

Yerüstü Patlatmasında İş Güvenliği Risk Değerlendirme Yöntemi: Kirnati - Gürcistan Hidroelektrik Santrali Projesi Mühendislik Uygulamaları

Occupational Safety Risk Analysis Method in Surface Blasting: Kirnati - Georgia Hydroelectric Power Plant Project Engineering Applications

Gökçen Eray ATAKOL, Ali KAHRİMAN, Sadettin BAĞDATLI, Baki Ömer FURAT

ÖZET

Ülkemizde yapılarda mühendislik çözümleri, 1999 yılında gerçekleşen depremden sonra ciddi bir ivme kazanmıştır. Bu mühendislik disiplininin, pratik ve güvenilir olması her şekilde iş sağlığı ve güvenliği önlemleri ile bağlantılıdır. İş sağlığı ve güvenliğinin önemi yadsınamaz derecede fazladır. Ülkenin iş sahasında ki dünya konumunu, çalışan personellerin eğitimi olması ayrıca teknik personelin de üretim ve güvenlik konusunda bilgi ve becerisi belirlemektedir. Ülkemizde 2012 yılında yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile iş sahalarında sağlık ve güvenlik yaptırımları artmıştır. Kanun'un getirdiği gerekliliklerin yanında dünya literatüründe de teknik personelin yararlanabileceği kaynak ve uygulamalar görülmektedir. Ayrıca belirtmelidir ki dünyada ve ülkemizde bu denli hızlı ilerleyen nüfus artışı, yapı sektörüne rağbeti arttırmaktadır. Temel kazıları, baraj, metro-tünel, taş ocakları gibi alanlarda karşılaşılan sert kayalarda ilerleme ancak patlatmalı kazı ile olabilmektedir. Patlatmalarda buluşların 19. yüzyıldan itibaren hızlanması mühendislik anlamda gelişimine yol açarken tehlikeli olan bu uygulamanın daha emniyetli halde yapılması sektörün birinci önceliği olduğu görülmektedir. Son bölümde işlenen ekip arkadaşlarıyla yapılan iş güvenliği toplantılarının iş kazası riskinin azaltılmasına olumlu etkisi tartışılmıştır. Bu da patlatma mühendisliğinde iş güvenliği uygulamalarının önemini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: İş sağlığı ve güvenliği, Baraj, Yerüstü Patlatması, Risk Değerlendirme Yöntemi, Eğitim

ABSTRACT

Since the devastating earthquake that occurred in Turkey in the year 1999, engineering solutions in construction have gained considerable momentum in our country. This engineering discipline, practical and reliable, is linked to occupational health and safety measures in many ways. The importance of occupational health and safety has become undeniably higher. The country's global position also determines the training of working staff and technical personnel the knowledge and skills in the field of production and safety. Health and safety sanctions have increased in the field of occupational health and safety since law numbered 6331 came into force in 2012 in our country. Besides the requirements of the law, resources and applications from world literature which technical personnel can benefit from are seen. It should also be noted that due to a rapid increase in population growth in the world and in our country has led to a higher demand in the building sector. The hard rock encountered for the foundations of dams, subway-tunnels, quarries areas such as can only be excavated by blasting. The increased use of blasting in engineering since the 19th century has led to the discussions of the dangers involved in the engineering sector and ways to reduce these risks. The positive impact of the work safety meetings held with the teammates that were committed to the reduction of the work accident risk was discussed. This demonstrates the importance of occupational safety practices in blasting engineering.

Keywords: Occupational Health and Safety, Dam, Surface Blasting, Risk Assessment Method, Education

Gökçen Eray Atakol – Jeoloji Mühendisi

ORCID ID: 0000-0001-9563-1718 eray.atakol@gmail.com

Prof.Dr. Ali Kahrıman – İstanbul Okan Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, İstanbul

ORCID ID: 0000-0001-8651-6697 ali.kahrıman@okan.edu.tr

Öğr. Gör. Sadettin Bağdatlı – İstanbul Okan Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, İstanbul

ORCID ID: 0000-0003-8489-7745 sadettin.bagdatli@okan.edu.tr

Baki Ömer Furat – Jeoloji Mühendisi

ORCID ID: 0000-0002-3734-5630 bamerfu@gmail.com

Received/Geliş Tarihi : 25.12.2018

Accepted/Kabul Tarihi: 29.05.2019

I. GİRİŞ

Batum, Gürcistan'ın Özerk Cumhuriyeti olan Acara'nın Karadeniz kıyısındaki başkentidir. Nüfusu 190 000 (2013 sayımı) olan Batum, önemli bir liman ve ticaret merkezi olarak hizmet vermektedir.

Çalışma alanı olan Kirnati köyü ise Acara Özerk Cumhuriyetine bağlı Batum ilinin yerleşkesidir ve Batum'a 30km mesafededir (Şekil 1). Köyler 100 ile 200 arasında nüfusa sahiplik eder. Halk geçimini genelde hayvancılık, tarım ile Batum ilinin olanaklarına bağlı esnafılık, bölgedeki atölye, fabrikalar, inşaat ve tersanelerden sağlamaktadır. Ayrıca Batum ili ve çevresindeki en önemli akarsu Çoruh nehridir [1].

Şekil 1: Çalışma alanının yer bulduru haritası



İnsanların hayatını devam ettirebilmesi için gerekli olan hammaddenin ekonomik ve hızlı olarak üretilmesi; enerji, ulaşım, barınma, yaşam alanı gibi mühendislik yapılarının kazı işlerinin hızlı ve ekonomik şekilde sürdürülmesi; ömrünü tamamlamış yapıların güvenli ve ekonomik olarak yıkılması patlatma mühendisliğinin başlıca konularıdır [2]. Patlatma uygulaması insanlık tarihi gelişiminde önemli bir rol almaktadır ve oldukça tehlikeli olan bu uygulama iş güvenliği önlemleri ile bir bütünlük teşkil etmektedir.

Ayrıca belirtmelidir ki “Yerüstü Patlatmada İş Güvenliği Risk Değerlendirme Yöntemi: Kirnati - Gürcistan

Hidroelektrik Santrali Projesi Mühendislik Uygulamaları” konu alan makale çalışması, birçok kaynaktan yararlanılmış derleme raporu niteliğinde olup saha çalışması da içermektedir.

II. PROJENİN İŞLEYİŞİ VE TEKNİK VERİLER

Gürcistan Hes (Hidroelektrik Santrali) projeleri için büyük bir su kaynağı potansiyeli barındırmaktadır. Bu kaynak ortalama yıllık 88.5 milyar kWh enerjiye karşılık gelmektedir. Kirnati-Khelvachauri I Hes Barajı (Şekil 2) 3 bölümlü Hes projesinden biri olup Gürcistan enerji kaynaklarını geliştirme çalışmasıdır.

Şekil 2: Kirnati-Khelvachauri I Hes şantiyesi ön yüz fotoğrafı



Gürcistan Batum mevkiinde Hidroelektrik santralleri 3 bölümlü olarak projelendirilmiştir. Bu 3 bölümlü projeden bir tanesi olan Kirnati-Khelvachauri I Hes projesi (Şekil 3), Erge köyüne yakın nehir kotundan 31 m yüksekliktedir. Mühendislik hesaplamaları 500 yıl yetecek yenilenebilir enerji üretecek şekilde yapılmıştır ve bu Hes projesinde 6 türbinin tam kapasite çalışması hedeflenmiştir. Optimum seviyede jeneratör kapasitesi 500 kVA'dır. Kirnati-Khelvachauri I Hes projesinde diyafram duvar, fore kazık, su tahliye kuyuları ve enjeksiyondan oluşan alt yapı çalışmaları geliştirilerek mühendislik çözümleri sunulmuştur.

Şekil 3: Kirnati-Khelvachauri I Hes şantiyesi bir görünüm



Kirnati-Khelvachauri I Hes projesi'nin kurulacağı Çoruh nehrinde enerji üretimi için gerekli olan debi ölçümleri yapılmıştır ve değeri 458.9 m³/sn'dir. Ayrıca Kirnati-Khelvachauri I Hes projesi'nin tüm teknik detayları paylaşılmıştır (Tablo 1), [3-5].

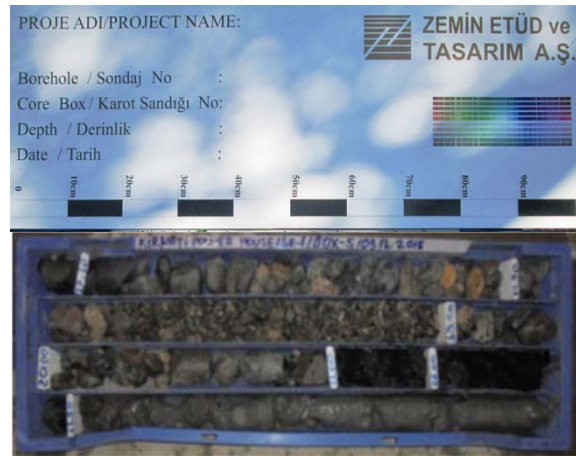
Tablo 1: Kirnati-Khelvachauri I Hes projesi teknik veriler (Achar Energy CED revize edilmiştir.)

Jeneratör		
Tip		3 parça senkronlu, AC
Toplam kapasite	kVA	43,121
Her bir kapasite	kVA	9,658 x 4+2,074 x 1
Sayı		5+1
Güç oranı		0.85
Voltaj çıkış	kW	6.3
Frekans	Hz	50
Senkron hızı	Rotasyon hızı/dk	142.9 + 300
İkaz sistemi		Statik
Etkinlik katsayısı		0.98
Transformatör		
Tip		3 phase oily
Nominal kapasite	MVA	44
Sayı		1
Nominal voltaj (birincil, ikincil)	kW	6.3/34.5
Soğutucu sistem		ONAF
Etkinlik katsayısı		0.99
34.5/154 Transformatör		
Tip		3 phase oily
Nominal kapasite	MVA	44
Sayı		1
Nominal voltaj	kW	34.5/154
Bağlı grup		Ynd 11
Soğutucu sistem		ONAF
Etkinlik katsayısı		0.99
Yardımcı transformatör		
Tip		3 phase oily
Nominal kapasite	kVA	500
Nominal voltaj	kW	6.3/0.4
Bağlı grup		Ynd 11
Soğutucu sistem		ONAF
Dizel-Jeneratör		
Nominal kapasite	kVA	350
Sayı		1
Tip		vertical, 4 cycle
Nominal voltaj	v	400/231
Frekans	Hz	50
Hz	Rotation speed/min	1,500
Soğutucu sistem		Kapalı devre soğutucu
İkaz sistemi		Kırmızı baş alarmı
Güç oranı		0.8
Enerji Çıkış		
Toplam enerji çıkışı (geçerli durum/gelecek durum)	GW/h	208.098 / 205.36
İletim hattı		200,000,000 kW/h ortalama
Tip	kW	34.5
Karakteristik		795 MCM
Uzunluk	km	4.5

Hidroelektrik santrali kurulurken önce bölgenin genel jeolojisi sondaj çalışmaları ile belirlenmiştir. Bölge; jeolojik olarak yeni sayılabilecek yapıya ev sahipliği yapmaktadır. Orojenik hareketlilik oldukça fazladır. Alanın jeolojisi, içerdiği Paleozoyik, Kretase ve Eosen kayalarıyla oldukça karmaşık bir yapıya (melanj yapısı) sahiptir. Karot sandıklarının incelenmesi sonucu görülen melanj yapısı Çoruh Nehri kotundaki çalışmalarda da gözlemlenmiştir. Kayaçlar arasında yer yer bazalt kayalar yer almakla birlikte çoğunlukla andezit, lav, tüf ve aglomera gibi volkanik kaynaklı kayalar arasında geçiş saptanmıştır. Ayrıca vadide daha lokal olarak yer alan diğer kayalar arasında kalkerli marn, serpantin, kuvarsit ve şist kayalar sayılabilir [6].

Arazide yapılan sondaj çalışmaları sonucu açıkça plütonik kayaçlar ile sedimanter materyaller arasında melanj yapısı gözlemlenmektedir. Nehir kotunda bulunan sondaj çalışmalarının örnek kutu fotoğraflarından 5 numaralı olan (Şekil 4) yorumlandığında, nehir kotundan 20 m'ye kadar olan derinlikte alüvyonel malzeme elde edilirken 20 m'den sonraki kısımlarda andezit kayacı ile alüvyonel malzeme karışımı gözlemlenmektedir.

Şekil 4: Kirnati-Khelvachauri I Hes şantiyesi 17.20 m-23.40 m sondaj örnek kutusu



Kirnatı-Khelvechauri I Hes şantiyesinde elde edilen log verilerine göre projenin imalat planı oluşturulmuş olup uygulanan iksa sistemleri; çelik borular ile desteklenmiş 1 m kalınlığında diyafram duvar (geçirimsizlik perdesi), fore kazık diyafram duvarı destekleyen enjeksiyon işlemleri ile barajın memba ve mansap kısımlarındaki su aşındırmasına karşın nehir çeperini kayalarla desteklemektedir (Şekil 5).

Nehir kotunun ortalama 20 m - 30 m üstlerinde bulunan orta-sert kayacın andezit'te kazı işlemlerinin iş makineleri yardımı ile yapılması maliyet açısından yüksek kayba sebebiyet verebileceği için kontrollü patlatma tercih edilmiştir. Patlatma ile elde edilen kayalar ekskavatör (kepçe-iş makinesi) ve kamyon yardımı ile taşınmaktadır. Taşınan bu malzeme nehir çeperinin aşınmaması ve olası nehir taşmasına karşın destek amacıyla nehir kotundan itibaren yukarı doğru kabadan inceye serilmektedir.

Şekil 5: Kirnatı-Khelvechauri I Hes şantiyesi 30.03.2016 tarihli imalat planı, SK-1 (sondaj kuyusu-1)



A. Diyafram Duvar Uygulaması

Diyafram duvar mühendislik çözümlerinden yeni sayılabilecek işlemlerdendir. Bu iksa sistemi yeraltına uygulanan demir donatı ve betonlama süreçlerini kapsamakta olup etkin yeraltı su tablasını engellemek, yatay kuvvetlere ve üst yapıları taşıyabilecek dikey kuvvetlere mukavemet amacıyla uygulanmaktadır. Diyafram duvar uygulama yöntemleri sürekli gelişim halindedir ve bu yöntemler sırasıyla; kazı işlemleri, gidaj (kılavuz hattı belirleme), bentonit ile kuyu yıkaması ve betonlama işlemidir (Şekil 6).

Şekil 6: Kirnatı-Khelvechauri I Hes şantiyesi diyafram duvar uygulamasından bir görünüm



Şekil 6'da görüldüğü üzere kazı aleti mekanik grab ve solda görünen tırpan aletidir. Grab yumuşak zeminde kepçe görevi görürken tırpan sert zeminlerde kayaları çatlatarak kazı işlemini hızlandırmaya yaramaktadır. Gidaj ile belirlenmiş sırada kazı işlemi projenin ön görülen derinliğine göre yapıldıktan sonra açılan kuyunun iç stabilitesi, kazı çukuru içinde seviyesi sabit tutulan bir bulamaç (bentonite çamuru veya polimer) kullanılarak sağlanmaktadır. Kum oranında istenilen seviye (genelde %4'ten az) elde edilince yıkama işlemi sonlandırılmaktadır. Sertifikalı demir donatılar kuyu içerisine zarar görmeyecek şekilde indirilerek betonlama işlemi yapılmaktadır. Diyafram duvar işlemleri sırasında betonlanan kuyu ile yeni açılan kuyu arasında düşey stabiliteyi sağlayan stop-end çelikleri (geçici çelik) ile

istenilen geçirimsiz şekil sağlanmaktadır. Bu işlem geçici çelikleri için belirlenen geri çekme kuvvetini sağlayan extractor makinesi (geçici çelikleri dikey kuvvet ile yukarı çeken makine) ile 3 saatlik kısa bir süre içinde yapılmaktadır. Diyafram duvar kalınlıkları ise 60 cm'den 150 cm'e değişmekte ve genelde 100 cm ile 120 cm aralığında uygulanmaktadır. Kirnati-Khelvechauri I Hes şantiyesi'nde uygulanan kuyu açma çalışmaları ortalama 25 m – 35 m derinliğinde olup 100 - 120 adet aralığında diyafram duvar yapılmıştır. Diyafram duvar uygulamalarını takiben enjeksiyon işlemlerine başlanmıştır.

B. Enjeksiyon İşlemleri

Sedimanter zemin içine, enjeksiyon sıvısının gönderilmesi ve bu sıvının taneler arasındaki boşluklara yerleşerek stabilizeyi artırması zeminin sağlamlaştırılması olarak adlandırılmaktadır. Bu işlem silt ve kil dışındaki zeminler için uygundur. Enjeksiyonla, zeminin; taşıma gücü artırılır, geçirimsizliği ve olası oturmaları azaltılır. Uygulama alanları olarak, mevcut temel altında sağlam bir kitle oluşturmak, baraj gövdesi altında geçirimsizlik oluşturmak, taneli zeminlerdeki tünel inşaatlarında, geçilecek bölgede, kendini tutabilen bir zemin kitlesi oluşturmak, ankraj çevresini doldurmak, vb. örnekler verilebilir (Şekil 7).

Şekil 7: Kirnati-Khelvechauri I Hes şantiyesi enjeksiyon işleri görünümü



Kirnati-Khelvechauri I Hes şantiyesi'nde iş boyunca çalışılan panellerin ilk enjeksiyon kuyularında karotlu sondajlar ve basınçlı su testleri yapılmış, daha sonraki enjeksi-

yon kuyuları karotsuz delinerek enjeksiyonları tamamlanmıştır. İlk defa çalışılacak olan kuyular arasında 6 m – 12 m mesafe bırakılarak delgi ve enjeksiyon çalışmalarına başlanmış, 1 veya 2 gün priz süresi geçtikten sonra enjeksiyonu yapılmış olan kuyuların ortasına düşen kuyuların enjeksiyonu yapılmıştır. Oluşturulan 6m-12 m uzunluğundaki anolarda priz süresini takiben orta kuyunun enjeksiyon işlemi takip edilerek imalatları tamamlanmıştır.

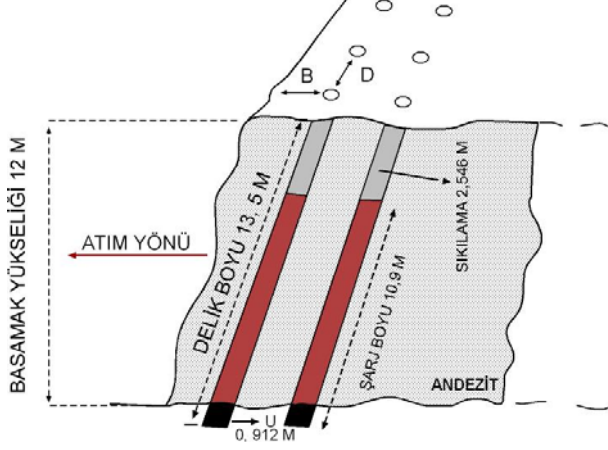
C. Nehir Çeper Desteği

Patlatma; kolay kazılabilir olmayan kaya kütlelerini patlayıcı kullanarak kontrollü bir biçimde ana kaya kütlelerinden ayırma prensibine dayanan bir kazı ve üretim yöntemidir. Bir patlatmanın amacı, minimum delme, patlatma ve yükleme maliyeti ile güvenli bir şekilde, istenilen şartlarda maksimum malzemenin elde edilmesidir.

Verimli bir patlatma verileri; ikinci bir patlatmaya gerek kalmayacak ve iş akışını etkilemeyecek bir kırma, yükleyici makinaların önünde bol ve uygun malzeme olması için iyi bir öteleme, geride örselenmemiş bir ayna kalması ki bu da deliklerin kolay delinmesini ve emniyeti sağlar, patlatma sırasında oluşacak, vibrasyon ve hava şokunun kabul edilebilir sınırlarda olması, ayrıca patlatma operasyonunda en iyi sonucu alabilmek için önceliklerden kayacın özelliğinin iyi tayin edilmesi, patlayıcı maddenin şartlara uygun seçilmesi ve patlatma düzeninin (dizayn) belirlenmesi şarttır.

Kirnati-Khelvechauri I Hes şantiyesi Çoruh nehri üzerine kurulacak olan Hes projesinin iksa sistemlerini oluşturulması amaçlı kurulmuştur. Bu iksa sistemlerinin korunması ve baraj su kanalının yitimini engellemek için nehir çeperi andezit kayalarla desteklenmiştir. Bu kayalar çevre uzak ve yüksek kotlardan kontrollü patlatma yöntemiyle elde edilmiş olup nakliyesi ekskavatörlerin yardımı ile kamyonlara yüklenerek yapılmıştır.

Şekil 8: Kirnati-Khelvechauri I Hes şantiyesi patlatma alanı patern çalışması



Proje alanında rakımı nehir kotundan ortalama 20m-30m yükseklikte bulunan andezit kayaların kontrollü patlatma uygulaması toplamda 47 defa yapılmış olup, bu çalışmalara ait hesaplamaları paylaşmıştır (Şekil 8, Tablo 2 ve Tablo 3).

Tablo 2: Kirnati-Khelvechauri I Hes şantiyesi kontrollü patlatma hesaplama için gereken formüller

$B_{max} = 1,36 \times \sqrt{lb} \times r_1 \times r_2$ (Anfo için)	(1)
$U = 0,3 \times B_{max}$	(2)
$H = 1,05 \times (K + U)$	(3)
$E = d \div 1000 + 0,03 \times H$	(4)
$B = B_{max} - E$	(5)
$S(D) = 1,25 \times B$	(6)
$delik\ sayısı(n) = (W \div S) + 1$	(7)
$b = n \times H \div (B \times K \times W)$	(8)
$q_0 = H - h_0(B)$ $qt = q_0 \times lb$	(9)
$q = (qt \times n) \div (B \times K \times W)$	(10)

Kontrollü patlatmanın yapılmış olduğu basamak andezit kayadır. Uygulama sırasıyla; kontrollü patlatma yapılmış olan basamağın şerit metre ile genişliği $W = 22$ m ve lazer metre ile yüksekliği $K = 12$ m belirlenmiş olup ortasert kayalar (andezit) için Olofsson (1988)'un tanımladığı kaya sabiti $c = 0,4$ ve basamak eğimi 3:1 alınmıştır [7-13].

Simgeler; B_{max} (m): Maksimum Dilim Kalınlığı, r_1 : Delik Eğimi, r_2 : Kaya Sabiti, lb : Şarj Yoğunluğu, U (m): Dip Delgi, H (m): Delik Boyu, K (m): Basamak Yüksekliği, E (m): Delik Hatası, d (mm): Delik Çapı, B (m): Dilim Kalınlığı, S (m): Delik Mesafesi, W (m): Basamak Genişliği, b (m^3/m^3): Özgül Delme, h_0 (m): Sıkılama (Dilim kalınlığına eşittir.), q_0 (m): Patlayıcı Konulan Delgi Metresi, qt ($kg \cdot m$): Patlayıcı Miktarı, q (kg/m^3): Özgül Şarj'dır.

$r_1 = 1$, $r_2 = 1$ ve $lb = 5$ kg değerleri Oloffson (1988)'un

Tablo 3: Kirnati-Khelvechauri I Hes şantiyesi kontrollü patlatma hesaplama verileri

$B_{max} = 1,36 \times \sqrt{5} \times 1 \times 1 = 3,04$ m	(1)
$U = 0,3 \times B_{max} = 0,3 \times 3,04 = 0,912$ m	(2)
$H = 1,05 \times (K + U)$ $= 1,05 \times (12 + 0,912)$ $= 13,5$ m	(3)
$E = d \div 1000 + 0,03 \times H$ $= 89 \div 1000 + 0,03 \times 13,5$ $= 0,494$ m	(4)
$B = B_{max} - E = 3,04 - 0,494$ m = 2,546 m	(5)
$S(D) = 1,25 \times B = 3,18$ m	(6)
$W = 22 \div 3,18 = 7$ boşluk = 8 delik(n)	(7)
$b = n \times H \div (B \times K \times W)$ $= 8 \times 13,5 \div (2,5 \times 12 \times 22)$ $= 0,16$ m^3/m^3	(8)
$q_0 = 13,5 - h_0 = 10,9$ m $qt = 10,9$ m \times 5 kg = 54,5 kg.m	(9)
$q = (54,5$ kg \times n) \div (B \times K \times W) $= 0,65$ kg/m^3	(10)

çalışmasında tanımladığı sabitlerdir. Bir metreküp kaya elde edilmesi için gereken ilerleme miktarı özgül delmenin tanımıdır. Özgül şarj ise 1 metreküp kayacı patlatma için gerekli patlayıcı miktarını bulmaya yarayan asıl veri olmuştur.

III. ARAZİ ÇALIŞMASININ SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRMESİ

A. Mühendislik Çözümleri Değerlendirmesi

Kirnati-Khelvachauri I Hes şantiyesi 2015 - 2016 yılı arasında birçok mühendislik işlemlerini ve disiplinlerini içeren çalışmalara ev sahipliği yapmıştır. Bu işlemlerden bazıları; diyafraim duvar imalatı, fore kazık kuyu imalatı, kontrollü patlatma ve iş sağlığı ve güvenliği takibidir. Ayrıca bu süreç, kontrollü patlatma ile ilgili uygulamaların ülkemiz dışındaki farklı yöntem ve işlemlerinin yakından takip edilmesi fırsatını doğurmuştur. Belirtilmesi zorunlu olan hususlar şudur ki şantiyenin yerleşim yerlerine uzaklığı, kontrollü patlatma ile ilgili personellerin yeterli mesleki eğitime sahip olmayışı, kullanılan patlayıcı sistemlerinin değişken olması, maliyet girdilerinin bilinmemesi ve en önemlisi personelin iş sağlığı ve güvenliği temel eğitim toplantılarına iştirak etmemeleri sorunların temelini oluşturmuştur. Karşılaşılan mühendislik işlemlerindeki sorunlar, alanlarında uzman mühendisler tarafından yerinde ve zamanında hızlı çözümlerle sonuçlandırılmıştır. Diyafraim duvar imalatında nehir kotunda çalışılması ve yeraltı suyunun etkisi emniyet katsayılarını etkilemiş olup çalışmaları belirlenen zamandan 2 ay daha fazla gecikmeye uğratmıştır.

B. İş Sağlığı ve Güvenliği Değerlendirmesi

Kirnati-Khelvachauri I Hes şantiyesi'nde iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarında ilk çalışma mevcut risklerin değerlendirilmesi olup Fine-Kinney metodu ile raporlanmış ve tehlike potansiyelleri önem sırasına göre belirlenmiştir.


W. T. Fine tarafından geliştirilen "Mathematical Evaluations for Controlling Hazards" metodu, Kinney ve Wirth tarafından 1976'de revize edilerek "Practical Risk Analysis for Safety Management" adı altında yayınlanmış ve günümüzde Fine-Kinney metodu olarak kullanılmaya başlanmıştır. Fine-Kinney metodu risklerin derecelendirilmesi sonuçlarına göre hangi işlere öncelik verilmesi ve kaynakların öncelikli olarak nereye aktarılması gerektiğini gösteren bir yöntemdir. Risklerin ağırlık oranlarını hesaplayarak derecelendirme yapılmakta olup önlemlerin alınıp alınmamasına karar verilmektedir. Yöntem işyerlerinin risk istatistiklerini kullanma imkânı sağlaması doğrultusunda daha gerçekçi sonuçlar vermektedir. Fine-Kinney risk değerlendirme yöntemi; $R = \dot{I} \times F \times \mathcal{S}$ olarak hesaplanır. Burada; \dot{I} = İhtimal, F = Frekans, \mathcal{S} = Şiddet derecesi, R = risk derecesidir (Tablo 4), [14].

Tablo 4: Fine-Kinney Metodu'nda kullanılan değerler

R: Risk	O: Olasılık	S: Zarar verme derecesi (Şiddet)	F: Frekans		
OLASILIK DEĞERİ	ŞANS (OLASILIK) zarar görme olasılığı	ŞİDDET DEĞERİ	ŞİDDET İnsan ve/veya çevre üzerinde yaratacağı tahmini zarar	FREKANS DEĞERİ	FREKANS tehlikeye zaman içinde maruz kalma tekrarı
10	beklenir kesin	100	birden fazla ölümlü kaza / çevresel felaket	10	her yıl her saniye (bir saate birkaç defa)
6	yüksek / oldukça mümkün	40	ölünücü kaza / ciddi çevresel zarar	6	sık (günde bir veya birkaç defa)
3	olası	15	kısa süreli hasar/yanarlama, iş kaybı / çevresel engel oluşturma, yakın çevreden jikayet	3	ara sıra (haftada bir veya birkaç defa)
1	mümkün fakat düşük	7	önemli hasar/yanarlama, dış ilk yardım ihtiyacı / arazi sınırları dışında çevresel zarar	2	sık değil (ayda bir veya birkaç defa)
0,5	beklenmez fakat mümkün	3	kuçük hasar/yanarlama, dahili ilk yardım / arazi içinde sınırlı çevresel zarar	1	seyrek (yılda birkaç defa)
0,2	beklenmez	1	uzun süreli / çevresel zarar yok	0,5	çok seyrek (yılda bir veya daha seyrek)
RİSK DEĞERİ	RİSK DEĞERLENDİRME SONUCU (R = O X S X F)				
400 < R	Tolerans gösterilemez risk hemen gerekli önlemler alınmalı / veya işin durdurulması, tesisin, binanın kapatılması vb. düşünülmelidir.				
200 < R < 400	Esaslı risk kısa dönemde iyileştirilmelidir "birkaç ay içerisinde"				
70 < R < 200	Önemli risk uzun dönemde iyileştirilmelidir "yıl içerisinde"				
20 < R < 70	Olası risk Gözetim altında uygulanmalıdır				
R < 20	Önemsiz risk önlem öncelikli değildir.				

Fine-Kinney metodu ile düzenlenen risk değerlendirme raporunda belirlenen risk etmenlerinin temel başlıkları; yangın söndürme ekipmanının eksikliği, ilk yardım ekipma-

Şekil 9: Kirnati-Khelvachauri I Hes şantiyesi Fine-Kinney-Metodu ile belirlenmiş risklerden-Elektrik Panosu

RİSK DEĞERLENDİRME FİNE-KINNEY YÖNTEMİ				Tarih	Geçerlilik Süresi	No				
İşyeri Adı KIRNATI HES PROJESİ DİAFRAM DUVAR	Adres: Kirnati Hepp Powerhouse Diaphragm Wall Project Maradid Köyü Batum / Gürcistan		Bölüm ŞANTİYE	1.12.2015	2 YIL (T.C. 6331) ve Yenilenebilir	3				
Faaliyetler	Tehlike kaynağı: Elektrik panosu/Sigorta/Elektirik Trafo Odası		Risk: Elektirik Çarpması		SORUMLU: İşveren/Bireysel					
Sahayla ilgili fotoğraf	Etkilenecek Kişiler	Sonuç	Olasılık	Frekans	Şiddet	Skor				
	ÇALIŞANLAR	ÖLÜM/YARALANMA	3	3	40	360				
Mevcut Durum ve Bilgi:						TERMIN SÜRESİ: Gözetim				
<ul style="list-style-type: none"> -Elektrik panolarının ve sigorta panolarının kapaklarının daima kapalı ve kilitli olması, anahtarların yetkili elektrikçiye bulunması, -Elektrik panosunun üzerine yetkili haricindeki kişilerin müdahale etmemesi ve elektrik yangınlarında su ile değil kuru kimyevi tozlu cihazlar ile müdahale edilmesi gerektiğine dair ikaz levhası asılması, -Panoların metal gövdelerinin topraklanması, -Elektrik ve topraklama tesisatının yetkili elektrikçi tarafından periyodik olarak yılda bir defa muayene edilmesi, -Elektrik panolarının devrilmeye, yağmura, suya, çarpmaya karşı korunması sağlanmalıdır. -Elektrikçi müdahale edecek olan sorumlu, yalıtkan iş güvenliği ayakkabısı giymelidir. -Elektrik trafo odası'na YETKİLİ KİŞİLER dışında kimsenin girmesini izin verilmemeli ve uygun uyarıcı levhalarla belirtilmelidir. 										
İlgili yasal düzenleme: İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği Ek-1, Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği, Occupational Safety and Health in the Republic of Georgia										
Önlem Alındıktan Sonra	Alınması Gerekli İlave Tedbirler ve Yapılanlar:									
<ul style="list-style-type: none"> -Topraklama direnç testleri için gerekli iletişime geçilmiştir. -Elektirik panolarına yetkili personel dışında kimsenin müdahale etmemesi gerektiği belirtilmiştir. 										
Kullanılması Gereken Kişisel Koruyucular	EMNİYET KEMERİ	BARET	İSG AYAKKABISI	KULAKLIK	KORUYUCU GÖZLÜK	ÇAPAK GÖZLÜK	TOZ/SIS MASKESİ	GAZ MASKESİ	REFLEKTİF YELEK	İŞ ELBİSESİ
	STERİL EL DİVEN	LASTİK ÇIZME	BOYACI TULLUMU	KULAK TIKACI	MEKANİK EL DİVEN	KAYNAKÇI EL DİVEN	FİLTRELİ MASKE	KİMYASAL EL DİVEN	KAYNAKÇI SİPERİ	YALITKAN EL DİVEN
Onaylar	İşveren/Vekili		İSG Uzmanı		Sağlık Personeli		Çalışan temsilcisi		Destek Elemanı	

nının yetersizliği, işin niteliğine bağlı kullanılan iş ekipmanlarının periyodik bakımları, acil durum tahliye planı, KKD'lerin (kişisel koruyucu donanım) eksikliği ve yüksekte çalışmalar olmuştur.

Kirnati-Khelvachauri I Hes şantiyesi'nde Fine-Kinney Metodu risk değerlendirmesi Tablo 4'te verilmiş olan değerler ile yapılmıştır. Bu risk değerlendirmesinden 2 örnek paylaşılmıştır (Şekil 9, Şekil 10).


Personellere iş sağlığı ve güvenliği kültürünü aşlamak amacıyla temel iş sağlığı ve güvenliği eğitimi ve günlük iş başı eğitimleri verilmiştir. İş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin içerikleri ülkemizde 2012 yılında yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'na ve Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik'e dayalıdır. Mühendislik çalışmaları sırasında iş sağlığı ve güvenliği açısından düzenli eğitimler

verilmiş olup birebir proaktif yaklaşım sergilenmiştir. Şantiyede düzeltici önleyici faaliyeti niteliğinde raporlar tutulmuştur. OHSAS 18001 iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi kapsamında belirlenen konular sürekli işlenmiş olup şantiye şefi, formen ve ustabaşları ile aylık düzenli toplantılar yapılmıştır.

Ayrıca Saha içerisinde kontrollü patlatmaların takibini yapabilmek için "Pratik Kontrollü Patlatma Kontrol Listesi" oluşturulmuştur (Şekil 11, 12).

Önceden bilinmeyen, çoğu kez kişisel yaralanmalara, araç ve gereçlerin, makinelerin, zarara uğramasına, üretimin bir süre durmasına yol açan olay dizisine iş kazası denmektedir. İş kazası maddi ve manevi zararın temel adıdır. Ramak kala olayı ise iş yerinde meydana gelen, çalışan, işyeri ya da ekipmanını zarara uğratma potansiyeli olduğu halde zarara uğratmayan olay bütünüdür [15]. İş kazası ve

Şekil 10: Kirnati-Khelvechauri I Hes şantiyesi Fine-Kinney-Metodu ile belirlenmiş risklerden-Patlama Alanı

RİSK DEĞERLENDİRME FİNE-KINNEY YÖNTEMİ						Tarih	Geçerlilik Süresi	No			
İşyeri Adı KIRNATI HES PROJESİ DİAHRAM DUVAR		Adres: Kirnati Hepp Powerhouse Diaphragm Wall Project Maradid Köyü Batum / Gürcistan		Bölüm ŞANTIYE		1.12.2015	2 YIL (T.C. 6331) ve Yenilenebilir	16			
Faaliyetler		Tehlike kaynağı: Patlama Alanı		Risk: Çalışanların üstüne malzeme devrilmesi		SORUMLU: İşveren					
Sahayla ilgili fotoğraf		Etkilenecek Kişiler	Sonuç	Olasılık	Frekans	Şiddet	Skor	Riskin Tanımı			
		ÇALIŞANLAR	YARALANMA	3	6	40	720	Toleransız Risk			
Mevcut Durum ve Bilgi:						TERMİN SÜRESİ: Gözetim					
<ul style="list-style-type: none"> - Alan mutlak surette düzenli olarak yetkililer tarafından kontrol edilmelidir. - Teknik unsurlardan siren sisteminin düzenli kontrolleri yaptırılmalıdır. - Patlatma alanının çalışanları dışında kimse yaklaştırmamalıdır. - Patlayıcı maddeler açıkta bulundurulmamalı, belirlenen alanlarda istiflenmelidir. - Patlatma yapılmadan önce sözlü olarak çalışma alanındaki personeller ikaz edilmelidir. - Personel başına taşınabilecek max patlayıcı miktarı 10 kg'ı geçmemelidir. 											
İlgili yasal düzenleme: Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği											
Alınması Gerekli İlave Tedbirler ve Yapılanlar:											
-Elektrikle ateşlemede en az 5dk, fitilli veya benzeri ateşlemede 1 saat geçmeden bölgeye yaklaşılmamalıdır. Patlamamış lağım deliğinin en az 30 cm yakınında, ona paralel başka bir delik delinip doldurularak ateşlenir.											
Kullanılması Gereken Kişisel Koruyucular		EMNİYET KEMERİ	BARET	İSG AYAKKABISI	KULAKLIK	KORUYUCU GÖZLÜK	ÇAPAK GÖZLÜK	TOZ/SIS MASKESİ	GAZ MASKESİ	REFLEKTİF YELEK	İŞ ELBİSESİ
		STERİL ELDİVEN	LASTİK ÇİZME	BOYACI TULUMU	KULAK TIKACI	MEKANİK ELDİVEN	KAYNAKÇI ELDİVEN	FİLTRELİ MASKE	KİMYASAL ELDİVEN	KAYNAKÇI SİPERİ	YALITKAN ELDİVEN
Onaylar		İşveren/Vekili		İSG Uzmanı		Sağlık Personeli		Çalışan temsilcisi		Destek Elemanı	

Şekil 11: Kirnati-Khelvechauri I Hes şantiyesi "Pratik Kontrollü Patlatma Kontrol Listesi-1"

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ KONTROLLÜ PATLATMA UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ CHECK / İST			
YÜKLENCİ / CONTRACTOR	TARİH / DATE	ÇALIŞILAN BÖLGE / WORK FIELD	KONTROL NO. / INSPECTION NO.
SÖZLEŞME / CONTRACT			PATLATMA SORUMLUSU / BLASTING SUPERVISOR
KONTROLÜ YAPAN / INSPECTOR / ENGINEER			
ŞANTIYE SORUMLUSU / SITE MANAGER			
KONU / SUBJECT	E	S	A
	U	W	
	AÇIKLAMA / EXPLANATION		
1. Patlayıcı Lojistiği / Explosive Logistics			
1.1 Patlayıcı sevki uygun araçlarla yapılıyor mu?			
1.2 Sevk sırasında resmi kurumlardan gerekli belgeler alındı mı?			
1.3 Araç kullanan personel ehliyet sahibi mi?			
1.4 Araç kullanan personel iş güvenliği talimatlarına riayet ediyor mu?			
1.5 Sevk edilen patlayıcıların iş niteliğine bağlı olduğu kontrol edildi mi?			
1.6 Patlayıcılar araç içerisinde korunaklı ve düzenli şekilde konumlandırıldı mı?			
1.7 Diğer.			
2. Patlatma Ekibi / Blasting Team			
2.1 İşin niteliğine bağlı yeterli eğitime sahip mi?			
2.2 İş öncesi toplantı düzenlendi mi?			
2.3 Temel iş güvenliği konusunda eğitilmiş mi?			
2.4 Temel ilk yardım konusunda eğitilmiş mi? İlk yardımcı sertifikası var mı?			
2.5 Statik elektrikli önleyecek KKD (Kişisel Koruyucu Donanım) Atım sahasının (Kontrollü Patlatma Sahası) mühendislik bilgilerine hakim mi?			
2.6 Patlatma ekibinin sorumlulukları ve görev alanları belirlendi mi?			
2.8 Diğer.			



Şekil 12: Kirnati-Khelvechauri I Hes şantiyesi "Pratik Kontrollü Patlatma Kontrol Listesi-2"

s	Kontrollü Patlatma Sahası Bilgileri / Information of Controlled Blasting Area				
3.1	Emniyet şerhleri ile belirtildi mi?				
3.2	İşaret levhaları ile belirtildi mi?				
3.3	Her iş için doğru alet ve ekipman kullanılıyor mu?				
3.4	Kontrollü patlatma sahası'na yetkili kişi dışında giriş için izin formu.				
3.5	Kontrollü patlatma sahası ulaşım hatları emniyet kuralına uygun				
3.6	Patlatma koruma ağı sistemi mevcuttur mu?				
3.7	Resmi kurumlardan izin alındı mı?				
3.8	Gerekli jeolojik çalışmalar yapıldı mı?				
3.9	Patlayıcı maddeler saha için yapılan mühendislik çalışmalarına uygun				
3.10	Delik boyları ölçülüp uygun şarj yapılıyor mu?				
3.11	Patlayıcı maddelerin deliklere dağıtımı uygun mu?				
3.12	Ateşleyici sistemler kontrol edildi mi? (Emniyetli durumda mı?)				
3.13	Sikilama çubuğu anti statik özellikte ve sahaya uygun mu?				
3.14	Patlayıcı maddeler ve araçlar atım öncesi- sonrası sayılıp kontrol edildi mi?				
3.15	Diğer				

ramak kala örnekleri aylık olarak tutulmuştur (Şekil 13).

İş başı eğitim uygulamalarında iş sağlığı ve güvenliği riayeti için son derece olumlu sonuçlar alınmıştır. Nisan

Şekil 13: Kirnati-Khelvechauri I Hes şantiyesi iş sağlığı ve güvenliği 2015 Kasım ayı rapor formu örnek



**SOLETANCHE FREYSSINET (SF)
AYLIK İSGÇ RAPOR FORMATI**

***Yıl - Ay: 30.11.2015 (Kasım 2015)**

***Ülke- Şehir: Kirnati Batum / Gürcistan**

***Proje (Şantiye) İsmi: Kirnati Hes Diyafram Duvar Projesi**

Toplam Çalışan Sayısı	52
Toplam Çalışma Saati	17.472
Kazalar (A)	
*Kazaların Sayısı	0
(İş Günü Kayıplı ve Kayıpsız)	0
*Kazalar nedeniyle Toplam Kayıplı İş Günü	0
Ramak Kaza ve Malzeme-Ekipman Hasarları	
*Ramak-kaza sayısı (NNM)	0
*Malzeme-Ekipman Hasar sayısı (ED)	0
Güvenli Olmayan Durumlar (SAR)	
*Güvenli Olmayan Durum/Hareket sayısı	2
Çevresel Olaylar (ED)	
*Çevresel olayların sayısı	0
Vardiyabaşı Toplantıları	
*Vardiyabaşı toplantılarının sayısı	3
Kalite - İSGÇ Eğitimleri	
*Kalite-ISGC Eğitimlerinin toplam saati	1
ISGC Denetimleri	
*Yönetim tarafından yapılan ISGC Denetimlerinin sayısı	1

Diğer raporlar ekleme mevcuttur:

GÖKÇEN ERAY ATAKOL
GEOLOGICAL AND HSE ENGINEER

2016 tarihinde Kirnati-Khelvechauri I Hes şantiyesi'nde ciddi iş kazası sayılan bir olay gerçekleşmiştir. Bu olay kontrollü patlatma alanında çalışan kaya delme makinesinin (Şekil 14) patlatma alanından işlem sonrasında uzaklaştırılmaması sonucu yapılan bir patlatma işlemi sonrasında andezit kayaçlarının altında kalmasıdır. Bu kaza ciddi maddi hasara neden olmuş, yaralanma veya ölüm gerçekleşmiştir (Şekil 15).

Şekil 14: Kirnati-Khelvechauri I Hes şantiyesi kaya delme makinesi delik açarken bir görünüm



Şekil 15: Kirnati-Khelvechauri I Hes şantiyesi iş sağlığı ve güvenliği Nisan 2016 emniyet kurallarına uyulmaması sonucu meydana gelen iş kazası



İş kazasının kök nedenleri irdelenmiştir.

IV. HATA AĞACI ANALİZİ (FTA)

Hata ağacı analizi (FTA) 1960'lerden beri kullanılan güvenlik analizi metodudur. Çalışma prensibi, istenmeyen bir durumun-hatanın nedenlerini mantıksal çıkarımlarla grafiksel gösterimidir. Asıl olarak kalitatif (niteliksel) bir metot olan FTA analizi genellikle kantitatif (niceliksel) çıkarımlara da olanak sağlamaktadır. Metot üzerine geniş literatür vardır, ayrıca hata ağacının tasarımına yardım etmek ve hesaplamalar yapmak için ise birkaç bilgisayar programı mevcuttur.








Hata ağacı analizinin grafiksel gösteriminde kullanılan sembollerin anlamları Şekil 16'da verilmektedir.

Hata ağacı analizinde kantitatif çıkarımların temelini Boolean matematiği oluşturmaktadır. Kombinasyonları sağlayan en az sayıda elemanların hata yapması sonucu oluşan tepe olayının küme kesişimi ise MSC (Minimal Cut Set)-Minimum Kesişim Seti olarak adlandırılmaktadır. Eğer bu kombinasyonların içinde istenmeyen bir durum oluşmaz ise tepe olay oluşmamaktadır [16, 17].

$$T = M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_k \quad (T = \text{Tepe olay, } M = \text{MCS'lerdir.})$$

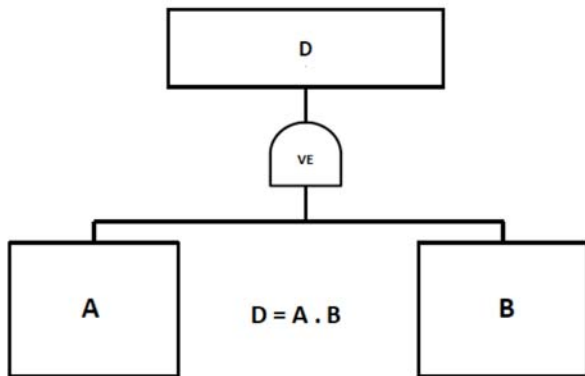
$$M = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n \quad (X = \text{Hata yapan elemanlardır.})$$

Şekil 16: Hata ağacı analizinde kullanılan semboller

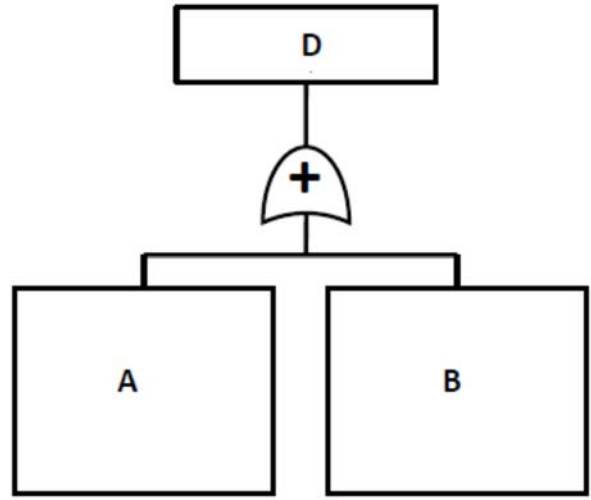
Sembol	İşaret edilen	İşlev
	Temel olay	Temel olay veya hata.
	Gelişmemiş olay	Gelişmemiş durum.
	Olay	Daha temel olaylardan oluşan olay
	Durumsal olay	Normal şekilde oluşabilecek olay
	VE kapısı	C çıktı olayı eğer bütün girdi olayları (A ve B) aynı anda oluşuyorsa oluşur.
	VEYA kapısı	C çıktı olayı eğer herhangi bir girdi olayı oluşursa meydana gelir.
	Transfer sembolü	Ağacın başka bir yerde daha ileri noktaya geliştiğini gösterir.

FTA analizinde başlıca kullanılan iki bağlaç bulunmaktadır. Bu iki bağlaç ve/veya olarak tanımlanmaktadır. “Ve” bağlacı A hatası ile B hatasının çarpımına eşit iken, “Veya” bağlacı A hatası ile B hatasının toplamına eşittir (Şekil 17, Şekil 18). Diğer bir ifadeyle; “ve” bağlacında ilgili olayların aynı anda gerçekleşmesi gerekirken, “veya” bağlacında ilgili olaylardan herhangi birinin gerçekleşmesi yeterlidir.

Şekil 17: Hata ağacı analizinde “Ve” bağlacı işlevi



Şekil 18: Hata ağacı analizinde “Veya” bağlacı işlevi



Kirnatı-Khelvechauri I Hes şantiyesi'nde 2015 Eylül - 2016 Haziran tarihleri arasında temel iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerine katılan personellerin sayısı ve kontrollü patlatmada yapılan yanlış uygulamaların (güvenli olmayan hata puanları) istatistiksel verileri tutularak tablo oluşturulmuştur. Toplam personel sayısı 52, kontrollü patlatma atım sayısında 47'dir. Eğitim katılım tablosunda ki izlenim 2015 Eylül ayında eğitim katılımın en yüksek olduğu ve zamanla katılımlarda düşüşün gözlemlendiği olmuştur. 2016 Nisan ayına gelindiğinde ise katılımın en az seviyelerde, güvenli olmayan durumlarda ise artışın olduğu ve bu tarihte kontrollü patlatma alanında bulunan kaya delme makinesinin işlem sonrasında uzaklaştırılmamasından kaynaklı iş kazasının gerçekleştiği saptanmıştır (Tablo 5).

Bu tablo incelendiğinde 2015 Eylül ayında temel eğitime katılım oranı %99 iken 2016 Nisan ayına gelindiğinde bu oran %48'e kadar gerilemiştir. Eğitim katılımında azalma neticesinde güvenli olmayan durumlarda artış gözlemlenmiş ve aralarında ters orantının olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca Kirnatı-Khelvechauri I Hes şantiyesi'nde toplamda 47 kontrollü patlatma yapılmış olup bu veriler FTA

Tablo 5: Kirnati-Khelvachauri I Hes şantiyesi iş sağlığı ve güvenliği 2015 Eylül-2016 Haziran temel eğitim katılım tablosu

Kirnati-Khelvachauri I HES Şantiyesi Eğitim Katılım				
ZAMAN	KİŞİ SAYISI	ARİTMETİK ORTALAMASI	GÜVENLİ OLMAYAN DURUM	
2015 EYLÜL	22.09.2015	52	52	1
	9.09.2015	51		
2015 EKİM	7.10.2015	44	42	3
	21.10.2015	40		
2015 KASIM	11.11.2015	48	46	2
	24.11.2015	44		
2015 ARALIK	13.12.2015	40	43	6
	24.12.2015	46		
2016 OCAK	14.01.2016	42	41	8
	28.01.2016	40		
2016 ŞUBAT	3.02.2016	38	39	8
	17.02.2016	40		
2016 MART	10.03.2016	38	37	10
	30.03.2016	36		
2016 NİSAN	14.04.2016	28	25	16
	27.09.2016	22		
2016 MAYIS	12.05.2016	48	47	5
	26.05.2016	46		
2016 HAZİRAN	8.06.2016	44	46	3
	28.06.2016	48		

Tablo 6: Kirnati-Khelvachauri I Hes şantiyesi kontrollü patlatma 2015 Eylül-2016 Haziran güvenli olmayan hata puan tablosu

KÖK NEDENLER (McS)	AÇIKLAMA	GÜVENLİ OLMAYAN DURUM-HATA PUANI (p)	q (unavailabiliti y: kullanılmazlık oranı) (p/f)	q (unavailabiliti y: kullanılmazlık oranı) (p/f)	10
TEMELEĞİTİM	Personelin (Operatör) temel eğitimlere katılmaması	9	0,18		
DENEYİM-1	Op. Mesleki anlamda yeterli donanma sahip olmaması	6	0,12		
ÇALIŞAN HATASI-2	Personelin (Operatör) dikkat dağınıklığı	3	0,06		
DENEYİM-2	Mük. mesleki anlamda yeterli donanma sahip olmaması	6	0,12		
TEMELEĞİTİM-2	İşverenin temel iş güvenliği anlamında yeterli donanma sahip olmaması	7	0,14		
TEKNİK HATA	Siren sisteminin kontrol edilmemesi	1	0,02		
PLANLAMA	Şantiye alanında çalışma planının yapılmaması	8	0,16		
DENEYİM-3	İşv. Mesleki anlamda yeterli donanma sahip olmaması	4	0,08		
TEKNİK HATA-2	Siren sisteminin çalışmayan aksesuarların düzeltilmemesi	1	0,02		

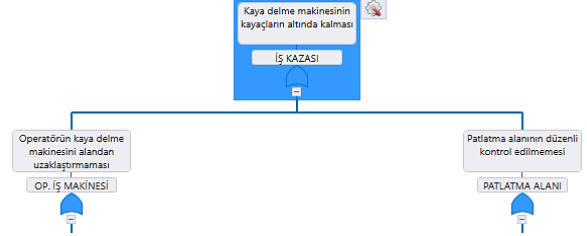
NOT: Kök nedenlerin kullanılabilirlik toplam değeri 0,9 (%90) olarak belirlenmiştir. Geriye kalan 0,1 (%10)'lük oran ise kök nedenler içinde belirlenemeyen diğer nedenlerin oranıdır (kaçınılmazlık oranı).

analizinin temel verilerini oluşturmuştur (Tablo 6).

Hata ağacı analizinde “TopEvent FTA” paket programı kullanılmıştır [18]. Programda gerçekleşen iş kazası tepe olay olarak belirlenmiş ve kök nedenler (temel olaylar) mantıksal olarak birbirine bağlanmıştır (Şekil 19).

Bu paket programda kök nedenlerin iş kazasına sebebiyet verme olasılıkları eğitim katılım tablosunda açıkça gözlenen eğitim katılım yüzdelerindeki düşüşten kaynaklı “Operatörün Temel Eğitim” kök nedeni yüksek tutulmuş, diğer kök nedenlerin olasılıkları şantiye içerisindeki gözlem ve aylık raporlar ile belirlenmiştir. Ayrıca Dizdar’ın sistem güvenilirliği için hata ağacı analizi modelinde kullandığı olasılık skalasından da yararlanılmıştır [19], (Şekil 20).

Şekil 19: TopEvent FTA paket programı hata ağacı analizi tepe olay ve neden bağıntıları



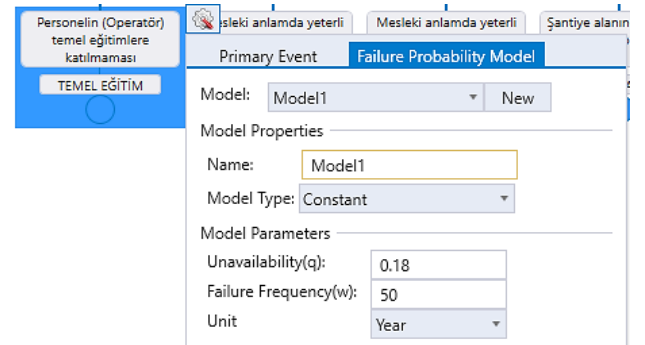
Şekil 20: Sistem güvenilirliği için kullanılan olasılık skalası (Dizdar, 2003)

Olasılık Skalası

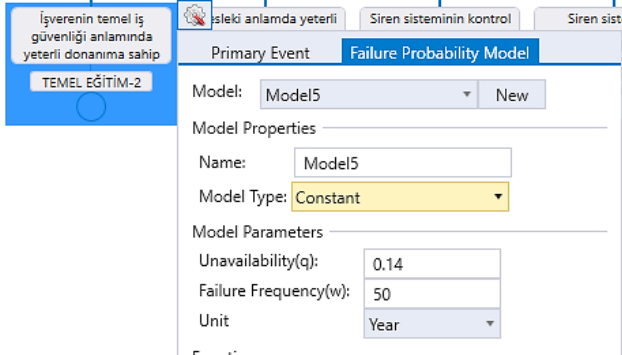
10'da 1	Sık (frequent)
100'de 1	Olası (probable)
1000'de 1	Ara Sıra (occasional)
10000'de 1	Uzak (remote)
100000'de 1	Olası Olmayan (improbable)
1M'da 1	Son Derece Uzak (extremely remote)

“TopEvent FTA” paket programında olasılık girdi modeli “constant” olarak seçilmiş ve “unavailability” (kullanılmazlık değeri; bir öğenin-olgunun belirli bir zamanda ve belirtilen şartlar altında doğru çalışmayacağına olasılığı) alanına önceden belirtilen kök neden çalışmalarının (Dizdar olasılık skalası, temel eğitim tablosu verileri, kontrollü patlatma güvenli olmayan durum – hata puan tablosu) olasılıkları sırayla girilmiştir (Şekil 21, Şekil 22).

Şekil 21: TopEvent FTA paket programı olasılık girdi görünümü-1



Şekil 22: TopEvent FTA paket programı olasılık girdi görünümü-2



Ayrıca Kirnati-Khelvachauri I Hes şantiyesi'nde toplanan temel iş sağlığı ve güvenliği eğitim katılım verilerinin, güvenli olmayan durumlarla karşılaştırmasını sağlayan grafikler ile "TopEvent FTA" paket programında kök nedenlerinin olasılık girdileri yapıldıktan sonra otomatik olarak oluşturulan analiz sonucu Şekil 23 ve Şekil 24 verilmektedir.

V. SONUÇ

"TopEvent FTA" paket programında oluşturulan iş kazası analizinin sonucunda kök nedenlerinin önem sırası saptanmıştır (Tablo 7). Önem sırası – katkı payı, çalışma sahasında oluşabilecek başka iş kazalarının önlenmesinde bizlere fikir vermiştir.

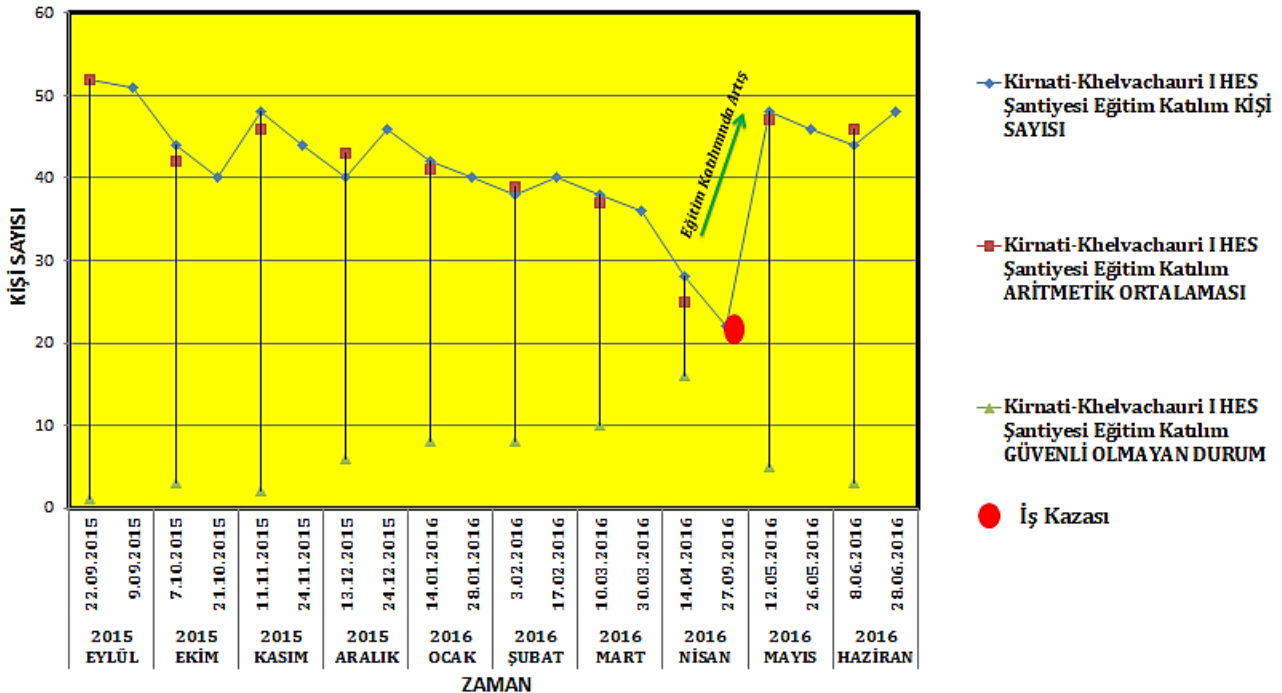
Tablo 7: TopEvent FTA paket programında otomatik oluşturulan iş kazası analizinin önem sıralaması

İŞ KAZASI - Kök Nedenler (Mc5) Önem Sırası			
Minimal Cut Set - Kök Nedenler	Order - Sıra	Unavailability - Kullanılmazlık (q)	Contribution - Katkı Payı
OP. TEMEL EĞİTİM	1	0.18	0.2092
PLANLAMA	2	0.16	0.1859
İŞV. TEMEL EĞİTİM-2	3	0.14	0.1627
OP. DENEYİM-1	4	0.12	0.1394
MÜH. DENEYİM-2	5	0.12	0.1394
İŞV. DENEYİM-3	6	0.08	0.0929
ÇALIŞAN HATASI-2	7	0.06	0.0697
TEKNİK HATA.TEKNİK HATA-2	8	0.0004	0.0004

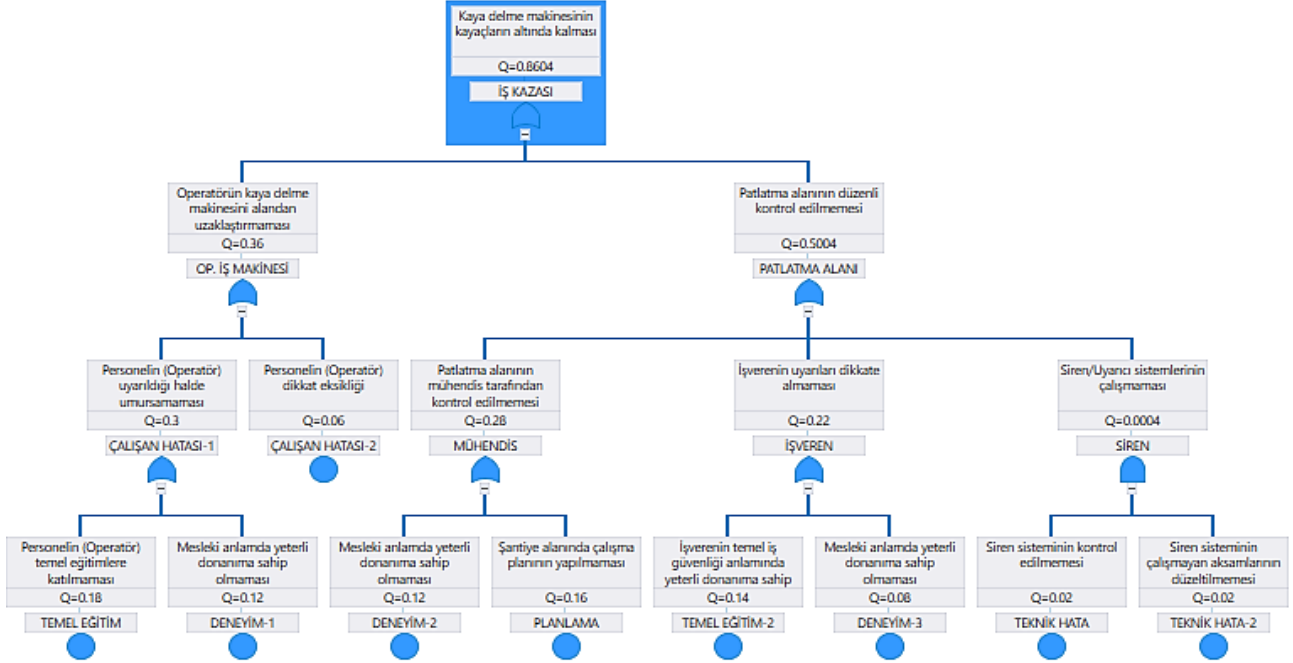
İş kazasına neden olan faktörlerden (kök neden-temel olay) en yüksek iki değer; operatörün temel eğitiminin katkı payı % 20.92, şantiyede düzgün çalışma planının yapılmamasının katkı payı da % 18.59 olarak belirlenmiştir. Grafik ve analizlerden elde edilen sonuçlara dayanarak,

Şekil 23: Kirnati-Khelvachauri I Hes şantiyesi temel iş sağlığı ve güvenliği eğitim katılım güvenli olmayan durum grafiği

Grafik Kirnati-Khelvachauri I HES Şantiyesi Eğitim Katılım ve Güvenli Olmayan Durum Grafiği



Şekil 24: TopEvent FTA paket programında otomatik oluşturulan iş kazası analizi



işyerleri yada şantiyelerde temel iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerine mutlak surette ekip elemanlarının riayet etmesi ve ekip elemanlarının işin niteliğine bağlı mesleki yeterliliğinin sorgulanması gerekmektedir. Ayrıca çalışma planlarının düzgün yapılarak iş yükümlülüklerin dengeli şekilde dağıtılması, ekip elemanları ile sürekli koordinasyon içinde çalışmanın yürütülmesi olası başka iş kazalarının engellenmesinde fayda sağlayacaktır.

KATKI BELİRTME

Yazarlar, sahadaki çalışmalarını tecrübelerini detaylıca aktaran İnş. Yük. Müh. Doğan Günay'a ile Jeo. Yük. Müh. Doğan Koç'a ve makalenin inceleme sürecinde titiz, detaylı ve katkı sağlayıcı eleştiri ve önerilerinden dolayı Hakemlere teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

- [1] Google Inc. (2016). "Georgia, Batumi, Kirnati HPP ProjectView.https://www.google.com.tr/intl/tr/earth/California, USA.
- [2] Arslantürk, A. (2017). Küçük Çamlıca Tv-Radyo Kulesi Projesi Patlatmalı Temel Kazıları Titreşim Analizine Bağlı Delme-Patlatma Optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, T.C. Okan Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- [3] Günay, D. (2015). Kirnati-Khelvachauri I Hes Projesi Zetaş Zemin Teknolojisi A.Ş. Şantiye Şefi, Kişisel Görüşme. Batum, Gürcistan.
- [4] Akçakal, Ö. (2015). Zetaş Diyafram Duvar Yapım Yöntemi ve Proje Ekleri. Mühendislik İşlemleri, İstanbul, Türkiye.
- [5] Gvakharia, V. (2011). Project on Construction and Operation of HPP Cascades on the river Chorokhi, Batumi, Georgia. Environmental and Social Impact Assessment Report.
- [6] Yıldırım, S. (2013). Çoruh Nehri Üzerinde Tamamlanan, İnşası Devam Eden ve Planlanan Büyük Barajların Neden Olduğu ve Olacağı Arazi Kullanım Değişimlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, T.C. Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin, Türkiye.

- [7] Erkoç, Ö. Y. (1990). Kaya Patlatma Tekniği. Birinci Baskı, İstanbul, Türkiye, Orica - Nitro Patlayıcı Mad. San. Tic. A.Ş.
- [8] Özer, U., Kahriman, A., Adıgüzel, D., Karadoğan, A., Aksoy, M. (2007). The Analysis Of Ground Vibration Induced By Blasting At Different Rock Units On Istanbul Kadıköy-Kartal Subway Tunnel Route. 7th International Conference: Modern Management of Mine Producing Geology and Environment Protection, 11-15 June, Albena Resort, Varna, Bulgaria.
- [9] Konya, CJ, Walter, EJ. (1990). Surface Blast Design. New Jersey, USA.
- [10] Langefors, U. Kihlström, B. (1963). The Modern Technique of Rock Blasting. 405 pages. New York, USA, John-Wileyand Sons.
- [11] Gustaffson, R. (1973). Swedish Blasting Technique. Gothenburg, Sweden, SPI.
- [12] Ceylanoğlu, A., Kahriman, A., Demirci, A., (1993). Delme-Patlatmanın Önemi, Kullanıldığı Alanlar ve Maden Mühendisliği ile İlgisi. 1. Delme ve Patlatma Sempozyumu, Ankara, Türkiye.
- [13] Oloffson Stig O. (1988). Applied Explosives Technology for Construction and Mining, 65-89.
- [14] Erzurumluoğlu, K., Köksal, K. N., Gerek, İ. H. (2015). İnşaat Sektöründe Fine-Kinney Metodu Kullanılarak Risk Analizi Yapılması. 5. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, İzmir, Türkiye.
- [15] T.C. Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. <http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6331.pdf> (20.06.2012).
- [16] Bağan, M. (2015). Olay Frekanslarının Hesaplanması. 2. Uluslararası Proses Güvenliği Sempozyumu ve Sergisi, İstanbul, Türkiye
- [17] Erdoğan, A. (2015). Hata Ağacı Analizi, Literatür Araştırması ve Orta Ölçekli Bir İşletmede Uygulama T.C. Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı Çalışma Dünyası Dergisi, Cilt: 3, Sayı:1
- [18] Reliotech TopEvent Fta Inc. (2019). <https://www.fault-tree-analysis.com/>
- [19] Dizdar, E. N. (2003). Fault Tree Analysis for System Reliability, Teknoloji, Sayı:3-4, 35-40. Türkiye.