



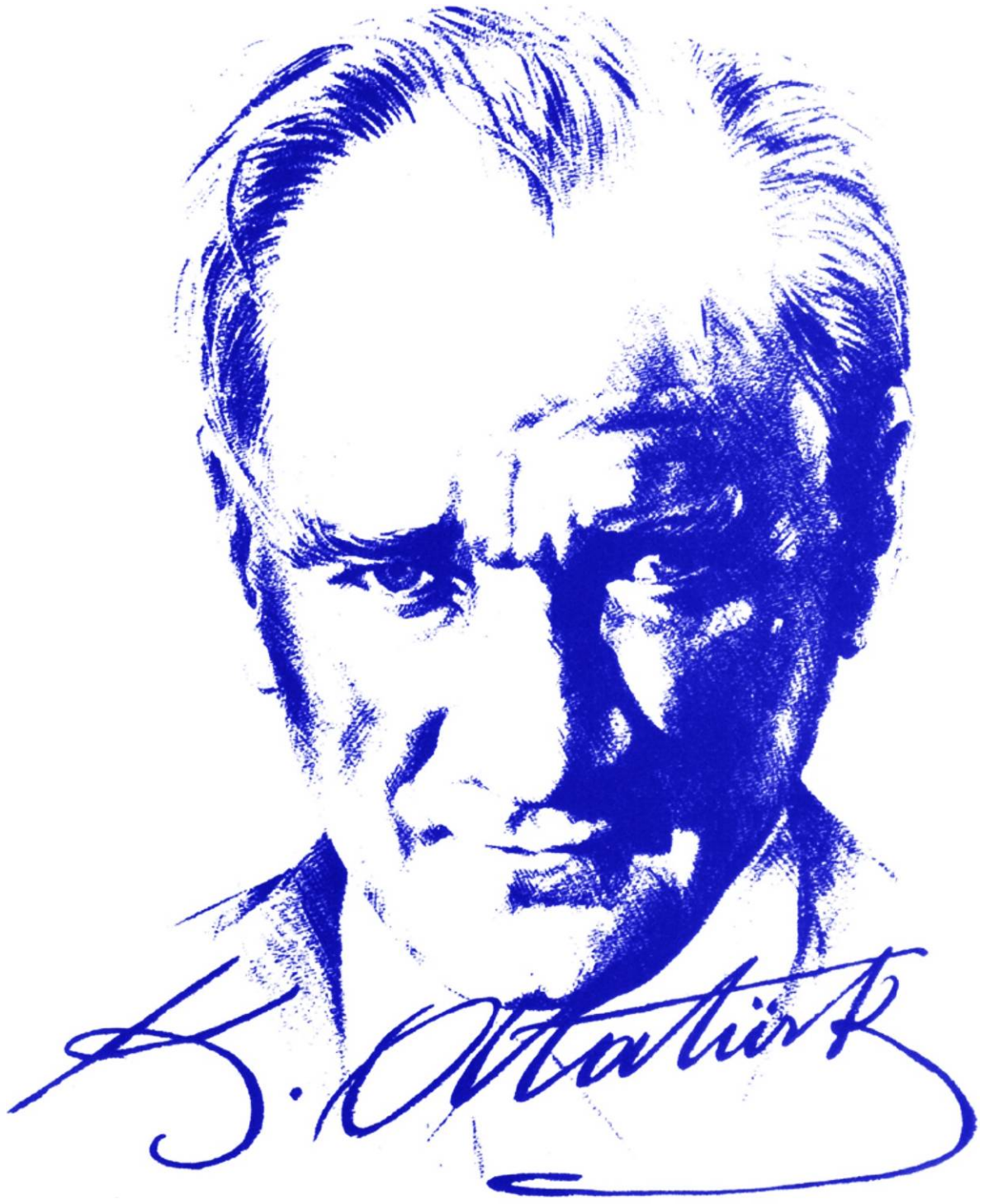
TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU

SARAYKÖY NÜKLEER ARAŞTIRMA VE EĞİTİM MERKEZİ



TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU
SARAYKÖY NÜKLEER ARAŞTIRMA VE EĞİTİM MERKEZİ





VATANINI EN ÇOK SEVEN , GÖREVİNİ EN İYİ YAPANDIR .

VİZYONUMUZ VE FAALİYETLERİMİZ

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK)'na bağlı Sarayköy Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (SANAEM) 1 Temmuz 2005 tarihinde Ankara Kazan mevkiinde 423 dönüm arazi üzerinde kurulmuştur.

SANAEM'in Vizyonu;

Bilgi toplumu olmayı sürdürülebilir kalkınmanın ana ekseninde kabul eden; nükleer bilimler ve nükleer teknoloji alanlarında, yenilikçiliğe de açık olacak şekilde, yetkinlik, farkındalık ve üretkenliğin sürekli gelişimine odaklanmış, küresel seviyede yüksek rekabet gücüne sahip bir Türkiye için kendi alanında iddialı bir mükemmeliyet merkezi olmaktır.

Merkezimizin ana faaliyet alanları:

- Ölçüm ve analiz
- Kişisel dozimetri hizmeti
- Medikal fizik
- Araştırma ve teknoloji
- Işınlama teknolojisi
- Hızlandırıcı teknolojisi
- Nükleer teknikler
- Nükleer elektronik
- Eğitim



KALİTE POLİTİKAMIZ

Halkın, radyasyonla çalışanların ve çevrenin korunması amacıyla ülkemizde nükleer güvenlik ve radyasyon güvenliğinin sağlanmasını ön planda tutarak ve bu alanda sorumlu ve yetkili tek kuruluş olduğumuz bilinciyle, kalite politikamız;

- Bilgi çağının ve küresel değerlerin gereklerini kavramış, katılımcı ve nitelikli personel, etkin iletişim, ekip çalışması, tanımlanmış ve düzenli bilgi paylaşımı ile Merkezin tümünde, sağlıklı ve güvenli bir iş ortamında, ulusal mevzuata uygun, uluslararası standartlarda, gerektiğinde özel metotlar ve varsa müşterinin özel koşullarına uygun olarak hizmet vermek,
- Kurumsal ve sistemli olarak güvenilir, doğru, tarafsız, izlenebilir, hızlı ve hizmet alanların gizliliğini esas alan kaliteli hizmet sunmak ve bu prensiplerin sürekliliğini sağlamak,
- TS EN ISO/IEC 17025:2005 standardının gereklerini yerine getirmek, hizmet alanların en üst düzeyde memnuniyetini sağlamak ve laboratuvarlarımızın bugüne kadar edinmiş olduğu saygınlığı ve itibarı korumak ve yükseltmek,
- Sürdürülen faaliyetlerde ve verilen hizmetlerde teknik olarak ve kalite açısından sürekli iyileştirme için çaba harcamak,
- Kalitenin ancak ekip çalışması ile sürdürülebileceğine inanarak, tüm çalışanların katılımını, eğitimini ve kalite dokümanlarını öğrenmelerini sağlamak ve personelin politikamıza ve prosedürlere uygun olarak çalışmalarını temin etmektir.

SANAEM’de 12 deney metodu 2009 yılında TS EN ISO/IEC 17025 standardına göre TÜRKAK tarafından akredite edilmiştir. 2010 yılında 2 deney metodu için kapsam genişletilerek toplam 14 deney hizmetine yönelik olarak raporlarımızın ve verdiğimiz sertifikaların ulusal ve uluslararası geçerliliği sağlanmıştır.

Hedefimiz akredite olan deneylerin akreditasyon gereklerinin sürdürülmesi ve öncelikli olan deney hizmetleri ile ilgili kapsam genişletme çalışmalarının yapılmasıdır.





TÜRK AKREDİTASYON KURUMU

AKREDİTASYON SERTİFİKASI

Deney Laboratuvarı olarak faaliyet gösteren,

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU
Sarayköy Nükleer Araştırma Ve Eğitim Merkezi
Saray Mah. Atom Cad. No:27 Kazan
06893 ANKARA / TÜRKİYE

TÜRKAK tarafından yapılan denetim sonucunda TS EN ISO/IEC 17025:2005 Standardına göre Ek'te yer alan kapsamlarda akredite edilmiştir.

Akreditasyon No : AB-0218-T

Akreditasyon Tarihi : 04-Mayıs-2009

Revizyon Tarihi / No : 08-Mart-2011 / 01

Bu Sertifika, yukarıda açık adı ve adresi yazılı Kuruluşun TS EN ISO/IEC 17025:2005 Standardına, ilgili Yönetmelik ve Tebliğlere uygunluğunu sürdürmesi halinde 03-Mayıs-2013, tarihine kadar geçerlidir.

Cemalettin DAMLACI
Yönetim Kurulu Başkan Vekili



Atakan BAŞTÜRK
Genel Sekreter



TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU
Sarayköy Nükleer Araştırma Ve Eğitim Merkezi

Akreditasyon No: AB-0218-T
Revizyon No: 01 **Tarih:** 08-Mart-2011

Deney Laboratuvarının

Adres : Saray Mah. Atom Cad. No:27
Kazan 06893 ANKARA /
TÜRKİYE

Tel : 0 312 810 15 00
Faks : 0 312 815 43 07
E-Posta : atk@taek.gov.tr
Website : www.taek.gov.tr

Deneyi Yapılan Malzemeler / Ürünler	Deney Adı	Deney Metodu (Ulusal, Uluslararası standartlar, işletme içi metodlar)
İçme Suyu	Trityum Analizi	ASTM D 4107
İçme Suyu	Toplam Alfa/Beta Radyoaktivite Analizi	EPA 900 0
Su	Sularda Ra-226 Radyoizotopunun Alfa Spektrometrik Yöntemle Analizi	TLM-05-AFL-04-02 (İşletme İçi Metot)
Su	Sularda U-234, U-238 Radyoizotoplarının Alfa Spektrometrik Yöntemle Analizi	TLM-05-AFL-04-01 (İşletme İçi Metot)
Gıda	Gama Spektrometrik Yöntem ile Gıdalarda Cs-137 ve Cs-134 Radyoaktivite Analizi	ASTM E-181
Toprak ve Yapı Malzemeleri	Gama Spektrometrik Yöntem ile Toprak ve Yapı Malzemelerinde Ra-226, Th-232, Cs-137 ve K-40 Radyoaktivite Analizi	ASTM E-181
TL Dozimetre	Termoluminesans Dozimetre ile Hp (10) ve Hp(0.07) Doz Tayini	TLM-05-KDL-04-02 (İşletme içi metod)
Film Dozimetre	Film Dozimetre ile Hp(10) ve Hp(0.07) Doz Tayini	TLM-05-KDL-04-01 (İşletme İçi Metot)
Jeolojik Numuneler (Toprak, Sediment, Kayaç, Kil vb.)	WDXRF Spektrometresi ile Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Ti, Mn, Fe, P, Sc, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Pb, La, Th ve U Element Analizi	TLM-05-EAL-04-01 (İşletme içi metod)
Selüloz İçeren Gıdalar	Selüloz İçeren Işınlanmış Gıdaların ESR Spektroskopisi ile Belirlenmesi	TS EN 1787
Hayvansal ve Bitkisel Gıdalar	DNA Komet Deneyi - Eleme Yöntemi ile Işınlanmış Gıda Maddelerinin Tespiti	TS EN 13784
Tıbbi Malzeme	Tıbbi Amaçlı Sterilite Kontrolü	TS 8232 EP 5.7 (01/2005:20601)
Tıbbi Malzeme	Radyasyonla Sterilizasyon Dozunun Tespiti	ANSI/ AAMI/ ISO 11137-2 TS EN ISO 11137-2
Tıbbi Malzeme	Tıbbi Malzeme Üzerindeki Mikroorganizma Popülasyonunun Belirlenmesi (Bioburden)	ANSI/ AAMI/ ISO 11737-1 TS EN ISO 11737-1

KAPSAM SONU

Cemalettin DAMLACI
Yönetim Kurulu Başkan Vekili



Atakan BAŞTÜRK
Genel Sekreter

ÖLÇÜM VE ANALİZ

Merkezimiz, halkın radyasyon sağlığı ve güvenliğinin temin edilmesi ilkesini esas alarak, çevrenin radyasyon düzeyinin izlenmesi çalışmalarını yürütmekte, radyolojik ve radyolojik olmayan ölçüm tekniklerinin uygulanmasında öncülük yapmaktadır.

Radyoaktivite Ölçüm ve Analiz Laboratuvarlarında, en yeni sistem ve yöntemlerle pek çok numune türünde radyoaktivite ölçüm ve analizleri yapılmakta, taşınabilir gama spektrometresi ve havadan izleme sistemleriyle de yerinde radyoaktivite ölçüm ve analizleri gerçekleştirilmektedir.

Türkiye'nin radyasyon haritasının çıkarılması, doğal radyonüklitleri içeren jeolojik maddelerin işlenmeleri sırasında konsantrasyonlarının artmasına (TENORM) sebep olabilecek sektörlerde (enerji, metalürji, petrol ve doğalgaz ile gübre sanayi vb.) ürün ve atıklarda gama dozlarının hesaplanması gibi çalışmaların yanı sıra; kamu kurum ve kuruluşları ile yapılan protokoller çerçevesinde radyoaktif maden araması, kaplıca, maden ve içmece sularının radyolojik açıdan incelenmesi, arkeolojik ve jeolojik numunelerin karakterizasyonu ve yaş tayini, yeni analiz metotlarının geliştirilmesi gibi projeler yürütülmektedir. Kamu kurum ve kuruluşları ile özel sektörden gelen su, toprak, gıda ve her türlü çevre numuneleri ile adli numunelerin radyoaktivite analizleri de yapılmaktadır.

TAEK'in EURAMET nezdinde *İyonlaştırıcı Radyasyon Metrolojisi* alanında Görevlendirilmiş Kuruluş olarak sorumluluklarını yerine getirebilmesi amacıyla radyonüklid metroloji alanında birincil ve ikincil standardizasyon çalışmalarını ve radyoaktivite ölçümleri alanında ulusal standartları oluşturmak üzere çalışmalarını sürdürmektedir.



Radyoaktivite Ölçüm ve Analiz Laboratuvarları Akredite Deney Metotları

- İçme suyunda toplam alfa/ beta radyoaktivite analizi
- İçme sularında trityum analizi
- Gıdalarda Cs-137 ve Cs-134 radyonüklitlerinin analizi
- Toprak ve yapı malzemelerinde Ra-226, Th-232, Cs-137, K-40 radyonüklit analizi
- Sularda Ra-226 radyoizotopunun alfa spektrometrik yöntemle analizi
- Sularda U-234, U-238 radyoizotoplarının alfa spektrometrik yöntemle analizi

Toplam Alfa/Beta Sayım Laboratuvarı

Toplam alfa/beta radyoaktivite sayımları öncelikli olarak bir izleme tekniği olup, analiz edilen numunelerdeki toplam alfa ve beta radyoaktivitesinin belirlenmesinde kullanılır. Rutin ve araştırma amaçlı yapılan analizlerin yanı sıra, herhangi bir nükleer kaza anında radyoaktif kirlenmenin boyutunu tespit etmek için kullanılan hızlı, güvenilir ve etkin bir yöntemdir.

Bu nedenle radyoaktivite analizi yapılacak numuneler için öncelikle toplam alfa ve toplam beta radyoaktivite analizleri, gerektiği durumlarda spesifik radyoizotop analizleri yapılmaktadır. Laboratuvarımızda; gıda numuneleri, her türlü içme suları, maden suları, kaplıca suları ve hava numuneleri gibi çeşitli çevre numunelerinin toplam alfa/beta radyoaktivite analizleri düşük ortam saymalı alfa/beta sayım sistemleriyle yapılmaktadır. İçme sularında toplam alfa/beta radyoaktivite analizleri için EPA 900.0 standart metodu kullanılmaktadır.

Sıvı Sintilasyon Spektrometri Laboratuvarı

Sıvı sintilasyon spektrometrik yöntem; çevre radyoaktivitesinin izlenmesi, herhangi bir nükleer kaza anında radyoaktif kirlenmenin boyutunun tespit edilmesi ve halk sağlığı için gerekli önlemlerin alınması amacıyla H-3, C-14, Sr-90 gibi beta yayan spesifik radyoizotopların nitel ve nicel analizinde kullanılan en yeni, en hızlı ve en geçerli yöntemdir.

Laboratuvarımızda gelişmiş özelliklere sahip düşük fon sayımlı sıvı sintilasyon spektrometreleri ile rutin olarak içme sularında trityum analizi, su, süt, gıda ve çevresel numunelerde de Sr-90 analizi yapılmaktadır. Sıvı Sintilasyon Spektrometri Laboratuvarında içme sularında trityum analizleri için ASTM D 4107-08 standart metodu kullanılmaktadır.



Tek dedektörlü otomatik alfa/beta sayım sistemi



Çok dedektörlü alfa/beta sayım sistemi



IR lambalar



Planşet



Sıvı Sintilasyon Spektrometri Laboratuvarı



Alfa spektrometresi



Kolon kromatografi sistemi



Benzen sentez sistemi

Alfa Spektrometri Laboratuvarı

Alfa spektrometrisi alfa yayımlayan radyonüklitlerin (U, Pu, Th, Po, Am gibi) nicel ve nitel olarak belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Laboratuvarımızda mevcut vakum kontrollü 8 adet sayım hücresi bulunan, yarı iletken PIPS (Passivated Implanted Planar Silicon) dedektörlü sistemle gıda, toprak, bitki ve su numunelerinde Po-210, U-238, U-235, U-234, Pu-238, Pu-239+240, Ra-226, Am-241, Th-232 analizleri yapılmaktadır.

Gama Spektrometri Laboratuvarı

Çeşitli bağıl verimleri olan (%10, %18, %20, %110 ve %150) p-tipi/n-tipi eş eksenli yüksek çözünürlük ve yüksek saflıkta germanyum (HPGe) veya NaI sintilasyon dedektörlerinden ve ilgili elektronik donanımlarından oluşan gama sayım sistemleriyle, endüstriyel, çevre ve gıda numunelerinde her türlü gama izotopik radyoaktivite analizleri yapılmaktadır.

Ayrıca ithal ve ihraç edilecek gıda ve benzeri örnekler için de gama radyoaktivite analizleri yapılarak izin belgeleri verilmektedir. Gama Spektrometri Laboratuvarında, ASTM E-181 standardı esas alınarak analizler yapılmaktadır.



Gama Spektrometri Laboratuvarı



Otomatik numune değiştiricili gama spektrometresi

C-14 Tarihlendirme Laboratuvarı

C-14 (radyokarbon) tarihlleme yöntemi, karbon atomu içeren arkeolojik buluntuların radyoaktif C-14 izotopunun radyoaktivitesi ölçülerek tarihlendirilmesi yöntemidir.

Bu metodun uygulanabilmesi için numunedeki karbon çeşitli kimyasal işlemlerle benzene dönüştürülür ve C-14 radyoaktivitesi sıvı sintilasyon spektrometresi ile belirlenir. Bu yöntem ile ağaç, kömür, toprak, tohum, bitki ve deniz kabuğu gibi karbon içeren arkeolojik veya jeolojik numunelerin yaş tayini yapılabilmektedir. Laboratuvarımızda C-14 tarihlleme yönteminde kullanılmak üzere benzen sentez sistemi kurulmuş olup yaş tayini yapılmaktadır.



Radon İzleme Laboratuvarı

İnsanlar zamanlarının büyük kısmını kapalı mekânlarda geçirdikleri için radon kaynaklı iç ışınlanmaya maruz kalırlar. Doğal kaynaklardan alınan dozun en önemli bileşeni, radon gazı ve onun kısa yarı ömürlü bozunma ürünleridir. Ükelere göre değişiklik göstermekle birlikte radon ve bozunma ürünleri nedeniyle maruz kalınan yıllık ortalama etkin dozun dünya genelinde 1.3 mSv olduğu tahmin edilmektedir. Dolayısıyla meskenler ve işyerleri için radon aktivite konsantrasyonunun ölçülmesi halkın iyonlaştırıcı radyasyonun zararlarına karşı korunmasında önem arz etmektedir.

Radon İzleme Laboratuvarında aktif ve pasif yöntemler ile kapalı ortamlarda radon aktivite konsantrasyonu ölçümleri yapılmaktadır. Pasif radon dedektörü olarak CR-39 katı hal iz dedektörleri kullanılmaktadır. Radon aktivite konsantrasyonu ölçümü yapılacak ortamda 1-2 ay süre ile bekletilen dedektörler kimyasal kazıma işlemine tabi tutulduktan sonra otomatik iz sayım sisteminde değerlendirilerek, ölçüm yapılan ortamın radon aktivite konsantrasyonu hesaplanmaktadır.

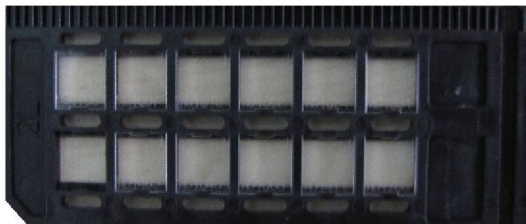
Aktif ölçüm cihazı olan AlphaGuard ile havada, suda ve toprakta radon aktivite konsantrasyonu ölçümleri yapılmaktadır. Bu ölçümlerde 10 dakika gibi kısa bir sürede sonuç elde edilebilmektedir.



Otomatik iz sayım cihazı



Pasif dedektör kabı



CR-39 dedektör kaseti



Aktif ölçüm cihazı
(AlphaGuard)



Kimyasal kazıma cihazı



Kalibrasyon tankı



Atomik absorpsiyon spektrometresi



Taşınabilir XRF



Analitik Ölçüm ve Analiz Laboratuvarlarında, uluslararası standartlara uygun ileri analiz ve ölçüm teknikleri kullanılarak her türlü rutin kimyasal analiz ve ölçüm yapılmakta, analiz metotları geliştirilmekte ve uygulanmaktadır.

Analitik Ölçüm ve Analiz Laboratuvarları Akredite Deney Metotları

- WDXRF Spektrometresi ile Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Ti, Mn, Fe, P, Sc, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Pb, La, Th ve U Element Analizi



WDXRF spektrometresi

Element ve Kararlı İzotop Analizi Laboratuvarı

Atomik absorpsiyon spektrometresi ile jeolojik, biyolojik, gıda ve çevre örneklerinde Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Na, Ni, Sb, Se, Sn, Pb, V ve Zn elementleri analiz edilmektedir.

Element analizörü, karbon, hidrojen, azot ve kükürt elementleri içeren katı haldeki organik maddelerin analizi için kullanılmaktadır.

Merkezimizde bulunan **dalga boyu dağılımlı, enerji dağılımlı, taşınabilir X-ışınları floresan spektrometresi (XRF) ve μ -XRF sistemleri** ile farklı formlardaki numunelerde (metal, alaşım, maden, plastik, kağıt, cam, bitki, petrol ürünleri vb.) bor-uranyum aralığındaki elementlerin analizleri ve malzemelerin yüzeysel element dağılımlarının haritalandırılması tahribatsız, hızlı ve güvenilir bir şekilde yapılmaktadır. Bu cihazlarla temel fizik, çevre ve arkeoloji araştırmaları gerçekleştirilmektedir.

Arkeolojik, jeolojik ve antropolojik numunelerin tarihlendirilmesi Dozimetri Laboratuvarları ile birlikte Anadolu Medeniyetleri Müzesi ile ortak çalışma olarak yürütülmektedir.

Yüksek çözünürlüklü indüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresi (HR-ICP-MS) sistemi çevresel, jeolojik, biyolojik, arkeolojik örneklerde atom numarası 7-260 amu arasındaki element ve izotopların major, eser ve ultra eser miktardaki analizleri için kullanılmaktadır. Ayrıca laboratuvarımızda bu sistem ile birlikte kullanılan ve katı örneklerin doğrudan analizlerini mümkün kılan bir Lazer Aşındırma (Laser Ablation-LA) ünitesi mevcuttur.

İzotop oranı kütle spektrometresi (IR-MS) sistemi; Element analizörü, Gasbench, GC yakma (Combustion) ünitelerinden oluşmaktadır. Bu sistem ile katı ve sıvı örneklerde $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ve $\text{D}/^1\text{H}$ izotop oranlarının analizleri gerçekleştirilmektedir.

Kromatografi Laboratuvarı

Gaz kromatografi sistemlerinde bulunan sıvı, gaz, headspace ve katı faz mikroyenjeksiyon örnekleme sistemleri ile ECD, NPD, FID ve TCD dedektörleri sayesinde çok çeşitli bileşenlere sahip numunelerin analizleri hızlı, hassas ve güvenilir şekilde gerçekleştirilmektedir.

Sıvı kromatografi sisteminde bulunan floresans, PDA, kırma indisi ve MS dedektörleri sayesinde bir numunedeki uçucu olmayan bileşenlerin analizi kolaylıkla gerçekleştirilmektedir.

Sıvı kromatografi-gaz kromatografi/kütle spektrometri-kütle spektrometri (LC-GC-MS/MS) Sistemi ile özellikle yoğun matriks ortamında bulunan düşük miktarlardaki bileşenler bile kolaylıkla tayin edilebilmektedir.

Laboratuvarımızda bulunan **iyon kromatografi sistemi** ile çeşitli su numunelerinde bulunan F^- , Cl^- , NO_3^- , Br^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} anyonları, Li^+ , Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} katyonları ve Fe^{2+} , Fe^{3+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Mn^{2+} , Cd^{2+} geçiş metalleri iyonları analiz edilmektedir.



IR-MS sistemi



HR-ICP-MS sistemi



Lazer aşındırma ünitesi



Gaz kromatografisi
örnekleme sistemi

Spektroskopi Laboratuvarı

UV-görünür bölge ve luminesans spektrofotometreleri ile anorganik kompleksler, organik bileşikler ve luminesans özellik gösteren maddelerin nitel ve nicel analizleri yapılmaktadır. Laboratuvarımızda bulunan sistem ile 200-900 nm arasında dalga boyu taraması yapılarak bileşiklerin analizleri gerçekleştirilmektedir. Bunun yanında sistem kinetik analizler adsorpsiyon, absorpsiyon, desorpsiyon çalışmalarına da olanak sağlamaktadır.

FT-IR spektrometresi ve aksesuarları ile yakın, orta ve uzak infrared spektral bölgeler incelenerek bileşiklerin çeşitli fonksiyonel grupları belirlenebilmekte ve katı, sıvı, gaz halindeki örneklerin yapı analizi gerçekleştirilebilmektedir. FT-IR spektrometresi ile analizi mümkün olmayan bileşikler FT-Raman sistemi ile incelenebilmektedir.

Protein ve bakteri tanımlayıcı FT-IR spektroskopi sistemi proteinler, lipitler, karbonhidratlar ve DNA/RNA vb. biyomoleküllerin yapılarının aydınlatılması ve miktar analizi için kullanılmaktadır. Aynı zamanda izolasyonu yapılan bakterilerin analizi yapılarak mikroorganizma tanımlanması ve sınıflandırılması gerçekleştirilmektedir.

Laboratuvarımızda bulunan **dispersive Raman spektrometre ve konfokal mikroskop sistemiyle** FT-Raman ile tayin edilemeyen bileşiklerin analizi 532 ve 785 nm lazer kaynakları kullanılarak yapılabilmektedir. Sisteme bağlı olan konfokal mikroskop sayesinde mikroanalizler gerçekleştirilmektedir.



Sıvı kromatografi sistemi



LC-GC-MS/MS sistemi



Dispersive Raman sistemi



FT-IR ve FT-Raman sistemleri

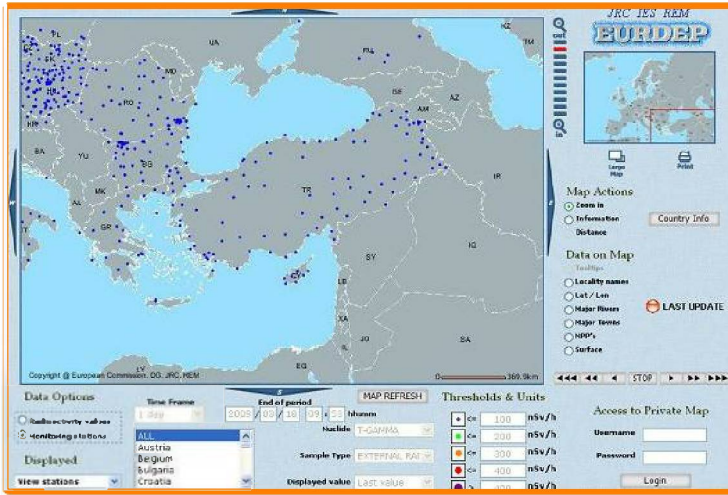
NÜKLEER ELEKTRONİK

Nükleer Elektronik Laboratuvarında; Merkezimiz birimlerine ve laboratuvarlarına tam teknik destek sağlanması, Merkezimizin elektronik ve bilişim altyapısının kurulması, araştırma, tasarım ve üretim gibi faaliyetler gerçekleştirilmektedir. Radyasyon ölçümü, kontrolü ve radyasyondan korunmaya yönelik sistemlerin temini ve işletilmesine teknik destek sağlayarak mevcut elektronik sistemlerin, cihazların ve bilişim ağının kesintisiz işleyişi ile ilgili çalışmalar sürdürülmektedir.

Her türlü elektronik donanımın bakım, onarım ve ayarlarının yapılması, yeni veya mevcut cihazların devreye alınması, devreden çıkarılması faaliyetleri yürütülmekte olup, TAEK bünyesinde bulunan veya diğer kamu kurum ve kuruluşlarından gelen radyasyon ölçüm cihazlarının bakım ve onarımları da yapılmaktadır.

Ülkemizdeki radyasyon hareketlerini takip etmek, kontrol dışı radyoaktif maddeleri tespit etmek ve zamanında müdahale edilmesini sağlamak üzere TAEK tarafından üretilmekte olan Radyasyon Erken Uyarı Sistemi (RESA) ile gümrük kapıları ve sınır geçişlerinde ölçüm yapan RESA-GATE radyasyon ölçüm sistemlerinin kurulumu gerçekleştirilmektedir.

Gümrük kapılarında radyasyon ölçümünün hassas ve kesintisiz şekilde gerçekleştirilebilmesi için yeni radyasyon ölçüm sistemlerinin donanım ve yazılım çalışmaları da sürdürülmektedir.



Türkiye ve Avrupa'daki RESA istasyonları



RESA istasyonlarından görünüm



SANAEM'de üretilen plastik sintilatörlü dedektör



Nükleer Elektronik Laboratuvarı

KİŞİSEL DOZİMETRİ HİZMETİ

Ulusal mevzuat gereği, radyasyonla çalışan kişilerin maruz kaldığı radyasyon dozunun belirli sınırlar içinde kalmasının sağlanması amacıyla kişilerin aldıkları radyasyon dozlarının tayin ve takip edilmesi gerekmektedir. Kişisel Dozimetri Hizmeti olarak adlandırılan bu hizmet, 1960'lı yıllardan bu yana Türkiye Atom Enerjisi Kurumu tarafından yürütülmektedir. Kişisel dozların ölçülmesi için film ve termoluminesans dozimetreler (TLD) kullanılmaktadır. Film ve TLD ile tüm vücut dozu $H_p(10)$, deri tarafından soğurulan doz $H_p(0.07)$ ve göz merceği tarafından soğurulan doz $H_p(0.03)$ değerleri ölçülebilmektedir.

Bu hizmet; dozimetrelerin kuruluşlara gönderilmesi, bir önceki dönem kullanılmış olan dozimetrelerin Merkezimize iade edilmesi ile bu dozimetrelerin laboratuvarlarımız tarafından değerlendirilmesi kapsamında yürütülmektedir. Dozimetrelerin değerlendirilmesi ile elde edilen doz sonuçları kuruluşlara “Doz Raporu” olarak rapor edilmekte, tüm doz kayıtları Merkezi Doz Kayıt Sistemine kaydedilmektedir.

Her dönem yapılan değerlendirme sonrasında kişilerin maruz kaldıkları radyasyon dozunun ulusal ve uluslararası yıllık sınırlar içinde kalmasını temin etmek üzere, doz değerinin 1 ayda 2 mSv’i aşması durumunda söz konusu dozun kaynağının araştırılması ve gerekli tedbirlerin alınmasının sağlanması amacıyla dozimetre kullanıcılarına çalışma koşulları ve dozimetre kullanımına yönelik soruları içeren “İnceleme Düzeyi Doz Araştırma Formu” gönderilmektedir. Form doldurularak geri gönderildikten sonra beyan edilen bilgiler doğrultusunda gerekli değerlendirmeler ve işlemler yapılmaktadır.



TLD Laboratuvarı



Otomatik TLD okuyucu



Film Dozimetri Laboratuvarı



Termoluminesans dozimetre (TLD)



Film ve TL dozimetre

Ülke genelinde radyasyonla çalışan 35.000 kişiye verilmekte olan Kişisel Dozimetri Hizmeti Film Dozimetri ve Termolüminesans Dozimetri Laboratuvarları tarafından yürütülmektedir. Laboratuvarlarımız, 2009 yılında TÜRKAK tarafından akredite edilmiş olup, tecrübeli ve konusunda uzman personeli ve gelişmiş altyapısı ile uluslararası standartlarda doğru ve güvenilir hizmet vermektedir.

Film Dozimetri Laboratuvarı

"Film Dozimetri", tüm dünyada radyasyonla çalışan kişilerin maruz kaldığı kişisel dozu tayin etmek için kullanılan en eski ve en yaygın sistemdir. Film üzerinde radyasyon etkisiyle meydana gelen optik yoğunluğun ölçülmesi ve sonucun değerlendirilmesi esasına dayanır. Bu dozimetreler, film ve taşıyıcı olmak üzere iki kısımdan oluşur. Film üzerinde radyasyon etkisiyle ortaya çıkan optik yoğunluğun, radyasyonun tipi ve enerjisinden bağımsız olması için, taşıyıcı içerisinde değişik tip ve kalınlıkta filtreler bulunmakta ve film üzerinde filtre arkalarına karşılık gelen optik yoğunluklar ölçülerek doz hesabı yapılmaktadır. Laboratuvarımızda, dozimetre filmi ile 0.1 mSv–10 mSv doz aralığında beta (β), gama (γ) ve X-ışınlarından alınan radyasyon dozları ölçülebilmektedir.



Kişisel dozimetri arşivi



Film banyo cihazı



Densitometre



Numaratör



Film dozimetre



Optik kararma değerinin okunması



TLD kristalleri



Otomatik ışınlayıcı



TLD Laboratuvarı



Otomatik TLD okuyucu

Termolüminesans Dozimetri Laboratuvarı

Termolüminesans özellik gösteren kristaller radyasyona maruz kaldıklarında, kristali oluşturan bazı atomların elektronları atomu terk ederek kristal örgüsündeki bozukluklar içerisinde tuzaklanır. Kristalin ısıtılması, bu elektronların tuzaklardan kurtulmalarına ve ışık formunda enerji yaymalarına neden olur. Bu olaya termolüminesans olayı denir. Termolüminesans özellik gösteren bazı kristalleri içeren dozimetreler, kişisel doz ölçümlerinde kullanılmaktadır.

TLD ile hizmet veren laboratuvarımızda Panasonic marka TLD ve okuyucular kullanılmaktadır. TLD içerisinde $\text{LiB}_4\text{O}_7: \text{Cu}$ ve $\text{CaSO}_4: \text{Tm}$ termolüminesans kristalleri ve enerjiden bağımsız olarak doz hesabı yapılabilmesi için uygun filtreler bulunmaktadır. Bu dozimetreler ile 0.1 mSv – 10 mSv doz aralığında, gama (γ), X-ışınları, beta (β) ve nötron dozları ölçülebilmektedir.



Otomatik TLD okuyucu

Yüzük Dozimetri Laboratuvarı

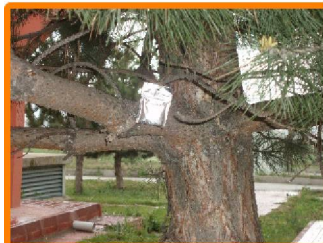
Özellikle nükleer tıp alanında görev yapan ve deri dozunun takip edilmesi gereken kişilerin TLD yanında ek olarak yüzük dozimetre kullanması gerekmektedir. Termolüminesans kristal içeren yüzük dozimetreler ile 0.1 mSv–10 mSv doz aralığında gama (γ), X-ışınları, beta (β) dozları ölçülebilmektedir.



Yüzük dozimetre

Çevresel Doz İzleme Faaliyeti

Havadaki veya kapalı ortamlardaki radyasyon dozlarını ölçmek amacıyla termolüminesans kristaller içeren dozimetreler kullanılmaktadır. Düşük radyasyon dozlarını ölçme kabiliyetine sahip TLD'ler ve otomatik TLD okuyucular kullanılarak gerektiğinde havadaki veya kapalı ortamlardaki radyasyon dozları ölçülebilmektedir.



Açık ortamda TLD ile çevre dozu ölçümü

Medikal Fizik Uygulamaları Laboratuvarı

Tıp alanındaki radyasyon uygulamalarında hastanın radyasyon güvenliğinin sağlanarak en az doz ile en iyi tanısal sonucun elde edilmesi, sağlam doku ve organların korunarak en doğru ve güvenilir şekilde tedavi edilmesi amacıyla gerekli doz ölçüm ve hesaplamalarının yapılması, uygulanması, ışınlanmaya maruz kalmış toplum bireylerinin doz düzeylerinin doğru, güvenilir ve en hızlı şekilde belirlenmesi için uygun yöntemlerin geliştirilmesi, çalışanların, halkın ve çevrenin radyasyon güvenliğinin sağlanmasına yönelik çalışmalar sürdürülmektedir.

Aynı radyolojik tetkiklerde yapılan dozimetrik çalışmaların sonuçları hasta dozlarında büyük farklılıklar olduğunu göstermektedir. Bu nedenle tanısal radyolojide hasta dozimetresinin bilinmesi;

- Hamile ya da hamilelik olasılığı olan hastalarda radyolojik incelemenin planlanmasında,
- Hamileliği radyolojik inceleme sonrasında fark edilen hasta da fetüsün aldığı dozun hesaplanmasında,
- Çocuk hastaların radyolojik incelemelerinde aldıkları dozun belirlenmesinde,
- Radyolojik tetkiklerde alınan dozların referans seviyeleriyle karşılaştırılmasında,
- Uygulanan dozların yüksek olduğu incelemelerde dozların belirlenmesinde

kullanılmaktadır.

Tıbbi radyasyon uygulamalarında radyasyona maruz kalan organ ve tüm vücut dozlarının hesaplanması talep doğrultusunda matematiksel fantomların kullanıldığı bilgisayar yazılımı ile gerçekleştirilmektedir.

Radyasyon Kaynaklarının Kalite Kontrol Testlerinin Yapılması

Radyasyon kaynaklarının uygulamalardaki güvenilirliği cihazın kurulum sırasında kabul ve performans testlerinin sonrasında da düzenli aralıklarla kalite kontrol testlerinin yapılması koşuluna bağlıdır. Bu çerçevede radyasyon uygulamalarında performans testleri yapılarak yetişkin ve çocuk hastaların aldıkları radyasyon dozları belirlenmektedir.



UNFORS



ACR fantomu



CTDI kafa, vücut, çocuk fantomu ve özel tasarım kalem tipi iyon odası



RAD CAL



Floresan mikroskobu



PH metre ve elektroforez



Real time- PCR (Gerçek zamanlı polimeraz zincir reaksiyonu) cihazı

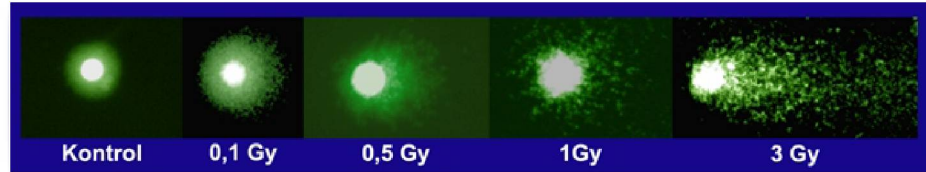


Santrifüj ve sıcak su banyosu

Moleküler Genetik Laboratuvarı

İnsanlarda radyasyona bağlı olarak meydana gelebilecek biyolojik zararların hızlı ve kolay bir şekilde belirlenebilmesi amacıyla moleküler genetik laboratuvarında biyolojik doz tayini çalışmaları sürdürülmektedir.

Komet Assay: Tek hücre jel elektroforezi veya sıklıkla tercih edilen diğer adıyla “Comet Assay” tekniğinde hasara uğramış hücre, çekirdek dışına göç etmeyen (kafa) ve çekirdek dışına göç etmiş (kuyruk) olarak adlandırılan iki kısımdan oluşur. Maruz kalınan doz arttıkça kometin kafa kısmından serbest kalan DNA artar.



Kan numunesinin ışınlama dozuna bağlı Komet değişimi

Gen ekspresyon profillerinin belirlenmesi: Akut ve önemli radyasyon maruziyetleri için diagnostik bilgi sağlayabilecek gen ekspresyon biyomarkerlarının tanımlanması, değerlendirilmesi ve geçerlilikleri “Real time-PCR (Gerçek zamanlı polimeraz zincir reaksiyonu)” yöntemi ile araştırılmaktadır. Bireylerden alınan kan örneklerinde kullanılarak çeşitli dozlarda iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalındığında ifade düzeylerinde artış meydana gelen genler belirlenmektedir.

Comet Assay çalışmalarının ön hazırlıkları ve gen ekspresyon analizleri Class II Laminar Hava Akış Kabini içerisinde yapılmaktadır.



Laminar hava akış kabini

Dâhili Dozimetri Laboratuvarı

Biyolojik örneklerde nükleer madde analizi

Radyoizotoplara maruz kalan veya kaldığı şüpheli edilen bireylerden alınan biyolojik materyallerden (idrar, dışkı v.b.) vakum box tekniği ile Amerisyum, Plutonyum, Uranyum ve asitlerle yaş yakma tekniği ile Polonyum analizi için hazırlanan numunelerde alfa radyasyonu yayan radyonüklitler ve aktiviteleri belirlenir.

Kan Sayım Cihazı

Dâhili Dozimetri Laboratuvarında bulunan Medonic CA 530 marka tam kan sayım cihazı ile herhangi bir radyasyon kazası sonrasında radyasyon kaynakları ile çalışanların kan tablosundaki değişikliklerin tespit edilerek gerekli tıbbi işlemlerin başlatılması için kan analizleri yapılarak veri bankası oluşturulması çalışmaları sürdürülmektedir.

Tüm Vücut Sayım Sistemi

Solunum, sindirim veya dolaşım yolu ile vücut içerisine giren radyoizotoplardan yayılan radyasyonunun doğrudan ölçülmesi için Tüm Vücut Sayım Sistemleri kullanılmaktadır. Uranyum, toryum vb. madenlerde, radyoizotop üretim ve ayrıştırma işlemlerini yerine getiren tesislerde ve radyoaktif maddelerin endüstriyel, medikal ve araştırma amaçlı kullanımında çalışanların veya bir nükleer kaza sonrası, serpintiyle meydana gelen radyoaktif kirlenme sonucunda radyonüklitlerden kaynaklanan vücut yükü aktiviteleri belirlenebilmektedir. Merkezimiz sabit ve mobil Tüm Vücut Sayım Sistemleri ile hizmet vermektedir. NaI(Tl) dedektörleri ve HpGe dedektörlerinden oluşmuş sayım üniteleri, bilgisayar kontrollü olarak çalışmakta olup, sayılan kişilerin tüm vücut yükü aktiviteleri ve almış oldukları radyasyon dozu belirlenebilmektedir.



Mobil tüm vücut sayım sistemi



Numune hazırlama



Kan sayım cihazı

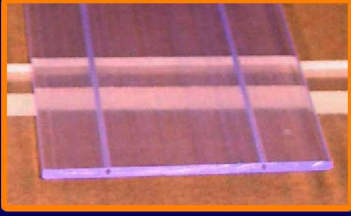


Tüm vücut sayım sistemi

ARAŞTIRMA VE TEKNOLOJİ

Radyasyon Algılama ve Ölçüm Teknolojileri

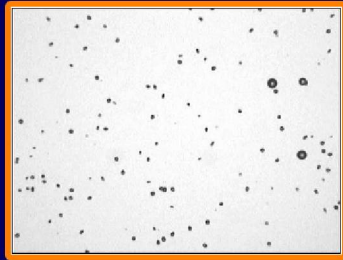
Plastik sintilatör yapımına yönelik Merkezimiz tarafından yürütülen araştırmalar sonuçlanmış ve plastik sintilatör dedektörlerinin üretimi gerçekleştirilmiştir. Nanokompozit plastik sintilatör dedektörü çalışmaları ise henüz başlangıç aşamasındadır. Bu çalışma ile tek kristalli inorganik sintilatör malzemeleri plastik yapı içine gömülerek daha ucuz ama hassasiyeti azalmamış radyasyon algılama sistemlerinin üretilmesi amaçlanmaktadır.



Plastik sintilatör



HIPRAD dedektörü



CR-39 dedektör

Merkezimiz ile İtalya'da faaliyet gösteren MAPRad Srl işbirliği ile sahada sabit veya mobil uygulamaya uygun olan sıvı, gaz ve katı numuneler için kullanılabilecek alfa, beta ve gama radyasyonunu tespit edebilecek bir dedektör sistemi (HIPRAD) geliştirilmiştir. Dedektör; katı, sıvı ve gaz numunelerinin aynı anda alfa, beta ve gama ölçümlerini yüksek hassasiyetle yapılabilecek, modüler ve kompakt şekilde tasarlandığından istenilen yere kolaylıkla taşınabilecek, kablosuz olarak uzaktan veri aktarabilme özelliğiyle coğrafi şartlara bakılmaksızın her yere yerleştirilebilecektir.

CR-39 radon dedektörlerinin yerli imkânlarla üretilmesinin araştırılması yapılmış olup bu üretimin Türkiye içinde yapılabileceği görülmüştür.

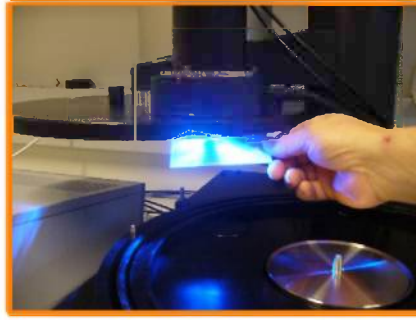
Doz Ölçüm Sistemleri ve Teknikleri

Merkezimizde termoluminesans (TL) özellik gösteren dozimetrik malzeme çalışmalarına öncelik verilmiş ve bu özelliğe sahip kristaller üretilmiştir. Bu kristaller yardımıyla Merkezimizde hassas bir şekilde doz ölçümleri yapılabilmektedir.

Değişik radyasyon türlerine duyarlı ve enerji bağımlılığı düşük, doku eşdeğeri olan organik ve inorganik yapıda yeni bileşiklerle Alanine/ EPR ve TL dozimetreler geliştirilmiş ve gerek Merkezimiz dışına verilen hizmetlerde gerekse de Merkez içi çalışmalarda doz ölçüm amacıyla kullanılmaktadır.

Kişilerin üzerlerinde ve yaşadıkları ortamlarda bulunması muhtemel çeşitli malzemelerin kaza dozimetresi olarak kullanılabilirlikleri ESR ve TL/OSL teknikleri ile araştırılarak, bunların uygun olanlarının çevre ve kaza dozimetresi olarak kullanımı mümkün hale getirilmiştir.

Gıdaların ışınlanıp ışınlanmadığının tespiti doz ölçüm teknikleri ile yapılabilmektedir. Merkezimiz tarafından verilen bu hizmetle gıda endüstrisi, aldıkları ürünlerin ışınlama yoluyla steril hale getirilip getirilmediğini doğrulamakta ve ihraç ettikleri ürünlerin de steril olduklarını gösterebilmektedir.



Fırınlama öncesi dozimetrik kristallerin hazırlanışı



Alanine dozimetreler



Hızlandırıcı Teknolojileri

Merkezimiz hızlandırıcı teknolojileri konusundaki mevcut imkânları ve uygulamaları ile ön planda yer almaktadır. Merkezimizde radyofarmasotik üretimi ve araştırma çalışmalarına yönelik Proton Hızlandırıcısı Tesisi ve endüstriyel uygulamalara yönelik Elektron Hızlandırıcısı Tesisi bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, Merkezimiz kendi imkânları ile 100 keV'luk bir doğrusal hızlandırıcı tasarlamış, üretmiş ve çalışır hale getirmiştir.

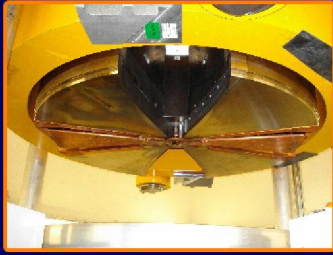
SANAEM'de yüklü parçacıklar için demet hattı tasarımı ve yapımı ile demet parametreleri ölçümleri kapsamında çalışmalar sürdürülmektedir. Bu çalışmalar kapsamında 100 KeV DC doğrusal iyon hızlandırıcısı tasarım ve yapımı tamamlanmıştır. İlk iyon demeti (50 keV proton demeti) 15 Haziran 2011'de elde edilmiştir. Hızlandırıcıda protonlar endüktif kuplajlı plazma (Inductively Coupled Plasma-ICP) tipli iyon kaynağından elde edilmiştir. Hızlandırma için gerilim bölücü, odaklama için kuadropol magnetler, Einzel lens ve solenoid, demet profili tespiti için fosfor yüzey, akım ölçümü içinde faraday kap kullanılmıştır. 100 keV DC doğrusal iyon hızlandırıcısı, elektronik malzeme ve dedektörlerin radyasyon dayanıklılık testlerinin yapılmasında, 1 MeV protonlarla XRF (X-Ray Fluorescence) ve PIXE (Particle Induced X-Ray Emission) floresans çalışmalarında kullanılabilecektir. Tasarımı Merkezimizde yapılan bu hızlandırıcının parçaları Türk firmalarına imal ettirilmiştir.

Kararlı İzotop Laboratuvarı

Merkezimizdeki Proton Hızlandırıcısı Tesisinde (PHT) flor-18 üretiminde hedef olarak kullanılan oksijen-18 üretimi için araştırma çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmada doğal sudaki oksijen-18 miktarının zenginleştirilmesi laboratuvar ölçeğinde kurulacak olan sistemde gerçekleştirilecek ve en yüksek oranda zenginleştirme elde etmek için bu sistemin optimum işletim koşulları belirlenecektir. İşletim tecrübesi kazanıldıktan sonra bu sistem pilot ölçekli bir sisteme geçebilmek için temel oluşturacaktır.



Proton hızlandırıcısı vakum pompaları



Negatif hidrojen iyonları hızlandırma elektrotları (PHT)



PHT Ar-Ge ışınlama odası



100 keV DC doğrusal iyon hızlandırıcısı

Malzeme Karakterizasyon Laboratuvarı

Termal analiz tekniklerine yönelik olarak çeşitli malzemelerin termal özelliklerinin belirlenebilmesi için kullanılan Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (*Differential Scanning Calorimeter*-DSC) cihazı ile Eşzamanlı Diferansiyel Termogravimetri (*Simultaneous Differential-Thermogravimeter*-SDT) cihazları kullanılmaktadır. Bu cihazlarla malzemelerin sıcaklığa bağlı olarak kütle değişimleri, aktivasyon enerjileri, kristalleşme sıcaklıkları, camı geçiş sıcaklıkları, erime ve kaynama sıcaklıkları, öz ısı, reaksiyon kinetiği, ısıl kararlılık gibi termal özellikleri incelenebilmektedir. Bunun yanı sıra, 77–315 K sıcaklık aralığında metal malzemelerin, akım-gerilim (I-V), direnç-sıcaklık (R-T) karakteristikleri de incelenebilmektedir.

Malzemelerin kristal yapılarının incelendiği X-ışını kırınımı (*X-Ray Diffractometer*-XRD) malzeme analizinde kullanılan en önemli yöntemlerden birisidir. Bakır hedefli X-ışını tüpüne sahip bu cihazla, -180°C ile +1600°C'lik bir sıcaklık aralığında, malzemelerin faz analizleri ve kristal yapı çözümlemesi çalışmaları yürütülmektedir.

Eriyik Akış İndisi (MFI) Tespiti, Piknometre ile Yoğunluk Tespiti, Sertlik Ölçümü (Shore-D Shore A), Makro ve mikro kesim işlemleri de yapılabilmektedir.

Mikroskopi Laboratuvarı

Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile, metal malzemelere yapılabilecek her türlü katkı ve faz değişimleri, metal-metal, iletken-yarı iletken, yarı iletken-yarı iletken tabakaların kontak yapıları ve biyoteknolojik numunelerin incelenmesi yapılabilmektedir. Bu mikroskop ayrıca; tozların, seramik ve diğer malzemelerin yüzey ve kesitlerinin, yüksek büyütme oranları ile (x500.000'e kadar) morfolojik ve kimyasal analizi için de kullanılmaktadır. Malzeme yüzeyi ve kesitinde bulunan her türlü hatalar (örneğin sır yüzeyinde bulunan siyah nokta, pinhole ve diğer hatalar) rahatlıkla incelenebilir ve nano boyutunda bölgelerin kimyasal analizleri, faz haritalaması, renkli kompozisyon görüntülemesi vb. yapılabilir. İkincil elektron ve geri saçılan elektron görüntüsü verebileni taramalı elektron mikroskobu; tamamen bilgisayar kontrollü, sayısal işlemcili olup, Bor-Uranyum arası tüm elementleri kapsayan EDX sistemi ile noktasal ve genel element analizi yapabilmektedir.



Elektron spin rezonans (ESR) spektrometresi



X-ışını (toz) kırınım (XRD) cihazı



Taramalı elektron mikroskobu (SEM)

Füzyon Laboratuvarı

Tamamıyla yerli tasarım ve üretim olan cihazlarla, Güneşin ve diğer yıldızların enerji üretme sürecine benzeyen koşullar, Füzyon Laboratuvarında sınırlı olarak sağlanmaktadır. Bu çalışmalarda maddenin katı, sıvı ve gaz halinden başka dördüncü hali olan plazma hali gözlemlenmektedir. Plazma, yüksek yoğunluklu negatif ve pozitif parçacıklardan oluşan bulutsu bir yapıdır. Yerli imkânlarla yapılan bu cihazların içine konulan farklı gazlar, saniyenin milyonda biri mertebesi gibi kısa bir süre içerisinde, yüksek akımlar altında füzyona uğratılmaktadır.



Küresel tokamak

Plazma Fiziği Laboratuvarı

Plazma Fiziği Laboratuvarında hızlı nötron radyo görüntüleme ve füzyon çalışmaları yapmak amacıyla yerli imkanlarla plazma odak cihazı yapılmış olup, ölçümler alınmaya başlanmıştır. Bu cihaz elektromanyetik ivmelendirme ve sıkıştırma ile kısa ömürlü çok yoğun ve çok sıcak plazma üretmektedir. Ayrıca nötron görüntüleme yöntemleri çalışmalarında kullanılmakta olup, malzeme, araştırma ve üretim tekniklerinin geliştirilmesinde, yapı-inşaat ve malzeme analizinde, endüstri, tıp, güvenlik, metal işleme ve elektronik gibi alanlarda uygulamaları da vardır ve çoklu radyasyon kaynağı olarak da kullanılabilir. Bu cihazda ağırlıklı olarak hızlı nötronların radyo-görüntüleme yöntemleri çalışılmaktadır.



Plazma odak cihazı

Plazma Fiziği Laboratuvarında halen çalışmaları sürdürülmekte olan bir diğer cihaz, füzyon çalışmalarında kullanılan hareketsiz elektrostatik sıkıştırma (Inertial Electrostatic Confinement) cihazıdır. Bu cihazda iyonların, elektrostatik kuvvet yardımıyla küre merkezindeki negatif potansiyelli kor bölgesinde yoğunlaştırılarak termonükleer füzyon için gereken plazma sıcaklığına ulaşılmaktadır.



Hareketsiz elektrostatik sıkıştırma cihazı



Plazma topu

Fisyon Laboratuvarı

Fisyon reaksiyon mekanizmalarındaki nükleer parametrelerin ölçümünün yapılarak değerlendirilmesi bu laboratuvarın ana hedefleri arasındadır. Laboratuvarında, her biri 592 GBq olan 3 adet Am-241/Be nötron ışınlama hücresi ve bununla ilişkili Gama Spektrometresi Laboratuvarında nötronlarla çekirdek reaksiyonları sırasında reaksiyona iştirak eden nükleer parametrelerin ölçümleri yapılmaktadır. Bu bağlamda, özellikle U-238 ve Th-232'nin hızlı fisyon reaksiyonu sonucu oluşan fisyon ürünlerinin kütle dağılımları, hızlı nötron eşik dedektörlerinin tesir kesitleri, termal ve epitermal nötron tesir kesitleri, yarı ömür ölçümleri, nötron akı ölçümleri, fisyon ürünlerinin gama enerjilerinin çıkış olasılıklarının tayini yapılmaktadır. Ayrıca Na (dahil) ile U (dahil) arasındaki yaklaşık 50 elementin nötron aktivasyon analizi (NAA) metodu ile, ilgilenilen elementlerin nükleer özelliklerine (izotopik bolluk, nötron tesir kesiti, yarı ömür, gama enerjisinin büyüklüğü ve şiddeti) bağlı olarak, 0.2 g ile 4×10^{-6} g aralığında nicel analizleri yapılabilir.



HPGe dedektörlü gama spektrometresi

Radyasyon Mikrobiyolojisi Laboratuvarı

Laboratuvarımızda tek kullanımlık tıbbi malzemelerin radyasyonla sterilizasyon dozunun tespiti konusunda araştırma, geliştirme, uygulama ve bilgilendirme faaliyetleri yürütülmektedir. Sterilizasyon dozu, ürün üzerindeki mikrobiyel yüke, bu yükün radyasyon direncine ve istenilen sterilite temin seviyesine ($SAL = 10^{-3} - 10^{-6}$) bağlı olarak tespit edilmektedir. Ayrıca üretici firmalara “bioburden” ve “sterilite” analiz hizmetleri de verilmektedir. Tüm analizler, ilgili standartlara uygun olarak, Temiz oda (sınıf 10000) içerisinde bulunan Laminar hava akış kabini içerisinde gerçekleştirilmektedir. Gerek odanın gerekse de kabinin partikül değerleri düzenli olarak partikül sayım cihazı ile kontrol edilerek kayıt altına alınmaktadır.



RML – Temiz oda (Class 10000)



3 x 592 GBq ²⁴¹Am-Be nötron ışınlama hücresi



RML – Havada partikül sayım cihazı

NÜKLEER TEKNİKLERİN GIDA, TARIM VE HAYVANCILIKTA UYGULANMASI

Gıda Uygulamaları



Gıda alanındaki çalışmalarımızla ışınlama teknolojisinin gıda endüstrisinde uygulanmasına yönelik araştırmaların yapılması ile gıda üreticisi ve ihracatçısının, üniversitelerin, araştırma enstitülerinin, ilgili kamu kurum ve kuruluşların ve halkın gıda ışınlama konusunda bilgilendirilmesi ve eğitimi amaçlanmaktadır. Işınlama teknolojisi ile;

- Hastalık etmeni mikroorganizmaların azaltılması veya yok edilmesi ile gıda kaynaklı hastalıkların azaltılması,
- Gıdalarda bozulmaya neden olan mikroorganizmaların yok edilmesi ve çürümenin önlenmesi veya geciktirilmesi ile oluşabilecek gıda kayıplarının azaltılması ve raf ömrünün uzatılması,
- Bitki ya da bitkisel ürünlere zarar vererek ekonomik kayba neden olan organizmaların uzaklaştırılması amaçlanmaktadır.

Gıda alanındaki çalışmalarımızda Gıda Kimyası, Gıda Microbiyolojisi ve Işınlanmış Gıdaların Tesbiti olmak üzere üç laboratuvar bulunmaktadır. Laboratuvarlarımızda ışınlama dozu tespiti ve diğer gıda muhafaza yöntemlerinin ışınlama ile birlikte kombine uygulanması ve gıda sanayinde karşılaşılan sorunların çözümüne hizmet etmek üzere ışınlama teknolojisinin kullanılmasına yönelik araştırma ve uygulamalar yapılmaktadır.

Gıda Kimyası Laboratuvarı

Bu laboratuvarımızda gıdanın kimyasal bileşiminde değişikliğe yol açmayacak ışınlama dozları tespit edilmekte, ışınlama sonrası gıdanın kimyasal bileşiminde ve duyuşal özelliklerinde (renk, tat, koku, tekstür) ortaya çıkabilecek değişimler belirlenmektedir.



Duyusal panel



pH metre



Gıda Mikrobiyolojisi Laboratuvarı

Laboratuvarımızda;

- Gıdalarda bozulmaya neden olan mikroorganizmalar ile insan sağlığını tehdit eden gıda kaynaklı patojen mikroorganizmaların sayısının ışınlama teknolojisi kullanılarak Türk Gıda Kodeksi'nde verilen limit değerlerin altına indirilmesi veya yok edilmesi,
- Gıdaların raf ömrünün uzatılması,
- Yaş ve kuru meyve ve sebzelerde, baklagil ve tahıllarda önemli oranda ekonomik kayba neden olan böceklenmenin önlenmesi çalışmaları yürütülmektedir.



Işınlanmış Gıdaların Tespiti Laboratuvarı

Gıda Işınlama Yönetmeliğine uygun olarak gıdaların ışınlanıp ışınlanmadıklarını tespit etmek amacıyla aşağıdaki referans standart metotlar uygulanmaktadır.

- DNA komet deneyi-eleme yöntemi TS EN 13784'e göre ışınlanmış hayvansal ve bitkisel gıdaların belirlenmesi (akredite metot),
- Doğrudan epifloresans süzme tekniği/aerobik plaka sayımı (DEFT/APC) kullanarak ışınlanmış kuru otların ve baharatların TS EN 13783'e göre belirlenmesi,
- Katı yağ içeren ışınlanmış gıdaların TS EN 1784'e göre belirlenmesi (hidrokarbonların gaz kromatografik analizi),
- Katı yağ içeren ışınlanmış gıdaların TS EN 1785'e göre belirlenmesi (alkilsiklobütanonların gaz kromatografik/kütle spektrometrik analizi).



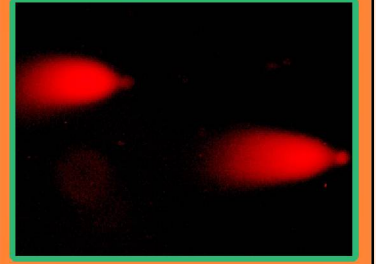
Uluslararası ışınlama sembolü



Işınlanmış Gıdaların Tespiti Laboratuvarı



Komet deneyinin aşamaları



Işınlanmış gıdada, komet görüntüsü



DANA ETİNDE IŞINLAMA DOZUNA BAĞLI KOMET OLUŞUMU

Dana etinde komet oluşumu



Işınlanmış baharat örnekleri



İnkübator



Sitoloji Laboratuvarı



Steril kabin



Bitki büyüme odası



Nükleer Manyetik Rezonans (NMR) cihazı

Tarım Uygulamaları

Nükleer tarım; bitkisel bazdaki tarımsal araştırmalarda nükleer teknikleri bir araç olarak kullanarak verim artışı sağlamayı, geleneksel yöntemlerle çözümü mümkün olmayan tarımsal problemlerde nükleer teknikleri kullanarak çözümler bulmayı amaçlamaktadır.

Merkezimiz bünyesinde yürütülen özgün çalışmalar sayesinde tarımda nükleer tekniklerin ülke çapında kullanımı özendirilmekte, bu konudaki araştırma ve geliştirme çalışmalarında öncülük yapılarak bilgi birikiminin ilgili tarım sektörüne aktarılması sağlanmaktadır.

Yeni bitki çeşitleri geliştirmeye yönelik genetik çalışmaların (ıslah araştırmaları) yanı sıra, toprak-bitki-besin maddesi-su ilişkilerini incelemeye yönelik araştırmalar ve pestisit kalıntıları konulu araştırmalar da yürütülmektedir.

Bitki ıslahı çalışmalarındaki amaç; nükleer teknikler kullanarak, çeşitli bitki kısımları ve tohumların ışınlanması ile genetik varyasyon yaratmak ve bu varyasyonun içerisinden istenilen amaca uygun (yüksek verimli, kaliteli, uygun olmayan çevre koşulları ile hastalık ve zararlılara dayanıklı, makinalı hasata uygun ve en az girdi ile en yüksek verimi almak gibi) yeni mutantların seçilmesidir. Merkezimizdeki ıslah çalışmaları; nohut, buğday, arpa, domates, patates, kiraz, üzüm ve elma türlerini kapsamaktadır.

SANAEM’de yürütülen ıslah çalışmaları sonucunda geliştirilen yeni çeşitler Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’nca tescil edilerek Türk tarımının hizmetine sunulmuştur.

Tür	Çeşit adı	Özellik	Tescil yılı
Soya	TAEK A-3	Yağ, protein ve verim artışı	1994
	TAEK C-10		
Tütün	TAEK TUTLUER	Mavi küfe dayanıklılık	1999
	TAEK PEŞKİRCİOĞLU		
Nohut	TAEK SAĞEL	Verim, kalite, bitki özellikleri	2006

Tarım alanındaki çalışmalarımızda Bitki Islahı için Doku Kültürü, Sitoloji, Mutant Gen Moleküler Karakterizasyonu, Toprak Verimliliği ve Bitki Besleme için N-15, Bitki Koruma için Entomoloji ve Fitopatoloji olmak üzere 6 laboratuvar bulunmaktadır.



Mavi küfe dayanıklı tütün çeşidi



Merkezimizde yürütülen çalışmaların bir diğer alanı da toprakların organik madde miktarlarını, bitki verimlerini arttırmak ve ürün kalitelerini geliştirmektir. Bu amaçla; radyoaktif ve kararlı izotoplar kullanılarak, bitkilerin gübreden yararlanma etkinlikleri, gübrelerin çevre ile olan ilişkileri, topraktaki mineralizasyon, immobilizasyon ve gübrelerin toprak içerisindeki hareketi tespit edilmektedir. Bunların yanında farklı bitkilerin (patates, ayçiçeği, sorgum, mısır, buğday, fiğ, yonca, karpuz) kullanıldığı münavebe sistemlerinde;

- Toprak organik madde miktarları $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ tekniği ile,
- Bitki besin maddesi alımları ve baklagil bitkilerinin biyolojik azot fiksasyon kapasitelerinin tespiti ^{15}N etiketli gübre tekniği ile,
- Bitkilerin su kullanma randımanları da nötron prob tekniği kullanılarak yapılmaktadır.

Tüm münavebe sistemlerinde azot ve suyun en verimli olarak tatbik edilebildiği “damla sulama + fertigasyon” sulama yöntemi kullanılmaktadır. Ayrıca, bazı meyvelerde (elma, armut, kiraz, nektarin ve kayısı) yapraktan ve topraktan yapılan N gübreleme araştırmaları başlatılmıştır.



Münavebede damla sulama ve fertigasyon



Ağaçlarda damla sulama ve gübreleme

Bitki koruma araştırmaları üç konuda yoğunlaşmaktadır:

- Depolanmış ürünlerdeki zararlıların ışınlanarak öldürülmesi, çeşitli insektisitlere karşı kazanılan direncin ve insektisitlerin böcek vücudundaki dolaşımı ve dağılımının ^{14}C - pestisit ile belirlenmesi,
- Gama radyasyonu ile hasattan sonra ürünlerde gelişen depo çürüklüğü oluşturan fungusların inhibe edilmesi, fungusların üründe oluşturduğu mikotoksinlerin önlenmesi, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı mutant bitkilerin elde edilmesi,
- Radyoizotop izleme tekniği kullanılarak (^{14}C -pestisit) kromatografik teknikler yardımı ile pestisit kalıntılarının bitkisel ürünlerde ve toprakta analizlerinin yapılması.



İklimlendirme hücresi



Nötron prob

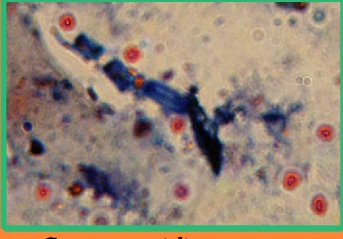


Sekans analiz cihazı



^{15}N analiz cihazı

Hayvancılık Uygulamaları



Cryptosporidium parvum
ookistleri



Nükleik asit boyaları ile
canlılık testi



Östrojenlerin sulardan katıfaz
yöntemi ile ekstraksiyonu



Atıksu son dinlendirme havuzu



Salmonella sp. Kolonileri
(XLT4 agar)

Cryptosporidium sp. sularla insanlara bulaşan, halk sağlığı ve çevre açısından tehlike arz eden bir parazittir. Birçok arıtma koşullarına dayanıklı olan bu parazitin etkisiz hale getirilmesi için elektron hızlandırıcısı kullanılmaktadır.

Atık sularda bulunan doğal ve sentetik östrojenlerin çok az bir kısmı arıtma tesislerinde temizlenebilmekte, önemli bir kısmı ise akarsu ve yeraltı sularına karışarak besin zincirine geçmektedir. İnsan sağlığına zararlı olan ve çevre kirliliği bakımından önem arz eden bu bileşiklerin, sulardaki miktarlarının belirlenmesi ve parçalanarak insan sağlığına zararsız hale getirilmesi için gerekli gama ışınlama dozunun tespitine yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Keneler, hayvanlara ve insanlara birçok hastalığı nakleden önemli bir ekto parazittir. Hastalık taşıyıcı kenelerle mücadelede etkili bir sonuca ulaşmak için birçok yöntem denenmektedir. Bu yöntemlerden biri de steril-erkek tekniğidir. Bu teknik erkek böcekleri ışınlamak suretiyle üreme yetilerinin baskılanması esasına dayanan biyolojik bir kontrol yöntemidir.

Hayvancılıkta ölümler, verim kaybı ve ekonomik zararlara neden olan bazı hastalık etkenlerinin kültürlerinin hazırlanması, gama ışınlarının mikroorganizmaların üreme ve gelişim fonksiyonları üzerindeki etkisinden yararlanarak aşı denemeleri yapılması, etkenlerin zayıflatılarak aşı olarak kullanılması yürütülen çalışmalar arasındadır.

Hayvancılık alanındaki çalışmalarımızda Hayvan Sağlığı Nükleer Biyoteknoloji, Parazitoloji, Mikrobiyoloji ve Radioimmunoassay olmak üzere 4 laboratuvar mevcuttur.



RIA gama sayacı

GAMA IŞINLAMA TESİSİ

Tesisimizde, tıbbi malzemelerin sterilizasyonu ve gıda ışınlaması hizmeti verilmektedir. Işınlama teknolojisinin tanınması ve sahip olduğu çeşitli avantajlar nedeniyle ışınlama hizmetine olan talep de sürekli artmaktadır.



Gama Işınlama Tesisi



Ürün doldurma-boşaltma istasyonu

Tek kullanımlık tıbbi malzemelerin sterilizasyonu: Radyasyonla sterilizasyon diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında; kolay, güvenilir bir yöntem olması, işlem sırasında tek bir parametre kontrolü (zaman) gerektirmesi, tüm boşluklara ve kapalı ambalajlara tam girişkenlik sağlaması, kimyasal kalıntı bırakmaması, çevre dostu olması ve karantinasız ürün teslimi gibi özellikleri nedeni ile üstünlüğü tüm dünyada kanıtlanmış bir yöntemdir.

Gıda ışınlaması: Işınlama Tesisinde, 6 Kasım 1999 tarih ve 23868 sayılı **Gıda Işınlama Yönetmeliğine** uygun olarak aşağıdaki tabloda verilen gıdaların belirtilen teknolojik amaca göre ışınlama işlemi yapılmaktadır.

GIDA GRUBU	AMAÇ
Grup 1-Soğanlar, kökler ve yumrular	Depolama sırasında filizlenme, çimlenme ve tomurcuklanmayı önlemek
Grup 2- Taze meyve ve sebzeler (Grup 1'in dışındakiler)	a)Olgunlaşmayı geciktirmek b)Böceklenmeyi önlemek c)Raf ömrünü uzatmak d)Karantina kontrolü
Grup3- Hububat, öğütülmüş hububat ürünleri, kabuklu yemişler, yağlı tohumlar, baklagiller, kurutulmuş sebzeler ve kurutulmuş meyveler	a)Böceklenmeyi önlemek b)Mikroorganizmaları azaltmak c)Raf ömrünü uzatmak
Grup 6- Kuru sebzeler, baharatlar, kuru otlar, çeşniler ve bitkisel çaylar	a)Bazı patojenik mikroorganizmaları azaltmak b)Böceklenmeyi önlemek
Grup 7- Hayvansal orijinli kurutulmuş gıdalar	a)Böceklenmeyi önlemek b)Küflerin kontrolü

Merkezimizde ışınlama hizmeti vermek amacıyla araştırma ve kalite kontrol amaçlı 3 adet gama ışınlayıcı bulunmaktadır.



10.000 Ci üretim aktiviteli
MARK- I 22 M Cs -137
deneysel gama ışınlama cihazı



10.000 Ci üretim aktiviteli
PX-30 ISSLEDOVATELJ
Co -60 deneysel gama ışınlama
cihazı



Atık su ışınlama ünitesi



Tam otomasyonlu biyolojik arıtma sistemi (TOBAS)



Kendinden zırhlı elektron hızlandırıcısının, hızlandırıcı ve tarayıcı bölümünün bakım amaçlı olarak zırhından çıkartılmış görünümü.

ELEKTRON HIZLANDIRICISI TESİSİ

Elektron hızlandırıcıları, doz hızlarının yüksek ve işletimlerinin kolay olması nedeniyle, çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Ülkemizde ilk defa Merkezimizde kurulan 500 keV 20 mA'lık elektron hızlandırıcısı ile çevre kirliliği çalışmaları kapsamında, baca gazlarının ve atık suların temizlenmesi konularında uygulamaya yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Bir elektron hızlandırıcısının çalışma ilkesi; yüklü tanecik olan elektronlara elektrik alanının etki etmesi ile hızlandırma aralığındaki gerilim farkına eşit enerji aktarılmasıdır. Elektron demet gücü 10 kW olan bu hızlandırıcı ile saatte 0.8 mm kalınlığında 90 kg polietilen levhayı çapraz bağlamak, yaklaşık 25.200 kg atık suyu dezenfekte etmek ve 3000 m³/saat baca gazını temizlemek mümkündür.

Merkezimizde bulunan 500 keV 20 mA'lık elektron hızlandırıcısı kullanılarak baca gazlarından çıkan SO₂ ve NO_x gibi zararlı gazların, elektron hızlandırıcısı kullanarak temizlenmesine yönelik olarak, ülkemizin bir sanayi kuruluşunun da katılımıyla, pilot tesis çalışması devam etmektedir. Elektron hızlandırıcısı ile baca gazlarının arıtılması yöntemi, hem SO₂ ve NO_x gazlarının tek bir proses ile temizlenmesini sağlamakta hem de konvansiyonel temizleme sistemlerinden daha ekonomik bir çözüm getirmektedir.

Atık suların arıtılmasında elektron hızlandırıcısı uygulamasına yönelik olarak laboratuvar düzeyinde ve pilot ölçekte çalışmalar yürütülmektedir. Merkezimizde yürütülen çalışmalarda, radyasyon işlemciliği tek başına atık su arıtımında kullanıldığı gibi atık suyun türüne göre oksijen, hidrojen peroksit, fenton, ozon arıtma teknikleriyle birlikte kullanımı da gerçekleştirilmektedir. Ayrıca ışınlama sonrası atık suyun biyolojik arıtılabilirliğini göstermek üzere tam otomasyonlu biyolojik arıtma sistemiyle biyolojik arıtma çalışmaları yürütülmektedir.



Elektron hızlandırıcısının çalışma durumundaki görüntüsü

PROTON HIZLANDIRICISI TESİSİ

Günümüzde dünyada pek çok endüstriyel uygulama ile bilimsel araştırmalara hizmet eden proton hızlandırıcısı tesisleri, özellikle insan sağlığını tehdit eden bazı hastalıkların tanı ve tedavisinde kullanılan radyoizotopların üretiminde önemli bir rol oynamaktadır.

TAEK Proton Hızlandırıcısı Tesisi (PHT), ülkemizde tıbbi uygulamalarda kullanılan iyot-123, flor-18, galyum-67, indiyum-111, talyum-201 ile gelecekte talebe göre diğer radyoizotopların ve bu radyoizotoplardan radyofarmasotiklerin üretilmesi, radyofarmasotiklerin kalite kontrolü, hasta dozu olarak dağıtımı ve nükleer alanda araştırma ve eğitim faaliyetlerinde bulunmak üzere kurulmuştur. Bütün bu amaçlara hizmet etmek üzere 30 MeV enerjide ve 1200 μ A akımda dairesel tip hızlandırıcı ve hedef sistemleri ile üretim ve kalite kontrol laboratuvarlarının tek bir çatı altında birleştirilmesinden oluşan PHT Türkiye’de bir ilk olma özelliğine de sahiptir. Tesiste üçü radyoizotop üretimi biri ise Ar-Ge için olmak üzere toplam dört ışınlama odası bulunmaktadır. Tesiste nükleer fizik ve malzeme araştırma çalışmaları, nötron aktivasyon analizleri gibi çalışmaların yapılacağı alt yapı bulunmaktadır.

PHT, 3100 m² oturma alanına sahip 2 katlı ve kısmi bodrumlu olarak inşa edilmiştir. Tesiste; 4 adet ışınlama odası, 6 adet üretim laboratuvarı, 3 adet kalite kontrol laboratuvarı, 1 adet Ar-Ge laboratuvarı, depolama odaları, sıvı ve katı atık depolama odası bulunmaktadır.



TAEK-PHT dış görünüm



Proton demet hatları



I-123 hedef sistemi



Dağıtım sıcak hücresi



30 MeV enerjili dairesel hızlandırıcı



Radyofarmasotik Üretim Laboratuvarı



Radyoaktivite Kalite Kontrol Laboratuvarı

EĞİTİM HİZMETLERİ

Merkezimizin önemli hizmet alanlarından biri de eğitimidir. Eğitim hizmetlerimiz üç ana başlıkta toplanmaktadır:

A- KURSLAR

1- DNA Komet Analiz Yöntemi Kursu

Gıda mühendisleri, biyologlar, veteriner hekimler ve eczacılar için DNA komet analiz yönteminin uygulamalı eğitimi yapılmaktadır.

2- Gıda İşinlama Kursu

Gıda mühendisleri, veteriner hekimler, gıda işletme yöneticileri, üniversite öğretim görevlileri, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı mensuplarına gıda işinlama teknolojisi konusunda bilgi verilmektedir.

3- Radyasyondan Korunma Kursları ve Eğitimleri

Radyasyon kaynakları ile çalışan görevlilerin radyasyondan korunması ile ilgili eğitimlerin yapılması amacıyla Kurum tarafından düzenlenen kurs ve seminerlerde Merkezimizdeki uzman personel eğitmenlik yapmaktadır.

4- Kişisel Dozimetri Hizmeti Temel Kursu

Kişisel dozimetri hizmeti verecek kuruluşlarda çalışacak personel, Kişisel Dozimetri Laboratuvarlarının idari ve teknik özellikleri konusunda bilgilendirilmektedir.

5- Endüstride Radyasyonla Sterilizasyon

Endüstride radyasyonla sterilizasyon konusunda özel sektör ve kamu kuruluşları bilgilendirilmektedir.

6- Radon Kursu

Üniversiteler, özel ve kamu radon ölçüm kuruluşları personeline radon ölçümünün tanıtımı ve Aktif ve Pasif Radon Ölçüm Sistemlerinin eğitimi verilmektedir.

7- Nükleer Tekniklerin Uygulamaları

Nükleer tekniklerin uygulamalarına ilişkin teorik ve uygulamalı eğitimler verilmektedir.

8- Uygulamalı Radyoaktivite Ölçüm Metotları Eğitimi

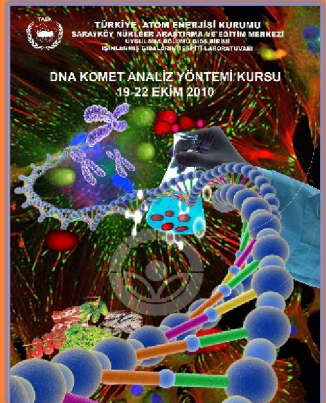
Üniversiteler, özel ve kamu kuruluşlarından gelen talepler doğrultusunda toplam alfa/beta, alfa, sıvı sintilasyon ve gama spektrometrik ölçüm metotları eğitimi uygulamalı olarak verilmektedir.

B- SANAEM STAJ OLANAKLARI

Üniversitelerin temel bilimler, veterinerlik ve mühendislik alanında eğitim alan öğrencilerine www.taek.gov.tr adresinde belirtilen staj periyodunda staj olanağı sağlanmaktadır.

C- SANAEM TEKNİK GEZİLERİ

SANAEM içi teknik geziler düzenlenerek Merkezimizle ilgili ayrıntılı bilgi verilmektedir.





TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU
SARAYKÖY NÜKLEER ARAŞTIRMA VE EĞİTİM MERKEZİ

Saray Mah. Atom Cad. No: 27

06983 Kazan/ANKARA

Tel: 0312 810 15 00

Faks: 0312 815 43 07