

UMTIK 2026 - TUTORIAL

Tarih: 18 Ağustos 2026, Salı

Yer: İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi,

Gümüşsuyu, İnönü Cd. No:65, 34437 Beyoğlu/İstanbul, Türkiye

Metroloji; Üretimdeki Yeri ve Takım Tezgahlarındaki Uygulamaları

Metroloji, tüm disiplinlerdeki temel araştırma ve inovasyon çalışmaları için anahtar görevinde, sağlayıcı bir teknolojidir. Doğru ve güvenilir ölçüm, endüstri, bilim, politika gibi günlük yaşamın tüm alanlarında gereklidir.

Metroloji, ölçümün bilimsel yöntemler ve kurallar kullanılarak gerçekleştirilmesidir ve "ölçümbilim" günümüz dünyasının önemli vazgeçilmezlerinden olup, fiilen yaşantımızın her alanında son derece önemli bir rol oynamaktadır. Günümüzde metroloji çıktılarının kullanımını tüketicinin korunması, ticaret ve endüstriyel üretimden, enerji, çevre, sağlık, güvenlik, bilişim, telekomünikasyon ve ulaşım alanlarına kadar geniş bir yelpazede görebiliriz.

Metroloji bir ülkenin teknoloji altyapısını oluşturan, disiplinler arası yapıya sahip bir bilim dalı olup, bilimsel araştırmalar için gerekli iken, bilimsel araştırmalardan elde edilen çıktılar, metroloji tarafından kullanılmakta ve metrolojiyi geliştirmektedir. Bu sebeple gelişmiş ülkeler metroloji faaliyetlerini planlı ve programlı bir şekilde destekleyerek bilim ve teknoloji alanlarında rakiplerinin önüne geçme politikası politikasını izlemektedirler. Gelişmekte olan ülkeler ise, temel üretim çıktılarına (örn. tarımsal ürünler) pazarlayabilmeleri için ticaretteki teknik engelleri aşmak zorundadırlar. Bu amaçla gelişmekte olan ülkelerde metroloji altyapısının geliştirilmesi için, ülkenin mevcut durumuna ve ihtiyaçlarına göre yatırımlar yapılmasına yönelik bir politika izlenmelidir.

Metroloji "ölçüm işleminin" ötesinde gereksinimler ve bilgi gerektirir: Sadece ölçme cihazı ile yapılan bir işlemde oluşmaz. Örneğin gerçekleştirilen ölçümün "metrolojik izlenebilirliği" olması gerekmektedir. Ancak bu sayede farklı yerlerde yapılan ölçümler tutarlı olur ve farklı yerlerde üretilen parçaların birbiri ile uyumlu montajı yapılabilir. Metrolojik izlenebilirlik, sadece kalibrasyonu yaptırılmış cihaz ve referanslar kullanılarak sağlanamaz. Burada önemli olan; metrolojik izlenebilirliğin tanımında bahsedilen ölçüm sonucuna ait "belirsizlik" değeridir ki bu, yapılan ölçümün kalitesini belirler. Özellikle gelişen bilim ve teknoloji sonucunda elde edilen hassasiyetler ve düşük toleranslar olduğu zaman üretimde ciddi sorunlar, buna bağlı yüksek maliyetler, iş ve zaman kayıpları ile karşılaşmaktadır. Üretim sırasında metrolojinin doğru kullanımı bu sebeple son derece önemlidir. Kısaca bir ürünün tasarımını, üretimini yapan ve sorumluluğunu taşıyan kişilerin metroloji kültürüne ve metroloji okur yazarlığına sahip olması gerekmektedir. Özellikle gelişen teknoloji ile elde edilen düşük toleranslı ürünlerin ölçümü için, yıllardır kullanılan 1/10 kuralı, yani ölçümde kullanılacak cihazın doğruluğunun, tolerans değerinden 10 kat daha iyi (yani 10 kat daha küçük olması) artık kullanılamamaktadır. Çünkü düşük ürün toleransları ölçüm cihazlarının limitini zorlamakta ve bazı toleranslar için 1/10 oranında bir ölçüm cihazı bulunamamaktadır. Ölçüm cihazlarının performans toleransı için genelde 1/4 olan bu oranın kullanımında belirsizlik son derece önemli olup, ürünün kabulünün yapılabilmesi için tolerans, belirsizlikle birlikte kullanılmaktadır. Benzer durum ürünlerin tolerans kontrolü sırasında kabulü için de geçerlidir. Maalesef günümüzde, metrolojik izlenebilirliğe sahip olduğu belirtilen cihaz ve standart sertifikalarında belirsizlik değerinin olmadığı görülmektedir. Bu durumda, bu cihaz ve referans standartlar kullanılarak yapılan ölçümlerin izlenebilir olduğundan söz edilmesi söz konusu değildir.

Diğer önemli konu ise, cihaz ve standartlarla gelen sertifikaların geçerli olup olmadığının nasıl sorgulanacağını bilmemesidir. Bu bilgi eksikliği sebebiyle, çoğu zaman gereksiz yere tekrar kalibrasyonlar yaptırılmakta ve maliyetler artmaktadır.

Ülkemizde savunma sanayinin gelişmesi ile birlikte, önceden sadece kalibrasyon laboratuvarlarından talep edilen gereksinimler, yapılan ürün ölçümleri için, havacılık, uzay ve savunma endüstrisi firmalarından da talep edilmektedir. Havacılık ve savunma sektörünün ihtiyaç duyduğu güvenlik, güvenilirlik ve izlenebilirlik gereksinimlerin karşılanması için uygulanan AS9001/AS9100 ve NADCAP standartlarındaki isterler neticesinde, üretimde çalışanların metroloji kültürünü artırmaları, üretimin haricinde tedarik sırasında metroloji okur-yazarı olmaları son derece önemli hale gelmiştir.

Bu amaçla UMTIK 2026 kapsamında "Metroloji; Üretimdeki Yeri ve Takım Tezgahlarındaki Uygulamaları" isimli Tutorial'ı gerçekleştirilmekteyiz. UMTIK konferansının içeriği düşünüldükten sonra, metrolojinin temel kavramları anlatıldıktan sonra, metrolojinin takım tezgahlarındaki uygulamalarından seçilen örneklerin verildiği bu tutorial düzenlenmiştir. Amacımız; katılımcıların çalıştığı alanlar üzerinden metroloji kültürünü artırarak ülkemizin üretim zincirine dahil olan organizasyonlarına destek vermek, üretimin kalitesinin artırılmasına, maliyetlerin azaltılmasına, ülkenin teknoloji altyapısının oluşturulmasına katkıda bulunmaktır. Endüstri 4 ve 5 için üretimin en önemli unsurlarından biri olan metroloji, UMTIK 2026 ana temasının desteklemesi düşünüldükten sonra seçilmiştir.

Tutorial iki bölümden oluşmaktadır..

- Tutorial 1: Metroloji; Üretimdeki Yeri ve Takım Tezgahlarındaki Uygulamaları (09:00 - 12:30)
- Tutorial 2: CNC Takım Tezgahları üzerinde uygulama: Renishaw XM-60 Çok eksenli kalibratör ve QC20 ballbar sistemiyle takım tezgahlarının kalibrasyonu ve performans kontrolü uygulaması (14:00 - 17:00)

Kimler katılabilir:

- Tüm sektörlerde (özellikle havacılık, uzay ve savunma endüstrisi) üretim yapan firma personeli: Üretim sorumluları, tasarımcılar, Ar-Ge ve Ür-Ge personelleri.
- Takım tezgah kullanıcıları, operatörler
- Organizasyonların Takım tezgahı bakım ve onarımı yapan birimleri
- Test, Kalibrasyon ve Ölçüm laboratuvarları
- Kalite sorumluları ve personeli (AS9001/AS9100, NADCAP, ISO17025 uygulayıcıları)
- AS9001/AS9100 ve NADCAP denetçileri
- ISO 17025 denetçileri
- Takım tezgah üreticileri
- Takım tezgahları satış temsilcileri ile bakım ve kurulum elemanları

Sonuç olarak katılımcıların elde edecekleri farkındalık ve cevap bulacağı soruları

Metroloji sadece ölçüm yapmak değildir, ölçümün ötesinde olması gereken isterler vardır. Bu isterler ISO 17025, AS9001/AS9100 ve NADCAP denetçileri tarafından talep edilmektedir. Bu isterler hakkında kulaktan duyma bilgiler yerine, bilimsel verilere ve bunlara göre hazırlanmış standartlara, düzenlemelere göre bilgi edinme, aşağıda kısmen verilen ve sıkça karşılaşılan soruların cevabını vermek TUTORIAL'ın amaçları arasında yer almaktadır.

- Yurt dışından bir cihaz/standart alıyorum, sertifikası var geçerli mi ? Yine de TÜRKAK tarafından akredite edilmiş bir laboratuvardan test/kalibrasyon hizmeti almalı mıyım ?

- Elimdeki cihaz/standarda ait sertifika akredite değil, ama sertifikada izlenebilirlik sağlandığı belirtiliyor bu sertifikada izlenebilirlik sağlanmış mıdır ?
- Akredite olmayan bir laboratuvara (Firma altında/özerk) parça ölçtürdük, bu ölçümde izlenebilirlik sağlanmakta mıdır ?
- Kendi ülkesinde akredite hizmet veren yabancı firmanın farklı şubesinden (Türkiye ya da başka bir ülke) ya da temsilcisi tarafından kalibrasyon hizmet aldık, verdikleri belgede ana firmanın adı ve logosu var, bu belge akredite midir ? İzlenebilirlik sağlanmış mıdır?...
- Elimdeki cihaz/standarda ait akredite bir sertifika / izlenebilirliği sağlanmış bir sertifika var bunu ölçümlerim için nasıl kullanabilirim?...
- Parça Tolerans değerine göre ölçme cihazı seçimi için nelere dikkat etmeliyim ?
- Metrolojiyi üretimde doğru şekilde kullanarak ne faydalar elde edebilirim ?
- Elimde bulunan ölçüm cihaz/standartlarımı ne kadar sıklıkla kalibre ettirmeliyim ? Kendim yapabilir miyim ? Hangi aralıklarda bu işlemi yapılmalıdır ?
- Ölçme ve kalibrasyon ihtiyaçlarımı karşılayacak yerlere nasıl ulaşabilirim ?
- Kullandığım takım tezgahlarında oluşabilecek hatalar nelerdir? En basit ve hızlı şekilde kontrol edebileceğim yöntemler nelerdir ?
- Toleransı düşük parçalar işlerken, iyi bir boyut, geometri elde edebilmem için nelere dikkat etmeliyim ?
- Takım tezgahlarının ne kadar sıklıkta kontrol ettirmeliyim ?
- Takım tezgahlarının kalibrasyon ve performans kontrolü için hangi ürünler mevcuttur ? Bu ürünleri ne kadar sıklıkta kalibre ettirmeli miyim ? Kaliteden ödün vermeden, kalibrasyon periyodunu uzatmak için neler yapabilirim ?
- Her şeyin kalibrasyonu yaptırmak zorunda mıyım ? Initial (ilk) kalibrasyonun yeterli olduğu durumlar var mıdır ? Var ise, daha sonraki kalibrasyon belgelerini isteyen denetçilerin sorularına nasıl cevap verebilirim ?
- Ölçme ve kalibrasyon ihtiyaçlarımı karşılayacak yerlere nasıl ulaşabilirim ?

Amaçlar

TUTORIAL 'da buna benzer soruların cevaplarına ışık tutulacaktır. Yarım günlük bir eğitimle, spesifik alanları bulunan ve birçok eğitim ayağı içeren metrolojinin öğrenilmesi söz konusu değildir. Fakat bu temel bilgiler ışığında, firma ve organizasyonlar, üretimdeki ihtiyaçlarını gidermek, yeni ihaleler alırken bunlardaki isterleri anlamak, onlara göre kendi kabiliyetlerini görmek ona göre yatırımlarını yönlendirmek için, nasıl bir yol izleyeceklerini öğrenmeleri TUTORIAL 'ın hedefleri arasındadır. Takım Tezgahlarında çalışan operatörler ve bakım yapan personel ise, yaptıkları iş hakkında daha detaylı bilgi edinerek daha bilinçli çalışma yapacaklardır. Örnekler takım tezgahları metrolojisi üzerinden verilerek UMTIK konferansı katılımcılarına yönelik olarak hazırlanmıştır.

TUTORIAL PROGRAMI

- **Tutorial 1: Metroloji; Üretimdeki Yeri ve Takım Tezgahlarındaki Uygulamaları (09:00 - 12:30)**

Metroloji ve temel kavramlar

(Doç.Dr. Tanfer YANDAYAN, TÜBİTAK UME)

(Sibel Aslı Akgöz, TÜBİTAK UME)

- Metrolojiye giriş ve kısa tarihçe
- Dünya metroloji sistemi, akreditasyon sistemi ve kalite sistemleri (son gelişmeler)
- Metroloji ve temel kavramlar: Ölçüm, Kalibrasyon, Doğrulama, Metrolojik izlenebilirlik, Belirsizlik, Doğruluk, tekrarlanabilirlik, tekrar üretilebilirlik
- Kalibrasyon ve Performans kontrolü arasındaki fark nedir? Ne zaman uygulanır ? Sonuçları nasıl kullanılır ?
- Akredite sertifikalar ve Akredite olmayan sertifikalar: Kullanım durumları ve sertifikadaki verilerin kullanımı
- Boyutsal ölçümler için metrolojik izlenebilirlik ve belirsizlik değerleri
- Referans standartlar Master Blokları ve diğer artefaklar: Örn. Step Masterlar, Ball Bar vb.
- Lazer mesafe interferometreleri üzerinden direkt izlenebilirlik aktarımı

Takım Tezgahları Metrolojisi (Doç.Dr. Tanfer YANDAYAN, TÜBİTAK UME)

- Takım tezgahları metrolojisine giriş ve kısa tarihçe
- Temel Kavramlar ve Takım Tezgahlarındaki Geometrik Hatalar
- Takım Tezgahları Hatalarının Tespiti İçin Kullanılan Yöntemler
- Lazer İnterferometre İle Takım Tezgahları Kalibrasyonu
- Mesafe Hataları Ölçümü İçin Yöntemler – Lazer Interferometre (Mesafe Optikleri)
- Açısal Rotasyon Hataları (Pitch, Yaw, Roll) İçin Yöntemler – Lazer Interferometre Açı Optikleri, Otokolimatör ve Levelmetre (elektronik seviye ölçer)
- Yatay ve Dikey Yönde Doğrusallık – Lazer Interferometre (Doğrusallık Optikleri)
- Kombine Ölçümler (Mesafe + Açısal Rotasyon + Doğrusallık) (Yeni Nesil Özel Optikler) Eksen Hareketleri Arasındaki Diklik Ölçümleri (Penta Prizma İle Doğrusallık Optikleri Kullanımı)
- Diyagonal (Diagonal) Mesafe Ölçümleri (X, Y, Z Eksenlerinin Aynı Anda Kullanımı)
- Döner Tabla Açılı Ölçümleri: CNC İşleme Merkezi (5 Eksen) veya Döner Tabla/Divizör Poligon + Otokolimatör Uygulamaları
- Referans Tabla + Interferometre Açılı Optikleri Uygulamaları
- CNC Tezgahlarda Dairesel Testler: Ballbar/Contisure-Ballbar Uygulamaları

Lazer Interferometre, Referans Döner tabla, Ball Bar gibi ekipmanlarla CNC takım tezgahı kalibrasyonu (Rıza Tuzcu, RENISHAW FİRMASI)

- Renishaw Klasik Lazer interferometre (XL-80) kullanarak takım tezgah kalibrasyonları
- Renishaw XM-60 Çok eksenli kalibratör ile takım tezgah kalibrasyonları
- Lineer, Açısal Rotasyon Hataları (Pitch, Yaw, Roll),doğrusallık ve diklik hataları örnekleri: CNC Torna, CNC Freze, Boring Tezgahları
- Renishaw (XR20-W rotary axis calibrator) büyük açılı ölçme sistemi ile 5 eksenli işleme merkezi döner tabla, CNC Torna, Boring Tezgahı kalibrasyonları
- Renishaw CARTO Yazılımla kullanılan kontrol ünitesine göre, kalibrasyon programı çıkarılması
- Renishaw QC20 ballbar ile CNC takım tezgahlarının hızlı kontrolü, muhtemel problemlerin tezgah bozulmadan tespiti ve iş ve zaman kayıplarının önlenmesi, ölçüm verilerinin analizleri yapılarak, tezgahta check-up yapılması.. Tezgahın "çalıştığı ortamda" performansının çıkarılması.

Lazer İnterferometre sistemlerinin performansı ve kalibrasyon durumları (Doç.Dr. Tanfer YANDAYAN, TÜBİTAK UME)

- Lazer İnterferometre ölçme sistemlerinin kullanımı sırasında yapılan hatalar, belirsizliği etkileyen parametreler, minimize edilmesi
- Takım tezgahlarında kullanılan ekipmanların performansları ve kalibrasyonları
- Kalibrasyona gönderilecek aksam ve periyotları: Lazer dalga boyu izlenebilirliği hakkında çıkan kararlar ve endüstriyel uygulamalarda bilinmeyenler kararlar
- Kalibrasyon ekipmanlarını kullanarak, mevcut durumda işlenmesi mümkün parçaların toleranslarının değerlendirilmesi, gerekiyorsa, tezgah düzeltmelerinin yapılması ve tezgahın üretici firma tolerans değerleri içine alınması, hatta üretici firma toleranslarından daha iyi performansın elde edilmesi (limitlerin zorlanması) (Task Specific Calibration - Görev Esaslı Kalibrasyon).

Sonuç ve Tartışma: İhtiyaç ve Sorunların Görüşülmesi

Not: Metotlar, CNC Freze Tezgahları, CNC Torna Tezgahları, Döner Tabla entegre edilmiş 5 eksenli CNC işleme merkezleri, CMM cihazları örnekleri üzerinden anlatılacaktır. Anlatılanların X-Y-Z koordinat sistemine sahip tüm hareketli ünitelerde (örn. büyük lazer veya su jeti kesim üniteleri, eklemeli (3D Yazıcı) üretim üniteleri, özel ölçme tezgahları vb.) uygulama alanları bulunmaktadır.

- **Tutorial 2: CNC Takım Tezgahları üzerinde uygulama: Renishaw XM-60 Çok eksenli kalibratör ve QC20 ballbar sistemiyle takım tezgahlarının kalibrasyonu ve performans kontrolü uygulaması (14:00 - 17:00)**

İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi, Gümüşsuyu yerleşkesinde bulunan CNC Freze/Torna tezgahlarında uygulama yapılacaktır.

(Rıza Tuzcu, RENISHAW FİRMASI ve Doç.Dr. Tanfer YANDAYAN, TÜBİTAK UME)

Uygulama sırasında yapılacak işlemler;

- Renishaw XL-80 lazer interferometre ile CNC tezgah eksen hatalarının tespit edilmesi
Pozisyon hataları tespiti
Pitch ve Yaw Açısal hataları tespiti
Pitch ve yaw hatalarının pozisyon hataları üzerindeki etkisi ve ABBE hatası incelemesi
- Tespit edilen hataların kullanımı ve cihazın performansı hakkında bilgi edinilmesi
- QC20 ballbar sistemiyle CNC tezgahın performans kontrolü
- Elde edilen verilerin yorumlanması ve kullanımı (Skala, Backlash, reversal spikes, diklik vb. hatalar).