

ENDÜSTRİYEL ÜRÜNLERDE TİTREŞİM TESTLERİ

Enver Sadıkhov, Baki Karaböce, Eyüp Bilgiç, Cafer Kırbaş

Tübitak Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME), P.K.21 41470 Gebze-Kocaeli TÜRKİYE
Tel: 262 646 63 55 E-mail: enver.sadikoglu@ume.tubitak.gov.tr

ÖZET

Her geçen gün daha da artan günümüz rekabet ortamında bir ürünü satabilmek hiç kolay değildir. Ürüne bir pazar payı edinebilmek için standartlara uygunluk, kalite, ucuzluk, ergonomi, sağlıklı oluşu ve sürekliliği gibi öncelikli şartlar gereklidir. Bu şartların en önemlilerinden biri hiç kuşkusuz kalitedir. Kaliteye önem vermek, üretim aşamasında ve sonrasında bir çok test ve ölçümleri birlikte getirir. Dayanıklılık ve ömür testleri olarak adlandırılan, ısıya, neme, basınca, yüksek gerilime, titreşime dayanıklılık gibi sıralanabilecek bu testler yapılmadan ürünü piyasaya sürmek son derece risklidir. Tip onayı için de gerekli olan bu testlerden biri de titreşime dayanıklılık testleridir. Endüstriyel ürünlerin titreşim testleri sırasında ilk önce, belirli frekans aralığında ürünlerin rezonans frekansı tespit edilmektedir. Daha sonra, rezonans frekansında ürün, ilgili standartlarda belirtilen şartlara (süre, seviye, titreşim yönü vb.) uygun olarak titreştirilmekte ve test sonucunda ürünün dayanıklılığı, fonksiyonel işlevlerini yerine getirip getirmediği kontrol edilmektedir. Bu bildiride, UME Akustik ve Titreşim Laboratuvarı'nda kurulu titreşim altyapısı ve ilgili ürün testlerinden bahsedilecektir.

Anahtar sözcükler: mekanik titreşim, şok, dayanıklılık testi

1.GİRİŞ

Bir endüstriyel ürünün kalitesi, standartlarda belirtilen asgari şartları sağladıktan sonra, müşterinin dayanıklılık, uygun fiyat, ergonomi, tasarım, süreklilik, sağlıklı oluşu gibi beklentilerine tam yanıt vermesi ile ölçülebilir. Asgari sürekli kaliteyi sağlayabilmek, ürünün dünyada ileri gelen ülkelerin kabul ettiği standart ve direktiflerine uygunluğu ile söz konusu olabilir. Standartlara uygunluk belirli ölçüm ve testler sonucunda tespit edilir [1].

Genellikle, sadece çıktı ürünün standartlara uygunluğunu kontrol etmek yeterli olmadığı gibi pahalı bir iştir. Üründe fire verme şansı çok yüksektir. Bu yüzden üretimin her aşamasında kalite kontrol ve standartlara uygunluk testleri yapılmalıdır [2]. Endüstriyel ürünler üretim aşamasında veya üretimden sonra birkaç teste tabi tutulmaktadır. Bunlardan en yaygınları çevresel testlerdir. Çevresel testler, sıcaklık, basınç, titreşim, nem, toz vb. testlerini içermektedir. Test sırasında yukarıda adı geçen koşulların değişimini sağlayarak test edilen numunenin bu değişimlere karşı dayanıklılığı kontrol edilmektedir. Bir ürünün uzun süre değişik koşullarda çalışıp çalışmayacağına ve de işlevlerini yerine getirebileceğinin cevabı titreşime dayanıklılık testlerinin sonucundan elde edilebilir. Bu nedenle, titreşim testlerinin çevresel testler içerisinde önemli yeri vardır.

2. TİTREŞİM TESTLERİ

Titreşim testleri genellikle üretim hattından çıkan son ürüne uygulanmaktadır, ancak daha yaygın bir şekilde herhangi bir ürünün uygun dizayna sahip olup olmadığını kontrol etmek amacıyla kullanılan çok etkin bir araçtır. Titreşim testleri, belirli standartların şartlarına uygun olarak gerçekleştirilmektedir. Bu standartlar, kimi zaman geniş ürün yelpazesinin testlerini kapsamakta, örneğin IEC-68-2-6 (TS 2090), bazen ise özel bir ürüne yönelik hazırlanmaktadır [3].

Titreşim testleri, test sırasında uygulanan sinyalin şekline göre farklı gruplara ayrılabilir. Bunlar:

- Sinüsoidal titreşim testi,
- Rasgele titreşim testi,
- Sinüs tarama testi,
- Dwell testi,
- Şok testleri'dir.

Sinüsoidal testlerde, test edilen numuneye belirli frekans ve sabit seviyede sinüs şeklinde titreşim sinyali uygulanır. Numunenin titreşime maruz kalma süresi ve titreşim seviyesi numunenin işlevine göre değişebilir. Genellikle titreşim süresi yüksek tutulmaktadır, örneğin elektronik cihazlar için bu süre frekansa bağlı olarak 10 dakika ile 90 dakika arasında değişmektedir [4]. Sinüs titreşim testinde süreyi belirleyen kriter titreşim çevrim sayısıdır, normal şartlar altında 10^6 - 10^7 civarındadır. Titreşim seviyesi olarak 3 g ($g=9.8 \text{ m/s}^2$) tercih edilmektedir, ancak testlerin daha yüksek seviyelerde gerçekleştirilmesi de olasıdır. Bu testler, tek bir eksen de veya her üç eksen de gerçekleştirilir. Test sonucunda, görsel olarak numune fiziksel hasara uğrayıp uğramadığı kontrol edilir, ayrıca normal işlevlerini yerine getirip getirmediğine de bakılır.

Rasgele titreşim testlerinde, test edilen numuneye belirli süre boyunca geniş frekans bandında rasgele titreşim sinyali uygulanır. Frekans bandı 5 ile 5000 Hz aralığını kapsamakta olup, titreşim seviyesi $5 \cdot 10^{-4}$ -10 g arasındadır. Test sonuçları sinüsoidal titreşim testlerindeki benzer şekilde değerlendirilir.

Sinüs tarama testlerinde, numuneye uygulanan titreşim sinyalinin seviyesinin sabit kalmak koşuluyla frekansı test şartlarında belirlenen süre içerisinde değişir. Bu tarama, sadece tek yönlü; alt frekanstan üst frekansa doğru değişim veya iki yönlü olabilmektedir. Özel durumlar haricinde tarama için frekans bölgesi 5-200 Hz olarak tavsiye edilir.

Dwell testi, numunenin olabildiğince zor şartlar altında mekanik titreşimlere maruz bırakılmasını kapsar. Bu test, ürün veya numunenin belirli frekans aralığında, genellikle 200 Hz'e kadar, rezonans frekansının tespit edilmesi işlemi ile başlar. Frekans bölgesi her bir ürüne göre değişik olabilir. Örneğin, otomobil parçalarının titreşim testleri için 5-200 Hz bölgesi tavsiye edilir. Daha sonra ürün, rezonans frekansında standartlarda belirlenmiş titreşim seviyesinde ve titreşim çevrimi sayısında teste tabi tutulur. Test sonuçlarının değerlendirme işlemi yukarıdaki testlerle aynıdır. Rezonans frekansının belirlenmesi işlemi sırasında frekans tepkisinden numune için Q-faktör değeri belirlenebilir. Bu faktörün küçük olması, test edilen numunenin mekanik titreşimlere dayanıklılık açısından kaliteli dizayna sahip olması anlamına gelir.

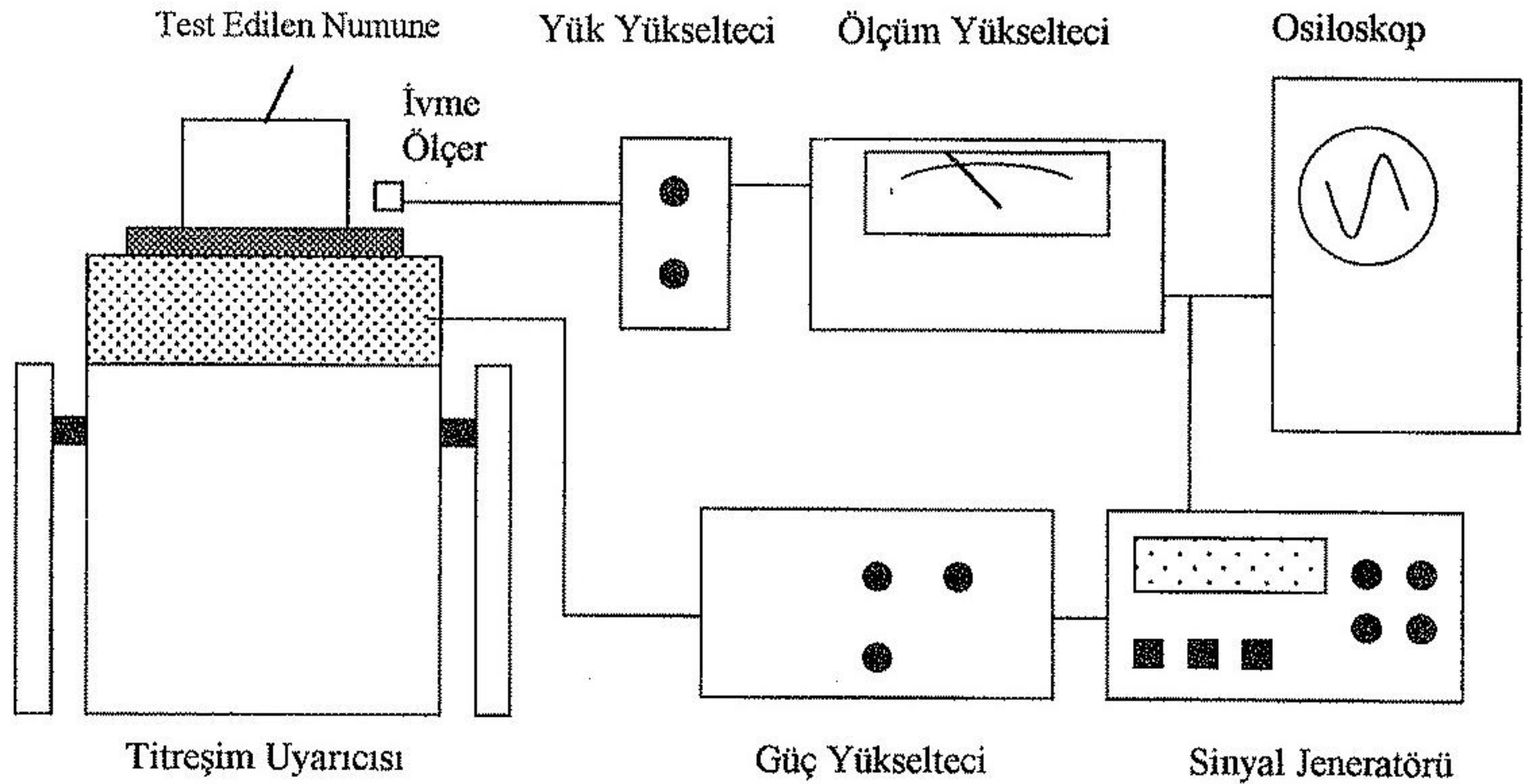
Titreşim testlerinin en son grubunu şok testleri oluşturmaktadır. Bu testler sırasında numuneye standartlarda belirlenen süre içerisinde yüksek seviyeli titreşim sinyali uygulanmaktadır. Titreşim sinyalinin genliği 10 g'nin üzerinde olup, titreşim süresi birkaç ms veya daha düşük düzeydedir. Test sırasında, uygulanan şok sinyaline karşı numunenin tepkisi değerlendirilir.

Herhangi bir endüstriyel ürün veya ürünün belirli kısmı yukarıda açıklanan testlerden birine veya birkaçına tabi tutulabilir. Bazen ise bir ürün üzerinde şok testleri dahil tüm titreşim testleri gerçekleştirilir.

2. TEST DÜZENEGİ

Titreşim testlerinin şartlarına göre değişik test düzenekleri kullanılabilir. UME Akustik ve Titreşim Laboratuvarı'nda şok testleri haricinde diğer titreşim testleri gerçekleştirilmektedir. Şok testlerini gerçekleştirmek için özel yapıya sahip titreşim kaynağına gereksinim duyulmaktadır. Şok testlerinin gerçekleştirilmesi UME'nin orta vadeli planları içerisinde yer almaktadır. Sinüsoidal, rasgele, sinüs tarama ve Dwell titreşim testlerinin yapılması için UME Akustik ve Titreşim laboratuvarında Şekil 1'de gösterilmiş olan düzenek kullanılmaktadır.

Titreşim testlerine tabi tutulan numune Titreşim Uyarıcısı tablasının üzerine monte edilmektedir. Tablanın titreşim hareketi Sinyal Jeneratörü ve Güç Yükseltici'nden uygulanan gerilim sinyali ile sağlanır. Uygulanan sinyalin şekli testlerin şartlarına göre değişik (sinüs, rasgele, tarama vb.) olabilir. Titreşim tablasının ivmelenme düzeyini ölçmek ve de gerekli durumlarda test boyunca sabit tutmak amacıyla ivme ölçer, Yük Yükseltici, Ölçüm Yükseltici ve Sinyal jeneratörünün geri besleme fonksiyonu kullanılır. Bu düzenekte, kullanılan titreşim uyarıcısının kapasitesinin sınırlı olması nedeniyle ağır (5 kg'ın üzerinde) parçaların testleri yüksek titreşim seviyelerinde (3 g'nin üzerinde) gerçekleştirilememektedir. Ancak günümüzde ticari olarak satılan titreşim uyarıcıların kapasitesi 1000 kg'lık numunelerin testlerinin gerçekleştirilmesine imkan sağlamaktadır. Bazen, titreşim testleri değişik çevre koşullarında yapılmalıdır. Bu durumlarda, titreşim uyarıcısının tablası ve üzerinde monte edilen test numunesi özel bir çevresel kabin içerisine yerleştirilmektedir. Bu kabin içerisinde sıcaklık, nem, basınç ve diğer parametreler geniş aralıkta değiştirilebiliyor. Örneğin, bazı testlerde sıcaklık değişiminin -20°C ile 70°C , nemin %30 - %70 aralıklarında olması talep edilmektedir. Bu tür testler, daha fazla tip onayı kapsamındaki testlerin içeriğini oluşturmaktadır.



Şekil 1. Titreşim testleri için düzenek

3. SONUÇ

Endüstriyel ürünlerin belirli standartların şartlarına uygunluğu, ürün üzerinde gerçekleştirilen testler ile tespit edilmektedir. Tip onayı ve diğer yasal mevzuat gereği ürünler birçok testlere tabi tutulmalıdır. Bu testlerden en yaygını titreşime dayanıklılık testleridir. Türkiye’de endüstriyel ürünlerin titreşim testleri taleplerinin belli kısmını karşılamak amacıyla UME Akustik ve Titreşim Laboratuvarı’nda gerekli altyapı oluşturulmuştur. Mevcut durumda laboratuvar imkanları ile sinüsoidal, rasgele, sinüs tarama, Dwell titreşim testleri gerçekleştirilmekte olup, yakın gelecekte mevcut imkanların genişletilmesi ve şok testleri için düzeneğin oluşturulması planlanmıştır.

4. KAYNAKLAR

- [1] B.Karaböce, E.Sadikhov, E.Bilgiç, “Endüstriyel Ürünlerde Gürültü ve Titreşim Testleri”, Üretimde Kalite, 1998, 27, s.42
- [2] G.Atkinson, "Construction, quality and quality standards, The European Perspective", Chapman and Hall, 1995, s.196
- [3] C.M.Harris, "Shock and Vibration Handbook", McGraw-Hill Book Company, USA, 1987, s.20-2
- [4] TS 2090, "Elektronik Cihaz ve Bileşenlere Uygulanacak Çevre Şartlarına Dayanıklılık Temel Deney Metotları", Ankara, 1989