

DİNAMİK BASINÇ DÖNÜŞTÜRÜCÜLERİN DARBE TEST MAKİNASIYLA KALİBRASYONLARININ İNCELENMESİ

Yasin DURGUT*
Gökçe Sevim SARIYERLİ**
Levent TURHAN
Enver Bülent YALÇIN
Volkan TUNA
Bülent AYDEMİR
Eyüp BAĞCI

* yasin.durgut@tubitak.gov.tr

** gokce.sariyerli@tubitak.gov.tr

TUBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü, Gebze, KOCAELİ
Tel: 262-679 50 00

ÖZET

Giriş basıncının zamana bağlı olarak değiştiği sistemlerde dinamik basınç mevcuttur. Bu gibi sistemlerde, basıncın dinamik olarak çok küçük zaman birimlerindeki değişiminin ve davranışının ortaya konulması gerekmektedir. Dinamik uygulamalarda kullanılan basınç ölçerlerin test ve kalibrasyonlarında kullanılan sistemlerden bazıları, hızlı açılabilen vana sistemleri, negatif yönde basınç düşmesi yapabilen sistemler, şok tüpleri, kütle düşürmeli vb. dinamik basınç üretebilen sistemlerdir.

Darbe test makinası prensip olarak yukarıda bahsedilen sistemler gibi çalışmaktadır ve bu makinadan elde edilen "pulse", dinamik bir basınç kaynağı olarak kullanılabilir.

Bu çalışmada, Dynatup 9250HV darbe test makinası kullanılarak [1], dinamik basınç ölçerlerin kalibrasyonları ile ilgili araştırma ve ölçümlere yer verilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Basınç, dinamik basınç, kütle düşürmeli sistem, darbe test makinası

ABSTRACT

There is a dynamic pressure in the systems which input pressure varies depending on time. In such systems, the dynamic pressure change and behavior in short time intervals should be expressed. Quick opening valves, negative pressure drop systems, shock tubes, drop weight etc. systems are some of the systems used in the tests and calibrations of dynamic pressure transducers.

Impact test machines principally work as systems mentioned above and the pulse achieved from these kind of machines shall be used as a dynamic pressure source.

This study presents the research and measurement about dynamic calibration of pressure transducers by using Dynatup 9250HV impact test machine [1].

Key Words: Pressure, dynamic pressure, drop mass system, impact test machine

1. GİRİŞ

Basınç, kuvvet ve tork gibi mekanik büyüklüklerin, ölçüm sonucunun zamanla değişim gösterdiği birçok ölçüm uygulaması bulunmaktadır. Ancak bu tür uygulamalarda kullanılan basınç dönüştürücülerin izlenebilirlikleri günümüzde statik yöntemlere dayanmaktadır.

Son yıllarda özellikle bazı metroloji enstitüleri, dinamik ölçümlerin izlenebilirliklerinin sağlanmasına yönelik bazı çalışmalar ortaya koymuştur. Basınç, kuvvet ve tork gibi mekanik büyüklüklerin dinamik ölçüm düzeneği ile ölçüldüğü uygulamalarda; kullanılan basınç dönüştürücülerin ve beraberinde kullanılan ölçüm zincirindeki elektriksel kısımları temsil eden elektriksel yükseltecin ve diğer yardımcı ekipmanların, dinamik etkiye karşı ürettikleri cevabın izlenebilirliğinde problemler mevcuttur.

Bu problemlerin çözümüne yönelik bazı ulusal metroloji enstitüleri ve cihaz üreticileri tarafından çeşitli cihazlar geliştirilmiştir. Bu sistemlerin bazıları şu şekilde sıralanabilir:

- Dönen vana sistemleri
- Hızlı açılabilen vanalar
- Şok tüp sistemleri
- Kütle düşürmeli sistemler
- Pistonlu basınç standarı ile negatif basınç düşürme Sistemleri

Ancak bu sistemlerin tamamında mutlak anlamda bir dinamik basınç izlenebilirliği mevcut değildir. Bunun yerine; statik olarak kalibrasyonları yapılmış referans basınç dönüştürücülerini ani basınç değişimlerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu cihazlar hidrolik ortamda 800 MPa basınç değerlerine kadar ölçüm gerçekleştirebilmektedir.

Bu çalışmada, dinamik basınç dönüştürücülerin izlenebilirliği ve izlenebilir dinamik basınç ölçüm sistemlerinin geliştirilmesi amacıyla, kütle düşürmeli sistem paralelinde çalışan Dynatup 9250HV darbe test makinasının dinamik basınç ölçümlerindeki uygulama alanı ile ilgili çalışmalara yer verilmiştir.

2. DİNAMİK BASINÇ TANIMI ve UYGULAMA ALANLARI

Yapılan bir ölçümde ölçülen fiziksel büyüklük zamanla değişiyorsa ve bu değişim, ölçüm sonucunda kayda değer bir önem taşıyorsa; bu ölçümü dinamik bir ölçüm olarak tanımlayabiliriz. Bu tür ölçümlerde ölçümün sadece maksimum yani tepe değeri önemliken, bazı ölçümlerde ise ölçümün zamana göre değişimi ya da belli bir zaman aralığı içinde aldığı değerler önemli olabilir.

Geniş bir endüstriyel yelpazede düzenli olarak yapılan bazı ölçümler vardır ki, doğaları gereği dinamik bir yapı arzederler ve zamana bağlı bir değişim gösterirler. Bir top mermisinin ateşlendiği andan itibaren namlu içindeki basıncın tekrar atmosfer basıncına eşit hale gelene kadar geçen zaman diliminde, namlu içindeki basıncın zamana bağlı değişimi bir dinamik basınç örneğidir. Ölçüm parametrelerinin zamana bağlı olarak değiştiği dinamik sistemler için; araba motorlarının silindirleri içindeki basınç ölçümü, kan basıncı ölçümü, mühimmat testleri diğer örnekler olarak gösterilebilir.

1960'lardan sonra uzay ve havacılık sektöründeki hızlı gelişmeler, ileri silah sistemleriyle ilgili çalışmalar, şok dalgaları, patlatma ölçümleri, roket ateşleme sistemleri ve balistik testler; yüksek frekanslı ölçüm yapabilen basınç sensörlerinin ihtiyacını doğurmuştur. İlk zamanlar piezoelektrik algılayıcılar, akustik sistemler ve motor ateşleme sistemleri uygulamalarında sınırlı frekans aralıklarında ölçüm yapabiliyorlar ve bu sınırlı alanlar çerçevesinde kullanılabiliyorlardı.

Günümüzde ise birçok ölçüm ve kontrol sürecinde, zamana bağlı olarak değişen parametrelerin ölçülebilmesi gerekli hale gelmiştir. Böylece ölçüm sonucu içinde anlık olarak ölçülen değer ne olduğundan çok, bu değeri ölçmekte kullandığımız sensörün ya da enstrümanın ürettiği çıkış sinyalinin ölçüm sonucu içinde zamana göre davranışının belirlenmesi önem kazanmıştır. Günümüzde birçok bilimsel ve teknolojik alanda dinamik ölçümler yapılmaktadır. Gaz tirübünlerinin değişken karakteristikleri, içten yanmalı motorlardaki zamana bağlı değişen basınç seviyeleri, havacılık ve biyomedikal cihazlardaki uygulamalar bunlara örnek olarak gösterilebilir. Ölçüm yapılan sistemde sadece dinamik basınç sensörünün dinamik karakteristiğini belirlemek yeterli olmaz; kullanılan yükselteç, çevirici ve göstergenin de içinde bulunduğu sistemi ele almak gerekir.

3. DİNAMİK BASINÇ DÖNÜŞTÜRÜCÜLERİ

Statik ölçümler için kullanılacak bir basınç dönüştürücüsünün hassasiyeti; çıktı değerinin, giriş değerindeki değişime oranı ile tanımlanır. İyi bir doğrusal dönüştürücü için hassasiyet, güç çeviricinin ölçüm aralığı içinde pratik olarak sabittir. Dinamik ölçümlerde aranan en önemli husus, zamanla değişen basıncın ölçülebilme kapasitesidir. Bu kapasite, ilgili dönüştürücü için elde edilen çıkış değerinin sisteme giriş değerine olan oranı ifade eden fonksiyonun; yani transfer fonksiyonunun ifadesiyle bulunabilmektedir.

Giriş değerinin zamanla değiştiği dinamik basınç sensörlerinde ise; giriş değerindeki değişimin çıktı değerindeki değişime oranı, statik dönüştürücülerden farklı olarak sabit değildir. Dinamik sensörlerin karakterizasyonu için sensör hassasiyetinin tayini tek başına yeterli olmamaktadır. Sensörün dinamik kalibrasyonlardaki davranışını ortaya koyabilmek için; hem dinamik hem de statik durum senaryolarının ayrı ayrı dikkate alınarak, kazanç ve fazın frekansın bir fonksiyonu olarak bulunması gerekir. Bu transfer fonksiyonunun bulunması için harmonik ve tranzient metotları uygulanır. Bu metotlar, dinamik basınç dönüştürücülerin kalibrasyonunda farklı çalışma prensibine sahip jeneratörlerin kullanılması ile uygulanır. Dinamik basınç dönüştürücüler Şekil 1. ve Şekil 2.'de görülmektedir.



Şekil 1. 800 MPa Piezoelektrik Dinamik Basınç Dönüştürücü



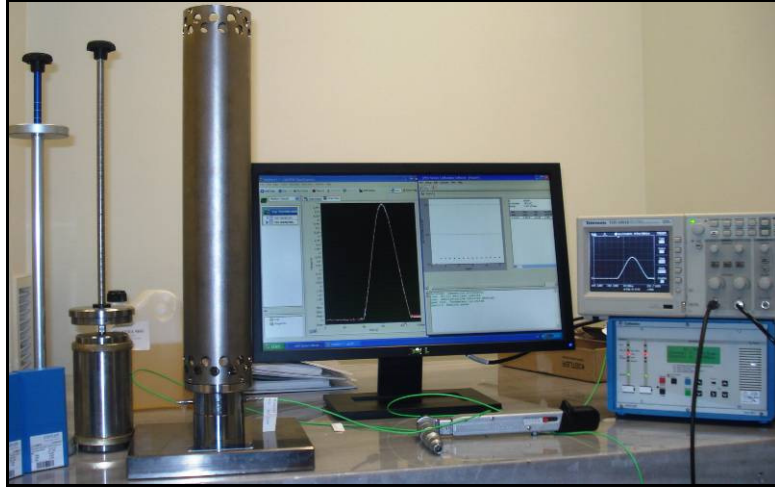
Şekil 2. 25 MPa Piezoelektrik Dinamik Basınç Dönüştürücü

4. DİNAMİK BASINÇ DÖNÜŞTÜRÜCÜLERİN KALİBRASYON METOTLARI

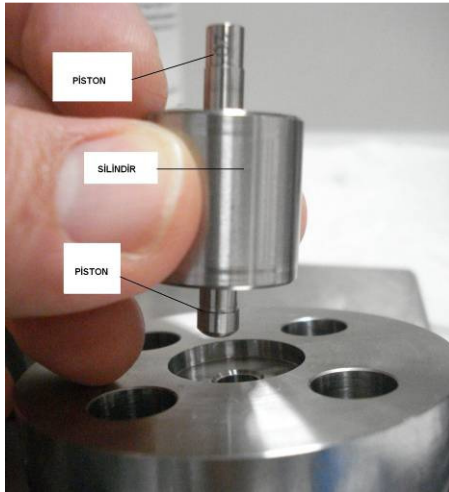
Basınç dönüştürücüler, çoğu uygulamada standart kabul görmüş prosedürler uygulanarak statik olarak kalibre edilirler. Bazı durumlarda ölçüm belirsizliği, dönüştürücünün statik kalibrasyonundan ya da sistemin dinamik karakteristiğinden tahmin edilir. Bununla birlikte, bu prosedürler sensörün dinamik davranışı hakkında bilgi vermez. Bu durumda sensörün cevap zamanı, doğal frekansı ve sönümleme oranı gibi bazı dinamik karakteristik bilgilere ulaşabiliriz. Bu bilgiler sensörün farklı frekans aralıklarındaki davranışını tam olarak anlamamız için yeterli değildir.

Dinamik basınç kalibrasyonlarında kullanılan yöntemlerden biri de kütle düşürmeli sistemdir. Şekil 3.'te görülen sistem buna örnek olarak verilebilir. Bu sistem, 5000 bar'a kadar birkaç milisaniye zaman aralığında sahip darbe basıncı (pulse) üretebilmektedir. Üretilen bu basınç darbesi, basınç dönüştürücülerin dinamik olarak test edilebilmeleri için kullanılabilir. Kütle düşürmeli sistem statik kalibrasyonlarla karşılaştırıldığında, kütle düşürmeli sistemdeki basınç dönüştürücülerini anlık bir yüksek basınca maruz kaldığı görülür. Sistemin yapısı şu şekilde açıklanabilir: Basınç, içi sıvı bir akışkan ile doldurulmuş ve sızdırmazlığı sağlanmış kapalı bir sisteme girmeye çalışacak silindirik bir pistonun üzerine bir kütlenin belli bir yükseklikten serbest düşme hareketi yapması ile elde edilir. Silindirik piston ünitesi Şekil 4.'te verilmiştir. Sızdırmazlığı sağlanmış sıvı akışkan ile dolu kapalı sisteme yapılan serbest düşme hareketi tahriği ile Şekil 5.'teki gibi adaptörler yardımıyla bağlanmış

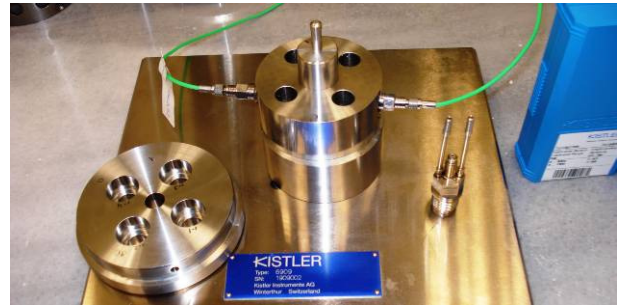
olan basınç dönüştürücüleri üzerinde anlık bir basınç darbesi (pulse) üretilir. Serbest düşme hareketi ile basıncı oluşturan kütle, üzerinde mesafe ölçekli bir kaldırma aparatından elle tutularak istenilen yüksekliğe kaldırılır. Bu yükseklikten piston üzerine serbest bırakılır. Bu sırada basıncı oluşturacak olan kütle, yataklama amacı taşıyan bir borunun içinden düşer. Basıncın oluşturulduğu sıvı akışkan dolu kapalı sistem; aynı anda 2 farklı tipteki dinamik basınç dönüştürücüsünün bağlanabilmesi amacıyla, değişebilen farklı adaptörlerden oluşmuştur. Basınç dönüştürücülerin ani basınç değişimine karşı ürettikleri elektriksel yük sinyalleri, yükseltece iletilir. Bu sinyaller özel bir yazılımla yükselteçten bilgisayar ortamına transfer edilir. Basınç dönüştürücülerin ürettikleri elektriksel sinyaller, aynı zamanda yükseltecin arkasına bağlanmış osiloskop yardımıyla da görülebilmektedir.



Şekil 3. Kütle Düşürmeli Sistem



Şekil 4. Piston Silindir Ünitesi



Şekil 5. Basınç Dönüştürücüleri Bağlantıları

Kütle düşürmeli sistemde kütle her seferinde belli bir yüksekliğe el ile kaldırılıp buradan bırakılması, sistemin çalışmasının insan gücüne bağımlılığı açısından dezavantaj oluşturmaktadır. Ölçekli çubuk yardımı olmasına rağmen her seferinde el ile kütle aynı yükseklikten bırakmak pek de mümkün değildir. Bu da sistemin tekrarlanabilirliğini düşürmektedir. Eğer kütle piston üzerine ilk çarpması sonrasında hemen tutulmazsa, kütle piston üzerine tekrar çarpma hareketi yapmakta ve bu hareket sönümlenene kadar devam etmektedir. Bu durum gereksiz sinyallerin üretilmesine neden olmaktadır. Bu nedenlerden ötürü, mekanik sistemin otomasyonuna ihtiyaç olduğu açıkça görülmektedir.

Belli bir kütleli belli bir yükseklikten serbest düşmeye bırakarak ya da yukarıdan aşağıya dikey atış yöntemiyle atarak, bu kütleli sahip olduğu kinetik enerjiyi farklı geometrilerde üretilmiş uçlar yardımıyla test edilecek malzeme üzerine aktaran ve malzemenin darbe dayanım testini yapan darbe

test makinaları; kütle düşürmeli sistemle benzer bir prensipte çalışmaktadır. Bu makinalarda düşen kütlenin başlangıç hareket şartları tamamen bilgisayar kontrolü ile sağlanmaktadır. Farklı ağırlıkta kütleler kullanılabilen ve farklı yüksekliklerden atış yapılabilir. Testin icrasından sonra kütlenin ne kadarlık bir kuvvet oluşturduğu ve çarpma öncesindeki toplam kinetik enerjisi sayısal olarak elde edilebildiğinden ötürü; bu verilerin, basınç dönüştürücü çıkışından alınan verilerle karşılaştırılması yapılabilmektedir. Darbe test makinası üzerinde bulunan ve rebound sistemi adı verilen sistem sayesinde, kütlenin pistonu çarparak tüm kinetik enerjisini aktarmasından sonra kütlenin ikinci kez çarpması engellenmektedir. Darbe test makinası Şekil 6.'da görülmektedir.



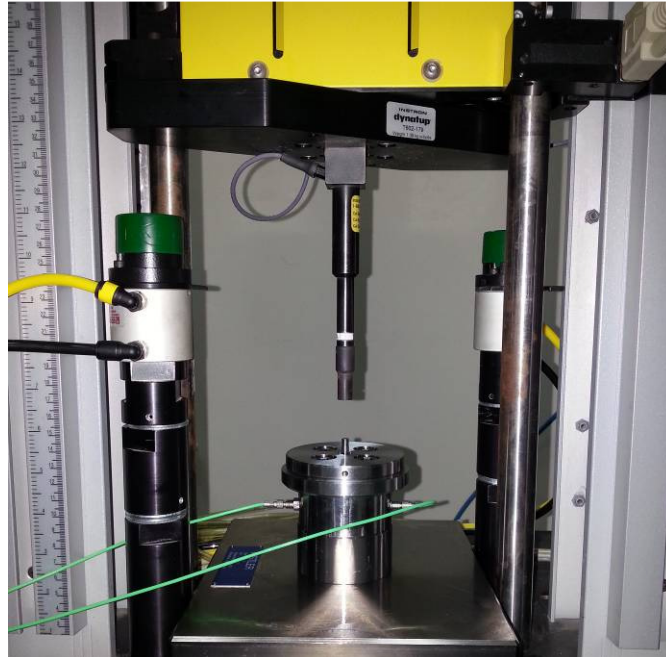
Şekil 6. Darbe Test Makinası

Darbe test makinası, yüksek bant genişliğinde sayısal sinyal işleme elektroniği, kendini test edebilen yük hücre sistemi, darbe kontrol ve veri alma sisteminden oluşmaktadır. Bir malzemenin darbe direnci bir tasarımcı için göz önünde bulundurulması gereken en önemli değişkenlerden biri olup, bu değeri sayısal olarak belirlemede zorluklar bulunmaktadır. Yapılacak test sonuçları bize o malzemenin kullanımını durumunda sağlayacağı güvenlik düzeyiyle ilgili bilgiler sağlamaktadır. Geleneksel darbe test makineleri bir malzemenin en sondaki dış kırılma enerjisi bilgisini sağlarlar ve malzeme için ara aşamalarda iç kırılmalarla ilgili bir sonuç üretmezler. Darbe test makinası ise bize, darbenin başından sonuna kadar geçen sürede, zamana karşı uygulanan tüm darbe kuvvetini kaydederek bu süre zarfında malzemedeki iç kırılmaları da göstermektedir. Bu sayede malzemenin en zayıf noktası görülmekte, yumuşak mı yoksa kırılğan bir yapıda mı olduğu belirlenebilmektedir. Malzemelerde genellikle yumuşak yapıdan kırılğan yapıya geçiş noktası sıcaklığın bir fonksiyonudur. Darbe test makinası ortam sıcaklığında, düşük ya da yüksek sıcaklıklarda darbe testi yapabilmektedir. Yine geleneksel test makineleri numunenin küçük bir parçası üzerinde test işlemini gerçekleştirebilirlerken, darbe test makinası, numune üzerinde sayısal verilere dayanan ve hassas testler yapabilmektedir. Darbe test makinasının bazı temel özellikleri Tablo 1.'de verilmiştir.

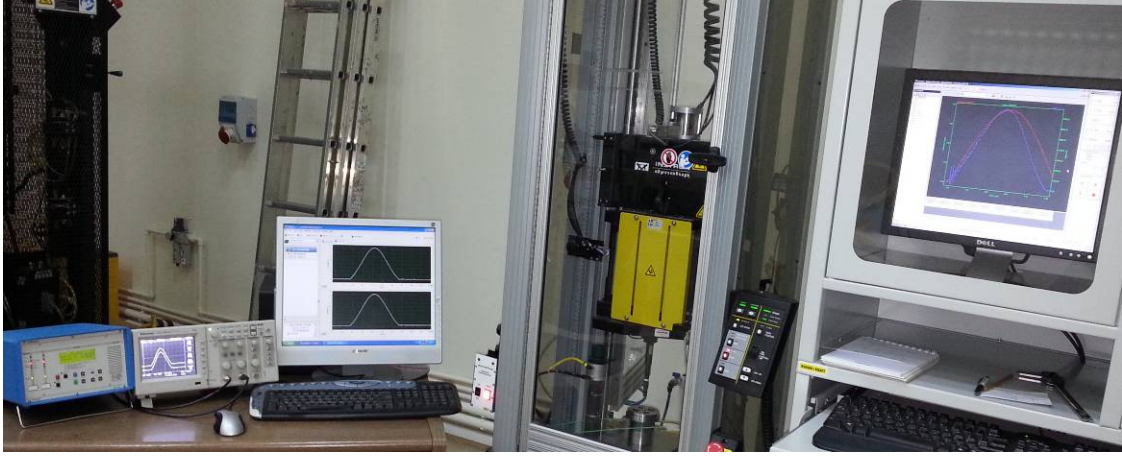
Tablo 1. Darbe Test Makinasının Temel Özellikleri

Kullanım Şekli	Zemine yerleştirilebilir tipte
Kullanılan kütle ağırlığı	5 kg. – 25 kg.
Enerji uygulama aralığı	2,6 J – 1000 J
Maksimum darbe hızı (yay desteği mevcut)	20 m/s
Bilgisayar kontrollü veri toplama ve analiz	Mevcut
Veri toplama örnekleme	1.17 MHz in 7 ms

Darbe test makinası ile kütle düşürmeli dinamik sistemin bir arada kullanımıyla, üretilen dinamik basıncın daha tekrarlanabilir ve bilgisayar kontrollü elde edilmesi sağlanmaktadır. Piston silindir ünitesi ve dinamik basınç dönüştürücülerinin bağlı olduğu yağ dolu hazne Şekil 7.'de görüldüğü gibi darbe gelecek ucun tam altına yerleştirilmektedir. Burada darbe test makinasının programından, darbe ucunun piston temasından itibaren düşeyde alacağı yolun, pistonun hareket edebileceği konstrüktif olarak izin verilen mesafeden daha büyük bir değerde tanımlanması gerekmektedir. Bu sayede, düşen kütle enerjisinin tamamını piston ve dolayısıyla dinamik basınç dönüştürücülerine aktarabilmektedir. Darbe test makinası kullanılarak dinamik basınç ölçümleri düzeneği Şekil 8.'de görülmektedir.

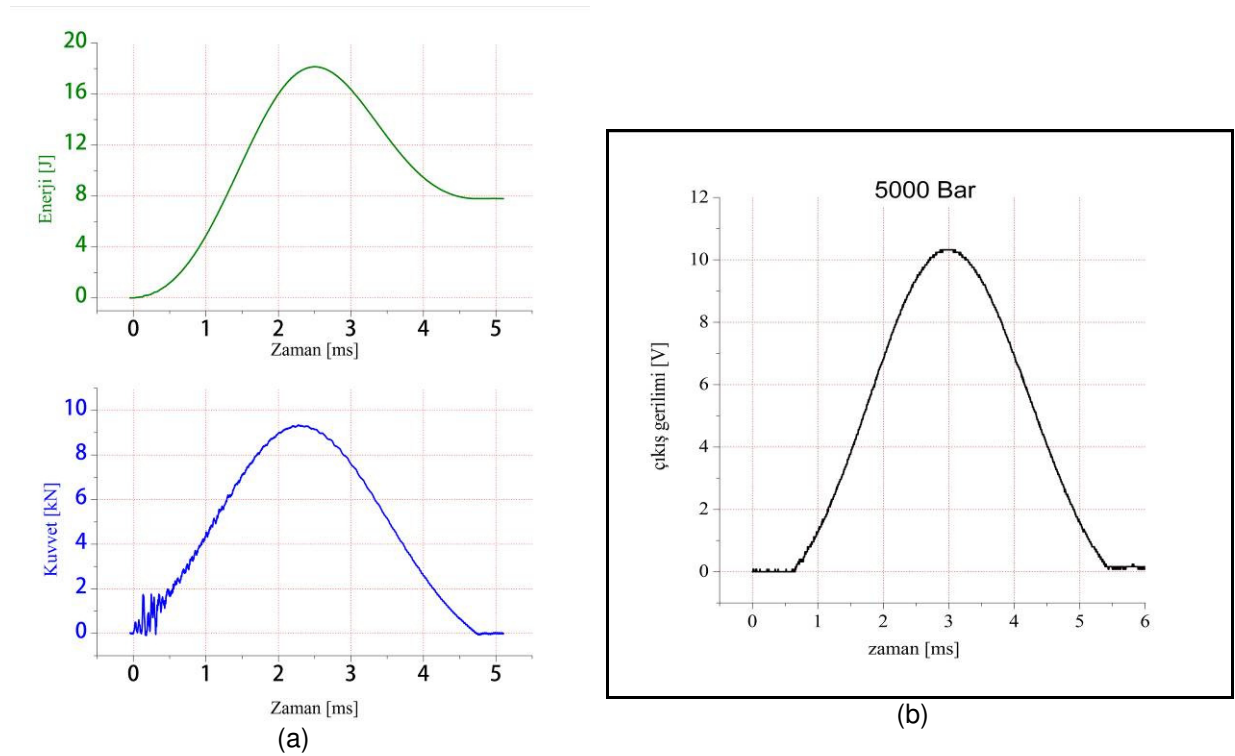


Şekil 7. Darbe Test Makinası'na Piston Silindir ve Dinamik Basınç Sensörleri Yerleştirilmesi



Şekil 8. Darbe Test Makinası Kullanılarak Dinamik Basınç Ölçümleri Düzenegi

Şekil 8.'de verilen düzenekle yapılan 5000 bar'daki ölçüm için, darbe test makinasının zamana karşı uyguladığı kuvvet ve enerji ile dinamik basınç dönüştürücülerinden bu etki karşısında alınan zaman-çıkış gerilimi çıktısı Grafik 1.(a) ve (b).'de sırasıyla verilmiştir.



Grafik 1. 5000 bar için Darbe Test Makinasının (a) Zaman – Enerji ve Zaman - Kuvvet Grafikleri ve Dinamik Basınç Dönüştürücülerinin Çıkışındaki (b) Zaman – Çıkış Gerilimi Grafiği

SONUÇ

Son yıllarda hızlı teknolojik ve bilimsel gelişmelerin yaşandığı ve uygulandığı, başta savunma sanayi ve enerji sektöründeki dinamik basınç ölçüm uygulamaları olmak üzere, yapılacak ölçümlerde, uluslararası kabul gören ölçüm yöntemlerinin ve standartlarının geliştirilerek uygulanması metrolojik kalitenin artmasına ve dolayısıyla ölçümlerin kalitesinin iyileşmesine ve ölçüm sonuçlarının güvenilirliğinin artmasına katkıda bulunacaktır. Mekanik büyüklüklerin dinamik ölçümlerinin yapılabilmesi için farklı laboratuvarlar tarafından gerçekleştirilen farklı amaçlara hizmet edecek şekilde hidrolik ve pnömatik ortamlarda dinamik basınç ölçümleri yapabilecek cihazlar ve ölçüm yöntemleri üzerindeki çalışmalar artarak devam etmektedir.

Bu çalışmada dinamik basınç ölçüm yöntemlerinden biri olarak kullanılan kütle düşürmeli sistemin çalışma prensibi anlatılmıştır. Ayrıca aynı prensibe dayanarak çalışan darbe test makinası hakkında bilgiler verilmiş ve bu makinaya bazı ilaveler yapılarak, bu makina, dinamik basınç dönüştürücü testleri yapılabilecek bir hale dönüştürülmüştür. Ortaya çıkan yeni ölçüm düzeneği kullanılarak ölçümler alınmış ve bazı sonuçlar da çalışmada verilmiştir. Alınan ölçüm sonuçları incelendiğinde, darbe test makinasının mevcut durumunda bir dinamik basınç üretici ve ikincil seviye bir kalibratör olarak kullanılabilmesi sonucuna varılmaktadır.

İleride yapılacak çalışmalarda, bu sistem ile daha güvenilir ölçümler alınabilmesine olanak sağlayacak ve silindirik pistonun üzerinde sabitlenmiş olduğu dikdörtgen prizma çelik tablanın makinaya sabitlenecektir. Bu makina üzerinde yapılacak başta matematiksel model belirlenmesi ve bu modelin deneysel olarak doğrulanması, sürtünme vb. kayıpların hesaplanarak işlemlere dahil edilmesi sonucunda, düşürülen kütlenin sahip olduğu kinetik enerjinin ne kadarlık bir net basınç üreteceği hesaplanabilecektir. Yani kütlenin kinetik enerjisinin oluşturacağı basınç belli bir belirsizlik ile mutlak olarak bilinebilecektir. Bu dinamik mutlak basınç değeri ise dinamik basınç dönüştürücüleri kalibrasyonunda referans değer olarak kullanılabilir. Ayrıca matematiksel modelden hareketle sistem tarafından yapılan basınç ölçümüne ait bir belirsizlik tayin edilecek ve her basınç değerine karşılık bir belirsizlik değeri bulunacaktır. Bu şekilde izlenebilir dinamik basınç ölçümleri gerçekleştirilebilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] YALÇIN, E.B., GÜNAY, V., MARŞOĞLU M., "Impact Behaviour of Composite Materials by Using Low and High Speed Impact Tests", *Advanced Materials Research*, 2012 445:189-194.
- [2] HJELMGREN, J., "Dynamic Measurement of Pressure – A Literature Survey", SP Swedish National Testing and Research Institute SP Measurement Technology SP REPORT 2002:34.
- [3] DAMION, J.P., "Means of Dynamic Calibration for Pressure Transducers", *Metrologia* 1993/94.30. 743-746.
- [4] BEAN, V.E., "Dynamic Pressure Metrology", *Metrologia* 1993/94.30.737-741.
- [5] KISTLER, Piezoelektrik Theory, 20.290e-05.04.
- [6] LALLY, J., CUMMISKEY, D., "Dynamic Pressure Calibration" PCB Piezoelectronics, Inc.
- [7] Bartoli C., Beug M. F., Bruns T., Elster C., Esward T., Klaus L., Knott A., Kobusch M., Saxholm S., Schlegel C., Traceable Dynamic Measurement of Mechanical Quantities: Objectives and First Results of This European Project, XX IMEKO World Congress, Metrology for Green Growth September 9-14, 2012, Busan, Republic of Korea ↵
- [8] Instrumented Impact Test Systems, Dynatup 9200 Series, 2005 Instron Corporation.

ÖZGEÇMİŞLER

Yasin DURGUT

1997 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü'nden mezun olmuştur. Yine aynı yıl Ege Üniversitesi Yabancı Diller Bölümü İngilizce hazırlık Programı'nı bitirmiştir. Sonrasında Alcatel Telekomünikasyon A.Ş.'de 2000-2004 yılları arasında çeşitli telekomünikasyon projelerinde çalışmıştır. Durgut, 2006 yılında ise Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi İşletme Bölümü'nü bitirmiştir. PMP (Project Management Professional) sertifika derecesine sahiptir. 2004 yılından bu yana TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü Basınç Laboratuvarı'nda araştırmacı olarak çalışmaktadır. Yeditepe Üniversitesi Fizik Bölümü'nde doktora öğrenimine devam etmektedir.

Dr. Gökçe Sevim SARIYERLİ

Lise öğrenimini İSTEK Vakfı Özel Acıbadem Lisesi'nde tamamlamıştır. 1999 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Makina Müh. Bölümünü bitirmiştir. Aynı Üniversiteden 2002 yılında Yüksek Mühendis, 2006 yılında Doktor ünvanını almıştır. Y.T.Ü.'de 1999-2006 yılları arasında Araştırma Görevlisi, 2006-2007'de Öğretim Görevlisi olarak görev yapmıştır. 2008 Ocak- 2012 Mart tarihleri arası TÜBİTAK UME Basınç Laboratuvarı Vakum bölümünde uzman araştırmacı olarak çalışmıştır. 2012 Mart ayından beri Basınç bölümünde çalışmaktadır. Basınç Laboratuvarı'nda basınç ölçer kalibrasyonları, karşılaştırma ölçümleri gibi laboratuvar faaliyetleri ve basınç konusundaki projelerde görev almaktadır.

Dr. Levent TURHAN

1994 yılında Ortadoğu Teknik Üniversitesi Makina Müh. Bölümünü bitirmiştir. Gazi Üniversitesi'nden 1996 yılında Yüksek Mühendis, 2002 yılında Doktor ünvanını almıştır. 2011 yılında yurtdışı doktora sonrası "Köpük Malzeme Modelleme, Balistik-Patlama-Modelleme, Dinamik Testler konusunda" çalışmaları olmuştur. 1994-1999 yılları arasında Gazi Üniversitesi'nde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmıştır. 1999-2005 yılları arasında TÜBİTAK MAM Enerji Enstitüsü'nde, 2005-2010 yılları arasında TÜBİTAK MAM Malzeme Enstitüsü'nde Uzman Araştırmacı olarak çalışmıştır. 2012 yılından bugüne TÜBİTAK MAM Malzeme Enstitüsü'nde Md. Yardımcısı Vekili olarak görev yapmaktadır.

Dr. Enver Bülent YALÇIN

1993 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi (YTÜ) Metalurji Müh. Bölümünü bitirmiştir. YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü'nden 1995 yılında Yüksek Mühendis, 2012 yılında Doktor ünvanını almıştır. 2000 yılında burslu olarak Amerika Birleşik Devletleri'nde Argonne National Laboratory'deki çalışmalara katılmıştır. 1997-1999 yılları arasında ŞİŞECAM'da CAD/CAM ve Döküm Simülasyon Mühendisi olarak çalışmıştır. 1999 yılından beri TÜBİTAK MAM Malzeme Enstitüsü'nde Uzman Araştırmacı olarak Darbe Test Laboratuvarı ve Mekanik Atölye Sorumluluğunu yürütmektedir.

Volkan TUNA

2007 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Müh. Bölümünü bitirmiştir. Kocaeli Üniversitesi Makina Müh. Bölümünde yüksek lisans eğitimine devam etmektedir. 2007 yılından beri TÜBİTAK MAM Malzeme Enstitüsü Darbe Test Laboratuvarı'nda Araştırmacı olarak çalışmaktadır.