

F.Ü.
TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ LABORATUVARI

Enerji Sistemleri Laboratuvarı, sürdürülebilir enerji teknolojilerinden ısı transferi uygulamalarına kadar geniş bir yelpazede eğitim ve araştırma yapılmasına olanak tanıyan kapsamlı bir altyapıya sahiptir. Laboratuvarda bulunan eğitim setleri ve cihazlar teorik bilgilerini gerçek çalışma koşullarında uygulama imkânı sunan modern cihazlardır.

Laboratuvarda Kullanılan Eğitim Setleri ve Deney Sistemleri

Sıvı Yakıtlı Brülör Eğitim Seti - Deney Kapsamı ve Teknik Özellikler

Yanma süreçlerinin incelenmesine, farklı yakıt türlerinin performans karşılaştırmalarına ve yanma veriminin hesaplanmasına olanak sağlayan bir düzendir. Öğrenciler, brülör çalışma prensibini, alev karakteristiklerini ve emisyon ölçüm tekniklerini uygulamalı olarak gözlemleyebilmektedir.



Deney Kapsamı

Laboratuvarda kullanılan sıvı yakıtlı brülör eğitim seti ile aşağıdaki deneysel çalışmalar gerçekleştirilmektedir:

- Brülörün devreye alınması ve çalıştırılması
- Alev boyunun ayarlanması
- Dizel yakıt tüketiminin hesaplanması
- Yanma veriminin hesaplanması
- Enerji analizi

Teknik Özellikler

Brülör eğitim seti aşağıdaki teknik özelliklere sahiptir:

- Sigma alüminyum profil gövde
- Elektrostatik boyalı çelik saçtan mamul panel kaplaması
- Ana şalter
- Acil durum butonu
- Kaçak akım sigortası
- 2 ayrı noktadan dijital sıcaklık ölçümü
- Sıcaklık ölçümleri LCD tek panel üzerinden gösterilmelidir.
- Dijital multimetre
- Radyal fan
- Yakıt filtresi
- Yakıt tankı
- Baca gazı analizörü
- Hava ayar anahtarı
- Çift cidarlı yalıtımlı yanma odası
- Gözetleme camı
- Eğitim seti üzerindeki elektriksel veriler dijital olarak ölçülebilmelidir.
- Brülör tipi: MKB (sıvı yakıtlı) mono blok
- Brülör kapasitesi: 2-10 kg/h
- Motor devir sayısı: 2800 d/d
- Motor gücü: 0,13 kW
- Spiral hortum bağlantıları: R3/8"-R3/8"
- Brülör başlık türbülatorü: STX

Termal İletkenlik (Sıvı-Gaz) Eğitim Seti - Deney Kapsamı ve Teknik Özellikler

Termal İletkenlik Deney Seti, sıvı ve gaz ortamlarında ısı iletim mekanizmalarının incelenmesi amacıyla tasarlanmış olup; sıcaklık değişimlerinin, akış davranışının ve termal iletkenlik katsayılarının deneysel olarak belirlenmesine imkân sağlayan bir eğitim sistemidir.



Deney Kapsamı

Laboratuvarda kullanılan termal iletkenlik (sıvı-gaz) eğitim seti ile aşağıdaki deneysel çalışmalar gerçekleştirilmektedir:

- Fourier ısı iletim prensibinin doğrulanması
- Doğrusal ve radyal sıcaklık dağılımının ölçülmesi
- Malzemelerin termal iletkenliklerinin hesaplanması
- İletim üzerinde kesit değişiminin etkisinin belirlenmesi
- Yüzey temas direncinin gösterimi
- Yalıtım boyunca ısı geçişinin belirlenmesi
- Kompozit malzemelerden ısı iletiminin gösterilmesi

Teknik Özellikler

- Isı kaynağı ile su soğutmalı ısı çukuru arasında yerleştirilebilen değiştirilebilir silindirik numune yapısı.
- Numune üzerinde eşit aralıklarla konumlandırılmış 12 adet termal algılayıcı.

- PID kontrollü elektriksel ısı kaynağı.
- Su soğutmalı ısı çukuru tasarımı.
- Isı kaynağı, soğutma suyu ve numunedeki sıcaklıkların kaydedilebilmesi.
- Isıtıcı gücü ve su akış debisinin ölçülüp kaydedilebilmesi.
- Ölçülen veriler üzerinden termal iletkenlik hesabı yapılabilme özelliği.
- Verilerin USB bağlantısı ile bilgisayara aktarılabilmesi.
- Ayarlanabilir su debisi ile farklı sıcaklık adımları oluşturabilme imkânı.
- Kararlı ve kararsız rejimde ısı iletim analizine uygun çalışma yapısı.
- Laboratuvar su tesisatına bağlanabilen giriş-çıkış bağlantı sistemi.

Basınç Kayıpları Eğitim Seti - Deney Kapsamı ve Teknik Özellikler

Basınç Kayıpları Eğitim Seti, akışkanların boru hatlarında ve farklı hidrolik elemanlar içerisindeki davranışlarını incelemek amacıyla tasarlanmış bir eğitim ve araştırma sistemidir. Akışkan akışı sırasında meydana gelen sürtünme kaynaklı ve yerel kayıpların deneysel olarak analiz edilmesine imkân tanır. Bu deney seti; boru çapı, uzunluk, yüzey pürüzlülüğü, bağlantı elemanları ve akış hızı gibi değişkenlerin basınç kaybı üzerindeki etkilerini uygulamalı olarak gösterecek şekilde yapılandırılmıştır.

Sistem, üretici firmanın TSE-HYB (13201) belgesine ve deney setleri tasarımı ile üretimine ilişkin ISO 9001:2008 kalite sertifikasına sahip olması koşulu ile temin edilir. Öğrencilerin temel akışkan mekaniği prensiplerini deneysel olarak kavramasına olanak sağlayan bu set, eğitim ve laboratuvar çalışmalarında yüksek doğruluk ve sürdürülebilir performans sunan bir altyapı sağlar.



Deney Kapsamı

Laboratuvarda kullanılan basınç kayıpları eğitim seti ile aşağıdaki deneysel çalışmalar gerçekleştirilmektedir:

- Dirsek ve bağlantı elemanlarında oluşan basınç kayıplarının hesaplanması
- Vanaların farklı açılma oranları için K değerlerinin belirlenmesi
- Tank giriş ve çıkış noktalarındaki kayıpların hesaplanması
- Farklı çaplardaki düz borularda meydana gelen basınç kayıplarının hesaplanması

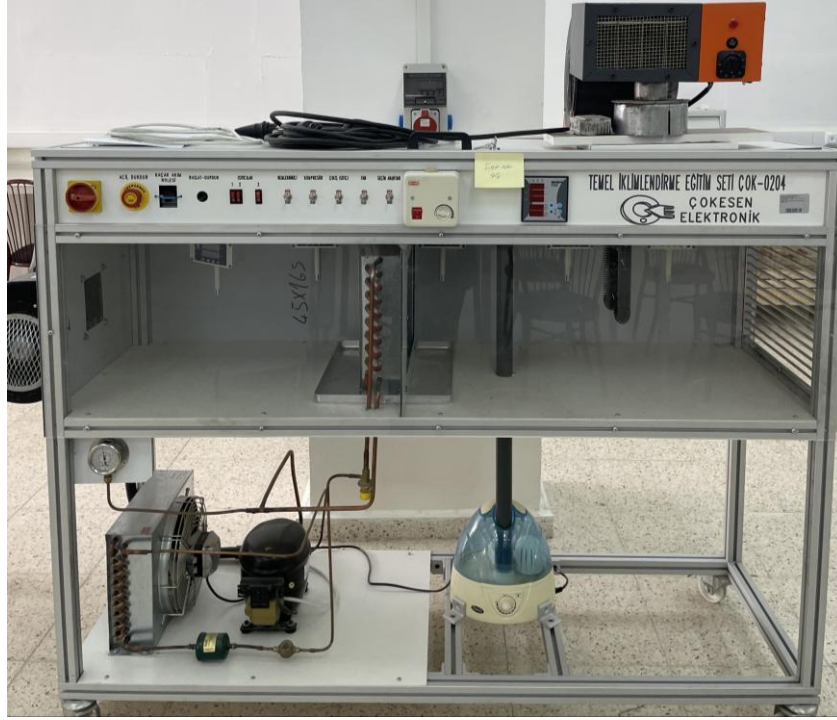
Teknik Özellikler

- Sigma alüminyum profil gövdeli ve laminat kompozit panel yapısı
- Ana şalter ile açma–kapama kontrolü
- Acil durum butonu ile devre kesme ve güvenli durdurma fonksiyonu
- Rotametre tipi debimetre
- Dijital fark basınç göstergesi
- Basınç transmitterleri
- Elektrostatik boyalı sıvı tankı
- Periferik pompa sistemi
- Minimum 20 litre kapasiteli su tankı
- Erkek–dişi hızlı kaplin bağlantıları

- Eğitim seti üzerinde en az 20 farklı noktadan basınç ölçümü yapabilme imkânı
- Farklı tip vana ve bağlantı elemanlarının yer aldığı yapı
 - Küresel vana
 - Diskli vana
 - Şiber vana
 - Köşe vana
- Pislik tutucu, basınç tutucu ve su sayacı
- Mini küresel vana
- Yaylı çek valf
- Çalpara çek valf
- Köşe tipi radyatör vanası
- Yerel ve sürekli basınç kayıplarının sayısal olarak ölçülebilmesi
- Su besleme ve drenaj hatlarının uygun plastik borularla yapılmış olması
- Basınç göstergesi bağlantıları için hızlı bağlanabilir hortumlar

Temel İklimlendirme Eğitim Seti – Deney Kapsamı ve Teknik Özellikler

Temel İklimlendirme Eğitim Seti, hava şartlandırma proseslerinde gerçekleşen ısıtma, soğutma, nemlendirme ve nem alma işlemlerinin çalışma prensiplerini deneysel olarak incelemek amacıyla tasarlanmış bir test sistemidir. Kompresör, evaporatör, kondenser, rezistanslı ısıtıcı ve ultrasonik nemlendirici gibi temel HVAC bileşenlerini içeren yapı; psikrometrik değişimlerin, hava sıcaklığı–nem oranı ilişkilerinin ve iklimlendirme çevrimlerinin gerçek zamanlı olarak analiz edilmesine olanak sağlar.



Deney Kapsamı

Bu deney düzeneği ile aşağıda belirtilen iklimlendirme işlemleri incelenebilmektedir:

- Kuru hava ile atmosferik hava arasındaki farkın ayırt edilebilmesi
- Atmosferik havanın özgül ve bağıl neminin tanımlanıp, hesaplanabilmesi
- Atmosferik havanın çiğ noktası sıcaklığının hesaplanabilmesi
- Psikrometrik diyagramı kullanarak atmosferik havanın özelliklerinin tespiti
- Bir temel iklimlendirme ünitesinin nasıl çalıştığını deneysel olarak inceleyerek, teorik hesaplar ile deneysel verileri karşılaştırmak
- Yaz ve kış çalışma koşulları için iklimlendirme ünitesini çalışma koşullarını incelemek
- Soğutma işleminin Psikometrik diyagramda incelenmesi
- Nem alma işleminin Psikometrik diyagramda incelenmesi

- Isıtma işleminin Psikometrik diyagramda incelenmesi

Teknik Özellikler

- Buharlı Nemlendirici
 - Su seviyesini görebilmek için şeffaf su haznesi
 - Su azalınca alarmlı uyarı ve otomatik kapanma
 - Ayarlanabilir buhar miktarı
 - Nem Kapasitesi: 150-200 ml/h
 - Su Tankı Kapasitesi: 3 Lt
 - Elektrik Gücü: 20 W/230V/50Hz
- Fan
 - Güç tüketimi: 180W
 - Max. Debi: 800 m³/h
 - Hızı: 500 ... 1150 dev/dk
 - dp max: 420Pa
- Hava ön ısıtma: 1 kW
- Hava son ısıtıcı: 1 kW
- Hava soğutucu evaporatör: 2 kW
- Kompresör ve kondanser
 - Güç tüketimi: 5/25 °C’de 968 W
 - Soğutma kapasitesi: 5/25 °C’ de 2.3 kW
- Damper Kesit Alanı: 40*40 cm²

Ölçüm aralıkları

Sıcaklık: 5x -40 / 80 °C ±0.3°C – PT100

Bağıl Nem: 5x 0 - 100% ±%1.8 Hygrometre

Düzlem Toplayıcı Güneş Enerjisi Eğitim Seti - Deney Kapsamı ve Teknik Özellikler

Düzlem toplayıcı güneş enerjisi deney seti, güneş ışıınının ısıı enerjiye dönüştürölme sürecini ve kolektör verim parametrelerini incelemek için kullanılan bir test sistemidir. Yapılandırılmış akış devresi ve sıcaklık ölçüm elemanları ile kolektörün ısı kazanımı, akışkan sıcaklık farkı ve ışıının şiddeti arasındaki ilişkiler teknik olarak analiz edilir. Sistem, düzlemsel güneş kolektörlerinin performans karakteristiklerinin deneysel olarak belirlenmesine imkân sağlar.



Deney Kapsamı

Laboratuvarda kullanılan düzlemsel toplayıcı güneş enerjisi eğitim seti ile aşağıdaki deneysel çalışmalar gerçekleştirilmektedir.

- Güneş panelinin sisteminin kurulması ve çalıştırılması
- Düzlem panellerdeki anlık ısıı güçlerin bulunması
- Farklı konumlarda düzlem panel verimliliği
- Diferansiyel ısıı kontrolünün yapılması
- Sıcaklığa bağıı düzlem panel ısıı güç değıışiminin bulunması

- Güneş enerjisinin ısı enerjisine dönüşümü
- Düzlem paneldeki dolaşım pompasının ısıtma kapasitesine etkisinin ölçülmesi

Teknik Özellikler

- Sigma alüminyum profil gövde yapısı
- Elektrostatik boyalı çelik saç panel kaplama
- Acil durum butonu
- Ana şalter ve sigorta sistemi
- Kaçak akım rölesi
- Otomatik kontrol paneli
- Dijital multimetre
- 100 litrelik tek serpantinli boyler
- 2 adet düzlem toplayıcı bakır selektif panel
- Kademeli sirkülasyon pompası
- Kapalı genleşme tankı
- Boyler tank emniyet ventili
- Hava purjörü
- Emniyet ventili
- Küresel vana
- Rotametre tipi debimetre
- Termostatlı elektrikli rezistans
- Işınım ölçer (piranometre)

Işınım Ölçer İçin İstenen Özellikler

- ISO Secondary Standart
- Yüksek doğrulukta global ışımaları ölçmek için referans sensör olarak kullanılabilir olmalı
- Hızlı tepki süresi <5s
- Geniş sıcaklık aralığında çalışma
- mV analog çıkış
- W/m² çıkış birimi
- Özel çift kubbeli yapı
- Özel Çift Kubbeli yapı sayesinde istenmeyen termal ofsetleri en aza indirmeli

- Opsiyonel havalandırma özelliği sayesinde toz, çığ, kar, vb. dış etkilere karşı ekstra koruma göstermeli (MS802F modeli)
 - 10 metre veri kablosu uzunluğu
 - Opsiyonel 30m ve 50m veri kablosu uzunluğu
 - Dahili kalibrasyon sertifikası
 - Opsiyonel ISO 17025 kalibrasyon sertifikası
- Datalogger farklı noktalardan alınan sıcaklık ölçümlerini bilgisayar ortamında değerlendirilmesi

Datalogger için istenen özellikler

- Bilgisayar ile bağlantısı olan ve modüler olarak eğitim setinden ayrılabilen, farklı deneyler için de kullanılabilir olmalıdır. Bilgisayar bağlantısı ile ölçülen değerler, bilgisayar ortamına (EXCEL) aktarabilmeli.
- 40 ve üzeri noktadan sıcaklık ölçümü yapabilen çoklayıcı modül
- Akışkan devresi için filtre ünitesi
- Primer akışkan olarak %25 etilen glikol karışımı kullanım özelliği
- Akışkan sıcaklıklarının temas tipi sensörlerle ölçülmesi
- 6 ayrı noktadan dijital sıcaklık ölçümü
- Tüm sıcaklık değerlerinin tek bir LCD panel üzerinden görüntülenmesi
- Eğitim seti üzerindeki elektriksel değerlerin dijital olarak ölçülebilmesi

Hibrid/PVT – Güneş Panelleri ve Plakalı Eşanjör Deney Sistemi

Enerji Sistemleri Laboratuvarımızda bulunan Hibrid/PVT Paneller, Güneş Panelleri ve Temel Plakalı Eşanjör Deney ve Test Sistemi, güneş enerjisi ve ısı transferi alanında hem eğitim hem de AR-GE çalışmaları için kullanılan kapsamlı bir test platformudur.



Bu sistem ile;

- Düzlemsel ve vakum tüplü termal kollektörlerin ısı performans testleri
- Hibrid/PVT panellerin (hem elektrik üreten hem su ısıtan panellerin) ısı ve elektriksel performans analizleri
- Fotovoltaik (PV) panellerin verim, IV karakteristiği ve STC koşullarına göre değerlendirilmesi
- Solar inverter verimlilik deneyleri
- Plakalı eşanjörlerde kapasite ve verim hesapları uluslararası standartlara uygun olarak gerçekleştirilebilmektedir.

Laboratuvarda Kullanılan Cihazlar

Clamp Meter

Clamp meter, ya da diğer adıyla pens ampermetre; elektrik devrelerinde akım, gerilim, direnç ve diğer elektriksel parametrelerin temas gerektirmeden, devreyi kesmeden ölçülmesini sağlayan gelişmiş bir ölçüm cihazıdır. Kısaçallı yapısı sayesinde iletkeni çevreleyerek manyetik alan prensibiyle akım ölçümü yapar ve bu özelliği, özellikle canlı devreler üzerinde güvenli ölçüm yapılmasını mümkün kılar.

Laboratuvar ortamında sıkça kullanılan bu cihaz hem AC hem de DC akım ölçümü, gerilim ölçümü, direnç testi, süreklilik kontrolü, kapasitans ölçümü gibi çok çeşitli fonksiyonları tek bir kompakt yapıda birleştirir. Üzerindeki dijital LCD ekran ile ölçüm sonuçları yüksek hassasiyetle görüntülenebilir ve bazı modellerde veri tutma (data hold), minimum–maksimum değer kaydı, otomatik aralık seçimi gibi ek özellikler bulunur.



Solar Şarj Kontrol Cihazı

Solar şarj kontrol cihazı, fotovoltaiik panellerden (PV) gelen elektriği düzenleyerek akülerin güvenli ve verimli şekilde şarj edilmesini sağlayan bir enerji yönetim cihazıdır. Güneş panellerinin ürettiği DC elektrik, gün içinde sürekli değişen ışıınım koşulları nedeniyle sabit değildir. Bu nedenle panellerden gelen gerilim ve akım doğrudan aküye verilirse aşırı şarj, aşırı deşarj ya da akü ömrünü kısaltan diğerk olumsuz durumlar ortaya çıkabilir.



Solar şarj kontrol cihazı;

- PVT/PV panel deneylerinde
- Panel elektriksel performans analizlerinde

- Akü şarj-deşarj testlerinde
- Inverter giriş güç ölçümlerinde
- Farklı ışıınım koşullarında PV davranışının incelenmesinde

Temel bir bileşendir. Öğrencilerin güneş enerjisi sistemlerinin elektriksel tarafını anlamasında kritik rol oynar.

Dijital Anemometre

Dijital anemometre, hava akış hızını ve çoğu modelde aynı zamanda hava sıcaklığını ölçmek için kullanılan hassas bir ölçüm cihazıdır.



Cihazın Özellikleri

- Pervaneli (fan tipi) sensör ile doğrusal ve kararlı hava hızı ölçümü
- Geniş ölçüm aralığında hassasiyet
- Dijital ekran üzerinden kolay veri okuma
- Minimum–maksimum değer kaydı (MIN/MAX)
- HOLD fonksiyonu ile anlık değeri sabitleme
- °C / °F sıcaklık ölçüm seçenekleri
- Ortalama rüzgâr hızı hesaplama modu
- Portatif, hafif ve saha testlerine uygun yapı

Kullanım Alanları

- Solar test sistemlerinde rüzgâr ölçümleri
- Hibrid/PVT ve PV panel performans deneyleri

- Isıl güneş kollektörü testlerinde çevresel parametre ölçümü
- Hava tüneli deneyleri ve aerodinamik çalışmalar
- Soğutma kulesi deneylerinde (hava hızı – yağ hazne yaklaşımı ilişkisi)
- HVAC sistemlerinde hava debisi ve akış hızının belirlenmesi

Hassas Sütunlu Matkap (Proxxon TBM 220)

Bu cihaz, küçük çaplı delme işlemlerinde yüksek hassasiyet sağlamak üzere tasarlanmış mini sütunlu matkap sistemidir. Laboratuvar ortamlarında; elektronik kartlar, ince metal yüzeyler, plastik parçalar, prototip bileşenleri veya hassas mekanik elemanlar üzerinde kontrollü delik açma işlemleri için kullanılır.



Teknik Özellikler

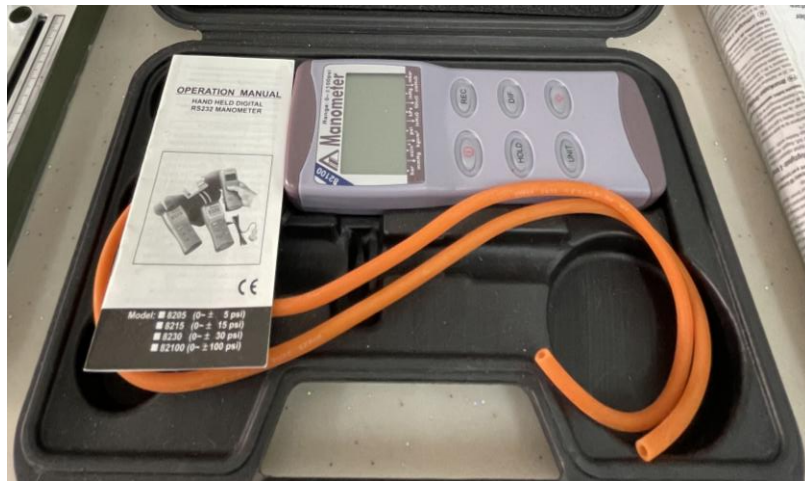
- Değişken devir kontrolü: 1.800 – 8.500 rpm
- Hassas dikey hareket mekanizması ile titreşimsiz delme
- Çelik kolon gövde ile rijit yapı
- Ayarlanabilir derinlik kontrolü
- Stabil alüminyum iş tablası
- İnce uçlu matkaplarla yüksek hassasiyetli delme imkânı

Kullanım Alanları

- Prototip üretimi ve Ar-Ge çalışmaları
- Elektronik devre kartı delme işlemleri
- Küçük mekanik parçaların işlenmesi

Dijital Manometre

Bu cihaz, hava ve sıvı sistemlerinde diferansiyel basınç ölçümü yapmak için kullanılan taşınabilir bir dijital manometredir. HVAC, akışkanlar mekaniği, aerodinamik ve deney setlerinde basınç kayıplarının tespiti için yaygın olarak kullanılır. Yüksek hassasiyeti sayesinde vana, filtre, kanal, boru hattı ve eşanjör gibi bileşenlerdeki basınç farklarının doğru bir şekilde ölçülmesini sağlar.



Teknik Özellikler

- Diferansiyel basınç ölçümü: Pozitif, negatif ve fark basıncı
- Geniş ölçüm aralığı: (Modeline göre ± 2 psi / ± 5 psi / ± 15 psi / ± 100 psi seçenekleri)
- Yüksek çözünürlüklü dijital ekran
- Minimum–maksimum kayıt özelliği
- Hızlı tepki süresi
- Esnek silikon bağlantı hortumu ile ölçüm kolaylığı
- Hafif ve taşınabilir sağlam taşıma çantası

Kullanım Alanları

- HVAC sistemlerinde filtre, kanal ve menfez basınç ölçümleri

- Akışkanlar mekaniği laboratuvarı deneyleri
- Fan performans testleri
- Boru hatlarında sürtünme ve yerel kayıp ölçümleri
- Eşanjör basınç kaybı deneyleri
- Hidrolik ve pnömatik sistem testleri

Dijital Lüksmetre (Işık ölçer)

Bu cihaz, laboratuvar ortamlarında ışık şiddetinin lüks (lx) cinsinden hassas ölçümünü yapmak için kullanılır. Aydınlatma verimliliği, fotovoltaiik yüzey performansı ve iç mekân enerji analizlerinde gerekli ışık seviyelerinin tespitinde önemli bir ölçüm aracıdır. Harici sensörü sayesinde geniş ölçüm aralığında doğru veri sağlar ve enerji laboratuvarındaki deneysel çalışmaların aydınlatma parametrelerinin kontrolünde kullanılır.



Infrared (IR) Termal Sıcaklık Ölçer

Bu cihaz, yüzey sıcaklıklarını temassız olarak ölçmek amacıyla kullanılan bir kızılötesi (IR) sıcaklık ölçeridir. Optik sensörü sayesinde uzak mesafeden hızlı, güvenilir ve geniş aralıkta sıcaklık ölçümü yapılmasını sağlar. Enerji laboratuvarında; ısı transferi deneylerinde yüzey sıcaklık dağılımlarının incelenmesi, güneş enerjisi ekipmanlarının termal performans değerlendirmesi ve güvenlik amaçlı sıcak nokta tespiti gibi uygulamalarda kullanılır.



Dijital Sıcaklık ve Bağıl Nem Ölçer

Bu cihaz, ortam sıcaklığı ve bağıl nem değerlerini hassas bir şekilde ölçmek için kullanılır. Sensör yapısı sayesinde hızlı tepki süresi ile doğru ölçüm sağlar. Laboratuvarlarda; iklimlendirme deneyleri, ısı transferi uygulamaları, doğal havalandırma analizleri ve ortam koşullarının izlenmesi gereken tüm çalışmalarda kullanılmaktadır.



Kullanım Alanları

- Ortam koşullarının takibi,
- İklimlendirme ve ısı transferi deneyleri

Teknik Özellikler

- Dijital LCD ekran
- Hızlı tepki veren sensör yapısı
- Taşınabilir kompakt tasarım

Termal Kamera

Yüzeylerin kızılötesi ışımasını algılayarak sıcaklık dağılımını görüntüleyen taşınabilir bir termal analiz cihazıdır. Enerji verimliliği, ısı kayıpları, elektriksel ekipmanların aşırı ısınma tespiti ve yalıtım incelemeleri gibi uygulamalarda kullanılır.



Rotametre (Debi Ölçer)

Rotametre, laboratuvar ve deney düzeneklerinde akışkanların debisini ölçmek için kullanılan mekanik bir debi ölçüm cihazıdır. Şeffaf konik tüp ve içerisinde akışla birlikte yükselen bir yüzer mekanizmasından oluşur. Akış hızına bağlı olarak yüzerin konumu değişir ve tüp üzerindeki skala üzerinden anlık debi değeri doğrudan okunabilir. Enerji gerektirmeyen, güvenilir ve kolay kullanımlı bir ölçüm ekipmanıdır.

