

ÖLÇME GÜVENSİZLİĞİNİN SÜREÇLERE OLAN ETKİLERİ VE ÖLÇME BELİRSİZLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

M. Numan Durakbaşı¹, Anıl Akdoğan²

¹Department for Interchangeable Manufacturing and Industrial Metrology
Vienna University of Technology, A-1040 Wien, Austria

²Yıldız Teknik Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Beşiktaş, İstanbul

Özet

İleri teknolojik üretimde ekonomik ve kaliteli üretimin en önemli ve vazgeçilmez unsurlarından birini oluşturan modern ölçme sistemlerinin üretime entegrasyonu ile, imalat teknolojisinin gereksinimleri doğrultusunda, süreçlerin denetimi, kontrolü ve yönlendirilmesi gerçekleştirilir. İmalat süreçlerinin hassasiyeti ve doğruluğu, imal edilen iş parçalarının ölçme cihazları yardımıyla kontrol edilmeleri ile mümkün olmaktadır. Ölçme aletlerindeki ölçme belirsizliği, ölçme neticelerinin kusursuz ve tam olmasına bir engel teşkil etmektedirler. İmal edilen parçaların ölçümünde kullanılan ölçme cihazının ölçme belirsizliği değerinin çokluğu, süreçlerin kalitesini tanımlayan kantitatif değerlerin o derece zayıf olarak belirlenmesine yol açacaktır.

Bu bildiride, süreç otomasyonu ve kontrolü yönüyle modern ölçme belirsizliği değerlendirmesinin, imalat teknolojisinde ürün ve süreç değerlendirmesi güvenilirliğine yaptığı etkilerden ve sonuçlarından bahsedilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Süreç kontrolü ve izlenmesi, süreçlerin hassasiyeti, süreç kapasitesi, ölçme güvensizliği, uygunluk, uygunsuzluk, yetkinlik

1 GİRİŞ

Süreçlerin kalitesi ile ilgili olarak yapılan değerlendirmelerde istatistiksel metotların kullanılması uluslararası standartlarda ve üreticiler tarafından hazırlanan şartnamelerde talep edilmektedir. Ayrıca, süreçlerin kalifikasyon değerlendirilmesinin detaylı ve doğru bir şekilde yapılması, istatistiksel metotlar yardımıyla gereken hassasiyette süreci tanımlayan bir modelin hazırlanması ile mümkün olmaktadır.

Bunun için imal edilen ürünlerin ölçümleri vasıtasıyla süreç parametreleri veya karakteristik özellikler tespit edilmektedir. Böylece elde edilen ölçme verileri süreç davranışlarını yansıtan değerler olarak süreç kalitesinin belirlenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. İmalat süreçlerinin hassasiyeti ve doğruluğu, imal edilen iş parçalarının ölçme cihazları yardımıyla kontrol edilmeleri ile mümkün olmaktadır. Ölçme aletlerindeki ölçme güvensizliği, ölçme neticelerinin kusursuz ve tam olmasına bir engel teşkil etmektedir. İmal edilen parçaların ölçümünde kullanılan ölçme cihazının ölçme güvensizliği değerinin çokluğu, süreçlerin kalitesini tanımlayan kantitatif değerlerin o derece zayıf olarak belirlenmesine yol açacaktır.

2 SÜREÇ KONTROLÜ

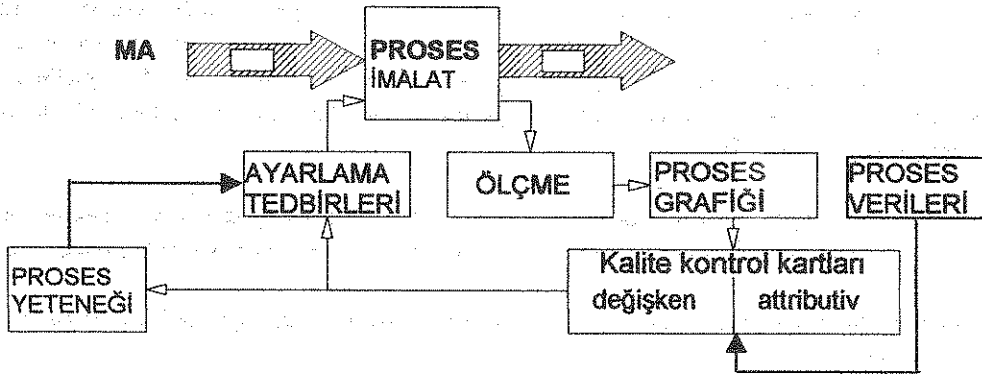
Endüstriyel alanda gittikçe artan rekabet ortamında ve zor ekonomik koşullarda müşteri isteklerinin en iyi bir şekilde ve optimum kalite ile karşılanması zorunluluğu vardır. Yalnızca öngörülen toleransın tamamının kullanılması suretiyle imal edilen ürünler artık yeterli olmamaktadır. Modern ve kaliteye yönlendirilmiş olan işletmelerde, sürekli iyileştirme anlayışına uygun olarak bir sürecin tüm çalışanları sahip oldukları tüm imkanlarla süreci belirlenen hedefe veya nominal bir değere yönlendirmek durumundadırlar. Aynı zamanda sapmaların mümkün olduğunca az olması ve iktisadi şartlar dahilinde sürekli olarak azaltılması hedeflenmelidir.

Belli bir ürünün kalite performansının tam olarak görüntülenmesi hedef değerden sapmalarla tanımlanabilecek ve kayıp fonksiyonu olarak adlandırılan bir model ile elde edilebilir. Bu modelde kalitenin olumsuz yönde etkilenimi, kullanım alanının tamamı üzerinde tanımlanır. Taguchi'nin toplumsal kayıp olarak değerlendirdiği bu modelde, kaliteye olumsuz etkide bulunan tüm etmenlerin mümkün olduğunca değerlendirilmeye alınmaları öngörülmektedir.

Kayıp, bu modelde minimum değerin hedef değeri olarak belirtildiği ve süreklilik gösteren bir büyüklüktür. Hedeflenen değer, müşteri beklentilerine uygun, doğru planlama ve uygulama yapıldığında spesifikasyonun nominal değerine eşdeğer büyüklüktedir. Ürün ne kadar çok hedef değerinden sapma gösterirse, kayıp o derece fazla olacaktır.

Süreç kontrolü ve değerlendirilmesi kapalı kontrol devreleri ile gerçekleştirilir. Bu tür kontrol devresi çerçevesinde süreç ve ürün verileri belirlenerek öngörülen hedef değerleri veya ayarlama değerleri ile karşılaştırılır. İş parçalarının ölçülmesi temelinde elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucu, hedef değerinden veya nominal değerden sapmalar olduğu takdirde, istatistiksel proses kontrolü metotlarıyla süreci istenilen istikamete sevk etmek üzere gerekli önlemler alınır (Şekil 1).

İstatistiksel proses kontrolünün hedefi süreç neticelerinin öngörülen nominal değerlere göre ayarlanması ve yayılma genişliğinin kabul edilir sınırlar içerisinde kalmasının sağlanmasıdır. Proses değerlerinin 6 standart sapma değeri (6s) genişliğinde bir yayılma alanı içerisinde olmaları, o prosesin yetkin olduğunu ifade etmektedir.



Şekil 1: Süreç kontrolü ve değerlendirilmesi

3 ÖLÇME ALETLERİNİN YETENEĞİ VE ÖLÇME BELİRSİZLİĞİ

Ölçme değerlerinden süreç ile ilgili doğru sonuçları çıkarabilmek için proses bazında değerlerin yeterli derecede tam olarak elde edilmiş olduklarının ifade edilmesi önemlidir. Daha önceleri bir ölçme aletinin uygunluğu standartlarda belirtilen en düşük değerlerle ölçme aleti üreticisi verilerinin karşılaştırılması şeklinde yapılmaktaydı. Düzenli kalifikasyondaki uygulamada en yüksek sapma aralığı, tekrarlanabilirlik ve ölçme güvensizliği gibi talepler ölçme aletine göre spesifik olarak belirlenirler.

Bu tür muayenede genel olarak tek bir ölçme aleti ideal koşullar altında ölçme laboratuvarında ve uzman personel tarafından gerçekleştirilir. Yeni ölçme aletlerinin cihaz üreticisi verileriyle karşılaştırılması ve ölçü aletlerinde meydana gelebilecek değişikliklerin işletme bünyesinde tespiti için düzenli bir denetim sisteminde kontrol edilmeleri büyük önem taşımaktadır. Bununla beraber ideal şartlar altında yürütülen bu tür muayenede belirlenen tamlık, ölçü aletinin reel şartlar altında davranışının nasıl olacağı konusunda bir bilgi verememektedir. Dağılımı küçük olan bir prosesin reel ortamda muayenesi ve değerlendirilebilmesi için çeşitli etkenlerin olduğu bir ortamda çalıştırılan bir ölçü aletinin çözülümü ve belirsizliğinin yeterli olup olmadığının belirlenmesinde farklı metotların uygulanması gerekmektedir. Özellikle modern kalite anlayışına göre sürekli iyileştirme hedefine uygun olarak proses yayılımının azaltılmasına yönelik olarak süreçlerin toleranslardan bağımsız olarak değerlendirilmeleri söz konusudur. Bu talebin bir sonucu olarak da kullanılan ölçme metodu ve ölçme aletinin çözülümü ile yayılımının gelişmeye uyarlanması ihtiyacı doğmaktadır.

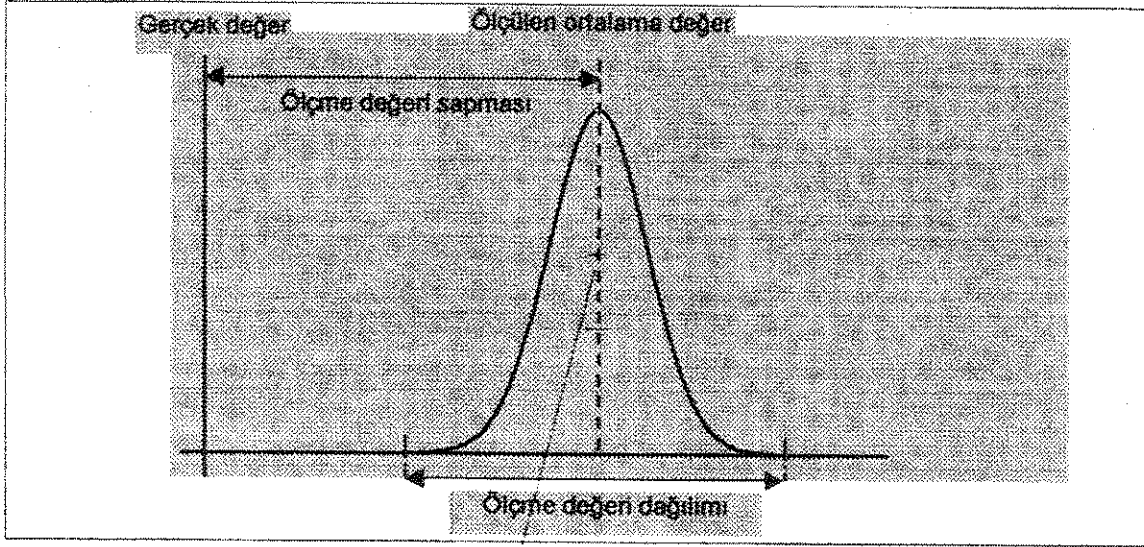
İş parçalarının kontrol edilmek üzere ölçülmeleri sonucu parçanın spesifikasyonuna uygun olup olmadığı belirlenmektedir. Spesifikasyon taleplerinin muayenelerinde ölçme tekniği yönüyle belirlenen ölçme değerinin yanında, elde edilen değerlerin spesifikasyon sınırları içerisinde olup olmadığı ifade edilir. Bu şekilde ölçme işlemi ile belirlenen ölçme sonuçları belli bir oranda ölçme güvensizliği olarak tanımlanan bir belirsizlik gösterirler. Ölçme güvensizliğinin bilinmesi ölçme neticelerinin değerlendirilmesinde ve güvenli muayene ifadelerinin yapılmasında önemli bir yer tutar.

Ölçme güvensizliği değeri, bir büyüklüğün ölçülmesindeki ölçme hassasiyetinin derecesini ifade etmektedir. Ölçme işleminin kalitesi büyük ölçüde ölçülen büyüklük hakkında mevcut bilgilerin çokluğuna bağlıdır. Uluslararası standardizasyon çalışmaları bünyesinde hazırlanan, ölçme güvensizliğinin İfadesi için rehber (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) başlıklı dökümanda modern ölçme güvensizliğinin belirlenmesi ile ilgili metotlar gösterilmektedir. Rehber niteliğinde hazırlanmış olan bu döküman, ölçme ile ilgili olarak münferit güvensizlik bileşenleri ile hata yayılma kuralına göre bu bileşenlerin ölçme sonuçlarına ait olan genişletilmiş güvensizlik değerlerinin hesaplama yöntemlerini kapsamaktadır. Ölçme sapmalarına yol açan faktörler 5 ana grupta toplanırlar (Şekil 2).

Bunlar:

- Ortam
- Ölçme Aleti
- Ölçme Metodu
- Operatör
- Ölçülen parça

Bu ana gruplar ile alt komponentleri ölçme sonucunu etkileyen faktörler olarak karmaşık bir yapıya sahip olup, ölçülen değerin gerçek değerden sapmasına neden olmaktadır. (Şekil 2).



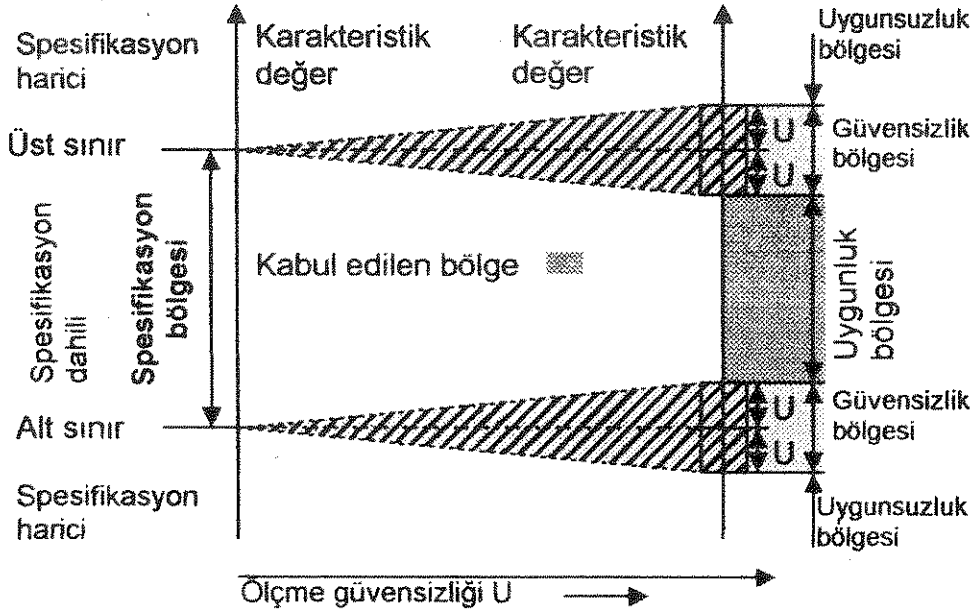
Ortam	Yöntem	Ölçme cihazı	Ölçülen parça	Operatör
Sıcaklık	Ölçme adedi	Tekrarlanabilirlik	Sıcaklık	Tecrübe
Nemlilik	Ölçme süresi	Kalibrasyon güvensizliği		Ölçme aleti seçimi
Titreşim	Ölçme metodu	Sıcaklık	Malzeme	Eğitim
Toz	Referans etalon seçimi	Ölçme programı	Boyutlar	İtina
Manyetik alan	Ölçme aleti seçimi	Değerlendirme software	Ağırlık	Beceri
Basınç	Kullanıcı adedi		Biçim sapmaları	
Gravitasyon	Filtre		Parçanın konumu	
Işınlama			Titreşim	

Şekil 2: Ölçme işlemini etkileyen faktörler

4 ÖLÇME BELİRSİZLİĞİNİN SÜREÇ DEĞERLENDİRMESİ VE ÜRÜN KONTROLÜNE OLAN ETKİLERİ

Ölçme belirsizliğinin artması, süreçlerin gerçekte olduklarından daha kötü değerlendirilmesine yol açan bir durumdur. Ölçme güvensizliğinin etkisi ile birlikte güvenlik alanının, süreç yetkinliği üzerindeki etkisi büyüktür. Süreç yetkinliklerinin ifade edildiği Cp değerlerinin 2 ve 2 den büyük olduğu süreçlerde ve ölçme belirsizliğinin pratikte kullanılan tolerans değerinin en fazla %10 olarak kabul edildiği durumlarda süreç daha kötü olarak değerlendirilir. Özellikle presizyon imalatı teknolojisinde, imalat süreçlerinin oldukça karmaşık olması ve dolayısıyla süreç yetkinliğinin yüksek değerlerde talep edilmesi nedeniyle ölçme güvensizliği dağılımının dar bir alanda bulunması mecburiyeti sözkonusudur.

Her işletme imal edilen ürünlerle ilgili olarak, hatalı ürünlerin müşteriye ulaşmaması için büyük çaba sarfetmektedir. ISO 9001: 2000, ISO TS 16949 v.b. uluslararası standartlar, ürünlerin spesifikasyonlara uygunluğunun veya uygun-suzluğunun kanıtlanmasında, yeterli derecede küçük ölçme belirsizliği olan ve ölçme belirsizliğini ölçme sonuçları ile birlikte veren ölçme sistemlerinin kullanılmasını talep etmektedirler. Güvensizlik bölgesi ölçme değerlerini istatistikel bir güvence ile kapsayan, en iyi tahmin edilen değer etrafındaki alan olarak ifade edilmektedir.



Şekil 3: Ölçme güvensizliğinin artması ile uygunluk bölgesinin daralması

Endüstriyel üretimde yan sanayi işletmeleri için, ürünlerinin spesifikasyonlara uygunluğunu ve tüm talepleri karşıladığını kanıtlamak zorunluluğu vardır. Müşteriye yalnızca, ölçme güvensizliğinin uygunluk muayenesinde hesaba dahil edilerek talep edilen özelliklere uygun olduğunun kanıtlandığı ürünlerin sevk edilmesi söz konusudur. Uygunsuzluk ile ilgili şikayet olması durumunda, alıcı uygun olmadığı düşünülen ürün özelliğinin spesifikasyon alanının dışında olduğunu ispat etmek durumundadır. Böyle bir durumda ölçme güvensizliğinin hesaba katılması ile söz konusu olan değer kesin olarak uygunsuzluk alanı içerisinde olduğunun gösterilebilmesi gerekecektir.

Ürünlerin uygunluğu ve uygunsuzluğu ile ilgili olarak üretici ve alıcı arasında ortaya çıkabilecek ihtilafları önlemek ve meydana gelebilecek rizikoları olabildiğince en az düzeye indirmek amacıyla, ürün özelliklerinin belirlenmesinde ölçme güvensizliği/ tolerans oranının kabul edilebilir bir düzeyde olmasına üretici ve alıcı tarafından dikkat edilmesi önemlidir.

5 SONUÇ

Süreç değerlendirmesi ve talep edilen özelliklerin spesifikasyon sınırlarının muayenesi için uygun ölçme aletlerinin ve sistemlerinin seçimi ve kullanılmasında ölçme güvensizliği önemli bir rol oynamaktadır. Kaliteli ürün ve kaliteli süreçlerin giderek artan bir şekilde talep edildiği günümüz imalat sistemlerinde özellikle presiz imalat teknolojisinde

modern ölçme belirsizliğinin değerlendirmelere ilave edilmesi kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu gelişmeler ışığında ekonomik üretimin şartlarını yerine getirebilmek üzere ölçme güvensizliğinin, ölçme ve muayene aletleri ile ilgili olarak yapılacak yatırımlarda ve ekonomik değerlendirmelerde çok önemli bir rolü olduğu ortaya çıkmaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] ISO 9001: 2000: Quality Management Systems - Requirements, 2000.
- [2] ON ENV 13005: Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen, 1999
- [3] ISO TS 16949: Quality systems – Automotive suppliers – Particular requirements for the application of ISO: 1994, first edition 1999-03-01
- [4] Osanna, P.H., N.M. Durakbasa: Qualitätsmanagement und Messtechnik in der modernen Industrie unter Berücksichtigung von Nanotechnologie und Artificial Intelligence. Proceedings of 11th International Conference "INTERPARTNER – High Technologies of Machine Building", Kharkiv, Ukraine, Sept. 2001, ISBN 966-593-220-9, 21/30.
- [5] Durakbasa, M.N.: Prüfmittelverwaltung und Prüfmittelüberwachung für Produkt- und Prozessqualität im Rahmen von Qualitätsmanagementsystemen, Tagungsband Internationales Symposium V_SLEDKY, PRESNOST A NEJISTOTY V OBORU MERENÍ DÉLEK S. 21/26, Brno, 2002
- [6] Weckenmann, A., Knauer, M: Causes and Consequences of Measurement Uncertainty in Production Metrology.
- [7] ISO TS 14253-2: 1999 Geometrical Product Specifications (GPS) -- Inspection by measurement of workpieces and measuring equipment -- Part 2: Guide to the estimation of uncertainty in GPS measurement, in calibration of measuring equipment and in product verification.

Authors:

Univ.Prof.Dr.techn.Prof.h.c. M.Numan Durakbasa is Vice Head of the Department for Interchangeable Manufacturing and Industrial Metrology (Austauschbau und Messtechnik – AuM) of the Institute of Production Engineering at the Vienna University of Technology (TU Wien) and head of the Nano Technology Laboratory of the Department Vienna University of Technology (TU Wien), Karlsplatz 13/3113 A-1040 Wien / Austria, Tel.: +43 1 58801-31142 / Fax: +43 1 58801-31196 / E-mail: durakbasa@mail.ift.tuwien.ac.at

Arş. Gör. Anıl Akdoğan, Yıldız Teknik Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Makina Malzemesi ve İmalat Teknolojisi Anabilim Dalı, 34349, Beşiktaş, İstanbul, nomak@yildiz.edu.tr