



**MENFEZLERİN PATLAYICI MADDELER KARŞISINDAKİ DAYANIMININ
ÖLÇÜLMESİ VE DAYANIMINI ARTTIRMAK İÇİN YENİ METOTLAR
GELİŞTİRİLMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İnş. Müh. Muharrem BAŞPINAR
091115108**

**Anabilim Dalı: İnşaat Mühendisliği
Programı: Mekanik**

Danışman: Prof. Dr. Mehmet ÜLKER

AĞUSTOS-2018

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MENFEZLERİN, PATLAYICI MADDELER KARŞISINDAKİ DAYANIMININ
ÖLÇÜLMESİ VE DAYANIMINI ARTIRMAK İÇİN YENİ METOTLAR
GELİŞTİRİLMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Muharrem BAŞPINAR

091115108

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 30.07.2018

Tezin Savunulduğu Tarih: 15.08.2018

Anabilim Dalı: İnşaat Mühendisliği

Programı: Mekanik

Danışman: Prof.Dr.Mehmet ÜLKER

Üye: Prof.Dr.Ragıp İNCE

Üye: Doç.Dr.Burak YÖN



AĞUSTOS-2018

ÖNSÖZ

Bu çalışma Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

“Menfezlerin patlayıcı maddeler karşısındaki dayanımının ölçülmesi ve dayanımını arttırmak için yeni metotlar geliştirilmesi” isimli tez çalışmasına başlamamda ve çalışmamın tüm aşamalarında benimle yakından ilgilenen, değerli bilgileri ile beni yönlendiren, benden her türlü desteği ve yardımı esirgemeyen, kendisiyle çalışmaktan onur duyduğum ve her konuda kendisini örnek alacağım kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet ÜLKER'e minnet ve şükranlarımı sunmayı bir borç bilirim.

Çalışmam sırasında önemli tenkit ve yardımlarını esirgemeyen, çalışma boyunca yakından ilgilenen, her türlü desteği ve yardımı esirgemeyen, çalışmaktan onur duyduğum değerli görüş ve bilgilerini benimle paylaşan değerli Hocam Dr. Öğr. Üyesi Sedat SAVAS'a minnet ve şükranlarımı sunmayı bir borç bilirim. Ayrıca öğrenim hayatı boyunca bana emeği geçen tüm hocalarımı saygıyla anar, kendilerine minnettar olduğumu belirtmek isterim.

Tez çalışmamın her aşamasında yanımda olup desteğini bir an olsun esirgemeyen ETELER İNŞAAT'a, tüm personeline ve Fırat VURAN'a, KILIÇLAR HARFİYAT'a, tüm personeline ve Gürbüz KILIÇ'a, Pütürge kaymakamlığına ve Pütürge kaymakamı Erkan SAVAR'a, Malatya Büyükşehir Belediyesine ve Başkan Hacı Uğur POLAT'a, Yol Etüd ve Kontrol Şube Müdürlüğüne ve Numan ŞENER'e, Teknik destek personelleri Hasan Çağlar BOYRAZ ve Murat PALTA'ya, MAXAM ve Aziz AYTEKİN'e, ölçümler esnasında ve proje kapsamında destek olan Doğan İNCE'ye teşekkür ederim.

Tez çalışmamı, desteğini hep arkamda hissettiğim sevgili eşim Nur BAŞPINAR'a, aramıza katılımıyla yaşamımıza renk katan, mutluluk kaynağım biricik kızım Fatma Beyza BAŞPINAR'a ve Yüce Asil Türk Milletine ithaf ediyorum. Bu çalışmanın, yeni çalışmalara ışık tutmasını ve cennet vatani Ülkemize faydalı olmasını dilerim.

Muharrem BAŞPINAR

ELAZIĞ - 2018



Eşim Nur'a ve Kızım Fatma Beyza'ya

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÖZET.....	VI
SUMMARY.....	VII
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VIII
TABLolar LİSTESİ.....	IX
SEMBOLLER LİSTESİ.....	X
KISALTMALAR LİSTESİ.....	XI
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Konunun Önemi.....	1
1.2. Daha Önce Yapılmış Çalışmalar.....	4
1.3. Mevcut Çalışmanın Kapsamı.....	4
2.PATLAYICI MADDELER VE ETKİLERİ.....	5
2.1. Patlayıcılar.....	6
2.2. Patlayıcı Maddelerin Seçimi.....	8
2.2.1 Kara Barut.....	8
2.2.2 Nitrogliserin.....	8
2.2.3 Dinamitler.....	8
3. GEOTEKSTİLLER VE BÜZLER.....	10
3.1. Geotekstilin Tarihçesi.....	10
3.2 Geotekstillerin Genel Özellikleri.....	10
3.2.1 Fiziksel Özellikler.....	10
3.2.2 Özgül Ağırlık.....	10
3.2.3 Birim Alan Ağırlığı.....	11
3.2.4 Kalınlık.....	11
3.2.5. Sıklık.....	12
3.3 Mekanik Özellikler.....	12
3.3.1 Sıkışabilirlik.....	12
3.3.2. Çekme Mukavemeti.....	13
3.3.3. Basit Çekme Testi.....	13

3.3.4. Geniş Numune Çekme Testi.....	14
3.3.5. İki Eksenli Çekme Testi	15
3.3.6. Yırtılma Mukavemeti	16
3.3.7. Darbe Mukavemeti	16
3.3.8. Delinme Mukavemeti	16
3.3.9. Dikiş Yeri Mukavemeti	17
4. DENEYSEL UYGULAMA	20
4.1. Uygulanan Deneysel Modellerin hazırlanması.....	20
4.2. Deney Sisteminin Hazırlanması	21
4.3. Deney Düzenekleri	22
4.3.1. Birinci Deney Düzeneği	24
4.3.2. İkinci Deney Düzeneği	26
4.3.3. Üçüncü Deney Sistemi	28
4.3.4. Dördüncü ve Beşinci Deney Sistemi	31
4.3.5. Altıncı Deney Sistemi.....	33
5. SONUÇLAR.....	34
KAYNAKLAR.....	38
ÖZGEÇMİŞ.....	40

ÖZET

Dünyada soğuk savaştan sonra terörizm faaliyetleri gittikçe artmıştır. Bu etki ülkemizde çok can ve mal kaybına yol açmıştır. Teröristlerin en büyük zarar verdiği yöntemlerden biriside güvenlik bölgelerindeki yol inşasında su geçişini sağlamak için yapılan menfezlerin içine patlayıcı madde yerleştirmektir. Bu tezdeki amacımız, menfezlere etki ettirilen patlama yükünü azalmaktır.

Tez çalışmasında standart bir yol dolgusu altındaki menfeze patlayıcı yükü etki ettirilmiştir. Uygulanan sistemlerle aynı yükleme altında yolda oluşacak hasarlar incelenmiştir. Bu uygulamalar yol dolgusuna 20 cm aralıklarla geotekstil keçe serilmesi, büz altına büz konulması ve büz üstüne büz konulması olarak belirlenmiştir. Terör faaliyetlere maruz kalan bölgelerde yol yapımında bu uygulamaların kullanımının yapım maliyetine minimum düzeyde etki etmektedir. Uygulamalar neticesinde yolda kullanılan mevcut sistemlere göre patlayıcı etkisinin %80 oranında azalttığı görülmüştür. Çalışmada ekonomik olarak maliyeti düşük, dayanıklılık olarak yüksek sistemler geliştirmek esas alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Patlama Yüğü, Beton Büz, Geotekstil, Stratejik Bölgelerde Yol Projelendirilmesi

SUMMARY

Developing New Methods To Increase Measurement And Resistance Of Concrete Pipes, Explosives, And Explosives

Following the cold war, terrorist acts in the world have progressively increased. This effect has led to many losses of lives and properties in our country. One of the most damaging methods of terrorists is planting explosives in culverts, which are made for ensuring water flow during the construction of the road in security zones. The aim of thesis is to decrease the explosion load affecting the culverts.

In the thesis, the explosive load was applied to the culvert under the embankment of standard road. With the implemented systems, the damage that would be caused by the same load was investigated. These implementations were determined as laying geotextile felt to the road embankment with 20 cm intervals, placing concrete pipes below concrete pipes and placing concrete pipes above concrete pipes. The financial effect of using these implementations in areas subjected to terrorist acts on the construction cost is minimal. As a results of the implementations, it was observed that the effect of the explosion was reduced by 80% compared to current system used in roads. The study was based on developing systems that are low in economic cost and high in strength.

Key Words: Blast Loads, concrete pipes, geotextile, road design in strategic areas

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Tunceli-Pülümür Yolu	2
Şekil 1.2. Diyarbakır-Kocaköy İlçesi Yolu	2
Şekil 1.3 Van-Tatvan Yolu.....	3
Şekil 1.4 Tatvan Köprücek köyü Emek mezrası	3
Şekil 3.1. Değişik geotekstillerin sıkışabilirliği.	13
Şekil 3.2. Basit çekme testi	14
Şekil 3.3. Geniş numune çekme testi.	15
Şekil 3.4. İki eksenli çekme testi.....	15
Şekil 3.5. Beton Büzler	18
Şekil 3.6. Yolda Beton Büzler.....	19
Şekil 4.1. Deney Sisteminin Hazırlanması.....	22
Şekil 4.2. Deney Sisteminin Hazırlanması.....	23
Şekil 4.3 : Birinci Deney Düzenegi.....	24
Şekil 4.4. Birinci Sistemin Patlatılması.....	26
Şekil 4.5. İkinci Sistemin Patlatılması	27
Şekil 4.6. Üçüncü Sistemin Hazırlanması	29
Şekil 4.7. Üçüncü Sistemin Patlatılması	30
Şekil 4.8. Dördüncü ve Beşinci Sistemin Patlatılması	32
Şekil 4.9. Altıncı Sistemin Patlatılması.....	33
Şekil 5.1. Birinci Sistemin kabarması	35
Şekil 5.2. İkinci Sistemin kabarması	35
Şekil 5.3. Üçüncü Sistemin kabarması	35
Şekil 5.4. Dördüncü ve Beşinci Sistemin kabarması	36

TABLolar LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Tahrip Maddelerinin İnfalak Hızları ve Nispi Etkinlik Faktörleri	7
Tablo 2.1. (Devamı) Tahrip Maddelerinin İnfalak Hızları ve Nispi Etkinlik Faktörleri.....	8
Tablo 3.1. Polimerlerin özgül ağırlıkları	11
Tablo 3.2. AASHTO M288'e göre geotekstillerin gerekli mukavemet değerleri	17
Tablo 4.1. Deneyin Yaklaşık Maliyet Tablosu	21
Tablo 5.1. Deneyin düzeneği ve oluşan kabarma miktarları	34



SEMBOLLER LİSTESİ

j	: Joule
kg	: kilogram
kpa	: Kilopaskal
lt.	: Litre
m	: Metre
sn	: Saniye
v	: Volt



KISALTMALAR LİSTESİ

ANFO	: Amonyum Nitrat Fuel Oil
EYP	: El Yapımı Patlayıcı
PA	: Poliamid
PE	: Polietilen
PET	: Polyester
PETN	: Pentaeritrol tetranitrat
PP	: Polipropilen
RDX	: Cyclotrimethylenetrinitramine
TNT	: Trinitrotoluen

1. GİRİŞ

1.1. Konunun Önemi

Ülkemizde meydana gelen terörist saldırıları ile birçok patlama neticesinde birçok insan hayatını kaybetmiş ve yaralanmıştır. Özellikle doğu ve güneydoğu bölgelerinde yaşanan terör olayları ile maddi ve manevi kayıplar yaşanmıştır. Saldırılarda en çok kullanılan yöntemlerden biri de yol altı menfez ve büz içerisine patlayıcı yerleştirilerek patlatılmasıdır. Bu menfez ve büzlerin ağız kısımlarını kapatmak çözüm olarak düşünülse de su akarının kesilmesine neden olacağından bu konuda herhangi bir tasarım, engelleyici tedbir alınmamıştır. Bu yapıların tasarımları potansiyel patlama davranışları göz önüne alınarak yapılması, yaşanan kayıplarının bir bölümü önlenebileceği düşünülmektedir.

Terör, bir grup veya kliğin güç kazanmak için planlı bir şekilde vahşi yollarla yarattığı büyük korku ve panik durumu olarak tanımlanmaktadır [1]. Bu organizasyonlarda hukuk, nizam, adalet ve eşitlik ekarte edilmiştir. Bireyin çıkarı, diğerinin haklarını ezecek kadar baskın hale gelmiştir. Terör bu bileşenlerin tamamıdır. Bu tip kişiler çoğalıp bir araya gelince örgütler kurulmakta ve saldırı eylemleri vasıtasıyla hukuk yolu ile elde edemedikleri ya da edemeyecekleri hakları, imkânları elde etmeye çalışmaktadırlar [2]. Tarihte sistemli bir biçimde terör ilk olarak Orta Doğu'da M.S. birinci yüzyılda "Jewish Zeatlos"un bir grubu olan "Sicariî" tarafından gerçekleştirilmiştir. Sicariî ismi, Roma yönetici sınıfının üyelerine suikastta kullanılan sica isimli kısa kılıçtan gelmektedir [3]. 11.yy.dan sonra İran da eylemlerinde militanlarını cesaretlendirmek için haşhaş kullanarak ve adını buradan alan Haşhaşiler ortaya çıkmıştır. Hasan Sabbah'ın kurduğu iyi örgütlenmiş, gizli, disiplinli bir terör örgütü olup, üyelerini uyuşturucu ile eğiterek, suikastlarla, vur kaç sistemi ile Selçuklu devletine karşı kullanmıştır. Bugünkü anlamıyla terör ise 1792-1794 arası Fransız ihtilalinde kullanılmıştır. 5 Eylül 1793 yılında terör kavramı, bizzat hükümet tarafından uygulanmıştır [4]. 20. Yüzyılda ise durum biraz değişkenlik göstermiştir. Her ne kadar bu yüzyılda yaşanan bağımsızlık hareketleri ve genel olarak ayrılıkçı terör olayları öne çıksa da bu gelişmelere daha baskın çıkan ve belirleyici siyasal söylem olan "Soğuk Savaş Dönemi Terörü" olmuştur[2]. Bu tehlikeli yapı son olarak yaşadığı gelişmeler ile günümüzde insan yaşamını tehdit eden, korku ve panik havası yaratan olumsuz bir olaya dönüşmüştür.

Ülkemizde ilk bombalı saldırı 1905 yılında Sultan Abdülhamit'i öldürmek için Yıldız Camii önünde bir arabanın içerisine yerleştirilmiş saatli bombanın infilak ettirilmesiyle gerçekleştirilmiş, 26 insanın hayatını kaybetmesine neden olmuştur. O günden bugüne kadar birçok bombalı saldırı gerçekleşmiş, insanlarımızın ölümüne ve yaralanmalarına neden olmuştur. O günden bugüne terör saldırıları artarak, çok sayıda insanın hayatını kaybetmesine ve yaralanmasına neden olmuştur.. Son yıllarda ülkemizde yaşanan menfez içi bomba olaylarından ve düzeneklerinden bazıları, 4 Haziran 2018 Tunceli-Pülümür Karayolunda menfez içerisine yerleştirilmiş, 3 adet bidon içerisine 200 kg amonyum nitrat ile güçlendirilmiş patlamaya hazır halde el yapımı patlayıcı (EYP) bulunmuştur (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Tunceli-Pülümür Yolu [5]

20 Eylül 2016 Diyarbakır Kocaköy İlçesi yakınlarında menfeze yerleştirilen 12 çuval içerisinde 450 kg Amonyum Nitrat ile güçlendirilmiş EYP tespit edilmiştir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Diyarbakır-Kocaköy İlçesi Yolu [6]

21 Ağustos 2016 Van-Tatvan karayolunda 1 tonluk el yapımı patlayıcının menfeze yerleştirilmiştir (Şekil 1.3).



Şekil 1.3. Van-Tatvan Yolu [7]

29 Nisan 2017 Tatvan ilçesi Köprücek köyü Emek mezrasında beton menfez içerisine yerleştirilen 7 adet 20 kiloluk yağ tenekesi içerisinde yaklaşık 300 kilo patlayıcı madde, amonyum nitratla desteklenmiş basma düzenekli el yapımı patlayıcı madde düzeneği ile saldırı düzenlenmiştir (Şekil 1.4).



Şekil 1.4. Tatvan Köprücek köyü Emek mezrası[8]

Yol altı menfezlerin içerisine yerleştirilen el yapımı patlayıcıların infilakı sonrası patlama enerjisini yukarı doğru vererek yolun taşıyıcı özelliği ortadan kalkarak göçmesine, yukarı çıkan patlama enerjisinin yol üzerinde ulaşım sağlayan araçlara büyük hasarlar vererek can kaybına neden olmaktadır. Mühendislik açısından değerlendirildiğinde, patlama etkisini

azaltarak, enerjiyi sönümleyici tasarımlar geliştirerek maddi ve manevi kayıpları önemli ölçüde önlemek önemli bir iştir.

1.2. Daha Önce Yapılmış Çalışmalar

Daha önce yapılan çalışmalar genellikle yer altındaki boru hatlarında kimyasal veya basınçtan kaynaklanan patlamalar incelenmiştir. Sadece bir kaynakta büz içerisinde patlayıcı madde etkisi ölçülmüştür. Bu kaynakta düşük miktar patlayıcı kullanılarak büz üzerindeki patlama yükleri belirlenmiştir [9].

Altun vd. [10], C30 sınıfında üç farklı dozajlarda çelik lif katılarak üretilmiş betonarme kirişlerin mekanik özellikleri üzerinde, patlama yüklemesi verildiğinde patlama yükünün kirişte meydana getirdiği değişimler incelenmiştir. Çelik lif katkılı betonarme kirişlerde yeterli düzeyde bir dayanım sağlanmamış olup, çatlak gelişiminin azaldığı tespit edilmiştir. Kulaksız [11], yapmış olduğu çalışmada, patlayıcı miktarı, patlama noktasına olan uzaklığı ve yapı özellikleri parametrelerinin ülkemizde kullanım teknikleri, yapı malzemeleri üzerinde kullanımı açısından incelenmiştir.

Topcu [12], yapmış olduğu çalışmada, patlama yükünün yapıya etkisi, yapının davranışı ve etkilerinin azaltılabilmesi için yapı tasarım önerilerinde bulunmuştur. Özellikle depreme dayanıklı yapı ile patlamaya karşı dayanıklı yapı karşılaştırılması yapılmıştır.

1.3. Mevcut Çalışmanın Kapsamı

Terör saldırıları Türkiye’de dâhil bütün dünyayı tehdit eden maddi ve manevi yıkıcı etkilerinden dolayı afet niteliğindeki olaylardır. Bu çalışma ile meydana gelmiş bütün olumsuzluklar değerlendirilmiş, bombalı saldırılara hedef olan yollarda bulunan sanat yapıları; menfez ve büzlerin belirlenmesine ve gerekli önlemlerin sağlanmasına yönelik araştırmalar yapılarak, patlama yükleri altında bu yapıların davranışları incelenerek patlamanın yol üzerindeki taşıt ve yayalara olan zararı azaltılmaya çalışılmıştır. Böylece mevcut bu yapı sistemlerinin tekrar ele alınıp ve yeni yapılaşmanın daha sağlam, saldırıya karşı olumlu tepki verebilen yapılara dönüştürülmesi hedeflenmiştir.

Tez kapsamında, beş farklı yol altı büz sistemi kurularak, terörist saldırılarında kullanılan bomba düzeneklerine benzer düzenekler hazırlanmıştır. Bu bombalı düzenekler patlatılarak patlama şiddetini en iyi sönümleyen sistemlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Tez altı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, konunun önemi, literatür çalışmaları ve mevcut çalışmanın kapsamı yer almıştır. İkinci bölümde; patlayıcı özellikleri ve davranışları açıklanmıştır. Üçüncü bölümde; yol altı menfez ve büz sistemleri incelenmiştir. Dördüncü bölümde; patlayıcıların yapı üzerindeki etkileri ve davranışları incelenmiştir. Beşinci bölümde; deneysel arazi uygulaması anlatılmıştır. Deneysel uygulamada, Malatya İli Pütürge İlçesi, Kubbe Dağı mevkiinde, Etelet inşaatına ait Taş Ocağında 5 ayrı yol altı büz sistemi inşa edilerek, patlama davranışları incelenmiştir. Altıncı bölümde ise; tezden elde edilen sonuçlar özetlenmiştir.

2.PATLAYICI MADDELER VE ETKİLERİ

Yakıldığında hızlıca genişip gazlar oluşturarak çevreye ani yüksek basınç uygulayan maddelere patlayıcı denir. Patlayıcı maddeler, yanarken çıkardıkları gazdan dolayı oluşturduğu basınçla çevrelerindeki her yeri ve şeyi büyük bir gürültü ve şiddetle parçalamasına neden olan bu olaya patlama denir. Başlıca kimyasal patlayıcılar kara barut, nitrogliserini dinamit ve TNT 'dir. Kimyasal patlayıcılar gaz, sıvı ve katı halde bulunabilir. Başlıca iki tür patlayıcı vardır. Bunlar, yüksek patlayıcılar ve düşük patlayıcılardır. Yüksek patlayıcı maddeler hızla ayrışarak çevrelerinde yüksek basınç oluşturur, düşük patlayıcı maddeler ise hızla yanarak çevrelerinde düşük basınç oluştururlar. Birincil patlayıcılar alev ya da ısı oluşturan bir çarpma etkisiyle tutuşturulur; ikincil patlayıcıların ise ayrı bir ateşleme kapsülüne ihtiyacı vardır.

Kara barut, 13. Yüzyılda Çinliler tarafından geliştirilen ilk kimyasal patlayıcıdır. Potasyum nitrat, kükürt ve odun kömürü karışımından oluşan kara barut önceleri yalnızca ateşli silahlarda kullanılırken, 17. Yüzyılın ikinci yarısında madencilik gibi alanlarda da kullanılmaya başlandı. Alman kimyacı Christian Schönbein 1846 yılında ilk dumansız barut olan pamuk barutunu keşfetti [13]. Pamuk barutu, pamuk liflerinin derişik nitrik asit ve sülfirik asitle işlenmesiyle oluşan güçlü bir patlayıcıdır. Bu tip patlayıcılar günümüzde pamuk yerine kâğıt ve odun talaşı asitle işlenerek nitroselüloz adını alır. İtalyan kimyacı Ascanio Sobrero 1847 yılında gliserini derişik nitrik asit ve sülfirik asidin içine damlatarak nitrogliserini buldu. Patladığında kendi hacminin 12000 katı gaz çıkaran nitrogliserin son derece güçlü bir patlayıcıdır, ama taşınırken küçük bir sarsıntıda kolayca patladığı için kullanımı son derece tehlikelidir. İsveçli kimyacı Alfred Nobel 1867 yılında nitrogliserinin diyaomit adı verilen kumlu bir toprakla karışımının hem güçlü bir patlayıcı olduğunu hem

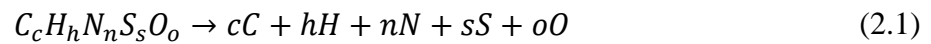
de kolaylıkla taşınabildiğini keşfetti ve bu karışıma dinamit adını verdi. 1876 yılında nitroselüloz ile nitrogliserin karışımı olan daha güçlü ve güvenli jelatinimsi dinamiti geliştirdi. Jelatinimsi dinamit daha çok taş ocaklarında ve kaya patlatmalarında kullanılır. Patlayıcıların tarihinde önemli olan iki gelişme, güvenlik tapasının ve ateşleme kapsülünün bulunmasıdır. İngiliz William Bickford'un geliştirdiği güvenlik tapası sayesinde güvenli ve doğru zamanlanmış patlamalar elde edilebilirken 1865 yılında Alfred Nobel'in geliştirdiği ateşleme kapsülüyle nitrogliserinin güvenli biçimde ateşlenmesi sağlanmıştır. Askeri alanda ise 20. Yüzyılda sık kullanılan güçlü patlayıcılar TNT, siklonit ve PETN'dir. Patlayıcılar ayrıca kömür, taş ve cevher çıkarmak için madenlerde ve taş ocaklarında, tünel ve geçit açmak için karayolu ve demiryolu yapımında, liman ve kanal yapımında kullanılır [14].

2.1. Patlayıcılar

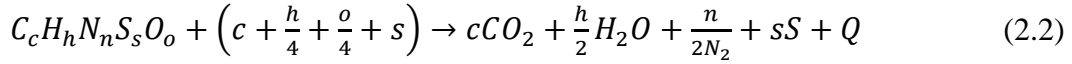
Katı, sıvı, kristalize durumdan alev, ısı, basınç veya sürtünme etkisi ile ani gaz haline dönüşerek, her yöne eşit olarak basınç ve ısı yayan maddelere patlayıcı maddeler denir. Patlayıcı maddeler, infilak hızı veya şiddetlerine ve parçalanma etkisi gibi diğer özelliklerine göre alçak veya yüksek infilaklı olarak sınıflandırılırlar.

Alçak infilaklı patlayıcı maddeler: Katı durumdan gaz haline geçmeleri veya tutuşarak yanmaları nispeten yavaştır. İnfilak hızları saniyede 400-1000 m'dir. Bu özellikleri nedeniyle alçak infilaklı patlayıcı maddeler itici, sürücü ve gevşetici etkilerin istendiği yerlerde kullanılır. Bu patlayıcılara örnek olarak, dumansız barut ve kara barutlar verilebilir.

Yüksek infilaklı patlayıcı maddeler, bulunduğu durumdan gaz haline geçmeleri ani ve çok süratlidir. İnfilak hızları saniyede 1000-8500 m'ye kadar olup hedefler üzerinde kırıcı ve paralayıcı etki yaparlar. Yüksek infilaklı patlayıcı maddeler parçalanma etkisinin istendiği yerlerde imla hakkı olarak kullanıldığı gibi mayın, mermi ve bombaların ana imla hakkı olarak da kullanılır. Örnek olarak, Nitrogliserin, Tetryl, Tetritol, TNT, PETN, RDX vb. verilebilir. Ayırışma denklemi olarak Denklem 2.1 deki gibi yazabiliriz.



Bu patlayıcıların tipik yanma denklemini Denklem 2.2 deki gibi yazabiliriz. Bu denklemde Q yanma sonucunda açığa çıkan yanma enerjisidir.



Günümüzde en bilinen patlayıcı türleri barut, dinamit ve TNT dir. Her patlayıcının yanma esnasında açığa çıkardığı enerji birbirinden farklıdır. Dolayısıyla patlama sonrasında yarattığı etkiler de birbirinden farklı olacaktır. Bu durumun getirdiği zorlukları aşmak için patlayıcıların TNT denklikleri kullanılmaktadır. Bu denklik ile patlayıcının ağırlıkça TNT eşdeğeri hesaplanmaktadır. Patlayıcının TNT 'ye dönüşümünü sağlayacak faktör, patlayıcının birim yanma sırasında açığa çıkardığı enerjinin, TNT 'nin birim yanma sırasında açığa çıkardığı enerji ile oranlanmasıyla elde edilir. Denklem 2.3 de bu denklik verilmiştir [15]. Burada W_E patlayıcının TNT olarak etkin ağırlığı (kg), $W_{patlayıcı}$ patlayıcı ağırlığı (kg), d_{TNT} TNT'nin birim yanmada açığa çıkardığı yanma enerjisidir.

$$W_E = \frac{d_{patlayıcı}}{d_{TNT}} W_{patlayıcı} \quad (2.3)$$

Patlamanın, patlayıcı içerisinde saniyede metre olarak ilerleme hızına infilak hızı denir. Birim saniyede metre (m/s) olarak ifade edilir. Patlayıcı maddeler sadece infilak hızlarıyla (m/s) değil, aynı zamanda kesici, patlayıcı ve krater açıcı tesirlerini belirleyen yoğunluk ve enerji üretimi gibi diğer özellikleri itibariyle de farklılık gösterirler. Tahriplerin çoğu kesme ve paralamayı gerektirdiğinden, kullanılan patlayıcı madde miktarı, bu tahrip maddesinin TNT'ye nispeten kırıcılık ve paralayıcılık etkisini ifade eden nispi etkinlik faktörü ile belirlenir. Tablo 2.1' de patlayıcı maddelerin infilak hızları ve nispi etkinlik faktörleri verilmiştir.

Tablo 2.1. Tahrip Maddelerinin İnfalak Hızları ve Nispi Etkinlik Faktörleri

PATLAYICI MADDE	İNFİLAK HIZI (m/s)	NİSPİ ETKİNLİK FAKTÖRÜ
Kara Barut	400	0,55
Nitrogliserin	7700	1,50
PETN	8300	1,66
RDX	8350	1,60
Tetril	7100	1,25
A3 Bileşiği	8100	-
A4 Bileşiği	8200	-
B Bileşiği	7800	1,35
Pentolit 50/50	7450	-
Amatol 80/20	4900	1,17

Tablo 2.1.(Devamı) Tahrip Maddelerinin İnfilak Hızları ve Nispi Etkinlik Faktörleri

TNT	6900	1
Tetritol 75/25	7000	1,20
C3 Bileşiği	7625	1,34
C4 Bileşiği	8040	1,34
M118 ve M186	7300	1,14
Amonyum Nitrat	2700	0,42
İnfilaklı Fitol	6100-7300	1,66
Bangalore Torpedo M1A2	7800	1,17
Boşluklu İmla Hakkı M2A3, M2A4, M3A1	7800	1,17

2.2. Patlayıcı Maddelerin Seçimi

Belirli bir amaçla kullanılacak patlayıcı maddeler, genellikle nispi etkinlik faktörleri göz önünde tutularak seçilirler. Belirli bir tahrip projesinin uygulanmasıyla kullanılacak en uygun patlayıcı maddeyi seçerken bu bölümde belirtilen özellikler dikkate alınmaktadır.

2.2.1 Kara Barut

Bilinen en eski infilak ve sevk maddesidir. Potasyum veya sodyum veya sodyum nitratın, kömür ve sülfürle birleşmesinden elde edilen bir bileşimdir. Kara barut, döküm haldeki bütün patlayıcı maddelerin en hassasıdır. Sürtünmeye, ısıya, statik elektriğe ve çarpmaya karşı çok hassastır. Kara barut, şantiye fitili, bazı ateşleyiciler ve füyelerde kullanılır.

2.2.2 Nitrogliserin

Ticari dinamitlerde temel patlayıcı madde olarak kullanılan nitrogliserin, en güçlü yüksek patlayıcılardan biri olup kuvvet bakımından RDX ve PETN ile kıyaslanabilir. Nitrogliserin oldukça duyarlıdır ve aşırı sıcaklardan etkilenir. Duyarlılığından ve taşıma zorluklarından dolayı nitrogliserin patlayıcı maddelerde kullanılmadığı gibi ticari dinamitlerde pek kullanılmaz.

2.2.3 Dinamitler

Dinamitler, arazi temizliği, çukur ve hendek açma ile taş ocakları gibi genel infilak ve tahrip işlerinde kullanılırlar. Dinamitin özellikleri:

- Saf Dinamit; patlayıcı olmayan bir maddeye emdirilmiş nitrogliserinden oluşur.
- Amonyum dinamit; amonyum nitrat ve nitrogliserinden oluşur.

- Jelatin dinamit; nitrogliserin içinde eritilmiş pamuk barutundan oluşan bir plastik dinamittir.
- Amonyum-jelatin dinamit; amonyum nitrat katılmış nitrogliserin içinde eritilmiş pamuk barutundan oluşan plastik bir dinamittir.

Nitrogliserin esaslı dinamitlerin gücü, içinde bulunan nitrogliserinin yüzdesi ile ifade edilir. Bu kıyaslama % 92.4 nitrogliserin içeren dinamit ile yapılmaktadır. Bunun sebebi dünyada en çok kullanılan dinamitin % 92.4 nitrogliserin içeren dinamit olmasıdır. Diğer patlayıcılar bu dinamit ile kıyaslanmaktadır. Bu dinamitin gücü 100 veya 1 alınarak diğer patlayıcılar kıyaslanmaktadır. Gücü birden büyük olan bir patlayıcı düz dinamitten daha güçlü, küçük olan ise daha güçsüzdür. Bu sayede dünyanın her yerinde üretilen patlayıcıların güçleri birbiri ile kıyaslanabilmektedir. Dinamitlerin güçleri kendi aralarında kıyaslanırken direkt nitrogliserin yüzdeleri kıyaslanarak bir sonuca varmak doğru değildir. Yani % 40 nitrogliserin içeren bir dinamitin gücü % 80 nitrogliserin içeren dinamitin gücünün yarısı değildir, çünkü patlayıcıda bulunan diğer bileşenlerin oranları da patlayıcının gücünü etkilemektedir [16]. Patlayıcının gücünü artırmak için patlayıcı yoğunluğunu artırmak kullanılan bir yöntemdir. Özellikle askeri amaçlı patlayıcılarda kalıplama ve presleme yardımıyla daha güçlü patlayıcılar elde edilmekte, aynı zamanda patlayıcının kritik çapı da azaltılmaktadır. Aynı amaçla arazide delik içindeki patlayıcının sıkılanması da yoğunluğu artırmak için yapılır. ANFO gibi harç patlayıcıların yoğunluk arttıkça güçleri azalmaktadır. Amonyum Nitrat, genellikle bütün ticari patlayıcı maddelerin ham ana maddelerinden birisidir. Gözenekli piril amonyum nitrat genellikle mazot ile karıştırılıp ANFO hazırlanmasında kullanılmakta olup yoğunlukları düşüktür. 1950’li yıllarda kullanılmaya başlanan ANFO açık kömür ocaklarında, metal madenlerinde, taş ocaklarında ve inşaat sektörlerinde geniş olarak kullanılmaya başlamıştır. ANFO’nun en önemli sakıncası ise suya dayanıklı bir patlayıcı madde olmamasıdır. En yaygın olarak kullanılan ANFO ürünü oksijen dengeli, serbest akabilen, ağırlıkça % 94,3 gözenekli AN tanecikleri ve % 5,7 mazottan üretilendir.

Yoğun piriller halinde hazırlanan ANFO’nun patlama hızı poroz piriller halinde hazırlanan ANFO’nun patlama hızından küçüktür. Bunun sebebi bir noktadan sonra reaksiyonun ilerlemesi için gerekli olan ve “hot spot” denilen noktaların oluşmasını sağlayan hava hacminin azalmasıdır. Bunun sonucunda, belli bir yoğunluktan sonra bu noktalar kaybolur ve patlama olayı gerçekleşmez.

3. GEOTEKSTİLLER VE BÜZLER

Geotekstil, esnek tabakalar halinde geçirimli, polimerik tekstil ürünleridir [18-15]. Bir proje veya sistemin parçası olarak temel, zemin, kaya, toprak veya geoteknik mühendisliği ile ilgili bir malzeme ile beraber kullanılan malzemeler olarak tanımlanmaktadır (ASTM).

3.1. Geotekstilin Tarihçesi

Geotekstilin tarihsel gelişimi, ilk olarak erozyon kontrolü ve zemin filtrasyonu amacıyla kullanılması ile başlamıştır. 1950'li yıllarda, kıyılarda bulunan istinat duvarları ve erozyon kontrolü için kullanılan bloklarda kullanımına başvurulmuştur. 1960'lı yıllara gelindiğinde geotekstilin kullanım alanı Fransa 'da oldukça genişlemiştir. Kaplamasız yollarda, demiryollarının balast tabakalarında, şevlerde ve toprak dolgu barajlarda güçlendirme amaçlı olarak kullanılmıştır.1970'li yıllarda dünyanın birçok yerinde geotekstilin üretimine önem verilmiş, malzeme kalitesi önemli ölçüde iyileştirilmiştir. Sonraki yıllarda geotekstil kullanımı oldukça önem kazanmış, bu konuyla ilgili önemli çalışmalar yapılmıştır [17].

3.2 Geotekstillerin Genel Özellikleri

Malzeme özellikleri fiziksel, mekanik, hidrolik ve dayanıklılık olarak dört grup olarak sıralanabilir.

3.2.1 Fiziksel Özellikler

En belirgin fiziksel özellikleri özgül ağırlık, birim alan ağırlığı, kalınlık ve sıklıktır.

3.2.2 Özgül Ağırlık

Herhangi bir geotekstil türünün özgül ağırlığı gerçekte söz konusu geotekstilin imal edildiği polimerik hammaddenin özgül ağırlığıdır. Geotekstilin ağırlığının, boşluksuz hacmine oranlanmasıyla hesaplanır. Hacmin doğru ve boşluksuz hesaplanması için

malzemenin su içinde kapladığı hacim bulunur [17]. Geotekstil hammaddesi olarak kullanılan bazı polimerik malzemelerin özgül ağırlıkları şu şekildedir;

Tablo 3.1. Polimerlerin özgül ağırlıkları [14].

Polimer Çeşidi	Özgül Ağırlık (g/cm³)
PP	0,90 - 0,91
PET	1,38
PA	1,14
PE	0,92 - 0,96

3.2.3 Birim Alan Ağırlığı

Birim alan ağırlığı, malzemenin kullanılacağı proje ve malzemenin kalitesinin belirlenmesi için önemli bir parametredir. Numune büyüklüğü 100 cm² 'den büyük olması durumunda herhangi bir çekme kuvveti olmaksızın net yüzey alanı belirlenir. Numunenin net ağırlığı belirlenmesi ile ölçülen alana bölünmesi neticesinde numunenin birim alan ağırlığı g/cm²cinsinden belirlenir. Genelde örgüsüz geotekstillerin birim alan ağırlığı 100 ile 1000 g/cm² arasındadır. Kullanım açısından 100 ile 300 g/cm² arasındaki örgüsüz geotekstillere daha yaygın kullanılmaktadır. Örgülü geotekstillere göre genelde daha ağır malzemelerdir. En çok kullanılan örgülü geotekstillere göre genelde daha ağır malzemelerdir. En çok kullanılan örgülü geotekstillere göre genelde daha ağır malzemelerdir. En çok kullanılan örgülü geotekstillere göre genelde daha ağır malzemelerdir. En çok kullanılan örgülü geotekstillere göre genelde daha ağır malzemelerdir.

Birim alan ağırlığı düşük olan geotekstillere genelde ayırma amaçlı olarak kullanılır. Yüksek birim alan ağırlığına sahip örgülü geotekstillere güçlendirme, yüksek birim alan ağırlığına sahip örgüsüz geotekstillere ise filtrasyon ve koruma uygulamalarında kullanılır[18].

3.2.4 Kalınlık

Geotekstillin kalınlığı, en üst yüzeyi ile en alt yüzeyi arasındaki mesafe olarak tanımlanır. Geotekstillere uygulanan yükler altında büyük değişimler gösterir. Bu

yüzden kalınlık ölçümü daha çok geomembranlarda kullanılmakla birlikte bazı geotekstillerde de kullanılabilir. Malzeme kalitesinin belirlenmesi açısından önemli bir parametredir. ASTM standartlarına göre geotekstillerin kalınlığı 2,0 kPa'lık bir basınç yükü altında ölçülür. Geotekstillerin kalınlığı genelde 0,2 ile 10,0 mm arasında değişmektedir [19].

3.2.5. Sıklık

Bir geotekstilin sıklığı, malzemenin kendi ağırlığı altında eğilmeye karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanmaktadır. Belli bir düşey eğilme sınırının altında kalmak şartıyla, konsol kiriş benzeri bir şekil oluşturma kapasitesinin belirlenmesiyle ölçülebilir. En çok kullanılan sıklık belirleme testi "Single Cantilever Test" olarak bilinir. Söz konusu testte, numune bir platform üzerine yerleştirilir ve üzerine bir ağırlık konur. Daha sonra uzun doğrultuya paralel olarak platform dışına doğru kaydırılmaya başlanır. Platform dışına taşan kısmın düşeydeki hareketi takip edilir. Numunenin eğilmesi sonucu, yatayla arasında oluşan açı 41,5 dereceye ulaştığında platformdan sarkan kısmın uzunluğu ölçülür. Bu mesafenin yarısı eğilme uzunluğudur. Belirlenen bu değer küpü, numunenin birim alan ağırlığıyla çarpılarak malzemenin sıklığı belirlenir. Yumuşak zeminlerde kullanılan geotekstillerin yüksek sıklığa sahip olması tercih edilir [19].

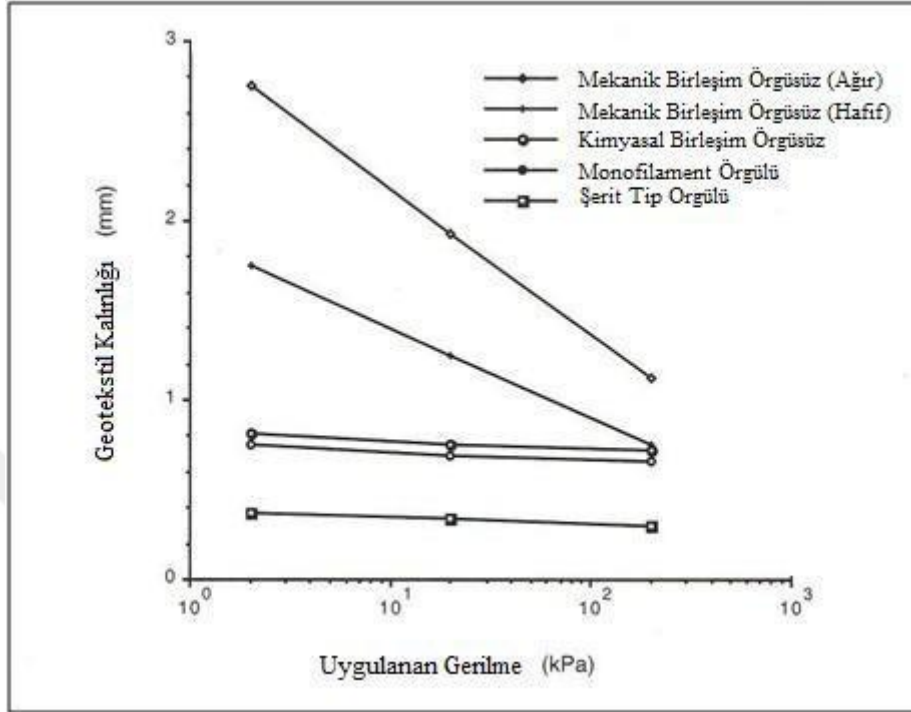
3.3 Mekanik Özellikler

Geotekstillerin mekanik özellikleri, Sıkışabilirlik, Çekme Kuvveti, Basit Çekme Testi, Geniş Numune Çekme Testi, İki Eksenli Çekme Testi, Sınırlandırılmış Çekme Mukavemeti, Yırtılma Mukavemeti, Darbe Mukavemeti, Delinme Mukavemeti ve Dikiş Yeri Mukavemeti olarak incelenmiştir.

3.3.1 Sıkışabilirlik

Bir geotekstilin sıkışabilirliği, değişen normal yükler altında malzemenin kalınlığındaki değişim olarak tanımlanır. Geotekstillerin sıkışabilirliğinin ölçümü için bazı test metotları kullanılır. Bu metotlardan biri ASTM tarafından kullanılan testtir. Söz konusu testte numune iki plaka arasına yerleştirilir ve plaka çift taraflı sıkıştırılarak numune üzerine normal kuvvet uygulanır. Numune üzerine uygulanan gerilme kPa cinsinden ve numunede meydana gelen deformasyon da mm cinsinden kaydedilir. Geotekstillerin sıkışabilirliği genelde düşük sayılabilecek seviyelerdedir. Ancak, mekanik birleşimli örgüsüz

geotekstillerin sıkışabilirliği diğer geotekstillere göre gözle görülür seviyede daha yüksektir [17].



Şekil 3.1. Değişik geotekstillerin sıkışabilirliği [17].

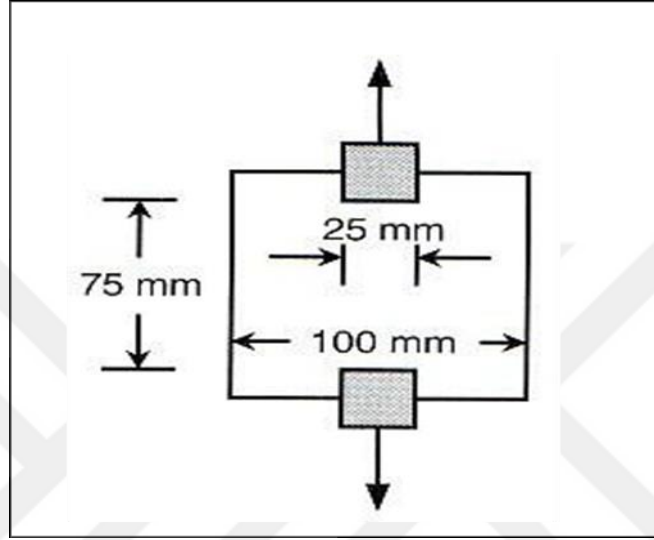
3.3.2. Çekme Mukavemeti

Geotekstillerin en önemli malzeme özelliği çekme dayanımlarıdır. Çekme dayanımı, herhangi bir uygulamada, kullanılan malzemeye etkiyen dış yükler altında, malzemenin bu yüklerden kaynaklanan deformasyonlara gösterdiği maksimum dirençtir. İstisnasız olarak tüm geotekstil uygulamalarında bu özellik göz önünde bulundurulur. Özellikle zeminlerdeki güçlendirme uygulamalarında, zemine gelen çekme gerilmeleri geotekstillere taşındığı için geotekstillerin çekme dayanımının doğru şekilde tespit edilmesi önemlidir. ASTM'de çekme dayanımının belirlenmesi için değişik test yöntemleri vardır.

3.3.3. Basit Çekme Testi

Geotekstil endüstrisinde kullanılan temel çekme testidir. En yüksek çekme dayanımının elde edildiği testtir. Malzemelerin karşılaştırılmasında fikir edinmek açısından kabul edilebilir bir testtir. Ancak elde edilen sonuçlar dizayn ve uygulamada karşılaşılan şartlar altında yanıltıcı olabilir. Bu yüzden bu test sonucu elde edilen değerler dizaynda dikkate

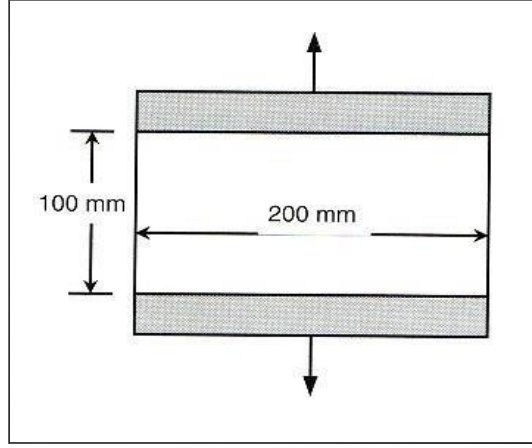
alınmaz. Bu test son derece ekonomik, uygulanması kolaydır. Malzeme kalitesinin belirlenmesi açısından kullanılabilir. Tek eksenli bir çekme testidir. Numune karşılıklı iki mengene arasına sıkıştırılır. Bu testte numune genişliği menganelere göre daha fazladır. Numunedeki uzama homojen değildir. Menganelere sıkıştırılmış kısımda daha büyük uzama meydana gelir [15].



Şekil 3.2. Basit çekme testi [17].

3.3.4. Geniş Numune Çekme Testi

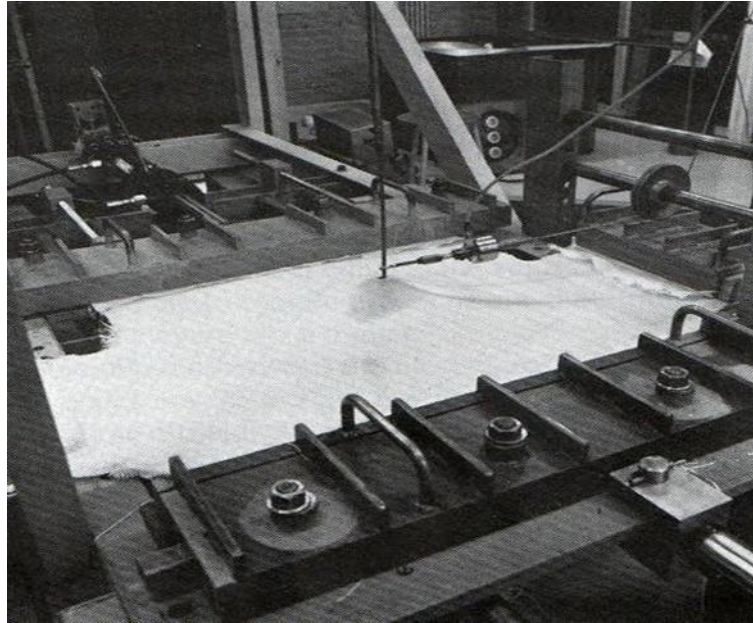
ASTM’de kullanılan diğer bir test yöntemidir. basit çekme testine göre uygulanması daha pahalı olan bir testtir. Bu testte nispeten daha geniş eni olan numuneler kullanılır. Numune kenarının tamamı menganelere sıkıştırılarak test gerçekleştirilir. Numunede daha homojen ve daha sınırlı deformasyonlar meydana gelir. Örgülü geotekstillerin çekme dayanımının belirlenmesinde, basit çekme dayanımı testine göre daha doğru sonuçlara ulaşılır. Örgülü geotekstiller için elde edilen dayanım değerleri dizaynda kullanılabilir. Ancak bu yöntemle, örgüsüz geotekstiller için dizayn açısından çok doğru sonuçlar elde etmek mümkün değildir [20].



Şekil 3.3. Geniş numune çekme testi [17].

3.3.5. İki Eksenli Çekme Testi

Geotekstiller, kullanıldıkları uygulamalarda genel olarak iki eksenli yüklere maruz kalırlar. Bu nedenle, tek eksenli çekme testleri kullanılarak elde edilen dayanım değerleri özellikle de örgüsüz geotekstiller için çok uygun sonuçlar vermemektedir. Bu deneyde her biri karşılıklı dört adet mengene kullanılır numune dört tarafından mengenelere bağlanır. Numunenin merkezi sabit kalacak şekilde, karşılıklı mengeneler aynı hızlarda hareket ettirilerek numuneye çekme kuvveti uygulanır [18].



Şekil 3.4. İki eksenli çekme testi [17].

3.3.6. Yırtılma Mukavemeti

Geotekstilleri oluşturan ipliklerde veya birleşim yerlerinde, dış kuvvetlerin de etkisiyle kopmalar meydana gelir. İpliklerdeki bu kopmalar, malzeme yapısında yırtılmaya neden olur. Geotekstil yapısındaki bu yırtıklar tek veya iki doğrultuda oluşabilir. Yırtılma, örgüsüz geotekstillerde genelde tek doğrultuda oluşurken, örgülü geotekstillerde her iki doğrultuda da ortaya çıkabilir. Yırtılma, uygulanan kuvvet doğrultusu dışında herhangi bir doğrultuda ortaya çıkabilir. Yırtılma, ipliklerde veya birleşim yerlerindeki kopmalar sonucu ortaya çıktığı için malzemenin çekme mukavemeti ile doğrudan ilgilidir. Bu mukavemetin ölçülmesi için ASTM Standartlarında değişik test yöntemleri mevcuttur [18].

3.3.7. Darbe Mukavemeti

Uygulama sırasında ortaya çıkan ani yükler sonucu malzemede delinme problemi ortaya çıkabilir. Genelde geotekstil tabakası üzerine agrega veya uygulamada kullanılan değişik malzemeler düşmesi sonucu oluşur. Darbe mukavemetinin ölçülmesinde çoğunlukla Koni Düşüş Testi kullanılır. Bu testte numune, altı boş olacak şekilde, karşılıklı mengeneler arasına sıkıştırılır. Daha sonra numune üzerine, 500 mm yükseklikten, standart özellikleri olan bir koni bırakılır. Koninin düşüşü sonucu numune üzerinde açılan deliğin çapı ölçülür. Bu değer malzemenin darbe mukavemet değeri olarak kullanılır. Delik çapı ne kadar küçükse, malzemenin darbe dayanımı o kadar yüksektir.

3.3.8. Delinme Mukavemeti

Geotekstil uygulamaları sırasında, geotekstilin darbe mukavemeti yanında zemindeki keskin taş, ağaç kökü gibi malzemelerin neden olduğu delinmeye karşı mukavemeti de dikkate alınmalıdır. Delinme dayanımı için genelde klasik CBR test düzeneği kullanılır. Düzenekte 150 mm yarıçapında halka içine yerleştirilen geotekstil numunesine 50 mm yarıçapında çelik çubukla kuvvet uygulanır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, geotekstilin halka içine yerleştirilirken, geotekstilde herhangi bir gerilme oluşmamasıdır. Çelik çubuğun dakikada 50 mm hareket edeceği şekilde geotekstile kuvvet uygulanır. Geotekstilde yırtılma meydana geldiği durumdaki gerilme değeri bulunur.

$$T = \frac{F}{2\pi r} \quad (3.1)$$

T :geotekstilün birim genişliği için çekme kuvveti (kN/m),

F_p : delinme kuvveti (kN),

r : geotekstili delen ucun yarı çapı (mm)

3.3.9. Dikiş Yeri Mukavemeti

Geotekstil uygulamalarında, çekme kuvvetinin sürekli bir şekilde aktarılması için geotekstil tabakalarının başlangıç bitiş ve kenar kısımlarının birbirine birleştirilmesi gerekir. Bu uygulamalarda en çok kullanılan yöntem ek yerlerinin dikilmesi yöntemidir. Bu birleşimde değişik dikiş yöntemleri kullanılmakla beraber, asıl önemli olan konu dikiş yönteminden çok dikiş yerlerinin yük aktarım kapasitesidir.

Dikiş yeri mukavemetinin belirlenmesinde geniş numune çekme testi kullanılır. Ek yerinde 5 cm'lik bir bindirme yapılarak ek yeri iki tarafından dikilir. Daha sonra tekrardan çekme testi uygulanır. Ölçülen çekme mukavemeti, geotekstilün ek yeri olmaksızın ölçülen çekme mukavemeti ile karşılaştırılır. Mukavemeti düşük olan geotekstillerde, dikiş yeri mukavemeti malzeme mukavemetinin %100'üne yaklaşırken, yüksek mukavemetli geotekstillerde çok daha aşağılara düşebilir [17].

Tablo 3.2. AASHTO M288'e göre geotekstillerin gerekli mukavemet değerleri

ÖZELLİK	ASTM TEST YÖNTEMİ	BRM.	GEOTEKSTİL SINIFI					
			SINIF 1		SINIF 2		SINIF 3	
			UZAMA < %50	UZAMA ≥ %50	UZAMA < %50	UZAMA ≥ %50	UZAMA < %50	UZAMA ≥ %50
BASİT ÇEKME	D4632	N	1400	900	1100	700	800	500
DİKİŞ YERİ	D4632	N	1260	810	990	630	720	450
YIRTILMA	D4533	N	500	350	400	250	300	180

3.4. Büzler

Kara yollarında, dolgu altında 2.0 m boyunda, ϕ 0.60 m ve ϕ 0.80 m iç çapında hazır beton büzler kullanılmaktadır. Hazır beton büzler her proje için uygun yerlerde düzenlenen büz şantiyelerinde yapılmaktadır. Büzler belirli boyutlarda imal edilmiş çelik kalıplara

dökülerek hazırlanmaktadır [21]. Kullanılacağı yerlerin özelliğine göre beton ve betonarme olmak üzere; daire kesitli ve sepetkulplı şeklinde, dolgu altında, dere ve dereciklerin sularını boşaltmak için kullanılır.



Şekil 3.5. Beton Büzler

Büzler, tek ya da daha fazlası yan yana konarak kullanılabilir. Büzlerin menba ve mansap ağızlarına genellikle duvar yapılarak dolgu eteğinin büz ağzına akması önlenmektedir. Ancak büz üzerindeki dolgu yüksekliği 1.50 m.'den az ise mansaptaki duvar kaldırılır ve karşılık olarak büz boyu dışarıya doğru bir miktar uzatılır. Yol yapımında kullanılan büz duvarları beton veya harçlı kâgirdir. Ancak servis yolları gibi yapım esnasında geçici olarak kullanılacak yollarda yapılan büzlerde kuru kâgir duvar kullanılabilir [22].



Şekil 3.6. Yolda Beton Büzler

4. DENEYSEL UYGULAMA

Yapılan çalışmalarda beş adet yol altı beton büz patlatılması ve bir adette yerüstünde beton büz patlatılması olmak üzere 6 adet patlatılma yapılmıştır. Bu düzeneklerin hazırlanması için 1 adet ekskavatör, 2 adet kamyon, 1 adet traktör kepçe, 1 adet silindir, büzlerin yerleştirilmesi için 1 adet vinç ve 1 adet arazöz araçları Malatya Büyükşehir Belediyesi tarafından deney düzeneklerinin kurulmasından deney sonucuna kadar Etelev İnşaatın şantiyesinde hazır olmuştur.

Patlayıcıların beton büz içerisine yerleştirilmesi birinci bölümde bahsettiğimiz basından ve askeri yetkililerden alınan bilgiler dâhilinde teröristlerin uygulamaları adım adım uygulanmıştır. Yapılan terörist faaliyetlerini aşama olarak özetlersek, önce patlayıcıyı yerleştirecekleri menfezin içerisine patlama enerjisini artırmak için sıkılaştırma yapıyorlar. Sıkılaştırmada taş veya torbalar içerisine kum yerleştiriliyor. Sonra piyasada gübre olarak adlandırılan mazotla karıştırılarak hazırlanmış malzemeyi 17 kg 'lık teneke veya su bidonları veya 12 kg 'lık tüp içerisine sıkılayarak menfezin içerisine yerleştiriyorlar. Akabinde dinamit ve fitili ateşleyici olarak yerleştirerek kablo sistemini menfez dışında belirli bir mesafeye kadar çekiyorlar. Sonra yerleştirilen patlayıcı tekrar kum torbaları veya taş ile sıkılaştırılıp düzeneği hazır hala getiriyorlar. Patlama ya uzaktan kumanda veya uzun kablolarla büzden uzak bir bölgede beklenerek, güvenlik aracının geçtiği sırada gerçekleştiriliyor. Düzeneğin hazırlama işlemini az bir zamanda gerçekleştirerek dışarıdan üçüncü bir şahsın bilgisinin olması engelleniyor. Bu yüzden tam bir sıkılama yapamıyorlar. Bizde yukarıda bahsettiğimiz düzenek hazırlanmasını birebir uyguladık.

4.1. Uygulanan Deneysel Modellerin hazırlanması

Tez kapsamında, Malatya ili Pütürge ilçesi Kubbe Dağı mevkiinde Etelev İnşaatın Taş ocağında deney sistemleri hazırlanmıştır. Hazırlanan bu deney sistemlerinde yaklaşık maliyet olarak 166.500 ₺ harcanmıştır. Yaklaşık Maliyeti Tablo 4.1 de verilmiştir.

Tablo 4.1. Deneyin Yaklaşık Maliyet Tablosu

Sıra No	Ekipman	Miktar	Birim Fiyat (TL)	
1	35 ton vinç	1 Ad.	6.000	6.000
2	32 ton ekskavatör	1 Ad.	6.500	6.500
3	18 ton titreşimli silindir	1 Ad.	5.850	5.850
4	traktör kepçe	1 Ad.	4.550	4.550
5	kamyon	6 Ad.	6.500	39.000
6	0-14 malzeme	100 kg	30	3.000
7	pickup malzeme	1 Ad.	1.500	1.500
8	kasalı kamyon	3 Ad.	5.200	15.600
9	şantiye kirası	1	15.000	15.000
10	pick up ulaşım	1	3.900	3.900
11	büz 80 cm	25 Ad.	400	10.000
12	büz 60 cm	20 Ad.	250	5.000
13	arazöz	1 Ad.	3.900	3.900
14	dinamit anfo fünüye ve testler	1 Ad.	5.000	5.000
15	işçilik	5 Ad.	2.600	13.000
16	teknik eleman	2 Ad.	3.500	7.000
17	basın yayım	1 Ad.	10.000	10.000
18	tır	6 Ad.	1.000	6.000
19	yardımcı deney aletleri	1 Ad.	6.000	5.700
20	mazot	1000 Lt.	4.900	4900
21	geotekstil keçe	3500 M ²	2.200	7700
TOPLAM				179.100

4.2. Deney Sisteminin Hazırlanması

Deney sistemini hazırlamak için şantiyede daha önceden belirlenen yerlerin keşfi yapıldıktan sonra ekipman ve malzemelerin nakliyesi gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.1 de düzeneğin hazırlanması gösterilmiştir. Büzler, malzemeler ve diğer teçhizatlar sahaya nakledildikten sonra sitemlerin kurulmasına başlanmıştır.



Şekil 4.1. Deney Sisteminin Hazırlanması

4.3. Deney Düzenekleri

Deney için 5 ayrı sistem hazırlanmıştır. Bu sistemlerin tamamına aynı patlayıcı miktarları konularak patlamalar gerçekleştirildi. Şekil 4.2 de görüldüğü üzere, Büzler yerleştirildikten sonra üzerine dolgu yapılarak arazöz ile sulama yapıp, silindirlerle sıkıştırılması yapılmıştır.



Şekil 4.2. Deney Sisteminin Hazırlanması

4.3.1. Birinci Deney Düzeneği

Patlatma Deney sistemi, üzerinde keçe ve büz olmadan yapılan bir sistem olup patlayıcı madde miktarının etkisini ve miktarının yeterli olup olmadığının tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır. Bu sisteme naylon çuvallar içine; 0-14 mm çapında her biri 20-30 kg ağırlığında olacak şekilde kırma taş malzemesi ile 21 Adet olacak şekilde doldurularak sistemin büz başlangıç bölümüne 11 adet ve bitimine 10 adet olmak üzere getirilerek konuldu. 80 cm çapındaki büzün içerisine tam orta noktasına 10 adet kum torbası üst üste konulmak üzere arada boşluk kalmayacak şekilde konularak büz arkası kum torbalarıyla kapatılarak sıkılması tamamlandı ve patlatma sisteminin hazırlığı yapılmış oldu. Şekil4.3 de patlama hazırlıkları gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Birinci Deney Düzeneği

Patlatma deneyinin yapılacağı gün öncelikli olarak patlayıcı maddenin konulacağı 23.5x23.5x35 cm ebatlarındaki 17 lt hacmindeki yağ tenekesinin plastik üst kapak bölümü sökülmüştür. Tenekeye içerisine 1 adet 0.5 kg ağırlığındaki dinamit lokumu boş bir şekilde etki attırmak için konulmuştur, 1 adet 0.5 kg ağırlığındaki dinamit lokumuna turuncu kapsül fitilli metal fünye çapraz saplanmak üzere birleştirilerek bantlandı ve tenekeye içerisine konulmuştur. Tenekeye üst girişine metal huni yerleştirilerek 25 kg çuval içinde bulunan kar-anfo alt bölümden kesilerek patlayıcı malzemenin tenekeye içerisine metal huni vasıtasıyla konulması sağlanmıştır. Anfo'nun tenekeye içerisinde sıkılanması ve yerleşmesi için her seviyede tenekeye vurularak içine oturması sağlanmıştır. Patlayıcı anfo sıkıldıktan sonra dışarı akması için tenekenin açık olan ağzı turuncu kapsül fitil kablosu kenarda kalacak şekilde huni çıkarılarak koli bandı ile ağız bölgesi kapatıldı. Patlayıcı malzeme doldurulan tenekeye üzerinde bulunan plastik el tutma yerinden el tartısı kullanılarak tartılmış ve 17 kg ağırlığında olduğu tespit edilmiştir. Patlayıcı malzeme doldurulan tenekeye ateşleyici uzmanı tarafından arkası kapatılarak sıkılama yapılan 3.büzün ortasına kum dolu çuvalların önüne götürülmüştür. Büzün önünde bulunan 1 adet kum torbası 3.büzün ortasına götürülerek patlayıcı dolu tenekenin altına yerleştirilmiş ve patlayıcının büzün yatayda ve düşeyde ortasında olması sağlanmıştır (Şekil4.3). Patlayıcı dolu tenekenin turuncu kapsül fitil kablosu büzlerin iç kısımdan üstten alınmak üzere (ezilmemesi için) dışarı çıkarılmıştır. Büzlerin önünde hazır halde bulunan 10 adet dolu kum torbası patlayıcı tenekenin ön bölümüne sıkılama ve kapatma için götürülerek üst üstü konulmak suretiyle boşluk kalmayacak şekilde istif edilerek sistem hazır hale getirilmiştir. 3. Büzün içerisinde sonuç olarak orta bölümde iki tarafı kapalı arasında patlayıcı dolu tenekeye olmak üzere (kum torbası-patlayıcı-kum torbası) sistem son halini almış oldu. Daha sonra turuncu kapsül fitilli kablosunun dışarı çıkarılan uç kısmına elektrikli fünye bağlantısı yapılarak patlatma ateşleme cihazı ve diğer deney aletlerine bağlantısı yapılmıştır. Yol kapatma ve gerekli güvenlik önlemleri alınarak kamera ve drone görüntü çekim kaydı için hazır hale getirilmiştir (Şekil 4.4). Ateşleyici uzmanı tarafından 1.Patlatma Deney Sistemi gerçekleştirildi. Burada meydana gelen etki yerinde değerlendirilerek ateşleyici ve proje sorumluları tarafından patlayıcı miktarı 50 kg anfo (tenekeye konulmadan çuval halde) ve 1.5 kg (3 adet) dinamit lokumu olması gerektiği kararlaştırıldı. Bu Patlatma deney sistemi sonrasındaki bütün gömülü haldeki 80 cm'lik büzlerde bu miktarlar kullanılacaktır.



Şekil 4.4. Birinci Sistemin Patlatılması

4.3.2. İkinci Deney Düzenegi

Patlatma Deney sistemi, üzerinde keçe ve büz olmadan yapılan bir sistem olup üzeri 8 kat keçe serilmiş olan sistemle mukayesesinin yapılması ve arasındaki farkın tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır. Bu sisteme, naylon çuvallar içine; 0-14 mm çapında her biri 20-30 kg ağırlığında olacak şekilde kırma taş malzemesi ile 21 Adet olacak şekilde doldurularak sistemin büz başlangıç bölümüne 11 adet ve bitimine 10 adet olmak üzere getirilerek konuldu. Patlayıcının yerleştirilmeden öncesinde 80 cm çapındaki başlangıç büzünden içerisine 5 adet gömülü haldeki (üzerinden yol geçirilmiş vaziyette) büzlerin 3.büzün orta bölümüne 10 adet kum torbası üst üste konulmak üzere arada boşluk kalmayacak şekilde konularak büz arkası kum torbalarıyla kapatılarak sıkılması tamamlandı ve patlatma sisteminin hazırlığı yapılmış oldu.



Şekil 4.5. İkinci Sistemin Patlatılması

Patlatma deneyinin yapılacağı gün öncelikli olarak 1 adet 0,5 kg ağırlığındaki dinamit lokumuna turuncu kapsül fitilli metal fünüye çapraz saplanmak üzere birleştirilerek bantlandı daha sonra 2 adet 0.5 kg ağırlığında dinamit lokumu fünüye bağlı dinamit lokumu ile bantlanarak bağlandı. Hazırlanan 3 adet dinamit lokumu ve 2 adet her biri 25 kg çuval içinde bulunan anfo'yu ateşleyici uzmanı tarafından arkası kapatılarak sıkılama yapılan 3.büzün ortasına kum dolu çuvalların önüne götürdü. Büzün önünde bulunan 1 adet kum torbası 3.büzün ortasına götürülerek 25 kg 'lık anfo çuvalının altına yerleştirildi ve patlayıcının büzün yatayda ve düşeyde ortasında olması sağlandı. Daha sonra en altta kum torbası üzerinde 25 kg'lık anfo üzerinde 3 adet fünüye bağlı dinamit lokumu ve onun üzerinde 25 kg 'lık anfo çuvalı yatay bir vaziyette olacak şekilde konuldu. Dinamit lokumlarına bağlı bulunan turuncu kapsül fitil kablosu büzlerin iç kısımdan üstten alınmak üzere (ezilmemesi için) dışarı çıkarıldı. Büzlerin önünde hazır halde bulunan 10 adet dolu kum torbası patlayıcı malzeme yerleştirilen kısmın ön bölümüne sıkılama ve kapatma için götürülerek üst üstü konulmak suretiyle boşluk kalmayacak şekilde istif edilerek sistem hazır hale getirildi. 3. Büzün içerisinde sonuç olarak orta bölümde iki tarafı kapalı arasında 50 kg kar-anfo ve 3 adet 0.5 kg dinamit lokumu toplamda 51.5 kg patlayıcı olmak üzere (kum torbası-patlayıcı-kum torbası) sistem son halini almış oldu. Daha sonra turuncu kapsül fitili kablosunun dışarı çıkarılan uç kısmına elektrikli fünüye bağlantısı yapılarak patlatma ateşleme cihazı ve diğer deney aletlerine bağlantısı yapıldı. Yol kapatma ve gerekli güvenlik önlemleri alınarak kamera ve dron görüntü çekim kaydı için hazır hale getirildi. Ateşleyici uzmanı tarafından 2.Patlatma Deney Sistemi gerçekleştirildi.

4.3.3. Üçüncü Deney Sistemi

Patlatma Deney sistemi, büz üzerine 1 m dolgu yapıldıktan sonra her bir katmanda keçe ve 20 cm 'lik 0-14 mm çapında kırma taş serilerek 8 kat keçeli bir sistem olup boş sistem yani 2. Patlatma Deney Sistemiyle mukayesesinin yapılması ve arasındaki farkın tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır. Tekrar diğer sistemlerde olduğu gibi naylon çuvalar içine; 0-14 mm çapında her biri 20-30 kg ağırlığında olacak şekilde kırma taş malzemesi ile 21 Adet olacak şekilde doldurularak sistemin büz başlangıç bölümüne 11 adet ve bitimine 10 adet olmak üzere getirilerek konuldu. Bu sistemde her tabakaya geotekstil keçe serilerek sıkışma yapılarak platform hazır hale getirildi. (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Üçüncü Sistemin Hazırlanması

Patlayıcının büzlerin 3.büzün orta bölüne 10 adet kum torbası üst üste konulmak üzere arada boşluk kalmayacak şekilde konularak büz arkası kum torbalarıyla kapatılarak sıkılması tamamlandı ve patlatma sisteminin hazırlığı yapılmış oldu. Patlatma deneyinin yapılacağı gün öncelikli olarak 1 adet 0.5 kg ağırlığındaki dinamit lokumuna turuncu kapsül fitilli metal füyne çapraz saplanmak üzere birleştirilerek bantlandı daha sonra 2 adet 0.5 kg ağırlığında dinamit lokumu füyne bağlı dinamit lokumu ile bantlanarak bağlandı. Hazırlana 3 adet dinamit lokumu ve 2 adet her biri 25 kg çuval içinde bulunan anfo'yu ateşleyici uzmanı tarafından arkası kapatılarak sıkılama yapılan 3.büzün ortasına kum dolu çuvalın önüne götürdü. Büzün önünde bulunan 1 adet kum torbası 3.büzün ortasına götürülerek 25 kg 'lık anfo çuvalının altına yerleştirildi ve patlayıcının büzün yatayda ve düşeyde ortasında olması sağlandı. Daha sonra en altta kum torbası üzerinde 25 kg'lık anfo

üzerinde 3 adet fûnye bağlı dinamit lokumu ve onun üzerinde 25 kg 'lık anfo çuvalı yatay bir vaziyette olacak şekilde konuldu. Dinamit lokumlarına bağlı bulunan turuncu kapsül fitil kablosu bûzlerin iç kısımdan üstten alınmak üzere (ezilmemesi için) dışarı çıkarıldı. Bûzlerin önünde hazır halde bulunan 10 adet dolu kum patlayıcı malzeme yerleştirilen kısmın ön bölümüne sıkılama ve kapatma için götürülerek üst üstü konulmak suretiyle boşluk kalmayacak şekilde istif edilerek sistem hazır hale getirildi. 3. Bûzün içerisinde sonuç olarak orta bölümde iki tarafı kapalı arasında 50 kg kar-anfo ve 3 adet 0.5 kg dinamit lokumu toplamda 51.5 kg patlayıcı olmak üzere (kum torbası-patlayıcı-kum torbası) sistem son halini almış oldu. Daha sonra turuncu kapsül fitili kablosunun dışarı çıkarılan uç kısmına elektrikli fûnye bağlantısı yapılarak patlatma ateşleme cihazı ve diğer deney aletlerine bağlantısı yapıldı. Yol kapatma ve gerekli güvenlik önlemleri alınarak kamera ve dron görüntü çekim kaydı için hazır hale getirildi. Ateşleyici uzmanı tarafından 3.Patlatma Deney Sistemi gerçekteştirildi.



şekil 4.7. Üçüncü Sistemin Patlatılması

4.3.4. Dördüncü ve Beşinci Deney Sistemi

Patlatma Deney sistemi, 2 adet sistemi birleştirilerek tek bir patlatma yapmak için hazırlandı. 1.Sistem 80 cm'lik büz (5 Adet gömülü her biri 2 m) altta, üzerinde 60 cm 'lik büz (7 Adet gömülü her biri 1.5m) olmak üzere hazırlandı. 2.Sistem 80 cm'lik büz (5 Adet gömülü her biri 2 m) üstte, altında 60 cm 'lik büz (7 Adet gömülü her biri 1,5m) olmak üzere hazırlandı. Bu iki sistem hem kendi içerisindeki etkilenme farkını hem de 2.Patlatma Deney Sistemi arasındaki farkın tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır. 1. Ve 2. Sistem için ayrı ayrı olmak üzere aynı işlemler yapılmıştır. Patlayıcının yerleştirilmeden öncesinde 80 cm çapındaki başlangıç büzünden içerisine 5 adet gömülü haldeki (üzerinden yol geçirilmiş vaziyette) büzlerin 3.büzün orta bölümüne 10 adet kum torbası üst üste konulmak üzere arada boşluk kalmayacak şekilde konularak büz arkası kum torbalarıyla kapatılarak sıkılması tamamlandı ve patlatma sisteminin hazırlığı yapılmış oldu. Patlatma deneyinin yapılacağı gün öncelikli olarak 1 adet 0.5 kg ağırlığındaki dinamit lokumuna turuncu kapsül fitilli metal füyne çapraz saplanmak üzere birleştirilerek bantlandı daha sonra 2 adet 0.5 kg ağırlığında dinamit lokumu füyne bağlı dinamit lokumu ile bantlanarak bağlandı. Hazırlana 3 adet dinamit lokumu ve 2 adet her biri 25 kg çuval içinde bulunan anfo'yu ateşleyici uzmanı tarafından arkası kapatılarak sıkılama yapılan 3.büzün ortasına kum dolu çuvalların önüne götürdü. Büzün önünde bulunan 1 adet kum torbası 3.büzün ortasına götürülerek 25 kg 'lık anfo çuvalının altına yerleştirildi ve patlayıcının büzün yatayda ve düşeyde ortasında olması sağlandı. Daha sonra en altta kum torbası üzerinde 25 kg'lık anfo üzerinde 3 adet füyne bağlı dinamit lokumu ve onun üzerinde 25 kg 'lık anfo çuvalı yatay bir vaziyette olacak şekilde konuldu. Dinamit lokumlarına bağlı bulunan turuncu kapsül fitil kablosu büzlerin iç kısımdan üstten alınmak üzere (ezilmemesi için) dışarı çıkarıldı. Büzlerin önünde hazır halde bulunan 10 adet dolu kum torbası patlayıcı malzeme yerleştirilen kısmın ön bölümüne sıkılama ve kapatma için götürülerek üst üstü konulmak suretiyle boşluk kalmayacak şekilde istif edilerek sistem hazır hale getirildi. 3. Büzün içerisinde sonuç olarak orta bölümde iki tarafı kapalı arasında 50 kg kar-anfo ve 3 adet 0.5 kg dinamit lokumu toplamda 51.5 kg patlayıcı olmak üzere (kum torbası-patlayıcı-kum torbası) sistem son halini almış oldu. Daha sonra turuncu kapsül fitilli kablosunun dışarı çıkarılan uç kısmına elektrikli füyne bağlantısı yapılarak patlatma ateşleme cihazı ve diğer deney aletlerine bağlantısı yapıldı. Böylelikle 1. Ve 2. Sistem tek bir patlatma için ayrı ayrı hazırlanmış oldu. Yol kapatma ve gerekli güvenlik önlemleri alınarak kamera ve dron

görüntü çekim kaydı için hazır hale getirildi. Ateşleyici uzmanı tarafından 4.Patlatma Deney Sistemi gerçekleştirildi.



Şekil 4.8. Dördüncü ve Beşinci Sistemin Patlatılması

4.3.5. Altıncı Deney Sistemi

Patlatma Deney sistemi, 2 sistem olarak ayrı ayrı hazırlandı. Bu iki sistem de, keçe sarılı halde ve keçesiz boş olan (herhangi bir materyal yok) 60 cm'lik büzün etkilenme ve deformasyon farkının tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır. Sistem açık doğal zemin alanı üzerine 60 cm 'lik büz yatay konumda konularak iç orta bölümüne 1 adet 0.5 kg ağırlığındaki dinamit lokumuna turuncu kapsül fitilli metal füyne çapraz saplanmak üzere birleştirilerek bantlandı. 1 adet 0.5 kg ağırlığında dinamit lokumu füyne bağlı dinamit lokumu ile bantlanarak bağlandı. 2.Sistem açık doğal zemin alanı üzerine 60 cm 'lik büz üzerine 8 kat geotekstil keçe (500 gr/m²) sarılarak koli bandı ile açılmaması için bantlandı. Yatay konumda konularak iç orta bölümüne 1 adet 0.5 kg ağırlığındaki dinamit lokumuna turuncu kapsül fitilli metal füyne çapraz saplanmak üzere birleştirilerek bantlandı. 1 adet 0.5 kg ağırlığında dinamit lokumu füyne bağlı dinamit lokumu ile bantlanarak bağlandı. Her iki sistem için toplamda 1 kg patlayıcı sıkılama ve herhangi bir işlem yapılmadan düz bir şekilde büzün iç orta bölümüne konuldu. Daha sonra turuncu kapsül fitili kablosunun dışarı çıkarılan uç kısmına elektrikli füyne bağlantısı yapılarak patlatma ateşleme cihazı ve diğer deney aletlerine bağlantısı yapıldı. Böylelikle 1. Ve 2. Sistem tek bir patlatma için ayrı ayrı hazırlanmış oldu. Yol kapatma ve gerekli güvenlik önlemleri alınarak kamera görüntü çekim kaydı için hazır hale getirildi. Ateşleyici uzmanı tarafından 6.Patlatma Deney Sistemi gerçekleştirildi.



Şekil 4.9. Altıncı Sistemin Patlatılması

5. SONUÇLAR

Sabotaj riski olan ulaşım yollarında teröristlerin uyguladığı metotların başında yol altındaki suyun tahliyesi için yapılan menfezlerin içine patlayıcı madde yerleştirmektir. Seçilen menfezler genellikle beton büz gibi ince cidarlı malzemelerden yapılan yapılardır. Seçimin beton büz olmasının diğer bir amacı ise çaplarının küçük olması ve böylelikle hem daha iyi sıkılama yaparak enerji kaybının azaltılması ve hem de koyacakları patlayıcı miktarının daha az olmasıdır. Ayrıca düzeneği bir kişi tarafından kolayca döşenme imkanı da büzün büzlerin seçilmesine bir sebeptir. Yaptığımız çalışmada sabotajı yapanların tekniğine uygun birebir arazi uygulaması simülasyonu yapılmıştır.

Seçilen beton büz kesiti 80 cm çapındadır. Patlayıcı madde ise, gübre mazot karışımına denk gelecek şekilde birinci sistemde ateşleyici olarak 17 kg anfoya 1 kg dinamit (2 adet) ve elektrikli füyeye kullanılmış olup, diğer bütün sistemlerde ateşleyici olarak 50 kg anfoya 1,5 kg dinamit (3 adet) ve elektrikli füyeye kullanılmıştır. Deney için 5 adet standartlara uygun yeni yol inşa edilmiştir. Yapılan uygulamalar aşağıda sıralanmıştır.

Tablo 5.1. Deneyin düzeneği ve oluşan kabarma miktarları

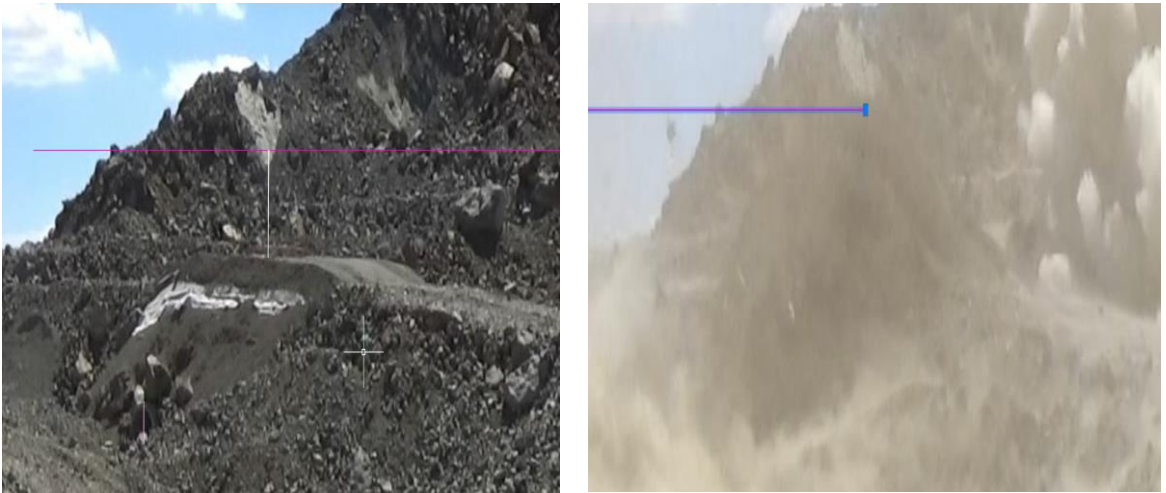
Deney Sistemi	Özelliği	Amacı	Patlayıcı miktarı	Oluşan kabarma miktarı
1.sistem	Büz üzeri 2.5 m dolgu	Patlayıcı Etkisini incelemek	17.5 kg	180cm
2.sistem	Büz üzeri 2.5 m dolgu	Patlayıcı Etkisini incelemek	50 kg	430cm
3.sistem	Büz üzeri 2.5 m dolgu , 20 cm de bir geotekstil keçe serimi	Geotekstil keçe ile patlayıcı etkisini incelemek	50 kg	280cm
4.sistem	80 cm çapındaki büz altına 60 cm büz yerleştirilmiş, 80 cm 'lik büz üzerine 2,5 m dolgu yapılmıştır.	Büz altı büz sisteminin patlayıcı etkisini incelemek	50 kg	210cm
5.sistem	80 cm büz üstüne 60 cm çapında büz yerleştirilmiş, 60'lik büz üzerine 2,5 m dolgu yapılmıştır.	Büz üstü büz sisteminin patlayıcı etkisini incelemek	50 kg	165cm



Şekil 5.1. Birinci Sistemin kabarması



Şekil 5.2. İkinci Sistemin kabarması



Şekil 5.3. Üçüncü Sistemin kabarması



Şekil 5.4. Dördüncü ve Beşinci Sistemin kabarması

Yapılan deneylerin sonucunda en az kabarma geotekstil keçe serilen yolda, sonra 80 cm çapındaki büz altına 60 cm büz yerleştirilen yol kesiti ve en sonda 80 cm 'lik büz üzerine yerleştirilen 60 cm 'lik büzlü yol tipi belirlenmiştir. Alına ölçüler sabit kamera çekimlerinde patlamadan önceki büz kıyas alınarak patlama esnasında kabarma miktarı belirlenmiştir.

Ancak, patlatmadan sonra zeminde açılan boşluk açısından sıralamak gerekirse,

- 18 kg patlayıcı kullanımında 30 cm,
- Geotekstil kullanılarak yapılan sistemde 51.5 kg patlayıcıda 45 cm,
- Büz üstüne büz tip kesitinde bir kısımda 150 cm diğer kısımda 65 cm aralığında,
- Büz altı büz tip kesitinde 160 ile 65 cm 'lik bir aralıkta,
- 51.5 kg patlayıcı ile standart yolda yapılan patlatmada ise 150 cm 'lik büyük bir çukur oluştuğu görülmüştür.

Anfonun vod değerleri ekte görüleceği gibi ölçümleri yapılmış ve 3800 m/s 'lik bir patlama hızı çıkmıştır. Bu miktar teorik değerlere de uymaktadır. 1 kg TNT 'nin enerjisi $0,238845896627 \cdot 4,184 \times 10^6 \text{ J} = 1000 \text{ kCal}$ 'dir. Anfonun nispi etkinlik faktörü 0,42 TNT olup 420 kCal değerine enerjisi işittir. Kullanılan miktar 50 kg olup patlamada $50 \times 420 = 21000 \text{ kCal}$ 'lik bir enerji 3800 m/s hızla oluşmuştur. Teoride 1 kg TNT 1 m mesafede 70 kPa basınç üretmektedir. Bu değeri Anfoya dönüştürdüğümüzde 30 kPa, toplam patlayıcı olarak $30 \times 50 = 1500 \text{ kPa}$ 'lık bir basınç üretmektedir. Bu da metre kareye 150 tonluk basına eşittir. Yapılan çalışmada etki 20 cm alındığında bu değer logaritmik olarak fazlasıyla artacaktır. Ancak amaç, terör aktivitesine birebir benzetim olduğu için fazla bir sıklılaştırma yapılmamaktadır. Enerji bz yanlarından dışarı çıkmaktadır. Bu da arazide bazı bz parçacıklarını 200 - 250 m öteye fırlatmaya sebep olmuştur. Bil hassa bz üstü bz ve bz altı bz tip kesitlerinde bu mesafe daha da artmaktadır.

Yukarda deney sonuçları için iki farklı değerlendirme yapılmıştır. İlkinde patlama esnasında bz üstündeki kabarma, ikincisi ise patlamadan sonra zeminde meydana gelen çukurun büyüklüğüdür. Bu değerlendirmeye göre bz altına bz yerleştirilmesi ve geotekstil keçe uygulaması patlama enerjisini snmlenmek için tercih edilebilecek tol tip kesitleri arasında olmalıdır. Deney maliyetinin büyük olması deney sayısının sınırlı olmasına sebep olmuştur. Ancak genel bir fikir oluşması için yeterli olacağı düşünülmüştür. Bz altı bz ve bz üstü bz tip kesitlerinde patlama enerjisi ilave bzlerden dolayı yolun üzerine değil de yan kısmına vermiştir. Yine bu iki teknik güvenlik yollarında uygulanabilir.

Yaptığımız alışma deneysel olarak maliyeti yüksek olmasına rağmen teröre maruz kalabilecek bölgelerdeki yol yapımı esnasında yolun maliyetine çok az bir etki meydana getirecektir. Geotekstilin metre karesi 2.200 tL olup 7700 tL civarında ilave bir maliyet getirmiştir. Bz altı bz veya bz üstü bz tipleri de aynı şekilde yapı maliyetini az bir miktarda etkileyecektir. Ancak sonuçta maliyeti ölçülemeyecek kadar büyük can ve mal kaybının azalmasına sebep olacaktır.

KAYNAKLAR

1. **Taner, B.** (2000), "Terörizm ve Turizm", Anatolia Turizm Araştırmaları Dergisi, Eylül-Aralık, 93-98.
2. **Çaşın M. H.**, 2008, Uluslararası Terörizm, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
3. **Aydemir, S.**, 2006, Soğuk Savaş Sonrası Uluslararası Terörizm, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
4. **Aydın, N.**, 2009, Küresel Terör, Terörizm, Kumsaati Yayın Dağıtım, İstanbul.
5. <http://www.tunceli.gov.tr/tunceli-pulumur-karayolunda-ele-gecirilen-eyp-duzenegi>.
6. <http://www.milliyet.com.tr/gundem/diyarbakir-da-200-kiloluk-bomba-imha-edildi-2469453/gundem/SonDakikaGaleri/16.06.2017/2469453/default.htm?PAGE=2>
7. <http://www.turkiyegazetesi.com.tr/gundem>
8. <https://www.haberler.com/bitlis-te-pkk-nin-tuzakladigi-350-kilogram-9557619-haberi/>
9. **Bonalumi, Pamela, Matteo Colombo, and Marco di Prisco.** "Internal explosions in embedded concrete pipes." Applied Mechanics and Materials. Vol. 82. Trans Tech Publications, 2011.
10. **ALTUN, Fatih,** et al. "Çelik lif katkılı ve katkısız betonarme kirişlerin basit eğilme ve patlama yüklemesi ile davranışlarının incelenmesi." Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi 22.1: 112-120.
11. **KULAKSIZ, Seyfi.** "Patlayıcı maddelerin kullanım sonucu oluşan titreşimler ve yapılarda meydana gelen hasarlar vibrations generated by blasting and their damaging effect on structures."
12. **TOPÇU, A.** Yapılarda patlama hasarlarını azaltıcı önlemler. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü (2011). Yapılarda patlama hasarlarını azaltıcı önlemler, 2011.
13. AnaBritannica Genel Kültür Ansiklopedisi, 1989. Patlayıcılar, Cilt 17, s.458-459, Ana Yayıncılık, İstanbul.
14. **Koççaz, Zeynep.** Patlama yüklerine dayanıklı yapı tasarımı. Diss. Fen Bilimleri Enstitüsü, 2004.
15. **Cömert, Mustafa.** Betonarme Yapıların Patlamalar Karşısındaki Performanslarının Değerlendirilmesi. Diss. Fen Bilimleri Enstitüsü, 2010.

16. **Koca, O.** ,2006 Patlayıcı Maddelerle Kontrollü Yapı Yıkımı (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü),İstanbul.
17. **Koerner, R. M.**, 1998, Designing with Geosynthetics, Prentice-Hall Inc., New Jersey.
18. **Van Santvoort, G.**, 1994, Geotextiles and Geomembranes in Civil Engineering, A. Balkema Publishing, Rotterdam.
19. **Shukla, S. K. ve Yin, J. H.**, 2006, Fundamentals of Geosynthetic Engineering, Taylor & Francis Group, London.
20. **Shukla, S. K.**, 2002, Geosynthetics and Their Applications, Thomas Telford Publishing, London.
21. **Hasdemir, Mesut.** "Orman yollarında kullanılan büz ve menfezlerde maliyet hesapları." Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University| İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 41.3-4 (1991): 103-120.
22. BÖLGESİNDEKİ, K. O. İ. Ş. BİTİRME ÖDEVİ.

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Elazığ İçme Beldesinde doğdu. İlkokulu Elazığ İçme ve Şair Hayri İlkokulu'nda, orta öğrenimini Elazığ Mezre İlköğretim Okulu'nda ve lise öğrenimini Korgeneral Hulusi Sayın Lisesi'nde tamamladı. 2006 yılında Elazığ Fırat Üniversitesi İnşaat Mühendisliğini bitirdi. 2006-2007 yılları arasında Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Girne şehrinde şantiye şefi olarak çalıştı. 2007-2008 yılları arasında Malatya İstihkam Alayında İstihkam Teğmen olarak askerlik görevini tamamladı. 2008-2010 yılları arasında çeşitli özel şirketlerde proje ve şantiye mühendisi olarak görev yaptı. 2010-2014 yılları arasında Malatya İl Özel İdaresinde kontrol mühendisi olarak görev yaptı. 2014 yılından sonra Malatya Büyükşehir Belediyesi Yol Etüt ve Kontrol Şube Müdürü olarak çalışmaya devam etmektedir. Orta seviyede İngilizce bilen Başpınar, evli ve bir kız çocuk babasıdır.