

**Orta Doğu Parçacık Hızlandırıcısı (Particle Accelerator) SESAME Uluslararası Yeni Siklotronu (Synchrotrons) Deneysel Bilim ve Uygulamaları Merkezi**

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

Fizik Mühendisleri Odası ([canguzel.taner@gmail.com](mailto:canguzel.taner@gmail.com))

Parçacık fiziği (**particle physics**) ya da yüksek enerji fiziği maddenin oluştuğu kütleli parçacıklar ve kütsüz fotonların yapı taşlarını derinliğine araştıran fiziğin çok önemli bilim dallarından biridir. Gerçekte modern parçacık fiziği çalışmaları elektronlar (**electrons**), protonlar (**protons**) ve nötronlar (**neutrons**)'dan ibaret **atomaltı parçacıkları (subatomic particles)** üzerine odaklanmıştır. Baryonlar (**baryons**) olarak adlandırılan kompozit parçacıklar (**composite particles**) sınıfından protonlar ve nötronlar ise kuarklar (**quarks**)'dan meydana gelmektedir. Fotonlar (**photons**), nötrinolar (**neutrinos**) ve müonlar (**muons**) ile kaynağı bilinmeyen egzotik parçacıklar (**exotic particles**) da radyoaktif (**radioactive**) bozunma ve saçılma (**scattering**) prosesleri sonucu ortaya çıkmaktadır. Orta Doğu Uluslararası Parçacık Hızlandırıcısı (**Particle Accelerator**) Tesisi (**International Centre for Synchrotron-Light for Experimental Science Applications in the Middle East**) kısaca **SESAME** olarak adlandırılmaktadır. Uluslararası **SESAME** yatırımı asil üyeleri İran, İsrail, Filistin, Bahreyn, Güney Kıbrıs Rum Yönetimi, Mısır, Pakistan, Ürdün ve Türkiye'dir. Fransa, Almanya, Yunanistan, İtalya, Japonya, Kuveyt, Portekiz, Rusya Federasyonu, İsveç, İsviçre, İngiltere ve Amerika Birleşik Devletleri **SESAME** gözlemci üyeleri statüsündedir. Milletlerarası **SESAME** bilimsel yatırım projesi kapsamında Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim, Kültür Örgütü (**United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization - UNESCO**) desteği altında Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (**International Atomic Energy Agency - IAEA**) temsilcisi de Orta Doğu hızlandırıcı projesi yürütme konseyi toplantılarına katılmaktadır. Ülkemiz **SESAME** parçacık hızlandırıcısı projesi faaliyetleri ve ulusal koordinasyonu **Türkiye Atom Enerjisi Kurumu - TAEK** tarafından yürütülmektedir. Bu yazıda yüklü yüksüz ve kütleli kütsüz parçacıkların karakteristikleri, hareketleri ile davranışlarının bilimsel araştırılması için **Ürdün** Başkenti **Amman** çevresinde yer alan Allan kentinde işletilmesi çok yakın olan Orta Doğu üçüncü nesil **siklotron kompleksi (synchrotron light source)** projesi çalışmaları ele alınmaktadır.

Başşehir **Amman**'ın 30 km kuzey batısındaki tepelere **Parçacık Hızlandırıcı Merkezi (International Centre for Synchrotron-Light for Experimental Science Applications in the Middle East - SESAME)** kurulması çağımızın uluslararası mucizevi bilimsel diplomasi başarısı kabul edilmektedir. Siyasi olarak dünyanın en kritik politik hızlandırıcı tesisi sayılan **SESAME** yaklaşık 20 yıllık bir süreçte dayanmaktadır. Orta Doğu hızlandırıcı kompleksi projesi yatırımının gecikmesi ise günümüz koşullarında makul karşılanmaktadır. Dokuz üyeli **SESAME** projesi içerisinde ciddi siyasi anlaşmazlıkları süregelen üç ülke İsrail, İran ve Filistin bulunmaktadır. Diğer **SESAME** asil üyeleri içinde Türkiye tarafından tanınmayan Güney Kıbrıs Rum Yönetimi de birlikte yer almaktadır. Diğer ülkeler Bahreyn, Mısır, Pakistan ve Ürdün katılımı ile yürütülen elektron siklotronu **SESAME** tipi hızlandırıcı makinesi çalıştırılması periyoduna henüz gelinmektedir. Birinci elektronlar hızlandırıcı tesisinin 133 metrelik daire çevresi turlarını Aralık 2016 sonu itibarıyla tamamlaması beklenmektedir. Elektron siklotronları, proton siklotronları sınıfından olan örneğin,

İsviçre **Geneva** kentinde kurulu **Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (Large Hadron Collider – LHC)** tesisine kıyasla daha küçük boyutludur. Global elektron hızlandırıcıları fiziğin ileri düzeyli araştırmaları yerine daha ziyade materyal yapısı çalışmaları üzerine odaklanmaktadır. Dev magnetler ile çevrili ortamda hareket eden elektronlar, **kızılötesi (Infrared)** elektromanyetik ışıklardan X – ışıklarına kadar uzanan çeşitli frekanslı ve dalga boylu radyasyonlar yayımlamaktadır. Böylece küresel elektron hızlandırıcısı kompleksleri, metal araştırmaları kadar biyolojik doku incelemeleri de yapabilmektedir. Diğer mevcut parçacık hızlandırıcı tesislerine nazaran **siklotron radyasyonu (synchrotron radiation)** yoğun olması hasebiyle araştırmacılar çok daha küçük numunelerden oldukça hızlı veri toplama imkânı yakalamaktadır. Ayrıca, radyasyonların giriciliği, diğer bir deyimle, ışıkların madde içinde derinlere nüfuz etme yeteneğinin yükselmeye ulaşması da materyallerin ayrıntılı özelliklerinin incelenmesi çalışmaları olası kılmaktadır.

Aşağıdaki resimde **Orta Doğu Uluslararası SESAME Tesisi** görüntülenmektedir.



**Kaynak:** **The Economist** Dergisi

Dünya genelinde yaklaşık 60 adet elektron **siklotron** tesisi işletilmesi sürdürülmesine rağmen **SESAME** kompleksi gibi çağdaş Nükleer Araştırma Merkezi Orta Doğu'da ilk kez faaliyete geçmektedir. Küresel siklotron tesisleri maliyetleri yüksek olmasına karşın **SESAME** nükleer kompleksi maliyeti nispeten düşük düzeylerde kalmıştır. Örneğin, takribi on yıl önce açılan İngiltere **Diamond Light Source** tesisi kurulum maliyeti 260 milyon pound (330 milyon dolar) iken **SESAME** nükleer makinesi maliyeti ise sadece 79 milyon dolar olmuştur. Ürdün'de çalışanların maliyetlerinin İngiltere'ye kıyasla düşük seviyelerde seyretmesi de kuşkusuz **SESAME** tesisinin ucuzluğu yönünde önemli bir rol oynamıştır. Diğer taraftan, **SESAME** kompleksinin daha büyük amaçlara yönelik bir nükleer proje nitelikleri taşıması da maliyetler üzerinde etki sağlamıştır. Bununla beraber **SESAME** nükleer projesi tasarımcılarının yeteneği hızlandırıcı tesisi maliyetinin azaltılması açısından ciddi ölçüde katkı temin etmiştir. Söz konusu **SESAME** projesi kurulmasına dair bilimsel görüşlerin ortaya atılması uzun yıllar öncesine kadar uzanmaktadır. Nobel Fizik Ödülü (**Nobel Prize in**

**Physics**) kazanan Pakistanlı Kuramsal Fizikçi **Prof Dr Abdus Salam**, 25 yıl öncesi Orta Doğu'da bir **siklotron** tesisi kurulması gerekliliğini vurgulamıştır. Fizikçiler **Prof Dr Herman Winick** ve **Prof Dr Gustav-Adolf Voss** ise **BESSY I** makinesi ile donanımlarının tamamen sökülmesi, taşınması ve yeniden montajı fikrini önermiştir. Böylece, ihtiyaç fazlası ve bir başka yere gönderilmesi mümkün global **siklotron** hızlandırıcısı varlığı da ortaya çıkarılmıştır. Fizik bilim insanları **Winnick – Voss** ortak önerisi ise 2002 yılında rafa kaldırılmış ve Orta Doğu'da sıfırdan başlamak üzere çok daha güçlü **siklotron** elektron kompleksi kurulması tezi öne çıkmıştır. Bununla beraber 1999 yılında sökülen **BESSY I** makinesi komponentleri **SESAME** projesi içeriğinde varlığını halen sürdürmektedir. Şöyle ki elektronlar **SESAME** tesisi ana halkası içinde tüm enerjileri ile hızlandırılmadan önce tekrar montajı gerçekleştirilen **BESSY I** makinesi parçaları sayesinde elektronların başlangıç enerjisine takviye güç sağlanmaktadır. **SESAME** Projesi Konseyi Başkanı **Prof Dr Sir Christopher Llewellyn Smith**, sağlanan ilave güç ile birlikte hızlandırıcı yatırımı maliyeti kapsamında takribi 4 milyon dolar tasarruf yapıldığını ifade etmektedir. Ayrıca, Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere, Fransa, İtalya ve İsviçre tarafından siklotron nükleer tesisleri komponentleri de **SESAME** projesine bağışlanmıştır. Düşük maliyetli **SESAME** nükleer tesisine temin edilen finansal kaynakların bölgede hüküm süren politik anlaşmazlıklara aktarılması ihtimali yatırımın başarısını gölgeleyecek faktörler arasında sayılmaktadır. Tüm dokuz **Orta Doğu Parçacık Hızlandırıcısı** projesi üyesi, yatırıma farklı düzeylerde yıllık finansal katkılar yapılması hususunda uzlaşmıştır. Bankalar İran kökenli mali işlemleri, söz konusu ülkeye yönelik olan **ABD** ekonomik ambargosu ve finansal yaptırımları kaygısı ile reddetmektedir. Her şeye rağmen toplam 48 milyon dolar mali katkı proje üyelerinden sağlanmıştır. Avrupa Birliği **AB**, bir bölümü **Avrupa Nükleer Araştırmalar Merkezi (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire - CERN)** tarafından kullanılmak üzere 10 milyon dolar düzeyinde fon yardımında bulunmuştur. **Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (Large Hadron Collider – LHC)**, Avrupa **CERN** Organizasyonu tarafından işletilmektedir. Ayrıca, **CERN** Kuruluşu **SESAME** nükleer kompleksi ünitelerini çevreleyen magnetlerin tasarımı, yapımı ve denetimi çalışmalarını da yürütmektedir. Öte yandan **SESAME** yatırımı proje yürütücüleri, hızlandırıcı tesisi işletme giderlerinin azaltılması, dizginlenmesi, kontrol ve denetim altına alınması bağlamında **siklotron** kompleksinin elektrik temini için doğa dostu yenilenebilir enerji kaynakları (**renewable energy**) **YEK** tabanlı güneş enerji santrali **GES** sistemi kurmayı planlamaktadır. Böylece **SESAME** nükleer tesisi, gücünü karbonsuz **YEK** menşeli elektrik enerjisi ünitelerinden sağlayan dünyadaki ilk hızlandırıcı kompleksi ünvanını kazanacaktır. Projede siklotron mühendisliği dalında uzmanlaşmış tecrübeli araştırmacılar birlikte çalışmaktadır. Örneğin, 1994 – 1998 yılları arasında **CERN** Genel Direktörü olan aynı zamanda halen **SESAME** Konsey Başkanı **Prof Dr Sir Christopher Llewellyn Smith**, küresel parçacık hızlandırıcıları hakkında bilgi ve deneyim sahibidir. 2017 yılında **SESAME** Konseyi Yönetim Kurulu Başkanlığını devralacak olan **Prof Dr Rolf-Dieter Heuer** ise yine 2009 – 2015 yılları arasında **CERN** Genel Direktörlük görevini yürütmüştür.

**SESAME** elektronları 2.5 milyar elektron-volt enerjili olup, elektron-volt birimleri özellikle tesislerdeki olayların tanımlanması ve tariflenmesi yönünde kullanılmaktadır. Bir elektron-volt, elektronun 1 voltluk elektrik potansiyel farkı katetmek suretiyle kazandığı kinetik enerji miktarıdır. Bu bağlamda Uluslararası **SESAME** Nükleer Tesisi çerçevesinde erişilen elektronların enerjisi çok büyük olarak tanımlanmaktadır. Dünyanın en önemli teorik fizikçisi **Albert Einstein**'in ünlü  $E = mc^2$  denklemine

uygulanması halinde **SESAME** halkası etrafında dönen elektronların kütlesi, durgun kütlesine kıyasla 5000 kat daha ağır olacağı hesaplanmaktadır.  $E = mC^2$  formülünde **E** elektron enerjisini **m** elektron kütlesini **C** ise ışık hızını temsil etmektedir. Elektronlar tarafından üretilen radyasyonlar da X – ışınları kristalografi (**X-ray crystallography**) benzeri olayların incelenmesi yönünde ışın demetleri – ışın hatları (**beamlines**) oluşturmak için tesisin muhtelif yerlerinde faydalı olmaktadır. **SESAME** kompleksinde iki ışın hattı açılacaktır. Bir ışın hattı kanalıyla **kızılötesi (Infrared)** ışık bir mikroskoba gönderilecektir. Diğer ışın hattı vasıtasıyla ise X – ışınları organik ve inorganik numuneler içerisinde geçirecektir. Gelecek üç yıl içinde maliyeti 15 milyon dolar olan iki ışın hattı daha kurulması planlanmaktadır. **SESAME** elektron hızlandırıcısı kompleksi teorik olarak en az 20 ışın hattı açılacak biçimde tasarlanmıştır. Bir ışın hattı bilhassa eski ve tarihi eserlerin analizi çalışmalarında kullanılacaktır. Örneğin, **siklotron ışını (synchrotron radiation)** da gözler önüne serilmesi çok hassas süslü yazıların okunması için yararlı olmaktadır. Bununla beraber **SESAME** projesinin çekiciliği sadece ışın hatlarından kaynaklanmamaktadır. Proje bölgedeki gruplara çok yoğun iş yükü de getirmektedir. Ayrıca proje, Orta Doğu bilim insanlarının bir araya gelmesi olası tarafsız bir siyasi zemin ve kaygısız politik ortam hazırlamaktadır. **SESAME** kullanıcıları komitesinde yer alan **Tel Aviv Üniversitesi (Tel Aviv University)**'nden **Dr Roy Beck**, herkes tarafından konuşulan küresel dil olan bilim dili ile anlaştıklarını vurgulamaktadır. **Siklotronlar (synchrotrons)** kanalıyla üretilen son derece yüksek radyasyona ulaşmak için bazı araştırmacılar dünyayı bir baştan bir başa geçmek zorunda kalmaktadır. Orta Doğu'dan gelen bilim insanları açısından ise nükleer tesislerin ziyaret edilmesi karmakarışık vize zorlukları çıkarılmak suretiyle çok sıkıntılı hatta imkânsız bir konumda bulunmaktadır. Sonuçta, Orta Doğu bilim insanları günümüzde kendi topraklarında kurulan **siklotron** tesisi sayesinde Batı dünyasının göçmen büroları kontrolü rahatsızlıkları ve sıkıntılarında bir nebze kurtulmaları muhtemel görülmektedir.

### **Kaynaklar:**

- Atom, Radyoaktivite, Radyoizotoplar ve Radyasyon Çeşitleri, Ahmet Cangüzel Taner **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Evren, İnsan ve İyonlaştırıcı Radyasyonlar, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Yeni Kuşak Radyasyon Teknolojileri Uygulamaları ve Kobalt-60 (Co-60) Gama Işınlama Tesisleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Nükleer Füzyon Enerjisi (Nükleer Kaynaşma Birleşme Enerjisi) Termonükleer Füzyon Santralleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Yüksek Enerji ve Plazma Fiziği Kapsamında Güneş Kökenli Nükleer Füzyon Enerjisi Güç Üretimi Amaçlı Uluslararası Termonükleer Deney Reaktörü **ITER**, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- İnovasyona Dayalı Yeni Nesil **Stellarator** Termonükleer Füzyon Makinesi ve Yenilikçi **Tokamak** Füzyon Enerjisi Reaktörü Arasındaki Teknolojik Rekabet, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Ürdün, Suudi Arabistan, **BAE**, Güney Afrika, Almanya, Meksika, Brezilya, Peru, Amerika, Çin ve Hindistan **YEK** Menşeli Solar Enerji Santralleri Yatırımları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
- The Economist** Dergisi, (24 Aralık 2016 – 06 Ocak 2017).

**Fizik Mühendisleri Odası Resmi İnternet Sitesi:**

[www.fmo.org.tr/\\_yayinlar/faydali-bilgiler](http://www.fmo.org.tr/_yayinlar/faydali-bilgiler)