



Araştırma Makalesi / Research Article

Tahıl Nem Ölçüm Cihazlarının Tane Mısırın Farklı Nem Ölçüm Aralıklarındaki Doğruluk ve Hassasiyetlerinin Araştırılması

Investigation of the Accuracy and the Precision of Grain Moisture Meters during Moisture Measurement of Corn

Yeliz ACUN ¹, Songül GÜRSOY ^{2,*}

¹ Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği ABD, 21280, Diyarbakır, Türkiye

² Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, 21280, Diyarbakır, Türkiye

<https://doi.org/10.55007/dufed.1395211>

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihi

Alınış, 24 Kasım 2023

Revize, 23 Ocak 2024

Kabul, 12 Şubat 2024

Online Yayınlama, 01 Nisan 2024

AnahtarKelimeler

Mısır, Tahıl nem ölçüm cihazı,
Doğruluk, Hassasiyet

ÖZ

Günümüzde tahılların nem içeriğini belirlemede elde taşınabilen birçok farklı tip portatif nem ölçüm cihazlarının piyasada yaygın bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. Bu cihazların doğruluk ve hassasiyetlerinin belirlenmesi ve bu değişkenler üzerindeki etkili faktörlerin araştırılması, cihazların kalibrasyonu ve performanslarının artırılmasına önemli oranda katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada, Türkiye piyasasında yaygın olarak kullanılan bazı tahıl nem ölçüm cihazlarının, tane mısırın farklı nem ölçüm aralıklarındaki doğruluk ve hassaslık dereceleri araştırılmıştır. Bu amaçla, üç farklı ticari nem ölçüm cihazı (KETT PM-450 Dökmeli, Wile-55 Sıkmalı, Pfeuffer HE Lite Kırmalı) tane mısırın farklı nem içeriği aralıklarında (%11-12, %16-17, %19-22, %23-25, %27-29 ve %30-31 y.a.) denenmiştir. Bu ölçüm cihazlarından elde edilen verilerin doğruluk ve hassaslık dereceleri, referans fırın yöntemi kullanılarak test edilmiştir. Çalışma sonuçları, tane mısırın farklı nem içeriği seviyelerinde aletlerin doğruluk ve hassasiyet derecelerinin farklı olduğunu göstermiştir. Tane mısırın %11-31 nem içeriği aralığındaki yapılan ölçümlerde PM 450 cihazının ölçüm değerleri ile referans fırın ölçüm değerleri arasındaki en düşük fark, başka bir ifadeyle cihaz ölçümlerinin en doğru olduğu ürün nem içeriği aralığı % 21-23 (y.a.) olarak belirlenirken, Wile 55 ölçüm cihazının ölçümlerinin en doğru olduğu ürün nem içeriği aralığı % 14-15 (y.a.) ve Pfeuffer HE Lite Kırmalı nem ölçüm cihazında %11-12 olarak belirlenmiştir.

***Sorumlu Yazar**

E-posta Adresleri: ylzacun@gmail.com (Yeliz ACUN), songul.gursoy@dicle.edu.tr (Songül GÜRSOY)

ARTICLE INFO

Article History

Received, 24 November 2023

Revised, 23 January 2024

Accepted, 12 February 2024

Available Online, 01 April 2024

Keywords

Corn, Grain moisture meter,
Accuracy, Precision

ABSTRACT

Nowadays, many different types of portable moisture meters are widely used in the market to determine the moisture content of grains. Determining the accuracy and sensitivity of these devices and investigating the factors affecting these variables will significantly contribute to the calibration and performance of the devices. In this study, the accuracy and precision of some grain moisture meters, which are widely used in the Turkish market were investigated in different moisture measurement ranges of corn grains. For this purpose, three different commercial grain moisture meter (KETT PM-450, Wile-55 Press, Pfeuffer HE Lite Crushed) were tested to measure the moisture content of corn in different moisture content ranges (11-12%, 16-17%, 19-22%, 23-25%, 27-29% and 30-31% w.b.). The accuracy and precision of the data obtained from these grain moisture meters were tested using the reference oven method. The results obtained in the study showed that the accuracy and precision of the grain moisture meters were different at different moisture content levels of corn kernels. In the 11-31% moisture content range of corn kernels, the lowest difference between the measurement values of the PM 450 moisture meter and the reference oven, in other words, the corn moisture content range in which the moisture meter measurements are most accurate, was determined as 21-23% (w.b.), while the most accurate measurement was obtained as 14-15% (w.b.) and 11-12% (w.b.) in the Wile 55 and the Pfeuffer HE Lite moisture meter, respectively.

1. GİRİŞ

Gerek dünyada ve gerekse Türkiye’de yaygın bir şekilde üretimi gerçekleştirilen tarımsal ürünler arasında ilk sıralarda yer alan mısır bitkisinin (Zeamays L.) hem gıda hem de yem sanayi sektöründeki değerinin büyük olması son yıllarda yetiştiriciliğinde de önemli miktarda artış meydana getirmiştir [1,2]. Mısır yetiştiriciliğindeki bu artış, mısırın hasat, hasat sonrası uygulanan işlemler, depolama ve pazarlama gibi üretim aşamalarında önemli kalite ve fiyat göstergesi olarak göz önünde bulundurulmuş nem içeriğinin doğru ve hızlı bir şekilde belirlenmesinin önemini ortaya çıkarmıştır [3]. Tane mısırdaki nem miktarının artmasıyla fiyatında düşüşün meydana gelmesi, özellikle alım – satım esnasında mısırın nem içeriğinin göz önünde bulundurularak fiyatlandırma yapılması hem üretici hem de alıcı açısından doğru ve hızlı bir şekilde nem içeriğinin belirlenmesinin önemini artırmıştır [4, 5, 6].

Günümüze kadar tarımsal ürünlerin nem içeriğinin belirlenmesinde birçok farklı yöntemin geliştirilmiş olduğu görülmektedir. Bu yöntemler genel olarak, doğrudan ve dolaylı yöntemler olmak üzere iki şekilde sınıflandırılmaktadırlar [5, 7, 8,9]. Ürün içerisindeki suyun buharlaştırılarak veya kimyasal etkileşimle uzaklaştırma yöntemine dayanan doğrudan ölçüm yöntemleri arasında en yaygın kullanılan fırın (kurutma) yönteminde tahılın nem içeriği, örnekteki su miktarının tanımlanmış bir süre boyunca sabit bir sıcaklıkta buharlaştırılması sonucu meydana gelen ağırlık kaybı ilkesine göre belirlenmektedir [4, 5, 7, 9]. Gravimetrik nem ölçüm yöntemi olarak da ifade edilen fırın kurutma yöntemi genellikle diğer dolaylı nem ölçüm yöntemlerinin kalibrasyonunda referans nem ölçüm

yöntemi olarak kullanılmaktadır. Uluslararası Standart Örgütü (ISO) tarafından ürün çeşitlerinin nem içeriğini belirlemede kullanılan çok sayıda standardın geliştirilmiş olduğu görülmektedir [6]. Geliştirilen bu standartlar arasında ASAE S352 standardında belirtilen kurutma sıcaklığı ve sürelerinin, Karl Fischer nem belirleme yöntemiyle en iyi uyumu sağlayacak şekilde seçilmiş olduğu ifade edilmektedir [10]. Standart fırın kurutma yöntemi oldukça hassas olmasına rağmen fazla zaman alması, zahmetli olması, son ürünün tekrar kullanılamaması ve ürün neminin izlenmesine olanak vermemesi gibi birçok dezavantajlı yönleri bulunmaktadır [4, 5, 7, 9]. Bu nedenle ürünün nem içeriğini hızlı ve kolay bir şekilde ölçüm yapabilen ve ürün neminin izlenmesine olanak sağlayan birçok dolaylı nem ölçüm yöntemi geliştirilmiştir. Dolaylı nem ölçüm yöntemlerinde, üründeki nem miktarına bağlı olarak ürünün belli fiziksel ve fiziko-kimyasal özelliklerinin değişimleri esas alınmaktadır. Bu fiziksel özellikler arasında optik, elektrik veya dielektrik gibi özelliklerin tahılların nem içeriğini belirlemede en yaygın olarak kullanılan özellikler olduğu görülmektedir. Günümüzde tahılın elektriksel özelliklerinden yararlanılarak nem içeriğini belirlemede kullanılan birçok cihaz bulunmaktadır. Bu cihazlar tahılların nem içeriğini hızlı bir şekilde belirleyebilmesine rağmen, çevresel koşullardan etkilendikleri için hassasiyetleri ve doğruluk dereceleri düşük olabilmektedir. Örneğin, tahıl nem içeriği seviyesi çok yüksek olması (%20-25'in üzerindeki nem içeriğinde olması), piyasada mevcut bu nemölçerler ile ölçümün bu aletlerin doğruluğu ve hassasiyetini önemli ölçüde azaltabileceği ifade edilmektedir [5]. Ayrıca, ürünlerin elektriksel özelliklerinin ürün tipi, şekli, sıcaklığı, frekansı, nem içeriği ve elektriksel iletkenlik açısından farklılık göstermesi, bu cihazların çalışma performanslarını önemli derecede etkilemektedir [3, 11]. Tahılların nem ölçümünde kullanılan cihazların tane mısırın nem içeriğinin ölçümü esnasındaki doğruluk derecelerini araştıran Hurburgh et al. [12], tahılların dielektrik özellikleriyle ilgili çalışmaların nem ölçüm cihazlarının doğruluğunu geliştirmesinde ve nem ölçerlerin kalibre edilmesinde önemli bir yere sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Hurburgh et al.[13], Oluwaranti and Ajayi [14], Hossain et al.[15], Putri et al.[16] gibi birçok araştırmacı tahılların nem içeriğini belirlemede elde taşınabilen portatif farklı tip kapasitif tip nem ölçüm cihazlarının piyasada yaygın bir şekilde kullanıldığını ifade ettikleri çalışmalarında, bu cihazların doğruluk ve hassasiyetlerinin belirlenmesi ve bu değişkenler üzerindeki etkili faktörlerin araştırılmasının, cihazların kalibrasyonu ve performanslarının artırılmasına önemli oranda katkı sağlayacağını vurgulamışlardır.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye piyasasında yaygın olarak kullanılan bazı tahıl nem ölçüm cihazlarının tane mısırın farklı nem içeriği aralıklarındaki doğruluk ve hassaslık derecelerini belirlemektir.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, 2023 yılında Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait laboratuvarlarda yürütülmüştür. Çalışmada deneme materyali olarak Diyarbakır'da mısır üreticilerinden temin edilen Pioneer 2105 mısır çeşidi kullanılmıştır. Kullanılan tane mısır örneklerinin ilk nem içeriği, ASAE S352.2 standardına göre %11-12 arasında tespit edilmiştir [17]. Bu amaçla, tane mısır yığınının yaklaşık 15 gramlık üç örnek, 103°C'de yaklaşık 72 saat sıcak hava akışlı etüvde kurutulmuştur. Kurutma sonrası örneklerin ağırlıkları tartıldıktan sonra nem içerikleri yüzde yaş ağırlık esasına (% y.a.) göre aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır [18].

$$M_{ya} = \left(\frac{W_1 - W_2}{W_1} \right) * 100 \quad (1)$$

Buradaki eşitlikte;

M_{ya} : Ürünün Nem içeriği (%y.a.),

W_1 : Ürünün ilk ağırlığı, g

W_2 : Ürünün kurutma sonrası ağırlığı, g

Tane mısırın farklı nem seviyelerinin (%11-12, %16-17, %19-22, %23-25, %27-29, % 30-31 y.a.) cihazların doğruluk ve hassasiyet derecelerine etkilerini belirlemek amacıyla higroskopik olarak istenilen nem değerlerine koşullandırılmışlardır. Bu amaçla örneklerin üzerine denklem 2'deki eşitlik kullanılarak hesaplanan distile su ilavesi yapıldıktan sonra örnekler sızdırmaz plastik bir torba içerisine konulmuş ve soğuk hava deposunda +4 °C'de 15 gün bekletilmiştir[19].

$$W = \left(\frac{M_1 - M_2}{(100 - M_2)} \right) * W_1 \quad (2)$$

Buradaki eşitlikte;

W : İstenilen nem seviyesini elde etmek için örneğe eklenmesi gereken su miktarı, g

M_2 : İstenilen nem seviyesi, % y.a.

M_1 : Örneğin mevcut nem içeriği, %y.a.

W_1 : Örnek ağırlığı, g

İstenilen nem seviyesine ulaştırılan mısır tanelerinin boyut, hacim ağırlığı, 100 tane ağırlığı bazı özellikleri ölçülerek Tablo 1'de verilmiştir.

Denemelerde Türkiye'de piyasasında tahılların nem içeriğinin belirlenmesinde yaygın bir şekilde kullanılan KETT PM-450, Wile-55 Sıkmalı, Pfeuffer HE Lite Kırmalı tip portatif nemölçerler kullanılmıştır. Kullanılan bu nem ölçüm cihazları Şekil 1'de görülmektedir. Kapasitans (dielektrik)

prensibiyle 50 MHz'de ölçüm yapan PM 450 nem ölçüm cihazı, haznesine dökülen 28 çeşit tahılın nemini %1 ile %40 aralığında ölçebilmektedir. Wile 55 sıkmalı nem ölçüm cihazı, 15 farklı hububatın nemini %8-35 aralığında ölçebilmektedir. Cihazın ölçüm metodu; malzemenin alternatif akım direnci (kapasitans) ölçümüne dayanır. Cihaz, ölçüm değerini, ölçüm cihazının belleğine programlanmış bir dönüştürme ölçeği yardımıyla bir nem değerine dönüştürür. Bu cihazda ölçüm esnasında en iyi doğruluk ve tekrarlanabilirlik düzeyini elde etmek için tahıl numunesinin birleştirilmesi amacıyla sıkıştırma işlemi uygulanmaktadır. Pfeuffer HE lite kırmalı nem ölçer; tane mısırın nem içeriğini % 8 ile 45 aralığında ölçebilmektedir. Pfeuffer HE lite kırmalı ölçüm metodu, ezip ve parçaladığı tahıl numunesinin iletkenliğini ve sıcaklığını ölçme esasına dayanmaktadır. Cihaz, bu ölçüm değerini belleğine programlanmış eşitlik yardımıyla nem değerini hesaplamaktadır. Ölçümler, cihazların kullanım kılavuzlarında belirtilen esaslara göre yapılmıştır.

Tablo 1. Çalışılan nem içeriği aralıklarındaki mısır tanelerinin boyut, hacim ağırlığı, 100 tane ağırlığı

Ürün nem içeriği, %y.a.	Boyut, mm			Hacim ağırlığı, g cm ⁻³	100 tane ağırlığı, g
	Uzunluk	Genişlik	Kalınlık		
11-12	12.73±1.11	7.88±0.70	4.81±0.98	0.763±0.07	36.75±1.79
16-17	12.79±1.35	8.03±0.94	4.88±0.74	0.731±0.003	41.45±1.85
19-22	12.88±1.99	8.37±0.97	4.91±0.58	0.666±0.008	42.10±1.62
23-25	12.95±1.40	8.74±1.32	5.17±1.59	0.644±0.012	45.10±2.01
27-29	12.97±1.19	8.81±0.97	5.22±0.83	0.637±0.020	46.95±2.70
30-31	13.58±1.11	8.88±0.97	5.41±1.01	0.632±0.013	47.73±2.16



(a)



(b)



(c)

Şekil 1. Denemelerin yürütülmesinde kullanılan tahıl nem ölçüm cihazları; (a) KETT PM-450, (b) Wile-55 Sıkmalı, (c) Pfeuffer HE Lite Kırmalı

Ölçümlerin yapıldığı her nem seviyesindeki (%11-12, %16-17, %19-22, %23-25, %27-29, %30-31 y.a.) denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Cihazların doğruluk dereceleri, cihazın ölçüm değeri ve referans fırın ölçüm değerleri arasındaki fark

göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Cihaz ve fırın ölçüm değerleri arasındaki farkın küçük olması, cihazın doğru ölçüm yaptığı anlamına gelmektedir. Cihazların hassasiyetlikleri, her nem seviyesindeki ölçüm tekrarlamalarının standart sapması hesaplanarak belirlenmiştir. Standart sapmasının düşük olması, hassasiyetlik derecelerinin yüksek olduğu anlamına gelmektedir.

Verilerin değerlendirilmesi ve grafiklerin çizimi için MS Office Excel programı kullanılmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Fırın nem ölçüm yöntemi ve tahıl nem ölçüm cihazlarının tane mısırın farklı nem içeriği aralıklarındaki ortalama ölçüm değerleri ve standart sapmaları Tablo 2’de verilmiştir. Tablo 2 incelendiği zaman, PM 450 cihazının ortalama ölçüm değerlerinin düşük nem içeriği aralıklarındaki referans fırın ölçüm değerlerinden daha yüksek, yüksek nem içeriği aralıklarında ise daha düşük olurken, Wile 55 sıkmalı ve Pfeuffer HE Lite Kırmalı cihazlarında ise yüksek nem içeriği aralığındaki ölçüm değerlerinin referans fırın ölçüm değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Ürün nem içeriğinin %30’dan yüksek olması durumunda Wile 55 sıkmalı ölçüm cihazının hata verdiği (ölçüm yapamadığı) gözlemlenmiştir. Ölçüm cihazlarının hassasiyetlerinin (standart sapmaları) ürün nem içeriğiyle değişimi incelendiği zaman, ürün nem içeriğindeki artışla, aletlerin standart sapmalarının yükseldiği diğer bir ifadeyle hassasiyetliklerinin azaldığı Tablo 2’de görülmektedir. Aletlerin hassasiyetlikleri karşılaştırıldığında ise, Pfeuffer HE Lite Kırmalı ölçüm cihazının hassasiyetlik derecesinin en yüksek, Wile 55 sıkmalı ölçüm cihazının ise en düşük olduğu gözlemlenmiştir.

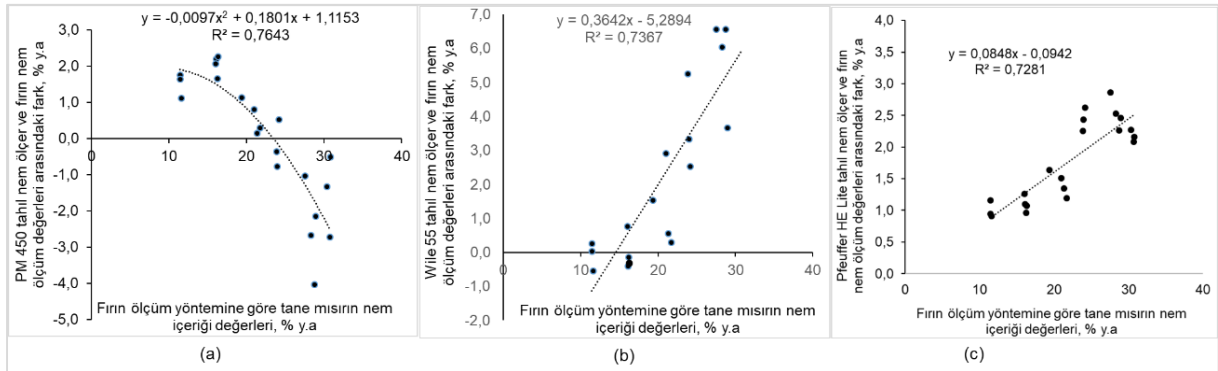
Tablo 2. Tahıl nem ölçüm cihazlarının tane mısırın farklı nem içeriği aralıklarındaki ortalama ölçüm değerleri ve standart sapmaları

Örneğin nem içerik aralığı, % (y.a)	Nem içeriği, % (y.a.)							
	Fırın		PM 450		Wile 55 sıkmalı		Pfeuffer HE Lite Kırmalı	
	Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
11-12	11.50	0.08	13.20	0.22	11.42	0.33	12.50	0.10
16-17	16.18	0.13	18.60	0.30	16.15	0.46	17.28	0.10
20-21	21.35	0.19	22.00	0.65	22.18	1.26	22.28	0.37
24-25	24.00	0.16	24.70	0.65	27.70	1.25	26.44	0.42
28-29	28.37	0.45	26.80	0.95	34.43	1.33	30.90	0.45
30-31	30.80	0.17	29.05	0.95	-	-	32.79	0.79

Çalışmada kullanılan tahıl nem ölçüm cihazlarının doğruluk derecelerinin, tane mısırın nem içeriğine göre değişimi Şekil 2’de verilmiştir. Tane mısırın %11-31 nem içeriği aralığındaki yapılan ölçümlerde PM 450 cihazının ölçüm değerleri ile referans fırın ölçüm değerleri arasındaki fark +%1.92 ile -%2.62 (y.a) arasında değişmiştir. Nem içeriğinin %21’den düşük olduğu tane mısır örneklerinin nem içeriğinin belirlenmesi esnasında referans fırın yöntemine göre cihazın ölçüm değerlerinin daha yüksek olduğu, nem içeriği %21’den yüksek olan örneklerin ölçümünde ise cihazın ölçüm değerlerinin

referans fırın ölçüm değerlerinden daha düşük olduğu Şekil 2 (a)'da görülmektedir. Bu cihazın ölçüm değerleri ile referans fırın ölçüm değerleri arasındaki en düşük fark, başka bir ifadeyle cihaz ölçümlerinin en doğru olduğu ürün nem içeriği aralığı ise % 21-23 (y.a.) olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde, Hurburgh *et al.* [12], ürün nem içeriğinin tahıl nem ölçüm cihazlarının ölçüm değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu, ürün nem içeriğinin %15-20 (y.a.) arasında olduğu ölçümlerde cihazlar ile referans fırın ölçüm değerleri arasındaki farkın en az olduğunu gözlemlemişlerdir.

Wile 55 tahıl nem ölçüm cihazı ile yapılan ölçümlerde, mısırın nem içeriği yaş ağırlık esasına göre %11-12 dolaylarında olduğunda cihazın ölçüm değerleri ile referans fırın ölçüm değerleri arasındaki fark -%1'den düşük iken, %27-28'lik nem içeriğine sahip örneklerde ise %6 (y.a.)'dan fazla olduğu Şekil 2 (b)'de görülmektedir. Yapılan regresyon analiz sonucunda mısırın nem içeriği ile cihazın ölçüm doğruluğu arasındaki ilişki önemli bulunmuş ve ürünün nem içeriğindeki artışının cihaz ile referans fırın ölçüm değerleri arasında meydana getirdiği farktaki artış oranına ilişkin geliştirilen ilişki $R^2 = 0.7367$ ile $Y = 0.3642X - 5.2894$ olarak hesaplanmıştır. Bu cihazın ölçümlerinin en doğru olduğu ürün nem içeriği aralığı ise % 14-15 (y.a.) olarak belirlenmiştir. Hurburgh *et al.* [13] nem içeriği %25'in üzerinde olan mısırın neminin yaklaşık olarak 5 birim eksik tahmin edilmesinin depolama esnasında ciddi bir tehlike oluşturacağını ifade etmektedirler. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, Wile 55 tahıl nem ölçüm cihazının kalibrasyonun yapılmadan %20 (y.a) üzerinde nem içeriğine sahip mısırın nem içeriğinin sağlıklı bir şekilde ölçülemeyeceğini göstermektedir.



Şekil 2. Çalışmada kullanılan tahıl nem ölçüm cihazlarının doğruluk derecelerinin, tane mısırın nem içeriğine göre değişimi

Pfeuffer HE Lite Kırmalı tahıl nem ölçüm cihazında ise, tane mısırın %11-31 nem içeriği aralığındaki yapılan ölçümlerde cihazın ölçüm değerleri ile referans fırın ölçüm değerleri arasındaki fark +%0.96 ile +%2.45 (y.a) arasında değişmiştir (Şekil 2 (c)).Yapılan regresyon analiz sonucunda mısırın nem içeriği ile cihazın ölçüm doğruluğu (cihaz ile referans fırın ölçüm değerleri arasındaki fark) arasında doğrusal bir ilişki ($Y = 0.0848X - 0.0942$)'nin olduğu görülmüştür. Ölçülen verilerin %73'ünü temsil

($R^2=0.7281$) edecek şekilde geliştirilen eşitliğe göre ürünün nem içeriğindeki 1 birimlik artışın cihaz ile referans fırın ölçüm değerleri arasındaki farkı 0.0848'lık bir miktarda artırdığı tahmin edilmektedir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Türkiye piyasasında yaygın olarak kullanılan üç farklı ticari nem ölçüm cihazının (KETT PM-450, Wile-55 Sıkmalı, Pfeuffer HE Lite Kırmalı) tane mısırın farklı nem içeriği aralıklarındaki (%11-12, %16-17, %19-22, %23-25, %27-29 ve %30-31y.a.) doğruluk ve hassaslık dereceleri referans fırın yöntemi kullanılarak test edilmiştir. Çalışma sonucunda, ölçüm cihazları ile referans fırın ölçüm değerleri arasındaki fark (cihazların doğruluk dereceleri)'in tane mısırın nem içeriğiyle değişiminin cihaz tiplerine göre farklı olduğu görülmüştür. Ayrıca, ürünün nem içeriğinin artışıyla cihazların hassasiyetlerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Tane mısırın %11-31 nem içeriği aralığındaki yapılan ölçümlerde PM 450 cihazının ölçüm değerleri ile referans fırın ölçüm değerleri arasındaki en düşük fark, başka bir ifadeyle cihaz ölçümlerinin en doğru olduğu ürün nem içeriği aralığı %21-23 (y.a.) olarak belirlenirken, Wile 55 ölçüm cihazının ölçümlerinin en doğru olduğu ürün nem içeriği aralığı % 14-15 (y.a.) ve Pfeuffer HE Lite Kırmalı nem ölçüm cihazında %11-12 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, tahılların nem içeriğini belirlemede kullanılan bu cihazların farklı nem düzeylerindeki ürünlerin nem içerikleri doğru ve hassas olarak ölçebilecek şekilde kalibre edilmelerinin oldukça önemli olduğu gözlemlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Koordinatörlüğü'nce Lisansüstü Tez Projeleri kapsamında desteklenmiştir (Proje Numarası: FBE.23.003).

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını bildirmektedirler.

ETİK BEYANI

Bu çalışmada, yazarlar“ Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamındaki tüm kurallara uydukları ilgili yönergenin “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” olarak belirtilen başlığı altındaki eylemlerden hiçbirini gerçekleştirmediklerini taahhüt ederler.

YAZARLARIN KATKILARI

Yeliz ACUN: Deneyleri yürütmek, veri toplama, verinin düzenlenmesi, analiz, yazma-orijinal taslak hazırlama. Songül GÜRSOY: Analiz araçlarını sağlama, proje yönetimi, finansman edinimi, metodoloji, analiz, yazma-gözden geçirme ve düzenleme.

KAYNAKLAR

- [1] S. Şahin. "Türkiye’de mısır ekim alanlarının dağılışı ve mısır üretimi," *G.Ü. Gazi Eğitim Fak. Dergisi*, c. 21, sayı.1,ss. 73-90, 2001.
- [2] M. Babaoğlu. *Mısır Tarımı*. (2005). Erişim Tarihi: 10.10.2023. [Online]. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ttae/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=89>.
- [3] S. B. Jones. W. Shengand D. Or. "Dielectric measurement of agricultural grain moisture— theory and applications," *Sensors*,vol. 22, no. 2, 2022. Art no. 2083.
- [4] P. Tomaraei. "Tahılda nem ölçümü için Rf nem algılayıcısının geliştirilmesi," Y. L. Tezi,Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara, 2010.
- [5] S. Hanli. "Analog anahtarlama tabanlı kapasitif buğday nem sensörü," Y. L. Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya, 2020.
- [6] S. Gao, B. Ming, L. Li, R. Xie, K. Wangand S. Li, "Maize grain moisture content correction: From nonstandard to standard system," *BiosystemsEng.*,vol. 204. no. 1. pp. 212 -222. 2021.
- [7] F. O. Obi, S. L. Ezeohaand C. O. Egwu, "Evaluation of air oven moisture determination procedures for pearl millet (*Pennisetumglaucum* L.)." *Int. J. FoodProp.*,vol. 19. no. 2. pp. 454-466. 2016.
- [8] P. R. Armstrong, S. G. McNeil, N. Manu, A. Bosomtwe, J. K. Danso, E. Osekreand G. Opit, "Development and evaluation of a low-cost probe-type instrument to measure the equilibrium moisture content of grain," *Appl. Eng. Agric.*,vol. 33. no. 5. pp. 619-627. 2017.
- [9] M. V. Zambrano, B. Dutta, D. G. Mercer, H. L. MacLeanand M. F. Touchie, "Assessment of moisture content measurement methods of dried food products in small-scale operations in developing countries: A review," *Trends Food Sci. Technol*, vol. 88. no. pp. 484-496. 2019.
- [10] U. Ahmed, M. Kumar, Salamdin, B.V.C. Mahajanand M.S. Alam. "Grain moisture measuring techniques - a review," *Agric. Eng. Today.*,vol. 39. No. 2. pp. 13-18. 2015
- [11] S.O. Nelson, "RF sensing of grain and seed moisture content," *IEEE Sens. Journal*, vol. 1. no. 2. pp. 119-126. 2001.
- [12] C. R. Hurburgh, T. E. Hazenand C. J. Bern, "Corn moisture measurement accuracy," *Trans. ASAE.*,vol. 28. no. 3. pp. 634-640. 1985.
- [13] C. R. Hurburgh, L.N. Paynter, S. G. Schmittand C. J. Bern,"Performance of farm-type moisture meters,"*Trans. ASAE*,vol. 29. no. 4. pp. 1118-1123. 1986.
- [14] A. Oluwarantiand S. A. Ajayi, "Determination of moisture content of maize seed:comparison of two moisture meters with the oven method," *IfeJournal ofAgric.*,vol. 23. no. 1. pp. 32-39. 2008.
- [15] M. A. Hossain, M. A. Awal, M. R. Ali and M. M. Alam, "Use of moisture meter on the post-harvest loss reduction of rice," *Progressive Agric*,vol. 27. no. 4. pp. 511-516. 2016.

- [16] R. E. Putri, W. E. Pratama, Ifmalinda, “Application of capacitive sensor for measuring grain moisture content based on internet of things,” *Jurnal KeteknikanPertanian*, vol. 11. no. 1. pp. 29-40. 2023.
- [17] ASAE. “ASAE Standards S352.2. Moisture measurement – unground grain and seeds,” ASAE Standards, St. Joseph, MI: ASAE. 2002.
- [18] M. Ayık, *Ürün İşleme Tekniği ve Makinaları*. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1985.
- [19] S. V. Irtwangeand J. C. Igbeka, “Some physical properties of two African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa*) accessions and their interrelations with moisture content,” *Appl. Eng. Agric.*, vol. 18. no. 5. pp. 567-576. 2002.

Copyright © 2024 Acun and Gürsoy. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).