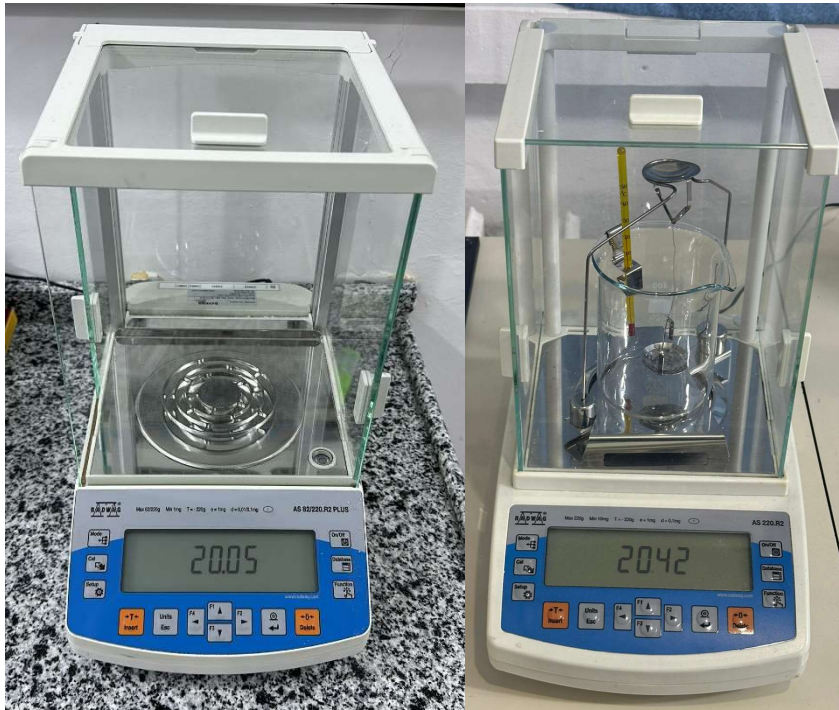


## **Enerji Malzemeleri ve Enerji Depolama Araştırma Grubu EMATES** **(Energy Materials and Energy Storage Research Group EMATES)**

Laboratuvarda genel olarak faz değiştiren malzemeler (FDM), erimiş tuzlar ve enerji depolama uygulamaları üzerine nanomalzeme üretimi, termal analiz ve malzeme karakterizasyonu araştırmaları yapılmaktadır.

### **CİHAZLAR**

#### **1-Hassas Terazi ve Yoęunluk Ölçer Kiti (Precision Balance and Density Meter)**



Hassas terazi  
(0.00001 g  
hassasiyetinde)

Yoęunluk ölçüm kiti  
(0.0001 g hassasiyetinde)

Faz değiştiren malzemelerin (FDM) ve FDM'ye katılacak malzemelerin tartım işlemlerinde kullanılmaktadır.

Yoęunluk ölçüm kiti sayesinde FDM'lerin yoęunlukları belirlenebilmektedir.

Temel Teknik Özellikler:

- Hassasiyet: 0.00001 g (0.01 mg)
- Maksimum Kapasite: 120–220 g
- Tekrarlanabilirlik: 0.02–0.03 mg

- Doğrusallık:  $\pm 0.05$  mg
- Tasarımsal Özellik: Cam fanuslu, hava akımına karşı korumalı
- Kalibrasyon: Dahili veya harici otomatik kalibrasyon

## 2- Manyetik Karıştırıcı (Magnetic Stirrer)



### Manyetik karıştırıcılar

Laboratuvarımızda toplam 4 adet ısıtıcılı manyetik karıştırıcı bulunmaktadır. Tüm karıştırıcılarda, karıştırma sırasında numunenin gerçek sıcaklığını kontrol etmek için harici sıcaklık probu (temperature sensor/probe) mevcuttur. Bu cihazlar, özellikle FDM'lere katkı maddelerinin eklenmesi, ötektik karışımların hazırlanması ve erimiş tuzların üretimi sırasında homojen karıştırma sağlamak amacıyla kullanılmaktadır.

#### Teknik Özellikler ve Kapasiteler

##### ◆ 1. Grup Manyetik Karıştırıcı (2 Adet)

- Maksimum Karıştırma Hızı: 1500 rpm
- Çalışma Sıcaklığı Aralığı: Oda sıcaklığı – 380°C
- Kullanım Alanı:
  - Düşük ve orta sıcaklıklı FDM karışımları
  - Organik PCM'lerin (parafin, yağ asitleri vb.) hazırlanması
  - Çözeltiler ve süspansiyonların homojen karıştırılması

##### ◆ 2. Grup Manyetik Karıştırıcı (2 Adet)

- Maksimum Karıştırma Hızı: 1500 rpm
- Çalışma Sıcaklığı Aralığı: Oda sıcaklığı – 550°C
- Kullanım Alanı:

- Yüksek sıcaklık gerektiren ötektik karışımlar
- Erimiş tuz (molten salt) üretimi
- Isı depolama materyallerinin yüksek sıcaklıkta karıştırılması

#### Genel Avantajları

- Sıcaklık probu sayesinde numunenin gerçek sıcaklığı hassas şekilde kontrol edilir.
- Homojen ve stabil karıştırma sağlar.
- Uzun süre kullanım için güvenli ve stabil ısıtma yüzeyi vardır.
- PCM ve katkı maddelerinin tam çözünmesi ve iyi karışması için idealdir.

### 3- Ultrasonikatör (Ultrasonicator)



Laboratuvarımızda kullanılan ultrasonikatör, katkılı FDM'lerin, ötektik FDM karışımlarının ve erimiş tuzların üretiminde; farklı parçacıkların ve malzemelerin birbiri içerisinde daha homojen şekilde dağılmasını sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Ultrason dalgaları sayesinde aglomerasyon (topaklanma) azaltılır ve karışımın mikroyapısal bütünlüğü iyileştirilir.

#### Teknik Özellikler:

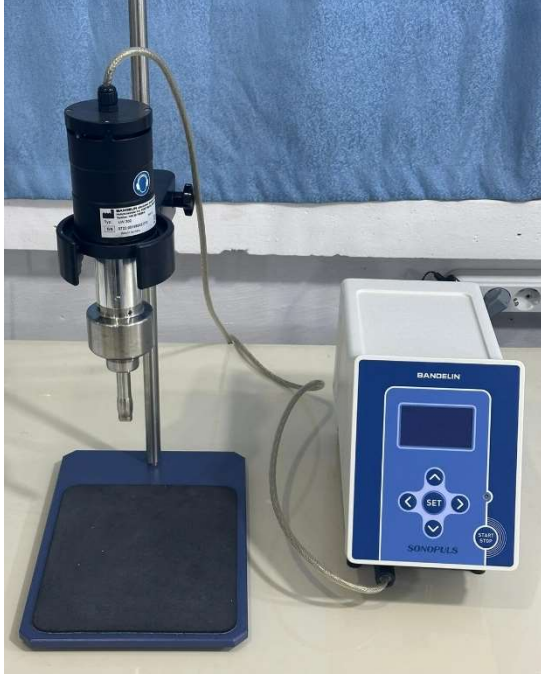
- Çalışma Süresi: Sınırsız zaman ayarlı
- Maksimum Çalışma Sıcaklığı: 80°C
- Kullanım Alanları:
  - Nano ve mikro parçacıkların FDM içerisinde dispersiyonu
  - Ötektik karışımların homojenleştirilmesi
  - Erimiş tuzlarda partikül dağılımının iyileştirilmesi
  - Laboratuvar ölçekli sentez ve karışım hazırlama işlemleri

#### Avantajları:

- Parçacıkların topaklanmasını önler ve düzgün dispersiyon sağlar.

- Isı kontrollü çalışabilmesi sayesinde sıcaklığa duyarlı FDM karışımları için güvenlidir.
- Homojen karışım elde edilmesini kolaylaştırır ve süreç verimliliğini artırır.

#### 4- Ultrasonik Homojenizatör (Ultrasonik Homogenizer)



Laboratuvarımızda kullanılan ultrasonik homojenizatör, katkılı FDM'lerin, ötektik FDM karışımlarının ve erimiş tuzların üretiminde; parçacıkları parçalayarak ve aglomerasyonları (topaklanmaları) kırarak malzemelerin birbirine daha homojen şekilde dağılmasını sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Yüksek frekanslı ultrason dalgaları sayesinde karışımların mikroyapısal homojenliği geliştirilmektedir.

Teknik Özellikler:

- Karıştırma Hacmi: 20 – 900 mL
- Ultrasonik Nominal Çıkış Gücü: 50 W (Max.)
- Frekans: 20 kHz
- Kullanım Amacı:
  - Nano/mikro parçacıkların parçalanması ve dispersiyonu
  - Ötektik PCM karışımlarının homojenleştirilmesi
  - Erimiş tuzlarda partikül dağılımının iyileştirilmesi
  - Yüksek enerji gerektiren karıştırma ve parçalama işlemleri

Avantajları:

- Parçacıkları parçalayıp yeniden dağıtarak üstün homojenlik sağlar.

- Düşük hacimlerde yüksek verimli dispersiyon elde edilir.
- FDM ve katkı maddelerinin yapısal bütünlüğünü geliştiren stabil bir karışım sunar.

## 5- Etüv (Oven)



Laboratuvarımızda kullanılan etüv, FDM'lerin eritilmesi, katkı yapılacak malzemelerin neminin giderilmesi (kurutma) ve farklı örneklerin kontrollü sıcaklık altında kurutulması için kullanılmaktadır. Sabit sıcaklık sağlayarak malzemelerin fiziksel ve kimyasal bütünlüğünü korur.

Teknik Özellikler:

- Maksimum Çalışma Sıcaklığı: 200°C
- Zaman Ayarı: Mevcuttur (ayarlanabilir zaman kontrollü çalışma)
- Kullanım Alanları:
  - FDM ve PCM malzemelerinin ön işlem (pre-treatment) ısıl işlemleri
  - Katkı maddelerinin nem giderme işlemi
  - Laboratuvar numunelerinin kurutulması ve ısıl dengelenmesi

Avantajları:

- Stabil ve homojen ısı dağılımı sağlar.
- Numunelerin güvenli ve kontrollü şekilde kurutulmasına olanak tanır.
- PCM, tuz ve katkı maddelerinin hazırlanmasında yaygın olarak kullanılır.

## 6- Yüksek Sıcaklık Fırını (High Temperature Furnace)



Sıcaklık gerektiren ısıl işlemler ve yüksek sıcaklık korozyon testleri için kullanılmaktadır. Stabil ve kontrollü sıcaklık sağlayarak malzemelerin termal davranışlarının incelenmesine olanak tanır.

Teknik Özellikler:

- Maksimum Çalışma Sıcaklığı: 1400°C
- Zaman Ayarı: Mevcuttur (ayarlanabilir)
- Kullanım Alanları:
  - Erimiş tuz (molten salt) sentezi
  - Yüksek sıcaklıkta korozyon, oksidasyon ve dayanım testleri
  - Malzemelerin ısıl işlem ve sinterleme süreçleri
  - Termal kararlılık ve faz dönüşüm analizleri

Avantajları:

- Çok yüksek sıcaklıklara hızlı ve kontrollü şekilde ulaşır.
- Homojen ısı dağılımı ile güvenilir deney sonuçları sağlar.
- Erimiş tuz ve yüksek sıcaklık materyal çalışmalarında kritik bir ekipmandır.

## 7-Termal Çevrim Cihazı (Thermal Cycler Device)



### Termal Çevrim Cihazı (Thermal Cycling Device)

Termal çevrim cihazı, katkısız, katkılı ve ötektik FDM'lerin tekrarlı ısıtma-soğutma işlemlerine maruz bırakılarak uzun süreli kullanımda yapısal değişikliklerini ve termofiziksel özelliklerindeki bozulmaları incelemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu cihaz, malzemelerin kararlılığını (stability) ve çevrime dayanıklılığını değerlendirmede kritik rol oynar.

#### Teknik Özellikler:

- Çalışma Sıcaklık Aralığı: 0 – 100°C
- Çevrim Sayısı: 1 – 1000 (ayarlanabilir)
- Kullanım Alanları:
  - FDM'lerde uzun süreli termal stabilite testi
  - Faz değişim davranışının dayanıklılık analizi
  - Tekrarlı ısıl çevrimlerin malzeme yapısına etkilerinin belirlenmesi
  - Ötektik karışımların termal kararlılık testi

#### Avantajları:

- Malzemelerin uzun dönem performansını simüle eder.
- Kontrollü ısıtma-soğutma döngüleri ile güvenilir sonuç sağlar.
- FDM malzemelerinin dayanıklılık karakterizasyonu için idealdir.

## 8-Termal İletkenlik Ölçüm Cihaz (Thermal Conductivity Meter)



Termal iletkenlik ölçüm cihazı, katkısız, katkılı ve ötektik FDM'lerin yanı sıra erimiş tuzların ısıl davranışlarını analiz etmek için kullanılmaktadır. Bu cihaz sayesinde faz değişim sıcaklıkları, erime–donma entalpileri, kristalleşme süreçleri ve ısı depolama kapasiteleri gibi enerji depolama uygulamalarında kritik olan parametreler doğru bir şekilde belirlenebilmektedir.

### Teknik Özellikler:

- Termal İletkenlik Ölçüm Aralığı: 0.02 – 4 W/m·K
- Termal Difüzyon Aralığı: 0.1 – 10 mm<sup>2</sup>/s
- Isı Kapasitesi (Volumetrik): 0.5 – 5 MJ/m<sup>3</sup>·K
- Doğruluk Oranı: ±5%
- Ölçüm Sıcaklık Aralığı: –50°C ile 150°C
- Ölçüm Yapılabilen Malzemeler: Katı, sıvı, jel ve granüllü örnekler

### Kullanım Alanları:

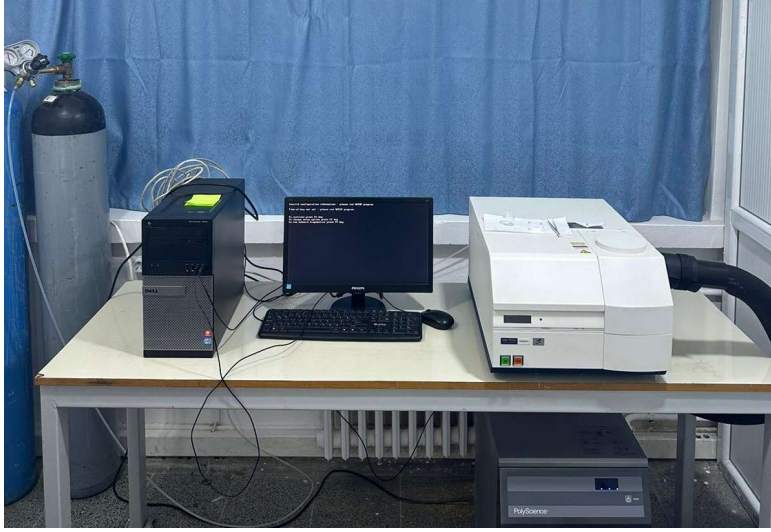
- PCM ve FDM malzemelerinin faz değişim parametrelerinin belirlenmesi
- Erimiş tuzların termal performans analizi
- Termal depolama kapasitesinin değerlendirilmesi
- Isıl iletkenlik, difüzyon ve ısı kapasitesi ölçümleri

### Avantajları:

- Geniş sıcaklık ve iletkenlik aralığında yüksek doğrulukla ölçüm yapar.
- Farklı fazlardaki (katı-sıvı-jel) malzemeler üzerinde çalışabilir.
- Enerji depolama sistemleri için kritik termal parametreleri hızlı ve güvenilir şekilde belirler.



## 9-Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) (Differential Scanning Calorimeter)



Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC), malzemelerin termal özelliklerini incelemek için kullanılan hassas bir analiz cihazıdır. Katkısız, katkılı ve ötektik FDM'lerin yanı sıra erimiş tuzların faz değişim sıcaklıkları, erime–donma entalpileri ve kristalleşme davranışları gibi kritik termal parametrelerini belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu analiz yöntemi, enerji depolama uygulamalarında önemli olan ısı depolama kapasitesinin ve termal kararlılığın değerlendirilmesinde temel rol oynar.

### Teknik Özellikler:

- Sıcaklık Aralığı:  $-150^{\circ}\text{C}$  ile  $725^{\circ}\text{C}$
- Sıcaklık Hassasiyeti:  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$
- Isı Akısı Hassasiyeti:  $0.1 \mu\text{W}$ 'ye kadar
- Isıtma/Soğutma Hızı:  $0.1^{\circ}\text{C}/\text{dakikadan}$   $100^{\circ}\text{C}/\text{dakikaya}$  kadar ayarlanabilir

### Kullanım Alanları:

- FDM ve PCM malzemelerinin faz değişim analizleri
- Erime, donma ve kristalleşme entalpilerinin belirlenmesi
- Termal kararlılık ve çevrim davranışının incelenmesi
- Enerji depolama malzemelerinin ısıl performans değerlendirmesi

### Avantajları:

- Yüksek hassasiyetli sıcaklık ve ısı akısı ölçümü sunar.
- Geniş sıcaklık aralığında güvenilir termal karakterizasyon sağlar.

- PCM ve FDM malzemelerinin enerji depolama potansiyelini doğru şekilde belirlemeye olanak tanır.

## 10-Viskozimetre (Viscometer)



Viskozimetre, numunelerin sıvı haldeki viskozitelerini ölçmek için kullanılan bir cihazdır. Özellikle FDM'ler, erimiş tuz çözeltileri, katkılı karışımlar ve çeşitli akışkanların akış özelliklerinin belirlenmesinde laboratuvarlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ölçüm sonuçları, malzemelerin işlenebilirliği, ısıl davranışı ve stabilitesi hakkında önemli bilgiler sağlar.

Teknik Özellikler:

- Viskozite Ölçüm Aralığı: 20 cP – 13.000.000 cP
- Doğruluk:  $\pm\%1$  tam ölçek doğruluğu
- Tekrarlanabilirlik:  $\pm\%0.2$  hassasiyet
- Hız Aralığı: 0.3 – 100 rpm (54 farklı hız ayarı)
- Sıcaklık Ölçüm Aralığı: 0°C – 100°C

Kullanım Alanları:

- FDM ve PCM malzemelerinin sıvı faz viskozite ölçümleri
- Katkılı ve ötektik karışımların akışkanlık analizleri
- Yüksek ve düşük viskoziteli akışkanların karakterizasyonu
- Termal depolama ve malzeme sentez süreçlerinde akış davranışının belirlenmesi

Avantajları:

- Çok geniş viskozite aralığında yüksek hassasiyetle ölçüm yapar.
- Sıcaklık kontrollü ölçüm sayesinde gerçek çalışma koşullarına yakın sonuç verir.
- Farklı hız seçenekleri ile reolojik davranışın detaylı analizine olanak tanır.

## 11-Diğer Cihazlar (Other Devices)



Optris-4000X termal Kamera: Kızılötesi radyasyonu algılayarak sıcaklık dağılımını görüntüleyen bir cihazdır. Bu kameralar, insan gözünün göremediği ısı imzalarını renkli termografik görüntüler olarak gösterir, böylece çeşitli uygulamalarda sıcaklık farklılıklarını kolayca izlemek mümkün olur. Anlık olarak sıcaklık dağılımını noktasal ve alansal olarak kaydedebilmektedir ve sıcaklık ölçüm aralığı:  $-20^{\circ}\text{C}$  ile  $1500^{\circ}\text{C}$  arasındadır.

Data Logger: Çeşitli çevresel parametreleri (sıcaklık, nem, basınç, voltaj, akım gibi) ölçen ve belirli zaman aralıklarında bu verileri kaydeden bir cihazdır. Bu cihazlar, genellikle uzun süreli gözlemler yapmak için tasarlanmış olup, depoladıkları verileri daha sonra analiz etmek üzere bir bilgisayara aktarabilirler.

Mekanik karıştırıcı: Yüksek hacimli ve yoğunluklu numunelerin karıştırılmasında kullanılmaktadır.

### İletişim

LAB Dahili Numara:

Birim Sorumluları	Dahili Numara	E-mail Adresi
Prof. Dr. YASİN VAROL	4219	<a href="mailto:yvarol@firat.edu.tr">yvarol@firat.edu.tr</a>
Doç. Dr. TURAN GÜRGENÇ	4364	<a href="mailto:tgurgenc@firat.edu.tr">tgurgenc@firat.edu.tr</a>