

# SICAKLIK KONTROLLÜ HACİMLERİN KALİBRASYONUNDA RADYASYONDAN KAYNAKLI BELİRSİZLİK BİLEŞENİNİN İRDELENMESİ

Ali UYTUN  
Murat KALEMCI  
Mücahit KORKMAZ  
Elif AVİNCA  
Pervin TÜZÜN

## ÖZET

Ülkemizdeki kalibrasyon laboratuvarlarının çoğu “Sıcaklık Kontrollü Hacimlerin Kalibrasyonu” başlığında akredite olmuşlardır. Bu alandaki kalibrasyonlar, EURAMET rehber dokümanının da (Guidelines on the Calibration of Temperature and/or Humidity Controlled Enclosures, Cg-20) atıfta bulunduğu TS EN 60068-3-5, TS EN 60068-3-11 ve DKD-R5-7 standartlarına göre gerçekleştirilmekte ve belirsizlik hesaplamaları bu dokümanlara göre yapılmaktadır. Belirsizlik bileşenlerinden biri olan radyasyon etkisi, kabinlerin duvar yapıları, duvar sıcaklığı ile hava sıcaklığı arasındaki fark, sensörlerin emisivite değerleri ile ilişkilidir. Bu yayında farklı iki sıcaklık kabininde, iki farklı sıcaklık sensörü seti kullanılarak, birinci tip sıcaklık kaynağında 100 °C ve 200 °C ölçümleri, ikinci tip sıcaklık kaynağında ise 50°C ve 100 °C ölçümleri alınmıştır. İki sıcaklık sensörü seti, bir adet kalkanlı ve kalkansız T tipi ısılıçift ve ile bir adet kalkanlı ve kalkansız Pt-100 sıcaklık sensöründen oluşmaktadır. Bu çalışmada hem duvarların radyasyon etkisine katkısı, hem de sıcaklık sensörlerinin radyasyon etkisini nasıl algıladıkları görülecek ve bu etkiden kaynaklanan belirsizlik değeri ölçüm sonuçları temel alınarak hesaplanacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Sıcaklık kontrollü hacimler, radyasyon etkisi, kalibrasyon, belirsizlik

## ABSTRACT

The scopes of the most of the accredited calibration laboratories involve the service related to the calibration of temperature-controlled volumes. The calibration of temperature-controlled volumes are carried out according to the TS EN 60068-3-5, TS EN 60068-3-11 and DKD-R5-7 standards which also EURAMET Cg-20 ((Guidelines on the Calibration of Temperature and/or Humidity Controlled Enclosures ) refers to and the calibration uncertainties are evaluated by following these documents.

One of the uncertainty parameters is due to the error arising from the radiation effect. Radiation effect is related to the wall structure of enclosure, the temperature difference between the air temperature and wall temperature and also emissivity of the sensors.

In this study, two different temperature-controlled volumes have been calibrated using two different sets of temperature sensors. The first volume has been characterized at 100 ° and 200 °C whereas the second one was calibrated at 50 °C and 100 °C. The temperature sensor sets contain two type T thermocouples and two Pt-100 thermometers, one being shielded whilst the other one not. This paper will illustrate how the enclosure walls contribute the radiation effect and also how and to what extent the thermometers sense the radiation effect. The uncertainty arising from the radiation effect will be assessed based on these measurement results.

**Key Words:** Temperature-controlled volumes, Radiation effect, Calibration, Uncertainty.

## 1. GİRİŞ

Akredite olan birçok sıcaklık laboratuvarı kapsamlarında, Sıcaklık Kontrollü Hacimlerin Kalibrasyonu başlığı yer almaktadır. Aslında bu kapsam ölçümü için, Euramet rehber dokümanın [1] olması, bu rehber dokümanın atıfta bulunduğu standartların (TS EN 60068-3-5 [2], TS EN 60068-3-11 [3] ve DKD-R5-7 [4]) açık bir şekilde ölçüm metodunu ve belirsizlik hesap yöntemini açıklaması laboratuvarın işlerini kolaylaştırmaktadır.

Rehber dokümanda, bir kontrollü sıcaklık hacmin kalibrasyonu için, belirsizlik bütçesinde değerlendirilmek üzere asgari olarak aşağıda verilen parametrelerin saptanması gerekliliği belirtilmiştir:

- ✓ Hava sıcaklığı/nemin belirtilen kalibrasyon hacminde uzaysal dağılımı
- ✓ Hava sıcaklığı/nemin örnek zaman periyodu süresince zamansal kararlılığı
- ✓ Kalibrasyonda kullanılan çalışma standardı(referans) ile ilişkili belirsizlikler
- ✓ Sıcaklık sensörünün emisivite değeri farklılığından, sensör boyutundan kaynaklanan ve kabindeki hava ile kabinin duvarları arasındaki sıcaklık farkından kaynaklanan radyasyon etkisi (belirli sıcaklıklarda bu en büyük belirsizlik parametresi olabilmektedir.)
- ✓ Kabin içindeki hava, ölçüm problemleri ve yük arasındaki zamana bağlı sıcaklık farkları,
- ✓ Havadaki ya da kabindeki tamponun (sıvı, blok) içine yerleştirilmiş problemlerin sıcaklık değişikliklerine duyarlılığı
- ✓ Kabin içindeki yüklemenin hava sıcaklığının ve neminin uzaysal ve zamansal dağılımına etkisi
- ✓ Ortam koşullarının etkisi
- ✓ Göstergelerin çözünürlüğü

Kalibrasyon laboratuvarlarının ölçüm prosedürleri ve/veya talimatları, bu parametrelerin belirsizliğe nasıl katkı yaptığını tanımlayarak, belirsizlik hesaplamalarını içermektedir.

Bu yayında, radyasyon etkisi olarak ele alınacak belirsizlik bileşeni irdelenmiştir. Sıcaklık kontrollü hacimler, oda sıcaklığının üzerindeki bölgelerde kullanıldığı zaman, genellikle de oda sıcaklığı üzerinde kullanılmaktadırlar; duvar sıcaklığı hava sıcaklığında daha düşük olmaktadır. Radyasyon kayıpları nedeniyle hava sıcaklığı, kullanışlı hacimde kullanılan bir termometreden veya test edilen nesnenin sıcaklığı önemli ölçüde farklı olabilir. Eğer nesnenin emisivitesi veya ışıma miktarı ( $\epsilon$ ), termometreninkinden farklı ise, büyük farklar dikkate alınmalıdır.

Belirlenecek hava sıcaklığı ile bir termometrenin sıcaklığı arasındaki fark, termometre yüzeyinin yayılmasına, boyutuna ve sensörün konumuna, sensör üzerine akan havanın hızına ve duvar sıcaklığına bağlıdır.

Sıcaklık ortamı olarak kullanılan kontrollü sıcaklık hacimlerinde radyasyon etkisi, hacmin orta noktasında bulunan termometrenin yanına düşük emisivite değerine sahip bir termometre veya termometre üzerine radyasyon kalkanı olan başka bir termometre konarak belirlenebilir. Belirlenen bu etki sertifikada mutlaka belirtilmelidir. DKD-R5-7 standardına göre radyasyon etkisi aşağıdaki dört işlemle tahmin edilmektedir:

1. Radyasyon etkisinin belirlenmesi, kontrollü sıcaklık hacimlerde çalışma alanının orta noktasındaki sıcaklığın, emisivite değeri yüksek olan bir termometre ( $\epsilon > 0,6$ ) ve emisivite değeri düşük olan bir termometre ( $\epsilon < 0,15$ ) kullanılarak ölçülmesi ile gerçekleştirilebilir.

Cilalanmış nikel yüzeyli (düşük emisivite) bir termometrenin yanı sıra teflon yüzeyli (yüksek emisivite) bir termometrenin kullanılması önerilmiştir. Yani termometre çiftlerinin önemli ölçüde farklı emisivite kaplamaları (altın veya karartılmış yüzeyler) ile oluşturulmaları ve kullanılmaları gereklidir.

Her iki termometre yüzeyinin emisivite değeri yüksek doğrulukta bilinmelidir. Özellikle düşük emisivite değerine sahip termometre yüzeylerinin oksidasyonu veya pürüzlülüğünden kaçınılmalıdır. Düşük emisivite değerine sahip termometre ile alınan sıcaklık ölçümleri, yaklaşık hava sıcaklığını gösterir. İki termometre arasında tespit edilen fark, radyasyon etkisinin bir ölçüsüdür.

2. Hava sıcaklığı, bir radyasyon kalkanı kullanarak duvar etkisinden korunan bir termometre ile de ölçülebilir.

Termometre üzerine, hava teması da sağlanacak şekilde, bir radyasyon kalkanı tasarımı ve dizaynı yapılarak, ölçümler alınabilir. Radyasyon kalkanı monte edildiğinde, termometre yaklaşık olarak hava sıcaklığını ölçer ve radyasyon kalkanı kaldırıldıktan yada kalkan olmayan diğer bir termometre ile ölçülen sıcaklık, "radyasyon sıcaklığı", yani radyasyonun etkisi altındaki sıcaklık olarak ölçülür. İki termometre arasında tespit edilen fark, radyasyon etkisinin bir ölçüsüdür.

3. Duvar sıcaklığının ölçümü ve düşük emisivite değerine sahip bir termometre (BKNZ. 1.) veya radyasyon kalkanı olan bir termometre (BKNZ. 2.) kullanılarak, yaklaşık olarak hava sıcaklığı ölçümü ve maksimum radyasyon etkisinin tahmin edilmesini sağlar.
4. 0 ° C ile 50 ° C arasındaki sıcaklıklarda, radyasyon etkisinin metrolojik olarak belirlenmesi gerekli değildir ve ölçüm belirsizliğine maksimum 0,3 K katkı sağlayacağı varsayılabilir.

Radyasyon kuralına göre, radyasyon etkisi yüksek sıcaklıklarda orantılı olarak artar. Oda sıcaklığının altında bu etki terstir fakat etkisi oldukça küçük ve çoğu zaman ihmal edilebilir düzeydedir. Sıcaklık kontrollü hacimin modeline bağlı olarak, 150 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda birkaç kelvin farklılıklar mümkündür.

Bu çalışmada, farklı iki sıcaklık kabini, iki farklı sıcaklık sensörü seti kullanılarak, birinci tip sıcaklık kaynağında 100 °C ve 200 °C ölçümleri, ikinci tip sıcaklık kaynağında ise 50°C ve 100 °C ölçümleri alınmıştır. İki sıcaklık sensörü seti, bir adet kalkansız T tipi ısılıçift ve bir adet kalkanlı yeni bir T tipi ısılıçift ile bir adet kalkansız Pt-100 sıcaklık sensörü ve kalkanlı Pt-100 sıcaklık sensöründen oluşmaktadır. Her iki kontrollü sıcaklık kaynağından belirlenen sıcaklıklarda her iki sıcaklık sensörleri ile ölçümler alınmış ve ölçüm sonuçları ve belirsizlik hesaplamaları ölçümler başlığında verilmiştir.

## 2. Ölçümler

### 2.1 Ölçümde Kullanılan Cihazlar

Ölçümler sırasında kullanılan cihaz bilgileri aşağıdaki Tablo1 de verilmiştir. Ölçümler iki adet kontrollü sıcaklık kaynağında (etüv, iklimlendirme kabini) gerçekleştirilmiştir. Referans cihaz olarak ise çoklu okuma sistemi olarak adlandırılan ve on adet T tipi ısılıçift (bir adet radyasyon etkisi için dizayn edilen) ve iki adet direnç termometresi (bir adet radyasyon etkisi için dizayn edilen) bağlı olan bağlı olan sıcaklık okuma cihazdır. Çoklu okuma sistemi ve bağlı olan termometreler öncelikle ölçüm noktalarında sıvı banyolarda kalibre edilmiştir. Her bir termometrenin düzeltme değerleri belirlenmiştir ve ölçümler sırasında düzeltme değerleri dikkate alınmıştır.

**Tablo 1.** Kalibrasyonu yapılan kontrollü sıcaklık hacim cihaz bilgileri

Cihaz Adı	Üretici Firma	Seri No	Ölçüm Noktaları	Boyut (yaklaşık)
Etüv	Carbolite	20-603452	150 °C	46X65x41
İklimlendirme Kabini	Weiss	59226017690010	-20 °C ve 100 °C	100x100x100
Sıcaklık Okuma sistemi	Fluke 1586A	38190021	-80 °C ile 200 °C	---

### 2.2. Etüv ve İklimlendirme Kabinin Sıcaklık Dağılım Ölçümleri

Ölçümler için termometreler, TS EN 60068-3-5 standardında uygun olarak, kontrollü sıcaklık hacimlerine yerleştirilmiştir. Orta noktaya yerleştirilen termometrenin yakınına radyasyon etkisi için kullanılacak ısılıçift (kalkanlı) ve PT-100 (kalkanlı) termometreleri yerleştirilmiştir. Ayrıca orta merkezde bulunan kalkanlı PT-100 termometresinin farkını görmek için ise yine normal bir PT-100 yerleştirilmiştir. Yani ölçümler toplam on iki adet termometre ile gerçekleştirilmiştir.

Her iki kabin için alınan ölçümlerdeki datalar kullanılarak, TS EN 60068-3-11 standardına uygun olarak belirsizlik hesaplamaları yapılmıştır. TS EN 60068-3-11 standardında bulunan örnek belirsizlik tablosunda yer almayan radyasyon etkisi belirsizlik bileşeni, Cg-20 rehber dokümanında yönlendirdiği DKD R5-7 standardına göre değerlendirmeye alınmıştır. Ayrıca, ölçümler kontrollü sıcaklık kaynakları içinde yükleme yapılmadan, boş durumdayken yapılmıştır. Bu sebeple yükleme etkisinden kaynaklanan belirsizlik göz önüne alınmamıştır.

Tablo 2’de, her bir sıcaklık kaynağında alınan her bir sıcaklık noktasında ısıçift ve direnç termometreleri için kalkanlı ve kalkansız termometre olarak sıcaklık farkları verilmiştir. Bu değerler radyasyon etkiden kaynaklı olduğu düşünülerek, belirsizlik hesaplaması için bu değerler kullanılmıştır.

**Tablo 2.** Radyasyon etkisi için kullanılan termometre farkları

Sıcaklık Kaynağı	Ölçüm Sıcaklık Değerleri/°C	Isıçift Sıcaklık değerleri/°C			Direnç Termometre sıcaklık değerleri/°C		
		Kalkansız	Kalkanlı	Fark	Kalkansız	Kalkanlı	Fark
İklimlendirme Kabini	50.00	49.60	49.90	<b>-0.30</b>	49.81	49.79	<b>0.02</b>
	100.00	98.74	98.50	<b>0.24</b>	98.76	98.81	<b>-0.05</b>
Etüv	100.00	101.11	101.27	<b>-0.16</b>	102.30	102.17	<b>0.13</b>
	200.00	199.71	199.86	<b>-0.15</b>	200.63	200.41	<b>0.21</b>

Her iki sıcaklık kaynağı için ortak olarak belirlenen 100 °C ölçüm noktası için belirsizlik hesabı Tablo 3’te verilmiştir. Radyasyon etkisi, kalkanlı T tipi ısıçift ve kalkansız ısıçift farkı alınarak hesaplanmıştır.

**Tablo 3.** 100 °C de etüv ve iklimlendirme kabini için belirsizlik hesabı

Sıcaklık kaynakları		Etüv		İklimlendirme Kabini	
	Belirsizlik kaynağı	Standart Belirsizlik	Belirsizlik katkısı	Standart Belirsizlik	Belirsizlik katkısı
		$u(x_i)$	$u_i(y)$	$u(x_i)$	$u_i(y)$
Referans cihaz	Referans termometre belirsizliği	0.065	0.004225	0.065	0.004225
	Tekrarlanabilirlik	0.01	0.0001	0.01	0.0001
	Histerisiz	0.0289	0.0008352	0.0289	0.0008352
	Sıcaklık etkisi	0.086	0.007396	0.086	0.007396
	Ref termometre Drift	0.0577	0.0033293	0.0577	0.0033293
	Doğrusallık	0.0115	0.0001323	0.0115	0.0001323
	Çözünürlük	0.00288	8.294E-06	0.00288	8.294E-06
Sıcaklık Kaynağı	Sıcaklık Dağılımı	1.1595667	1.3446	0.41646	0.173438
	Sıcaklık Dalgalanması	1.1558427	1.336	0.07273	0.00529
	Ortalamanın sapması	0.0694602	0.00483	0.02252	0.0005074
	Radyasyon etkisinden kaynaklanan belirsizlik	<b>0.09</b>	0.0081	<b>0.14</b>	0.0196
Toplam Belirsizlik / °C			<b>1.65</b>		<b>0.46</b>
Genişletilmiş Belirsizlik (k=2) / °C			<b>3.30</b>		<b>0.92</b>

Tablo 2'de hesaplanan her bir fark değeri (radyasyon etkisinden kaynaklanan) ve standardın ölçüm yapmadan kabul değerleri kullanılması sonucu için belirsizlik hesaplamaları yapılarak sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.** Radyasyon etkisi sonlarına göre genişletilmiş belirsizlik değerleri

Sıcaklık Kaynağı	Ölçüm sıcaklık değerleri /°C	Radyasyon etkisi <sup>1</sup>	Radyasyon etkisi <sup>2</sup>	Radyasyon etkisi <sup>3</sup>
<b>Genişletilmiş Belirsizlik (k=2) /°C</b>				
İklimlendirme Kabini	50.00	0.53	0.44	0.40
	100.00	1.46	<b>0.93</b>	0.89
Etüv	100.00	3.48	<b>3.29</b>	3.29
	200.00	3.84	3.67	3.67

<sup>1</sup>Radyasyon etkisi değerleri olarak ölçümler yapılmadan, rehber dokümanda verilen 50 °C'de 0,3 °C 100 °C ve 200 °C'de ise 1,0 °C alınmıştır.

<sup>2</sup>Radyasyon etkisi, T tipi ısılıçift sensörleri, kalkanlı ve kalkansız farkı olarak alınmıştır.

<sup>3</sup>Radyasyon etkisi, direnç termometreleri, kalkanlı ve kalkansız farkı olarak alınmıştır.

Tablo 2 ve Tablo 4'te görüleceği gibi radyasyon etkisi kabin sensörlerin yapısına, emisivite değerine, kabin duvarına bağlı olarak değişmiştir. İklimlendirme kabinin 100 °C ölçümlerine bakıldığında, rehber dokümanın belirlediği kabul değere göre hesaplanan belirsizlik değeri 1,46 °C olarak hesaplanmıştır. Kalkanlı ve kalkansız yapılan termometre farkları ile bulunan değerle kullanıldığında belirsizlik değerleri, yaklaşık 0,92 °C (ısılıçift ile alınan ölçümler) ve 0,89 °C (direnç termometresi ile alınan ölçümler )'ye kadar düşmüştür. Yüksek sıcaklık etüv ölçümlerinde ise bu farklılıklar sıcaklık dalgalanması ve dağılımdan kaynaklanan belirsizlik parametrelerinde büyük olmasından dolayı farklı çıksa bile büyük bir etki görülmemiştir.

## SONUÇ

Bu yayında farklı iki sıcaklık kabininde, iki farklı sıcaklık sensörü seti kullanılarak, birinci tip sıcaklık kaynağında 100 °C ve 200 °C ölçümleri, ikinci tip sıcaklık kaynağında ise 50°C ve 100 °C ölçümleri alınmıştır. İki sıcaklık sensörü seti, bir adet kalkansız T tipi ısılıçift ve bir adet kalkanlı yeni bir T tipi ısılıçift ile bir adet kalkansız Pt-100 sıcaklık sensörü ve kalkanlı Pt-100 sıcaklık sensöründen ölçümler alınmış ve sıcaklık farkları Tablo 2'de verilmiştir.

100 °C'de her iki sıcaklık kabini için belirsizlik hesabı Tablo 3'te verilmiştir. Tablo 4'te ise her iki kabinde her iki set sıcaklık sensör farkının değişiminden dolayı belirsizlik hesaplamaları sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlara bakıldığında rehber dokümanında ölçüm alınmadan kabul değerleri ile hesaplanan belirsizlik değerlerinin yüksek çıktığı, radyasyon etkisi belirlenerek alınan ölçümler sonucunda hesaplanan belirsizlik değerlerinin daha düşük çıktığı görülmüştür.

Yüksek sıcaklık etüv ölçümlerinde ise bu farklılıklar sıcaklık dalgalanması ve dağılımdan kaynaklanan belirsizlik parametrelerinde büyük olmasından dolayı farklı çıksa bile genişletilmiş belirsizlik hesaplamalarında büyük bir etki görülmemiştir.

## KAYNAKLAR

- [1] Calibration of temperature controlled enclosures , EURAMET cg-20, Version 5.0 (09/2017)
- [2] TS EN 60068-3-5 Çevre şartlarına dayanıklılık deneyleri -Bölüm 3-5: Yardımcı doküman ve kılavuz -Sıcaklık deney odalarının performansının doğrulanması, 2018
- [3] TS EN 60068-3-11 Çevre deneyi- Bölüm 3-11- Destek dokümantasyonu ve kılavuz- iklim deney odalarındaki şartlara ait ölçme belirsizliğinin hesaplanması, 2014
- [4] DKD R5-7 Calibration of Climatic chambers, 02-2019

## ÖZGEÇMİŞ

### Ali UYTUN

1997 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünü bitirmiştir. 2012 yılında Kocaeli Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde Yüksek Mühendis ünvanını almıştır. 1998 yılında TÜBİTAK UME Sıcaklık Laboratuvarında Araştırmacı olarak göreve başlamıştır ve halen bu görevini sürdürmektedir. 2009 yılından beri sıcaklık ve nem ölçümleri konusunda teknik denetçisi ve baş denetçi olarak TÜRKAK denetimlerinde görev almaktadır. Birçok yurt dışı ve yurt içi araştırma projelerinde yürütücü ve/veya proje çalışanı olarak görev almıştır. Sıcaklık sabit noktaları, suyun üçlü noktası, standart platin direnç termometresi, direnç termometreleri, ısıçift, cam termometreleri, nem ölçümleri ve benzeri cihazların kalibrasyonları, eğitimleri, danışmalık hizmetleri çalışma konularından bazılarıdır.

### Murat KALEMCI

1972 yılı İzmir doğumludur. Bornova Anadolu Lisesi'nden mezun olduktan sonra girdiği Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fizik Bölümü'nden 1996 yılında mezun olmuştur. 1996 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Bölümü'nden Bilim Uzmanı (Yüksek Lisans), 2011 yılında ise Yeditepe Üniversitesi'nden Doktor ünvanı almıştır. 1998 yılından itibaren TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü Sıcaklık Laboratuvarında çalışmaktadır. 2011 yılından bu yana Sıcaklık Laboratuvarı sorumlusu olup, TÜBİTAK UME'nin EURAMET TC-T ve BIPM CCT nezdinde temsilciğini yapmaktadır. Ayrıca TÜRKAK akreditasyon faaliyetlerinde denetçi olarak görev yapmaktadır.

### Mücahit KORKMAZ

1994 yılı Manisa doğumludur. Manisa Celal Bayar Üniversitesi Akhisar Meslek Yüksek Okulu Bilgisayar Programcılığı Bölümünden 2014 yılında mezun olmuştur. 2014 yılında Vestel Beyaz Eşya A.Ş. Test ve Ar-Ge Laboratuvarı'nda test teknikeri olarak göreve başlamıştır. 2017 yılı Ocak ayından itibaren UME Sıcaklık Laboratuvarında teknisyen olarak görev yapmaktadır.

### Elif AVİNCA

2017 yılında İstanbul Üniversitesi Fizik bölümünü bitirmiş ve aynı yıl Pedagojik Eğitimini de tamamlamıştır. 2013 yılında Sakıp Sabancı Üniversitesi'nde ince film kaplamaları ile ilgili Nanoteknoloji Laboratuvarı'nda staj yapmıştır. Şubat 2019 yılında Gebze Teknik Üniversitesi Fizik bölümünde Yüksek Lisans çalışmalarına başlamıştır. Yüksek Lisans tez çalışmalarını TÜBİTAK UME Sıcaklık Laboratuvarı'nda sürdürmektedir.

### Pervin TÜZÜN

Haziran 2017'de Pamukkale Üniversitesi Hastaneleri Biyomedikal Cihaz Teknolojisi üzerine staj yapmıştır. Şubat 2018'de Gebze Teknik Üniversitesi Nanoteknoloji Enstitüsünde ince film kaplamaları ve analiz yöntemleri üzerine staj yapmıştır. Nisan 2018'de bir EU projesi olan UNINANO projesi adı altında İtalya – Povo FBK kurumunda 10 günlük nano malzeme üretim ve karakterizasyon çalışmaları eğitimine katılım göstermiştir. 2019'da TÜBİTAK UME de dört aylık uzun dönem stajını Sıcaklık Grubu Laboratuvarı'nda icra etmiştir. Haziran 2019'da Pamukkale Üniversitesi Biyomedikal Mühendisliği bölümünü bitirmiştir.