

METROLOJİNİN EKONOMİ ve İNSAN YAŞAMINA ETKİSİ

“Metroloji Enstitülerinin Rolü”

Sinan FANK

Mekanik Grup Koordinatörü

TUBITAK Ulusal Metroloji Enstitüsü, Gebze/KOCAELİ

Tel: 0262 679 50 00

E-mail: sinan.fank@tubitak.gov.tr

Özet:

Küreselleşmenin etkilerinden biri de uluslararası ticaretin yaygınlaşması ve ticarete konu tüm ürünlerin belirli standart ve kaliteye sahip olması zorunluluğudur. Bunun için ürünlerin dünya çapında izlenebilir, karşılaştırılabilir ve karşılıklı olarak kabul edilebilir ölçümler ve testlerden geçmiş olması gerekir. Bunun yanında gıda, sağlık ürünleri, medikal cihazlar, CO₂ salınımı dahil sağlık ve çevrenin korunması sürecinin bir parçası olan ölçümler de insan yaşamını etkileyen çok önemli etkenlerdir. Ayrıca küresel iklim çalışmaları ve çevrenin korunmasıyla uğraşan tüm bilimsel çalışmalardan elde edilen verilerin kabul edilir ve diğer ülkelerin verileriyle karşılaştırılabilir olması gerekir. Genel olarak insanlar kararlarını ölçümlerden ve testlerden alınan verilere dayanarak verirler ve bu nedenle ölçüm sonuçlarının güvenilirliği her şeyin üstündedir. İnsan sağlığı, güvenliği, refahı ve dürüst ticaret için doğru ve güvenilir ölçümler çok önemlidir. Yapılan ölçümlerden emin olmak için tek yol ise ölçülen büyüklüklere ait birimlerin Uluslararası Birimler Sistemi (SI) içinde iyi tanımlanmış olması, tanımlarına göre en yüksek doğrulukla oluşturulacağı ölçüm standartlarının geliştirilmesi, bunların en üst seviyeden kullanıcıya kadar olan izlenebilirlik zincirinin kesintisiz ve güvenilir olarak sağlanması gerekir. Tüm bu işlemleri her ülke içinde gerçekleştiren kurumlar ise Ulusal Metroloji Enstitü'leridir. Bu enstitülerin uluslararası ölçüm sisteminde yer alması ve diğer ülkeler tarafından tanınması ise, BIPM (Bureau International des Poids et Mesures-Uluslar arası Ölçüler ve Ağırlıklar Bürosu) adı verilen kuruluşun Karşılıklı Tanınma Anlaşması'na (MRA) imza atması ve bunun gerektirdiği şartları sağlaması ve böylece diğer ülkeler tarafından tanınması ve bu şekilde dünya metroloji sistemi içinde yer alması ile gerçekleşir.

Bu çalışmada Metrolojinin ekonomi, çevre, insan sağlığı üzerindeki etki ve faydaları ile Metroloji Enstitülerinin bu alandaki rolü anlatılacaktır.

Key words: Metrolojinin ekonomiye etkisi, Ulusal Metroloji Enstitüsü

1. Giriş

Metrolojinin ülke ekonomisi ve yaşam kalitesine olan etkisini incelemeye önce metrolojinin ne olduğu ve genel olarak birbirleriyle karşıtılan bilimsel, endüstriyel ve yasal metroloji ile ilgili kavramları kısaca açıklamak faydalı olacaktır.

Ölçüm bilimi olarak tarif edilen Metroloji, ölçüm ile ilgili her türlü çalışmayı kapsar ve bilimsel, endüstriyel ve yasal metroloji olmak üzere üç kategoride ele alınır. Bilimsel metroloji, temel SI (uluslararası standart) birimlerinin tanımlanmasından bu birimlerin fiziksel tanımlarına göre oluşturulan birincil (primer) seviye standartların gerçekleştirilmesine, daha alt seviyeye aktarılmasına (dissemination) ve ülke içinden en üst seviyeli ölçüm standartlarından kullanıcı seviyesine kadar gerçekleştirilen kalibrasyon zinciri ile izlenebilirlik sağlanmasına ve ülke içinde gerçekleştirilen her türlü ölçümün güvence altına alınmasına kadar birçok görevi yürütür.

Bilimsel metrolojinin kapsamı kısaca aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- SI birimlerinin tanımlanması,
- SI ve türetilmiş birimlere göre primer referans standartların oluşturulması,
- Ölçme ve ölçme cihazları ile ilgili araştırma faaliyetleri,
- Ölçme yöntemleri ve teknikleri ile ilgili çalışmalar,
- Referans malzemelerin geliştirilmesi,
- Birincil (primer) seviye standartların gerçekleştirilmesi ve daha alt seviyeye aktarılması (dissemination),
- İzlenebilirlik zincirinin sağlanması,
- Uluslararası karşılaştırma ölçümleri ile ülke içindeki ölçümlerin uluslararası sisteme entegrasyonu ve tanınırlığının sağlanması.



Şekil 1. Bilimsel metrolojiden bir kesit [1]

Endüstriyel metroloji, isminden de anlaşılacağı üzere her türlü endüstriyel ürünün imalat aşamasında kullanılan ölçüm cihazlarının kalibrasyonu ve ürün testlerinde kullanılan test cihazlarının doğrulanması ile ilgili tüm ölçümleri kapsar ve bu alanda faaliyet gösterir.

Yasal metroloji ise, yönetmelik ve kanuni düzenlemelerle yasal olarak zorunlu olan ve direk olarak ticareti ve halkı ilgilendiren ölçümleri kapsamaktadır. Yasal metroloji, bilimsel ve endüstriyel metroloji ile karıştırıldığı için örnek olarak aşağıdaki alanlar verilirse yasal metrolojinin faaliyet gösterdiği ölçme alanları daha net anlaşılacaktır;

- Halka satış ve uluslararası ticaret için kullanılan ölçme cihazları (teraziler, su-gaz-elektrik sayaçları, metreler, vs.)
- Oyun makineleri,
- Dolandırıcılığa karşı mücadelede kullanılan cihazlar,
- Diğer kolluk ekipmanları (alkol metreler, hız radarları vs)
- Tıbbi cihazlar,
- Diğer sağlık ve güvenlik ekipmanları (gıda hijyeni, tarımsal ürünlerdeki katkı, ilaç ve kirlilik tespiti vs.)
- Çevreyi koruyucu araçlar (gaz ve atık analizörleri, gürültü ölçme cihazları vs)

Verilen örneklerde görüldüğü üzere tüm bu alanlar, yasal olarak yönetmelik ve kanunlarla belirlenen sınırlar içinde ve zorunlu uyulması gereken ve uyulmadığında cezai müeyyide uygulanan ölçümleri kapsamaktadır. Fakat bilimsel ve endüstriyel metroloji için kanuni bir zorunluluk olmayıp ülke, kurum ve sanayinin ihtiyacına göre şekillenen alanlardır. Bu nedenle bir ülkede ilk ve zorunlu ölçüm alanı yasal metroloji kapsamında olup gelişmekte olan bir ülkede öncelikle yasal metroloji ile ilgili kurumlar ve metroloji altyapısı oluşturulur. Yasal metroloji alanındaki her ölçümün doğruluk ve güvenirliliği yine ülkedeki metroloji enstitüsünün referans sistem ve sertifikalı referans malzemeleri ile sağlanmaktadır.

Metrolojinin en önemli vazifesi halkın yaşam kalitesini ve güvenliğini artıracak unsurların ölçülmesi ve yapılan ölçümlerin dünyanın her yerinde kabul gören doğru ve güvenilir ölçümleri yapmaktır. Bu makalede öncelikle metrolojinin toplumun yaşam kalitesine ve ekonomiye etkisi ile ilgili örneklerle yer verilecek ve sonrasında tüm metroloji faaliyetlerinin uluslararası seviyede kabul gören doğru ve güvenilir ölçümlerin olmasını sağlayan Ulusal metroloji Enstitülerinin bir ülke için gerekliliği konusunda bilgilere yer verilecektir.

2. Günlük yaşamımızda ölçümler

İnsanoğlu ilk ticari hayatına başladığından itibaren ölçümlerle iç içedir. İlk çağlardan itibaren en çok ve yaygın kullanılan ölçüm cihazları tartı ve uzunluk aletleri olmuştur. Halen geçerliliğini koruyan tartım konusu, marketten, pazardan, kasaptan aldığımız gıda maddelerinin miktarını ölçebilmemiz ve aldığımız ürünün miktarı konusunda bilgi sahibi olmamız açısından çok önemlidir. Tartımın yanında günlük hayatta en çok kullandığımız ölçümler;

- Evlerimizde doğal gaz, elektrik, su ölçümü,
- Araçlarımıza aldığımız yakıt miktarı,
- Sütçümüzden aldığımız süt hacmi,
- Manifaturacıdan aldığımız kumaş, tül, perde boyu,
- Marketten aldığımız sebze, meyve, et ağırlığı vs.



Ölçüm yapmadan Şekil-2'deki günlük aktivitelerimizin hangisini gerçekleştirebiliriz? Ölçüm her yerdedir ve hayatımızda çok önemli bir rolü vardır [2]. Metroloji enstitüleri yapılan her ölçümün güvenirliliği ve doğruluğunu sağlamak için altyapılarını kurarak insanlığa büyük fayda sağlarlar.



Uçakta güvenle uçmanın tek yolu güvenilir ve yüksek doğruluklu ölçümlerle sağlanır. Uçağın tasarım ve imalat aşamalarındaki tüm ölçümler bir tarafa bırakılsa dahi, uçağın uçuş emniyeti ve uçuş parametrelerinin kontrolü için daima doğru ve güvenilir ölçümler sürekli yapılarak pilotların uçağı güvenle uçurmalarına yardımcı olurlar. Uçak altimetre ile yerden yüksekliği ölçmeden, inclinometre ile uçağın açılma dengesini sağlamadan, basınç ölçerle uçağın içi basıncının insan yaşamında uygun hale getirilmesini sağlamadan ve dış basınca göre iç basıncı dengelemeden, hız ölçer ile uçağın hızını ölçüp kontrol etmeden, yağ ve yakıt seviye ölçerlerle yakıt ve yağ miktarını ölçmeden, yakıt

debimetresi ile motora püskürtülen yakıt miktarının ölçerek kontrol etmeden, uçağın hızını ayarlayamadan, uçağın haberleşme ve elektronik kontrol elemanlarındaki sinyalleri ölçmeden nasıl iribat ve kontrol sağlayabilir ve uçağı güvenle uçurabiliriz ki? Bu örneğı, kullandığımız her makine, araç ve cihaz için çoğaltabiliriz ve metroloji olmadan hayatımıza kolaylık ve hız sağlayan hiç bir şeyi güvenli bir şekilde kullanamayacağımızı çok daha iyi anlayabiliriz.

3. Metrolojinin faydaları

Yapılan her ölçümün ulusal ölçme sistemine bağlanması, diğer bir ifadeyle ölçüm ve testlerde kullanılan her cihazın izlenebilirliğini Ulusal metroloji Enstitüsü'nden aldığı, yani kalibrasyon zinciriyle UME'ye bağlandığı bir Metroloji sisteminin kurulmasının bir endüstri kuruluşuna faydası aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Üretkenliği artırır; Doğru ve hassas ölçüldüğü takdirde firmanın üretim kabiliyeti, hızı ve üretkenliği artarak rakiplerine fark atmasını sağlar. Çünkü hiç bir firma üretim sırasında ölçme yapmadan üretim yapamaz ve ölçerken yapacağı hassas ve doğru ölçümler, fire vermeden daha fazla üretim yapmasını ve iş kaybını azaltacağı için üretkenliğini artırır,
- Ar-Ge faaliyetlerinin verimini artırır: Ölçüm ve test kabiliyetleri iyi olan bir firma, ürün geliştirirken daha iyi ve güvenilir sonuçlar elde edeceği için tekrarlı testlerden ve ölçümlerden tasarruf ederek ve daha az zaman harcayarak daha iyi sonuçlar alır ve bu sayede Ar-Ge verimi artar,
- Ürünlerin yeni pazarlara açılmasını sağlar; metroloji enstitüsüne olan izlenebilir ölçümler yaparak ürünlerinin uluslararası kabul görmesini, ürünleri için aldığı test ve ölçüm raporlarının dünyada geçerli ve kabul edilir olması sayesinde yeni pazarlara açılmasını sağlar,
- Ürünlerin kalitesinin artırır: ürün kalitesi ancak ölçerek ve test ederek anlaşılabilir. Bir firma ürünlerini, daha üretim aşamasında sürekli ölçerek belirlediği tasarım sınırları içinde olup olmadığını kontrol eder ve tamamlanmış bir ürünü de doğru ve güvenilir (izlenebilir kalibreli) cihazlarla test ederse, ürünlerinin kalitesi ile ilgili ölçülebilir bir bilgiye sahip olur ve uluslararası standartları sağlayan ürün olup olduğunu kontrol edebilir. Gördüğü eksiklikleri tamamlayarak ürün kalitesinin artmasını sağlar,
- Enerji giderlerini azaltır; Enerji harcamaları, doğru ve hassas ölçülerek yapılan imalatta sürtünme kayıpları azalacağı, daha verimli üretim sağlanacağı ve enerji sarfiyatının doğru ölçülmesiyle, enerji giderlerin kontrolünün sağlanabilmesi gibi bir çok parametre kontrol edilerek, enerji giderlerinde azalma sağlanır.
- Ticarette kaos yaşanmasını önler; Uluslararası ölçüm sistemiyle harmonize olmuş ve metroloji sistemine uygun izlenebilir ölçümlerle üretilen tüm ürünler, uluslararası kabul gören doğru ve güvenilir ölçümler sayesinde olası farklılıkların ortadan kalması sağlanacağı için ticarette kaos yaşanmasına engel olunur ve tüm dünyada kabul gören ürünlerin kolayca satılabilmesi sağlanır.
- Bozuk-hurda üretimi azaltır: Üretim sırasında daima ölçerek kontrol edilen ürünlerin hatalı olması zordur ve buda bozuk ve hurda üretimin önüne geçecektir.
- Ürünlerin pazarlarda rekabet edebilmesini sağlar, Ticarete konu tüm ürünler, ya ulusal ya da uluslararası standartlara uygun olarak üretilir ve bu standartların gereğini yerine getirip getirmediği yapılan doğru ve güvenilir ölçüm ve testlerle ispatlanırsa, ürünün her yerde kabul görmesi ve muadili ürünlerle rekabette öne çıkması sağlanır,
- Satıştan sonra teknik destek ihtiyacını azaltır,: Doğru ve hassas ölçerek ve test edilerek üretilen ürünlerin kalitesi yüksek olacağı için satıştan sonra kullanılırken daha az arıza yapmasına sebep olur ve dolayısıyla satış sonrası teknik destek ihtiyacı azalır,
- Müşteri memnuniyetini artırır: Belirli standartlara uyarak üretilen ürünlerin kalitesi artacağı için daima müşteri memnuniyeti de sağlanacaktır.
- Hayat, para ve zaman kurtarır. Doğru ve güvenilir ölçümler daha güvenli ürünlerin üretilmesine, kullanılırken daha az arıza ve hata yapmasına dolayısıyla hatalı ürün kaynaklı kazaların azalmasına, bundan kaynaklı can, mal, para ve zaman kaybının azalmasına sebep olacaktır.

4. Metrolojinin Yaşam Kalitesine Etkisi

İnsanın yaşamını devam ettirebilmesi ve yaşam kalitesini artırmak için ölçümlerin önemi çok büyüktür. Metrolojinin yaşam kalitesine etkisi aşağıdaki alanlarda kendisini çok iyi bir şekilde gösterir;

- Sağlık ve korunma (Teşhis ve tedavi cihazlarının doğru ve güvenilir analizi ve doz uygulaması için kontrolleri, ölçümleri ve bu cihazların kalibrasyonları),
- Temiz çevre (fabrika ve konut atıkları, baca ve egzost gazlarının doğru şekilde ölçülüp kontrol edilmesi ve tedbirlerin ona göre alınması),
- İklim değişikliği ve atmosferik kirlenmesi (ozon tabakasının ölçümü, CO₂ emisyonu ölçümü, atmosferdeki sıcaklık, nem, rüzgar hızı, yağmur miktarı, güneş ışınması miktarı vs ölçümleri),
- İlaç ve klinik kimyası (geliştirilen ilaçlarda kullanılan kimyasalların içerik analiz ölçümleri ve katılan miktarların hassas ölçümü vs.) ,
- Gıda güvenliği (gıda katkılarının ve gıdalarda bulunan zararlı madde ve kalıntıların hassas ve doğru ölçümü),
- Anti-doping kontrolü (yapılan spor müsabakalarında sporcunun doping ilacı kullanıp kullanmadığının kontrolü),
- Adli incelemeler (parmak izi, balistik gibi adli incelemelerde yapılan ölçüm ve analizlerin güvenilirliği),
- Eczacılık (ilaç üretimi ve hastaya verilen ilaç dozunun hassas ve doğru uygulanması),
- Savunma (savunma teknolojilerinde kullanılan silah ve tespit sistemlerinin hedefleri belirleme ve vurma ve tespitini doğru ve güvenilir olarak yapması için gereken ayar ve ölçümler) ,

Özellikle medikal teşhis cihazlarının kalibrasyonunun yapılmaması ve uygun kontrol edilmemesi sebebiyle yapılan medikal hataların 2008 yılında Amerika Birleşik Devletleri ekonomisine verdiği kayıp (kişi ölümleri, tedavinin uzaması, yanlış tedavi nedeniyle oluşan tedavi masrafları, hasta şikayetleri, yanlış ilaç kullanımı vs.) 17-29 Milyar dolar olduğu belirlenmiştir [3]. Sadece bu örnek dahi, medikal alanda metrolojinin (izlenebilir kalibrasyonlar) ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Örneğin gıda güvenliği ele alınacak olursa, yaş sebze ve meyvelerde böceklerle karşı kullanılan ilaç kalıntılarının insan sağlığı için belirli bir seviyenin altında olması (*0.3 ppb.gram – gramın milyarda bir parçası*) gerekmektedir. Sınır değer aşırsa, insan sağlığına risk teşkil edeceği için bu tür yaş sebze-meyve ürünlerinin ülkelere ihracatı sıkıntı oluşturmaktadır. Bu nedenle bu sınır değerinin hassas ve doğru bir şekilde ölçülmesi ve bunları ölçen cihazların uluslararası sisteme entegre olan bir metroloji enstitüsüne izlenebilir (kalibreli) olması gerekir. Aksi takdirde hem ürünlerin başka ülkelere satılması mümkün olmaz hem de ülke içinde tüketilen ürünler, insan sağlığını tehdit edecek bir duruma gelecektir. Bir de buna tedavi giderlerinin getirdiği maliyet eklendiğinde işin önemi çok daha iyi ortaya çıkmaktadır.

5. Metrolojinin Ekonomiye Etkisi

Metrolojinin ekonomiye olan etkisini en güzel günlük hayatımızda yaptığımız ölçümler üzerinden örneklendirirsek daha iyi anlayabiliriz. Örneğin evlerimizde kullandığımız doğal gaz kullanım sarfiyatını doğal gaz sayaçları ile ölçeriz ve gaz idareleri bu sayaç üzerinde okunan ölçüm değerine göre faturalandırma yolun giderler. Doğalgaz sayaçları kanuni olarak en fazla % 1 hata ile ölçüm yapmak zorundadır. Bu değer ne kadar doğru kontrol edilebilmektedir ve periyodik kontrol edilemediği için bu değer % 1 sınırı içinde olup olmadığını bilememekteyiz. Sayaçlar ancak bir problem hissedildiği veya şikâyet söz konusu olduğunda kontrol edildiği için hata olup olmadığını anlayamayız ve bu sayaçları değiştirilme periyodu olan 10 yıl boyunca kullanmak zorunda kalmaktayız. Şikâyet olmayan fakat doğruluğu sadece %1 değişmiş olan doğal gaz sayaçlarının ekonomimize etkisi, ülkemiz için yıllık 500 milyon TL'leri geçmektedir. Bu halk olarak cebimizden çıkan rakamdır. Bu hatanın %3-5 oranlarına çıkabileceği göz önüne alındığında, metrolojinin ülke ekonomisine ne kadar etkisi olduğunu rahatlıkla görebiliriz. Hatalı ölçme rakamlarının aşağı çekilebilmesi için öncelikle tüm ölçümlerin doğruluğunun teminatı olan Metroloji Enstitülerine izlenebilir olması ve sayaç üretimi yapan firmalarla sayaç kontrol ve incelemesi yapan belediyelerin Metroloji enstitüleri ile koordineli çalışması gerekmektedir. Bu sağlandığı müddetçe ülke ve halk olarak kayıplarımız en aza indirilebilecektir. Sadece bu örnek dahi metrolojinin ve metroloji enstitülerinin ülke ekonomilerine sağladığı büyük katkıyı ortaya koymaktadır.

5.1. 2012 yılında Türkiye’de doğal gaz tüketimi

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, 2012 yılındaki doğal gaz tüketimi 45.2 Milyar m³ olarak gerçekleşmiştir. Bununda yaklaşık 100.571.943 222 TL olarak bedele karşılık geldiği hesaplanabilir.

Bunun döviz karşılığı yaklaşık 19.400 milyon US\$ tutmaktadır. Dağıtım istasyonlarında müsaade edilen % 1’lik bir ölçüm hatasının ülke ekonomisine verdiği zarar, 194 milyon US\$ tutmaktadır.

Yıllık satış	: 45,2 Milyar m ³
Ekonomik değeri	: 19,4 Milyar US\$
Ev kullanımı – Max.müsade edilen hata	: % 1
Hatadan kaynaklı kayıp	: 452 Milyon m ³
Hatadan kaynaklı kayıp	: 194 Milyon \$



Şekil.4. Doğal gaz kullanımı

5.2. 2012 yılında Türkiye’de araç yakıtı tüketimi

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) verilerinden derlenen bilgilere göre, 2012 yılında benzin satışı 1 milyon 848 bin 464 ton (2.464.618.666 litre), motorin türlerinin satışları toplamda 15 milyon 625 bin 144 ton (18.601.361.905 litre), LPG satışları 2 milyon 694 bin 857 ton (4.990.475.926 litre) olup toplamda 2012 yılındaki araç yakıtı tüketimi (benzin, motorin ve LPG) yaklaşık 26.056.456.497 litre olarak gerçekleşmiştir. Bununda yaklaşık 100.571.943 222 TL olarak bedele karşılık geldiği hesaplanabilir. Bunun döviz karşılığı 57.469.681.841 US\$ tutmaktadır. Dağıtım istasyonlarında müsaade edilen % 0.5’lik bir ölçüm hatasının ülke ekonomisine verdiği zarar 287 milyon US\$ tutmaktadır.

Yıllık satış	: 26,056 Milyar m ³
Ekonomik değeri	: 57,469 Milyar US\$
Dağıtım istasyonu-Max. müsaade edilen hata:	% 0.5
Hatadan kaynaklı kayıp	: 130,280 Milyon m ³
Hatadan kaynaklı kayıp	: 287 Milyon US\$

1 litre LPG = 0,54 kilogram,
1 litre benzin = 0.75 kilogram,
1 litre motorin 0.84 kilogram olarak hesaplanmıştır.



Şekil.5. Akaryakıt kullanımı

5.3. 2012 yılında Türkiye’de elektrik tüketimi

Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ) verilerine göre derlenen bilgiye göre, 2012 yılında 241 milyar 947 milyon kilowattsaat (kWh) düzeyinde elektrik tüketimi gerçekleşmiştir. Birim fiyatı 0,27 TL/kWh olarak hesaplandığında toplam 65,326 milyar TL ve bunun döviz karşılığı yaklaşık 36.292 milyar US\$ tutmaktadır. Ev kullanımında müsaade edilen % 3.5’lik bir ölçüm hatasının ülke ekonomisine verdiği zarar 1.270 milyon US\$ tutmaktadır.

Yıllık satış	: 241,947 Milyar kWh
Ekonomik değeri	: 36,292 Milyar US\$
Ev kullanımı – Max.müsade edilen hata (Q _{máx} , sınıf 1)	: % 3.5
Hatadan kaynaklı kayıp	: 8.652 Milyar kWh
Hatadan kaynaklı kayıp	: 1,270 Milyar US\$

5.4. 2012 yılında Türkiye’de süt tüketimi

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2012 yılındaki sadece içme sütü üretimi 86.616.000 litre olarak gerçekleşmiştir. Süt satışı için kullanılan litre birimindeki hacim kaplarının ölçüm hatası değeri % 0.5 civarındadır. Birim fiyatı 1,75 TL/ litre olarak hesaplandığında toplam 151.578.000 TL ve bunun döviz karşılığı yaklaşık 84.210 milyon US\$ tutmaktadır. Hacim kapları için müsaade edilen % 0.5’lik bir ölçüm hatasının ülke ekonomisine verdiği zarar 421.050 US\$ tutmaktadır.

Yıllık satış: İçme sütü üretimi 86,616,000 litre

Ekonomik değeri : 84,210 Milyon US\$

Max.müsade edilen hata : % 0.5

Hatadan kaynaklı kayıp: 433.080 Litre

Hatadan kaynaklı kayıp : 421.050 US\$



Sekil.6. Ülkemizde süt tüketimi

6. Metrolojinin hassas imalat ve ileri teknolojiyedeki yeri

Günümüzdeki teknolojinin büyük hızla gelişmesi, daha hızlı, daha verimli, daha sessiz ve daha az enerjiyle çalışan makineler-motorlar-araçlar yapılması, uzaya çıkılabilmesi, savunma ve uzay araçlarının yapılabilmesi tamamen hassas ölçme cihazlarının geliştirilmesi ve bunların doğruluklarının metroloji enstitülerince teminat altına alınmasıyla gerçekleşebilmektedir. İleri ülkelerin daima en önde gitmelerinin en büyük sebebi, metroloji altyapılarını çok iyi kurlmaları ve bu altyapıyı ileri teknoloji, savunma ve uzay çalışmalarında çok aktif olarak kullanmalarından kaynaklanmaktadır.



Şekil.7. Hassas imalat için metroloji uygulamaları

7. Ulusal Metroloji Enstitülerinin Ülke Ekonomisi için Önemi

Ulusal Metroloji Enstitü’leri (UME) bir ülkede ölçüm altyapılarının üst tabakası olarak kabul edilen birincil seviye referans standartları bünyesinde bulunduran ve ülke içindeki ölçüm birliğinin ve yapılan her ölçümün güvence altına alınmasını sağlayan, izlenebilirlik zincirinin en üst halkası olarak çok önemli faaliyetleri yürütürler. Bir ölçüm ve ölçüm kullanarak yapılan her türlü test, ürünlerin üretim aşamasından satışa kadar olan işlemlerin en önemli kademesidir. Ünlü fizikçi J. Watt’ın, “ölçüm yapmadan üretim yapılamaz” şeklindeki beyanı, ölçümün üretimde ne kadar önemli bir etkiye sahip olduğunu anlatmaya yeter. Üretim aşamasında, izlenebilirliği Ulusal metroloji enstitülerinden alınarak yapılan doğru ve güvenilir ölçümler, ürünün kaliteli olmasına, fire vermeden üretilmesine, dünyaya satışında kabul görmesine, diğer üreticilerle rekabet edebilmesine ve daha ucuza üretilmesine sebep olduğu için metroloji, üreticiler için olmazsa olmazlardandır. Bir ölçüm ancak doğru yapıldığı ve

doğruluğu izlenebilirlik silsilesiyle metroloji enstitüsüne bağlandığı müddetçe değer kazanır ve metroloji sistemi içinde yer alan her ölçüm ise uluslararası sistem tarafından tanınır ve kabul görür.

Metroloji Enstitüleri ülke içinde yürüttüğü bu önemli görev kapsamında altyapısını sürekli yenilemek ve daha yüksek doğrulukla gerçekleştirmek zorunda olan ve ülkeye hizmet veren kurumlar oldukları için devletler tarafından daima desteklenir ve en iyi ve en doğru hizmeti vermeye çalışırlar. Bir ülkenin gelişmişliği ile metroloji enstitülerinin gelişmişliği, daima paralel yürümektedir. En gelişmiş ülkelerin metroloji enstitülerine bakıldığında (harcamalarının ortalama %60-80 'i devlet tarafından karşılanır) metroloji enstitüleri de çok gelişmiştir ve her alanda olduğu gibi bu ülkeler, dünya metroloji alanında da dünyada söz sahibidirler. Örneğin Almanya Metroloji Enstitüsü'nde (PTB) yaklaşık 3300 kişi çalışmaktadır ve yıllık bütçesi 240 Milyon EURO civarındadır. Bu harcamalarının ancak %10'unu vermiş olduğu kalibrasyon hizmetlerinden sağlanmakta, kalan % 90'lık rakam Alman devleti tarafından karşılanmaktadır. Fakat Alman ekonomisine bakıldığında, kurdukları çok iyi metroloji altyapısı ve metroloji araştırmalarıyla, dünyada çok kabul gören, çok kaliteli ve çok güvenilir ürünleri üretmektedirler ve bu ürünleriyle Alman endüstrisine çok büyük katkı sağlanmaktadır. Çünkü metrolojiye yapılan bir birim yatırım ve harcama, o ülkeye en az 50-60 katı olarak geri dönmektedir [4]. Bu nedenle metroloji enstitüleri bir ülke için olmazsa olmaz kurumlar olup direk yıllık kazançları (gelirleri) yönüyle değerlendirilmezler. Metroloji enstitülerinin direk kazançlarından ziyade, ekonomiye olan dolaylı etkilerinden dolayı değerlendirilirler. Metroloji enstitüleri, yapılan yatırım ve harcamaları kat kat fazlasıyla ülkeye kazandırmakta ve bu nedenle daima devletler tarafından direk olarak fonlanan kurumlar olarak karşımıza çıkmaktadırlar. İngiltere'de yapılan bir çalışmada, metroloji enstitülerinin [5] iyi kurulmuş bir metroloji sistemiyle (akredite laboratuvarlarla birlikte) ülke ekonomisine etkisinin Gayri Safi Milli hasıla (GDP)'nin % 0,8 olarak hesaplanmıştır. Buda 2012 yılında 786.3 Milyar USD olan Türkiye GDP'si içinde UME ve metroloji sistemindeki diğer aktörlerin ülke ekonomisine katkısının (GDP'nin % 0,8'i olarak alındığında) 6.29 Milyar USD olduğunu ortaya çıkmaktadır. UME'nin ülkeye yıllık 25 Milyon USD olan maliyetinin (Bunun % 50'sinide geri kazanmaktadır) ülke ekonomisine yaptığı katkı yanında ne kadar küçük olduğu kolayca görülebilmektedir.

8. Sonuç

Sonuç olarak metrolojiye yapılan yatırımın bir maliyeti vardır fakat bu yatırımın yapılmamasının getirdiği sorunlar ve zorluklar, yapılacak yatırımın yüzlerde katı bir kaybı ülke ekonomisini kaybettirmektedir. Ekonomik zararın yanında makale boyunca yapılan açıklamalardan görüleceği üzere ülke insanının sağlık ve yaşam kalitesini de olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle metrolojiye yapılan yatırım bir maliyet getirir fakat bu maliyeti çok görüp metroloji yapısını güçlendirmeyen ülkelerin kaybı ve zararı çok büyük olmakta ve ürünleri dünya ile rekabet edememekte ve kabul görmemektedir. Olayı basit bir ölçüm ve kalibrasyon gibi düşünmeyip her yönüyle ele almak ve tüm topluma etkisini göz önünde bulundurmak ve ekonomiye katkısını dikkate almak gerekir.

KAYNAKLAR

[1] Bilimsel metroloji fotoğrafları (www.sciencephoto.com)

[2] Measurements in daily life, NPL publication , <http://www.npl.co.uk/upload/pdf/measurement-matters.pdf>

[3] J. C. Chiao, Julian M. Goldman, David A. Heck, Metrology and Standards Needs for Some Categories of Medical Devices, J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol. 113, 121-129, 2008

[4] Economic Impact Report Metrology Investment: Impact on Innovation and Productivity, DIUS Science and Innovation Analysis team, May 2009, U.K.

[5] Strategic Review of the UK National Measurement System (NMS), 2005,

ÖZGEÇMİŞ**Dr. Sinan FANK**

1968 yılında Fatsa/Ordu'da doğdu. Üniversite eğitimini 1989 yılında İTÜ Makina Fakültesi'nden lisans derecesini, 1992 yılında yine İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Anabilim dalından yüksek lisans ve 2002 yılında ise aynı okuldan doktora derecesini aldı. 1991 yılında başladığı TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME)'nde Kuvvet Laboratuvarının kurulmasında görev almış ve halen aynı kurumda Kuvvet Grubu (kuvvet, sertlik, tork) laboratuvarları sorumlusu ve Mekanik Grup koordinatörü olarak Uzman Araştırmacı statüsünde görev yapmaktadır.