

GARP LİNYİTLERİ İŞLETMESİ SAHALARINDA YAPILAN PATLATMA  
İŞLEMLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ VE MALİYET ANALİZİ

Emre DURAN

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği Uyarınca  
Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Şahin YUVKA  
Ortak Danışman: Prof. Dr. Önder UYSAL

Ekim-2019

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Emre DURAN tarafından hazırlanan “GARP LİNYİTLERİ İŞLETMESİ SAHALARINDA YAPILAN PATLATMA İŞLEMLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ VE MALİYET ANALİZİ” adlı tez çalışması, aşağıda belirtilen jüri tarafından Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek OY BİRLİĞİ ile Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

11 / 10 / 2019

Prof. Dr. Önder UYSAL  
Enstitü Müdürü, Fen Bilimleri Enstitüsü

Prof. Dr. Ali UÇAR  
Anabilim Dalı Başkanı, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Dr. Öğr. Üyesi Şahin YUVKA  
Danışman, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

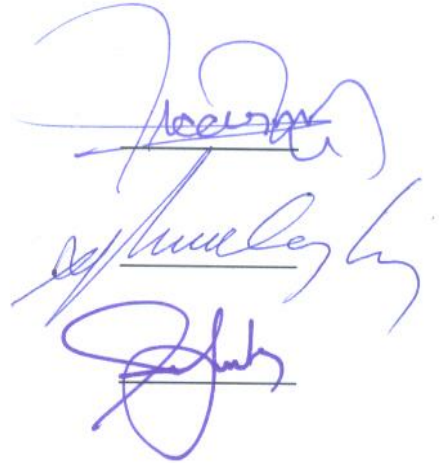
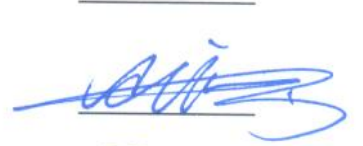
Prof. Dr. Önder UYSAL  
Ortak Danışman, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

### Sınav Komitesi Üyeleri

Doç. Dr. Ercan ARPAZ  
Çevre Mühendisliği Bölümü, Kocaeli Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Sunay BEYHAN  
Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi

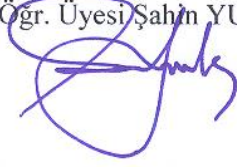
Dr. Öğr. Üyesi Şahin YUVKA  
Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi



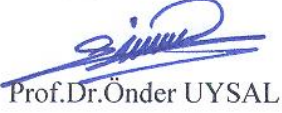
## ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Bu tezin hazırlanmasında Akademik kurallara riayet ettiğimizi, özgün bir çalışma olduğunu ve yapılan tez çalışmasının bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olduğunu, çalışma kapsamında teze ait olmayan veriler için kaynak gösterildiğini ve kaynaklar dizininde belirtildiğini, Yüksek Öğretim Kurulu tarafından kullanılmak üzere önerilen ve Kütahya Dumlupınar Üniversitesi tarafından kullanılan İntihal Programı ile tarandığını ve benzerlik oranının %14 çıktığını beyan ederiz. Aykırı bir durum ortaya çıktığı takdirde tüm hukuki sonuçlara razı olduğumuzu taahhüt ederiz.

Dr. Öğr. Üyesi Şahin YUVKA



Emre DURAN



Prof. Dr. Önder UYSAL

(Ortak Danışman)

## GARP LİNYİTLERİ İŞLETMESİ SAHALARINDA YAPILAN PATLATMA İŞLEMLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ VE MALİYET ANALİZİ

Emre DURAN

Maden Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, 2019

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Şahin YUVKA

Tez Ortak Danışmanı: Prof. Dr. Önder UYSAL

### ÖZET

Delme ve patlatma işlemleri maden işletme faaliyetleri içerisinde büyük bir öneme sahiptir. Delme ve patlatma işlemleri sayesinde cevherin kazılabilirliği sağlanmakta, istenilen tane boyutlarında cevher üretimi yapılabilmektedir. Bu çalışmada, Garp Linyitleri İşletmesi maden sahalarında devlet eliyle yapılan patlatma işlemleri ve bu patlatmalarda karşılaşılan problemler incelenmiştir. Tespit edilen sert çıkma ve blok çıkma problemlerine çözüm olarak emülsiyon esaslı yemleyiciler yerine nitrogliserin esaslı yemleyiciler kullanılarak problemin çözülmesi amaçlanmıştır. Yapılan atımlar ve daha sonra atımı yapılan bölgedeki kazı yükleme işleri kayıt altına alınmıştır. Yapılan patlatma işlemleri sonrası elde edilen yığın görüntüleri WipFrag yazılımı ile incelenerek tane-boyut dağılımları kontrol edilmiştir. Elde edilen veriler ışığında patlatma ve taşıma ile ilgili maliyet analizleri yapılmıştır. Yapılan değişiklik sonrası problemlerin azaldığı, işletmeye yıllık %25 oranında bir kazanç sağladığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Patlatma Maliyetleri, Tane Boyut Dağılımı, Patlatma İle İlgili Problemler

## **IMPROVEMENT AND COST ANALYSIS OF BLASTING OPERATIONS AT WESTERN LIGNITE FACILITIES**

Emre DURAN

Mining Engineering, M. Sc. Thesis, 2019

Thesis Supervisor: Asst. Prof. Şahin YUVKA

Thesis Co-Advisor: Prof. Dr. Önder UYSAL

### **SUMMARY**

Drilling and blasting operations have a great importance in mining operations. Drilling and blasting processes enable the excavation of the ore and the production of ore in the desired grain sizes. In this study, state-operated blasting operations in Western Lignite Corporation mining sites and problems encountered in these blasting operations are investigated. It is aimed to solve the problem of encountering blocks after blasting, by using nitroglycerine based feeders instead of emulsion based feeders. The blasting shots and excavation loading works in the blasting area were recorded. The heap images obtained after blasting operations were examined with WipFrag software and grain-size distributions were checked. According to the data obtained, cost analyzes related to blasting and transportation were performed. It was found that after the change, the problems decreased and the company gained 25% annually.

**Keywords:** Blasting costs, Problems with blasting, Grain dimensional analysis

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma esnasında her türlü konuda yardımcı olan tez danışmanlarım Prof. Dr. Önder UYSAL ve Dr.Öğr.Üyesi Şahin YUVKA' ya öncelikle teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemde büyük emeği olan babam Selim DURAN' a, annem Naile DURAN' a, kardeşim Mehmet Emrah DURAN' a, eşim Büşra SOYAK DURAN' a ve ailemizin neşesi oğlum Demir Alp DURAN' a teşekkürü bir borç bilirim.

Garp Linyitleri İşletmesi İşletme Müdür Yardımcısı Sayın Fatih Mehmet BİLGE' ye, Hazırlık Başmühendisliğinde görevli Maden Mühendisi Burcu Hatice HASİPEK' e, Maden Teknikeri Süleyman AKTAŞ ve Mithat ADA' ya, Emekli Başçavuş İbrahim AŞCI' ya, Barutçular Ahmet KILIÇ, Bahtiyar UZUNCAN, Ahmet DEMİRBAŞ, İsmail YAVUZ, İbrahim BİLGETEKİN, M. Mücahit GÖLCÜK, Mustafa BAŞ, Can ERKAN, Ramazan KOÇHAN ve Halil ÇETİN' e, Manevracı Halil EROL' a, Düz İşçi Fikret KAPTAN' a, Bilgisayar Operatörü Bilal TÜRKYILMAZ' a, Ağır Kamyon Şoförleri Ramazan ERGENÇ, Özcan GÜNDOĞDU ve Mehmet ERDAL' a, Delik makinesi operatörleri Mehmet ÇEKGEL, Ramazan KAÇAR, Oğuz BAŞ, Hakkı ALTIN ve RAMAZAN ARSLAN' a ve emeği geçen tüm İşletme çalışanlarına çalışmam esnasında sağladıkları katkılardan dolayı teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	<b><u>Sayfa</u></b>
ÖZET .....	v
SUMMARY .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
1. GİRİŞ .....	1
2. HAZIRLIK DELME PATLATMA İŞLEMLERİ İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER .....	3
2.1. Delme Faaliyeti ve Delik Makinesi Seçimi .....	3
2.2. Patlayıcı Maddelerin Sınıflandırılması .....	4
2.2.1. Patlayabilir karışımlar .....	4
2.2.2. Ateşleme elemanları .....	8
2.2.3. Yardımcı elemanlar .....	14
2.3. Basamak Patlatmalarında Göz Önünde Bulundurulması Gereken Parametreler .....	16
2.3.1. Patlatma geometrisi .....	16
2.3.2. Patlayıcı maddelerin karakteristik özellikleri .....	20
2.3.3. Kaya birimlerinin malzeme ve kütle özellikleri .....	24
3. İŞLETME HAKKINDA GENEL BİLGİLER .....	25
3.1. Havzanın Yapısal Jeolojisi.....	26
3.2. Çalışma Yapılan Sahanın Jeolojik Yapısı .....	26
3.3. İşletmede Uygulanan Üretim Yöntemleri .....	27
3.3.1. Yeraltı üretim yöntemi .....	27
3.3.2. Açıkocak işletmeciliği üretim yöntemi .....	27
4. GLİ AÇIKOCAK İŞLETMESİNDE KULLANILAN MAKİNE VE EKİPMANLAR .....	28
4.1. Dekapaj, Kazı ve Yükleme Ekipmanları.....	28
4.1.1. Elektrikli ekskavatörler .....	28
4.1.2. Hidrolik ekskavatörler.....	30
4.1.3. Lastik tekerlekli yükleyiciler.....	30
4.2. Nakliye Ekipmanları .....	30
4.2.1. Ağır tonajlı kamyonlar .....	31

## İÇİNDEKİLER (devam)

	<b><u>Sayfa</u></b>
4.2.2. Hafif tonajlı kamyonlar .....	31
4.2.3. Patlayıcı madde taşıma kamyonları .....	31
4.3. Yardımcı Ekipmanlar .....	33
<b>5. İŞLETMEDE UYGULANAN PATLATMA İŞLEMLERİ VE KARŞILAŞILAN</b>	
<b>PROBLEMLER .....</b>	<b>34</b>
5.1. Mevcut Patlatma İşlemleri .....	34
5.2. İşletmede Uygulanan Delik Paterni İle İlgili Tespit Edilen Problemler .....	34
5.3. Çalışma Kapsamında Kullanılan Patlatma Paterni .....	37
5.4. Tane Boyut Analizi .....	39
<b>6. ÇALIŞMA KAPSAMINDA YAPILAN GÖZLEMLER VE MALİYET ANALİZLERİ.....</b>	<b>43</b>
6.1. Delik Tasarımlarına Göre Maliyet Analizi .....	43
6.1.1. Birim delik delme maliyeti .....	43
6.1.2. 8m x 8m x 15 m ve emülsiyon tipi dinamit paterni maliyeti.....	44
6.1.3. 8m x 8m x 15 m ve nitrogliserin esaslı dinamit paterni maliyeti .....	45
6.1.4. 9m x 9m x 15 m ve emülsiyon tipi dinamit paterni maliyeti.....	46
6.1.5. 9m x 9m x 15 m ve nitrogliserin esaslı dinamit paterni maliyeti .....	47
6.1.6. Birim maliyetlerin karşılaştırılması .....	48
6.2. Dozer Riperleme Maliyetleri .....	49
6.3. Komatsu Kamyonların Taşıma Maliyetindeki Değişim .....	51
6.4. Patlatma Sonrası Verim Sağlanamayan Alanlarda Yapılan Mükerrer Atımlar .....	54
<b>7. SONUÇLAR .....</b>	<b>55</b>
<b>KAYNAKLAR DİZİNİ .....</b>	<b>57</b>
<b>EKLER</b>	
Ek 1. 8m x 8m x 15 m Delik Paterni Çalışma Alanı ve Deliklerin Görüntüsü	
Ek 2. 9m x 9m x 15 m Delik Paterni, İlk 6 Grup Atıma Ait Çalışma Alanı ve Deliklerin Görüntüsü	



## İÇİNDEKİLER (devam)

### Sayfa

Ek 3. 9m x 9m x 15 m Delik Paterni, Son 4 Grup Atıma Ait Çalışma Alanı ve Deliklerin Görüntüsü	
Ek 4. 8m x 8m x15 m Delik Paterni, 1. Atıma Ait Tane Boyut Analizi Grafiği	
Ek 5. 8m x 8m x15 m Delik Paterni, 1. Atıma Ait Patlatma Analizi Grafiği	
Ek 6. 8m x 8m x15 m Delik Paterni, 2. Atıma Ait Tane Boyut Analizi Grafiği	
Ek 7. 8m x 8m x15 m Delik Paterni, 2. Atıma Ait Patlatma Analizi Grafiği	
Ek 8. 8m x 8m x15 m Delik Paterni, 3. Atıma Ait Tane Boyut Analizi Grafiği	
Ek 9. 8m x 8m x15 m Delik Paterni, 3. Atıma Ait Patlatma Analizi Grafiği	
Ek 10. 8m x 8m x15 m Delik Paterni, 4. Atıma Ait Tane Boyut Analizi Grafiği	
Ek 11. 8m x 8m x15 m Delik Paterni, 4. Atıma Ait Patlatma Analizi Grafiği	
Ek 12. 8m x 8m x15 m Delik Paterni, 5. Atıma Ait Tane Boyut Analizi Grafiği	
Ek 13. 8m x 8m x15 m Delik Paterni, 5. Atıma Ait Patlatma Analizi Grafiği	
Ek 14. 9m x 9m x15 m Delik Paterni, 1. Atıma Ait Tane Boyut Analizi Grafiği	
Ek 15. 9m x 9m x15 m Delik Paterni, 1. Atıma Ait Patlatma Analizi Grafiği	
Ek 16. 9m x 9m x15 m Delik Paterni, 2. Atıma Ait Tane Boyut Analizi Grafiği	
Ek 17. 9m x 9m x15 m Delik Paterni, 2. Atıma Ait Patlatma Analizi Grafiği	
Ek 18. 9m x 9m x15 m Delik Paterni, 3. Atıma Ait Tane Boyut Analizi Grafiği	
Ek 19. 9m x 9m x15 m Delik Paterni, 3. Atıma Ait Patlatma Analizi Grafiği	
Ek 20. 9m x 9m x15 m Delik Paterni, 4. Atıma Ait Tane Boyut Analizi Grafiği	
Ek 21. 9m x 9m x15 m Delik Paterni, 4. Atıma Ait Patlatma Analizi Grafiği	
Ek 22. 9m x 9m x15 m Delik Paterni, 5. Atıma Ait Tane Boyut Analizi Grafiği	
Ek 23. 9m x 9m x15 m Delik Paterni, 5. Atıma Ait Patlatma Analizi Grafiği	

### ÖZGEÇMİŞ

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Delici tipi seçiminde etkili parametreler optimum seçim grafiği.....	3
2.2. Farklı boyutlardaki emülsiyon tipi dinamitler.....	6
2.3. Antigrizutin dinamit.....	7
2.4. Emniyetli fitil.....	9
2.5. Adi kapsül.....	10
2.6. Emniyetli fitil ve adi kapsülün birlikte kullanımı.....	10
2.7. Elektrikli kapsül görüntüsü.....	11
2.8. İnfilaklı fitil.....	12
2.9. Bir nonel kapsülün kısımları.....	13
2.10. Nonel kapsüller.....	14
2.11. Elektronik kapsül ve yardımcı ekipmanları.....	14
2.12. Elektronik manyeto.....	15
2.13. Ateşleme kablosu.....	16
2.14. Galvanometre çeşitleri.....	16
2.15. Patlatma geometrisi.....	17
2.16. Detonasyon zonu.....	20
2.17. Kritik çap ve zon oluşumu.....	22
3.1. Yer bulduru haritası.....	26
4.1. Marion marka dragline.....	29
4.2. PH 2300 elektrikli shovel.....	29
4.3. Komatsu dekapaj kamyonları.....	31
4.4. ANFO taşıma kamyonu.....	32
4.5. ADR standartlarına uygun, patlayıcı taşıma aracı.....	33
5.1. Verimsiz patlatma sonrası sert çıkan ayna görüntüsü.....	35
5.2. Verimsiz patlatma sonucu oluşan tırnak görüntüsü.....	36
5.3. Verimsiz patlatma sonucu oluşan iri bloklar.....	36
5.4. Tırnağın dozerle ripperlenmesi görüntüsü.....	37
5.5. 8m x 8m x 15 m Delik paterni, emülsiyon dinamit kullanımına ait kolon şarjı.....	38
5.6. 8m x 8m x 15 m Delik paterni, ngs esaslı dinamit kullanımına ait kolon şarjı.....	38
5.7. 9m x 9m x 15 m Delik paterni, emülsiyon dinamit kullanımına ait kolon şarjı.....	39
5.8. 9m x 9m x 15 m Delik paterni, ngs esaslı dinamit kullanımına ait kolon şarjı.....	39
5.9. İki farklı parametrenin karşılaştırılması.....	42

**ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)**

<b><u>Şekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
6.1. Patlatma paterni.....	44
6.2. Ripper görüntüsü.....	50



## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Emülsiyon dinamit teknik özellikleri .....	6
2.2. Sismik dinamit teknik özellikleri .....	6
2.3. GOM II-1 dinamit teknik özellikleri .....	7
2.4. Antigrizutin dinamit teknik özellikleri .....	8
2.5. Anfo – mazot karışım oranları ve görülen sonuçlar. ....	23
3.1. BYL panodan alınan numunelere ait kayaç özellikleri .....	27
4.1. İşletmede Kullanılan elektrikli ekskavatörler. ....	29
4.2. İşletmede kullanılan hidrolik ekskavatörlere ait bilgiler. ....	30
4.3. İşletmede kullanılan lastik tekerlekli yükleyicilere ait bilgiler. ....	30
4.4. İşletmede bulunan yardımcı ekipmanlara ait teknik özellikler. ....	33
5.1. İşletmede kullanılan patlayıcı maddelerin teknik özellikleri .....	34
5.2. 8m x 8m x15 m Delik paternine ait tane boyut analiz sonuçları. ....	41
5.3. 9m x 9m x15 m Delik paternine ait tane boyut analiz sonuçları. ....	41
6.1. 8m x 8m x 15 m ve emülsiyon tipi dinamit paterni patlayıcı madde maliyetleri. ....	45
6.2. 8m x 8m x 15 m ve emülsiyon tipi dinamit paterni birim maliyetler. ....	45
6.3. 8m x 8m x 15 m ve nitrogliserin esaslı dinamit paterni patlayıcı madde maliyetleri. ....	46
6.4. 8m x 8m x 15 m ve nitrogliserin esaslı dinamit paterni birim maliyetler. ....	46
6.5. 9m x 9m x 15 m ve emülsiyon tipi dinamit paterni patlayıcı madde maliyetleri. ....	47
6.6. 9m x 9m x 15 m ve emülsiyon tipi dinamit paterni birim maliyetler. ....	47
6.7. 9m x 9m x 15 m ve nitrogliserin esaslı dinamit paterni patlayıcı madde maliyetleri. ....	48
6.8. 9m x 9m x 15 m ve nitrogliserin esaslı dinamit paterni birim maliyetler. ....	48
6.9. Birim maliyetlerin karşılaştırılması. ....	48
6.10. Dozer yakıt tüketimleri, 2017. ....	49
6.11. Ripperleme esnasında tüketilen yakıt miktarı. ....	50
6.12. Ripperleme esnasında yakıt tüketimindeki artış miktarı. ....	50
6.13. 8m x 8m x15 m Delik paternine ait taşıma rakamları. ....	52
6.14. 9m x 9m x15 m Delik paternine ait taşıma rakamları. ....	52
6.15. Patern farklılığından dolayı meydana gelen sefer sayılarındaki artış miktarı. ....	53
6.16. Komatsu bakım giderleri. ....	53
6.17. Komatsu yakıt tüketimi tablosu. ....	53
6.18. 9m x 9m x15 m Delik paterni kullanıldığında oluşan ilave taşıma maliyetleri. ....	54

**ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)****Çizelge****Sayfa**

6.19. Mükerrer atım tablosu.....	54
----------------------------------	----



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b><u>Simgeler</u></b>	<b><u>Açıklama</u></b>
D	Delik Çapı
S	Sıklama
TL	Türk Lirası
V	Dilim Kalınlığı
$\gamma$	Yoğunluk
$I_s$	Nokta yük dayanımı
$\sigma_t$	Indirect çekme dayanımı
$\sigma_b$	Tek eksenli basma dayanımı
E	Elastisite modülü
<b><u>Kısaltmalar</u></b>	<b><u>Açıklama</u></b>
ADR	Tehlikeli Malların Karayolu ile Uluslararası Taşımacılığına İlişkin Avrupa Anlaşması
ANFO	Amonyum Nitrat-Fuel Oil
GLİ	Garp Linyitleri İşletmesi
NGS	Nitrogliserin Esaslı Dinamit
NONEL	Non-Electric
PETN	Pentaaitrol Tetranitrat
RDX	Royal Demolition Explosive
STON	Short Ton
TKİ	Türkiye Kömür İşletmeleri
TNT	Tri Nitro Toluen

## 1. GİRİŞ

Yerkabuğunun farklı derinliklerinden çıkarılan, ekonomik değer taşıyan mineral ve elementlere maden denir. Madencilik işleri ise maden yataklarının aranması, projelendirilmesi, işletilmesi ve çıkarılan madenin zenginleştirilmesi ile ilgili işlemleri içerir.

Madencilik faaliyetleri ülke ekonomilerinde büyük bir paya sahiptir. Madencilik faaliyetleri temel olarak iki yöntem ile yapılmaktadır. Bu yöntemler Açık Ocak Maden İşletmeciliği ve Yeraltı Maden İşletmeciliğidir. İki üretim yönteminde de hazırlık, delme ve patlatma, kazı, yükleme ve taşıma işlemleri bulunmaktadır. Madenin özelliklerine ve üretim yöntemine bağlı olarak kullanılacak ekipmanlar ve çalışma şekilleri değişmektedir.

Dünyadaki açık ocak maden işletmelerinin büyük bir çoğunluğunda delme patlatma işlemlerine ihtiyaç bulunmaktadır. İkinci Dünya Savaşında artan enerji ve hammadde ihtiyacı ve savaş sonrası 1950'li yıllarda sanayileşmenin etkisi ile madencilik faaliyetleri çok büyük önem kazanmıştır. Madenlerde daha ilkel yöntemler uygulanmakta iken artan maden ihtiyacı sonucunda çalışma şartları ağırlaşmış, çalışan insan sayısı arttırılmıştır. Bu noktada üretimin daha hızlı olması için farklı makineler geliştirilmiştir. Bu makinelerin çalışmasının kolaylaşması içinde kayaçların patlayıcı ile gevşetilmesi işlemlerine daha fazla önem verilmiştir. Yapılan çalışmalarda Amonyum Nitrat ile Fuel Oil karıştırılarak yeni bir patlayıcı elde edilmiştir. 1957 yılına gelindiğinde harç (Slurry) tipi patlayıcılar keşfedilmiştir. İlerleyen yıllarla birlikte patlayıcıların madenlerde kullanımı da artmıştır. Günümüzde tüm dünya ülkelerinde patlayıcı maddelerin kullanımı ile kaya gevşetmesi işlemleri yapılmaktadır ([www.wikiwand.com](http://www.wikiwand.com)).

Madencilik faaliyetleri sırasında yapılan harcamalar göz önüne alındığında delme patlatma maliyetleri büyük bir yer kaplamaktadır. Bu maliyetlerin azaltılabilmesi için en uygun delme patlatma tasarımına ihtiyaç duyulmaktadır. Delme patlatma tasarımı işletmenin jeolojik yapısına, üretilen madenin özelliklerine, kullanılan ekipmanların özelliklerine, madenin istenilen tane boyutuna göre değişiklik göstermektedir. Patlatma tasarımının yapılması sırasında delik parametreleri de büyük bir öneme sahiptir. Bu yüzden delme ve patlatma işlemleri bir bütün olarak değerlendirilmelidir (Köse, H., 2001).

Delme ve patlatma işlemleri esnasında birçok problem ile karşı karşıya kalılabilmektedir. Delme esnasında yapılan bir hata patlatma işleminden alınacak verimi olumsuz etkileyebilmektedir. İstenilen tane boyutundan iri ürün elde edilmesi, aynada ve şev dibinde makinelerin kazı performansını olumsuz etkileyecek sertlikte malzeme kalması,

patlatma esnasında kayaç parçalarının püskürmesi gibi problemler patlatma işlemlerinde görülebilecek problemlerdir. Bu problemlerin çözümü ile ilgili olarak delik paternlerinin, kullanılan patlayıcı maddelerin teknik özelliklerinin, patlayıcıların deliğe şarj edilmesi gibi birçok etkenin gözden geçirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, Garp Linyitleri İşletmesi Müdürlüğüne ait kamu tarafından üretimi yapılan imtiyaz sahalarındaki delme ve patlatma çalışmalarında karşılaşılan problemler ele alınarak elde edilen veriler ışığında patlatma ve taşıma maliyetlerinin analizleri yapılmıştır.



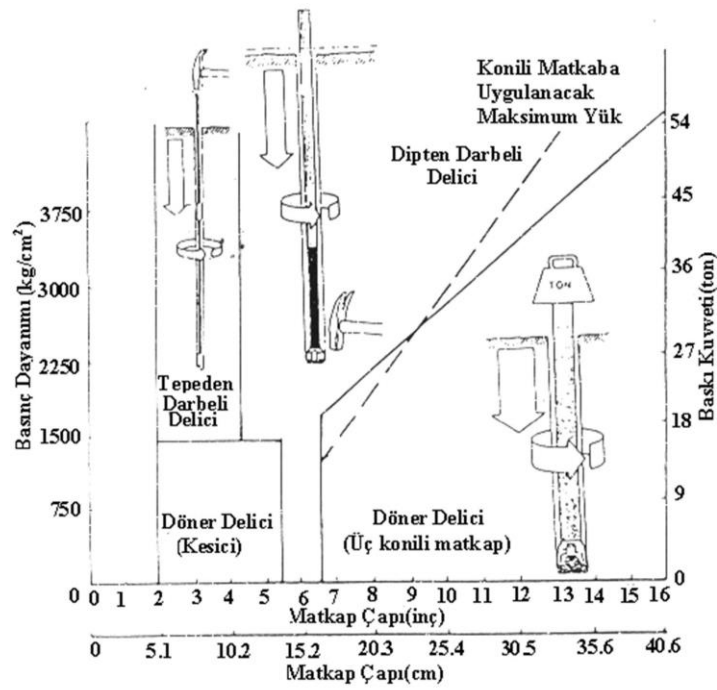


## 2. HAZIRLIK DELME PATLATMA İŞLEMLERİ İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

### 2.1. Delme Faaliyeti ve Delik Makinesi Seçimi

Patlayıcı maddelerin kaya gevşetme amacıyla kullanılmaya başlanması patlayıcının kayaç içerisine yerleştirilmesi problemini meydana getirmiştir. Patlayıcıdan istenilen verimin elde edilebilmesi için kayaç içerisine delik delinmesi gerektiği anlaşılmıştır. İlk olarak yapılan çalışmalarda kama, kazık, balyoz gibi aletler kullanılarak delikler açılmaya çalışılmıştır. İşin zahmetli ve çok zaman almasından dolayı makineleşme ihtiyacı doğmuştur.

Delme patlatma çalışmalarına genellikle delici makine seçimi ile başlanmaktadır. Delici ekipmanın seçimi projenin devamlılığı için büyük önem arz etmektedir. Delik makinelerinin ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı donanım seçiminde doğru kararlar verilmelidir. Yanlış bir makine seçimi delme ve patlatma işlemlerinde problemlere neden olacaktır. Delici tipi seçiminde etkili parametrelere ait optimum seçim grafiği Şekil 2.1'de verilmiştir.



Şekil 2.1. Delici tipi seçiminde etkili parametreler optimum seçim grafiği (Kahraman, 1997).

Delici ekipman seçiminde delinecek kayaç formasyonu, delinecek delik çapı ve delik boyu dikkate alınmalıdır.

Patlatmanın verimli olmasındaki en önemli parametrelerden biride patlayıcının gücüdür. Gücü arttırmanın en basit yolu delik çapını büyüterek, lineer uzunluğa daha fazla patlayıcı madde koymakla mümkündür. İşletmede kullanılacak ekskavatörlerin kepçe kapasitelerinin büyük olması pasa malzemesinin tane boyutunun da iri taneli olmasına olanak vermektedir. Büyük çaplı delik seçimi iri taneli pasaya neden olurken, maliyet açısından çok büyük kazançlar sağlamaktadır.

## **2.2. Patlayıcı Maddelerin Sınıflandırılması**

### **2.2.1. Patlayabilir karışımlar**

#### ANFO

Amonyum Nitrat'ın (AN) ve Fuel Oil'in (FO) harflerinin birleştirilmesi sonucu "ANFO" ismini almıştır. Kuru bir patlayıcıdır. 1950'li yıllarda kullanılmaya başlanan ANFO açık işletme yöntemi ile üretim yapan kömür ocaklarında, metal madenlerinde, taş ocaklarında ve inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. ANFO' nun en önemli sakıncası, suya dayanıklı bir patlayıcı madde olmamasıdır.

Amonyum Nitrat (AN) hemen hemen bütün ticari patlayıcı maddelerin ana ham maddelerinden birisidir. Amonyum nitrat, amonyak ile nitrik asidin reaksiyonundan elde edilen organik bir tuzdur. İlk başlarda gübre olarak üretilmeye başlanan bu tuzun 1947 yılında meydana gelen bir patlama sonucunda patlatma özelliğinin olduğu ortaya çıkmıştır.

Gözenekli Porous Prill Amonyum Nitrat genellikle Fuel Oil ile karıştırılıp ANFO hazırlanmasında kullanılmaktadır. En yaygın olarak kullanılan ANFO ürünü oksijen dengeli, serbest olarak akabilen, ağırlıkça % 94,3 gözenekli AN tanecikleri ve % 5,7 mazottan üretilendir. Amonyum Nitrata mazot katılmadan enerjisi 379 Kcal/Kg' dır. Mazot katıldıktan sonra ise 971 Kcal/Kg olmaktadır. Yani enerjisi yaklaşık olarak 2,5 kat artmaktadır. ANFO' nun enerjisini daha da arttırmak için karışıma belli oranda (genellikle % 3-10) alüminyum tozu eklenebilir (Kesimal, A., 2009).

Amonyum Nitrat'ın nitrojen yüzdesi, tane boyutu, porozitesi ve yoğunluğu ANFO' nun infilakını etkileyen önemli değişkenlerdir. Dünyada patlayıcı madde üreticileri ANFO üretiminde gözenekli taneciklerden (prill) oluşan AN kullanmaktadır. AN' ın nitrojen

yüzdesi arttıkça infilak özelliği de artmaktadır. % 33'den fazla nitrojen yüzdesine sahip AN' ların kullanımı ile patlatmalardan etkin verim elde edilir. Patlatma amaçlı üretilen AN küre şeklinde süngerimsi görünümde (gözenekli prill), tane boyutu 6 ile 20 mesh elek aralığındadır. Yüksek gözenekliliğe sahip AN' ın mazot emme yüzdesi % 6-12 arasındadır. Gözeneklilik artışıyla yüzey alanı artacağından ANFO' nun infilak hızı da artacaktır. Gözenekli AN'ın yoğunluğu 0,67-0,80 gr/cm<sup>3</sup> arasında değişir. Özellikle yaz aylarında iyi havalandırılmayan depolarda ve güneşli yerlerde bulundurulan AN' ın kristal yapısı bozulabilir. Bu nedenle de patlatma verimi düşeceğinden depolanmasında özen gösterilmelidir (Kahriman, A., 2009).

### Emülsiyon patlayıcılar

Çok verimli ve güvenli bir patlayıcı olan ANFO suya karşı dirençsizdir. Her zaman doğa ile mücadele halinde olan patlatma mühendisi, sulu delik problemi ile çok sık karşılaşmaktadır. Bu gereksinimden doğan araştırmalar sonucu, temel maddesi yine amonyumnitrat olan bulamaç patlayıcılar gündeme gelmiştir. Bu tip patlayıcılar kapsülle ve yemlemeyle patlayabilecek şekilde iki tip olarak üretilmektedir. Kullanım amacına ve yerine göre farklı çaplarda ambalajlanarak ya da direk şarj kamyonları ile deliğe doldurularak kullanılabilir (Kesimal, A., 2009).

### Dinamitler

#### *Emülsiyon dinamit*

Kapsüle duyarlı patlayıcı olan emülsiyon bazlı dinamitler tüneller, yeraltı ve yerüstü madencilik çalışmaları için tasarlanmıştır. Bu dinamitler, ANFO ve yemlemeye duyarlı bütün patlayıcı maddeler için ideal bir yemlemedir. İçeriğinde nitrogliserin veya nitroglükol ihtiva eden maddeler içermeyen, sürtünme, darbe ve jelatinit patlayıcılara oranla çok daha güvenli, suya karşı dirençli bir patlayıcı maddedir. Emülsiyon tipi dinamite ait teknik özellikler Çizelge 2.1'de verilmiştir. Farklı boyutlardaki emülsiyon tipi dinamitler Şekil 2.2'de gösterilmiştir. Emülsiyon bazlı patlayıcılar, stoklama veya kullanım sırasında, içeriğinde nitrogliserin veya nitroglükol bulundurmaması sebebi ile baş ağrısı ve diğer sağlık sorunlarına sebep olmaz.

#### *Sismik dinamit*

Bu tip dinamitler, özellikle sismik araştırmalar ve su altı patlatmaları için geliştirilmiştir. Petrol kuyusu açılması, doğalgaz arama sondajları ve termal su kaynakları

sondajlarında da yaygın olarak kullanılmaktadır. Sismik dinamite ait teknik özellikler Çizelge 2.2’de verilmiştir.

**Çizelge 2.1.** Emülsiyon dinamit teknik özellikleri (www.mkek.gov.tr).

<b>Teknik Özellikler</b>	
Yoğunluğu	1,50 gr/ml
İntikal Testi	4 cm
Gaz Hacmi	860 lt/kg
Oksijen Balansı	+ % 1
Detonasyon Hızı	6200 msn
Suya Dayanıklılık	İyi
Spesifik Enerji	1128 kJ/kg
Kartuş Boyutları	Çap x Uzunluk (mm)
Standart Üretim	25x200, 32x200, 32x400, 40x400 mm
Özel Üretim	İstenen çap ve boyutlarda



**Şekil 2.2.** Farklı boyutlardaki emülsiyon tipi dinamitler.

**Çizelge 2.2.** Sismik dinamit teknik özellikleri (www.mkek.gov.tr).

<b>Teknik Özellikler</b>	
Yoğunluğu	1,55 gr/ml
İntikal Testi	20 cm
Gaz Hacmi	780 lt/kg
Oksijen Balansı	+ % 2
Detonasyon Hızı	6100 msn
Suya Dayanıklılık	Çok iyi
Kartuş Boyutları	Çap x Uzunluk (mm)
Standart Üretim	İstenen çap ve boyutlarda
Özel Üretim	25x200, 32x200, 32x400, 40x400 mm

### GOM II A-1

Nitrogliserin bazlı patlayıcılar içerisinde en kullanışlı olanlarından birisidir. Yüksek infilak hızı ile en sert kaya patlatmalarında bile başarı ile uygulanır. Gom II-1 dinamiti, kağıt kartuşlarda veya karton borularda piyasaya sunulmaktadır. Kağıt kartuşlar her türlü yüzey ve toprak altı işlemlerine uygundur. Detonasyon hızları yaklaşık olarak 7025 m/s'dir. GOM II A-1 dinamite ait teknik özellikler Çizelge 2.3'de verilmiştir.

**Çizelge 2.3.** GOM II-1 dinamit teknik özellikleri (www.mkek.gov.tr).

Teknik Özellikler	
Yoğunluğu	1,50 gr/ml
İntikal Testi	4-6 cm
Gaz Hacmi	820 lt/kg
Oksijen Balansı	+ % 2,27
Detonasyon Hızı	7025 m/sn
Suya Dayanıklılık	Çok iyi
Spesifik Enerji	1140 kJ/kg
Kartuş Boyutları	Çap x Uzunluk (mm)
Standart Üretim	25x200, 32x200, 32x400, 40x400 mm
Özel Üretim	İstenen çap ve boyutlarda

### Antigrizutin dinamit

Bu tip dinamitler (Şekil 2.3), düşük oranda nitrogliserin + nitroglükol, fazla miktarda amonyumnitrat ve ayrıca sodyumklorür gibi maddeleri kapsar. Kömür madenciliğinde metan-hava karışımının veya tozun ateşlenmesini önleyici özel emniyet şartlarını sağlayan patlayıcılardır. Bu özelliklerinden dolayı grizu tehlikesi olan ocaklarda kullanılmaktadır. Antigrizutin dinamite ait teknik özellikler Çizelge 2.4'de verilmiştir.



**Şekil 2.3.** Antigrizutin dinamit.

**Çizelge 2.4.** Antigrizutin dinamit teknik özellikleri (www.mkek.gov.tr).

<b>Teknik Özellikler</b>	
Yoğunluğu	1,10 gr/ml
İntikal Testi	8 cm
Gaz Hacmi	723 lt/kg
Oksijen Balansı	+ % 6
Detonasyon Hızı	5000 msn
Suya Dayanıklılık	Zayıf
Spesifik Enerji	880 kJ/kg
Kartuş Boyutları	Çap x Uzunluk (mm)
Standart Üretim	25x200, 32x200, 32x400, 40x400 mm
Özel Üretim	İstenen çap ve boyutlarda

### *Nitrogliserin esaslı dinamitler*

Nitrogliserin, nitroselüloz ve bir miktar talaş içerirler. İçerdiği maddeler yüzünden kullanımı daha tehlikelidir ve bozulmuş olanları sağlık sorunlarına yol açabilir.

Alfred Nobel'in insanlığın kullanımına sunduğu nitrogliserin esaslı patlayıcılar, günümüzde de temel patlayıcı madde olarak kullanılmaktadır. Değişik amaçlar için çok değişik türleri üretilmektedir. Önceleri, diatomit toprağı ile karıştırılıp duyarlılığı kontrol altına alınan nitrogliserin esaslı patlayıcılara, daha sonraları jelâtinleştirici, donmayı önleyici katkılar katılmaya başlanmıştır. Zaman zaman gereğinden kuvvetli patlayıcı üretmemek ve buna bağlı olarak gereksiz maliyet artışından kaçınmak için, amonyumnitrat katkılı olanları üretilmeye başlanmıştır (Köse, H., 2001).

Nitrogliserin esaslı dinamitlerde, depolama şartları çok önemlidir. Uygun şartlarda yapılmayan depolamalarda veya süresinden uzun bekletilmiş ürünlerde, nitrogliserin kusması görülebilmektedir. Serbest kalan nitrogliserin ise, en ufak bir darbeye karşı duyarlı hale gelmekte ve tehlikeli bir durum oluşturmaktadır. Bu tip bir patlayıcı kullanan mühendisin, sürekli olarak deposunu denetlemesi ve bir akıntının olup olmadığını takip etmesi gerekir.

### **2.2.2. Ateşleme elemanları**

#### Emniyetli fitil-Adi kapsül

Patlayıcının icadından itibaren hemen hemen ilk kullanılan yöntemdir. Günümüzdeki kullanımı yok denilecek kadar azdır. Elektrikli ateşlemenin tehlikeli olduğu yeraltı ocaklarında ve bazı ocaklarda hatalı patlatma sonrası oluşan iri blokların patarlanmasında az da olsa kullanılmaktadır.

Emniyetli fitilin (Şekil 2.4) bir metresi yaklaşık olarak 60 sn' de yanmaktadır. Fitolin boyu emniyet açısından en az 1 metre olmalıdır. Atımın durumuna göre kaçmak için yeterli zamanı sağlayacak uzunlukta kesilmelidir. Emniyetli fitil meşale ya da mıça olarak isimlendirilen, belirli uzunlukta kesilmiş ve çentiklenmiş fitil ile ateşlenir. Tekel dışı bırakılan patlayıcı maddelerle av malzemesi ve benzerlerinin üretimi, ithali, taşınması, saklanması, depolanması, satışı, kullanılması, yok edilmesi, denetlenmesi usul ve esaslarına ilişkin tüzük (87/12028 sayılı) uyarınca adi kapsül-emniyet fitili ile bir seferde 5 delikten fazla bir arada patlatılmamalı, ateşleme en çok iki kişi tarafından yapılmalıdır.

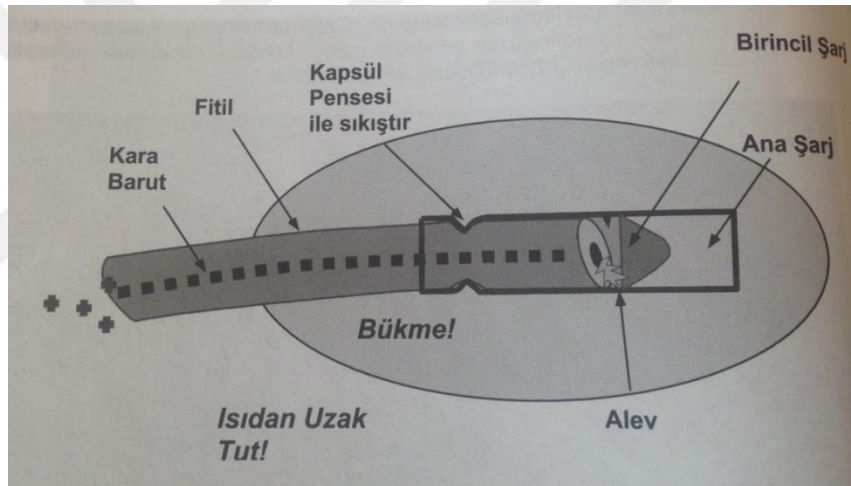
Adi kapsül (Şekil 2.5), içerisine yüksek hassasiyetli patlayıcı doldurulmuş bir ucu açık metal kapsüldür. Kapsülün görevi içinde bulunduğu patlayıcı maddeyi patlatmaktır. Bunlar her türlü vurma, ezilme, şekil değiştirme, sürtünme ve elektrik akımına karşı çok duyarlıdır. Duyarlılıklarını minimum seviyeye indirebilmek için 6-7 mm çapında ve 40-50 mm uzunluğunda bakır veya alüminyumdan yapılmış metalik tüp içine konulmuşlardır. Alüminyum kapsüller neme karşı daha dayanıklı olmasına rağmen patlama sırasında akkor hale gelerek etrafa fırlayabilmektedirler. Adi kapsüllerin bir kısmı bakırdan imal edilmektedir. Bakır, ısıyı hızla iletmediği için soğuma çabuk olmakta ve bu nedenle de kapalı işletme kömür madenlerinde emniyet açısından bakır kapsüller kullanılmaktadır. Emniyetli fitil ve adi kapsülün birlikte kullanımına dair şematik görünüm Şekil 2.6' da verilmiştir.



**Şekil 2.4.** Emniyetli fitil.



Şekil 2.5. Adi kapsül.



Şekil 2.6. Emniyetli fitil ve adi kapsülün birlikte kullanımı.

### Elektrikli kapsüller

Elektrikli kapsüller, prensip olarak adi kapsüllerle aynıdır. Ancak adi kapsüllerin yarattığı zamanlama sorununu ortadan kaldırmak ve deliklerdeki patlayıcıları istenilen zamanda ve milisaniye mertebesinde aralıklar ile patlatabilmek için, elektrikli kapsüller kullanıma girmiştir. Elektrikli kapsül (Şekil 2.7); tüp, içindeki ateşleme maddesi ve nakil tellerinden ibarettir. Ateşleme maddesi çok kolaylıkla ateş alabilen bir maddeden olup, elektrik akımı ile hemen yanabilir.





**Şekil 2.7.** Elektrikli kapsül görüntüsü.

### İnfilaklı fitil – Gecikme rölesi

Elektrik tehlikelerinden dolayı, delik içerisinde elektrikli ateşleme sistemi kullanımı tercih edilmediği durumlarda, elektrikli ateşlemeye alternatif olarak infilaklı fitiller kullanılmaktadır. İnfilaklı fitil (Şekil 2.8) yalnızca 8 numaralı kapsül ile ateşlenebilir. İnfilaklı fitil, dış kısmı muhtelif tekstil, plastik ve rutubete dayanıklı diğer kombinasyonlardan takviye edilmiş koruyucu bir tabaka içerisinde yerleştirilmiş, PETN dolgu maddeli yüksek patlayıcılardan oluşmaktadır. İnfilaklı fitil dolgu maddesi PETN 0,2 gr PETN/m – 80 gr PETN/m arasında değişmektedir. İnfilaklı fitillerin tümü adi kapsül ile patlatılabilir (Köse, H., 2001).

Sulu bir ortamda kullanıldığı takdirde infilaklı fitillerin uç kısımları sudan korunmalıdır. PETN suyu yavaş yavaş absorbe etmekte, bunun sonucunda ateşlemeye duyarsız hale gelmektedir.

İnfilaklı fitillerin yüzey bağlantıları yine bir infilaklı fitil ile yapılacak ise bağlantılar dikkatlice yapılmalı, mümkün olduğunca fitillerin üst üste binmeleri engellenmelidir.



Şekil 2.8. İnfilaklı fitil.

### Nonel (elektriksiz) kapsüller

Elektrikli kapsüllerin önemli kazalara yol açması ve risk yaratması sonucunda elektriksiz kapsüller üretilmiştir. Nitro Nobel firması tarafından NONEL ismi ile piyasaya sürülen bu tür kapsüller, başka üreticiler tarafından da üretilmektedir (Köse, H., 2001).

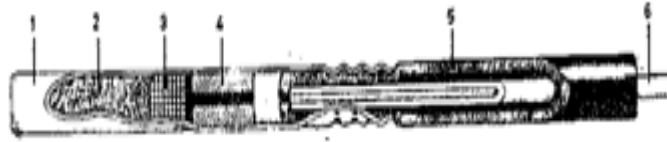
Bu kapsüllerde ateşleme, ince bir plastik tüp içerisinde yol alan alev ile gerçekleşir. Bunu sağlamak için uygun kalite ve çaptaki plastik tüpün içi, şok dalgasının yaklaşık 2000 m/sn bir hızla ilerlemesini sağlayan reaktif bir madde ile kaplanmıştır. Bu şok dalgası, birinci patlayıcıyı ya da kapsüldeki gecikme elemanı başlatmaya yetecek enerjiye sahiptir. Reaksiyon tüpün içinde olduğundan patlama etkisi yoktur ve sadece bir sinyal ileticisi olarak görev yapar (Köse, H., 2001).

Nonel tüpü, dış çapı yaklaşık 3 mm olan yüksek kalitede plastikten yapılmıştır ve +50 °C çevre sıcaklığına dayanıklıdır. Daha sıcak şartlar için "HT" ismiyle imal edilen özel tüp, +65 °C'ye kadar görev yapabilmektedir (Köse, H., 2001).

Bir Nonel kapsülü (Şekil 2.9) aşağıdaki kısımlardan oluşmuştur.

1. Görünen kısım alüminyumdan silindirik bir kabuktur. Bunun uzunluğu gecikme elemanının uzunluğuna bağlı olarak değişebilir.
2. Ana şarj; kapsüle "8 No" gücü veren yüksek patlayıcı.
3. Birinci şarj; aleve duyarlı patlayıcı madde.
4. İstenen gecikme, bir alüminyum tüp (gecikme elemanı) ile sağlanır.
5. Kapsül, aynı zamanda Nonel tüpünün bir kısmını sudan koruyacak olan lastik koruyucu tıpa ile kıvrımlı bir şekilde sıkıştırılmıştır.
6. Serbest ucu su sızdırmaz şekilde tıkalı, belirlenen uzunlukta olan Nonel tüpü (Köse, H., 2001).

Nonel kapsüllerinde bağlantı, "Bağlantı Bloğu" ile yapılır. Nonel tüpünden gelen şok dalgası tahrikini alır, artırır ve alıcı tüplere dağıtır. Bu amaç için bağlantı bloğu içinde minyatür bir kapsül (iletici kapsül) bulunmaktadır. Bu kapsül, normal bir kapsülün 1/3'ü gücüne sahiptir (Köse, H., 2001).



**Şekil 2.9.** Bir nonel kapsülün kısımları (Köse, H., 2001).

Bağlantılar mümkün olduğu kadar başlama sırasını takip etmelidir. Eğer anahtar zarar görürse, ateşleme kesintisi riski olabilir. Eğer bağlantısı yapılmış atım ateşleme sırasını takip ederse, kesinti noktasına kadar normal işleyecek ve kalanlara minimum hasar verecektir (Köse, H., 2001).

Reaktif madde ateşlendiğinde şok dalgası tüp içerisinde 2100 m/sn hızla ilerler. Şok dalgası kapsül içerisindeki gecikme elemanını ateşleyecek güçtedir ancak Nonel tüpünü yırtacak güçte değildir. Reaksiyon zincirinin Nonel tüpü içerisinde oluşmasının en büyük avantajı ise çevrenin bundan etkilenmemesidir (Köse, H., 2001).

Patlatma işlemlerinin birçoğunda en iyi sonuçlar tabandan ateşlenmeyle elde edilir. Bu yüzden delik içerisindeki patlayıcı maddenin, kapsülü ateşleyecek enerjiyi ileten sinyal hattı tarafından etkilenmemesi işin can alıcı noktasıdır. Birçok Nonel tüpü (Şekil 2.10) birbiri üzerinden geçse de herhangi bir tüpteki reaksiyon diğerlerini etkilememektedir. Bu çok büyük bir avantajdır (Köse, H., 2001).



Şekil 2.10. Nonel kapsüller (www.órica.com).

### Elektronik (çipli) kapsüller

Elektronik kapsüller (Şekil 2.11) gelişen teknolojik imkanlardan faydalanılarak kapsüllerin içerisine çip yerleştirilmesi ile oluşturulmuştur. Kapsül üzerinde bulunan çiplere, bir bilgisayar yardımı ile istenilen gecikmeler verilebilmektedir. Çok yüksek bir gecikme aralığına sahiptir. Kullanılan mevcut sistemlere göre çok daha pahalı olduğu için pek tercih edilmemektedir (Köse, H., 2001).



Şekil 2.11. Elektronik kapsül ve yardımcı ekipmanları.

### **2.2.3. Yardımcı elemanlar**

#### Manyeto

Ateşleme araçlarının en başta geleni manyetolardır (Şekil 2.12). En fazla kullanılanı, dinamo yardımıyla akım oluşturan, dinamo tipi ateşleme elemanıdır. Dinamo tipi manyetolar,

prensip olarak elle hareket ettirilen bir dinamodur. Dinamoya hareket verme, bir kolu bastırmak veya bir kolu çevirmek suretiyle olur. Bu hareketi her zaman aynı kuvvetle yapabilmek için, önce alettaki yay gerdirilir, sonra düğmeye basmakla dinamo harekete geçirilmiş olur. Ancak bu tip makinelerde, yayın her 500 ateşlemeden sonra değiştirilmesi gerekir (Köse, H., 2001).

En fazla kullanılan tipleri, büyük ateşlemeler için dişli kollu, küçük işler için döner kollu elle hareket ettirilen manyetolardır. Artan teknoloji ile artık günümüzde kullanılan manyetolar yerini daha küçük ve kontrollü, üzerinde akü bulunan manyetolara bırakmıştır. Firmaların imalat şekillerine göre boyutları ve kapasiteleri değişmekle birlikte ana çalışma prensipleri aynıdır. Bu manyetoların üzerinde kapasiteleri yazmaktadır. Bu sayede ateşleme yapılabilecek kapsül sayısı kolayca belirlenmektedir (Köse, H., 2001).



Şekil 2.12. Elektronik manyeto.

### Ateşleme kablosu

Ateşleme kabloları, manyetodan alınan enerjiyi elektrikli kapsüle aktarmak için kullanılmaktadır. Ateşleyicinin daha güvenli bir noktadan ateşleme yapabilmesi için mümkün olduğunca uzun tutulmalıdır (Şekil 2.13). Kablo üzerindeki herhangi bir kısa devre, akımın elektrikli kapsüle iletilmesine engel olmaktadır.



Şekil 2.13. Ateşleme kablosu.

### Galvanometre

Patlayıcı işi ile uğraşanlar ne kadar sayıda kapsül patlatırlarsa patlatsınlar, kullanacakları en önemli alet galvanometredir. Bu alet (Şekil 2.14), atım devresinin veya kapsülün direncini ohm cinsinden ölçmektedir. Bu yüzdende ohm metre ile çok karıştırılmaktadır. Ohm metre ile arasındaki fark, galvanometrenin çok daha hassas ölçüm yapma kapasitesidir (www.britannica.com).

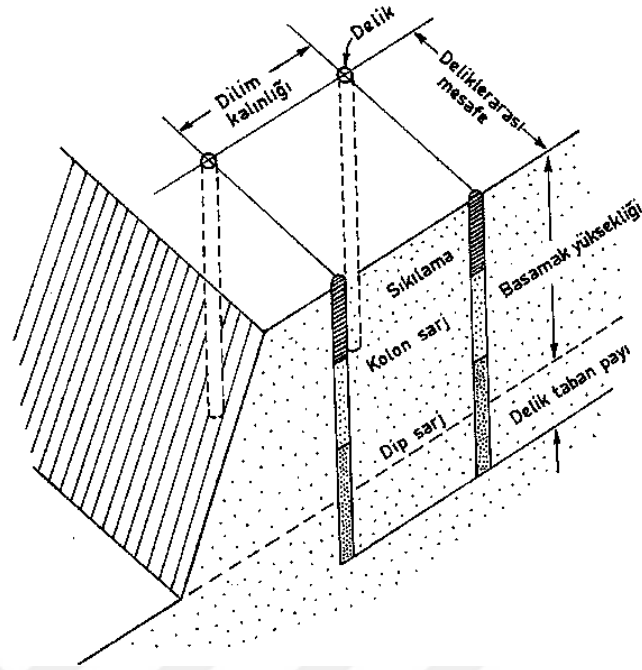


Şekil 2.14. Galvanometre çeşitleri.

## **2.3. Basamak Patlatmalarında Göz Önünde Bulundurulması Gereken Parametreler**

### **2.3.1. Patlatma geometrisi**

Patlatma işleminin verimli olabilmesi için etkili olan birçok parametre vardır. Bu parametrelerden delik ve basamak ile ilgili olanlar patlatma geometrisi olarak adlandırılmaktadır. Şekil 2.15’de patlatma geometrisi ve başlıca etkenler gösterilmiştir.



Şekil 2.15. Patlatma geometrisi (Köse, H. 2001).

### Delik çapı

Delik çapı, patlatma verimini ve ekonomisini etkileyen önemli parametrelerden biridir. Patlatma yapılacak alanda, delik sayısının belirlenmesinde delik çapı büyük öneme sahiptir. Belli bir alanda delinecek delikler için, delik çapı büyüdükçe delinecek delik sayısı azalacaktır. Bu yüzden delik çapı tespit edilirken patlatma sonrası istenen tane boyutu ve arazinin kayaç yapısı önem arz etmektedir. Eğer daha ufak taneli bir malzeme elde etmek istenirse daha küçük çaplarda delik delinmelidir. Bunun sonucunda da delinecek delik sayısı artacağından delme maliyetlerinde ve patlayıcı madde sarfiyatında artışlar meydana gelecektir. Bu yüzden ideal delik çapının belirlenmesi ekonomiklik ve verimlilik açısından çok önemlidir (Köse, H., 2001).

### Delik düzeni

Saha uygulamalarında delikler genellikle Şeşbeş, Kare ve İsveç düzeninde delinmektedir. Sahaya uygun delik düzeni tespit edildikten sonra yapılması gereken en önemli şey, deliklerin yerlerinin tespit edilerek görünür bir şekilde işaretlenmesi ve buna uygun olarak deliklerin delinmesi işlemidir. Delik düzenine uygun delik delme işlemi yapılmadığı takdirde patlatma enerjisi doğru bir şekilde dağılmadığından ötürü bir yanda

aşırı ufalanma meydana gelirken diğer yandan patlamamış alanlar meydana gelecektir. Uygulamalarda en çok kullanılan yöntem şeşbeş delik delme yöntemidir (Köse, H., 2001).

Delik düzeni belirlenirken delikler arası mesafe ve sıralar arası mesafede göz önünde bulundurulmalıdır. Bu iki parametrede patlatma verimliliği açısından büyük önem arz etmektedir (Kesimal, A., 2009).

### Basamak yüksekliği

Açıkocak üretim yöntemiyle çalışan işletmeler için en önemli parametrelerden biri basamak yüksekliğidir. Basamak yüksekliği, maden kanun ve yönetmelikleri de göz önüne alınarak genelde iş makinelerinin kepçe kazı yüksekliklerine göre belirlenmektedir. Basamak yüksekliğine göre taban payı da eklenerek delinecek delik boyu belirlenmektedir. Delik boyuna uygun olarak da delici makine seçimi yapılmaktadır. Delici makinenin sıfırdan temin edilmesi yada değiştirilmesi mümkün olmayan durumlar da verimlilik ve ekonomiklik analizi yapılarak optimum basamak yüksekliğinde çalışma yapılmalıdır. Bu analiz sırasında, iş makinesinin teknik çalışma ve kazı kapasitesi, arazinin kayaç yapısı ve arazinin jeolojik özellikleri de değerlendirilmelidir (Köse, H., 2001).

### Delik taban payı

Delme patlatma işlemlerinde, basamak boyu ile delik boyunun aynı olduğu deliklerde tabanda parçalanmamış sert alanlar meydana gelebilmektedir. Bu sert alanlar, ikinci bir patlatma işlemiyle ya da dozere ripper çalıştırması yaptırılarak kazılabilir hale getirilmektedir. Bu iki işlemde zaman ve para kaybına neden olmaktadır. Bunun önüne geçebilmek için, basamak yüksekliğinden daha fazla delik delinmektedir. Basamak boyu ile delik boyu arasındaki bu fark delik taban payıdır. Delik taban payı, teorik olarak yük mesafesinin 0,2-0,5 katı aralığında alınabilir (Kesimal, A., 2009).

### Dilim kalınlığı

Dilim kalınlığı, delik merkezinden aynaya (serbest yüzey) olan en kısa mesafedir. Delikler arası mesafe ise aynaya paralel bir hat üzerindeki iki delik arasındaki uzaklıktır.

Açık işletmelerde delme patlatma tasarımının başarısını etkileyen faktörlerin başında dilim kalınlığı gelir. Dilim kalınlığı, patlama gazlarının atmosfere yayıldığı ana kadar bütün enerjilerini kayayı parçalamak için kullanabilecekleri boyutta olmalıdır. Dilim kalınlığı küçük seçildiğinde, basınç çatlakları aynaya kadar ulaşır ve gazlar bu çatlaklardan sızar, dolayısıyla



enerjilerini tam kullanamazlar. Dilim kalınlığı büyük seçildiğinde ise, patlayıcı maddenin hareket ettirmesi gereken kütle daha büyük olur. Bu durumda kırılma daha yetersiz olacağı gibi, enerji dalgası geriye etki ederek aynanın düzensiz olmasına neden olacaktır (Kesimal, A., 2009).

Çok sert ve masif veya bloklu kayaç yapılarında, iyi parçalanma sağlamak için dilim kalınlığı ve delikler arası mesafe küçük olmalıdır. Buna karşın, iyi parçalanmanın önem arzetmediği durumlarda veya çok çatlaklı tabakalarda, başarılı delik delme işlemi, büyük çaplı delik ve büyük dilim kalınlığı ile sağlanabilmektedir (Köse, H., 2001).

### Delik eğimi

Patlatmalarda en büyük direnç, basamağın tabanında oluşur. Bu nedenle patlayıcı sütunu en büyük enerji yoğunluğunun delik tabanında yer alacağı şekilde oluşturulmalıdır. Dik deliklerde deliğe şarj edilen patlayıcı maddenin patlama enerjisinden daha az yararlanılmaktadır. Ancak eğik deliklerde şok dalgasının etkilediği ayna alanı daha büyüktür. Buna bağlı olarak aynı miktarda iş için kullanılacak patlayıcı madde miktarı daha az olacaktır. (Kesimal, A., 2009).

Eğimli deliklerde emniyet daha fazladır ve makinalar basamaklarda daha güvenli bir şekilde çalışırlar. Ayrıca eğimli delikler daha az titreşim, daha çok parçalanma, daha verimli kazılabilirlik ve daha düzgün bir ayna ve şev de çalışmaya imkan verirler. Eğimli deliklerin bu avantajlarının yanında dik deliklere oranla daha uzun delik delinmesi, hatalı delik delinme ihtimalinin yüksek olması ve daha çok şarj yoğunluğunun olması gibi dezavantajları da vardır (Köse, H., 2001).

Dünyada açık ocak uygulamalarında genel olarak eğimli delikler delinirken, ülkemizde bu durum tam tersidir.

### Sıkılama

Delme artıklarından (pasasından) oluşan sıkılama işlemi, patlayıcının enerjisini kayaya yönlendirmek için uygulanan bir işlemdir. Çok küçük sıkılama, gazların kaçmasına, kaya fırlamalarına ve hava şokuna neden olurlar. Bu sebeple de patlama veriminin düşmesine yol açar. Çok büyük sıkılama da kolon şarjının üzerindeki kayanın zayıf parçalanmasına yol açar.

Delme pasaları en ucuz ve uygun sıkılama malzemesi olmalarına karşın, her zaman istenilen sonucu vermez. Kuru ve iyi gradasyonlu köşeli malzemeler, örneğin, 10-15 mm boyutunda kırılmış kaya malzemesi, nemli malzemedен daha verimlidir (Kesimal, A., 2009).

Optimum sıkılama boyu, kayanın özelliklerine bağlıdır ve dilim kalınlığının 0,6-2 katı arasında değişebilir. Sıkılama boyu genellikle dilim kalınlığına ( $S=V$ ) eşit alınır (Kesimal, A., 2009).

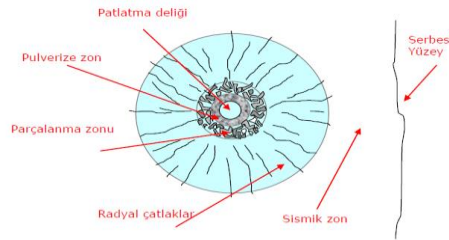
### Ateşleme sistemleri

Kullanılan patlayıcı madde cinsine, çalışma ortamına ve de maliyet hesaplarına göre uygun ve en güvenli ateşleme sistemi kullanılmalıdır.

### **2.3.2. Patlayıcı maddelerin karakteristik özellikleri**

#### Detonasyon

Detonasyon, ateşlemeden doğan patlatma dalgasının bir patlayıcı madde sütununda birim zamandaki ilerleme miktarı olup, m/sn ile ifade edilir. Patlayıcı madde sütunu içerisinde oluşan detonasyon zonu Şekil 2.16'deki gibidir.



**Şekil 2.16.** Detonasyon zonu (Olofsson, 1988).

Patlatmanın gerçekleşmesi için, tüm parametrelerin oluşması gerekmektedir. Bunlardan şok cephesi ve şok zonu her zaman oluşabilmektedir. Ama detonasyon zonunun oluşması ve uzunluğu, şok cephesinin hızı ve reaksiyon zamanı tarafından saptanır. Her patlayıcı maddenin değişik detonasyon zon uzunluğu vardır. Bu parametre, patlayıcı maddelerin özelliklerini saptar. Detonasyon zon uzunluğu yüksek olan patlayıcı maddelerin parçalama, düşük olan patlayıcı maddelerin ise itici ve ayırıcı etkisi vardır. Patlama hızları 1500-7000 m/sn arasında değişen patlayıcı maddeler, patlama hızlarına göre düşük ve yüksek hızlı olmak üzere ikiye ayrılırlar. (<http://cenk-er.com.tr/>).

### Detonasyon hızı

Detonasyon bir anlamda şok dalgasıdır. Delik içerisindeki patlamada çok düşük sıkışma oranlarında dahi şok hızı ses hızını (340 m/sn) aşar. Sıkışma ve gaz hacmi sonucu şok cephesi patlayıcı madde içeren ortamda reaksiyon başlatır. Patlayıcı kolonu içinde ilerleyen detonasyon cephesi sürekli olarak bir miktar patlayıcıyı da reaksiyona soktuğu için hareketin sönmesi söz konusu olmaz (<http://cenk-er.com.tr/>).

### Yoğunluk

Patlayıcı maddelerin birim hacim ağırlığı olup, birimi genellikle  $\text{gr/cm}^3$  ile ifade edilir. Patlayıcı maddelerin yoğunlukları  $0,8-1,65 \text{ g/cm}^3$  arasında değişir. Patlama şiddeti ile patlayıcı yoğunluğu birbiriyle doğru orantılı olup, genel olarak yoğunluğu fazla olan patlayıcı kullanmak demek, aynı hacimde daha fazla patlama enerjisi bulundurmamak demektir.

### Duyarlılık

Bir patlayıcı maddenin patlayabilmesi için gerekli minimum enerji ihtiyacına duyarlılık denir. Patlayıcılar, kapsüle duyarlı ve kapsüle duyarsız olmak üzere iki gruba ayrılır. Örneğin; dinamitler kapsüle duyarlı patlayıcılar olmalarına karşın, ANFO ve emülsiyon tipi patlayıcılar kapsül ile doğrudan patlatılamazlar. Bu tip patlayıcıların patlatılabilmesi için, dinamit gibi yüksek şiddetli patlayıcılar ile yemlemeye ihtiyaç vardır.

Patlayıcı maddelerin darbe ve sürtünmeye karşı olan duyarlılıklarının bilinmesi, kullanım emniyeti açısından önemlidir. Patlayıcı maddelerin taşınması, depolanması ve deliklere doldurulması sırasında çalışan insanlar için risk oluşturmamaları gerekir (Köse, H., 2001).

### Suya dayanıklılık

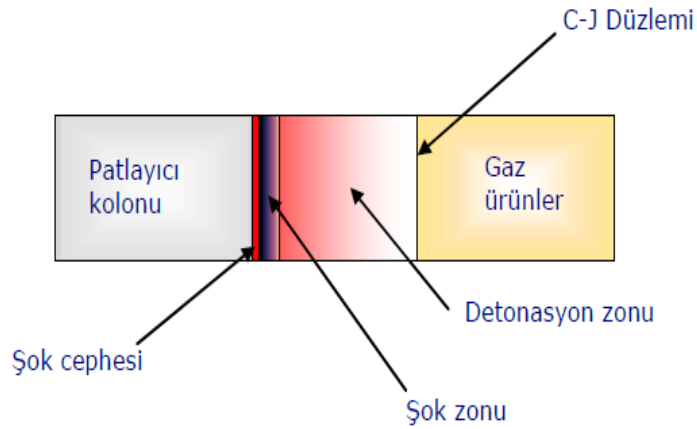
Patlayıcı maddelerin suya karşı dayanıklılık özelliklerinin iyi bilinmesi ve bu özelliklerine uygun patlayıcı seçimi yapılması, uygulamada çok önemlidir. Yanlış bir seçimle suya karşı dayanıksız patlayıcıların sulu ve nemli ortamda kullanılması durumunda, patlayıcı maddelerin hiç patlamaması veya kısmen patlaması durumu ortaya çıkar. Bu durum, çalışma emniyeti açısından sakıncalı olduğu gibi büyük ekonomik kayıplara da neden olur. Bu nedenle sulu ortamlarda yapılan patlatma işlemlerinde genellikle suya karşı dayanıklı patlayıcılar kullanılır veya patlayıcı maddeler su geçirmez naylon torbalara konularak kullanılır (Kesimal, A., 2009).

### Donmaya karşı dayanıklılık

Patlayıcı maddelerin soğuk havaya karşı olan dirençleri önemlidir. Donmuş patlayıcı maddeler özelliklerini kaybettikleri ve dış etkilere karşı (düşme, çarpma, vb.) olan duyarlılıkları arttığı için kullanılmaları tehlikelidir. Ayrıca, kapsülün donmuş bir dinamite yerleştirilmesi çok zordur (Köse, H., 2001).

### Kritik çap

Kritik çap, infilak edebilir maddelerin önemli bir karakteristiğidir ve patlatmanın oluşturduğu en küçük çaptır. Kritik çap ve zon oluşumu Şekil 2.17’de gösterilmiştir.



Şekil 2.17. Kritik çap ve zon oluşumu.

### Oksijen balansı

Patlayıcı maddenin tahrik edildiği ilk andan itibaren içerisinde bir kimyasal reaksiyon meydana gelmektedir. Kimyasal reaksiyon esnasında patlayıcının doğru bir şekilde reaksiyonu tamamlaması ve istenilen enerjinin elde edilebilmesi için içeriğindeki oksijen oranı çok önemlidir. Çizelge 2.5’de anfo ve mazotun farklı oksijen dengelerindeki karışımları ve bu karışımların patlaması sonucu görülen etkileri gösterilmiştir.

**Çizelge 2.5.** Anfo – mazot karışım oranları ve görülen sonuçlar.

<b>Şartlar</b>	<b>Mazot Miktarı</b>	<b>Enerji Kaybı</b>	<b>Patlamamın Etkisi</b>
Oksijen Dengesi	% 5,5-5,7	-	En İyi Sonuç
Düşük Mazot	% 5	% 5,3	Aşırı Oksijen
Düşük Mazot	% 4	% 12,1	Portakal Renkli Gazlar
Yüksek Mazot	% 7	% 1,5	Yetersiz Oksijen
Yüksek Mazot	% 8	% 2,9	Enerjide Azalma ve Siyah Duman
Yüksek Mazot	% 9	% 4,9	Enerjide Azalma ve Siyah Duman

### Aktarma oranı

Patlayıcı maddeler, enerjilerinin hepsini kayaca aktaramazlar. Bu, patlayıcının özellikleri ile kayacın özelliklerinin uyuşmasına bağlıdır. Kartuş halindeki patlayıcının, kendi çapından daha geniş çaplı bir deliğe konulması durumunda, patlayıcı enerjisinin tümü kayaca geçmez. ANFO ve bulamaç tipi patlayıcılar gibi dökümlü patlayıcılarda bu uyumsuzluk ortadan kalkmakta ve patlayıcı deliği tamamen dolmaktadır.

### Depolama ömrü

Patlayıcı maddeler genellikle uzun süre depolarda bekletilmektedir. Depo içerisindeki nem ve istifleme koşulları patlayıcı ömrünü etkilemektedir. Depolama ömrü açısından en tehlikeli patlayıcılar nitrogliserin esaslı patlayıcılardır. Yüksek sıcaklıklarda yumuşamasından ötürü içerisinde bulunan tuz dışarıya akma yapar. Kusma olarak tabir edilen bu olay sonucu dinamitler daha hassas hale gelirler. Taşınması ve kullanılması esnasında çok dikkatli olunmalıdır.

### Çevreye duyarlılık

Patlayıcı maddeler kullanımı sırasında çevresel özellikleri açısından dikkat gerektirmektedir. Özellikle çevrede bulunan yapılara ve insanlara en az zararı verecek patlayıcı seçilmelidir. Patlayıcı üretimi ve patlatma işlemi doğru yapılmalı, hatalı ürün ve patlatma sonucu oluşan kimyasal gazların doğaya karışması en aza indirilmelidir. Ayrıca, kullanılacak patlayıcıların çevreye vereceği titreşime bağlı zararlarda göz önüne alınmalıdır. Yerleşim yerlerinin yakınlarında yapılan gürültülü patlatmalar insanları olumsuz etkilemekte ve bir korku hali yaratmaktadır. İnsanların psikolojik olarak rahatsız olmalarını engellemek adına bu tür yerlerde infilaklı fitil yerine nonel ve gecikmeli sistemler kullanılmalıdır.

### 2.3.3. Kaya birimlerinin malzeme ve kütle özellikleri

Kaya birimlerinin malzeme ve kütle özellikleri de bir atım parametresinin belirlenmesinde büyük öneme sahiptir. Aşağıda bir atım parametresi oluşturulurken dikkat edilmesi gereken kaya kütle özellikleri verilmiştir.

- Yoğunluk
- Basınç, çekme, darbe dayanımları
- Sismik dalga hızı
- Empedans (bir kütlenin direnci aynı zamanda onun geçirgenliğidir)
- Süreksizlik durumu ve kütleli olarak sağlamlık derecesi
- Su durumu
- Elastik modülü (gerilme altında şekil değiştirme)
- Değişkenlik durumu (homojenlik, anizotropi ve izotropiklik)
- Sertlik

### 3. İŞLETME HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Ülkemizde linyit işletmeciliği yakın tarihe dayanmaktadır. İlk üretim çalışmaları 1914 – 1918 yılları arasında Soma’da başlatılmış, daha sonra Amasya Çeltek İşletmesi ile devam etmiştir. Devlet eliyle yapılan linyit işletmeciliği ilk kez 1938 yılında Etibank’a bağlı olarak Değirmisaz Linyit İşletmesi’ nin kurulması ile başlamıştır (www.gli.gov.tr).

Daha sonraları 1939 yılında Tunçbilek ve Yunus Nadi Şirketi’nden devralınan Soma İşletmesi faaliyete geçmiştir. Bu üç işletme 1940 yılında birleştirilerek Etibank’a bağlı Mahmut Mesuliyetli Garp Linyitleri İşletmesi Müessesesi olarak kurulmuş olup 1957 tarihinden itibaren de 6974 sayılı kanunla kurulan Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) kurumu bünyesine devredilmiştir. Müessese merkezi başlangıçta Balıkesir’de olup daha sonraki yıllarda Tavşanlı’ya nakledilmiştir (www.gli.gov.tr).

Değirmisaz, Tunçbilek ve Soma işletmelerine ek olarak, Kütahya ili sınırları içerisinde yer alan Seyitömer Linyit Havzası 1960 tarihinde GLİ’nin bir sahası olarak işletmeye açılmıştır. Değirmisaz Linyit İşletmesi 1966 yılında rezervi tükendiği için kapatılmıştır. Soma işletmesi de 1978 yılında yeni kurulan Ege Linyit İşletmesi (ELİ) Müessesesi’ne devredilmiştir (www.gli.gov.tr).

1990 yılına gelindiğinde Seyitömer Sahası ayrı bir müesseseye dönüştürülerek ayrılmıştır. GLİ Müessese Müdürlüğü ise 1995 yılında Bölge Müdürlüğü, 2002 yılından itibaren de İşletme Müdürlüğü olmuştur. Daha sonra 2004 tarihinden itibaren Ilgın Linyitleri İşletmesi’ni bünyesine alarak yeniden Müessese Müdürlüğüne dönüştürülmüştür. 2017 yılında yapılan değişiklik ile Müessese Müdürlüğü kaldırılarak İşletme Müdürlüğüne dönüştürülmüştür (www.gli.gov.tr).

GLİ İşletme Müdürlüğü’nde halen İR 4364 ruhsat no’lu Tunçbilek imtiyaz sahasında üretim yapılmaktadır. İmtiyaz sahası, Tavşanlı Domaniç karayolu üzerinde yer almakta olup, Tavşanlı’ya 11 km, Kütahya’ya 61 km uzaklıktadır (www.gli.gov.tr). İşletmeye ait yer bulduru haritası Şekil 3.1’ de gösterilmiştir.





derecesi olarak “az bozunmuş” olarak tanımlanmaktadır (Beyhan, S., 2008). Çalışmanın yapıldığı BYL panosunun farklı bölgelerinden alınan numuneler üzerinde yapılan deneylere ait bilgiler Çizelge 3.1’de verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** BYL panodan alınan numunelere ait kayaç özellikleri (Ünlü, S., 2017).

Z	Deneylerin Ortalamaları	I	II	III	IV	V	VI
1	Nem (%)	1,33	0,86	1,09	1,08	1,14	1,36
2	$\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	2,13	2,16	2,24	2,23	2,29	2,18
3	Darbe dayanımı (%)	68,7	72,7	65,9	66,7	63,9	67,2
4	I <sub>s</sub> (MPa)	34,3	34,2	28,73	48,5	32,7	39,1
5	$\sigma_t$ (MPa)	5,71	4,06	4,41	4,33	-	-
6	$\sigma_b$ (MPa)	-	-	33,8	-	-	-
7	E (GPa)	-	-	8,78	-	-	-
8	Schmidt sertlik değeri (MPa)	25,8	31,6	-	34,6	-	27,4

### 3.3. İşletmede Uygulanan Üretim Yöntemleri

#### 3.3.1. Yeraltı üretim yöntemi

İşletmenin yeraltı çalışması yapılan sahalarında kamu ve özel sektör tarafından üretim yapılmaktadır. Kamu tarafından işletilen yeraltı sahalarında tam mekanize uzun ayak üretim yöntemi uygulanmaktadır. Bu üretim yönteminde yürüyen (hidrolik) tahkimatlar, tamburlu kesici-yükleyiciler ve konveyör bant sistemleri kullanılmaktadır. Uzunayak boyunca üretim devam edip, kesici-yükleyici makine ileri ilerlerken, arka tarafta tavanı destekleyen hidrolik tahkimat da üretimle beraber ileri yürütülür. Tahkimatın arkasında boşta kalan tavan ise emniyet, üretim kolaylığı ve gereksiz tahkimatı engellemek için kontrollü bir şekilde göçertilir (Akdaş ve Reis, 2005).

#### 3.3.2. Açıkocak işletmeciliği üretim yöntemi

İşletme açıkocak sahalarında Shovel-Kamyon ve Dragline çalışma sistemi uygulanmaktadır. İşletme tarafından önceden projelendirilmiş olan sahalarda öncelikli olarak ihtiyaç halinde patlatma işleri yapılmakta, daha sonra elektrikli ekskavatör ya da dragline ile kazı işleri yapılmaktadır. Elektrikli ekskavatörler kazı işlemini yapmakta ve ağır taşıma kamyonları ile kazılan pasa harman sahalarına taşınmaktadır. Örtü tabakasının kaldırılması sonucu kömür damarı açığa çıkarılmaktadır. Kömür damarında kazı işleri yapılmakta ve kazılan kömür termik santrale ve lavvar tesislerine beslenmek üzere stok sahalarına taşınmaktadır.

## 4. GLİ AÇIKOCAK İŞLETMESİNDE KULLANILAN MAKİNE VE EKİPMANLAR

### 4.1. Dekapaj, Kazı ve Yükleme Ekipmanları

İşletme; bünyesinde yapılan dekapaj, kazı ve yükleme işlemleri için geniş bir makine parkuruna sahiptir. Dekapaj işlemleri genellikle elektrikli ekskavatörler ile yapılmaktadır. Kömür kazı ve yükleme işleminde ise lastik tekerlekli yükleyiciler ve hidrolik ekskavatörler kullanılmaktadır. Patlatma parametrelerinin tespiti aşamasında ele alınması gereken konuların başında kazı makinelerinin kazma gücü ve kepçe kapasitesi gelmektedir. Kazı ve yükleme işlemlerinin tam kepçe doldurulması ve yükleme-taşıma işlerinin daha verimli yapılabilmesi için patlatma işlemi önem arz etmektedir. Patlatma sonrası kırılan malzemenin tane boyut dağılımı kazıcı, yükleyici ve taşıyıcı ekipmanlara ne kadar uygun olursa verim de o kadar iyi olacaktır.

#### 4.1.1. Elektrikli ekskavatörler

İşletmede Dragline ve Shovel olarak adlandırılan iki tip elektrikli ekskavatör bulunmaktadır.

Dragline, açık ocak üretim yöntemiyle işletilen ocaklarda dekapaj yapılması amacıyla kullanılmaktadır. Dragline çalışma prensibi olarak taşıyıcı araçlara ihtiyaç duymadan çalışma yapabilmektedir. Kazı esnasında aldığı dekapaj malzemesini daha önceden kömürü alınmış alana doldurarak ya da çalışma alanı içerisinde uygun bir harman tutarak ilerlemektedir. Dragline çalışmasının avantajlarından birisi yardımcı donanım olarak sadece dozer gerektirmesidir. İşletmede Dragline dilimlerinde patlatmalı kazı çalışması yapılmaktadır.

Shovel tipi elektrikli ve paletli kazı makineleri ise, genellikle sert ve aşındırıcı kayaç formasyonlarında kullanıma uygun kazı makineleridir. İşletme bünyesinde iki farklı kepçe kapasitesine sahip shovellar bulunmaktadır. İşletme marifetiyle yapılan dekapajın yaklaşık %85'lik kısmı bu tip makineler ile yapılmaktadır. İşletmede kullanılan elektrikli ekskavatörlere ait bilgiler Çizelge 4.1'de, kullanılan ekipmanlara ait görseller ise Şekil 4.1 ve 4.2'de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** İşletmede Kullanılan elektrikli ekskavatörler.

Marka	Model	Kapasite (yrd <sup>3</sup> )	Güç (KVA)	İmal Yılı	Mevcut Adet
Marion	7820	40	1937	1977	1
P&H	2300 XP	20	1490	1987	5
P&H	1900 AL	10	1000	1986	7



**Şekil 4.1.** Marion marka dragline.



**Şekil 4.2.** PH 2300 elektrikli shovel.

#### 4.1.2. Hidrolik ekskavatörler

İşletmede farklı güç ve kepçe kapasitelerine sahip hidrolik ekskavatörler bulunmaktadır. Asıl dekapaj işlemi shovellar ile yapılmakta olup, hidrolik ekskavatörler genellikle kömür üstü açma işlemlerinde ve kömür kazı - yükleme işlemlerinde kullanılmaktadır. İşletmede kullanılan hidrolik ekskavatörlere ait bilgiler Çizelge 4.2'de verilmiştir.

**Çizelge 4.2.** İşletmede kullanılan hidrolik ekskavatörlere ait bilgiler.

Marka	Model	Kapasite (yrd <sup>3</sup> )	Güç (Hp)	İmal Yılı	Mevcut Adet
Hitachi	EX 1200-5C-5D	6,5	623	2005	4
Liebherr	R9100	9,2	757	2013	1
Komatsu	PC-450	3,6	350	2007	1
Cat	336 D	3,0	350	2009	1

#### 4.1.3. Lastik tekerlekli yükleyiciler

Hidrolik ekskavatörler yardımıyla kazılan kömürün bir kısmı direk olarak kömür ihtiyacı olan lavvarlara ve termik santrale beslenmekte, bir kısmı da ihtiyaç halinde kullanılmak üzere stok sahasında biriktirilmektedir. Stok sahasında biriktirilen kömürler ihtiyaç halinde lastik tekerlekli yükleyiciler ile kamyonlara yüklenerek lavvarlara ve termik santrale beslenmektedir. İşletmede kullanılan lastik tekerlekli yükleyicilere ait bilgiler Çizelge 4.3'de verilmiştir.

**Çizelge 4.3.** İşletmede kullanılan lastik tekerlekli yükleyicilere ait bilgiler.

Marka	Model	Kapasite (yrd <sup>3</sup> )	Güç (Hp)	İmal Yılı	Mevcut Adet
Cat	992-K	13,5	690	2010	1
Komatsu	W 800-2	13,7	730	1998	3
Komatsu	W 800-3	13,7	808	2004	2
Volvo	BM-4400	1,90	143	2008-2013	2

#### 4.2. Nakliye Ekipmanları

İşletmede dekapaj ve kömür malzemesinin taşınmasında hafif ve ağır tonajlı araçlar kullanılmaktadır. Ağır tonajlı kamyonlar 85 ve 170 Ston taşıma kapasitesine, hafif vasıta kamyonlar ise 20-30 ton aralığında taşıma kapasitesine sahiptir.

#### 4.2.1. Ağır tonajlı kamyonlar

Dekapaj ve kömür malzemelerinin taşınması için çoğunlukla ağır tonajlı kamyonlar kullanılmaktadır. İşletmede Wabco ve Komatsu (Şekil 4.3) marka iki tip ağır tonajlı kamyonlar bulunmaktadır. Wabco kamyonlar 860 Hp güce ve 85 Ston taşıma kapasitesine sahiptir. Komatsu marka kamyonlar ise 1800 Hp güce ve 170 Ston taşıma kapasitesine sahiptir.



Şekil 4.3. Komatsu dekapaj kamyonları.

#### 4.2.2. Hafif tonajlı kamyonlar

Hafif tonajlı kamyonlar, genellikle stok alanından termik santrale ve lavvar tesislerine kömür beslenmesi için kullanılmaktadır. Kömür kazı işlemleri sonrası çıkarılan kömür, ağır tonajlı kamyonlar ile stok sahasına getirilir. Stok sahasından da yükleyiciler yardımıyla hafif vasıta kamyonlara yüklenerek termik santrale ve lavvarlara besleme yapılır. İşletme envanterinde farklı marka ve modellerde taşıma kamyonları bulunmaktadır. Bu kamyonların taşıma kapasiteleri 20-30 ton arasında değişmektedir.

#### 4.2.3. Patlayıcı madde taşıma kamyonları

İşletmenin kendine ait patlayıcı madde deposu bulunmaktadır. Günlük olarak ihtiyaç olan patlayıcı madde miktarı belirlendikten sonra patlayıcı madde ambarından malzeme

alınmakta ve ocakta aynı gün sarf edilmektedir. Patlayıcı madde deposundan ocak içerisine patlayıcı madde nakli esnasında patlayıcı madde taşıma kamyonları kullanılmaktadır.

#### Anfo taşıma kamyonu

ANFO taşıma kamyonunun (Şekil 4.4) üzerinde 9 tonluk patlayıcı madde taşıma silosu ve deliklere şarj edilmesi için helezon sistemi bulunmaktadır. Araç dışından ve kabin içerisinden kontrol edilebilen helezon sistemi sayesinde kullanım esnasında büyük kolaylık sağlamaktadır. Araç içerisinde bulunan kontrol sistemi sayesinde, bir deliğe verilen ANFO miktarı da anlık olarak görülebilmektedir.



**Şekil 4.4.** ANFO taşıma kamyonu.

#### Patlayıcı madde taşıma kamyonu

İşletmede kullanılan bir diğer yemlemeye duyarlı patlayıcı olan emülsiyonların ocak içerisinde taşınması esnasında ADR (Tehlikeli Malların Karayolu ile Uluslararası Taşımacılığına İlişkin Avrupa Anlaşması)'ye uygun taşıma aracı (Şekil 4.5) kullanılmaktadır. Emülsiyonlar, firma tarafından bir kutuda 20 kg olacak şekilde teslim edilmektedir. İhtiyaç olan emülsiyon miktarı tespit edildikten sonra patlayıcı madde ambarından alınarak araca yüklenmektedir. Emülsiyon kutuları araç kasasına uygun bir şekilde istiflenmektedir. Gerekli güvenlik önlemleri alındıktan sonra patlayıcı maddeler ocağa nakledilmektedir.



Şekil 4.5. ADR standartlarına uygun, patlayıcı taşıma aracı.

### 4.3. Yardımcı Ekipmanlar

İşletmede kullanılan başlıca yardımcı ekipmanlar greyder, dozer ve delik delme makineleridir. Bu makinelere ait teknik özellikler Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. İşletmede bulunan yardımcı ekipmanlara ait teknik özellikler.

	Marka	Model	Güç (Hp)	İmal Yılı	Mevcut Adet
Greyder	Champion	D-720	144	1985	3
	Cat	16-H	272	1997	3
	Volvo	G940	190	2008	1
	Cat	14 M	272	1998	1
Dozer	Komatsu	D-155 A-1	320	1986	15
	Komatsu	D-275 A-5	446	2005	1
	Cat (L)	824-C	310	1985	3
Delik Makinesi	Ingersoll Rand	DM-50	400	1985	7

## 5. İŞLETMEDE UYGULANAN PATLATMA İŞLEMLERİ VE KARŞILAŞILAN PROBLEMLER

İşletme imkanlarıyla çalışılmakta olan 48-S2 ve BYL olmak üzere iki adet açık ocak panosu bulunmaktadır. 48-S2 panoda çalışılan mevcut basamaklarda patlatmalı kazı işlemine ihtiyaç duyulmamaktadır. BYL panoda ise hem dragline dilim hazırlığında hem de showel ile yapılan kazılarda patlatma işlemine ihtiyaç duyulmaktadır.

### 5.1. Mevcut Patlatma İşlemleri

İşletme sahalarında kamu tarafından yapılan patlatmalarda delikler arası 8 metre ve sıralar arası 8 metre olacak şekilde kare düzende delikler delinmektedir. Delik boyları ihtiyaca uygun olarak değişmektedir. Kömür gevşetme atımlarında 7,5 metre, dekapaj atımlarında 15 metre ve dragline dilim hazırlığında 30 metre boyunda delikler delinmektedir. Mevcut sistemde 15 metre boyundaki deliklerde 230 kg ANFO ya da Emülsiyon, Emülsiyon Tipi Dinamitler, ateşleme sistemi olarak Nonel ( Elektriksiz ) sistem ve ilk ateşleyici olarak 8 numara Elektrikli Kapsül kullanılmaktadır.

İşletmede kullanılan patlayıcı maddelere ait teknik özellikler Çizelge 5.1'de verilmiştir.

**Çizelge 5.1.** İşletmede kullanılan patlayıcı maddelerin teknik özellikleri.

Teknik Özellikler	Anfo	Emülsiyon	Emülsiyon Dinamit	Nitrogliserin Esaslı Dinamit
İdeal Patlama Hızı (m/sn)	4500	4000-4500	5000	6000-6100
Yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> )	0,8-0,9	1,2-1,3	1,2-1,3	1,2-1,5
Suya Dayanıklılık	Yok	Var	Var	Var
Standart Ağırlık	50 kg'lık torba	10 kg'lık torba	1 kg'lık kartuş	3 kg'lık kartuş
Standart Boyutlar (mm)	-	140x520	90x150	100x180

### 5.2. İşletmede Uygulanan Delik Paterni İle İlgili Tespit Edilen Problemler

Verimli bir patlatma işlemi için, elde edilen pasa homojen ve istenilene yakın tane boyutunda olmalı, dipte tırnak problemi olmamalı, kaya savrulması ve eksik yanma sonucu oluşan gazlar meydana gelmemeli ve ikincil bir atım işlemi gerektirmemelidir.



İşletmede 2017 yılından önce yapılan patlatmalarda verim düşüklüğüne sebep olan ve ilave maliyetler doğuran bir takım problemler ortaya çıkmıştır. Bu problemlerin başında ayna ve basamak diplerinde sert çıkma (tırnak) ve daha az rastlanan patlatma sonrası iri blok oluşumu gelmektedir (Şekil 5.1, 5.2 ve 5.3).

Tırnak çıktığı zaman ikincil patlatma ya da ripperleme işlemine (Şekil 5.4) ihtiyaç duyulmaktadır. Ripperleme ya da ikincil patlatma işlemi yapılana kadar geçen sürelerde ekskavatör çalışması için uygun ortam olmadığından makine durmaktadır. Buna bağlı olarak da ekskavatör çalışma verimleri düşmektedir. Oluşan tırnağın ortadan kaldırılması için öncelikli olarak zeminde dozerle ripperleme çalışması yapılmaktadır. Eğer ripperleme çalışması sonucunda hala tırnak problemi devam ediyor ise ikincil patlatma işlemine geçilmektedir. Ancak ikincil patlatma işlemi fazladan bir maliyet meydana getirmektedir.

Diğer bir problem olan iri boyutlu blok oluşumu ise işletmede çok daha az görülen bir problemdir. Makinelerin kepçe hacminden daha büyük olan iri taneli boyutlar patar işlemi ile küçültülerek daha ufak taneli parçalara ayrılmaktadır.



**Şekil 5.1.** Verimsiz patlatma sonrası sert çıkan ayna görüntüsü.



**Şekil 5.2.** Verimsiz patlatma sonucu oluşan tırnak görüntüsü.



**Şekil 5.3.** Verimsiz patlatma sonucu oluşan iri bloklar.

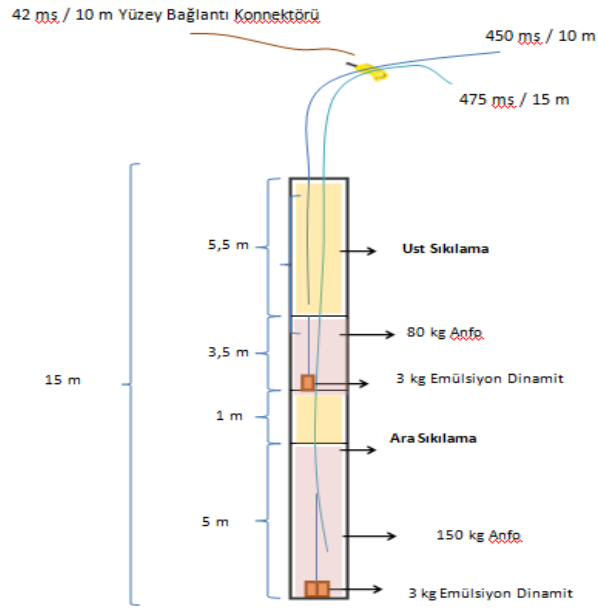


**Şekil 5.4.** Tırnağın dozerle ripelenmesi görüntüsü.

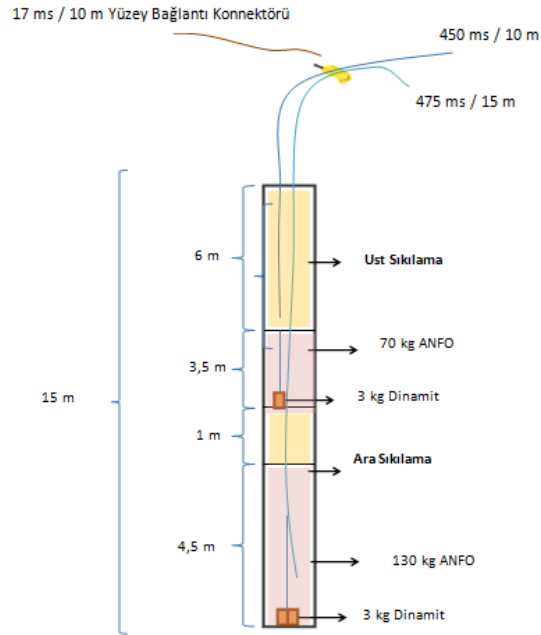
### **5.3. Çalışma Kapsamında Kullanılan Patlatma Paterni**

İşletmede 2017 yılından önce yapılan atımlarda kullanılan paternde farklı problemler görülmüştür. Özellikle dipte yaşanan tırnak çıkma problemi ripereleme sürelerini ve ikincil atım sayısını arttırmıştır. Bu atımların artması maliyetler açısından da artışa neden olmuştur. İkincil atımlar yapılanaya kadar geçen sürede makinelerin çalışması durmakta, dolaylı olarak çalışma verimi de düşmektedir.

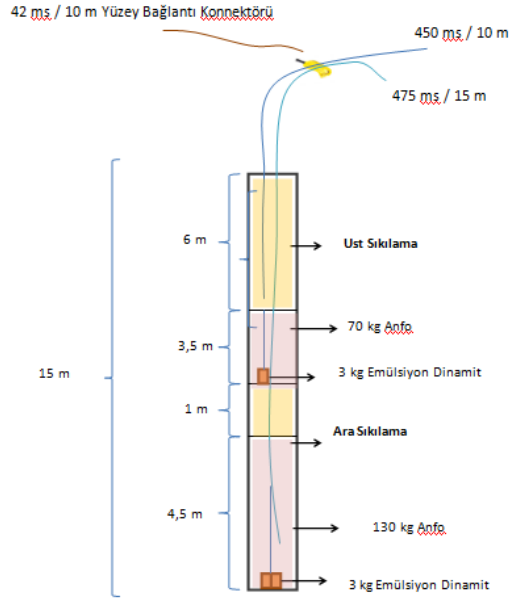
İşletmede daha önce 8m x 8m, 7m x 9m ve 7m x 7 m delik paternleri denenmiştir. Delikler ve sıralar arası mesafe kısaldıkça delinmesi gereken delik sayısının da artması sebebiyle delme ve patlatma maliyetleri de artmıştır. Patlayıcı maliyetlerini düşürmek için delik sayısının ve kullanılan birim patlayıcı madde miktarının azaltılması gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında delikler arası 9 metre ve sıralar arası 9 metre olacak şekilde delikler delinmiştir. Delinen deliklerde emülsiyon tip dinamit ve NGS esaslı patlayıcı madde kullanılmıştır. Elde edilen veriler daha önce kullanılan 8m x 8m delik paterni ile karşılaştırılmış, tane boyutu ve maliyet açısından irdelenmiştir. Farklı paternlere ait kolon şarj tasarımları Şekil 5.5, Şekil 5.6, Şekil 5.7 ve Şekil 5.8’de verilmiştir.



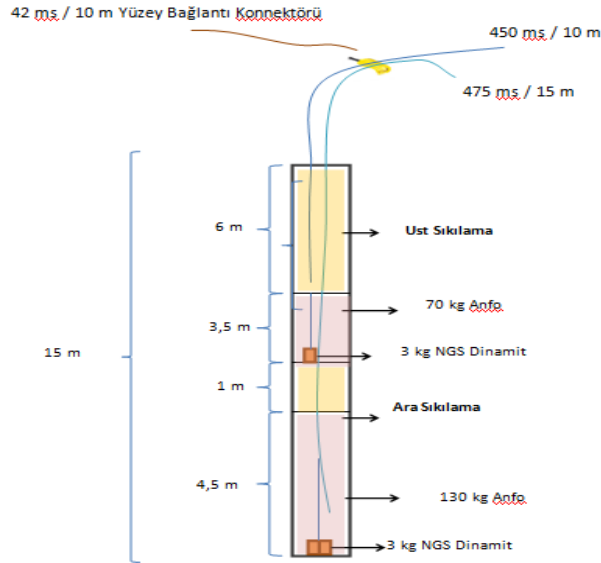
Şekil 5.5. 8m x 8m x 15 m Delik paterni, emülsiyon dinamit kullanımına ait kolon şarjı.



Şekil 5.6. 8m x 8m x 15 m Delik paterni, ngs esaslı dinamit kullanımına ait kolon şarjı.



Şekil 5.7. 9m x 9m x 15 m Delik paterni, emülsiyon dinamit kullanımına ait kolon şarjı.



Şekil 5.8. 9m x 9m x 15 m Delik paterni, ngs esaslı dinamit kullanımına ait kolon şarjı.

#### 5.4. Tane Boyut Analizi

Madencilik sektöründe tane boyutunun belirlenmesi genellikle son ürün elde edilmesi işlemleri esnasında kullanılmaktadır. Ocakta üretim esnasında boyut belirleme

işlemi için ise elek analizi yöntemlerini kullanmak mümkün olmamaktadır. Bunun yerine görüntü işleme programları kullanılmaktadır.

Bu amaçla, en çok kullanılan programlar Split Desktop ve WipFrag yazılımlarıdır. Her iki yazılımda aynı mantıkla çalışmaktadır. Parça boyut analizi yapılacak olan yığma bir adet ölçekli nesne konulmaktadır. Daha sonra bu yığının resimleri çekilerek sisteme yüklenmektedir. Sistem, farklı algoritmalar kullanarak görüntüyü analiz etmekte görüntü üzerinde işaretlemeler yaparak parçaların etrafını çevirmektedir. Resmin kalitesine bağlı olarak işaretleme işleminde hatalar oluşabilmektedir. Bu durumda kullanıcı resimlerin sınırlarını kontrol ederek gerekli düzenlemeleri yaptıktan sonra nihai sonuca ulaşabilmektedir.

Patern değişikliklerinde kontrol edilmesi gereken en önemli noktalardan biri de patlatma sonucu oluşan tane boyut dağılımının ihtiyaca uygun olup olmadığıdır. Patlatma ekonomisi açısından ihtiyaca uygun tane boyut aralıklarında pasa elde edilecek şekilde patlatma yapmak en doğrusudur. Bu çalışma kapsamında değişik paternlerde atımlar yapılmış ve elde edilen pasa görüntüleri WipFrag yazılımı kullanılarak incelenmiştir. Uygulama esnasında yığında 225 mm çapında bir adet top ölçek olarak kullanılmıştır. Her atım sonrasında ve makine çalışması esnasında yığın fotoğrafları çekilmiş ve program ile boyut analizleri yapılmıştır.

Analizler sonucunda elde edilen 8m x 8m x 15m paterninde Emülsiyon Tipi Dinamit kullanılan atıma ait veriler Çizelge 5.2' de, 9 m x 9 m x 15 m paterninde NGS Tipi Dinamit kullanılan atıma ait veriler Çizelge 5.3'de verilmiştir.

Elde edilen sonuçlar irdelendiğinde 8m x 8m x 15 m'lik patern ile 9m x 9m x 15 m'lik patern arasındaki tane boyut dağılımının farklılıklar gösterdiği görülmektedir. (Şekil 5.9) Fakat bu farklılık temel yükleme ve taşıma işlemlerini aksatmayacak şekildedir. Yapılan patlatmalar sonucunda elde edilen veriler temelde 3 durum için çok büyük önem arz etmektedir. Bunlar yükleme işlemi, taşıma işlemi ve harman alanlarının doldurulmasıdır. Patern değişikliği sonrasında eğer tane boyut dağılımı homojen olmayan, çok iri boyutlu pasa oluşursa ekskavatörler bu pasayı yüklemeye güçlük çekecektir ve yükleme esnasında kepçe tam dolu şekilde malzeme alamayacaktır. Bu durumda ister istemez taşıma kamyonlarının kasalarında çok iri tane boyutlu malzemelerden ötürü homojen bir şekilde yükleme yapılamamasına ve taşıma maliyetlerinde de artışa neden olacaktır. Açıkocak şeklinde üretim yapan maden işletmelerinin temel ihtiyaçlarından birisi de harman

sahalarıdır. Özellikle toprakların değerli olduğu ve üretime açık olduğu yerleşkelerde maden ocaklarının harman sahası maliyetleri de artmaktadır. Bu yüzden en verimli şekilde harman sahaları oluşturulmalıdır. Eğer tane boyut dağılımları çok homojen olmazsa harman sahalarına yapılan dökümler eşit bir şekilde yayılamayacak, harman dolmasına rağmen aralarında boşluklar kalacaktır. Bu durum zamanla harmanlarda verimsiz döküme neden olacaktır.

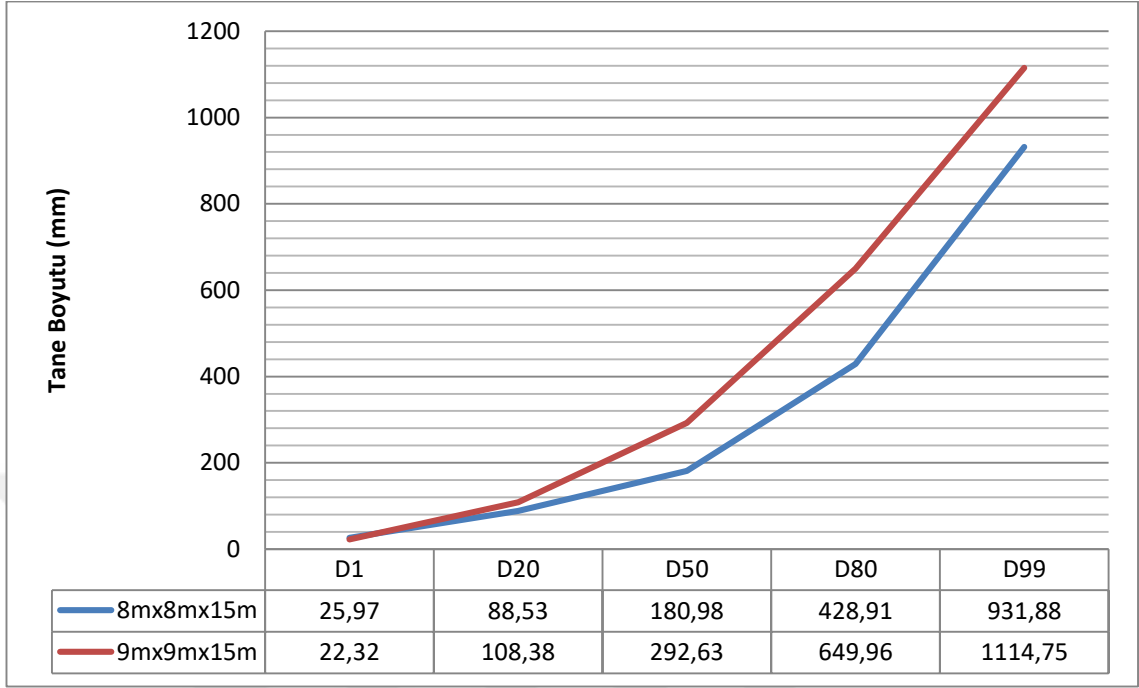
Ayrıca, işletmede yükleme için kullanılan PH 1900 ve PH 2300 model elektrikli ekskavatörlerin kapasiteleri ve kovalarının iç boyutları incelendiğinde elde edilen en iri parçanın (D99) bile kolaylıkla yüklenebileceği görülmektedir.

**Çizelge 5.2.** 8m x 8m x15 m Delik paternine ait tane boyut analiz sonuçları.

ATIM NO	D1 (mm)	D20 (mm)	D50 (mm)	D80 (mm)	D99 (mm)
1	27,65	101,84	237,93	566,41	973,27
2	26,62	91,09	179,45	394,99	967,3
3	24,27	86,01	170,98	398,49	904,54
4	26,97	87,89	177,49	436,60	936,26
5	24,34	75,86	139,07	348,08	878,05
<b>Ortalama</b>	<b>25,97</b>	<b>88,53</b>	<b>180,98</b>	<b>428,91</b>	<b>931,88</b>

**Çizelge 5.3.** 9m x 9m x15 m Delik paternine ait tane boyut analiz sonuçları.

ATIM NO	D1 (mm)	D20 (mm)	D50 (mm)	D80 (mm)	D99 (mm)
1	19,07	83,33	197,88	425,71	970,35
2	23,31	82,6	193,38	430	963,65
3	22,83	102,79	291,34	754,75	1088,4
4	22,83	96,33	346,82	776,98	1353,74
5	23,58	176,89	432,39	862,35	1197,65
<b>Ortalama</b>	<b>22,32</b>	<b>108,38</b>	<b>292,63</b>	<b>649,96</b>	<b>1114,75</b>



**Şekil 5.9.** İki farklı parametrenin karşılaştırılması.



## 6. ÇALIŞMA KAPSAMINDA YAPILAN GÖZLEMLER VE MALİYET ANALİZLERİ

### 6.1. Delik Tasarımlarına Göre Maliyet Analizi

#### 6.1.1. Birim delik delme maliyeti

##### a) Kesici Uç Maliyeti:

Rock-Bit Ömrü	: 7500 m
Rock-Bit Fiyatı	: 5000 tl/ad
Birim Maliyet	: 0,66 tl/m

##### b) Yedek Parça Sarfıyatı:

<u>Cinsi</u>	<u>Yıllık Tüketim</u>	<u>Fiyat</u>
Hidrolik Filtre	85 ad.	30 TL
Hava Filtresi	85 ad.	19 TL
Motor Yağı Filtresi	57 ad.	65 TL
Su Filtresi	32 ad.	30 TL

2017 yılı verilerine göre delinen toplam metraj 75000 m olarak ölçülmüştür.

Yedek Parça Sarfıyatı: 8830 TL / 75000 m = 0,1178 tl/m olarak belirlenmiştir.

##### c) Yağ Sarfıyatı:

<u>Cinsi</u>	<u>Yıllık Tüketim</u>	<u>Fiyat</u>
Hidrolik Yağ	12285 (lt)	8,7 TL/lt
Motor Yağı	725 (lt)	8,57 TL/lt
ATF Tüp Yağı	530 (lt)	10,35 TL/lt
Şanzıman Yağı	360 (lt)	5,84 TL/lt
Gres Yağı	350 (kg)	5,84 TL/kg

2017 yılı verilerine göre delinen toplam metraj 75.000 metre olarak ölçülmüştür.

Yağ Sarfiyatı:  $122724,25 \text{ t} / 75000 \text{ m} = 1,6363 \text{ t/m}$

d) Mazot Sarfiyatı:

Mazot Tüketimi : 50 lt/saat

Delme Kapasitesi : 45 m/ saat

Mazot Birim Fiyatı : 3,29 TL/lt

Birim Mazot Maliyeti : 3,65 TL/m

e) İşçilik Maliyeti

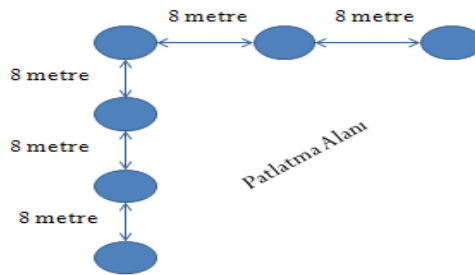
İşçilik : 0,4969 t/m

2017 yılı verilerine göre;

Toplam Birim Delik Delme Maliyeti : 6561 TL/m

### 6.1.2. 8m x 8m x 15 m ve emülsiyon tipi dinamit paterni maliyeti

Bu paternde, delikler arası ve sıralar arası 8 m. olacak şekilde tasarım yapılmış ve 15 m. boyunda, her sırada 10'ar delik olacak şekilde iki sıra şeklinde toplam 20 adet 9 inç çapında delik delinmiştir.



**Şekil 6.1.** Patlatma paterni.

Her bir delik için 230 kg ANFO ve 6 kg Emülsiyon tipi dinamit kullanılmıştır. Elde edilen pasa hacmi  $19200 \text{ m}^3$  olarak hesaplanmıştır. Çizelge 6.1'de patlayıcı madde maliyetleri ve Çizelge 6.2' de de birim maliyetler  $\text{t/m}^3$  olarak verilmiştir.

**Çizelge 6.1.** 8m x 8m x 15 m ve emülsiyon tipi dinamit paterni patlayıcı madde maliyetleri.

Patlayıcı Maddeler	Miktar	Birim	Birim Fiyat (TL)	Toplam Maliyet (TL)
ANFO	4600	Kg	2,40	11040
Dinamit (Emülsiyon Tipi) (Yemleyici)	120	Adet	2,85	342
D 450 15 m (Elektriksiz Kapsül)	20	Adet	4,75	95
D 475 18 m (Elektriksiz Kapsül)	20	Adet	4,90	98
D 25 10 m (Elektriksiz Gecikme)	19	Adet	4,00	76
8 No Elektrikli Kapsül	2	Adet	1,40	2,8
200 Ms (Sıra Arası Gecikme)	2	Adet	3,50	7
450 ms 10 m (Elektriksiz Kapsül)	1	Adet	3,80	3,8
<b>Patlatma Maliyeti</b>				<b>11664,6</b>

**Çizelge 6.2.** 8m x 8m x 15 m ve emülsiyon tipi dinamit paterni birim maliyetler.

Birim m <sup>3</sup> Başına Patlayıcı Maliyeti (TL/m <sup>3</sup> )	0,60750
Birim m <sup>3</sup> Başına Delme Maliyeti (TL/m <sup>3</sup> )	0,10251
Birim m <sup>3</sup> Başına İşçilik Maliyeti (TL/m <sup>3</sup> )	0,10216
Birim Patlatma Maliyeti (TL/m <sup>3</sup> )	0,8121

**6.1.3. 8m x 8m x 15 m ve nitrogliserin esaslı dinamit paterni maliyeti**

Bu paternde, delikler arası ve sıralar arası 8 m olacak şekilde tasarım yapılmış ve 15 m boyunda, her sırada 10'ar delik olacak şekilde iki sıra şeklinde toplam 20 adet 9 inç çapında delik delinmiştir. Her bir delik için 200 kg ANFO ve 6 kg Nitrogliserin tipi dinamit kullanılmıştır. Elde edilen pasa hacmi 19200 m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Çizelge 6.3' de patlayıcı madde maliyetleri ve Çizelge 6.4'de de birim maliyetler t/m<sup>3</sup> olarak verilmiştir.

**Çizelge 6.3.** 8m x 8m x 15 m ve nitrogliserin esaslı dinamit paterni patlayıcı madde maliyetleri.

Patlayıcı Maddeler	Miktar	Birim	Birim Fiyat (TL)	Toplam Maliyet (TL)
ANFO	4000	Kg	2,40	9600
Dinamit (NGS Tipi) (Yemleyici)	120	Adet	9,36	1123,20
D 450 15 m (Elektriksiz Kapsül)	20	Adet	4,75	95
D 475 18 m (Elektriksiz Kapsül)	20	Adet	4,90	98
D 25 10 m (Elektriksiz Gecikme)	19	Adet	4,00	76
8 No Elektrikli Kapsül	2	Adet	1,40	2,80
200 Ms (Sıra Arası Gecikme)	2	Adet	3,50	7
450 ms 10 m (Elektriksiz Kapsül)	1	Adet	3,80	3,80
<b>Patlatma Maliyeti</b>				<b>11005,8</b>

**Çizelge 6.4.** 8m x 8m x 15 m ve nitrogliserin esaslı dinamit paterni birim maliyetler.

Birim m <sup>3</sup> Başına Patlayıcı Maliyeti (TL/m <sup>3</sup> )	0,5732
Birim m <sup>3</sup> Başına Delme Maliyeti (TL/m <sup>3</sup> )	0,10251
Birim m <sup>3</sup> Başına İşçilik Maliyeti (TL/m <sup>3</sup> )	0,10216
Birim Patlatma Maliyeti (TL/m <sup>3</sup> )	0,7778

#### 6.1.4. 9m x 9m x 15 m ve emülsiyon tipi dinamit paterni maliyeti

Bu paternde, delikler arası ve sıralar arası 9 m olacak şekilde tasarım yapılmış ve 15 m boyunda, her sırada 10'ar delik olacak şekilde iki sıra şeklinde toplam 20 adet 9 inç çapında delik delinmiştir. Her bir delik için 200 kg ANFO ve 6 kg Emülsiyon tipi dinamit kullanılmıştır. Elde edilen pasa hacmi 24.300 m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Çizelge 6.5'de patlayıcı madde maliyetleri ve Çizelge 6.6'da da birim maliyetler t/m<sup>3</sup> olarak verilmiştir.

**Çizelge 6.5.** 9m x 9m x 15 m ve emülsiyon tipi dinamit paterni patlayıcı madde maliyetleri.

Patlayıcı Maddeler	Miktar	Birim	Birim Fiyat (TL)	Toplam Maliyet (TL)
ANFO	4000	Kg	2,40	9600
Dinamit (Emülsiyon Tipi) (Yemleyici)	120	Adet	2,85	342
D 450 15 m (Elektriksiz Kapsül)	20	Adet	4,75	95
D 475 18 m (Elektriksiz Kapsül)	20	Adet	4,90	98
D 25 10 m (Elektriksiz Gecikme)	19	Adet	4,00	76
8 No Elektrikli Kapsül	2	Adet	1,40	2,80
200 Ms (Sıra Arası Gecikme)	2	Adet	3,50	7
450 ms 10 m (Elektriksiz Kapsül)	1	Adet	3,80	3,80
<b>Patlatma Maliyeti</b>				<b>10224,6</b>

**Çizelge 6.6.** 9m x 9m x 15 m ve emülsiyon tipi dinamit paterni birim maliyetler.

Birim m <sup>3</sup> Başına Patlayıcı Maliyeti (TL/m <sup>3</sup> )	0,42076
Birim m <sup>3</sup> Başına Delme Maliyeti (TL/m <sup>3</sup> )	0,081
Birim m <sup>3</sup> Başına İşçilik Maliyeti (TL/m <sup>3</sup> )	0,08071
Birim Patlatma Maliyeti (TL/m <sup>3</sup> )	0,5824

**6.1.5. 9m x 9m x 15 m ve nitrogliserin esaslı dinamit paterni maliyeti**

Bu paternde, delikler arası ve sıralar arası 9 m olacak şekilde tasarım yapılmış ve 15 m boyunda, her sırada 10'ar delik olacak şekilde iki sıra şeklinde toplam 20 adet 9 inç çapında delik delinmiştir. Her bir delik için 200 kg ANFO ve 6 kg Nitrogliserin tipi dinamit kullanılmıştır. Elde edilen pasa hacmi 24300 m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Çizelge 6.7'de patlayıcı madde maliyetleri, Çizelge 6.8'de ise birim maliyetler TL/m<sup>3</sup> olarak verilmiştir.

**Çizelge 6.7.** 9m x 9m x 15 m ve nitrogliserin esaslı dinamit paterni patlayıcı madde maliyetleri.

Patlayıcı Maddeler	Miktar	Birim	Birim Fiyat (TL)	Toplam Maliyet (TL)
ANFO	4000	Kg	2,40	9600
Dinamit (Emülsiyon Tipi) (Yemleyici)	120	Adet	9,36	1123,20
D 450 15 m (Elektriksiz Kapsül)	20	Adet	4,75	95
D 475 18 m (Elektriksiz Kapsül)	20	Adet	4,90	98
D 25 10 m (Elektriksiz Gecikme)	19	Adet	4,00	76
8 No Elektrikli Kapsül	2	Adet	1,40	2,80
200 Ms (Sıra Arası Gecikme)	2	Adet	3,50	7
450 ms 10 m (Elektriksiz Kapsül)	1	Adet	3,80	3,80
<b>Patlatma Maliyeti</b>				<b>11005,8</b>

**Çizelge 6.8.** 9m x 9m x 15 m ve nitrogliserin esaslı dinamit paterni birim maliyetler.

Birim m <sup>3</sup> Başına Patlayıcı Maliyeti (TL/m <sup>3</sup> )	0,4529
Birim m <sup>3</sup> Başına Delme Maliyeti (TL/m <sup>3</sup> )	0,081
Birim m <sup>3</sup> Başına İşçilik Maliyeti (TL/m <sup>3</sup> )	0,08071
Birim Patlatma Maliyeti (TL/m <sup>3</sup> )	0,6146

#### 6.1.6. Birim maliyetlerin karşılaştırılması

Yapılan analizler sonucu elde edilen birim maliyetler Çizelge 6.9' da verilmiştir. Birim maliyetlere bakıldığında 9m x 9m x 15 m delik paterninde emülsiyon tipi dinamit kullanıldığında maliyetlerin en düşük seviyede olduğu görülmektedir. Fakat bu patern de tırnak, sert çıkma, iri blok oluşumu gibi problemler çok fazla arttığından ötürü bu patern ile çalışılmamaktadır.

**Çizelge 6.9.** Birim maliyetlerin karşılaştırılması.

Patern	Patlatma Maliyeti (TL/m <sup>3</sup> )
8m X 8m X 15m Emülsiyon Tipi Dinamit	0,8121
8m X 8m X 15m NGS Tipi Dinamit	0,7778
9m X 9m X 15m Emülsiyon Tipi Dinamit	0,5824
9m X 9m X 15m NGS Tipi Dinamit	0,6146

## 6.2. Dozer Ripperleme Maliyetleri

Dozerler işletmelerde kullanılan en önemli yardımcı ekipmanlardan biridir. Farklı boyutlarda ve kapasitelerde yakıt tüketimleri değişse de genelde işletmelerin yakıt giderlerinde önemli bir paya sahiptirler (Ersoy, M. ve Ayday, C., 1999).

İşletme de kullanılan dozerlere ait yakıt tüketimleri de ölçülmüş (Çizelge 6.10) ve yapılan ölçümlerde bir dozerin ortalama 38,3 litre yakıt tükettiği tespit edilmiştir. Aynı ekipmanların ripperleme işlemi esnasında ki yakıt tüketimleri ile ilgili ölçümler de yapılmıştır (Çizelge 6.11). Elde edilen sonuçlara göre dozerlerin ripperleme işlemi esnasında %51,7 daha fazla yakıt tükettikleri tespit edilmiştir (Çizelge 6.12)

Ayrıca dozer, ripper çalışması esnasında gevşetme işini kayaca tutturduğu ripper ucu ile sağlar. Şekil 6.2' de gösterildiği gibi, ripper ucu dozere bir pim yardımı ile bağlanır. Bu pimler dozer çalışması esnasında aşırı zorlanmadan ötürü kırılabilir. Pimin kırıldığının farkına varılmadığı takdirde ripper ucu parçalanmış kayaca karışmakta ve bulunması zorlaşmaktadır. Eğer durum fark edilir ve uç bulunursa tekrar yerine takılmaktadır. Pimin kırılması ve ripper ucunun zarar görmesi sık görülen problemlerdendir. Ripper çalışması ile ilgili bir maliyet hesabı yapılırken her ne kadar göz ardı edilseler de önemli bir maliyet kalemini oluşturmaktadır.

**Çizelge 6.10.** Dozer yakıt tüketimleri, 2017.

Aylar	Aylık Yakıt Tüketimi (lt)	Aylık Çalışma Saati (saat)	Ortalama Tüketim (lt/saat)
Ocak	9559	312	30,6
Şubat	24761	588	42,1
Mart	34209	797	42,9
Nisan	33894	803	42,2
Mayıs	27295	677	40,3
Haziran	34948	1053	33,2
Temmuz	46407	1126	41,2
Ağustos	39701	933	42,6
Eylül	42214	1156	36,5
Ekim	34982	1018	34,4
Kasım	38240	1061	36,0
Aralık	20927	571	36,6
Toplam	387137	10095	38,3

**Çizelge 6.11.** Riperleme esnasında tüketilen yakıt miktarı.

Ölçüm No	Çalışma Saati (saat)	Tüketilen Yakıt (lt)	Ortalama Yakıt Tüketimi (lt/saat)
1	5	287	57,40
2	4,5	249	55,33
3	3	185	61,67
4	2,5	146	58,40
5	3,5	202	57,71
<b>Ortalama Yakıt Tüketimi</b>			<b>58,10</b>

**Çizelge 6.12.** Riperleme esnasında yakıt tüketimindeki artış miktarı

Ölçüm No	Riperleme Esnasındaki Ortalama Yakıt Tüketimi (lt/saat)	Normal Çalışma Koşullarında Olması Gereken Ortalama Yakıt Tüketimi (lt/saat)	Riperleme Esnasında Yakıt Tüketimindeki Artış Miktarı (%)
1	57,40	38,3	49,87
2	55,33	38,3	44,46
3	61,67	38,3	61,02
4	58,40	38,3	52,48
5	57,71	38,3	50,67
<b>Ortalama Artış Miktarı</b>			<b>51,70</b>



**Şekil 6.2.** Riper görüntüsü.



Dozerlerin ripperleri belli bir seviyede gevşetme işlemi yapabilmektedir. Sert kayaç derinliğinin 2 metreden fazla olduğu durumlarda dozer bir sıra gevşetme işlemi yaptıktan sonra örtü tabakası alınmalı ve tekrar dozer çalışması yapılmalıdır. Olası arıza süreleri ve işlemin iki kez yapılması gerektiği de göz önüne alındığında patlatma işlemi yapılması bazı durumlarda daha ekonomik olmaktadır. 2017 yılından önce yaşanan problemlerden biri olan tırnak problemi çoğu zaman ripperleme ile çözülememiş, ikincil atımlar yapılmıştır.

### **6.3. Komatsu Kamyonların Taşıma Maliyetindeki Değişim**

Atımı yapılan sahaların dekapaj işlemi sırasında 170 short tonluk Komatsu marka hafriyat taşıma kamyonları kullanılmıştır. Bu kamyonların üzerlerinde bulunan tartı sistemi her seferde atılan tonaj tespitini kolaylaştırmaktadır. Tez kapsamında atımı yapılan sahalardaki tonaj/sefer oranları takip edilmiş ve kayıt altına alınmıştır. Tutulan kayıtlara ait tablolar Çizelge 6.13 ve Çizelge 6.14' de verilmiştir. Tez çalışması kapsamında alınan rakamlara göre ortalama sefer tonajları arasında 4 tonluk bir fark olduğu görülmüştür. Bu farkın sonucu olarak yıllık dekapaj rakamlarına ulaşılabilmesi için 5127 sefer fazla atılması gerektiği tespit edilmiştir (Çizelge 6.15). Komatsu taşıma kamyonlarının geriye dönük sefer sayıları tonaj oranlarına bakıldığında da taşıma esnasında farklılıklar olduğu görülmektedir. Bu açıdan bakıldığında iki farklı sistemde üretilen pasanın araçlara yüklenmesi esnasında herhangi bir zorluk çıkarmadığı, aradaki tonaj farkının normal olduğu, taşıma açısından herhangi bir problem oluşturmadığı görülmektedir.

**Çizelge 6.13.** 8m x 8m x15 m Delik paternine ait taşıma rakamları.

Ölçüm No	Tonaj (ton)	Sefer Sayısı (sefer)	Tonaj/Sefer (ton/sefer)
1	32033	218	146,94
2	28793	216	133,30
3	27400	201	136,32
4	25052	193	129,80
5	23857	164	145,47
6	20159	139	145,03
7	21321	163	130,80
8	17702	141	125,55
9	18442	147	125,46
10	11136	88	126,55
11	4481	31	144,55
12	1689	13	129,92
13	22634	153	147,93
14	1971	15	131,40
15	21795	183	119,10
		<b>ORTALAMA</b>	<b>134,54</b>
		<b>TOPLAM İŞ</b>	<b>278465,00 ton</b>

**Çizelge 6.14.** 9m x 9m x15 m Delik paternine ait taşıma rakamları.

Ölçüm No	Tonaj (ton)	Sefer Sayısı (sefer)	Tonaj/Sefer (ton/sefer)
1	72322	541	133,68
2	37010	282	131,24
3	52630	406	129,63
4	53139	405	131,21
5	15521	115	134,97
6	7516	54	139,19
7	7830	63	124,29
8	6775	57	118,86
9	69195	521	132,81
		<b>ORTALAMA</b>	<b>130,65</b>
		<b>TOPLAM İŞ</b>	<b>321938,00 ton</b>

**Çizelge 6.15.** Patern farklılığından dolayı meydana gelen sefer sayılarındaki artış miktarı.

Delik Paterni	Toplam Yıllık İş Miktarı (ton)	Sefer Başına Ortalama Tonaj (ton)	İhtiyaç Duyulan Sefer Sayısı (sefer)
8m x 8m x 15 m	22 330 000	134	166417
9m x 9m x 15 m	22 330 000	130	171769
<b>Oluşan Sefer Sayısı Farkı</b>			<b>5127</b>

Maliyet analizleri esnasında kullanabilmek için geriye dönük bakım giderleri(Çizelge 6.16) ve yakıt tüketimlerine (Çizelge 6.17) bakılmış, yapılan toplam işe göre ortalama bir birim maliyet hesaplanmıştır.

**Çizelge 6.16.** Komatsu bakım giderleri.

Yıllar	Bakım Giderleri (TL)	Yapılan İş ( ton)	Ortalama Maliyet (tl/ton)
2012	2678000,7	10909767	0,245468
2013	2216562	13222533	0,167635
2014	1880712	12064294	0,155891
2015	1530976	13162710	0,116312
2016	1692660,59	10869682	0,155723
<b>Ortalama Maliyet</b>			<b>0,166015</b>

**Çizelge 6.17.** Komatsu yakıt tüketimi tablosu.

Yıllar	Yakıt Tüketimi (lt)	Toplam Tonaj (ton)	Ortalama Tüketim (lt/ton)
2013	1 796 609	13 222 533	0,136
2014	1 177 338	12 064 294	0,098
2015	1 414 843	13 162 710	0,107
2016	1 137 345	10 869 682	0,105
2017	1 701 160	10 337 620	0,165
<b>Toplam</b>	<b>7 227 295</b>	<b>59 656 839</b>	<b>0,122</b>

Yapılan hesaplamalar sonucunda tane boyut dağılımındaki değişimden kaynaklanan farkın sefer sayılarını arttırması sonucunda İşletmeye 317686 TL ek bir maliyet doğurduğu görülmektedir (Çizelge 6.18).

**Çizelge 6.18.** 9m x 9m x15 m Delik paterni kullanıldığında oluşan ilave taşıma maliyetleri.

	<b>Birim Maliyet (TL/ton)</b>	<b>Sefer Sayısı Farkı (Sefer)</b>	<b>Sefer Başına Taşınan Ortalama Tonaj (ton)</b>	<b>Toplam Maliyet (TL)</b>
Yakıt Maliyeti	0,122	5127	134	83816
Yedek Parça Maliyeti	0,166015	5127	134	114055
Fazladan İşçilik Maliyeti	0,1743	5127	134	119815
Toplam Maliyet Artışı				317686

#### **6.4. Patlatma Sonrası Verim Sağlanamayan Alanlarda Yapılan Mükerrer Atımlar**

Çizelge 6.19'da son 5 yıla ait mükerrer atım kayıtları verilmiştir. Mükerrer atımların sayısındaki azalma tabloda açıkça görülmektedir.

**Çizelge 6.19.** Mükerrer atım tablosu.

<b>Yıllar</b>	<b>Yapılan Atım Sayısı</b>	<b>Atılan Delik Sayısı (Adet)</b>	<b>Kullanılan Patlayıcı Miktarı (Kg)</b>	<b>Kullanılan Yemleyici Miktarı (Kg)</b>
<b>2014</b>	10	277	16100	392
<b>2015</b>	9	276	29900	525
<b>2016</b>	9	493	8050	220
<b>2017</b>	5	103	4950	257
<b>2018</b>	2	49	1490	110

## 7. SONUÇLAR

Bu çalışmada Garp Linyitleri İşletmesi bünyesinde bulunan ve kamu tarafından işletilen sahalarda yapılan delme patlatma işlemleri incelenmiştir. Delme patlatma işleri ile ilgili yapılan bu incelemeler kapsamında ocakta yaşanan problemlerin başında tırnak çıkma probleminin geldiği görülmüştür. İlk olarak kullanılan yemleyici cinsinde değişikliğe gidilmiştir. Yemleyici kullanımı sonrası tırnak çıkma probleminin azaldığı tespit edilmiştir. Maliyet çalışması kapsamında, maliyetlerin azaltılması amacı ile delik paterninde değişikliğe gidilmiştir. Bu kapsamda 8m x 8m olan delik paterni, 9m x 9m olacak şekilde yeniden düzenlenmiştir. Deneme atımları sonrası elde edilen pasa görüntüleri WipFrag programı ile analiz edilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre;

- Operatörlerle yapılan görüşmeler ve çalışma takip formlarında yapılan incelemeler de; 9m x 9m x 15 m delik paterni ve Nitrogliserin esaslı dinamit kullanılmaya başlanmasından sonra 8m x 8m x 15 m delik paterninde Emülsiyon tipi dinamitle yapılan patlatmalara göre dozerle yapılan ripperleme işlemlerinde azalma görülmüştür. Ayrıca mükerrer atım ve patar atımları sayılarında da azalmalar meydana gelmiştir. Ripperleme esnasında bir dozer ortalama olarak 58,1 litre yakıt tüketmektedir. Bu rakamda normal çalışmada tüketilen yakıttan ortalama olarak %51,7 daha fazla yakıt tüketimi anlamına gelmektedir. Yapılan dekapaj miktarı ve ripperleme için harcanan saatler göz önüne alındığında ripperleme çalışmasının azalması işletmeye iyi bir kazanç sağlamaktadır.
- Komatsu kamyonlarının çalışma alanını boşaltma esnasındaki sefer sayıları ve tonajları ölçülmüştür. 9m x 9m x 15 m delik paterni ve Nitrogliserin esaslı dinamit kullanılan alanların dekapaj çalışmaları esnasında sefer başına ortalama 4 tonluk bir azalma olmuştur. Bakım ve yakıt giderleri hesaplandığında yıllık 10 000 000 m<sup>3</sup> bir iş için 317686 tl tutarında bir ek maliyet doğmuştur. Fakat 8m x 8m x 15 m delik paterninde de taşınan malzeme tonajlarında değişiklikler olabilmektedir. Komatsu kamyonlarının yükleme kapasitesi operatör becerisine göre de değişebilmektedir. Bu yüzden taşıma maliyetlerindeki artış sadece tane boyut farkına bağlanmamalıdır.
- Patlayıcı madde maliyetleri incelendiğinde ise m<sup>3</sup> başına birim maliyetlerde 0,1975 tl/m<sup>3</sup> azalma görülmüştür (Çizelge 6.9). Yıllık yapılan işin 10 000 000 m<sup>3</sup> olduğu düşünüldüğünde %25'lik bir maddi kazanç elde edilmektedir.

Yıllık ortalama 10 000 000 m<sup>3</sup> dekapaja karşılık olarak yapılması gereken patlatmalardan elde edilecek kazanç günümüz rakamlarıyla yaklaşık olarak 1 975 000 TL civarındadır. Tane boyut dağılındaki farklılıklardan ötürü oluşan ek maliyetlerde göz önüne alındığında taşıma maliyetlerinde yaklaşık 317686 TL artış olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ripperleme çalışmasındaki azalmalar ve mükerrer atımlardaki azalmalarda maliyetlerde azalmaya neden olmuştur.

Tüm bu sonuçlara göre 9m x 9m x 15 m'lik delik paterninin işletmeye yaklaşık olarak yıllık 1 500 000 TL gibi önemli bir kazanç sağladığı tespit edilmiştir. İşletme maliyetlerinin düşürülmesi açısından bu patern ile çalışmalara devam edilmesi tavsiye edilmektedir.



## KAYNAKLAR DİZİNİ

Akdaş, H. ve Reis, K. (2005). *GLİ Ömerler Yeraltı Ocağında Tam Mekanize Sistemin Uygulanmasında Karşılaşılan Problemler*, EMCET, İzmir.

Beyhan, S.,(2008). G.L.İ. ve E.L.İ. Marn Kaya Malzemelerinin Üç Eksenli Basınç Dayanımına Bağlı Özelliklerinin Belirlenmesi,Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir,282s.

Britannica Ansiklopedisi Web Sitesi,(2019). (www.britannica.com).

Cenk-Er Patlayıcı Maddeler Madencilik San. ve Tic. Ltd. Şti. Web Sitesi, (2019) www.cenk-er.com.tr/.

Ersoy, M. ve Ayday, C. (1999). Coğrafi Veri Sistemlerinin Riper Seçimi İşleminde Uygulanması, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Afyon.

Garp Linyitleri İşletmesi Müdürlüğü Web Sitesi, (2019) www.gli.gov.tr.

Garp Linyitleri İşletmesi, (GLİ), (2010). Açıkocak İstihsal Şube Müdürlüğü 2010 Yılı Üretim Planı.

Garp Linyitleri İşletmesi, (GLİ), (2018a). Açıkocak İstihsal Şube Müdürlüğü 2017 Yılı Faaliyet Raporu.

Garp Linyitleri İşletmesi, (GLİ), (2018b). Etüd Proje Şube Müdürlüğü 2017 Yılı Üretim Programı.

Garp Linyitleri İşletmesi, (GLİ), (2018c). Etüd Proje Şube Müdürlüğü 2017 Yılı Faaliyet Raporu.

Kahriman, A. (1999). Açık Maden ve Taş Ocaklarında Kaya Patlatma Teknolojisi Eğitim Semineri.

Kahriman, A. (2003). Patlatma Mühendisliği Ders Notları, İÜ. Müh. Fak. Maden Müh. Bölümü, İstanbul.

Kesimal, A. (2009a). Açık İşletme Ders Notları, KTÜ Müh. Fak. Maden Müh. Bölümü, Trabzon

Kesimal, A. (2009b). Delme Patlatma Ders Notları, KTÜ Müh. Fak. Maden Müh. Bölümü, Trabzon

Köse, H., Şimşir, F., Onargan, T., Yalçın, E., Konak, G. ve Kızıllı, M.S., (2001). *Açık İşletme Tekniği*, DEÜ Mühendislik Fakültesi Yayınları İzmir.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

Makine Kimya Enstitüsü Web Sitesi, (2019). [www.mkek.gov.tr](http://www.mkek.gov.tr).

Olofsson, S.O., (1988). "Applied Explosive Technology for Construction and Mining", 302s.

Orica Patlayıcı Maddeler Web Sitesi, (2019). [www.orica.com](http://www.orica.com).

Öner, A. (2017). WipFrag Yazılımı ve Kullanımı Üzerine Doğrudan İletişim. Garp Linyitleri İşletmesi, Kütahya.

Ünlü,S.,(2017). GLİ Açık Ocak İşletmelerinde Delici Makine Performansını Etkileyen Parametrelerin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul,125 s.

Tunçbilek Belediyesi Web Sitesi, (2019). [www.tuncbilek.bel.tr](http://www.tuncbilek.bel.tr).

Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, (TKİ), (2018). *Kömür (Linyit) Sektör Raporu 2017*, Ankara.

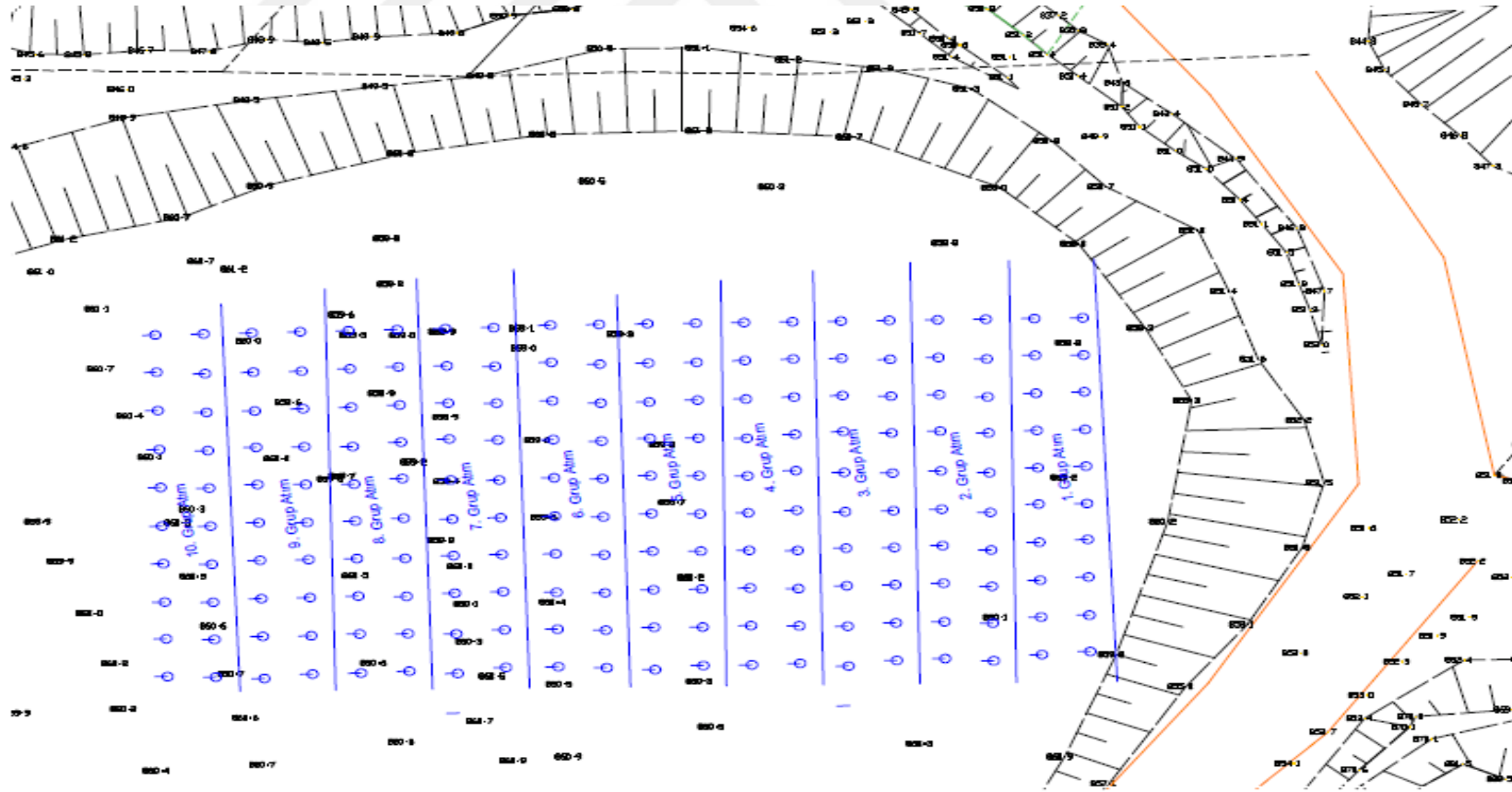
Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, (TKİ), (2019). *Yıllık Faaliyet Raporları 2017*, Ankara.

Wikiwand Web Sitesi, (2019). [www.wikiwand.com](http://www.wikiwand.com)

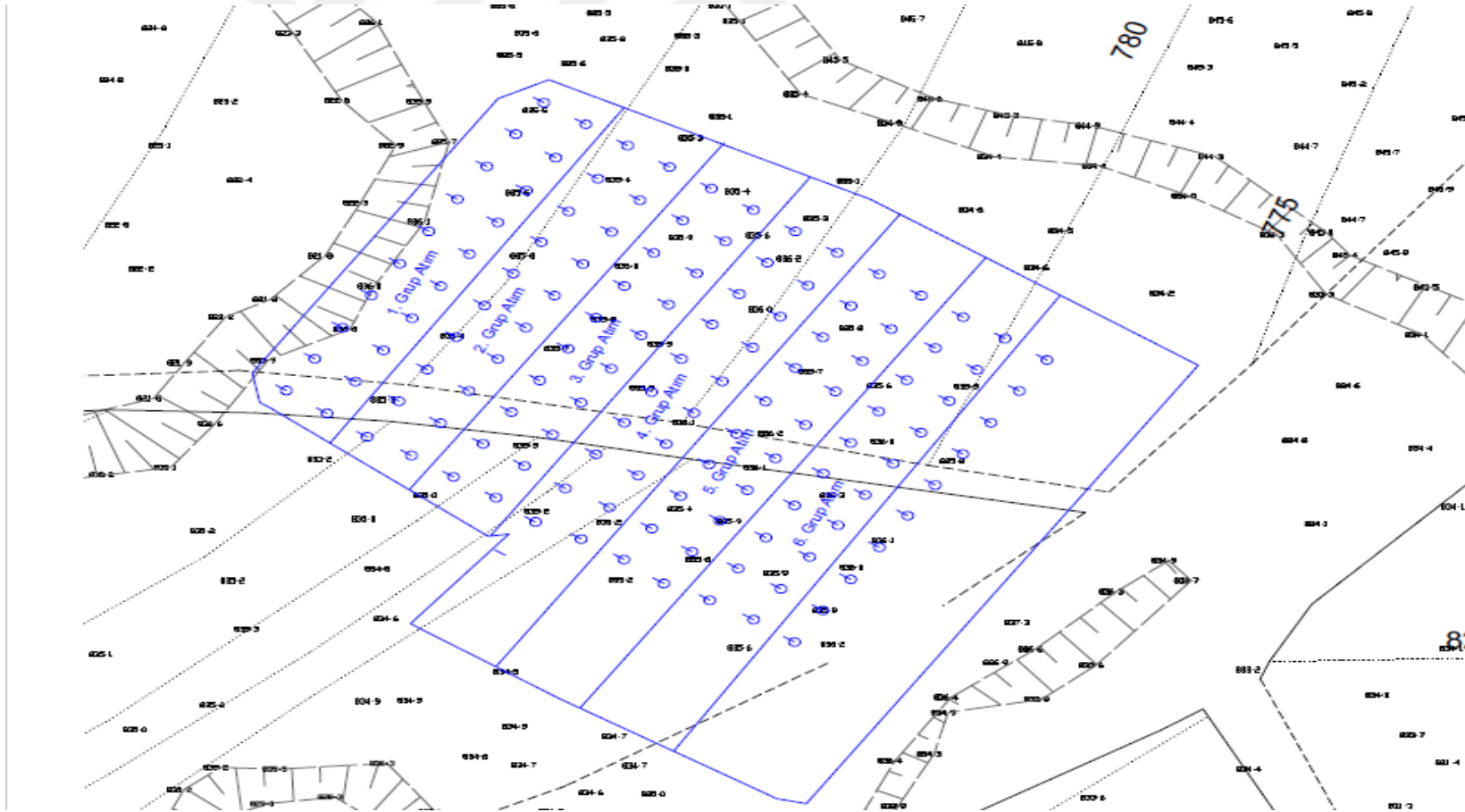


## EKLER

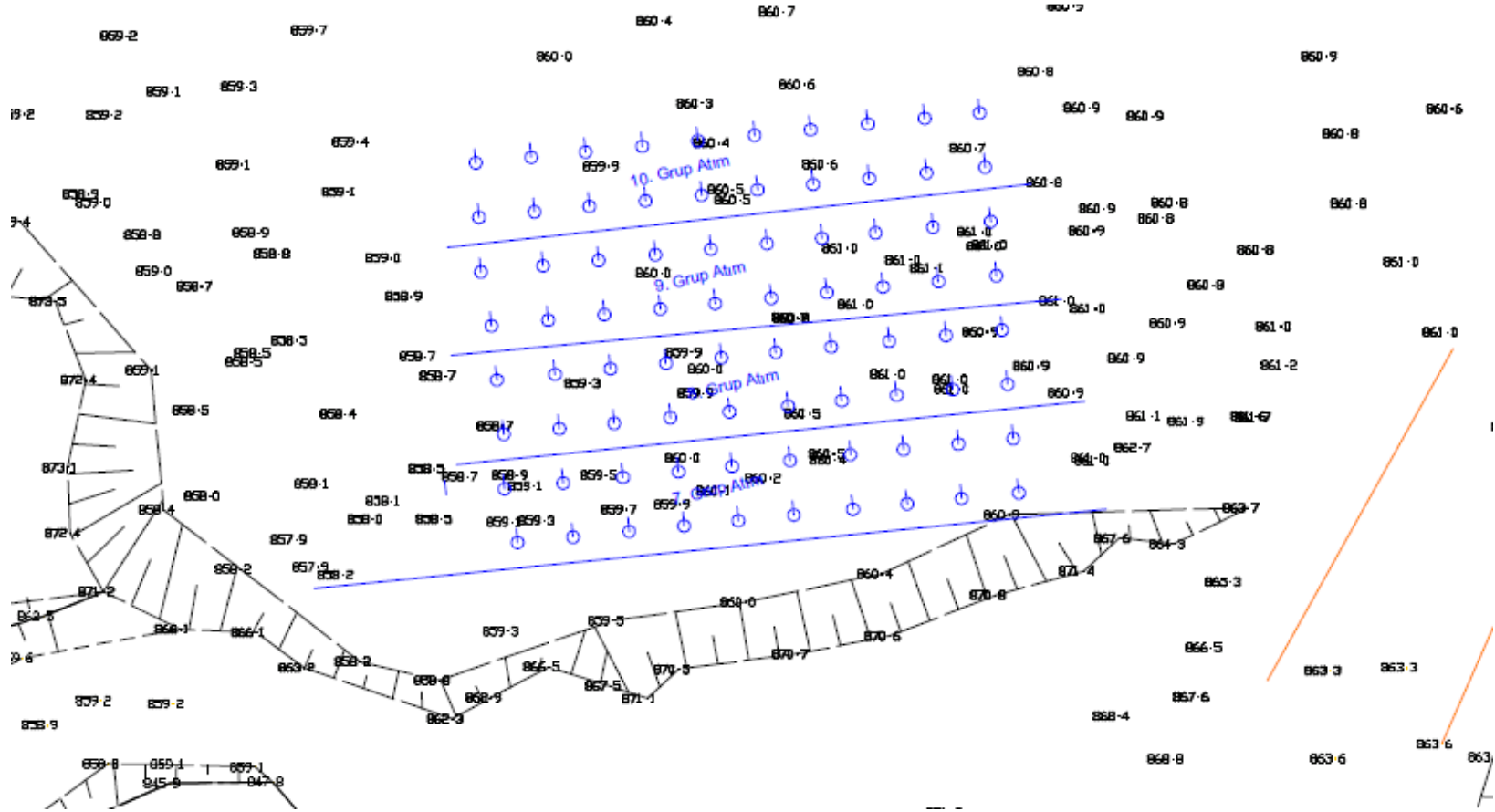
Ek 1. 8m x 8m x 15 m Delik Paterni Çalışma Alanı ve Deliklerin Görüntüsü



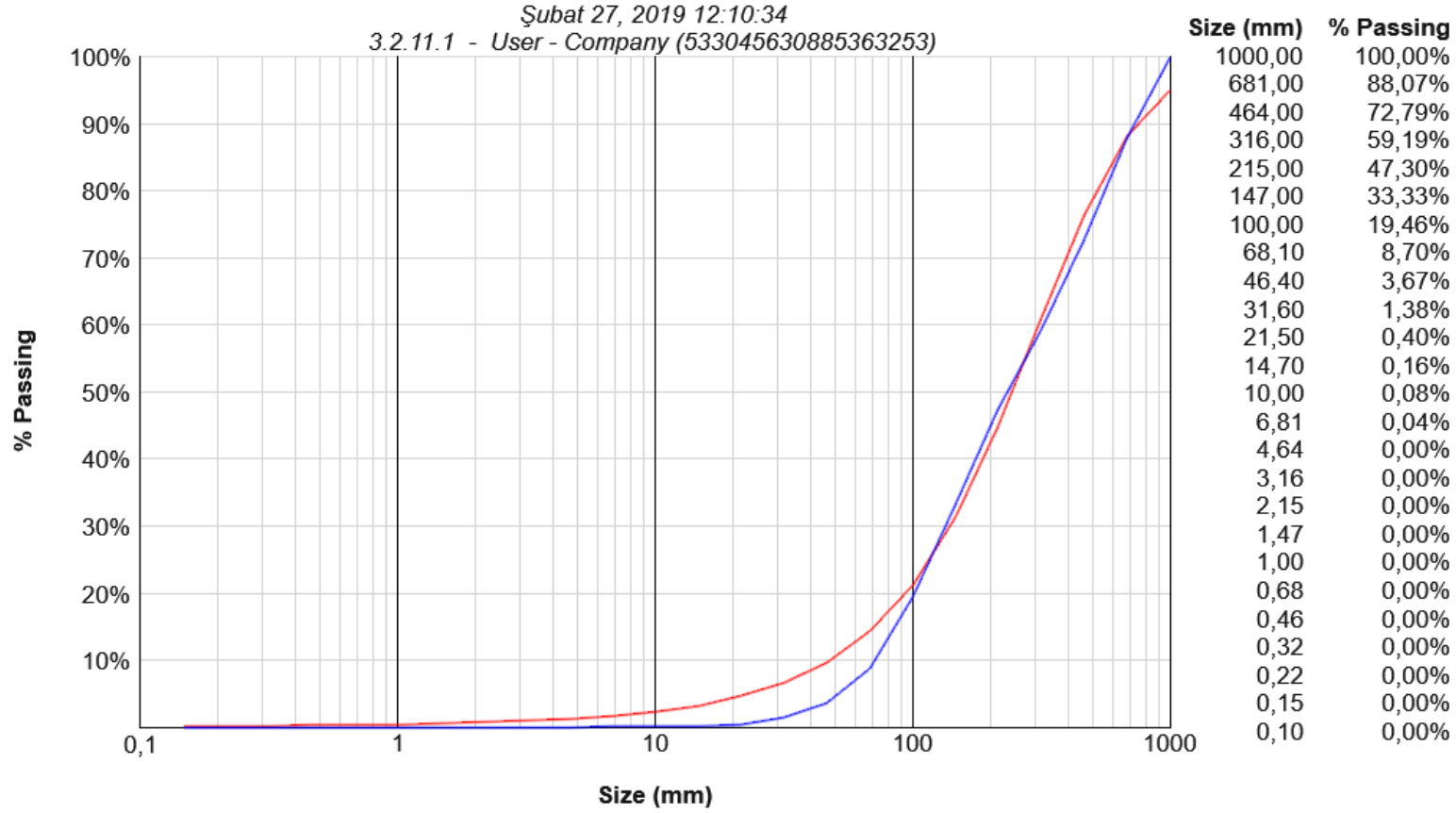
## Ek 2. 9m x 9m x 15 m Delik Paterni, İlk 6 Grup Atıma Ait Çalışma Alanı ve Deliklerin Görüntüsü

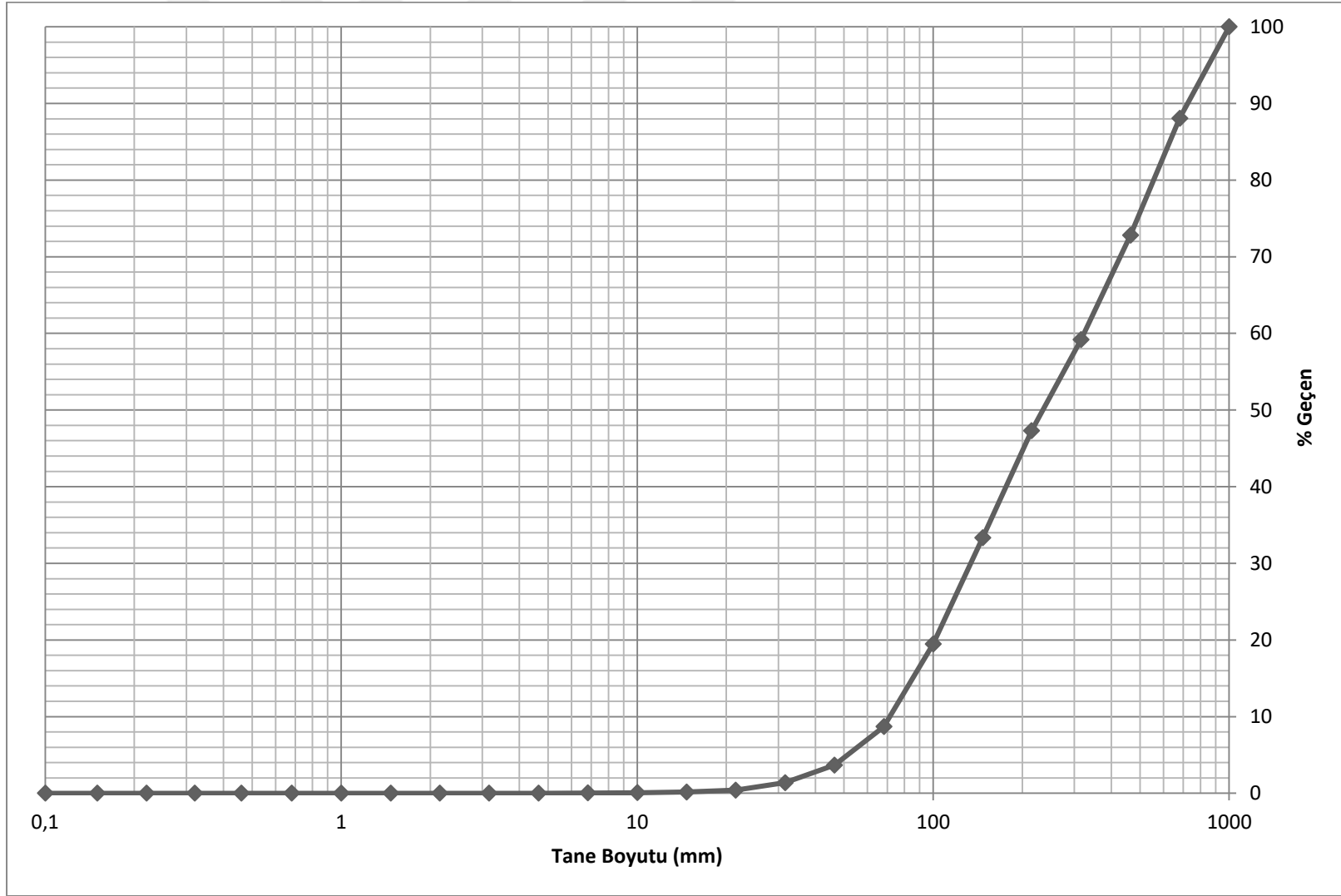


Ek 3. 9m x 9m x 15 m Delik Paterni, Son 4 Grup Atıma Ait Çalışma Alanı ve Deliklerin Görüntüsü

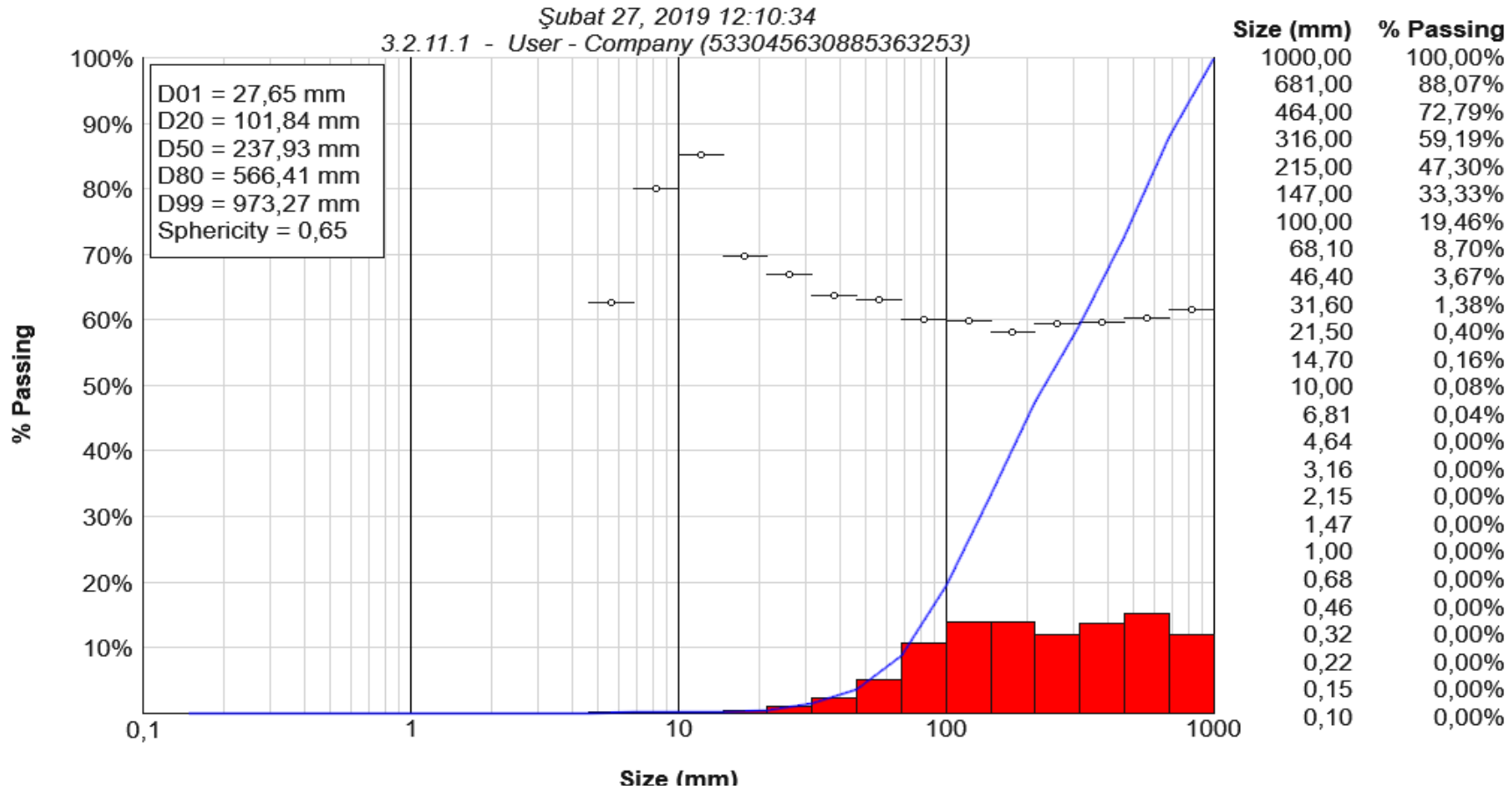


#### Ek 4. 8m x 8m x15 m Delik Paterni, 1. Atıma Ait Tane Boyut Analizi Grafiği

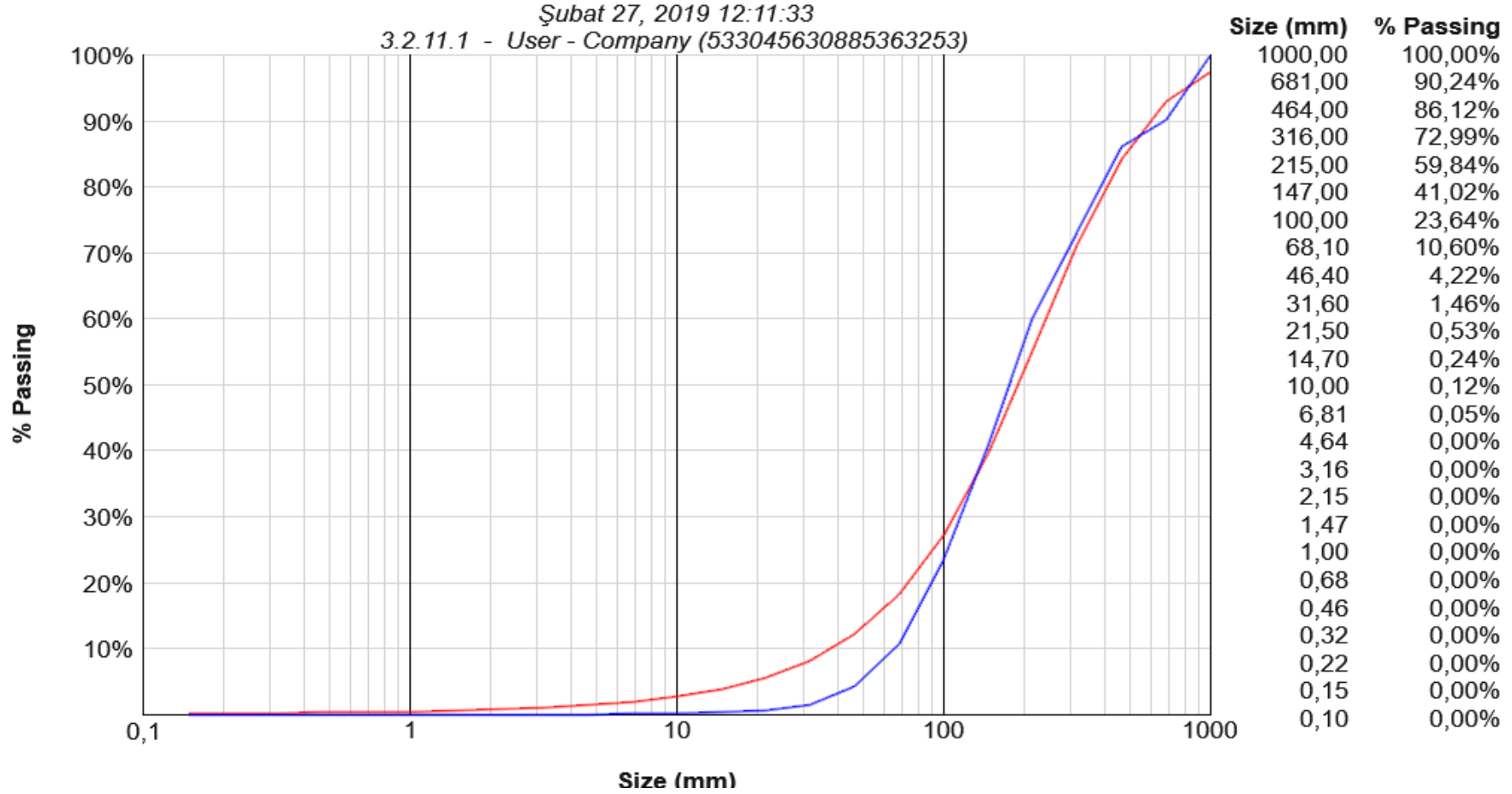


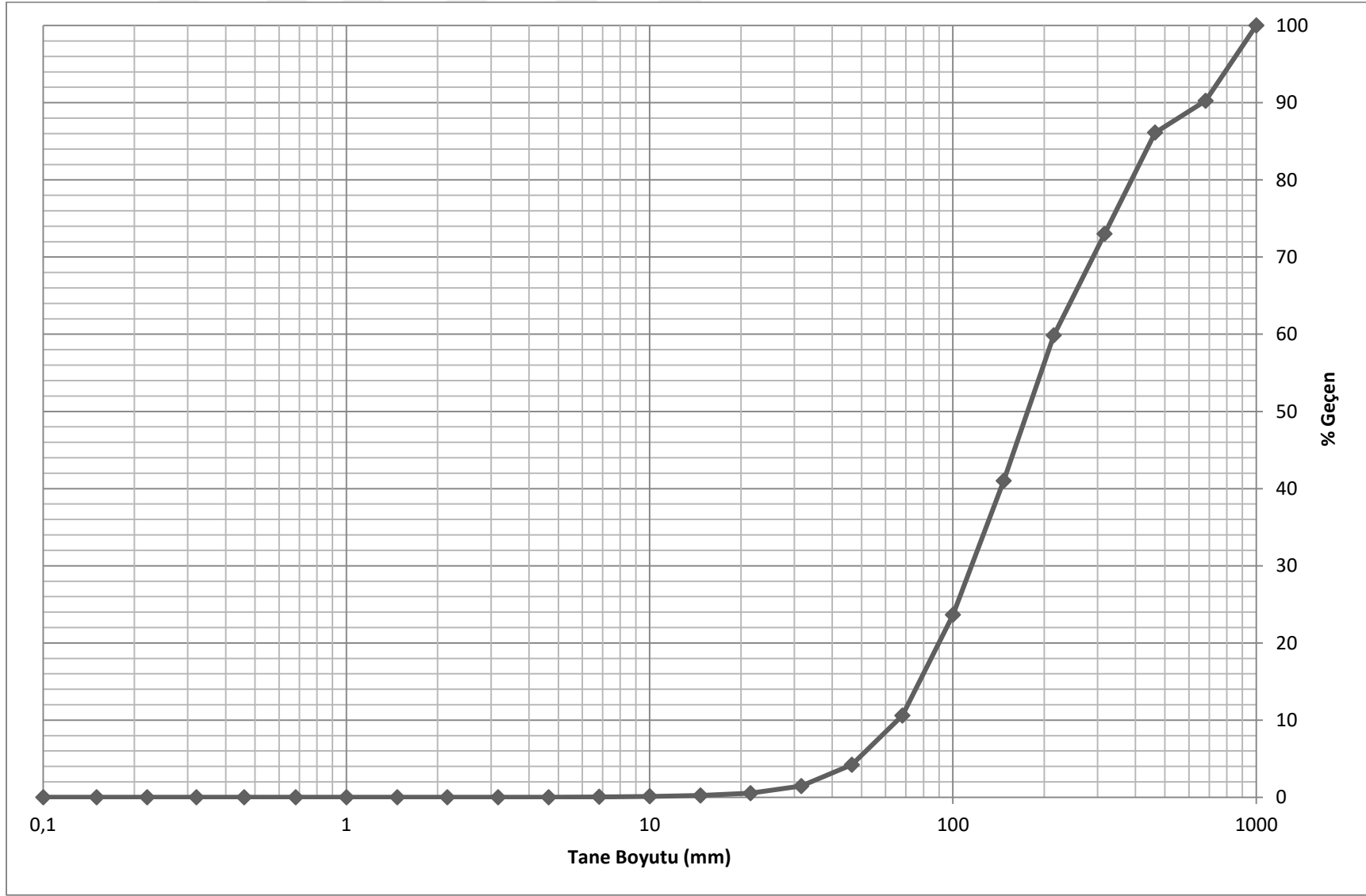


**Ek 5. 8m x 8m x15 m Delik Paterni, 1. Atıma Ait Patlatma Analizi Grafiği**



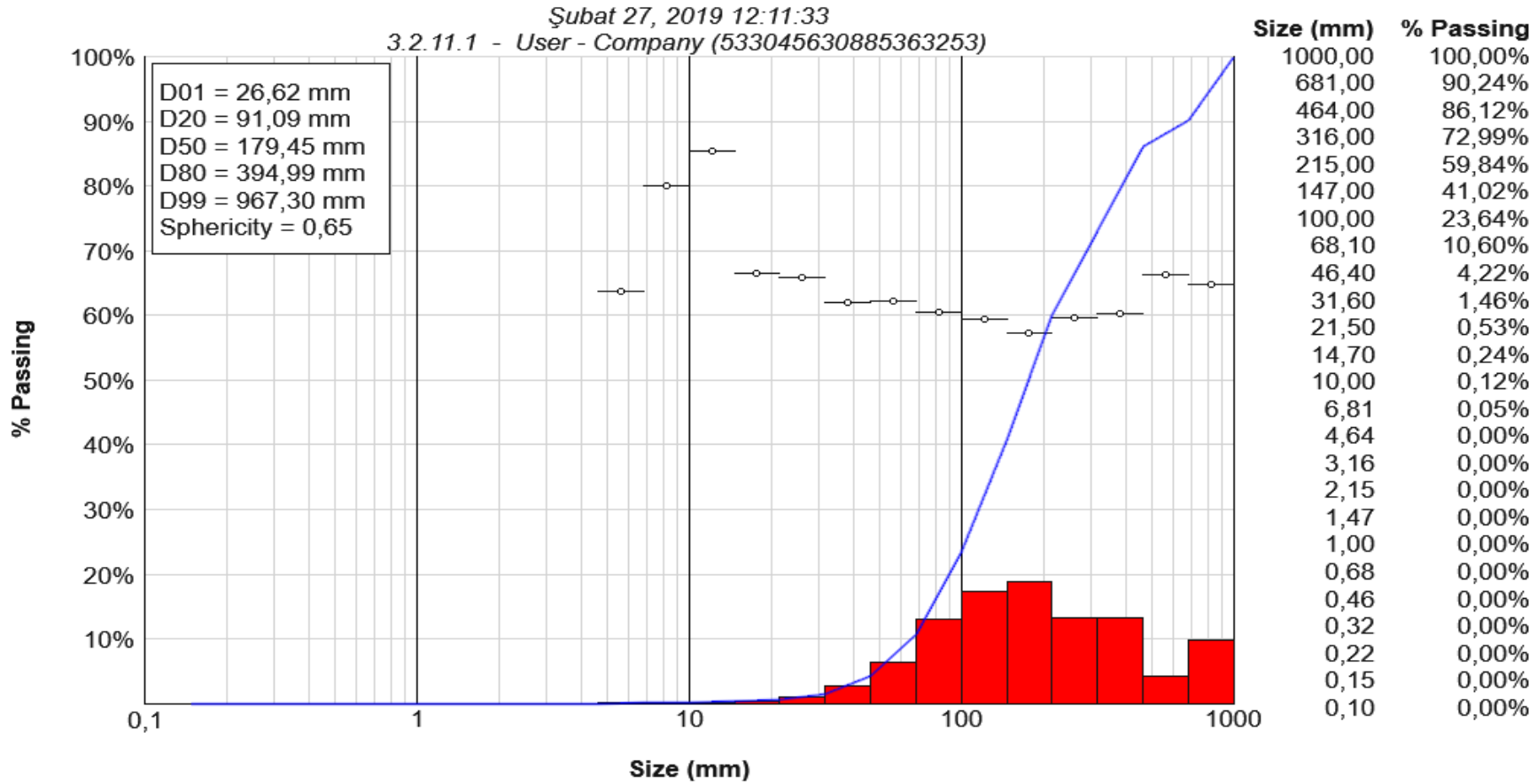
## Ek 6. 8m x 8m x15 m Delik Paterni, 2. Atıma Ait Tane Boyut Analizi Grafiği



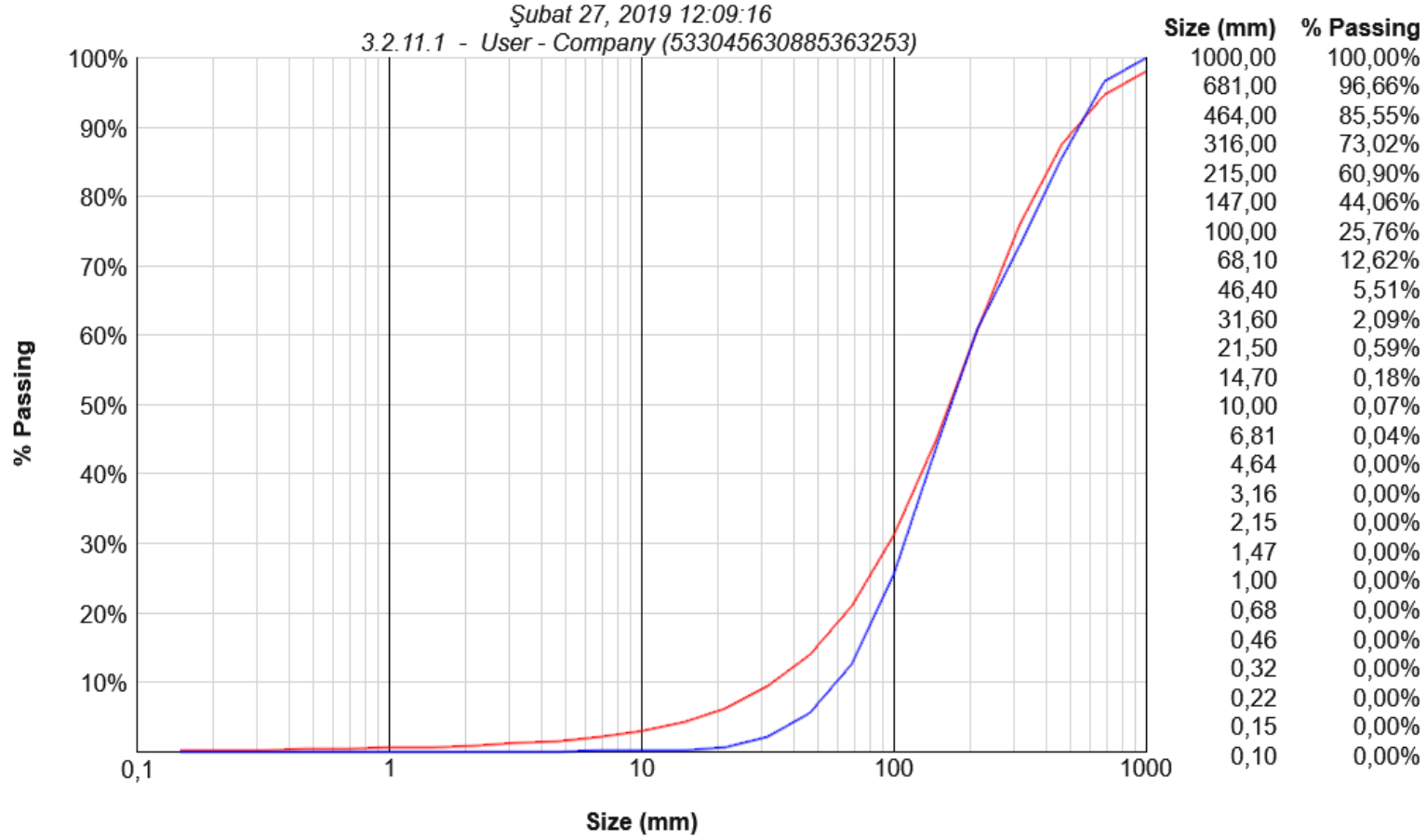


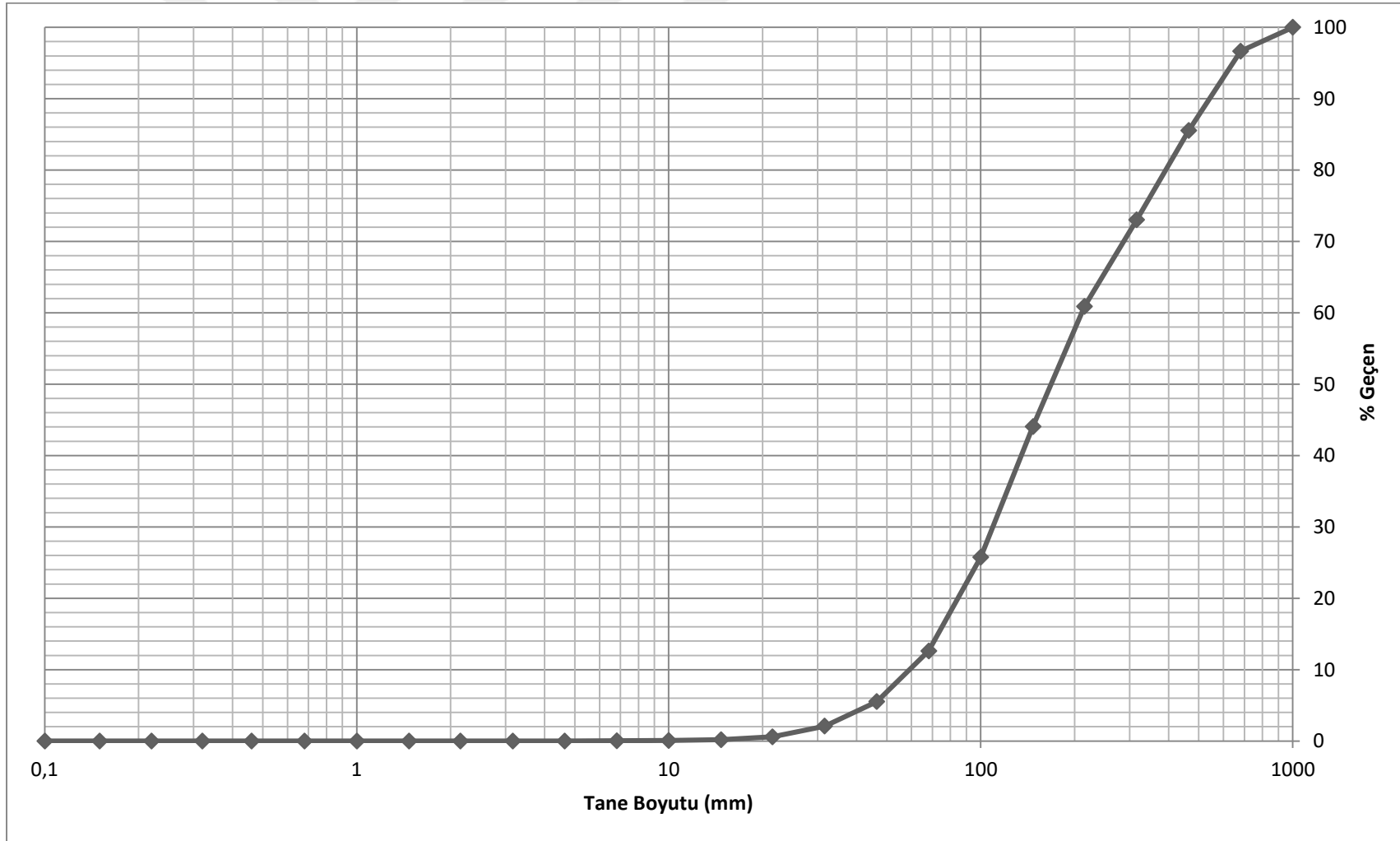


**Ek 7. 8m x 8m x15 m Delik Paterni, 2. Atıma Ait Patlatma Analizi Grafiği**

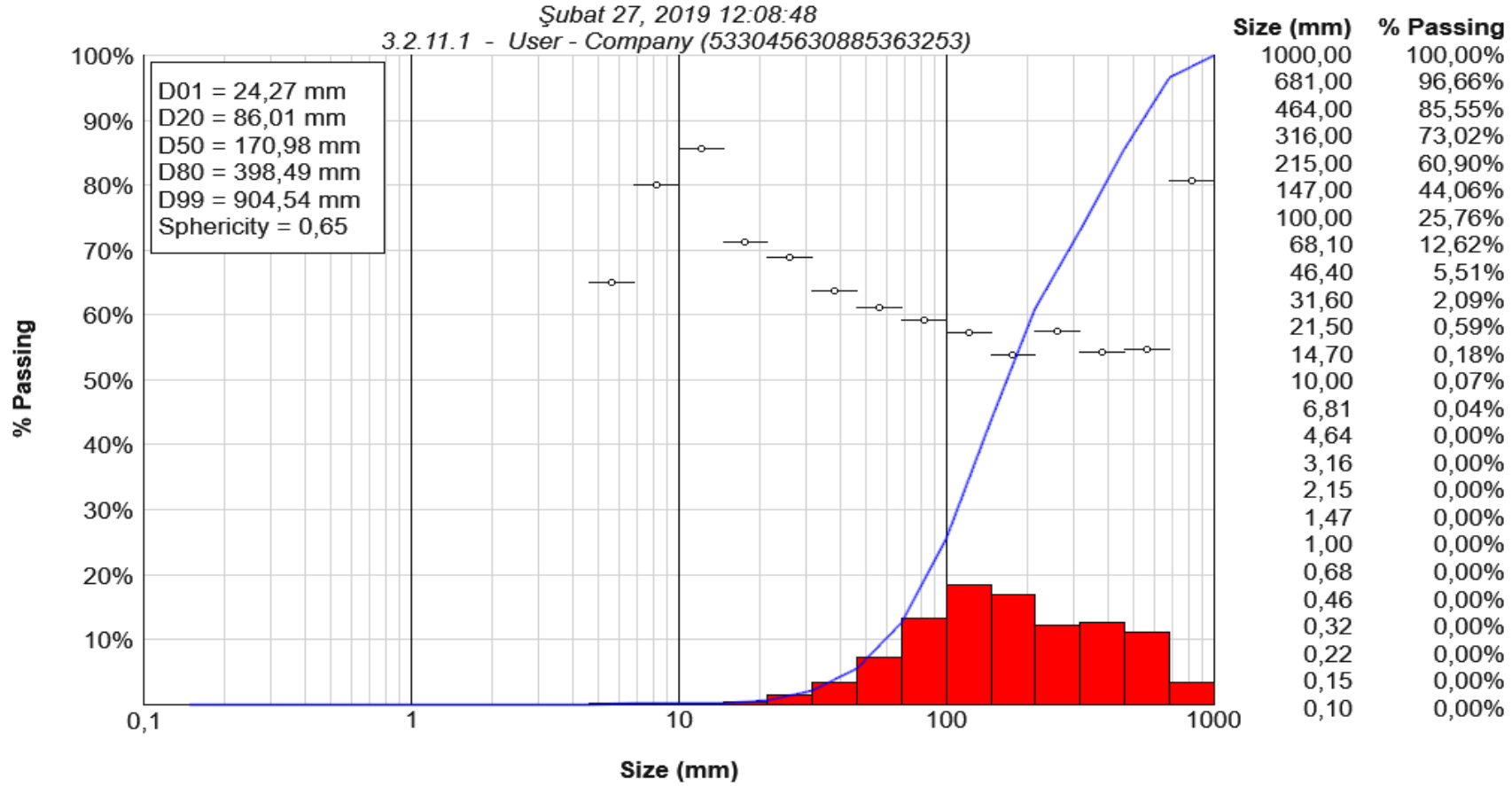


## Ek 8. 8m x 8m x15 m Delik Paterni, 3. Atıma Ait Tane Boyut Analizi Grafiği

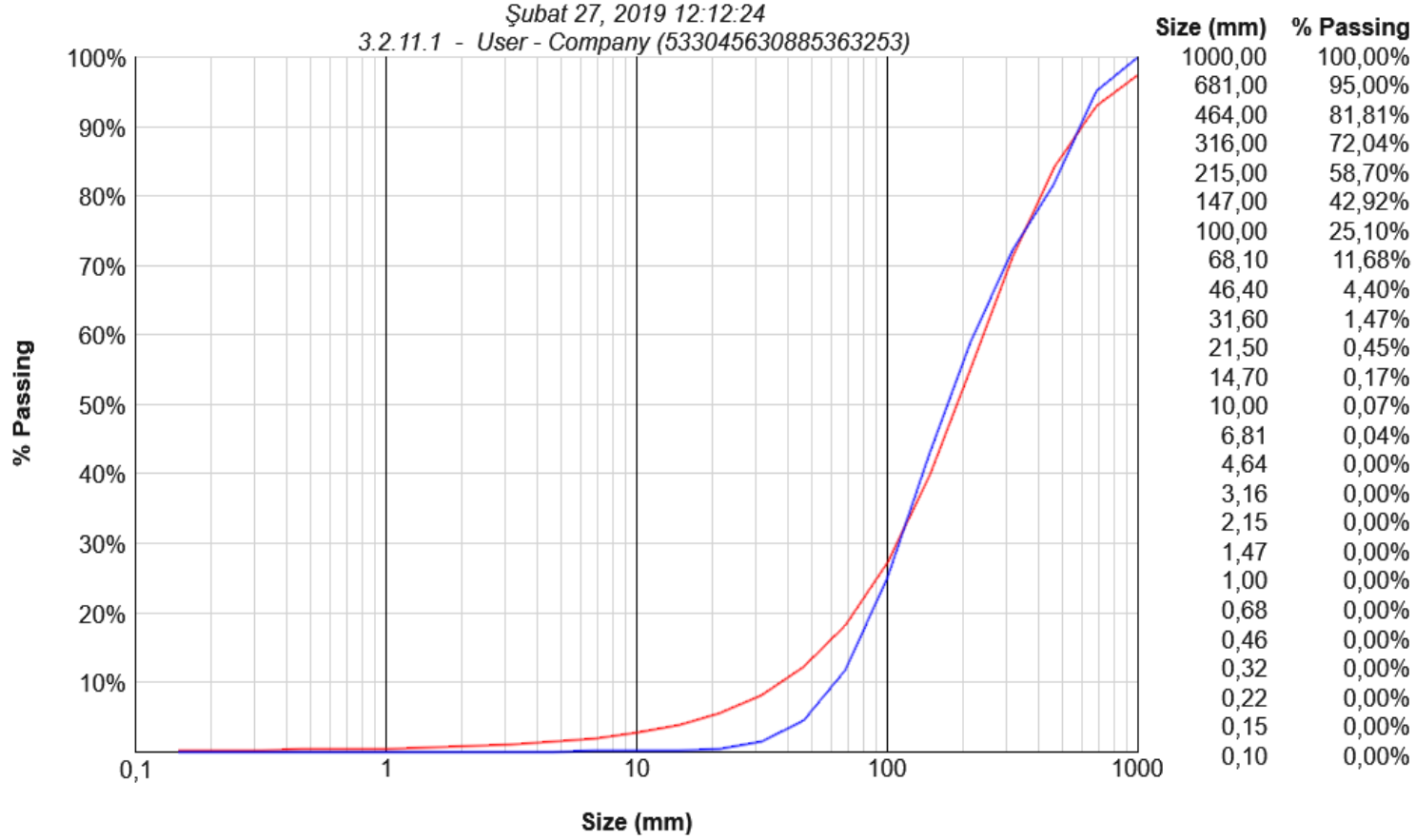


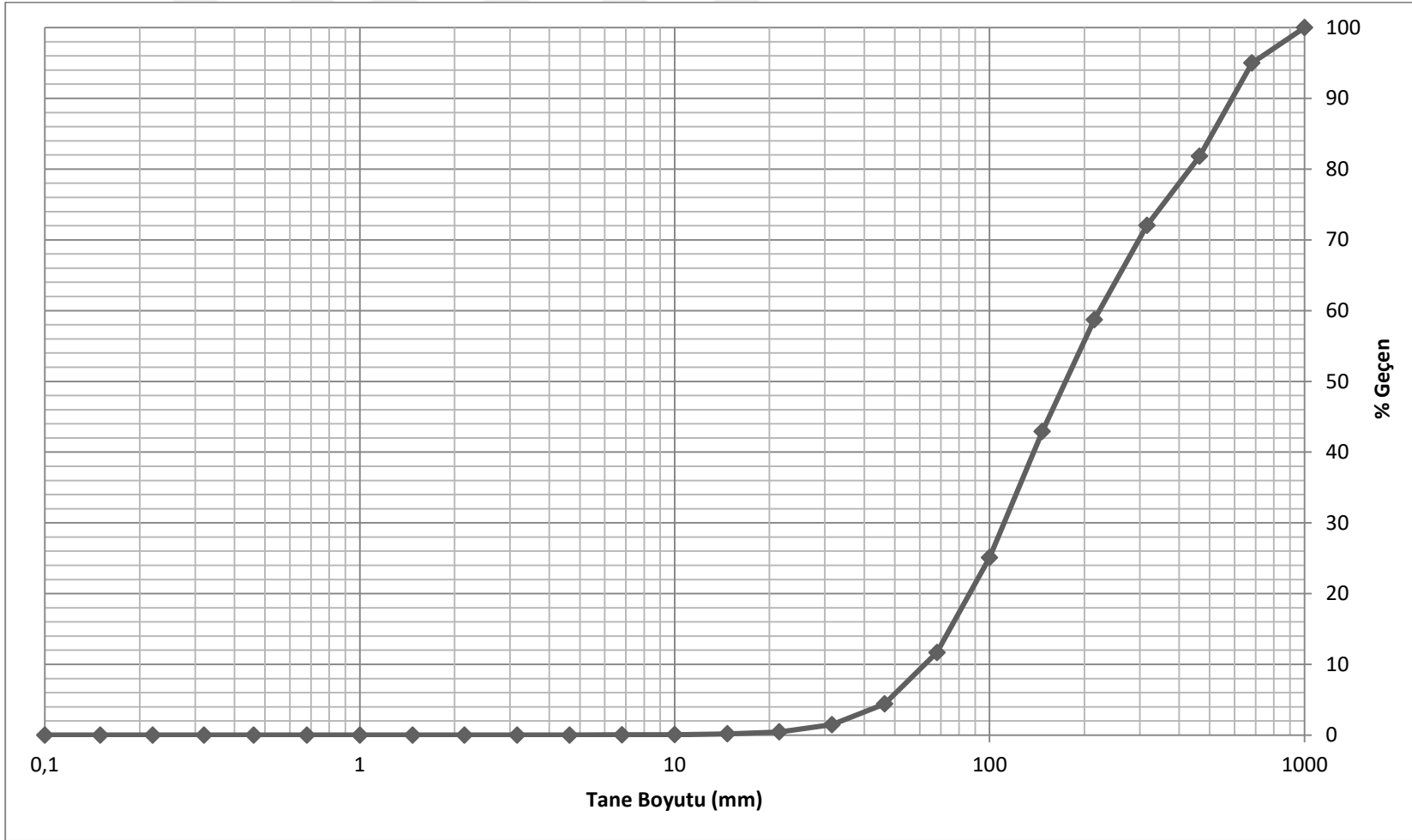


**Ek 9. 8m x 8m x15 m Delik Paterni, 3. Atıma Ait Patlatma Analizi Grafiği**

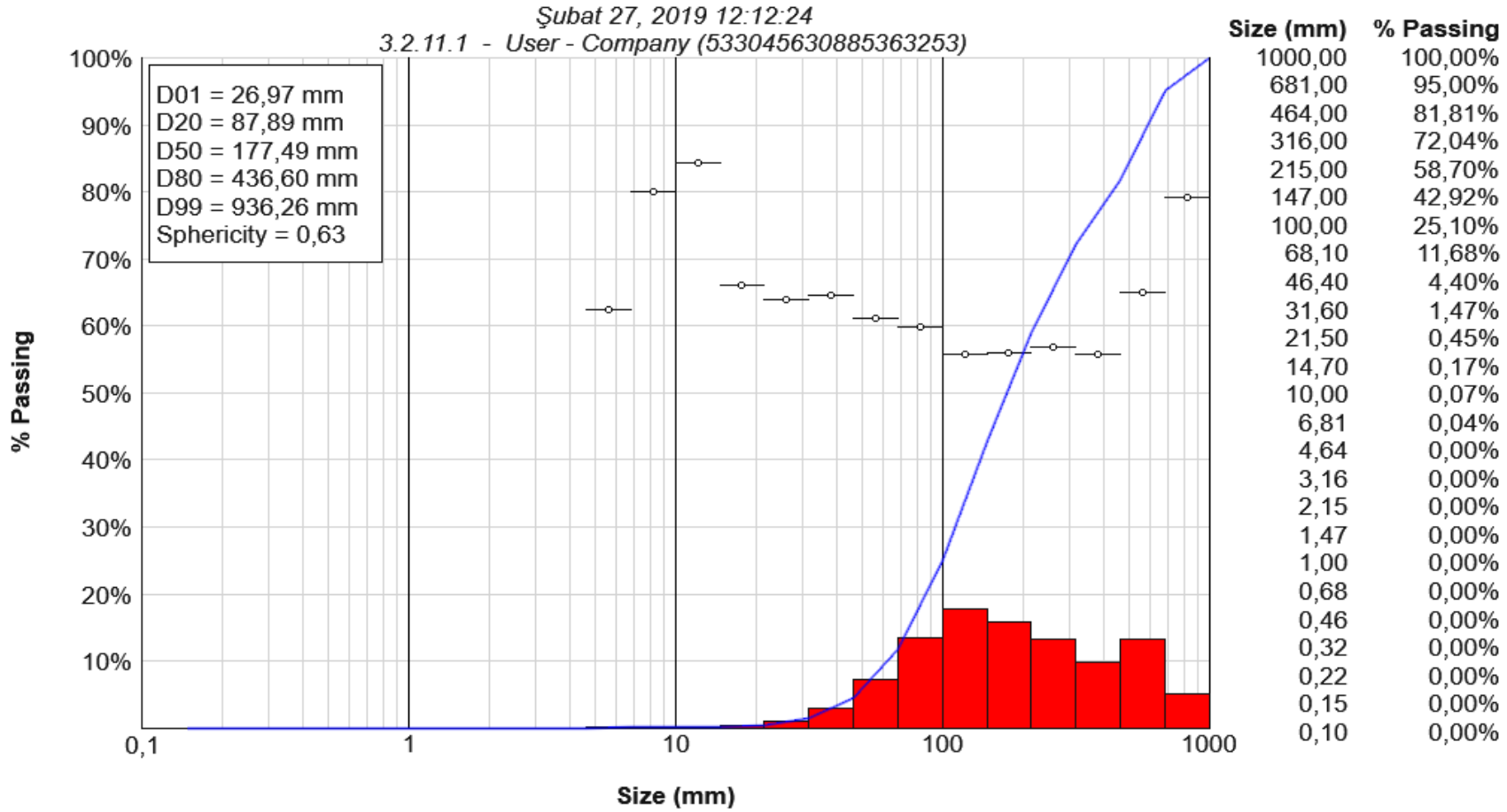


## Ek 10. 8m x 8m x15 m Delik Paterni, 4. Atıma Ait Tane Boyut Analizi Grafiği

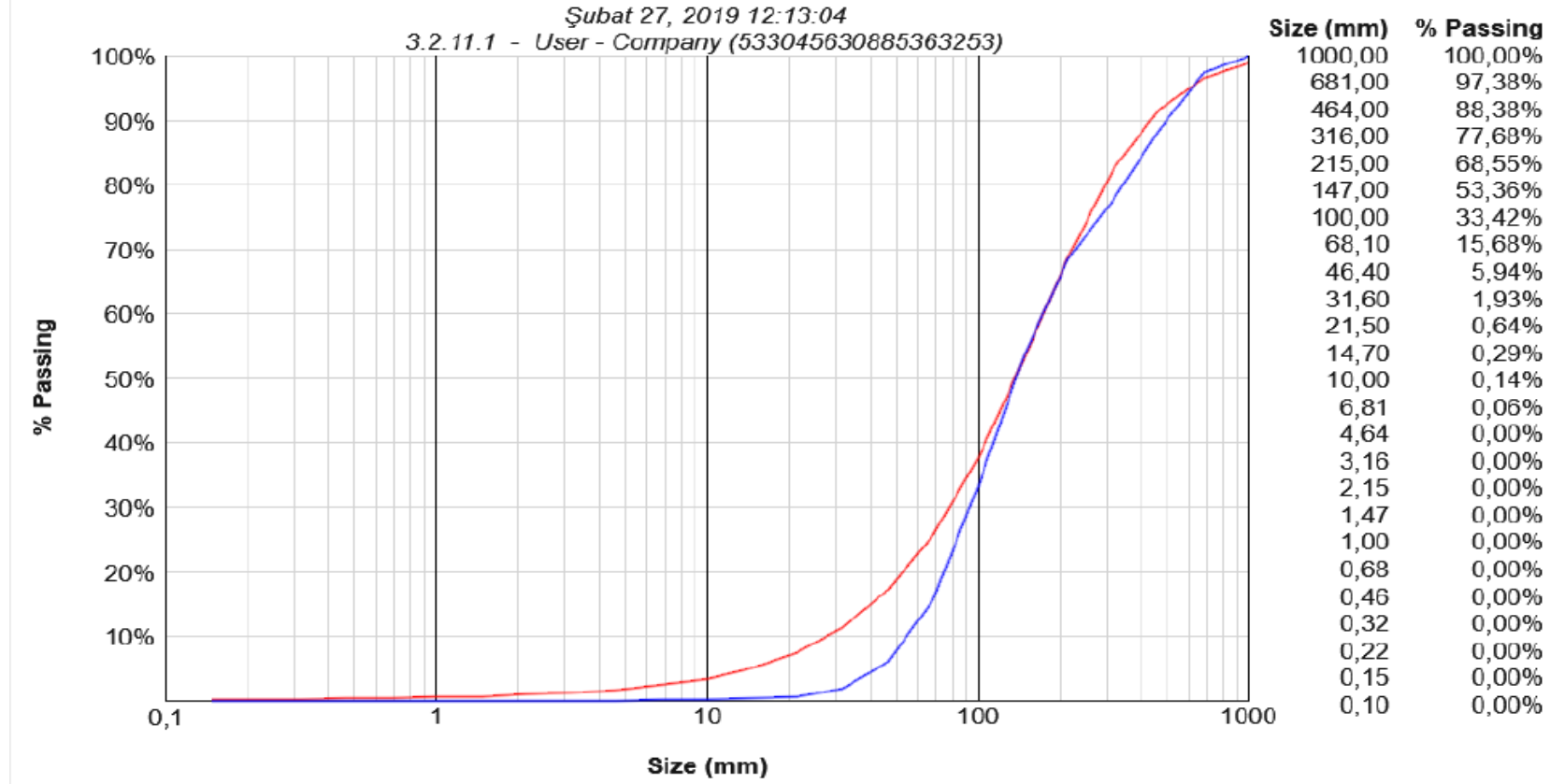




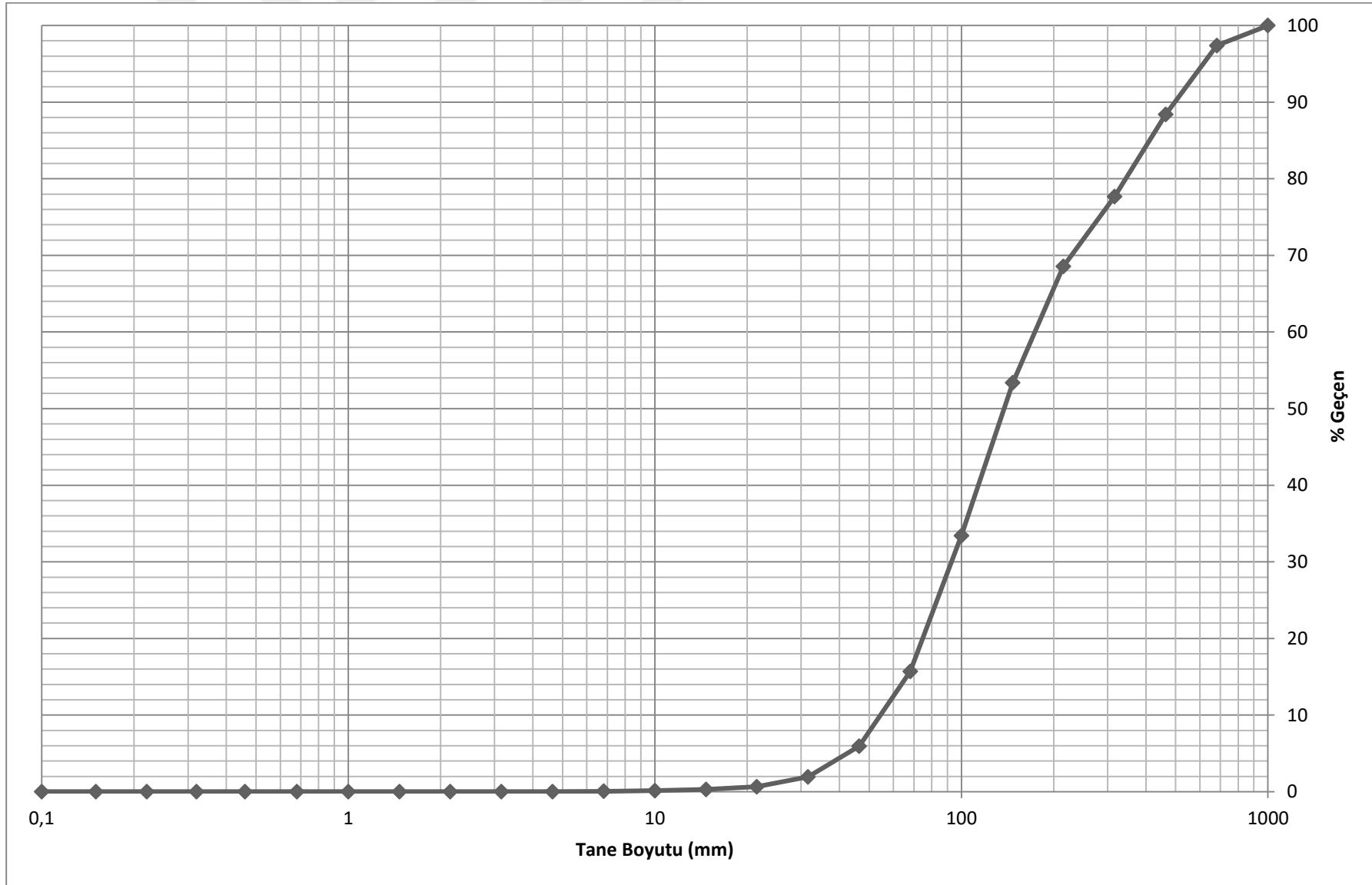
**Ek 11. 8m x 8m x15 m Delik Paterni, 4. Atma Ait Patlatma Analizi Grafiği**



## Ek 12. 8m x 8m x15 m Delik Paterni, 5. Atma Ait Tane Boyut Analizi Grafiği



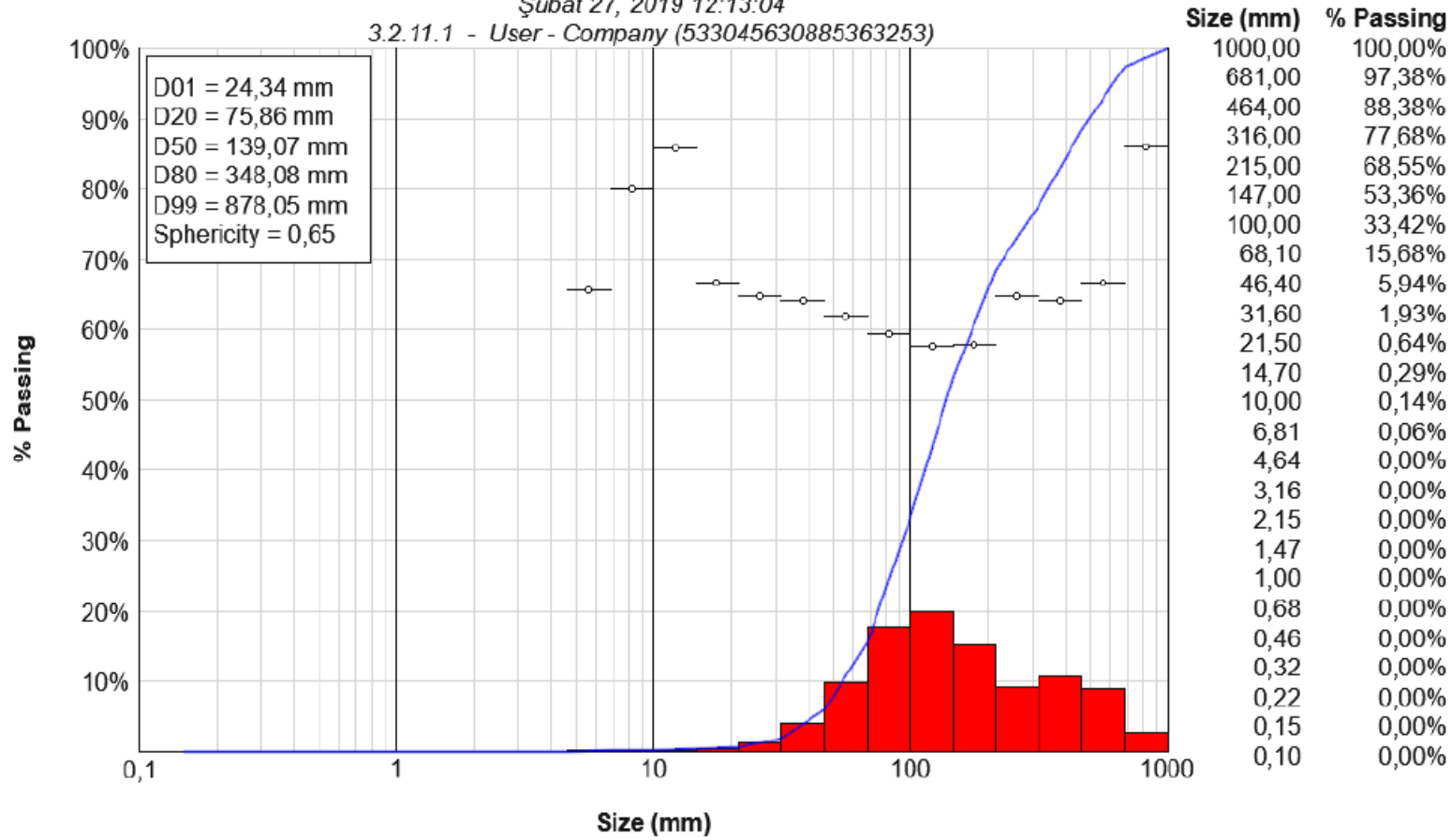




**Ek 13. 8m x 8m x15 m Delik Paterni, 5. Atma Ait Patlatma Analizi Grafiği**

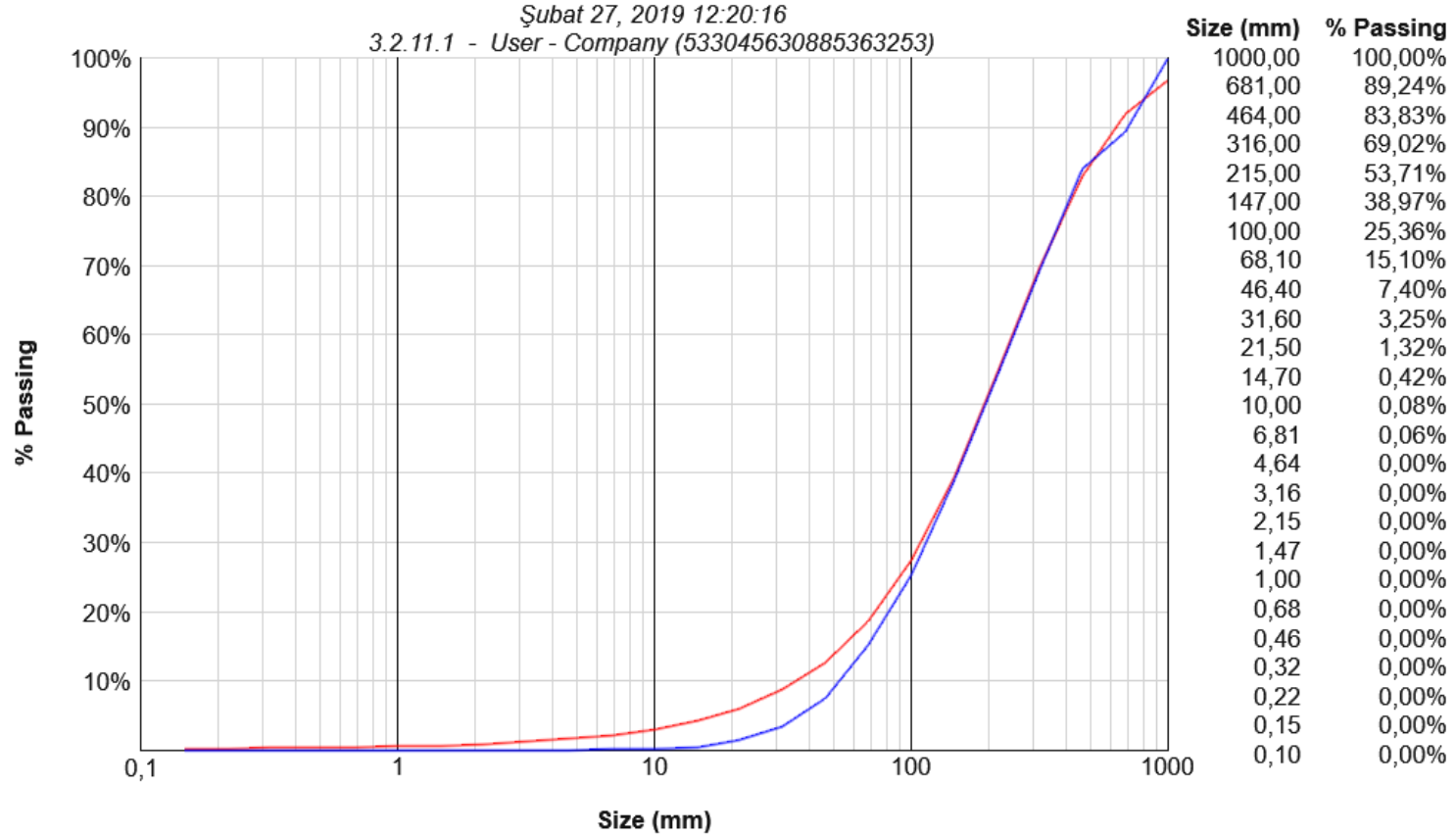
Şubat 27, 2019 12:13:04

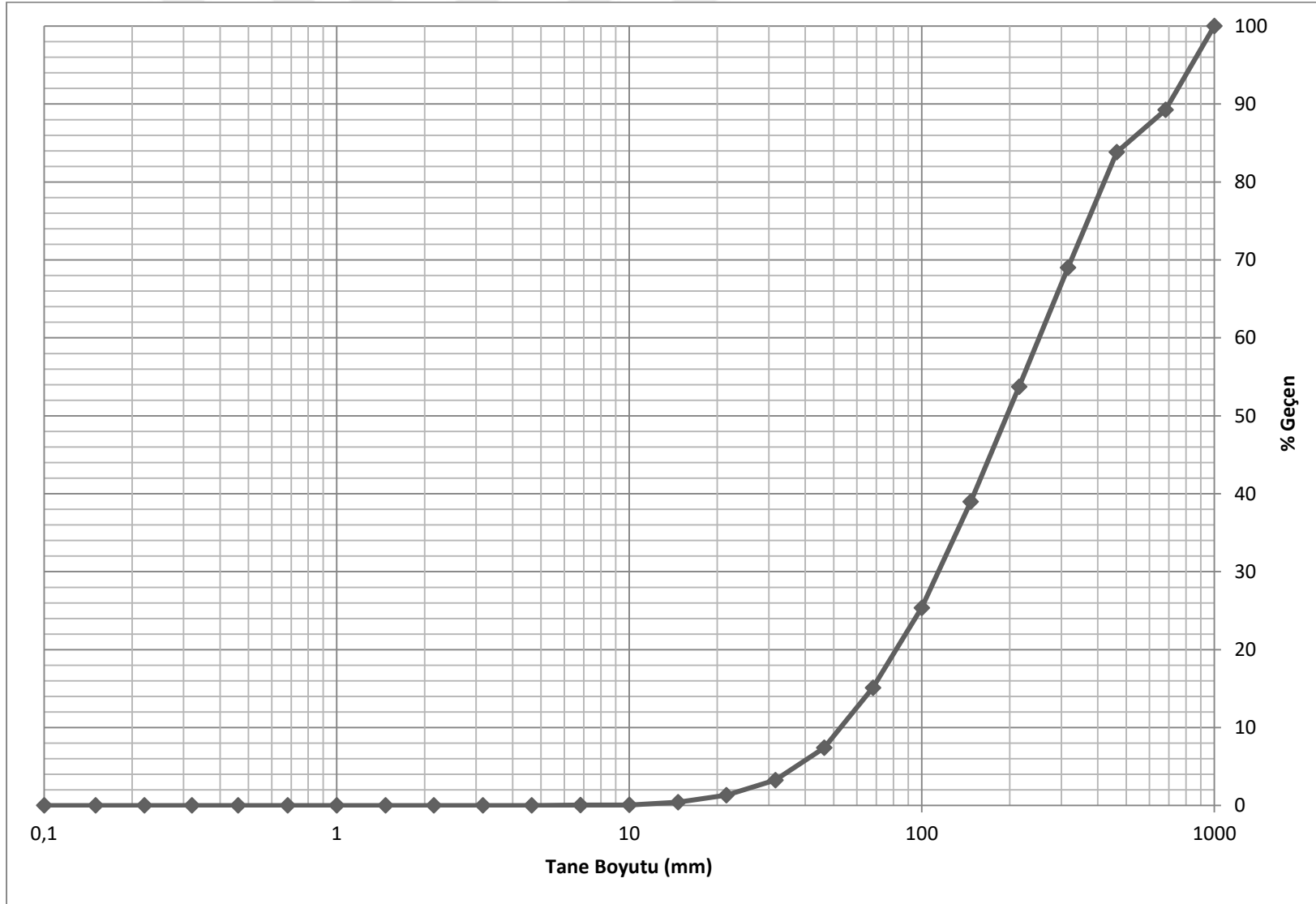
3.2.11.1 - User - Company (533045630885363253)





### Ek 14. 9m x 9m x15 m Delik Paterni, 1. Atıma Ait Tane Boyut Analizi Grafiği

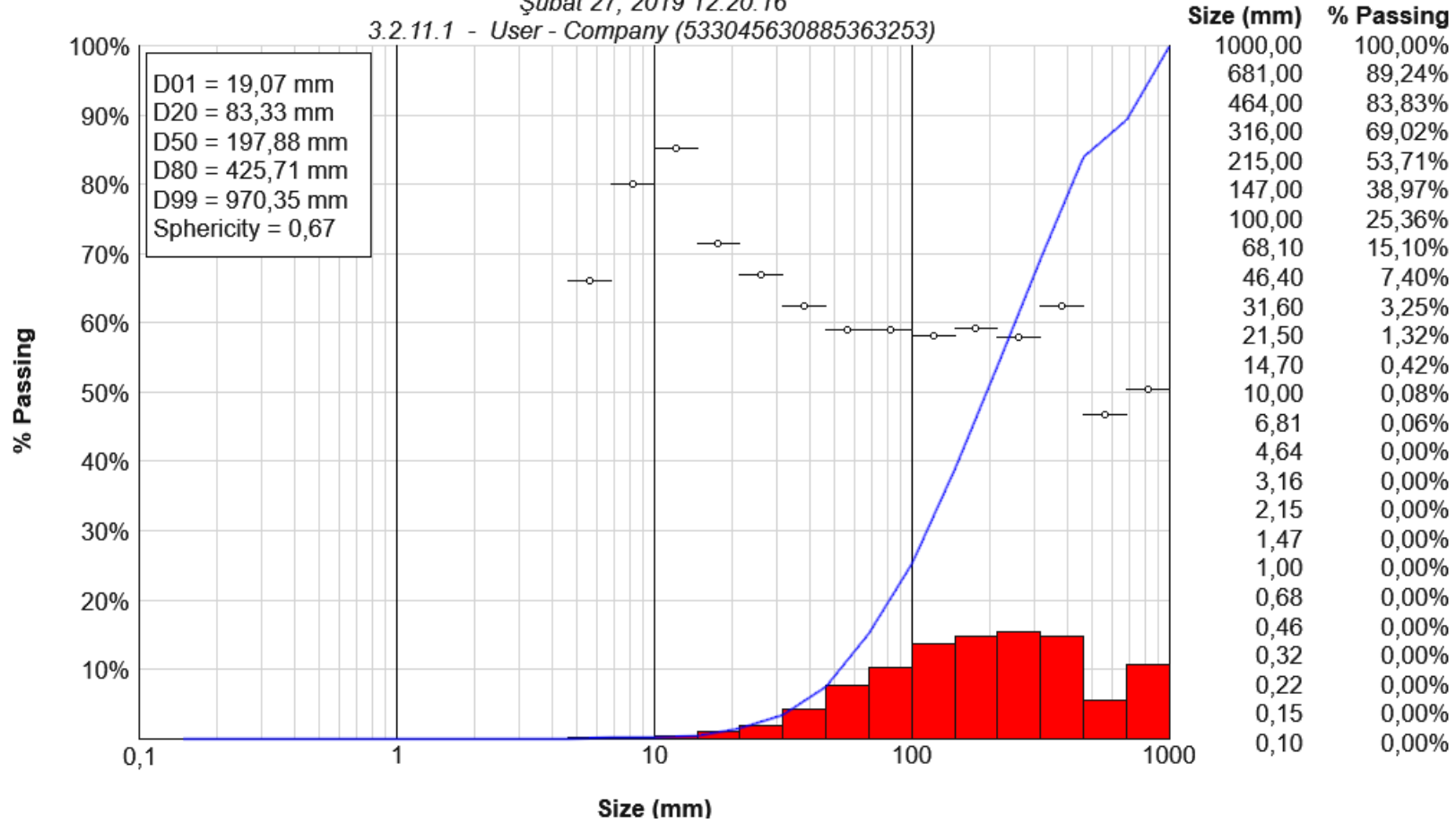




**Ek 15. 9m x 9m x15 m Delik Paterni, 1. Atma Ait Patlatma Analizi Grafiği**

Şubat 27, 2019 12:20:16

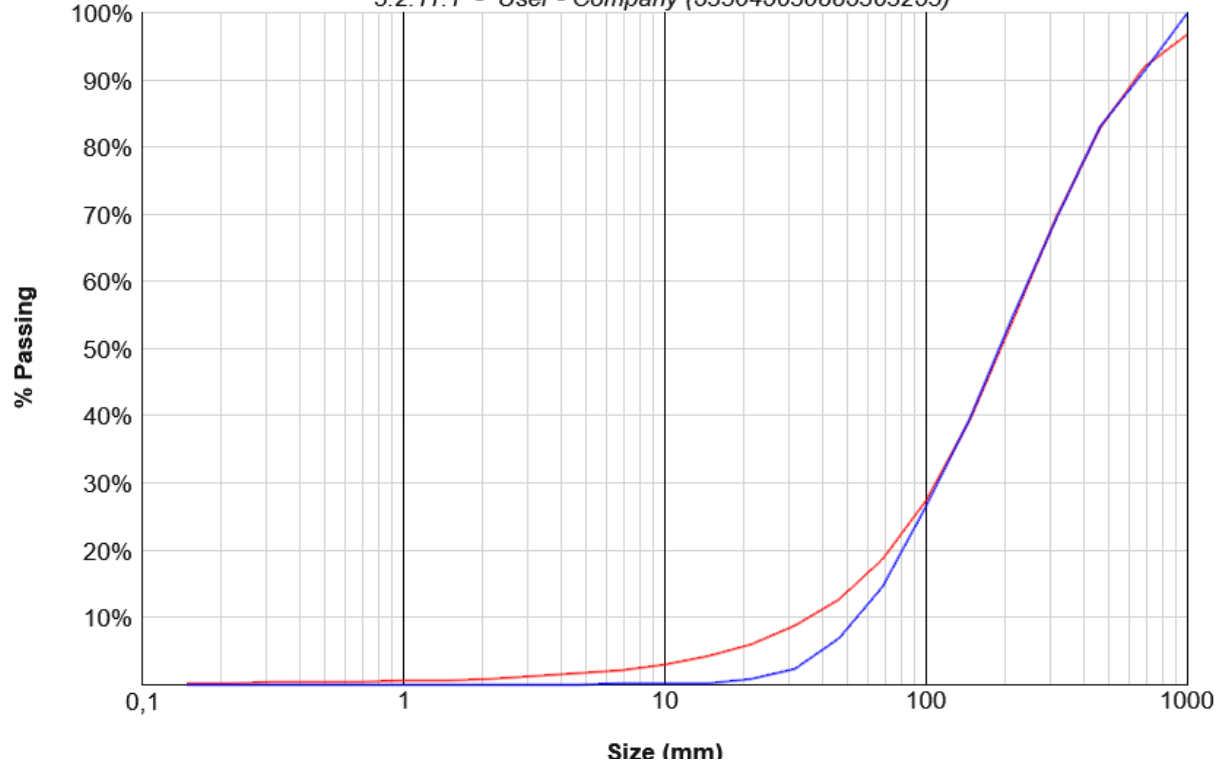
3.2.11.1 - User - Company (533045630885363253)



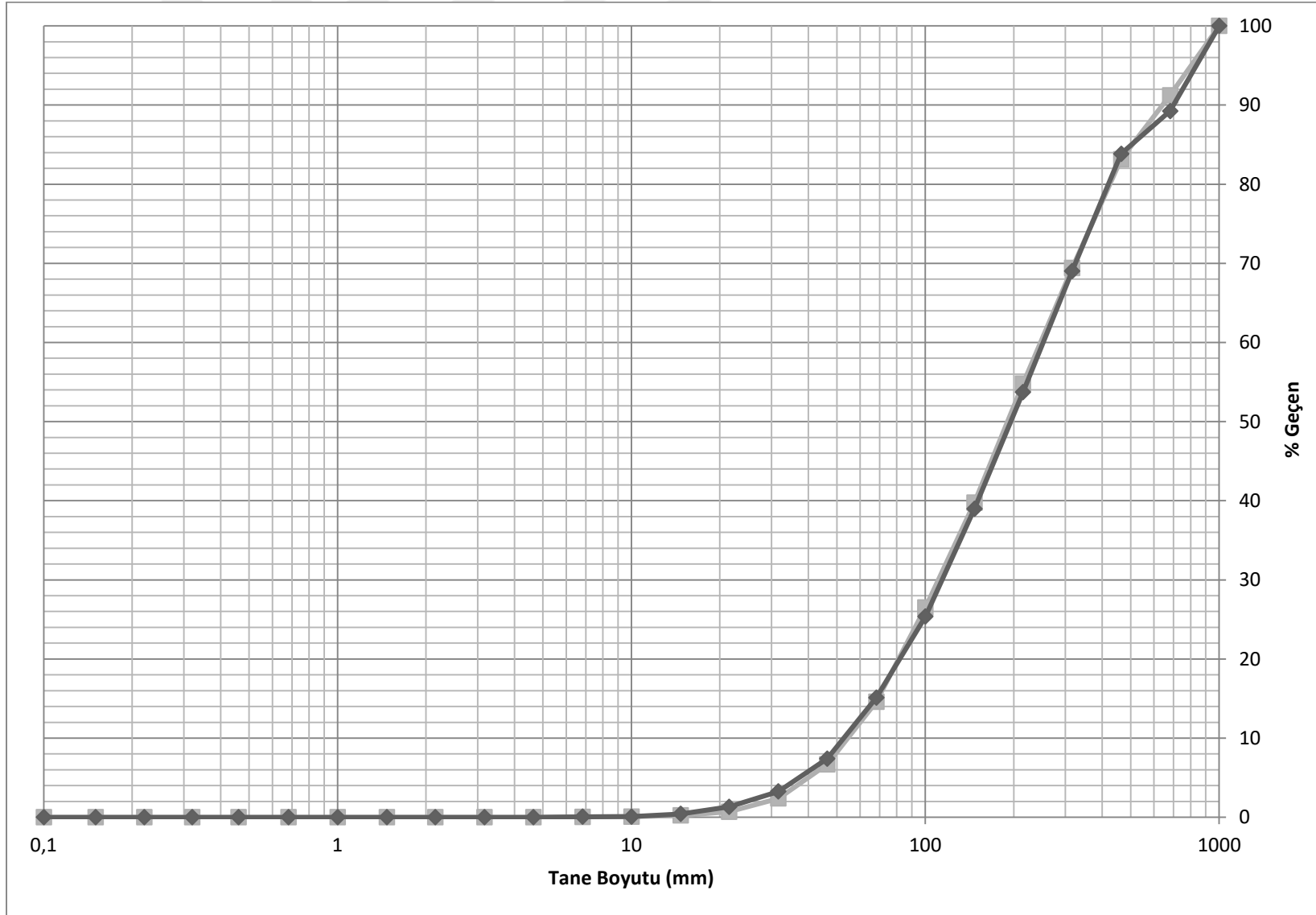
## Ek 16. 9m x 9m x15 m Delik Paterni, 2. Atıma Ait Tane Boyut Analizi Grafiği

Şubat 27, 2019 12:20:49

3.2.11.1 - User - Company (533045630885363253)



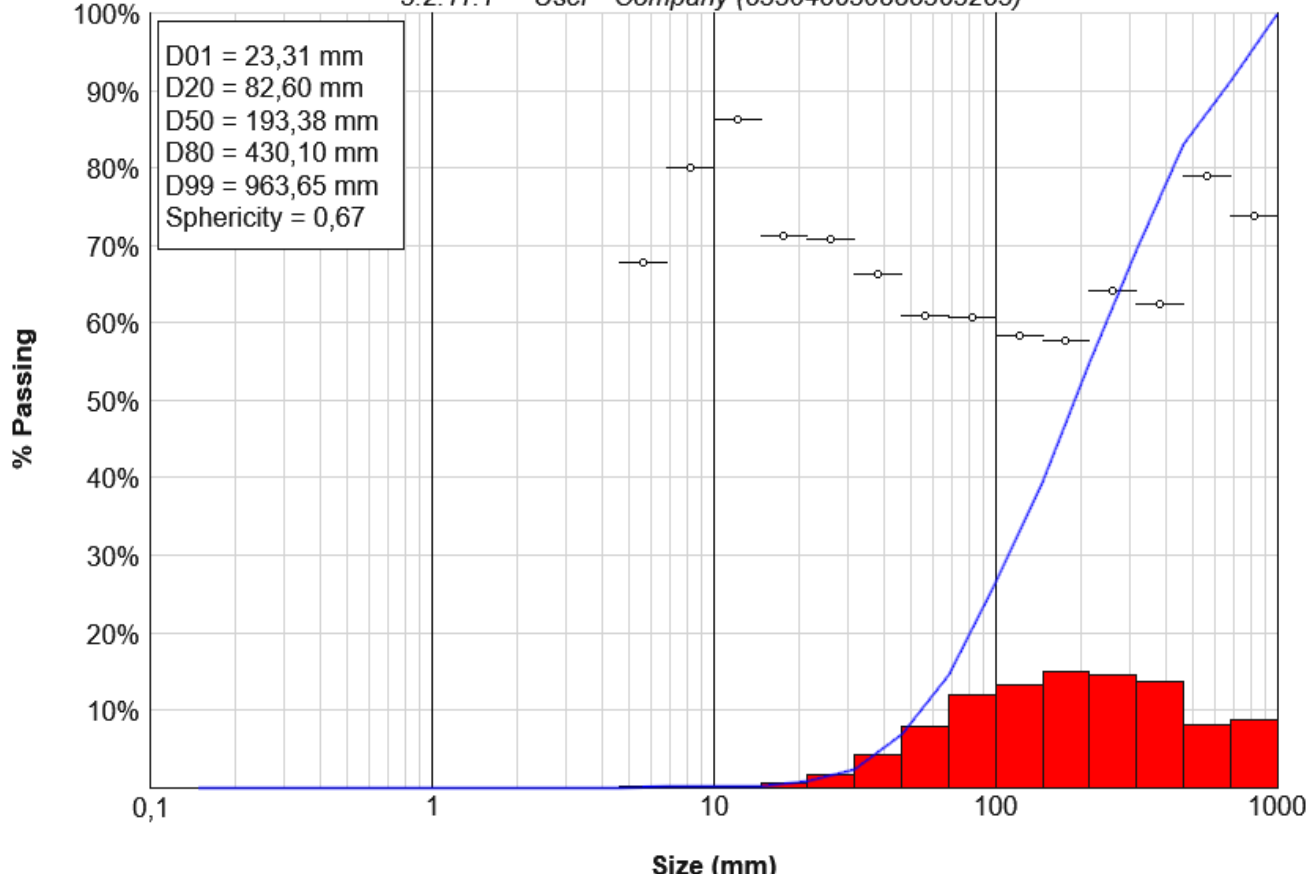
Size (mm)	% Passing
1000,00	100,00%
681,00	91,22%
464,00	83,15%
316,00	69,40%
215,00	54,78%
147,00	39,75%
100,00	26,50%
68,10	14,58%
46,40	6,69%
31,60	2,38%
21,50	0,70%
14,70	0,22%
10,00	0,08%
6,81	0,04%
4,64	0,00%
3,16	0,00%
2,15	0,00%
1,47	0,00%
1,00	0,00%
0,68	0,00%
0,46	0,00%
0,32	0,00%
0,22	0,00%
0,15	0,00%
0,10	0,00%



**Ek 17. 9m x 9m x15 m Delik Paterni, 2. Atma Ait Patlatma Analizi Grafiği**

Şubat 27, 2019 12:20:49

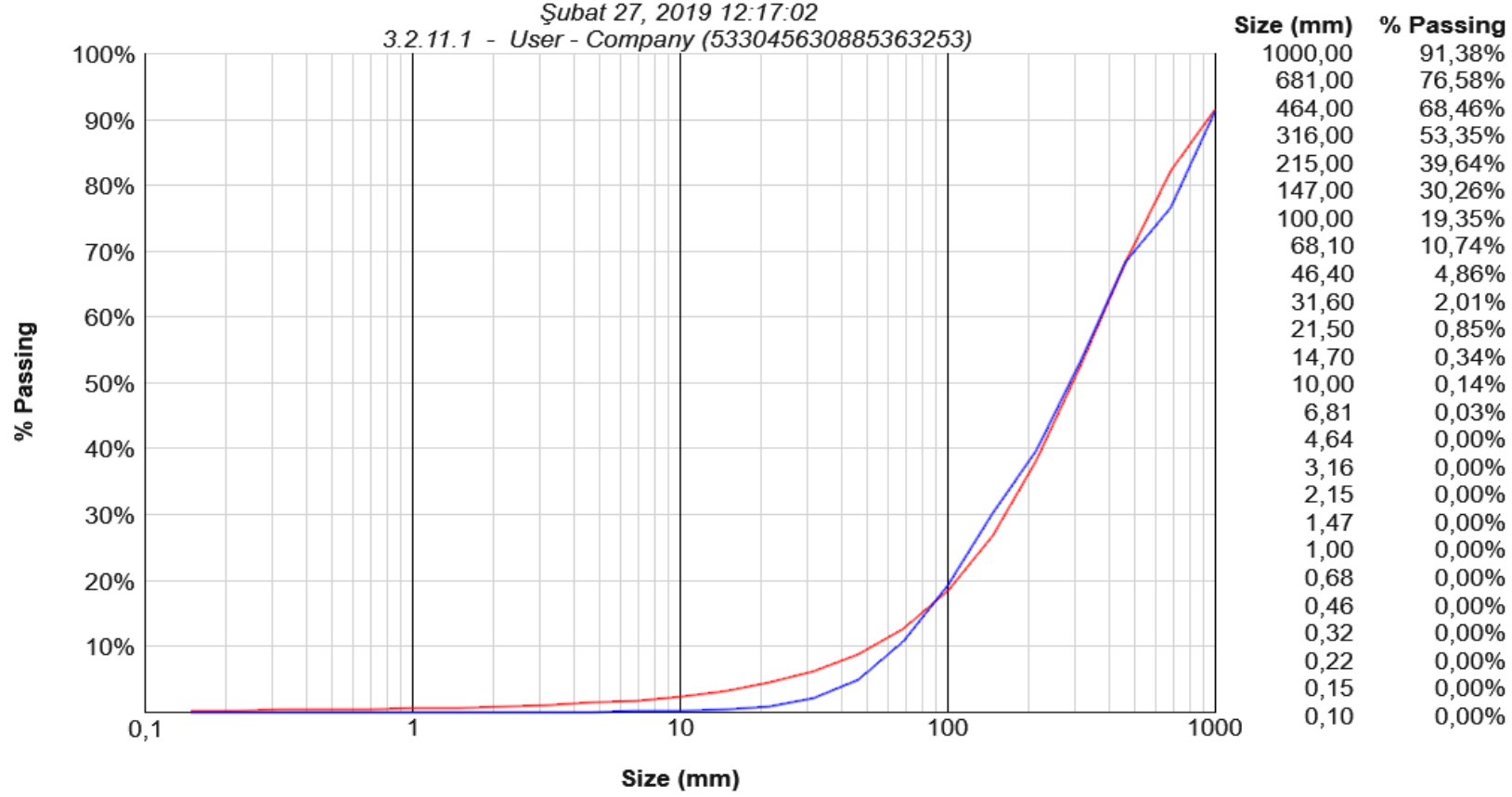
3.2.11.1 - User - Company (533045630885363253)

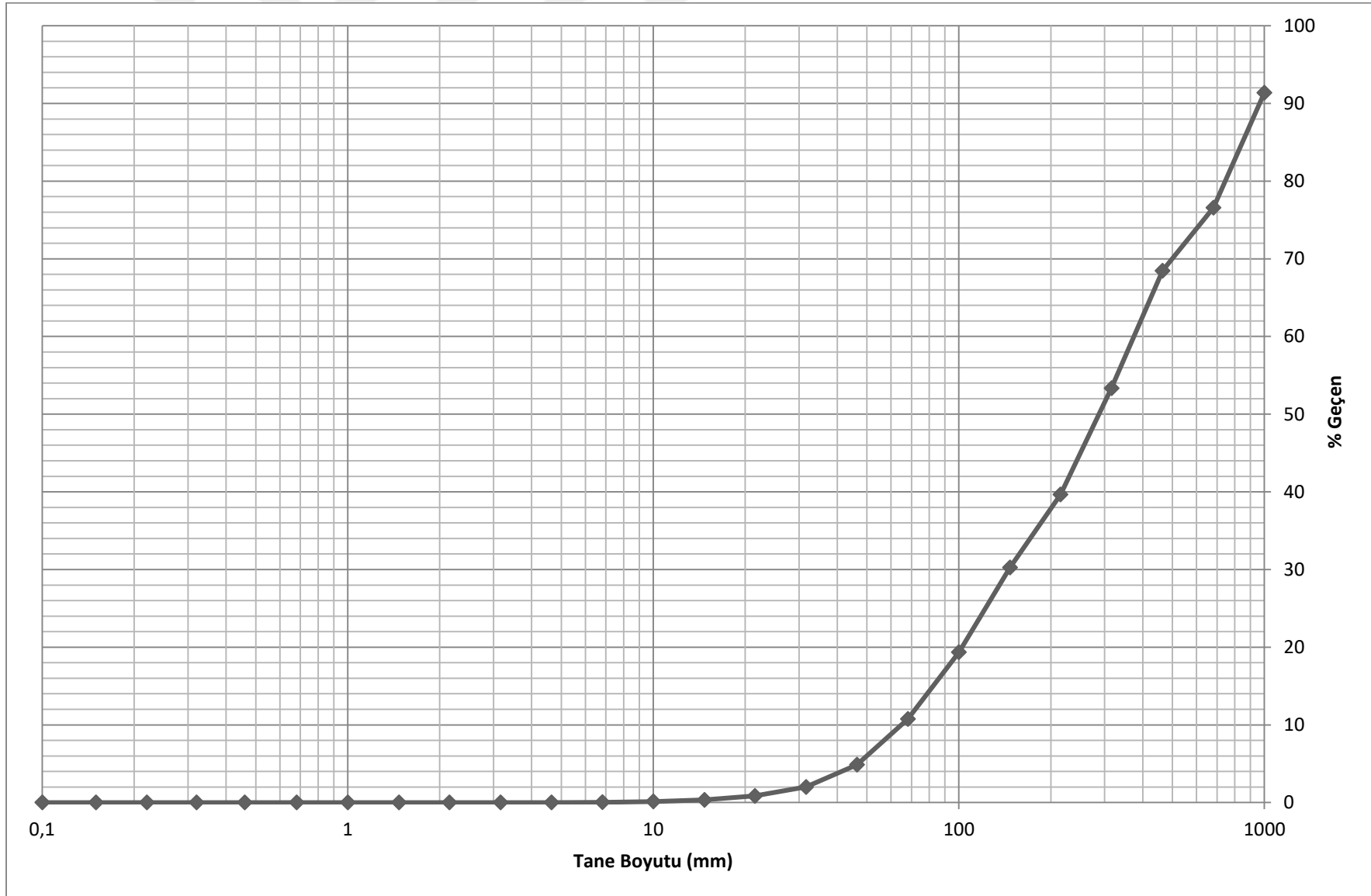


Size (mm)	% Passing
1000,00	100,00%
681,00	91,22%
464,00	83,15%
316,00	69,40%
215,00	54,78%
147,00	39,75%
100,00	26,50%
68,10	14,58%
46,40	6,69%
31,60	2,38%
21,50	0,70%
14,70	0,22%
10,00	0,08%
6,81	0,04%
4,64	0,00%
3,16	0,00%
2,15	0,00%
1,47	0,00%
1,00	0,00%
0,68	0,00%
0,46	0,00%
0,32	0,00%
0,22	0,00%
0,15	0,00%
0,10	0,00%



## Ek 18. 9m x 9m x15 m Delik Paterni, 3. Atıma Ait Tane Boyut Analizi Grafiği

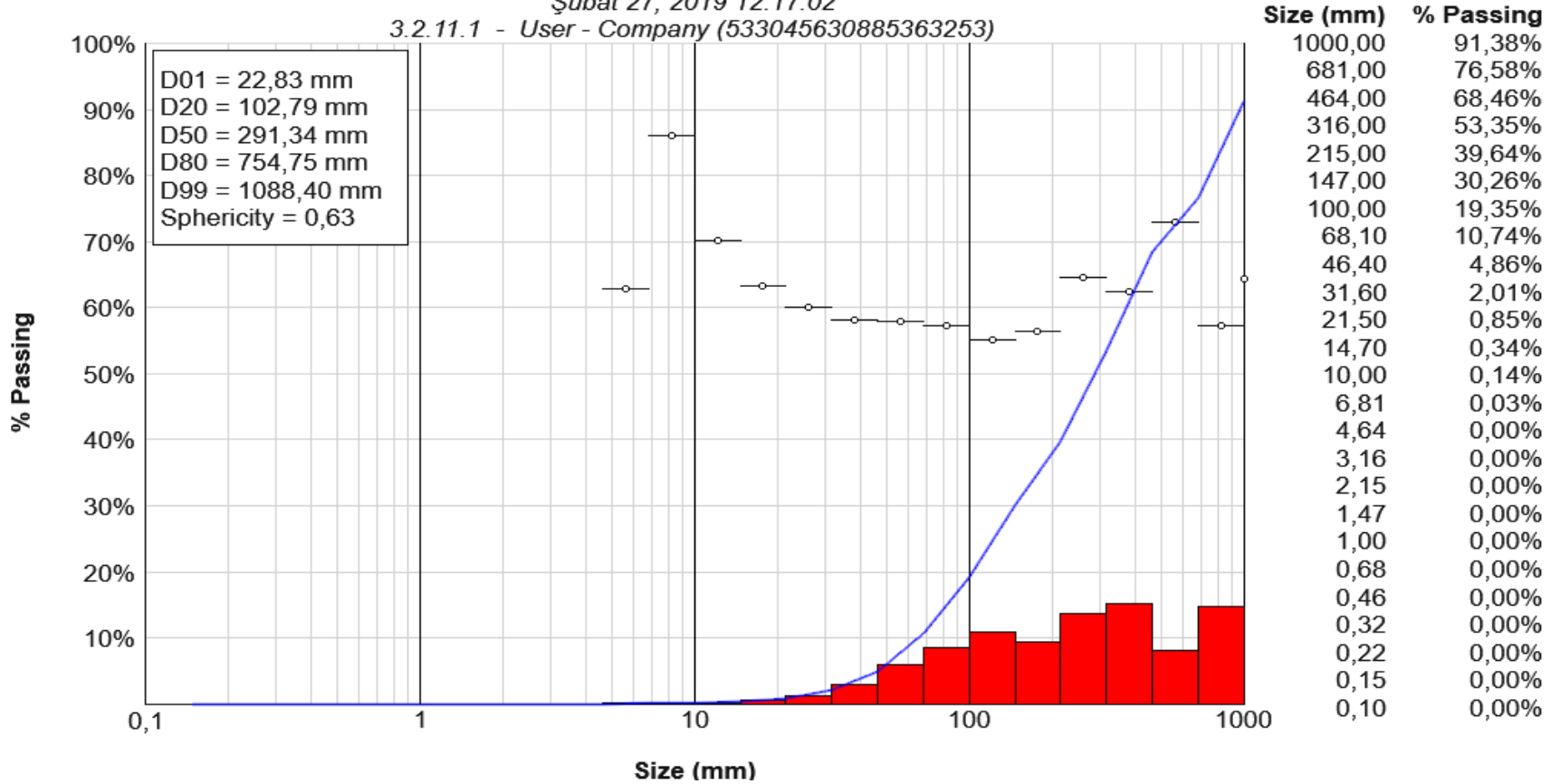




**Ek 19. 9m x 9m x15 m Delik Paterni, 3. Atma Ait Patlatma Analizi Grafiği**

Şubat 27, 2019 12:17:02

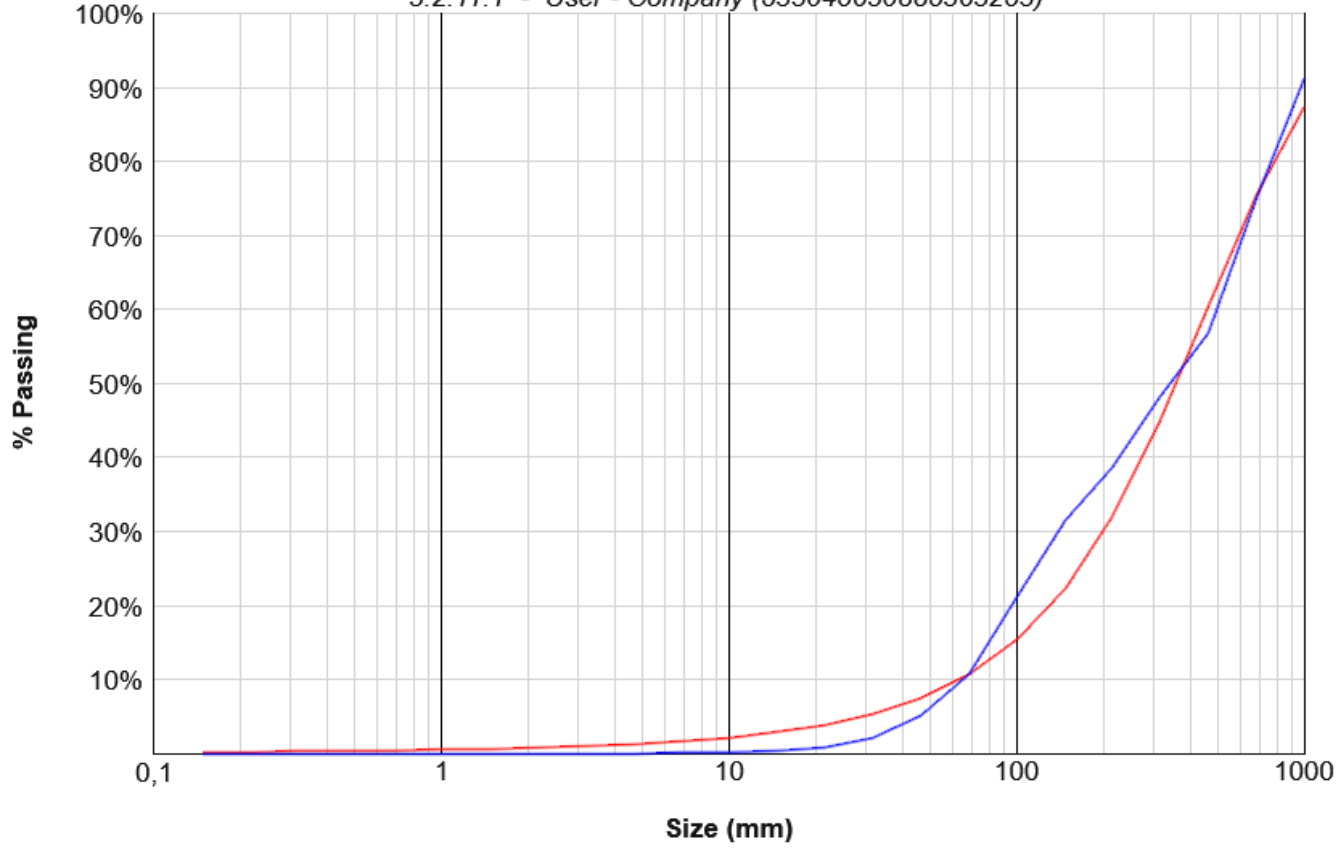
3.2.11.1 - User - Company (533045630885363253)



Ek 20. 9m x 9m x15 m Delik Paterni, 4. Atma Ait Tane Boyut Analizi Grafiği

Şubat 27, 2019 12:13:57

3.2.11.1 - User - Company (533045630885363253)

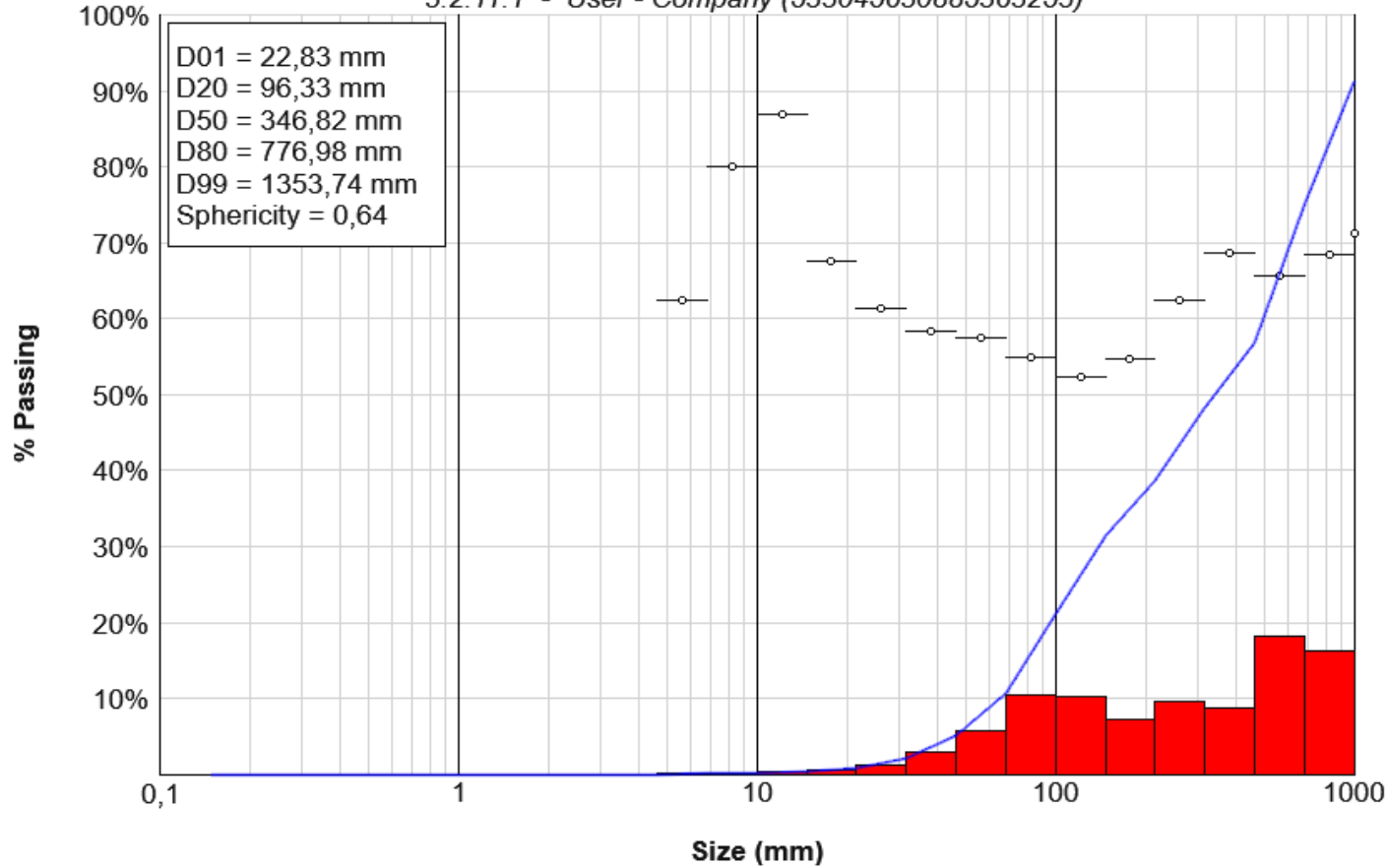


Size (mm)	% Passing
1000,00	91,35%
681,00	75,11%
464,00	56,92%
316,00	48,18%
215,00	38,56%
147,00	31,43%
100,00	21,21%
68,10	10,74%
46,40	5,01%
31,60	2,05%
21,50	0,84%
14,70	0,35%
10,00	0,11%
6,81	0,06%
4,64	0,00%
3,16	0,00%
2,15	0,00%
1,47	0,00%
1,00	0,00%
0,68	0,00%
0,46	0,00%
0,32	0,00%
0,22	0,00%
0,15	0,00%
0,10	0,00%

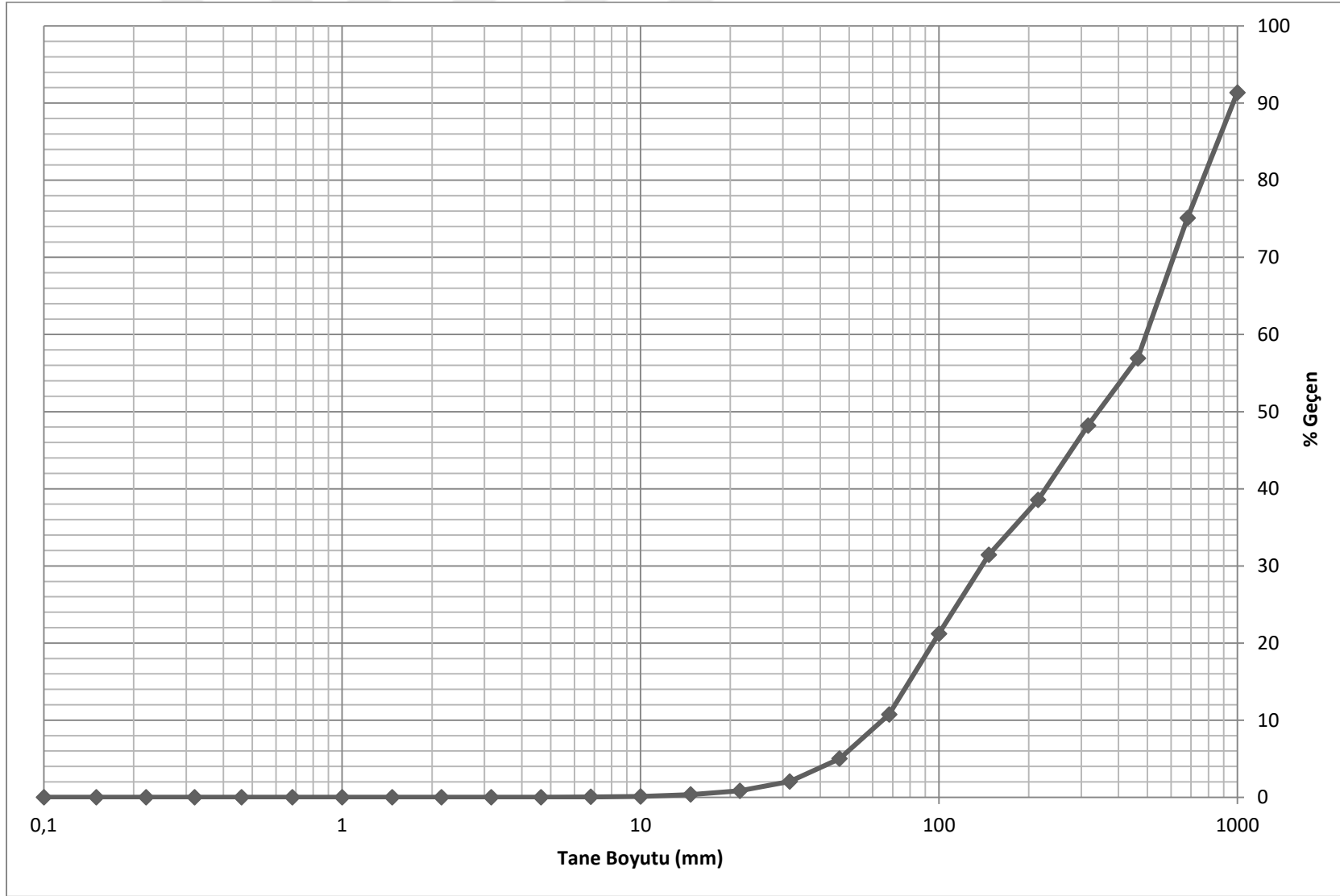
**Ek 21. 9m x 9m x15 m Delik Paterni, 4. Atma Ait Patlatma Analizi Grafiği**

Şubat 27, 2019 12:13:57

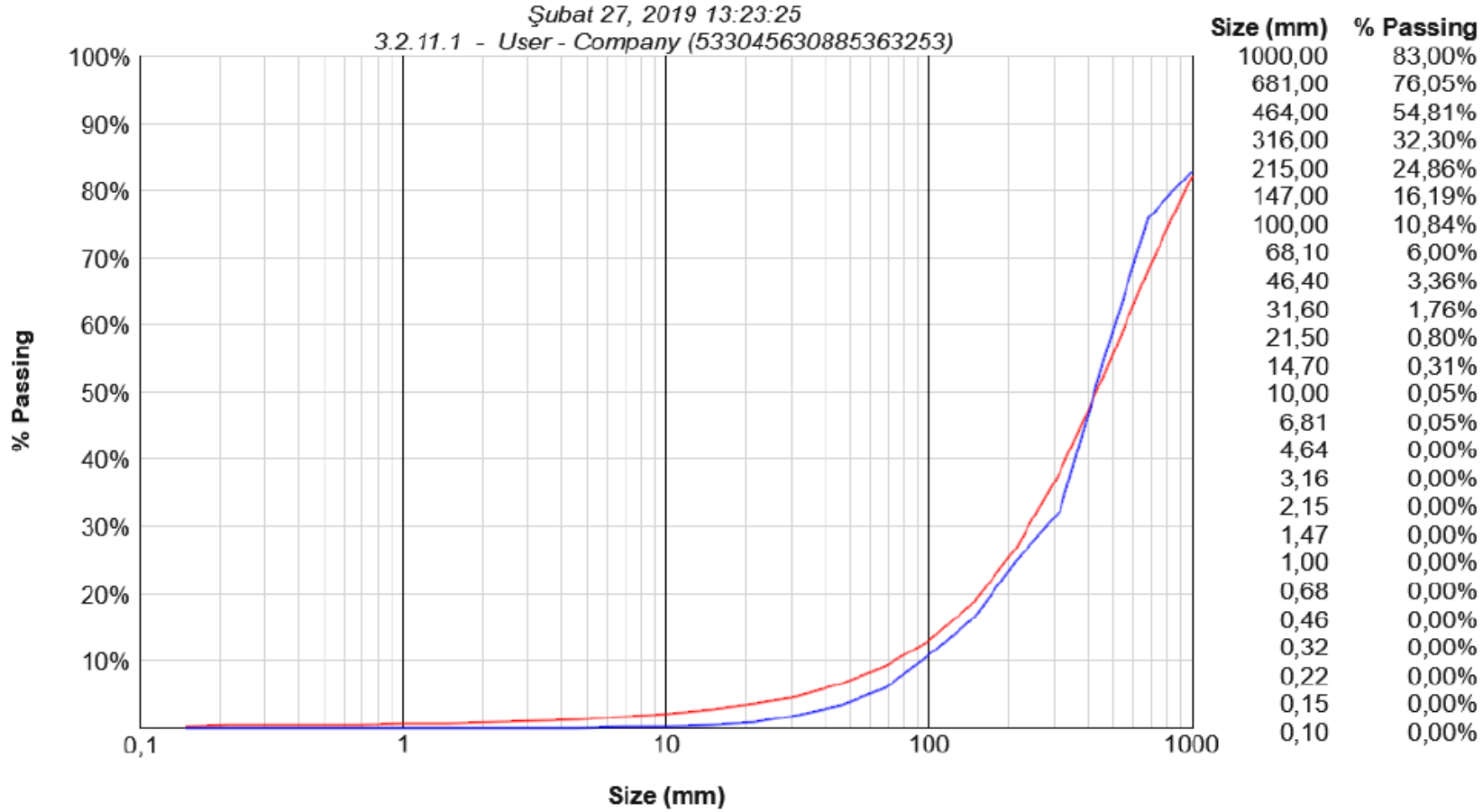
3.2.11.1 - User - Company (533045630885363253)

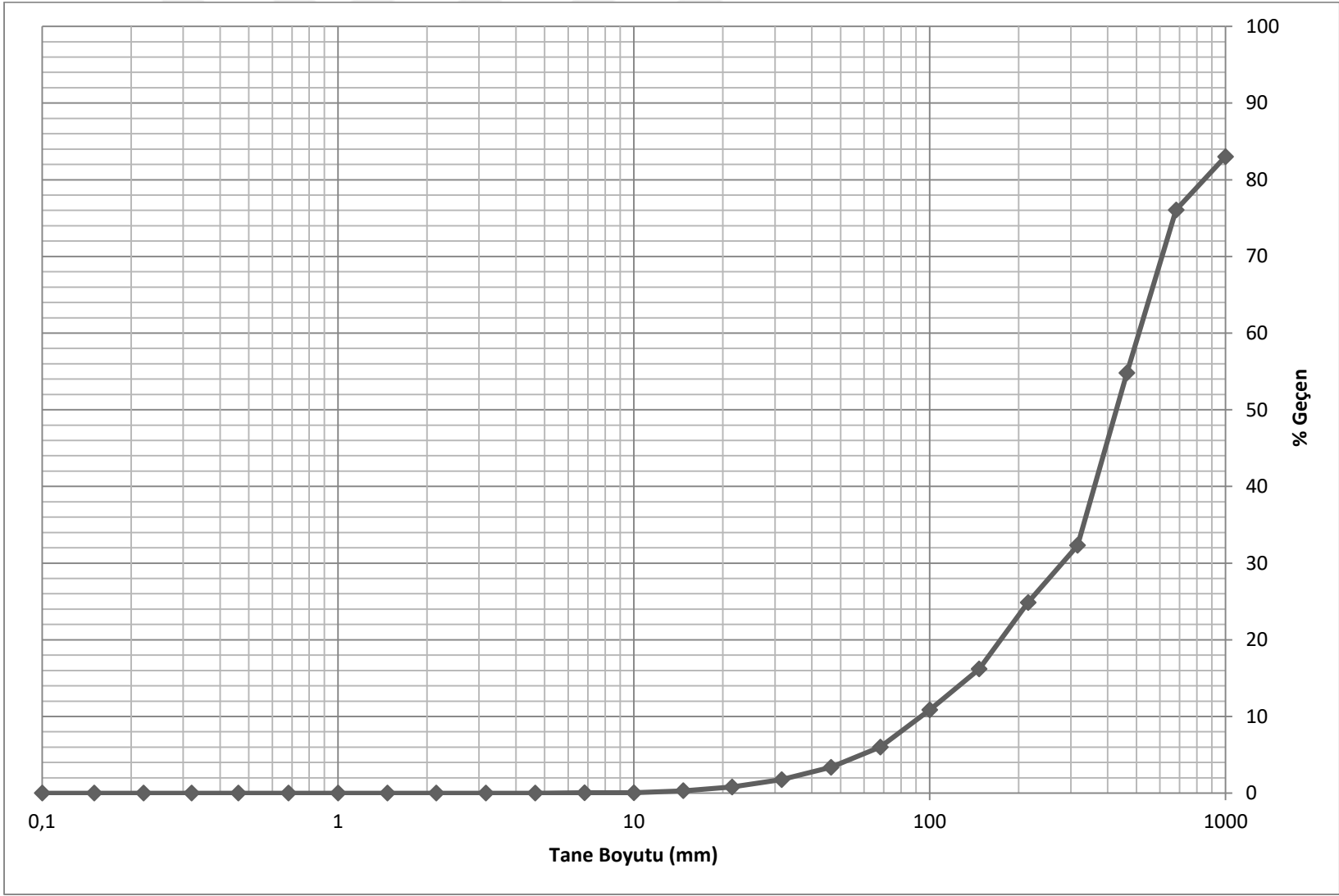


Size (mm)	% Passing
1000,00	91,35%
681,00	75,11%
464,00	56,92%
316,00	48,18%
215,00	38,56%
147,00	31,43%
100,00	21,21%
68,10	10,74%
46,40	5,01%
31,60	2,05%
21,50	0,84%
14,70	0,35%
10,00	0,11%
6,81	0,06%
4,64	0,00%
3,16	0,00%
2,15	0,00%
1,47	0,00%
1,00	0,00%
0,68	0,00%
0,46	0,00%
0,32	0,00%
0,22	0,00%
0,15	0,00%
0,10	0,00%



Ek 22. 9m x 9m x15 m Delik Paterni, 5. Atıma Ait Tane Boyut Analizi Grafiği



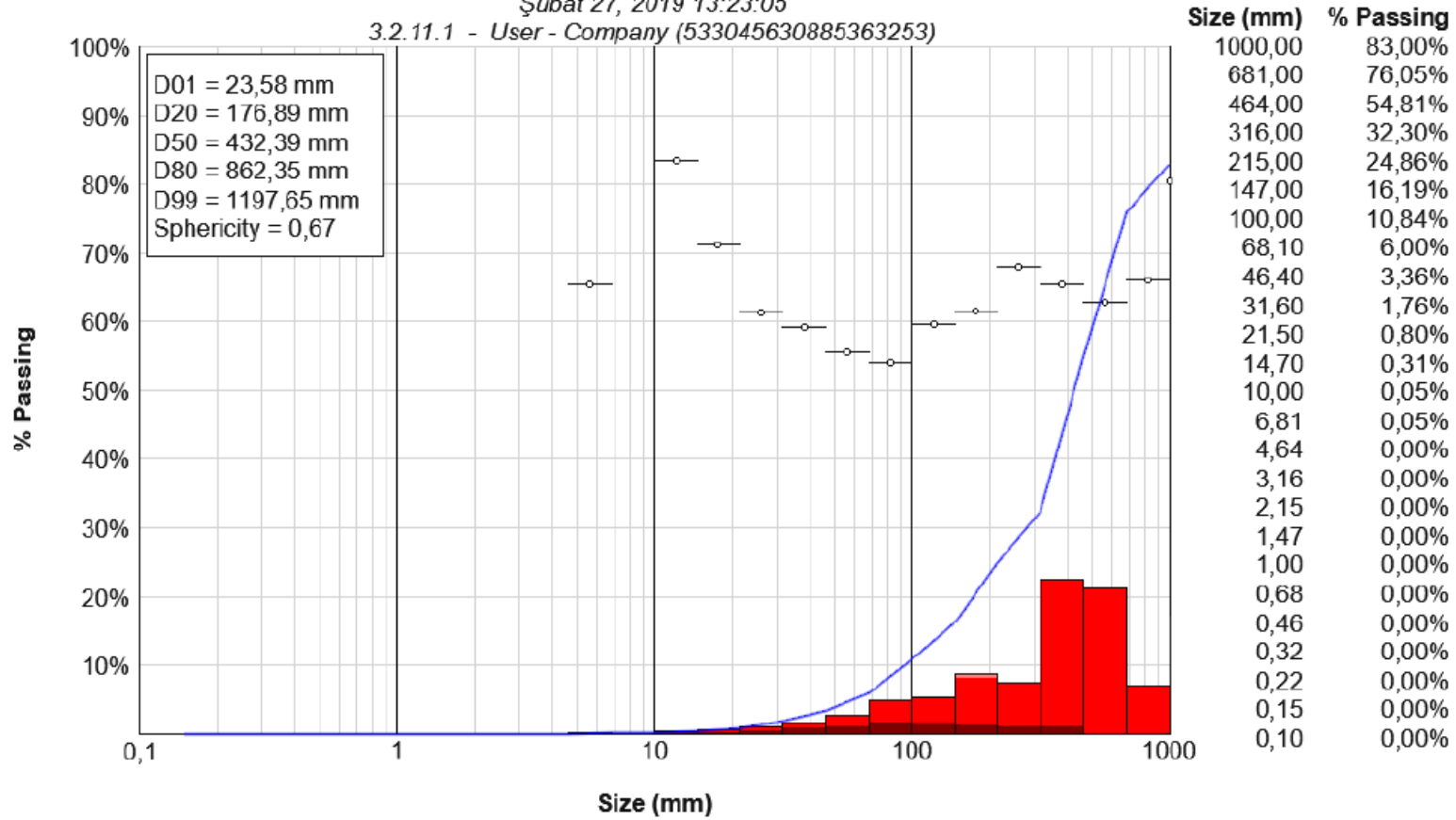




**Ek 23. 9m x 9m x15 m Delik Paterni, 5. Atma Ait Patlatma Analizi Grafiği**

Şubat 27, 2019 13:23:05

3.2.11.1 - User - Company (533045630885363253)



## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı ve Adı : DURAN Emre  
Doğum Tarihi ve Yeri : 18.07.1990 - BİLECİK  
E-mail : durane@gli.gov.tr

### Eğitim Durumu

Yüksek Lisans : DPÜ Fen Bilimleri Enst. Maden Müh. Devam ediyor  
Lisans : Karadeniz Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği, 2012  
Lise : Bilecik Anadolu Lisesi, 2008

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2013-...	Aynurlar Madencilik	Şantiye Şefi
2013-...	TMG Mermer	Üretim Mühendisi
2015-...	Garp Linyitleri İşletmesi	Maden Mühendisi İG Uzmanı

### Yabancı Dil

İngilizce : Başlangıç Seviyesi  
Almanca : Başlangıç Seviyesi