

## Açık Ocak Madenindeki Kamyonların Özdeşliklerinin İki Örnek Kolmogorov-Smirnov (K-S) Testi ile Belirlenmesi

Hüseyin ANKARA<sup>1</sup>, Süheyla YEREL<sup>2</sup> ve Adnan KONUK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Eskişehir

<sup>2</sup>Anadolu Üniversitesi Bozüyük Meslek Yüksekokulu, Bozüyük, Bilecik.  
hankara@ogu.edu.tr

(Geliş/Received:17.08.2006; Kabul/Accepted:18.12.2006)

**Özet:** Bu çalışmada, açık ocak madenlerinde son yıllarda kullanılmaya başlanan 170 s.ton'luk kamyonlarının çalışma ve arıza sürelerinin özdeş olup olmadığı parametrik olmayan analizle belirlenmiştir. Parametrik olmayan analizde iki bağımsız örnek için Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi kullanılmıştır. Test sonucunda kamyonların aynı ana kütleyle temsil ettiği, yani özdeş oldukları belirlenmiştir. Rassal olarak örneklenen kamyonlardan birinin ölçüm değerlerinin kullanılması tahmin analizleri için yeterli olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Parametrik Olmayan Analiz, İki Örnek Kolmogorov-Smirnov Testi, 170 s.ton'luk kamyonlar.

### Determination with Two Samples for Kolmogorov-Smirnov (K-S) Test of Identical Trucks in Open Pit Mine

**Abstract:** In this study, whether the operating time and downtime of the 170 short-ton trucks used in open-pit mines over the last years are identical or not were determined through non-parametric analysis. Kolmogorov-Smirnov Test was used for two independent samples in non-parametric analysis. As result of the test, it was concluded that the trucks represented the same population, in other words, that they were identical. It was also concluded that the use of measurement values of one of the trucks sampled randomly was efficient for estimating analyses.

**Keywords:** Non-Parametric Analysis, Two Sample Kolmogorov-Smirnov Test, 170 short-ton trucks.

#### 1. Giriş

Tahmin teorisi, anakütle parametrelerinin tahmini ve hipotezlerin test edilmesi ile ilgilenmektedir. Hipotez testleri, parametrik ve parametrik olmayan analizler olmak üzere iki grupta toplanabilir. Örnek hacminin normal dağılıma uymadığı durumlarda parametrik analizler kullanılamaz. Bunun yerine parametrik olmayan analizler kullanılır. Bir parametrik olmayan testin en büyük avantajı, anakütlenin bilinmediği durumlarda güvenle kullanılabilir olmasıdır.

Kamyonlar, açık işletme madenciliğinde en çok tercih edilen nakliye sistemidir. Kamyon nakliye sisteminin ilk yatırım ve işletme maliyetleri diğer nakliye sistemleri ile kıyaslandığında yüksektir. Ancak kamyon nakliye sisteminde bir veya daha fazla sayıda kamyon arızalandığında nakliye sisteminin devamlılığı sağlanabilmektedir. Bu durum kam-

yon nakliye sisteminin en önemli üstünlüğüdür [1-2]. Bu üstünlüğün getirdiği faydalardan bir tanesi de ocak içinde kamyonların farklı ortamlarda çalışabilmesidir. Bu durumda aynı özelliğe sahip kamyonların farklı performans göstermesi de olağandır. Performans parametre değerlerini ve dağılım modelini belirleyebilmek için tahmin teorilerinin kullanılması gerekmektedir.

Bu çalışmada, linyit açık işletmesinde çalışan 3 adet (K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub> örnek numaralı) 170 s.ton taşıma kapasiteli kamyonların çalışma süreleri (dakika) ve arıza süreleri (dakika) parametrik olmayan analizlerden İki Bağımsız Örnek için Kolmogorov-Smirnov (K-S) Testi kullanılarak incelenmiştir. Bu test kullanılarak, kamyonların çalışma süreleri ve arıza süreleri arasında fark olup olmadığı belirlenmiştir.

## 2. 170 ston Taşıma Kapasiteli Kamyonların Teknik Özellikleri

Çalışma ağırlığı 277.273 kg olan 170 ston taşıma kapasiteli kamyonlar büyük boyutlu iş makinası olup arkadan boşaltmalıdır. Kasa yüksekliği 5,56 m olup maksimum yükleme yüksekliği 8,6 m'dir (Şekil 1). Bu kamyonlar Dizel-Elektrik tahriklidir. Kömür açık işletmesinde dekapajda kullanılmaktadır [3].



Şekil 1. 170 ston taşıma kapasiteli kamyon.

## 3. Kolmogorov-Smirnov (K-S) Testi

Ana kütleden rassal seçilen tek örnek için uyumluluk testi, Kolmogorov tarafından 1933 yılında geliştirilmiştir. Smirnov tarafından 1939 yılında, Kolmogorov'un testine benzer ancak iki bağımsız örnek grubu için kullanılan uyum iyiliği testini geliştirmiştir. Kolmogorov ve Smirnov'un testi benzerlik nedeniyle, uygulamada, Kolmogorov-Smirnov testi olarak bilinir [4].

Kolmogorov-Smirnov (K-S) Testi, frekans dağılımlarının belirli ya da herhangi bir dağılıma uygunluğunu test etmek için yararlanılan bir uygunluk testidir. Tek örneklem ve iki örneklem uygulamaları vardır [5-6].

### 3.1. İki bağımsız örnek için Kolmogorov-Smirnov (K-S) Testi

İki bağımsız örnek için K-S Testi,  $n_1$  ve  $n_2$  hacimli iki örneğin yığılımlı olasılık dağılımları

$F_1(X)$  ve  $F_2(X)$ 'in benzerliğini test eder. İki örneğin, benzer  $F_1(X)$  ve  $F_2(X)$  yığılımlı olasılık dağılımlarına sahip iki yığılımdan alınan rasgele örnekler olduğu varsayımı da test edilmiş olur [5].

İki bağımsız örnek için K-S testinde aşağıdaki aşamalar uygulanır [5].

— Hipotezler kurulur.

$$H_0: F_1(X) = F_2(X)$$

$$H_1: F_1(X) \neq F_2(X)$$

— Veriler  $n_1$  ve  $n_2$  örneklerine göre ham veriler olarak işlenir ya da benzer sınıf başlangıç değerleri ve aralıkları içerecek şekilde frekans dağılımına dönüştürülür.

— Her frekans dağılımı  $k$  bulunur ve  $F_1(X)=k/n_1$  ve  $F_2(X)=k/n_2$  biçiminde yığılımlı olasılık dağılımı durumuna getirilir.

— Sınıflara göre yığılımlı olasılık dağılımlar arasındaki mutlak farklar hesaplanır ve  $D$  farkları arasında en büyük fark  $D_{max}$  belirlenir.

— Kritik değerler  $D_{(\alpha)}$  tablosu ile kıyaslanarak karar verilir.

$$D_{max} < D_{(\alpha)} \quad \text{Önemli fark yoktur.}$$

$$D_{max} \geq D_{(\alpha)} \quad \text{Önemli fark vardır.}$$

### 3.2. İki bağımsız örnek için K-S Testi uygulaması

Bu çalışmada, linyit açık işletmesinde dekapajda çalışan  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  örnek numaralı üç kamyon rassal olarak seçilmiştir. Her bir kamyonu ait çalışma süreleri ve arıza süreleri ayrı ayrı örnek grupları olarak birbiri ile kıyaslanmıştır. Toplam 217.460 dakikalık (3.624,3 saat) zaman sürecinde meydana gelen ardışık 17 adet ( $n$ ) çalışma ve arıza periyotlarının gruplarda yer alan en yüksek ve en düşük değerleri Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Kamyonlara ait çalışma periyotları

Örnek No	En Yüksek	En Düşük	n adet
$K_1$	79.800	795	17
$K_2$	56.000	630	17
$K_3$	66.000	600	17

Tablo 2. Kamyonlara ait arıza periyotları

Örnek No	En Yüksek	En Düşük	n adet
$K_1$	9.000	20	17
$K_2$	4.320	20	17
$K_3$	7.200	20	17

### 3.2.1. Kamyonların çalışma süreleri için İki Örnek K-S Testi

Kamyonların çalışma sürelerinin birbiri ile uyumlu olup olmadığını kıyaslamak için aşağıdaki hipotezler kurulmuştur.

$H_0$ : İki kamyonun çalışma süreleri birbirinden farksızdır.

$H_1$ : İki kamyonun çalışma süreleri birbirinden farklıdır.

Anlamlılık düzeyi belirlemek için;

$\alpha = 0,05$

ve

$n_1 = n_2 = n_3 = 17$  olarak alınmıştır.

Birim sayıları eşit olan örneklemelerin frekans dağılımları arasındaki farktan meydana gelen  $D_{(a)}$  değerleri kritik değerler tablosundan bulunmuştur [4].

İki bağımsız örnek K-S testi için bu çalışmada seçilen ikişerli bağımsız  $K_1-K_2$ ,  $K_1-K_3$  ve  $K_2-K_3$  örnek numaralı kamyonlar için hesaplanan  $D_{max} = 0,118$  değerleri Tablo 3’de verilmiştir. İki bağımsız örnek için Kolmogorov–Smirnov kritik değerler tablosundan  $n=17$  ve  $\alpha = 0,05$  için  $D_{0,05;17} = 0,412$  olarak belirlenmiştir.

**Tablo 3.** Kamyonların çalışma süresi (dak.) için K-S Testi sonuçları.

İki Bağımsız Örnek No	K-S Test Sonuçları		
	$D^+$	$D^-$	$D_{max}$
$K_1-K_2$	0,118	-0,118	0,118
$K_1-K_3$	0,059	-0,118	0,118
$K_2-K_3$	0,059	-0,118	0,118

Hesaplanan ve tablo değerleri;  $D_{max} = 0,118 < D_{0,05;17} = 0,412$  olduğundan;  $H_1$  hipotezi reddedilerek,  $H_0$  hipotezi kabul edilmiştir. İki bağımsız örnek olarak kıyaslanan üç kamyonun çalışma süreleri birbirinden farksız olduğu kararına varılmıştır. Yani bu üç kamyon çalışma süreleri bakımından birbirinin özdeşdir.

### 3.2.2. Kamyonların arıza süreleri için İki Örnek K-S Testi

170 ston taşıma kapasiteli kamyonların arıza sürelerinin birbiri ile uyumlu olup olmadığını kıyaslamak için bu çalışmada aşağıdaki iki hipotez kurulmuştur.

$H_0$  : İki kamyonun arıza süreleri birbirinden farksızdır.

$H_1$  : İki kamyonun arıza süreleri birbirinden farklıdır.

Anlamlılık düzeyini belirlemek için;

$\alpha = 0,05$

ve

$n_1 = n_2 = n_3 = 17$

olarak alınmıştır ve örneklem dağılımını belirlemek için birim sayıları eşit olan örneklemelerin frekans dağılımları arasındaki farklardan meydana gelen  $D_{(a)}$  değeri belirlenmiştir [4].

Bu çalışmada K-S testi için seçilen bağımsız örnekler  $K_1-K_2$  ve  $K_1-K_3$  numaralı kamyonlar için hesaplanan  $D_{max} = 0,176$  ve  $K_2-K_3$  numaralı kamyonlar için  $D_{max} = 0,118$  belirlenerek Tablo 4’de sunulmuştur. İki bağımsız örnek için Kolmogorov–Smirnov kritik değerler tablosundan  $n=17$  ve  $\alpha = 0,05$  için  $D_{0,05;17} = 0,412$  olarak belirlenmiştir.

**Tablo 4.** Kamyonların arıza süreleri (dak.) için K-S Testi sonuçları.

İki Bağımsız Örnek No	K-S Test Sonuçları		
	$D^+$	$D^-$	$D_{max}$
$K_1-K_2$	0,118	-0,176	0,176
$K_1-K_3$	0,118	-0,176	0,176
$K_2-K_3$	0,059	-0,118	0,118

Hesaplanan ve tablo değerleri;  $D_{max} = 0,118 < D_{0,05;17} = 0,412$  ve  $D_{max} = 0,176 < D_{0,05;17} = 0,412$  olduğundan;  $H_1$  hipotezi gerekli koşulu sağlamadığı için,  $H_0$  hipotezi kabul edilmiştir. Test sonucuna göre iki bağımsız örnek olarak kıyaslanan üç kamyonun arıza süreleri birbirinden farksız olduğu kararına varılmıştır. Bu çalışmaya konu olan üç kamyon arıza süreleri bakımından birbirinin özdeşdir.

## 4. Sonuçlar

Bu çalışmada, 170 ston taşıma kapasiteli kamyonların hem çalışma hem de arıza süreleri bakımından özdeşlikleri istatistiksel test yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. İstatistiksel test yöntemi olarak kullanılan İki Örnek K-S Testi sonucunda, bu üç kamyonun özdeş olduğu belirlenmiştir. Kamyonların özdeş olduğu sonucundan yararlanarak bu kamyonlarla ilgili olarak yapılacak performans değerlendirmesi, üretim planlaması gibi çalışmalarda kullanılacak parametre değerlerinin de birbirine özdeş olduğu

kabul edilebilir. Kamyon filosunun özdeş kamyonlardan oluşması, örneğin; her bir kamyonun taşıma verimi ayrı ayrı hesaplanıp toplam taşıma kapasitesini bulmak yerine tek bir kamyonun elde edilen verim değeri ile o filonun toplam taşıma kapasitesinin kestirimi daha kolay

yapılabilir. Bu kabulden yola çıkarak, tüm kamyonların parametre değerleri yerine, kamyonlardan herhangi birinin parametre değerlerinin matematiksel modelde kullanılması gerekli kestirimler için yeterli olacaktır.

## 5. Kaynaklar

1. Bohnet., E. (1992). Method Advantages and Disadvantages, 2<sup>nd</sup> Edition, *SME Mining Engineering Handbook*, 1533-1537.
2. Sevim, H., Sharma, G. (1990). A Comparative Study at Transportation Systems in Surface Coal Mines, *Society for Mining, Metallurgy and Exploration Inc.*, 1-7.
3. Bilge, F. M. (1999). Tunçbilek Bölgesi Açık İşletme Kamyonlarının Taşıma Parametrelerinin Analizi, OGU Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış).
4. Sheskin, D. J. (2000). Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures Second Edition, CHAPMAN&HALL/CRC, America, 982 s.
5. Özdamar, K. (2004). Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi 1, Kaan Kitabevi, Eskişehir, Türkiye, 649 s.
6. Canyürek, E., (2005). Parametrik Olmayan İstatistiksel Teknikler, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları, 277 s.