

DSİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
JEOTEKNİK HİZMETLER VE YAS DAİRESİ BAŞKANLIĞI'NIN
22 Ekim 2018 tarih ve 723673 Sayılı Yazısı Hakkında

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI
DELME PATLATMA İHTİSAS KOMİSYONU
TEKNİK RAPORU

I. PATLATMA KAYNAKLI TİTREŞİM DALGALARININ ÖZELLİKLERİ

Titreşimler genel olarak “doğal olaylar” veya “insan faaliyetleri” sonucu oluşurlar. Doğal olaylar depremler, volkanlar ve yıldırımlardır. İnsan faaliyetleri makine (tren, uçak, otomobil vb) titreşimleri, inşaat faaliyetleri (vibrasyonlu silindir ile dinamik sıkıştırma, bina yıkımı, patlatma vb) titreşimleri ile askeri operasyon (bomba) titreşimlerini kapsar. Bir sahaya ulaşan titreşimlerin tipi ve büyüklüğü aşağıdaki dört faktöre bağlıdır: (1) Kaynakta bir anda salınan (boşalan) enerji miktarı, (2) kaynak ile saha arasında enerjinin (dalgaların) yol aldığı güzergah (jeoloji), (3) Kaynak ile saha arası mesafe (uzaklık), (4) Sahanın özellikleri.

Patlatma yapıldığında tüm yönlerde çevreye sismik (sonik) dalgalar yayılır. Bu dalgalar; (1) Gövde dalgaları (P ve S) yeryüzünün içlerine nüfuz eden (kayalar bünyesinde de yol alabilen) dalgalardır. (2) Yüzey dalgaları (R ve Love) ise sadece yeryüzünde veya zemin arayüzlerinde yayılır. Patlatma kaynaklı enerji yeryüzünde, su yüzeyine taş atılınca suda oluşan dalgalar gibi yayılır. Elbette su ortamı homojen bir ortamdır ve bu nedenle taşın düştüğü yer merkez olmak üzere içiçe oluşan halkalar şeklinde ve her yönde eşit biçimde yayılır. Sudaki dalga sinüsoidal (harmonik) davranış gösteren bir dalgadır. Çünkü durgun su yüzeyinde yüzmekte olan bir mantarın altından geçen dalga sebebiyle aşağı-yukarı hareket etmesini doğrulukla temsil eder.

Titreşim dalgaları basit (harmonik) dalga ile tanımlanmakta olup bir örnek Şekil I.1’de verilmiştir. Bu tip dalga sinüs dalgası olarak adlandırılır ve titreşimi tanımlayan matematiksel özelliğindedir. Titreşim nedeni ile zeminde bulunan bir zerre (parçacığın) hareketi, dalga nedeni ile suda aşağı yukarı hareket eden bir mantarın hareketine benzer. Zemindeki parçacık hareketi dört unsur ile tanımlanır: (1) deplasman (yerdeğişim), (2) hız, (3) ivme, (4) frekans.

Deplasman (μ), durağan halde (sıfır çizgisinde) bulunan zemindeki bir parçacığın, titreşim dalgası parçacığın bulunduğu noktayı geçerken olayın gelişim sürecindeki herhangi bir anda, durağan (sıfır) konumunun üzerine veya aşağısına hareket etmesidir ve metrik ölçü sisteminde milimetre ile ölçülür.

passes under it travels at a far higher wave propagation velocity. The motion of the bobbing cork (vibrating particle) can be described the four factors: (1) displacement, (2) velocity, (3) acceleration, and (4) frequency.

Vibration characteristics are best described as simple (harmonic) waves like that shown in figure 26.4. This wave type is called a sine wave and has mathematical characteristics that describe vibrations. As a wave passes through a location, a particle in the ground is displaced from its resting position. The following discussions describe the particle motions as a function of time (time histories).

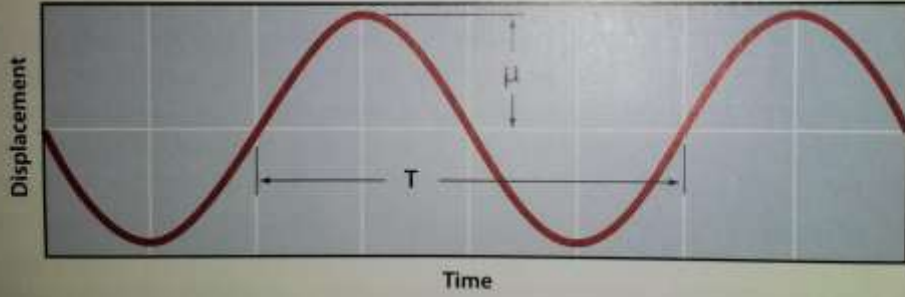


Figure 26.4 - Simple wave (Sine wave). (Courtesy: K. Eltschlager)

554

ISEE Blasters' Handbook™

Şekil I.1 Basit dalga (Sinüs dalgası, şekilde iki tam devir verilmektedir)

Titreşen bir parçacık, durağan (sıfır) konumundan yukarı (pozitif yönde) hareket edip en üst konuma ulaşmasını takiben tekrar sıfır çizgisine iner, bundan sonra aşağı (negatif yönde) harekete devam edip en aşağı konuma ulaşmasından sonra tekrar sıfır çizgisine gelir (Şekil I.1). Bu bir tam döngü/devir (one cycle) olarak tanımlanır. Bir tam döngünün tamamlandığı zaman aralığına **Periyod** denir. (T) sembolü ile gösterilip, zaman aralığı **saniye** ile ölçülür. Bir saniyelik birim zaman içinde kaç adet tam döngü (devir) yaptığı **Frekans** (f) (sıklık) terimi ile ifade edilir ve devir sayısı/saniye anlamına gelen **Hertz (Hz)** birimi ile tanımlanır. Bir başka deyişle frekans zemindeki bir parçacığın bir saniyelik birim sürede kaç kez titreştiğini gösterir. Frekans (f) Periyod'un tersidir ve $f = 1/T$ formülü ile hesaplanır.

Bilindiği gibi doğrusal olaylarda hız yol bölü zaman olarak bilinir. Döngüsel olaylarda ise ne kadar süre içinde parçacığın ne kadar yer değiştirdiği (deplase olduğu) titreşim hızını verir. Titreşen bir parçacık sıfır konumunun çevresinde aşağı yukarı döngüsel biçimde hareket ederken sürekli olarak hızı değişir. Zemindeki parçacık en yüksek hızına durağan konumunu (sıfır çizgisini) geçerken ulaşır (ISEE Blasters' Handbook, sayfa 556). İdeal sinüs döngüsü yaptığı varsayılır ise, **Hız** (v) aşağıda verilen formül ile hesaplanabilir:

$$v = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \mu$$

Bu formülde v = parçacık hızı (mm/saniye), f = frekans (hertz), μ = deplasman/yerdeğişim miktarı (mm), π = Pi sayısıdır.

Zemindeki bir parçacığın dögüsel hareketini yaparken zamana (t 'a) bağlı olarak hızında oluşan değişim oranı (hızlanma veya yavaşlama biçiminde) **İvme** (a) olarak adlandırılır. İvme mm/saniyekare ile ölçölür, bazen de yer çekim ivmesi (g)'nin oranı olarak raporlanır. Eğer hareket Şekil I.1'de gösterildiği gibi ideal dögüsel (Sinüsoidal) ise ivme aşağıda verilen formöl ile hesaplanabilir: $a = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot v$

Bu formölde a = parçacık ivmesi (mm/saniyekare), f = frekans (hertz), v = parçacık hızı (mm/saniye) dir.

Eğer dört parametreden (deplasman, frekans, hız ve ivme) herhangi ikisi biliniyor ise geri kalan iki adedini hesaplamak mümkündür. İvme (a) ölçen bir cihaz ile parçacık hızı (v) hesaplanmak istenirse yukarıda verilen formöl kullanılabilir. Ancak bunun için frekans (f) nin doğru olarak tespiti gereklidir. Frekans ise patlamanın boyutuna (bir anda patlayan miktara), zemin şartlarına ve patlatma kaynağından uzaklığa bağlı olarak değişebilmektedir. Bir yerde patlatma kaynaklı titreşim sonucu hasar oluşup oluşmadığını belirlemek için en yüksek hızın (**Peak Particle Velocity, PPV**) doğru tespiti gerekli ve zorunludur. Bu nedenle parçacığın en yüksek hızına ulaştığı frekansı doğru tayin ve tespit etmek de gerekli ve önemlidir. Yoksa hesaplanan hız hatalı olabilir.

Patlatma titreşimleri hız-zaman kaydı (dalga formu) olarak kaydedilir ve raporlanır (ISEE Blasters' Handbook, sayfa 561). Patlatma kaynaklı yanal (transverse) bileşen dalga formu örneği Şekil I.2'de verilmiştir. Şekil I.2'de yatay eksen "zaman"ı, dölşey eksen "parçacık hızı büyüklüğü"nü temsil etmektedir. Tipik patlatma titreşim kaydı, dalganın erken dönemlerinde yüksek frekans, geğ dönemlerinde düşük frekans özelliği gösterir. Bu frekanslar daha önce sözü edilen gövde ve yüzey dalgalarının varış zamanlarına atfedilebilir. Dalga formunda birden çok frekans bulunması nedeniyle dalga formu **kompleks** kabul edilir. Patlama kaynağından uzaklaştikça yayılmakta olan dalgalar daha büyük alanı etkilediğinden (daha fazla hacimde kayayı sıkıştırıp-çektişirdiğinden) enerjisi dölşer. Dolayısı ile hem titreşim büyüklüğü hem de frekansı dölşer (azalır). Patlama kaynağına yakın kesimlerde frekans göreceli olarak daha yüksek, kayaktan çok uzaklarda oldukça düşük oluşur. Kayaktan uzaklarda frekans genellikle dalganın yayıldığı zemin özellikleri tarafından belirlenir.

a pool of water, the ripples spread out from the point of impact. As the energy spreads out in an ever-expanding area by moving away from the point of detonation, vibration amplitudes decrease (decay or attenuate) and the frequencies tend to decrease. Ground vibrations will generally be higher in frequency near a blast and lower in frequency further from a blast as the vibrations attenuate and assume the characteristics of the propagating medium.

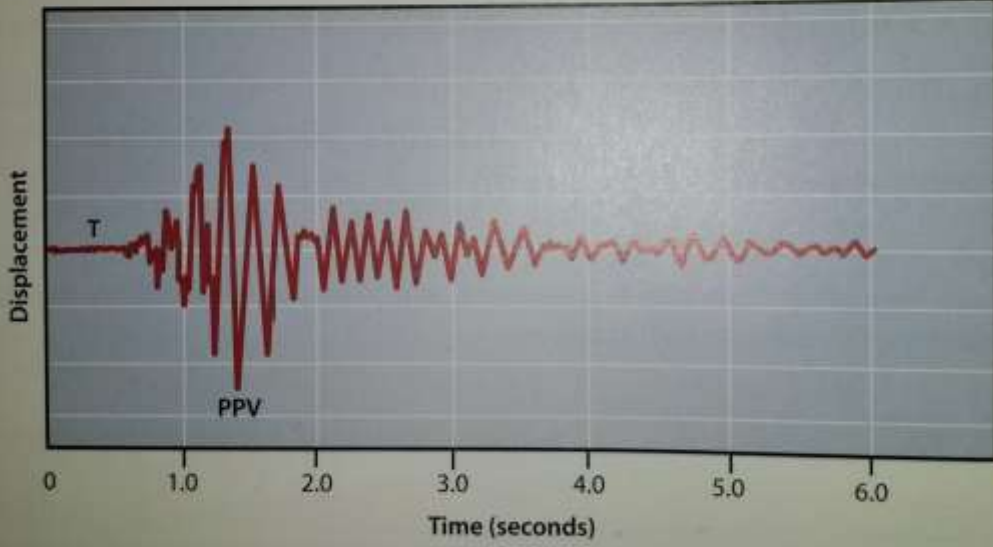


Figure 26.6 - Blast vibration time history or waveform (T or transverse channel). (Source: OSM)

Şekil I.2 Patlatma kaynaklı titreşim hız-zaman kaydı veya dalga formu

Patlatma sebebiyle zeminde oluşan dalgalar da suda oluşan dalga sonucunda aşağı yukarı hareket eden mantar örneğine benzer biçimde sinüsoidal dalga ile **idealize** edilir. Ancak, bu sadece bir yaklaşımdır. Gerçekte, jeolojik zemin homojen olmadığından zemin içerisinde veya yüzeyinde yayılan sismik dalgalar simetrik olmayıp **asimetrik** dalgalardır ve ayrıca **komplekstirler**. Zemin içerisinde veya yüzeyinde yayılan sismik dalgalar kaynağından uzaklaştıkça var olan süreksizliklerden ve farklı cins kaya yapılarından geçerken ve farklı gecikme zamanlarında gerçekleşen patlamalar nedeniyle oluşan girişimler sebebiyle form değiştirmekte asimetrik ve karmaşık (kompleks) bir hal almaktadırlar. Böylesi bir durumda doğrudan parçacık hızını ölçen cihazlar kullanmak gerekli olmaktadır. Çünkü;

(1) Titreşen bir parçacık sıfır konumunun çevresinde aşağı yukarı dögüsel biçimde hareket ederken sürekli olarak hızı (artar, azalır, tekrar artar vb) değişir. Oysa ki patlatma kaynaklı titreşim sonucu hasar oluşup oluşmadığını belirlemek için en yüksek hızın tespiti gerekli olduğundan hız-zaman grafiğinin (dalga formunun) tamamını kaydeden ve böylece tepe (en yüksek) titreşim hızı tespitine imkan veren bir cihaz kullanmak zorunludur.

(2) Bir patlatma grubu milisaniye zaman aralıkları ile patlayan pek çok delikten oluşur. Bu deliklerdeki patlayıcılar farklı anlarda patladığından her bir delikte gerçekleşen infilak sonucu

birbiri ardısıra yola koyulan dalgalar birbirleri ile “**girişim**” yapar. Bu girişim sonucunda dalgalar, Şekil I.3’te gösterildiği gibi kompleks bir hal alır. Basit harmonik dalga sadece bir frekans değerine sahip olduğu halde kompleks dalgalar pekçok farklı frekans değeri içerir. Bu nedenle patlatma kaynaklı değişik dalgaların hem titreşim büyüklükleri, hem de frekansları farklı olabilir. Bir başka deyişle her dalganın en yüksek titreşim hızı farklı zaman anlarında ve farklı frekans değerlerinde oluşabilir. Kompleks bir dalgaya özgü frekans bileşenlerini analiz etmek zordur. Frekans bileşenlerini analiz etmek için genellikle bilgisayar yazılımları ile ileri matematik hesapları yapmak gerekli ve zorunlu olur. En sık kullanılan analiz yöntemi **Fast Fourier Transform (FFT)** tekniğidir ve dalga formunun tamamını kaydeden (zaman içinde gelişimini gösteren) cihaz yazılımlarında mevcuttur. FFT analizi, kompleks bir dalgayı tek frekansa sahip basit dalgalar şeklinde bileşenlerine ayırır, böylece 1 Hertz ile 250 Hertz frekans aralığında her bir frekans değeri için enerji dağılımını verir. Böylece sismik dalganın (Boyuna-Longitudinal, Düşey-Vertical, Yanal-Transverse) üç bileşeninden hangisi en yüksek parçacık hızını veriyorsa, o bileşen için hakim (en yüksek enerjiye sahip) frekansı FFT analizi ile saptamak mümkün olur. Bir başka deyişle mutlaka frekansları ve en yüksek parçacık hızını birlikte kaydeden cihaz kullanmak gerekli olduğu düşünülmektedir.

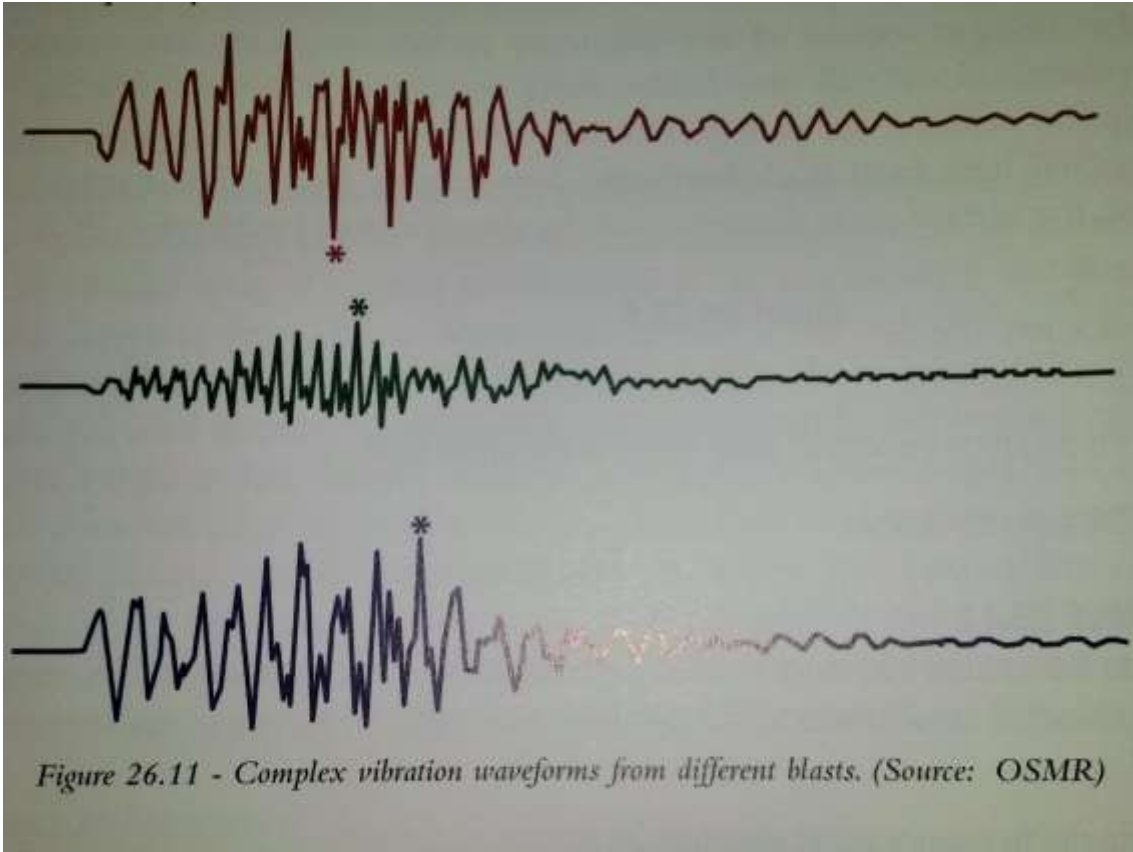
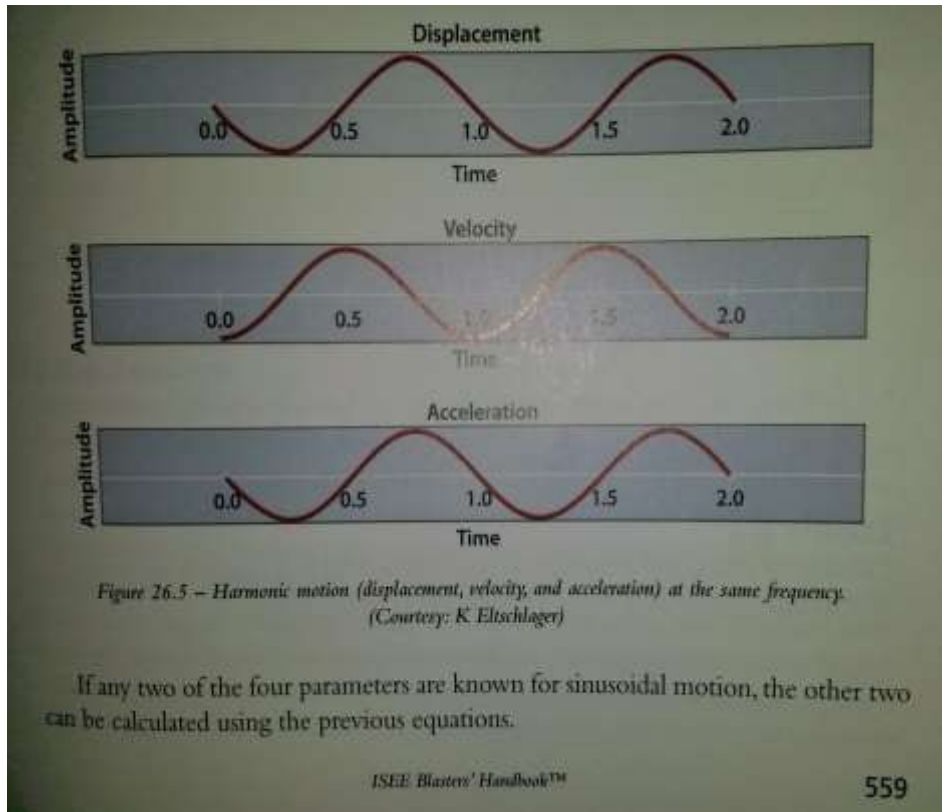


Figure 26.11 - Complex vibration waveforms from different blasts. (Source: OSMR)

Şekil I.3 Farklı gecikmelerdeki patlatmalardan oluşan kompleks titreşim dalgaları

(3) Deplasman ve ivme birbiri ile aynı fazda bulunmasına karşın, hız ile aralarında faz farkı bulunmaktadır (ISEE, Blasters' Handbook, 18. Baskı, sayfa 559). Faz, aynı zaman anında deplasman, hız ve ivme arasındaki ilişkidir. (Şekil I.4). Bu zaman kayıtları (time history), zaman içinde parçacığın hareketini tanımlar. Ölçüm an'ına bağlı olarak ya pozitif veya negatif olabilir (Deplasman için durağan konum (sıfır çizgisi) üzerinde veya altında, parçacık hızı için yukarı veya aşağı yönde hareket ederken hızlanma veya yavaşlama şeklinde ve ivme için artan veya azalan biçimde). Dolayısı ile titreşim olayının zaman içindeki gelişimini tümü ile kaydetmeyen (time history vermeyen) cihaz kullanılır ise herhangi bir an için ölçülen ivmenin en yüksek parçacık hızı değerine karşılık gelip gelmediği doğru saptanamayabilir. Bu nedenle akselerometre aparatı ile ivme ölçen, ancak zaman kaydı vermeyen, SVAN 958 veya 958A vb eski model bir cihaz kullanılırsa gerçek en yüksek parçacık hızı hesaplanamayabilir.



Şekil I.4 Aynı frekans değerinde harmonik hareket (iki tam dalga boyu içermektedir)

I.1 Titreşim Ölçüm ve İzleme-Patlatma Sismografları

Patlatma sismografları yer titreşimi ve hava-şoku yüksek basıncını izlemek için geliştirilmiş ekipmanlardır. Yer titreşimleri boyuna, düşey ve yanal yönlerde üç bileşen şeklinde, hava-şoku ise basınç dalgası olarak ölçülür ve kaydedilir.

Herhangi bir kaydın doğruluğu, patlatma sismografinin nasıl üretildiği ve sahada zemine nasıl yerleştirildiğine bağlıdır. Tüm patlatma sismograflarının doğru işlev görmesini sağlamak için Uluslararası Patlayıcı Mühendisleri Birliği (**I**nternational **S**ociety of **E**xplosives **E**ngineers, ISEE) “Patlatma Sismografları Performans Spesifikasyonu” hazırlamıştır. Bu spesifikasyon aşağıda verilmiştir. ISEE bundan başka ve sismografin kendisi (özellikleri) kadar önemli olduğundan “Patlatma Sismografları için Saha Uygulama Klavuzu” hazırlamış bulunmaktadır. Çoğu patlatma sismografları “tüm dalga formu” (titreşim hadisesinin gelişiminde cereyan eden tüm olayları) veya tepe (en yüksek) titreşimi “sütun grafiği” biçiminde vermek üzere programlanabilir şekilde üretilebilmektedir. Ancak, patlatma kaynaklı titreşim olaylarını izlemek için **daima tüm dalga formunu kaydeden** cihazlar kullanılmalıdır (ISEE, Blasters’ Handbook, 18. Baskı, sayfa 597). Böylece zaman kaydı (time history) alınarak titreşim hadisesinin gelişiminde cereyan eden tüm olayları ve farklı frekansları saptamak, parçacık hızındaki değişimleri izlemek mümkündür. Oysa ki sütun grafiği kaydeden cihazlar titreşim olayını sürekli izlediği halde sadece en yüksek değeri kaydeder. En yüksek değeri kaydeden cihazlar esasen titreşimli yol silindirleri, kazık çakma, dinamik sıkıştırma gibi her olayda dalga formunun hemen hemen benzer olduğu “tekrarlayan olayları” izlemek için kullanılır.

Patlatma Sismografları Standartları (ISEE): (ISEE, Blasters’ Handbook, 18. Baskı, sayfa 598)

- Patlatma Sismograflarının yer titreşimlerini üç yönde ölçmek için bir jeofonu ve ses ölçmek için bir mikrofonu olmalı,
- Boyuna (Longitudinal), yanal (Transverse), dikey (Vertical) titreşim bileşenleri ve ses kanalı için olay başlangıcından sonuna tüm dalga formunu (Time history) kaydetmeli,
- Her bileşen için en yüksek (tepe) parçacık hızını (PPV) vermeli,
- En yüksek parçacık hızının olduğu andaki frekansı vermeli,
- En yüksek deplasman ve ivmeleri vermeli,
- En yüksek hava-şokunu vermelidir.
- Frekans aralığı: 2 Hz- 250 Hz,

Yer Titreşim Ölçümü için: (ISEE, Blasters’ Handbook, 18.Baskı, sayfa 952)

Frekans Aralığı: 2 Hz-250 Hz, 2-250 Hz aralığında ideal düz tepki (sıfır veya en çok -3 dB),

Doğruluk: 4 Hz-125 Hz aralığında +/-%5 veya +/-0,5 mm/s,

Faz Tepkisi: 2,5 Hz-250 Hz aralığında faz kayması, üstüste binmiş iki harmonik titreşimin en yüksek değerinin %10’undan daha fazla olmamalı,

Hat karışması (Cross-talk response): Jeofon doğal frekansında uyarıldığında, birbirine dik üç kanalın herhangi birinde uyarılan eksen göstergesinin %5’inden daha düşük veya sensörün (jeofonun) doğal frekansı 250 Hz’den büyük ise 10 Hz’den düşük olmalı,

Sensör (Jeofon) Yoğunluğu: < 150 lbs/ft³

II. ULUSAL YÖNETMELİK VE ABD FEDERAL TÜZÜĞÜ

II.1 Ülkemiz Yönetmeliği

Batılı ülkelerde, hassas kullanım olarak kabul edilen konut, okul vb binalarda hasar oluşmaması için bina zemininde oluşmasına izin verilen ve aşılmaması istenen titreşim hızı sınır değerleri, ilgili ülke tüzüklerinde yıllar önce verilmiştir. Ülkemizde ise halen geçerli olan yönetmelik; bu konuda Avrupa Birliği tarafından yayımlanmış bulunan, 25/6/2002 tarih, 2002/49/EC sayılı Çevresel Gürültünün Yönetimi ve Değerlendirilmesi Direktifine paralel olarak hazırlanmış olup, 04.06.2010 tarih ve 27601 sayılı Resmi Gazetede yayınlanmış ve halen yürürlükte olan “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği” (ÇGDYY) dir. Yönetmelik Madde.25’de “yapılarda çevresel titreşim kriterleri” belirtilmiş olup, sözkonusu Madde.25 aşağıda tırnak içinde (aynen) verilmiştir.

“Yapılarda çevresel titreşim kriterleri

MADDE 25 – (1) Çeşitli titreşim kaynaklarının neden olacağı çevresel titreşimin kontrol altına alınmasına ilişkin esaslar aşağıda belirtilmiştir:

- a) Maden ve taş ocakları ile benzeri faaliyette bulunulan alanlardaki patlatmaların çevredeki *çok hassas kullanımlarda* oluşturduğu zemin titreşim seviyesi bu Yönetmeliğin ekindeki Ek-VII’de yer alan Tablo-6’da verilen sınır değerleri aşamaz.”

“Ek-VII, Tablo-6: Maden ve Taş Ocakları ile Benzeri Alanlarda Patlama Nedeniyle Oluşacak Titreşimlerin En Yakın Çok 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

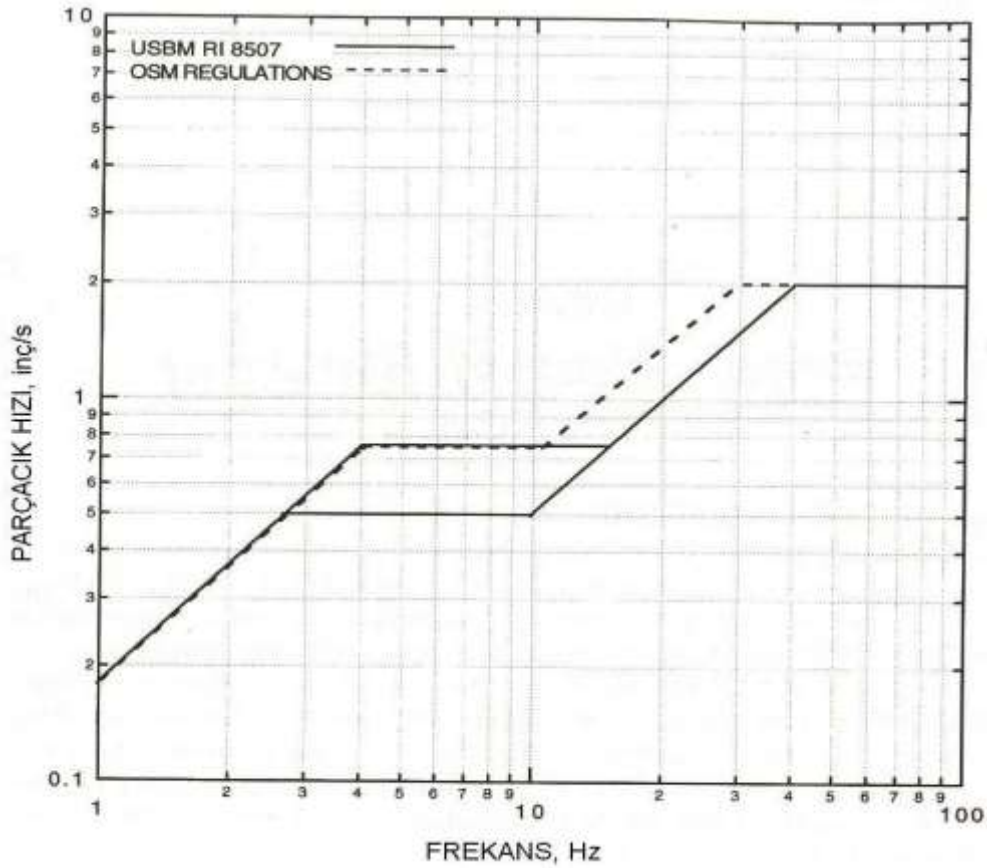
(1 Hz- 4 Hz arasında 5 mm/s’den 19 mm/s’ye; 10 Hz- 30 Hz arasında 19 mm/s’den 50 mm/s’ye, logaritmik çizilen grafikte doğrusal olarak yükselmektedir)”

Tablo-6’dan görüldüğü gibi zeminde ilerleyen sismik (sonik) dalganın frekansı 1 Hz (Hertz) ise konut binası zeminine ulaşmasına ülkemiz Yönetmeliği’nde izin verilen titreşim hızı beş (5 mm/s) milimetrebölüsaniye ile sınırlanmıştır. Eğer zeminde ilerleyen dalganın frekansı 4 Hz ile 10 Hz arasında ise bu kez bina zeminine ulaşmasına izin verilen hız 19 mm/s değerine yükseltilmektedir. Eğer titreşim dalgasının frekansı 30 Hz ile 100 Hz arasında tespit edilirse, Yönetmelikte bina zeminine ulaşmasına izin verilen titreşim hızı daha da artırılarak 50 mm/s

değerine yükseltilmektedir. Şu halde ülkemiz yönetmeliği sismik dalga frekansına bağlı olarak zeminde aşılması gereken titreşim hızları vermekte, aşılması gereken titreşim ivmesi değerleri vermemektedir. Bu nedenle doğrudan titreşim hızı ölçen cihaz kullanılması gerekli olduğu değerlendirilmektedir.

II.2 ABD Federal Tüzüğü

OSM-1983, halen yürürlükte olan ABD Federal Tüzüğü'nü (30 CFR, Parts 715, 780, 816, 817) oluşturmaktadır. ABD Federal Tüzüğü (OSM-1983 ölçütü) izin verilebilecek en yüksek titreşim hızlarını (PPV), sismik dalga hakim frekansının (f) fonksiyonu olarak vermektedir (Şekil II.1).



Şekil II.1 ABD Federal Tüzüğü'nde izin verilen titreşim hızları grafiği.

Şekil II.1'de verilen kesik çizgiler incelendiğinde (halen ABD Tüzüğü olan OSM-1983); zeminde ilerleyen sismik dalganın frekansı 1 Hz (Hertz) ise konut binası zeminine ulaşmasına ABD Tüzüğü'nde izin verilen titreşim hızının 0,20 inç/saniye (5,08 mm/s) değerinden daha düşük olması gerektiği anlaşılmaktadır (Ülkemiz Yönetmeliğinde 5,0 mm/s). Eğer zeminde ilerleyen dalganın frekansı 4 Hz ile 10 Hz arasında ise bu kez bina zeminine ulaşmasına izin

verilen hız 0,75 inç/saniye (19,05 mm/s) değerine artırılmaktadır (Ülkemiz Yönetmeliğinde 19,0 mm/s). Eğer titreşim dalgasının frekansı 30 Hz ile 100 Hz arasında tespit edilirse, Yönetmelikte bina zeminine ulaşmasına izin verilen titreşim hızı daha da artırılarak 2 inç/saniye (50,8 mm/s) değerine yükseltilmektedir (Ülkemiz Yönetmeliğinde 50,0 mm/s).

Esasen hasar verme potansiyeli bakımından en tehlikeli olan kömür yerüstü madenleri için oluşturulan ABD Maden Dairesi (US Bureau of Mines, USBM-1980) standardı çok tutucu (fazla emniyetli, maden ocağında veya inşaat işlerinde patlatma işlerini zora sokacak kadar emniyetli) bulunduğundan 1983 yılından itibaren OSM-1983 standardı ABD Federal Tüzüğü olarak kabul edilmiştir. ABD Maden İşleri Genel Müdürlüğü'nün (USBM) belirlediği değerleri gözden geçiren ABD Açık Ocak Maden Bürosu (OSM, The Office of Surface Mining Reclamation and Enforcement), patlatma yerinden uzaklığa bağlı olarak da yeni sınır değerler saptamış ve ABD Federal Tüzüğü'nün bir başka versiyonu(türü) olarak yürürlüğe koymuştur (Çizelge II.1). Çizelge II.1'den görüldüğü üzere, ABD Tüzüğü **konut binalarına 0-92 m** gibi **kısa mesafe** içinde patlatma yapılması halinde, **frekansın yüksek olması sebebiyle, 31,75 mm/s** zemin titreşim hızının aşılmamasını öngörmekte ve şart koşmaktadır. Konut binalarına **92-1524 m** gibi **orta mesafe** içinde patlatma yapılması halinde, **frekansın göreceli olarak daha düşük olması sebebiyle, aşılmaması istenen zemin titreşim hızını 25,40 mm/s** değerine düşürmektedir. Binalara **1524 m'den daha uzak mesafe** içinde patlatma yapılması halinde, **frekansın göreceli olarak çok daha düşük olması sebebiyle, aşılmaması istenen zemin titreşim hızını 19,05 mm/s** değerine düşürmektedir.

Çizelge II.1 ABD Açık Ocak Maden Bürosu Tarafından Bina Zemininde İzin Verilen Değerler (OSM, 1983, 30 CFR, Parts 715, 780, 816, 817).

Patlatma Yerinden Uzaklık, m (ft)	İzin Verilen En Yüksek Titreşim Hızı, mm/s (inç/s)	Ölçüm Yapılmaz ise Uygulanacak Ölçekli Mesafe
0-92 m (0-300 ft)	31,75 mm/s (1,25 inç/s)	50
92-1524 m (301-5000 ft)	25,40 mm/s (1,00 inç/s)	55
>1524 m (\geq 5001 ft)	19,05 mm/s (0,75 inç/s)	65

Şu halde ABD Federal Tüzüğü de zeminde aşılmaması gereken titreşim hızlarını frekansa bağlı olarak vermekte, aşılmaması gereken titreşim ivmesi değerleri vermemektedir. Bu nedenle doğrudan titreşim hızı ölçen cihaz kullanılması gerekli olduğu değerlendirilmektedir.

III. SVANTEK FİRMASI CİHAZLARININ ÖZELLİKLERİ

DSİ Genel Müdürlüğü, Jeoteknik Hizmetler ve YAS Dairesi Başkanlığı 22.10.2018 tarihli yazısında SVAN 958 ve 958A tipi cihazlar ile ivme ölçer SV84 ve DYTRAN gibi aparatların, patlatmalardan kaynaklanan yer titreşimlerinin ölçülmesi için uygun olup olmadıkları sorulmaktadır.

Cihazların özelliklerini araştırmak amacıyla www.svantek.com internet adresine girilmiş ve ürün katalogları indirilmiş ve incelenmiştir. Belirtilen internet adresinde *Svantek'in* iş sağlığı ve güvenliği için ses ve titreşim, çevresel gürültü, insan titreşimleri ve bina titreşimleri ölçen cihaz ve aparatlar üreten lider marka olduğu bildirilmektedir.

DSİ Jeoteknik Hizmetler ve YAS Dairesi Başkanlığı'nın 06 Nisan 2011 tarih ve 1548 Sayılı yazısı üzerine 2011 yılında www.svantek.com internet adresinde yapılan araştırmada SVAN 958 tipi cihaz katalogunun bulunduğu saptanmıştı. Ancak 2018 yılı Kasım ayında aynı internet adresinde yapılan aramada SVAN 958A tipi cihazın bulunduğu, SVAN 958'in bulunmadığı tespit edilmiştir. 2018 yılı aramasında SV84 tipi akselometrenin bulunduğu, ancak DYTRAN aparatının bulunmadığı anlaşılmıştır. Bu durumda firma tarafından görülen lüzum üzerine SVAN 958 cihazı ile DYTRAN aparatının üretimden kaldırılmış olabileceği kanaatine varılmıştır.

III.1 Svantek internet adresinde 2011 yılında verilen SVAN 958 tipi cihaz özellikleri:

Eylül 2009 tarihinde Efemçukuru Altın Madeni ile ilgili olarak TÜPRAG Metal Madencilik A.Ş. firmasının talebi üzerine SVANTEK Sp. Firması ürünü SVAN 958 tipi cihazın Nisan 2008 tarihli "Kullanıcı Klavuzu" incelenmiştir. Klavuzun 1 GİRİŞ başlıklı bölümü Şekil. III.1'de verilmiştir.

Şekil III.1 SVAN 958 Tipi Cihaz Özellikleri

SVAN 958 USER MANUAL
1-1

1 INTRODUCTION

The **SVAN 958** is digital, four channels 0.5 Hz to 20 kHz signal analyser including Type 1 sound level meter (meeting **IEC 61672-1:2002**) and vibration meter (meeting **ISO 8041:2005**). It is an ideal choice for the "Human Vibration" (according to the **ISO 2631-1, 2 & 5** and **ISO 5349-1 & 2** standards) and noise measurements in the occupational health and safety monitoring tasks. All required weighting filters, transducers and adapters for **triaxial Whole-Body** and **triaxial Hand-Arm** vibration measurements (**VM**) are available with this instrument.

Each of four channels can work simultaneously with independently configured input (transducer type), filters and RMS detector time constants (e.g. simultaneous three-axis measurement of the Whole- Body vibration and noise dose).

Şekil III.1’de verilen ingilizce metin Türkçe’ye çevrilmiş ve aşağıda sunulmuştur. Şekil III.1’de verilen bilgiye göre; SVAN 958 tip cihaz, dört kanallı, 0,5 Hertz ile 20 000 Hertz frekans aralığında sinyal analiz edebilen, IEC 61672-1 standardına uyumlu olan bir ses düzeyi ölçer ile ISO 8041:2005 standardına uyumlu biçimde titreşim ölçer içeren sayısal bir analiz cihazıdır. ISO 2631-1, 2 ve 5 standardı ile ISO 5349-1 ve 2 standartlarına göre “**insan titreşimlerini**” ölçmek için ve ayrıca iş ve işçi sağlığı ve güvenliği açısından gürültü ölçümü için ideal bir cihaz olduğu belirtilmektedir. “**Üç boyutlu tüm vücut titreşimleri**” ve “**üç boyutlu el-kol titreşimleri**” ölçümü için bu cihazla birlikte gerekli olan tüm filitreler, transdüserler ve adaptörler verilmektedir denilmektedir.

DSİ Jeoteknik Hizmetler ve YAS Dairesi Başkanlığı’nın 06 Nisan 2011 tarih ve 1548 Sayılı yazısına Maden Mühendisleri Odası tarafından **2011 yılında** verilmiş olan cevap yazısında sunulmuş olan ve SVANTEK Firması internet sayfasından alınmış SVAN 958 özelliklerini belirtir ÇIKTI Şekil III.2’de tekrar verilmiştir. Şekil III.2’deki ingilizce metin, Şekil III.1’de sunulan ingilizce metin ile hemen hemen aynı olup, yukarıda SVAN 958 cihazı özellikleri için yapılan tercüme doğrulamaktadır.

Özetle söylemek gerekirse; **SVAN 958** kodlu cihazın, biri ses, üçü titreşim, toplam dört kanallı sinyal analiz cihazı olduğu, ISO 8041:2005 standardına göre **insan titreşimi ölçümleri** için kullanıldığı, KB filtresi sayesinde inşaat şantiyelerinde ses ve titreşim izlenmesi için ideal bir cihaz olduğu anlatılmaktadır. Ancak inşaat şantiyelerinde hangi tür faaliyetten kaynaklanan titreşimleri ölçmek için kullanıldığı belirtilmemektedir. Bilindiği gibi inşaat şantiyelerinde her zaman patlatma yapılmamakta, titreşim yaratan faaliyetin kazık çakma, dinamik sıkıştırma vb gibi diğer faaliyetler olması da mümkündür.

Şekil III.2 alt tarafında SV207 kodlu ivme-ölçer aparat tanıtılmaktadır. SV207 aparatının bina titreşimlerini üç yönde ölçmek için kullanılan akselerometre (algılayıcı aparat) olduğu, SV 207’nin SVAN 958 kodlu cihaza takılarak kullanılabilirdiği, ilgili bilgisayar yazılımı ile sinyallerin analiz edilebildiği anlaşılmaktadır. Ancak SV 207 kodlu akselerometre (ivme ölçer) aparatı 2018 yılı Kasım ayında www.svantek.com internet adresinde yer almamaktadır. Üretimden kaldırıldığı değerlendirilmektedir.

Şekil III.2 SVAN 958 Tipi Cihaz Özellikleri (internet sayfası 2011 yılı)

SVAN 958 Four-Channel Analyser

FEATURES

- Unique instrument on the world market with multiple range of possible applications
- Ideal choice for Human Vibration measurements meeting ISO 8041:2005 including VDV and MTVV
- Triaxial vibration and single channel sound measurement performed at the same time
- Ideal choice for monitoring of construction sites thanks to implemented KB filter
- All four channels flexibly configured, i.e. for acoustic power measurements applications
- Relevant set of accessories dedicated for each application of SVAN 958
- Noise measurements Type 1, IEC 61672:2002
- 1/1 or 1/3 octave real-time analysis
- FFT real-time analysis
- Sound intensity measurements
- Reverberation time measurements
- FFT cross spectra



- Time-domain signal recording
- USB memory stick providing almost unlimited logging capacity

SV 25

- Type 2 microphone in 1/2" casing dedicated for acoustic dose measurement
- 45 dBA RMS ÷ 141 dB Peak

SV 60

- Type 1 sound measurement set with 1/2" prepolarised microphone dedicated for SVAN 958
- 24 dBA RMS ÷ 140 dB Peak



SV 207

- Sensitivity 1000 mV/g
- Triaxial accelerometer dedicated for building vibration measurements
- Robust hermetic box with levelling system
- Mounting nails



III.2 Svantek internet adresinde 2018 yılı Kasım ayında verilen SVAN 958A tipi cihaz özellikleri:

2018 yılı Kasım ayında www.svantek.com internet adresinde yapılan aramadan elde edilen SVAN 958A tipi cihaza ilişkin tespitler aşağıda sunulmuştur.

SVAN 958A Cihazı Hakkında:

SVAN 958A Four Channels Sound & Vibration Analyser

SVAN 958A Class 1 Four-channel Sound & Vibration Analyser is dedicated for all applications that require simultaneous class 1 sound and vibration assessment.

Tercümesi: SVAN 958A eş-zamanlı biçimde Sınıf 1 ses ve titreşim tayini gerektiren tüm uygulamalara adanmış dört kanallı ses ve titreşim analiz cihazıdır denilmektedir.

SVAN 958A Cihazının Nitelikleri:

Features:

- Four channels sound or vibration configurable
- Human Vibration measurements meeting ISO 8041:2005 including VDV and MTVV
- Sound level meter Class 1, IEC 61672
- Advanced data logger including spectral analysis
- USB memory stick providing almost unlimited logging capability
- Advanced trigger and alarm functions
- USB 1.1 Client and USB Host interfaces
- RS 232 for modems support (GPRS, Ethernet, WLAN)
- Powered by four AA standard or rechargeable batteries
- Easy in use, hand held, light weight and robust

İlk Üç Satırın Tercümesi:

- Dört kanal ses veya titreşime hazırlanabilir (ayarlanabilir),
- VDV ve MTVV dahil ISO 8041:2005 standardı gereklerini karşılayan **insan titreşimi** (human vibration) ölçümleri,
- Ses düzeyi ölçer Sınıf 1, IEC 61672 standardına göre

SVAN 958A Cihazının Titreşim Seviyesi Ölçer Birimi Spesifikasyonlarından Bazıları

- Standards ISO 8041:2005, ISO 10816-1
- Accelerometer (option) SV 84 triaxial high sensitivity accelerometer for ground or building vibration measurements (1 V/g)
SV 38 triaxial accelerometers for whole-body measurements (1 V/g MEMS type)
- Measurement Range with SV 84: 0.0005 ms⁻² RMS ÷ 50 ms⁻² PEAK
- Frequency Range 0.5 Hz ÷ 20 kHz; accelerometer dependent
- Weight 275 grams

Yukarıda verilen spesifikasyonların tercümesi:

- **Uygun olduğu standartlar:** ISO 8041:2005, ISO 10816-1. Bu standartların İngilizce tanımlarına “google”da ISO 8041 ve ISO 10816-1 yazılarak ulaşılmış ve tercümeleri aşağıda verilmiştir. 8041 (2005) nolu standart, **insanların titreşime tepkisini tayin etmek** ile ilgili bir standart olup, titreşim değerlerini ölçmek için tasarlanmış cihazların performance spesifikasyonlarını ve tolerans limitlerini belirlemektedir. 10816-1 nolu standart ise **makinelere rotasyon yapmayan parçaları üzerinde yapılan titreşim ölçümlerini** kullanarak titreşimin ölçülmesi ve değerlendirilmesi için gerekli genel şartlar ve prosedürleri saptamaktadır. Genel değerlendirme kriterleri işlevsel izleme ve kabul edilebilirlik ölçütlerini ilişkilendirir ve makinenin uzun dönemde güvenilir biçimde çalıştırılmasını sağlayacak esasları saptar. Bu standartlar makinelere insan vücudunda veya binada veya makine üzerinde oluşturduğu titreşimlerle ilgili olduğundan **SVAN 958A kodlu Cihazın** patlatma kaynaklı titreşimleri ölçmek için uygun bir cihaz olmadığı kanaatine varılmıştır.
- **Akselerometre seçenekleri:** İnsanların maruz kaldıkları tüm vücut titreşimlerini ölçmek için SV 38, yer ve bina titreşimlerini ölçmek için SV 84 kodlu ivme ölçerler önerilmektedir.
- **İvme Ölçüm Aralığı:** SV 84 ile $0.0005 \text{ ms}^{-2} \text{ RMS} \div 50 \text{ ms}^{-2} \text{ PEAK}$ (en üst-zirve) aralığında kalan ivmelerin ölçülebildiği bildirilmiştir. www.svantek.com internet adresine girilerek SV 84 kodlu ivme ölçerin özellikleri araştırılmış ve burada tartışılmıştır. SV 84 kodlu ivme ölçerin $0,0005 \text{ m/s}^2$ ile 50 m/s^2 arasındaki ivmeleri ölçebildiği tespit edilmiştir. Oysaki patlatma sismograflarının ivme ölçüm aralığı $0,010 \text{ m/s}^2$ ile 100 m/s^2 arasında olmalıdır. Önerilen SV84 kodlu ivme ölçer, patlatma sismografları için gerekli olan 100 m/s^2 **üst limiti** karşılamamaktadır.
- **Frekans Ölçüm Aralığı:** SVAN 958A cihazı için $0.5 \text{ Hz} \div 20 \text{ kHz}$ ($20\,000 \text{ Hz}$) olarak verilmekte ancak akselerometre aparatı özelliğine bağlı (accelerometer dependent) olduğu belirtilmektedir. Bu nedenle www.svantek.com internet adresine girilmiş ve SV 84 kodlu akselerometrenin frekans ölçüm aralığı $0,2 \text{ Hz}$ ile 3700 Hz olduğu tespit edilmiştir. Oysaki patlatma sismografları için 1 Hz (2 Hz) ile 250 Hz aralığı yeterlidir. Çünkü patlatma kaynaklı titreşimlerin frekansı 100 Hz değerini nadiren aşar. SV 84 kodlu ivme ölçerin 3700 Hz 'e kadar geniş bir aralıkta yeterli doğruluk ve doğrulukla ölçüm yapması şüphe ile karşılanmaktadır.

- **Akselerometre Ağırlığı:** İnternet sayfasında SV 84 kodlu akselerometrenin ağırlığı 275 gram olarak verilmektedir. Oysaki patlatma sismografları jeofonlarının ağırlığı bunun yaklaşık iki katıdır. Ayrıca patlatma sismograflarının jeofonları, jeofona vidalanan ve boyu yaklaşık 10 santimetre olan üç adet özel çivi ile pekişmiş ve sert zemine veya dübel ve civata ile beton zemine sabitlenmektedir. Böylece zeminde oluşan titreşim hızı doğrudan ve kayıpsız olarak kaydedilmektedir. SV 84'ün hafif olması nedeniyle zeminde oluşan ivmeyi kayıpsız ve doğru alması için zemine çok iyi sabitlenmesi gerektiği değerlendirilmektedir. Nitekim Web sayfasında bina ve yer titreşimleri için SV 84 tip ivme ölçerin zemine sabitlenmesi amacı ile SA 207B kodlu Montaj Plakası (mounting base) kullanılması gerektiği yazılıdır (Bkz. Sayfa 13 Şekil III.2 alt tarafında SV207 yanındaki fotoğraf). SA 207B kodlu montaj plakası opsiyonel olup, eğer ölçüm yapan kişiler bu plakayı kullanmıyorlar ise ivme ölçüp daha sonra bilgisayar yazılımı yardımı ile bunu titreşim hızı değerine çevirdiklerinde hesaplanan değerlerin hatalı olabileceği değerlendirilmektedir.

III.3 2018 yılı Kasım ayında Svantek internet adresinde verilen SV 258 PRO tipi cihaz özellikleri:

Algılayıcı (sensör) olarak ivme ölçer (akselerometre) kullanan cihazlardan gerek üretimden kaldırıldığı anlaşılan SVAN 958 ve halen mevcut SVAN 958A tip cihazların titreşim hadisesi başlangıcından sonuna değin olayın tüm gelişimini veren zaman kaydı (time history) kaydetmemesi sebebi ile olsa gerek, Svantek Sp. Firmasının SV 258 PRO kodlu yeni bir cihaz geliştirmiş olduğu www.svantek.com internet adresinde 2018 yılı Kasım ayında yapılan araştırmadan öğrenilmiştir. Bu cihazın özellikleri internet sayfasında aşağıdaki gibi verilmektedir.

SV 258 PRO Özellikleri (Orijinal):

The new SV 258 PRO is dedicated for building vibration measurement that use methods based on Peak Particle Velocity and Dominant Frequency. The measurement of human vibration in buildings is possible as the program allows simultaneous measurement of velocity and acceleration of vibrations with two independent steps of recording. In addition, it is possible to enrich the measurement with Class 1 sound results.

Users can use predefined settings compatible with commonly used standards such as DIN 4150-3 or BS 7385-2 or configure a criterion curve based on FFT or 1/3 Octave analysis in accordance with local standards.

The vibration time history in the form of WAV is stored for all three channels and is used for verification of vibration sources. Accurate post-analysis of the frequency content of the signal is available in the SvanPC ++ program.

SV 258 PRO is an outdoor monitoring system based on SVAN 958A Class 1 sound level meter. The portable and battery powered station can be used for a variety of monitoring applications including construction site monitoring, tunneling and blasting. The system uses a low-noise, hermetically sealed tri-axial piezoelectric accelerometer enabling the outdoor use without additional enclosures.

SV 258 PRO Özellikleri (Tercüme):

Yeni SV 258 PRO cihazı En Yüksek (Tepe-Zirve) Parçacık Hızı ve Hakim Frekansa dayalı yöntemler kullanan bina titreşim ölçümlerine adanmıştır (tahsis edilmiştir). Program iki bağımsız kayıt aşaması ile titreşim hızı ve ivmesinin eş zamanlı ölçümünü mümkün kıldığından binalarda insan titreşimi ölçümü de olanaklıdır. Buna ek olarak Sınıf 1 ses sonuçları ile ölçümü zenginleştirmek mümkündür.

Kullanıcılar sıklıkla kullanılan Almanya Standardlar Enstitüsü'nün (Deutsche Institut für Norme) DIN 4150-3 veya Birleşik Krallık (British Standards) BS 7385-2 nolu standardlarına uyumlu önceden belirlenmiş uygulamaları kullanabilir veya yerel standardlarla uyumlu FFT veya 1/3 Oktav analizine dayalı kriteri kendileri oluşturabilir (ayarlayabilir).

Titreşim zaman kaydı, üç titreşim kanalı için dalga formu (Waveform) WAV şeklinde kayıt edilir ve titreşim kaynağının doğrulanması için kullanılabilir. SvanPC++ bilgisayar yazılımı ile sinyalin frekans içeriğinin olay sonrası doğru analiz imkanı mevcuttur.

SV 258 PRO, SVAN 958A Sınıf 1 ses düzeyi ölçer esas alınarak geliştirilmiş saha ölçüm-izleme cihazıdır. Taşınabilir ve bataryadan enerjisini alan cihaz inşaat sahası (kazık çakma-pile driving, zayıf zeminlerde dinamik sıkıştırma-dynamic compection), tünelcilik ve patlatma dahil çeşitli uygulamaların izlenmesi için kullanılabilir. Sistem düşük gürültü ve hava-su yalıtımına sahip üç-eksenli piezoelektrik akselerometre kullandığından açık sahada ek koruma önlemleri almaksızın kullanımı mümkün kılar.

Patlatma kaynaklı titreşimleri ölçen cihazların, titreşim hadisesinin başlangıcından sonuna değin olayın tüm gelişimini veren zaman kaydı (time history ya da waveform) kaydetmesi ve böylece titreşim olayının (parçacık hızının) frekansa bağlı değişimi tam olarak vermesi gerektiği ISEE Patlatma Sismografi Performans Spesifikasyonu'nun bir ön-koşulu olduğu daha önce vurgulanmıştı. **SVAN 958 ve SVAN 958A cihazları zaman kaydı (time history ya da waveform) kaydetmediğinden patlatma kaynaklı titreşim ölçümüne uygun olmadıkları kanaatine varılmıştır.** Öte yandan yukarıda özellikleri verilen SV 258 PRO cihazı zaman kaydı (time history) kaydedebildiğinden ve bu cihazla kullanılan SvanPC++ bilgisayar yazılımı asimetrik ve kompleks olan titreşim dalgalarının tüm frekans içeriğini analiz edebildiğinden SV 258 PRO cihazının uygun olduğu değerlendirilmektedir. Ancak bu durumda dahi doğrudan hız ölçülmeyip ivme ölçüldüğünden ve ölçülen ivme değerinden hız

hesaplandığından, hesaplanan hız değerinin, gerçek parçacık hızı değerinden % 5 ile %10 kadar düşük olabileceği beklenmelidir.

SV 258 PRO cihazı özelliklerini saptamak için “google’da www.svantek.com internet adresini yazıp, The New All in One SV 258 PRO yazan ana sayfaya ulaşılmalıdır. Ana sayfadaki fotoğrafın sol alt köşesindeki “Building Vibration Monitoring with SV 258 PRO” yazısına tıklanmalıdır. Çıkan sayfada fotoğrafların altında yer alan “SV 258 PRO Vibration & Noise Monitoring Station” isimli VİDEO oynatılmalı ve izlenmelidir. Böylece halen üretilmeyen SVAN 958 ve üretimde bulunan SVAN 958A kodlu cihazların patlatma kaynaklı titreşimleri doğru biçimde ölçmekte yetersiz kalması ve DIN 4150-3, BS 7385-2 vb standartlara uyumsuzluğu nedeniyle Svantek Sp. Firmasının standartlara uyumlu SV 258 PRO cihazını ürettiği anlaşılmıştır.

Üretici firma web sayfasından alınmış olup SV 958 tipi cihazın teknik özelliklerini tanıtan sayfası bu raporun 13. Sayfasında Şekil III:2’de verilmiş bulunmaktadır. Sayfa 13’te sunulan SVAN 958 tipi cihazın “FEATURES” özellikler başlığı altında, ikinci satırda yazılı olan “Ideal choice for Human Vibration measurements meeting ISO 8041:2005” ifadesine dikkat edilmelidir. Bu ifadenin anlamı, “ISO 8041:2005 standardına uygun biçimde insan titreşimlerinin ölçülmesi için ideal seçim” manasındadır.

IV. DOĞRUDAN İVME ÖLÇEN CİHAZIN UYGUN OLUP OLMADIĞI

Patlatma kaynaklı sismik dalgaların;

- Asimetrik ve kompleks (karmaşık) olduğu, bu nedenle
- Titreşim hadisesinin başından sonuna değin tek bir frekans içermediği, bu nedenle basit sinüs dalgası ile temsil edilemeyeceği,
- Frekans değişimine bağlı olarak parçacık hızının da sürekli değiştiği ve sabit olmadığı,
- Bu nedenle titreşim hadisesinin başlangıcından sonuna değin olayın tüm gelişimini veren zaman kaydının (time history ya da waveform) kaydedilebilmesi gerektiği,
- Ülkemiz Yönetmeliğinde, ayrıca ABD Federal Tüzüğü’nde, DIN 4150-3, BS 7385-2 vb standartlarda aşılması gereken parçacık ivmesi değerleri verilmediği, en yüksek (tepe) parçacık hızı limit (üst sınır) değerleri verildiği,

- Zaman kaydı vermeyen cihazlar ile ivme ölçüp sonra bunun integrali alınarak hız bulunmasının belirgin bir hata (%5-%10) içerdiği, bu nedenle parçacık hızını frekansa bağlı olarak doğrudan veren cihazların kullanılması gerektiği, Tespit edilmiştir.

SONUÇ: Yukarıda sayılan nedenlerle, algılayıcı olarak akselerometre kullanan, ancak zaman kaydı (time history/waveform) kaydetmeyen cihazlar ile patlatma kaynaklı titreşim ivmesinin ölçülmesi, sonra bilgisayar yazılımı kullanılarak ivmenin integrali alınması sureti ile dolaylı biçimde parçacık hızı bulunması, hakim (baskın) frekansın tespiti imkanı vermediğinden ve hesapla bulunan en yüksek parçacık hızı belirgin bir hata payı taşıdığından, bilimsel ve teknik açıdan yanlıştır. **Doğrusu, doğrudan hız ölçen bir cihaz kullanmaktır.** Bu nedenle patlatmadan kaynaklanan yer (zemin) titreşiminin SVAN 958 veya SVAN 958A tipi cihaz ile ölçülmesi bilimsel ve teknik açıdan uygun bulunmamıştır.

Saygılarımızla,

TMMOB, Maden Mühendisleri Odası
Delme-Patlatma Çalışma (ihtisas) Grubu Üyeleri

KAYNAKLAR:

ISEE, 2011, ISEE Blasters' Handbook, 18th Edition, 1st printing, ISBN:978-1-892396-19-8, Technical Editor: Stiehr, J.F., Cleveland, Ohio, USA, 1030 pages.

The Office of Surface Mining Reclamation and Enforcement, 1983, Federal Register, 30 CFR Parts, 715, 780, 816, and 817, Vol. 48, No. 46, Rules and Regulations (governing blasts associated with surface and underground mines), pp 9788-9811.

Türkiye Cumhuriyeti Resmi Gazete, 04 Haziran 2010, Sayı. 27601, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, (madde 25, Ek-7)

www.svantek.com (2011'de incelenen internet sayfası)

www.svantek.com (2018'de incelenen internet sayfası)