

T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

YAPI YIKIM UYGULAMALARINDA ALINMASI GEREKLİ ÖLÇÜMLER VE
YORUMLANMALARI

Ersin SOYAK

MAYIS 2017

İnşaat Anabilim Dalında Ersin SOYAK tarafından hazırlanan YAPI YIKIM UYGULAMALARINDA ALINMASI GEREKLİ ÖLÇÜMLER VE YORUMLANMALARI adlı Yüksek Lisans Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. AliPayıdar AKGÜNGÖR
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve tezin **Yüksek Lisans Tezi** olarak bütün gereklilikleri yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa ŞAHMARAN
Ortak Danışman

Prof.Dr. İlhami DEMİR
Danışman

Jüri Üyeleri

Başkan	: Prof. Dr. Özgür ANIL	_____
Üye (Danışman)	: Prof.Dr. İlhami DEMİR	_____
Üye (Ortak Danışman)	:Prof.Dr.Mustafa ŞAHMARAN	_____
Üye	:Yrd.Doç.Dr. Osman ŞİMŞEK	_____
Üye	:Yrd.Doç. Dr. Eda Avanoğlu SICACIK	_____
Üye (Yedek)	: Prof.Dr. Salih YAZICIOĞLU	_____
Üye (Yedek)	:Yrd.Doç. Dr. Şule Bakırcı ER	_____

...../...../2017

Bu tez ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Prof. Dr. Mustafa YİĞİTOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

YAPI YIKIM UYGULAMALARINDA ALINMASI GEREKLİ ÖLÇÜMLER VE YORUMLANMALARI

SOYAK, Ersin

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof.Dr. İlhami DEMİR

Ortak Danışman : Prof. Dr. Mustafa ŞAHMARAN

Mayıs 2017, 191 sayfa

İnsanların içerisinde yaşamlarını sürdürdükleri yapılar zamanla ekonomik ömürlerini tamamlamakta ve yıpranmaktadır. Ayrıca bölgedeki nüfusun artması nedeniyle eski yapıların yerlerine çok daha büyük ve daha fazla sayıda insanın yaşamını sürdürebileceği kapasitesi daha yüksek yapıların inşa edilmesi bir zorunluluk haline gelmektedir. Bu nedenlerle yapıların yıkılması ve yerlerine çok daha modern ve teknolojisi gelişmiş yapıların yapılması bir gereklilik haline gelmektedir. Bu nedenlere ek olarak, yaşanan ve büyük bir bölgeyi etkileyen afetlerde bu olayın gerçekleştiği bölgede çeşitli seviyelerde hasar almış yapıların yıkılarak yerlerine yenilerinin yapılması ihtiyacını ortaya çıkartmaktadır. Ülkemiz deprem, sel, heyelan gibi büyük bölgeleri etkileyebilecek afetlerin yaşandığı coğrafi bir bölgedir. Bu nedenlerle çok sayıda yapının mühendislik ilkeleri ve yöntemleri dâhilinde projelendirilerek yıkılması önemli bir ihtiyaç olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapı inşasında mühendislik kriterleri gözetilerek nasıl bir projelendirme yapılıyorsa, yapıların ömürlerini tamamladıktan sonra yıkılması işlemi de bir mühendislik çalışması olarak düşünülmeli ve detaylı olarak projelendirilmelidir. Önümüzdeki 20 yıl içinde ülke çapında yaklaşık 6,7 milyon konut biriminin yıkılıp yeniden inşa edileceği tahmin edilmektedir. Bu yılda yaklaşık 334.000 birime karşılık gelmektedir. Yalnızca yıkım ve yeniden inşa maliyeti için her yıl yaklaşık 44 milyar

TL (23 milyar ABD doları) finansman gerekli olacağı hesaplanmıştır. Yıkım projeleri ve çalışmalarının önemli bir bölümü ise yürütülen yıkım çalışması esnasında çevre yapılar ve canlıların bu çalışmadan etkilenip etkilenmediği ile ilgili olarak alınması gerekli mühendislik ölçümleridir. Bu ölçümleri üç ana başlıkta toplamak mümkün olup, ses, toz ve titreşim ile ilgili mühendislik ölçümlerinin alınması ve yürütülen yıkım projesi esnasında çevresel etkilerin belirlenmesi bir gerekliliktir. Bu ölçümler yıkım projelendirme çalışmalarının önemli bir kısmı olup mutlaka alınması gereklidir. Yürütülen tez çalışması kapsamında yıkım projeleri esnasında alınması gerekli mühendislik ölçümleri ile ilgili bilgiler verilecek ve yapılan pilot uygulamalar ile örneklemeler yapılarak bu konuda yapılması gerekli çalışmalar detayları ile anlatılacaktır.

Anahtar kelimeler: Gürültü, Toz, Titreşim, Ses, Yıkım Teknikleri, Ölçüm,

ABSTRACT

REQUIRED MEASUREMENTS AND THEIR EXPOSITIONS IN STRUCTURE DEMOLITION TECHNIQS

SOYAK, Ersin

Kırıkkale University

Institute of Science and Technology

Construction Department, Master's Thesis

Supervisor: Prof. Dr. İlhami DEMİR

Co Supervisor : Prof. Dr. Mustafa ŞAHMARAN

May 2017, 191 pages

Buildings in which people live complete their economic lives and wear in time. Moreover, due to the population increase in the region, it becomes a necessity to build much larger and high capacity buildings in which more people can live, instead of old structures. Therefore, it becomes a necessity to demolish these structures and to build more modern and technologically advanced buildings. In addition to these reasons, disasters affecting a large region also reveal the necessity of demolishing structures damaged in various levels in the area in which these events occur and replacing them with the new ones. Our country is a geographical region where disasters such as earthquakes, floods, landslides can affect large regions. For these reasons, it is an important need to demolish a large number of buildings by designing their demolition within engineering principles and methods. Demolishment process of structures after expiration of their lives should be considered as an engineering study and be designed in detail likewise a project to build a structure is being carried out in accordance with the engineering criteria. It is estimated that approximately 6.7 million housing units will be demolished and rebuilt nationwide over the next 20 years. This corresponds to about 334,000 units a year. It is calculated that about 44 billion TL (23 billion US dollars) of financing will be required annually just for the cost of demolition and reconstruction. An important part of the demolition projects and studies are the engineering measurements that need to be taken

related to whether surrounding structures and living things are affected by this work during the demolition work being carried out. These measurements can be summarized in three main chapters and it is a requirement to take engineering measurements related to sound, dust and vibration and to determine the environmental impacts during the demolition project. These measurements are an important part of the demolition project studies and must be taken absolutely. Within the scope of the thesis study, information about the necessary engineering measurements to be taken during the demolition projects will be provided and the necessary actions to be taken on this subject will be explained in details by sampling made with the pilot exercises.

Key Words: Noise, Dust, Vibration, Sound, Demolition Technics, Measurement

TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanması sırasında daima yardımını gördüğüm değerli hocam ve tez danışmanlarım Sn. Prof. Dr. İlhami DEMİR'e, Sn.Prof. Dr. Mustafa ŞAHMARAN'a, desteğini her zaman yanımda hissettiğim gerek araştırmalarım gerekse tezimin hazırlanması esnasında yardımlarını benden esirgemeyen değerli hocalarım Sn. Prof. Dr. Özgür Anıl ve Sn. Doç. Dr. Orhan DOĞAN'a, sevgili babam Metin SOYAK, annem Fadime SOYAK, ablam Selma KARAKOYUNLU, ağabeyim Ahmet SOYAK ve beni yalnız bırakmayan aileme teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
SİMGELER DİZİNİ	xiv
KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. YIKIM NEDİR VE YIKIM TEKNİKLERİ.....	9
2.1. Yıkım Tekniklerinin Tanıtılması.....	15
2.1.1. Makine ile Yıkım	15
2.1.2. El ile Yıkım	25
2.1.3. Patlayıcı ile yıkım.....	28
2.2. Türkiye’de Yıkım Tekniklerinin Mevcut Durumu.....	32
2.3. Yıkım Tekniklerinin Seçimini Etkileyen Faktörler	33
2.4. Yapının Değerlendirilmesi ve Yıkım Planı	47
2.4.1. Binanın Değerlendirilmesi	47
2.4.2. Yapısal Değerlendirme.....	49
2.4.3. Hesapları İçeren Yıkım Planı ve Stabilitate Raporu	51
2.4.4. Hizmetler	52
2.4.5. Zararlı Maddeler.....	54
3. YIKIM PROJELERİNDE ALINMASI GEREKLİ MÜHENDİSLİK	
ÖLÇÜMLERİ	55
3.1. Titreşim	55
3.1.1. Giriş.....	56
3.1.2. Hedefler	59
3.1.3. Altyapı.....	60
3.1.4. Yöntem	60
3.1.5. Sonuçlar ve Tartışma.....	60

3.1.6. Bir İmalat ve Yıkım Titreşimi Veritabanı Oluşturulması	69
3.1.7. İnşaat ve Yıkım Titreşimi Değerlendirmesi için Süreçlerin Geliştirilmesi ve Titreşim İzleme Hizmetlerinin Tahmin Edilmesi ..	70
3.1.8. Kısıtlamalar	72
3.1.9. Sonuçlar ve Öneriler.....	72
3.1.10. İmalat ve Yıkım Titreşimi EtkilerininDeğerlendirmesi için Kategorilerin Açıklanması.....	73
3.2. İnşaat ve Yıkım Sırasında Gürültü	77
3.2.1. İnşaat Gürültüsü	78
3.3. Yıkım ve Yapım İşleri Sonucunda Oluşan Tozun Kontrolü	85
3.3.1. Giriş.....	85
3.3.2. Terminoloji.....	86
3.3.3. Altyapı	88
3.3.4. Olası Darbeler	88
3.3.5. Değerlendirme Prosedürü.....	91
3.3.6. Adım 1: Detaylı Değerlendirmeye Karar Verilmesi	93
3.3.7. Adım 2: Toz Darbesi Etkilerinin Değerlendirilmesi	94
3.3.8. Adım 3: Sahaya Özel Önlem.....	105
3.3.9. Adım 4: Önemli Etkileri Belirle.....	109
3.3.10. Adım 5: Toz Değerlendirme Raporu.....	110
3.3.11. Profesyonel Karar.....	110
3.4. Ülkemizdeki Gürültü, Titreşim ve Toz ileİlgili Mevzuatlar	111
4. MÜHENDİSLİK ÖLÇÜMLERİ SAHA UYGULAMALARI	114
4.1. Manolya Blok Yıkım Çalışması Esnasında Alınan Ölçümler.....	114
4.2. Orkide Blok Kontrollü Patlatma ile Yıkım Bölgesinden Alınan Titreşim, Gürültü ve Toz Ölçümlerinin Değerlendirilmesi.....	153
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	184
KAYNAKLAR	188

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL

Sayfa

1.1. Türkiye’de Son 60 Yılda Yaşanan Afetlerin Yol Açtığı Yapı Hasarlarının Dağılımı.....	3
1.2. Ülkemizde Nüfus Değişimi.....	4
1.3. Ülkemizde Kentselleşme Oranının Değişimi.....	5
1.4. Ülkemizde Yapı Stokunun Yıllara Göre Değişimi	7
2.1. Yıkım Teknikleri.....	16
2.2. Uzaktan Kontrol Edilebilen Yıkım Makinesi	17
2.3. Yüksek Erişebilen Makineler	17
2.4. Bazı Vinç Tipleri.....	18
2.5. Yıkım İçin Kullanılan İtici Kollar.....	19
2.6. Hidrolik darbeli çekiçler	19
2.7. Hidrolik Kesiciler.....	20
2.8. Yıkım Direkleri	20
2.9. Yıkım Kıskaçları	21
2.10. Yıkım Kırıcıları.....	21
2.11. Yıkım İçin Kullanılan Diğerekipmanlar	22
2.12. Tipik Yıkım Güllesi	23
2.13. El İl Yıkım Tekniğinde Kullanılan Değişik Yıkım Ekipmanlarından Örnekler.....	27
2.14. Yıkım Projesi Evreleri.....	42
2.15. Yıkım Tekniğinin Belirlenmesi İçin Toplanacak Olan Veriler.....	45
3.1. Meskenler İçin Titreşim Seviyesi İçin Patlama Kriterleri.....	57
3.2.Geosonics SSU 3000 EZ Sismograf	61
3.3. Titreşimli Silindir İle Sıkıştırma	62
3.4. Kazık Sürme.....	63
3.5. Kaplama Kırıcı	63
3.6. Kaplama Kırıcı Üzerindeki Titreşimli Ayak.....	64

3.7. Darbeli Çekiçkayayı Kırarken.....	64
3.8. Kaya İle Yüklü İnşaat Kamyonu.....	65
3.9. Kaya Dolgu Üzerindeki Buldozer	65
3.10. Çeşitli seviyelerdeki sürekli titreşimlere insanların tepkisi ve titreşimlerin yapılar üzerindeki etkisi	66
3.11. Transit Gürültü Ve Titreşimden Doğan Tipik Yer Titreşimi Seviyeleri.....	68
3.12. Tipik Titreşim Kaynakları Ve İnsan Hassasiyetleri	68
3.13. Tipik Zemin Titreşimleri.....	69
3.14. Toz Değerlendirme Raporunun Hazırlanması	92
3.15. Yıkım ve İmalat şantiyelerin toz önlemleri için sorumluluklar	106
4.1. Manolya Blok Toz Ölçümü İlk 2 Gün	115
4.2. Manolya Blok Toz Ölçümü 7 Günlük İkinci Ölçüm	115
4.3. Manolya Blok İlk 2 Günlük Toz Miktarı Dağılım Grafiği	116
4.4. Manolya Blok İlk 2 Günlük Hava Sıcaklığı Dağılım Grafiği	116
4.5. Manolya Blok İlk 2 Günlük Hava Nem Oranı Dağılım Grafiği	117
4.6. Manolya Blok İlk 2 Günlük Hava Basıncı Dağılım Grafiği	117
4.7. Manolya Blok İkinci 7 Günlük Toz Miktarı Dağılım Grafiği.....	118
4.8. Manolya Blok İkinci 7 Günlük Hava Sıcaklığı Dağılım Grafiği	118
4.9. Manolya Blok İkinci 7 Günlük Hava Nem Oranı Dağılım Grafiği	119
4.10. Manolya Blok İkinci 7 Günlük Hava Basıncı Dağılım Grafiği	119
4.11. ADR 1500 Toz Ölçüm Aracı Görünüşü (1).....	121
4.12. ADR 1500 Toz Ölçüm Aracı Görünüşü (2).....	122
4.13. Manolya Blok Yıkım Çalışması 3. Ölçüm Sonucu (1)	125
4.14. Manolya Blok Yıkım Çalışması 3. Ölçüm Sonucu (2)	126
4.15. Manolya Blok Yıkım Çalışması 11. Ölçüm Sonucu (1)	127
4.16. Manolya Blok Yıkım Çalışması 11. Ölçüm Sonucu (2)	128
4.17. Manolya Blok Yıkım Çalışması 15. Ölçüm Sonucu (1)	129
4.18. Manolya Blok Yıkım Çalışması 15. Ölçüm Sonucu (2)	130
4.19. Manolya Blok Yıkım Çalışması 22. Ölçüm Sonucu (1)	131
4.20. Manolya Blok Yıkım Çalışması 22. Ölçüm Sonucu (2)	132
4.21. Manolya Blok Yıkım Çalışması 25. Ölçüm Sonucu (1)	133
4.22. Manolya Blok Yıkım Çalışması 25. Ölçüm Sonucu (2)	134
4.23. Manolya Blok Yıkım Çalışması 28. Ölçüm Sonucu (1)	135

4.24. Manolya Blok Yıkım Çalışması 28. Ölçüm Sonucu (2)	136
4.25. Manolya Blok Yıkım Çalışması 30. Ölçüm Sonucu (1)	137
4.26. Manolya Blok Yıkım Çalışması 30. Ölçüm Sonucu (2)	138
4.27. Manolya Blok Yıkım Çalışması 34. Ölçüm Sonucu (1)	139
4.28. Manolya Blok Yıkım Çalışması 34. Ölçüm Sonucu (2)	140
4.29. Manolya Blok Yıkım Çalışması 35. Ölçüm Sonucu (1)	141
4.30. Manolya Blok Yıkım Çalışması 35. Ölçüm Sonucu (2)	142
4.31. Manolya Blok Yıkım Çalışması 36. Ölçüm Sonucu (1)	143
4.32. Manolya Blok Yıkım Çalışması 36. Ölçüm Sonucu (2)	144
4.33. Manolya Blok Yıkım Çalışması 37. Ölçüm Sonucu (1)	145
4.34. Manolya Blok Yıkım Çalışması 37. Ölçüm Sonucu (2)	146
4.35. Manolya Blok Yıkım Çalışması 38. Ölçüm Sonucu (1)	147
4.36. Manolya Blok Yıkım Çalışması 38. Ölçüm Sonucu (2)	148
4.37. Manolya Blok Yıkım Çalışması 39. Ölçüm Sonucu (1)	149
4.38. Manolya Blok Yıkım Çalışması 39. Ölçüm Sonucu (2)	150
4.39. Titreşim, İvme, Gürültü Ve Toz Ölçümlerinin Alındığı Lokasyonlar	153
4.40. Model 353B02 İvme Ölçer.....	154
4.41. İvmeölçerlerin Montaj Şekilleri Ve Yüksek Frekansa Etkileri.....	155
4.42. Montaj Yeri Ve Aparatı	156
4.43. NI 9233-USB-9162 Veri Toplayıcı.....	157
4.44. 003A20 Model Düşük Gürültülü Koaksiyal Kablo	158
4.45. Orkide Binası Patlatma Anında Yakındaki EVKO İnşaat Binası Zemin Kat Kolonu Üst Ucu İvme Grafiği	159
4.46. Orkide Binası Patlatma Anında Yakındaki EVKO İnşaat Binası Zemin Kat Kolonu Orta Noktası İvme Grafiği	159
4.47. Orkide Binası Patlatma Anında Yakındaki EVKO İnşaat Binası Zemin Kat Kolonu Üst Ucu İvme Grafiği Yakınlaştırılmış.	160
4.48. Orkide Binası Patlatma Anında Yakındaki EVKO İnşaat Binası Zemin Kat Kolonu Orta Noktası İvme Grafiği Yakınlaştırılmış.....	160
4.49. Ülkemiz Yönetmelik Sınırlarına Göre PGV Değerleri Risk Değerlendirmesi (1).....	162
4.50. Ülkemiz Yönetmelik Sınırlarına Göre PGV Değerleri Risk Değerlendirmesi (2)	163

4.51. USBM RI8507 Ve OSMRE Yönetmelik Sınırlarına Göre PGV	
Değerleri Risk Değerlendirmesi	164
4.52. DIN 4150 Yönetmelik Sınırlarına Göre PGV Değerleri Risk	
Değerlendirmesi.....	165
4.53. Zemin Parçacık Hızı Hareketleri FFT Analiz Sonuçları.....	166
4.54. CMG-5TCDE Dijital Geri Bildirimli Üç Eksenli Sayısal	
Akselerometre.....	168
4.55. Akasya Bloğun Çatısına Kurulan İvme Ölçer Sayısal	
Kayıtçısı (T5GK5)	168
4.56. Akasya Bloğun Zeminine Kurulan İvme Ölçer Sayısal	
Kayıtçısı (T5GL0).....	169
4.57. Orkide Binasında Yapılan Kontrollü Patlatma Sırasında Zeminde	
Ve Binanın Üstünde Ölçülen Kayıtçılardan Alınan Her Bileşenin	
(N, E Ve Z Olmak Üzere) İvme Zaman Grafiği (1. Ve 2. Grup Birlikte).	170
4.58. 1. Grup İvme-Zaman Grafiği Sonuçları	171
4.59. 1. Grup Tepki Spektrumu Karşılaştırmaları (% 5 Sönümlemeli)	171
4.60. 1. Grup Zemin Parçacık Hızı Hareketleri	172
4.61. 1. Grup Üst Kat Parçacık Hızı Hareketleri.....	172
4.62. 2. Grup İvme-Zaman Grafiği Sonuçları	172
4.63. 2. Grup Tepki Spektrumu Karşılaştırmaları (% 5 Sönümlemeli)	173
4.64. 2. Grup Zemin Parçacık Hızı Hareketleri	173
4.65. 2. Grup Üst Kat Parçacık Hızı Hareketleri.....	174
4.66. Toz Ölçümlerinde Kullanılan Cihazın Kontrollü Patlatmadan Önce	
Çalışma Sahasındaki Görünümü.....	176
4.67. Cihazın Toz Ölçümü Kayıt Ünitesinin Çalışma Sahasında Kayıt	
Esnasındaki Görüntüsü.	177

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE

Sayfa

1.1. Türkiye’de Yaşanan Büyük Depremler	6
2.1. Yapı Yıkım Tekniği Belirleme Veri Formu.....	46
3.1. İmalat Ve Yıkım Titreşimi Darbesi Değerlendirme Tablosu.....	71
3.2. İnşaat Araçları İçin Titreşim Kaynağı Seviyeleri.....	77
3.3. İnşaat Araçlarının Gürültü Yayılım Seviyeleri	80
3.4. Bir Saatlik Gürültü Seviyesi Değerleri	83
3.5. Sekiz Saatlik Gürültü Seviyesi Değerleri.....	83
3.6. Bir Şantiyenin Toz Yayılma Büyüklüğünün Nasıl Sunulacağına Dair Örnek....	98
3.7. Bölgenin İnsanlar Ve Mülkler Üzerindeki Toz Kirlenmesine Olan Hassasiyeti.....	101
3.8. Bölgenin İnsan Sağlığı Üzerine Darbelere Hassasiyeti	103
3.9. Bölgenin Ekolojik Darbelere Karşı Hassasiyeti.....	103
3.10. Bölge Hassasiyetini Belirleyen Çıktıların Örneği.....	104
3.11. Toz Darbesi Etkileri- Yıkım.....	104
3.12. Toz Darbesi Etkileri- Hafriyat	104
3.13. Toz Darbesi Etkileri- İmalat.....	105
3.14. Toz Darbesi Etkileri- İletim	105
3.15. Sahaya Özel Önlemleri Belirlemek İçin Gereken Özet Bir Toz Riski Tablosu.....	105
3.16. Bütün Şantiyeler İçin Azaltma: İletişim.....	106
3.17. Bütün Şantiyeler İçin Azaltma: Toz Yönetimi	107
3.18. Yıkıma Özel Önlemler	108
3.19. Hafriyata Özel Önlemler	108
3.20. İmalata Özel Önlemler	108
3.21. Taşımaya Özel Önlemler	109
3.22. Şantiye Alanı İçin Çevresel Gürültü Sınır Değerleri	111

3.23. Maden Ve Taş Ocakları İle Benzeri Alanlarda Patlama Nedeniyle Oluşacak Titreşimlerin En Yakın Çok Hassas Ve Hassas Kullanım Alanının Dışında Yaratacağı Zemin Titreşimlerinin İzin Verilen En Yüksek Değerleri.....	111
3.24. İnşaatlarda Kazık Çakma Ve Benzeri Titreşim Yaratıcı Operasyonların Ve İnşaat Makinelerinin En Yakın Çok Hassas Ve Hassas Kullanım Alanının Dışında Yaratacağı Zemin Titreşimlerinin İzin Verilen En Yüksek Değerleri	112
3.25. Binalarda, Bina İçindeki Makine Ve Teçhizatın Yaratacağı Titreşimlerin Sınır Değerleri	112
4.1. Manolya Blok Yıkım Çalışması Esnasında Ses Ve Titreşim Ölçüm Noktaları	123
4.2. Manolya Blok Yıkım Çalışması Seçilen Ölçüm Noktaları Ses Ölçüm Sonuçları.....	151
4.3. Manolya Blok Yıkım Çalışması Seçilen Ölçüm Noktaları Titreşim Değerleri.....	152
4.4. Model 353B02 İvme Ölçerin Teknik Özellikleri	156
4.5. NI 9233-USB-9162 Veri Toplayıcı Teknik Özellikleri	158
4.6. Kurulan CMG-5TCDE Akselerometrelerin Teknik Özellikleri.	170
4.7. Ölçüm Alındığı Andaki Çevre Şartları	181
4.8. Ölçüm Yöntemleri.....	182
4.9. Ölçüm Sonuçları.....	182

SİMGELER DİZİNİ

D	Donanım ile alıcı arasındaki mesafe
dBa	Gürültü miktarı birimi
E.L	Gürültü Yayılım değeri
G	Zemin etkisine bağlı sabit
L _{dm}	Gürültü etkisi gündüz aktivitelerin 30 günlük ortalaması
L _{eq}	Ses seviyesi eşitliği
PGV	En büyük parçacık hızı (mm/sn)
PPV _{donanım}	in./saniye cinsinden mesafeye göre ayarlanmış parçacık hızı
PPV _{referans}	FTİ tablosundan 25 feet için alınacak referans hızı (in./saniye)
U.F	Belirli bir süre içinde belirli bir aracın kullanım faktörü

KISALTMALAR DİZİNİ

AIM	3,5 tondan ağır olan ağır iş makineleri
ÇED	Çevre etki değerlendirmesi
Çİ	Çevre ifadesi
FFT	Fast fourier transformation
FHWA	Federal Highway Administration
FTİ	Federal Transit İşletmesi
HKYA	Hava Kalitesi Yönetim Alanı
PCB	Printed Circuit Board (Baskı devre)
PM	Parçacıklı madde (havada asılı duran)
TOKİ	Toplu Konut İdaresi
TS	Türk Standartları
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UVD	Uzun vadeli değer
UVS	Uzun vadeli sınır değeri

1. GİRİŞ

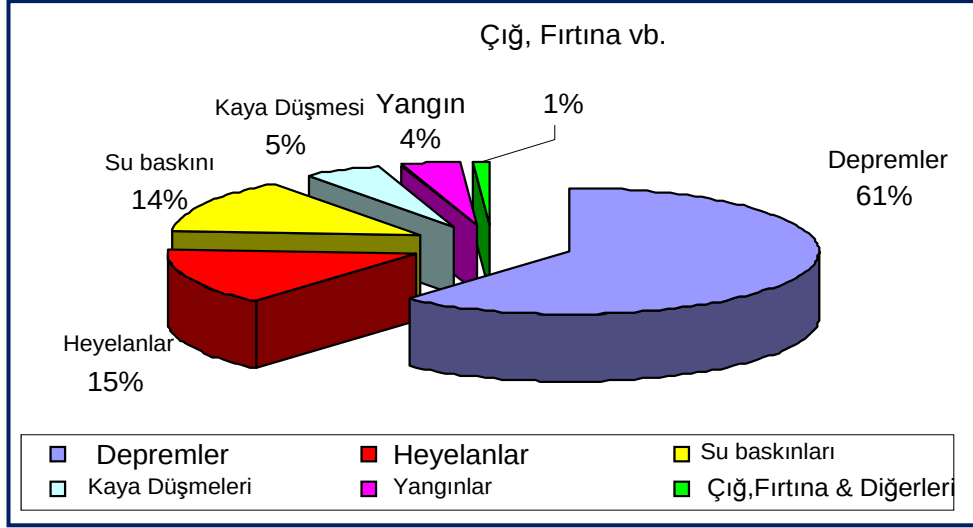
Yapılar zamanla ekonomik ömürlerini tamamlamakta ve yıpranmaktadır. Günümüzde meydana gelen her türlü doğal afetler (deprem, heyelan, v.b); Günümüz yönetmelik ve şartnamelerine uygun ve daha çok sayıda nüfusun hayatını devam ettirebileceği depreme dayanıklı modern binaların yapılmasını bir zorunluluk haline getirmiştir. Bu durum göstermiştir ki ülkemizde geçmişteki eski teknik ve yönetmeliklerle yapılan binaların depremlere karşı dayanıksız olduğu, bu sebeple bu yapıların yıkılarak yerlerine günümüz deprem yönetmeliğine uygun daha modern yeni binaların yapılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Ülkemiz deprem, sel, heyelan gibi büyük bölgeleri etkiyebilecek afetlerin yaşandığı coğrafi bir bölgededir. Bu nedenlerle çok sayıda yapının mühendislik ilkeleri ve yöntemleri dâhilinde projelendirilerek yıkılması önemli bir ihtiyaç olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapı inşasında mühendislik kriterleri gözetilerek nasıl bir projelendirme yapılıyorsa, yapıların ömürlerini tamamladıktan sonra yıkılması işlemi de bir mühendislik çalışması olarak düşünülmeli ve detaylı olarak projelendirilmelidir. Aslında bir yapının yapılması aşamasında ileride yıkılması işlemi göz önünde bulundurularak projelendirilmesi günümüzde bir mühendislik tekniği olarak karşımıza çıkmaktadır. Yaşadığımız gezegendeki inşaat malzemesi olarak kullanılan materyallerin de geri dönüşüm düşünülerek kontrollü bir şekilde tüketilmesi gerekmektedir. Dünyadaki tüm kaynaklar hızlı nüfus artışı nedeniyle hızla tükendiği gibi yapıların inşası için kullanılan malzemeler de giderek azalmaktadır. Bu nedenle geri dönüşüm ve bu malzemelerin yeniden kazanılarak kullanılması son derece önemli bir konudur. Eski yapılardan elde edilen yıkım atıklarının başka inşaatlarda kullanılması veya yeni yapılacak olan yapıların yıkım aşaması düşünülerek demonte edilebilir şekilde tasarlanması ilerleyen mühendislik teknolojisinde önemli bir yer tutacaktır.

Ülkemizde yukarıda sayılan yıkım nedenleri içerisinde en öne çıkan afet gerçeği ve bu nedenle eskimiş yapıların yıkılması ihtiyacıdır. Bir afet sırasında yıkılma ihtimali

olan ya da ağır hasar alarak içerisinde yaşayan insanları tehdit edebilecek eski yapı stokunun bir an önce yıkılarak yenilenmesi gerekmektedir. Tüm bilim dallarında gelişmeler olduğu gibi inşaat mühendisliği ve deprem mühendisliği alanlarında da önemli gelişmeler olmuş ve yapıların performansa dayalı analiz edilmesi yaklaşımı tüm dünyada benimsenerek deprem yönetmeliklerinde yerini almıştır. Ülkemizde 1975, 1997, 2007 yıllarında deprem yönetmeliği revizyona uğramış ve 2015 yılında tekrar bir değişiklik yapılacağı bilinmektedir. Teknolojik gelişmeler ışığında yenilenen deprem yönetmeliklerine göre mevcut yapı stocku incelendiğinde eski deprem yönetmeliği kurallarına göre inşa edilmiş yapıların birçok eksikliği olduğu ve yeni deprem yönetmeliği şartlarını sağlamadıkları görülmektedir. Özellikle Ülkemizde 2007 yılındaki deprem yönetmeliği yeni teknolojik gelişmeler ışığında önemli ve kapsamlı bir değişikliğe uğramış ve 1997 veya 1975 deprem yönetmeliği şartlarına göre inşa edilen yapılar 2007 deprem yönetmeliği şartlarını sağlamamaktadır. Bu nedenlerle eskimiş, çağdaş deprem yönetmeliği şartlarını sağlamayan, ekonomik ömrünü tamamlamış çok sayıda yapının yıkılarak yenilenmesi bir ihtiyaç olarak karşımıza çıkmıştır. Bu gereklilik kentsel dönüşüm kavramı ile ülkemizin tanışması sonucunu doğurmuştur.

Bu ihtiyaç sonucunda geçtiğimiz on yıl içerisinde İstanbul önde olmak üzere Türkiye genelinde birçok şehirde kentsel dönüşüm projelerinin hayata geçirilmesi için yasal bir çerçeve hazırlanmıştır. Özellikle 2011 Van depreminden sonra, izinsiz/riskli binaların yıkılması ve eski binaların yenilenmesi yolunda sağlam adımlar atmaya karar verilmiştir. Bu planı uygulamak için, Mayıs 2012'de "Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi" hakkında yeni bir yasa hazırlanmıştır. İlgili mevzuatların yasalaştırılmasıyla kentsel dönüşümde yeni bir dönemle birlikte Türkiye çapında kentsel dönüşüm projelerine başlanmıştır. Deprem ülkemizde yaşanan ve yapılar üzerinde hasar oluşturan afet türlerinden sadece biri olup, ülkemizde çok farklı türde afetler meydana gelmektedir. Ülkemizde son 60 yılda meydana gelen doğal afetlerin yol açtığı yapısal hasarların oranları Şekil 1.1'de verilmiştir. Bu dağılımda depremler birinci sırada yer almaktadır.

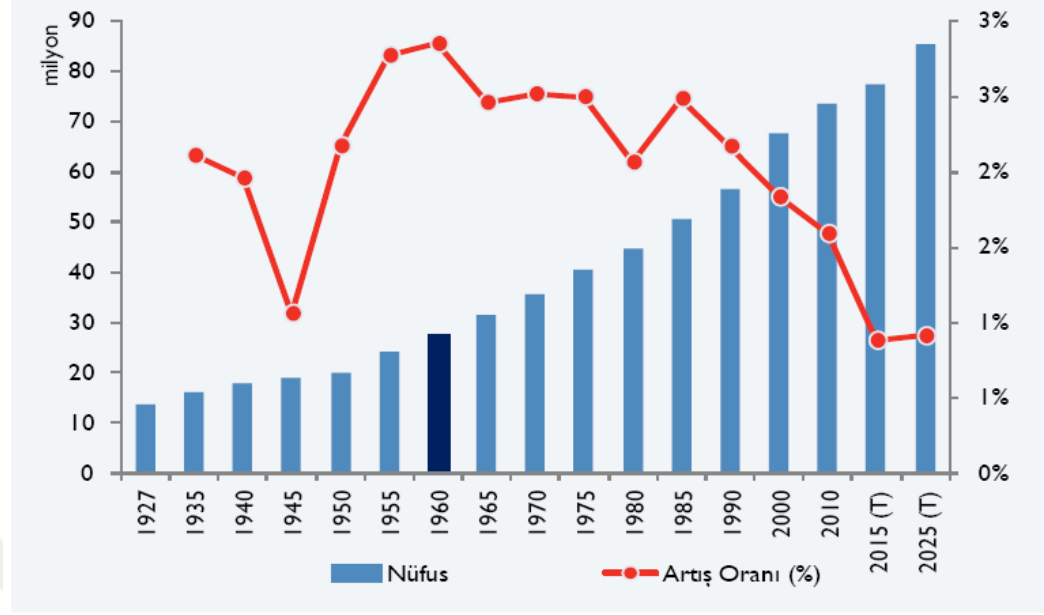


Şekil 1.1. Türkiye’de Son 60 Yılda Yaşanan Afetlerin Yol Açtığı Yapı Hasarlarının Dağılımı

Deprem riskinin yanı sıra, nüfus artışı ve hızlı kentleşme olguları da kentsel dönüşüm sürecinde baskı yaratmaktadır. Ülkemizdeki nüfus artış oranlarının değişimi Şekil 1.2’de görülmektedir. Artan konut talebiyle birlikte eski stokun yenilenmesi büyük önem kazanmaktadır. Önümüzdeki 20 yıl içinde ülke çapında yaklaşık 6,7 milyon konut biriminin yıkılıp yeniden inşa edileceği tahmin edilmektedir. Bu yılda yaklaşık 334.000 birime karşılık gelmektedir. Yalnızca yıkım ve yeniden inşa maliyeti için her yıl yaklaşık 44 milyar TL (23 milyar ABD doları) finansman gerekli olacağı hesaplanmıştır.

Ülkemizdeki yapı stoku incelendiğinde; mevcut yapıların büyük kısmının mühendislik hizmeti almadan inşa edildiği, yapıların büyük çoğunluğunun yalıtımsız ve enerji verimliliği açısından yetersiz olduğu, kentlerimizin altyapısının eski ve yetersiz kaldığı, büyük kentlerdeki yapılaşmanın büyük bir kısmının mevcut imar planlarına aykırı ve kaçak olduğu, görülmektedir.

NÜFUS ARTIŞI



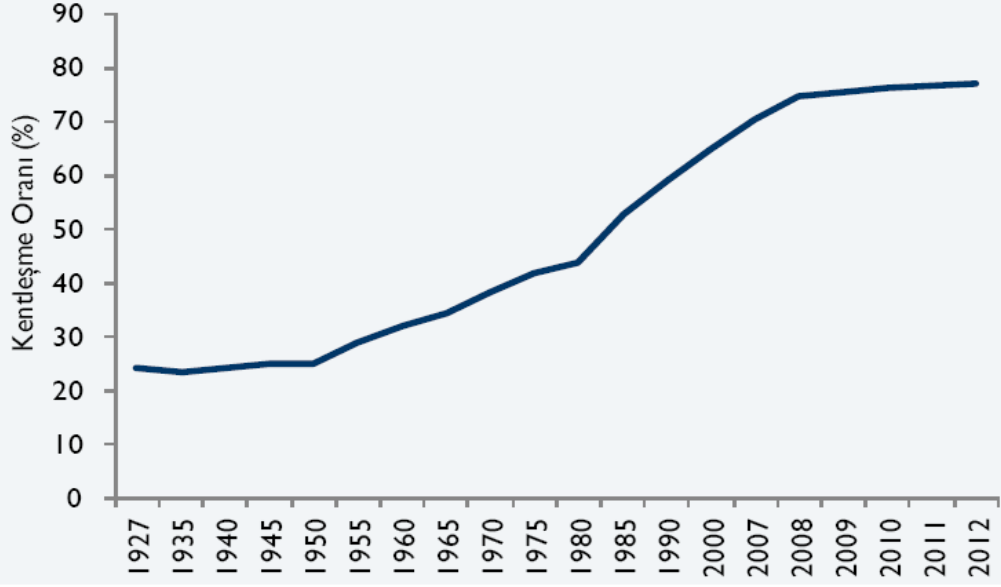
KAYNAK: TÜİK

Şekil 1.2. Ülkemizde Nüfus Değişimi

Türkiye, hızlı demografik değişim gösteren diğer birçok gelişmekte olan ülkede olduğu gibi, son yirmi yıldır kentsel yapı bakımından büyük bir değişim yaşamaktadır. Sanayileşmeyle birlikte hızlı nüfus artışı, kırsal alanlardan metropolitan kentlere doğru büyük bir göçe ve bunun sonucunda Türkiye’de kentleşme oranlarında önemli artışa neden olmuştur. Türkiye’de kentleşme oranı 1950’lerin başlarına kadar %25 civarında seyrederken, 1980 yılında %40 ve 2000 yılında %65’e yükselmiştir. Türkiye, 1980-2000 yılları arasında dünyada en yüksek kentleşme oranına sahip ülkeler arasında üçüncü sırada yer almıştır. 2012 itibarıyla Türkiye’de kentleşme oranı %77’ye ulaşmıştır. Yıllara göre Ülkemizde meydana gelen kentleşme oranının dağılımı Şekil 1.3’de verilmiştir.

Sadece nüfus artışı değil, aynı zamanda kırsal alanlardan kentsel alanlara yaşanan göç de metropolitan kentlerde artan bir konut talebi oluşmasına neden olmuştur. Hızlı kentleşmenin getirdiği sorunları yaşayan şehirler, gecekondu yerleşimleri, çevresel bozulma ve mevcut altyapının bozulması gibi sorunlarla karşılaşılması sonucunu doğurmuştur.

KENTLEŞME ORANI (1927 - 2012)



KAYNAK: TÜİK

Şekil 1.3. Ülkemizde Kentselleşme Oranının Değişimi

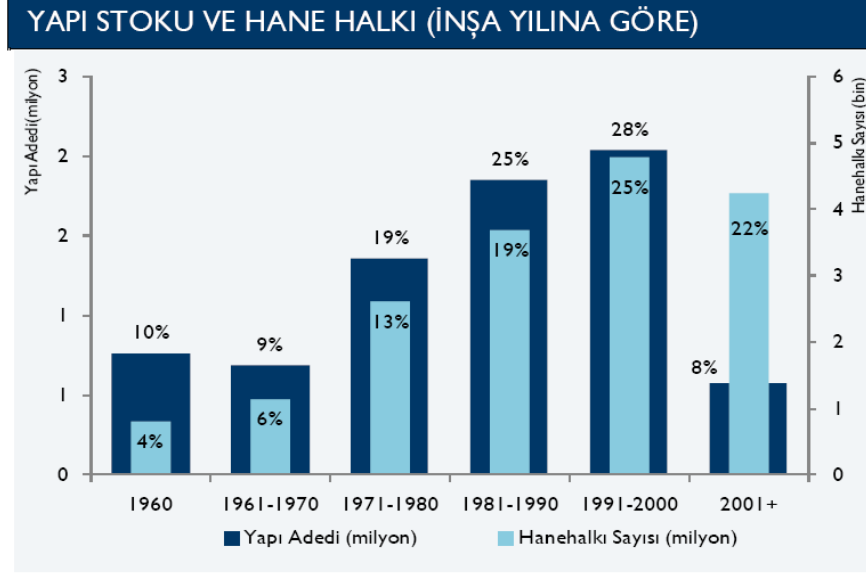
Bu nedenlere ek olarak ülkemizde kentsel dönüşüm çalışmalarının başlamasındaki en büyük etken yukarıda ifade edildiği gibi deprem riskinin bu bölgede son derece büyük olmasıdır. Türkiye'nin aktif bir sismik bölgede yer alması nedeniyle hemen her yerinde hasar verici depremlerin meydana gelme riski yüksektir. En son 1999 ve 2011 yıllarında yaşanan üç büyük deprem bu konudaki endişeleri artırmıştır. Ülkemizde yaşanan büyük depremler ve neden olduğu can kayıpları Çizelge 1.1'de görülmektedir.

Çizelge 1.1. Türkiye’de Yaşanan Büyük Depremler

YIL	YER	CAN KAYBI SAYISI
1939	Erzincan	32.700
1942	Tokat, Erbaa	3000
1943	Samsun, Ladik	4000
1944	Bolu, Gerede	3959
1966	Muş, Varto	2396
1975	Diyarbakır, Lice	2385
1976	Van, Muradiye	3840
1999	Marmara	17.118
2011	Van	604

(*) Resmi rakamlar.

Türkiye genelinde yapıların büyük bir kısmının depreme dayanıklı güvenlik tasarım kurallarına uygun olarak inşa edilmediği yaşanan bu depremler ile gözler önüne serilmiştir. Türkiye'deki toplam konut stokunun yalnızca %8'i 2001 yılından sonra inşa edilmiştir ve toplam hane halklarının yaklaşık %22'si bu binalarda yaşamaktadır. En büyük 10 metropoliten kent dikkate alındığında ise, toplam nüfusun yaklaşık yarısı bu şehirlerde yaşamakta, ancak konut stokunun yalnızca %11'i 2001'den sonra inşa edilmiştir (Şekil 1.4). Ülkemizde 1997 yılında tamamen değişikliğe uğrayan deprem yönetmeliği kurallarına göre inşaa edilen bu yapıların deprem etkisindeki davranışlarının daha iyi olacağı bu binaların tasarımı çağdaş bir yönetmeliği göre yapıldığı için düşünülebilir.



Şekil 1.4. Ülkemizde Yapı Stokunun Yıllara Göre Değişimi

Sonuç olarak, hızlı demografik değişim, mevcut konut stokunun kalitesi ve deprem riski, yetkilileri belirli alanlarda kentsel dönüşüm projelerini hayata geçirmeye yöneltmiştir. Ortaya çıkan bu ihtiyaç ve kentsel dönüşüm projelerinin gerekliliği çok sayıda yapının yıkılarak yerlerine yenilerinin yapılması ihtiyacını da birlikte doğurmuştur.

Türkiye'de yaşanan kentsel dönüşüm süreci, “Kentsel Dönüşüm Yasası” olarak da bilinen, “Afet Riski Altındaki Alanların Dönüşümü” hakkında kanuna (6306 sayılı ve 31 Mayıs 2012 tarihli) ve kanunun uygulama yönetmeliğine (4 Ağustos 2012 tarihli) dayanmaktadır. Kanun özellikle afetler sırasında can ve mal kaybına neden olabilecek alanlar olarak tanımlanan risk bölgelerine odaklanmaktadır. Bu kanuna göre risk altındaki binalar "risk bölgesi içinde veya dışında ekonomik ömrünü tamamlamış binalar veya bilimsel ve teknik olarak yıkılma veya yüksek hasar riski altında olduğu kanıtlanmış binalar" olarak tanımlanmıştır.

Kentsel dönüşüm süreci, Türkiye'nin enerji ithalatına olan bağımlılığını azaltmak açısından, yeşil binalar ve sürdürülebilirlik sağlamak için önemli bir fırsat sunmaktadır. Türkiye, artan konut talebiyle birlikte yenileme projelerinin ölçeği de

göz önüne alındığında, mevcut stokun yenilenmesi ve yeşil binalar geliştirilmesi açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Türkiye'deki kentsel dönüşüm süreci kapsamında, deprem riski altında bulunan 6,7 milyon konut biriminin yıkılıp yeniden yapılması planlandığı düşünülürse, bu binaların yeşil bina olarak yeniden inşası durumunda benzer bir tasarrufun sağlanması mümkün olabilecektir.

Ülkemizde yapıların mühendislik kriterleri çerçevesinde yıkılabilmesi için acilen bir yıkım yönetmeliğine ihtiyaç duyulmaktadır.

Yukarıda detayları ile ifade edilen nedenlerden dolayı önümüzdeki yıllar içerisinde ülkemizde çok sayıda yapının mühendislik kriterleri çerçevesinde kurallara uyularak yıkılması gerekliliği ortadadır. Bu yıkım projelerinin önemli bir bölümünü ise bu çalışmalar esnasında alınması gerekli olan mühendislik ölçümleri oluşturmaktadır. Yürütülen yıkım projesinden etraftaki diğer yapılar ve canlıların olumsuz etkilenmediğinin ispatlanmasının tek yöntemi bu çalışmalar esnasında alınan ölçümler ile ortaya çıkan rahatsız edici faktörlerin limit değerler içerisinde kaldığının gösterilmesidir. Yıkım projelerinde alınması gerekli olan mühendislik ölçümleri ve rahatsız edici etmenler üç ana başlıkta toplanması mümkündür. Bu etmenler toz, ses ve titreşim olarak sıralanabilir. Yürütülen yıkım projesi için seçilen tekniğe ve proje türüne bağlı olarak bu faktörlerin hepsi veya bazıları daha büyük önem arz edebilmekte ve daha önemli hale gelebilmektedir. Yürütülen tez çalışması kapsamında betonarme yapılar için uygulanan yıkım projeleri içerisinde alınması gerekli olan mühendislik ölçümlerinden, bu ölçümlerin alınmasında kullanılan alet ve ekipmanlardan, elde edilen sonuçların değerlendirilmesi ve limit değerlerinden, son olarak bu tür bir yapıda yapılan pilot uygulama sonucunda elde edilen sonuçları yorumlanmasından bahsedilerek mühendislik ölçümleri detayları ile ortaya konulacaktır.

2. YIKIM NEDİR VE YIKIM TEKNİKLERİ

Ekonomik ömrünü tamamlanmış veya deprem, sel, heyelan gibi afetler nedeniyle çeşitli düzeyde hasar görmüş yapıların mühendislik kriterleri doğrultusunda projelendirilerek yapının tersi sırayla ve benzer teknikler ile araçlar kullanılarak ortadan kaldırılması çalışmasına yıkım denilmektedir. Yapıların yıkılma nedenleri arasında;

1. Yapının ekonomik ömrünü tamamlaması,
2. Yapının kullanım amaçlarının büyük ölçüde değişerek mevcut durumu ile kullanılmasının imkansız hale gelmesi,
3. Yapının amacına hizmet edemeyecek ölçüde yetersiz duruma gelmesi, büyüklüğünün ve tasarımının kullanım amacını gerçekleştiremeyecek pozisyona gelmesi,
4. Yapının doğal bir afet (deprem, heyelan, sel vb.) gibi nedenlerden dolayı önemli oranda hasar alarak kullanılamayacak duruma gelmesi ya da onarım ve güçlendirme maliyetinin çok yüksek olması durumları,
5. Yapının bir patlama veya yangın gibi dış etkilerden etkilenerek hasar alması olarak sayılabilir.

İnsanların içerisinde yaşamlarını sürdürdükleri yapılar zamanla ekonomik ömürlerini tamamlamakta ve yıpranmaktadır. Ayrıca bölgedeki nüfusun artması nedeniyle eski yapıların yerlerine çok daha büyük ve daha fazla sayıda insanın yaşamını sürdürebileceği kapasitesi daha yüksek yapıların inşaa edilmesi bir zorunluluk haline gelmektedir. Bu nedenlerle yapıların yıkılması ve yerlerine çok daha modern ve teknolojisi gelişmiş yapıların yapılması bir gereklilik haline gelmektedir. Bu nedenlere ek olarak, yaşanan ve büyük bir bölgeyi etkileyen afetlerde olayın gerçekleştiği bölgede çeşitli seviyelerde hasar almış yapıların yıkılarak yerlerine yenilerinin yapılması ihtiyacını ortaya çıkartmaktadır.

Ülkemiz deprem, sel, heyelan gibi büyük bölgeleri etkiyebilecek afetlerin yaşandığı coğrafi bir bölgededir. Bu nedenlerle çok sayıda yapının mühendislik ilkeleri ve yöntemleri dâhilinde projelendirilerek yıkılması önemli bir ihtiyaç olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapı inşasında mühendislik kriterleri gözetilerek nasıl bir projelendirme yapılıyorsa, yapıların ömürlerini tamamladıktan sonra yıkılması işlemide bir mühendislik çalışması olarak düşünülmeli ve detaylı olarak projelendirilmelidir. Aslında bir yapının yapılması aşamasında ileride yıkılması işlemi göz önünde bulundurularak projelendirilmesi günümüzde bir mühendislik tekniği olarak karşımıza çıkmaktadır. Yaşadığımız gezegendeki inşaat malzemesi olarak kullanılan materyallerin de geri dönüşümü düşünülerek kontrollü bir şekilde tüketilmesi/kullanılması gerekmektedir. Dünyadaki tüm kaynaklar hızlı nüfus artışı nedeniyle hızla tükendiği gibi yapıların inşası için kullanılan malzemelerde giderek azalmaktadır. Bu sebeple geri dönüşüm ve bu malzemelerin yeniden kazanılarak kullanılması son derece önemli bir konudur. Eski yapılardan elde edilen yıkım atıklarının başka inşaatlarda kullanılması veya yeni yapılacak olan yapıların yıkım aşaması düşünülerek demonte edilebilir şekilde tasarlanması ilerleyen mühendislik teknolojisinde önemli bir yer tutacaktır.

Ülkemizde yukarıda sayılan yıkım nedenleri içerisinde en öne çıkan afet gerçeği ve bu nedenle eskimiş yapıların yıkılması ihtiyacıdır. Bir afet sırasında yıkılma ihtimali olan ya da ağır hasar alarak içerisinde yaşayan insanları tehdit edebilecek eski yapı stokunun bir an önce yıkılarak yenilenmesi gerekmektedir. Tüm bilim dallarında gelişmeler olduğu gibi inşaat mühendisliği ve deprem mühendisliği alanlarında da önemli gelişmeler olmuş ve yapıların performansa dayalı analiz edilmesi yaklaşımı tüm dünyada benimsenerek deprem yönetmeliklerinde yerini almıştır. Ülkemizde 1975, 1997 ve 2007 yıllarında deprem yönetmeliği revizyona uğramış ve 2016 yılında tekrar bir değişiklik yapılacağı bilinmektedir. Teknolojik gelişmeler ışığında yenilenen deprem yönetmeliklerine göre mevcut yapı stoku incelendiğinde eski deprem yönetmeliği kurallarına göre inşaa edilmiş yapıların birçok eksikliği olduğu ve yeni deprem yönetmeliği şartlarını sağlamadıkları görülmektedir. Özellikle ülkemizde 2007 yılındaki deprem yönetmeliği yeni teknolojik gelişmeler ışığında önemli ve kapsamlı bir değişikliğe uğramış ve 1997 veya 1975 deprem yönetmeliği şartlarına göre inşaa edilen yapılar 2007 deprem yönetmeliği şartlarını

sağlamamaktadır. Bu nedenlerle eskimiş, çağdaş deprem yönetmeliği şartlarını sağlamayan, ekonomik ömrünü tamamlamış çok sayıda yapının yıkılarak yenilenmesi bir ihtiyaç olarak karşımıza çıkmıştır. Bu gereklilik kentsel dönüşüm kavramı ile ülkemizin tanışması sonucunu doğurmuştur.

Deprem riskinin yanı sıra, nüfus artışı ve hızlı kentleşme olguları da kentsel dönüşüm sürecinde baskı yaratmaktadır. Artan konut talebiyle birlikte eski yapı stokunun yenilenmesi büyük önem kazanmaktadır. Önümüzdeki 20 yıl içerisinde ülke çapında yaklaşık 6,7 milyon konut biriminin yıkılıp yeniden inşaa edileceği tahmin edilmektedir. Bu yılda yaklaşık 334.000 yapının yıkılmasına karşılık gelmektedir. Yalnızca yıkım ve yeniden inşaa maliyeti için her yıl yaklaşık 44 milyar TL (23 milyar ABD doları) finansman gerekli olacağı hesaplanmıştır.

Ülkemizdeki yapı stoku incelendiğinde; mevcut yapıların büyük kısmının mühendislik hizmeti almadan inşaa edildiği, yapıların büyük çoğunluğunun yalıtımsız ve enerji verimliliği açısından yetersiz olduğu, kentlerimizin altyapısının eski ve yetersiz kaldığı, büyük kentlerdeki yapılaşmanın büyük bir kısmının mevcut imar planlarına aykırı ve kaçak olduğu görülmektedir. Türkiye, hızlı demografik değişim gösteren diğer birçok gelişmekte olan ülkede olduğu gibi, son yirmi yıldır kentsel yapı bakımından büyük bir değişim yaşamaktadır. Sanayileşmeyle birlikte hızlı nüfus artışı, kırsal alanlardan metropoliten kentlere doğru büyük bir göçe ve bunun sonucunda Türkiye'de kentleşme oranlarında önemli artışa neden olmuştur. Türkiye'de kentleşme oranı 1950'lerin başlarına kadar %25 civarında seyrederken, 1980 yılında %40 ve 2000 yılında %65'e yükselmiştir. Türkiye, 1980-2000 yılları arasında dünyada en yüksek kentleşme oranına sahip ülkeler arasında üçüncü sırada yer almıştır. 2012 yılı itibariyle Türkiye'de kentleşme oranı %77'ye ulaşmıştır.

Sadece nüfus artışı değil, aynı zamanda kırsal alanlardan kentsel alanlara yaşanan göç de metropoliten kentlerde artan bir konut talebi oluşmasına neden olmuştur. Hızlı kentleşmenin getirdiği sorunları yaşayan şehirler, gecekondu yerleşimleri, çevresel bozulma ve mevcut altyapının bozulması gibi sorunlarla karşılaşılması sonucunu doğurmuştur.

Ülkemizde kentsel dönüşüm çalışmalarının başlamasındaki en büyük etken yukarıda ifade edildiği gibi deprem riskinin bu bölgede son derece büyük olmasıdır. Türkiye'nin aktif bir sismik bölgede yer alması nedeniyle hemen her yerinde hasar verici depremlerin meydana gelme riski yüksektir. En son 1999 ve 2011 yıllarında yaşanan üç büyük deprem bu konudaki endişeleri artırmıştır. Türkiye genelinde yapıların büyük bir kısmının depreme dayanıklı güvenlik tasarım kurallarına uygun olarak inşaa edilmediği yaşanan bu depremler ile gözler önüne serilmiştir.

Sonuç olarak, hızlı demografik değişim, mevcut konut stokunun kalitesi ve deprem riski, yetkilileri belirli alanlarda kentsel dönüşüm projelerini hayata geçirmeye yöneltmiştir. Ortaya çıkan bu ihtiyaç ve kentsel dönüşüm projelerinin gerekliliği çok sayıda yapının yıkılarak yerlerine yenilerinin yapılması ihtiyacını da birlikte doğurmuştur.

Türkiye’de yaşanan kentsel dönüşüm süreci, “Kentsel Dönüşüm Yasası” olarak da bilinen, “Afet Riski Altındaki Alanların Dönüşümü” hakkında kanuna (6306 sayılı ve 16Mayıs 2012 tarihli) ve kanunun uygulama yönetmeliğine (15Aralık 2012 tarihli) dayanmaktadır. Kanun özellikle afetler sırasında can ve mal kaybına neden olabilecek alanlar olarak tanımlanan risk bölgelerine odaklanmaktadır. Bu kanuna göre risk altındaki binalar “risk bölgesi içinde veya dışında ekonomik ömrünü tamamlamış binalar veya bilimsel ve teknik olarak yıkılma veya yüksek hasar riski altında olduğu kanıtlanmış binalar”olarak tanımlamıştır.

Kentsel dönüşüm süreci, Türkiye’nin enerji ithalatına olan bağımlılığını azaltmak açısından, yeşil binalar ve sürdürülebilirlik sağlamak için önemli bir fırsat sunmaktadır. Türkiye, artan konut talebiyle birlikte yenileme projelerinin ölçeği de göz önüne alındığında, mevcut stokun yenilenmesi ve yeşil binalar geliştirilmesi açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Türkiye’deki kentsel dönüşüm süreci kapsamında, deprem riski altında bulunan 6,7 milyon konut biriminin yıkılıp yeniden yapılması planlandığı düşünülürse, bu binaların yeşil bina olarak yeniden inşası durumunda benzer bir tasarrufun sağlanması mümkün olabilecektir.

Yukarıda detayları ile ifade edilen nedenlerden ve gereksinimlerden dolayı çok sayıda yapının yıkılacağı ülkemizde bu konuda bir mevzuatın bulunması son derece önemli ve ivedilik ile gerçekleştirilmesi gerekli olan bir çalışma olduğu düşünülmektedir.

Bu bölümde belirlenen yapı yıkım teknikleri tanıtılacak ve genel hatları ile kısaca özelliklerinden bahsedilecektir. Yapıların yıkılması için kullanılan teknikleri çok temel hatları ile üç alt başlıkta toplamak mümkün olup, bu temel başlıklar:

- El ile (manuel) yıkım
- Makine kullanılarak yıkım
- Patlayıcı kullanılarak yıkım

olarak sayılabilir.

Yukarıda ana maddeler olarak ifade edilen yapı yıkım teknikleri son yıllarda oldukça gelişmiş ve teknolojik gelişmelerin bu sektör üzerindeki yansıması sonucunda giderek artan sayıda yeni yıkım teknikleri geliştirilmiştir. Ancak bu teknikler geliştirilen değişik el araçları, makineler ya da patlayıcı malzemeleri içerdiğinden bu üç temel alt başlıkta toplanmaları ve değerlendirilmeleri mümkündür.

Yapıların yıkılmasında uygulanan yaklaşım türüne göre de yapı yıkım tekniklerinin sınıflandırılması yapılabilir. Yapının tümünden yıkılması ya da değişen ihtiyaçlara göre kısmen yıkılması gerekebilir. Ayrıca bir afetten sonra hasar görmüş bir yapının yıkılması ihtiyacı da meydana gelebilir. Yapılarda ihtiyaç durumuna göre uygulanan yıkım yöntemlerini uygulama türüne göre üç temel alt başlıkta toplamak mümkündür.

- Yapının tümünden yıkımı
- Yapının kısmi yıkımı (kat eksiltme yöntemi)
- Hasarlı yapı yıkımı (acil yapı yıkımı)

Son yıllarda gerek ekonomik gerekse teknik nedenlerden dolayı yapıların tamamen ya da kısmi yıkımı için kullanılan metotlara talep artmıştır. Günümüzde büyük

şehirlerdeki eski yapılar daima yenilenmekte ve ticari yapılar şehir merkezleri dışına daha az maliyet için taşınmaktadır. Alt yapının sürekli gelişmesiyle, tekrar inşa, onarım ve mevcut yapının boyutlarının büyütülmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bunların yanı sıra yapılar, bazen savaşlar, depremler, kasırgalar ve diğer afetler sonucunda önemli hasarlara uğrarlarken, bazen de yangınlardan, terörist saldırılarından, hatalı tasarımların sebep olduğu kazalardan dolayı ağır hasarlar görmektedir.

Çoğu zaman yukarıda belirtilen sebeplerden dolayı yapıların tamamen veya kısmi yıkımı gerekmektedir. Bir yapının tamamen yıkılması ile kısmi olarak yıkılması arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Kısmi yıkımlarda, çevredeki yapıların hasar görmemesi ve var olan betonarme elemanlarda ki donatıların olduğu gibi kalması istenmektedir. Kısmi yıkımın bu şekli genellikle konutlar, araçlar, pencereler gibi hassas alanlara yakın bulunan yapıların oldukça küçük bölümlerinin arka arkaya yıkılmasını kapsamaktadır. Bu yüzden, bu tür yıkımlarda çevreye hasar vermemek için çok dikkatli çalışmalar yürütülmelidir. Fakat bu yıkım türünde uygun metodun seçiminde, proje ve çevre olgularını sorgulayan bir planlamanın yapılması gerekliliğinden dolayı maliyet yükselmektedir.

Yapıların tümünden yıkılması daha çok karşılaşılan ve uygulanan bir yöntemdir. Yapıların ekonomik ömrünü tamamlaması, kullanım amaçlarını yerine getiremeyecek şekilde boyutlarının veya teknik özelliklerinin yetersiz kalması gibi nedenlerden dolayı yapılar tümünden yıkılarak yerlerine daha modern ve istenilen özelliklerde yeni yapıların inşa edilmesi mümkün olmaktadır. Yapıların tümünden yıkılmasının nedenlerinden bir diğeri de deprem, sel, heyelan gibi doğal afetler veya yangın, tasarım hatası ve terörist saldırılar gibi dış etkiler nedeniyle yapıların hasar almasıdır. Hasarlı yapıların yakınında yer alan diğer yapıların ve canlıların zarar görmemesi için kontrollü bir şekilde acil olarak yıkılmaları gerekebilir. Bu durum yapıların yıkım nedenlerinden bir diğeri olarak kabul edilebilir.

2.1. Yıkım Tekniklerinin Tanıtılması

Bu bölümde yukarıda ifade edilen yıkım yöntemleri daha detaylandırılarak alt başlıkları ile ele alınarak anlatılacaktır. Yıkım teknikleri üç ana başlıkta toplanmıştır (Şekil 2.1). Bu teknikler sırasıyla;

- (1) Makine ile yıkım,
- (2) El ile yıkım,
- (3) Patlayıcı ile yıkımolarak sayılabilir

2.1.1. Makine ile Yıkım

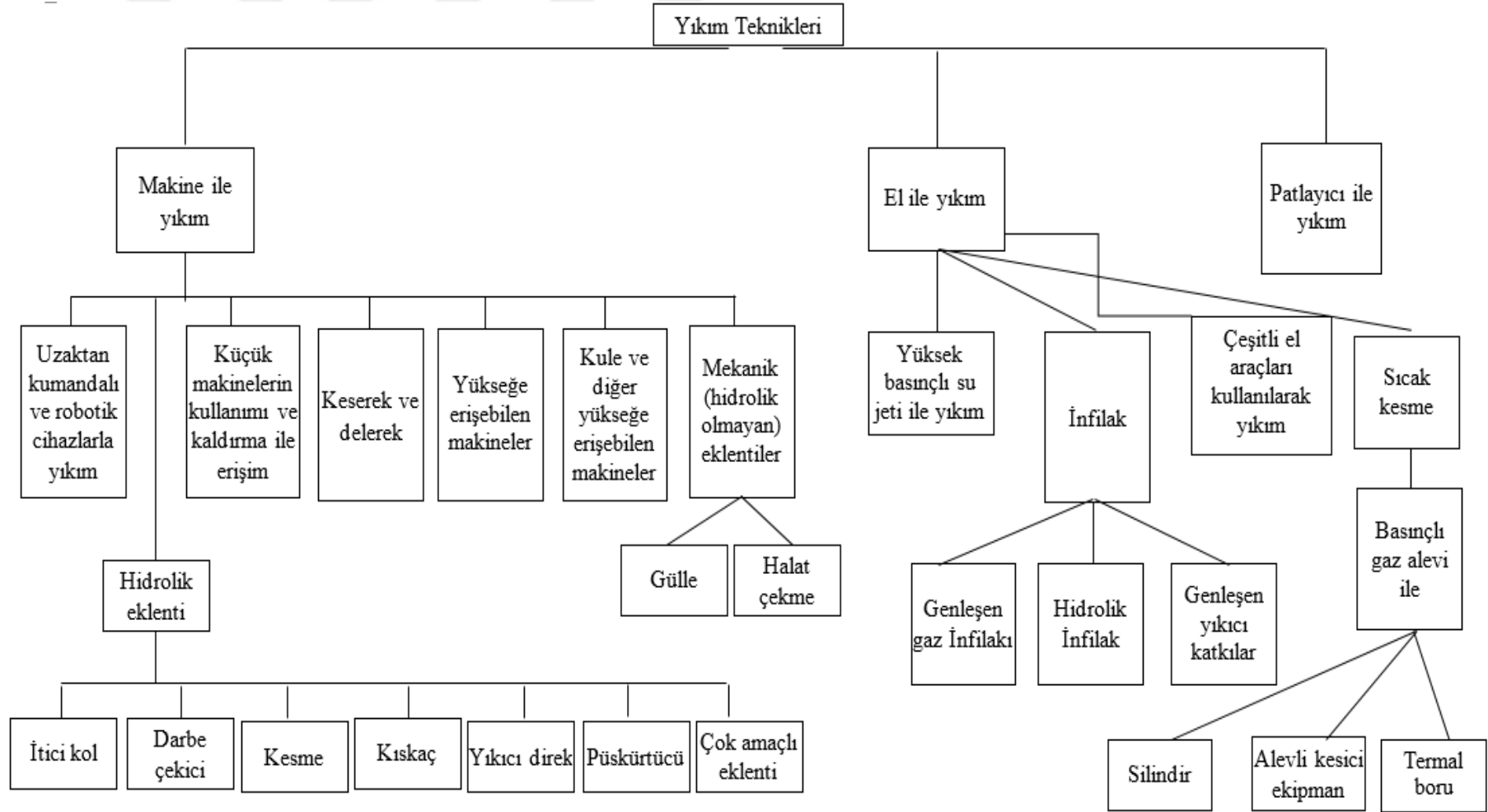
Yıkım işlerinde kullanılmak üzere geliştirilmiş çok sayıda makine tipi mevcuttur. Yüksek teknoloji robotlar da bunlara dâhildir. Temel tekniklerin hepsi aşağıda detaylıca anlatılmaktadır.

Uzaktan kumanda edilen makineler ve robotik cihazlar

Potansiyel tehlike ve zarar içeren durumlarda uzaktan kumandalı makine ve robotların kullanımı gerekebilir. Bu tip cihazların uzaktan kontrol edilebilmesi makine operatörlerini tehlikeli bölgeden uzakta tutar. Makineler emniyetli bölgelerden idare edilir özellikle olup geleneksel yöntemlere göre ciddi avantajlar sunmaktadır. Uzaktan işletilebilen makineler, operatörlerin emniyetini sağlamaktadır. Birçok kontrollü yıkım projesi için önemli çözüm alternatifleri oluştururlar. Bu makinelerden biri aşağıdaki şekilde (Şekil 2.2) görülebilir.

Yükseğe erişebilen makineler

Çok parçalı bomların birleştirilmesiyle oluşturulmuş ve uzun kollara sahip olan ekskavatörler yüksek binaların yıkımı için kullanılabilirler (Şekil 2.3). Bu tip makineler, yapıyı üstten en alta kadar taşınabilir parçalar halinde yıkabilirler.



Şekil 2.1. Yıkım Teknikleri



Şekil 2.2. Uzaktan Kontrol Edilebilen Yıkım Makinesi



Şekil 2.3. Yüksek Erişebilen Makineler

Yüksek yıkım, aşama aşama söküme olarak tanır ve esnektir. Bu özellikleri yıkımda başarı sağlar. Yüksek katlı yapıların yıkımı, süper uzun boyları olan makinelerle birlikte el ile kullanılan makinelerin aynı proje içinde birlikte kullanılmasını gerektirebilir.

Kule tip ve diğer uzun menzilli vinçler

Yüksek yapıların yıkımında kule vinç ve başka tiplerde uzun menzilli vinçler kullanılabilir. Örneğin, Eagle West Cranes, Liebherr 270 ton mobil vinci tanıtmıştır. Bu makinenin kaldırma konusunda tam bir çözüm sunduğunu iddia etmişlerdir. Bir diğer örnek ise, Birtley'deki Tail Oil Plant binasını 400 tonluk bir teleskopik vinç kullanarak yıkan W&M Thompson tarafından sağlanmıştır. Bu çalışmada her biri 40m uzunluğunda ve 120 ton ağırlığında olan dört adet kolon yıkılmıştır. Yıkım toplam üç günde tamamlanmıştır. Şekil 2.4'de bu tip vinçlere bazı örnekler gösterilmektedir.

Hidrolik eklentiler

Betonu kırabilen ve çeliği kesebilen hidrolik ekipmanlar, çelik ve betonarme yapıların yıkımında kullanılmak üzere vinç ve ekskavatör gibi makinelere bağlanabilirler. Hidrolik ekipman, doğrudan boma ya da makinenin başka bir kısmında monte edilebilir. İtici kol ile yıkım:İtici kollar çelikten imal edilirler ve yapıya yatay bir kuvvet uygularlar (Şekil 2.5).



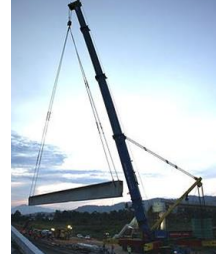
(1) Mobil vinç



(2) Kule vinç



(3) Diğer vinçler



Şekil 2.4. Bazı Vinç Tipleri



Şekil 2.5. Yıkım İçin Kullanılan İtici Kollar

Darbeli çekiç ile yıkım: Yığma ya da betonarme yapıları yıkmak için, pnömattikya da hidrolik olarak çalışan darbeli çekiçler kullanılabilir. Bu tip çekiçler belirlenen noktaya tekrarlı olarak artan şiddette darbeler uygularlar. Şekil 2.6’da bu tip darbeli çekiçlerden bazıları gösterilmiştir.



Şekil 2.6. Hidrolik darbeli çekiçler

Hidrolik kesiciler ile yıkım: Metalin ya da betonun soğuk olarak kesilmesi ile yıkım yapılabilir. Makineye doğrudan bağlanmış ve dönebilen kesici ekipmanlar yüksek bir çalışma esnekliği sağlar. Şekil 2.7’de tipik bir hidrolik kesici görülebilir.



Şekil 2.7. Hidrolik Kesiciler

Pülverizatör ile yıkım: Yığma ya da betonarme yapıların mekanik yıkımı için makineye montelenmiş pülverizatörler kullanılabilir. Cihaza ait dişler ve çeşitli parçalar sahada kolaylıkla değiştirilebilir.

Yıkıcı direk (kazık) kullanarak yıkım: Kıskaç ya da kanca takılmış yıkım direkleri makineye bağlanarak, yapısal elemanların sökülebilmesi için, uzun yüksekliklere erişim sağlanabilir. Şekil 2.8’de bu tip yıkım direklerinden bazıları gösterilmektedir.



13.1



Şekil 2.8. Yıkım Direkleri

Kıskaç kullanarak yıkım: Kıskaçlar çelik ve betonarme kiriş, kolon, duvar, döşeme ve çatı parçalarının yıkımı ve tekrar değerlendirilebilmesi için tasarlanmışlardır. Özel tasarlanmış kıskaç kolları, elemanın yıkım, söküm ya da taşınma anında düzgün ve

hızlı olarak hareket ettirilebilmesini sağlar. Şekil 2.9’da bu tip kısıkaçlardan bazıları görülebilir.



Şekil 2.9. Yıkım Kısıkaçları

Kırıcı ile yıkım: Ekskavatörlere monte edilen beton kırıcılar dev beton kütleleri küçük parçalardan oluşan moloz yığınlarına çevirirler. Yıkıcılar, içten monte edilmiş hidrolik bir silindir tarafından kontrol edilen çenelere sahiptir. Alt çeneye, donatı kesici bıçaklar monte edilebilir. Ayrıca, bu tip makineler yıkım molozlarından agrega üretebilirler (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. Yıkım Kırıcıları

Çok amaçlı hidrolik ekipmanlar kullanılarak yıkım: Çok amaçlı hidrolik yıkım ekipmanları çelik ya da betonarme yapıları (kimyasal ya da yağ depolama tankları dâhil) yıkmak için kullanılabilirler. Çok amaçlı ekipmanlar ekskavatörün bomuna ya da başka bir parçasına monte edilebilirler. Şekil 2.11’de bu tip ekipmanlar görülebilir.



Şekil 2.11. Yıkım İçin Kullanılan Diğer ekipmanlar

Mekanik (hidrolik olmayan) ekipmanlar

Mekanik ekipmanlarla yıkım, gülle kullanımı ve halat çekme olarak sınıflandırılabilir.

Gülle ile yıkım: Gülleleme, ağır bir gülleyi yapıya çarptırmak demektir (Şekil 2.12). Yığma ya da betonarme yapının en üst katından başlayarak, bir vincin ucuna bağlı gülleyi yapıyı yıkmak amacıyla yapıya vurmak şeklinde uygulanan bir tekniktir. Uzun zamandan beri kullanılan ve göreceli olarak daha ucuz olan teknik en popüler yıkım teknikleri arasındadır. Silindirik, küre, dikdörtgen ve ayva şeklinde olmak

üzere dört çeşit gülle vardır. Gülleleme işlemi, bağlı olduğu vinci dinamik gerilmelere maruz bırakır, bu yüzden yapının yıkımı için yeterli olan minimum gülle ağırlığı kullanılmalıdır. Birçok proje için hafif güllerin kullanımı yeterlidir. Bu teknik için çok yetenekli bir vinç operatörü kullanmak gerekir. Makine üzerinde kullanılabilecek gülle ile ilgili sınırlamaları belirleyebilmek için üretici, danışmanlık hizmeti almalıdır.



Şekil 2.12. Tipik Yıkım Güllesi

Halat çekerek yıkım: Bu teknikte, çeşitli araçlara bağlı veya doğrudan çalışanların kullandığı halatların çekilerek yapıya yüksek seviyede bir yatay kuvvet uygulanması amaçlanır. Halatın bağlı olduğu makineyi ve operatörü korumak için kuvvetli bir çelik kafes kullanılması gerekir. Öte yandan, 12 metreden yüksek yapılar ve yığma yapılar için halat çekme yöntemi kullanılmamalıdır.

Delerek ya da keserek yıkım

Delme ya da kesme metotları, diğer metotların kullanımına bağlı olarak oluşabilecek duman, toz, titreşim gibi rahatsız edici unsurlara izin verilmeyen ya da yüksek başarı gerektiren durumlarda, kapalı ve kuşatılmış mekânlarda, yapının tamamının ya da bir kısmının zayıflatılması ya da yıkılması için kullanılırlar. Yapıların yıkılmasında uygulanabilen bu tekniğin çeşitli yöntemleri vardır. Mesela, elmas çekirdekli delgi ve elmas uçlu bıçak ile döşeme kesimi, delikler açmak için ya da kesik bölgeler oluşturmak için kullanılabilirler.

Pedestal elmas çekirdekli delgi: Betonarme ve diğer katı maddelerde delik açmak için kullanılan sessiz ve titreşimsiz bir yöntemdir. Çekirdekli delgi makineleri dikey ya da yatay pozisyonda kullanılabilir ve elektrik, hidrolik ya da hava kaynaklarından faydalanabilirler.

Elmas döşeme kesme: Elmas bıçaklı kendiliğinden hareket eden testereler; döşemeler, otoyol parçaları ve havaalanı parçalarını kesmek üzere kullanılabilirler. Bunun yanında taş kesme, zincir testere kuru kesme gibi diğer kesme yöntemleri de uygulanabilmektedir.

Küçük makinelerin kullanımı ve kaldırma ile erişim.

Bu yıkım tekniği daha çok kat eksiltme ile yıkımın gerekli olduğu durumlarda ve uzun erişimli makinelerin kullanımı için gerekli alanın olmadığı yıkım projeleri için kullanılan bir tekniktir. Uç bölümüne hidrolik kırıcı ve delici ekipman takılabilen küçük ölçekli ekskavatör ya da yıkıntı atıklarının yapı içerisinde toplanıp şaftlar aracılığı ile tahliyesi amaçlarıyla kullanılabilecek küçük ölçekli yükleyici (loader) bu tür yıkım tekniğinde kullanılan araçlardır. Bu araçların standart ekskavatör ve yükleyicilerden tek farkı küçük alanlarda çalışabilmeleri için boyutlarının küçük olması ve hafif olmalarıdır. Bu araçlar değişik kapasite ve büyüklükte olmalarına rağmen genellikle 3-5 ton ağırlığında uzun erişimli vinç kullanılarak kaldırılacak boyutlarda olup, çok yüksek yapıların üzerine vinç kullanılarak kaldırılabilir.

Bu teknik genelde kat eksiltilemek yukardan aşağı doğru yıkımın gerekli olduğu durumlarda, dar alanlarda uzun erişimli makinelerin kullanılamayacağı yıkım projelerinde tercih edilmektedir. Araçların vinç kullanılarak yıkılacak yapı üzerine çıkarılabilmesi için boyutlarının ve ağırlığının olabildiği kadarküçük olması gereklidir. Küçük boyuttaki bu araçlar ile yapının içerisindeki dar alanlarda manevralar yapılarak yıkımın gerçekleştirilmesi sağlanmaktadır. Bu yöntemle yıkımın yapılmasına karar verilmeden önce döşemeler üzerinde hareket edecek makineleri, döşemelerin taşıyıp taşımayacağını kontrol edilmesi gerekmektedir.

2.1.2. El ile Yıkım

Günümüzde artık bir yapının tümünden yıkımı için el ile yıkım tekniği kullanılmamaktadır. Yapı betonarme, yığma, ahşap ya da çelik taşıyıcı sistemlere sahip olsun ve ne kadar küçük olursa olsun bir yapının tümünden yıkımı için el ile yıkım tekniği tercih edilmemektedir. Genellikle makine ile yıkım tekniği daha yaygın olarak kullanılmaktadır. El ile yıkım tekniği genellikle yapı içerisinde yapılacak olan küçük çaplı yıkım ya da tadilat çalışmalarında tercih edilmekte ya da kısmi yapı yıkımı uygulamalarında çeşitli durumlarda kullanılmaktadır. Örneğin bir yapının yukarıdan kat eksiltme yöntemi ile birkaç katının yıkılması gerektiğinde ve makine kullanımının mümkün olmadığı durumlarda kat eksiltme işlemi için yukarıdan aşağı doğru el araçları kullanılarak yapı aşama aşama yıkılabilmektedir. Bazı durumlarda el ile kat eksiltme tekniği ile yapı yıkımı yüksek katlı yapılar içinde tercih edilmektedir. Bitişik nizam olarak inşa edilmiş veya üzerine küçük iş makinesi çıkartılması için gerekli alan olmayan özel durumlarda yapılar yukarıdan aşağı el ile yıkılarak belirli bir yüksekliğe kadar indirilmektedir. Daha sonra uzun erişimli makinelerin kullanılabileceği yüksekliğe gelindiğinde yıkım tekniği değiştirilmektedir.

Çeşitli el araçları kullanılarak yıkım

Gelişen teknoloji ile her geçen gün el ile yıkım tekniği kapsamında kullanılabilecek değişik el araçları ortaya çıkmakta ve kullanılmaya başlanmaktadır. Bu araçlardan

seçilen bazı rnekler Őekil 2.13’de verilmiştir. Bu örneklerin sayıları arttırılabilir. Ancak genel olarak hepsi tek ya da en fazla iki kiři tarafından kullanılabilen kompakt, ağırlığı dūřuk ve değişik amaçlarla kullanılabilecek şekilde tasarlanmış araçlardır.

İnfilak ettirme ile yıkım

Doğrudan patlayıcı kullanımı uygun olmadığında bu yöntem kullanılabilir. Bir gaz ya da mekanik aletin kütlesinin, başka bir kütle içerisine açılmış bir delik içerisinde genişletilmesi yoluyla, patlamaya benzer şekilde kullanılması şeklinde tanımlanır. Genellikle kullanılan 3 infilak ettirme tekniği vardır: (1) Gaz infilak ettirme, (2) Hidrolik infilak ve(3) Yıkıcı katkıların genişletilmesi.

- 1) Gaz infilakı: İnfilak etkisi maddeyi, kütle içerisinde açılmış bir boşluğa yerleştirilerek sağlanır. Gaz basıncındaki artış, gazın içinde bulunduğu kütlenin yıkılmasını sağlar.
- 2) Hidrolik infilak: Gaz infilakına benzer şekilde çalışır. Ancak yıkım süreci gaz kadar hızlı olmaz. Uygun yerlere yerleştirilen hidrolik aletlerin hacminin artırılmasıyla yıkım sağlanır.
- 3) Genleşen yıkım katkıları: Bu yöntemde, bir akışkan ya da macun oluşturmak için su ile karıştırılan genleşen kimyasallar kullanılır. Daha sonra bu kimyasallar, yıkılacak elemanda önceden açılmış deliklere doldurulur ve yıkım gerçekleşene kadar genleşirler.



Şekil 2.13. El İl Yıkım Tekniğinde Kullanılan Değişik Yıkım Ekipmanlarından Örnekler

Sıcak kesme

Bu yöntem sadece çalışma sisteminin yangın ya da patlama riskini engellediği durumlarda ve sadece yapının etrafı ilişkisi kesilerek, etraftaki alanın yangın ya da patlamaya karşı emniyete alındığı durumlarda kullanılabilir. Sıcak kesme yöntemleri potansiyel olarak sürtünme ya da kıvılcım şeklinde yeterli ısı sağlayacak termal reaksiyonların kullanılmasıdır. Sıcak kesme işlemi için değişik araçlar kullanılabilmektedir. Bu araçların başında

- 1) Silindir
- 2) Alevli kesici ekipmanlar
- 3) Termal borular gelmektedir.

Teknolojik gelişmeler ile değişik ekipmanlar geliştirilmektedir. Bu ekipmanların temelini yanıcı bazı gazlar kullanılarak çelik ya da kesilecek olan benzer malzemelerin oluşturulan sıcaklık ile eritilerek kesilmesi prensibi oluşturmaktadır.

Bu ekipmanlardan silindir ve alevli kesici ekipmanlar daha çok elik yapılarda, termal borular ise betonarme yapıların kesim işlemlerinde kullanılmaktadır. Termal boru sistemleri elik yönlendirici bir başlık borusunun kesilecek olan yapı elemanına temas ettirilmesi ile kullanılmaktadır. Sisteme bağlı olan tanklar içerisindeki kimyasalların birbiri ile teması sonrasında çıkan çok yüksek sıcaklık aracın elik yönlendirme borusu ile kesilecek olan betonarme yapı elemanına yönlendirilerek kesim işlemi gerçekleştirilir.

Söz konusu sıcaklık kullanılarak kesim işleminin yapıldığı araçların kullanılmasının oldukça tehlikeli ve özel eğitim alınması gerekli olan bir prosedür olduğu unutulmamalıdır. Bu ekipmanları kullanacak olan kişilerin konu ile ilgili eğitim almaları ve gerekli sertifikalarının olmasına dikkat edilmesi gerekli olup, işin uzmanı olmayan kişilerin bu sistemleri kullanmalarına izin verilmemelidir.

Yüksek basınçlı su jeti ile yıkım

Su jeti ile kesme işlemi suyun basıncını arttırmak için enerji vermesi amacıyla katkı ve aşındırıcı kullanılan işlemlerde dâhil olmak üzere su jeti içeren bütün yöntemlere denir. Yıkım sürecinde, su jeti yardımıyla beton donatıdan ayrılır. Su jeti yöntemi çok özeldir ve yetkin kişiler tarafından kullanılmalıdır.

2.1.3. Patlayıcı ile yıkım

Patlayıcı ile yıkımın esas amacı betonarme ya da yığma yapıların planlı olarak yıkılmasıdır. Saha koşulları izin verirse, patlayıcı ile yıkım hızlı ve ekonomik bir alternatif sunabilir. El ile yıkım yöntemlerine kıyasla birçok avantajları vardır. Patlayıcılar ekonomiktir ve zamandan tasarruf sağlarlar,ağır makine kullanımı gerektirmezler, yıkım sahasına ulaşımın zor olduğu ve yapılaşmayan alanların az olduğu bölgelerde özellikle çok etkindirler. Yüksek bacaların yıkımı bu yöntemle çok hızlı ve işçilikten tasarruf edilerek yapılabilir.

Patlayıcıların kullanılacağı durumlarda, planlama ve patlatma işlemi, ön zayıflatma dâhil, işin uzmanı bir kişi gözetiminde yapılmalıdır. Büyük yapılar için uzman kişi tecrübeli bir patlayıcı mühendisi olmalıdır.

Patlayıcı ile yıkım teorisi, düşey destek sağlayan kolonların sıralı ve kontrollü şekilde yıkılması sonrasında yerçekimi etkisiyle yapının tamamen yıkımını hedefler. Düşme yönü ilgili mesnetleri yıkarak kontrol edilebilir. Yıkım için patlayıcılar, yapının kendi üzerine düşmesini sağlayacak bir sıra ile ateşlenir.

Patlayıcı ile yıkım süreci aşağıdaki 5 adımda şöyle özetlenebilir:

1. Planlama: Başarılı bir yıkım planlaması oldukça karmaşıktır ve 4 ön çalışma gerektirir.
 - Kolonların şekli ve yapısını dikkate almak
 - Analiz için numune almak
 - Yapı planlarını incelemek
 - Yapılan hesapları doğrulamak için en az bir test atışı yapmak

Etkili olabilmesi için patlayıcı ekipman çok düzgün yerleştirilmelidir. Ana fikir, yapının bir tarafındaki kolonları alt kattan başlayarak 10 saniye içerisinde üst katlara doğru zayıflatmaktır. Her patlama bir kolonun betonunu kesecektir ve kolonun üzerindeki ağırlık düşmeye başlayacaktır. Yıkım sanatı, 10 saniye içindeki her an boyunca yapının hangi bölümünü yıkacağını doğru hesaplayabilmektir. Bu yüzden, hesapların altında yatan teorinin yapının planlanan şekilde istenilen yere düşmesini sağlayabilmesi gerekir.

2. Patlayıcılar: Patlayıcılar, jel, granül, toz, ip, sıvı, plastik ve dinamit şeklinde temin edilirler. Bunların her biri, belirli durumlar için tasarlanmıştır. Zaman ayarlı patlayıcılar, tek bir düğmeye basarak 10 saniye ya da daha fazla süre içerisinde her bir patlayıcının ayrı patlamasını sağlayabilirler. Yıkımın sırası ve yönü, her bir patlayıcının yerleştirildiği yer ve patlatıldığı sıra vasıtasıyla kontrol edilebilir.
3. Test patlatması: Tasarım sürecinin erken aşamalarında, yapının tabanında bir kolon seçilir ve test patlatması yapılır. Daha yapılan numune analizi verilerine ve

kolon malzemesinin özelliklerine göre patlayıcıların yeri için işaretler koyulur. Gerekli yerlerden izin aldıktan sonra, açılan delikler doldurulur ve patlayıcı ateşlenir. Sonra patlamanın kolonda bıraktığı hasar gözlemlenir. Kolonda istenilen hasar meydana getirilememişse daha çok deliğe ve patlayıcıya ihtiyaç var demektir. Yapının durumu anlaşıldığında her patlayıcının yeri işaretlenir. Delikler açılır, kırmızıya boyalı donatı ile delik yerleri işaretlenir.

4. Macunlama ve yükleme: Dinamit oldukça hassas ve tehlikeli bir malzemedir. Macunlama işlemi, bir çubuk dinamiti almayı ve patlatma kabloları bağlı olan parlak alüminyumdan yapılmış patlatma tüpünü keskin bir aletle delmeyi içerir. Teller açılır, çubuğun etrafına bir çift ilmik atılır sonra dinamit deliğe sokulur. Dinamit deliğin dibine itilir sonra tellerin açıkta kalan uçları bir ateşleme devresi oluşturabilmek için birleştirilerek bükülür. Patlamanın gücünü yoğunlaştırmak için deliğin ağzı sıkıca kapatılır. Bütün patlayıcılar yüklendiğinde, teller bir elektrik devresine bağlanır.
5. Patlatma anı: Yapıdaki bütün patlayıcılara bir düğme vasıtasıyla elektrik gönderilir. Patlayıcı ile yıkım tekniği betonarme ve çelik yapılar için tercih edilen bir tekniktir. Ahşap ve yığma yapıların yıkımı için kullanılmaz. Betonarme yapılar içinde belirli yükseklikteki yapılar için kullanılması hem uygulama hem de ekonomik olması yönleriyle önerilmektedir. Patlayıcı ile yıkım tekniği daha çok 30 metre (10 katlı) ve daha yüksek betonarme yapılar için kullanılması uygundur. Dört katlı bir betonarme yapının patlayıcı ile yıkılması hem yöntemin uygulanması açısından hem de maliyet açısından uygun bir çözüm olmayacaktır.

Yapıların patlayıcı ile yıkım tekniği ile yıkılabilmesi için öncelikle yapının statik projesi elde edilerek üzerinde yıkım simülasyon çalışmalarının yürütülmesi gereklidir. Yapının hangi yöne ve şekilde yıkılması planlanıyor ise yapı taşıyıcı sistemini oluşturan betonarme kolon ve perdeler bu plana göre zayıflatılmalı ve patlayıcıların yerleşim noktaları ve miktarları seçilmelidir. Yapının beton dayanımı ve düşey taşıyıcı elemanlarının donatı detaylarına göre yerleştirilmesi gerekli olan patlayıcı miktarı ve yerleri değişim göstermektedir. Bu parametrelerin gerçekçi olarak belirlenebilmesi için simülasyon çalışmasına ek olarak sahada seçilen az sayıdaki, yapının istenmeyen şekilde yıkılmasına neden olmayacak şekilde düşey taşıyıcı eleman üzerinde test patlamaları yapılabilir. Yapının bilgisayar ortamında

patlayıcı ile aşamalı yıkım çalışmaları için özel olarak geliştirilen yazılımlar kullanılarak modellenmesi ve yıkımın bilgisayar ortamında sanal olarak gerçekleştirilmesi bu yıkım tekniğinde çok kullanılan ve tercih edilen önemli bir mühendislik çalışmasıdır.

Yürütülen ön tasarım çalışmaları sonrasında patlayıcıların sahaya sevkıyatı ve şantiye sahasında depolanması için özel önlemler alınması gereklidir. Sahada özel olarak çelikten üretilmiş patlayıcı depolama konteynerlerinde saklanan patlayıcılar gerekli zayıflatma işlemleri yapılmış ve patlayıcı delikleri açılmış yapılara yerleştirilir. Bu işlem kısıtlı bir zamanda planlanarak yapılır ve patlayıcıların şantiye sahasında uzun süre bırakılmamasına özen gösterilir. Patlayıcıların yerleştirilmesi işlemi tamamlandıktan sonra kablolama ve zamanlama çalışmaları yapılarak patlayıcıların birbirlerine ve tetikleme mekanizmasına planlanan düzende bağlanması sağlanır. Patlayıcıların kablolama düzeni ve kablo uzunlukları yapının yıkımı için planlanan yıkım şekline göre ayarlanır. Yapılan zamanlama hem yapının yıkım şeklini belirler hem de tüm patlayıcıların bir seferde patlamaması çevreye oluşacak hava şoku ve zemin titreşimi etkilerini azaltıcı bir etki oluşturur.

Patlayıcıların yerleştirilmesi işlemi ve kablolama çalışmaları sonrasında yapıda patlayıcı yerleştirilen katlarda ve düşey taşıyıcı elemanlarda patlama etkisini sönümleyici çeşitli önlemler alınarak çalışmalar tamamlanır. Son olarak çevre yapılar ve yaşayanlar için gerekli önlemler alınarak patlatma işlemi gerçekleştirilir. Bu önlemler patlatma bölgesine yakın olan çeşitli yapıların boşaltılması veya o bölgedeki yolların trafiğe kapatılması olarak sayılabilir. Bu çalışmalar için güvenlik kuvvetleri ile koordinasyon içerisinde bir çalışma yürütülür. Patlatmadan önce siren mekanizmaları ile işaret verilerek çevredeki insanlara uyarı işareti verilmesi zorunludur. Patlatma işlemi tamamlandıktan sonra yıkım alanında patlamamış bir patlayıcının kalıp kalmadığı detaylı bir kontrol ile gözden geçirilir.

2.2. Türkiye’de Yıkım Tekniklerinin Mevcut Durumu

Ülkemizde yıkımda uygulanan yıkım teknikleri ile ilgili olarak yapılan inceleme sonucunda yıkım teknikleri ile ilişkili detaylı, kapsamlı, uygulanması gerekli olan kurulları ve yöntemleri açıklayan bir standarda, yönetmeliğe veya yönergeye rastlanmamıştır. Ancak yıkım teknikleri ile ilgili olarak sınırlı düzeyde bilgilerin yer aldığı yönetmelikler mevcuttur.

Bu konudaki ülkemizde son yıllarda çeşitli çalışmalar yürütülmekte olup, bu konunun önemi giderek artmaktadır. Bu konudaki önemli çalışmalardan biri Türk Standartları Enstitüsü tarafından Ekim 2014 tarihinde yayımlanan TS 13633[1] numaralı yönetmeliktir. TS 13633 numaralı yönetmelik “Yapıların Tam ve Kısmi Yıkımı için Uygulama Kuralları” başlığını taşımakta olup, bu yönetmelik içerisinde yıkım tekniklerine 17. bölümde yer verilmiştir. Bu bölüm içerisinde toplam 13 tip yıkım tekniğinden bahsedilmiş olup, bu bölüm toplam on sayfa içerisinde özetlenmiştir. Yönetmelik içerisinde ifade edilen yöntemler aşağıda listelenmiştir.

1. Elle yıkım
2. Makine ile yıkım
3. Uzaktan kontrol edilen makineler ve robotik cihazlar
4. Kompakt makineler
5. Yüksek erişimli makineler
6. Kule ve diğer yüksek erişimli vinçler
7. İple çekerek yıkım
8. Delme ve testere ile kesme
9. Kimyasal maddeler kullanılarak yıkım
10. Patlayıcılarla yıkım
11. Sıcak kesim
12. Yüksek basınçlı su jeti
13. Metal tozu kesimi

TS 13633 yönetmeliğinde toplam 13 yöntem ile ilgili sadece genel tanımlamalar on sayfa içerisinde özetlenmiş olup, yöntemlerin uygulama esasları ve dikkat edilmesi gerekli olan kurallar veya yapılması gerekli olan mühendislik çalışmaları ile ilgili kapsamlı bilgiler verilmemiştir.

Yıkım teknikleri ile ilgili olarak çok kısıtlı da olsa bilginin yer aldığı diğer bir mevzuat ise 18.03.2004 tarihinde Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından yayımlanan Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği'dir[2]. Söz konusu yönetmeliğin 19. maddesi yıkım işlemlerine ayrılmış olup, sadece hidrolik ekipmanlara sahip iş makinelerinden bahsedilmektedir. Yönetmelikten alınan 19. Madde'nin ilgili bölümü aşağıda verilmiştir.

MADDE 19- Yıkımı yapılacak yapıların içlerindeki geri kazanılabilir malzemelerin öncelikle ayrıştırılması ve geri kazanılması esastır. Bu çerçevede kapı, pencere, dolap, taban ve duvar kaplamaları, döşemeleri ve yalıtım malzemeleri gibi inşaat malzemeleri ile tehlikeli atıklar yıkımı yapılacak yapılardan ayıklanır ve ayrı toplanır. Yıkım işlemleri sırasında gürültü, toz ve görüntü kirliliği ile ilgili olarak 20. (Gürültü Emisyonu ile ilgili) ve 21. (Toz Emisyonu ile ilgili) maddelerde belirtilen tedbirler alınır. Yıkımın hidrolik ekipmanlara sahip iş makineleri ile yapılması durumunda, kolon ve kiriş gibi beton yapılar kesilir veya parçalanır. Yukarıda özetlenen iki farklı mevzuat çalışması haricinde ülkemizde kullanılabilecek yıkım teknikleri ve uygulama esasları ile ilgili teknik bilgilerin yer aldığı başka bir mevzuata rastlanmamıştır. Bu mevzuatlar da yıkım teknikleri ile ilgili olarak çok kısıtlı bilgi vermektedirler.

2.3. Yıkım Tekniklerinin Seçimini Etkileyen Faktörler

Yıkım tekniğinin seçiminde en önemli ve belki de başlangıçta en etkili olan değişken hangi yıkım türüne ihtiyaç olduğudur. Yıkım türlerini üç temel başlıkta incelemek mümkündür. İhtiyaca göre belirlenen bu türler;

1. Yapının tümünden yıkılması
2. Yapının bir kısmının ya da içerisinde yer alan bir bölümün yıkılması (kısmi yıkım)
3. Herhangi bir nedenden dolayı hasar görmüş (deprem, sel vb. doğal afetler ya da yangın veya terörist saldırı gibi insan kaynaklı dış etkiler) yapının acil yıkımı olarak sayılabilir.

Yapının tümünden yıkılması seçeneğinde üç temel yıkım tekniğinin (el, makine ve patlayıcı) hepsinin kullanılması mümkündür. Bu teknikler içerisinde seçim yapılabilmesi için dikkat edilecek değişkenler aşağıda detaylı olarak incelenmiştir.

Yapının kısmi olarak belirli bir bölümünün yıkılmasında ise patlayıcı ile yıkım tekniğinin kullanılması önerilmemektedir. Bu tekniğin teorik olarak düzenlenen sınırlandırılmış ve küçük patlatmalar ile bir yapının kısmen bazı bölümlerinin yıkılması için de kullanılması mümkündür. Ancak yapının yıkılmadan kalması gerekli olan bölümlerine zarar vermeden bu çalışmanın yürütülmesi son derece zor ve yüksek düzeyde tecrübe ile uzmanlık gerektiren bir uygulamadır. Bu nedenlerle patlayıcı ile yıkım tekniği yapının tümünden yıkılması için tercih edilen bir yöntemdir. Yapı içerisinde yıkılacak bölümün büyüklüğüne göre el ya da makine ile yıkım tekniklerinden herhangi biri kullanılabilir. Bu teknikte kullanılan makineler de yapının tümünden yıkılmasında kullanılan makinelerden farklıdır. Aslında bu makineler boyutları ve ağırlıkları haricinde genel teknik özellikleri tümünden yapı yıkımında kullanılan araçlar ile benzerdir. Kısmi yapı yıkımında kullanılan makineler genellikle yapı içerisinde rahatlıkla hareket edebilmeleri için küçük boyutlarda ve hafif tasarlanmış, özelleştirilmiş iş makineleri olarak tanımlanabilir. Bu makineler uzun erişimli vinçler yardımı ile kısmi yıkımı gerçekleştirecek yapının üzerine çıkartılarak yıkım çalışmasına başlanabilir. Bu tekniğin bir diğer adı da kat eksiltme yöntemidir. Kat eksiltme yöntemi kısmi yıkım uygulamaları haricinde tümünden yapı yıkım projelerinde de kullanılan yardımcı bir tekniktir. Yüksek katlı yapıların yıkımında kullanılan teknikler içerisinde başı çeken kat eksiltme tekniği yüksek yapının uzun erişimli makineler ile yıkılabilecek seviyeye kadar indirilmesi için tercih edilen bir yöntemdir. Bu yöntem ile yapı öncelikle yüksek erişimli makineler ile yıkıma devam edilebilecek yüksekliğe kadar

indirildikten sonra, yapının kalan bölümlerinin yıkım işlemi yüksek erişimli yıkım makineleri ve standart ekskavatörler ile yıkılarak tamamlanabilmektedir. Bu teknik yüksek binaların yıkımında yaygın olarak kullanılan bir yaklaşımdır.

Yapının acil yıkılması türünde yıkım tekniği üzerinde en etkili olan parametre yapının hasar düzeyi olarak tanımlanabilir. Yapının hasar düzeyi ağır ve orta hasar düzeyinde ise yapı içerisine girilerek hazırlık yapılan yıkım tekniklerinin kullanılması önerilmeyip bu tür tekniklerin uygulanması mümkün olmayacaktır. Yapının içerisine girecek olan yıkım görevlilerinin tehlikeye atılması söz konusu olamayacağı için yapının hasar durumunun ağır ve orta seviyede olması durumu yıkım tekniklerinden el ile ve patlayıcı ile yıkım tekniklerinin kullanılması ihtimalini ortadan kaldırmaktadır. Bu iki teknikte de yıkımı yapılacak yapı içerisinde çalışılması ve bazı hazırlıklar ve işlemler yapılması gerektiği için hasarlı yapıların acil yıkım uygulamalarında kullanılması önerilmemektedir. Geriye makine ile yıkım tekniğinin kullanılması kalmaktadır. Yapı yüksekliğine göre yapının standart ekskavatör ya da uzun erişimli yıkım makineleri kullanılarak yıkılması gereklidir. Acil yapı yıkımı için yapıların hasar durumlarının öncelikle bu konuda tecrübesi olan bir inşaat mühendisi tarafından incelenmesi gerekmektedir. İnşaat mühendisleri tarafından yapılacak gözlemsel ön inceleme ile yapının hasar durumu belirlenecektir. Bu amaçla ülkemizde geliştirilmiş standart formlar mevcuttur. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından afet durumlarında yapıların hasar durumunun belirlenmesi için kullanılan standart formlar bu durum için de kullanılabilir. Öncelikle bu konuda bilgili bir inşaat mühendisi tarafından yapı değerlendirilerek yapının mevcut hasar durumu tespit edilmelidir. Daha sonra hasar durumunun ağır veya orta seviyede çıkması durumunda sadece makine ile yıkım tekniği kullanılmalıdır. Sadece makine ile yıkım tekniği kullanılarak yıkılması mümkün olmayan ağır ve orta hasar düzeyindeki yüksek katlı yapılarda diğer yıkım tekniklerinin uygulanabilmesi için öncelikle yapının güçlendirilmesi gerekliliği ortaya çıkabilir. Yapının içerisine girelerek ön hazırlık çalışmalarının yapılması gerekli olan patlayıcı ile yıkım tekniği veya yıkım işleminin tamamen yapının içerisinde çalışarak yürütüldüğü el ile yıkım tekniği gibi tekniklerin ağır hasarlı ve orta hasarlı yüksek yapılarda uygulanabilmesi için öncelikle yapının içerisinde çalışma yapılabilecek güvenlik düzeyine çıkarılabilmesi amacıyla onarım çalışmaları

yapılması bir gereklilik haline gelmektedir. Bu tip yüksek yapıların onarım ve güçlendirilmesi özel uzmanlık gerektiren bir mühendislik çalışması olup, bu konuda tecrübeye sahip inşaat mühendisliği firmaları tarafından yürütülmesi gereklidir. Yapının hafif hasarlı olarak çıkması durumunda standart olarak tümünden yapı yıkımı uygulamalarında olduğu gibi her üç temel yıkım tekniğinin de (el, makine ve patlayıcı ile yıkım) seçilmesi ve kullanılması mümkündür.

Giriş bölümünde genel olarak yapı yıkım tekniklerinin seçilmesinde en önemli parametrenin yapının tümünden mi yoksa kısmen mi yıkılacağı, yani talebin türünün olduğu ifade edilmiş ve ek olarak afet durumlarında acil yapı yıkımında yapı hasar durumunun en önemli parametre olduğu belirtilmiştir. Yapı yıkım tekniğinin belirlenmesinde ihtiyaç ve hasar durumu haricinde dikkat edilmesi gerekli parametrelerin neler olabileceği bu bölümde kapsamlı olarak incelenmiştir.

Yıkımı gerçekleştirilecek olan bir yapının hangi yöntem kullanılarak yıkılacağının belirlenmesi son derece önemlidir. Yıkım tekniğinin belirlenebilmesi için öncelikle yıkımı gerçekleştirilecek yapı ve çevresinin detaylı olarak incelenmesi ve yıkım tekniğinin belirlenmesi üzerinde etkili olacak önemli verilerin toplanarak bir değerlendirme ve planlama çalışması yapılması gereklidir. Yıkım öncesi çalışmaların yıkım tekniğinin belirlenmesi açısından son derece önemli olduğu unutulmamalıdır. Bu çalışmalar sonrasında toplanan yıkılacak yapı ve çevresi ile ilgili bilgiler değerlendirilerek seçilecek yıkım tekniğinin belirlenmesi sağlanacaktır.

Yıkım tekniğinin belirlenmesi için uygulanan yaklaşım tekniğinden bahsedilmeden önce yıkım tekniğinin belirlenmesinde önemli parametreler arasında yer alan üç temel bileşen hakkında kısaca bilgiler verilecektir.

- **Güvenlik:** Güvenli olmayan bir yıkımın; doğuracağı kötü sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, başarılı olması düşünülemeyecektir. Bu nedenle yıkımdan önce yıkımı yapılacak yapıda ve çevresinde bir takım güvenlik önlemleri alınır. Binanın doğalgaz, elektrik, su ve kanalizasyon bağlantıları kesilir. Binada patlayıcı özellikte olabilecek mutfak tüpü vb. maddeler uzaklaştırılır. Yıkım öncesi güvenlik önlemleri alındıktan sonra, yapılacak yıkımın hangi yöntem ile

yapılması durumunda güvenli olabileceği tartışılır. Seçilen yıkım tekniğine göre alınması gerekli olan güvenlik önlemleri değişim göstermektedir. Yıkım şantiyesinde alınması gerekli olan yıkım tekniğinden bağımsız bazı genel güvenlik önlemlerinin yanı sıra yönteme bağlı çeşitli önlemler de alınması gerekmektedir.

- **Zaman:** Yıkımın ne kadar sürede yapılması gerektiği, yöntemi belirlerken bir diğer etkidir. İş makineleri ile yıkım yapılmasını gerektirecek bir durumda, uzun erişimli yıkım makinesinin kullanılması gerekiyorsa, geniş çalışma alanı gerektiren bu makineler için yıkımın gerçekleştirildiği sokaktaki trafiğin kapatılması gerekecektir. Belediyenin vereceği trafik kesme süresi müsaadesi dahilinde yapılacak yıkımda kullanılacak makinenin bu süre içerisinde yıkımı tamamlayabilecek kapasitede olması gerekmektedir. Bu tür örneklerin artırılması mümkündür. Yıkım projelerinde yıkım tekniğinin belirlenmesindeki temel parametrelerden biri de projenin tamamlanması için gerekli olan süredir. Genellikle yıkım şantiyeleri daha sonra yeni yapıların yapılacağı yıkım şantiyelerine dönüşecekleri için yıkım işlerinin belirlenen sürede tamamlanamaması yıkım işlerinin de uzamasına ve ikincil bazı problemlerin oluşmasına neden olabilir.
- **Maliyet:** Uygulanacak yıkım yönteminin belirlenmesinde oluşacak maliyet önemli bir unsurdur. Genelde çevresel güvenlik endişelerinin yaşanmadığı, uzun zaman alacak, büyük çaplı yıkım projelerinde (stat, gökdelen, baştan sona bir sitenin yıkılması vb.) patlayıcılar ile yıkım, birim maliyetler göz önüne alındığında iyi sonuç verecekken, çevrede güvenlik sakıncalarının da bulunduğu, nispeten küçük yıkımlarda patlayıcılar ile yıkım birim maliyetlerde kötü sonuç verecektir. Maliyet konusunda düşünülecek bir diğer konu da yıkımda açığa çıkacak bir takım değerli atıkların geri dönüşümüne, karar verilecek yöntemin ne kadar izin vereceğidir. Bazı yapılarda bolca bulunan iletişim kabloları ve içerdikleri değerli madenler, yapının ihtiva ettiği demir, binanın bir bölümünde bulunabilecek tarihi eser vb. durumlarda seçici yıkım yapılmasını maliyet açısından uygun duruma getirebilir.

Yıkım endüstrisi için geliştirilen çok değişik metot olmasına rağmen yıkım işi için optimum şartları sağlayan metodun seçilme zorunluluğu vardır. Yapılacak olan bir

yıkım işi için kullanılacak en uygun metodun seçilmesinde dikkat edilmesi gerekli olan faktörler aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

1. Yıkım işinin kapsamı (Tümünden veya kısmi)
2. Yapının hasarlı olup olmadığı (Acil yapı yıkımı)
3. Yıkım işinin maliyeti
4. Yıkım işinin zaman sınırlamaları
5. Yıkım işinin güvenliği
6. Yıkılacak olan yapının boyutları (Maksimum yüksekliği, yapının oturum ve toplam kapalı alanı vb.)
 - a. Yıkılacak yapının veya yapısal elemanların geometrisi
 - b. Yıkılacak yapının veya yapısal elemanların boyutu ve konumu
 - c. Yapının taşıyıcı sistemini oluşturan malzeme türü (Beton, yığma, çelik, ahşap vb.)
7. Yıkımı yapılacak yapının konumu
 - a. Yıkılacak olan yapının çevresindeki diğer yapılara mesafesi (Bitişik nizam ya da ayrık olması)
 - b. Yıkılacak yapıya yakın okul, hastane, ibadethane vb. önemli yapıların bulunması
 - c. Yıkılacak yapıya yakın tarihi yapıların bulunması
 - d. Yıkılacak yapıya yakın önemli alt yapı hatları (su, doğalgaz, elektrik, iletişim vb.) veya metro gibi alt yapıların bulunması
 - e. Yıkım şantiyesine erişim durumu
8. Özel riskler (Yapının türü, konumuyla ve kullanım amacıyla ilgili)
 - a. Patlayıcı veya parlayıcı maddelerin depolandığı depolar
 - b. Kimyasal maddelerin üretildiği üretim yapıları
 - c. Radyoaktif maddelerin kullanıldığı yapılar
9. İzin verilen rahatsızlık düzeyi (Gürültü, toz ve titreşim düzeyleri)
10. Yıkım sonrasında oluşan inşaat yıkıntı atıklarının tekrar kullanımı
11. Ulaşım ve katı atığın depolanması

Yıkım tekniğinin belirlenmesinde etkili olduğu düşünülen 11 parametre yukarıda listelenmiştir. Bu parametrelerden ilk beşi hakkında kısaca açıklamalar yapılmıştır. Bu faktörlerden en önemlileri olan 6. madde yıkılacak olan yapının boyutları ve 7.

madde yıkılacak yapının konumudur. Diğer unsurlar bu iki önemli faktöre göre şekillenmektedir. Yapı yıkım tekniğinin belirlenmesinde en etkin önem arz eden faktörleri bu iki temel başlıkta toplamak mümkündür.

Yapının yüksekliği bu parametrelerden en önemlisidir. Yapı yüksekliğinin 12 metre veya daha az (ortalama 4 katlı bir yapı) olması durumunda yapı yıkım tekniği olarak kullanılması en efektif olan teknik standart ekskavatör ile makineli yıkım tekniğidir. Yapı yüksekliğinin 12 metre veya daha az olması durumunda (ortalama 4 katlı bir yapı) yıkım şantiyesinde alınması gerekli çevresel önlemler çok daha azalacak, yıkım projelendirmesi ve planlaması safhasında yapılması gerekli olan çalışmaların boyutu azalacaktır. 12 metreden (4 katlı) daha yüksek yapılarda makineli yıkım tekniği uygulanırken standart ekskavatör yerine uzun erişimli yıkım makinelerinin kullanılması gerekli olacaktır. 27 metreden (9 katlı) daha uzun yapılarda öncelikle kat eksiltme tekniği ile yapının 27 metreye kadar indirilmesi gerekli olacaktır. Kat eksiltme yöntemi el ya da makine yıkım tekniği ile uygulanabilir. 36 metreden (12 katlı) daha uzun yapılarda ise patlayıcı ile yıkım tekniğinin uygulanması daha efektif ve maliyet olarak uygun hale gelmektedir.

Yukarıda ifade edilen örnekler yapılarda yıkım tekniğinin belirlenmesinde en önemli parametrelerden birinin yapı boyutları içerisinde yer alan yapı yüksekliği olduğunu göstermektedir.

Yapı yüksekliğine ek olarak yapı yıkım tekniğinin belirlenmesinde önemli bir diğer parametre de yapının konumudur. Yapının çevresindeki diğer alt ve üst yapılar ile etkileşimi ve konumu yıkım tekniğinin belirlenmesine ek olarak yıkım şantiyesinde alınması gerekli olan önlemler üzerinde de etkili olan önemli bir parametredir. Yapı ayrık bir yapı ise ve çevresinde yeterli boş alan bulunuyor ise makineli ve patlayıcı ile yıkım teknikleri çok daha kolay uygulanabilmektedir. Yapı çevresinde yeterli büyüklüklerde boş bir alan mevcut değilse veya yapı diğer başka yapılar ile veya ana yol hatları ile bitişik nizamda ise patlayıcı ile yıkım tekniğinin uygulanması önerilmemektedir. Aslında gerekli bilgi ve tecrübeye sahip patlayıcı mühendisleri kontrolünde mühendislik ön çalışmaları yürütüldüğünde bitişik nizam yapıların da patlayıcı kullanılarak yıkılması mümkündür. Ancak ülkemizde patlayıcı ile yapı

yıkım tekniğinin çok yeni olması ve konu ile ilgili olarak gerekli düzeyde bilgiye ve tecrübeye sahip firmaların olmaması nedenleriyle bu tür risk düzeyi yüksek yıkım uygulamalarının yapılmaması önerilmektedir. Yapı eğer tek tarafından değil her iki tarafından da bitişik nizamda bir yapı ise patlayıcı ile yıkım tekniğinin kullanılması mümkün değildir. Makine ve el ile yıkım teknikleri veya her iki tekniğin birlikte kullanıldığı bir yıkım yönteminin kullanılması önerilmektedir.

Yıkılacak olan yapıya çok yakın önemli hastane, okul veya ibadethane gibi çok sayıda insan tarafından kullanılan başka yapıların bulunması durumunda da patlayıcı ile yıkım tekniğinin kullanılması önerilmektedir. Patlayıcı ile yıkım çalışmalarında yıkım sırasında çok miktarda toz bir anda meydana gelmektedir. Bu tozun etkileyebileceği hastane gibi steril ortamların yakında olması veya tarihi yapıların bulunması durumunda patlayıcı ile yıkım tekniğinin kullanılması önerilmektedir. Ayrıca patlayıcı ile yıkım tekniği sırasında oluşabilecek titreşim düzeyi mühendislik çalışmaları ile sınırlandırılmasına rağmen, yakında hassas ekipmanların veya tarihi eserlerin olduğu müze, tarihi yapılar, hastane veya özel üretim sanayi tesislerinin olduğu durumlarda patlayıcı ile yıkım tekniğinin kullanılması önerilmektedir.

Yukarıda da ifade edildiği gibi yıkım tekniğinin seçilmesi üzerinde en büyük etken yapı yüksekliği ve yapının konumudur. Bu iki etken haricinde olan diğer parametreler bu iki etkenden etkilenmektedir ya da ikincil öneme sahiptir. Özel risklerin olduğu yapılarda patlayıcı ile yıkım tekniği ya da standart yıkım makineleri ile makine yıkım tekniklerinin kullanılması önerilmektedir. Bu tür yapılarda genellikle çok daha yavaş ve kontrollü uzun süreli yıkım çalışmaları yürütülmelidir. Bu tür yapılarda yıkım çalışmaları genellikle amaca uygun olarak geliştirilmiş özel el araçları ile yapılmalıdır. Öncelikle yapı içerisindeki kimyasal madde, patlayıcı, parlayıcı maddeler veya radyoaktif maddeler kurallarına göre bertaraf edildikten sonra, her türlü kalıntı veya kirlenme riskine dikkat edilerek gerekli ölçümler alınarak kontrollü bir yıkım çalışması yapılmalıdır. Bu tür yıkım projeleri özel uzmanlık gerektiren, bu türde özel yapıların yıkımında daha önce çalışma yürütmüş, bünyesinde konu ile ilgili gerekli uzmanları çalıştıran özel firmalar tarafından planlanmalı ve yapılmalıdır. Daha önce bu tür özel yapı yıkım çalışması yürütmemiş

firmaların bu tür yıkım projelerinde çalışmasına izin verilmemelidir. Bu tür çalışmalarda özel tasarlanmış ölçüm sensörleri ile donatılmış özellikli el cihazları kullanılmalıdır. Bu araçların uzman ve bu konuda eğitim almış operatörler tarafından kullanılması gereklidir.

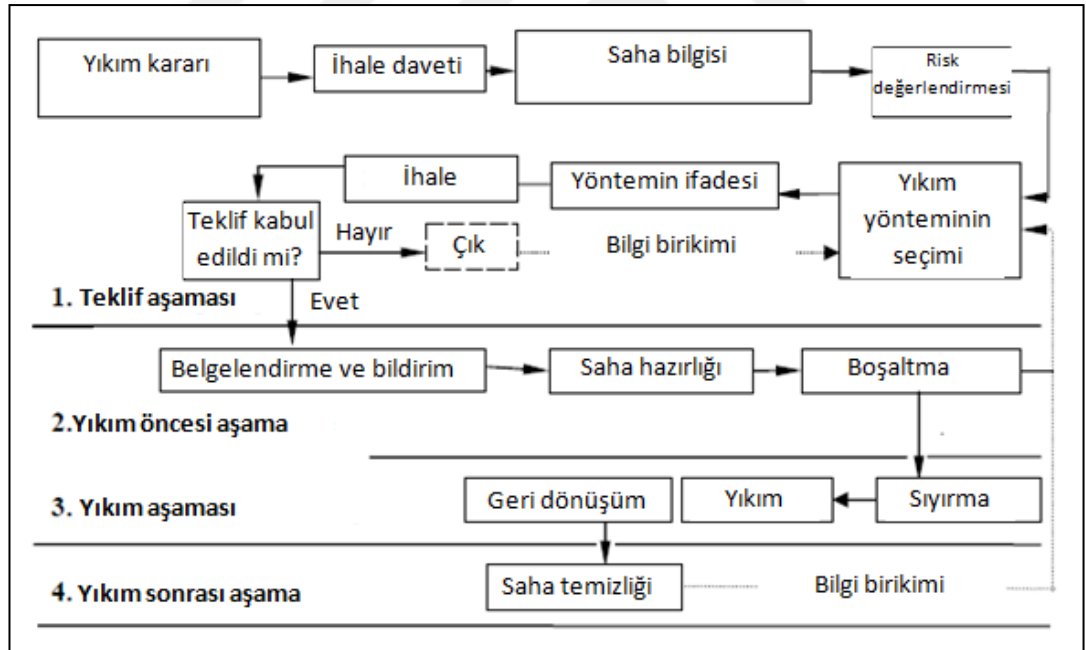
Yapı yıkım tekniğinin belirlenmesinde izin verilebilecek gürültü, ses ve toz gibi rahatsız edici unsurlara göre de karar verilmesi gerekebilmektedir. Yıkımın gerçekleştirileceği bölgenin konumuna göre yıkım yönteminin yaratacağı ses, toz ve titreşimin sınırlandırılması gerekebilmektedir. Örneğin karlı ve eğimli bir bölgede yapılacak yıkım çalışmalarında kullanılacak olan yıkım tekniği bölgede çığ düşmesine neden olabilir. Bu etken göz önüne alınarak bir teknik seçilmelidir. Aynı örnek sadece eğimli bir arazide yıkım çalışması için tekrar değerlendirildiğinde, eğimli arazide bir heyelan olmasına neden olmayacak bir yıkım tekniğinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu tür örneklerin sayısını artırmak mümkündür. Yapılacak olan yıkım çalışmasında kullanılacak teknik belirlenirken bölgenin izin verebileceği ses, titreşim ve toz limitleri düşünülerek bir karar verilmesi gerektiği unutulmamalıdır.

Yıkım tekniği belirlenirken yıkım sonrasında ortaya çıkacak inşaat yıkıntı atıklarının geri dönüşümü veya geri dönüşüm imkanı mevcut değilse katı atık depolama sahalarına transferi gibi detaylar da düşünülmelidir. Kullanılacak olan yıkım tekniğinin yıkıntı atıkları üzerinde oluşturdukları etkiler de birbirlerinden farklılık göstermektedir. Bu nedenle daha sonra yıkıntı atıklarının geri dönüşümü ile ilgili olarak önceden bir planlama yapıldıysa ve kullanılacakları amaç veya yer belli ise bu duruma göre bir yıkım tekniğinin seçilmesi uygun olacaktır.

Yıkım tekniğinin belirlenmesi genel olarak bir mühendislik çalışması olup, bu çalışmanın konu ile ilgili olarak tecrübeye sahip bir inşaat mühendisi tarafından yürütülmesi gerekmektedir. Seçilen yıkım tekniğine göre projelendirme çalışmasında makine mühendisi ve patlayıcı uzmanı teknik elemanları da yapı yıkım projesine destek vermek ve gerekli çalışmaları yürütmek sorumlulukları arasındadır. Yıkım projesinde görev alacak teknik personel için yeterli tecrübe eşik değeri olarak, yıkımı yapılacak yapının en az yarı büyüklüğündeki bir yapının yıkımında tecrübe

edinilmiş olması gerekmektedir. Yıkım tekniğinin belirlenmesinde önem arz eden parametreler yukarıda ele alınarak incelenmiştir. Bu bölümde bu parametreler dikkate alınarak yıkım tekniğinin seçilmesinde izlenecek yaklaşım tarzı ve yapılması gerekli çalışmalar anlatılacaktır. Yıkım tekniğinin seçilmesinde izlenecek yöntem anlatılırken bir yıkım çalışması kısaca hangi bölümlerden oluşur ve nasıl planlamalıdır bu bilgilerden bahsedilecektir. Yıkım süreci 4 evreye ayrılabilir (Şekil 2.14).

1. Teklif evresi,
2. Yıkım öncesi evre,
3. Yıkım evresi ve
4. Yıkımdan sonraki evre.



Şekil 2.14. Yıkım Projesi Evreleri

Teklif evresi

Yıkım süreci müşterinin yıkıma karar vermesi ile başlar. Yıkım müteahhitleri ile görüşülür. Müteahhit yıkım projesi ile ilgili olarak teklifini vermeden önce mutlaka yıkılacak yapıyı ve yapının bulunduğu bölgeyi görmeli konumu da düşünerek gerekli risk değerlendirmesini yapmalıdır. Ayrıca işi etkileyebilecek alan dışı faktörler önceden belirlenmelidir. Bir sonraki adım ise, işe başlamadan önce risk değerlendirmesi yapıp oluşabilecek riskleri en aza indirmek için gerekli güvenlik önlemlerinin belirlenmesidir. Yapılan tüm bu belirlenmeler yıkım müteahhitinin teklifini etkileyecek ve işin maliyeti üzerinde etkili olacak önemli etkenlerdir.

Teklif evresinin ve yıkım sürecinin ana bölümü en uygun yıkım tekniğinin seçimidir. Teklif evresinde yıkım müteahhiti yapıyı yıkmak için uygulayacağı yıkım tekniğini belirlemek zorundadır. Bunun için gerekli olan mühendislik çalışmalarını yaptırmalı ve teklifi içerisinde yapmış olduğu bu çalışmalar ile ilgili bilgilere de yer vermelidir. Ayrıca teklifine bu çalışmaların maliyetini de ekleyebilir.

Yıkım öncesi evresi

Alan hazırlığı yıkım öncesi evrenin birinci adımındır. Süreç yıkım şantiyesinin kurulması ve gerekli çevresel güvenlik önlemlerinin alınması ile devam eder. Yıkım çalışmasına başlamadan önce yapı üzerinde devreden çıkarılması gerekli olan sistemler kapatılır. Örneğin elektrik, doğalgaz, su ve telefon alt yapısı ile yıkılacak olan yapının iletişimi kesilerek, alt yapının kapatılan uç kısımlarında gerekli güvenlik önlemleri alınır. Yapının atık su sistemi ve kanalizasyon sistemi ile olan bağlantıları kesilir. Yapı içerisinde patlayıcı veya parlayıcı özelliği olan ekipman ve materyaller varsa yıkım sahasından gerekli güvenlik önlemleri alınarak uzaklaştırılır. Örneğin yıkılacak yapıda bir sıvı yakıt kazanı mevcut ise bu çelik kazan sistemi içerisinde sıvı yakıt buharı birikmesi riski göz önünde bulundurularak konu hakkında bilgili bir uzman tarafından boşaltılır ve yıkımdan önce kontrollü bir şekilde parçalara ayrılarak yapıdan uzaklaştırılır. Yapı üzerinde bertaraf edilmesi gerekli olan tehlikeli madde (asbest, kurşun, civa, PCB, vb.) olup olmadığı tespit edilip eğer mevcut ise kurallarına göre bertaraf işlemi gerçekleştirilir. Bu aşamadan sonra yapıda seçici

yıkım uygulaması yapılacak ise yapıdan geri dönüşümü mümkün olan tüm malzemeler sökülerek yıkım çalışmasına başlanır.

Yıkım evresi

Yıkım evresinden önce seçici yıkım uygulamalarında söküm evresi gerçekleştirilmelidir. Yapıda geri dönüşüm imkanı olan tüm materyaller sökülerek geri dönüşüm veya tekrar kullanım amacı ile gönderilerek değerlendirilmelidir. Daha sonra yapı yıkımına teklif evresinde belirlenen yıkım tekniği ile yıkıma başlanabilir. Eğer seçici yıkım tekniği ile bir yapıda söküm işlemi kurallarına uygun bir şekilde gerçekleştirilmiş ise yıkım aşamasında yapının sadece ana taşıyıcı iskeleti kalmıştır. Yıkım aşamasında yapının sadece taşıyıcı iskeleti yıkılır.

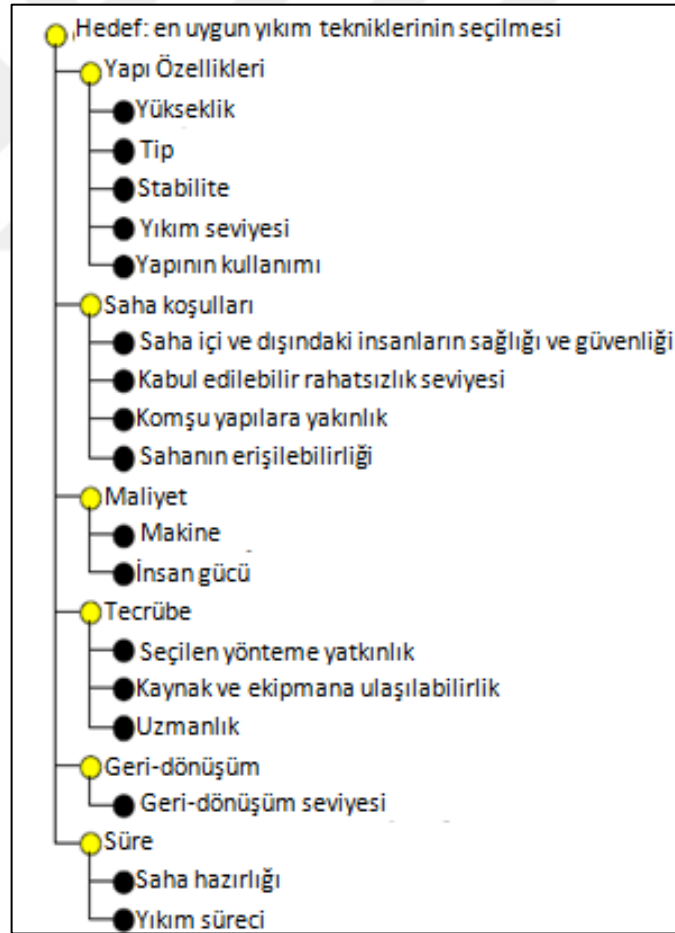
Yıkım sonrası evresi

En son işlem yıkım alanının temizlenmesidir. İş yapılan alanın güvenilir bir durumda bırakılması önemlidir. Herhangi bir çukur boşluk doldurulmalı ve güvenli bir şekilde üzeri kapatılmalıdır. Bölgenin lağım çukuru temizlenip kontrol edilmelidir. Bütün atıkların sağlığa zarar vermeyecek şekilde kaldırılması gereklidir. Sonuç olarak yıkım müteahhiti işverenin tüm sağlık ve güvenlik kurallarına uygun olarak tam bir şekilde işi teslim etmelidir.

Bir yıkım projesinde projenin evreleri genel hatları ile yukarıda özetlenmiştir. Teklif evresinde yıkım müteahhiti yıkım tekniğini belirlerken yapı üzerinde ve çevresinde yapmış olduğu incelemeler sonucunda topladığı verileri değerlendirerek ve gerekli mühendislik çalışmalarını yaptırarak yıkım tekniğini belirlemelidir. Bu aşamada Şekil 2.15’de sunulan verilerin toplanması son derece önemlidir. Bu veriler olmadan ve gerekli kararlar verilmeden yıkım tekniğinin seçilmesi mümkün değildir. Şekil 2.15’de sunulduğu gibi yıkım tekniğinin belirlenmesi için toplanması gerekli olan veriler genel olarak altı temel başlıkta toplanmıştır. Bu başlıklar yapı özellikleri, saha koşulları, maliyet, tecrübe, geri dönüşüm ve süre olarak ifade edilmiştir. Sahadan toplanması gerekli olan veriler yapının kendisi ve konumu ile ilgili bilgilerdir. Diğer dört madde olan maliyet, tecrübe, geri dönüşüm ve süre ile ilgili olarak verilmesi

gerekli olan kararları işveren ve yıkım projesi için teklif verecek yıkım müteahhiti karşılıklı tartışarak vereceklerdir.

Yıkım tekniğinin belirlenmesi için toplanması gereken bilgilerin yer aldığı veri formu Çizelge 2.1’de sunulmuştur. Veri formunda yer alan bilgiler yıkım tekniğinin belirlenmesi için mutlaka tespit edilmesi ve verilmesi gereken kararlardan oluşmaktadır. Yapı özellikleri ve saha özellikleri başlıklarındaki verilerin doğru ve gerçekçi olarak tespit edilebilmesi için yıkım müteahhitinin yıkılacak yapıyı ve yer aldığı bölgeyi detaylı bir şekilde incelemesi son derece önemlidir. Yapının yer aldığı bölge ile ilgili olarak lokasyon planı ve blok planlarının çizilmesi ve yapının mevcut çevresi ile etkileşiminin iyi bir şekilde değerlendirilmesi gereklidir.



Şekil 2.15. Yıkım Tekniğinin Belirlenmesi İçin Toplanacak Olan Veriler

İlk iki başlık haricinde veri formunda yer alan diğer konular yapının yıkılması talebinde bulunan işveren ve yıkım müteahhidi tarafından karşılıklı tartışılarak verilmesi gereken kararları ve yıkım firmasının özellikleri ile ilgili bilgiler olup, bu bilgilerin hepsi yıkım tekniğinin belirlenmesinde ikincil etkilere sahiptir. Ancak yıkım tekniğinin seçilmesi ile ilgili en önemli bilgiler yapı ve saha özellikleri başlıkları altında toplanmış bilgiler olup bu bilgilerin belirlenmesi son derece önemlidir.

Çizelge 2.1. Yapı Yıkım Tekniği Belirleme Veri Formu

Veri Başlığı	Veri ile ilgili Açıklama	Veri
Yapı Özellikleri	Yapı yüksekliği (metre)	
	Yapı toplam kapalı alanı ve oturum alanı (metrekare)	
	Yapı taşıyıcı sistem türü (Betonarme, yığma, çelik, ahşap, öngermeli betonarme, mühendislik hizmeti almamış gecekondü, karma)	
	Yıkımın kapsamı (Tümünden, kısmi yıkım, acil yıkım)	
	Yapının kullanım şekli (Konut, üretim tesisi, hastane, ibadethane, okul, kütüphane, tehlikeli madde deposu, nükleer tesis)	
	Yapının stabilitesi ve hasar durumu (Stabil, yapı hasarlı [ağır, orta, az])	
Saha Özellikleri	Yapının konumu (Tek ayrık, köşede bitişik nizam, her iki tarafından bitişik nizam)	
	Yapının komşu yapılara uzaklığı (metre)	
	Yapının yakınında hastane, ibadethane, okul gibi çok sayıda insanın kullandığı bir tesis olup olmadığı (Cevap var ise vaziyet planında gösterilmeli ve mesafesi ölçülmelidir.)	
	Yapı yakınında alt yapı (su, doğalgaz, iletişim hattı) veya metro tüneli bulunup bulunmadığı (Cevap var ise vaziyet planında gösterilmeli ve mesafesi ölçülmelidir.)	
	Saha içindeki ve dışındaki insanların sağlığı ve güvenliği	
	Kabul edilebilir rahatsızlık seviyesi	
	Gürültü seviyesi (dBA)	
	Toz seviyesi (Yüksek, orta, düşük)	
	Titreşim (PGV: mm/sn)	
	Yıkım sahasına erişim durumu (Vaziyet planında çevre yollar ve trafik işleme yönleri işaretlenmelidir.)	
Yıkım Maliyeti	Yapının yıkım maliyeti içerisinde seçilen tekniğe göre işçilik, makine ve patlayıcı maliyeti ve toplam maliyet değeri	
Tecrübe	Yıkım firmasının seçilen yıkım tekniğine aşinalık derecesi (iyi, orta, düşük)	
	Yıkım firmasının mevcut personel, tesis ve ekipman mevcudiyet dereceleri (var veya yok var ise iyi, orta, düşük seviye)	
	Yıkım firmasının uzman olduğu yıkım teknikleri (El, makine veya patlatmalı yıkım birden fazla ise hangileri olduğu belirtilmeli)	
Geri dönüşüm	Yıkım firmasının geri dönüşüm uygulaması yapıp yapmadığı, yaptı ise yaptığı işlerdeki geri dönüşüm oranları	
Süre	Yıkım projesinin hedeflenen süresi	

2.4. Yapının Değerlendirilmesi ve Yıkım Planı

Yıkım çalışmasının evrelerinin anlatıldığı kısımda da ifade edildiği gibi yıkımın birinci evresi teklif evresi olup, bu evrede yıkım müteahhitinin yıkım ile ilgili olarak gerçekçi ve doğru bir maliyet belirleyebilmesi için yıkım tekniğini belirlemesi ve yıkım planlaması yapması gereklidir. Bu bölümde yıkım planlaması konusu biraz daha detaylı olarak ele alınacaktır. Yıkıma başlamadan önce yıkılacak bina üzerinde detaylı incelemeler yapılması gerekmektedir. Genellikle bu değerlendirmeler, binanın dış görünüşü ve yapısal sisteminin özelliklerini gösteren fotoğraflar ve video kayıtları da içermelidir. Bu değerlendirmelerden elde edilen sonuçlara bakılarak bir yıkım planı hazırlanmalı ve yetkili mercilere onay için sunulmalıdır. Yıkım planı, yıkılacak binanın, yıkımdan etkilenecek binaların, yapıların, caddelerin stabilitesini değerlendiren hesaplamaları da içeren bir raporla birlikte sunulmalıdır.

2.4.1. Binanın Değerlendirilmesi

(A) Kayıtlar

Bina incelenmeye başlanmadan önce, bitişik yapılar, yaya kaldırımları, yollar ve sokaklar hakkındaki kayıtlar elde edilmelidir.

(B) Değerlendirilecek Özellikler

Bina değerlendirilirken aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır:

- i. Yapımda kullanılan malzemeler,
- ii. Kullanım amacı, ulaşılabiliriyorsa geçmişteki kullanım amacı,
- iii. Atık su, zararlı maddeler, zehirli kimyasal atıklar, kolayca alev alabilen maddeler ya da patlayıcılar, radyoaktif malzemeler ve hava ya da toprak kirliliği yapabilecek maddeler,

- iv. Potansiyel tehlike içeren bölgeler, normal olmayan düzenlemeler, çevrelenmiş çukurlar, havalandırması olmadığı için zehirli gaz bulundurma ihtimali olan kuyular,
- v. Bitişik binalarla olan ilgi ve zemin koşulları, şev ya da istinat duvarı mevcudiyeti, kaçak yapılar, köprüler, yer altı metro hatları, vb.,
- vi. Suyun drenaj durumu, su kirliliği, taşkın ve erozyon oluşturabilecek problemler (özellikle şev ve su tutan bölgeler olması durumunda),
- vii. Bitişik binalarla ortak kullanılan yapılar, merdivenler, duvarlar ve yıkımın bunlar üzerindeki etkileri,
- viii. Reklam panoları ve kaldırım ihtiyacı,
- ix. Yaya ve araç trafiği,
- x. Yıkım sırasında oluşacak molozların yüklenmesi ve taşınması için gereken alanın mevcudiyeti,
- xi. Çevrenin gürültüye, toza, titreşime olan duyarlılığı,
- xii. Molozları ayrıştırmak için gereken alanın mevcudiyeti ve
- xiii. Cadde üzerinde bulunan, yangın söndürücü, parkmetre, sokak ışığı, işaret levhaları gibi şeylerin varlığı.

(C) Zararlı Malzemeler

- (1) Bina değerlendirme raporunda açıkça belirtilmemişse, yetkin bir kişi uygun şekilde zararlı madde mevcudiyetini incelemelidir.
- (2) Asbest, kurşun, petrol, vb. gibi zararlı maddeler olması durumunda, bunlar, ilgili mevzuata uyularak uzaklaştırılmalıdır.
- (3) Yapının kimyasal maddeler ve benzeri zararlı maddeleri depo etmek için kullanıldığı biliniyorsa, yıkım öncesi ve sonrasında toprak kirliliği ile değerlendirmeler yapılmalıdır.
- (4) Yapının daha önce patlayıcı depolamak için kullanıldığı biliniyorsa, patlayıcılara ait kalıntı olmadığı özel prosedürler uygulanarak belirlenmelidir.

2.4.2. Yapısal Değerlendirme

(A) Kayıtlar

Yapısal değerlendirmeden önce, yapının kalıp planı ve benzeri detayları değerlendirilmelidir. Yetkin bir inşaat mühendisi, yıkım esnasında beklenmeyen sonuçlar doğurabilecek, normale uygun olmayan durumların varlığını kontrol etmelidir. Eğer yapısal durumla ilgili kayıtlar mevcutsa yapısal değerlendirme bu kayıtlarda göz önüne alınarak yapılmalıdır.

(B) Değerlendirilecek Özellikler

Yapısal değerlendirilme yapılırken aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır:

- (1) Kullanılan yapı malzemeleri,
- (2) Yapının tasarımında kullanılan yapısal sistem,
- (3) İmalat metodu,
- (4) Yapısal elemanlardaki hasarlar,
- (5) Bitişik yapıların durumu,
- (6) Yıkım nedeniyle kesilebilecek sürekli yapılar,
- (7) Bodrum katları, yer altı depoları ve yer altı kilerlerinin yapısal durumu,
- (8) Çelik çaprazların varlığı,
- (9) Yapı içindeki duvarların durumu ve tipi,
- (10) Balkon ve benzeri konsolların bulunması ve
- (11) Binaya eklenmiş tabelalar, vb.

(C) Özel Yapılar

Yapısal değerlendirilme yapılırken aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır:

- (1) Eldeki yapısal bilginin doğruluğu,
- (2) Özel dikkat gerektiren ve yaygın olarak kullanılmayan yapısal elemanların varlığı,
- (3) Yıkımı kolaylaştırabilmek için yapılabilecek olan yapısal değişiklikler ve

(4) Geçici mesnetlerden kaynaklanan kısıtlar.

(D) İnceleme ve Deney

Yapısal sisteme ait bilgilerin olmadığı durumlarda, yapının durumu hakkındaki bilgi yapı üzerinde yapılan testlerden elde edilmelidir. Bu yapıldığında, yıkımın herhangi bir aşamasında yapının stabil olmasını sağlayan prosedürler geliştirilebilir.



2.4.3. Hesapları İçeren Yıkım Planı ve Stabilit  Raporu

(A) Yıkım planı

Bir yıkım planı aşağıdakileri içermelidir:

- (1) Aşağıdakileri gösteren bir plan.
 - (a) Yıkılacak binanın konumu,
 - (b) Alanın ve çevresinin detaylı topoğrafyası,
 - (c) Zemindeki yarma ve dolguların detayları ve
 - (d) Yıkılacak binanın, komşu binalara, sokaklara, yapılara ve sokaklardaki önemli malzemelere olan uzaklığı.
- (2) Yıkılacak binanın planı aşağıdakileri içermelidir:
 - (a) Katların kullanım amacı,
 - (b) Yapısal sistem,
 - (c) Yapı malzemeleri,
 - (d) Binanın durumu ve
 - (e) Yıkılacak binanın yıkımından etkilenebilecek mülklerle olan ilişkisi.
- (3)  n-germeli ve art-germeli betonarme yapılar,  n-dökümlü betonarme elemanlar,  elik çerçeveli yapılar, derin kirişler, uzun kirişler, kemerler ve benzeri gibi yaygın olarak kullanılmayan bütün yapısal düzenlemelerin detaylarını içeren bir plan.
- (4) Yıkım prosedürünü gösteren detaylı bir plan.
- (5) Makine kullanımı söz konusu ise, makinelerin çalışacağı güzergahı gösteren bir plan. Makinelerin katlar arası nasıl taşınacağını gösteren bir plan. Geçici mesnetlerin konumlandırılacağı yerleri gösteren bir plan.
- (6) Halkı doğabilecek zararlardan korumak için alınan tedbirleri gösteren bir plan.
- (7) Komşu binaları ve yapıları korumak için alınan önlemleri gösteren bir plan.
- (8) Yıkılacak binada kullanılacak geçici mesnetleri gösteren bir plan.
- (9) Molozların nasıl taşınacağını gösteren bir plan aşağıdakileri içermelidir;
 - (a) Molozların izin verilen yığılma miktarı,
 - (b) Yıkılan binanın molozlarının nasıl yerleştirileceği,
 - (c) Alanı boşaltmadan önce molozların her katta nasıl taşınacağı,

- (d) Molozların alandan nasıl uzaklaştırılacağı,
- (e) Molozların ne zaman ve ne sıklıkta uzaklaştırılacağı,
- (f) Her bir kamyonun tonajını, sürücüsünün ehliyetini, ismini ve atık alanının yerini gösteren kayıtlar,
- (g) Moloz yönetiminden sorumlu personel ve
- (h) Mobil makineler ve kamyonlar için geçici park alanı.

(B) Hesapları gösteren stabilite raporu

Stabilite raporu aşağıdakileri içermelidir:

- (1) Yıkımın her aşamasında binanın stabilite durumunu gösteren rapor,
- (2) Mobil makineler kullanıldığında binanın stabilitesinin bozulmayacağını ve güvenliğin riske atılmayacağını gösteren hesaplar,
- (3) Mobil makineler kullanıldığında yerleştirilecek olan geçici mesnetler ve çelik çaprazlar,
- (4) Yıkımdan etkilenecek komşu yapıların stabilitesini gösteren bir rapor,
- (5) Komşu yapılar için geçici ya da kalıcı mesnetler gerekip gerekmediği ve
- (6) Yıkım işlerinin hiçbir yapının, sokağın ve benzeri imalatların güvenliğine zarar vermeyeceğini gösteren bir rapor.

2.4.4. Hizmetler

Hizmetlerin sonlandırılması

Yıkımdan önce, yetkili kişi uygulamaları yapan bütün şirketler ile birlikte hareket ederek

- Binaya giren bütün hizmetlerin kayıtlarını almalı ve
- Bütün hizmetler kesilmelidir.

Yıkımın hizmetler üzerindeki etkileri

Yıkım planı ile yıkım süresince yıkım alanı yakınlarında kalan hiçbir hizmetin zarar görmemesi sağlanmalıdır.

Ortak hizmetler

Yıkımdan önce hizmetleri sağlayan bütün şirketlere iletişime geçilmelidir. Ortak hizmetler:

- (a) Elektrik
- (b) Su
- (c) Gaz
- (d) Telekomünikasyon
- (e) Drenaj
- (f) Alt ve üst kablolar
- (g) Tren tünelleri
- (h) Kanalizasyon tünelleri
- (i) Kullanılmayan tüneller

Belirli hizmetlerin sağlanması

(A) Yıkım süresince sağlıklı ve güvenli bir ortam sağlanması için aşağıdaki temel hizmetlerin sağlanması gerekir:

- (1) Toz kalkmasını önlemek için su,
- (2) Güvenlik ve iletişim sebepleri için telekomünikasyon ve
- (3) Aydınlatma ve diğer ihtiyaçlar için elektrik.

(B) Sağlanan bütün hizmetler hava koşullarına karşı izole edilmelidir.

2.4.5. Zararlı Maddeler

Asbest, kurşun, civa, PCB, zararlı maddeler ve radyoaktif kirlilik olması durumunda, detaylı değerlendirmeler yapılmalı ve bunlar uzmanlar tarafından uzaklaştırılmalıdır.

Asbest içeren maddeler

Uzmanların maddelerden numune alınarak test edilmesini sağlamalıdır. Asbest tespit edilmesi durumunda bunların uzaklaştırılması için uzman bir yüklenici görevlendirilmelidir.

Toprak kirliliğine sebep olan maddeler

Toprak kirliliğine sebep olan madde bulunması ihtimali durumunda uzman, numune alınarak ilgili birime (çevre koruma bölümü) gönderilmesini sağlamalıdır. Çıkacak sonuca göre bir toprak kirliliği değerlendirmesi yapılmalıdır. İyileştirici çalışma yapılması gerektiğinde, çalışma başlamadan önce ilgili birimden onay alınmalıdır.

3. YIKIM PROJELERİNDE ALINMASI GEREKLİ MÜHENDİSLİK ÖLÇÜMLERİ

Bu bölümde yıkım çalışmaları esnasında uygulanan yıkım tekniğinden dolayı meydana gelen etkilerden çevredeki alt ve üst yapılar ile canlıların nasıl etkilendiklerinin belirlenebilmesi için alınması gerekli olan mühendislik ölçümleri hakkında bilgiler verilecektir. Rahatsız edici unsurlar olarak bir başlık altında toplanan bu etkiler üç temel başlıkta toplanmaktadır. Yıkım çalışmaları nedeniyle oluşan bu etkiler titreşim, gürültü ve toz olarak sınırlanabilir. Bu etkilerin her birinin çevredeki yapılar ve canlılar üzerinde olumsuz etkiler meydana getirmemesi için belirli sınırlar içerisinde kalması gereklidir. Bu etkilerin nasıl ölçülmeleri gerektiği ve sınır değerleri hakkında bilgiler bu bölümde sunulacaktır.

3.1. Titreşim

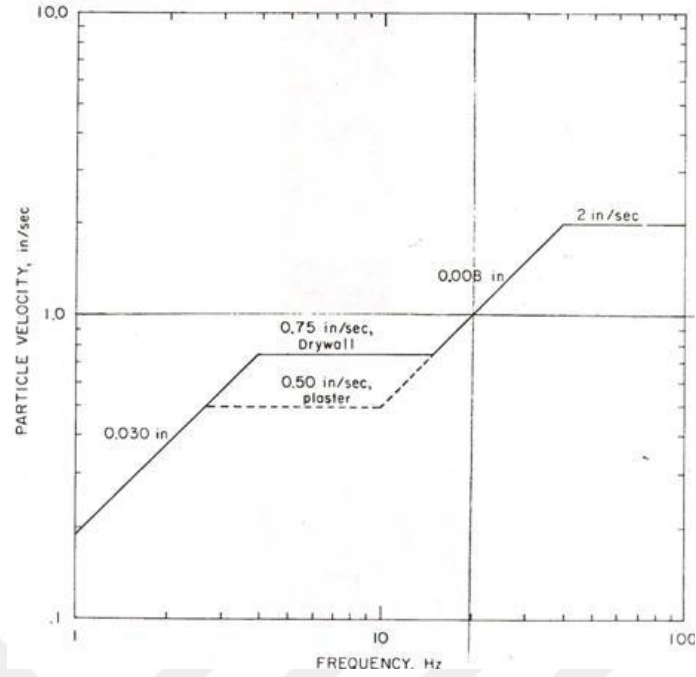
Bu bölümde inşaat işlerinden doğan titreşimlerin olası olumsuz etkilerini değerlendirmek üzere gerekli bilgiler sunulacaktır. İnşaat titreşimlerini değerlendirme işlemi her türden titreşim üreten işlemi ve işlemlerin yapılar ve proje sahasına yakın olan hassas donanımlar üzerindeki etkilerini değerlendirmek üzere kullanılabilir.

Bu bölümde inşaat titreşimleri ile ilgili olarak bir veri tabanı oluşturulmuştur. Bu veri tabanının amacı patlayıcı içermeyen inşaat ve yıkım işleri kapsamında yer alan titreşim yaratan makineler hakkında bilginin toplanması, depolanması ve takip edilmesidir. Bu kapsamda yıkım ve inşaat şantiyelerinde bulunan ve çalışması durumunda titreşim yataran makinelerin meydana getirdiği titreşim düzeyleri incelenmiştir. Bu veri tabanının gelecek projeleri tasarlayacak olan tasarımcılar için benzer konularda deneysel veri sunması amaçlanmıştır.

İnşaat titreşimleri değerlendirme işlemi ve inşaat titreşimleri veri tabanı, titreşim izleme hizmetleri için bir maliyet tahmini yapabilmek ve projelerin tasarım ve imalat aşamalarında karar vermeye yardımcı olmak için kullanılabilir.

3.1.1. Giriş

İnşaat aktivitelerinden yayılan enerji zemine gerilim içeren dalgalar halinde yayılır. Bu dalgalar, suyun içinde yayılan dalgalara benzer şekilde yayılırlar. Yayılan bu dalgaların olası etkileri yapılara hasar verme, gevşek zeminlerde oturma, hassas zeminlerde sıvılaşma, hassas donanımlara zarar verme ve insanlara rahatsızlık verme şeklinde açığa çıkabilir. Bu sebeple, titreşim miktarını doğru hesaplayabilen bir titreşim tahmin modelinin kullanılmasıyla titreşimleri en aza indirecek şekilde sahaya özel bir tasarım yapılmalıdır. Topografya ve jeolojik yapının birleşik etkileri titreşim davranışının her saha için farklı oluşmasına sebep olur [3]. 1980’lerde Birleşik Devletler Madenler Ofisi, yapılar için frekans tabanlı patlama kaynaklı titreşim limitlerini geliştirmiştir [4]. Şekil 3.1’de verilen bu limitlerin emniyetli tarafta kaldığı bilinmesine rağmen, birçok ülke birimi titreşim üreten diğer inşaat ve yıkım aktiviteleri için olan düzenlemelerini ve rehberlerini bu limitleri kullanarak geliştirmişlerdir [5]. Genellikle, patlayıcılar zemine diğer aktivitelerin ilettiklerinden daha fazla titreşim iletirler. Patlayıcı içeren aktivitelerin zemine ilettiği titreşimler konusu üzerinde birçok araştırma yürütülmektedir. Ancak, jeolojik ve yer altı koşulları ile ilgili değişimler söz konusu olduğunda bu titreşimlerin yayılımı değişim göstermekte ve tahmin edilmeleri zorlaşmaktadır.



Şekil 3.1. Meskenler İçin Titreşim Seviyesi İçin Patlama Kriterleri

Güncel olarak, her türden inşaat aktivitesi sırasında oluşabilecek titreşimleri tutarlı ve isabetli bir şekilde tahmin edebilecek bir yöntem mevcut değildir. İnşaat aktivitelerinden, ağır inşaat donanımlarından, dinamik sıkıştırma, paletlere takılı ekipmanlardan ve benzerinden doğan titreşimler birçok değişkenden etkilenmektedir. Donanımların ve imalatçıların çokluğu, beklenen titreşim yoğunluğuna göre bir gruplandırma yapmayı zorlaştırmaktadır [5]. Yere iletilen enerji miktarına göre bu aktiviteleri gruplandırmak daha iyi bir yaklaşımdır. Enerji transferini sağlayan 4 mekanizma vardır [5,6]:

Darbe(impuls): Kaplama kırıcı, patlayıcı kullanımı, dinamik sıkıştırma, gülle düşürme, darbeli kazık çakma, vb.

Gidip gelme hareketi: Titreşimli silindir, titreşimli kazık çakıcılar, kompresörler, vb.

Dönme: Hendek kazıcılar, tünel açma makineleri, vb.

Yuvarlanma: Kamyonlar, trenler, yol dışı taşıyıcılar, vb.

Genel olarak titreşimlerin zamana karşı hız yada en yüksek parçacık hızı şeklinde ölçülmesi uygulanan yaygın bir tekniktir. Zemin içinde titreşim kaynağına belirli bir mesafe ve yöndeki hız titreşim tipine, enerjinin iletim mekanizmasına, donanımın tipine, donanımın gücüne, enerji miktarına ve zeminin jeolojisine bağlıdır [6,7]. İnşaat ve yıkım çalışmalarından doğan titreşimin yoğunluğu ve bir alan boyunca nasıl iletileceği ise işin türüne, enerji kaynağından uzaklığına ve kaynak ile alıcı arasındaki zeminin özelliklerine bağlıdır. Bir şantiye içindeki jeoloji ve zemin koşulları değişken olabilir. Bu durum genellikle, kaynakta aynı uzaklıkta fakat farklı yönlerde olan noktalarda farklı titreşim yoğunluklarının ortaya çıkmasına sebep olur. Frosbald [8] ve Steinberg ve Lukas [9] tarafından yapılan çalışmalar, gevşek ve sıvı zeminler arasındaki parçacık hızı farkının 5 kattan 7 kata kadar değişebileceğini göstermiştir. Yer altı suyu ve taban kayası üzerindeki temel yapısal özellikler titreşim yoğunluğunu etkileyerek titreşimin saha içinde belli bir yöne doğru yoğunlaşmasını sağlayabilir. İnşaat ve yıkım işlerinin süresi, tipi, yakınlardaki yapıların yaşı ve durumu, donanımların ve imalat veya yıkım süreçlerinin hassasiyetleri ve çevredeki nüfusun durumu bütün bu değişkenlerle birlikte incelenerek bir bölgedeki inşaat veya yıkım çalışmaları kaynaklı titreşimlerin oluşturacağı potansiyel sorunlar belirlenebilir.

İnşaat ve yıkım işlerinden doğması beklenen sorunların bir alan üzerindeki etkisi titreşimin tipine bağlı olarak daha uygun şekilde değerlendirilebilir. İnşaat ve yıkım işleri sebebiyle doğan titreşimlerin iki temel çeşidi vardır. Bunlardan birincisi sürekli titreşimdir. Sürekli titreşim uzun süreli olarak düşük miktarda enerji ileten donanım veya işlerden kaynaklanır (Jones 2004). Bunun örnekleri:

- Kazıcı donanım
- Statik sıkıştırma donanımı
- Paletlere takılı donanım
- Trafik
- Titreşimli kazık çakıcılar
- Kazık çıkarma donanımı
- Titreşimli sıkıştırma donanımı

İkinci titreşim tipi ise geçici titreşimlerdir. Bu tip titreşimler, tek bir darbe veya yüksek seviyede enerji ileten düşük oranlı darbe titreşimleri üreten inşaat veya yıkım işleriyle ortaya çıkar [10]. Bunun örnekleri:

- Darbeli kazık çakıcılar
- Dinamik sıkıştırma
- Gülle düşürme

Bazı inşaat ve yıkım işleri ve ekipmanları (kaplama kırıcılar, kaya matkapları ve benzeri) ise üçüncü tür olan yüksek oranlı tekrarlı darbelerden doğan titreşimler üretirler [10].

Bu üç tip titreşimde problemlere ve şikayetlere yol açabilir. İnsanlar geçici titreşimlerden çok kalıcı titreşimlere karşı hassastırlar. Buna bağlı olarak, bazı durumlarda yüksek seviyeli fakat geçici titreşimlere tahammül edebilirler. Uzun süreli titreşim üreten işlere bağlı şikâyet doğma olasılığı çok daha fazladır.

3.1.2. Hedefler

Bu çalışmanın hedefleri şunlardır:

1. Belirli bir sahada planlanan inşaat ve yıkım işlerinden doğabilecek titreşim seviyesini değerlendirmek için bir yöntem elde edilmesi.
2. Projelerin tasarım ve imalat aşamalarında karar vermeye yardımcı olmak için kullanılacak, inşaat ve yıkım işlerinden doğan titreşimlerle ilgili bir veri tabanı oluşturmak.
3. Titreşim hizmetlerinin süre ve fiyatını belirlemek için bir rehber sağlamak.
4. Zararlı titreşimler ve şikayetler oluşmasına sebep olabilecek donanım ve inşaat veya yıkım işlerinin tiplerini belirlemek.

3.1.3. Altyapı

Patlama içermeyen inşaat/yıkım faaliyetleri sonucunda oluşan titreşimler, artan şikâyet olasılıkları, artan hasar olasılıkları ve projelerin inşaat aşamasında oluşan titreşimlerin takibi konusunda yeni endişelerin doğmasına sebep olmuştur. Değişken ve bilinmeyen sayısının çokluğu tasarlanan proje için gereken titreşim izleme hizmetinin ne ölçüde olacağını tahmin etmeyi güçleştirmektedir. Güncel olarak, her türden inşaat aktivitesi sırasında oluşabilecek titreşimleri tutarlı ve isabetli bir şekilde tahmin edebilecek bir yöntem mevcut değildir. Aynı zamanda şartnamelerin nasıl uygulanacağı hakkında bir uzlaşma, geçmişteki çalışmalara ait titreşim bilgileri ve bir sahadaki potansiyel risk faktörlerine dayanan sınırların mantıklı olarak belirlenmesi hakkında bir çalışma yoktur.

3.1.4. Yöntem

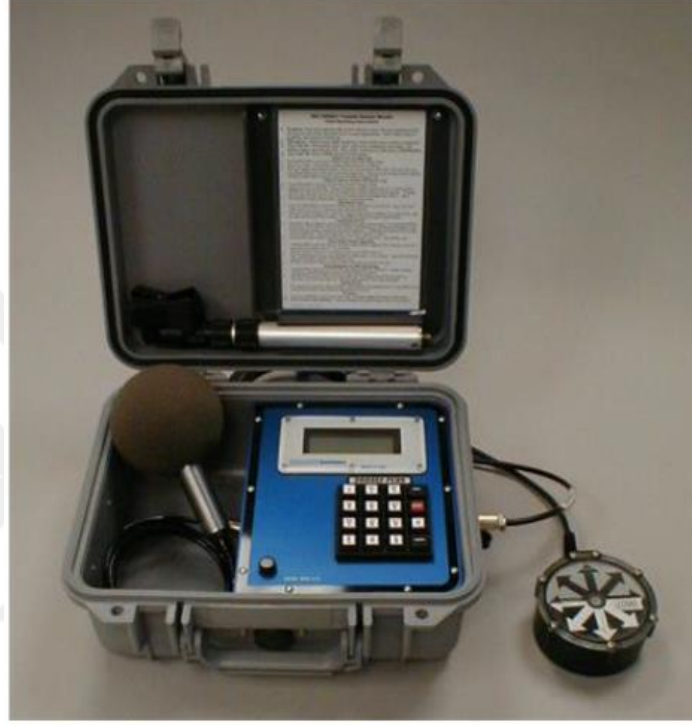
Titreşimleri takip etmek için kullanılan cihazlardan birinin görüntüsü Şekil 3.2’de verilmiştir. Bütün titreşim verileri en yüksek parçacık yer titreşimleri ve frekansları için analiz edilmiştir. Mümkün olduğu durumlarda, kaynaktan belli uzaklık aralıklarında takip edilen yer titreşimleri ilgili geoteknik raporuyla doğrulanması uygun olacaktır.

3.1.5. Sonuçlar ve Tartışma

Titreşim bilgileri titreşimli sıkıştırma (Şekil 3.3), kazma, kazık sürme (Şekil 3.4), kaplama kırma (Şekil 3.5 ve 3.6), kaya kırma (Şekil 3.7), yıkım, ağır inşaat trafiği (Şekil 3.8) ve paletlere takılmış araçların (Şekil 3.9) kullanımını içeren çeşitli çalışmalar üzerinden toplanmıştır.

Genelde en çok şikayete sebep olan inşaat işlerinin titreşimli sıkıştırma (sürekli titreşim) ve darbeli kazık sürme (geçici titreşim) olduğu görülmüştür. Bunun sebebi, projelerde bu işlerin diğer işlerden daha sık olarak kullanılmasıdır. Bu işler

şikayetlere sebep olmuş olsada, bu işler sebebiyle yakındaki yapılara herhangi bir hasar geldiğine dair kayıt yoktur. Kazık sürme işlerinde en çok titreşimin ekipmanın çalışmaya başlaması ve kapatılması anlarında ölçüldüğü görülmüştür. Bu durum Woods [11] tarafından yapılan gözlemlerle tutarlıdır.



Şekil 3.2.Geosonics SSU 3000 EZ Sismograf



Şekil 3.3. Titreşimli Silindir İle Sıkıştırma

Buna ek olarak, bazen kazıkların sürülmesinden daha yüksek titreşimler kazıkların sökülmesi anlarında ölçülmüştür. Titreşimli silindir ile sıkıştırma yapılırken ise en çok titreşimlerin silindirin ani şekilde yön değiştirdiği anlarda ölçüldüğü görülmüştür. Bazı durumlarda ise asfalt kırıcıların ve darbeli çekicilerin sebep olduğu en yüksek parçacık hızlarının titreşimli sıkıştırma ve kazık sürme işlerinin sebep olduklarından yüksek olduğu görülmüştür. Bu işlerdeki titreşim miktarı diğerlerinden daha yüksek olabilmektedir, ancak takip edilen projelerde bu durum çok sık gözlenmemiştir. Trafik ve diğer işlerden doğan titreşim seviyeleri ise genellikle yukarıda bahsedilen işlerden doğan titreşimlerden daha düşük seviyededir. Ağır inşaat kamyonları hakkında sadece birkaç olayda şikayetler gelmiştir. Bu durumlarda ağır yüklü kamyonların kaplamasız yollarda oldukça hızlı hareket ettikleri görülmüştür. Bazı durumlarda ise paletlere takılı donanımların kaplamalı yollardaki hareketleri sebebiyle ciddi titreşimlerin ortaya çıktığı olmuştur.



Şekil 3.4. Kazık Sürme



Şekil 3.5. Kaplama Kırıcı



Şekil 3.6. Kaplama Kırıcı Üzerindeki Titreşimli Ayak



Şekil 3.7. Darbeli Çekiçkayayı Kırarken



Şekil 3.8. Kaya İle Yüklü İnşaat Kamyonu



Şekil 3.9. Kaya Dolgu Üzerindeki Buldozer

Patlama içermeyen inşaat ve yıkım işlerinden doğan titreşimlerin çoğu düşük frekanslı olup yapılara nadiren zarar verirler [6]. Bu çalışmada elde edilen titreşim değerleride diğer çalışmalardakiler ile uyumludur. Beklendiği gibi farklı alanlarda zemin durumuna bağlı olarak değişen sonuçlar gözlenmiştir. Bazı durumlarda ise,

yine zemin durumuna bağılı olarak kaynaktan eş uzaklıkta fakat farklı yönlerdeki noktalarda da farklı titreşim seviyeleri ölçülmüştür.

İnsanların birçoğu, hissedebilecekleri seviyede olan titreşimin yapılara zarar vereceğini düşünmektedirler. Birçok çalışma insanların titreşime karşı oldukça hassas olduğunu göstermiştir (Şekil 3.10). Çalışmalar yapılara zarar verebilecek seviyedeki titreşimlerin insanların hissedebildikleri en düşük titreşimlerden yüzlerce kat daha büyük olduğunu göstermiştir. Günlük çevresel değişimler yapılarda ciddi deformasyonlar oluşmasına sebep olabilirler. Nem oranındaki değişiklik, sıcaklık değişimleri ve rüzgar bu değişimlere örnek olarak verilebilir. Bir kapının çarpması ve duvara çivi çakılması gibi her gün olabilecek olaylarda titreşimler üretirler. Günlük olaylar ve çevresel faktörlerdeki değişiklikler genellikle yakınlardaki bir inşaat alanından gelenlerden daha büyük titreşimler üretirler.

Titreşim Seviyesi (En yüksek parçacık hızı)		İnsan Tepkisi	Yapı üzerindeki etki
mm/s	in./s		
0.15-0.30	0.006-0.019	Algı sınırı	Yapıda hasar oluşmaz
2.0	0.08	Titreşimler hissedilebilir	Tarihi anıtlar ve antik yapılar için titreşim üst sınırı
2.5	0.1	Sürekli titreşimin insanları rahatsız etmeye başlayacağı seviye	Normal yapılara mimari hasar riski yoktur
5.0	0.2	Binalardaki insanları rahatsız eden seviyedeki titreşimler.	Konutlara mimari hasar (kaplamalara) verebilecek seviye
10-15	0.4-0.6	İnsanlara hoşnutsuzluk veren ve köprüde yürüyen insanlar tarafından kabul edilemeyecek seviyede olan titreşimler.	Normal olarak trafikten beklenenden daha büyük titreşimler, genel olarak mimari, düşük olasılıkla yapısal zarar verecek seviye.

Şekil 3.10. Çeşitli seviyelerdeki sürekli titreşimlere insanların tepkisi ve titreşimlerin yapılar üzerindeki etkisi

Titreşim üreten yaygın çalışmalardan doğan titreşim seviyelerine insanların ve yapıların tepkileri Şekil 3.11’de verilmiştir.

2006 Federal transit işletmesi (FTİ)[12] kılavuzu, transit gürültü ve titreşim darbesi değerlendirmesi, inşaat aktivitelerinden yayılan titreşim tahmin edilebilmesi için bir yöntem önermektedir. Yöntemde referans olarak 25 feetlik bir mesafe (titreşimin kaynağından verinin alındığı noktaya olan uzaklık) kullanılmış ve yöntem 3 adım içermektedir.

1. İnşaat ekipmanını ve ilgili titreşim kaynağı seviyesini FTİ'nin tablosundan seç
2. Yayılma düzenlemesini yapmak için aşağıdaki eşitliği kullan:

$$PPV_{donanım} = PPV_{referans}(25/D)^{1.5} \quad (3.1)$$

$PPV_{donanım}$: in./saniye cinsinden mesafeye göre ayarlanmış parçaçık hızı

$PPV_{referans}$: FTİ tablosundan 25 feet için alınacak referans hızı (in./saniye)

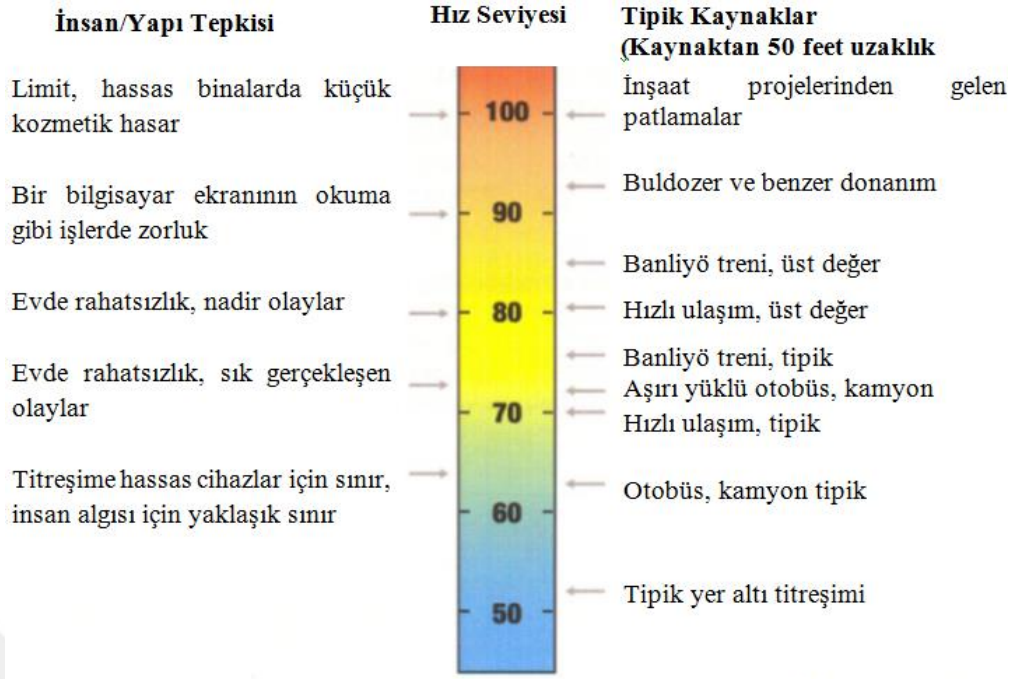
D : donanım ile alıcı arasındaki mesafe

3. Hassas binalar için 0.20 in./saniye, aşırı hassas tarihi binalar için 0.12 in./saniye titreşim hasarı limitlerini uygula.

FTİ[12], tabloda verilen değerlerin birçok zemin tipi için uygulanabilir olduğunu bildirmektedir. Biz ise, bu çalışma kapsamında alınan ölçümler sonucunda FTİ[12] denklemin 1.5 olarak verilen üs katsayısının 1.1 olarak kullanılmasını öneriyoruz.

Denklemde 1.5 yerine 1.1 üs değeri ile kullanılması emniyetli tarafta kalarak toplanan veriler ile daha uyumlu sonuçlar vermiştir.

Nugent ve Amick [13] tarafından basılan, tipik titreşim kaynakları ve hassasiyetler (Şekil 3.12) isimli bir tablo çeşitli titreşim kaynaklarından doğan en yüksek yer hızları (in./s) ile yapılar, insanlar ve ekipmanlar üzerindeki etkilerini göstermektedir. Tablo, tipik inşaat işlerinden doğan titreşimlerin diğer kaynaklardan doğan titreşimlerle ve olası darbelerle ilişkisini oldukça güzel göstermektedir.



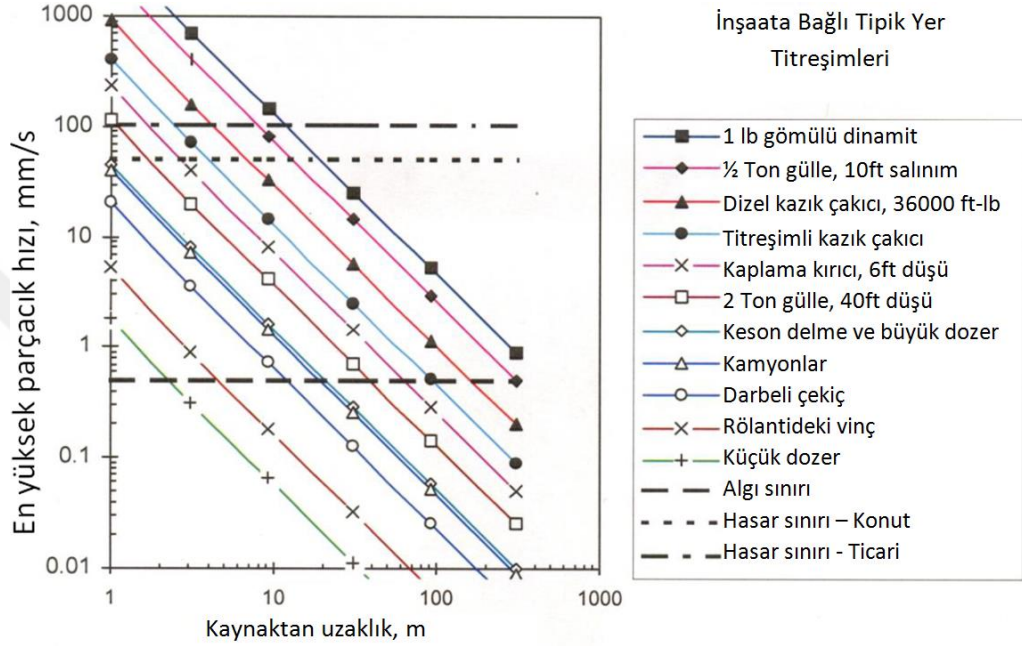
Kaynak: Transit gürültü ve titreşim darbesi değerlendirilmesi (FTİ 2006)

Şekil 3.11. Transit Gürültü Ve Titreşimden Doğan Tipik Yer Titreşimi Seviyeleri

En yüksek zemin hızı (inç/saniye)	Tipik Titreşim Kaynakları			Titreşimin Etkileri		
	Ulaştırma Kaynakları	İnşaat Kaynakları	Doğal Kaynakları	Yapısal hasarlar	İnsan Algısı	İnsan ve Donanım Toleransı
100			San Francisco Depremi Santa Cruz Depremi		Dayanılmaz	
10		Patlatma (50 ft.)	Coalinga Depremi	Yapısal Hasar Düşük Hasar		İnsana Etki 1 dakika 1 saat
1.0		Kazık Çıkarma (50 ft.)	Tipik Ay depremi	Düşük hasar olasılığı	Çok rahatsız Rahatsız	ISO 2631 Limitleri 8 Saat 24 Saat
0.1				Binalar için çok güvenli	Güçlü şekilde fark edilebilir	Bilgisayarlar
0.01	Metro Treni	Kamyon veya Dozer (50 ft.)			Kolayca fark edilebilir	Ofis
0.001	Pürüzlü yolda 50ft. Boyunca motorlu araç trafiği	Darbeli Çekiş (50 ft.)			Zor algılanabilir	Konutlar
0.0001	Düzgün yolda 50ft. Boyunca motorlu araç trafiği	Patlatma (500 ft.)	Mikro Meteorit Darbeleri (50 ft.)		Algılanamaz	Optik Mikroskoplar
	Pürüzlü yolda 200ft. Boyunca kamyon	500 ft. de kazık çıkarma				Elektron Mikroskopları

Şekil 3.12. Tipik Titreşim Kaynakları Ve İnsan Hassasiyetleri

Wiss [7] tarafından tipik zemin titreşimleri için eğri serileri geliştirilmiştir (Şekil 3.13). Eğrilerde en yüksek parçacık hızı mm/s cinsinden gösterilmiştir. Alınan ölçümlerle sunulan eğriler arasında genel bir uyum olduğu görülmüştür. Ancak tam isabetli sonuçlar alabilmek için sahaya özel çalışmalar yapılması gerekmektedir.



Şekil 3.13. Tipik Zemin Titreşimleri

3.1.6. Bir İmalat ve Yıkım Titreşimi Veritabanı Oluşturulması

İnşaat ve yıkım işlerinin olası titreşim değerlerini değerlendirmek için standart bir yaklaşım geliştirilmesi planlayıcılar, tasarımcılar ve inşaat personeli için faydalı olacaktır. Projelerden toplanan veriler standart şartnameleri geliştirmek ve değiştirmek için oldukça değerlidirler. Kullanılabilir bir veritabanı, titreşim olaylarını kapsamlı, olası darbeyi değerlendirmeli, değişkenleri belirlemeli ve sahadan sahaya değişen titreşim aktivitelerini karşılaştırmalıdır. Aşağıda verilen kategoriler bir veritabanı oluşturmak için oldukça önemlidir.

Proje Bilgisi: Proje numarası, şehir, proje tanımı, bilgiyi alan kişi veya şirket.

Olay Bilgisi: Titreşimi oluşturan donanım, yakın yapı tipleri ve durumları, nüfusun hassasiyeti, titreşimin tipi.

Sismograf, sensör bilgisi: Üreticisi ve modeli, son kalibrasyon tarihi, sensör konumu, izleme periyodu

Yer altı koşulları: Zemin tipi, tabakaların kalınlık ve yoğunlukları, kayaya olan mesafe, yer altı suyu derinliği

Okumalar: Zaman, hız, frekans, tip (uzunlamasına, dik, düşey)

İnşaat ve yıkım titreşimi veritabanı depolanan bilginin belirli ortak özelliklere göre tasnif edilmesine izin verir nitelikte olmalıdır.

3.1.7. İnşaat ve Yıkım Titreşimi Değerlendirmesi için Süreçlerin Geliştirilmesi ve Titreşim İzleme Hizmetlerinin Tahmin Edilmesi

İnşaat ve yıkım titreşimi veri tabanı bir projede titreşimle ilgili endişeler varsa ve proje için olası sorunların değerlendirilmesi gerekiyorsa tasarımcılar tarafından kullanılabilir. Buna ek olarak, farklı sahalardaki olası titreşim değerlerinin karşılaştırılması da faydalı olabilir. Bu bilgi, titreşim izleme hizmetleri için bir maliyet hesabı yapılırken faydalı olabilir. İnşaat ve yıkım işlerinde titreşimi değerlendirme işlemi, ayrı bir araç olarak kullanılabileceği gibi, titreşim izleme hizmetleri için tahmin geliştirirken destekleyici bir araç olarak kullanılabilir.

Bir proje için gereken titreşim izleme hizmetleri belirlenirken, sahada titreşim yaratan bütün kaynaklar ve olası kaynaklar değerlendirilmelidir. Durum bir bütün olarak değerlendirilirken ise en kötü senaryo dikkate alınmalıdır. Bu en büyük darbenin, nerede nasıl ve ne büyüklükte olacağının ön görülmesine yardım eder.

Çizelge 3.1’de verilen değerlendirme matrisi olası titreşimi etkileyebilecek 10 farklı kategoriye puanlar verir. Bu puanların toplanması ile elde edilen puan ise o işe özel olarak ortaya çıkacak olası titreşim puanını verir. Değerlendirme yapılırken insan yapısı yapılar ve yakınlardaki hassas donanımlar üzerinde etki oluşturabilecek her bir titreşim kaynağı dikkate alınmalıdır. Bu bilgi daha sonra, gereken titreşim izleme servislerinin maliyetinin hesabında kullanılabilir.

Çizelge 3.1. İmalat Ve Yıkım Titreşimi Darbesi Değerlendirme Tablosu

	1 Puan	3 Puan	9 Puan	27 Puan	81 Puan
İmalat işinin/ekipmanın/işten gelen enerjinin tipi	El araçları; küçük plakalı sıkıştırıcılar, tokmaklar, delici çekiç	beko ile kazı, tekerlekli ağır inşaat araçları	Titreşimli silindir; kaplama üzerinde paletli donanım	Kazık çakma, kaplama kırıcı	Dinamik sıkıştırma; gülle düşürme
En yüksek parçacık hızının azalması	Kohezyonlu topraklar çok yumuşaktan yumuşağa Kohezyonsuz topraklar Çok gevşek	Kohezyonlu topraklar orta sıkı Kohezyonsuz topraklar gevşek	Kohezyonlu topraklar sıkı Kohezyonsuz topraklar orta yoğun	Kohezyonlu topraklar çok sıkı Kohezyonsuz topraklar yoğun	Kohezyonlu topraklar Sertten çok sert Kohezyonsuz topraklar çok yoğun
Deplasman; Yoğunlaştırma ve Oturma	Çok yoğun toprak veya kaya	yoğun toprak	orta yoğun toprak	Gevşek Toprak	Yumuşak, çok gevşek, doygun toprak; kohezyonsuz topraklar
Titreşim kaynağından uzaklık	400 ft'den fazla	201- 400 ft	101-200ft	51-100ft	50ft ve daha az
Titreşimin tipi	Ayrık tek bir olay	Fasılalı ve rassal darbe	Sabit, sürekli, harmonik	Çok sayıda, çoklu darbe	Sürekli darbe
İnşaat işinin süresi	5 dakika yada daha az	5 dk -1 saat	1 saat- 1 gün	1 gün - 1 hafta	1 haftadan uzun
Yapının tipi	Betonarme yapı (köprü), derin temelli yapılar	Beton, yüzeysel temel	Kuru duvarlı özel konutlar veya ticari yapılar	Sıvalı duvarlı özel konutlar veya ticari yapılar	Tarihi veya kırılan yapılar
Yapının yaşı ve durumu	Çok iyi durumda, 10 yaşından genç görünür çatlak yok	İyi durumda, saç kılı çatlaklar, 10-20 yaş arasında	Orta durumda, çok çatlak, 1950'den sonra yapılmış	Orta durumda, çok çatlak, 1950'den önce yapılmış	Kötü durumda; 100 yıldan eski
Titreşime duyarlı ekipman ve üretim süreci	Titreşime duyarlı ekipman süreç veya özel konut yok	Ev ofis	Küçük dükkan, bilgisayar barındıran dükkan veya banka	Hassas cihaz barındıran büyük dükkan; diş hekimi, doktor muayenehanesi	Tıbbi/araştırma lab. Hastane, bilgisayar çipi üretimi, diğer duyarlı ekipman yada üretim süreci
Nüfusun hassasiyeti	Kırsal bölge, tek aileli ev	Kentsel bölge, birden çok tekli aile evi	Apartmanlar içiren kentsel bölge	Dükkan	Hastane, bakım evi
İmalat Titreşim Darbesi			Toplam Puan		
Çok yüksek darbe			400'e eşit yada daha büyük		
Yüksek darbe			300- 399		
Orta büyüklükte darbe			200- 299		
Düşük darbe			100- 199		
Çok düşük darbe			0-99		

3.1.8. Kısıtlamalar

Gerekli önlemleri alabilmek için kullanılabilecek en güvenli yol sahada ölçümler yapmaktan geçmektedir. Buna bağlı olarak, sahadan yeterli titreşim verisi toplanana kadar çok isabetli bir değerlendirme yapmak imkânsızdır. İmalat ve yıkım aşamasında toplanan veri ile birlikte şartlarda oluşan değişikliklerin sürekli takip edilmesi titreşim danışmanları ve müteahhitler tarafından isabetli kararlar verilmesine yardımcı olur.

3.1.9. Sonuçlar ve Öneriler

Patlatma içermeyen yıkım faaliyetleri nadiren hasara sebep olsalar da, şikayet kaynağı olabilirler. Bir yıkım işine başlanmadan önce olası titreşim etkilerinin değerlendirilerek, titreşim takip hizmetlerinin seviyesi belirlenmeli ve şikayetleri en aza indirmek için plan yapılmalıdır.

Bu çalışma boyunca, imalat ve yıkım titreşimlerinin olası etkilerini değerlendirmek ve gerekecek titreşim takip hizmetlerinin miktarını belirlemek bir yöntem önerilmiştir. Buna ek olarak imalat ve yıkım işlerinden alınan titreşim bilgilerini içeren ve veri sayısı arttıkça daha da değerli bilgi sunabilecek olan bir veritabanı oluşturulmuştur.

Her imalat ve yıkım sahası kendine özgü koşullar ve değişkenler barındırdığı için benzersizdir [14]. Buna bağlı olarak, imalat ve yıkım kaynaklı titreşimleri takip edebilmek için standart hale getirilmiş bir prosedürün takip edilmesi önemlidir. Patlatma içermeyen inşaat ve yıkım işlerinden doğan titreşimlerin verilerini içeren bir veritabanındaki bilgilerin incelenmesi, planlama ve tasarım aşamalarında karar verebilmek için yardım edebilir.

İnşaat ve yıkım işlerinden doğabilecek titreşim etkilerini değerlendirme yöntemini ve titreşim takip hizmetlerinin seviyesini tahmin etmek için kullanılan prosedürleri, periyodik olarak gözden geçirmek önemlidir. Çeşitli tipte ve zemin üzerinde

gerçekleştirilen inşaat ve yıkım işlerinde elde edilen bilgiler bu yöntemlerin isabetlilik oranını geliştirmek için kullanılabilir.

Titreşim kaynaklarından farklı mesafede ve farklı yönlerde konumlandırılmış birden çok sismografin kullanılması önerilmektedir. Bu işlem, alandaki farklı titreşimleri belirlemekte faydalı olacaktır. İşe başlamadan önce yer altı titreşimlerini ölçmek ve inşaat öncesi çalışmalar yapmak etraftaki yapıların durumunu belirlemek oldukça önemlidir. Hassas cihazlar, tarihi ve kırılgan yapılar planlama aşamasında belirlenmiş olmalıdır. Müteahhitlerin mantıklı teklifler yapabilmeleri ve iş planını uygun şekilde hazırlayabilmeleri için özel koşullar önceden belirlenmiş olmalıdır. Hassas ekipmanlar ve üretim süreçleri genelde en büyük problemi çıkartırlar. Bunların varlığı iş takvimi ve proje maliyetleri üzerinde büyük etkiler oluşturabilir. İnsanların eğitilmesi ve iyi ilişkiler kurmak inşaat ve yıkım aşamasındaki problemleri en aza indirmek için en iyi yöntemlerdir.

150 metre yarıçapında bir alan inşaat ve yıkım işlerine başlamadan önceki çalışmalarda dikkate alınmalıdır. Bazı kaynaklarda bu yarıçapın 400 metre ve daha fazlasına çıktığı da görülebilir. Bu çalışma kapsamında ki şehir içi projelerde 100 metre'lik bir alan yeterli ve mantıklı olmuştur. Ancak, yapılacak olan imalatların ve yıkım çalışmalarının özelliğine göre bu alanların yarıçapları değiştirilebilir. Kazık çakma işlemleri 180 metre ve daha öte mesafelerde titreşimler oluşturabilirler [14]. Proje alanı içinde gözden geçirilecek yapılar, titreşime hassas işler ve yapılacak imalat ve yıkım işlerinin çeşitleri titreşim danışmanı tarafından belirlenmelidir. Bu bilgi ise onay için sunulacak olan titreşim izleme planında sunulmalıdır.

3.1.10. İmalat ve Yıkım Titreşimi Etkilerinin Değerlendirmesi için Kategorilerin Açıklanması

İmalat ve yıkım çalışmaları titreşimi değerlendirme matrisi ile ilgili notlar: Bu tablonun amacı (Çizelge 3.1) projenin planlama aşamasında titreşim değerlendirmesi yapabilmek için sistematik bir prosedür sağlamaktır. Bir titreşim değerlendirmesi bir sahadaki imalat veya yıkım işinin olası etkisini diğer sahalardaki etkilerle yada aynı

sahada farklı bölgelerdeki etkilerle karşılaştırmak için yararlı olabilir. Bu bilgi ise, titreşim takip hizmetlerinin gerektirdiği maliyeti belirlemek için kullanılabilir. Bir sahadaki titreşim seviyesi en kötü senaryo dikkate alınarak belirlenmelidir. Değerlendirme, en yakın, en yaşlı ve en kötü durumdaki yapıları ve titreşime karşı en hassas olan ekipmanları belirlemelidir.

1. İmalat veya yıkım işinin tipi/donanım/işten doğan enerji

Bu bilgiler ve açığa çıkan enerjinin zemine nasıl iletildiği titreşimin yoğunluğunu belirleyen temel etkenlerdir. Çok fazla ekipman ölçüsü ve imalat veya yıkım aktivitesi olduğu için Çizelge 3.1’de sunulan sıra bizim edindiğimiz tecrübeye göre belirlenmiştir.

2. En yüksek parçacık hızının azalması

Parçacık hızındaki azalma, hareketin frekansının, seyahat eden gerilme dalgalarının geçtiği malzeme tarafından sağlanan sönüm ve üretilen gerilme dalgalarının tipine bağlıdır. Yüksek frekanslı hareketler, düşük frekanslı hareketlerden daha düşük dalga boyuna sahiptirler. Yüksek frekanslı bir dalga düşük frekanslı bir dalgaya göre, aynı mesafeyi katetmek için daha çok hareket döngüsü yapar. Buna bağlı olarak, yüksek frekanslı dalgalar içinden geçtikleri zeminle daha fazla etkileşime geçerek daha fazla enerji sönümü sağlarlar. Önerilen emniyetli titreşim seviyeleri 40 Hz’in altındadır. Bir çok ekipmandan yayılan titreşim seviyesi ise 5 -30 Hz arasındadır. Sert malzemeler yumuşak malzemelere göre daha az sönüm yaparak daha büyük parçacık hızlarına yol açarlar. Gevşek ve sıkı bir zemin arasındaki fark parçacık hızlarını 5 – 7 kat arasında değiştirebilir. Genellikle, killi kumlu zeminlerden daha çok sönüm sağlarlar. Islak kum kuru kumdan daha az sönümlenirken donmuş kum ise çözülmuş kumdan daha az sönümlenir. Titreşim üreten ekipmanlar iki tip gerilme dalgası üretirler. Bunlar cisim ve yüzey dalgalarıdır. Yüzey dalgaları yakın yapılara daha çok zarar verirler. Zemine aktarılan enerjinin üçte ikisi yüzey dalgaları vasıtasıyla iletilir.

3. Deplasmanlar; Yoğunlaştırma ve Oturma

İmalat veya yıkım işlerinden doğan titreşimler, yakın yapıların altındaki zeminlerin deplasman yapmasını, yoğunlaşmasını ve oturmasını sağlayabilirler. Darbeli bir enerji kaynağı yumuşak, gevşek ve doygun zeminlerde düşük frekanslı gerilme dalgaları üretirler. Uzun süreli sabit titreşim dalgaları yoğunlaştırma ve hatta doygun ve yüksek seviyede deforme olmuş zemin varsa sıvılaşmaya sebep olabilirler. Yapılara ve duvarlara yakın bölgelerde kazık çakılıyor yada zemin sıkıştırılıyorsa yanal deplasmanlar oluşabilir. Bu tip doğrudan mekanik hasarlar titreşim hasarları ile karıştırılmamalıdır. Genel bir kural olarak kazık çakma işlemlerinde hasar kazık uzunluğu kadar yada daha az bir mesafede oluşur. İstisnai durumlar olabilir. Oturma yada sıvılaşma durumları daha uzak mesafelerde de gerçekleşebilir.

4. Titreşim Kaynağından Uzaklık

Enerji kaynağından uzaklık titreşim yoğunluğu üzerinde önemli bir faktördür. Teorik olarak kaynaktan aynı mesafedeki noktalarda titreşim yoğunluğu eşit olabilir. Ancak gerçekte, zemin koşulları yatay ve düşey olarak değişebileceği için titreşim seviyeleri farklı olabilir. Genel bir kural olarak, mesafe yarıya düşürülürse titreşim üç kat artar. Bu ilişki saha koşullarına bağlıdır. Zemin yüzeyindeki titreşimler, derindeki titreşimlerden daha kuvvetlidir. Genel olarak zemin altına 3-6 metre inildiğinde titreşimlerin %50 azalacağı söylenebilir. Bu durum, gömülü yapılar üzerindeki titreşim etkilerini değerlendirirken önem kazanır.

5. Titreşimin Tipi

Titreşimin tipi titreşimi yayan ekipman yada iş ile ilişkilendirilebilir. Darbe titreşimleri daha fazla enerji iletirler. Sabit titreşimler ise daha az yoğun olmalarına rağmen şikayet doğurabilirler. Pürüzlü yolda hızla ilerleyen ağır yüklü kamyonlarda potansiyel olarak yüksek titreşim üretebilirler.

6. İmalat veya Yıkım İşinin Süresi

Süre, titreşim yaratacak işlerin alacağı toplam zamandır. Uzun süreli işler daha çok şikayet getirme potansiyeline sahiptir. Aynı zamanda daha fazla titreşim takip hizmeti gerektirirler. Bazı işler yıllar boyunca sürebilir ve mevsimler nedeniyle değişen saha koşullarında devam edebilirler. Bu durum çevresel koşulların işlere daha fazla tesir etmesine sebep olur.

7. Yapının Tipi

Yapı içindeki donatı miktarı doğrudan yapının titreşim direncini belirler. Beton ve derin yapılar hasara karşı dayanıklıdır. Çok katlı yapıların üst katları daha çok titreşime maruz kalabilirler. Tarihi yapılar ve eski binalar kırılabilirler.

8. Yapının Durumu/Yaşı

Son 20 yılda daha dayanıklı inşaat malzemeleri geliştirilmiştir. İmalat teknikleri ise son 50 yılda belirgin şekilde gelişmiştir. Yeni binalar daha az hasara ve doğal çevresel faktör etkilerine maruz kalırlar.

9. Titreşime Hassas Donanım/Titreşime Hassas Üretim İşlemi

Bazı üreticiler hassas ekipmanları için titreşim kriterleri belirlerler, ancak bu kriterler sıklıkla geçici olmayan sürekli titreşimler içindir. Titreşime hassas donanım ve içinde bulunduğu yapıların yakınlarında oluşacak titreşimlerin belirlenmesi önemlidir.

10. İnsanların Hassasiyeti

İnsanlar titreşime karşı oldukça hassastır. İnşaat ekipmanları tarafından yayılan titreşimlere (Çizelge 3.2) alışkın olmayan insanlar endişelenir ve rahatsız olurlar. Daha önce bu tip titreşimler yüzünden kozmetik hasarlara şahit olmuş insanlar daha olumsuz tepkiler verirler. Genelde insanlar kısa süreli titreşimlerden çok uzun süreli titreşimlere karşı hassastırlar. Eğer titreşime gürültüde eşlik ediyorsa bu durum daha rahatsız edici olur. Yerden gelen titreşimleri yapısal hasara nadiren sebep olsalar da,

insanları rahatsız edebilirler. Bu titreşimler, pencerelerin kapıların titremesini katların sallanmasını ve sesler çıkmasını sağlayabilirler. Rezonans durumuna bağlı olarak insanlardan olumsuz tepkiler gelebilir. İnşaat ve yıkım aktivitelerinden doğan titreşimin (Çizelge 3.2) gerçek değerini ölçmek için bina içinde farklı noktalarda ölçümler yapmak gerekir.

Çizelge 3.2. İnşaat Araçları İçin Titreşim Kaynağı Seviyeleri (Mm/Sn)[12]

Ekipman		25ft'deki en yüksek parçacık hızı
Darbeli kazık çakıcı	Üst değer	1.518
	tipik	0.644
Sonik kazık çakıcı	Üst değer	0.734
	tipik	0.17
İstiridye kepçesi (harçlı duvar)		0.202
Hidrolik mil	toprakta	0.008
	kayada	0.017
Titreşimli silindir		0.21
Kaya kırıcı		0.089
Büyük buldozer		0.089
Keson delme		0.089
Yüklü kamyonlar		0.076
Kayadelici		0.035
Küçük buldozer		0.003

3.2. İnşaat ve Yıkım Sırasında Gürültü

İnşaat işleri çevrenin gürültü ve titreşim şikayetlerine rağmen kısıtlı zamanlarda devam eden çalışmalardır. Şikayetler genellikle çevrenin oluşacak ses ve titreşim hakkında bilgi eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Müteahhitlerin yönetmeliklere uymasına rağmen çevre, müteahhitlerin etrafa duyarsız olduğu yanlış anlaşılmasına neden olabilir. Bu durum çalışmalara başlamadan önce olası sorunları ön araştırma ve değerlendirme yapılması gerektiğinin altını çizmektedir. Bu değerlendirmeler müteahhitlerin inşaatların bitmesinden önce yapılması maliyet tekliflerinin daha

doğru yapılmasına ve iç harcamaların azaltılmasına katkı sağlar. İnşaat gürültüsü ve çevreye yaydığı titreşimlerin değerlendirilmesi ve yayınlanması çevrenin konuyu anlamasına ve hoşgörü göstermesine de yardımcı olur. İnşaatlardaki gürültü ve titreşim kontrolleri aşağıda sıralanan üç adımda yapılır:

- 1. Değerlendirme ve raporlama:** Çevresel etki değerlendirmesi inşaat alanlarındaki potansiyel sorunları belirlemeyi ve halkı yapının oluşturacağı çevresel etkileri bilgilendirmeyi içerir. Bu özellikle yeni ve büyük çaplı altyapı projelerinde ve uzun süreli inşaat işlerinde oldukça önemlidir.
- 2. İnşaatı tanımlama:** Büyük inşaat projelerinin çoğu inşaat ekipmanlarının gürültü özelliklerini içermektedir, ancak bazen ek ölçümler çevrenin şikayetlerini en aza indirmeye yardımcı olur.
- 3. Uyum doğrulama:** Alan araştırmaları çalışmalara doğru yön vermeli ve gürültüye hassas alanlardaki gürültü uyum ölçümlerini raporlamalıdır.

3.2.1. İnşaat Gürültüsü

Gürültü seviyesi inşaat elemanlarının tipine, modellerine, kullanım şekline ve elemanların durumlarına bağlıdır. İnşaat aktivitelerinin ses seviyesi eşitliği (L_{eq}) inşaat süresi boyunca çalışan ekipmanların zamana bölümü ile ilgilidir. Bu bölüm çeşitli araçların gürültüleri hakkında tipik bilgileri içermektedir. Unutulmamalıdır ki gürültü seviyesi analizi projenin tipi ve büyüklüğü ile orantılıdır ve gürültüye hassas bölgelerdeki inşaat alanlarının kullanımı da önemlidir.

Tipik inşaat araçlarının gürültüleri

İnşaatlarda ki gürültünün temel sebebi genellikle dizel olan araç motorlarının yetersiz susturucu ile çalışmalarıdır. Bir çok neden ise darbeli kırıcılar gibi araçların çalışma süresince oluşturduğu gürültüdür. Gürültü değerlendirilmesinde yapı araçlarının kullanılmasında sabit ve hareketli olma durumları göz önüne alınmalıdır. Sabit araçlar bir yerde bir veya daha fazla gün, pompa jeneratör gibi araçların sürekli olarak aynı yerde çalışması ile gürültü oluştururlar. Kamyon, dozer gibi hareketli

araçlar ise inşaat alanlarının çeşitli yerlerinde gezerek gürültü oluştururlar. Hareketten ötürü oluşan gürültü bu bölümde daha sonra incelenecektir. Enerjideki çeşitlilik gürültü kaynağının tanımlanmasında zorluklar oluşturmaktadır. Bu nedenle gürültü, araçların tam güçte ve görev döngüsünde hareketlerine göre ayarlanarak L_{eq} (Gürültü miktarı birimi: dBA) tanımlanır. Dış gürültü seviyelerin ölçülmesinde “The Society of Automotive Engineers [20,21]” biriminin geliştirdiği bir standart prosedür kullanılabilir. Bazı araçların tipik gürültü seviyeleri Çizelge 3.3’de listelenmiştir.

İnşaat aktiviteleri araçların çeşitli enerji kullanımı ve bunun sonucunda zamanla gürültü seviyelerinde değişim ile karakterize edilir. Çeşitli enerji kullanımı ile ifade edilen araçların gün içindeki kullanım zamanının yüzdesi “kullanım faktörü” dür. Kullanım sırasında zamana bağlı gürültü seviyesindeki değişim her bir araç için L_{eq} gibi bir sayı ile ifade edilir. İnşaat veya yıkım çalışması sırasında her aşamada belirli araçların karışık kullanılmasıyla karşılaşılabilir. Her aşama kendi gürültü karakterine sahiptir; bazıları yüksek ve sürekli gürültülü bazıları ise yüksek ama kesik ve etkili şeklidedir. Gürültü değerlendirmesinin amacı gürültü seviyesinin yanında süresinin de belirlenmesidir. Her aşama için L_{eq} o aşamada kullanılan araçların katkısı ile hesaplanır.

İnşaat gürültü değerlendirmesi

Yapı gürültü değerlendirilmesi projeye, proje büyüklüğüne, proje tipine ve çevrenin gürültü hassasiyetine bağlıdır. Büyük projelerde yapımı bir kaç aydan fazla süren, gürültülü ekipmanlar kullanılan ve gürültüye hassas yerlere yakın projeler gürültünün önemli etkileri bu bölümde açıklanacaktır. Diğer durumlarda bu değerlendirme kullanılan araçların tanımlanması, inşaat süreci ve gürültülü operasyonlardaki yapılan gürültü azaltma çalışmalarıyla tanımlanır.

Büyük projelerde gürültü değerlendirilmesi projenin tipine göre öngörülen gürültü seviyelerini tipik bir değer ile kıyaslanarak yapılır. Bu yaklaşımda standartlaştırılmış uygun bir tahmin yöntemi ve gürültü etkilerini bilindik yöntemler ile değerlendirilir. L_{eq} inşaatlarda gürültüyü tanımlamak için kullanılır.

- Çalışan her aracın gürültü seviyesi ayrı ayrı tanımlamak için kullanılır ve kullanım süresince bu araçların gürültü seviyelerinin kombine edilmesi gereklidir.
- İnşaatın her aşamasında gürültü seviyesinin tanımlanmasında kullanılır.
- İnşaatın tüm aşamalarındaki ortalama gürültü seviyesinin tanımlanmasında kullanılır.

Tahmini gürültü etkisinin belirlenmesinde önerilen yöntem Federal Highway Administration (FHWA)[22] kurumunun belirlediği yöntem ile benzerdir. FHWA[22] yaklaşım yöntemi otoyol şantiyelerindeki inşaat gürültü seviyesini tahmin etmek için kullanılır. Bu yöntem şunları gerektirir:

Çizelge 3.3. İnşaat Araçlarının Gürültü Yayılım Seviyeleri

Araç	Tipik Gürültü Seviyesi (dBA)(Kaynaktan 15 m uzakta)
Hava Kompresörü	81
Kepçe	80
BallastEqualizer	82
BallastTamper	83
Sıkıştırıcı	82
Beton Mikseri	85
Beton Pompası	82
Beton Vibratörü	76
Vinç, Derrick	88
Vinç, Mobile	83
Dozer	85
Jeneratör	81
Greyder	85
Darbeli Kıskaç	85
Raylı Testere	90
Kaya Delici	98
Silindir	74
Testere	76
Shovel	82
Kazık Çakıcı	77
Kesici	84
Bağ düzenleyici	80
Bağlayıcı	85
Kamyon	88
Tablo EPA [23] Raporuna göre hazırlanmıştır. Bilgiler “ TheNortheastCorridorImprovement Project[24,25]” raporundan, demir yolu inşaatı ölçümlerinden ve diğer kaynaklardan [26,27] alınmıştır	

1. Bir referans uzaklığa göre araçlardan üretilen gürültüyü belirlemek için bir yayılım modeli
2. Değişen mesafeye göre gürültü seviyesini gösteren yayılım modeli
3. Gürültü hassasiyeti olan yerlerde her aracın gürültülerinin toplanması için bir yol

Modelin ilk iki bileşeni aşağıdaki denklem ile ilişkilidir:

$$L_{eq}(equip) = E.L. + 10\log(U.F.) - 20\log(D/50) - 10G\log(D/50)$$

$L_{eq}(equip)$ belirli bir zaman diliminde belirli bir aracın L_{eq} değeri.

E.L., gürültü yayılım değeri. (Ölçülür ya da her araç için üretici firma tarafından verilir.)

G, zemin etkisine bağlı sabit.

D, araç ile alıcı arasındaki mesafe.

U.F. , belirli bir süre içinde belirli bir aracın kullanım faktörü.

Her bir çeşit aracın aynı anda kullanılması ile elde edilen gürültü kombinasyonu her bir aracın L_{eq} değeri verilen denkleme eklenerek bulunur.

Büyük inşaat projeleri

Bu yaklaşımda gerekli görülen denklemdeki inşaat gürültüsünün belirli değişkenleri detaylandırılabilir. Ekipman görev listesi ve çalışma planı henüz hazırlanmamış proje durumlarında bu yaklaşım inşaatlardaki gürültü seviyesini yaklaşık olarak bulmak için kullanılır.

Aşağıdaki varsayımlar inşaatın her aşamasında genel bir değerlendirme için yeterlidir:

1. Bir saatlik süre içerisinde ekipmanların tam güç çalışması varsayılır çünkü çoğu ekipman bir kaç saat boyunca bir noktada sürekli çalışır. Bu sebeple $U.F.=1$ ve $10\log(U.F.) = 0$
2. Zemin koşulları ve zemin etkileri ihmal edilir. $G=0$
3. 15 metredeki yayılım seviyesi E.L ölçülür ya da her araç için üretici firma tarafından verilir.

4. Bütün ekipmanlar projenin merkezinde veya merkez ekseninde çalıştığı varsayılır.
5. Tahminler her inşaat aşamasında kullanılacak en gürültülü iki ekipmanı içerir.

Gürültü hassasiyeti olan inşaatlarda projeye komşu yapılarda veya yerel şartnamelerin zorlayıcı olduğu gibi durumlarda daha ayrıntılı yaklaşımlar kullanılır. Ek ayrıntılar şunlardır:

1. İnşaat süresince hesaplama. Uzun süreli inşaat projelerinde gürültü etkisi gündüz aktivitelerinin 30 günlük ortalaması L_{dn} alınır. (gece gürültüsü oluşan yerleşim bölgelerinde 10 dB gürültü cezalandırılır.) ve ekipmanın kullanım yüzdesi U.F. yi etkiler. Örneğin 8 saatlik L_{eq} her bir ekipmanın tam güç ile kullanılması ile U.F. tanımlanır. Benzer şekilde 30 gün boyunca gün içinde (sabah 7 akşam 10) ve gece (gece 10 sabah 7) ekipmanların kullanılmasıyla U.F. belirlenerek L_{dn} tanımlanır. Bununla birlikte gece gürültüsü hassasiyeti hesaplanırken gece çalışma yüzdesi 10 ile çarpılır.
2. Hesaplamalarda şantiye topografyası, doğal ve yapay engeller hesaba katılır. Bu G faktörünü etkiler.
3. Her ekipmanın yayılım değerleri ölçülür veya belgelenir. Bu E.L. ile tanımlanır.
4. Her bir ekipmanın çalışma sırasındaki konumu belirlenir. Böylece D konum faktörü kesinleşir.
5. Tüm ekipmanların 8 saatlik L_{eq} değeri ve 30 günlük ortalama L_{dn} hesaplanır.

Küçük inşaat projeleri

Çoğu küçük inşaat projelerinde gürültü değerlendirilmesine ihtiyaç yoktur. Ancak bazı nedenler geçici etkilerle inşaat süresinin kısıtlanmasına neden olabilir. Çevre ilişkileri bu nedenlerden önemli bir tanesidir. İnşaat sırasında kullanılacak ekipmanlardan oluşacak gürültüler önceden tahmin edilip çevre bu konu hakkında yeterli bir şekilde bilgilendirilmelidir. İlk yöntem oluşacak tahmini gürültü seviyesini belirlemektir. Aşağıda verilen ölçüt bu durumlar için uygun olmayabilir.

Ölçüt: Şimdiye kadar inşaat gürültü etkilerini değerlendirecek bir standart geliştirilmemiştir. Bu nedenle yerel şartnameler uygulanmadığı durumlarda her projeye özgün ölçütler geliştirilmelidir. Genellikle yerel gürültü talimatları gürültü

değerlendirmesi için yeterli değildir. Bunlar genel olarak yaşanan sıkıntılarla ilgilidir ve pratikte inşaat gürültü değerlendirmesi için uygun değildir. Proje inşaat gürültü kriteri çevreye verilen gürültü etkilerini, inşaat sırasındaki mutlak gürültüleri ve bunların bitişik alanlara etkilerini içermelidir. Bu kriterler sınırı aşarsa çevreden olumsuz tepki alınabilir.

Genel Değerlendirme - Bir saat boyunca iki en gürültülü ekipmanın aynı anda çalışması ile bir kombinasyon yapılarak tahmin yapılır. Daha sonra gürültü seviyesinin aşağıdaki değerleri aşmaması takip edilir (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Bir Saatlik Gürültü Seviyesi Değerleri

Alan Kullanımı	Bir saatlik L_{eq} (dBA)	
	Gündüz	Gece
Yerleşim	90	80
Ticari	100	100
Sanayi	100	100

Detaylı Değerlendirme – 8 saatlik L_{eq} ve 30 günlük ortalama L_{dn} değerleri tahmin edilir ve ölçüt için aşağıdaki Çizelge 3.5 kullanılabilir.

Çizelge 3.5. Sekiz Saatlik Gürültü Seviyesi Değerleri

Alan Kullanımı	8 saatlik L_{eq}		L_{dn} (dBA)
	Gündüz	Gece	30 günlük ortalama
Yerleşim	80	70	75(a)
Ticari	85	85	80(b)
Sanayi	90	90	85(b)

- (a) Çok gürültülü kentsel alanlarda gürültü seviyesi ($L_{dn} > 65$ dB), L_{dn} inşaat faaliyetlerinde çevre şartları + 10 dB'yi aşmamalı.
- (b) 24 Saat L_{eq} , L_{dn} değil.

İnşaat gürültüsü azaltma

Olası gürültü etkilerini bulmak için kullanılan bu yaklaşımdan sonraki adım uygun kontrol ölçümleri yapmaktır. Gürültü yaklaşımı için üç kategori vardır:

1. Tasarımı göz önünde bulundurma ve proje düzenlenme

- Geçici duvar ve kazıklar gürültülü aktiviteler ile gürültü hassasiyeti olan yerleri ayırarak gürültü kontrolü
- Eğer mümkün ise kamyon trafiğini yerleşim yerlerinden uzak bir güzergahtan geçirme
- Şantiye araçlarını mümkün olduğunca gürültü hassasiyeti olan kısımlardan uzakta konuşlandırma
- Gürültülü çalışma alanlarının etrafını kapatma ve bütün gürültülü araçları bir araya getirme. Örneğin kaldırım kırıcı gibi araçların etrafına koruyucu kalkan ve perdeleme yapmak.

2. Operasyon sırası

- Gürültülü operasyonları aynı zamanda yapmak. Araçların ayrı ayrı zamanlarda kullanılmasıyla oluşan gürültü seviyesi toplam gürültü seviyesinden önemli ölçüde büyük olmamalıdır.
- Gece çalışmalarından kaçınmak. Yerleşim yerlerinde gece gürültü hassasiyeti artar.

3. Alternatif inşaat yöntemleri

- Gürültü hassasiyeti olan yerlerde çekiç ile kazık çakmaktan kaçınılmalıdır. Zemin koşullarına bağlı olarak kazıkları çakma yerine delme veya sonik ya da titreşimli yöntemler kullanılabilir.

- Özellikle sessiz araçlar kullanılmalı. Örneğin sessiz ve etrafı kapalı hava kompresörleri, susturuculu makineler
- Mümkün olduğunca en sessiz yıkım yöntemi seçilmeli. Örneğin testere ile kesilip kamyonlara yükleme kırıncı makineler ile yapılan yıkımdan önemli ölçüde az gürültü çıkarılır.

3.3. Yıkım ve Yapım İşleri Sonucunda Oluşan Tozun Kontrolü

3.3.1. Giriş

Tozun havaya yayılması, zeminin hazırlanması (yıkım, temizleme ve hafriyat taşınması) aşamasında ve inşaat aşamasında oluşabilir. Tozun yayılma miktarı yapılan işin türüne, hava koşullarına ve çalışma düzeyine bağlı olarak günden güne değişebilir. Havaya yayılan tozun büyük miktarı iş makinelerinin ve taşıtların geçici yollardan yada toprak zeminden geçişleri sırasında ortaya çıkar. Eğer çevre yollarda çamur oluşmasına izin verilirse, oluşacak toz çalışma bölgesinden daha uzak bölgelere yayılabilir. Toz sebebiyle oluşacak etkilerin büyüklüğü tozu bastırmak için alınacak tedbirlerin büyüklüğüne göre değişir.

Şantiye sahaları yüzeylerin tozla kaplanmasına sebep olabileceklerinden, toz dolayısıyla oluşabilecek rahatsızlık miktarını arttırabilirler. Yüksek miktarda kirlenmenin meydana geldiği durumlarda, bitkiler ve ekosistem olumsuz olarak etkilenebilir. Buna ek olarak, büyük şantiyelerin ortamdaki uzun dönemli parçacıklı madde miktarı yoğunluğunu ve bu maddelerin yoğun olarak bulunduğu gün sayısını arttırdığına dair kanıtlar vardır. Yoğun parçacıklı madde etkilerine maruz kalmanın ise sağlık açısından geniş yelpazede etkileri vardır.

Bölgesel planlama ile yetkili olan birimler, genel olarak oluşacak yeni gelişmelerin hava kalitesi üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesini ya özel bir belge olarak yada bir çevre etki değerlendirme raporunun parçası olarak istemektedirler. Bunlardan ikincisi, gelişimin imalat ve operasyonel aşamalarının her ikisinin de

değerlendirilmesini ve sonuç olarak gelişimin her iki aşamasının hava kalitesine olan etkilerini içeren çok sayıda ayrı doküman sunulmasını gerektirir.

Etkiler alınan önlemlere bağlıdır. Buna bağlı olarak bu bölümde esas olarak şantiyenin mevcudiyetinden doğabilecek toz etkileri risklerinin belirlenmesi ve belirlenen risklere uygun şekilde alınması gereken önlemler üzerinde durulmuştur.

Yukarda belirtildiği gibi bu çalışmanın vurgusu, yıkım ve yapım işlerinin oluşabilecek risklerin etkilerine göre sınıflandırılarak alınması gereken uygun önlemlerin belirlenmesi üzerindedir. Sahaya özel etkili önlemlerin alınmasıyla birlikte bir çok durum için çevresel etkilerin azaltılabileceği düşünülmektedir. Ancak, uygun önlemlerin alınabilmesi için kapsamlı bir toz etkisi riski değerlendirmesi yapılmalıdır.

3.3.2. Terminoloji

Bu bölümde toz etkisi değerlendirmeleri arasındaki tutarlılığı sağlamak için bazı tanımlamalar yapılmaktadır.

Rahatsızlık (toz): Genellikle insanların şikayeti ile beliren, fakat yasal bir problem oluşturmayabilen, tozların yığılması ile meydana gelen rahatsızlık.

HKYA: Hava kalitesi yönetim alanı, yerel yönetim tarafından ilan edilen ve değerlendirmesi sonucunda havada izin verilen oranda bulunması gereken değerlerden fazla içeriğe sahip olan alan.

İnşaat: Yeni bir yapının yada yapıların imalatını veya yenilenmesini içeren aktivite.

İnşaat etkisi değerlendirmesi: Yıkım, hafriyat ve inşaat çalışmalarının değerlendirilmesi. Bu doküman için hava kalitesi değerlendirmesi.

Yıkım: Mevcut bir yapının yıkılması ile ilgili aktivite.

Tortulaşmış toz: Havada olmayan ve yere yığılmış toz.

Toz yönetim planı: Toz salınımlarını kontrol etmek için sahaya özel hazırlanan doküman.

Toz: Havada asılı halde duran yada daha sonra bir yüzeye çöken katı parçacıklar. Toz ve parçacıklı madde birbirleri yerine kullanılabilirler.

Hafriyat işleri: Toprağın hizalanması, kazılması ve yığılması gibi aktiviteleri kapsar.

Etkiler: Bir alıcı için havada ki toz konsantrasyonu oranının değişmesinin sonuçları.

ÇED: Çevre etki değerlendirmesi.

Çİ: Çevre ifadesi. Çevre etki değerlendirmesi için yapılan işi rapor eden belge.

AIM: 3.5 tondan ağır olan ağır iş makineleri.

Darbeler: Tozun havadaki konsantrasyonundaki değişimler. Darbeyi algılayabilecek herhangi bir alıcı yoksa etki oluşmaz (Etki ve darbe arasındaki fark).

YM: Yolda çalışmayan mobil makineler, bu belgede yıkım ve inşaat işleri için kullanılan makineler.

Rahatsızlık: Rahatsızlık veren toz.

PM: Havada asılı duran parçacıklı madde için kullanılan kısaltma.

Alıcı: Yıkım ve inşaat işleri sırasında oluşacak tozdan etkilenebilecek bölge. İnsan alıcılar ise insanların zaman geçirdikleri ve toz darbesinden etkilenebilecek mekanları ifade eder.

Risk: Olumsuz bir olayın olma ihtimali.

Yayılma: Şantiye sahasından, yollara tozun yayılması.

3.3.3. Altyapı

Çevre etki değerlendirmesi (ÇED), planlanan bir gelişimin imalat yada yıkım aşamalarında ortaya çıkabilecek herhangi bir darbenin değerlendirilmesidir. Bu tip değerlendirmeler genelde ÇED dışı süreçler içinde planlama amacıyla sıklıkla yapılır.

Bu bölümde sunulan risk sınıflarını tanımlayan sayılar hakkında ciddi tartışmalar yapılmıştır. Bu sayılar ancak güncel bilgilerimize göre ortaya çıkabilmişlerdir. Bilgi ve delil seviyesi arttıkça bu rehberde verilen bilgilerinde güncelleneceği öngörülmektedir.

3.3.4. Olası Darbeler

Giriş

Hava kalitesi açısından yıkım ve imalat işleri sırasında oluşabilecek ana darbeler aşağıda verilmiştir.

1. Zeminlerin kirlenmesine sebep olacak toz toplanmaları.
2. Toz salınımının delili olan görünür toz kümeleri.
3. Sahadaki aktiviteler sonucu oluşan tozlardan meydana gelen ve yükselen parçacıklı maddeler.
4. Sahada çalışan ve sahaya gelip giden dizel yakıtlı araçlardan yayılan gazların havadaki nitrojen dioksit konsantrasyonunu arttırması.

Bunlardan en yaygın olanları yüzeylerin tozla kirlenmesi ve sahadaki aktivitelerden dolayı ortamdaki parçacıklı madde miktarının artmasıdır.

Bazı binaların yıkımı sırasında ortaya çıkan ağır metallerin, asbest liflerinin ve kirliliğe sebep olan diğer maddelerin serbest kalması gibi başka olası darbelerde vardır. Eski binaların yıkımı sırasında serbest kalma ihtimali olan bazı mantar

sporlarının sağlık üzerindeki etkisi, yakınlarda bulunabilecek olan bir hastanenin onkoloji servisinde yatan insanların maruz kalması durumunda, büyük olabilir. Bu tip durumlar sahaya özel şekilde araştırılmalıdır ve bu bölümde incelenmemiştir.

Sahada alışan makinelerin ve trafiğe sebep olan araçların eksozemisyon değerlerinin bölgesel hava kalitesi üzerinde ciddi bir darbe yapması ihtimali oldukça düşüktür. Yinede bu ihtimalin oluşup oluşmayacağını değerlendirmek için çalışan makine sayısına ve çalışma saatlerine dikkat edilmelidir. Bu tip etkiler bu bölüm içinde değerlendirilmemiştir.

Alıcılar

İnsan alıcılar, insanların zaman geçirdikleri ve toz darbesinden etkilenebilecek mekanları ifade eder. Rahatsızlık verici etkiler açısından bakıldığında, bu tip mekanların genelde konutlar olacağı, ancak bazı özel durumlarda müzeler, galeriler, araç galerileri, gıda fabrikaları, elektronik fabrikaları olabileceği de düşünülebilir. Bu tip durumlarda, yayılan tozun bu tip yerlerde yapılan uygulamalara etkisi değerlendirilmelidir.

Ekolojik alıcı ise, toz kirlenmesine karşı hassas olan habitat için kullanılır. Bu habitat, sebze bahçeleri yada su içeren ekosistemler ile fauna üzerinden dolaylı olarak etkilenebilecek olan çevreleri kapsayabilir. Kanunlarla tanımlanmış hassas bölgeler için, bölgenin toza karşı hassas olup olmadığı değerlendirmelidir.

Toz Yayılması Riski

Toz yayılması riski aşağıda verilen faktörlerle ilişkilidir.

- Yapılan işler
- İşlerin süresi
- şantiyenin boyutları
- Hava şartları
- Alıcıların sahaya yakınlığı
- Tozu bastırmak için alınan önlemlerin yeterliliği

- Alıcıların toza olan duyarlılığı

İmalat işleri sonucu ortaya çıkabilecek tozun miktarı, çalışılan alanın büyüklüğü, inşaat işinin seviyesi gibi etkenlere bağlıdır. Ayrıca kaplamasız yoldan geçen inşaat araçlarından yayılan tozlarda oldukça önemli olabilirler. Bu durum toprağın silt miktarına, aracın hızı ve ağırlığı ile nem oranına ve araçların geçiş sıklığına bağlıdır.

Rüzgarın yönü ve hızı ile düşen yağmur miktarı da oluşabilecek toz darbesi miktarında etkilidir. Hava koşulları değişken olduğu için, hava koşullarının etkisini özel olarak belirleyebilmek mümkün değildir.

Bölgesel rüzgar hızı ve yönü tozun dağılımını etkiler. Bu dağılım sonucu oluşacak etki alıcıların sahadan olan uzaklığına da bağlıdır. Yapılar, binalar ve ağaçlarda tozun dağılma durumunu etkileyebilirler.

Olumsuz etkiler şantiyeden herhangi bir yöne doğru yayılabilir. Ancak daha çok hakim rüzgarın estiği yöne doğru yayılma eğilimi gösterirler. Hakim rüzgar yönü ise uzun bir periyot boyunca rüzgarın en çok estiği yönü ifade eder.

Toz darbeleri daha çok yağmursuz dönemlerde gerçekleşme eğilimindedir.

Yaz ve kış aylarındaki darbeler genellikle birbirinden farklıdır. Eğer inşaatın sadece bir mevsim boyunca süreceği garanti edilebilirse, değerlendirmeler ilgili mevsimin rüzgar ve yağış şartlarına göre yapılır. Ancak bu tip bir garanti verme durumu pek yaygın değildir.

Yerel şartlarında değerlendirilmesi gerekir. Topografya havadaki toz yoğunluğu üzerinde etkin olabilir. Buna ek olarak, bölgede önceden toz etkisi ortaya çıkaran işler yapılmışsa, bölge halkı toza karşı daha hassas hale gelmiş olabilir.

3.3.5. Değerlendirme Prosedürü

Bu bölümde risk değerlendirmesi için bir çerçeve sağlamaktadır. Her saha birbirinden farklıdır, buna bağlı olarak bütün durumlar bu dokümanda verilemez. Her saha için profesyonel değerlendirme gerekir. Verilen her karar toz değerlendirme raporuna uygun olmalıdır ve her aktivite için toz riski kategorisi seçilmiş olmalıdır. Değerlendirme yapılamayan durumlarda en üst düzeyde önlemler alınmalıdır.

Şantiyelerdeki aktiviteler potansiyel darbeleri açısından 4 gruba ayrılmışlardır.

- Yıkım
- Hafriyat
- İmalat
- İletim

Gerçekleşmesi beklenen her aktivite için toz yayılma potansiyelleri değerlendirilmiştir. Değerlendirme tekniği 3 ayrı toz darbesini dikkate alır.

- Toz kirlenmesinden dolayı rahatsızlık,
- Parçacıklı madde miktarında olan artıştan dolayı sağlık etkileri riski oluşması,
- Ekolojik alıcılara zarar gelmesi.

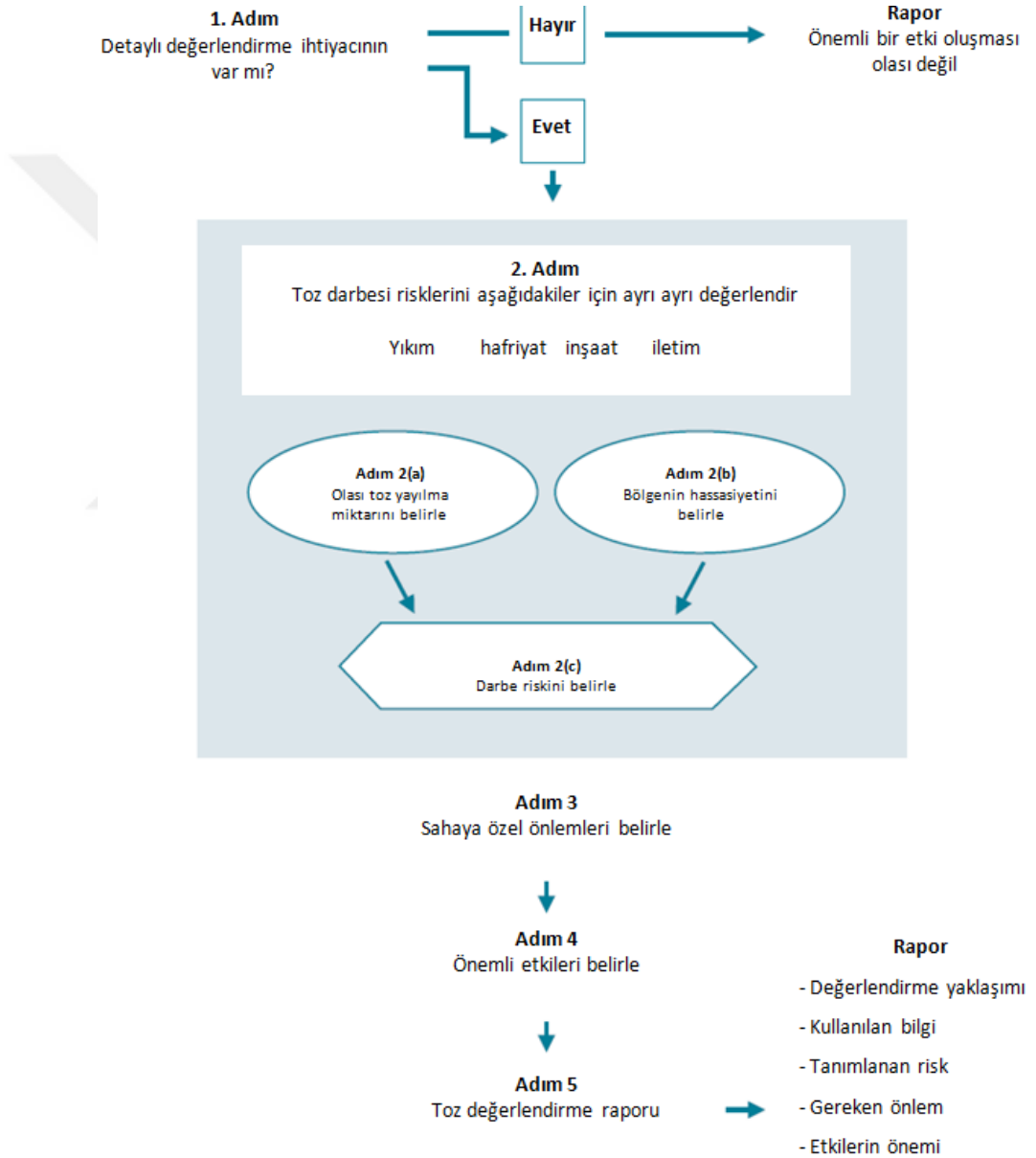
Değerlendirme önemli bir etki oluşmaması için alınması gereken önlemlerin belirlenmesinde kullanılır. Değerlendirme adımları aşağıda ve Şekil 3.14’de özetlenmiştir.

1. Adım.

Daha detaylı bir değerlendirme için ihtiyacı belirlemek. Eğer yapılacak işlerden belirli bir mesafede herhangi bir alıcı yoksa, ileri değerlendirmelere gerek yoktur.

2. Adım.

Toz darbeleri riskinin değerlendirilmesidir. Bu değerlendirme 4 aktivite (yıkım, hafriyat, imalat, iletim) için ayrı ayrı yapılır ve olası toz yayılmasını etkileyen (1) işlerin ölçeği ile doğasını (Adım 2(a)) ve (2) bölgenin hassasiyetini (Adım 2(b)) dikkate alır.



Şekil 3.14. Toz Değerlendirme Raporunun Hazırlanması

Toz darbesi riskini elde etmek için bu faktörler Adım 2(c)'de birleştirilir. Riskler, her bir aktivite için düşük, orta veya yüksek olarak kategorize edilir. Bu tip bir riskin varlığı durumunda, risk seviyesine bağlı olarak sahaya özel önlemler alınır.

3. Adım.

Bu adımda, Adım 2'deki potansiyel aktivitelerin her biri için alınması gereken sahaya özel önlemler belirlenir. Bu işlem Adım 2'deki toz darbesi değerlendirmelerine göre yapılacaktır. Bölgesel yetkililer tarafından alınması gereken önlemler varsa bunlarında değerlendirilmesi gerekir.

4. Adım

Bu adımda etkilerin kalıntıları ve bu kalıntıların uzun süreli olup olmadığı değerlendirilir.

5. Adım

Toz değerlendirme raporunun hazırlanmasıdır.

3.3.6. Adım 1: Detaylı Değerlendirmeye Karar Verilmesi

Kriter

- Eğer saha sınırına 350m'den daha yakın,
- İnşaat araçlarının kullandığı otoyol güzergahı üzerinde 50m'den daha yakın (şantiye girişlerinde 500m'ye kadar) mesafede insan alıcı varsa.

veya

- Eğer saha sınırına 50m'den daha yakın,
- İnşaat araçlarının kullandığı otoyol güzergahı üzerinde 50m'den daha yakın (şantiye girişlerinde 500m'ye kadar) mesafede ekolojik alıcı varsa, değerlendirme

raporu hazırlanır. Bu adım, emniyetli tarafta kalmak için özellikler seçilmiştir. Daha detaylı bir değerlendirmeye gerek olmadığı anlaşılırsa, risk seviyesi ihmal edilebilir olarak kabul edilebilir.

3.3.7. Adım 2: Toz Darbesi Etkilerinin Değerlendirilmesi

Giriş

Rahatsızlık, sağlık yada ekolojik riskler doğurabilecek seviyede toz oluşması riski olan çalışmalarda ki risk seviyesi ihmal edilebilir, az, orta ve çoktan oluşan 4 kategori kullanılarak belirlenmelidir. Bir şantiye aşağıdaki iki faktör dikkate alınarak ilgili risk kategorisine yerleştirilebilir.

- Yapılan işlerin ölçeği ve doğası (olası toz yayılma miktarını belirler: az, orta, çok) (Adım 2(a)).
- Alanın toz darbesine karşı duyarlılığı (Adım 2(b)).

Bu iki faktör Adım 2(c) ile birleştirilerek hiçbir azaltıcı önlem alınmadığında oluşacak toz darbesi riski belirlenir. Her bir iş çeşidi için oluşabilecek risk seviyeleri farklı olabilir. Bir şantiyede aynı anda bu aktivitelerden birden fazlası gerçekleştirilebilir.

Uygun olursa, saha toz riski değerlendirmesi için bölgelere ayrılabilir. Bu sayede her bölge için farklı seviyede önlem alınması durumu oluşabilir. Ancak aktivitelerin birbirinden kolayca ayrılamayacağı karışık şantiyelerde, en yüksek risk kategorisi için alınması gereken önlem uygulanmalıdır.

Aşağıda verilen risk değerlendirmesi prosedürü profesyonel karar verme gerektirmektedir. Bu sebeple, bu işle ilgili sorumluluk alacak kişiler işle ilgili yetkinliğini ve tecrübesini kanıtlayabilmelidirler.

Her şantiye bir çok açıdan diğerinden farklı koşullara sahiptir. Bu yüzden yetkin kişiler tarafından değerlendirme yapılarak profesyonel karar verilmelidir. Risk kategorileri arasında şüpheye düşüldüğü zaman daha yüksek olan kategoriye göre önlem alınmalıdır.

Adım 2(a)- Olası toz yayılımı büyüklüğünün belirlenmesi

Toz yayılması büyüklüğü yapılacak olan işlerin ölçeğine göre, küçük orta yada büyük olarak belirlenmelidir. Aşağıda bu olası büyüklüklerin nasıl belirleneceğine dair örnekler verilmiştir. Her bir durum için bütün kriterlerin sağlanması gerekmez ve eğer değerlendirme sonucunda karar verilirse başka kriterler uygulanabilir.

Yıkım

- **Büyük**

- Toplam bina hacmi 50000 m³'ten büyükse.
- Beton gibi toz çıkaracak malzeme varsa.
- Yıkım işleri yerden 20 m ve daha yüksekte yapılıyorsa.

- **Orta**

- Toplam bina hacmi 20000 m³ -50000 m³ arasındaysa
- Beton gibi toz çıkaracak malzeme varsa.
- Yıkım işleri yerden 10 m – 20 m arasındaki yükseklikte yapılıyorsa

- **Küçük**

- Toplam bina hacmi 20000 m³'ten küçükse
- Metal yada ahşap gibi daha az toz çıkaracak malzeme varsa.
- Yıkım işleri yerden 10 m ve daha alçakta yapılıyorsa.

Hafriyat

- **Büyük**

- Toplam şantiye alanı 10000m^2 'den büyükse.
- Kil gibi tozlu toprak varsa.
- 10'dan fazla hafriyat aracı aynı anda aktifse.
- Toprak yığınlarının yüksekliği 8 m'den büyükse
- Taşınacak toplam malzeme 100000 tondan fazlaysa

- **Orta**

- Toplam şantiye alanı 2500 m^2 10000m^2 arasındaysa
- Silt gibi orta tozlu toprak varsa.
- 5-10 arası hafriyat aracı aynı anda aktifse.
- Toprak yığınlarının yüksekliği 4m – 8m arasındaysa
- Taşınacak toplam malzeme 20000 ton - 100000 ton arasındaysa

- **Küçük**

- Toplam şantiye alanı 2500m^2 'den küçükse.
- Kum gibi iri taneli toprak varsa.
- 5' den az hafriyat aracı aynı anda aktifse.
- Toprak yığınlarının yüksekliği 4m'den küçükse
- Taşınacak toplam malzeme 20000 tondan fazlaysa
- Daha ıslak aylarda hafriyat işleri yapılıyorsa

İmalat

- **Büyük**

- Toplam bina hacmi 100000 m^3 'ten büyükse.
- Sahada beton dökülüyorsa.
- Kumlama yapılıyorsa.

- **Orta**

- Toplam bina hacmi 25000 m³ -100000 m³ arasındaysa
- Beton gibi toz çıkaracak malzeme varsa.
- Sahada beton dökülüyorsa.

- **Küçük**

- Toplam bina hacmi 25000 m³'ten küçükse
- Metal yada ahşap gibi daha az toz çıkaracak malzeme varsa.

İletim

- **Büyük**

- Günde 50'den fazla ağır iş makinesi şantiyeden çıkış yapıyorsa.
- Yüksek killi içerik gibi potansiyel olarak tozlu yüzey malzemesi varsa.
- Kaplamasız yol uzunluğu 100m'den büyükse.

- **Orta**

- Günde 10-50 arasında ağır iş makinesi şantiyeden çıkış yapıyorsa.
- Yüksek killi içerik gibi orta tozlu yüzey malzemesi varsa.
- Kaplamasız yol uzunluğu 50m – 100m arasındaysa.

- **Küçük**

- Günde 10 dan az ağır iş makinesi şantiyeden çıkış yapıyorsa.
- Düşük tozlu yüzey malzemesi varsa.
- Kaplamasız yol uzunluğu 50m 'den az ise.

Aktivitelerden yayılan toz büyüklüklerini Çizelge 3.6'da verilen şekilde tanımlamak faydalı olabilir.

Çizelge 3.6. Bir Şantiyenin Toz Yayılma Büyüklüğünün Nasıl Sunulacağına Dair Örnek

Aktivite	Toz Yayılma Büyüklüğü
Yıkım	Büyük
Hafriyat	Büyük
İmalat	Orta
İletim	Küçük

Adım 2(b)- Alanın hassasiyetinin belirlenmesi

Alanın hasiyeti belirlenirken aşağıdaki faktörler dikkate alınır.

- Bölgedeki alıcıların özel hassasiyetleri
- Bu alıcıların yakınlığı ve sayısı
- Parçacıklı madde olması durumunda, bölgesel konsantrasyon
- Sahaya özel şartlar: Hava koşulları, ağaçlar vb.

Sahadan farklı uzaklıklardaki alıcıların tipleri dikkate alınmalıdır. İnsan alıcılara özellikle dikkat edilmelidir. Her uzaklık bandındaki alıcı sayısını yaklaşık olarak belirlemek yeterlidir. Konut olarak kullanılmayan insan alıcıları sayıma dâhil edip etmemek kararı verecek olan profesyonele kalmıştır. Mesela okullar alıcı kategorisinde 100'den büyük olarak değerlendirilebilir.

İletime maruz kalacak alıcıları da hesaba dahil etmek için kamyonların kullanabileceği rotaları da hesaba katmak gerekir.

Birçok çabaya rağmen, olası farklı etkileri (mülk üzerindeki etkiler, insan sağlığı üzerine etkiler ve ekolojik alıcılar) içine alacak şekilde alıcıları kategorize eden bir yaklaşım elde edilememiştir. Her durumda, verilen örnekler dışındaki durumlar için oluşabilecek koşullar dikkate alınmalıdır.

İnsanların toprak kirlenmesinin etkilerine karşı hassasiyetleri

- **Yüksek hassasiyetli alıcılar**

- Yüksek konfordan hoşlananlar.
- Mülklerinin güzelliği veya değeri toprak kirlenmesi sebebiyle azalacak olanlar
- Mülklerinde sürekli veya düzenli olarak ikamet edenler.
- Konutlar, müzeler, uzun veya orta vadeli otoparklar ve araç galerileri bunlara örnektir.

- **Orta hassasiyetli alıcılar**

- Yüksek seviyede konfordan hoşlananlar ancak evlerindeki kadar yüksek konfor beklemeyenler.
- Mülklerinin güzelliği veya değeri toprak kirlenmesi sebebiyle azalacak olanlar.
- Sürekli veya düzenli olarak orada ikamet etmeyenler.
- Park yerleri ve iş yerleri bunlara örnektir.

- **Düşük hassasiyetli alıcılar**

- Konfor beklentisi olmayanlar
- Mülklerinin güzelliği veya değeri toprak kirlenmesi sebebiyle etkilenmeyecek olanlar.
- Sadece geçiş veya kısıtlı bir süre için orada bulunanlar
- Oyun alanları, tarlalar, patikalar, kısa süreli otoparklar ve yollar bunlara örnektir.

İnsanların sağlık üzerindeki etkilere karşı hassasiyetleri

- **Yüksek hassasiyetli alıcılar**

- İnsanların parçacıklı malzemeye belli bir süre maruz kalacağı bölgeler.
- Konutlar, hastaneler, okullar ve bakım evleri bunlara örnektir.

- **Orta hassasiyetli alıcılar**

- Parçacıklı malzemeye belli bir süre maruz kalacak kişilerin işçiler olduğu bölgeler.
- Ofis ve dükkan çalışanları bunlara örnektir.

- **Düşük hassasiyetli alıcılar**

- İnsanların geçici olarak parçacıklı malzemeye maruz kalacağı bölgeler.
- Oyun alanları, tarlalar, patikalar, alışveriş caddeleri bunlara örnektir.

Alıcıların ekolojik etkilere karşı hassasiyetleri

Toz darbelerinin hassas habitatlar ve bitkiler üzerindeki etkisini değerlendirmeye ihtiyaç olup olmadığını belirlemek için bir ekolojistten tavsiye alınmalıdır.

- **Yüksek hassasiyetli alıcılar**

- Uluslararası yada ulusal özelliklere sahip olan bölgeler.
- Özellikle toza hassas olan türlerin yaşadığı bölgeler
- Özel koruma alanları bunlara örnektir

- **Orta hassasiyetli alıcılar**

- Toza olan duyarlılığı bilinmeyen veya net olmayan önemli bitki türlerinin yaşadığı bölgeler
- Toz birikmesi nedeniyle etkilenebilecek olan ve ulusal özelliklere sahip olan bölgeler
- Toza duyarlı olan özel bilimsel ilgi sahaları

- **Düşük hassasiyetli alıcılar**

- Toz birikmesi nedeniyle etkilenebilecek olan ve yerel özelliklere sahip olan bölgeler
- Toza duyarlı yerel doğal rezervler

Bölgenin hassasiyetini belirlerken dikkate alınacak diğer faktörler

- Önceden bölgede yapılmış ve toz biriktiren işlerin varlığı
- Yakın bölgelerde eş zamanlı gerçekleştirilen toz biriktiren işler
- Kaynak ve alıcılar arasında önceden yapılmış izlemeler
- Meteorolojik veriler
- Topografik veriler
- Olası darbenin süresi
- Bu dokümanda tanımlanmayan özel alıcı özellikleri

Çizelgeler 3.7, 3.8 ve 3.9 sırasıyla bölgenin toz kirliliği, insan sağlığı ve ekosistem darbelerine karşı hassasiyetinin nasıl belirlenebileceğini göstermektedir. Bu tablolar, bölgenin hassasiyetini etkileyebilecek bazı faktörleri dikkate almaktadır. Bu tablolar kullanılırken akılda tutulması gereken önemli bir nokta, mesafeler toz kaynağına olan uzaklık olarak verilmiştir. Farklı bir bölge sahadaki çalışmalardan değilde iletim işlerinden etkilenebilir. Her tablodan elde edilen en büyük hassasiyet seviyesi kayıt edilmelidir. En yüksek hassasiyet seviyesi belirlendikten sonra her tablonun tamamı üzerinde çalışmak gerekli değildir.

Bu tablodaki kategorilerin yanında profesyonel karar verme yeteneği kullanılarak alternatif hassasiyet kategorileri oluşturulabilir. Verilen karar ne olursa olsun, tamamen belgelendirilmelidir. Çizelge 3.10'da bir bölgenin hassasiyetinin nasıl belirlenebileceğine dair bir örnek sunulmuştur.

Çizelge 3.7. Bölgenin İnsanlar Ve Mülkler Üzerindeki Toz Kirlenmesine Olan Hassasiyeti

Alıcı Hassasiyeti	Alıcı Sayısı	Kaynağa olan uzaklık (m)			
		<20	<50	<100	<350
Yüksek	>100	Yüksek	Yüksek	Orta	<350
	10-100	Yüksek	Orta	Düşük	Düşük
	1-10	Orta	Düşük	Düşük	Düşük
Orta	>1	Orta	Düşük	Düşük	Düşük
Düşük	>1	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük

*

- * Alanın hassasiyeti 4 aktivitenin her biri için belirlenmelidir.
- * Belirlenen mesafe içindeki alıcı sayısı tahmin edilir. Sadece tablodan elde edilen en yüksek bölge hassasiyeti seviyesi değerlendirilmelidir. Örneğin, kaynağa 20 m'den az mesafede 7 hassasiyet alıcısı varsa ve 20 m-50 m arasında 95 hassasiyet alıcısı varsa, toplam alıcı sayısı 102'dir ve mesafe 50 m'den küçüktür. Alanın bu durumdaki hassasiyeti yüksek olacaktır.
- * İletim için, mesafeler kamyonlar tarafından kullanılacak yolların kenarından ölçülmelidir. Sahaya özel önlemler olmadan, iletim geniş şantiyeler için yollardan, şantiye çıkışından ölçülerek, 500m' ye, orta büyüklükte şantiyeler için 200m'ye ve küçük şantiyeler için 50m'ye kadar yapılabilir.
- * Belirlenen mesafe içindeki alıcı sayısı tahmin edilir. Sadece tablodan elde edilen en yüksek bölge hassasiyeti seviyesi değerlendirilmelidir. Örneğin, kaynağa 20m'den az mesafede 7 hassasiyet alıcısı varsa ve 20m-50m arasında 95 hassasiyet alıcısı varsa, toplam alıcı sayısı 102'dir ve mesafe 50m'den küçüktür. Eğer yıllık ortalama partikül ölçümü (Particulate Measurement, PM) ortalama yoğunluğu $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olursa, bölgenin hassasiyeti yüksek olacaktır.
- * Yıllık Ortalama PM Yoğunluğu yerel kaynaklarında dikkate alarak ulusal haritalardan alınabilir. Değerler İngiltere'de yıllık ortalama yoğunluk olan $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 24 saatte aşılabileceği kabulüne göre verilmiştir.
- * İletim için, mesafeler kamyonlar tarafından kullanılacak yolların kenarından ölçülmelidir. Sahaya özel önlemler olmadan, iletim geniş şantiyeler için yollardan, şantiye çıkışından ölçülerek, 500m' ye, orta büyüklükte şantiyeler için 200m'ye ve küçük şantiyeler için 50m'ye kadar yapılabilir.

Çizelge 3.8. Bölgenin İnsan Sağlığı Üzerine Darbelere Hassasiyeti

Alıcı Hassasiyeti	Yıllık Ortalama PM Yoğunluğu	Alıcı Sayısı	Kaynağa olan uzaklık (m)				
			<20	<50	<100	<200	<350
Yüksek	>32 µg/m ³	>100	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Orta	Düşük
		10-100	Yüksek	Yüksek	Orta	Düşük	Düşük
		1-10	Yüksek	Orta	Düşük	Düşük	Düşük
	28-32 µg/m ³	>100	Yüksek	Yüksek	Orta	Düşük	Düşük
		10-100	Yüksek	Orta	Düşük	Düşük	Düşük
		1-10	Yüksek	Orta	Düşük	Düşük	Düşük
	24-28 µg/m ³	>100	Yüksek	Orta	Düşük	Düşük	Düşük
		10-100	Yüksek	Orta	Düşük	Düşük	Düşük
		1-10	Orta	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
	<24 µg/m ³	>100	Orta	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
		10-100	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
		1-10	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
Orta	-	>100	Yüksek	Orta	Düşük	Düşük	Düşük
	-	10-100	Orta	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
Düşük	-	1-10	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük

- * Alanın hassasiyeti 4 aktivitenin her biri için belirlenmelidir.
- * Sadece tablodan elde edilen en yüksek bölge hassasiyeti seviyesi değerlendirilmelidir.
- * İletim için, mesafeler kamyonlar tarafından kullanılacak yolların kenarından ölçülmelidir. Sahaya özel önlemler olmadan, iletim geniş şantiyeler için yollardan, şantiye çıkışından ölçülerek, 500 m'ye, orta büyüklükte şantiyeler için 200m'ye ve küçük şantiyeler için 50m'ye kadar yapılabilir.

Çizelge 3.9. Bölgenin Ekolojik Darbelere Karşı Hassasiyeti

Alıcı Hassasiyeti	Kaynaktan Uzaklık (m)	
	<20	<50
Yüksek	Yüksek	Orta
Orta	Orta	Düşük
Düşük	Düşük	Düşük

- * Alanın hassasiyeti 4 aktivitenin her biri için belirlenmelidir.

Çizelge 3.10. Bölge Hasiyetini Belirleyen Çıktıların Örneği

Olası Darbe	Alanın Hassasiyeti			
	Yıkım	Hafriyat	İmalat	İletim
Toprak kirlenmesi	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Orta
İnsan sağlığı	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Düşük
Ekolojik	Orta	Orta	Düşük	Düşük

Adım 2(c)- Darbe riskinin tanımlanması

Adım 2(a)'da belirlenen toz yayılım büyüklüğü, Adım 2(b)'de belirlenen bölgenin hassasiyeti ile birleştirilerek, hiçbir önlem alınmadığı durumda oluşacak darbe riski belirlenmelidir. Çizelgeler 3.11, 3.12, 3.13, 3.14 ve 3.15'de verilen matrisler her aktivite için riskin değerlendirilmesine yönelik bir teknik sağlar. İhmal edilebilir seviyede görülen riskler için, mevzuatla belirtilenler hariç, bir önlem alınmasına gerek yoktur.

Çizelge 3.11. Toz Darbesi Etkileri- Yıkım

Bölgenin Hassasiyeti	Toz Yayılım Büyüklüğü		
	Geniş	Orta	Küçük
Yüksek	Yüksek Risk	Orta Risk	Orta Risk
Orta	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk
Düşük	Orta Risk	Düşük Risk	İhmal edilebilir

Çizelge 3.12. Toz Darbesi Etkileri- Hafriyat

Bölgenin Hassasiyeti	Toz Yayılım Büyüklüğü		
	Geniş	Orta	Küçük
Yüksek	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk
Orta	Orta Risk	Orta Risk	Düşük Risk
Düşük	Düşük Risk	Düşük Risk	İhmal edilebilir

Çizelge 3.13. Toz Darbesi Etkileri- İmalat

Bölgenin Hassasiyeti	Toz Yayılım Büyüklüğü		
	Geniş	Orta	Küçük
Yüksek	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk
Orta	Orta Risk	Orta Risk	Düşük Risk
Düşük	Düşük Risk	Düşük Risk	İhmal edilebilir

Çizelge 3.14. Toz Darbesi Etkileri- İletim

Bölgenin Hassasiyeti	Toz Yayılım Büyüklüğü		
	Geniş	Orta	Küçük
Yüksek	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk
Orta	Orta Risk	Düşük Risk	İhmal edilebilir
Düşük	Düşük Risk	Düşük Risk	İhmal edilebilir

Çizelge 3.15. Sahaya Özel Önlemleri Belirlemek İçin Gereken Özet Bir Toz Riski Tablosu

Olası Darbe	Risk			
	Yıkım	Hafriyat	İmalat	İletim
Toprak kirlenmesi	Yüksek Risk	Yüksek Risk	Düşük Risk	Orta Risk
İnsan sağlığı	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	Orta Risk
Ekolojik	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

3.3.8. Adım 3: Sahaya Özel Önlem

Giriş

Adım 2(c) ile belirlenen toz riski kategorileri sahaya özel uygun önlemlerin belirlenmesi için kullanılmalıdır. Riskin ihmal edilebilir olduğu durumlarda, yasal mevzuat gereği yapılması gerekenden başka bir önlem alınmasına gerek yoktur. İşe başlanmadan önce profesyonel karar verilerek alınması planlanan önlemler toz yönetim planı ile belgelenmeli ve bölgesel yetkililerin onayına sunulmalıdır. Şekil 3.15’de verilen yaklaşım önerilmektedir.

Toz ve Hava Yayılması Azaltma Önlemleri

Azaltma önlemleri, bütün sahaya uygulanabilir olanlar ve özel olarak yıkım, hafriyat, imalat ve iletme özgü olanlar olarak bölünmüştür. Aşağıdaki çizelgeler (Çizelge 3.16- 3.21)adım 2(c) ile gerekliliği belirlenen azaltma önlemlerini detaylandırır.

Z: Zorunlu

T: Tavsiye edilen

D: Zorunlu Değil

Sorumluluk	İşlem
1. Geliştirici	İmalat darbe değerlendirmesi raporu hazırlar ve uygulama planının bir parçası olarak sunar
2. Yerel yetkili	İş başlamadan önce toz yönetim planı üzerinde bölgesel planlayıcı ile anlaşılması istenir.
3. Geliştirici	İhale sürecinde, ihale davetinde imalat darbe değerlendirmesinde, önlemleri detaylı olarak sunar
4.Müteahhit	İş başlamadan önce, bir uygulama yöntemi ve sahaya özgü bir toz yönetim planı hazırlayarak yerel yetkililer ile anlaşır.
5.Yerel yetkili	Toz yönetim planı üzerinde geliştirici/müteahhit ile anlaşır.
6.Geliştirici	Toz yönetim planını uygunluğu denetler.
7.Yerel yetkili	Toz yönetim planına uygunluğu takip eder.

Şekil 3.15. Yıkım ve İmalat şantiyelerin toz önlemleri için sorumluluklar

Çizelge 3.16. Bütün Şantiyeler İçin Azaltma: İletişim

Azaltma Önlemi	Düşük risk	Orta Risk	Yüksek Risk
İletişim planı hazırla ve uygula	D	Z	Z
Hava kalitesi ve tozla ilgili personelin isim ve iletişim bilgilerini şantiye sınırına yerleştir.	Z	Z	Z
Ana veya bölge ofisi iletişim bilgilerini göster	Z	Z	Z

Çizelge 3.17. Bütün Şantiyeler İçin Azaltma: Toz Yönetimi

Azaltma Önlemi	Düşük risk	Orta Risk	Yüksek Risk
Toz yönetim planı hazırla ve uygula. Detay seviyesi riske bağlı olmakla birlikte, en az kesin istenen önlemleri içermeli	T	Z	Z
Saha Yönetimi			
Hava kalitesi ve tozla ilgili bütün şikâyetleri kayıt altına al. Yayılımı azaltmak için gereken önlemleri al.	Z	Z	Z
İstendiği zaman yerel yetkililere sunmak üzere şikâyet kayıtlarını hazır et.	Z	Z	Z
Toz yayılmasına sebep olan kazaları kaydet	Z	Z	Z
Şantiye sınırına 500m mesafe içinde bulunan diğer şantiyelerle toplantılar düzenle.	D	D	D
İzleme			
Günlük denetim yap, istenildiğinde vermek üzere kayıt tut.	T	T	Z
Toz yönetim planına uygunluğu denetlemek için düzenli denetimler yap, istenildiğinde vermek üzere kayıt tut.	Z	Z	Z
Toz oluşma ihtimali yüksek işler yürütülürken denetim sıklığını artır.	Z	Z	Z
Yerel yetkililer ile toz birikimi, toz akısı ve gerçek zamanlı PM yoğunluğu izleme yerleri konusunda anlaşma sağla.	D	Z	Z
Şantiyeyi hazırlamak ve bakımını yapmak			
Toz çıkaran makineler alıcılardan olabildiğince uzağa konumlandır.	Z	Z	Z
En az sahadaki stoklar yüksekliğinde bariyerleri toz çıkaran aktiviteler etrafına kur.	Z	Z	Z
Toz çıkarma ihtimali yüksek olan bölgeyi tamamen çevrele	T	Z	Z
Şantiyeden su veya çamur sızmasını engelle	Z	Z	Z
Çitleri ve bariyerleri ıslak yöntemle temiz tut	Z	Z	Z
Toz çıkarma ihtimali olan malzemeleri olabildiğince çabuk şekilde sahadan uzaklaştır.	T	Z	Z
Rüzgârın dağıtmasını önlemek için, malzemelerin üzerini ört	T	Z	Z
Makinelerin kullanımı			
Yolları kullanan bütün makinelerin standartlara uygun olmasını sağla	Z	Z	Z
Çalışmayan makinelerin hepsinin motorlarının kapalı olmasını sağla	Z	Z	Z
Dizel yada petrol tabanlı jeneratör kullanımını engelle	Z	Z	Z
Kaplamalı yollarda en fazla 25 km/s, kaplamasız yollarda 15 km/s hız limiti uygula	T	T	Z
İmalat lojistik planı hazırla ve yönet	D	Z	Z
Sürdürülebilir bir rota sağlamak için rota planı hazırla	D	T	Z
Eylemler			
Kesme ve delme ekipmanı gibi aletleri toz önleyici önlemlerle kullan	Z	Z	Z
Sahaya yeterli miktarda su kaynağı sağla	Z	Z	Z
Kapalı konveyörler kullan	Z	Z	Z
Düşü yüksekliklerini en aza indir	Z	Z	Z
Temizlik için gereken ekipmanı hazır bulundur	T	Z	Z
Atık yönetimi			
Atık malzemenin yanmasını engelle	Z	Z	Z

Çizelge 3.18. Yıkıma Özel Önlemler

Azaltma Önlemi	Düşük risk	Orta Risk	Yüksek Risk
Yıkımdan önce, uygun malzemeleri bina içinde sök	T	T	Z
Yıkım işleri sırasında etkili şekilde su kullan.	Z	Z	Z
Patlayıcı kullanımını engelle	Z	Z	Z
Biyolojik molozları yıkımdan önce uzaklaştır	Z	Z	Z

Çizelge 3.19. Hafriyata Özel Önlemler

Azaltma Önlemi	Düşük risk	Orta Risk	Yüksek Risk
Yüzeyleri en kısa sürede stabilize etmek için yeşillendir	D	T	Z
Yeşillendirme yaparak stabilize mümkün değilse örü kullan	D	T	Z
Küçük bölgelerde sadece örtüyü kaldır, hepsini bir seferde değil.	D	T	Z

Çizelge 3.20. İmalata Özel Önlemler

Azaltma Önlemi	Düşük risk	Orta Risk	Yüksek Risk
Beton yüzeylerin pürüzlenmesini engelle	T	T	Z
Kum ve diğer agregaların kurumadığına emin ol	T	Z	Z
Kaba çimento ve diğer ince tozların kapalı haznelerde ve silolarda taşındığına emin ol	D	T	Z
İnce tozların torbalarının kullanıldıktan sonra kapatılmasını sağla	D	T	T

Çizelge 3.21. Taşımaya Özel Önlemler

Azaltma Önlemi	Düşük risk	Orta Risk	Yüksek Risk
Yerel yollarda su destekli temizleyiciler kullan	T	Z	Z
Geniş alanların kuru olarak süpürülmesini engelle	T	Z	Z
Sahaya giren ve çıkan araçların örtülmesini sağla	T	Z	Z
Saha üzerinde boşaltma rotaları belirle	D	Z	Z
Boşaltma rotaları için yapılan incelemenin kayıtlarını tut	T	Z	Z
Sürekli su serpilten sert zeminli servis yolları kur	D	Z	Z
Tekerlek yıkama sistemi kur	T	Z	Z
Tekerlek yıkama sistemi ile şantiye çıkışı arasında sert zeminli bir yol olmasını sağla	D	Z	Z
Kapıların alıcılardan en az 10m uzakta olmasını sağla	D	Z	Z

3.3.9. Adım 4: Önemli Etkileri Belirle

Giriş

Geleneksel yaklaşımın aksine, imalat çalışmasının gerekli önlemler alındıktan sonraki etkisine önem verilmesini zorunlu kılar. Çok iyi hazırlanmış bir toz yönetim planı olsa bile, toz yayılmasına karşı alınan önlemlerin her zaman etkili olacağı garanti edilemez. Bu bile “gerekli önlemler alındığında etkiler fazla olmaz” sonucunu yalanlamaya yetmez.

Önemli etkilerin olma ihtimalinin belirlenmesi

Adım 2(c)’de toz darbelerinin riski ve Adım 3’te uygun önlemler belirlendikten sonra, son adım, planlanan bir gelişimin imalat aşamasında önemli etkilerin doğup doğmayacağını belirlemektir.

Neredeyse bütün imalat aktiviteleri için, amaç etkili önlemler alarak alıcılar üzerinde önemli etkiler oluşmasının engellemektir. Tecrübeler bunun mümkün olduğunu göstermektedir.

Su ile tozun baskılanması için yeterli miktarda suya erişilemeyen durumlar olabilir. Bu sebeple, alınan bütün önlemlere rağmen önemli etkiler oluşabilir. Bunun için, sahanın özel durumunu dikkate almak ve sonuçta önemli etkiler oluşmasını engellemek çok önemlidir.

3.3.10. Adım 5: Toz Değerlendirme Raporu

Raporun detaylı içeriği onu yazan kişi tarafından belirlenir. Ancak, raporun içinde yeterli miktarda açıklama olması onu okuyan üçüncü kişilerin, yayılım miktarının ve bölgenin hassasiyetinin ve riskin nasıl belirlendiğini anlamaları için gereklidir.

Raporda, sıfır önemli etki olmasının nasıl sağlandığını gösteren bir bölüm bulunmalıdır. Bu bölüm sahaya özel olmalı ve seçimlerin neye dayanarak yapıldığını göstermelidir.

Ek olarak, rapor yeterli önlemlerin nasıl alındığını gösteren bir mekanizmayı da içermelidir.

3.3.11. Profesyonel Karar

Bu doküman boyunca, profesyonel karar verilmesine ilişkin atıflar yapılmıştır. Bu durum, konu içine giren projelerin çeşitliliği yüzünden mecburi olarak doğmuştur. Aynı zamanda, henüz sınıflandırılmamış bir çok faktör toz oluşumuna neden olabilir. Bu belde, değerlendirmelerin tutarlı olmasını ve olası darbelerin tamamının dikkate alınmış olmasını sağlamaktadır.

Bu darbeler genellikle operasyonel hava kalitesi darbelerine kıyasla önemsiz olarak görülmektedir. Ancak, bu işlemlerin sadece tecrübeli uygulayıcılar tarafından yapılması gerektiğini düşünmektedir. Profesyonel karar veren kişiler, konuyla ilgili tecrübelerini belgelemek zorundadır.

3.4. Ülkemizdeki Gürültü, Titreşim ve Toz ileİlgili Mevzuatlar

Yapılan inceleme sonrasında ülkemizde yeni yapılan düzenlemeler ile Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 04/06/2010 tarihinde çıkarılan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği kapsamında inşaat şantiye sahalarından kaynaklanan ses ile ilgili bazı kurallar olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3.22. Şantiye Alanı İçin Çevresel Gürültü Sınır Değerleri

Faaliyet Türü (yapım, yıkım ve onarım)	L _{gündüz} (dBA)
Bina	70
Yol	75
Diğer kaynaklar	70

Yukarıda sunulan kaynak haricinde ülkemizde ses ölçümü ve sınır değerleri ile ilgili kriterlerin tanımlandığı başka bir kaynağa rastlanmamıştır. Yukarıda verilen çevresel gürültü sınırları genel olarak inşaat şantiyeleri için tanımlanmış ve kurallar genel olarak şantiye sahaları için verilmiştir.

Çizelge 3.23. Maden Ve Taş Ocakları İle Benzeri Alanlarda Patlama Nedeniyle Oluşacak Titreşimlerin En Yakın Çok Hassas Ve Hassas Kullanım Alanının Dışında Yaratacağı Zemin Titreşimlerinin İzin Verilen En Yüksek Değerleri

Titreşim Frekansı (Hz)	İzin Verilen En Yüksek Titreşim Hızı (Tepe Değeri-mm/s)
1	5
4-10	19
30-100	50

(1 Hz- 4 Hz arasında 5 mm/s'den 19 mm/s'ye; 10 Hz- 30 Hz arasında 19 mm/s'den 50 mm/s'ye, logaritmik çizilen grafikte doğrusal olarak yükselmektedir)

Çizelge 3.24. İnşaatlarda Kazık Çıkma Ve Benzeri Titreşim Yaratın Operasyonların Ve İnşaat Makinelerinin En Yakın Çok Hassas Ve Hassas Kullanım Alanının Dışında Yaratacağı Zemin Titreşimlerinin İzin Verilen En Yüksek Değerleri (1 Hz – 80 Hz arasındaki frekans bantlarında)

	İzin Verilen En Yüksek Titreşim Hızı (Tepe Değeri-mm/s)	
	Sürekli Titreşim	Kesikli Titreşim
Yerleşim Bölgelerinde	5	10
Sanayi ve Ticari Bölgelerde	15	30

Çizelge 3.25. Binalarda, Bina İçindeki Makine Ve Teçhizatın Yaratacağı Titreşimlerin Sınır Değerleri

	Titreşim Frekansı (Hz)	İzin Verilen En Yüksek Titreşim Hızı (rms değeri-mm/s)
Konutlarda	1*	1.5
	8-100	0.3
Ofislerde	1**	3.5
	8-100	0.6

* 1Hz-8 Hz arasında, 1.5 mm/s'den 0.3 mm/s'ye logaritmik çizilen grafikte doğrusal olarak azalmaktadır.
 ** 1Hz-8 Hz arasında 3.5 mm/s'den 0.6 mm/s'ye logaritmik çizilen grafikte doğrusal olarak azalmaktadır.

Aslında yıkım kapsamında yapı dışında ya da el ile yıkım yönteminde yapı içerisinde kullanılan araçlar çok farklı ekipmanlar olup, her aracın yarattığı titreşim de birbirinden oldukça farklıdır. Özellikle makineli yıkım tekniği kapsamında kullanılan makinelerin yarattığı çevresel titreşimin yakında yer alan komşu yapılar üzerinde bir etkisi olabileceği düşünülmektedir.

Yıkım projelerinde çevre üzerinde etkili olan son etken ise yıkım sırasında ortaya çıkan toz veya kullanılan araçların yarattığı hava kirleticileri olarak ifade edilmiştir. Ülkemizde inşaat şantiyeleri ve özellikle yıkım çalışmalarına yönelik olarak toz sınırlamalarını veren ve kuralları tanımlayan herhangi bir yönetmelik bulunmamaktadır. Sadece yapılan incelemelerde toz ile ilgili olarak Çalışma ve

Sosyal Güvenlik Bakanlığının 6331 sayılı 5 Kasım 2013 tarihinde yayımlanan Tozla Mücadele Yönetmeliğine rastlanmıştır. Ancak bu yönetmelik kapsamında inşaat şantiyeleri veya özellikle yıkım şantiyeleri ile ilgili bir bilgi ya da sınırlama olmadığı görülmüştür.

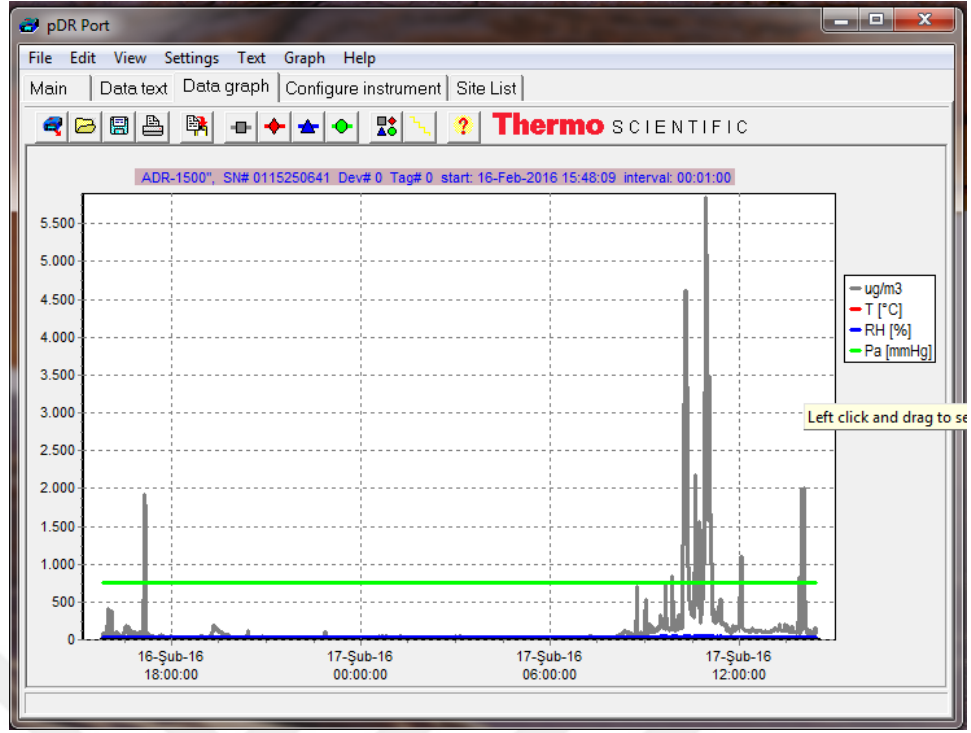


4. MÜHENDİSLİK ÖLÇÜMLERİ SAHA UYGULAMALARI

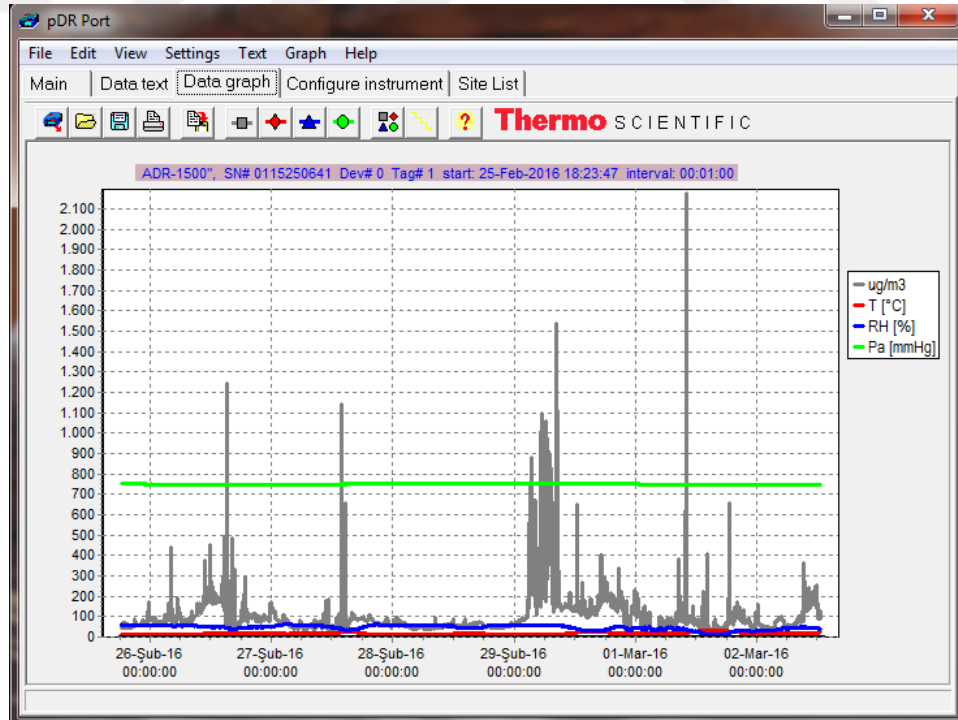
4.1. Manolya Blok Yıkım Çalışması Esnasında Alınan Ölçümler

Manolya blok yıkım çalışması sırasında yukarıda detaylı olarak tanımlanan üç farklı çevresel etkinin ölçülmesi ile ilgili çalışmalar yürütülmüştür. Bu bölümde Manolya blok yıkım çalışması sırasında alınan mühendislik ölçümleri ve elde edilen sonuçlar hakkında yorumlar sunulacaktır. Manolya bloğun yıkım çalışmasının gerçekleştirildiği yıkım şantiyesine toz ölçümlerinin alınması için yukarıdaki bölümde tanıtılan ADR 1500 marka toz ölçüm aracı yerleştirilmiştir. Söz konusu araç 7/24 ölçüm alabilen ve içerisinde yer alan hafıza ünitesine verileri kaydedebilen bir ekipmandır. Bu araç ortamdaki havadaki toz miktarı ölçümüne ek olarak bu ölçüm üzerinde etkili olan hava sıcaklığı, hava nem oranı ve hava basınç değeri gibi bilgileri de ölçebilen sensörlere sahip olup, bu verileride istenilen sıklıkta ölçerek hafızasına kaydetmektedir. Daha sonra bu veriler araç için özel olarak geliştirilmiş bir yazılım kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılmakta ve değerlendirilebilmektedir.

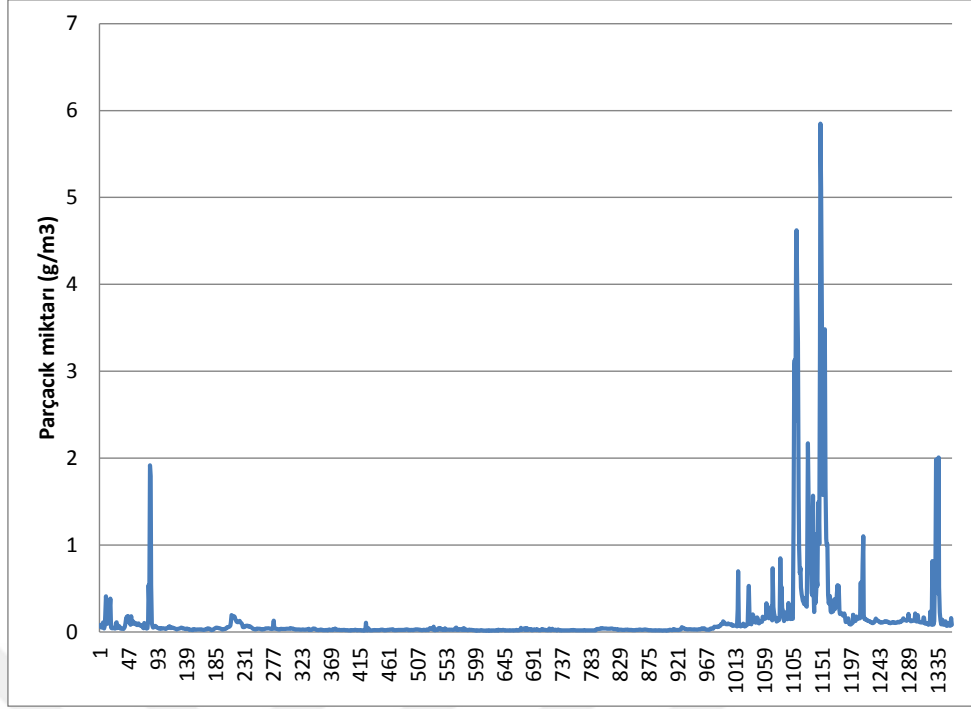
Manolya blok yıkım çalışmaları esnasında toplam 9 gün şantiye sahasından ölçümler alınarak ortamın toz yoğunluğunun değişimi hakkında bir yorumlama yapılması amaçlanmıştır. Yukarıda ifade edilen toz ölçüm aracı için özel olarak geliştirilmiş yazılımdan alınan görüntüler Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de verilmiştir. Birinci şekilde yıkım şantiyesinden 16 ve 17 Şubat tarihlerinde, ikinci şekilde ise 25 Şubat-2Mart tarihleri arasında alınan toz ölçümleri değişimleri sunulmuştur. Manolya blok yıkım çalışması sırasında alınan ilk 2 günlük toz ölçümünde dakikada bir adet olmak üzere bir saatte toplam 60 ölçüm alınmıştır. Bu ölçüm sonuçları sırasıyla toz miktarı, hava sıcaklığı, hava nem oranı ve hava basıncı değerleri grafikleri Şekil 4.3-Şekil 4.6 aralığında sunulmuştur. İkinci yedi günlük ölçüm değerlerinin grafikleri ise Şekil 4.7- Şekil 4.10 arasında verilmiştir.



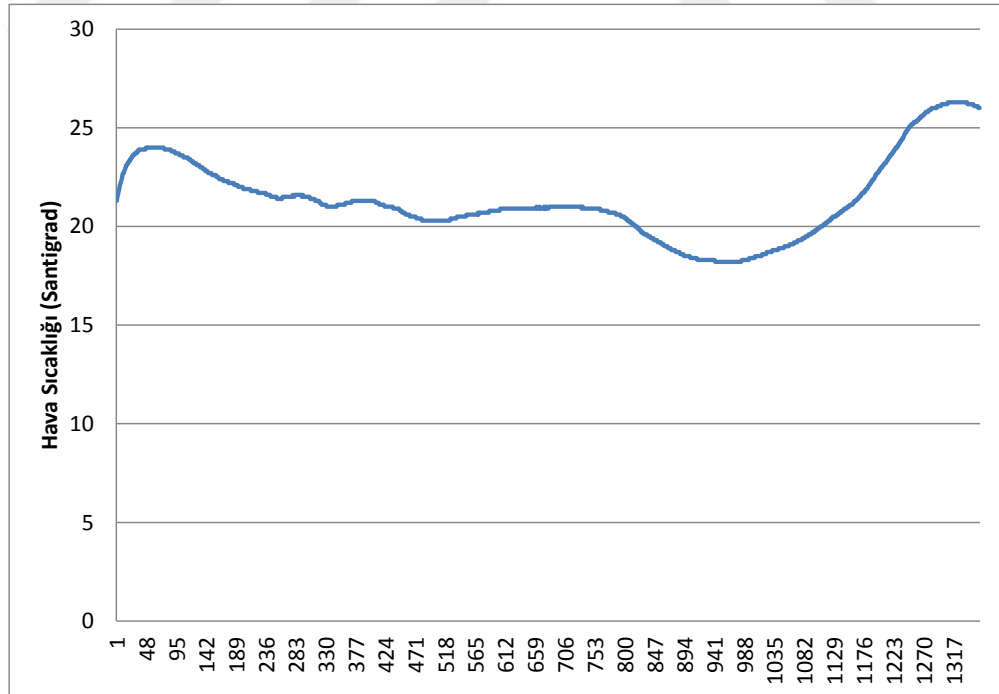
Şekil 4.1. Manolya Blok Toz Ölçümü İlk 2 Gün



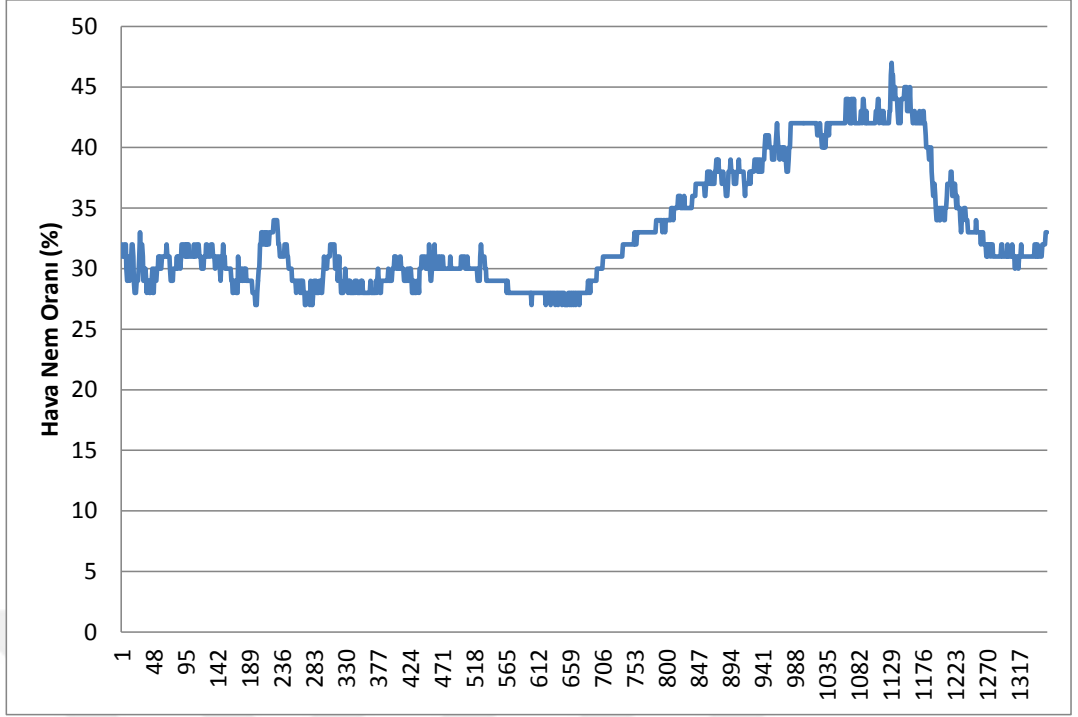
Şekil 4.2. Manolya Blok Toz Ölçümü 7 Günlük İkinci Ölçüm



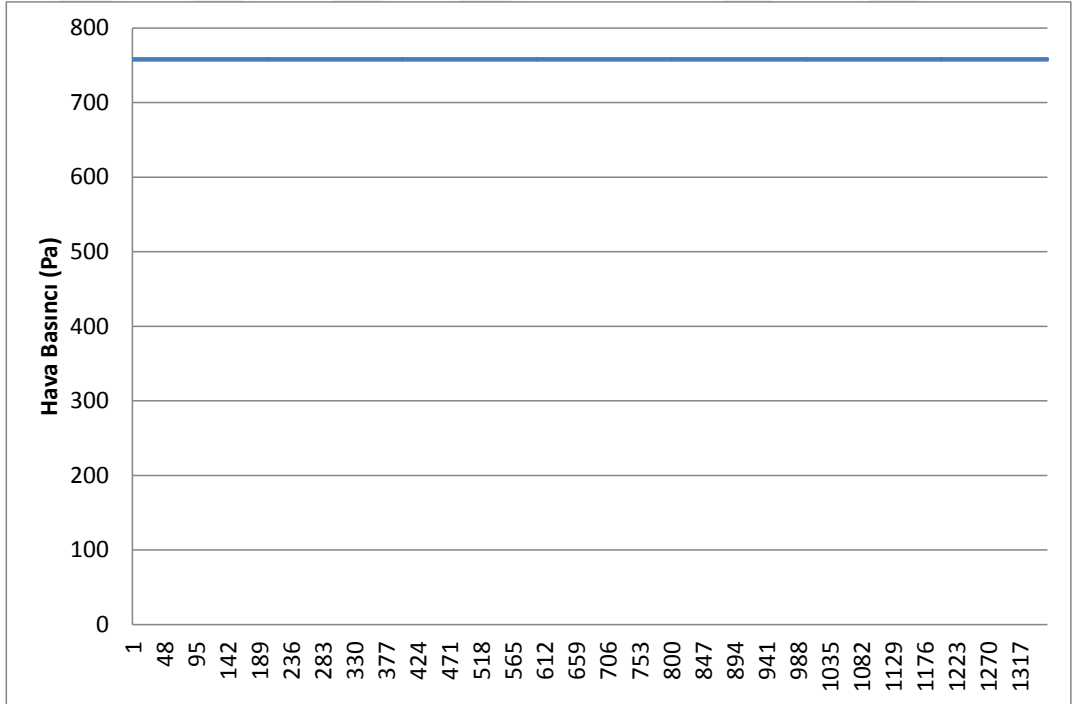
Şekil 4.3. Manolya Blok İlk 2 Günlük Toz Miktarı Dağılım Grafiği (g / m³)



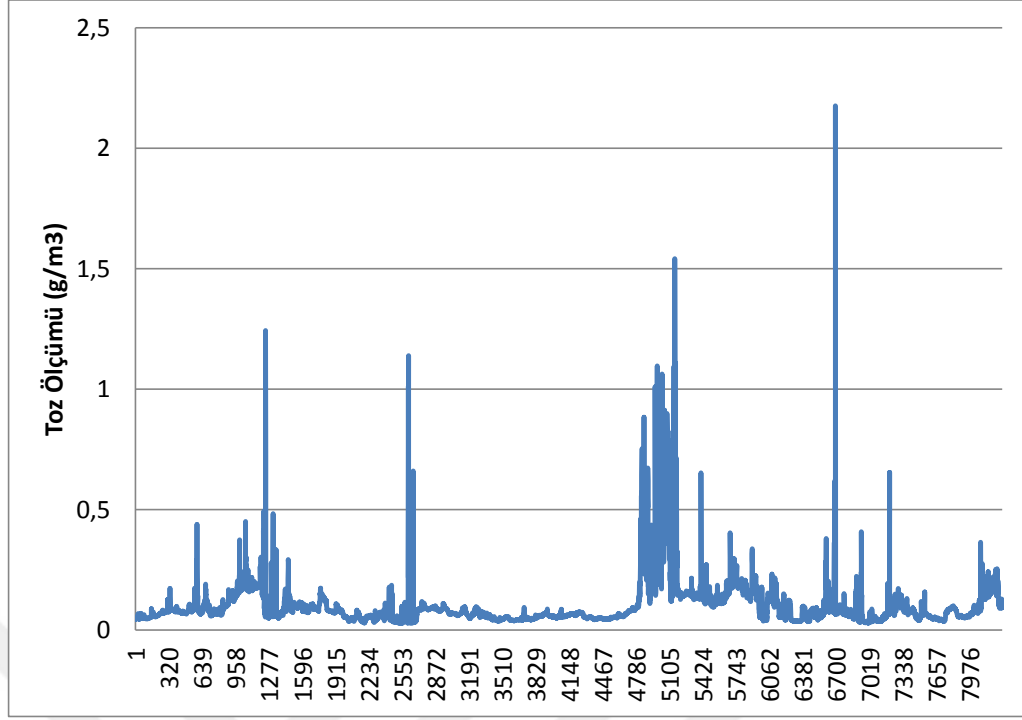
Şekil 4.4. Manolya Blok İlk 2 Günlük Hava Sıcaklığı Dağılım Grafiği (°C)



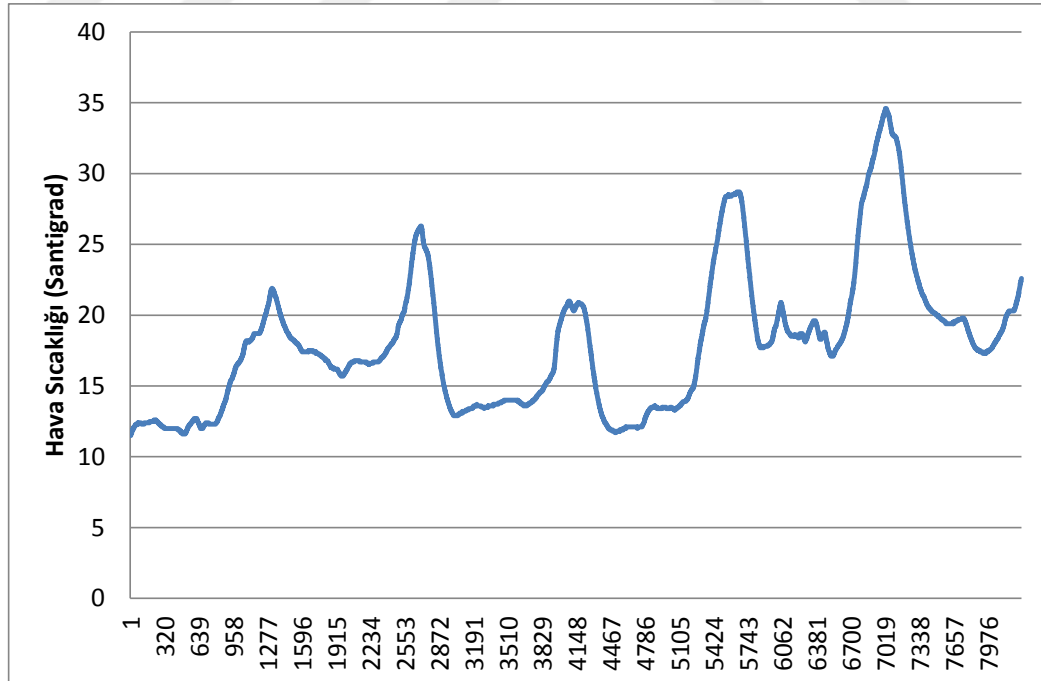
Şekil 4.5. Manolya Blok İlk 2 Günlük Hava Nem Oranı Dağılım Grafiği (%)



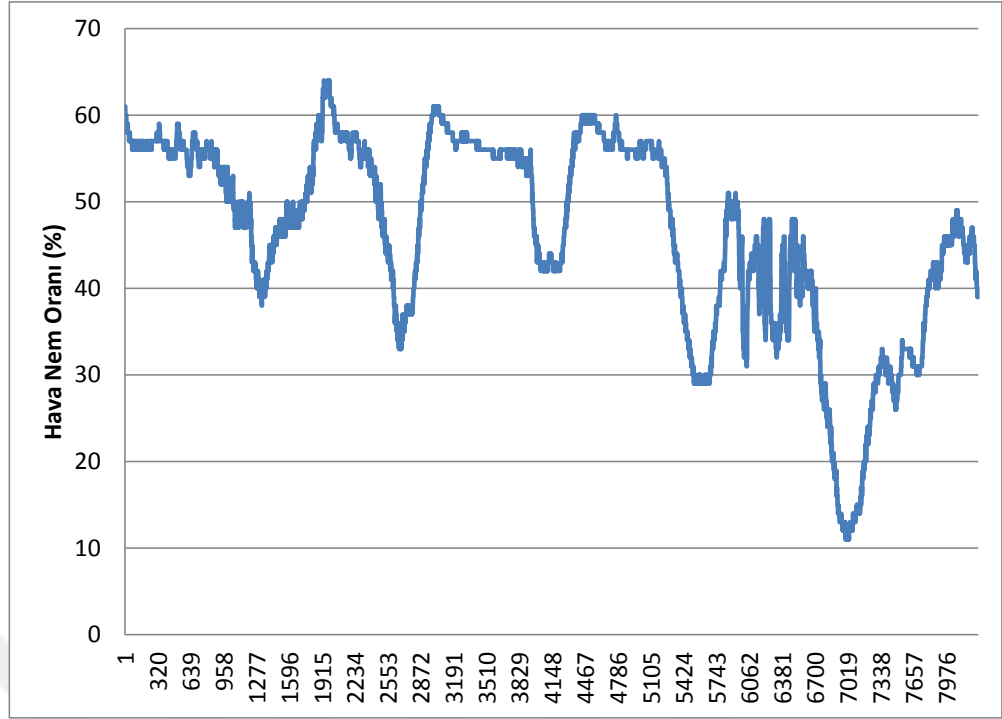
Şekil 4.6. Manolya Blok İlk 2 Günlük Hava Basıncı Dağılım Grafiği (Pa)



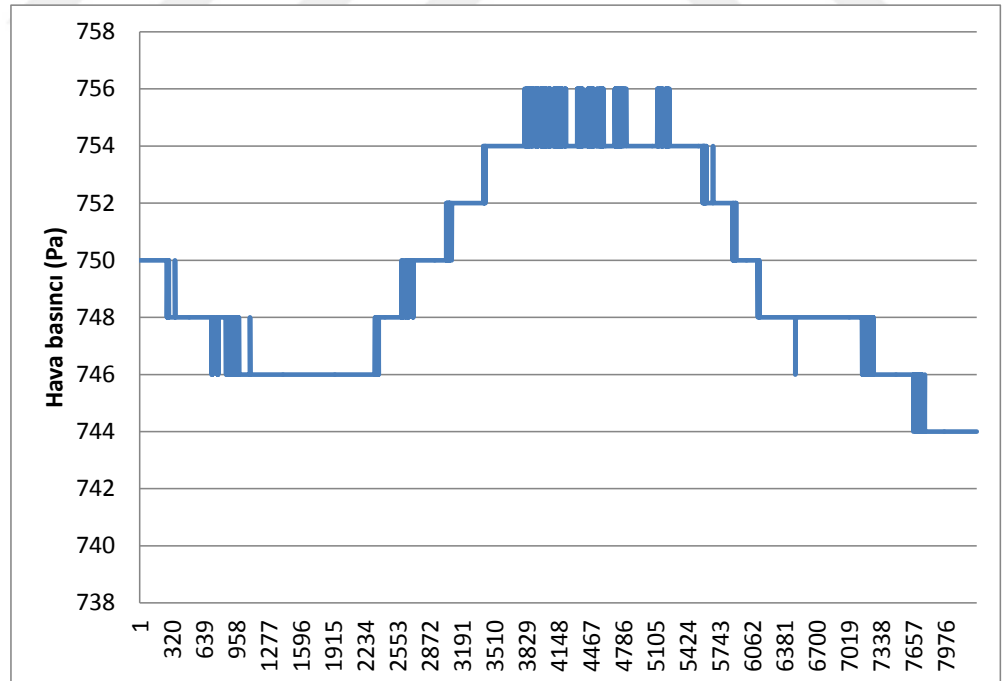
Şekil 4.7. Manolya Blok İkinci 7 Günlük Toz Miktarı Dağılım Grafiği (g / m³)



Şekil 4.8. Manolya Blok İkinci 7 Günlük Hava Sıcaklığı Dağılım Grafiği (°C)



Şekil 4.9. Manolya Blok İkinci 7 Günlük Hava Nem Oranı Dağılım Grafiği (%)



Şekil 4. 10. Manolya Blok İkinci 7 Günlük Hava Basıncı Dağılım Grafiği (Pa)

Toz ölçümleri ile ilgili literatür incelendiğinde bu konuda uluslararası literatürde yer alan bazı bilgiler olduğu, ulusal literatürde ise 20.12.2014 tarihli ve 29211 sayılı Resmi Gazete’ de yayınlanarak yürürlüğe giren “Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik” içeriğinde bazı bilgilerin bulunduğu görülmektedir. Ancak yukarıda ifade edilen yönetmelik kapsamında genel bazı kurallar ve limit değerler sunulmuş olup, yıkım şantiyeleri veya patlatma ile yapılan yıkım çalışmaları için özelleştirilmiş bazı sınır değerler veya herhangi bir bilgiye rastlanmamıştır.

27277 sayılı ve 3 Temmuz 2009 tarihli Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren “Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği”, sanayi ve enerji üretim tesislerinin faaliyeti sonucu atmosfere yayılan is, duman, toz, gaz, buhar ve aerosol halindeki emisyonları kontrol altına almayı, insanı ve çevresini hava alıcı ortamındaki kirlenmelerden doğacak tehlikelerden korumayı, hava kirlenmeleri sebebiyle çevrede ortaya çıkan umuma ve komşuluk münasebetlerine önemli zararlar veren olumsuz etkileri gidermeyi ve bu etkilerin ortaya çıkmamasını amaç edinmiştir.

29211 sayılı ve 20 Aralık 2014 tarihli Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren “Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği” kapsamında alınması gerekli olan ölçümler ve kirletici miktarını dengede sınır değerler altında tutmak için alınması gerekli önlemler ile ilgili detaylar hakkında bilgiler sunulmuştur.

Tane boyutu $1\text{mm} \leq \text{çap} < 5\text{mm}$ olan maddelerin doldurma, ayırma, eleme, taşıma, kırma, öğütme işlemlerinin yapıldığı tesislerden kaynaklanan toz emisyonunun önlenmesi; kimyasal toz bastırma sistemi veya basınçlı pülverize su kullanılması ile de gerçekleştirilebilir. Bu durumda hakim rüzgar yönü de dikkate alınarak toz kaynağından 3 metre uzaklıkta toz konsantrasyonu saatlik ortalama değeri (PM 10) en fazla 3 mg/m^3 değerini aşmamalıdır.

Tane boyutu $1\text{mm} \leq \text{çap} < 5\text{mm}$ olan maddelerin doldurma, ayırma, eleme, taşıma, kırma, öğütme işlemlerinin yapıldığı baca dışındaki yerlerden toz emisyonlarının kaynaklandığı tesisler için; işletme sahası içinde hakim rüzgar yönü de dikkate

alınarak ölçülen çöken toz miktarı aylık ortalama değer olarak 450 mg/m^3 -gün değerini aşamaz.

Yukarıda ifade edildiği gibi aslında ülkemizde yıkım şantiyeleri için özelleştirilmiş bir toz ölçüm sınırlaması bulunmamaktadır. Ancak sanayi tesisleri için belirlenen sınır değer yönüyle ölçüm sonuçları incelendiğinde ilk 2 günlük ölçüm süresince sınır değerin iki kere aşıldığı, ikinci 7 günlük ölçüm süresi içerisinde ise bir kere sınır değere çok yaklaşıldığı görülmektedir. Dokuz günlük ölçüm süresi içerisinde 9293 adet alınan ölçüm içerisinde toz limit değerlerinin toplamda iki kere aşılması genel olarak düşünüldüğünde oldukça düşük bir sayıdır. İlk 2 günlük ölçüm süresi içerisinde toz miktarı ortalama 0.1367 mg/m^3 , ikinci yedi günlük toplam ölçüm süresi içerisinde ise ortalama toz miktarı değeri ise 0.1026 mg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Toplam 9293 ölçüm değerinin ortalaması ise 0.1197 mg/m^3 olarak elde edilmiştir. Bu değerler yönetmelik sınır değeri olan 3 mg/m^3 oldukça altındadır. Toz ölçüm sistemi ADR 1500 aracı yıkım çalışmalarının gerçekleştirildiği Manolya bloğa yaklaşık olarak 75 m mesafedeki şantiye binası ön duvarına yerden 1 m yukarıya montajı gerçekleştirilmiştir. Yerleştirilmiş ölçüm aracının görüntüleri Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.11. ADR 1500 Toz Ölçüm Aracı Görünüşü (1)



Şekil 4.12. ADR 1500 Toz Ölçüm Aracı Görünüşü (2)

Manolya blok yıkım çalışması esnasında şantiye içerisinde meydana gelen gürültü miktarı ve titreşim değerleri yukarıda tanıtılan ve bu tür çalışmalarda literatürde yaygın olarak kullanılan bir mikrofon ve 3 eksenli geofon sensörleri ile gürültü miktarı ile titreşim değerlerini ölçebilen Instantel firmasının Micromate Minimate Plus ölçüm sistemi kullanılmıştır. Bu sistem dört kanallı bir veri toplama sistemi olup, bir kanalından hava şoku basınç değeri veya gürültü miktarının ölçümünde kullanılabilecek mikrofon sensörü, diğer üç kanalından ise üç eksen yönünde de meydana gelebilecek titreşim miktarını PPV (Peak Ground Velocity: Zemin parçacık hızı) veya ivme olarak ölçebilecek bir araçtır. Bu araç yaptığı ölçümleri dahili hafızasına kaydebilmekte ve daha sonra veriler bu amaçla özel olarak geliştirilmiş bir bilgisayar yazılımı kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılarak değerlendirme ve yorumlaması yapılabilmektedir. Bu amaçla aynı firma tarafından geliştirilmiş yine literatürde yaygın olarak kullanılan Blastware 10.72 yazılımı kullanılmıştır. Yazılım veri toplama sistemi tarafından alınan ölçüm değerleri üzerinde çeşitli mühendislik hesaplamaları yapılabilmesine ve dünya ve ülkemiz yönetmelik sınırlarına göre ölçülen titreşim değerlerinin sınır değerleri aşıp aşmadığının grafiksel olarak sunulmasına olanak sağlamaktadır.

Titreşim ve ses ölçümlerinin alındığı ölçüm noktaları ve kaynağa olan mesafeleri aşağıda Çizelge 4.1'de sunulmuştur. Ayrıca bu ölçüm ile ilgili olarak hangi makine

ya da el ekipmanı ile çalışma yapılırken ölçümün gerçekleştirildiği hakkında Çizelge 4.1'in açıklama sütununda gerekli bilgiler verilmiştir.

Çizelge 4.1. Manolya Blok Yıkım Çalışması Esnasında Ses Ve Titreşim Ölçüm Noktaları

Ölçüm Numarası	Kaynağa olan yatay mesafe (m)	Kaynağa olan düşey mesafe (m)	Açıklama
1	13	33	Mini makine ile manolya blok çatı katı yıkımı
2	23	33	Mini makine ile manolya blok çatı katı yıkımı
3	33	33	Mini makine ile manolya blok çatı katı yıkımı
4	10	33	Mini makine ile manolya blok çatı katı yıkımı
5	12	30	Mini makine ile manolya blok çatı katı yıkımı
6	17.7	33	Mini makine ile manolya blok çatı katı yıkımı
7	12	33	Mini makine ile manolya blok çatı katı yıkımı
8	17.7	33	Mini makine ile manolya blok çatı katı yıkımı
9	14	18	Mini makine ile manolya blok çatı katı yıkımı
10	22	0	Mini makine ile manolya blok çatı katı yıkımı
11	13	30	Mini makine ile manolya blok 10. kat yıkımı
12	23	30	Mini makine ile manolya blok 10. kat yıkımı
13	33	30	Mini makine ile manolya blok 10. kat yıkımı
14	10	30	Mini makine ile manolya blok 10. kat yıkımı
15	12	27	Mini makine ile manolya blok 10. kat yıkımı
16	17.7	30	Mini makine ile manolya blok 10. kat yıkımı
17	12	30	Mini makine ile manolya blok 10. kat yıkımı
18	17.7	30	Mini makine ile manolya blok 10. kat yıkımı
19	14	15	Mini makine ile manolya blok 10. kat yıkımı
20	22	3	Mini makine ile manolya blok 10. kat yıkımı
28	5	0	Mini makine kırıcı ile kolon betonu kırımı yaparken
29	10	0	Mini makine kırıcı ile kolon betonu kırımı yaparken
30	15	0	Mini makine kırıcı ile kolon betonu kırımı yaparken
31	5	0	El ile yıkımda pinomatik hidrolik kırıcı delici ile beton kırımı yapılırken
32	10	0	El ile yıkımda pinomatik hidrolik kırıcı delici ile beton kırımı yapılırken
33	15	0	El ile yıkımda pinomatik hidrolik kırıcı delici ile beton kırımı yapılırken
34	5	0	Mini makine kırıcı ile döşeme betonu kırımı yaparken
35	10	0	Mini makine kırıcı ile döşeme betonu kırımı yaparken
36	15	0	Mini makine kırıcı ile döşeme betonu kırımı yaparken
37	5	0	Büyük 20 tonluk ekskavatör kırıcısı ile temel betonu kırımı yaparken
38	10	0	Büyük 20 tonluk ekskavatör kırıcısı ile temel betonu kırımı yaparken
39	15	0	Büyük 20 tonluk ekskavatör kırıcısı ile temel betonu kırımı yaparken

Açıklamaları ve ölçüm mesafeleri Çizelge 4.1'de verilen ölçüm noktalarından alınan ölçüm değerleri ile ilgili olarak seçilen bazı ölçümler için Blastware 10.72 yazılımı kullanılarak oluşturulan analiz sonuçları Şekil 4.13-Şekil 4.38 arasında sırayla verilmiştir. Her ölçüm için iki farklı analiz gerçekleştirilmiştir. Verilen şekillerden birinde alınan titreşim ölçüm sonuçları USBM RI8507 ve OSMRE yönetmeliklerine göre yorumlanarak grafiksel olarak sunulmuş, diğer grafikte ise ülkemiz yapım projeleri için tanımlanan sınır değerlere göre grafiksel bir yorumlama verilmiştir.

Şekillerde sunulan ölçüm sonuçları veri toplama sisteminin dört kanalından alınan ölçüm değerlerini de göstermektedir. Grafiksel olarak veirlen "MicL" olarak ifade edilen ölçüm sonucu mikrofön aracılığı ile ölçülen ve sonucu dB olarak sunulan ses basıncı değeridir. Bu grafiğin altında sunulan "Long", "Vert" ve "Tran" olarak ifade edilen ölçüm sonuçları ise üç eksenli geofon ile ölçülen boyasal, dikey ve yatay yönde ölçülen zemin parçacık hızı (PPV) değerleridir.

Date/Time Manual at 10:27:51 December 18, 2015
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 37.5 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by Instantel
 File Name UM8363_20151218102751.IDFW

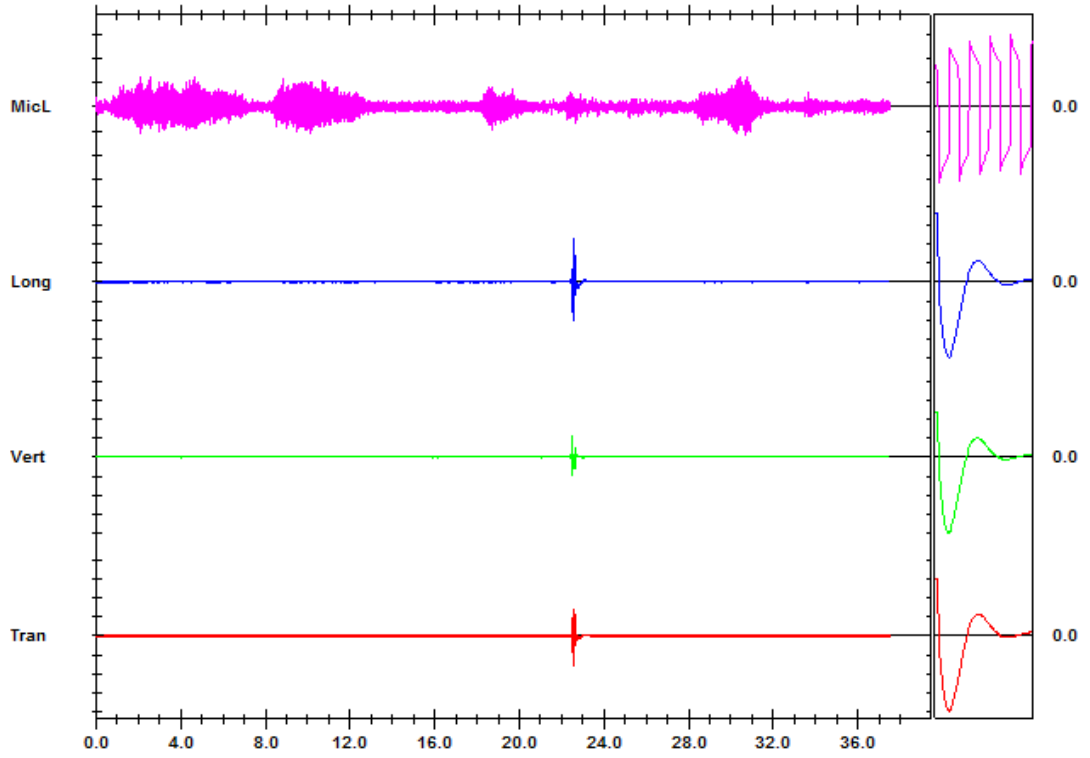
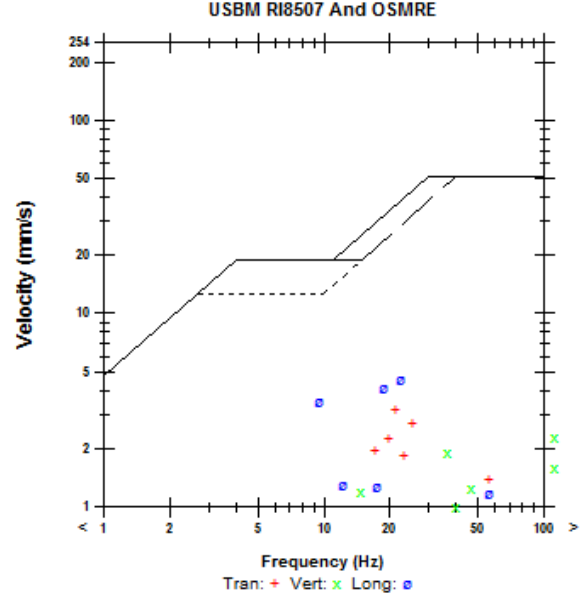
Notes

Location:
 Client:
 User Name:
 General:

Microphone Linear Weighting
 PSPL 96.07 dB(L) at 2.552 sec
 ZC Freq >100 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1553 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	3.168	2.301	4.603	mm/s
ZC Freq	21	>100	22	Hz
Time (Rel. to Trig)	22.542	22.510	22.553	sec
Peak Acceleration	0.130	0.333	0.115	g
Peak Displacement	0.023	0.329	0.183	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.1	7.3	7.3	Hz
Overswing Ratio	3.8	4.4	3.9	

Peak Vector Sum 5.131 mm/s at 22.542 sec



Time Scale: 1.00 sec/div Amplitude Scale: Geo: 2.000 mm/s/div Mic: 1.000 pa.(L)/div

Sensor Check

Şekil 4.13. Manolya Blok Yıkım Çalışması 3. Ölçüm Sonucu (1)

Date/Time Manual at 10:27:51 December 18, 2015
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 37.5 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by InstanTEL
 File Name UM8363_20151218102751.IDFW

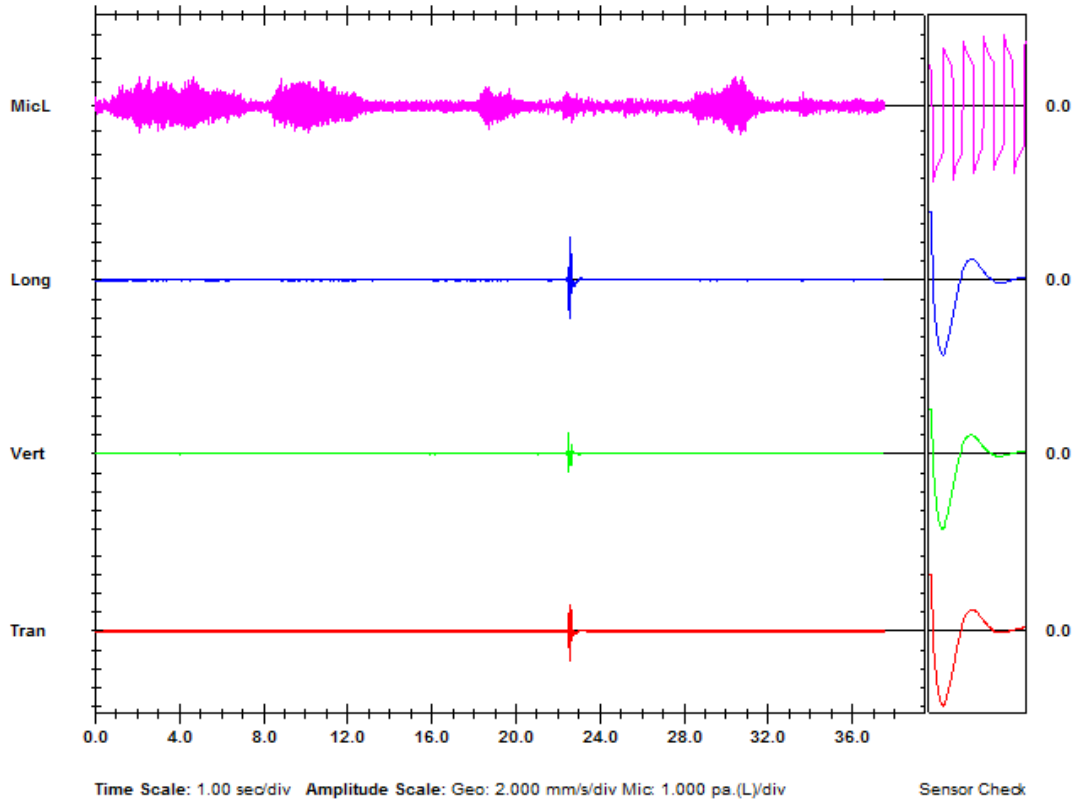
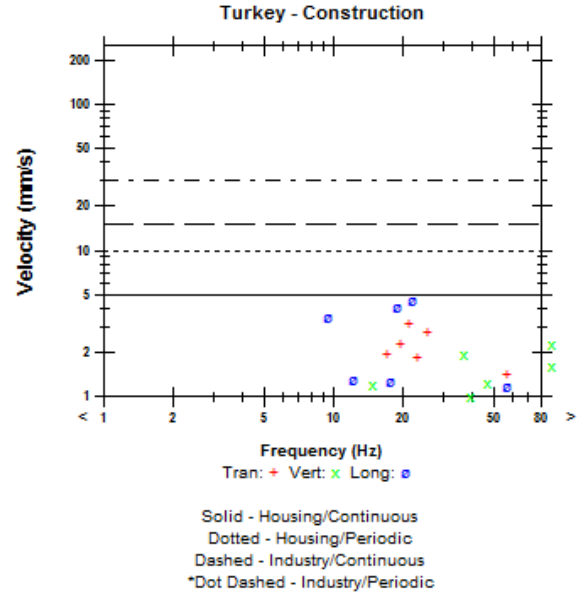
Notes

Location:
 Client:
 User Name:
 General:

Microphone Linear Weighting
 PSPL 96.07 dB(L) at 2.552 sec
 ZC Freq >100 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1553 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	3.168	2.301	4.603	mm/s
ZC Freq	21	>100	22	Hz
Time (Rel. to Trig)	22.542	22.510	22.553	sec
Peak Acceleration	0.130	0.333	0.115	g
Peak Displacement	0.023	0.329	0.183	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.1	7.3	7.3	Hz
Overswing Ratio	3.8	4.4	3.9	

Peak Vector Sum 5.131 mm/s at 22.542 sec



Şekil 4.14. Manolya Blok Yıkım Çalışması 3. Ölçüm Sonucu (2)

Date/Time Manual at 16:18:53 December 22, 2015
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 23.5 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

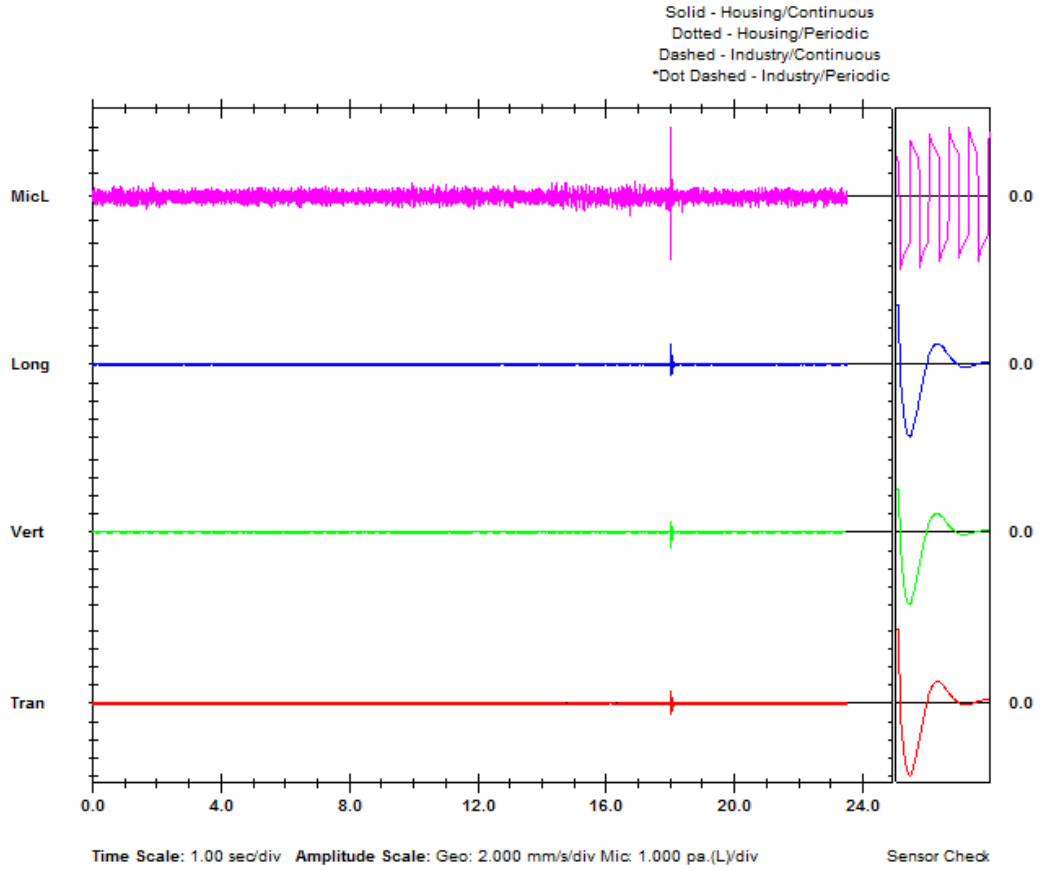
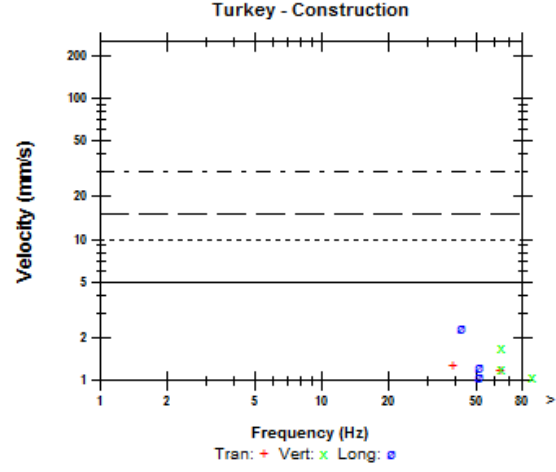
Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by Instantel
 File Name UM8363_20151222161853.IDFW

Notes
 Location:
 Client:
 User Name:
 General:

Microphone Linear Weighting
 PSPL 103.6 dB(L) at 18.010 sec
 ZC Freq 73 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1447 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	1.277	1.718	2.317	mm/s
ZC Freq	39	64	43	Hz
Time (Rel. to Trig)	18.023	18.022	18.021	sec
Peak Acceleration	0.069	0.080	0.077	g
Peak Displacement	0.006	0.006	0.008	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.3	7.3	7.3	Hz
Overswing Ratio	3.6	4.3	3.8	

Peak Vector Sum 3.094 mm/s at 18.022 sec



Şekil 4.15. Manolya Blok Yıkım Çalışması 11. Ölçüm Sonucu (1)

Date/Time Manual at 16:18:53 December 22, 2015
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 23.5 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by Instantel
 File Name UM8363_20151222161853.IDFW

Notes

Location:

Client:

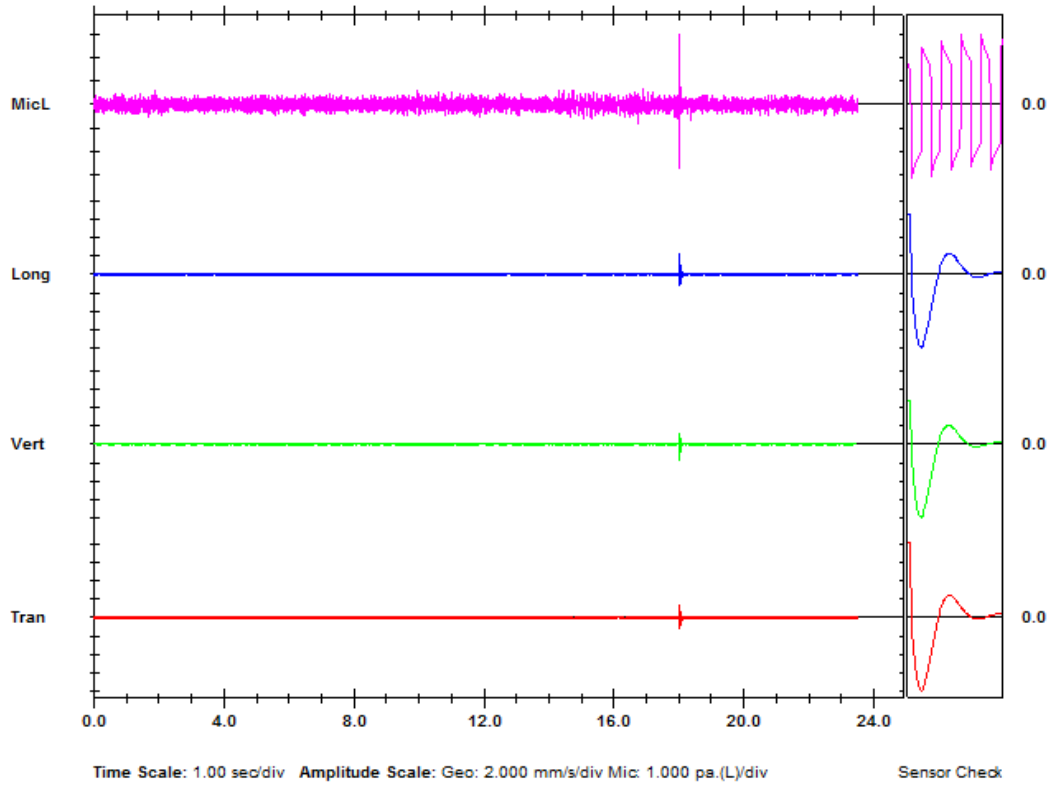
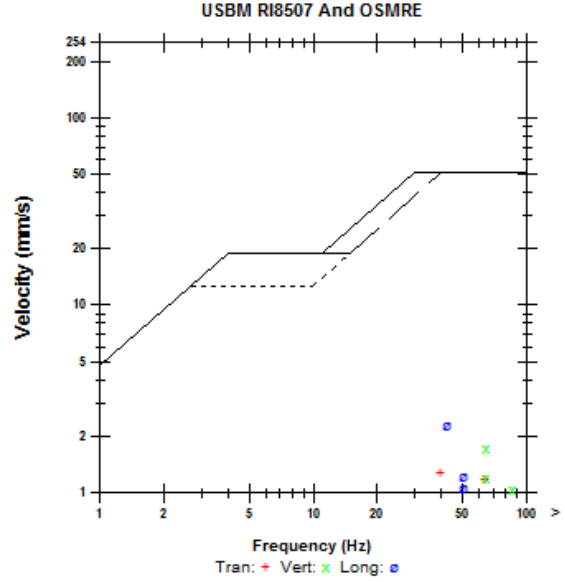
User Name:

General:

Microphone Linear Weighting
 PSPL 103.6 dB(L) at 18.010 sec
 ZC Freq 73 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1447 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	1.277	1.718	2.317	mm/s
ZC Freq	39	64	43	Hz
Time (Rel. to Trig)	18.023	18.022	18.021	sec
Peak Acceleration	0.069	0.080	0.077	g
Peak Displacement	0.006	0.006	0.008	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.3	7.3	7.3	Hz
Overswing Ratio	3.6	4.3	3.8	

Peak Vector Sum 3.094 mm/s at 18.022 sec



Şekil 4.16. Manolya Blok Yıkım Çalışması 11. Ölçüm Sonucu (2)

Date/Time Manual at 16:25:06 December 22, 2015
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 56.0 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by Instantel
 File Name UM8363_20151222162506.IDFW

Notes

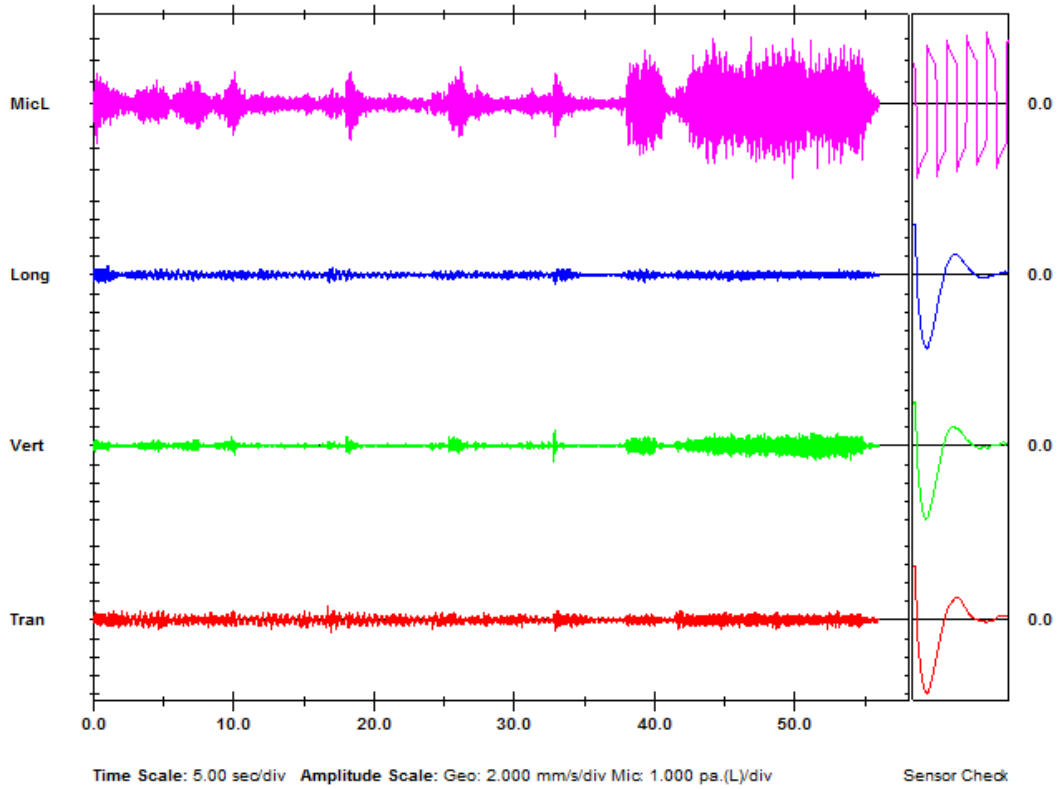
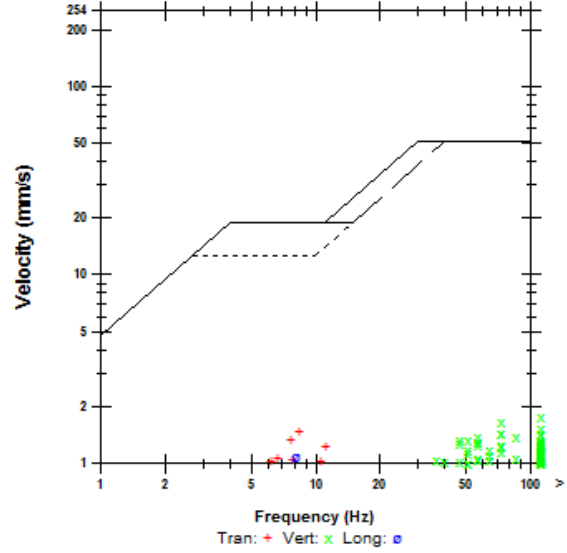
Location:
 Client:
 User Name:
 General:

Microphone Linear Weighting
 PSPL 104.6 dB(L) at 49.831 sec
 ZC Freq 85 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1490 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	1.466	1.773	1.088	mm/s
ZC Freq	8.4	>100	8.1	Hz
Time (Rel. to Trig)	16.731	32.829	0.914	sec
Peak Acceleration	0.049	0.137	0.040	g
Peak Displacement	0.036	0.009	0.025	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.1	7.3	7.1	Hz
Overswing Ratio	3.5	4.3	3.9	

Peak Vector Sum 1.911 mm/s at 32.860 sec

USBM RI8507 And OSMRE



Şekil 4.17. Manolya Blok Yıkım Çalışması 15. Ölçüm Sonucu (1)

Date/Time Manual at 16:25:06 December 22, 2015
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 56.0 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

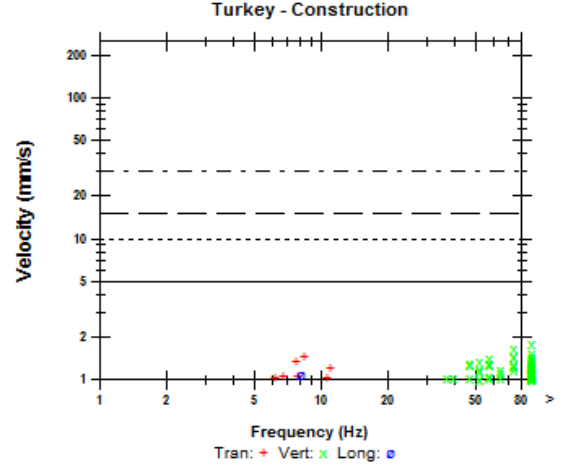
Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by Instantel
 File Name UM8363_20151222162506.IDFW

Notes
 Location:
 Client:
 User Name:
 General:

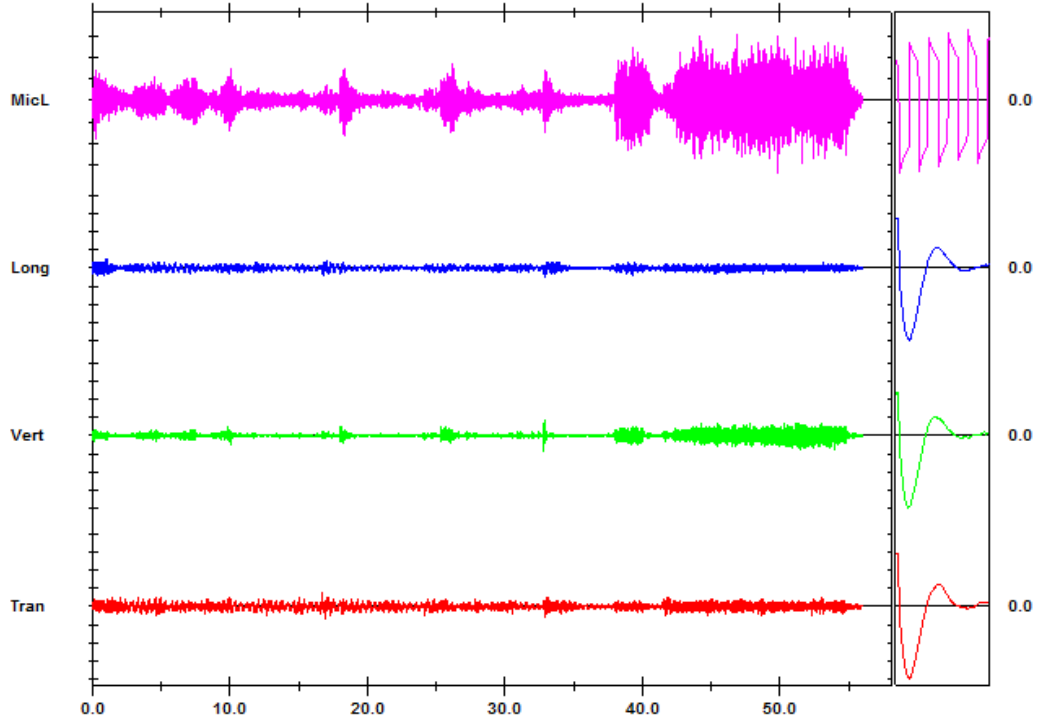
Microphone Linear Weighting
 PSPL 3.382 pa.(L) at 49.831 sec
 ZC Freq 85 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1490 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	1.466	1.773	1.088	mm/s
ZC Freq	8.4	>100	8.1	Hz
Time (Rel. to Trig)	16.731	32.829	0.914	sec
Peak Acceleration	0.049	0.137	0.040	g
Peak Displacement	0.036	0.009	0.025	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.1	7.3	7.1	Hz
Overswing Ratio	3.5	4.3	3.9	

Peak Vector Sum 1.911 mm/s at 32.860 sec



Solid - Housing/Continuous
 Dotted - Housing/Periodic
 Dashed - Industry/Continuous
 *Dot Dashed - Industry/Periodic



Time Scale: 5.00 sec/div Amplitude Scale: Geo: 2.000 mm/s/div Mic: 1.000 pa.(L)/div

Sensor Check

Printed: April 5, 2016 (V 10.72 - 10.72)

Format © 1995-2014 Xmark Corporation

Şekil 4.18. Manolya Blok Yıkım Çalışması 15. Ölçüm Sonucu (2)

Date/Time Manual at 15:10:36 February 3, 2016
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 13.0 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by Instantel
 File Name UM8363_20160203151036.IDFW

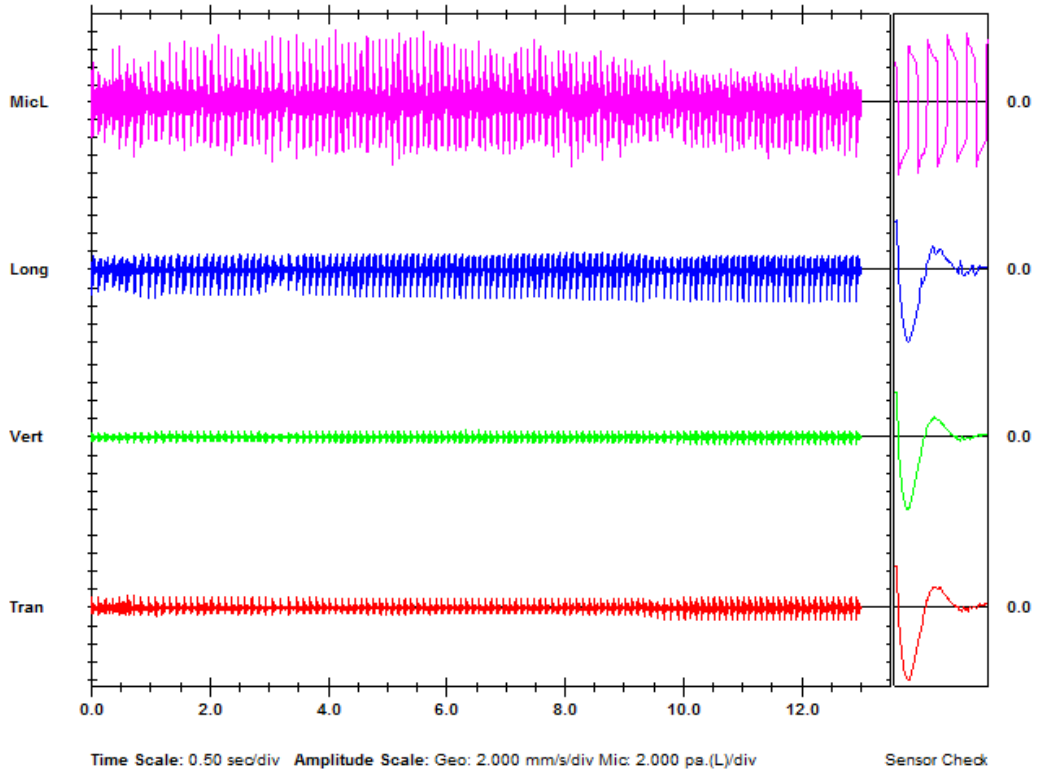
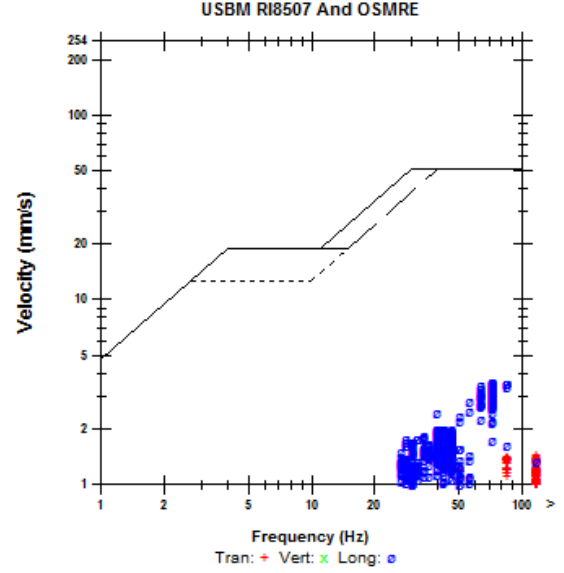
Notes

Location:
 Client:
 User Name:
 General:

Microphone Linear Weighting
 PSPL 112.1 dB(L) at 4.120 sec
 ZC Freq >100 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1397 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	1.427	0.851	3.618	mm/s
ZC Freq	>100	73	73	Hz
Time (Rel. to Trig)	11.017	12.723	12.110	sec
Peak Acceleration	0.096	0.054	0.164	g
Peak Displacement	0.003	0.002	0.008	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.1	7.3	6.9	Hz
Overswing Ratio	3.8	4.0	3.3	

Peak Vector Sum 3.687 mm/s at 12.110 sec



Şekil 4.19. Manolya Blok Yıkım Çalışması 22. Ölçüm Sonucu (1)

Date/Time Manual at 15:10:36 February 3, 2016
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 13.0 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by Instantel
 File Name UM8363_20160203151036.IDFW

Notes

Location:

Client:

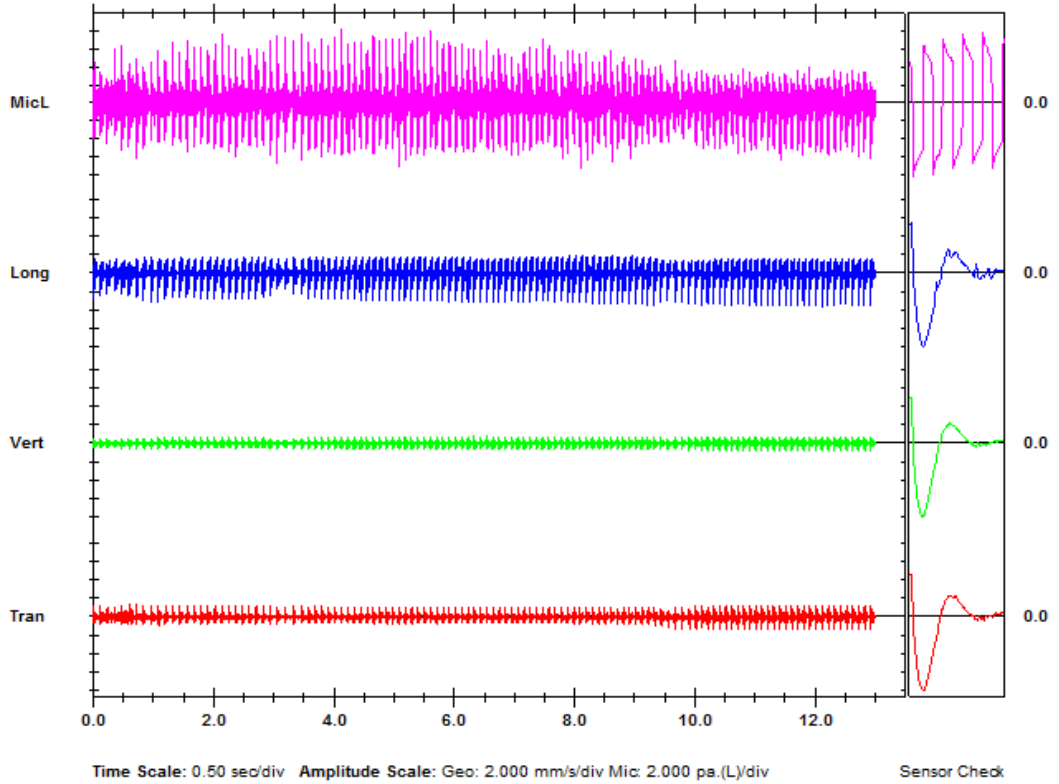
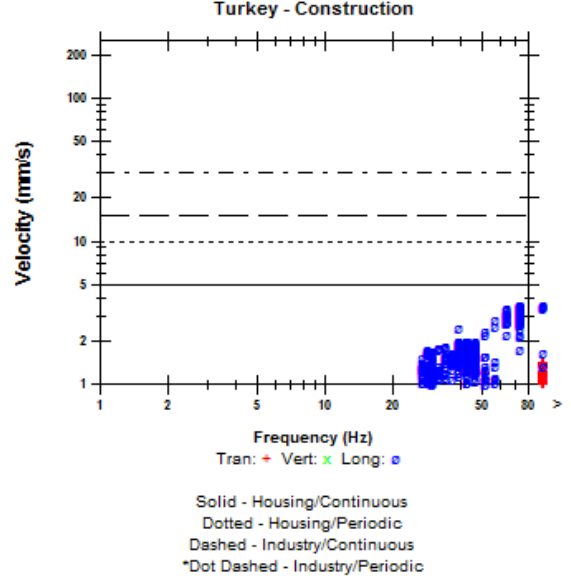
User Name:

General:

Microphone Linear Weighting
 PSPL 112.1 dB(L) at 4.120 sec
 ZC Freq >100 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1397 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	1.427	0.851	3.618	mm/s
ZC Freq	>100	73	73	Hz
Time (Rel. to Trig)	11.017	12.723	12.110	sec
Peak Acceleration	0.096	0.054	0.164	g
Peak Displacement	0.003	0.002	0.008	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.1	7.3	6.9	Hz
Overswing Ratio	3.8	4.0	3.3	

Peak Vector Sum 3.687 mm/s at 12.110 sec



Şekil 4.20. Manolya Blok Yıkım Çalışması 22. Ölçüm Sonucu (2)

Date/Time Manual at 15:08:40 February 9, 2016
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 30.5 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by Instantel
 File Name UM8363_20160209150840.IDFW

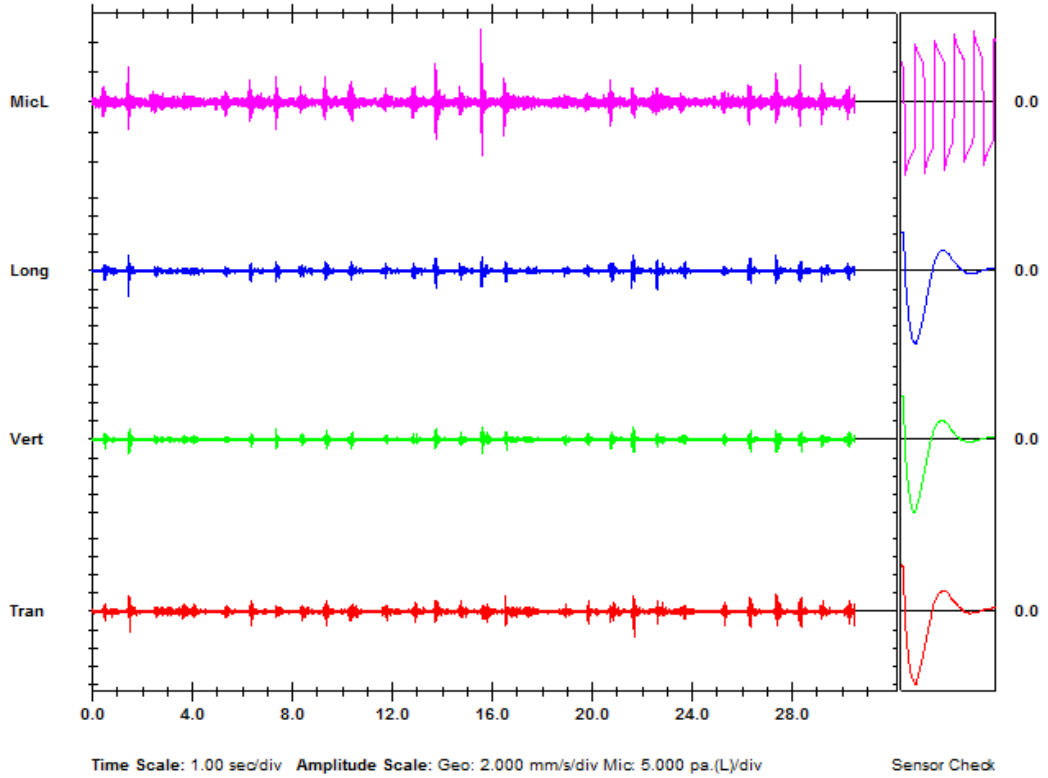
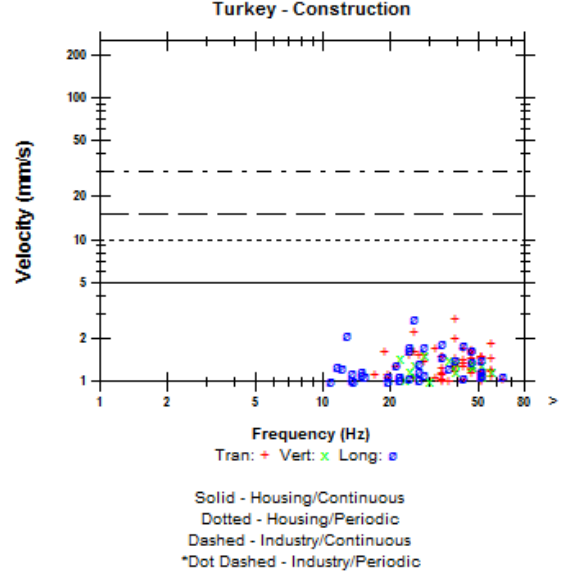
Notes

Location:
 Client:
 User Name:
 General:

Microphone Linear Weighting
 PSPL 115.7 dB(L) at 15.562 sec
 ZC Freq >100 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1441 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	2.759	1.521	2.719	mm/s
ZC Freq	39	28	26	Hz
Time (Rel. to Trig)	21.669	15.571	1.484	sec
Peak Acceleration	0.063	0.041	0.053	g
Peak Displacement	0.012	0.010	0.023	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.1	7.3	7.1	Hz
Overswing Ratio	3.9	4.2	3.9	

Peak Vector Sum 3.122 mm/s at 21.669 sec



Şekil 4.21. Manolya Blok Yıkım Çalışması 25. Ölçüm Sonucu (1)

Date/Time Manual at 15:08:40 February 9, 2016
Range Geo: 254.0 mm/s
Record Time 30.5 sec at 1024 sps
Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
Battery Level 3.8 Volts
Unit Calibration August 18, 2015 by Instantel
File Name UM8363_20160209150840.IDFW

Notes

Location:

Client:

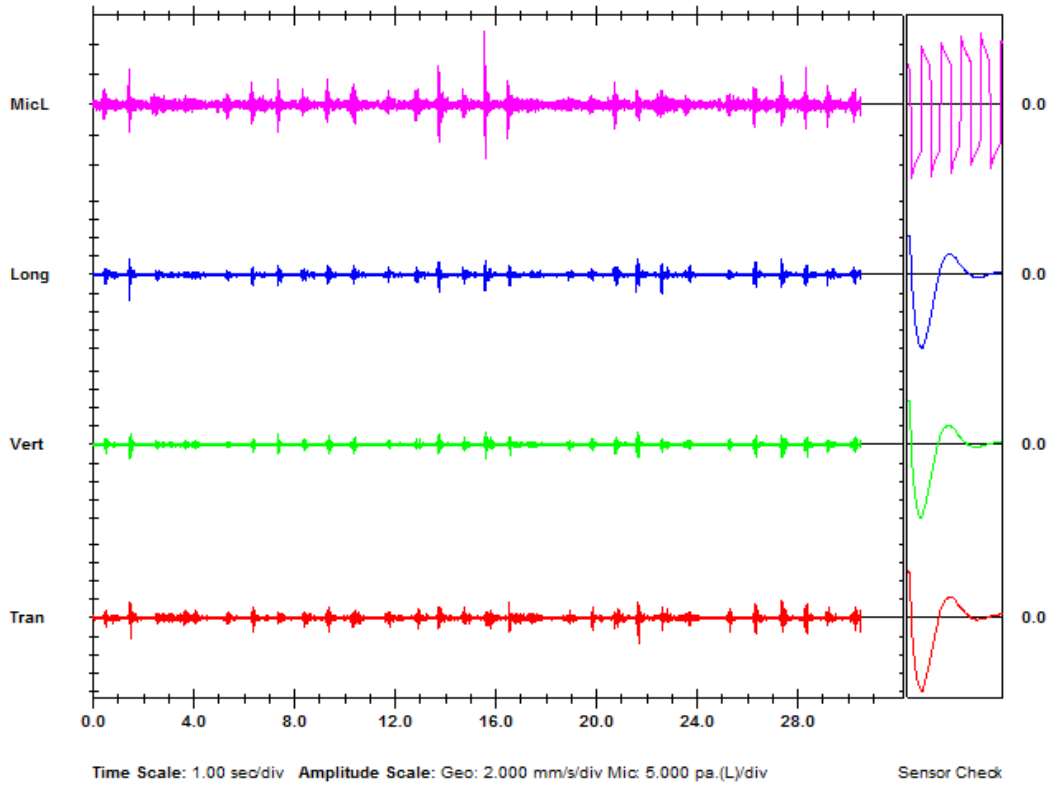
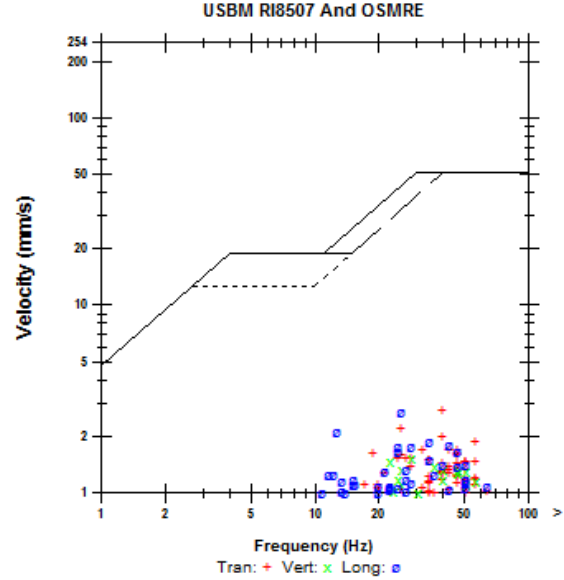
User Name:

General:

Microphone Linear Weighting
PSPL 115.7 dB(L) at 15.562 sec
ZC Freq >100 Hz
Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1441 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	2.759	1.521	2.719	mm/s
ZC Freq	39	28	26	Hz
Time (Rel. to Trig)	21.669	15.571	1.464	sec
Peak Acceleration	0.063	0.041	0.053	g
Peak Displacement	0.012	0.010	0.023	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.1	7.3	7.1	Hz
Overswing Ratio	3.9	4.2	3.9	

Peak Vector Sum 3.122 mm/s at 21.669 sec



Printed: April 4, 2016 (V 10.72 - 10.72)

Format © 1995-2014 Xmark Corporation

Şekil 4.22. Manolya Blok Yıkım Çalışması 25. Ölçüm Sonucu (2)

Date/Time Manual at 11:42:45 February 16, 2016
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 19.0 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by Instantel
 File Name UM8363_20160216114245.IDFW

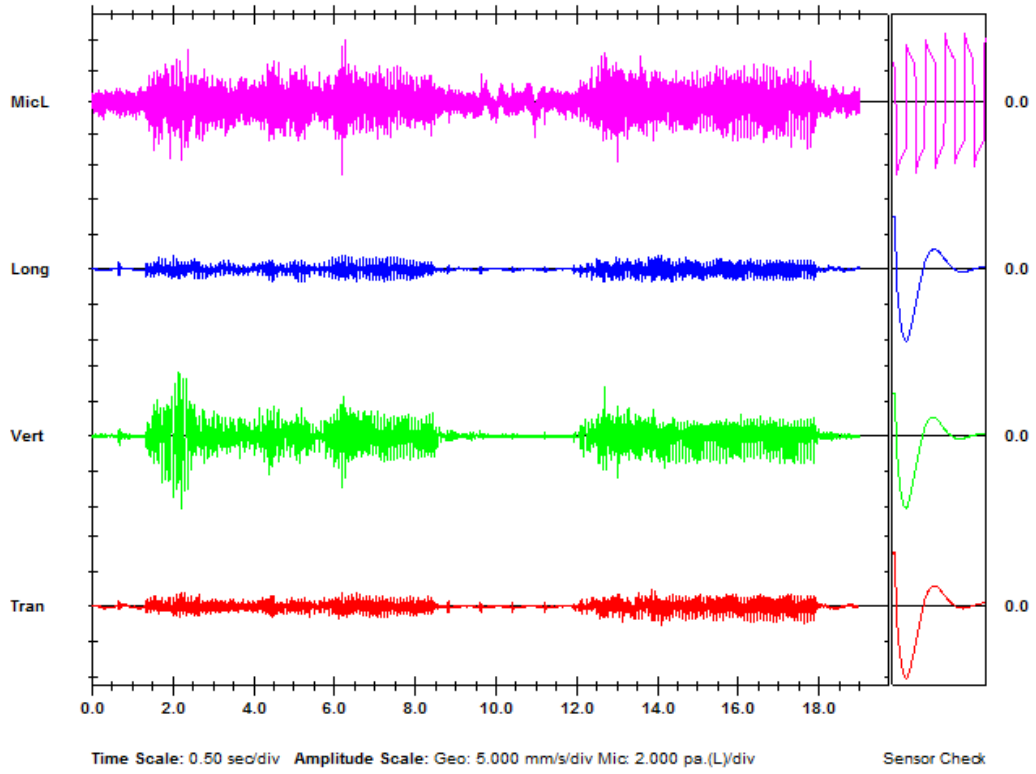
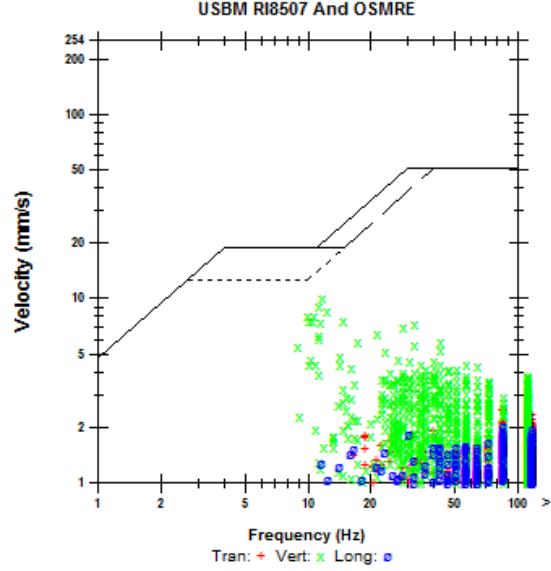
Notes

Location:
 Client:
 User Name:
 General:

Microphone Linear Weighting
 PSPL 107.2 dB(L) at 6.195 sec
 ZC Freq 51 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1403 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	2.514	10.08	2.026	mm/s
ZC Freq	85	12	85	Hz
Time (Rel. to Trig)	14.118	2.198	14.031	sec
Peak Acceleration	0.186	0.453	0.155	g
Peak Displacement	0.023	0.113	0.019	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.1	7.3	7.1	Hz
Overswing Ratio	3.8	4.2	3.9	

Peak Vector Sum 10.09 mm/s at 2.201 sec



Şekil 4.23. Manolya Blok Yıkım Çalışması 28. Ölçüm Sonucu (1)

Date/Time Manual at 11:42:45 February 16, 2016
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 19.0 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by Instantel
 File Name UM8363_20160216114245.IDFW

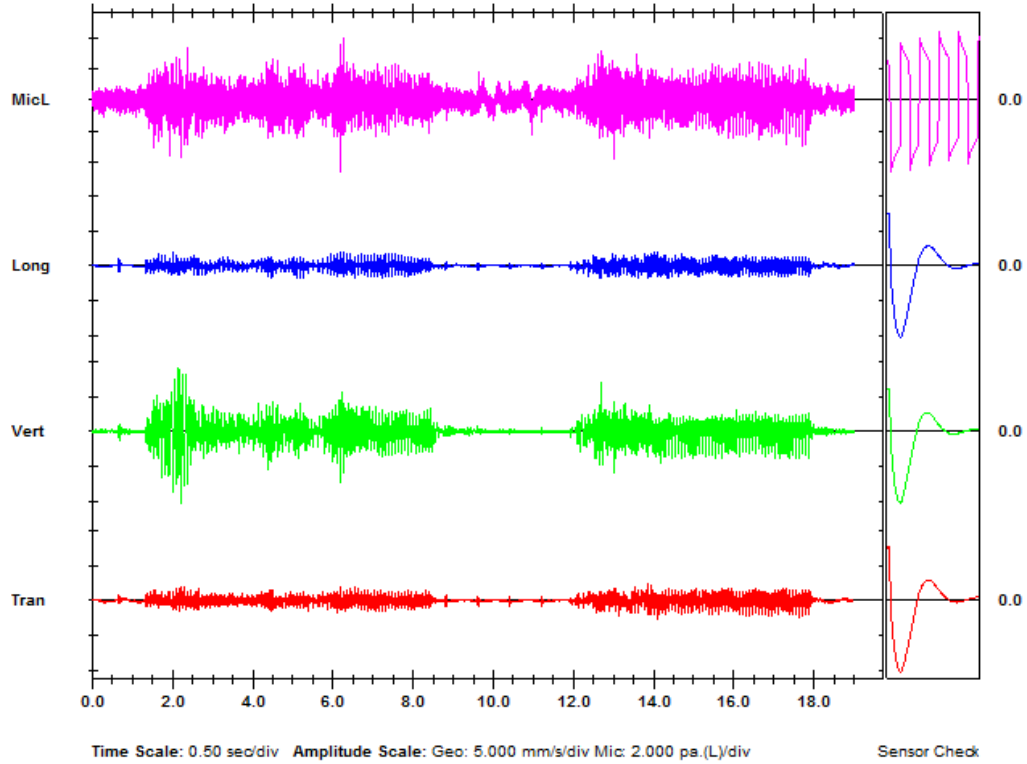
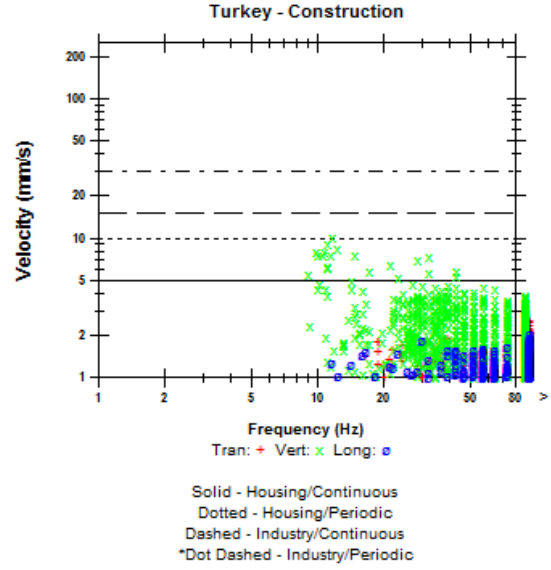
Notes

Location:
 Client:
 User Name:
 General:

Microphone Linear Weighting
 PSPL 107.2 dB(L) at 6.195 sec
 ZC Freq 51 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1403 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	2.514	10.08	2.026	mm/s
ZC Freq	85	12	85	Hz
Time (Rel. to Trig)	14.118	2.198	14.031	sec
Peak Acceleration	0.186	0.453	0.155	g
Peak Displacement	0.023	0.113	0.019	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.1	7.3	7.1	Hz
Overswing Ratio	3.8	4.2	3.9	

Peak Vector Sum 10.09 mm/s at 2.201 sec



Şekil 4.24. Manolya Blok Yıkım Çalışması 28. Ölçüm Sonucu (2)

Date/Time Manual at 11:44:05 February 16, 2016
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 33.0 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by Instantel
 File Name UM8363_20160216114405.IDFW

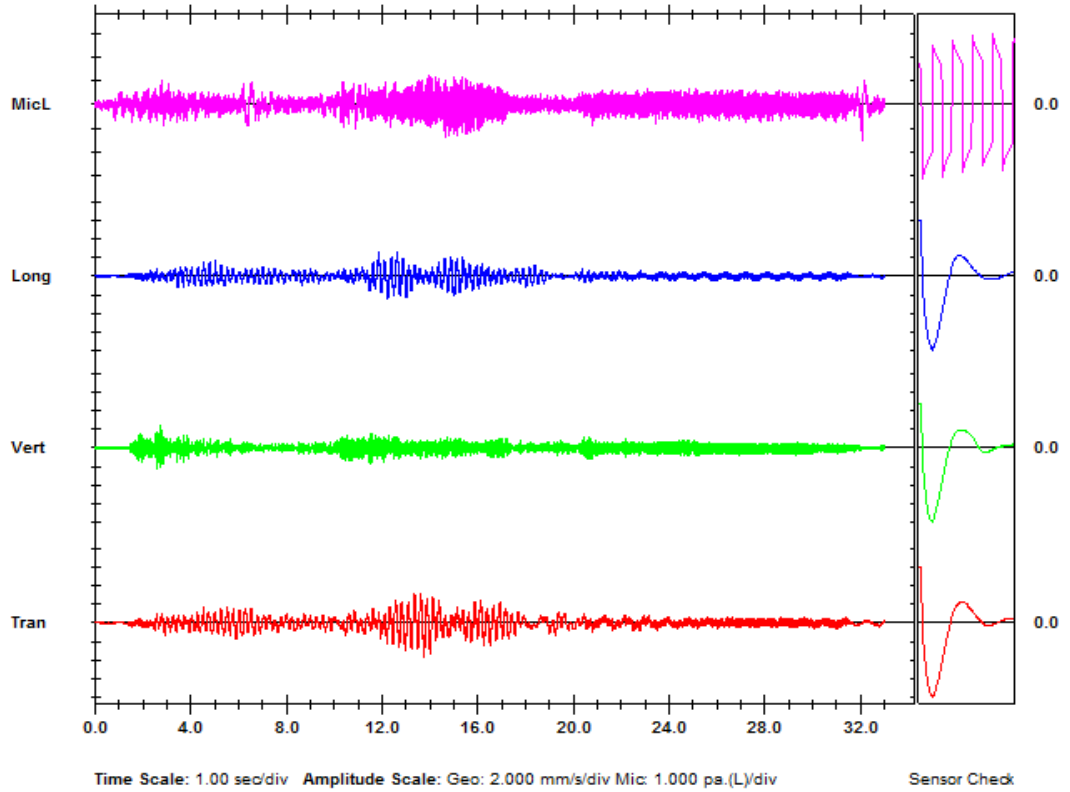
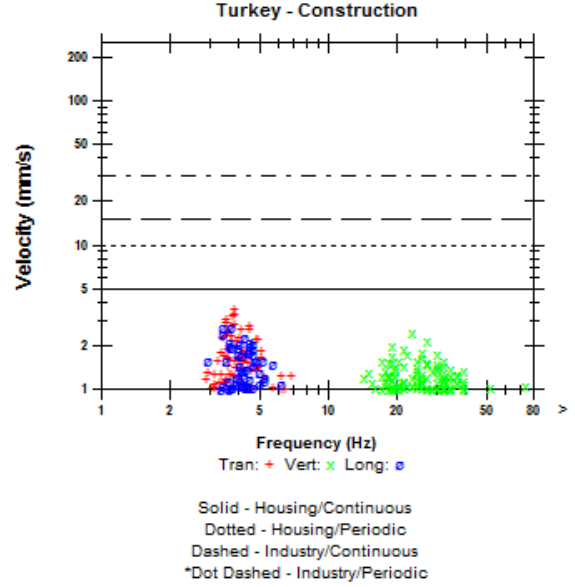
Notes

Location:
 Client:
 User Name:
 General:

Microphone Linear Weighting
 PSPL 97.53 dB(L) at 32.074 sec
 ZC Freq 3.1 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1378 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	3.634	2.459	2.648	mm/s
ZC Freq	3.9	23	3.4	Hz
Time (Rel. to Trig)	13.765	2.721	11.850	sec
Peak Acceleration	0.043	0.101	0.039	g
Peak Displacement	0.135	0.016	0.102	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.1	7.3	7.3	Hz
Overswing Ratio	3.9	4.6	3.9	

Peak Vector Sum 3.636 mm/s at 13.765 sec



Şekil 4.25. Manolya Blok Yıkım Çalışması 30. Ölçüm Sonucu (1)

Date/Time Manual at 11:44:05 February 16, 2016
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 33.0 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by Istantel
 File Name UM8363_20160216114405.IDFW

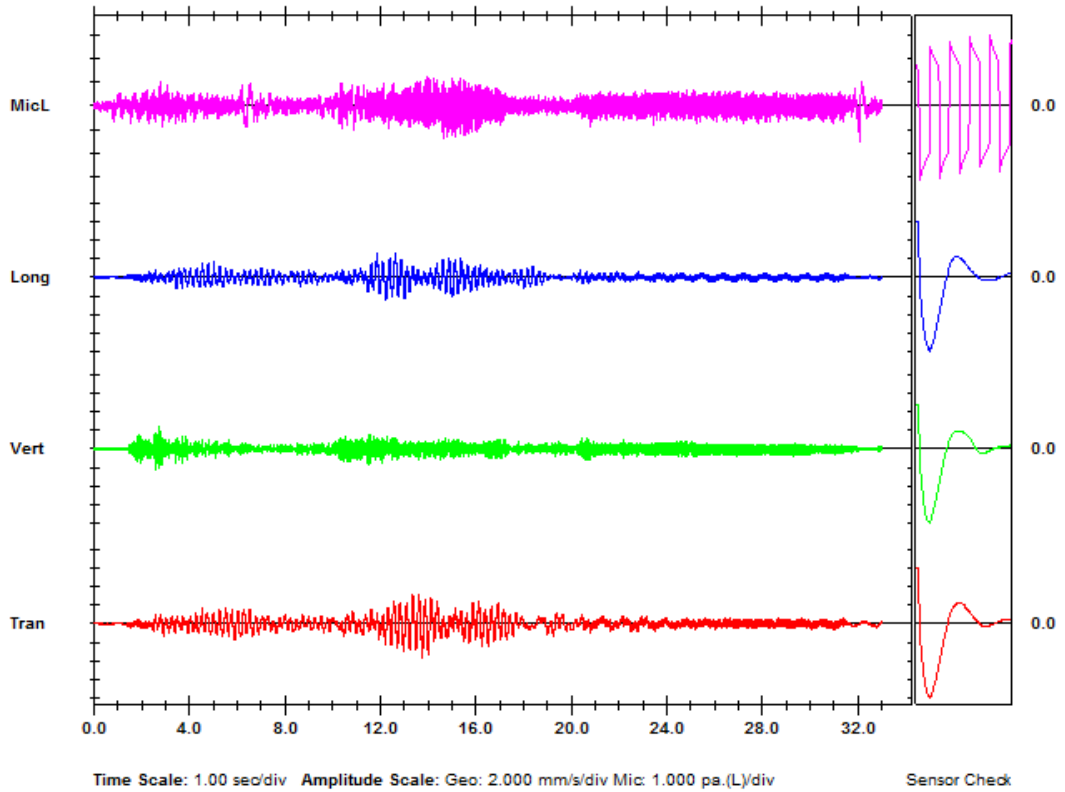
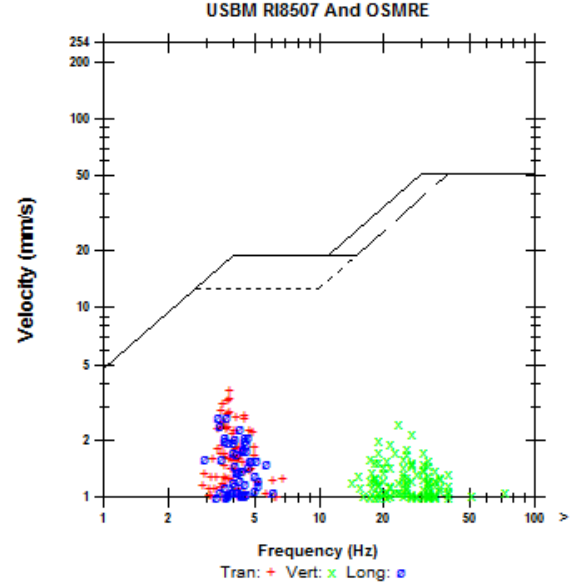
Notes

Location:
 Client:
 User Name:
 General:

Microphone Linear Weighting
 PSPL 97.53 dB(L) at 32.074 sec
 ZC Freq 3.1 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1378 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	3.634	2.459	2.648	mm/s
ZC Freq	3.9	23	3.4	Hz
Time (Rel. to Trig)	13.765	2.721	11.850	sec
Peak Acceleration	0.043	0.101	0.039	g
Peak Displacement	0.135	0.016	0.102	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.1	7.3	7.3	Hz
Overswing Ratio	3.9	4.6	3.9	

Peak Vector Sum 3.636 mm/s at 13.765 sec



Şekil 4.26. Manolya Blok Yıkım Çalışması 30. Ölçüm Sonucu (2)

Date/Time Manual at 11:41:47 February 18, 2016
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 13.5 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by Instantel
 File Name UM8363_20160218114147.IDFW

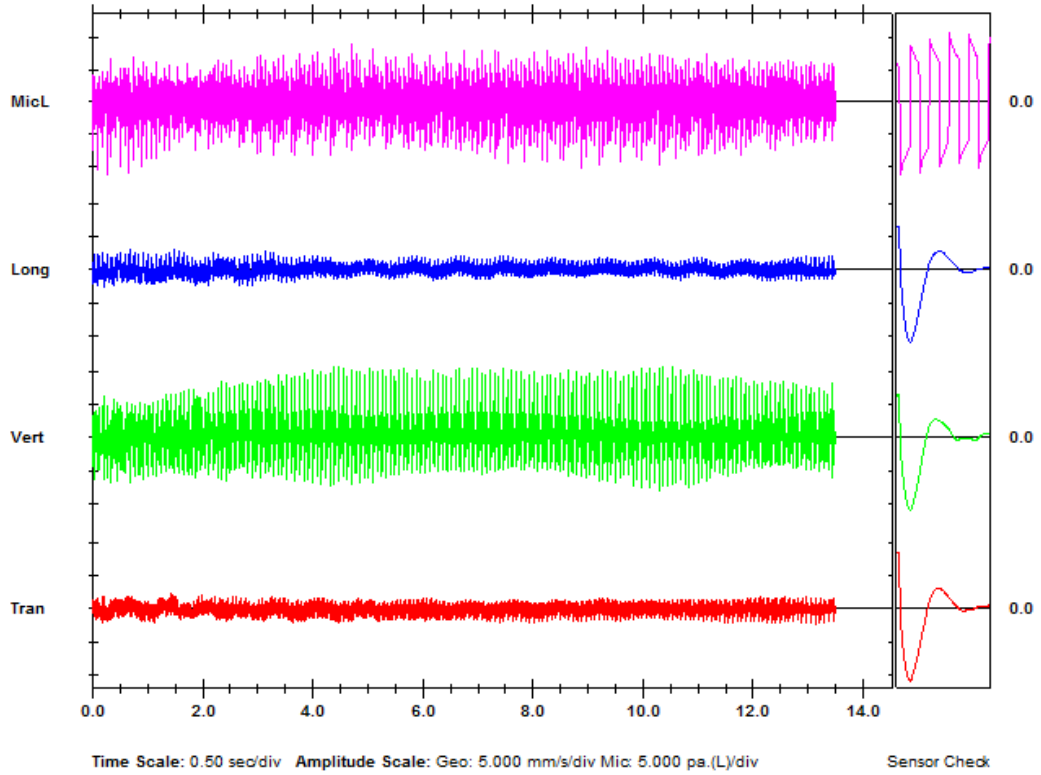
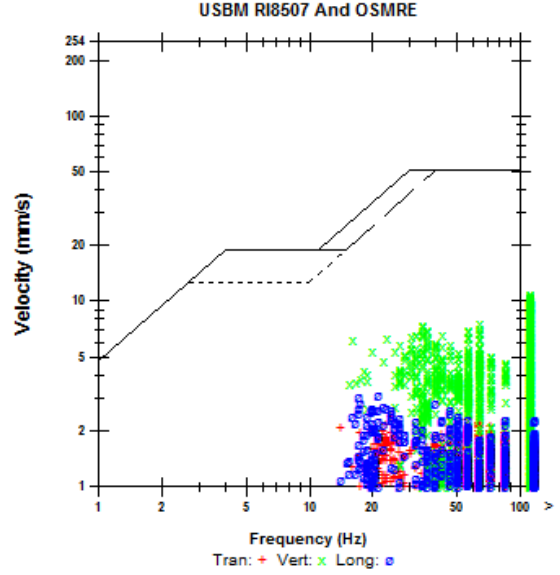
Notes

Location:
 Client:
 User Name:
 General:

Microphone Linear Weighting
 PSPL 114.8 dB(L) at 0.256 sec
 ZC Freq >100 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1481 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	2.396	10.94	3.137	mm/s
ZC Freq	24	>100	21	Hz
Time (Rel. to Trig)	1.431	10.368	0.676	sec
Peak Acceleration	0.128	1.341	0.161	g
Peak Displacement	0.017	0.037	0.020	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.1	7.5	7.1	Hz
Overswing Ratio	3.8	4.3	4.3	

Peak Vector Sum 10.96 mm/s at 10.368 sec



Şekil 4.27. Manolya Blok Yıkım Çalışması 34. Ölçüm Sonucu (1)

Date/Time Manual at 11:41:47 February 18, 2016
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 13.5 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by Instantel
 File Name UM8363_20160218114147.IDFW

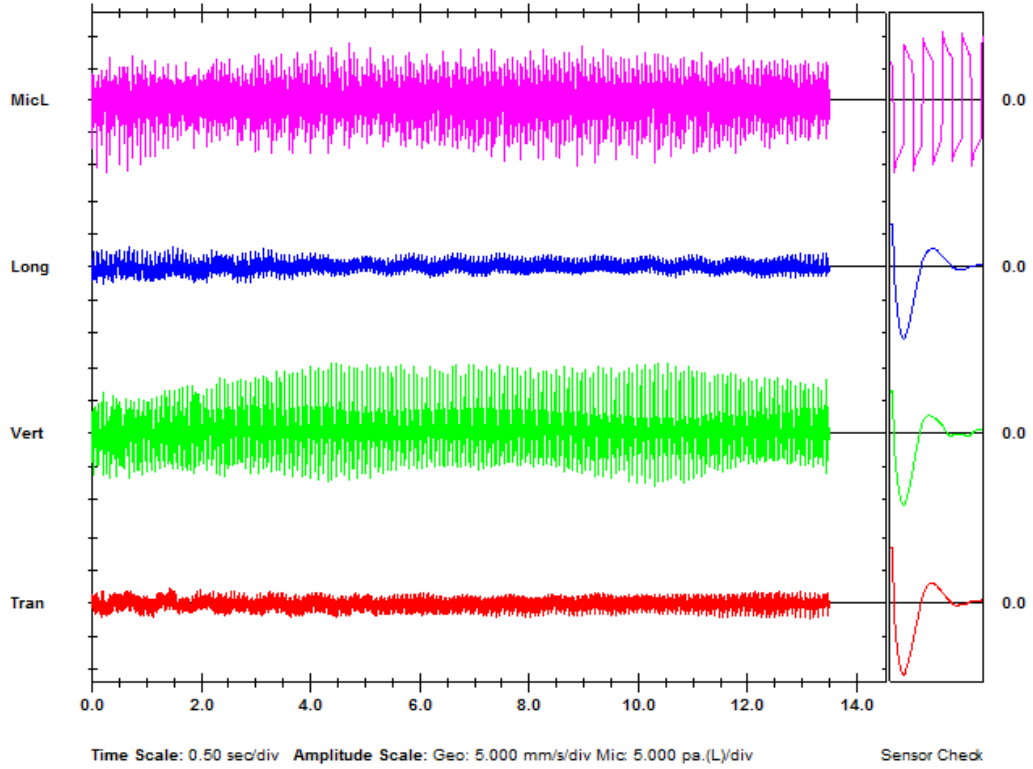
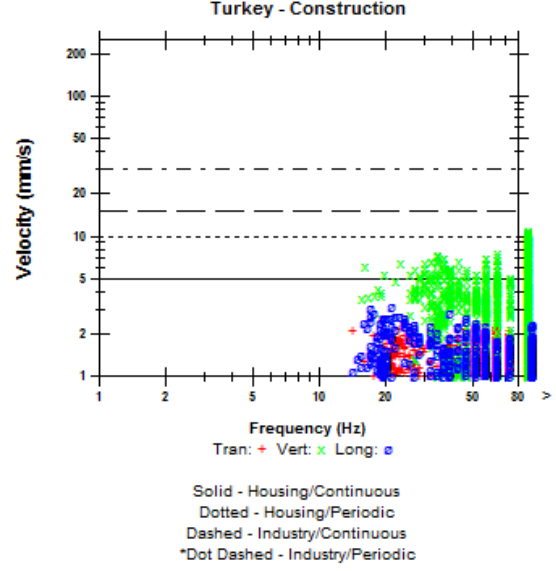
Notes

Location:
 Client:
 User Name:
 General:

Microphone Linear Weighting
 PSPL 114.8 dB(L) at 0.256 sec
 ZC Freq >100 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1481 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	2.396	10.94	3.137	mm/s
ZC Freq	24	>100	21	Hz
Time (Rel. to Trig)	1.431	10.368	0.676	sec
Peak Acceleration	0.128	1.341	0.161	g
Peak Displacement	0.017	0.037	0.020	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.1	7.5	7.1	Hz
Overswing Ratio	3.8	4.3	4.3	

Peak Vector Sum 10.96 mm/s at 10.368 sec



Printed: April 4, 2016 (V 10.72 - 10.72)

Format © 1995-2014 Xmark Corporation

Şekil 4.28. Manolya Blok Yıkım Çalışması 34. Ölçüm Sonucu (2)

Date/Time Manual at 11:42:13 February 18, 2016
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 25.0 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by Instantel
 File Name UM8363_20160218114213.IDFW

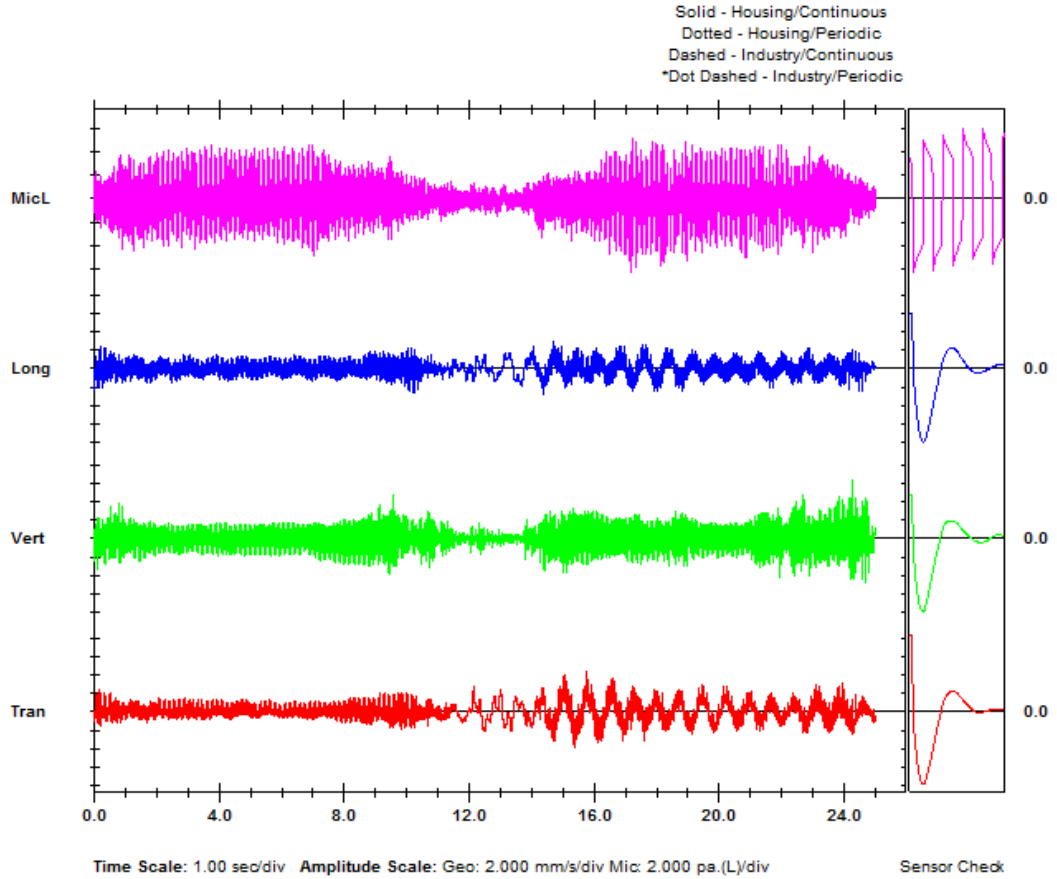
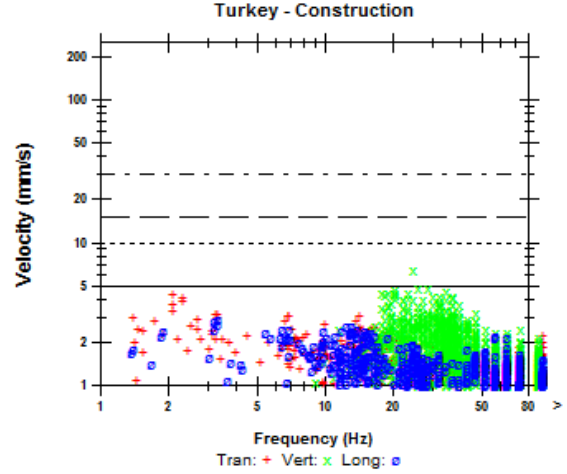
Notes

Location:
 Client:
 User Name:
 General:

Microphone Linear Weighting
 PSPL 109.9 dB(L) at 17.180 sec
 ZC Freq >100 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1475 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	4.351	6.471	2.908	mm/s
ZC Freq	2.1	24	3.3	Hz
Time (Rel. to Trig)	15.730	24.269	14.690	sec
Peak Acceleration	0.124	0.204	0.096	g
Peak Displacement	0.222	0.039	0.194	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.1	7.3	7.1	Hz
Overswing Ratio	3.9	4.5	3.8	

Peak Vector Sum 6.866 mm/s at 24.269 sec



Şekil 4.29. Manolya Blok Yıkım Çalışması 35. Ölçüm Sonucu (1)

Date/Time Manual at 11:42:13 February 18, 2016
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 25.0 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by Instantel
 File Name UM8363_20160218114213.IDFW

Notes

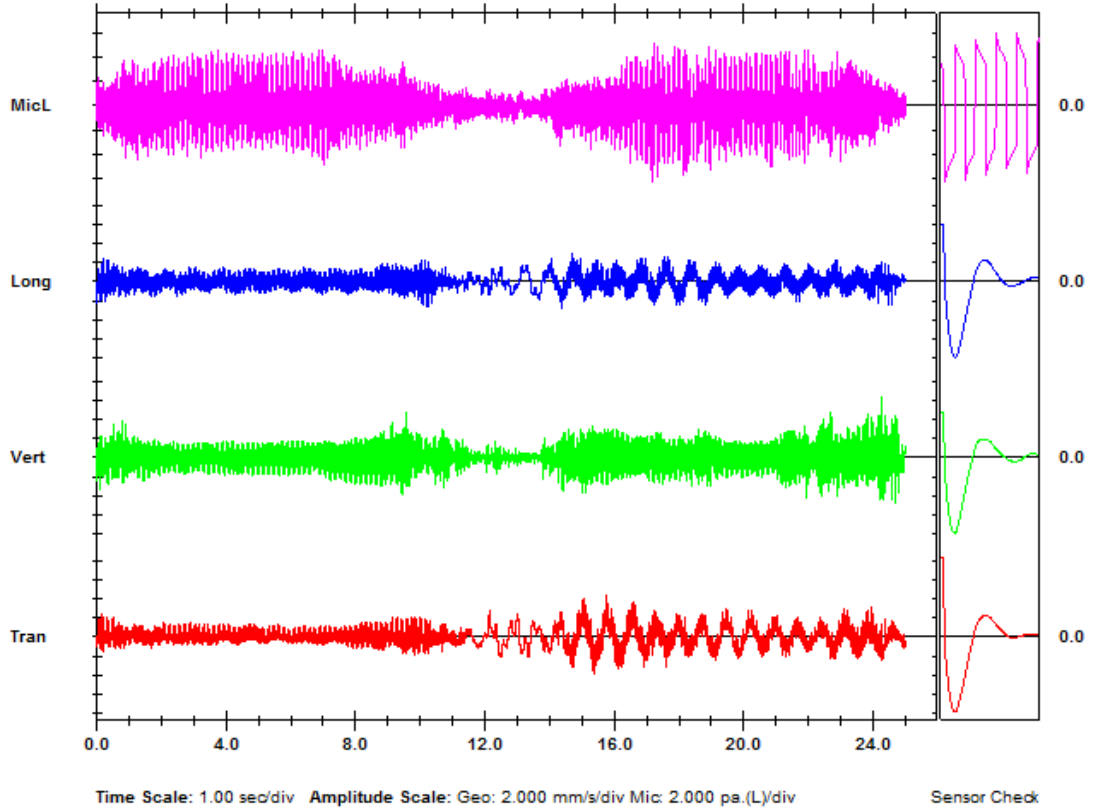
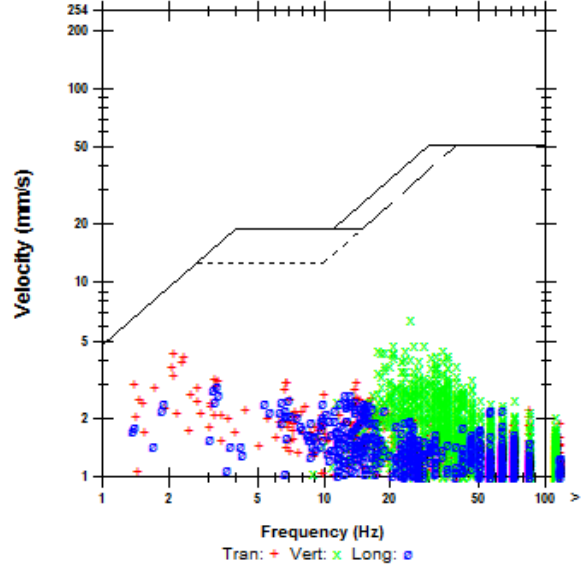
Location:
 Client:
 User Name:
 General:

Microphone Linear Weighting
 PSPL 109.9 dB(L) at 17.180 sec
 ZC Freq >100 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1475 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	4.351	6.471	2.908	mm/s
ZC Freq	2.1	24	3.3	Hz
Time (Rel. to Trig)	15.730	24.269	14.690	sec
Peak Acceleration	0.124	0.204	0.096	g
Peak Displacement	0.222	0.039	0.194	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.1	7.3	7.1	Hz
Overswing Ratio	3.9	4.5	3.8	

Peak Vector Sum 6.866 mm/s at 24.269 sec

USBM RI8507 And OSMRE



Şekil 4.30. Manolya Blok Yıkım Çalışması 35. Ölçüm Sonucu (2)

Date/Time Manual at 11:43:01 February 18, 2016
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 27.5 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by Instantel
 File Name UM8363_20160218114301.IDFW

Notes

Location:

Client:

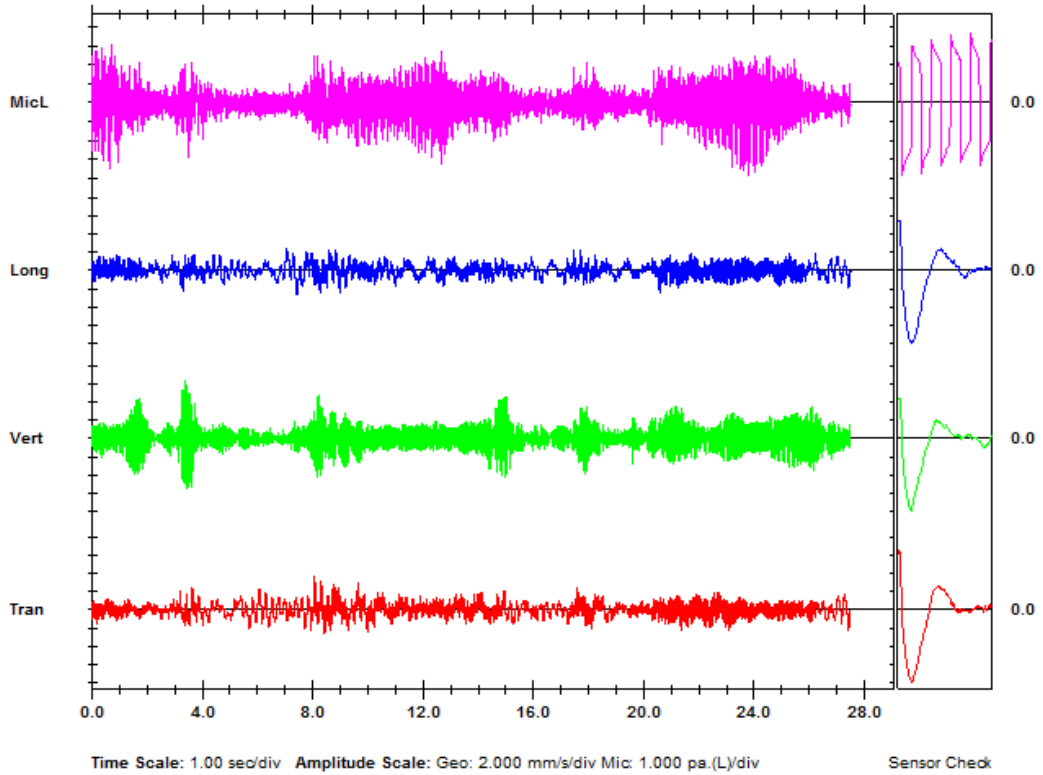
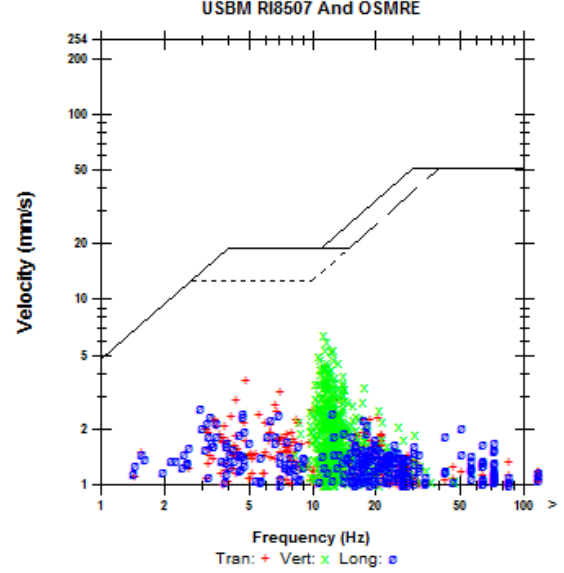
User Name:

General:

Microphone Linear Weighting
 PSPL 105.6 dB(L) at 23.787 sec
 ZC Freq >100 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1480 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	3.649	6.439	2.585	mm/s
ZC Freq	4.8	11	3.0	Hz
Time (Rel. to Trig)	8.072	3.369	7.428	sec
Peak Acceleration	0.090	0.096	0.084	g
Peak Displacement	0.116	0.083	0.117	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.1	6.9	6.7	Hz
Overswing Ratio	3.3	4.3	3.6	

Peak Vector Sum 6.644 mm/s at 3.369 sec



Şekil 4.31. Manolya Blok Yıkım Çalışması 36. Ölçüm Sonucu (1)

Date/Time Manual at 11:43:01 February 18, 2016
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 27.5 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by Instantel
 File Name UM8363_20160218114301.IDFW

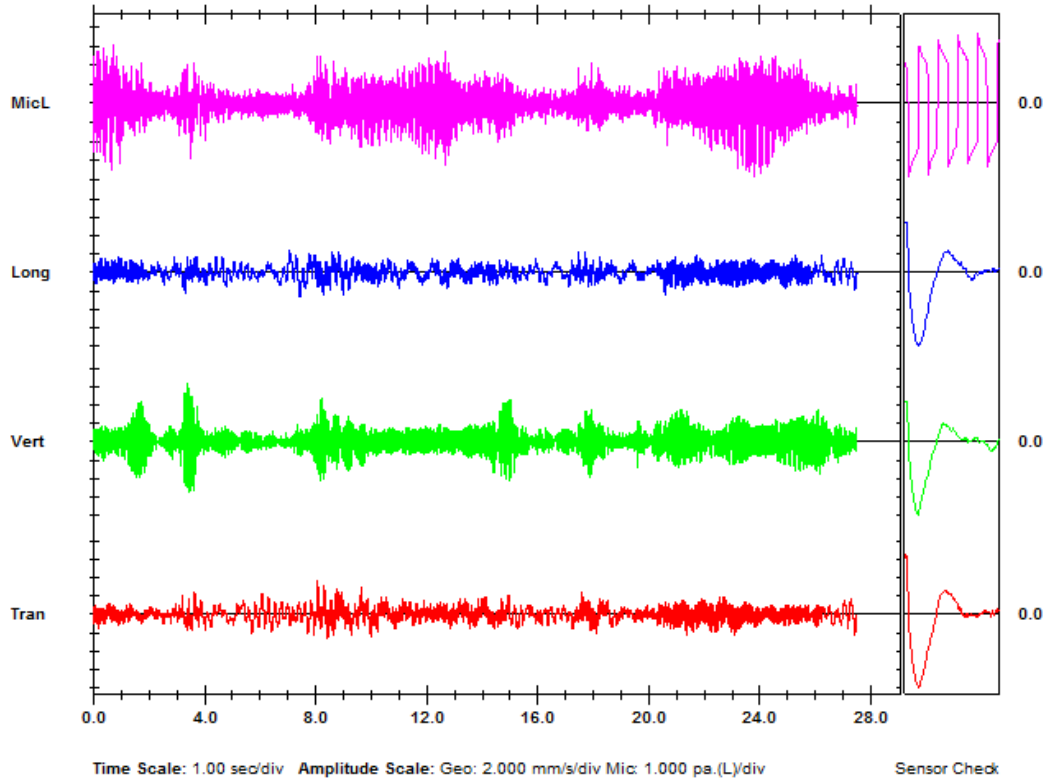
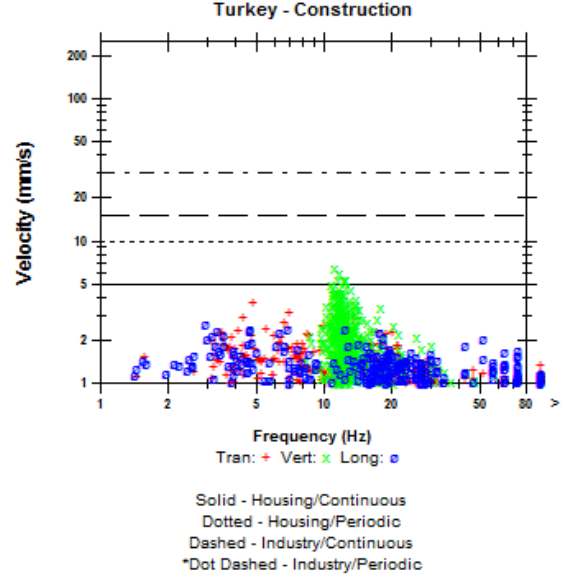
Notes

Location:
 Client:
 User Name:
 General:

Microphone Linear Weighting
 PSPL 3.817 pa.(L) at 23.787 sec
 ZC Freq >100 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1480 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	3.649	6.439	2.585	mm/s
ZC Freq	4.8	11	3.0	Hz
Time (Rel. to Trig)	8.072	3.369	7.428	sec
Peak Acceleration	0.090	0.096	0.084	g
Peak Displacement	0.116	0.083	0.117	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.1	6.9	6.7	Hz
Overswing Ratio	3.3	4.3	3.6	

Peak Vector Sum 6.644 mm/s at 3.369 sec



Şekil 4.32. Manolya Blok Yıkım Çalışması 36. Ölçüm Sonucu (2)

Date/Time Manual at 10:18:57 March 10, 2016
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 10.5 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

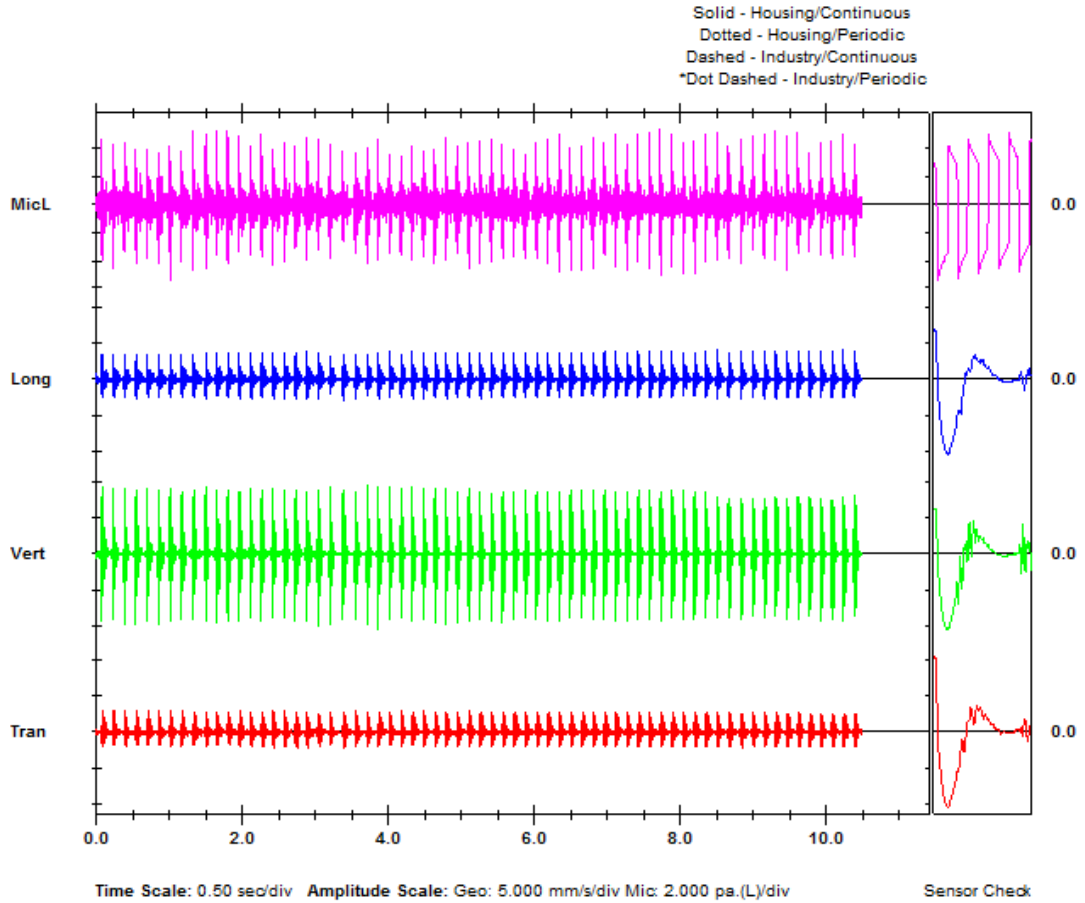
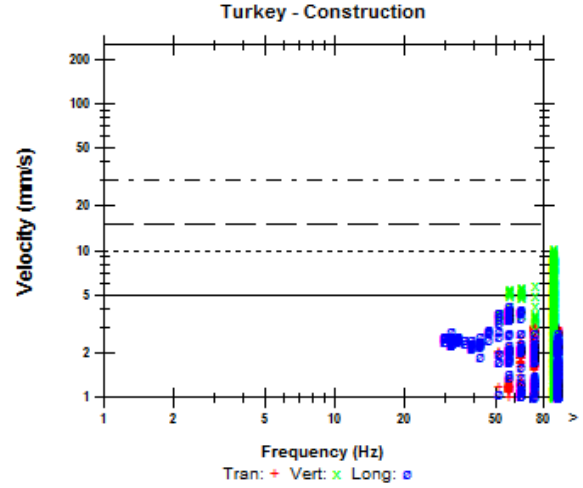
Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by Instantel
 File Name UM8363_20160310101857.IDFW

Notes
 Location:
 Client:
 User Name:
 General:

Microphone Linear Weighting
 PSPL 108.5 dB(L) at 7.730 sec
 ZC Freq >100 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1477 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	3.027	10.41	4.217	mm/s
ZC Freq	73	>100	57	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.711	3.864	8.510	sec
Peak Acceleration	0.169	0.828	0.216	g
Peak Displacement	0.007	0.016	0.009	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.1	7.9	7.5	Hz
Overswing Ratio	3.2	2.4	3.3	

Peak Vector Sum 10.44 mm/s at 3.864 sec



Şekil 4.33. Manolya Blok Yıkım Çalışması 37. Ölçüm Sonucu (1)

Date/Time Manual at 10:18:57 March 10, 2016
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 10.5 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by InstanTel
 File Name UM8363_20160310101857.IDFW

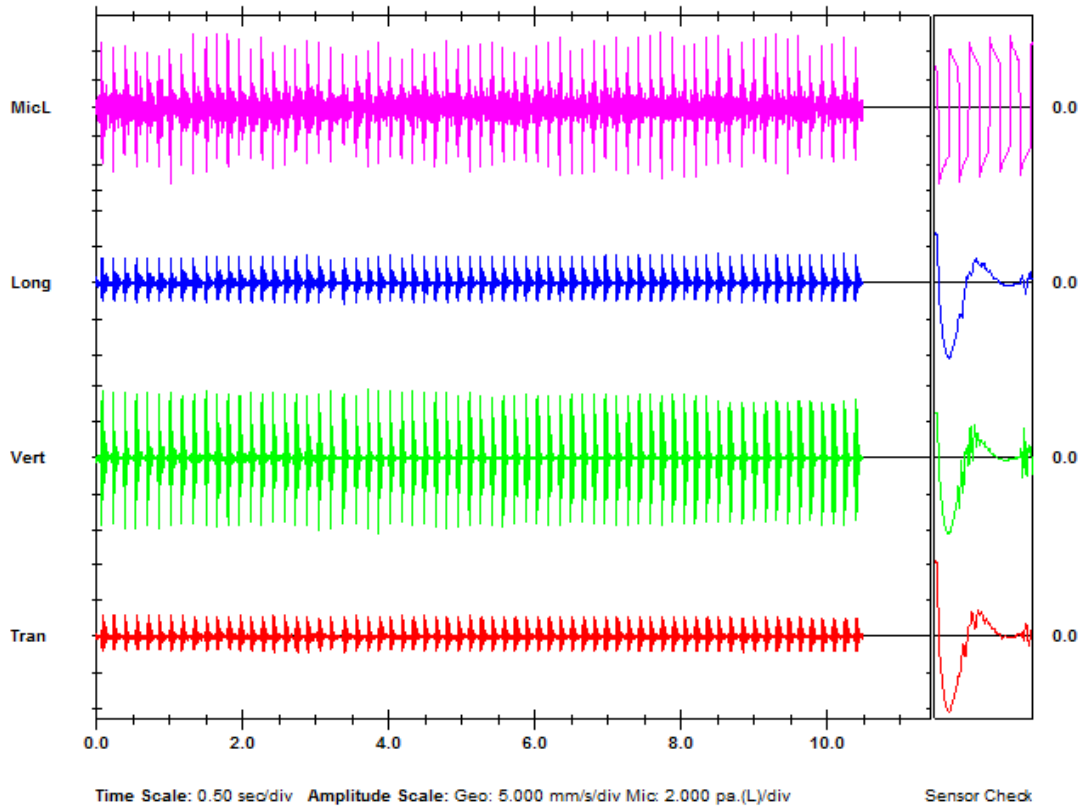
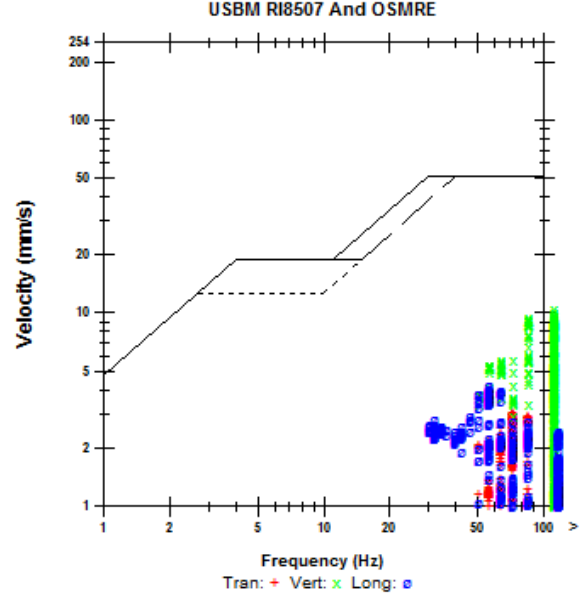
Notes

Location:
 Client:
 User Name:
 General:

Microphone Linear Weighting
 PSPL 108.5 dB(L) at 7.730 sec
 ZC Freq >100 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1477 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	3.027	10.41	4.217	mm/s
ZC Freq	73	>100	57	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.711	3.864	8.510	sec
Peak Acceleration	0.169	0.826	0.216	g
Peak Displacement	0.007	0.016	0.009	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.1	7.9	7.5	Hz
Overswing Ratio	3.2	2.4	3.3	

Peak Vector Sum 10.44 mm/s at 3.864 sec



Şekil 4.34. Manolya Blok Yıkım Çalışması 37. Ölçüm Sonucu (2)

Date/Time Manual at 10:19:54 March 10, 2016
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 18.5 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by InstanTEL
 File Name UM8363_20160310101954.IDFW

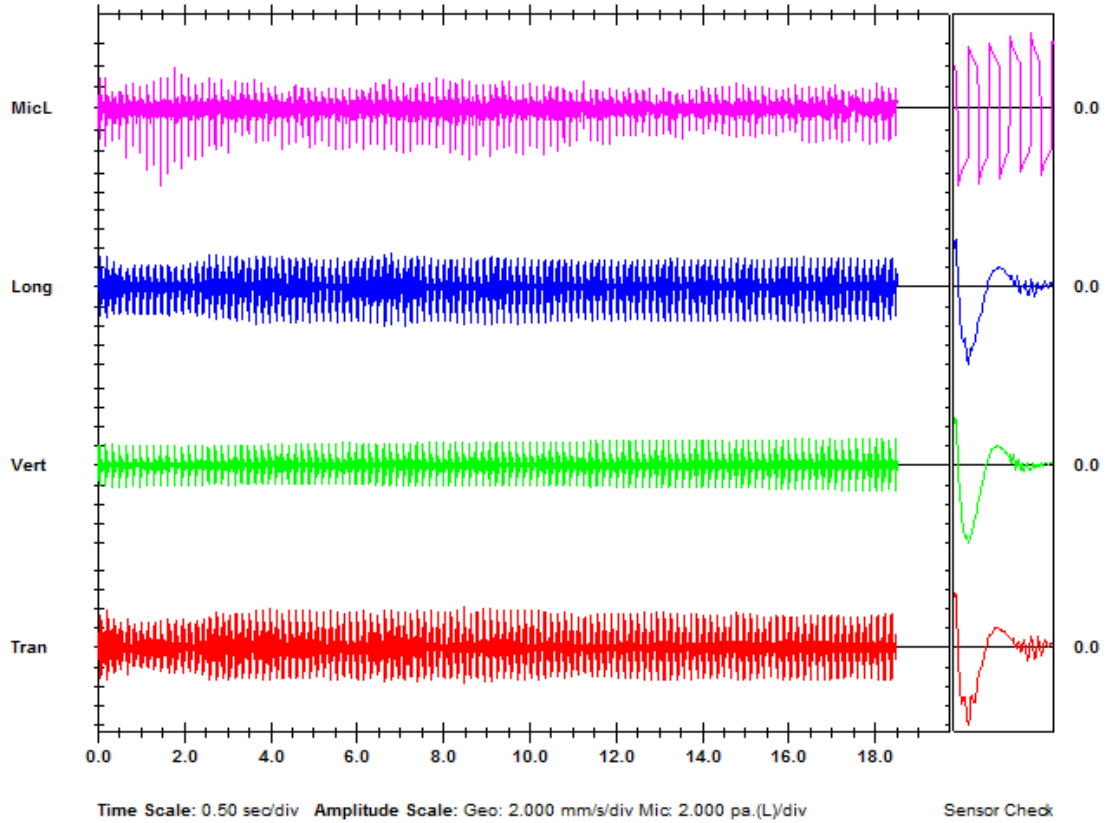
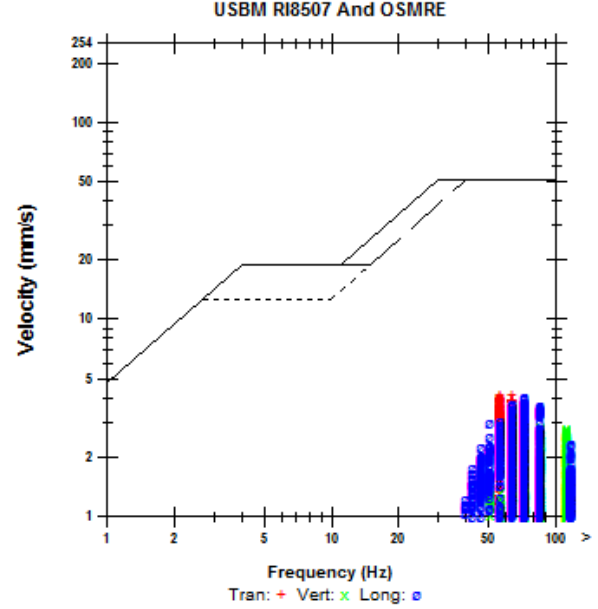
Notes

Location:
 Client:
 User Name:
 General:

Microphone Linear Weighting
 PSPL 111.1 dB(L) at 1.440 sec
 ZC Freq >100 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1474 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	4.154	2.877	4.028	mm/s
ZC Freq	64	85	73	Hz
Time (Rel. to Trig)	8.477	17.398	6.647	sec
Peak Acceleration	0.150	0.201	0.172	g
Peak Displacement	0.011	0.005	0.009	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.3	7.3	6.9	Hz
Overswing Ratio	4.4	4.3	4.3	

Peak Vector Sum 5.316 mm/s at 6.647 sec



Şekil 4.35. Manolya Blok Yıkım Çalışması 38. Ölçüm Sonucu (1)

Date/Time Manual at 10:19:54 March 10, 2016
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 18.5 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by Instantel
 File Name UM8363_20160310101954.IDFW

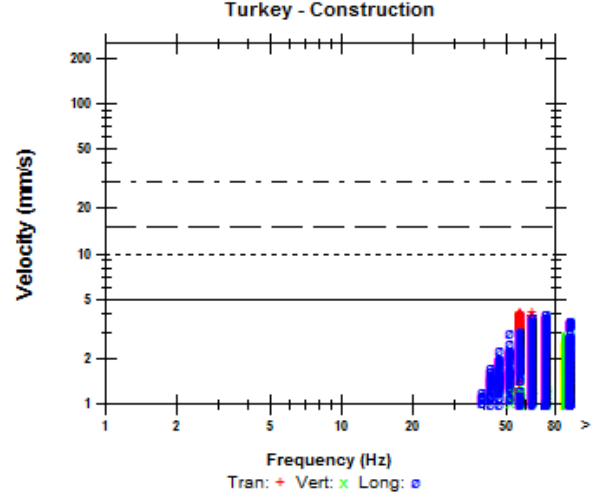
Notes

Location:
 Client:
 User Name:
 General:

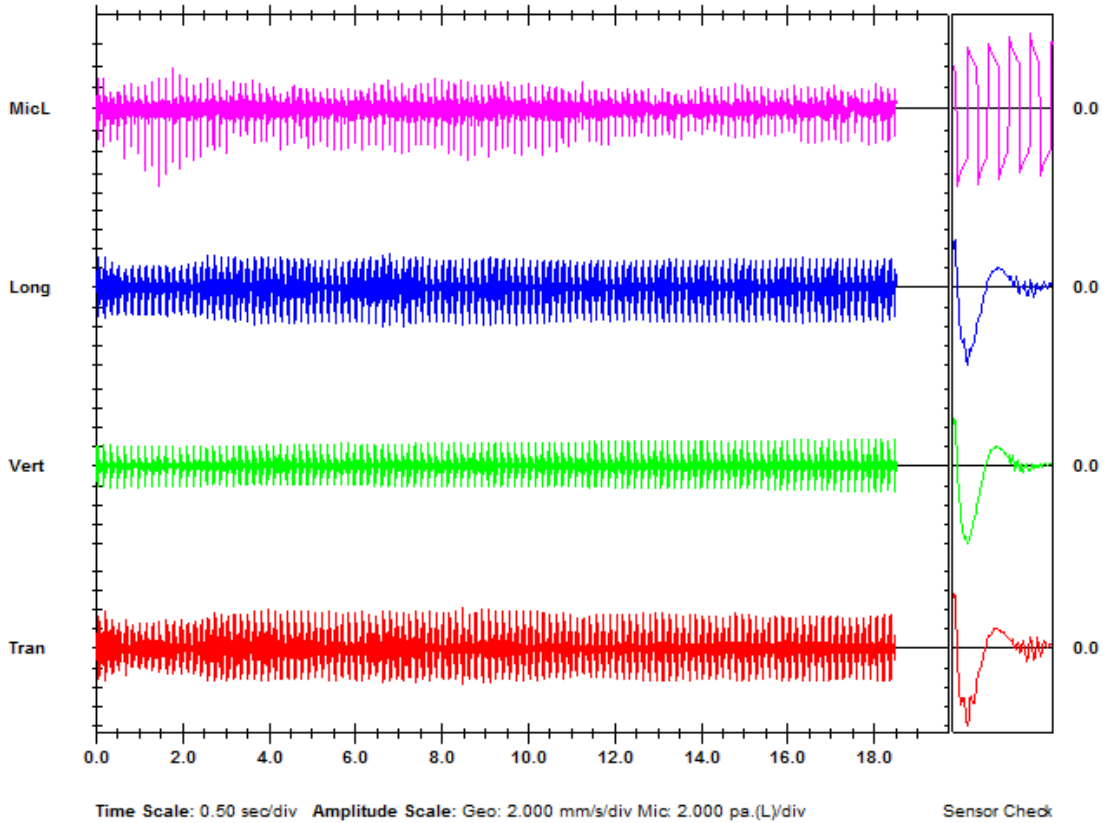
Microphone Linear Weighting
 PSPL 111.1 dB(L) at 1.440 sec
 ZC Freq >100 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1474 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	4.154	2.877	4.028	mm/s
ZC Freq	64	85	73	Hz
Time (Rel. to Trig)	8.477	17.398	6.647	sec
Peak Acceleration	0.150	0.201	0.172	g
Peak Displacement	0.011	0.005	0.009	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.3	7.3	6.9	Hz
Overswing Ratio	4.4	4.3	4.3	

Peak Vector Sum 5.316 mm/s at 6.647 sec



Solid - Housing/Continuous
 Dotted - Housing/Periodic
 Dashed - Industry/Continuous
 *Dot Dashed - Industry/Periodic



Şekil 4.36. Manolya Blok Yıkım Çalışması 38. Ölçüm Sonucu (2)

Date/Time Manual at 10:20:39 March 10, 2016
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 22.0 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by InstanTel
 File Name UM8363_20160310102039.IDFW

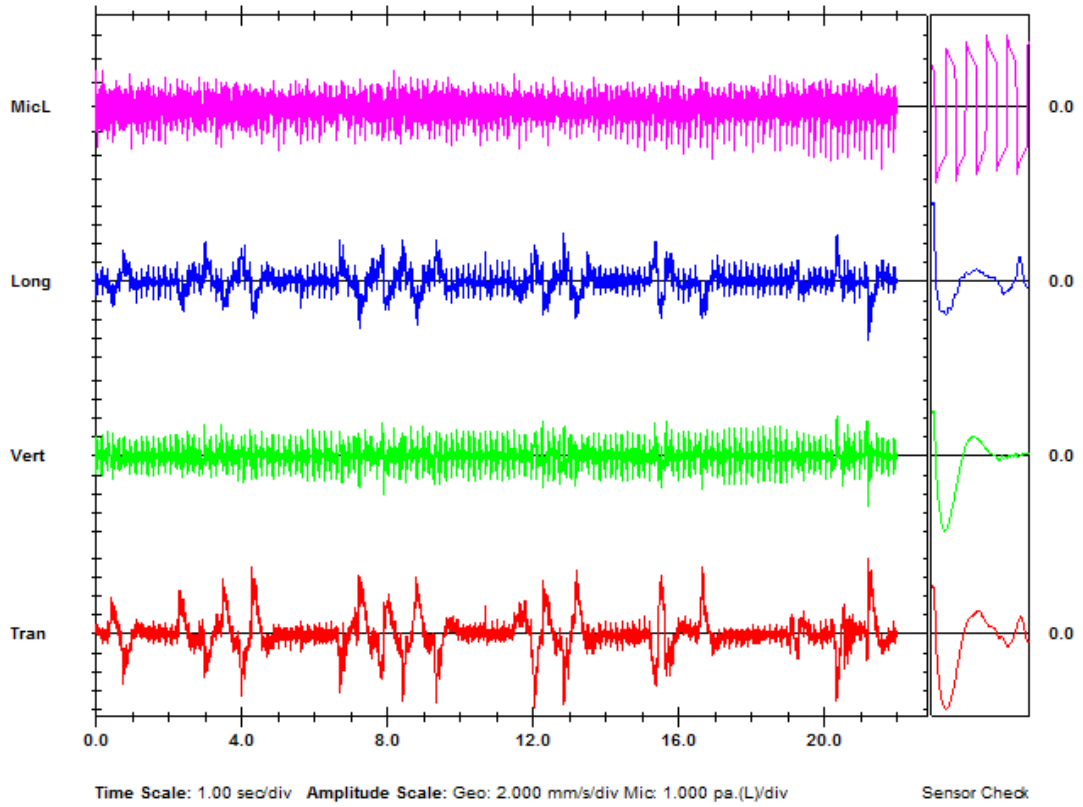
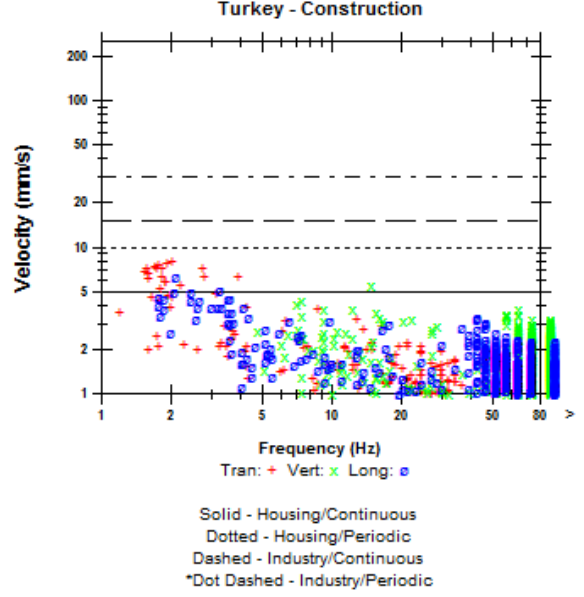
Notes

Location:
 Client:
 User Name:
 General:

Microphone Linear Weighting
 PSPL 102.1 dB(L) at 21.599 sec
 ZC Freq >100 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1478 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	8.016	5.438	6.219	mm/s
ZC Freq	2.0	15	2.1	Hz
Time (Rel. to Trig)	21.207	21.202	21.205	sec
Peak Acceleration	0.198	0.294	0.185	g
Peak Displacement	0.486	0.066	0.281	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Check	
Frequency	7.1	7.3	8.2	Hz
Overswing Ratio	3.4	4.3	3.3	

Peak Vector Sum 10.29 mm/s at 21.202 sec



Şekil 4.37. Manolya Blok Yıkım Çalışması 39. Ölçüm Sonucu (1)

Date/Time Manual at 10:20:39 March 10, 2016
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 22.0 sec at 1024 sps
 Operator/Setup: Operator/OZGUR.MMB

Serial Number UM8363 V 10-76 Micromate ISEE
 Battery Level 3.8 Volts
 Unit Calibration August 18, 2015 by InstanTel
 File Name UM8363_20160310102039.IDFW

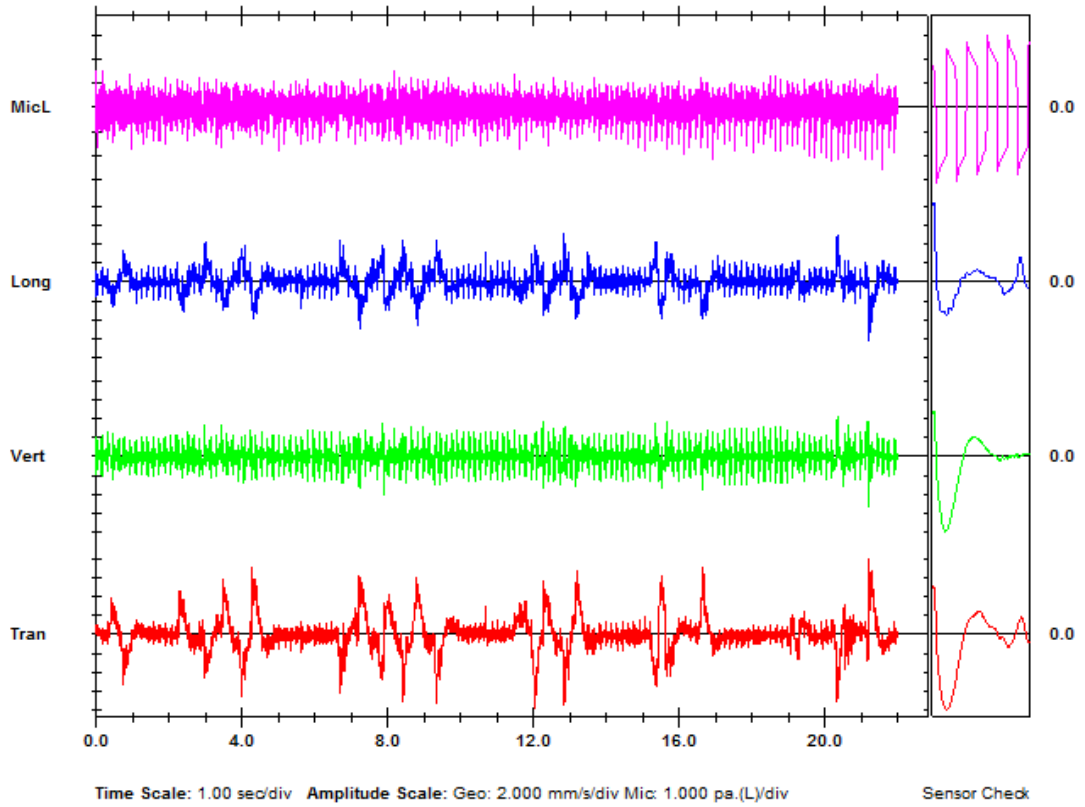
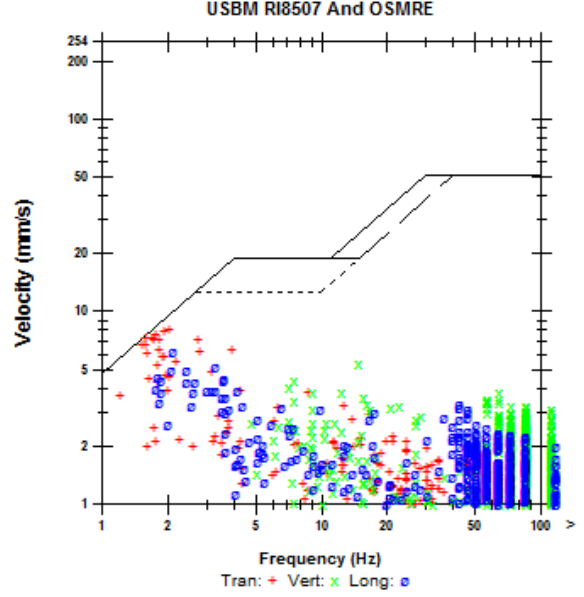
Notes

Location:
 Client:
 User Name:
 General:

Microphone Linear Weighting
 PSPL 102.1 dB(L) at 21.599 sec
 ZC Freq >100 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1478 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	8.016	5.438	6.219	mm/s
ZC Freq	2.0	15	2.1	Hz
Time (Rel. to Trig)	21.207	21.202	21.205	sec
Peak Acceleration	0.198	0.294	0.185	g
Peak Displacement	0.486	0.066	0.281	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Check	
Frequency	7.1	7.3	8.2	Hz
Overswing Ratio	3.4	4.3	3.3	

Peak Vector Sum 10.29 mm/s at 21.202 sec



Şekil 4.38. Manolya Blok Yıkım Çalışması 39. Ölçüm Sonucu (2)

Ses ölçüm sonuçları seçilen ölçüm noktaları için aşağıda Çizelge 4.2'de verilmiştir. Yapılan ölçümler mini ekskavatör, 20 tonluk standart ekskavatör ve el ile yıkım çalışmalarında yaygın olarak kullanılan havalı kırıcı delici kullanılırken alınmış olup, her üç araç içinde elde edilen gürültü sonuçları sınır değer olan 70 dBA değerinden oldukça yüksektir. Bu sonuçlar yıkım şantiyelerinde makine ve el ile yıkım çalışmalarında oldukça yüksek gürültü düzeyinde çalışmaların yürütüldüğü ve çevrenin etkilendiğinin bir ispatıdır. Bu gürültü düzeyinin azaltılması için çeşitli önlemlerin alınması bir gerekliliktir. Özellikle çalışan personelin kulak koruma ekipmanlarını kullanması gerektiği ortaya çıkan bir diğer sonuçtur.

Çizelge 4.2. Manolya Blok Yıkım Çalışması Seçilen Ölçüm Noktaları Ses Ölçüm Sonuçları

Ölçüm Noktası	Ölçülen Ses Basıncı (dB)	Ölçüm frekansı (Hz)	Ses değeri (dBA)
3	97,07	>100	77,1
11	103,6	73	75,6
15	104,6	85	79,6
22	112,1	>100	92,1
25	115,7	>100	95,7
28	107,2	51	75,2
30	97,53	3,1	32,5
34	114,8	>100	94,8
35	109,9	>100	89,9
36	105,6	>100	85,6
37	108,5	>100	88,5
38	111,1	>100	91,1
39	102,1	>100	82,1

Manolya blok yıkım çalışması kapsamında seçilen ölçüm noktalarından alınan üç eksen yönündeki titreşim değerlerinin maksimumları Çizelge 4.3'de sunulmuştur. Ölçülen titreşim değerleri tüm dünya literatürü tarafından da kabul gören PPV (Peak Particle Velocity) zemin parçaçık hızı değerleri olup bu değerler mm/sn olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.3. Manolya Blok Yıkım Çalışması Seçilen Ölçüm Noktaları Titreşim Değerleri (mm/Sn)

Ölçüm Noktası	Zemin Parçacık Hızı Değerleri (PPV) (mm/sn)		
	Boysal (Long)	Dikey (Vert)	Yatay (Tran)
3	4,603	2,301	3,168
11	2,317	1,718	1,277
15	1,088	1,773	1,466
22	3,618	0,851	1,427
25	2,719	1,521	2,759
28	2,026	10,08	2,514
30	2,648	2,459	3,634
34	3,137	10,34	2,396
35	2,908	6,471	4,351
36	2,585	6,439	3,649
37	4,217	10,41	3,027
38	4,028	2,877	4,154
39	6,219	5,438	8,016

Çizelge 4.1'de verilen ölçümlerin gerçekleştirildiği mesafe bilgileri ve çalışan makine ile ilgili olarak sunulan bilgiler ışığında Çizelge 4.3'de verilen titreşim sonuçları incelendiğinde mini ekskavatör ve 20 tonluk standart ekskavatör ile beton kırımı yapılırken titreşim kaynağına 5, 10 ve 15 metre mesafede yapılan titreşim ölçümlerinin sınır değerleri aştığı görülmektedir. Yapı yapım şantiyeleri için verilen 5 mm/sn'lik sınır değer bu çalışmalar sırasında aşılmıştır. Bu aşılma durumu Blasware yazılımı sonuç çıktılarında grafik olarak verilen sonuçlardan da görülebilmektedir. Elde edilen sonuçlar uzun süreli yıkım çalışmalarında ekskavatör ile yapılan kırım ve demir ayırma çalışmalarında meydana gelen titreşim değerlerinin oldukça yüksek olduğu ve sınır değer iki katı olan 10 mm/sn değerine kadar ulaştığını göstermektedir. Özellikle titreşim kaynağına çok yakın 5 metre mesafede bu değerlerde titreşim meydana gelmektedir. Titreşim kaynağından 15 metre uzağa gidildikçe değerler 6 mm/sn mertebelerine düşmesine rağmen sınır değerlerin üzerindedir. Bu nedenle makine ile yıkım çalışmaları sırasında çok yakında bulunan yapıların bu titreşimden etkileneceği yapılan ölçümler ile ispatlanmıştır. Özellikle tarihi yapılar ve eski dayanımı düşük ya da yatay rijtilik ve davranış problemi olabilecek eski yapılar bu titreşimden çok daha olumsuz etkilenebilirler. Bu nedenle yıkım şantiyelerine çok yakın olabilecek bu türde yapılar ile ilgili gerekli mühendislik analizlerinin yapılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

4.2. Orkide Blok Kontrollü Patlatma ile Yıkım Bölgesinden Alınan Titreşim, Gürültü ve Toz Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Patlatma sırasında meydana gelen titreşimler iki farklı tür araç kullanılarak patlayıcı ile yıkılacak Orkide bloğa oldukça yakın konumlandırılmış (yaklaşık 30 metre) EVKO İnşaat firması tarafından yapılan yeni bir bloğun zemin katından alınmıştır (Şekil 4.39).



Şekil 4.39. Titreşim, İvme, Gürültü Ve Toz Ölçümlerinin Alındığı Lokasyonlar

Titreşim ölçümü için kullanılan ilk ekipman ivme ölçerlerdir. Şekil 4.39'da işaretlenen yapının zemin kat kolonlarından Orkide bloğa en yakın konumda yer alan

bir tanesi seçilerek kolon üzerine patlatma yönüne dik olarak iki adet ivme ölçer bağlanmıştır. Yapılan bu ölçüm ile patlatma etkisiyle oluşan titreşimlerin yakında konumlanmış diğer yapılar üzerindeki etkilerinin yorumlanması amaçlanmaktadır.

Patlatma etkisiyle oluşan titreşimlerin ölçülmesi için piezoelektrik ivme ölçerleri tercih edilmiştir. PCB Group firmasına ait piezoelektrik ICP tipi ivmeölçerlerden 2 adet Model 353B02 kullanılmıştır (Şekil 4.40).

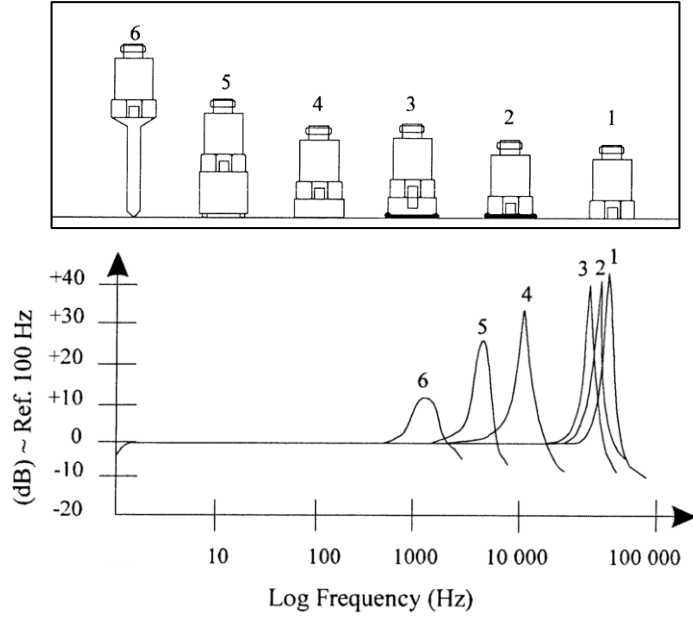


Şekil 4.40. Model 353B02 İvme Ölçer

ICP tipi ivme ölçerlerin üstünlükleri:

- Uygun tip ve uzunlukta kabloya bakmaksızın sabit voltaj hassasiyeti,
- Düşük empedanslı çıkış sinyali, oldukça uzun kablolarda bile çevre etkilerine rağmen sinyal kalitesini kaybetmeme,
- Düşük gürültü aralığı, veri toplama donanımları, kaydedici, sinyal çözümüleme, standart okuyucu ile voltaj-çıkış sinyali uyuşmakta.

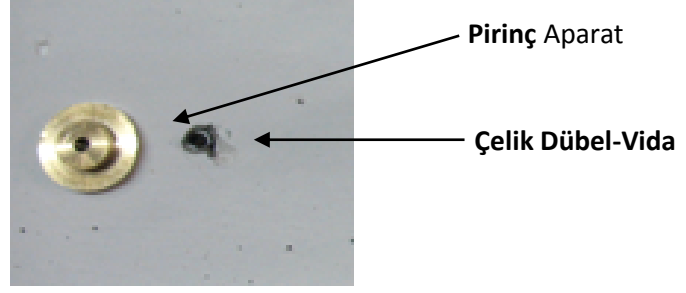
Bu tip ivmeölçerlerle ölçümleri almak için değişik montaj şekilleri vardır. Bu montaj şekillerine göre avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Montaj yapılan yerin karakteristik özellikleri, pürüzsüzlük, sıcaklık, değişim büyüklüğü, erişilebilirlik ve taşınabilirlik son derece önem teşkil etmektedir. Firmanın kendi laboratuvarlarında yaptığı testlerle montaj şeklinin hassasiyetleri yüksek frekans altında test edilip grafik halinde Şekil 4.41’de gösterilmiştir.



Şekil 4.41. İvmeölçerlerin Montaj Şekilleri Ve Yüksek Frekansa Etkileri

1. Vida ile 2. Yapıştırıcı ile 3. Montaj pedi ile 4. Düz mıknatıs ile 5. Çift taraflı mıknatıs ile 6. El çubuğu ile[Manual]

Patlatma anında yüksek frekanslar oluştuğu için ayrıca beton üzerine tutturabilmek için vida ile montaj şekli tercih edilmiştir. Optimum bağlama düzenlemeleri önemli ölçüde ölçümün doğruluk payını arttırmaktadır. En iyi performans için, özellikle yüksek frekanslarda, ivmeölçerin tabanı ve titreşimi ölçülecek nesnenin yüzeylerinin temiz, düz, pürüzsüz, çiziksiz olmasına dikkat edilmelidir. Vidalı montaj için beton üzerine delik açılmış ve bu deliklere çelik dübel yardımı ile vidalar yerleştirilmiştir. İvme ölçerlerin ölçüm değerlerini hassas bir şekilde okuyabilmesi için iletkenliği iyi olan pirinç malzemeden montaj aparatı yapılmış ve bu aparat ile ivme ölçerler beton numune üzerine monte edilmiştir (Şekil 4.42). Kullanılan ivme ölçerlerin teknik özellikleri Çizelge 4.4’de verilmiştir.



Şekil 4.42. Montaj Yeri Ve Aparatı

Çizelge 4.4. Model 353B02 İvme Ölçerin Teknik Özellikleri

Özellik	Değer
Hassasiyet(± 5 %)	2,04 mV/(m/s ²)
Ölçüm Aralığı	± 2453 m/s ²
Frekans Aralığı (± 5 %)	1-7000 Hz
Frekans Aralığı (± 10 %)	0,7-10 000 Hz
Frekans Aralığı (± 3 dB)	0,35-18 000 Hz
Rezonans Frekansı	≥ 38 kHz
Genişbant Hassasiyeti(1-10 000 Hz)	0,05 m/s ²
Düzensizlik	≤ 1 %
Çaprazlama Hassasiyeti	≤ 5 %
Aşırı Yük Sınırı	98 100 m/s ²
Çalışma Sıcaklığı	-54 ile +121 °C
Uyarma Voltajı	18-30 VDC
Sabit Akım Uyarma	2-20 mA
Çıkış Empedansı	≤ 100 ohms
Çıkış Öngerilim Voltajı	8-12 VDC
Boşaltım Zamanı	0,5-2,0 s
Hazır Hale Gelme Zamanı	< 5 s
Algılama Elemanı	Quartz
Elektrik Bağlantısı	10-32 Koaksiyal Jak
Elektrik Bağlantı Yeri	Üst
Ağırlık	10 gr

Veri toplayıcıları, kullanılan ölçüm aygıtlarından elde edilen ölçümleri toplayıp bilgisayar ortamında değerlendirilmesi için bilgisayar datalarına çeviren aygıtlardır. Veri toplayıcıları, çok çeşitlidir. Yapılacak çalışmalara göre özel olarak dizayn edilenlerinden standart olarak üretilenlere kadar birçok çeşidi vardır.

Deneyslerde kullanılacak olan veri toplayıcı seçilirken kuvvetin etki şekline ve kullanılan ölçme aygıtlarının türü dikkate alınmıştır. Bu şartlar dikkate alınarak National Instruments firmasının ürettiği NI 9233-USB-9162 modeli kullanılmıştır (Şekil 4.43). Bu veri toplayıcı, dört kanallı dinamik sinyal yakalayıcısı olup, yüksek doğrulukta ölçüm alabilen IEPE algılayıcılarından yapılmıştır.



Şekil 4.43. NI 9233-USB-9162 Veri Toplayıcı

Kullanılan veri toplayıcı aygıt iki modülden oluşmaktadır. Birinci modül veri toplayıcısıdır. Bu modüle ölçüm aygıtları bağlanmaktadır. İkinci bölüm ise sinyal taşıyıcı modülüdür. Bu modül de birinci modülden gelen sinyalleri bilgisayara aktarmaktadır. Her iki modül birbirinden bağımsızdır. Veri toplayıcıdan bilgisayar ortamına aktarılan veriler veri toplayıcı için yazılmış olan bilgisayar programı yardımıyla almak ve istenilen veri türüne çevrilerek kaydetmek mümkündür. Ayrıca bu program yardımıyla deney düzeneğine bağladığımız ölçüm aygıtlarının kalibrasyon ayarları yapılmaktadır. Çizelge 4.5’de veri toplayıcısının teknik özellikleri verilmiştir.

Çizelge 4.5. NI 9233-USB-9162 Veri Toplayıcı Teknik Özellikleri

Özellik	Değer
Kanal Sayısı	4 Adet Analog Giriş
Çözünürlük	24-bit
Dinamik Aralık	102 dB
Minimum Data Oranı	2 kS/s
Maksimum Data Oranı	50 kS/s
Frekans	12,8 MHz
Hassasiyet	±100 ppm max.
Giriş Akımı	AC
Minimum AC Voltajı	5 V
Maksimum AC Voltajı	5,8 V
IEPE Minimum Uyarma Akımı	2.0 mA
Giriş Voltajı Aralığı	±5 V
Bilgisayar Bağlantısı	HI-Speed USB 2.0

Ölçüm aygıtlarından alınan ölçme değerlerinin değer kaybına uğramadan deney alanından veri toplayıcısına iletilmesi için özel kablolar tasarlanmış ve imal edilmiştir. Ölçümlerde PCB Group firmasının imal ettiği 003A20 Model numaralı kablo kullanılmıştır (Şekil 4.44). Bu kablo düşük gürültülü koaksiyal kablodur.

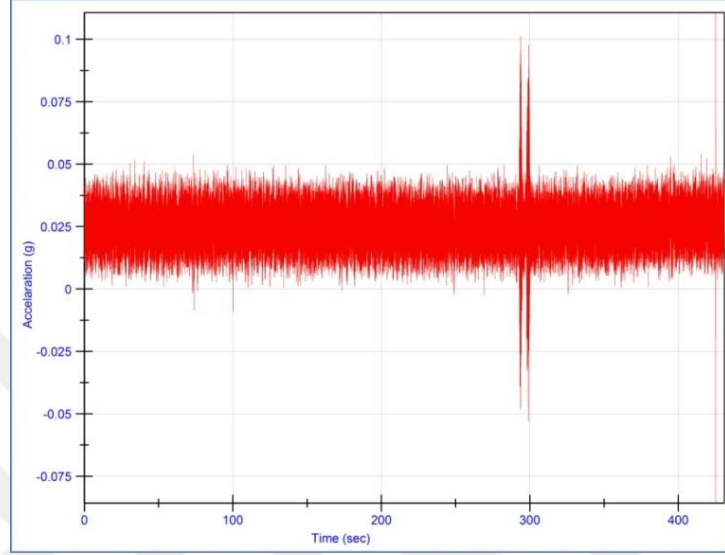


Şekil 4.44. 003A20 Model Düşük Gürültülü Koaksiyal Kablo

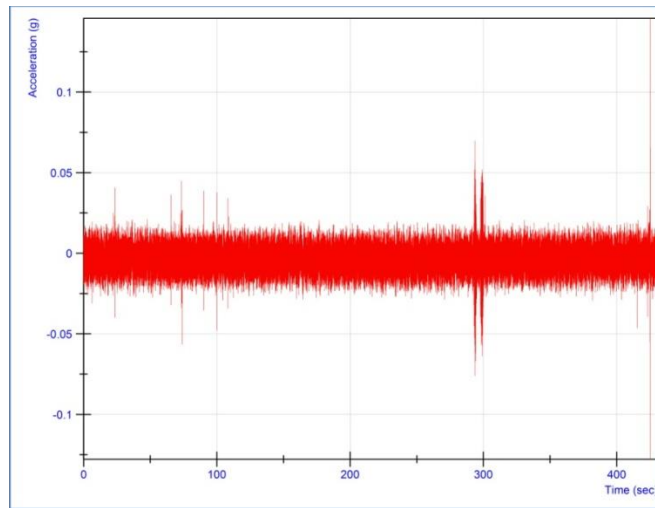
Bu tip kablolar yüksek sıcaklıklarda kullanılan algılayıcılarda, yüksek empedanslı sinyallerde, ICP® algılayıcılarda ve düşük empedanslı voltaj sinyallerinin iletilmesinde kullanılmaktadır. Kablo çapı 2 mm olup çalışma sıcaklık aralığı -90 ile 260 °C'dir. Kablo empedansı 50 ohm'dur. Kablo uzunluğu 6 m dir.

Patlatma sırasında alınan ölçümlerin grafikleri Şekil 4.45 ve 4.46'da verilmiştir. Bu grafikler ölçüme patlatma öncesinde başlanıldığı ve sonrasında bir süre devam edildiği için patlatma anında olan ölçümler oldukça küçük bir aralıkta görülmektedir.

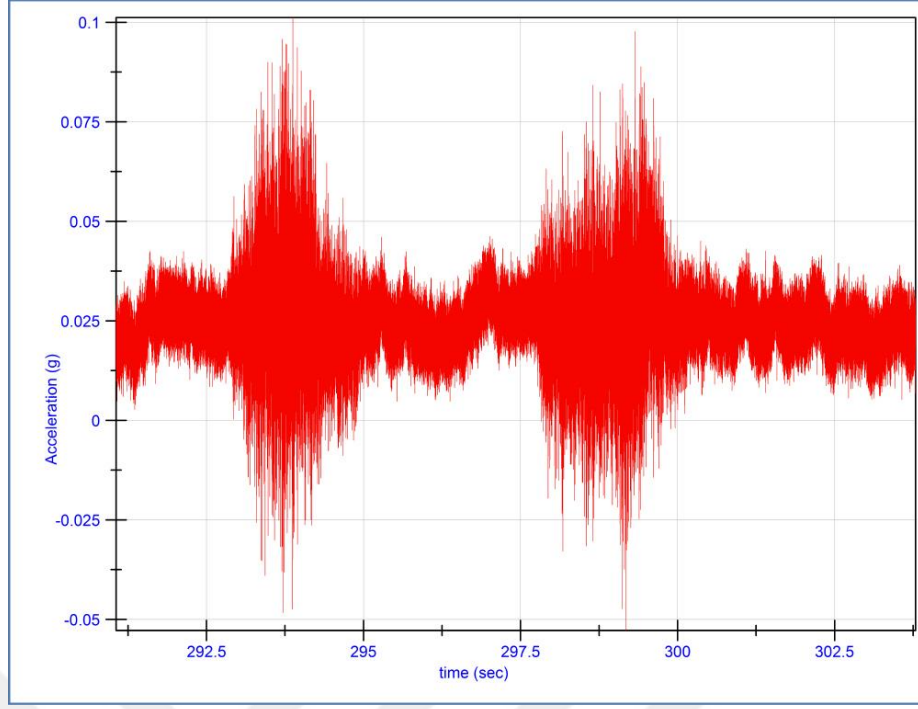
Patlatmanın meydana geldiği anda meydana gelen titreşim karakteristiğinin daha iyi görülmesi için o zaman aralığındaki ivme grafiği büyütülerek Şekil 4.47 ve 4.48’de sunulmuştur.



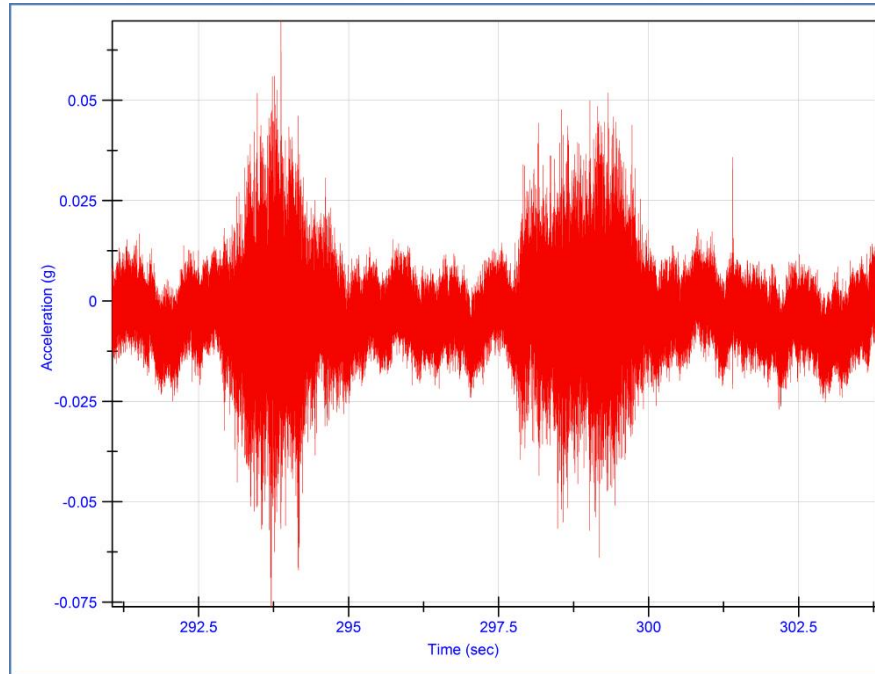
Şekil 4.45. Orkide Binası Patlatma Anında Yakındaki EVKO İnşaat Binası Zemin Kat Kolonu Üst Ucu İvme Grafiği



Şekil 4.46. Orkide Binası Patlatma Anında Yakındaki EVKO İnşaat Binası Zemin Kat Kolonu Orta Noktası İvme Grafiği



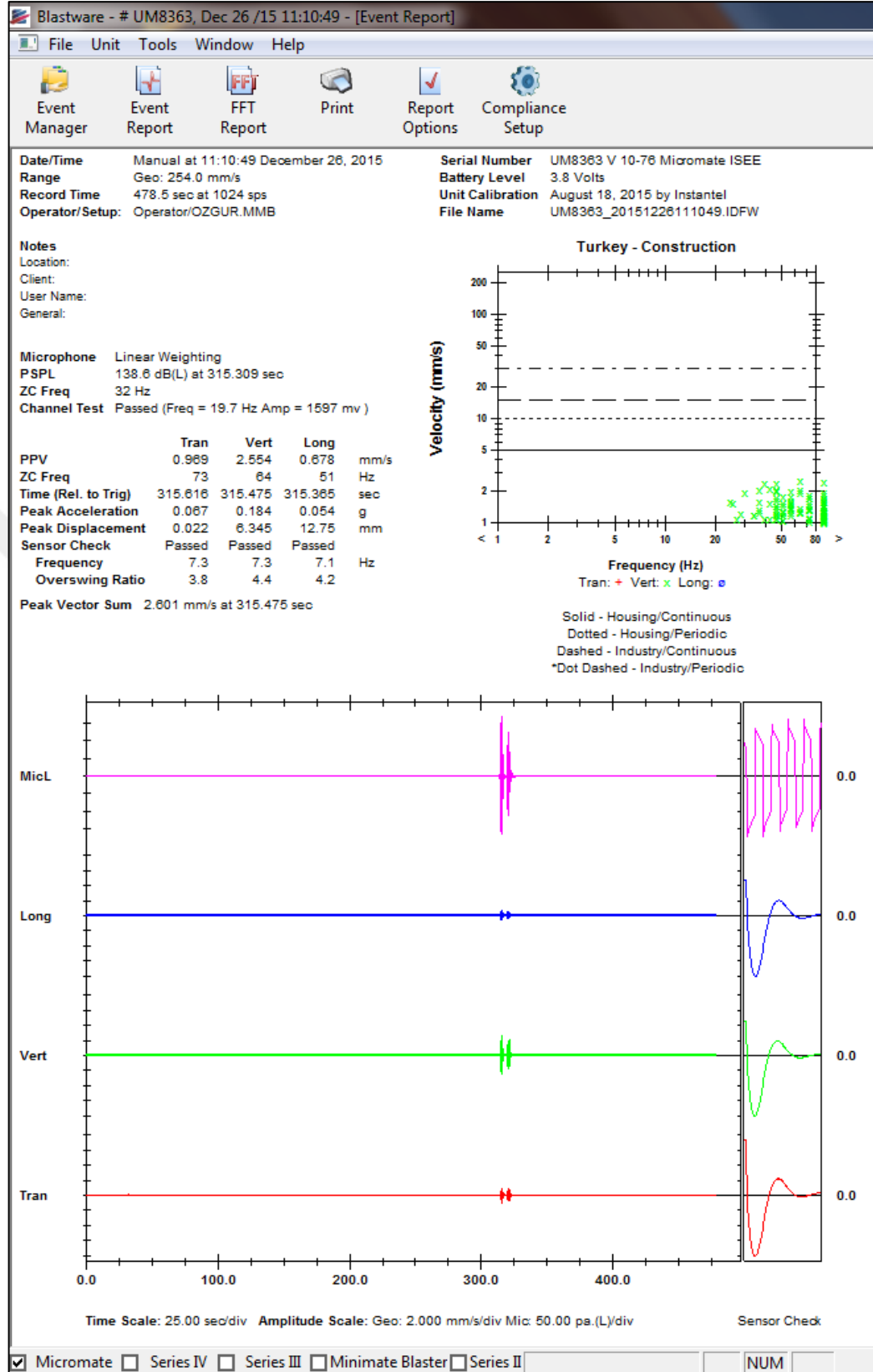
Şekil 4.47. Orkide Binası Patlatma Anında Yakındaki EVKO İnşaat Binası Zemin Kat Kolonu Üst Ucu İvme Grafiği Yakınlaştırılmış



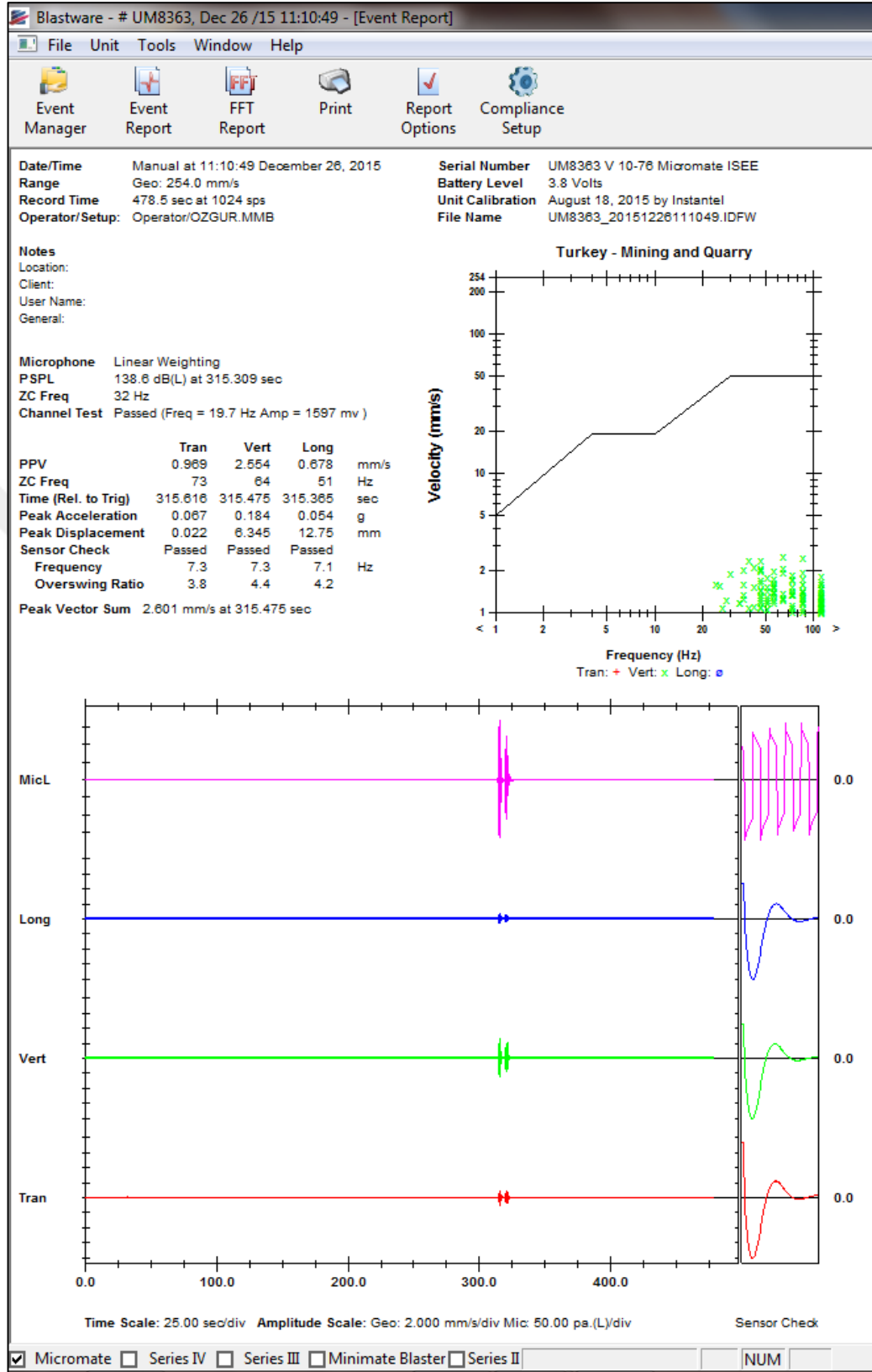
Şekil 4.48. Orkide Binası Patlatma Anında Yakındaki EVKO İnşaat Binası Zemin Kat Kolonu Orta Noktası İvme Grafiği Yakınlaştırılmış

Patlatma ile bir bölümü yıkılan Orkide binasına yaklaşık 30 metre mesafede alınan ivme ölçümlerinin maksimum değerleri ölçümün alındığı Evko İnşaat bloğu zemin kat kolonu üst ucunda 0.101 g, kolon orta noktasında ise 0.076 g olarak elde edilmiştir. Alınan ölçümler incelendiğinde ivme grafiğinde iki noktada ölçümlerin maksimum yaptığı görülmektedir. Birinci maksimumun yaşandığı anda binada meydana gelen patlamaların yarattığı titreşim, ikinci maksimumun yaşandığı anda ise binanın patlatma sonrasında yere çarpan üst altı katının meydana getirdiği titreşim ölçülmüştür. Titreşim grafikleri incelendiğinde ölçülen ivme değerleri hem oldukça küçük hem de oldukça kısa süreli meydana gelen titreşim değerleridir. Her iki grafikte de maksimum ivmenin meydana geldiği süre 500 milisaniye gibi kısa bir süredir. Bu süre içerisinde ise maksimum ivme değerlerine yakın ivme değerleri çok kısa bir sürede sadece 5-10 milisaniye etkin olmuştur. Bu nedenle yapılan patlatmanın yakın yapılar üzerinde meydana getirdiği titreşim yapılarda hasar meydana getirebilecek düzeyde değildir. Bu titreşimin maksimum değerlerinin ve etkili olma süresinin oldukça küçük olmasında dolayı yapılar üzerinde hasar oluşturma ihtimali bulunmamaktadır.

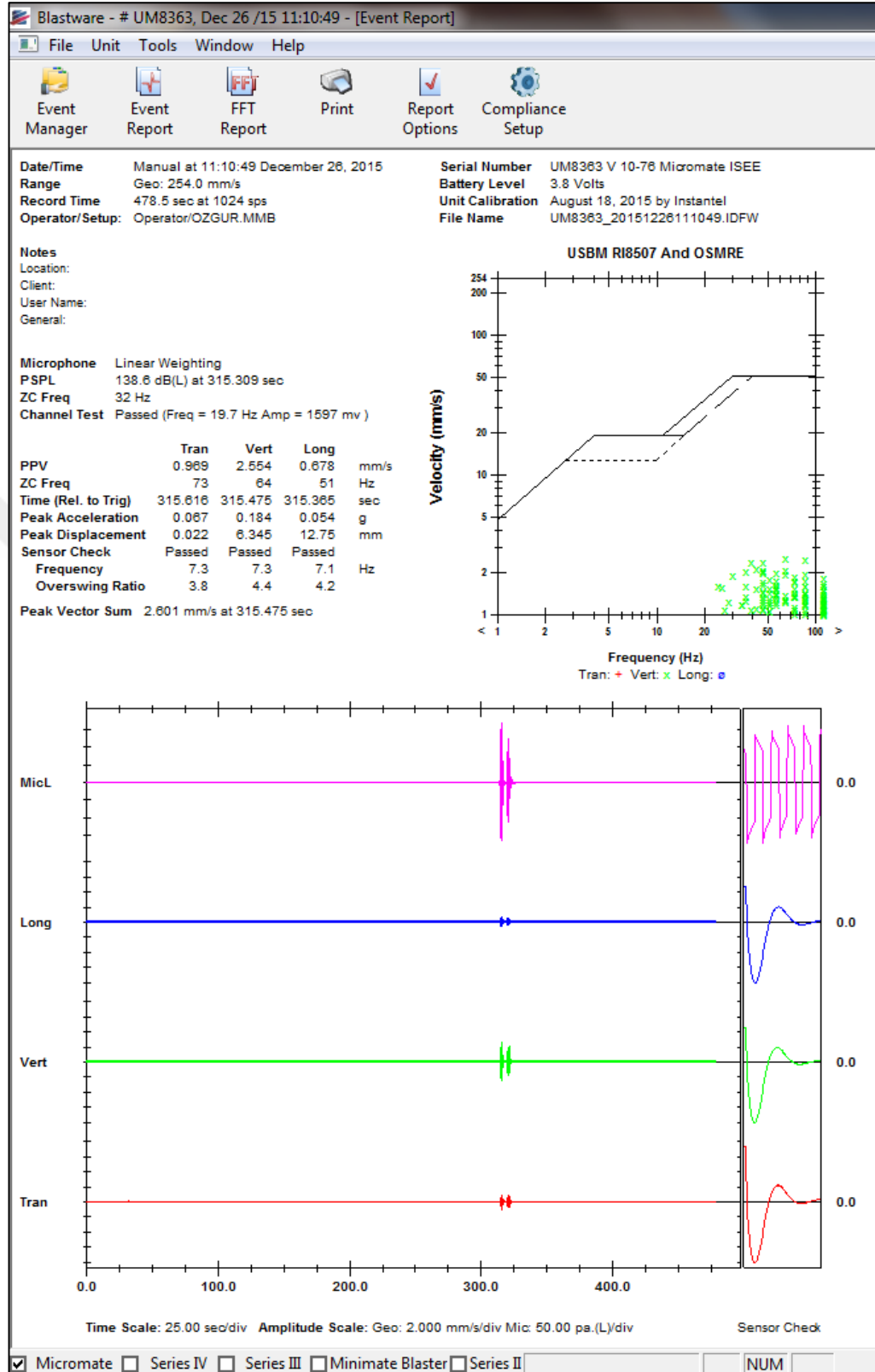
İvme ölçümlerinin alındığı ve Şekil 4.39'da gösterilen noktadan aynı zamanda Instantel Firmasının Minimate aleti kullanılarak yer parçacık hızı ölçümü de gerçekleştirilmiştir. Söz konusu araç ile hem üç eksenle Peak Ground Velocity (PGV) zemin parçacık hızı ölçümü hem de mikrofona ile hava şoku basınç değeri ölçümü yapılmıştır. Yapılan parçacık hızı ölçümleri sonucunda araç ile birlikte gelen Blastware 10.72 programı kullanılarak ölçüm sonuçları değerlendirilmiş ve çeşitli yönetmelik koşullarına göre çevre yapılar üzerinde hasar oluşturma riski olup olmadığı hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçların çeşitli yönetmelik sınır değerleri ile karşılaştırılması ve yorumlanması için sunulan grafiklerin de yer aldığı sonuçlar Şekil 4.49- 4.52'de verilmiştir. Yazılım kullanılarak ülkemiz yönetmelik sınırları ve OSMRE, USMB RI8507 ve DIN 4150 yönetmeliklerine göre ölçülen parçacık hızı değerlerinin limitlerin altında olduğu ve çevre yapılarda hasar oluşturma ihtimali olmadığı görülmüştür. Üç eksenle ölçülen PGV değerlerinden en büyük olanı 2.554 mm/sn olarak belirlenmiştir. Bu değer birçok yönetmelikte hasar oluşturma sınırı olarak ifade edilen 5 mm/sn değerinin yaklaşık yarısıdır. Ayrıca aynı yazılım kullanılarak Fast Fourier Transformation (FFT) analizi yapılarak zemin parçacık hızı titreşim hareketinin baskın olduğu maksimum frekans değerleri hesaplanmış ve Şekil 4.53'de sunulmuştur.



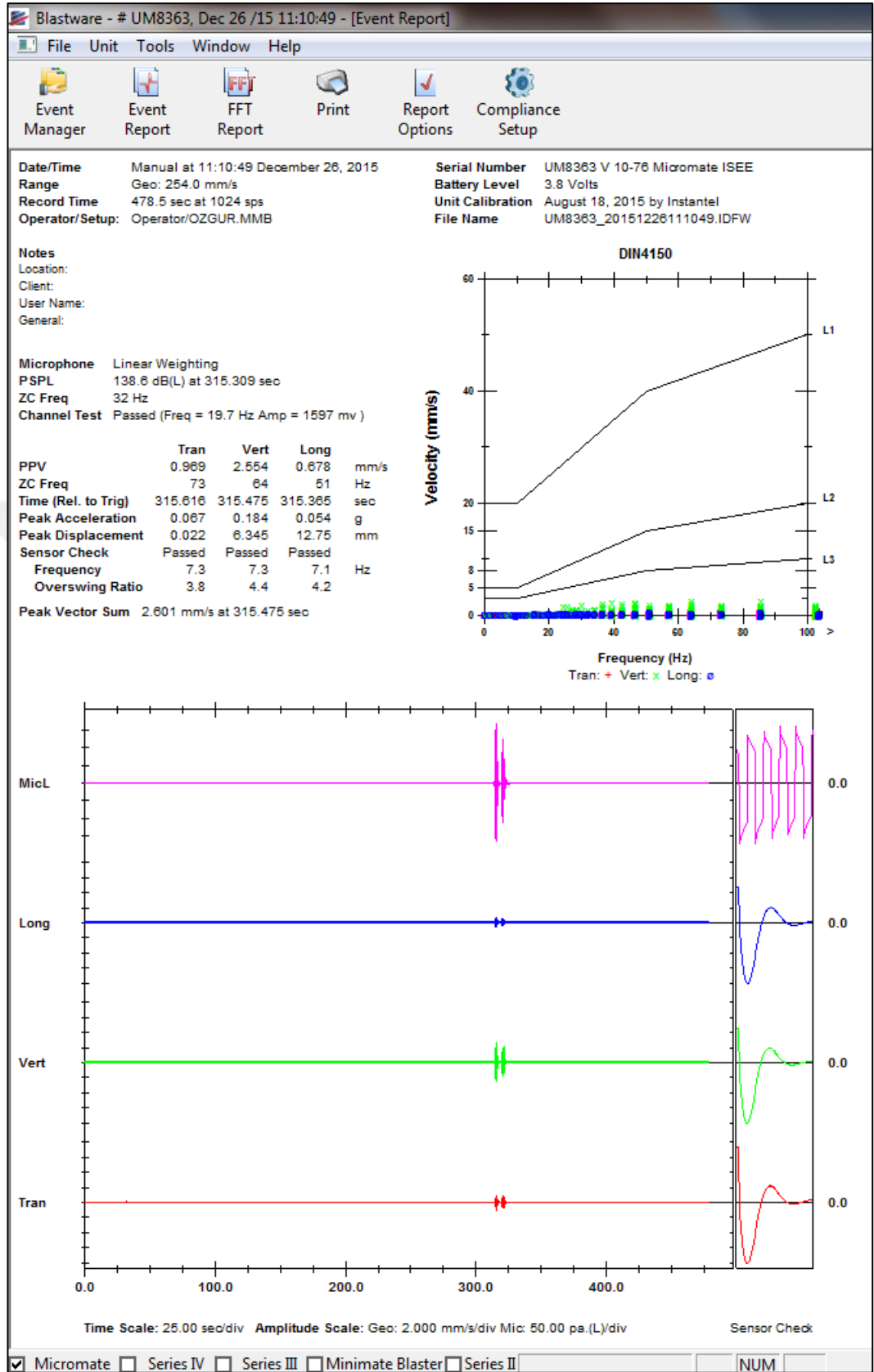
Şekil 4.49. Ülkemiz Yönetmelik Sınırlarına Göre PGV Değerleri Risk Değerlendirmesi (1)



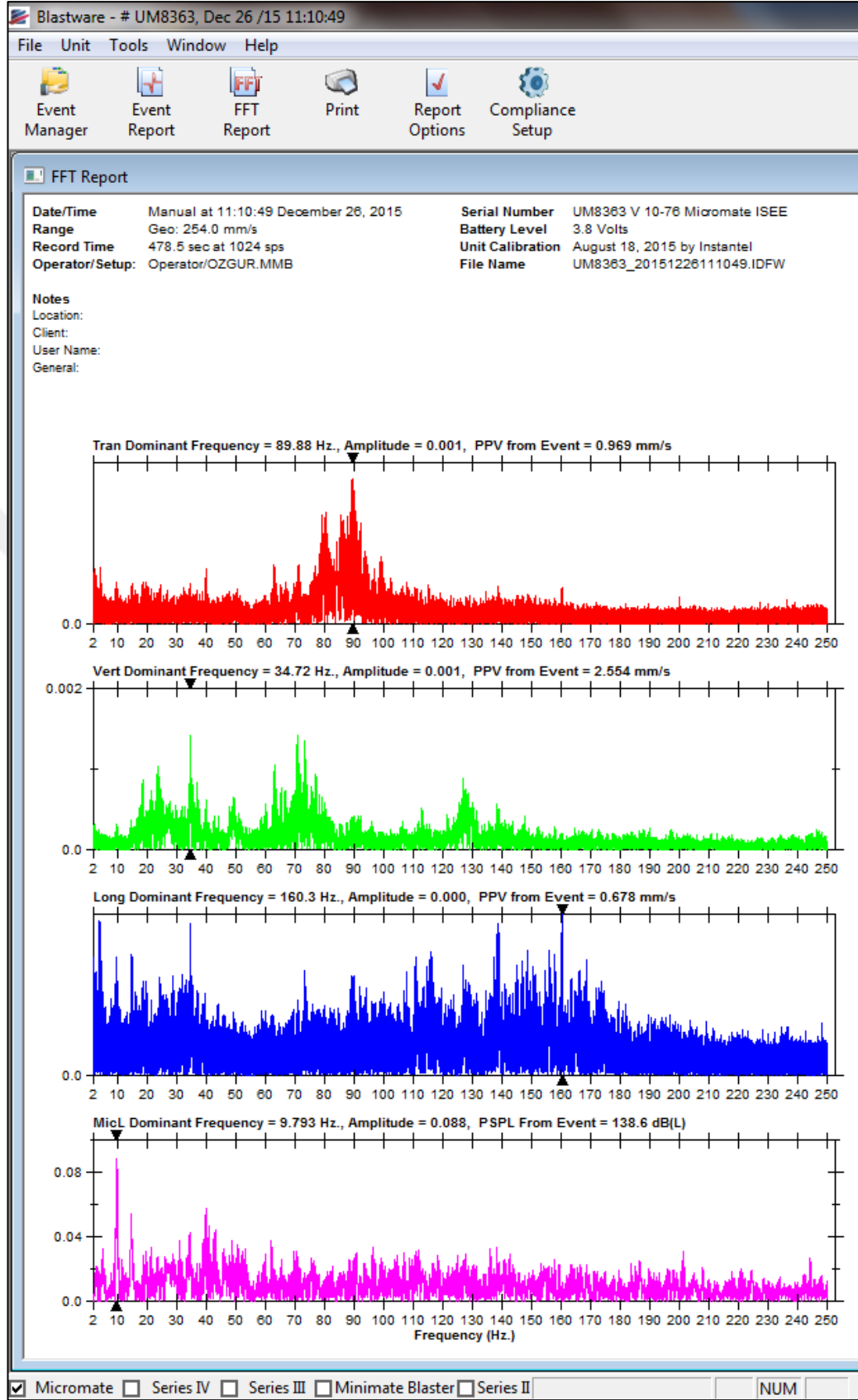
Şekil 4.50. Ülkemiz Yönetmelik Sınırlarına Göre PGV Değerleri Risk Değerlendirmesi (2)



Şekil 4.51. USBM RI8507 Ve OSMRE Yönetmelik Sınırlarına Göre PGV Değerleri Risk Değerlendirmesi



Şekil 4.52. DIN 4150 Yönetmelik Sınırlarına Göre PGV Değerleri Risk Değerlendirmesi



Şekil 4.53. Zemin Parçacık Hızı Hareketleri FFT Analiz Sonuçları

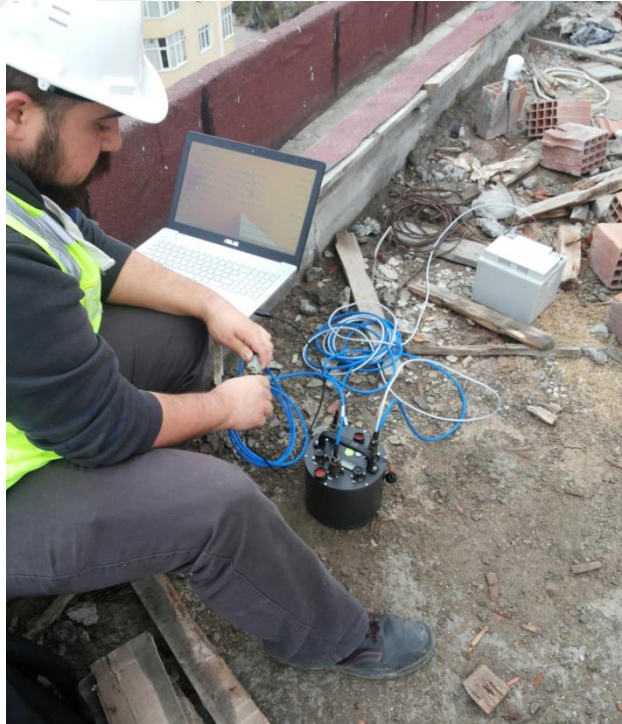
Yapılan parçacık hızı ölçümleri Orkide blokta gerçekleştirilen patlatmanın çevre yapılarında hasar oluşturma potansiyeli olmadığını göstermiştir.

Ayrıca aynı noktadan InstanTel firmasının aracı kullanılarak gürültü ölçümü de yapılmıştır. Yapılan ölçümler incelendiğinde ölçülen maksimum hava şoku basınç değerinin 138.6 dB ve frekans değerinin ise 32 Hz olduğu ölçülmüştür. $138.6 - 42 = 96.6$ olarak hesaplanan dBA değeri insan kulağı ile işitilen gürültü değeridir. Hesaplanan bu değer Ülkemiz yönetmeliğinde inşaat şantiyeleri için verilen 70 dBA değerinden %38 daha fazladır. Elde edilen bu sonuç patlama sonucunda oluşan gürültü düzeyinin inşaat şantiyeleri için verilen gürültü üst sınırından daha büyük olduğunu göstermiştir. Ancak meydana gelen bu gürültü inşaat şantiyelerinde olduğu gibi sürekli ya da uzun sürelerle yayılmış bir gürültü değildir. Son derece kısa bir sürede sadece saniyelerle ifade edilebilecek bir zaman aralığında meydana geldiği için çok büyük bir problem oluşturmayacağı düşünülmektedir.

İvme ve buna bağlı olarak titreşim ölçümlerinin değerlendirilmesi için kullanılan ikinci ekipmanlar ise Güralp firmasına ait CMG-5TCDE dijital geri bildirimli üç eksenli sayısal akselerometrelerdir (ivme ölçer) (Şekil 4.54). Bu akselerometrelerin içerisinde CD24 sayısallaştırıcı ve CMG-EAM gömülü bir veri toplama modülü bulunmaktadır. Bu ekipmanlar daha çok kuvvetli yer hareketi sismik ölçüm istasyonu olarak kullanılmaktadır. Ancak dinamik aralıklarının geniş olması ve hassasiyetlerinin yüksek olması (0,1 den 2,0 g'ye kadar) sebebiyle binalarda bu tür Yapı Sağlığı İzleme çalışmalarında da başarı ile kullanılmaktadırlar. Bu amaçla Şekil 4.39'da gösterilen ve Orkide blok yakında yaklaşık 30 m uzaklıkta bulunan Akasya bloğun zeminine (T5GL0) ve en üst katına (T5GK5) olmak üzere bu ivme ölçer aletlerden iki adet yerleştirilerek kontrollü patlatmanın zeminde ve çevre binalarda yaratmış olduğu titreşim ve buna bağlı olarak sismik ivmenin diğer çevre yapılar üzerinde yaratmış olduğu etkiler incelenmiştir. Konumlandırılan bu ivme ölçerler sayısal kayıtçıların bina üzerinde ve zemindeki yerleşimleri de Şekil 4.55 ve 4.56'da gösterilmiştir. Kullanılan akselerometrenin teknik özellikleri Çizelge 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.54. CMG-5TCDE Dijital Geri Bildirimli Üç Eksenli Sayısal Akselerometre.



Şekil 4.55. Akasya Bloğun Çatısına Kurulan İvme Ölçer Sayısal Kayıtçısı (T5GK5)

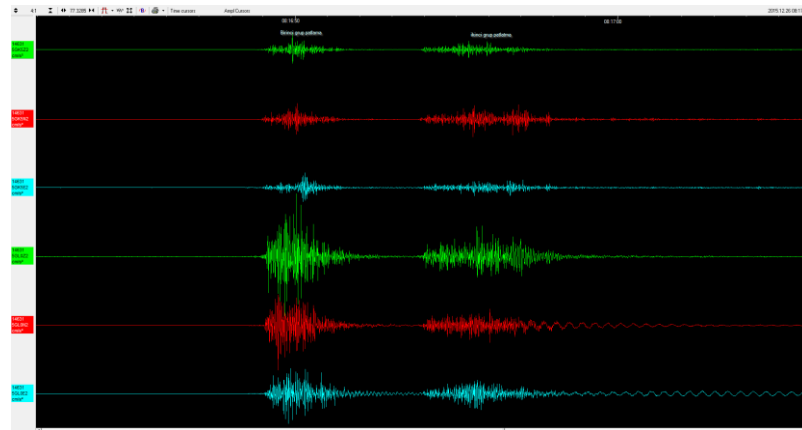


Şekil 4.56. Akasya Bloğun Zeminine Kurulan İvme Ölçer Sayısal Kayıtçısı (T5GL0)

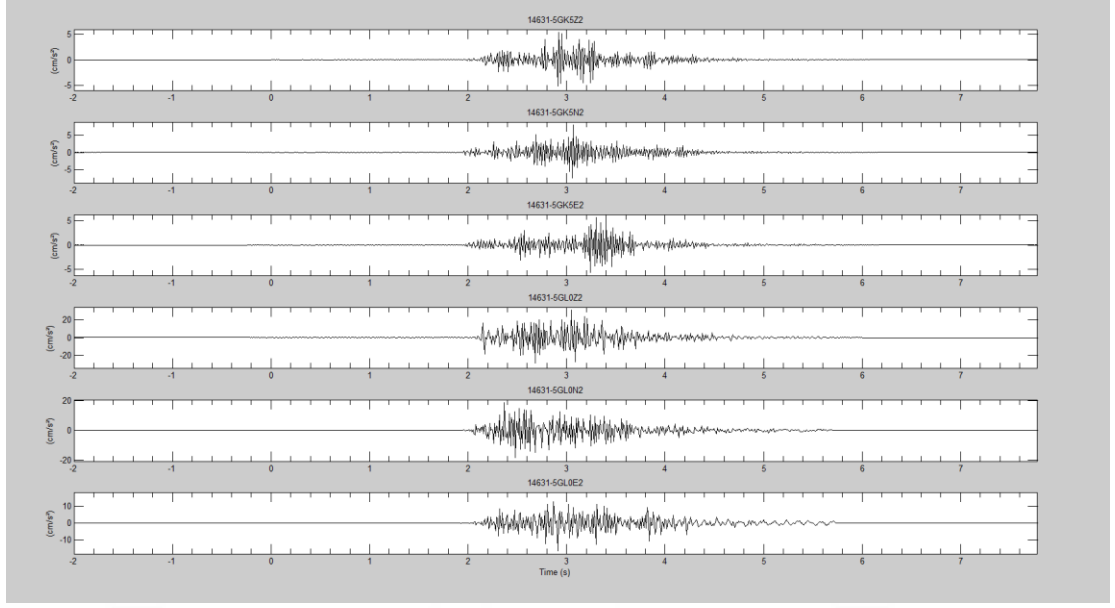
Orkide binasında yapılan kontrollü patlatma sırasında ivme ölçer kayıtçısından alınan verilerin ivme zaman grafiği Şekil 4.57’de verilmiştir. Bu grafikte hem zeminden (ilk üç kayıt_T5GL0) hem de binanın en üst katından (son üç kayıt_(T5GK5) alınan verilerin farklı yönlerdeki kayıt bileşenleri (N-S, E-W, Z olmak üzere) bir arada görülmektedir. Ayrıca ölçümler incelendiğinde ivme-zaman grafiğinde her bir kayıt için iki noktada ölçümlerin maksimum yaptığı görülmektedir. Bunun sebebi birinci maksimumun yaşandığı anda binada meydana gelen patlamaların yarattığı ivme-zaman, ikinci maksimumun yaşandığı anda ise binanın patlatma sonrasında yere çarpan üst altı katının meydana getirdiği ivme-zaman ölçümleridir. Bu ölçümler incelendiğinde zeminden alınan ivme kayıtlarının binanın üst katından alınan ölçümlere göre daha düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca ivme-zaman verilerin her iki maksimum ivme yaşandığı anda farklı sonuçlar yarattığı da anlaşılmaktadır. Bu sebeple iki farklı zaman aralığında alınan bu ivme kayıtları 1. ve 2. grup olarak ayrıca detaylı olarak incelenmiş ve elde edilen verilerin farklı koşullara göre değerlendirmeleri aşağıda sunulmuştur. Öncelikle birinci gruptaki veriler Şekil 4.58-4.61 arasında ve ikinci grup veriler ise Şekil 4.61-4.65 arasında verilmiştir.

Çizelge 4.6. Kurulan CMG-5TCDE Akselerometrelerin Teknik Özellikleri

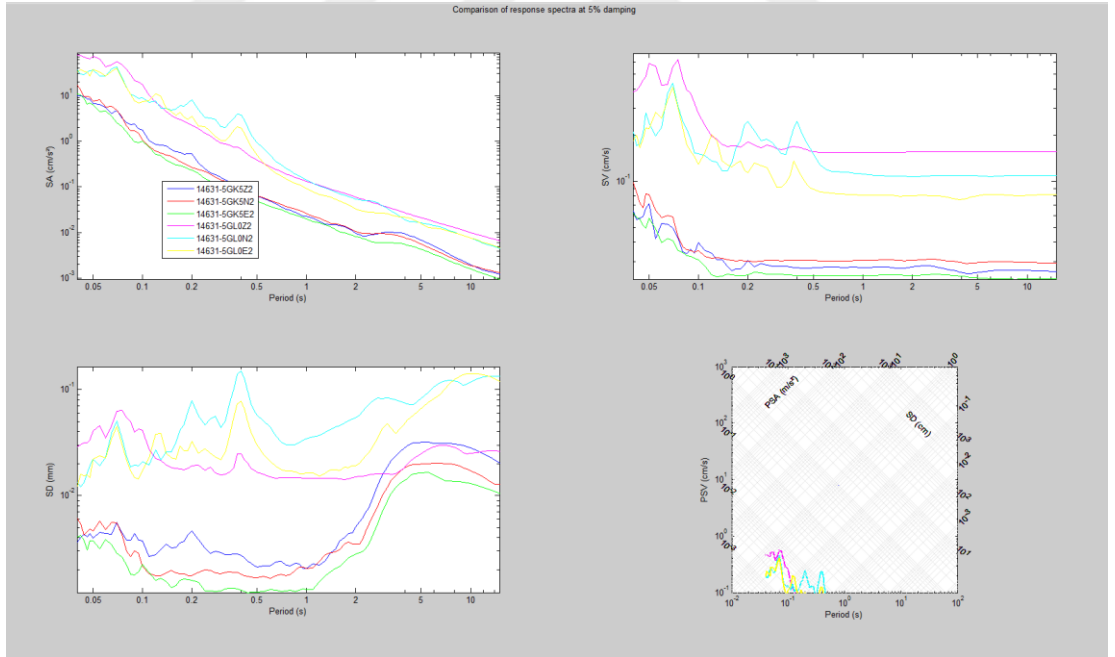
5TC Sensor	
Standard acceleration output band	DC – 100 Hz
Output sensitivity options	± 2 g, ± 1 g, ± 0.5 g or ± 0.1 g
Corresponding high gain outputs	± 0.2 g, ± 0.1 g ± 0.05 g or ± 0.01 g
Peak output	± 10 V differential
Lowest spurious resonance	> 450 Hz
Linearity	0.1 % full scale
Cross-axis rejection	0.001 g/g
CD24 Digitiser	
ADC converter type	5th-order single-bit low pass Δ - Σ
Output format	24-bit
Dynamic range	137 dB @ 40 samples/s
Absolute accuracy	0.5%
Output rates available	1 to 1000 samples
EAM	
Communication technologies supported	Serial, Ethernet
Configuration/control interface	Web browser, terminal based menus, Linux control line
Seismic protocols	Scream! (Antelope/Earthworm), SEEDLink or CD1.1
Direct disk recording formats	GCF, miniSEED
Data storage	8 Gb Flash memory storage as standard (up to 256 GB option)
Environmental	
Operating temperature range	-20 to +75 °C
Materials	Stainless steel case, O-ring seals throughout
Case diameter	176 mm
Case height (with handle)	200 mm
Power supply	12 – 28 VDC
Current at 12 V DC	220 mA (with GPS)
Calibration controls	Remotely controlled amplitude/frequency adjustable sine wave, step or broadband noise



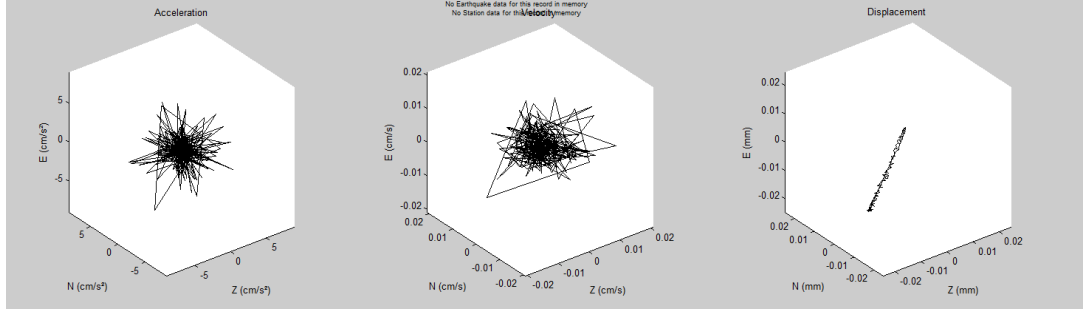
Şekil 4.57. Orkide Binasında Yapılan Kontrollü Patlatma Sırasında Zeminde Ve Binanın Üstünde Ölçülen Kayıtlardan Alınan Her Bileşenin (N, E Ve Z Olmak Üzere) İvme Zaman Grafiği (1. Ve 2. Grup Birlikte)



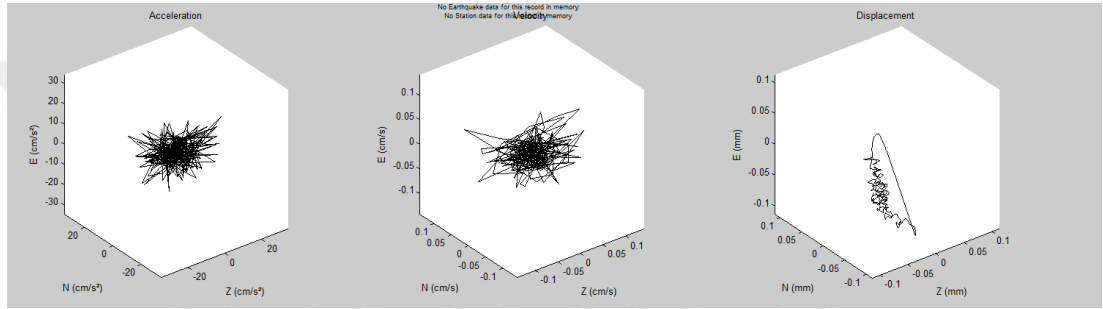
Şekil 4.58. 1. Grup İvme-Zaman Grafiği Sonuçları



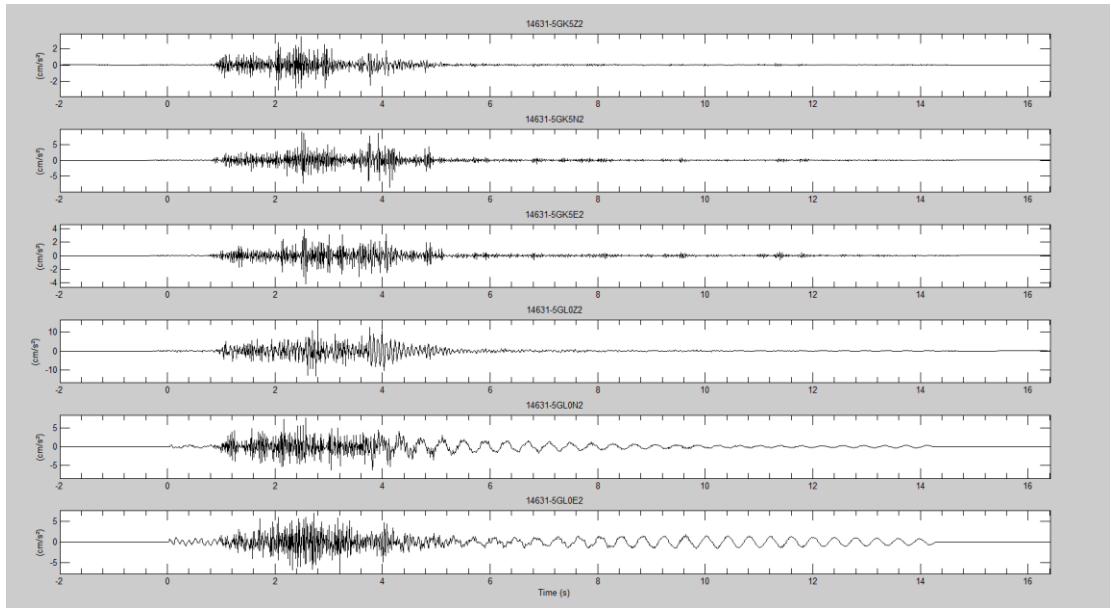
Şekil 4.59. 1. Grup Tepki Spektrumu Karşılaştırmaları (% 5 Sönümlmeli)



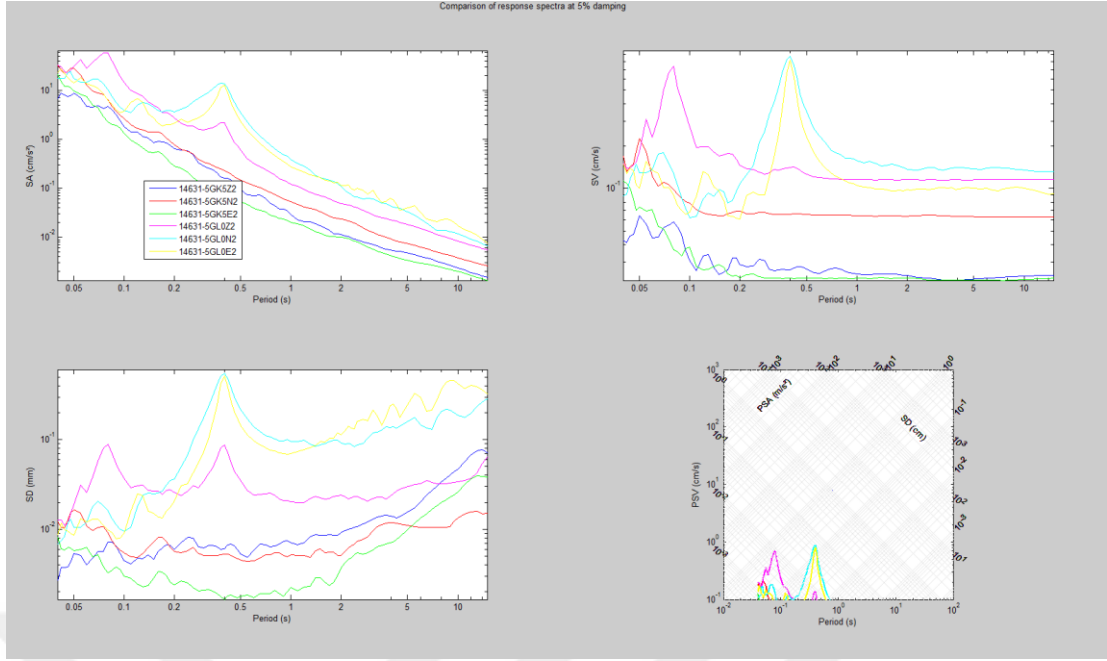
Şekil 4.60. 1. Grup Zemin Parçacık Hızı Hareketleri



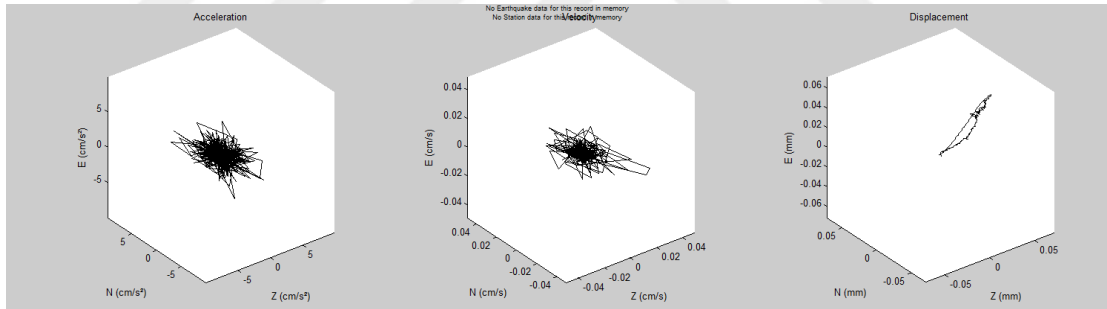
Şekil 4.61. 1. Grup Üst Kat Parçacık Hızı Hareketleri



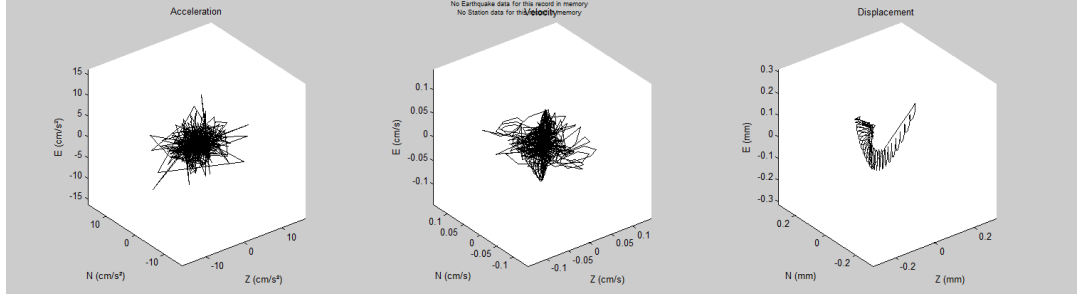
Şekil 4.62. 2. Grup İvme-Zaman Grafiği Sonuçları



Şekil 4.63. 2. Grup Tepki Spektrumu Karşılaştırmaları (% 5 Sönümlmeli)



Şekil 4.64. 2. Grup Zemin Parçacık Hızı Hareketleri



Şekil 4.65. 2. Grup Üst Kat Parçacık Hızı Hareketleri

Kontrollü patlatmalı yıkım sonucunda bir bölümü yıkılan Orkide binasına yaklaşık 30 m'den alınan ivme ölçümlerinden birinci grup maksimumun seviyenin yaşandığı anda binada meydana gelen patlamaların yarattığı ivme-zaman grafiğine bakıldığında binanın zemininde yaklaşık olarak maksimum 0.07g N-S yönünde ve binanın çatısında 0.28g Z (U-D) yönünde ivmeler meydana gelmiştir. Bu birinci grup ivmenin yarattığı verilerin sönümlenmesi yaklaşık olarak 3 sn sürmüştür. Grafikler genel olarak incelendiğinde ivme değerlerinin ve buna bağlı titreşimlerin binada yarattığı etki zeminde yaratmış olduğu etkiden daha büyüktür. Ancak bu süre içerisinde ise maksimum ivme değerlerine yakın ivme değerleri çok kısa bir sürede sadece 5-10 milisaniye etkin olmuştur. Bu grubun parçacık hızı ölçümlerine bakıldığında elde edilen seviyeler ülkemiz yönetmelik sınırları ve OSMRE, USMB RI8507 ve DIN 4150 yönetmeliklerine göre ölçülen hasar yapıcı parçacık hızı değerleri limitlerin altında olduğu ve çevre yapılarda herhangi bir hasar oluşturma ihtimali yaratmadığını göstermektedir.

Kontrollü patlatmalı yıkım sonucunda bir bölümü yıkılan Orkide binasından alınan ikinci grup ivme ölçümlerinden maksimumun seviyenin yaşandığı anda binada meydana gelen patlamaların yarattığı ivme-zaman grafiğine bakıldığında ise binanın zemininde yaklaşık olarak maksimum 0.15g Z (U-D) yönünde ve binanın çatısında 0.32g Z (U-D) yönünde ivmeler meydana gelmiştir. Bu ikinci grup ivmenin yarattığı verilerin sönümlenmesi yaklaşık olarak 5 sn sürmüştür. Yine bu grup ivmelerinde bina üzerinde yarattığı etki zeminden daha fazla olmuş ancak bu değerler birinci grup ivmelerin hepsinde hem daha uzun sürmüş hem de daha yüksek maksimum pik

ivmeleri vermiştir. Özellikle binanın çatısından alınan maksimum ivme değerleri yüksektir ancak bu değerlerin etkili olma süresinin yine birinci grup ölçümlerde olduğu gibi kısa bir sürede etkili olması (yaklaşık 10-15 milisaniye) sebebiyle yapılar üzerinde etkili olma ve hasar oluşturma ihtimali bulunmamaktadır. Bu grubun parçacık hızı ölçümlerine bakıldığında ilginç sonuçlarla karşılaşılmaktadır. Değerlerin yönetmeliklerine göre ölçülen hasar yapıcı parçacık hızı verilerinde yer alan limitlerin altında olduğu görülse de binada neredeyse çökecekmiş gibi düşey seviyede bir hareket görülmektedir. Binanın tam anlamıyla patlamaması ve buna bağlı olarak etki sürelerinin kısa olması kontrollü patlatması yapılan Orkide binası çevresindeki yapılarda herhangi bir hasar oluşturma riskini ortadan kaldırmıştır.

Patlatma anında meydana gelen toz miktarının ölçülmesi için patlatma alanında iki noktadan ölçüm alınmıştır. Bu ölçümlerin yerlerinin belirlenmesinde patlatılacak yapıya olan mesafeleri, konumları ve hakim rüzgar yönü etkin rol oynamıştır. Patlatma anında meydana gelen toz miktarının yakın çevre ve uzak çevrede etkilerinin araştırılması için seçilen iki noktadan biri patlatılarak yıkılacak olan Orkide Bloğa oldukça yakın, bir diğeri ise uzakta bir noktada seçilmiştir. Toz ölçümünün alındığı noktalar Şekil 4.39 üzerinde işaretlenmiştir. Birinci ölçüm yaklaşık olarak 30 metre, uzak alan etkisinin ölçülmesi için ise ikinci ölçüm yaklaşık olarak 150 metre uzaklıktan alınmıştır. Toz ölçümlerinde kullanılan cihaz olan TCRTECORA/ ISOSTACK BASIC/ G4- 13321694P'nin kontrollü patlatmadan önce çalışma sahasındaki görünümü Şekil 4.66 ve 4.67'de verilmiştir.



Şekil 4.66. Toz Ölçümlerinde Kullanılan Cihazın Kontrollü Patlatmadan Önce Çalışma Sahasındaki Görünümü



Şekil 4.67. Cihazın Toz Ölçümü Kayıt Ünitesinin Çalışma Sahasında Kayıt Esnasındaki Görüntüsü

Toz ölçümleri ile ilgili literatür incelendiğinde bu konuda uluslararası literatürde yer alan bazı bilgiler olduğu ulusal literatürde ise 20.12.2014 tarihli ve 29211 sayılı Resmi Gazete’ de yayınlanarak yürürlüğe giren “Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik” içeriğinde bazı bilgilerin bulunduğu görülmektedir. Ancak yukarıda ifade edilen yönetmelik kapsamında genel bazı kurallar ve limit değerler sunulmuş olup yıkım şantiyeleri veya patlatma ile yağılan yıkım çalışmaları için özelleştirilmiş bazı sınır değerler veya herhangi bir bilgiye rastlanmamıştır.

20.12.2014 tarihli ve 29211 sayılı Resmi Gazete’ de yayınlanarak yürürlüğe giren “Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik”te yer alan bazı tanımlar aşağıda verilmiştir.

- Atık gazlar: Katı, sıvı veya gaz emisyonlar ihtiva eden gaz halinde salımları,
- Çevre İzni: Çevre Kanunu uyarınca alınması gereken; hava emisyonu, çevresel gürültü, atık su deşarjı, derin deniz deşarjı ve tehlikeli madde deşarjı konularından en az birini içeren izni,

- Çift veya çoklu yakıt yakan tesis: Aynı anda veya değişimli olarak iki veya daha fazla yakıt ile ateşlenebilen yakma tesisini,
- Büyük Yakma Tesisi: Anma ısı gücü 50 MW ve üzeri olan, yalnızca enerji üretimi için inşa edilen katı, sıvı veya gaz yakıtların kullanıldığı yakma tesislerini,
- Emisyon: Yakıt ve benzerlerinin yakılmasıyla; sentez, ayrışma, buharlaşma ve benzeri işlemlerle; maddelerin yığılması, ayrılması, taşınması ve diğer mekanik işlemler sonucu bir tesisten atmosfere yayılan hava kirleticilerini,
- Emisyon Kaynağı: Atmosfere emisyon veren baca veya baca dışı kaynağı,
- Emisyon Ölçüm Raporu Geçerlilik Süresi: İlk ölçüm tarihi esas alınarak, 10/9/2014 tarihli ve 29115 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği kapsamındaki işletmeler için emisyon ölçüm raporu geçerlilik süresi iki yılı,
- Emisyon Sınır Değeri (yakma tesisleri için): Sıvı ve gaz yakıtlarda % 3, katı yakıtlarda % 6, gaz türbinlerinde % 15 oranında oksijen olduğu varsayılarak, mg/Nm³ olarak ifade edilen, kütle bölü atık gazın hacmi olarak hesaplanan ve yakma tesisinden havaya verilen atık gazların içinde bir maddenin bulunmasına izin verilen konsantrasyonu,
- Üretim Prosesi: Yakıtın ham madde ile birlikte muamele gördüğü veya yakıttan elde edilen enerjinin hammaddeyi veya ürünü kurutma, kavurma ve benzeri işlemlerde kullanıldığı ve bacasından proses kaynaklı baca gazı emisyonlarının ve yanma gazlarının birlikte çıktığı veya sadece proses kaynaklı baca gazı emisyonlarının çıktığı tesisleri,
- Yakma Isıl Gücü/Isıl Güç/Yakıt Isıl Gücü/Anma Isıl Gücü: Bir yakma tesisinde birim zamanda yakılan yakıt miktarının yakıt alt ısı değeriyle çarpılması sonucu bulunan KW, MW birimleri ile ifade edilen asıl güç değerini,
- Yakma Tesisi: Yakıtları okside ederek oluşan ısıнын kullanıldığı teknik ekipmanı,
- İş Termin Planı: Tesis sahibi tarafından hazırlanacak ve bu Yönetmelikte belirtilen yükümlülükleri ve sınır değerleri sağlayacak proses ve baca gazı arıtım tesislerinin gerçekleştirilmesi sürecinde yer alan proje, ihale, inşaat ve işletmeye alma gibi işlerin zamanlamasını gösteren planı,
- Mevcut Tesis: Yönetmelik Ek-5.A.1 kapsamındaki tesisler için; 8.6.2010 tarihinden önce, diğer tesisler için ise 3/7/2009 tarihinden önce kurulmuş veya

Çevresel Etki Değerlendirmesi mevzuatına göre kurulması uygun bulunan tesisleri,

- Kısa Vadeli Değer (KVD): Maksimum günlük ortalama değerler veya istatistik olarak bütün ölçüm sonuçları sayısal değerlerinin büyüklüğüne göre dizildiğinde, ölçüm sonuçlarının % 95 ine tekabül eden değeri, çöken tozlar için farklı olarak aşılması gereken maksimum aylık ortalama değerleri,
- Kısa Vadeli Sınır Değer (KVS): Maksimum günlük ortalama değerleri veya sayısal değerlerinin büyüklüğüne göre dizildiğinde, istatistik olarak bütün ölçüm sonuçlarının % 95 ine tekabül eden gereken değeri,
- Uzun Vadeli Değer (UVD): Uzun Vadeli Değer (UVD): Yapılan bütün ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalaması olan değeri,
- Uzun Vadeli Sınır Değer (UVS): Yapılan bütün ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalaması olan, belirtilen aşılması gereken değeri ifade eder.

27277 sayılı ve 3 Temmuz 2009 tarihli Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren “Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği”, sanayi ve enerji üretim tesislerinin faaliyeti sonucu atmosfere yayılan is, duman, toz, gaz, buhar ve aerosol halindeki emisyonları kontrol altına almayı, insanı ve çevresini hava alıcı ortamındaki kirlenmelerden doğacak tehlikelerden korumayı, hava kirlenmeleri sebebiyle çevrede ortaya çıkan umuma ve komşuluk münasebetlerine önemli zararlar veren olumsuz etkileri gidermeyi ve bu etkilerin ortaya çıkmamasını amaç edinmiştir.

29211 sayılı ve 20 Aralık 2014 tarihli Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren “Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği” kapsamında alınması gerekli olan ölçümler ve kirletici miktarını dengede sınır değerler altında tutmak için alınması gerekli önlemler ile ilgili detaylar hakkında bilgiler sunulmuştur.

Tane boyutu $1\text{mm} \leq \text{çap} < 5\text{mm}$ olan maddelerin doldurma, ayırma, eleme, taşıma, kırma, öğütme işlemlerinin yapıldığı tesislerden kaynaklanan toz emisyonunun önlenmesi; kimyasal toz bastırma sistemi veya basınçlı pülverize su kullanılması ile de gerçekleştirilebilir. Bu durumda hakim rüzgar yönü de dikkate alınarak toz

kaynağından 3 metre uzaklıkta toz konsantrasyonu saatlik ortalama değeri (PM 10) en fazla 3 mg/Nm³ değerini aşmamalıdır.

Tane boyutu 1mm≤çap<5mm olan maddelerin doldurma, ayırma, eleme, taşıma, kırma, öğütme işlemlerinin yapıldığı baca dışındaki yerlerden toz emisyonlarının kaynaklandığı tesisler için; işletme sahası içinde hakim rüzgar yönü de dikkate alınarak ölçülen çöken toz miktarı aylık ortalama değer olarak 450 mg/m² -gün değerini aşamaz.

Üretim süresince alınan tedbirlerin sürekliliği sağlanmalıdır. Toz emisyonu su kullanılarak önlenecek ise toz kaynağı olan ünitenin faaliyete geçmesi ile birlikte su püskürtme sistemi eş zamanlı olarak devreye girmeli ve üretim süresince çalışmalıdır. Kimyasal toz bastırma sisteminde kullanılacak maddeler insan ve çevre sağlığına toksik etki göstermemelidir. Kurulduğu yerde bir yıldan az süreli faaliyet gösteren tesislerde hava kalitesini sağlamaya yönelik tedbirler alınmalıdır.

Çapı 1 (bir) milimetreden küçük tane boyutlu maddelerle üretim yapan (doldurma, ayırma, eleme, taşıma, kırma, öğütme işlemleri) makineler, atmosfere kontrolsüz (kaçak) emisyon yayılımını engelleyecek şekilde kapalı mekanlarda çalıştırılır. Bu tesislerden kaynaklanan tozlar toplanıp, toz ayırma sisteminden geçirilir. Bu tesislerden baca ile atılan toz emisyonu 75 mg/Nm³ sınır değerini geçemez. Bu boyutta toz emisyonu yayan maddelerin şayet üst yüzeydeki nem oranı en az %10 olacak şekilde tesis donatılmamışsa, çapı 1 (bir) milimetreden küçük öğütülmüş, tozlu maddelerin taşınması, kapalı sistemlerle yapılır ve kapalı alanlarda depolanır. Boşaltma ve paketleme tesislerinde toz emisyonlarına karşı tedbir alınır.

Açıktaki depolanan yığma malzeme, hurda malzeme, tozlaşabilir ürün ya da hammadde hava kalitesi standartlarını sağlamak şartıyla açıktaki depolanabilir. Bu amaçla aşağıda bazı örnekleri verilen tedbirler alınır.

- Araziye rüzgarı kesici levhalar yerleştirir, duvar örülür veya rüzgarı kesici ağaçlar dikilir,
- Konveyörler ve diğer taşıyıcıların ve bunların birbiri üzerine malzeme boşalttığı bağlantı kısımlarının üstü kapatılır,

- Savurma yapılmadan boşaltma ve doldurma yapılır,
- Malzeme üstü naylon branda veya tane büyüklüğü 10 mm den fazla olan maddelerle kapatılır,
- Üst tabakalar %10 nemde muhafaza edilir. Bu durumu sağlamak için gerekli donanım kurulur.

Toz yapan yanma ve üretim artıklarının taşınmasında taşınan malzemenin tozumayı önleyecek derecede nemli olmaması halinde kapalı taşıma sistemleri kullanılır. Bunların açıkta depolanmasında yukarıda sunulan tedbirler alınır. Depolama işlemi tamamlanan sahalar toprakla örtülüp üstü yeşillendirilir.

Tesis içi yollar düzenli olarak temizlenmeli, tozumaya karşı her türlü önlem alınmalı (sulama, süpürme, toz bağlayan maddelerle muameleye tabi tutulması vb) ve yollar bitümlü kaplama malzemeleri (asfalt vb.) ve/veya beton malzemelerle kaplanmalıdır.

Toz biçimindeki emisyonu tutan filtrelerin boşaltılmasında toz emisyonunu önlemek için toz, kapalı sistemle boşatılır veya boşaltma sırasında nemlendirilir.

Toz ölçümlerinin alınması esnasında mevcut olan çevresel şartlar ölçüm değerleri ve havada asılı bulunan kirlетici maddelerin davranışını etkileyen önemli parametrelerdir. Bu nedenle toz ölçümü yapan araçlar genellikle hava sıcaklığı, hava basınç ve ortam nemi gibi değerleri de ölçerek ölçülen kirlетici malzeme ölçüm sonucunu bu değerlere göre kalibre eder ve düzeltirler. Çalışma kapsamında kullanılan ekipmanlar da bu şekilde ölçümler almıştır.

PM10 ölçümleri 2 noktada ortamda gerçekleştirilmiş olup, ölçüm gününe ilişkin çevre şartları aşağıda Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Ölçüm Alındığı Andaki Çevre Şartları

Tarih	Emisyon Kaynağı	Sıcaklık (°C)	Basınç (kPa)
26.12.2015	Yönetim Tarafı (30 m)	8	101,5
26.12.2015	Satış Ofis Önü (150 m)	8	101,5

Her bir noktada 1' er adet ölçüm gerçekleştirilmiş olup, örnekleme sonucu verilmektedir.

Ölçümde kullanılan cihazlar ve kullanılan metotlar aşağıda Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Ölçüm Yöntemleri

Ölçüm Parametresi	Kullanılan Cihaz/ Seri No	Kalibrasyon Süresi	Deney Adı	Deney Metodu
Partikül Madde (Ortamda)	TCRTECORA/ ISOSTACK BASIC/ G4- 13321694P TCRTECORA/ ISOSTACK BASIC/ G4- 13321704P	Yılda 1 Kez	Gravimetrik Metot ile Havada Süspansiyon Durumunda Bulunan Madde Miktarının Tayini (PM10-PM2,5)	EPA 40 CFR PART 50 Appendix J

Ölçümler Çizelge 4.8'de verilen standartlara uygun olarak hazırlanmış olan çalışma talimatları doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

Alanda, ölçüm yapılan noktalara ait ölçüm sonuçları ve hesaplamalar Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Ölçüm Sonuçları

Ölçüm Noktaları	Toz Kons. (mg/ Nm ³)	Ölçüm Belirsizliği	Sınır Değer (mg/ Nm ³)
1. Nokta- Yönetim Tarafı (30 m)	3,22	±0,588	3*
2. Nokta-Satış Ofis Önü (150 m)	0,03	±0,005	

* (1≤Tane boyutu<5 mm boyutlu ürünler için sınır değer)

Not: İşletmede tane boyutu≤ 1 mm ve tane boyutu≥ 5 mm olan ürünler söz konusu olup, bu boyutlu ürünler için sınır değer bulunmamaktadır.

29211 sayılı ve 20 Aralık 2014 tarihli Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren “Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik” kapsamında yapılan değerlendirmeler aşağıda verilmiştir;

Ortam Toz (PM 10) Emisyonları 1.Nokta Yönetim Tarafı PM10 sonucu $1\text{mm} \leq \text{çap} < 5\text{mm}$ çapı arasında olan maddeler için ilgili sınır değeri sağlanmamaktadır. 2.Nokta Satış Ofis Önü PM10 sonucu $1\text{mm} \leq \text{çap} < 5\text{mm}$ çapı arasında olan maddeler için ilgili sınır değeri sağlanmaktadır.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yıkım projelerinde çevresel etki olarak üç temel etki meydana gelmektedir. Bu etkiler ses, toz ve titreşim olarak sıralanabilir. Yıkım projesinin büyüklüğüne göre ve çevresinde yer alan etkilenebilecek yapıların bulunup bulunmadığına göre bu etkilerin ölçülmesi ve raporlanarak çevredeki yapıların yıkım faaliyetinden etkilenmediğinin ispat edilmesi bir gerekliliktir.

Yıkım çalışmasının yürütüldüğü yapı yüksekliği 12 m veya daha az ve yapı toplam kapalı alanı 1.500 m²'den daha az ve oturum alanı 300 m²'nin altında olan veya yıkım süresi 1 gün veya daha kısa yıkım uygulamalarında ise bu tür projelerde mühendislik ölçümlerinin alınması gerekli değildir. Bu limit değerlerin üzerinde daha büyük ölçekli yıkım çalışmalarında çevresel etkiler toz, gürültü ve titreşim ölçümlerinin alınması zorunludur.

Yıkım projelerinde çevresel etkilerin ölçümü, bu konuda daha önce ölçüm çalışmaları yürüttüğünü belgelendiren, ölçüm çalışmaları için gerekli araç ve ekipmana sahip, bu araçlara ait kalibrasyon sertifikalarının güncel olduğunu belgelendiren mühendislik firmaları tarafından gerçekleştirilmesi gereklidir.

Titreşim ölçümlerinin değerlendirilmesi ve raporlanması aşamasında çevresel yapıların titreşimden nasıl etkilendiğinin analizi, değerlendirilmesi ve yıkımın gerçekleştirildiği zemin ortamında titreşimin ilerlemesi ile ilgili olarak Üniversitelerin Mühendislik Fakülteleri, İnşaat Mühendisliği Bölümlerinden danışmanlık hizmeti ve raporların onaylanması ile ilgili olarak destek alınmalıdır.

El, makine ve patlayıcı ile yıkım yöntemlerinin uygulanması aşamasında yapı yıkım ruhsatı, yıkım planlaması, yıkım risk analizi, yıkım projelendirme çalışmaları, çevresel etkiler olan toz, gürültü ve titreşimle ilgili mühendislik ölçümleri ile yıkım yöntemine bağlı olarak gerekli olan mühendislik analizlerinin yapılması zorunludur. Yapı yıkım tekniklerinin belirlenmesinde en önemli parametreler yapı yüksekliği ve yapının toplam kapalı alanı ile oturum alanıdır. Bu iki parametre yürütülecek olan

yıkım çalışmasının büyüklüğünü ve yapılması gerekli çalışmaları da doğrudan etkileyen en önemli etmenlerdir. Yapı yüksekliği 12 m ve daha küçük olan, yapı oturum alanı 300 m²'den (toplam kapalı alanı 1.500 m²'den) daha az olan yapılar veya yıkım süresi 1 gün veya daha kısa olan yıkım çalışmalarında sadece yapı yıkım ruhsatının hazırlanması için gerekli çalışmaların yapılması ve yapı yıkım planlaması ile ilgili bir rapor hazırlanması yeterlidir. Yapı yıkım projesinin yapılmasına gerek bulunmamaktadır. 12 m'den daha yüksek, oturum alanı 300 m²'den (toplam kapalı alanı 1.500 m²'den) daha büyük yapıların yıkım çalışmalarında hangi yöntem kullanılacak ise bu yöntemle ilgili bir yapı yıkım projesinin yapılması, gerekli olan çevresel etki mühendislik ölçümlerinin alınması (ses, toz ve titreşim) ve mühendislik analiz çalışmalarının yapılması zorunludur. Yapılacak yapı yıkım projesinde mühendislik ölçümleri ve analizleri ile ilgili raporların da hazırlanması ve yer alması gereklidir.

Yukarıda yapı yüksekliği, oturum alanı ve proje süresi ile ilgili verilen sınırlar haricinde ne ölçekte olursa olsun yapı yıkım projesinin gerçekleştirildiği alana 50 metre mesafede hastane, üretim tesisi, ibadethane, okul, bilgi merkezleri (kütüphane, arşiv ve müzeler), metro veya tren istasyonu gibi taşıt sistemlerinin istasyonları türünde tesislerin bulunması durumunda toz ölçümünün alınması zorunludur. Bu ölçüm yıkım projesinin devam ettiği sürece sürekli alınarak takip edilmeli, limit değerlerin aşılp aşılmadığı kontrol edilerek raporlanmalıdır. Ölçüm yıkım projesi için kurulan şantiye yapısından alınarak şantiyede üretilen toz miktarı belirlenir. Ayrıca ölçüm risk altında olan yapının bulunduğu noktadan ve yerden 1.5 metre yükseklikte, hakim rüzgar yönüne göre alınmalıdır. Örneğin eğer yıkım sahasına 50 metreden yakın bir hastane binası varsa bu yapının yıkım şantiyesine en yakın olan noktasında, yerden 1.5 metre yukarıda hakim rüzgar yönüne göre toz ölçümlerinin alınarak limit değerlerin aşılp aşılmadığı ispatlanmalıdır. Toz ölçümü çalışmasını bu konuda daha önceden bu tür ölçümleri gerçekleştirmiş, ölçüm cihazlarına sahip ve kalibrasyonunu belgelendirebilen kurumların yapması ve sonuçları raporlandırması gereklidir. Toz ölçümünün her üç yıkım tekniği olan makine, el ve patlayıcı ile yıkım tekniklerinin hepsinde alınması zorunludur. Yukarıda listelenen özellikli yapılar haricinde yapı yıkım şantiyesine 50 metreden yakın başka konutların olması durumunda toz ölçümünün alınması yıkım müteahhidinin inisiyatifine bırakılmış

olup, alınması zorunlu değildir. Ancak tozun azaltılması için gerekli önlemlerin her durumda alınması ve toz miktarının azaltılmaya çalışılması gereklidir. Yapı yıkım alanına 50 metre yakında hiçbir yerleşim birimi bulunmuyor ise toz ölçümünün alınması gerekli değildir.

Yukarıda yapı yüksekliği, oturma alanı ve proje süresi ile ilgili verilen sınırlar haricinde ne ölçekte olursa olsun yapı yıkım projesinin gerçekleştirildiği alana 50 metre mesafede hastane, ibadethane, okul, bilgi merkezleri (kütüphane, arşiv ve müzeler) gibi tesislerin bulunması durumunda gürültü ölçümünün alınması zorunludur. Ölçüm yıkım projesi için kurulan şantiye yapısından alınarak şantiyede üretilen gürültü miktarı belirlenir. Ayrıca gürültü ölçümü anlık olarak yıkım çalışmasının yürütüldüğü şantiye sahası içerisinde en yoğun çalışmanın yürütüldüğü zamanlarda alınabileceği gibi 7 gün 24 saat yerleştirilen araçlar ile sürekli olarak da alınabilir. Gürültü ölçümü risk altında olan yapıların olduğu konumda ses kaynağına ve sesin geliş yönüne göre konumlandırılmış bir ölçüm sistemi ile de ölçülür. Örneğin eğer yıkım sahasına 50 metreden yakın bir hastane binası varsa bu yapının yıkım şantiyesine en yakın olan noktasında, ses ölçümlerinin alınarak limit değerlerin aşılp aşılmadığı ispatlanmalıdır. Limit değerlerin aşılp aşılmadığı kontrol edilerek raporlanmalıdır. Gürültü ölçümü işini bu konuda daha önceden bu tür ölçümleri gerçekleştirmiş, ölçüm cihazlarına sahip ve kalibrasyonunu belgelendirebilen kurumların yapması ve sonuçları raporlandırması gereklidir. Gürültü ölçümünün el ve makine ile yıkım tekniğinin uygulandığı projelerde ve patlayıcı ile yıkım tekniğinin ön hazırlık çalışmaları sırasında alınması gereklidir. Patlayıcı ile yıkımın gerçekleştirildiği patlatma anında gürültü sınırlarının aşılması ihtimali çok yüksektir. Ancak patlatma anının birkaç saniye olması nedeniyle patlatma anında gürültü ölçümü alınabilir ancak sınır değerler bu an için artırılmış olup, özel olarak değerlendirilmelidir. Yukarıda listelenen özellikli yapılar haricinde yapı yıkım şantiyesine 50 metreden yakın başka konutların olması durumunda gürültü ölçümünün alınması yıkım müteahhidinin inisiyatifine bırakılmıştır. Alınması zorunlu değildir. Ancak gürültünün azaltılması için gerekli önlemlerin her durumda alınması ve gürültü miktarının azaltılmaya çalışılması gereklidir. Yapı yıkım alanına 50 metre yakında hiçbir yerleşim birimi bulunmuyor ise gürültü ölçümünün alınması gerekli değildir.

Yukarıda yapı yüksekliği, oturum alanı ve proje süresi ile ilgili verilen sınırlar haricinde ne ölçekte olursa olsun yapı yıkım projesinin gerçekleştirildiği alana 50 metre mesafede Kültür Varlıklarını Koruma Üst Kurulu tarafından tescil edilmiş tarihi yapılar, hastane, üretim tesisi, ibadethane, okul, bilgi merkezleri (kütüphane, arşiv ve müzeler), metro veya tren istasyonu gibi taşıt sistemlerinin istasyonları gibi tesislerin bulunması durumunda ve hasarlı olduğu tespit edilmiş herhangi bir yapı mevcutsa titreşim ölçümünün alınması zorunludur. Titreşim ölçümü anlık olarak yıkım çalışmasının yürütüldüğü şantiye sahası içerisinde en yoğun çalışmanın yürütüldüğü zamanlarda alınabileceği gibi 7 gün 24 saat yerleştirilen araçlar ile sürekli olarak da alınabilir. Limit değerlerin aşılp aşılmadığı kontrol edilerek raporlanmalıdır. Titreşimin yakın yapılarda herhangi bir hasar meydana getirmediğinin ispatlanması için değerinin limitlerin altında kaldığının ispatlanması gereklidir. Titreşim ölçümü işini bu konuda daha önceden bu tür ölçümleri gerçekleştirmiş, ölçüm cihazlarına sahip ve kalibrasyonunu belgelendirebilen kurumların yapması ve sonuçları raporlandırması gereklidir. Titreşim ölçümünün her üç yıkım tekniği olan makine, el ve patlayıcı ile yıkım tekniklerinin hepsinde alınması zorunludur. Titreşim ölçümü risk altında bulunan yapının bulunduğu konumda hem yapının temel seviyesinde, hem su basmanı kotunda hem de en yüksek noktasında alınır. Örneğin eğer yıkım sahasına 50 metreden yakın bir tarihi yapı varsa bu yapının yıkım şantiyesine en yakın olan noktasında, temel, su basmanı ve en üst kotundan titreşim ölçümleri alınarak limit değerlerin aşılp aşılmadığı ispatlanmalıdır. Yukarıda listelenen özellikli yapılar haricinde yapı yıkım şantiyesine 50 metreden yakın başka konutların olması durumunda titreşim ölçümünün alınması yıkım müteahhidinin insiyatifine bırakılmıştır. Yapı yıkım alanına 50 metre yakında hiçbir yerleşim birimi bulunmuyor ise titreşim ölçümünün alınması gerekli değildir.

KAYNAKLAR

1. Türk Standartları Enstitüsü. TS13633. “Yapıların tam ve kısmi yıkımı için uygulama kuralları.” 2014.
2. Çevre ve Orman Bakanlığı. “Hafriyat toprağı, inşaat ve yıkıntı atıklarının kontrolü yönetmeliğı.” 2004.
3. Nutting, M., Froedge. The Mapping of Vibration Patterns Around a Blast. 16th Annual Conferences on Explosives and Blasting Technique and the 6th Annual Research Symposium, Orlando, Florida, 1990.
4. Siskind, D.E., Stagg, M.S., Kopp, J.W., Dowding, C.H. Structure response and damage produced by ground vibrations from surface blasting, PI 8507, U.S, Bureau of Mines, Washington, D.C. 1980.
5. Oriard, L. Explosives Engineering, Construction Vibrations and Geotechnology. International Society of Explosives Engineers, Cleveland, OH. 2002.
6. Dowding, C. Construction Vibrations. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 1996.
7. Wiss, J.F. Construction vibrations: State-of the-art, Journal of Geotechnical Engineering Division, ASCE, 107(2), 167-181, 1981.
8. Forsbald. L. Markskakningarochderas Skadeverkan, Inverkanav Vibrerande Jordpackningamaskiner, Skadlig Inverkanav Vibrationer, Symposium Anordnatav Svenska Geotekniska Foreningen, Rapport 56, 25, 1974.
9. Steinberg, S.B., Lukas, R.G. Densifying a Landfill for Commercial Development, International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering, University of Missouri-Rolla, 3, 1195-1200, 1984.
10. Stokes, J. Transportation- and construction-induced vibration guidance manual. June. (J&S 02-039.) Sacramento, CA. Prepared for California Department of Transportation, Noise, Vibration, and Hazardous Waste Management Office, Sacramento, CA. 2004.
11. Woods, R.D. Dynamic Effects of Pile Installations on Adjacent Structures, NCHRP Synthesis 253, TRB, National Research Council, Washington, D.C. 1997.
12. Federal Transit Administration. Transit noise and vibration impact assessment.FTA-VA-90-1003-06. Office of Planning and Environment, Washington, D.C., Prepared by Harris Miller & Hanson, Inc., Burlington, MA. 2006.

13. Nugent, A. Environmental Monitor Vibration Considerations in Land Use Planning, Ogden, 1995. Typical Vibration Sources and Sensitivities. Typical Vibration Sources and Sensitivities, Foothill Parkway Westerly Extension, Draft EIR, RBF Consulting, August 2008. 1992.
14. Svinkin, M. Advantages in Instrumentation of Construction Vibrations, Transportation Research Board, 80th Annual Meeting, Washington, D.C. 2001.
15. U.S. Department of Transportation, Federal Transit Administration and the Port Authority of New York and New Jersey, Final Environmental Impact Statement, Permanent WTC Path Terminal in Borough of Manhattan, New York County, Chapter 10: Noise and Vibration, May 2005.
16. Report on the Pre-Design Studies of Noise and Ground Vibration For N.W.L.R.S., City of Calgary, Appendix C, Vibration Study, Antelope Valley Roadway Project, University of Nebraska, Lincoln, Nebraska, 1986.
17. Study of Vibrations due to Construction Activities on Haleakala' dan derlenen okumalar, Le Ellen Phelps, Mechanical Engineering Group, Document TN-0113, Revision A, ATST (Advanced Technology Solar Telescope), Appendix Q: Vibration Study, July 8, 2009.
18. Northern Expressway Environmental Report, Volume 2, Vibrations, prepared by Kellogg Brown & Root Pty. Ltd., Sinclair Knight Merz Pty. Ltd., QED Pty. Ltd., Department for Transport Energy and Infrastructure, Government of South Australia, March 2007.
19. Tucson, A.Z., Ken, W. Impacts of Construction Vibrations on Rock Pinnacles and Natural Bridges, General Hitchcock Highway. King of Geologic and Geophysical Consulting, Lakewood, CO and Matthew J. De Marco of Central Federal Lands Highway Division, FHWA, Denver Federal Center, Denver, CO.
20. Society of Automotive Engineers, "Exterior Sound Level Measurement Procedure for Powered Mobile Construction Equipment", SAE Recommended Practice J88a, 1976.
21. Society of Automotive Engineers, "Sound Levels for Engine Powered Equipment," SAE Standard J952b, 1976.
22. William, R. F., Ron, B., "Analysis and Abatement of Highway Construction Noise," EPA 550/9-81-314-A, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Noise Abatement and Control and U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, June 1981.
23. U.S. Environmental Protection Agency, "Noise from Construction Equipment and Operations, Building Equipment and Home Appliances," NTID 300.1, December 31, 1971.

24. U.S. Department of Transportation, "Final Environmental Impact Statement, 4(f) Statement; Replacement of Shaw's Cove Bridge and Approaches," FRA-RNC-EIS-80-02-F, September 16, 1981.
25. Rosenberg and, C.F., Salter, C.M. "Noise of Pile Driving Equipment," Presentation at Acoustical Society of America Meeting, Washington DC, 20-22 April 1971.
26. Jerry, A. R., Charles, A. G. "Special Report - Highway Construction Noise: Measurement, Prediction and Mitigation," U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, 1977.
27. Martin, D.J. "Ground Vibrations from Impact Pile Driving during Road Construction," Supplementary Report 544, United Kingdom Department of the Environment, Department of Transport, Transport and Road Research Laboratory, 1980.
28. Wiss, J.F. "Vibrations During Construction Operations," Journal of Construction Division, Proc. American Society of Civil Engineers, 100, No. CO3, 239 - 246, September 1974.
29. Wiss, J.F. "Damage Effects of Pile Driving Vibrations," Highway Research Record, No. 155, Highway Research Board, 1967.
30. David, A. Towers and Yuki Kimura, "Central Artery / Tunnel Project: Hydromill Vibration Testing," report prepared for Massachusetts Highway Department, February 1995.
31. Swiss Consultants for Road Construction Association, "Effects of Vibration on Construction," VSSSN640-312, Zurich, Switzerland, November 1978.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ersin SOYAK

Doğum Tarihi : 12.02.1976

Eğitim Durumu : Lisans

Lisans : İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi İnşaat
Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans : Kırıkkale Üniversitesi

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl/Yıllar:

2013-devam ediyor : Çevre ve Şehircilik Bakanlığı