

Nükleer Reaktörlerde Altın 199 Üretimi, Nükleer Tıpta (Türkiye’de) Kullanımı?

Hazırlayan: Yüksel Atakan, Dr.Radyasyon Fizikçisi, ybatakan4@gmail.com, 24.05.2025

1. Nötron Bombardımanıyla Altın Üretimi

Nötron bombardımanıyla altın (Au) üretimi, genellikle Altın 198 ve Cıva 198 atom çekirdeklerinin altın 199 elementine çevirerek nükleer reaktörlerde yapılıyor. Ancak bu süreçler çok masraflı, karmaşık ve verimsiz olduğu için Nükleer Tıp dışında endüstride kullanılamıyor.

1.1 Cıva’dan Altın Üretimi

Hedef İzotop: Cıva-198 izotopu ($_{80}\text{Hg}^{198}$)

Reaksiyon Zinciri:



Açıklama: Cıva-198 nötron yakalayıp Cıva-199’a dönüşür. Cıva-199 kararsızdır ve beta bozunumu (β^-) ile bir elektron dışarı atar. Böylece çekirdeğin proton sayısı 1 artar ve Altın-199 ($_{79}\text{Au}^{199}$) oluşur.

Not: Altın-199 radyoaktiftir ve kısa ömürlüdür (yarı ömrü yaklaşık 3.14 gün).

2. Altın-199’un Tıptaki Kullanımı (daha fazla ayrıntı (x) aşağıda bulunuyor)

Altın-199 (Au-199), nükleer tıp uygulamalarında kullanılan bir radyoaktif izotopdur.

2.1 Tümör ve Kanser Tedavisi (Radyoterapi)

- Au-199, düşük enerjili beta (β^-) parçacıkları yaydığı için, hassas hedefleme yapılabilen iç radyoterapi kullanılır.
- Özellikle yüzeysel tümörler, cilt kanseri ve bazı göz tümörleri (ör. oküler melanom) gibi alanlarda, tümörlü bölgeye doğrudan yerleştirilen küçük altın kaynakları (brakiterapi implantları) sayesinde kullanılır.

2.2 Radyoaktif İzleyici (Tracer) Kullanımı

- Altın kolloid (altın parçacıkları) şeklinde hazırlanarak lenfatik sistem veya karaciğer fonksiyonu gibi bölgelerde izleme yapılabilir.
- Karaciğer ve dalak taramalarında, kolloidal altının vücutta nasıl dağıldığı izlenerek organ işlevleri hakkında bilgi edinilir.

3. Özellikler ve Avantajlar

Özellik	Değer
Yarı ömür (Half-life)	Yaklaşık 3.14 gün
Işınım türü	Beta (β^-) ve gama
Enerji seviyesi	Düşük, bu yüzden lokal kullanım için güvenlidir
Kimyasal form	Genellikle kolloidal altın olarak

Avantajlar:

- Hedefe yönelik tedavi: Yayıdığı ışınım kısa menzillidir → sağlıklı dokular korunur.
- Biyolojik olarak uyumlu: Altın toksik değildir, vücutta reaksiyon yaratmaz.
- Geçici radyoaktivite: Kısa yarı ömrü nedeniyle tedavi sonrası hızla etkisiz hâle gelir.

Ayrıntılar(x) : Tıpta Kullanılan Altın-199: Üretimi, Maliyeti ve Piyasa Fiyatları

1. Giriş

Altın-199 (Au-199), tıpta özellikle kanser teşhis ve tedavisinde kullanılan radyoaktif bir izotoptur. Kısa yarı ömrü (yaklaşık 3,14 gün) nedeniyle, kullanım öncesinde hızlı ve etkin bir şekilde üretilip taşınması gereklidir. Bu durum, üretim maliyetlerini ve piyasa fiyatlarını doğrudan etkiler.

2. Altın-199 Üretimi

Altın-199, genellikle nükleer reaktörlerde Au-198'in nötronlarla bombardımanı sonucunda elde edilir. Üretim süreci şu şekildedir:

- Saf altın (Au-198) hedefleri hazırlanır.
- Bu hedefler, reaktörde belirli bir süre nötron akısına maruz bırakılır.
- Nötron yakalama reaksiyonu sonucunda Au-199 izotopu oluşur.
- Oluşan izotop kimyasal yollarla ayrıştırılır ve tıbbi kullanım için saflaştırılır.

3. Üretim Maliyeti

Altın-199 üretimi yüksek maliyetlidir. Üretim süreci özel reaktör altyapısı, yüksek saflıkta hammadde ve sıkı güvenlik önlemleri gerektirir. Ayrıca, izotopun kısa yarı ömrü nedeniyle hızlı lojistik operasyonları zorunludur. Bu da üretim maliyetini artıran başlıca faktörlerdendir.

4. Piyasa Fiyatları

Altın-199'un fiyatı saflık derecesi, üretim yeri ve talebe göre değişkenlik gösterir. 2023 yılında Avrupa'da 1 curie'lik Au-199'un fiyatı yaklaşık 12.500 USD'ye kadar çıkmıştır. Bu fiyat, 2022'deki 9.800 USD'ye göre yaklaşık %27'lik bir artış göstermektedir. Japonya ve Brezilya gibi ülkelerde ise fiyatlar bölgesel koşullara ve devlet politikalarına göre değişmektedir.

5. Türkiye'de Durum

Türkiye'de Au-199 üretimi sınırlıdır ve genellikle ithalat yoluyla sağlanmaktadır. Bu nedenle döviz kuru, ithalat vergileri ve lojistik maliyetler Türkiye'deki fiyatları doğrudan etkiler. Ayrıca kısa yarı ömrü nedeniyle hızlı teslimat gereksinimi, tedarik zincirini daha da karmaşık hale getirir.

6. Özet

- Üretim Maliyeti: Yüksek; özel reaktörler, saf hammaddeler ve karmaşık lojistik gerektirir.
- Piyasa Fiyatı: 1 curie için 9.800 – 12.500 USD arası; saflık ve bölgeye göre değişir.

- Türkiye'deki Durum: İthalata dayalı; döviz kuru ve lojistik maliyetler fiyatları etkiler.

Bu yazı aşağıdaki kaynaklardan yararlanılarak hazırlanmıştır:

Kaynaklar

1. NASA Technical Reports Server (NTRS): Properties of Selected Radioisotopes
2. Cambridge University Press: Medical Isotopes: Production and Applications
3. PubMed: Çeşitli radyonüklid tedavi çalışmaları