

# TOPRAK NEMİ ÖLÇÜMLERİ

**Ali UYTUN\***  
**Beyhan PEKEY\*\***  
**Murat KALEMCİ**

\*TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü PK. 54 41470 Gebze/KOCAELİ  
Tel: 0262 679 50 00  
E-Mail: [ali.uytun@tubitak.gov.tr](mailto:ali.uytun@tubitak.gov.tr)

\*\*KOCAELİ Üniversitesi, Umuttepe Yerleşkesi, Mühendislik Fakültesi, KOCAELİ

## ÖZET

Toprak nemi, toprağın içindeki su kapasitesi veya toprağın su tutma kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Su diğer canlılarda olduğu gibi, toprak ve toprak canlıları için de vazgeçilmezdir. Ancak topraktaki su, toprağın su tutma kapasitesinden fazla olursa, toprağa ve topraktaki yaşama zarar verebilir ve toprak verimini düşürebilir.

Bu yüzden, toprak nemi ölçümleri gün geçtikçe önem kazanmıştır. Toprak ve toprak içindeki yaşamı verimli, kaliteli duruma getirmek için, toprak nemini, doğru ve güvenilir şekilde ölçmek kaçınılmaz olmuştur.

Bu bildiride, toprak nemi ölçüm teknikleri hakkında bilgilendirme yapılacaktır. Ayrıca direnç blokları (İletkenlik sensörleri) olarak adlandırılan toprak nemi ölçerin gravimetrik metotla karşılaştırılarak yapılan kalibrasyon metodu anlatılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Toprak nemi, gravimetrik yöntem, direnç blokları, kalibrasyon

## 1. Giriş

Toprak nemi, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısına da bağlıdır. Toprakta su içeriğini belirlemek için birçok metot kullanılmaktadır. Bu ölçüm metotlarının, doğru, güvenilir ölçüm yöntemleri olması gerekmektedir.

Toprak ekosistemi dengesinde önemli bir yeri olan toprak nemi ölçümü, birçok farklı yöntemle çalışan cihazlar kullanılarak yapılmaktadır. Ancak bu cihazların güvenilirliği tartışılır durumdadır. Toprak nemi ölçen cihazların çalışma prensipleri, nasıl kullanılması gerektiği, bakımları, ölçüm güvenilirliklerinin (izlenebilirlik zincirinin) nasıl sağlanacağı ve kalibrasyon yöntemleri kullanıcılar tarafından çok fazla bilinmemektedir. Oysa toprak nemini doğru ve güvenilir olarak ölçmek aşağıda verilen parametreleri de kontrol etmek demektir [1-4].

- ✓ Su tüketiminin kontrol edilmesi (günümüzde ve gelecekte çok önemli olan su kaynaklarının boşa kullanılmasının önlenmesi)
- ✓ Fazla sulama nedeni ile oluşan çoraklaşmanın önlenmesi (tuzlaşma ve bu nedenle yok olan toprak alanları)
- ✓ Tarım alanlarının korunması (verimli arazilerin sağlanması)
- ✓ Sıkışma oluşarak yok olan toprak alanları (nemli toprakların trafikten veya başka yollarla sıkışarak toprak özelliğini kaybetmesi)
- ✓ Sulama sisteminin verimli olarak kullanılması,
- ✓ Yetiştirilen ürün ve bitki kalitesinin artması,
- ✓ Toprakta yaşayan diğer canlıların (bitki, hayvan ve insan) yaşam kalitesinin artması,

Tarımın var olduğu ilk günden bu yana toprak su ilişkisi ölçülmektedir. İlk ölçümler görsele dayalı ölçümlerdi. Toprağın elle ve gözle kontrolü sonucu, kuru veya nemli olduğuna karar verilirdi. Günümüzde halen kullanılmakta olan bu yöntemlere ek olarak bitkiden yararlanarak toprağın nemi konusunda fikir edinme de eklenmiştir [1].

Teknolojinin ilerlemesi ile toprak su içeriğinin belirlenmesi farklı teknikler yardımı ile daha doğru ve güvenilir olarak ölçülmeye başlanmıştır. Böylece doğru tekniklerle, hacimsel toprak nem içeriğinin izlenmesi, tekrarlanan ölçümler alınabilmesi, hızlı ve zamana bağlı doğru güvenilir ölçümler alınması sağlanmıştır.

Kısaca, toprak su içeriğinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler, suyun kütesinin belirlenmesi prensibine dayanan direkt yöntemler ve toprak su içeriğine bağımlı herhangi bir toprak özelliğinin ölçülmesi prensibine dayanan endirekt yöntemler olmak üzere iki grupta ele alınmaktadır. Bu sınıflandırma ayrıca; yerinde ölçüm ve uzaktan algılama yöntemi ile ölçüm şeklinde de sınıflandırılmaktadır [1].

### 1.1.Direkt yöntemler

Direkt yöntemler gravimetrik yöntemler olup, bu yöntemlerde topraktaki su kurutulmuş buharlaştırılmaktadır. Buharlaştırılan miktar belirlenerek, toprak içindeki su içeriği belirlenmiş olmaktadır [1-4]. Bu yöntemin avantajı; ucuz bir metot olması, kolay hesaplanabilme olarak görülebilmektedir. Ancak bu metodun birçok dezavantajı vardır.

- ✓ Taşıma ve örnek alma gerektirir.
- ✓ Örnek almada yaşanan sıkıntılar
- ✓ Örnek alınırken toprağa verilen zararlar
- ✓ Tekrarlanabilirlik sorunu
- ✓ Kurutma ve tartım sırasında yaşanan sıkıntılar bu yöntemin uygulanabilirliğini sınırlandırmaktadır.

#### A) Toprak neminin kütle esasına göre tayini:

Yöntem, kurutma ve tartım yöntemi olarak bilinir. Bu yöntem kullanılarak, alınan örnekler tartılarak fırında ( $105 \pm 5$ ) °C'de kurutulur. Kurutma işlemi, birbirini izleyen iki tartım arasındaki farkın en az % 0,1 "değişmez kütle" ye ulaşana kadar devam edilmesi gerekmektedir. Sabit kütleye ulaşmak için toprakların çoğunu 16 saat ile 24 saat arasında kurutmak yeterlidir. Fakat bazı toprak tipleri ve çok nemli örneklerin kurutulmaları için daha uzun süre gerekli olabilmektedir [5].

Örnekler, her kurutma işleminden sonra ortamdan etkilenmemesi ve soğutulması amacıyla, içerisinde nem tutucu olan desikatörler içerisine hızlı bir şekilde alınmalıdır. Burada soğumaya bırakıldıktan sonra yine ortamdan etkilenmeyecek şekilde, 10 mg hassasiyete sahip terazi kullanılarak tartımlar yapılarak, elde edilen sonuçlar, Denklem (1.1) kullanılarak hesaplanma yöntemine dayanmaktadır.

$$W_{H_2O} = \left( \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0} \right) \times 100 \quad (1.1)$$

Burada;

$m_0$  : Boş kabın kapağı ile birlikte kütlesi, g

$m_1$  : Nemli toprak örneği bulunduran kabın kütlesi, g

$m_2$  : 105 °C de kurutulmuş toprak örneğin kapla birlikte kütlesi, g

## B) Toprak neminin hacim esasına göre tayini

Yöntem yukarıdaki metot gibi, yine kurutma, tartma yöntemidir. Burada hacim ve yoğunluk kavramları işin içine girmektedir [6].

### 1.2. Endirekt yöntemler

Endirekt yöntemlerde, toprağın belli fiziksel ve fizikokimyasal özelliklerinin su miktarına bağlı olarak değişimleri esas alınmaktadır. Bu yöntemlerin birçoğunda nem tayini ya toprağa yerleştirilmiş kalıcı sensörler veya toprakta açılan özel yuvalar içerisine okuma anında yerleştirilen sensörler vasıtasıyla kolaylıkla yapılabilmektedir. Endirekt yöntemlerin en önemli özelliği, ekipmanın bir kez tesis edilmesinden sonra toprak yapısında herhangi bir bozulmaya sebebiyet vermeksizin, az bir zaman harcayarak aynı yerde gerçek zaman diliminde ve kolay erişilebilir bir biçimde, sık ve sürekli ölçümlere olanak sağlamalarıdır. Ayrıca, toprağın su içeriği sensörün okumasıyla birlikte belirlenmiş olmaktadır. Endirekt yöntemler arasında en yaygın olanları aşağıda verilmiştir. Bunlardan ilk dördü içinde kısaca açıklayıcı bilgiler verilmiştir. [1].

- ✓ TDR (Time Domain Reflectometry - Zaman Etkili Yansıma Ölçer)
- ✓ Nötron Metreler
- ✓ Tansiyometreler
- ✓ İletkenlik sensörleri (örneğin, taneli matriks sensörleri ve alçı bloklar)
- ✓ Termal sensörler
- ✓ Campbell FDR (Frequency Domain Reflectometry – Frekans Etkili Yansıma Ölçer)
- ✓ Kapasitif sensörler

#### 1.2.1. Zaman etkili yansıma (TDR)

Toprak nemini, toprağın elektriksel iletkenliğinin bir ölçüsü olarak belirleme prensibine dayanmaktadır. Toprağa batırılan belli uzunluktaki problar arasındaki elektriksel iyonların iletim hızı ve dalga şekillerinin, toprağın bileşenleri ve topraktaki su miktarına bağlılığının belirlenmesidir. Toprağa batırılan iki prob arasındaki elektromanyetik yansımanın ölçülmesi olarak da tanımlanmaktadır. Bu yöntem, su içeriğine bağlı olarak toprak dielektrik sabiti 'e' nin değişmesi temeline dayanmaktadır. Şekil 1'de bu yöntemle çalışan toprak nem ölçüm cihazları verilmiştir. Çok değişik yapıda, uzunlukta ve bir çok değişik dizaynda karşımıza çıkmaktadır. Bu yöntemin avantajı, toprağın hacimsel su içeriğinin doğrudan ölçülebilir olması olarak ele alınmaktadır. Ancak cihazın dezavantajı ise; pahalı olması ve yüksek tuz ve organik madde içeren, özellikle ince bünyeli topraklarda yeterli doğrulukta sonuç verememesi olarak karşımıza çıkmaktadır [1].

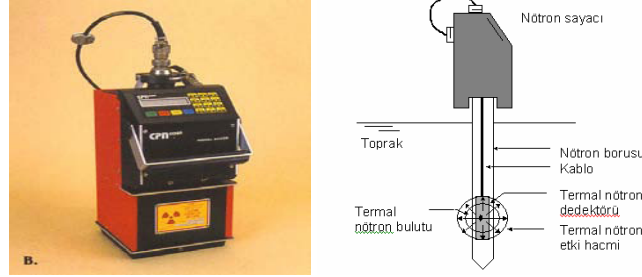


Şekil 1. TDR Ölçüm cihazları[1]

#### 1.2.2. Nötron metreler (NM)

Yöntem, hızlı nötron saçan bir kaynaktan (nötron probe) çıkan nötronların, toprak suyu tarafından yavaşlatılması ve yavaşlatılmış nötron sayısının özel sayaçlarla ölçülmesi şeklindedir. Bu amaçla, toprak nemi ölçülecek yerlere altı açık ve içi boş metal borular yerleştirilir. Genellikle amerikyum-berilyum karışımı olan radyoaktif madde nemin ölçüleceği derinliğe kadar sarkıtılır. Yavaşlayan nötron

sayısı özel sayaçla ölçülür. Daha önceden hazırlanmış kalibrasyon eğrisinde yavaşlatılmış nötron sayısına karşılık gelen toprak nemi miktarı doğrudan elde edilir. Şekil 2’de bu yöntemle çalışan toprak nem ölçüm cihazları verilmiştir. Kullanılan radyoaktif maddelerin çevresel açıdan kontrolünün zorluğu ve riski bu cihazların kullanımını kısıtlamaktadır. Ayrıca bu cihazların kullanılması için özel eğitimler ve dikkat gerekliliği, pahalı olması kullanım dezavantajı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yöntemin avantajı ise; nötron yöntemi ile oldukça sağlıklı toprak nemi ölçmeleri yapılabilmesidir [1].



Şekil 2. Nötronmetre ölçüm cihazı ve şematik gösterimi[1]

### 1.2.3. Tansiyometreler

Tansiyometrelerle toprak nemi, negatif basınç ölçme prensibine dayanmaktadır. Bu yöntemde toprak nemi gerilimini ölçme prensibi dikkate alınmaktadır. Eğer topraktaki negatif basınç, toprak su içeriği arasında, toprak su karakteristik eğrisi diye tanımlanan ilişki biliniyorsa, tansiyometre okumalarından toprak su içeriği de belirlenebilir [1,7].

Tansiyometreler içi su dolu bir gövde, seramik uç ve vakum göstergesinden oluşmaktadır. Bir tansiyometrenin araziye yerleştirilmesi için toprak neminin ölçüleceği derinliğe kadar çukur açılmakta ve gövde o çukura yerleştirilmektedir. Seramik ucun açılan deliğe tam olarak girmiş olması önemlidir. Seramik uçla toprak arasında iyi bir temasın sağlanması için gövde etrafı toprakla doldurularak, sıkıştırılmalıdır. Toprakta bulunan nem miktarına göre, seramik uçtan toprağa doğru ya da topraktan seramik uç aracılığıyla tansiyometre gövdesine doğru su akışı olur ve bir hidrolik denge kurulur. Bu koşulda göstergeden bir değer okunur. Okunan bu değer daha önce hazırlanmış kalibrasyon eğrisinde işaretlenerek topraktaki nem miktarı kuru ağırlık yüzdesi cinsinden elde edilir. Bu yöntemin avantajları, pratik ve kolay okuma yapabilme, toprak su akışını etkileyen temel parametreleri ölçebilmesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Dezavantajları ise; kurulumdan önce bir düzenlemeye gereksinim duyulması, bakım gerektirmesi, seramik ucun değiştiği noktayı iyi belirleyememe, toprak yapısına bağımlı olması, kullanılacağı toprak yapısına göre eğrisinin oluşturulması ve belli nem değerleri altında okuma yapamamaları (0,85 atm) olarak karşımıza çıkmaktadır.

### 1.2.4. Direnç blokları (iletkenlik sensörler):

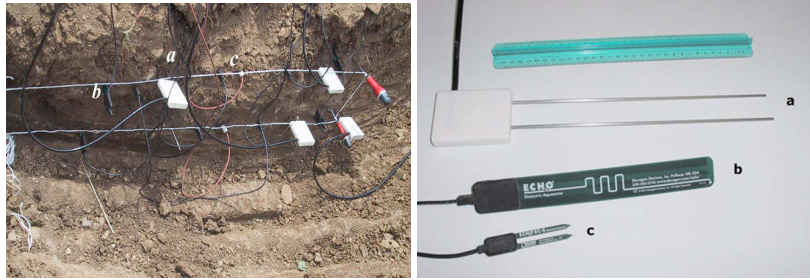
Şekil 3’de verilen direnç blokları, alçı veya gözenekli plastik bloklar içine yerleştirilmiş metal ileticiler arasındaki elektrik direncinin ölçülmesi ve bu direncin toprak nemi ile ilişkilendirilmesi prensibine dayanmaktadır. Ölçülecek toprak neminin daldırma derinliğine yerleştirilerek göstergesinde basınç veya direnç okuması yapılmaktadır. Daha sonra kalibrasyonu sırasında bulunan fonksiyon kullanılarak toprak nemine geçiş yapılmaktadır. Toprak nem içeriği ile blok dirençleri arasında, su miktarı arttıkça direncin düşmesi, bir ilişki mevcuttur. Bu yöntemin avantajları; ucuz olması, kolay ve pratik okuma olarak değerlendirilirken, dezavantajları; kurulumu esnasındaki zorluklar, kaba bünyeli topraklarda hassas ölçüm alamaması, toprağa gömerken boşluk kalma riski, kullanım süresi kısalığı ve toprağın yapısına göre seçim yapma gerekliliği olarak karşımıza çıkmaktadır [1].



Şekil 3. Direnç blokları ölçüm cihazı [1]

Toprak nemi ölçüm metotları, teknoloji ilerledikçe gelişmekte ve daha doğru ve güvenilir ölçümler yapılabilmektedir. Böylece toprak ve su ekosistemlerinin doğru olarak kullanılması sağlanmış olmaktadır. Toprak ekosisteminde verimin artması, canlıların yaşamının iyileşmesi anlamına gelmektedir. O yüzden ki bu teknolojilerin bilinmesi ve gelişen teknolojilerin yurdumuza aktarılması önemlidir.

Şekil 4'de farklı tip toprak nemi ölçme cihazları ile yapılan bir ölçüm gösterilmektedir [1,8].



Şekil 4. Farklı tip toprak nemi ölçüm cihazları

Kullanılan bu sensörlerin toprak içinde algılama alanları da önemlidir. Her bir toprak nem ölçerin etkili olduğu bir kapasite mevcuttur. Toprak içerisindeki toprak nemi ölçümlerinde ölçüm yapılacak alanın belirlenmesi ve bu alanda ölçüm yapabilen ve bu alanda algılama yeteneği olan toprak nem ölçerlerin seçilmesi, ölçüm sonuçlarının güvenilirliği için önemlidir. Tablo 1.'de toprak nemi ölçüm cihazlarının algılama hacimleri ve etkileşim bilgileri verilmiştir. Toprak nem ölçer seçimi sırasında bu tablodan yararlanabilir.

Teknoloji	Algılanan hacim	Etkileşimler
NMM	$3 \times 104 \text{ cm}^3$ (nemli toprak) $28 \times 104 \text{ cm}^3$ (kuru toprak)	Cl, B, Fe, C
TDR	Prob çubuklarının uzunluğu boyunca ve çubuklar düzleminin ~10 mm üstündeki ve altındaki ve çubuklar düzleminin yanındaki toprak hacmi. (Örneğin 3 çubuklu ve çubuklar arası mesafe 3 cm olan 20 cm' lik bir prob için yaklaşık $320 \text{ cm}^3$ 'tür.	Tuz, toprağın elektriksel, iletkenliği, sıcaklık ve manyetik minareler (nadir görülen)
Kapasitif ve FDR	Çok değişkendir. Genellikle okumanın %90'nı sensörlerin algılayıcı yüzeyinin 20 mm içinden gelir. Fakat bazen algılanan hacim sensörlerin yüksekliğinden küçüktür. Genellikle $\sim 200\text{-}400 \text{ cm}^3$ .	Tuz, toprağın elektriksel iletkenliği (kil tipi, içeriği ve su içeriği dâhil) ve sıcaklık
Isı yayımı	Çok değişkendir, sensörün etrafındaki 20 mm bölge olup, küçüktür.	Metalik toprak bileşenleri
İletkenlik sensörleri (gypsun blokları)	Toprak iletkenlik tarafından belirlenen bir toprak hacmiyle dengelenir. Genellikle ıslak toprakta $500 \text{ cm}^3$ 'tür. Fakat kuru toprakta çok daha küçüktür.	Sıcaklık, sensörde kullanılan $\text{CaSO}_4$ haricindeki tuzlar.

Tablo 1. Toprak nemi ölçüm cihazlarının algılama hacimleri ve etkileşimleri [1]

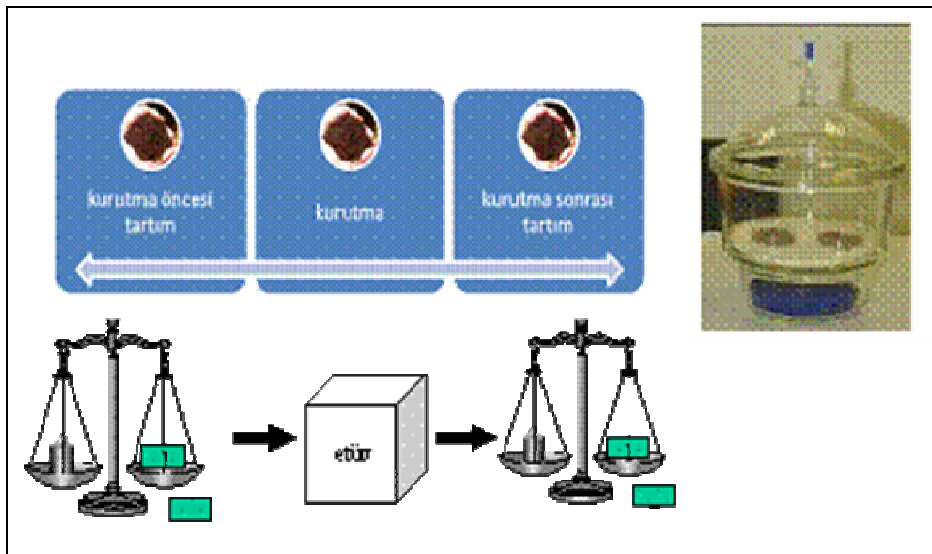
## 2. Dijital toprak nem ölçer (Direnç blokları) kalibrasyonu

Dijital toprak nem ölçerin kalibrasyonu için, TÜBİTAK UME Sıcaklık laboratuvarında kalibrasyon düzeneği hazırlanmıştır. Laboratuvara iki büyük saksı içerisinde toprak örnekleri getirilmiştir. Bu toprak örnekleri su ile doyurulmuştur. Dijital toprak nem ölçer, saksı içerisine daldırılarak toprak nem kararlı oluncaya kadar beklenmiştir. Toprak nem ölçüm değerleri ölçüm formuna kaydedilmiştir. Aynı zamanda toprak nem ölçerin okuma yaptığı seviyeden (daldırıldığı kısımlardan) örnekler alınarak, Gravimetrik yöntem kullanılarak, TS ISO 11465 “Kütle Esasına Göre Kuru Madde ve Su Muhtevasının Tayini - Gravimetrik Metot” standardına göre, toprak örneklerinin nem tayini yapılmıştır.



Şekil 5. Dijital toprak nem ölçerle toprak nem ölçümü

Gravimetrik yöntem, kurutma ve tartma yöntemi olarak bilinir. Bu yöntemde, alınan örnekler tartılarak fırında ( $105 \pm 5$  °C'de kurutulmuştur. Kurutma işlemi, birbirini izleyen iki tartım arasındaki fark en az % 0,1, “değişmez kütle” ye ulaşana kadar devam edilmiştir. Bu çalışmada örnekler yaklaşık 24 saat kurutma işlemine tabi tutulmuşlardır. Örnekler, her kurutma işleminden sonra ortamdaki etkilenmemesi ve soğutulması amacıyla, içerisinde nem tutucu olan desikatörler içerisine hızlı bir şekilde alınmıştır. Burada soğumaya bırakıldıktan sonra yine ortamdaki etkilenmeyecek şekilde, 10 mg hassasiyete sahip terazi kullanılarak tartımlar yapılmıştır (Şekil 6.). Toprak nem içeriği Denklem (1.1) kullanılarak hesaplanmıştır.



Şekil 6. Gravimetrik toprak nem kütle ölçüm yöntemi düzeneği

Böylelikle gravimetrik yöntemle bulunan toprak nem değeri de ölçüm formuna kaydedilmiştir. Bu ölçümler farklı toprak nem değerlerinde gerçekleştirilmiştir.

Böylelikle gravimetrik yöntem ile bulunan değerler ile dijital toprak nem ölçerinin okuduğu değerler karşılaştırılarak, karşılaştırmalı kalibrasyon yöntemi ile dijital toprak nem ölçerinin kalibrasyonu gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda her iki ölçüm için, Şekil 7'de verilen belirsizlik bileşenleri kullanılarak, laboratuvarında alınan ölçümlerde gravimetrik yöntem ile dijital toprak nem ölçerinin belirsizlik değeri de tayin edilmiştir.



Şekil 7. Belirsizlik bileşenleri

### 3. Ölçümler ve Değerlendirme

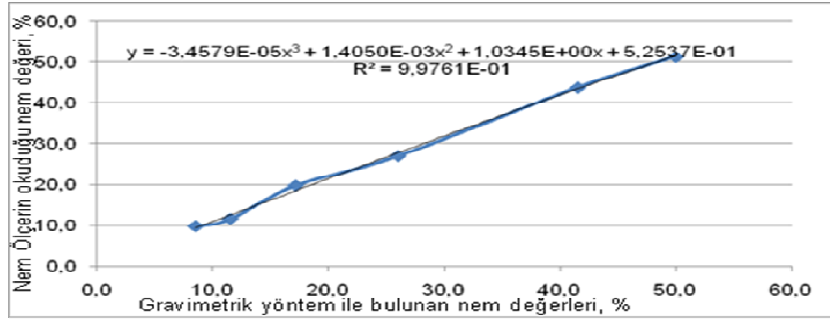
Her bir ölçüm noktası için dijital toprak nem ölçerinin düzeltme ve belirsizlik değeri de hesaplanarak Tablo 2'de verilmiştir.

Nem içeriği %		Düzeltilme Değeri	Belirsizlik Değeri (k=2),%
Gravimetrik yöntem ile	Dijital Nem ölçer ile		
9,7	8,5	1,2	2,0
11,5	11,5	0,0	2,0
19,8	17,2	2,6	2,0
27,0	26,0	1,0	2,0
43,8	41,5	2,2	2,0
51,3	50,0	1,3	2,0

Tablo 2. Toprak nem ölçer kalibrasyon sonuçları

Tabloda verilen değerler dışında ara değerlerin hesaplanması için aşağıda verilen grafik oluşturularak 3. Dereceden polinom denklem oluşturulmuştur.





Şekil 6. Ara değerlerin hesaplanması için bulunan fonksiyon

#### 4. Sonuçlar:

Dijital toprak nem ölçer, 9,7 ile 51,3 aralığında nem içeriği içeren toprak numuneleri kullanılarak gravimetrik yöntem ile karşılaştırılarak kalibre edilmiştir. Bu aralıkta bulunan ara değerlerin hesaplanması içinde fonksiyon belirlenmiştir. Fonksiyondan kaynaklanan belirsizlikte hesaba katılarak bu aralıkta dijital toprak nemi ölçerin, genişletilmiş belirsizliği % 2,0 nem içeriği olarak belirlenmiştir.

#### 5. Kaynak

- [1] Training course series 30, Field estimation of soil water content, A Practical Guide to Methods, Instrumentation and Sensor Technology, IAEA, Vienna, 2-8, 2008.
- [2] Küp F., TDR Cihazının Kalibrasyonunun Yapılması Ve Sulama otomasyonuna Uygun Hale Getirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, 2009, 237403.
- [3] [http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications/CIMO-Guide/CIMO %20Guide %207th%20Edition, %202008/Part%20I/Chapter%2011.pdf](http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications/CIMO-Guide/CIMO%20Guide%207th%20Edition,%202008/Part%20I/Chapter%2011.pdf), (Ziyaret Tarihi: 15 Şubat 2011).
- [4] Tülin Y., Toprak su içeriğinin ve yarayıslı su düzeylerinin TDR (time domain reflectometry) ile ölçülmesi ve aletin çeşitli toprak bünye sınıflarında kalibrasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2005, 197998
- [5] Toprak Kalitesi - Kütle Esasına Göre Kuru Madde Ve Su Muhtevasının Tayini - Gravimetrik Metot, TS ISO 11465, Kasım 1997.
- [6] Toprak Kalitesi - Toprak Rutubetinin Hacim Esasına Göre Tayini - Gravimetrik Metot, TS ISO 11461, Nisan 1997.
- [7] Toprak Kalitesi - Gözenek Suyu Basıncının Tayini -Tansiyometre metodu, TS ISO 11276, Nisan 1997.
- [8] Chow L., Xing Z., Rees H.,W. Meng, F., Monteith J., and Stevens L., Field Performance of Nine Soil Water Content Sensors on a Sandy Loam Soil in New Brunswick, Maritime Region, Canada, Sensors, 2009, 9, 9398-9413.



## ÖZGEÇMİŞ

### Ali UYTUN

1972 Kahramanmaraş, Pazarcık doğumludur. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünden 1997 yılında mezun olmuştur. Yüksek lisans eğitimini, Kocaeli Üniversitesi Çevre Mühendisliğinde 2012 yılında tamamlamıştır. 1998 yılında TÜBİTAK UME Sıcaklık Laboratuvarı'nda araştırmacı ünvanıyla işe başlamıştır. Çalışma konuları, sıcaklık ve nem ölçümleri ana konuları içerisinde yer alan; sıcaklık sabit noktaları, suyun üçlü noktası, standart platin direnç termometresi, direnç termometreleri, ısıçift, cam termometreleri, çiy noktası ölçerler, bağıl nem ölçerler ve benzeri cihazların kalibrasyon ve ölçümleridir. Bunların yanı sıra sıcaklık ve nem ölçümleri konusunda ulusal ve uluslararası karşılaştırmalar hazırlamış ve katılmıştır. 2009 yılından bu yana Türk Akreditasyon Kurumunda (TÜRKAK), sıcaklık ve nem ölçümleri konusunda teknik denetçi olarak görev almaktadır.

### Murat KALEMCI

1972 yılı İzmir doğumludur. Bornova Anadolu Lisesi'ni bitirdikten sonra O.D.T.Ü. Fizik bölümüne girmiştir. 1996 yılındaki mezuniyetinin ardından aynı üniversitede Yüksek Lisans çalışmalarına başlamış ve 1999 yılında Yüksek Fizikçi ünvanını almıştır. 2004-2010 yılları arasında Yeditepe Üniversitesi Fizik bölümünde doktorasını tamamlamıştır. 1998 yılından bu yana TÜBİTAK-UME Sıcaklık Grubu Laboratuvarının Kontak Sıcaklık alanında ve özellikle birincil seviye sabit nokta yapım ve ölçümleri konusunda çalışmaktadır. 2011 Aralık ayından itibaren Sıcaklık Laboratuvarı Sorumluluğu görevini yürütmektedir. Türk Akreditasyon Kurumunda (TÜRKAK), sıcaklık ve nem ölçümleri konusunda teknik denetçi olarak görev almaktadır.