımlı	5,81	15,94	0,27	60	Dönüşebağımlı	2,20		89,18	a
27,71	Ortaderin	Yakın	Ortazor		17,50	0,29	60	Dönüşebağımlı	6,44	18,96	0,32	60	Dönüşebağımlı	1,95		72,56	a
18,27	Ortaderin	Yakın	Kolay		15,12	0,27	55	Dönüşebağımlı	6,87	18,44	0,31	60	Dönüşebağımlı	4,40		63,10	a
24,90	Ortaderin	Yakın	Kolay		19,71	0,36	55	Dönüşebağımlı	6,94	17,43	0,32	55	Dönüşebağımlı	2,15		71,13	a
18,13	Ortaderin	Yakın	Kolay		21,60	0,36	60	Dönüşebağımlı	5,40	20,23	0,34	60	Dönüşebağımlı	4,37		69,73	a
18,23	Ortaderin	Yakın	Kolay		15,33	0,31	50	Dönüşebağımlı	8,23	17,28	0,31	55	Dönüşebağımlı	5,31		64,38	a
12,96	Derin	Yakın	Kolay		16,83	0,28	60	Dönüşebağımlı	7,59	15,66	0,26	60	Dönüşebağımlı	6,16		59,20	a
50,10	Ortaderin	Yakın	Kolay		17,42	0,22	80	Dönüşebağımlı	6,58	17,67	0,24	75	Dönüşebağımlı	7,12		98,89	a
26,58	Ortaderin	Yakın	Kolay		13,77	0,21	65	Dönüşebağımlı	4,14	16,58	0,30	55	Dönüşebağımlı	7,20		68,27	a
13,93	Ortaderin	Ortauzak	Kolay		16,02	0,18	90	Dönüşebağımlı	6,21	17,03	0,19	90	Dönüşebağımlı	7,54		60,73	a
50,92	Ortaderin	Ortauzak	Kolay		16,04	0,15	110	Dönüşebağımlı	10,17	18,44	0,18	100	Dönüşebağımlı	7,47		103,04	a
16,15	Ortaderin	Ortauzak	Kolay		17,32	0,15	115	Dönüşebağımlı	8,11	16,48	0,15	110	Dönüşebağımlı	8,06		66,12	a
68,58	Ortaderin	Ortauzak	Kolay		20,18	0,18	115	Dönüşebağımlı	5,66	16,54	0,15	110	Dönüşebağımlı	4,99		115,95	a
13,70	Ortaderin	Ortauzak	Kolay		16,75	0,17	100	Dönüşebağımlı	5,68	19,79	0,18	110	Dönüşebağımlı	5,84		61,76	a
18,10	Ortaderin	Ortauzak	Kolay		17,78	0,18	100	Dönüşebağımlı	8,52	15,00	0,16	95	Dönüşebağımlı	3,03		62,43	a
28,58	Ortaderin	Ortauzak	Kolay		13,46	0,13	105	Dönüşebağımlı	7,54	16,03	0,17	95	Dönüşebağımlı	12,62		78,23	a
15,25	Ortaderin	Yakın	Kolay		17,94	0,18	100	Dönüşebağımlı	5,93	15,38	0,17	90	Dönüşebağımlı	3,48		57,98	a
38,29	Ortaderin	Ortauzak	Kolay		22,13	0,20	110	Dönüşebağımlı	6,94	15,26	0,13	115	Dönüşebağımlı	12,57		95,19	a
17,36	Ortaderin	Ortauzak	Kolay		20,09	0,17	115	Dönüşebağımlı	2,78	21,91	0,20	110	Dönüşebağımlı	4,71		66,85	a
72,70	Ortaderin	Ortauzak	Zor		18,25	0,16	115	Dönüşebağımlı	7,04	17,34	0,15	115	Dönüşebağımlı	8,43		123,76	a
83,30	Ortaderin	Ortauzak	Zor		21,25	0,19	110	Dönüşebağımlı	7,40	16,70	0,15	110	Dönüşebağımlı	8,21		136,86	a

Ortalama kepçe doldurma süresinin çalışma tiplerinin fonksiyonu olarak gösterimi Şekil 3.7’de sunulmuştur. Fazlar arasında iki kata yükselebilen değişkenliğin iki nedeninin olduğu varsayılmaktadır. Bunlar:

- a. Birinci nedenin çalışma bölgesi boyutları olduğu ve geniş çalışma bölgelerinde çok sayıda serbest kepçe batma noktası ve çekme hattı oluşturulabileceği düşünülmektedir. Gözlemlerden, kepçenin pasayla ilk temas noktasındaki batış (ya da ısırma) oranının, kepçe doluluğunu ve dolma süresini önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir. Kepçe, ilk batma anında derin bir yarıklık (slot) oluşturduğunda, bu hat boyunca çekilebilmekte ve kısa sürede dolmaktadır. Ancak örneğin, sert bir pasa lensi varlığında oluşabilen verimsiz batma ve sonucunda takip edilebilen ince pasa dilimi, uzun kepçe çekme işlemine yol açmaktadır. Kazı aynası genişledikçe daha fazla sayıda batma noktası seçeneği belirlemektedir. Durum bu açıdan incelendiğinde en kısıtlı çalışma boyutlarına sahip olan kanal kazısı en uzun ortalama süreleri vermektedir. Kanal kazısına göre bir adet daha serbest kazı yüzeyi sunan dilim kazısı ve tüm pasa kaldırıldıktan sonra yapılan kömür kazısı sırasıyla daha geniş ve dolayısıyla daha serbest çalışma alanı sunmaktadır. Benzer şekilde tekrar kazı bölgesi de draglaynın kazı esnasında şekillendirmesi gereken bir bölge olmadığından doldurma süreleri oldukça kısa olmaktadır.
- b. Özellikle kanal kazısı ortalamasını yükselten diğer bir neden ise, malzeme kazılabilirliği (nicel) ve uygulanması gereken kazı tekniği (nitel) olarak sınıflandırılabilen iki alt başlık altında irdelenecek olan kazı güçlüğüdür. Diğer parametreler göz ardı edildiğinde salt malzeme sertliğinden kaynaklanan güçlük, kanal ve dilim kazılarını eşit oranda etkilediğinden Şekil 3.7’deki ortalamalar arasındaki farklılığı açıklayamayacaktır. Ancak yeni şevin kesilerek kepçenin doldurulmaya çalışılması gibi kanal kazısına özgü işlemler, kepçe dolma süresini kayda değer miktarda uzatmaktadır. Benzer şekilde kolay kazılabilen köprü malzemesi de tekrar kazı işlemindeki düşük ortalamayı büyük oranda açıklamaktadır.



Şekil 3.7 Farklı çalışma tiplerinde ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri

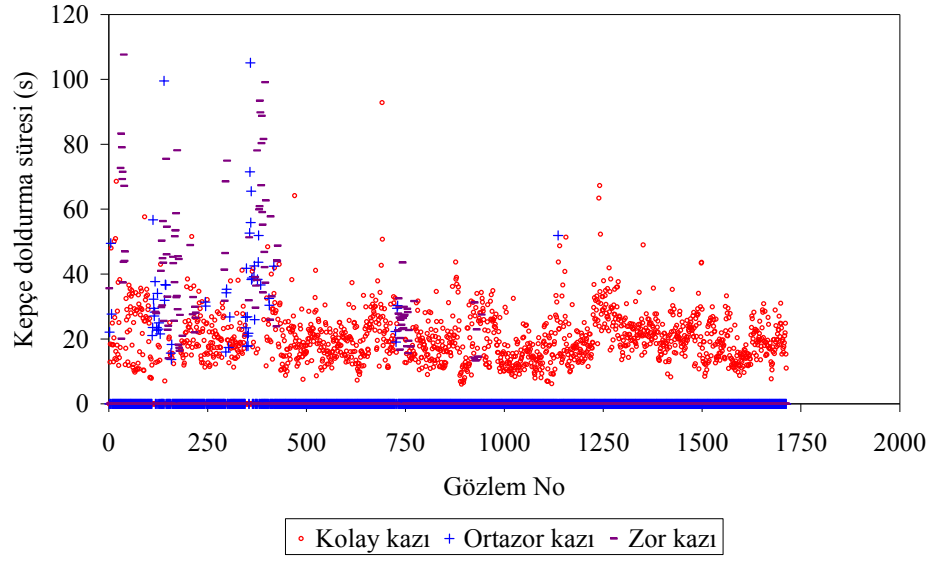
3.4.3 Kazı güçlüğü ölçütüne göre değerlendirme

İzleme çalışmaları sırasında kazı; nitel ve nicel faktörlerin bağımsız ya da birlikte davranışı sonucunda ortaya çıkan kolay, ortazor ve zor olmak üzere üç güçlük sınıfına ayrılmıştır. “Kolay” kazı kepçenin, batma noktasından çekilmeye başladıktan en fazla 3 kepçe boyu sonra dolduğu durumu göstermektedir. Ancak hemen not edilmelidir ki operatör, kepçe ağırlık merkezini arka tarafa verebilmek için kepçe dolduktan sonra bile belirli bir süre boyunca çekmektedir. Doldurma süresi kepçe tabandan ayrıldığı anda bitirildiğinden zorunlu olarak yapılan bu işlem toplam süreyi gereksiz şekilde uzatmaktadır. “Ortazor” sınıfı, daha düşük kepçe dolma faktörleri ve birden fazla kepçe batma ve çekme periyotları gibi kontrol edilemeyen faktörler ile karakterize edilmiştir. Operatörler, başlangıçta kepçenin izleyebileceği bir çekme rotası belirlemek için kepçenin pasayı, batma noktasında “ısrarabileceği” şekilde davranmak isteseler de sert zemin ya da kepçenin görece hafifliği nedeniyle kepçe, zeminden parça koparamadan ıskalamaktadır. Bu durumda operatör, doldurma süresini önemli ölçüde uzatabilen tekrar konumlandırma ve yeni batma denemesi yapmaktadır. “Zor” kazı sınıfı zemin sertliği gibi kontrol edilemeyen ve şev kesimi ve şekillendirmesi ile kömür üzeri temizleme gibi

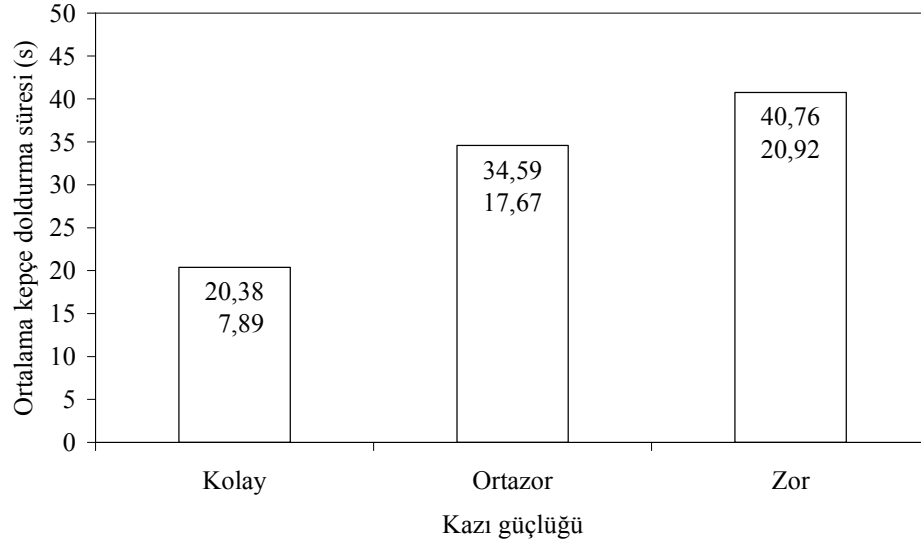
kontrol edilebilen faktörlerin bağımsız ya da birlikte varolmasından kaynaklanmaktadır. Çok sert pasa bantlarının varlığı, kepçenin defalarca çekilmesi ya da dolma faktörünü artırmak için kepçenin “drag limit” sınırına gelmesinden dolayı operatör tarafından kontrollü olarak çekilmesi ile sonuçlanmaktadır ki, her iki durumda da 200 s kadar sürebilen doldurma süreleri izlenmiştir. Kepçe doldurma işlemini diğer şekilde “zor”laştıran etmenler de sıklıkla geometrik güçlüklerdir. Örneğin şev kesimi, serbest asılı yük durumundaki kepçenin, tasarımından kaynaklanan nedenlerden ötürü, destekleyici bir mekanizmadan yoksun olarak şevin belirli bir noktasına kuvvet uygulamasını gerektirmektedir. Bu durum da, belirli sayıda “pas” geçme sonucunda yapılabilen ve harcanan sürenin normal sınırların çok üzerine çıkmasına yol açmaktadır. Benzer durumlar; kanal tabanı gibi sıkışık ve dar bölgelerde kepçeyi doldurmaya çalışmak ya da kömür üzerindeki pasayı, kömür ile karışmaya yol açmadan temizlemeye çalışmak gibi güç işlevlerdir.

Kazı güçlüğü bazında tüm ham veri Şekil 3.8’de sunulmuştur. Kömür damarları arasındaki arakesme çalışma verimini artırmak amacıyla gevşetildiğinden malzeme, genel olarak kolay kazı sınıfına girmektedir. 100 s – 120 s kadar sürebilen kepçe doldurma sürelerinin büyük bölümü “zor”, küçük bir bölümü ise “ortazor” sınıfı olarak kaydedilmiştir. Durum bu açıdan incelendiğinde veri alma sürecinin hatalı olmadığı ortaya çıkmaktadır.

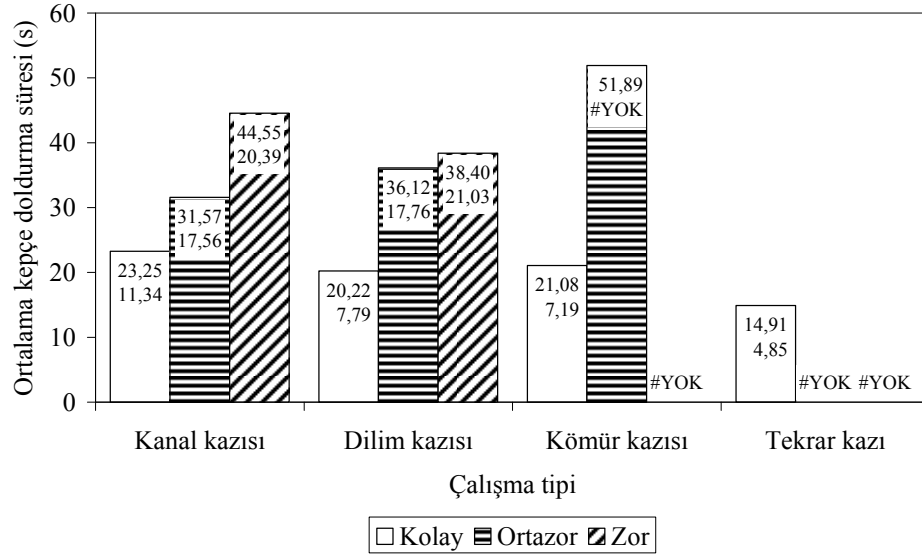
Kazı güçlüğü bazında kepçe doldurma süresi, genel ve farklı çalışma tiplerine göre Şekil 3.9 ve Şekil 3.10’da sunulmuştur. Öngörülebileceği üzere kazı güçlüğü ile kepçe dolma süresi arasında pozitif ilişki bulunmaktadır. Bu durum, her iki şekil birlikte değerlendirildiğinde, kanal ve dilim kazılarından da açıkça izlenebilmektedir. Ancak tekrar kazı, çalışma bölgesi genişliği ve kepçe batma kolaylığı nedenlerinden ötürü, düşük ortalama ile sonuçlanmıştır. Rai vd. (2000) kepçe doldurma süresinin döngüler arasında değiştiğini ve kazılan malzemenin parçalanma derecesine bağlı olduğunu ifade ederek, optimum patlatma uygulamalarının döngü süresini kısaltmadaki önemini vurgulamıştır. Ayrıca kepçe tasarımının da geliştirilmesi ile daha etkin kazı sağlanabilmektedir.



Şekil 3.8 Kazı güçlüğü ölçütüne göre ham kepçe doldurma süreleri



Şekil 3.9 Kazı güçlüğü ölçütüne göre ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri



Şekil 3.10 Kazı güçlüğü ölçütüne göre farklı çalışma tiplerinde ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri

3.4.4 Kepçe batma noktası konumu ölçütüne göre değerlendirme

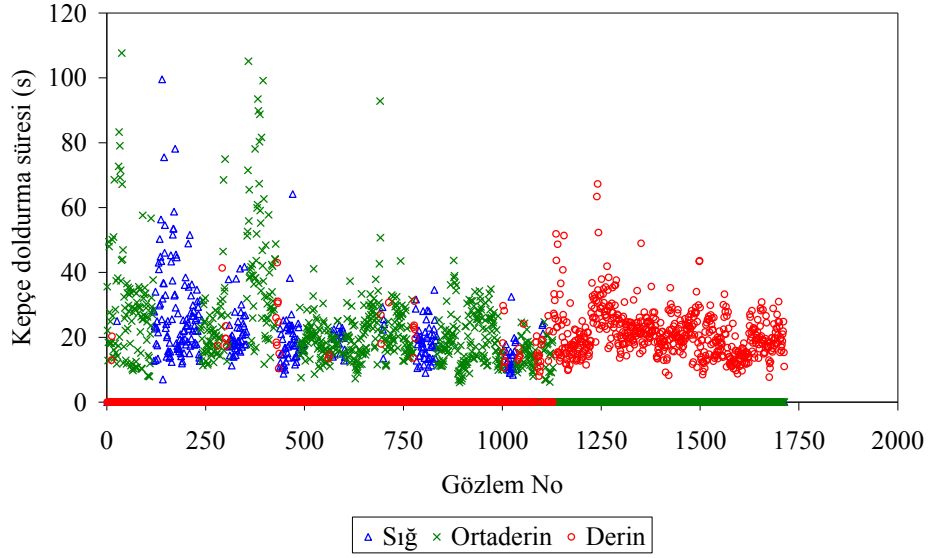
Kepçe batma noktası uzaklığının doldurma süresi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla set, Şekil 3.5’de gösterildiği gibi yatay ve düşey eksenler boyunca üçer adet olmak üzere toplam dokuz bölgeye ayrılmıştır. Böylece kepçe batma noktası diyagonal uzaklığı ile yatay ve düşey eksenler üzerindeki izdüşümlerinin kepçe dolma süresini hangi ölçüde etkilediğinin ortaya çıkartılması amaçlanmıştır.

Kepçe doldurma işlemi ile ilişkin veriler kepçe batma noktası uzaysal konumunu belirleyecek şekilde alınmıştır. Batma noktasının düşey ve yatay düzlemler üzerindeki iki boyutlu izdüşümleri olan derinlik ve uzaklık ile uzaysal konumunu gösteren üç boyutlu izdüşümünün kepçe dolma süresi üzerindeki olası etkisinin belirlenebilmesi amacıyla veri analizi yapılmıştır.

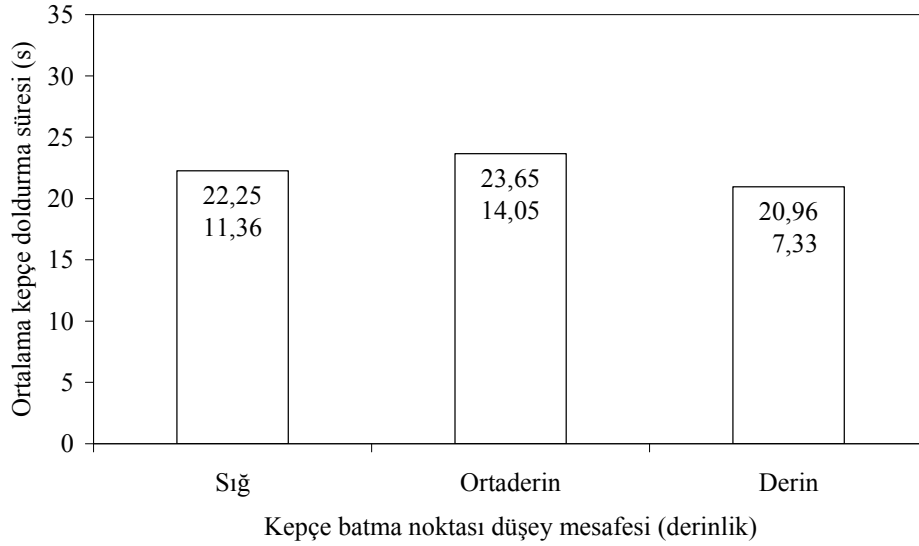
Tüm ham veri göz önüne alındığında kepçe batma noktası derinliği ölçütüne göre kepçe doldurma süresi Şekil 3.11’de, ortalama ve standart sapma değerleri ise Şekil 3.12’de sunulmuştur. Her iki grafik incelendiğinde sığ ve özellikle

ortaderin batma konumlarında yüksek standart sapma değerleri ile karakterize edilebilen büyük dalgalanmalar göze çarparken, derin batma konumu görece duraylı olup, dar bir aralıkta değişmektedir. Ocakta kullanılan draglayn 49 m kazı derinliğine sahiptir ancak ~20 m ara kesme ile ~10 m kömür damarı birlikte düşünüldüğünde 30 m'lik bir fiili kazı derinliğinde çalışmaktadır. Hemen her dilim ~10 m kalınlığa karşılık geldiğinden draglayn, sığ ve ortaderin kazıları pasada, derin kazıyı ise kömürde yapmaktadır. Pasa tabakaları çok sayıda ve değişen sertlikte bantlardan oluştuğundan, kazılabilirlik açısından heterojen bir karakter sergilemektedir ve yüksek standart sapmaya neden olmuştur. Bu sav, Şekil 3.8'deki kazı güçlüğü verisi tarafından da desteklenmektedir. Görüleceği üzere uzun kepçe doldurma süreleri "ortazor" ya da "zor" kazı olarak işaretlenmiştir. stleyen pasa tabakalarına göre daha homojen yapıya sahip olan ve kolay kazılabilen kömür damarı, daha dar bir alanda dalgalanmıştır. Şekil 3.12'deki ortalamalara ait standart sapmalar bu durumu açık olarak göstermektedir.

Başlangıçtaki beklentilerin aksine Şekil 3.12'den kepçe doldurma süresinin kepçe batma noktası derinliğinden bağımsız olduğu görünmektedir. Bu durum baskın nedeni yukarıdaki paragrafta açıklanan "kazı güçlüğü" ise diğer nedeni de "kepçe ağırlık merkezi" konumudur. Kazı noktası düşey mesafesi derinleştikçe kepçe pozisyonu, ağzı yukarıya bakacak Őekle dönüştüğünden ve ağırlık merkezi arka tarafa aktarılacağından, dolduktan hemen sonra en az dökülme oranı ile kaldırılabilir. Dolayısıyla, diğer koşullar sabit kalmak üzere derinlik artışı kepçe doldurma süresini kısaltmalıdır.



Şekil 3.11 Kepçe batma noktası düşey mesafesi (derinlik) ölçütüne göre ham kepçe doldurma süreleri

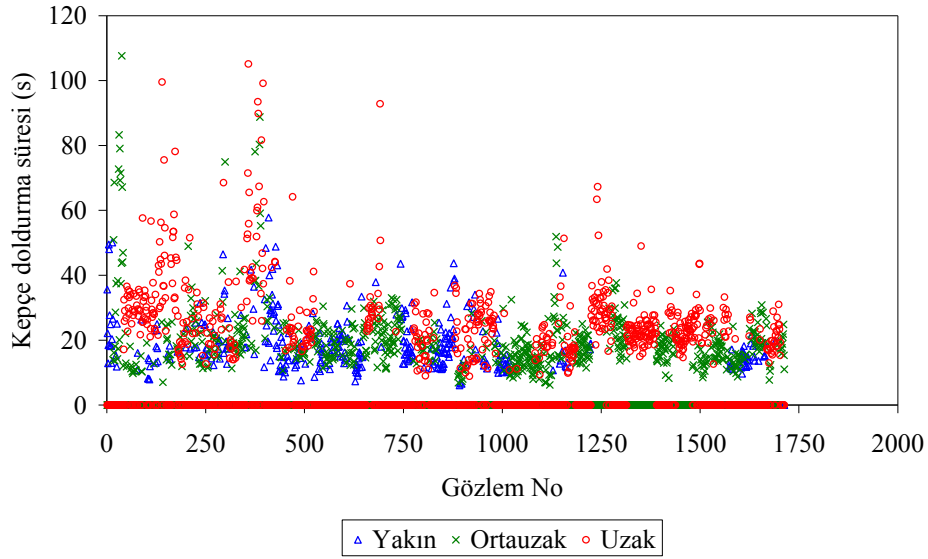


Şekil 3.12 Kepçe batma noktası düşey mesafesi (derinlik) ölçütüne göre ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri

Tüm ham veri göz önüne alındığında kepçe batma noktası uzaklığı ölçütüne göre kepçe doldurma süresi Şekil 3.13'de, ortalama ve standart sapma değerleri Şekil 3.14'de verilmiştir. İzlenebileceği üzere kepçe batma noktası uzaklığı ile ortalama kepçe doldurma süresi arasında pozitif korelasyon bulunmaktadır. Malzeme kazılabilirliği tüm düşey bölümleri kapsayan her üç aralığı da eşit

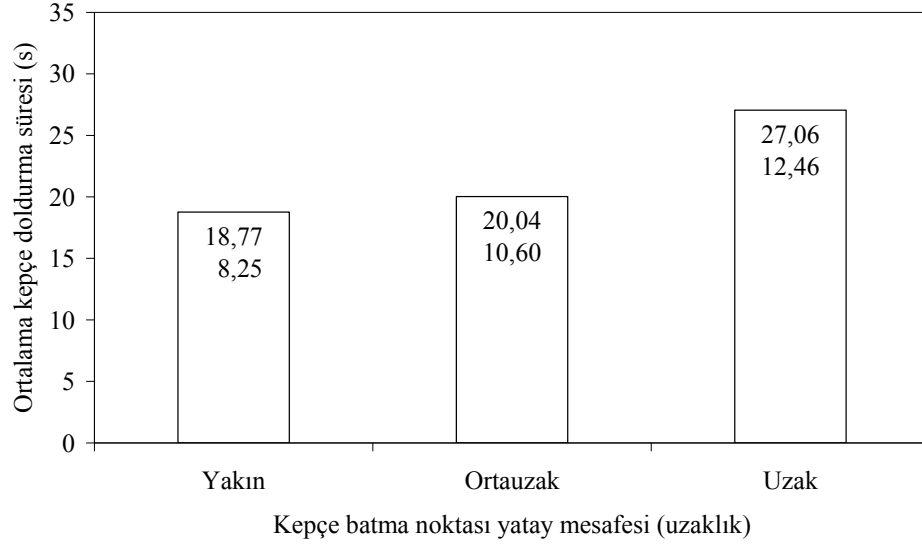
oranda etkilemek durumunda olduğundan kepçe doldurma süresi ortalamaları arasındaki farklılığın baskın nedeni, kepçenin dolduktan sonra bile draglayın gövdesine çekilme zorunluluğu olmalıdır. Draglayna, ağırlık merkezi kepçeyi öne eğecek kadar mesafede kaldırılan bir kepçeden büyük miktarda malzeme döküleceğinden çözüm, dolu bile olsa kepçeyi ağırlık merkezini arka taraf aktaracak kadar yakına çekip, buradan kaldırmaktır. Dolayısıyla bir “miracle hitch” mekanizması ile teçhiz edilmeyen draglayınlar (ocaktaki draglayında da böyle bir mekanizma bulunmamaktadır) kepçe batma yatay mesafesi arttıkça, kepçeyi doldurduktan sonra çekmeye devam edecek ve doldurma süresini gereksiz olarak uzatacaktır.

Diğer koşullar sabit kalmak üzere kepçe doldurma süresini belirleyen baskın parametrenin kepçe batma noktası yatay mesafesi olduğu ifade edilmelidir.

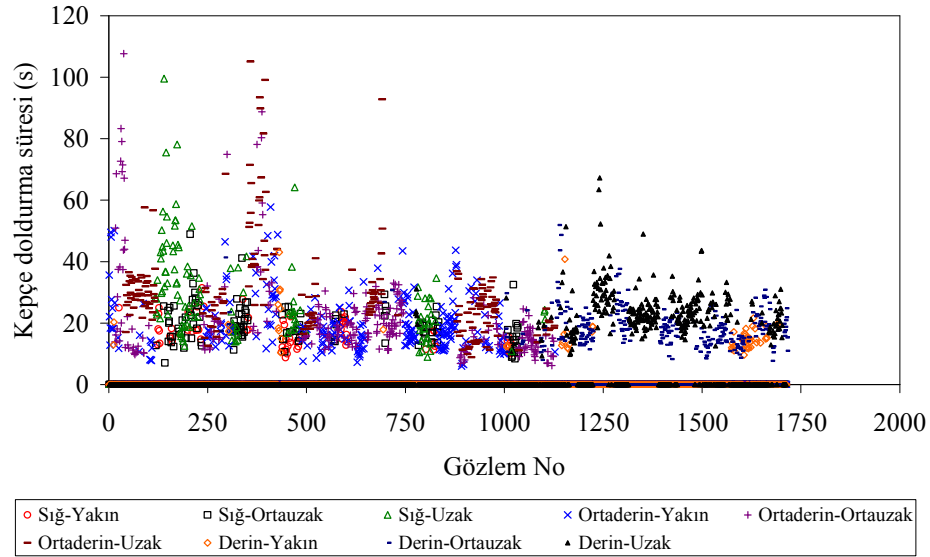


Şekil 3.13 Kepçe batma noktası yatay mesafesi (uzaklık) ölçütüne göre ham kepçe doldurma süreleri

Yukarıdaki paragraflarda kepçe batma noktasının düzlemsel boyutları ölçütünde sunulan durum, uzaysal konumu için de geçerlidir. Şekil 3.15 incelendiğinde uzun kepçe doldurma sürelerinin derinlikten çok yatay uzaklıktan (sığ-uzak, ortaderin-uzak, derin-uzak) etkilendiği görülmektedir. Durum Şekil 3.16'daki ortalamalar tarafından da desteklenmektedir.

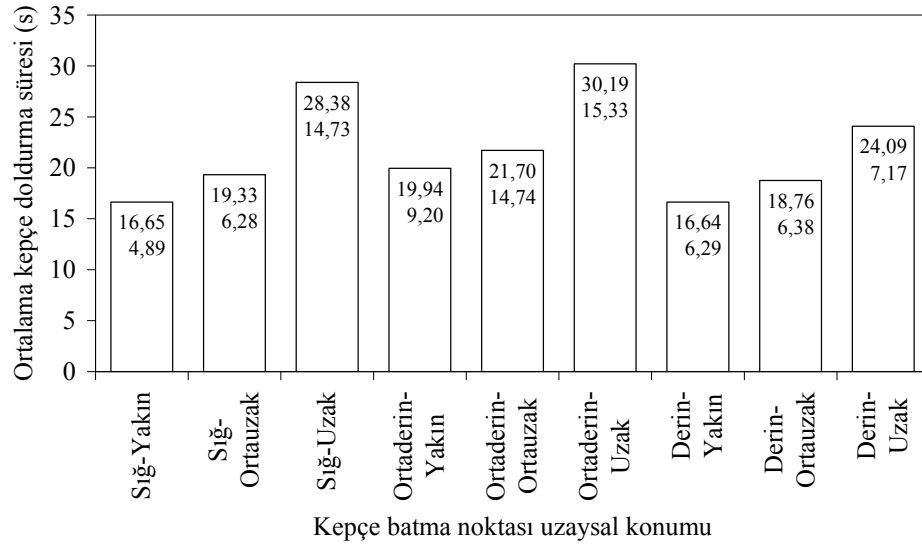


Şekil 3.14 Kepçe batma noktası yatay mesafesi (uzaklık) ölçütüne göre ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri

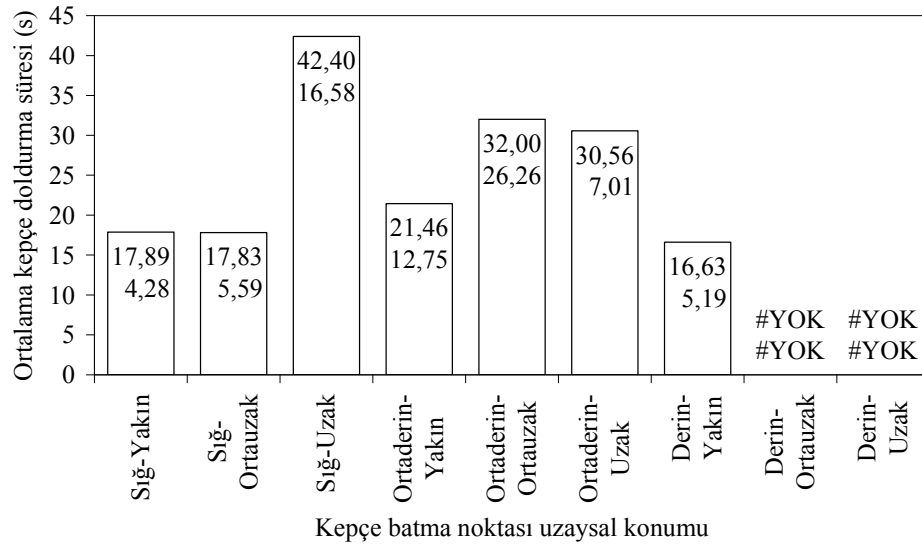


Şekil 3.15 Kepçe batma noktası uzaysal konumu ölçütüne göre ham kepçe doldurma süreleri

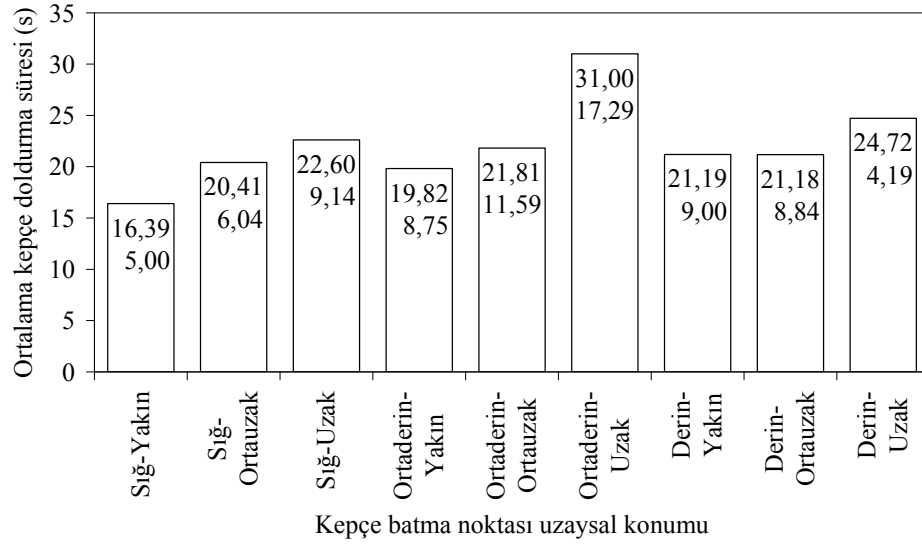
Yukarıdaki paragraflarda sunulan durum Şekiller 3.17-3.20 arasında verilen kanal, dilim, kömür ve tekrar kazı çalışmaları tarafından da desteklenmektedir.



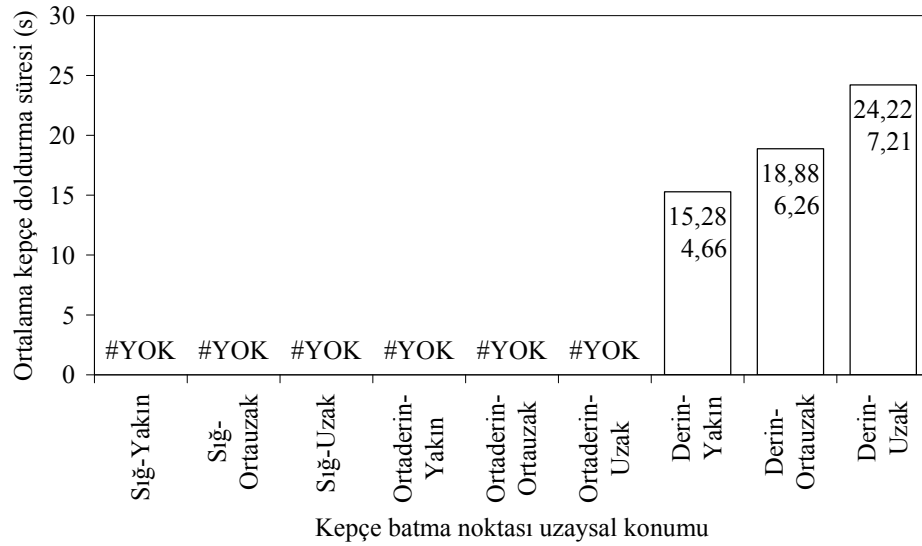
Şekil 3.16 Kepçe batma noktası uzaysal konumu ölçütüne göre ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri



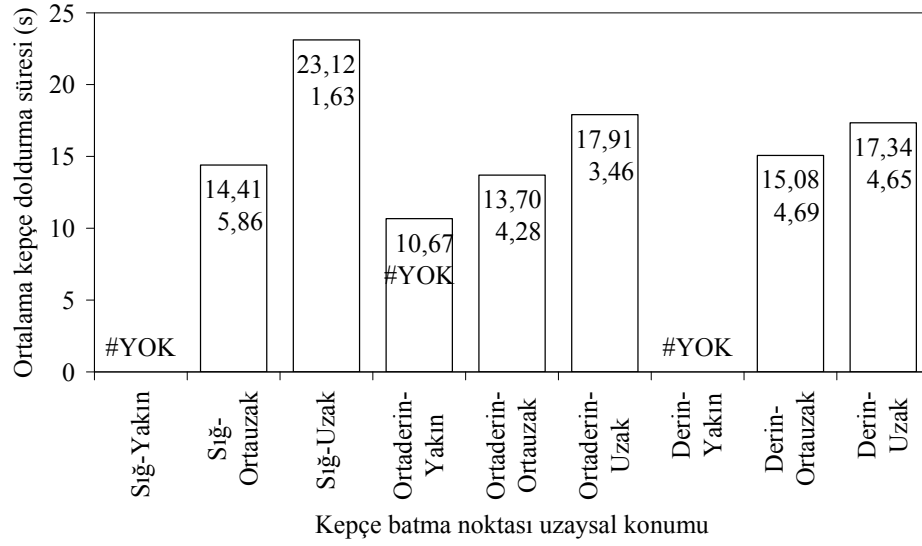
Şekil 3.17 Kepçe batma noktası uzaysal konumu ölçütüne göre ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (Kanal kazısı)



Şekil 3.18 Keçe batma noktası uzaysal konumu ölçütüne göre ortalama keçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (Dilim kazısı)



Şekil 3.19 Keçe batma noktası uzaysal konumu ölçütüne göre ortalama keçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (Kömür kazısı)

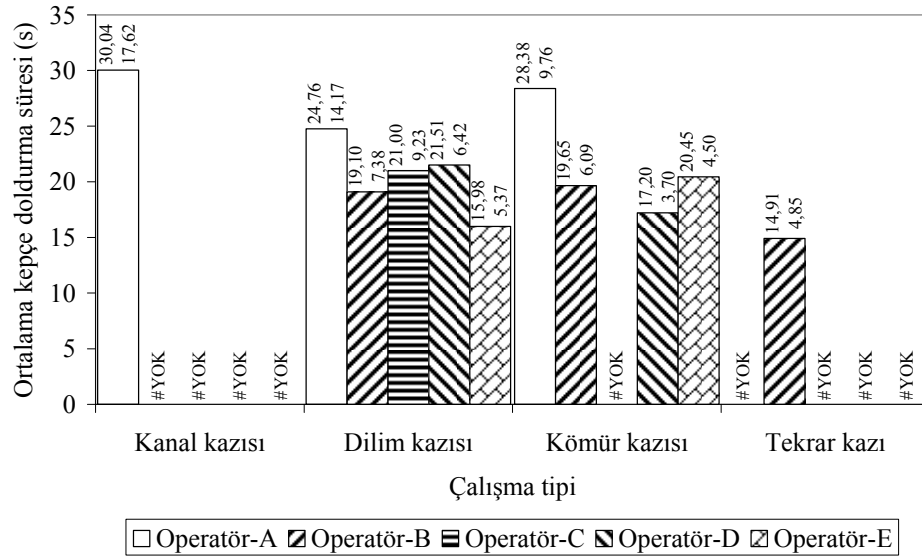


Şekil 3.20 Kepçe batma noktası uzaysal konumu ölçütüne göre ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (Tekrar kazı)

3.4.5 Operatör farklılığı ölçütüne göre değerlendirme

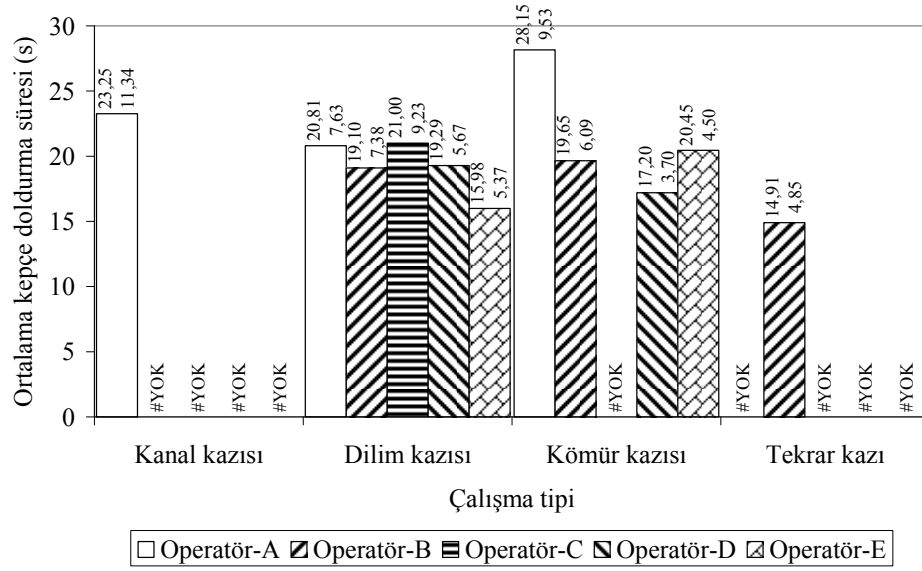
Ocaktaki draglayn 3 vardiya/gün oranı ile çalıştırıldığından belirli sayıda operatör vardiya bazında dönüşümlü olarak görevlendirilmektedir. Tez çalışmasında operatörlerin draglayn ile kazı konusundaki “beceri”leri itibariyle sıralandırılması amaçlanmamıştır. Döngü süresi gözlemlerinde bazı operatörlerin hızlı diğer bazılarının ise daha sakin çalışmayı tercih ettikleri tespit edildiğinden amaç, benzer çalışma koşulları altında aralarındaki farklılıkların nicel olarak gösterilmesi olmuştur. Ancak burada literatür araştırması bölümünde Harry Winkel tarafından ifade edilen görüşe olumlu yönde atıf yapılacaktır. Yazar sayısal gözleme sistemlerinin (dragline monitoring system) kullanıldığı birçok ocakta operatörlerin, başarımlarını yükseltmek amacıyla draglayna hasar bile verebilecek şekilde agresif çalıştıklarını ifade etmiştir. Bu durumda, yapılan ekstra dekapajın getirdiği mali avantajın draglaynın sert ve kaba şekilde kullanılmasından kaynaklanan hasarın onarılması ile ilgili maliyetle karşılaştırılarak bir işletme politikası geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Ancak bu ifadenin, halihazırdaki ocak operatörlerinin yöntemleri ile ilinti olmadığı güçlü şekilde belirtilmelidir.

Herhangi bir yanlış anlamaya yol açmamak için draglayn operatörleri, alfabetik olarak sıralanmış ve farklı çalışma tiplerindeki “başarımları” Şekil 3.21’de sunulmuştur. Sağlıklı bir ortak karşılaştırma, hemen tüm operatör değerleri bulunduğundan ancak dilim ve kömür kazılarında mümkün görünmektedir. Ortalamalar göz önüne alındığında Operatör-A belirgin şekilde daha uzun sürede kepçesini doldurmaktadır. Kanal kazısı da destekleyici görünmekte ise de, yüksek standart sapma değerleri bu durumun kesin olarak ifade edilemeyeceğine işaret etmektedir.

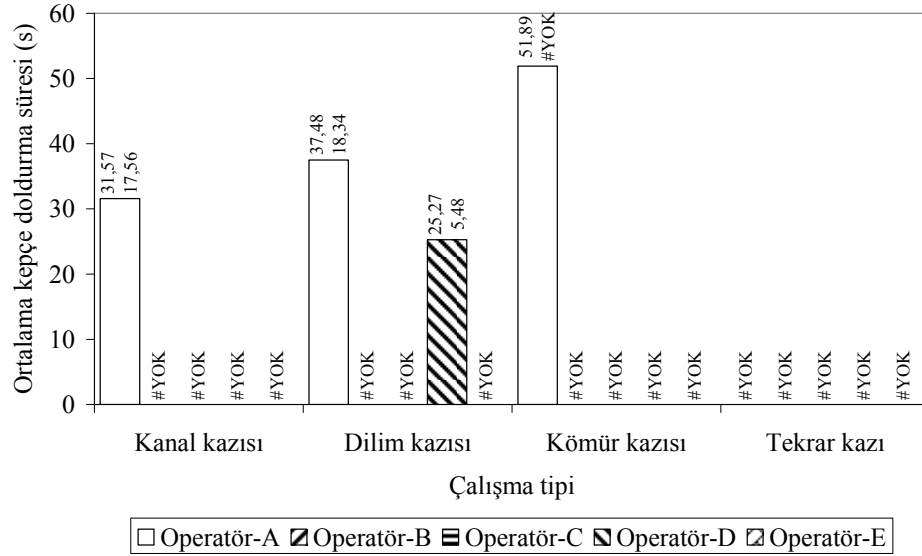


Şekil 3.21 Farklı çalışma tiplerinde operatör ölçütüne göre ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri

Operatörler arasındaki farkların nicel olarak gösterilebileceği diğer bir parametre kazı güçlüğüdür. İzleneceği üzere Operatör-A, Şekiller 3.22 – 3.24 arasında sunulan tüm kazı güçlüğü sınıflarında en uzun sürede kepçe doldurma işlemini tamamlamaktadır. Veri yeterli olmamakla birlikte bu durum, kazı güçleştikçe daha belirginleşmektedir.

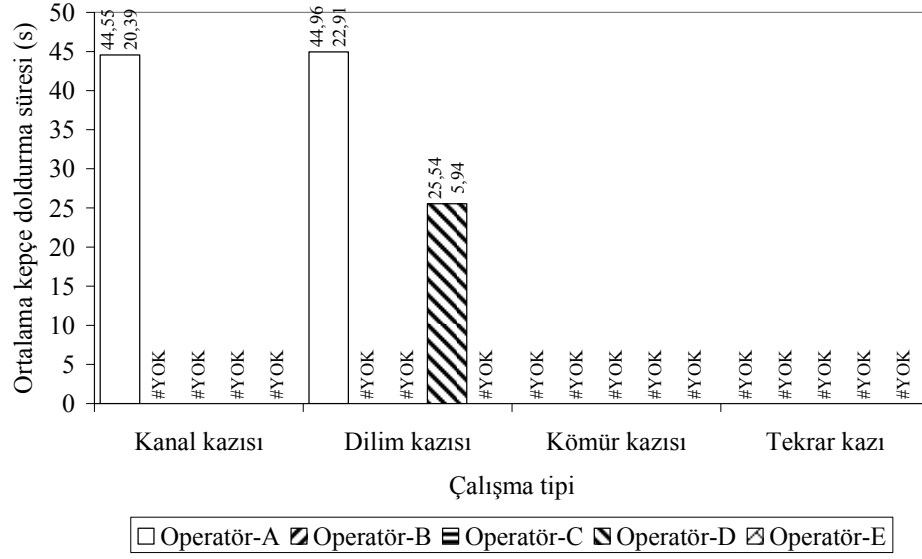


Şekil 3.22 Farklı çalışma tiplerinde kazı güçlüğü ölçütüne göre operatörlerin ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (KOLAY kazı)

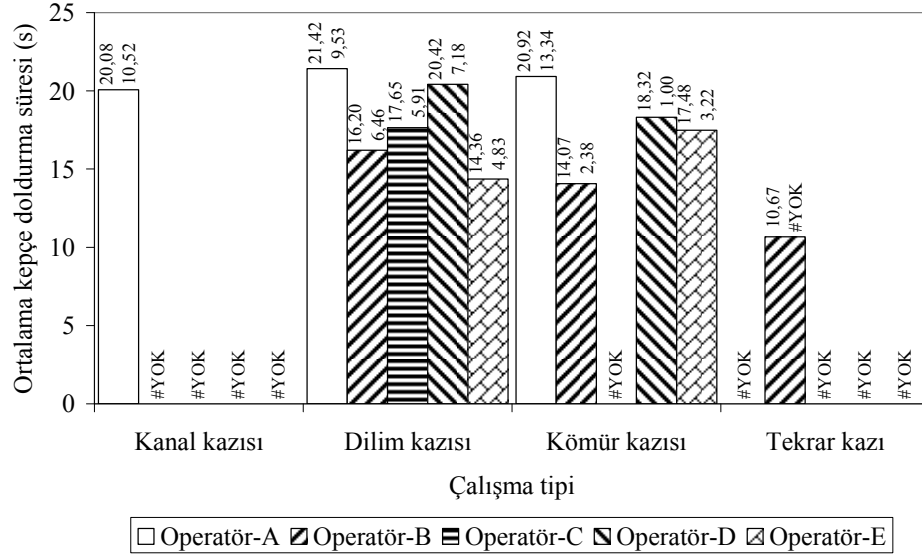


Şekil 3.23 Farklı çalışma tiplerinde kazı güçlüğü ölçütüne göre operatörlerin ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (ORTAZOR kazı)

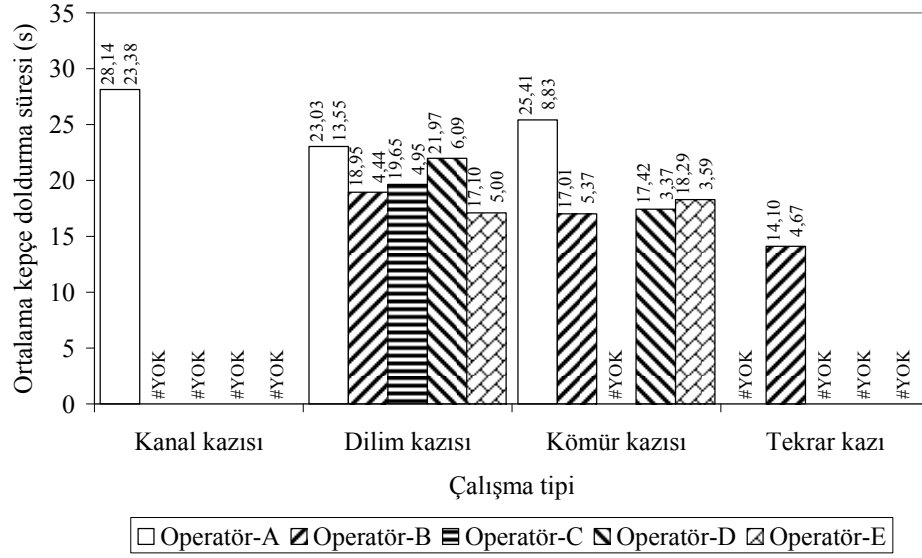
Kepçe batma noktası mesafesi bazında da operatörler arasındaki farklar görülebilmektedir. Yine, Şekiller 3.25 – 3.27 arasında betimlenen düzlemsel yakınlık göz önüne alındığında Operatör-A daha uzun sürede kepçe doldurma işlemini tamamlamaktadır.



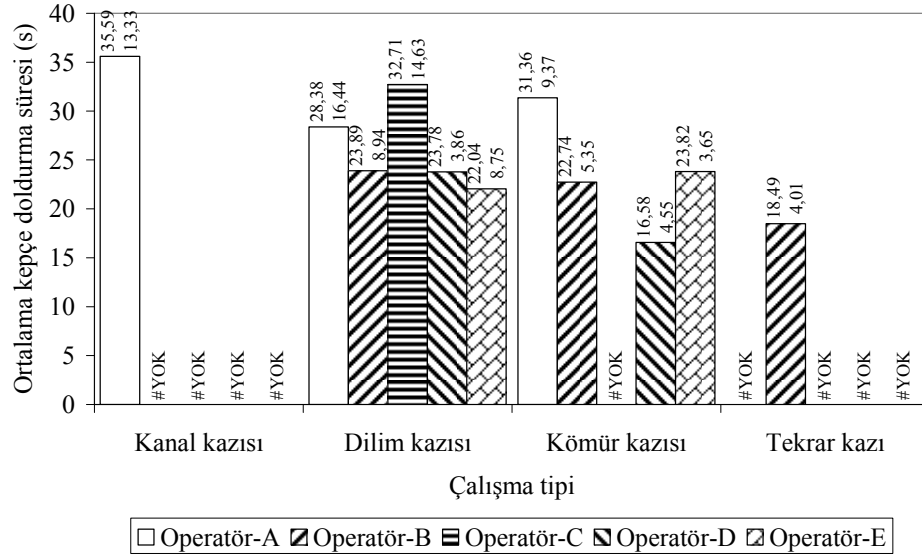
Şekil 3.24 Farklı çalışma tiplerinde kazı güçlüğü ölçütüne göre operatörlerin ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (ZOR kazı)



Şekil 3.25 Farklı çalışma tiplerinde kepçe batma noktası yatay uzaklığı ölçütüne göre operatörlerin ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (YAKIN kazı)

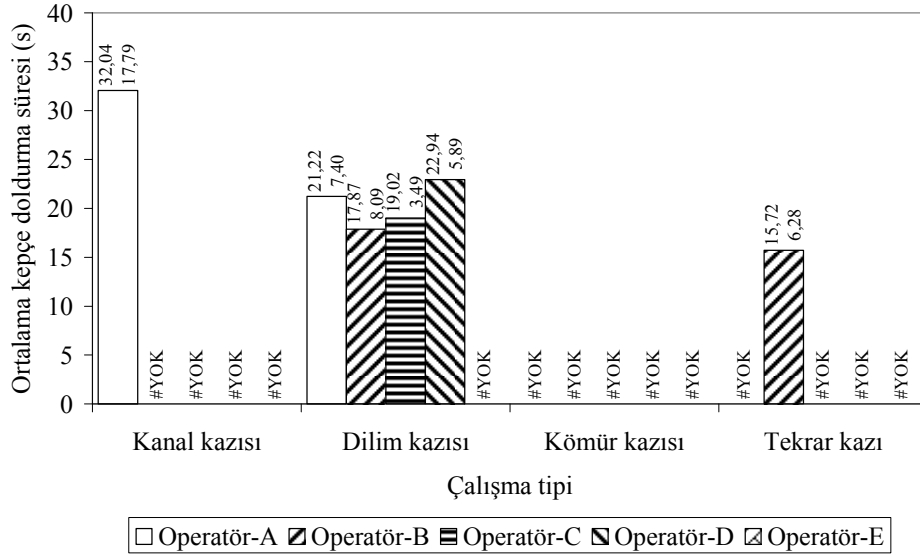


Şekil 3.26 Farklı çalışma tiplerinde kepçe batma noktası yatay uzaklığı ölçütüne göre operatörlerin ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (ORTAUZAK kazı)

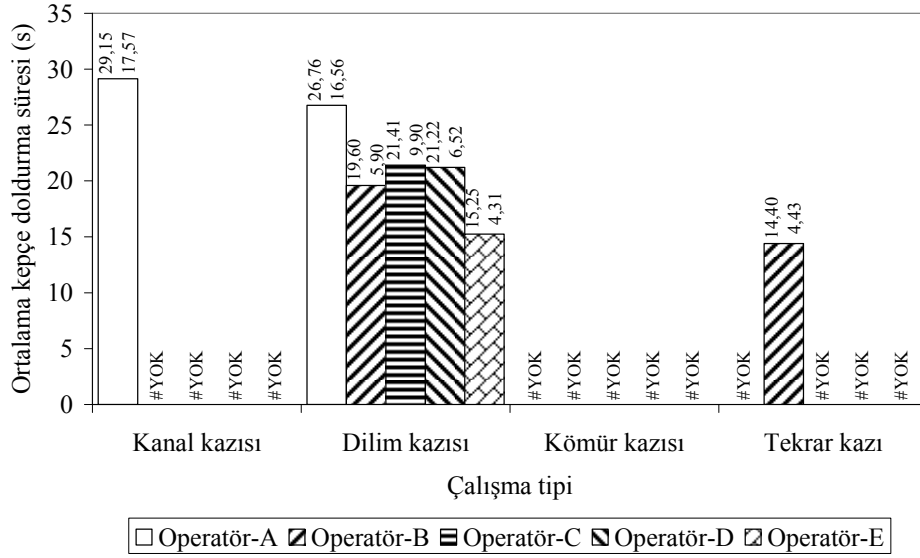


Şekil 3.27 Farklı çalışma tiplerinde kepçe batma noktası yatay uzaklığı ölçütüne göre operatörlerin ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (UZAK kazı)

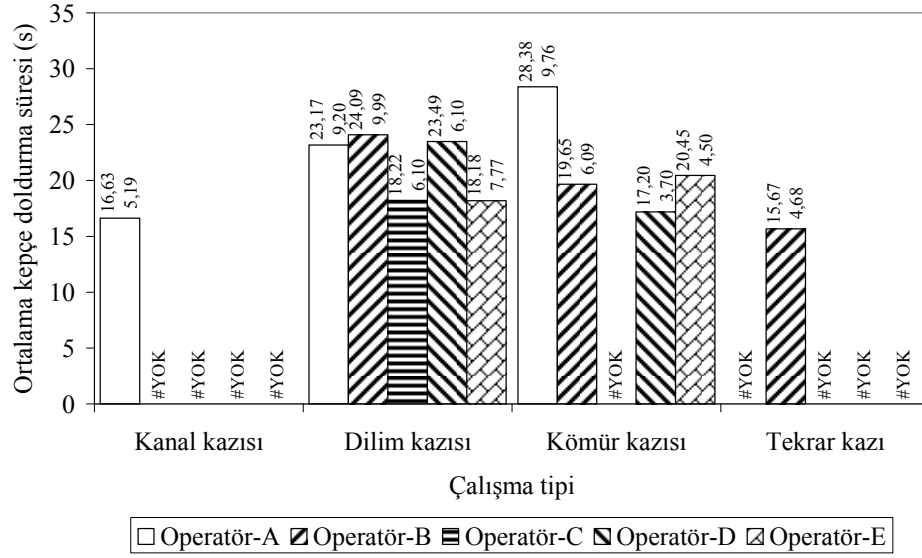
Şekiller 3.28 – 3.30 arasında betimlenen düzlemsel derinlik göz önüne alındığında yine Operatör-A daha uzun sürede kepçe doldurma işlemini tamamlamaktadır.



Şekil 3.28 Farklı çalışma tiplerinde kepçe batma noktası düşey uzaklığı ölçütüne göre operatörlerin ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (SIĞ kazı)



Şekil 3.29 Farklı çalışma tiplerinde kepçe batma noktası düşey uzaklığı ölçütüne göre operatörlerin ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (ORTADERİN kazı)



Şekil 3.30 Farklı çalışma tiplerinde kepçe batma noktası düşey uzaklığı ölçütüne göre operatörlerin ortalama kepçe doldurma süreleri ve standart sapma değerleri (DERİN kazı)

3.4.6 Kepçe dolma süresi üzerine tartışma

Kepçe doldurma süresi dalgalanmalar göstermektedir. Aşağıda önceki maddelerde vurgulanmayan ve nitel olarak değerlendirilen etkenler verilmektedir:

1. Draglayn kazı diliminin gevşetilmesinin kepçe dolma faktörü ve süresi üzerinde önemli pozitif etkisi bulunmaktadır. Optimum patlatma tasarımı kazı süresini, dolayısıyla döngü süresini kısaltmaktadır. Sert bantlar, özellikle atım olmadığında, operatörün kepçeyi 3-4 kez geriye salıp, kazıyı tekrarlamasına yol açmaktadır.
2. Kepçe çekilirken draglayn gövdesine çok yaklaştığında çekme limit (drag limit) uyarısı devreye girmekte ve gücü kesmektedir. Kepçenin yeterli oranda dolmadığı durumda operatör, çekme limitini baypas etmekte ve düşük çekme hızı ile kepçeyi kontrollü olarak doldurmaya devam etmektedir. Ancak bu işlem doldurma süresini önemli oranda uzatmaktadır.
3. Aynı durum kaldırma halatı için de geçerlidir. Kepçenin bom makarasına tehlikeli şekilde yaklaşmasını engellemek için uyarı verilmekte ve güç

kesilmektedir. Operatörün limiti baypas etmesi ile kepçe yavaş hareketlerle limitten kurtulmaktadır. Ancak bu işlem de döngü süresini uzatmaktadır.

4. Ortam sıcaklığı operatörleri etkilemektedir. Özellikle yaz mevsiminde öğleden sonra saatlerinde operatör rahavete kapılmakta ve daha yavaş hareket etmektedir.
5. Operatörler kendilerini iyi hissettiklerinde ve moralleri düzgün olduğunda bunu iş verimlerine daha kısa döngüler olarak yansıtmaktadırlar.
6. Operatörler kömür üzerini temizlemek ve karışmayı önlemek için büyük çaba göstermektedir. Ancak kepçe doldurma süreleri artmaktadır.
7. Yaş ve yapışkan malzemede kepçe dolma süresi uzamaktadır.

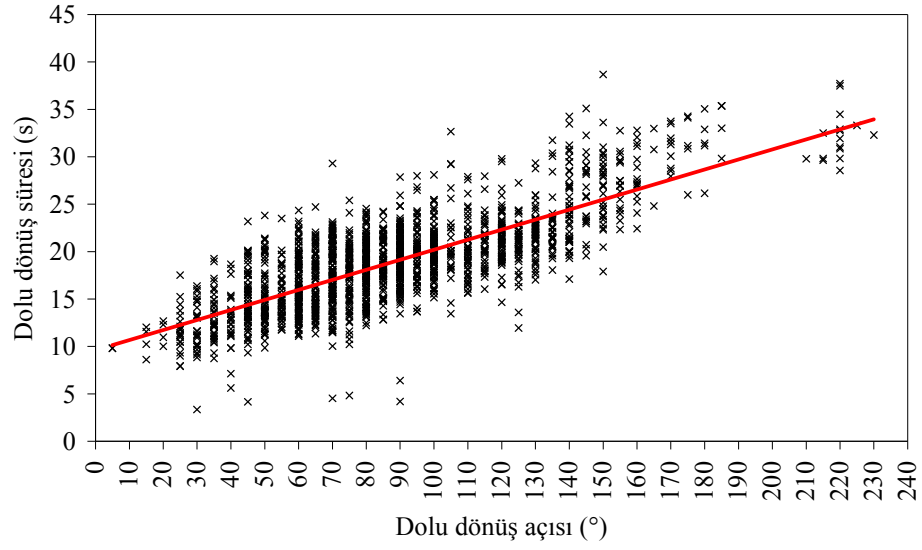
3.5 Dönüş Süresi Analizi

3.5.1 Giriş

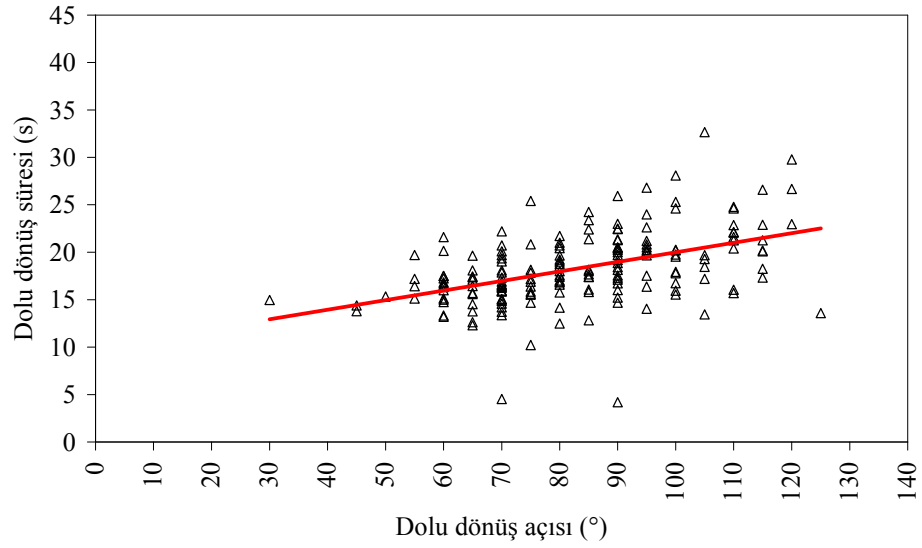
Geçerli kabul edilen tüm döngülerin dolu ve boş dönüş açıları ile harcanan süreler kaydedilmiştir. Dolu ve boş dönüşlerin hemen tümüyle ; çalışma tipi, kazı güçlüğü, operatör becerisi ve kepçe batma noktası konumu gibi parametrelerin etkisi altında olduğu düşünüldüğünden analizler, parametrik olarak gerçekleştirilmiştir.

3.5.2 Ham dönüş verileri analizi

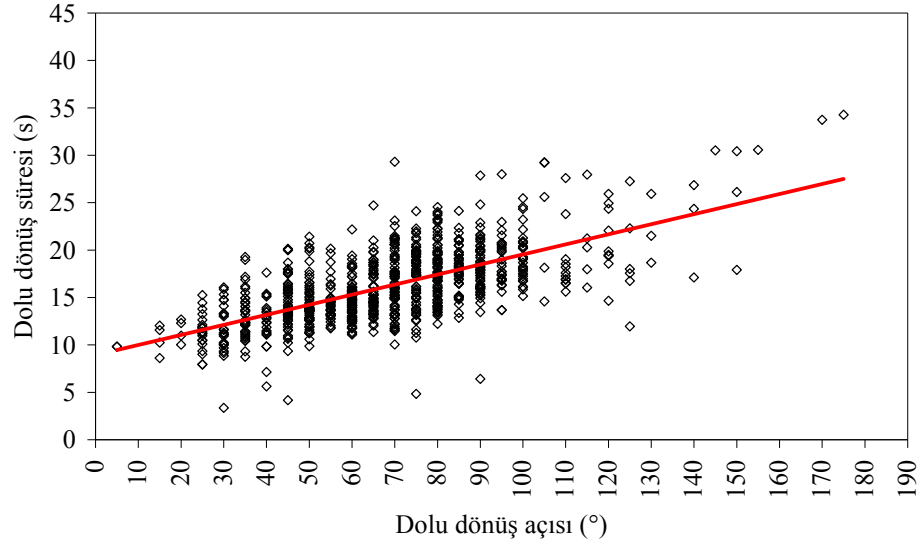
Dolu ve boş dönüş sürelerinin dönüş açılarının fonksiyonu olarak ifade edilmesinin anlamlı olup olmayacağı, regresyon analizleri aracılığıyla araştırılmıştır. Dönüş sürelerine ait ham veri, bağımsız değişken (dönüş açısı) ile bağımlı değişken (dönüş süresi) arasındaki korelasyonu belirlemek amacıyla analiz edilmiştir. Dolu dönüş için tüm veri Şekil 3.31’de, kanal kazısı Şekil 3.32’de, dilim kazısı Şekil 3.33’te, kömür kazısı Şekil 3.34’te ve tekrar kazı Şekil 3.35’te sunulmuştur. Tüm grafiklerden hemen her dönüş açısı değerine karşılık gelen dönüş sürelerinin en küçük ve en büyük değerlerinin 20 s – 25 s kadar geniş bir aralıkta dalgalanabildiği görülebilmektedir. Ancak değişkenler arasında doğrusal bir korelasyonun varlığı da izlenebilmektedir.



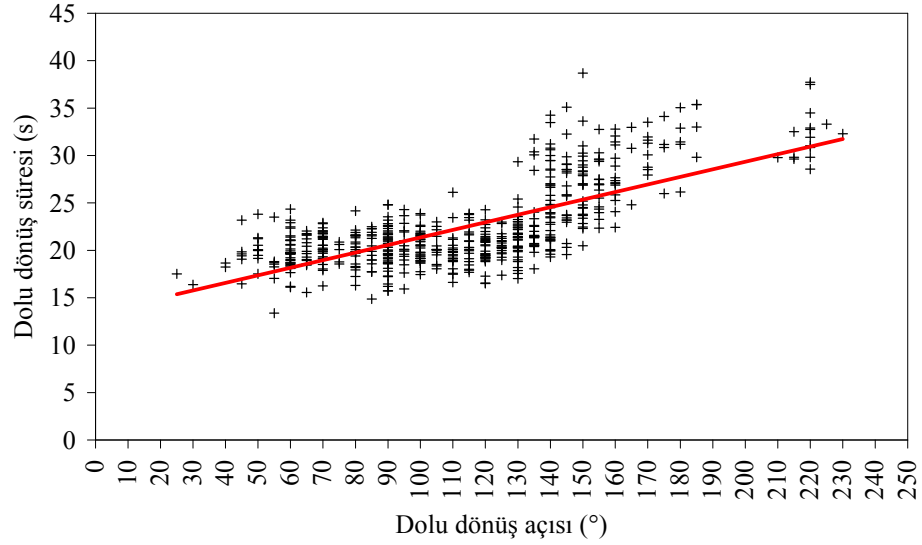
Şekil 3.31 Tüm veri için dolu dönüş açısı – dolu dönüş süresi ilişkisi



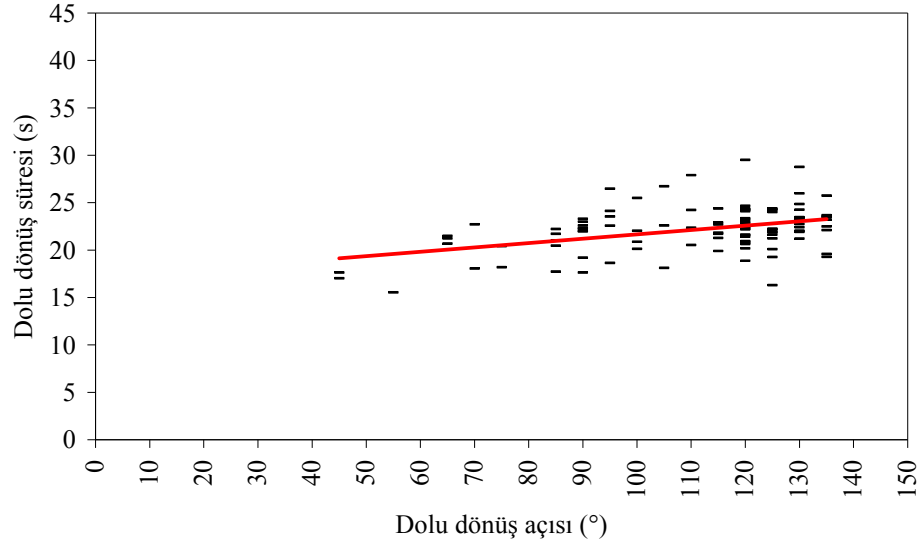
Şekil 3.32 Tüm veri için dolu dönüş açısı – dolu dönüş süresi ilişkisi (KANAL kazısı)



Şekil 3.33 Tüm veri için dolu dönüş açısı – dolu dönüş süresi ilişkisi (DİLİM kazısı)

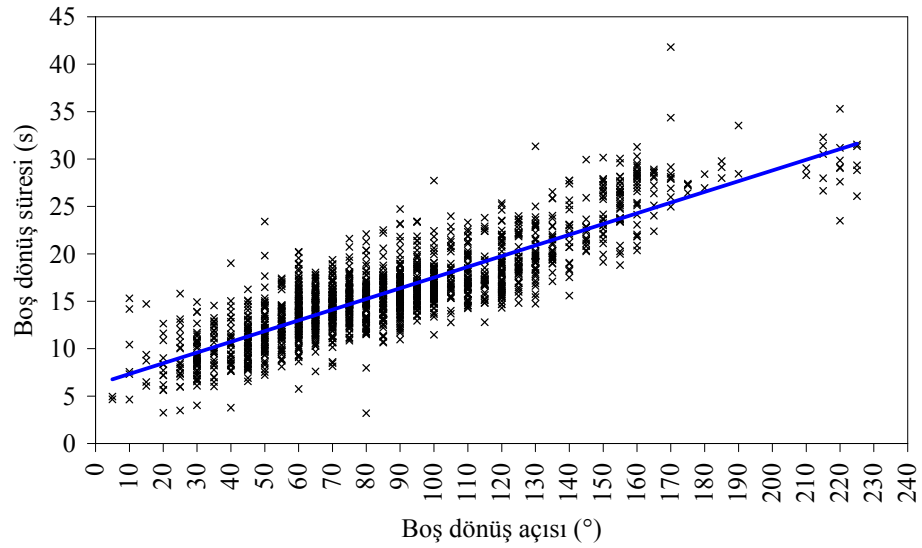


Şekil 3.34 Tüm veri için dolu dönüş açısı – dolu dönüş süresi ilişkisi (KÖMÜR kazısı)

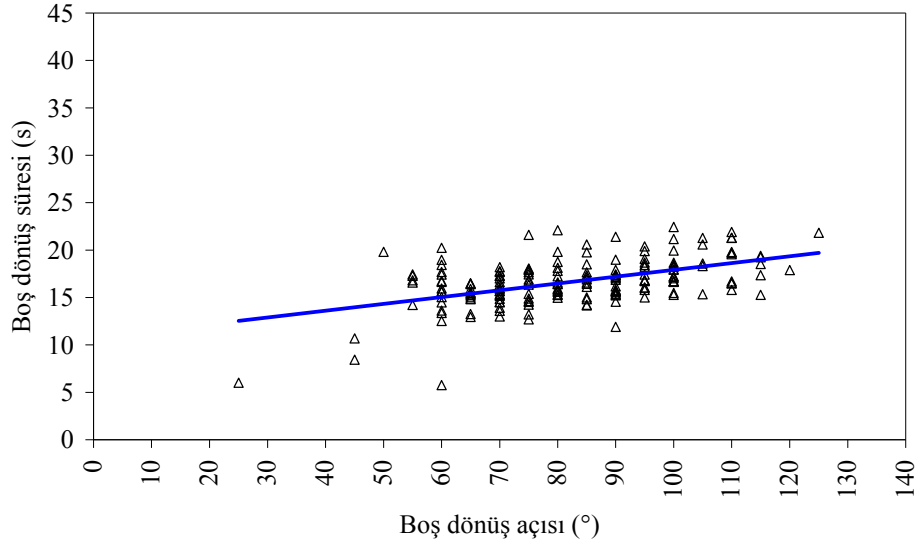


Şekil 3.35 Tüm veri için dolu dönüş açısı – dolu dönüş süresi ilişkisi (TEKRAR kazı)

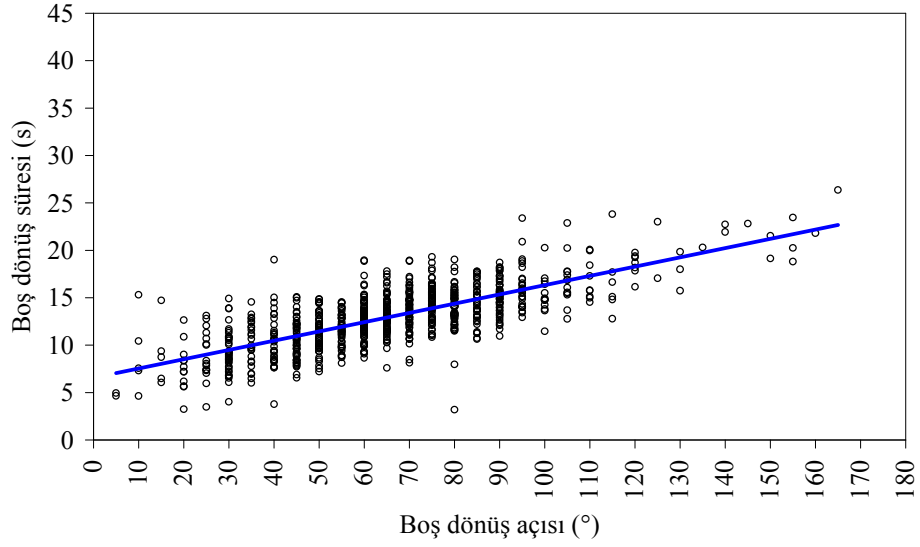
Boş dönüş için tüm veriye ait grafik Şekil 3.36'da, kanal kazısı Şekil 3.37'de, dilim kazısı Şekil 3.38'te, kömür kazısı Şekil 3.39'da ve tekrar kazı Şekil 3.40'ta sunulmuştur.



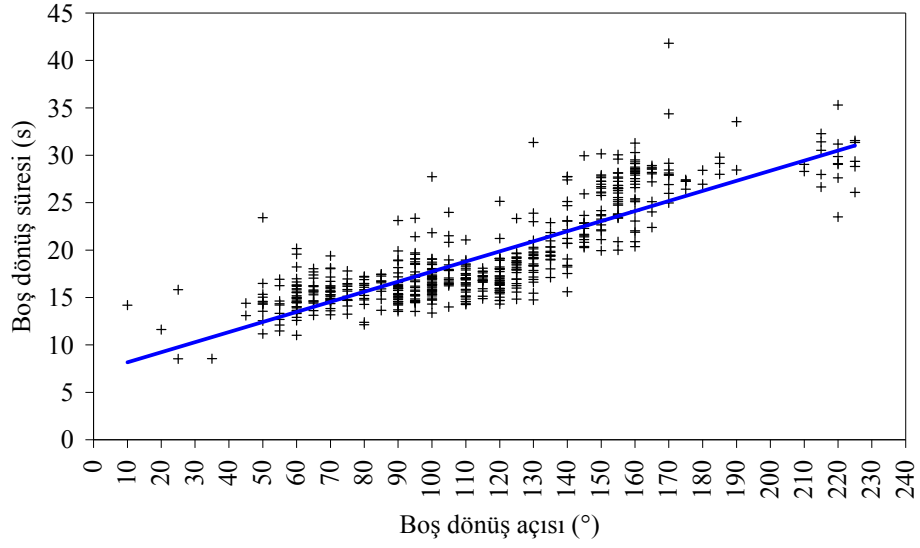
Şekil 3.36 Tüm veri için boş dönüş açısı – boş dönüş süresi ilişkisi



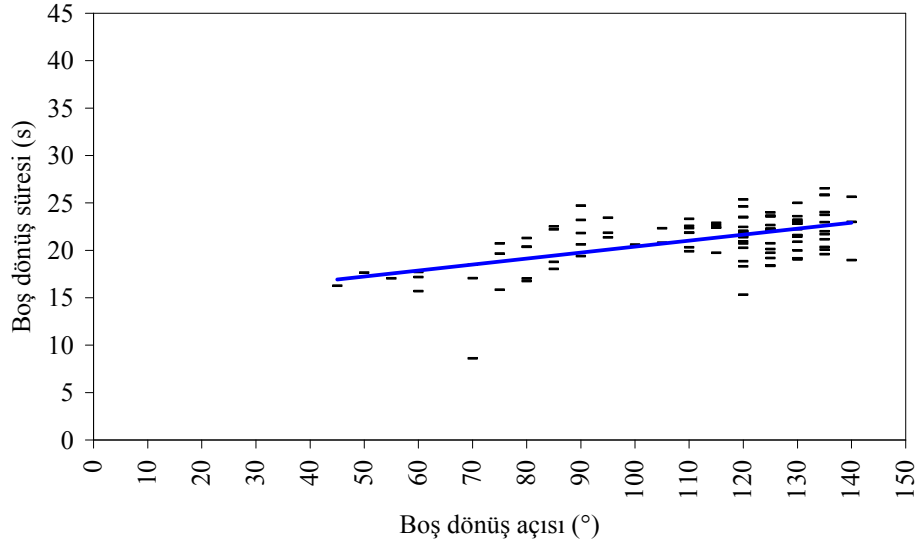
Şekil 3.37 Tüm veri için boş dönüş açısı – boş dönüş süresi ilişkisi (KANAL kazısı)



Şekil 3.38 Tüm veri için boş dönüş açısı – boş dönüş süresi ilişkisi (DİLİM kazısı)



Şekil 3.39 Tüm veri için boş dönüş açısı – boş dönüş süresi ilişkisi (KÖMÜR kazısı)

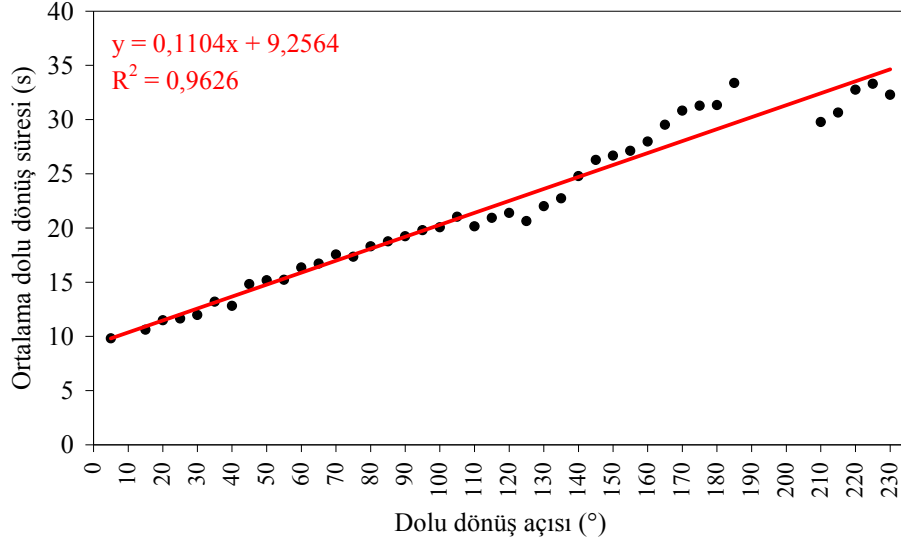


Şekil 3.40 Tüm veri için boş dönüş açısı – boş dönüş süresi ilişkisi (TEKRAR kazısı)

3.5.3 Ortalama dönüş verilerinin analizi

Ham verinin belirli bir bağımsız değişken değerine karşı çok sayıda ve dağınık bağımlı değişken değeri sunması nedeniyle ikinci dizi regresyon analizleri, ortalama değerler ile yapılmıştır. Regresyon analizleri için doğrusal, üssel, logaritmik ve eksponansiyel modeller denenmiş ve doğrusal model en yüksek

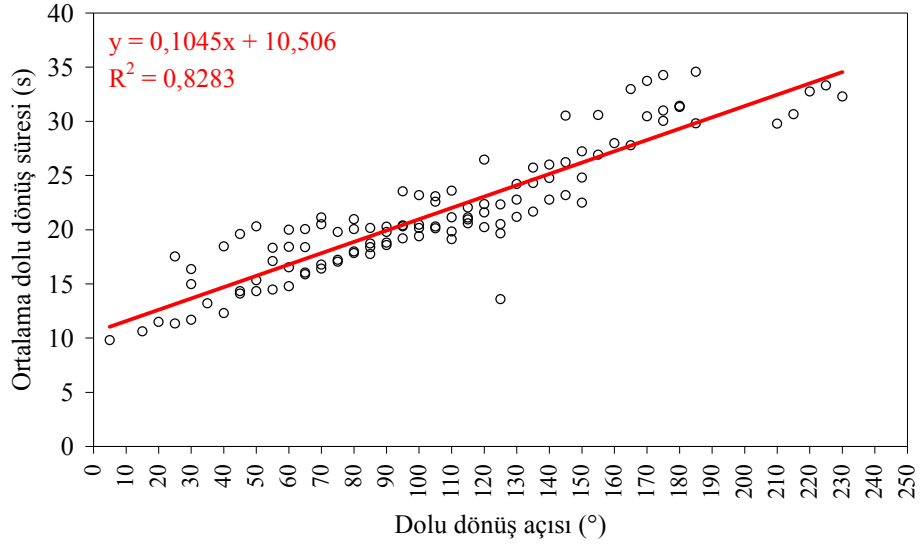
uyum derecesini vermiştir. Şekil 3.41’de dolu dönüş için tüm verinin, farklı çalışma tipleri gözetilmeden ortalama değerler üzerindeki dönüş açısı – dönüş süresi ilişkisi verilmektedir. Görüleceği üzere bağımsız ve bağımlı değişkenler arasında doğrusal bir korelasyon mevcuttur ve uyum katsayısı oldukça yüksektir.



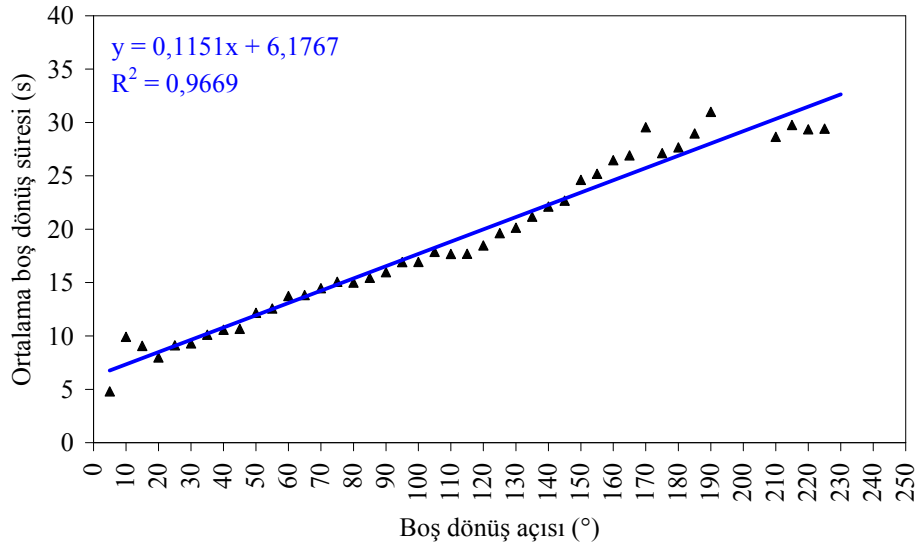
Şekil 3.41 Tüm veri için dolu dönüş açısı – ortalama dolu dönüş süresi ilişkisi

Benzer şekilde, farklı çalışma tiplerinde kaydedilen dönüş açlarına karşılık ortalama dönüş süreleri analiz edildiğinde daha düşük uyum katsayısına sahip ancak yine doğrusal bir ilişki elde edilmektedir (Şekil 3.42).

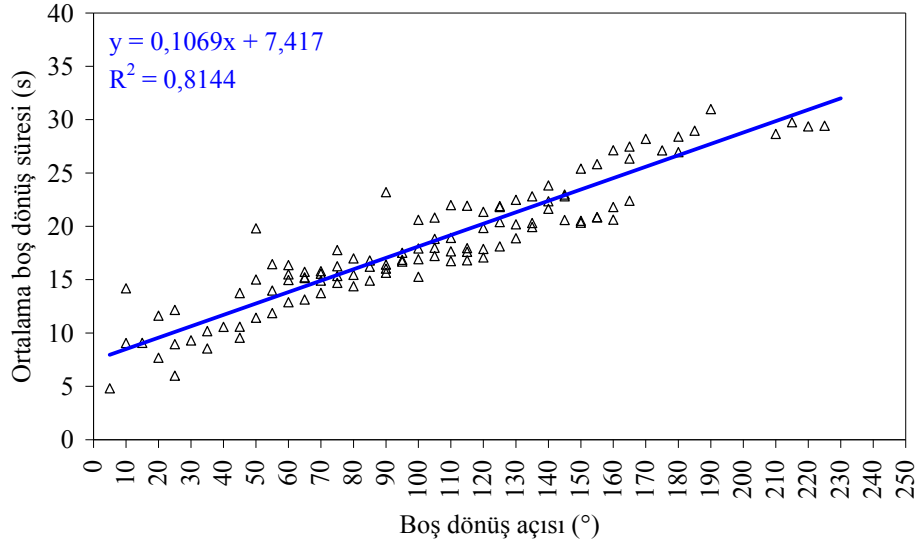
Aynı analizler boş dönüş evresi için de yapılmış ve dolu dönüş evresine çok yakın değerler ve ilişkiler çıkartılmıştır. Buna göre boş dönüş için tüm verinin, farklı çalışma tipleri gözetilmeden ortalama değerler üzerindeki dönüş açısı – dönüş süresi ilişkisi Şekil 3.43’de, farklı çalışma tiplerinde kaydedilen boş dönüş açlarına karşılık ortalama boş dönüş süreleri ise Şekil 3.44’de sunulmaktadır.



Şekil 3.42 Farklı çalışma tiplerindeki tüm veri için dolu dönüş açısı – ortalama dolu dönüş süresi ilişkisi



Şekil 3.43 Tüm veri için boş dönüş açısı – ortalama boş dönüş süresi ilişkisi



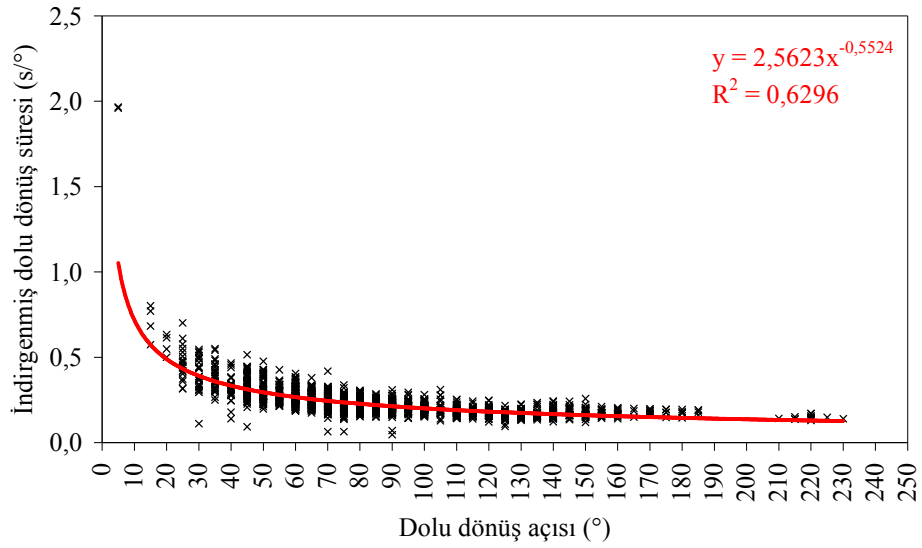
Şekil 3.44 Farklı çalışma tiplerindeki tüm veri için boş dönüş açısı – ortalama boş dönüş süresi ilişkisi

3.5.4 İndirgenmiş dönüş süresi analizi

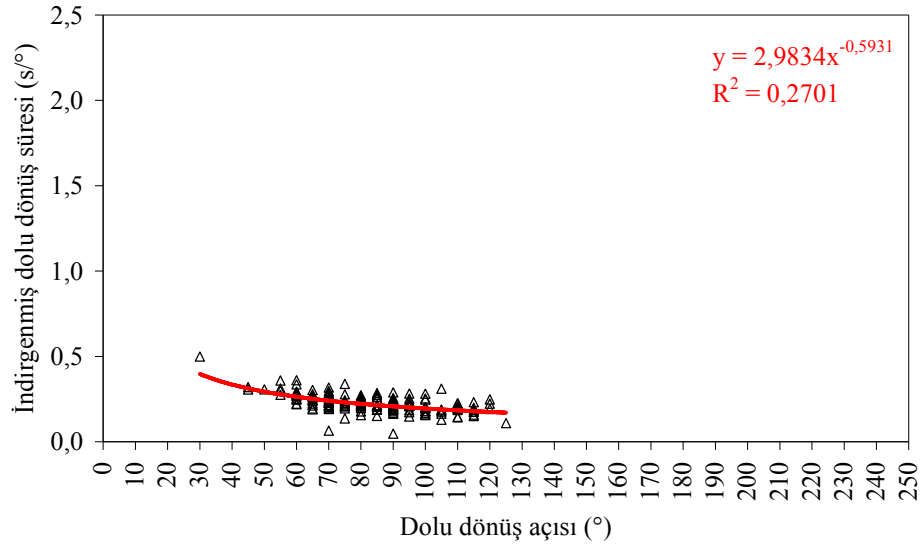
Şekiller 3.31 – 3.44 arasında verilen ($Y = a + bX$) tipindeki doğrusal regresyon eşitlikleri sabit bileşenlere (a) sahip olup sıfır derecelik dönüş açısında bile süre gerekmektedir ki bu durum fiziksel olarak anlamsızdır. Bu durumda analizler, draglaynın açısal dönüş hızını belirleyecek şekilde ilerletilmiştir. Böylece, indirgenmiş dönüş süreleri (ters açısal hızlar) aracılığıyla dar ve geniş açılar üzerindeki dönüşlerden kaynaklanan farklılıkların nedenleri belirlenebilecektir.

Değişkenler arasında üssel bir korelasyonun varlığı izlenebilmekle birlikte, regresyon analizleri için doğrusal, üssel, logaritmik ve exponansiyel modeller denenmiş ve üssel model en yüksek uyum derecesini vermiştir. İndirgenmiş dolu dönüş sürelerine ait ham tüm veri Şekil 3.45’de, kanal kazısı Şekil 3.46’da, dilim kazısı Şekil 3.47’de, kömür kazısı Şekil 3.48’de ve tekrar kazı Şekil 3.49’da sunulmuştur. İzlenebileceği gibi dar dönüş açılarında birim açısal dönüş için gerekli süre, geniş açılara göre oldukça yüksektir. Bunun olası iki nedeni bulunmaktadır. Bunların ilki, dar dönüşlerdeki çekme bağımlılığıdır. Diğer bir deyişle dolu ve draglayn gövdesine çok yakın durumdaki kepçenin dökme için gerekli en kısa mesafeye salınması için geçen süre, bu dar

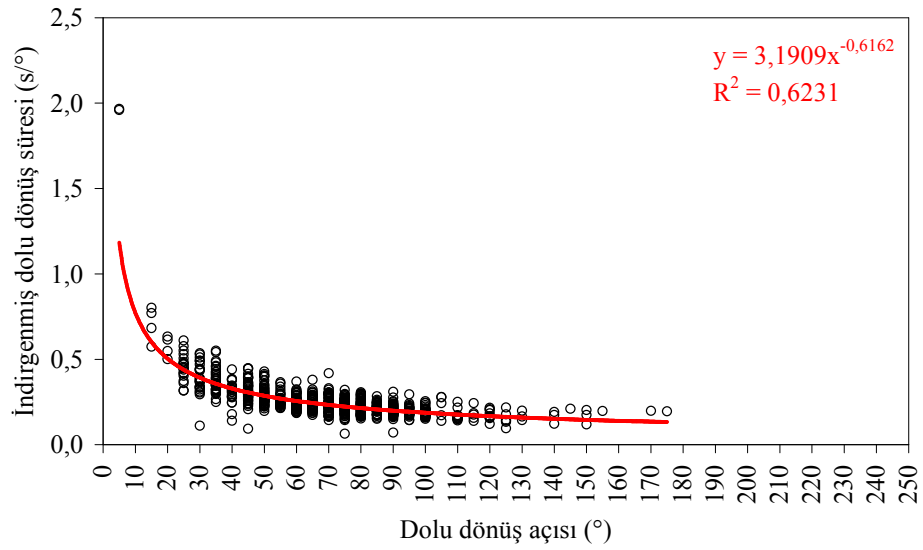
açılardaki dönüş sürelerinden fazladır. Dolayısıyla dönüş çekmeye bağlıdır. İkinci neden ise dönüş motorunun hızlanma ivmelenmesi değerleri ile ilintilidir. Açısal hızlar dönüşün her noktasında aynı değildir. Draglayn, en yüksek açısal hıza belirli bir ivme ile ulaştığından, dar açılardaki dönüşlerde en yüksek açısal hızı kullanamamakta ve dönüşler, beklenenden daha uzun süreler ile sonuçlanmaktadır. Buradaki örnekte dolu ve boş dönüş açıları için yaklaşık 50 derecelik dönüşlerden sonra ters açısal hızlar sabitlenebilmektedir. Şekillerden izlenebilecek diğer bir nokta ise boş dönüşlerdeki ters açısal hızların dolu dönüşlere göre yüksek olmasıdır. Dolu dönüşte bom tarafından çok daha fazla ağırlık taşındığından aynı motor tarafından yüksek kütle için ivmelendirilmesi yavaş olmaktadır.



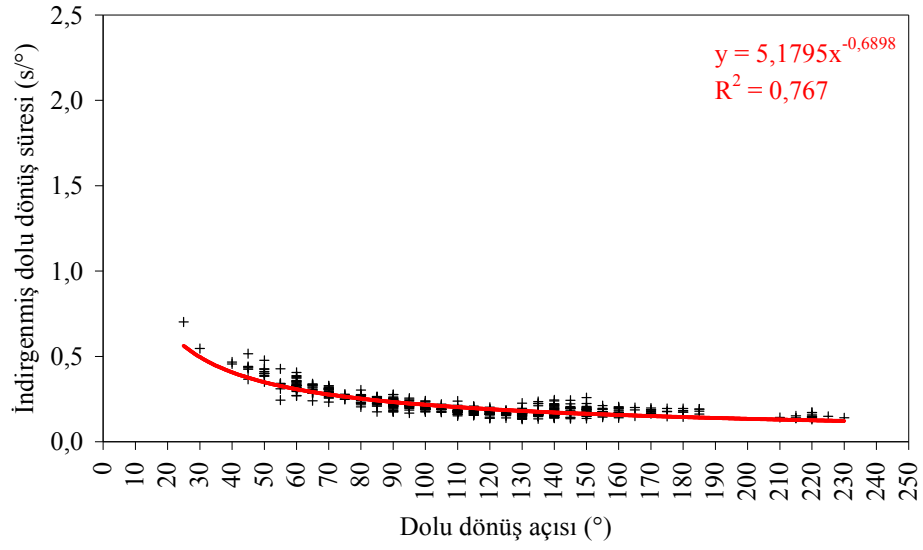
Şekil 3.45 Tüm veri için dolu dönüş açısı – indirgenmiş dolu dönüş süresi ilişkisi



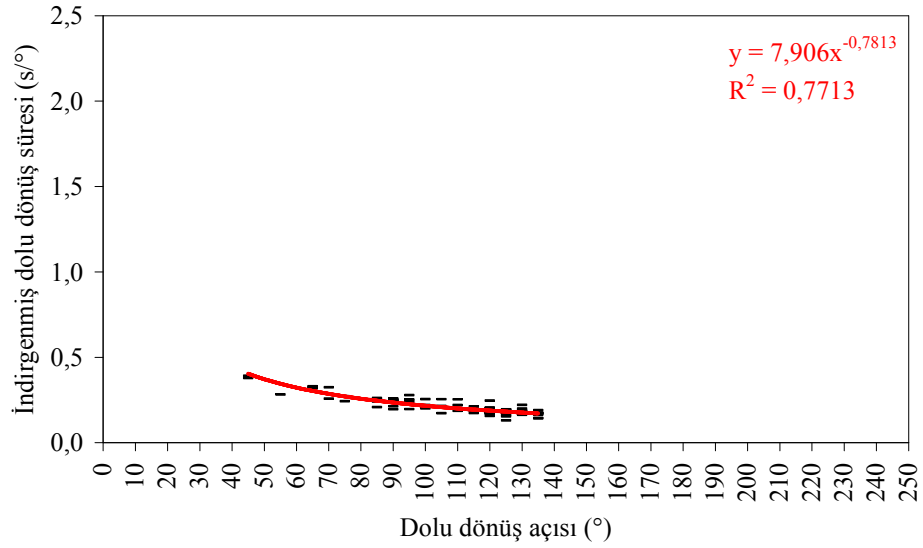
Şekil 3.46 Tüm veri için dolu dönüş açısı – indirgenmiş dolu dönüş süresi ilişkisi (KANAL kazısı)



Şekil 3.47 Tüm veri için dolu dönüş açısı – indirgenmiş dolu dönüş süresi ilişkisi (DİLİM kazısı)

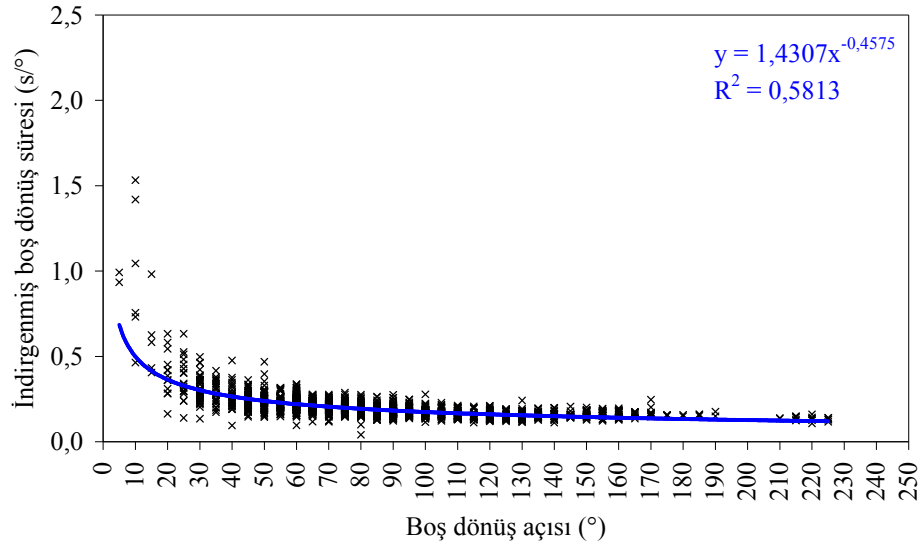


Şekil 3.48 Tüm veri için dolu dönüş açısı – indirgenmiş dolu dönüş süresi ilişkisi (KÖMÜR kazısı)

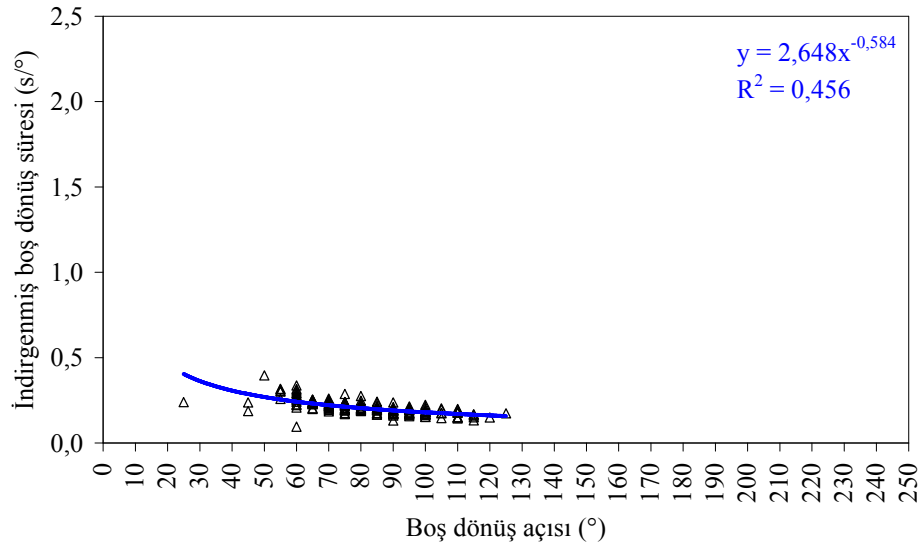


Şekil 3.49 Tüm veri için dolu dönüş açısı – indirgenmiş dolu dönüş süresi ilişkisi (TEKRAR kazı)

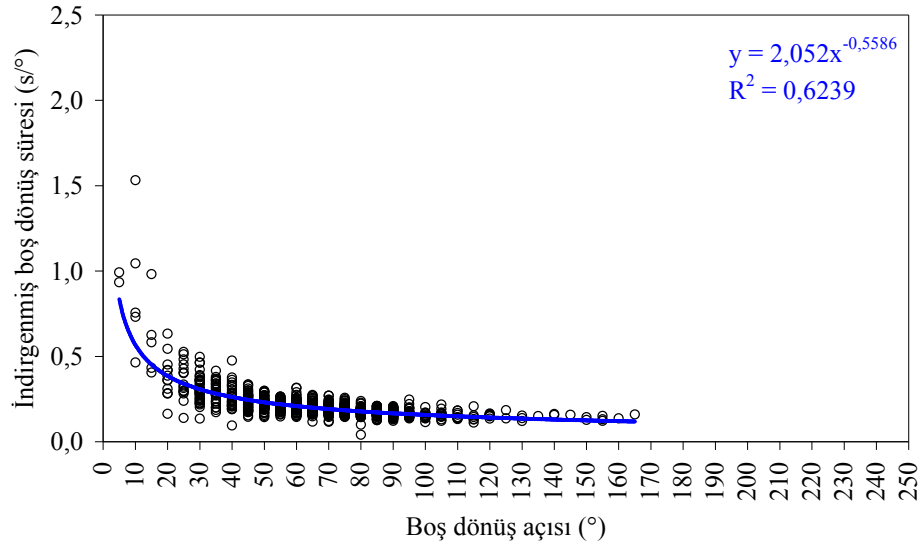
İndirgenmiş boş dönüş sürelerine ait ham tüm veri Şekil 3.50’de, kanal kazısı Şekil 3.51’de, dilim kazısı Şekil 3.52’de, kömür kazısı Şekil 3.53’de ve tekrar kazı Şekil 3.54’de sunulmuştur.



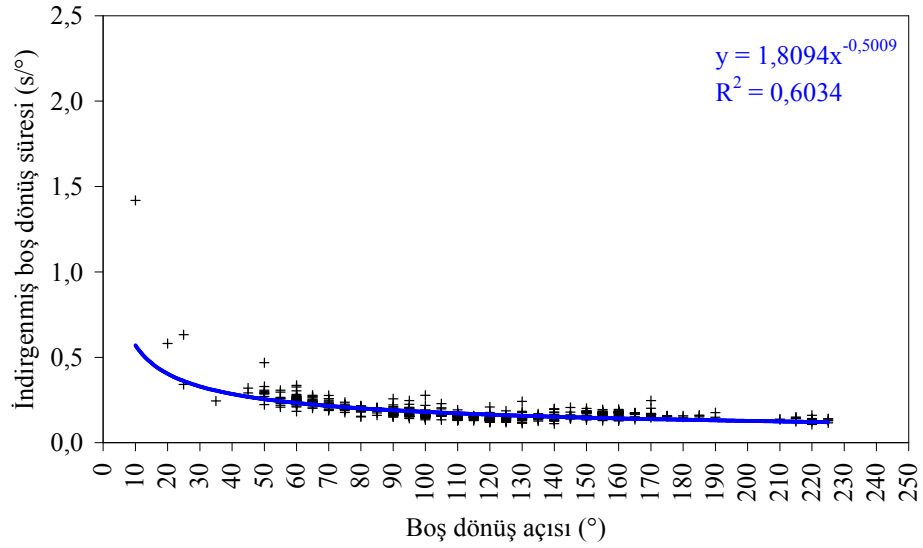
Şekil 3.50 Tüm veri için boş dönüş açısı – indirgenmiş boş dönüş süresi ilişkisi



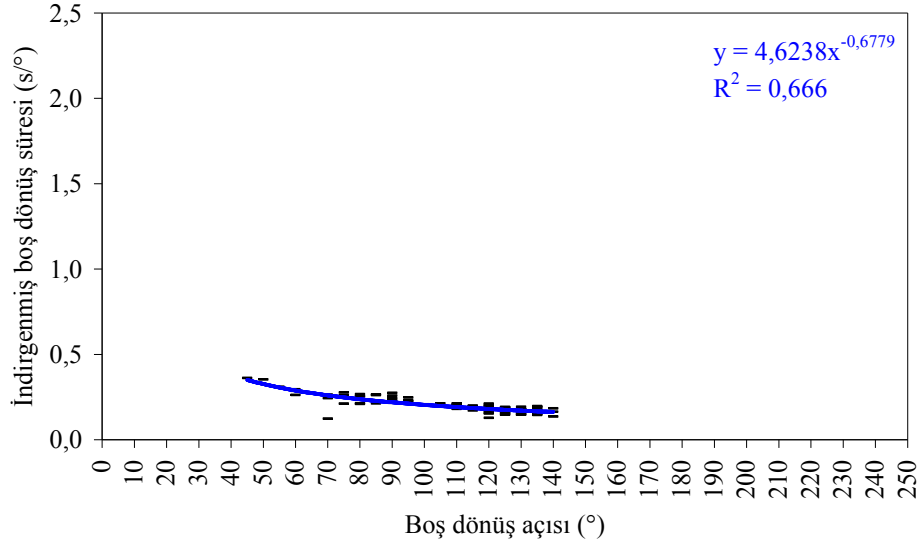
Şekil 3.51 Tüm veri için boş dönüş açısı – indirgenmiş boş dönüş süresi ilişkisi (KANAL kazısı)



Şekil 3.52 Tüm veri için boş dönüş açısı – indirgenmiş boş dönüş süresi ilişkisi (DİLİM kazısı)



Şekil 3.53 Tüm veri için boş dönüş açısı – indirgenmiş boş dönüş süresi ilişkisi (KÖMÜR kazısı)



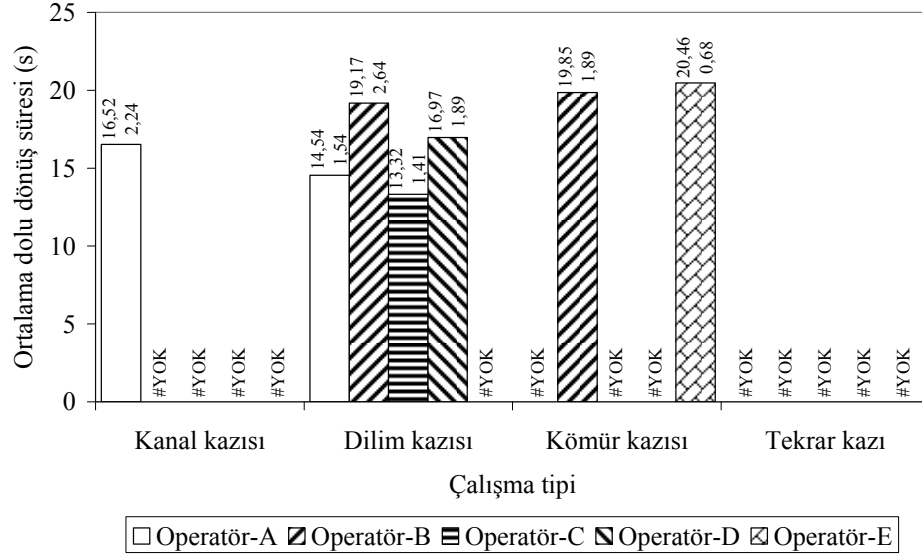
Şekil 3.54 Tüm veri için boş dönüş açısı – indirgenmiş boş dönüş süresi ilişkisi (TEKRAR kazı)

3.5.5 Operatör farklılığı ölçütüne göre değerlendirme

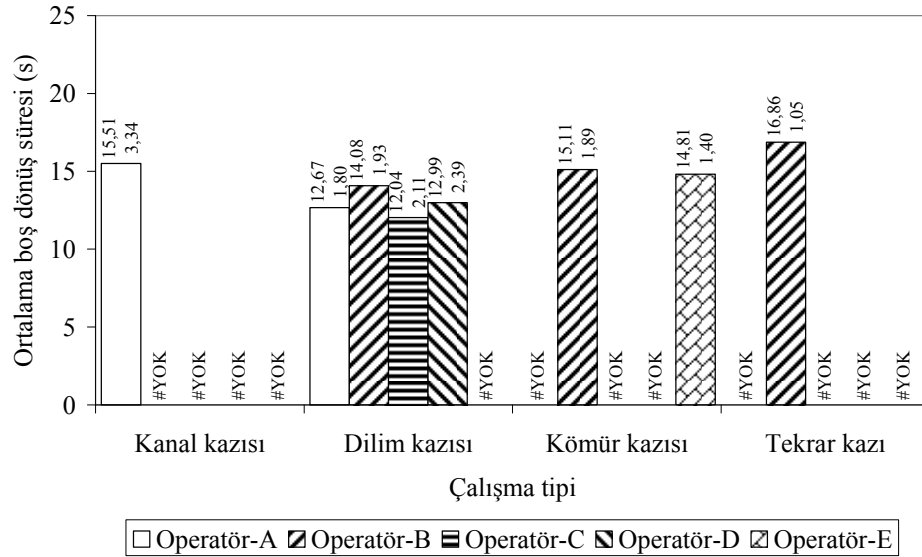
Operatörlerin gözlenen ortak tutumunun, dolu dönüşte kepçenin dolumunu takiben en kısa sürede yeterli yüksekliğe erişip dönüşü tamamlamak, boş dönüşte ise en yüksek açısal hızla geri dönüp, kepçe kazı aynasında konumlandırmak olduğu gözlenmiştir. Ancak dönüş motorlarının tam takatte çalışmasını gerektiren ve günde yüzlerce kez tekrarlanan bu işlem üzerinde tercih farklılığı olup olmadığını belirleyebilmek amacıyla dolu ve boş dönüşler, operatör bazında incelenmiştir. Diğer bir deyişle operatörlerin “iyi-kötü” ya da “hızlı-yavaş” olarak sınıflandırılmasının bu çalışmanın amaçlarından birisi olmadığı vurgulanmaktadır. Veriden görüleceği üzere 5° ile 230° arasında dönüş açıları kaydedilmiştir. Ancak operatör farklılığının da yeterli çoğunlukta veri varlığı ile yapılmasının anlamlı olacağı açıktır. Bu nedenle, en fazla veri bulunan 60°, 70° ve 90°'lik dolu ve boş dönüşler burada operatör farklılığı bazında sunulmaktadır.

60° dolu dönüş için ortalama dönüş süreleri Şekil 3.55'te, 60° boş dönüş için ortalama dönüş süreleri Şekil 3.56'da, 70° dolu dönüş için ortalama dönüş süreleri Şekil 3.57'de, 70° boş dönüş için ortalama dönüş süreleri Şekil 3.58'de,

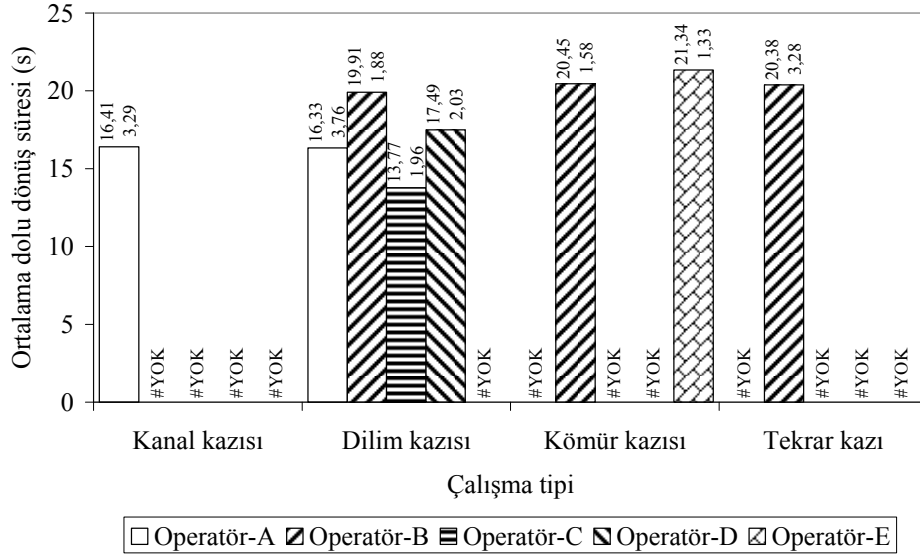
90° dolu dönüş için ortalama dönüş süreleri Şekil 3.59'da ve 90° boş dönüş için ortalama dönüş süreleri Şekil 3.60'da sunulmaktadır.



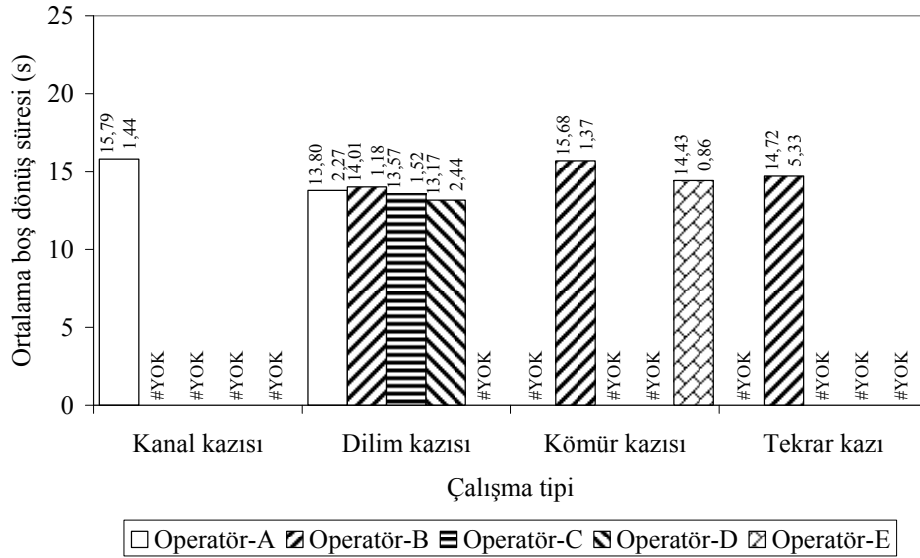
Şekil 3.55 Farklı çalışma tiplerinde operatör tercihi ölçütüne göre 60°'lik dolu dönüş için ortalama dolu dönüş süreleri ve standart sapma değerleri



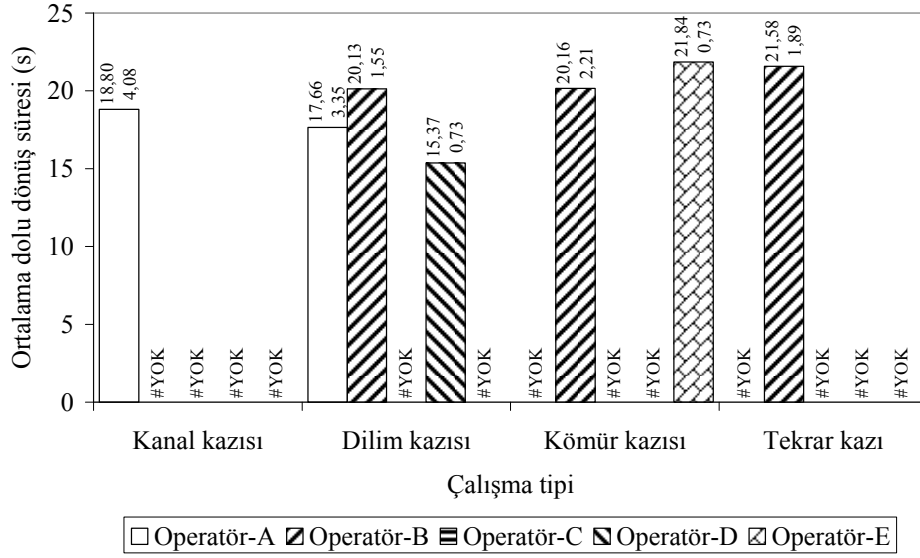
Şekil 3.56 Farklı çalışma tiplerinde operatör tercihi ölçütüne göre 60°'lik boş dönüş için ortalama boş dönüş süreleri ve standart sapma değerleri



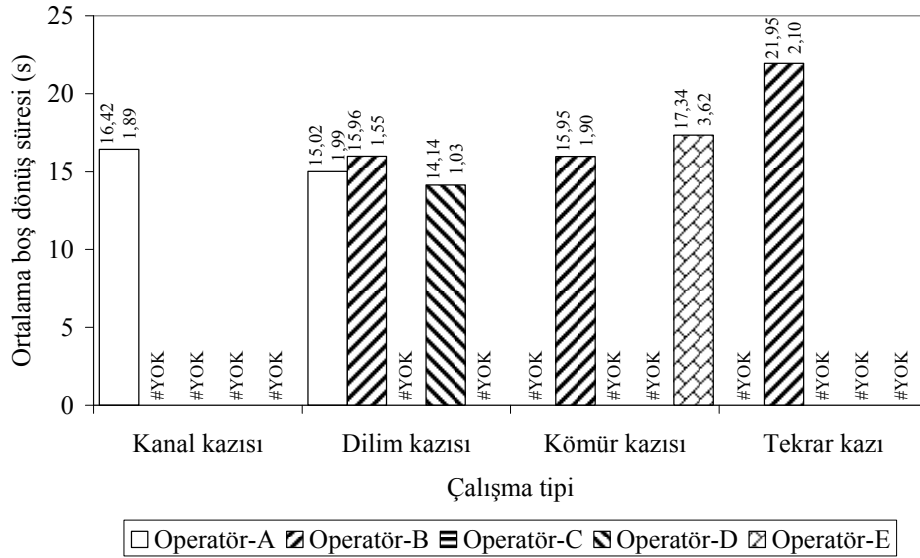
Şekil 3.57 Farklı çalışma tiplerinde operatör tercihi ölçütüne göre 70°'lik dolu dönüş için ortalama dolu dönüş süreleri ve standart sapma değerleri



Şekil 3.58 Farklı çalışma tiplerinde operatör tercihi ölçütüne göre 70°'lik boş dönüş için ortalama boş dönüş süreleri ve standart sapma değerleri



Şekil 3.59 Farklı çalışma tiplerinde operatör tercihi ölçütüne göre 90°'lik dolu dönüş için ortalama dolu dönüş süreleri ve standart sapma değerleri



Şekil 3.60 Farklı çalışma tiplerinde operatör tercihi ölçütüne göre 90°'lik boş dönüş için ortalama boş dönüş süreleri ve standart sapma değerleri

Grafiklerden çıkartılan ve önceki saptamayı destekleyen belirgin sonuç, aynı dönüş açısı için boş dönüş evresinin daha kısa sürdüğüdür. İkinci sonuç ise, boş dönüşlerde operatör farklılıklarının az olduğu ve dolu dönüşlerde Operatör-B ve Operatör-E'nin daha yavaş dönüşler yaptığıdır.

3.5.6 Dönüş süresi üzerine tartışma

Dolu ve boş dönüş süreleri de, belirli aralıklarda dalgalanmaktadır. Bu işlem üzerinde etkili olabilecek parametreler ile nicel olarak verilemeyen diğer bulgular aşağıda verilmektedir:

- a. Dönme süresini etkileyen temel eleman dönüş açısıdır.
- b. Gözlenen döngülerin hemen tümüne yakını dönüşe bağımlı döngülerden oluştuğundan, çekme ya da kaldırma bağımlı dönüşlerin etkisi tam olarak incelenememiştir.
- c. Aynı dönüş açılarında boş dönüş süresinin dolu dönüş süresinden daha kısa olduğu $\sim (1 \text{ s} - 2 \text{ s})$ belirlenmiştir. Bunun temel nedeninin geri dönüşte kepçe kütesinin hafifliği olduğu düşünülmektedir.

3.6 Kepçe Boşaltma Süresi Analizi

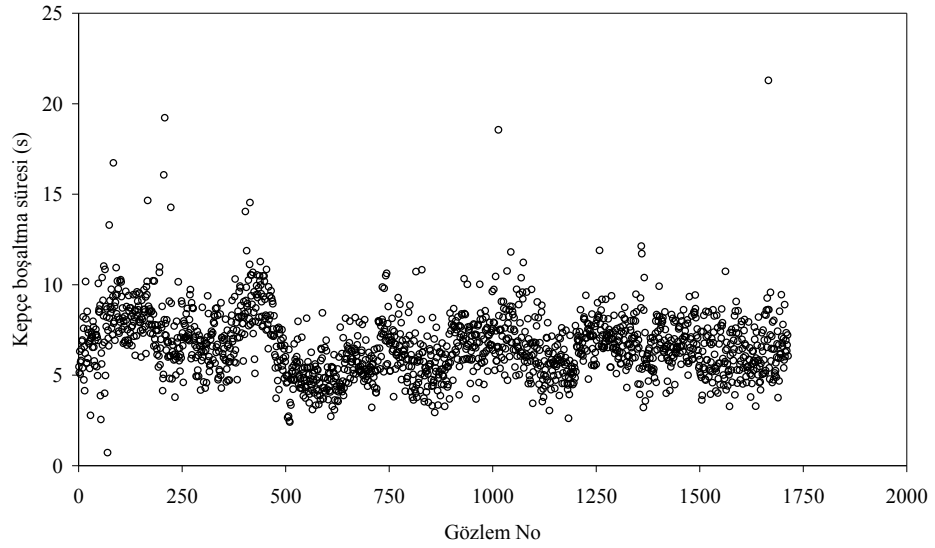
3.6.1 Giriş

Oldukça düz bir işlem olan kepçe boşaltma süresi üzerinde etkili olabilecek parametrelerin operatör tercihi ile kepçe doluluğu olduğu düşünülmektedir.

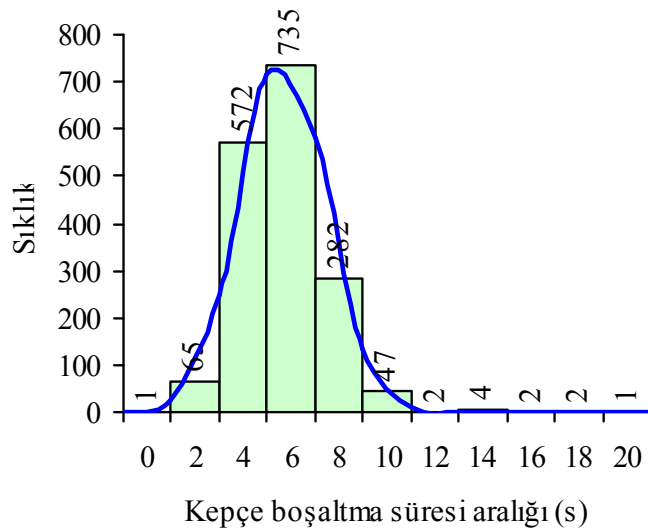
3.6.2 Ham kepçe boşaltma süresi analizi

Kepçe boşaltma süresinin, operatör farklılığı dışında herhangi bir işletme parametresinin etkisinde olması beklenmemiştir. Operatörlerden edinilen bilgiye göre ilki Amerikan diğeri Avustralya olmak üzere iki boşaltma yöntemi bulunmaktadır (Anonim, 2005). İlk yönteme göre operatör dolu dönüş, kaldırma ve çekme halatı salma işlemlerini eşzamanlayarak, kepçe ağırlık merkezini yavaşça öne aktarmakta ve dolayısıyla pasayı harman üzerinde yumuşak bir manevra ile dökmektedir. İkinci yöntemde ise çekme halatı salma işlemi bilinçli olarak geciktirilmekte ancak harman üzerindeki döküm noktasına yaklaşıldığında bu işlem süratlendirilmektedir. Böylece, kepçe hızla sarsılarak ağırlık merkezi öne kaydığından, daha çabuk dökülebilmektedir. Ocaktaki operatörlerin ilk yöntemi benimsediği gözlemlenmiştir.

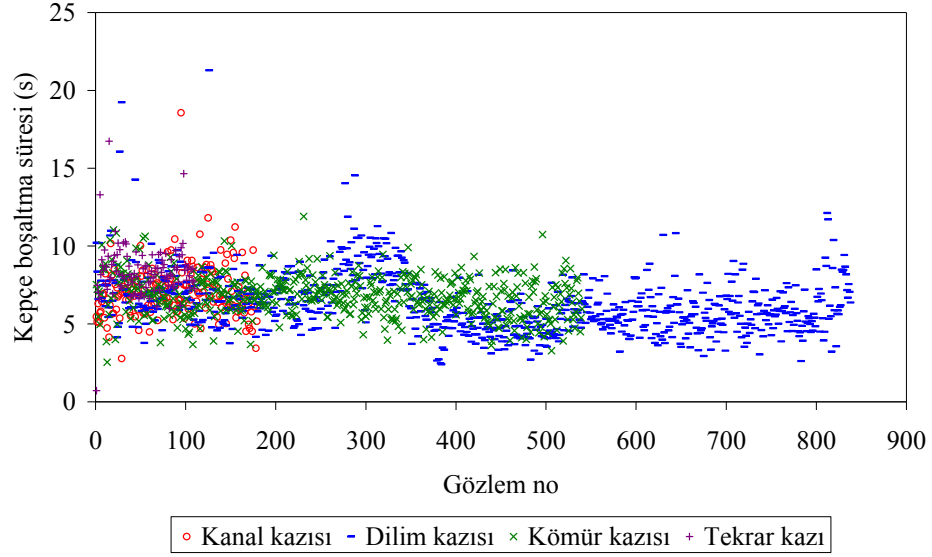
Kaydedilen tüm ham veriye ait kepçe boşaltma değerleri Şekil 3.61a’da, normal dağılıma işaret eden sıklık frekans diyagramı ise Şekil 3.61b’de sunulmuştur. Değerler, 20 s’ye kadar çıkabilen birkaç ekstrem haricinde 5 s – 10 s arasında yoğunlaşmaktadır. Şekil 3.62’de veri, çalışma tipi bazında sınıflandırılmıştır. Burada da yüksek değerlerin dilim ve tekrar kazı çalışmalarından geldiği görülmektedir.



Şekil 3.61a Tüm ham kepçe boşaltma verisi



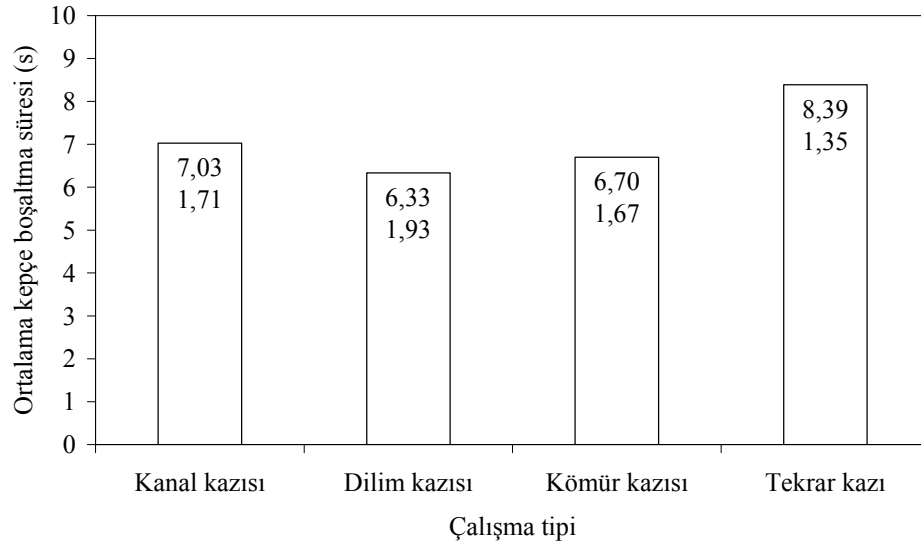
Şekil 3.61b Tüm ham kepçe boşaltma verisi sıklık frekans diyagramı



Şekil 3.62 Farklı çalışma tipleri için tüm ham kepçe boşaltma verisi

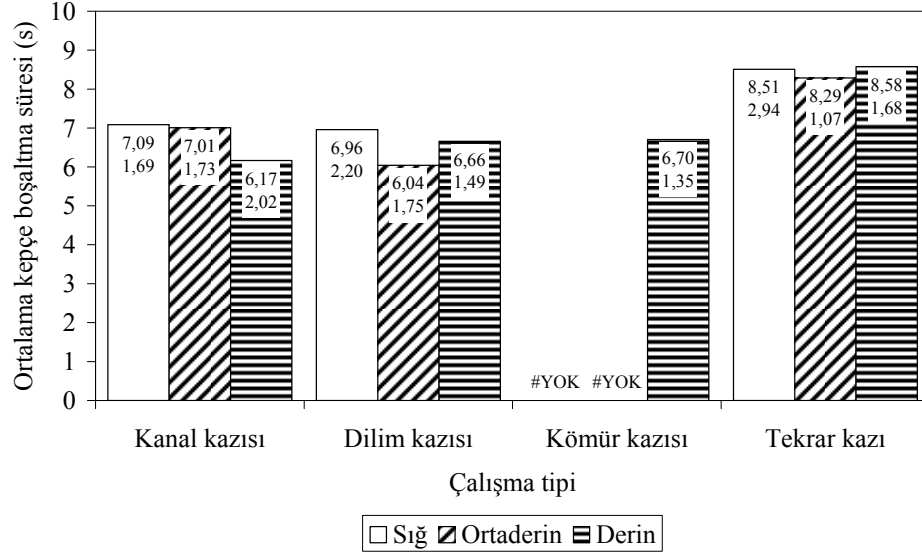
3.6.3 Ortalama kepçe boşaltma süresi analizi

Ortalama kepçe boşaltma süresi, farklı çalışma tiplerinin fonksiyonu olarak Şekil 3.63’de sunulmuştur. Ortalamalar arasında kayda değer farklılık gözlenmemektedir.

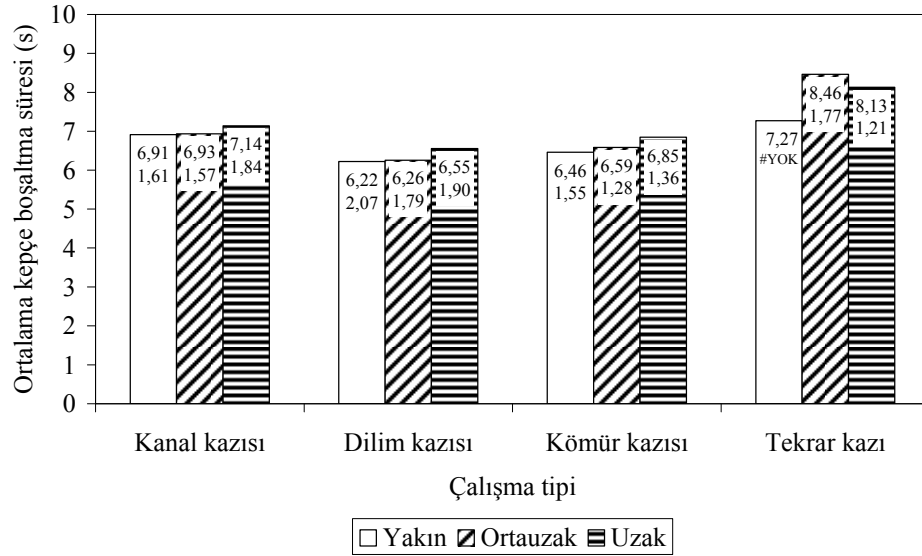


Şekil 3.63 Farklı çalışma tiplerinde ortalama kepçe boşaltma süreleri ve standart sapma değerleri

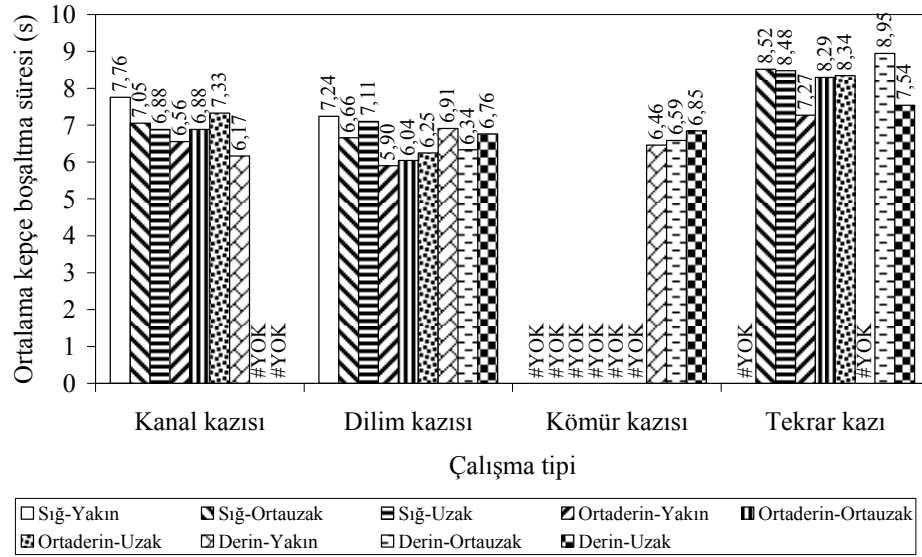
Kepçe batma noktası konumunun kepçe boşaltma süresi üzerindeki etkisinin belirlenebilmesi amacıyla veri düzenlenerek, incelenmiştir. Farklı çalışma tiplerinde batma noktası derinliğinin olası etkisi Şekil 3.64’de, uzaklığının etkisi Şekil 3.65’de ve uzaysal konumunun etkisi Şekil 3.66’da verilmiştir.



Şekil 3.64 Farklı çalışma tiplerinde kepçe batma noktası derinliği ölçütüne göre ortalama kepçe boşaltma süreleri ve standart sapma değerleri



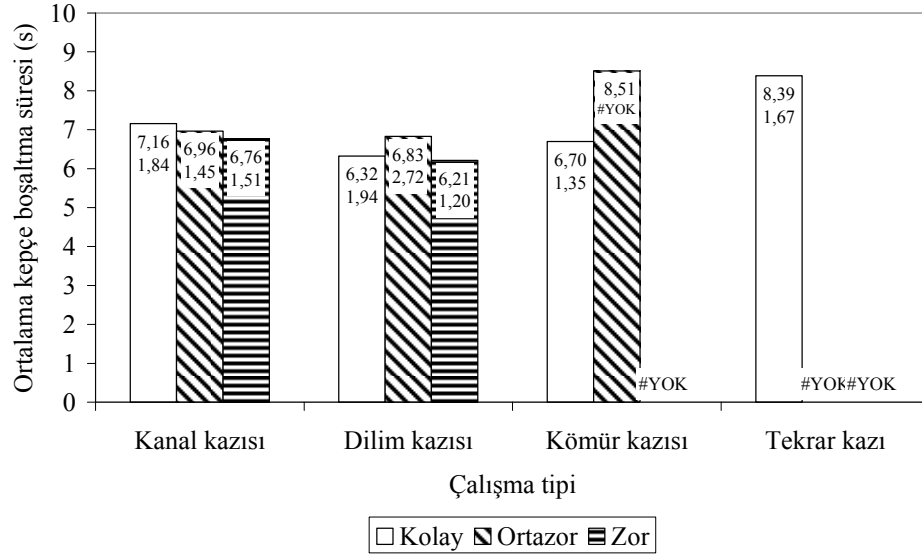
Şekil 3.65 Farklı çalışma tiplerinde kepçe batma noktası uzaklığı ölçütüne göre ortalama kepçe boşaltma süreleri ve standart sapma değerleri



Şekil 3.66 Farklı çalışma tiplerinde kepçe batma noktası uzaysal konumu ölçütüne göre ortalama kepçe boşaltma süreleri

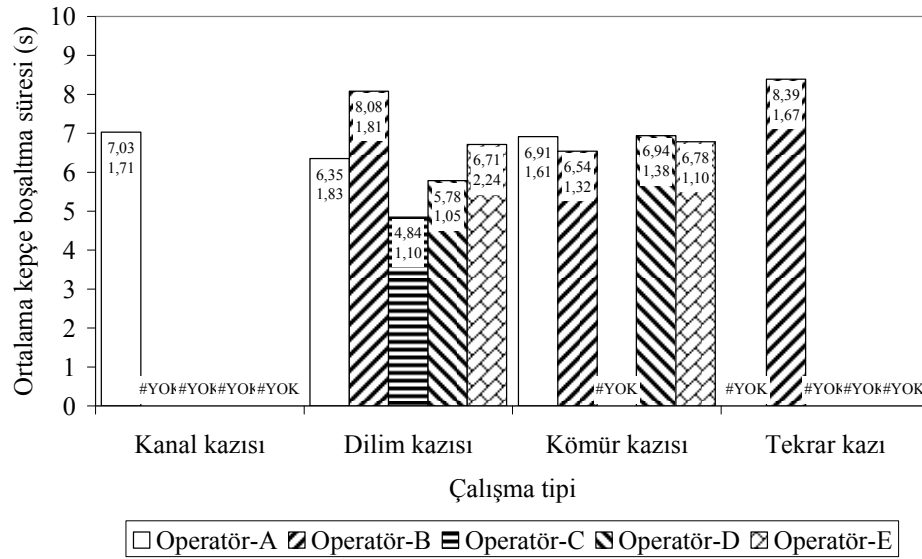
Her üç şekilde verilen ortalamalar, farklılık göstermeyecek şekilde dar aralıkta sıralanmaktadır. Ancak özellikle Şekil 3.64’de göze çarpan nüans, kepçe boşaltma süresinin batma noktası uzaklığı ile doğru orantılı olduğudur. Bu durum, yeterli doluluğa ulaştığı kanısına varılan kepçenin, operatör tarafından belirli bir mesafe daha çekilmek durumunda kalınması nedeniyle biraz daha doldurulduğu gerçeği ile açıklanmalıdır.

Kazı güçlüğü ile kepçe dolma faktörü arasında negatif ve kepçe dolma faktörü ile kepçe boşaltma süresi arasında pozitif bir korelasyon öngörüsü sonucunda, diğer faktörler aynı kalmak koşuluyla, dolu kepçenin daha geç boşaltma süresine yol açacağı beklenmektedir. Veri bu ölçüte göre incelendiğinde tekrar kazı işleminde ortalama kepçe boşaltma süresi, diğer modlardan belirgin şekilde yüksek çıkmaktadır (Şekil 3.67). Bu da yukarıdaki önermeyi destekleyici bir sonuçtur. Ayrıca, en iyi olarak kanal kazısı sonuçlarından da izlenebileceği üzere, kazı güçleştikçe kepçe doluluğu düşmekte ve kepçe boşaltma süreleri de azalmaktadır.



Şekil 3.67 Farklı çalışma tiplerinde kazı güçlüğü ölçütüne göre ortalama kepçe boşaltma süreleri ve standart sapma değerleri

Kepçe boşaltma süresi üzerinde operatör tercihinin etkili olabileceği düşüncesiyle veri, operatör farklılığı ölçütüne göre analiz edilmiştir. Şekil 3.68'de sunulan sonuçlara göre Operatör-B, diğerlerinden biraz daha pürüzsüz bir işlemi tercih etmektedir.



Şekil 3.68 Farklı çalışma tiplerinde operatör tercihi ölçütüne göre ortalama kepçe boşaltma süreleri ve standart sapma değerleri

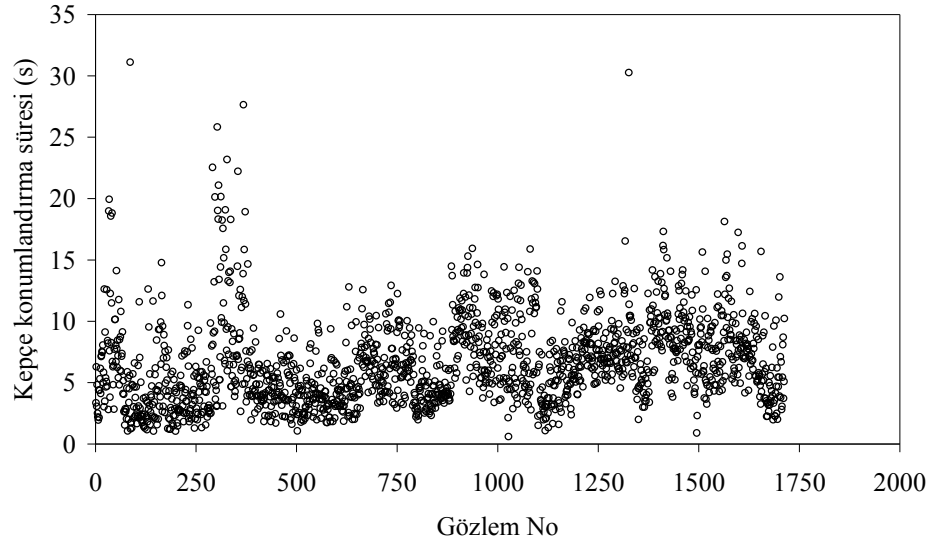
3.7 Kepçe Konumlandırma Süresi Analizi

3.7.1 Giriş

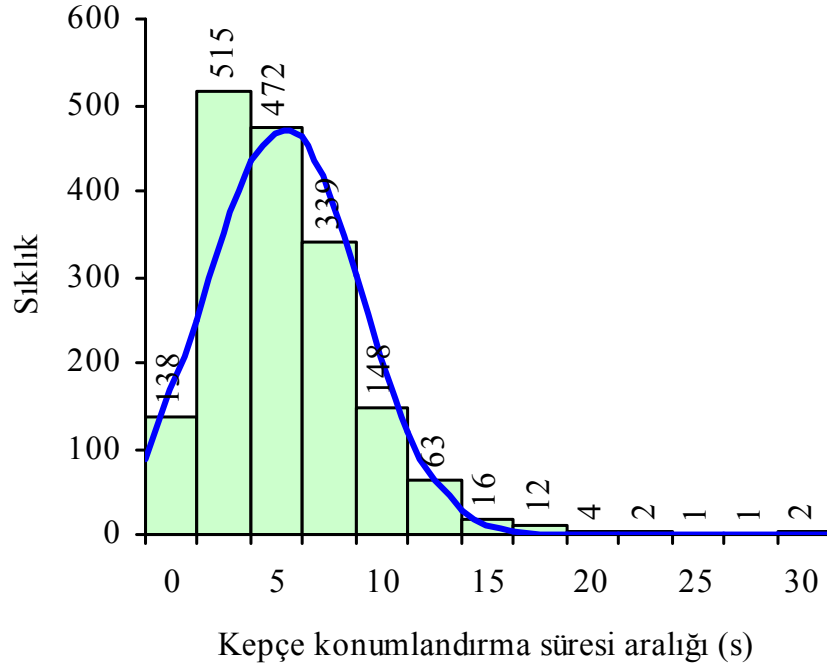
Ocakta yapılan gözlemler, operatörlerin kepçeyi kazı aynası üzerinde belirli bir noktaya konumlandırabilmek için, döngünün yalnızca geri dönüş evresi tarafından açıklanamayacak şekilde manevralar yaptıklarını göstermiştir. Bu nedenle bu işlem döngünün bağımsız ayrı bir bileşeni olarak tanımlanmış, izlenmiş ve üzerinde etkili olan parametreler araştırılmıştır.

3.7.2 Ham kepçe konumlandırma süresi analizi

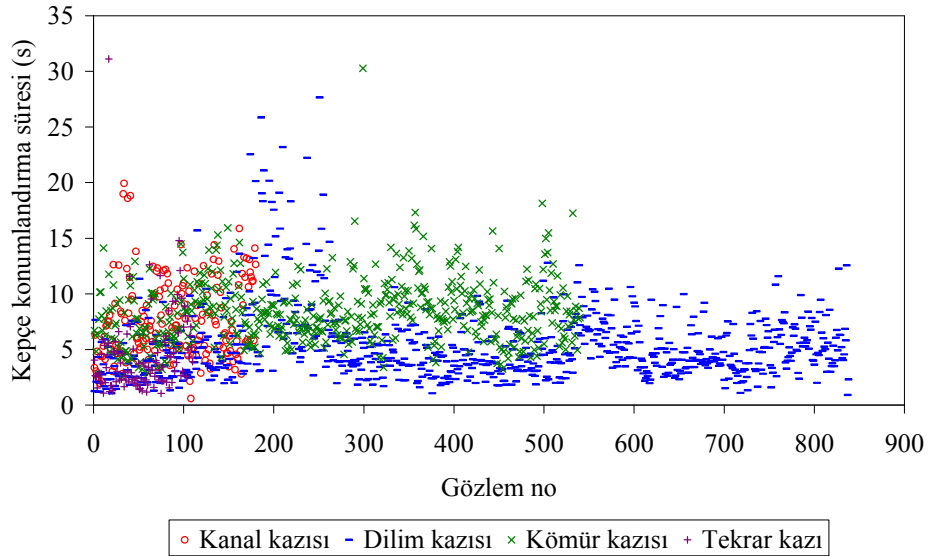
Kaydedilen tüm ham veriye ait kepçe konumlandırma değerleri Şekil 3.69a'da, sıklık diyagramı ise Şekil 3.69b'de sunulmuştur. Değerler, 30 s'ye kadar çıkabilen birkaç ekstrem haricinde 10 s civarında yoğunlaşmaktadır. Şekil 3.70'te veri, çalışma tipi bazında sınıflandırılmıştır. Burada da yüksek değerlerin dilim kazı çalışmasından kaynaklandığı görülmektedir.



Şekil 3.69a Tüm ham kepçe konumlandırma verisi



Şekil 3.69b Tüm ham kepçe konumlandırma verisi sıklık frekans diyagramı



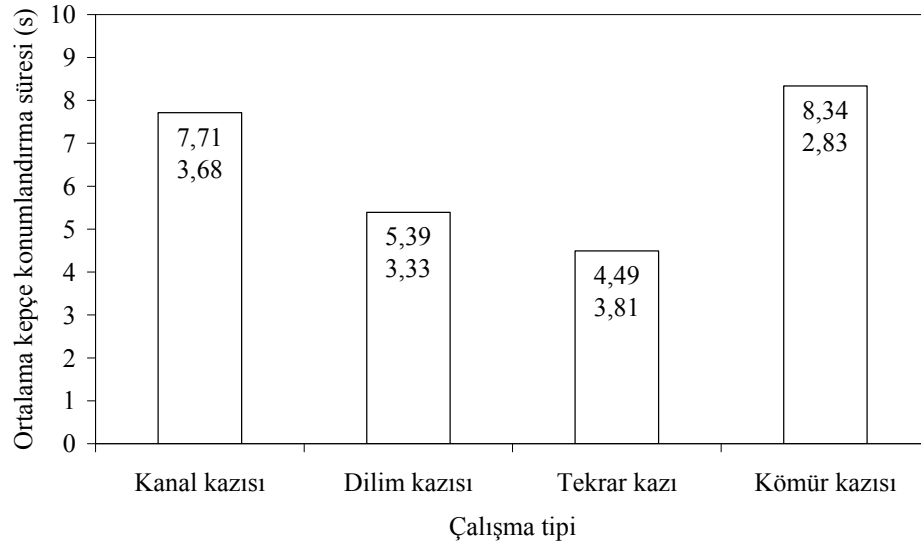
Şekil 3.70 Farklı çalışma tipleri için tüm ham kepçe konumlandırma verisi

3.7.3 Ortalama kepçe konumlandırma süresi analizi

Draglayn kazı aynasına kepçenin bir sonraki dolum için tekrar konumlandırılmasını etkileyen üç adet olası faktör tanımlanmıştır, bunlar: kazı

alanı büyüklüğü, kepçe batma noktası mesafesi ve draglayn boş dönüş açısıdır. Bu önermelerden genel amaçlı olan ilkinde göre operatör, geniş kazı aynasında kepçeyi konumlandırmak için daha rahat hareket edebilecek ve çekme halatı salma (drag payout), boş geri dönüş ve kepçe indirme (hoist payout) işlemleri birbirlerini etkilemeyeceklerdir. İlintili ikinci önerme draglayn döngülerinde bağımlılığı göstermektedir. Buna göre uzak ve/veya derin noktalara yapılan konuşlanmalar uzun sürmelidir. Veri, bu ölçütler gözetilerek değerlendirilmiştir.

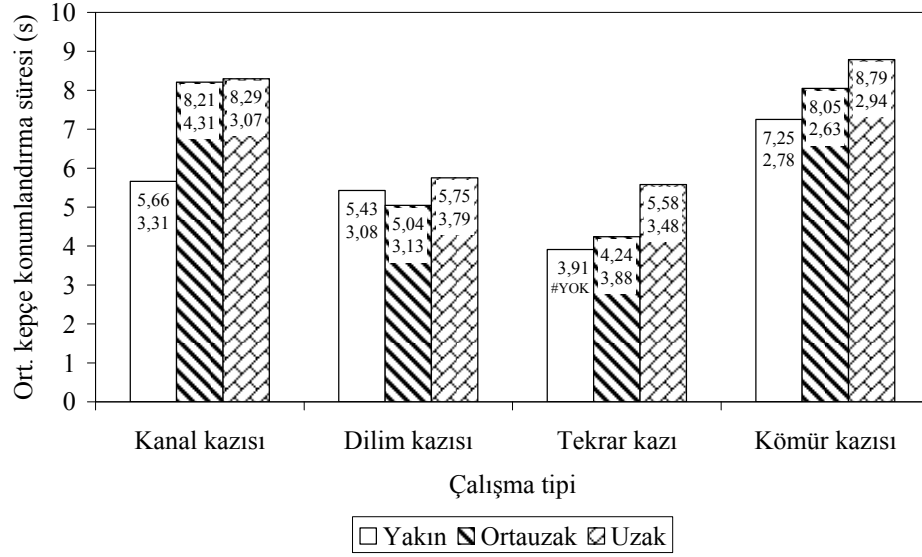
Birinci önerme sonuçları, Şekil 3.71 tarafından desteklenmektedir. Burada çalışma aynası boyutları büyüdüğü konumlandırma süresinin de kısaldığı belirgin şekilde görülebilmektedir. Oldukça geniş bir aynaya sahip olduğu halde bu önerme ile açıklanamayan kömür kazısı ise ikinci önerme tarafından açıklanmalıdır.



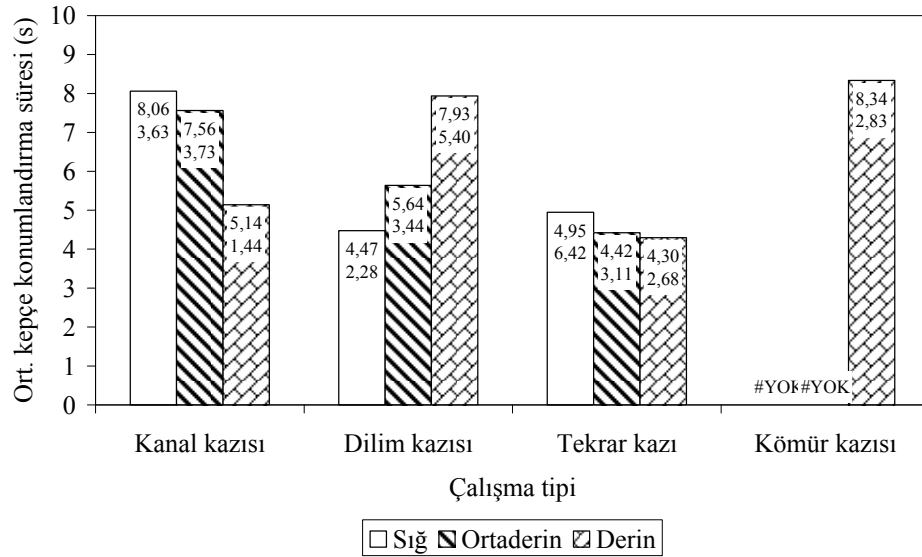
Şekil 3.71 Farklı çalışma tiplerinde ortalama kepçe konumlandırma süreleri ve standart sapma değerleri

Şekiller 3.72 – 3.74 arasında kepçe konumlandırma süresi, kepçe batma noktası yatay uzaklığının, derinliğinin ve uzaysal konumunun fonksiyonu olarak sunulmuştur. Şekil 3.72’de kömür kazısında yatay uzaklığın kepçe

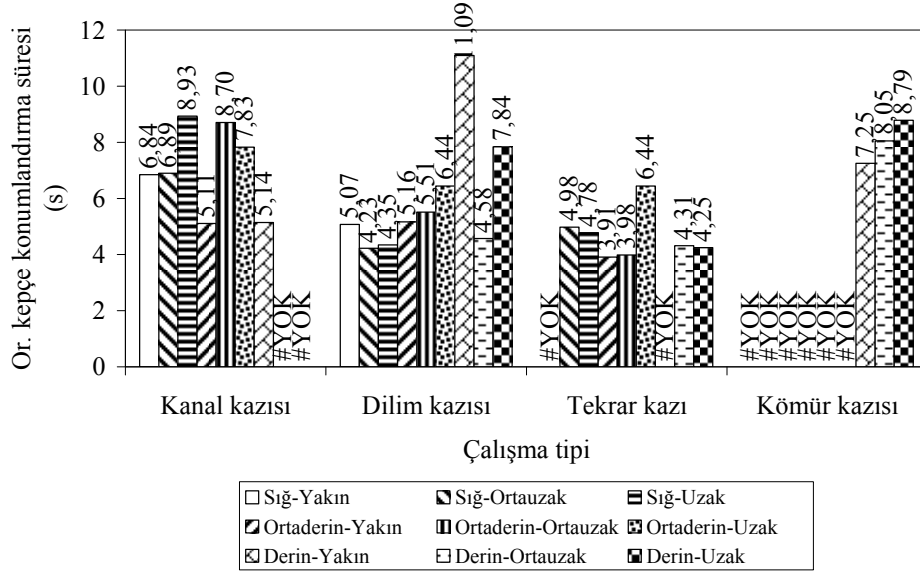
konumlandırma süresi üzerinde etkili olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu önerme Şekil 3.74 tarafından da desteklenmektedir.



Şekil 3.72 Farklı çalışma tiplerinde kepçe batma noktası uzaklığı ölçütüne göre ortalama kepçe konumlandırma süreleri ve standart sapma değerleri

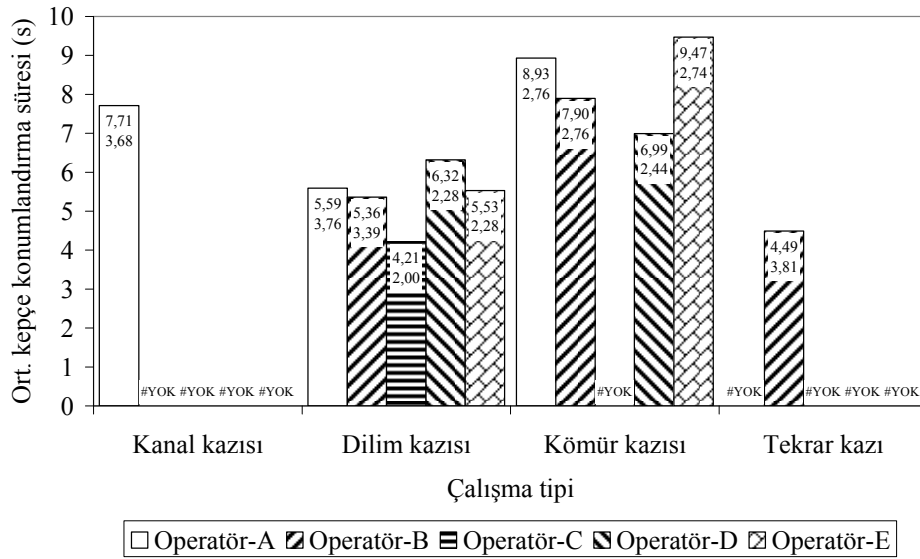


Şekil 3.73 Farklı çalışma tiplerinde kepçe batma noktası derinliği ölçütüne göre ortalama kepçe konumlandırma süreleri ve standart sapma değerleri



Şekil 3.74 Farklı çalışma tiplerinde kepçe batma noktası uzaysal konumu ölçütüne göre ortalama kepçe konumlandırma süreleri

Kepçe konumlandırma evresi üzerinde operatör tercihi olup olmadığı, tüm verinin operatör bazında değerlendirilmesi aracılığıyla incelenmiştir. Sonuçlar Şekil 3.75'te sunulmuştur. Buna göre belirgin bir farklılığı gösterebilecek nitelik ve nicelikte veri olmadığından, durum belirsiz olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3.75 Farklı çalışma tiplerinde operatör tercihi ölçütüne göre ortalama kepçe konumlandırma süreleri ve standart sapma değerleri

3.7.4 Kepçe konumlandırma süresi üzerine tartışma

Burada ifade edilebilecek tek nokta kömür kazısı çalışmasındaki konumlandırma sürelerinin yüksekliğidir. Tabanda bulunan kömür damarına kepçenin erişmesi için boş dönüş evresini takiben belirli bir kaldırma halatı salma işleminin yapıldığı anlaşılmaktadır. Boş dönüş sırasında halat salma işlemi de eşzamanlanabilseydi bu süre kısalabilirdi. Ancak kanal kazısındaki ortalama konumlandırma süresinin görece yüksekliği, kısıtlanmış kazı aynasına kepçenin eriştirilmesinin bu evreyi, geometrik engellerden dolayı ortalama 2 s – 3 s kadar süre geciktirdiğini göstermektedir.

4 SONUÇLAR ve ÖNERİLER

4.1 Sonuçlar

Bu çalışmada Sivas ili sınırları içerisinde bulunan bir yerüstü kömür ocağında kullanılan draglaynın döngü süresi analizleri yapılmıştır. İzleme çalışmaları yaklaşık 45 günlük bir periyotta aralıklı olarak gerçekleştirilmiştir. Döngü süresi izleme çalışmaları ocaktaki draglayn kayıtlarının alınmasında otomatik bir izleme/kayıt sistemi bulunmadığından 10-lap fonksiyonuna sahip hassas kronometre kullanılarak yapılmıştır.

Çalışmada aşağıdaki amaçlar tanımlanmıştır:

- a. Döngü süresi bileşenlerinin tanımlanması ve geçişim noktalarının belirlenmesi
- b. Kepçe doldurma süresi üzerinde etkili olan sistem parametrelerinin tanımlanması ve etki derecelerinin belirlenmesi
- c. Kepçe konumlandırma süresi üzerinde etkili olan sistem parametrelerinin tanımlanması ve etki derecelerinin belirlenmesi
- d. Dönüş süreleri üzerinde etkili olan sistem parametrelerinin tanımlanması ve etki derecelerinin belirlenmesi

Ulaşılan sonuçlar genel itibariyle aşağıda verilmiştir. Ancak bu ifadeler diğer koşulların sabit olması kaydıyla geçerlidir.

- a. Draglayn döngü süresi; doldurma, dolu dönüş, boşaltma, boş dönüş ve konumlandırma olmak üzere beş evreye bölünmüştür.
- b. Kepçe doldurma süresi çalışma aynası geometrisi ve boyutlarından etkilenmektedir. Kepçe, geniş alanlarda daha kısa sürede doldurulabilmektedir.
- c. Kepçe doldurma süresi malzeme kazılabilirliğinden etkilenmektedir. Yumuşak malzeme daha kısa sürede doldurulabilmektedir.

- d. Kepçe doldurma süresi kepçe batma noktası mesafesinden, özellikle yatay uzaklığından etkilenmektedir. Uzak noktalardaki kazı, daha uzun sürmektedir.
- e. Kepçe doldurma süresi operatöre bağımlıdır. Bazı operatörler daha kısa diğer bazıları ise daha uzun sürede bu evreyi tamamlamaktadır.
- f. Kepçe boşaltma süresi genellikle dar bir aralıkta dalgalanmaktadır.
- g. Kepçe boşaltma süresi kepçe dolma faktöründen etkilenmektedir. Dolu kepçeler daha uzun sürede boşaltılabilmektedir.
- h. Kepçe boşaltma süresi operatöre bağımlıdır. Bazı operatörler daha kısa diğer bazıları ise daha uzun sürede bu evreyi tamamlamaktadır.
- i. Dolu ve boş dönüş süreleri, dönüş açılarının fonksiyonu olarak değişmektedir. Ayrıca, draglayn açısız dönüş hızı dar açılarda düşük, geniş açılarda yüksek olmaktadır. Bu da, döngü süresini kısaltmayacağından, gerekmedikçe dar açılarda dönülmemesi gerçekliğini vurgulamaktadır. Ayrıca 50°'den daha küçük dönüş açılarında dönmeye gerek olmayacak bir çalışma planı yapılmalıdır.
- j. Bu izleme çalışmasında gözlemlenen döngülerin hemen tamamı dönüş-bağımlı olmuştur. Ancak derin kanal kazıları ya da derin pasa durumunda döngüler, kaldırmaya-bağımlı olabilmektedir.
- k. Dolu dönüşler daha geniş aralıkta dalgalandığından operatöre bağımlı, boş dönüşler ise oldukça dar bir aralıkta dalgalandığından operatörden bağımsız çıkmıştır.
- l. Dolu dönüşler, daha büyük kütleler taşındığından genellikle daha uzun sürmektedir.
- m. Kepçe konumlandırma süresi genellikle dar bir aralıkta dalgalanmaktadır.
- n. Kepçe konumlandırma süresi operatörden bağımsız görünmektedir.
- o. Kepçe konumlandırma süresi kazı geometrisinden ve kepçe batma noktası mesafesinden etkilenmektedir. Kepçenin derin noktalara konumlandırılması daha uzun sürmektedir.

4.2 Öneriler

Arazi veri alma ve değerlendirme evresi olmak üzere iki başlık altında toplanabilecek olan çalışmaların arazi kısmının, otomatik bir draglayn görüntüleme sistemi aracılığıyla alınması daha faydalı olacaktır. Böylece, çok daha büyük hacimli veri ilgili veri tabanlarına aktarılabilir ve örnekleme hatası en aza indirgenebilecektir.

KAYNAKLAR

- Aslan, M ve Ünsal, M. (1992). Sivas-Kangal Kalburçayırı Demir Export İşletmesinde Çalışan Elektrikli Ekskavatör ve Dragline Performans Etüdü, Bitirme tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Sivas, 80s.
- Atkinson, T. (1971). Selection of open-pit excavating and loading equipment, Institution of Mining and Metallurgy, July, pp. A101-A129.
- Bandopadhyay, S. and Ramani, R.V. (1979). Digital simulation of dragline deployment schemes, 16th International Symposium on the Application of Computer Methods in the Mineral Industries, O'Neil, T. (Ed), Society of Mining Engineers, University of Arizona, Tucson, USA, 278, pp. 431-448.
- Bandopadhyay, S. and Sundararajan, A. (1986). Simulation of a multi-seam dragline operation in a sub-arctic mine, CIM Bulletin, Vol. 79, September, pp. 47-54.
- Bucyrus-Erie, (1977). Surface mining supervisory training program, Bucyrus-Erie Corporation, Wisconsin, USA, 224 p.
- Cook, F., and Kelly, W. (1976). Evaluation of current surface coal mining overburden handling techniques and reclamation practices, Final Report on Contract No. S0144081, Mathematica, Inc., Pittsburgh, US Department of the Interior, 319 p.
- Corke, P.I., Hainsworth, D., Winstanley, G.J., Li, Y. and Gurgenci, H. (1994). Automated Control of a Dragline using machine vision. Proc. Electrical Engineering Congress, Institute of Engineers Australia, Sydney, pp. 597-600.
- Duran, Z. (2000). Tek kömür damarlı dragline panolarının üç boyutlu tasarımı, yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 172 s.
- Erdem, B. (1996). Development of an expert system for dragline and stripping method selection in surface coal mines, yayımlanmamış doktora tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 383 p.

- Erdem, B. And Paşamehmetoğlu, A.G. (2003). Dragline cycle time analysis – case study, Proceedings of the 18th International Mining Congress and Exhibition of Turkey, Özbayoğlu, G. (Ed.), Antalya, pp. 149-154.
- Erdem, B. (2005). Kişisel görüşme, Cumhuriyet Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Sivas.
- Erdem, B. and Düzgün, H.Ş.B. (2005). Dragline cycle time analysis, Journal of Scientific and Industrial Research, 64(1), 19-29 pp.
- Humphrey, J.D. (1990). Walking draglines, Surface Mining, Kennedy, B.A. (Ed), Society of Mining and Metallurgy, Inc., Littleton, Colorado, pp. 638-657.
- Lee, C.D. (1988). A multiseam dragline mine planning simulator for personal computers", Mine Planning and Equipment Selection, Singhal, R.K. et. al. (eds), Calgary, Alberta, Canada, pp. 397-408.
- Manula, C.B., Albert, E.K. and Ramani, R.V. (1979). A simulation of a multi-pit surface mining operation, 16th International Symposium on the Application of Computer Methods in the Mineral Industries, O'Neil, T. (Ed), Society of Mining Engineers, University of Arizona, Tucson, USA, 278, pp. 384-399.
- Marion, (1993). The fundamentals of the dragline, Marion Division of Indresco Inc., Marion, USA, 28 p.
- MTA, (1993). Türkiye linyit envanteri, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, 356s.
- Parlak, T. (1993). Uygulamalı Kömür Açık İşletmeciliği, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, Bursa, 215 s.
- Pippenger, J.G. (1995). Competing with the big boys: productivity and innovation at the freedom lignite mine, Mining Engineering, April, pp. 333-336.
- Pundari, N.B. (1981). Selecting and using large walking draglines for deeper overburden stripping, Mining Engineering, April, pp. 377-381.
- Rai, P., Trivedi, R. and Nath, R. (2000). Cycle time and idle time analysis of draglines for increased productivity – A case study, Indian J Eng Mater Sci, 7, pp. 77-81.

- Reddy, V.R. and Dhar, B.B. (1988). Dragline performance in openpit indian coal mines, Mine Planning and Equipment Selection, Singhal, R.K. et. al. (eds), Calgary, Alberta, Canada, pp. 341-346.
- Sadri, R.J. and Lee, C.D. (1982). Optimization of single and multiple seam dragline mines through simulation, 17th International Symposium on the Application of Computer Methods in the Mineral Industries, Johnson, T.B. and Randal, J.B. (Eds), Colorado School of Mines, Golden, USA, pp. 642-654.
- Seymour, C.A. (1979). Dragline stripping: extended bench method, World Coal, April, pp. 23-26.
- Steidle, E. (1977). Evaluating the role of draglines and shovels in mining, Mining Congress Journal, April, pp. 30-33.
- Szymanski, J.K., Borysuk, W. and Williams, C. (1989). Statistical analysis model of collected dragline time cycle data, Division Report CRL 89-12(TR) CANMET, Ottawa, Canada, 12 p.