

# EKİ ARMUTÇUK BÖLGESİ YANGIN OLAYLARININ İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRMESİ VE ESKİ HİDROLİK DOLGU UYGULAMASININ KRİTİĞİ

**Ergin ARIOĞLU(\*)**  
**AU YÜKSEL (\*\*)**

## ÖZET

Bu çalışmada, Armutçuk Bölgesi'nde son beş yıllık üretim döneminde yangın olayının ulaştığı boyutlar sergilenmiş, üretim ve yangın sürelerinin istatistiksel analiz ile değerlendirilmesi yapılmıştır.

Yıllara göre, yangında bırakılan rezervler parabolik, pano sayıları ise lineer olarak artmaktadır.

İstatistik değerlendirmelerde, üretime açılan panoların yangına yakalanmadan tamamlanma şansı ancak % 7'dir. Diğer yandan, son yıllarda ortalama yangın süresinin 8.4 aydan-28.3 aya çıkarak % 230 mertebesinde artış göstermiştir. Yıllardan beri süren bu olumsuz tablo hidrolik dolgu uygulamasına tekrar geçilmesiyle ortadan kaldırılabilecektir.

Ayrıca, eski hidrolik dolgu uygulamasının kritiği yapılarak granulometrik bileşim açısından malzemenin uygun olduğu açıkça gösterilmiştir.

(\*) Doç. Dr. Maden Yük. Müh. İTÜ Maden Fakültesi, İSTANBUL.  
(\*\*) Maden Müh., İTÜ Maden Fakültesi, İSTANBUL.

## ABSTRACT

This study examines trends in mine fires brought about by spontaneous heating, which take place vastly in Armutçuk mine, by aid of statistical analysis. Also, hydraulic stowing which had been practiced at the mine under consideration in the past was discussed from standpoint of stowing characteristics.

### 1. GİRİŞ

Armutçuk Bölgesi, Zonguldak Kömür Havzasının dört üretim bölgesi arasında rezerv (görünür + muhtemel) açısından (%22 ile) 3 üncü, yıllık üretim büyüklüğü açısından da (% 10 ile) 4 üncü konumda yer almaktadır (1).

Bölge üretim kayıtlarına göre, son beş yılda ortalama olarak programlanan üretimlerin % 80'ine ulaşabilmektedir. Hedeflenen üretimin gerçekleşmemesinin, hazırlıkların yapılamayışı yangın olayları, malzeme ve işgücü yetersizliğinden kaynaklandığı rapor edilmektedir (2).

Eldeki kayıtlar daha yakından incelendiğinde, anılan süre içerisinde yangın nedeniyle üretimden alıkonulan rezerv miktarlarının yıllara göre parabolik bir değişimle arttığı görülmektedir. 1981 yılı sonunda panolarda bu şekilde bırakılan rezerv miktarı yıllık fiili üretimin 3,5 katı kadardır. Diğer yandan son beş yıllık üretim süresinde, yangımlı pano sayısının artımı değinilen değişime paralel biçimde gelişmektedir.

Yangın olaylarının büyük bir kısmı, bölge üretiminin yaklaşık %60'ını sağlayan Büyükdamar'da gözlenmektedir. 3-30 m kalınlığında olan bu damarda uygulanan üretim yöntemi arakatlı göçertme yöntemidir. Bu yöntem ile kömürün ancak %60'ı alınabilmekte, geri kalan %40'ı ise göçük içerisinde kalarak yangın olaylarının ana kaynağını oluşturmaktadır (3, 4). Meydana gelen yangın olayı sonucunda pano kapatılmakta ve ortalama 8 ay süre ile üretim gerçekleştirilememektedir. üretim olayında oluşan bu gecikmelerin dengelenmesi bakımından yeni panoların açılmasına gidilmektedir. Bu şekilde çalışma üretim zorlamasına yol açmaktadır. Böyle bir üretim anlayışı, modern kömür teknolojisine aykırı düşmektedir.

Rasyonel işletmecilik açısından yukarıda kısaca değinilen sarkıncaları büyük ölçüde kaldıracak bir üretim yöntemine geçilmesi zorunludur. Bu, kömürün % 100'ünün alınmasını sağlayabilecek hidrolik dolgululu üretim yöntemidir.

Bu bildiriye, 1975 -1982 yıllarını kapsayan döneme ait üretim ve yangın süreçleri istatistiksel analiz ile değerlendirilerek, ortalama üretim ve yangın süresi, üretime yeni açılan panoların ilk yangına yakalanma süreleri saptanmıştır.

Ayrıca, 1961 -1965 yılları arasında yapılan hidrolik dolgu uygulamasının ayrıntılı kritiği yapılarak, bölge koşulları altında uygulanabileceği cesaretle vurgulanmıştır.

## 2. BÖLGEDE YANGIN OLAYLARININ BOYUTU

Üretim yerinde yangın olayının göstergesi olarak izlenen CO miktarı %0,01 (100 ppm) düzeyine ulaştığı durumda yangının çıktığı varsayılarak, pano barajla kapatılmaktadır. Panonun tekrar üretime açılması için, barajlamadan sonra yükselen CO miktarının % 0,01'in altına düşmesi beklenir. Bu nedenle yangın, üretim süresini mutlak olarak engelleyen bir olaydır.

1978-1982 yılları bölge üretim kayıtlarına (2) göre yangınlı pano (\*) sayıları artmaktadır. Bu veriler bir eksen takımında değerlendirildiği zaman Şekil 1'deki değişim elde edilebilir. Bir karşılaştırma yapabilmek amacıyla aynı zaman sürelerine karşı gelen üretime açık pano sayıları (\*\*\*) ve meydana gelen yangın olayı sayılarının (\*\*\*) zaman ile değişimleri keza aynı şekil üzerine çizilmiştir.

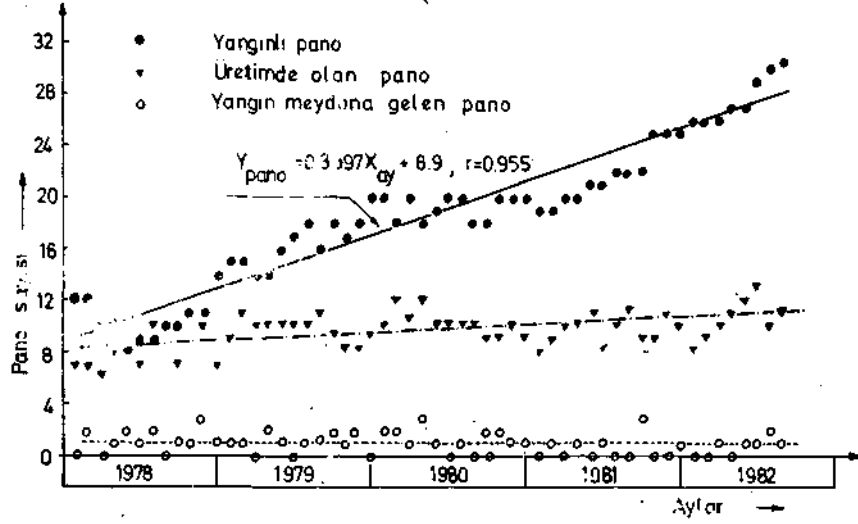
Şekil 1'den de izleneceği gibi her ay ortalama olarak 1 panoda yangın olayı gözlenmektedir. Buna karşılık beş yıllık üretim periyodunda, her ay üretime açık tutulan panoların toplamı her zaman 8-12 değerleri arasında kalmıştır. Bu durum, ocak idaresinin üretim

(\*) Bir aylık zaman süresinde yangın nedeniyle kapalı bulunan pano sayılarının toplamı

(\*\*) Bir aylık zaman süresinde aktif olarak üretimde bulunan pano sayılarının toplamı.

I\*\*\*) Bir aylık zaman süresinde yangına yakalanan pano sayılarının toplamı

miktarını belli bir düzeyde tutma istemi ile açıklanabilir. Diğer bir anlatımla yangın nedeniyle kapatılan pano yerine yeni bir pano üretime açılmıştır.



Şekil 1. Yangında kalan, üretimde olan ve yangın gözlenen pano sayılarının zamanla değişimi.

Diğer yandan, yangınlı pano sayısının trendi zamanla artan şekilde gelişmektedir. Söz konusu trendin ifadesi, verilerin istatistiksel analizi sonucunda

$$Y_{\text{pano}} = 0,3397 X_{\text{ay}} + 8,9 \quad r = 0,955$$

şeklinde elde edilmiştir. Burada « $Y_{\text{pano}}$ » yangınlı pano sayısını, « $X_{\text{ay}}$ » ise ocak 1978'den başlayan ( $X_{\text{ay}} = 1,2, \dots, 55, 56$ ) ay sıyrısını göstermektedir.

Yangınlı pano sayılarındaki artış kuşkusuz yangında bloke olmuş rezerv miktarlarındaki artışı beraberinde getirecektir. Dolayısıyla, anılan rezerv miktarlarının büyüklüğü yangın olayının diğer bir düşündürücü boyutunu belirleyecektir, örneğin, 1981 yılı için yangın altında bulunan rezerv miktarı yıllık üretim miktarının 3,5 katına ulaşmıştır.

Yangın altında kalan rezerv miktarının yıllara göre değişimi istatistiksel olarak,

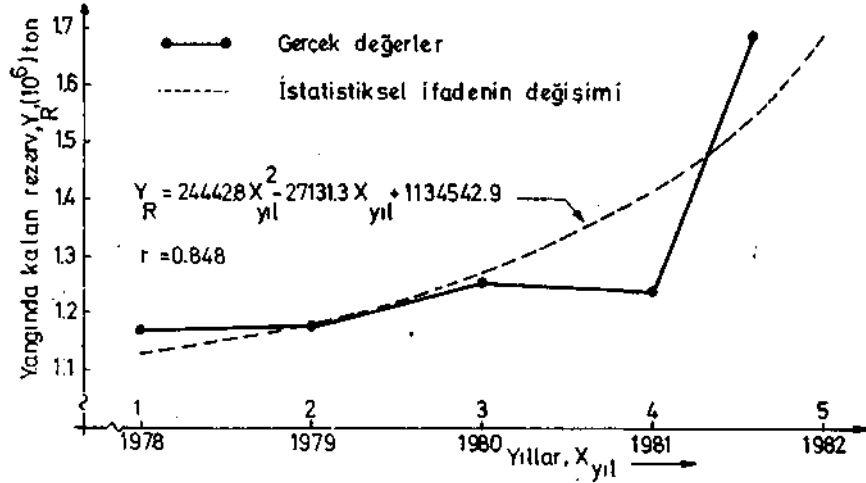
$$Y_R = 24\,442,8 X_{\text{yıl}}^2 - 27131,8 X_{\text{yıl}} + 1134542,9 \dots r = 0,848$$

şeklinde belirlenmiştir (Şekil 2).

Burada;

$Y_R$  ... üretim yılı sonunda yangın altında bulunan rezerv miktarı, ton

$X_{\text{yıl}}$ .. 1978'den başlayan ( $X_{\text{yıl}} = 1,2,\dots,5$ ) üretim yılları.



Şekil 2. Yangında kalan rezervin zamanla değişimi.

ifade görüldüğü gibi bir paraboldür. Olayın bu hızla devam etmesi durumunda ya da etkin mühendislik önlemleri alınmadığı takdirde kalan rezerv miktarları oldukça dramatik boyutlara ulaşacaktır. Çıkarılan ifadeye dayanarak, 1984 yılında bu büyüklüğün  $2,14 \times 10^6$  ton olacağı şimdiden kestirilebilir.

### 3. YANGIN VE ÜRETİM SÜREÇLERİNİN İSTATİSTİKSEL ANALİZİ

#### 3.1. Amaç ve Kapsam

İncelenen üretim bölgesinde 1975-1982 yılları arasında yangın gözlenen 55 panoda toplam 105 yangın olayı meydana gelmiştir. Bu bölümde, üretim ve yangın süreçleri istatistik matematiği ile

değerlendirilmiş, frekans histogramları çizilmiş ve bunların istatistiksel parametreleri belirlenmiştir, üç ayrı dağılım modeli [normal (Gauss), lognormal, eksponansiyel dağılımları] seçilmiş ve bu dağılımların gerçek dağılımlara uygunluğu her olay için araştırılmıştır.

### 3.2. Tanımlar ve Kabuller

- İstatistiksel analizlerde kullanılan veriler «Armutçuk Bölgesi 1975-1982 (\*) Yıllarında Çıkan Yangın ve Yangında Kalan Rezerv Tablosu»ndan alınmıştır.
- Yangınlı süre; üretimde olan bir panoda yangın olayının gözlenmesi ile başlayan ve pano tekrar üretime açılması^na kadar geçen süre olarak tanımlanmıştır.
- Üretim süresi; ilk defa üretime açılmış ya da yangın olayı nedeniyle kapalı bulunan ve tekrar üretime geçirilmiş bir panoda diğer bir yangın görülünceye kadar üretimle geçen süre olarak kabul edilmiştir.
- İlk açılışta çalışma süresi; üretime yeni açılmış olan bir panoda ilk yangın olayının gözlenmesine kadar geçen süre olarak tanımlanmıştır.
- Devam eden yangınlı süre; görülen bir yangın olayından sonra Ağustos 1982 de hala üretime geçilmemiş olan panoda, sözü edilen tarihe kadar geçen yangınlı süre.
- Analizlerde güven düzeyi % 95 alınmıştır.
- Dağılımların teorik dağılımlara uygunluğu Ki - kare testi ile kontrol edilmiştir.
- Teorik ve gerçek frekanslardan hesaplanan Ki-kare ( $X^2_h$ ) değerinin, serbestlik derecesi ve güven derecesine göre  $X^2$  dağılım tablosundan seçilen Ki-kare ( $X^2_a$ ) değeri ile karşılaştırılması sonunda  
 $X^2 > X^2_h$  ise seçilen modelin kabulüne,  
 $X^2 < X^2_h$  ise seçilen modelin reddine karar verilmiştir (5,6,7).

(\*) 1982 Ağustos ayma kadar.

### **3.3. Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi**

#### **3.3.1. Yangınlı Süre Dağılımı**

İncelenen 45 yangınlı panoda 80 yangın olayı gözlenmiştir. Bunların ortalaması 8,4 ay olarak hesaplanmıştır. Olayın frekans histogramı istatistiksel parametreleri ile birlikte Ek Şekil 1'de verilmiştir.

Olayın dağılımı eksponansiyel dağılıma uymaktadır. Bu dağılım şeklinin fiziksel anlamı şu şekilde yorumlanabilir; yangın süresi arttıkça, bu süreler karşılığında gelen pano sayılarının toplam panolar içindeki yüzdesi giderek azalmaktadır.

#### **3.3.2. Üretim Süresi Dağılımı**

Toplam 55 panoda gerçekleşen 120 üretim olayının ortalama süresi 4,17 ay'dır. Frekans histogramı ve istatistiksel parametreler Ek Şekil 2'de topluca gösterilmiştir.

Dağılımın istatistiksel modeli eksponansiyeldir. Hemen görüleceği üzere ortalama üretim süresi, ortalama yangın süresinin yarısı kadardır. Diğer yandan yaklaşık 12 aylık üretim periyodunda bir pano hemen hemen 4 ay üretime açık, 8 ay ise yangın altında bulunmaktadır.

#### **3.3-3. Tik Açılıştaki Üretim Süresi Dağılımı**

Söz konusu süre içerisinde 47 adet yeni pano üretime açılmıştır. Bu panolarda ilk yangının gözlenmesine kadar geçen üretim süresi ortalama 6,02 ay'dır (Ek Şekil 3).

Olayın dağılımı lognormal dağılıma uymaktadır. Bu ortalama değer pano geometrisinin, üretimin bu süre içerisinde tamamlanabileceği şekilde seçilmesi ya da var olan geometrilerde hızlı üretim yapılması gerektiğini işaret etmektedir. Diğer bir deyişle, var olan üretim yöntemi ile çalışılmak isteniyorsa, ya pano boyutları küçük tutulmalı ya da mekanizasyona gidilerek üretim bu kritik süre içerisinde tamamlanmalıdır. Hemen belirtmelidir ki pano boyutlarının küçük alınması hazırlık maliyet şarjının yükselmesine neden olacaktır.

Bölgede üretime açılan panoların planlanan ömrünün 1 yıl olduğu kabul edilirse, üretimin yangın olayı gözlenmeden tamamlanma olasılığı aşağıdaki gibi hesaplanabilir (Ek Şekil 3).

$$P(X_1 \geq 12) = 1 - F\left(\frac{\ln 12 - 1,613}{0,604}\right) = 1 - 0,925 = 0,075$$

Anlaşılabacağı üzere 12 ay pano geometrisinde tasarlanan 100 panonun ancak % 7'si söz konusu süreyi yangınsız olarak tamamlayabilecektir. Başka bir anlatımla açılan 100 panonun %93'ü 12 aylık süre içinde yangın olayıyla karşılaşacaktır.

### 3.3.4. Devam Eden Yangınlarda Yangın Süresi Dağılımı

Ağustos 1982 tarihine kadar yangın nedeniyle üretime açılmamış 25 panoda ortalama yangın süresi 28,32 ay olarak hesaplanmıştır. Olayın istatistiksel modeli normal dağılıma uymaktadır.

Anlaşılabacağı üzere bu değer daha önce belirlenen ortalama yangın süresinin 3,5 katı düzeyindedir. Bu sonuç ortalama yangın süresinin artacağını ve üretimin devamı açısından yangına karşı etkin mühendislik önlemlerinin alınması gerektiğini belirgin bir şekilde göstermektedir.

## 4 BÖLGEDE YAPILMIŞ HİDROLİK DOLGU UYGULAMALARI

### 4.1. Genel

Armutçuk Bölgesinde ilk hidrolik dolgu uygulaması 1957 yılında yapılmış fakat başarısız olmuştur. Tesislerin ve malzeme temininin reorganizasyonundan sonra dolgu uygulamasına 1961 yılında tekrar başlanmış ve 1965 yılına kadar sürdürülmüştür (3) (4).

Ocak yakınındaki konglomera ve kumtaşı. 30 mm'ye kırılarak dolgu malzemesi olarak kullanılmıştır.

Sözü edilen dönemde üretime açılan toplam 20 panonun 7'sinde hidrolik dolgu, 13'ünde arakatlı göçertme yöntemi uygulanmıştır. Hidrolik dolgulu yöntemde ortalama üretim süresi 16, 33 ay, göçertmeli yöntemde ise 8,20 ay olarak gerçekleşmiştir. Bu üre-



tim sürelerinin istatistiksel olarak farklı toplumlardan gelmesi, hidrolik dolgunun yangın üzerindeki pozitif etkisini açıkça ortaya koymaktadır.

#### **4.2. Karşılaşılan Sorunlar**

Hidrolik dolgu uygulamasında malzemenin yeryüzünde hazırlanması ve borularda pano içine kadar taşınımı başarılı bir şekilde gerçekleşmiştir. Ancak, (3) (4) kaynaklarında ve uygulama hakkında hazırlanmış teknik raporlarda (8) (9), başlıca şu sorunlarla karşı karşıya kalındığı rapor edilmiştir.

- Malzemenin granülometrik bileşiminde bulunan ince aşamın dolgu karışım suyu ile birlikte pano dolgu barajından geçmesi,
- Su ile taşınan malzemenin bir kısmının kanallarda çökecek kanal kesitini doldurması ve ulaşımı engellemesi,
- Su toplama havuzuna kadar taşınan ve burada çöken malzemenin temizliğinin uzun zaman alması, hatta uygun amanın durdurulmasına yol açması.
- Silonun doldurulduğu zaman ağzının tıkanması ve malzeme akımının güçleşmesi.
- Boruların çabuk aşınması ve sağlanmasındaki güçlükler.

#### **4.3. Sorunların irdelenmesi ve öneriler**

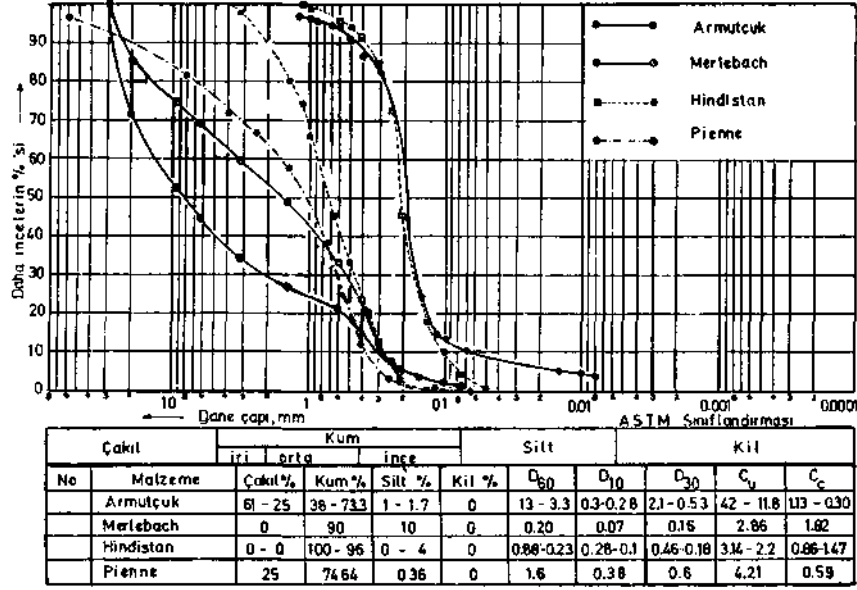
Yukarıda sıralanan sorunlar tekrar gözden geçirildiğinde, en önemli sorunun malzeme granülometrisinden kaynaklandığı görülmektedir. Bu bakımdan malzeme granülometrisinin irdelenmesine burada geniş yer verilmiştir.

##### **4.3.1. Malzeme**

Kullanılan malzemenin granülometri eğrisi Şekil 3'de belirtilmiştir. Karşılaştırma amacı ile Fransa Merlebach\* (10), Almanya Pienne\* (8) ve Hindistan\* (11) kömür ocaklarında kullanılan dol-

(\*) Karşılaştırmalarda, Merlebach'ta kullanılan malzeme «M», Hindistan'da kullanılan malzemenin üst limiti «H-1», alt limiti «H.2» ve Pienne'de kullanılan malzeme ise «P» işareti ile gösterilecektir-

gu malzemelerinin granülometri eğrileride aynı şekilde gösterilmiştir.



Şekil 3. Çeşitli dolgu malzemelerinin granülometri bileşimleri açısından karşılaştırılması.

Şekil 3 yakından incelendiğinde şu sonuçlara ulaşılmaktadır :

- Başarılı hidrolik dolgu örneklerine ait H.2 ve M malzemesi Armutçuk malzemesinden daha fazla ince malzeme içermektedir, örneğin, 0,149 mm boyutundan küçük malzemelerin toplamı H.2'de % 22, M'de % 25 iken Armutçuk malzemesinde % 3,5 -2,5 arasındadır. Silt boyutundaki (0,006 < D < 0,074 mm) malzeme miktarları da incelenen malzemeler için sırasıyla %4, %10 ve % 1,65-1,04 düzeylerindedir.
- Dolgu malzemesi disiplininde üniformluk katsayısı olarak tanımlanan "C<sub>u</sub>" büyüklüğü (12), (13), Armutçuk malzemesi için 42 -11,8 olup, diğer malzemelerin "C<sub>u</sub>" değerinden daha büyüktür. Başka bir deyişle, Armutçuk malzemesi diğerlerinden daha iyi derecelenme karakteristiğine sahiptir.

- Dolgu malzemesi disiplininde, artan efektif çapla «D<sub>10</sub>» karışım permeabilitesinin arttığı bilinmektedir (12, 13). Bu özellik, karışım suyunun pano içinden kısa sürede ayrılmasını sağladığından önemlidir. Anılan büyüklük Armutçuk malzemesi için 0,3 - 0,28 mm H.1 için **0,28** mm, H.2, M ve P malzemesi için sırasıyla 0,10, 0,07, 0,38 mm'dir.

Yukarıdaki kanti'tatif değerlendirmelerden açıkça anlaşılacağı üzere Armutçuk'ta kullanılan malzeme, granülometrik bileşimi açısından uygun özellikleri içerir. Bu sonuç; yıllardan beri devam eden, dolgu malzemesinin dolgu uygulaması açısından uygun olmadığı şeklindeki tutucu düşüncüyü, tamamen ortadan kaldırmaktadır.

#### **4.3.2. Barajlama Sorunu**

Baraj önünden alınan örneklerin elek analizlerinde maksimum tane boyutu 1,41 mm olarak bulunmuştur (8). Diğer bir deyişle; barajlamada kullanılan kanaviçe 1,41 mm'den küçük tanelerin su ile baraj önüne geçmesine izin verilmiştir. Şekil 3'e dikkat edilirse, anılan boyuttan küçük malzeme miktarı, dolgu malzemesi içerisinde % 25-50 düzeyindedir. Kullanılan kanaviçenin barajlama tekniği açısından, yetersizliği anlaşılmaktadır. Bu sorun, barajlama işleminde daha küçük delik geometrisine sahip filtrasyon malzemesinin kullanılmasıyla ortadan kalkacaktır.

#### **4.3.3. Kanallarda Oluşan Çökelti**

Bu olay, ana yollarda ulaşımı büyük ölçüde aksatması açısından önem kazanmıştır. Kanalın başlangıç noktasından alınan, örneğin; elek analizinde, en büyük tane boyutu 0,59 mm saptanmıştır. Bu boyuttaki tanelerin çökmeden taşınabileceği rejim hızının saptanması ve kanal boyutlarının bu hızı sağlayacak şekilde projelendirilmesiyle çökeltme sorunu etkin şekilde çözülebilir.

## **5. SONUÇLAR**

Bu çalışmada elde edilen önemli sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir :

1. Bölgede, son beş yıl içinde yangınlı panoların sayısı gide-

rek artmıştır (Şekil 1). Bu artışın trendi, % 95,5 korelasyon katsayısı ile

$$Y_{\text{pano}} = 0,3397 X_{\text{y}} + 8,9$$

şeklinde ifade edilmiştir.

2. Yangın olayının ulaştığı boyutları simgeleyen diğer bir büyüklük ise yangında kalan rezerv miktarlarıdır. Söz konusu büyüklük zamana bağlı olarak parabolik bir değişimle artmaktadır (Şekil 2).
3. Halen uygulanmakta olan üretim yönteminde en önemli yangın kaynağını göçük içerisinde kalan kömür oluşturmaktadır. Yangın olayı, % 100 üretimi sağlayan hidrolik dolgulu üretim yöntemi ile ortadan kaldırılabilir (3,14,15, 16). Daha önceki uygulamanın istatistiksel değerlendirilmesinin sonuçları bunu doğrulamaktadır.
4. Bölgede 1975-1982 yılları arasında gözlenen üretim ve yangın olaylarının istatistiksel analizi sonucunda ortalama yangın süresi 8,4 ay, üretim süresi 4,17 ay, ilk açılışta çalışma süresi 6,02 ay ve devam eden yangın süresi 28,32 olarak hesaplanmıştır (Ek Şekil 1, 2, 3, 4). Olayların dağılım modelleri eksponansiyel, lognormal ve normal olarak belirlenmiştir. Devam eden yangınların ortalama süresinin artışı, bu olaya karşı etkin mühendislik önlemlerinin bir an önce alınması gerektirdiğine işaret etmektedir.
5. Armutçuk bölgesinde üretime açılan her 100 panonun yangına yakalanma olasılığı % 93'dür.
6. Armutçuk malzemesinin, dolgu disiplini açısından uygun granülometri özelliklerine sahip olduğu ortaya konmuştur

## KULLANILAN NOTASYONLAR

$C_c$  : Derecelenme katsayısı,  $C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}}$

$C_u$  : üniformluk Katsayısı,  $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$

$D_{30}, D_{60}, D_{10}$  : Malzemenin, sırasıyla, % 60, % 30 ve % 10'unun geçtiği elek açıklığına karşı gelen tane çapı, mm

$F(x)$  : Olasılık dağılım fonksiyonu

$P(x)$  : Olasılık yoğunluk fonksiyonu

$X$  : Rastgele değişken, Ay

$X^2$  : Serbestlik derecesi ve güven düzeyine bağlı olarak  $X^2$  dağılım tablosundan seçilen Ki-kare değeri

$Xh^2$  : Gerçek ve teorik frekanslardan hesaplanan Ki-kare değeri,

Bu büyüklük

$$X^2 = \sum \frac{(P_g - P_h)^2}{P_h^2}$$

şeklinde hesaplanır. Burada  $P_{g_1}$  ve  $P_{h_1}$  i'inci sınıfa

ait gözlem ve teorik frekanslardır.

$H_{\bar{x}}$  : Ortalama değer

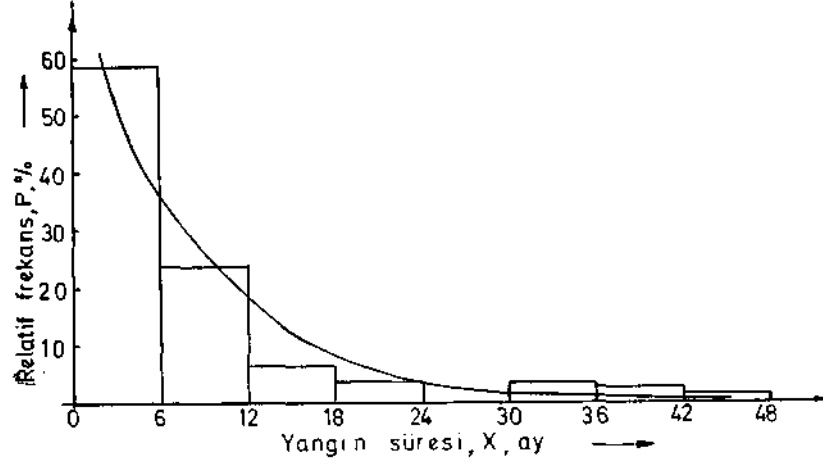
$\sigma^*$  : Standart sapma

$\mu_x$  : Lognormal dağılımda ortalama değer

$S_y$  : Lognormal dağılımda standart sapma,

EK

## FREKANS HİSTOGRAMLARI VE DAĞILIM PARAMETRELERİ



Ek Şekil 1. Yangın süresi frekans histogramı ve dağılımı.

En uygun istatistiksel dağılım modeli : Exponansiyel

$$\text{Olasılık yoğunluk fonksiyonu : } p(x) = \frac{1}{\mu_x} e^{-(x/\mu_x)}$$

$$\text{Olasılık dağılım fonksiyonu : } F(x) = 1 - e^{-(x/\mu_x)}$$

$$\text{Hesaplanan Ki - kare değeri : } X_h^2 = 5.79$$

$$\text{Serbestlik derecesi : } sd = 5 - 1 - 1 = 3$$

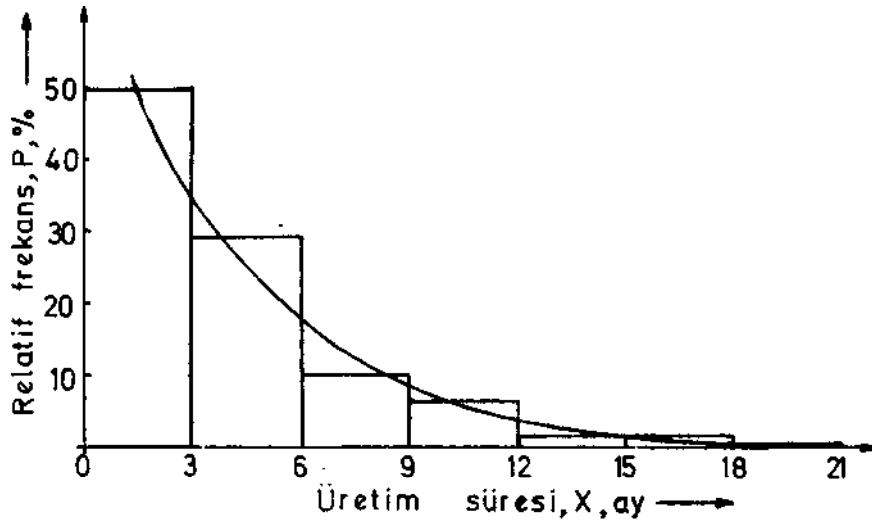
$$\text{Ki - kare tablo değeri : } X_{0,95}^2 = 7.815$$

$$\text{Karar : } X_{0,95}^2 > X_h^2$$

İstatistiksel modelin parametreleri

$$\text{Ortalama : } \mu_x = 8,4 \text{ ay}$$

$$\text{Standart sapma : } \hat{\sigma}_x = 8,4 \text{ ay}$$



Ek Şekil 2- Üretim süresi frekans histogram! ve dağılımı

En uygun istatistiksel dağılım modeli : Ekspansiyel

$$\text{Olasılık yoğunluk fonksiyonu : } p(x) = \frac{1}{\mu_x} e^{-(x/\mu_x)}$$

$$\text{Olasılık dağılım fonksiyonu : } F(x) = 1 - e^{-(x/\mu_x)}$$

$$\text{Hesaplanan Ki-kare değeri : } X_h^2 = 1,722$$

$$\text{Serbestlik derecesi : } sd = 5 - 1 - 1 = 3$$

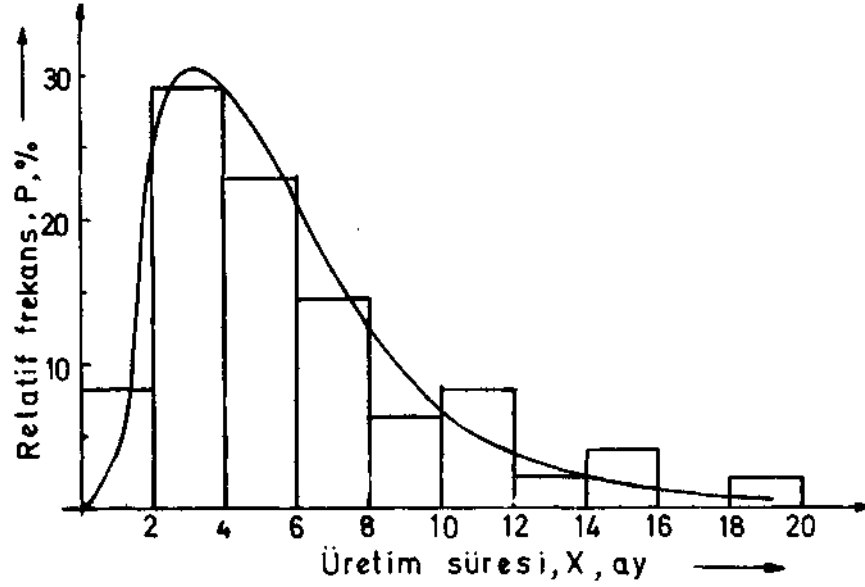
$$\text{Ki-kare tablo değeri : } X_{0,95}^2 = 9,488$$

$$\text{Karar : } X_{0,95}^2 > X_h^2 \text{ kabul}$$

istatistiksel modelin parametreleri

$$\text{Ortalama } \mu_x = 4,17 \text{ ay}$$

$$\text{Standart sapma } \delta_x = 4,17 \text{ ay}$$



Ek Şekil 3. tik açılısta Üretim süresi frekans histogramı ve dağılımı

**En uygun istatistiksel dağılım modeli :** Lognormal

$$\text{Olasılık yoğunluk fonksiyonu : } p(x) = \frac{1}{\delta_y \sqrt{2\pi X}} e^{-\frac{(\ln x - \mu_y)^2}{2 \delta_y^2}}$$

$$\text{Hesaplanan Ki-kare değeri : } X_h^2 = 9,39$$

$$\text{Serbestlik derecesi : } sd = 7 - 1 - 2 = 4$$

$$\text{Ki-kare tablo değeri : } X^2_{0,95} = 9,488$$

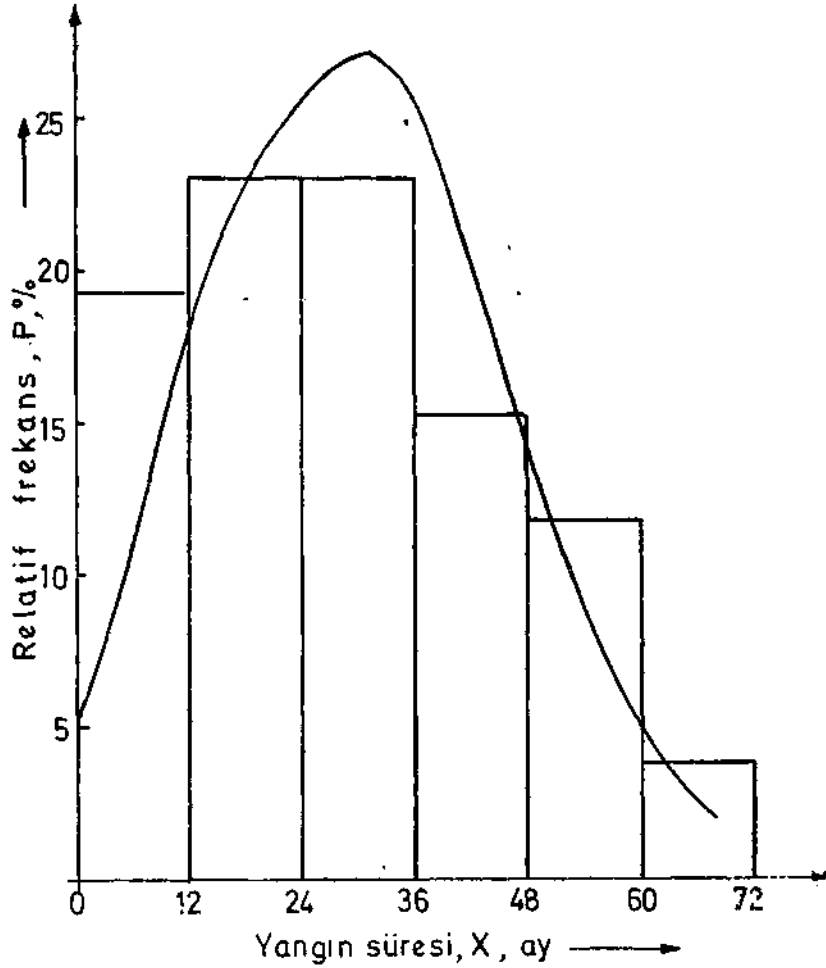
$$\text{Karar : } X^2_{0,95} > X_h^2 \text{ kabul}$$

**İstatistiksel modelin parametreleri**

$$\text{Ortalama } \mu_y = 1,6125$$

$$\text{Standart sapma } \delta_y = 0,804336$$





Ek Şekil 4- Devam eden yangın süresi frekans histogramı ve dağılımı  
En uygun istatistiksel dağılım modeli : Normal

Olasılık yoğunluk fonksiyonu : 
$$p(x) = \frac{1}{\delta_x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu_x)^2}{2\delta_x^2}}$$

Olasılık dağılım fonksiyonu : 
$$F(x) = \frac{1}{\delta_x \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\mu_x}{\delta_x}\right)^2} \cdot dx$$

Hesaplanan Ki-kare değeri :  $X_k^2 = 7,13$   
 Serbestlik derecesi :  $sd = 5-1-2=2$   
 Tablo Ki - kare değeri :  $X_{0,95}^2 = 7,815$   
 Karar :  $X_{0,95}^2 > X_k^2$  kabul

İstatistiksel modelin parametreleri  
 Ortalama  $\mu_x = 28,32$  ay  
 Standart sapma  $\delta_x = 16,92$  ay

## K A Y N A K L A R

1. BİRÖN, C, Türkiye Kömürlerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Rezervler, Uluslararası Kömür Teknolojisi Semineri, İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul, Eylül 1972.
2. EKİ Armutçuk Bölgesi 1978-1982 Yılları Üretim Kayıtları, EKİ Armutçuk Bölgesi İstatistik Arşivi, Zonguldak.
3. ÖZKAL, K., Practice of Hydraulic Sandstowing in Armutçuk Coalfield, Symposium on Coal CENTO, Zonguldak Dec. 1961.
4. GÜNEY, M., Hydraulic Stowing Techniques in Armutçuk Mine Turkey, Transactions Vol: 241, Society of Mining Engineers New York, Dec, 1968.
5. EILON, S., Industrial Engineering Tables, D. Van Nostrand Company Ltd. London, 1962.
6. BAYAZIT, M., Hidrolojide İstatistik Yöntemler, İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi Sayı : 1197.
7. ANG, A.H.S., TANG, W.H., Probability Concepts In Engineering Planning and Design, Vol: 1, Basic Principles, John Wiley Sons Inc., New York, 1975.
8. Armutçuk Bölgesi Hidrolik Ramble Mevzuunun Tetkiki, EKİ Etüd Tesis Kütüphanesi No. : 384, Zonguldak, 1965.
9. AKİ Müessesesi Sulu Ramble Tatbikatının işletme Usulleri Hakkında İlk Rapor, AKİ Müessesesi,
10. POIROT, R., NOIREL, J.F., Méthodes d'exploitation et Remblai Hydraulique, Industrie Minérale, Novembre, 1981.
11. VOROBEV, B.M., DESHMUKH, R.T., Advanced Coal Mining, Vol: n Asia Publishing House, London, 1966.
12. ARIOĞLU, E., Ocak Dolgu Malzemesi Olarak Uludağ Volfram Artığının incelenmesi, Doçentlik Tezi, İTÜ Maden Fakültesi, Mart 1982.
13. ARIOĞLU, E., Etibank Uludağ Volfram işletmesi Üretim Boşluklarının Doldurulmasında Kullanılacak Malzemenin Mühendislik özellikleri Türkiye Bilimsel Teknik Araştırma Kurumu, MAG-579, Ankara 1982.
14. BİRÖN, C, ARIOĞLU, E., Garp Linyitleri işletmesi Soma Bölgesi Suni Tavanlı Rambleli işletme Projesi, Türkiye Bilimsel Teknik Araştırma Kurumu, MAG-240, Ankara 1971.
15. BİRÖN, C, ARIOĞLU, E., Design of Supports In Mines, John Wilsy Sons, Inc. New York 1982.
16. BİRÖN, C, ARIOĞLU, E., Madenlerde Tahkimat işleri ve Tasarımı, Birsen Kitabevi, İstanbul, 1980.