



# Mavi Gezegen

Popüler Yerbilim Dergisi

Yıl 2010 • Sayı 15



Kılıçlı Mağarası / Farkında Olmadığımız Güç "Güneş"  
Asit Maden Sahalarının (AMS) Oluşumu Bakteri-Mineral Dostluğu ?  
Hidrojen Gelecektir / Doğa Hakkı / Petrollü Şeyl  
Sauropod'ların Büyümesine Neden Olan Kötü Masa Adapları  
Taşı Sanata Çevirenler / Hamiye Çolakoğlu

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınıdır





Mavi Gezegen; yerbilimleri ve yakın ilişkili diğer bilim dallarına ait teknolojik gelişmeleri içeren güncel ve popüler bilgilerin yanında insanoğlunun merak ettiği, jeoloji ve alt dalları, coğrafya ve çevre ile ilgili özgün yazı, derleme ve diğer dillerden çeviri yazılarını yayımlar.

## Mavi Gezegen Dergisi

Sayın Okuyucumuz,

İnsanoğlunun bugün sahip olduğu teknik bilgi seviyesi 2020 yılında toplam **enerji** ihtiyacının % 12'sinin **alternatif enerji kaynaklarından** karşılanabileceğini göstermektedir.

Dünya'da giderek artan enerji ihtiyacının temiz ve sürdürülebilir olarak karşılanmasına duyulan gereksinimin artması, çeşitli tekniklerle kolayca depolanan, kolay ve güvenli olarak her yere taşınabilen, önümüzdeki yüzyılın en önemli enerji kaynaklarından biri olarak kabul edilen **hidrojen** enerjisini önemli hale getirmiştir. Ayrıca ülkelerin enerji açısından bağımlılıklarını ortadan kaldıracak **güneş enerjisi** ile enerji (petrol) krizi dönemlerinde ham petrolün yerine geçebilecek alternatif enerji kaynaklarından biri olan ve petrollü şeylerden üretilen **şeyl petrolü** nü bu sayımızda sizler için ele aldık.

Bu sayımızın ilk çalışmasını, **Kılıçlı Mağarası**'nın tanıtımına ayırdık. Kılıçlı Mağarası, Kastamonu- Çalköy-Cide'de gelişen damlataşlarıyla jeolojik, jeomorfolojik ve hidrolojik açıdan olduğu kadar turizm yönüyle de oldukça önemlidir.

Asit maden sahaları (AMS) bakteri-mineral ilişkisinin en iyi örneklerini sergilerler. Gerekli fizikokimyasal koşullar (pH, sıcaklık gibi ) oluştuğunda, oldukça uzun sürecek bu dostluk, çevre açısından istenmeyen sonuçlar doğurmakta oldukça başarılıdır. Peki bu dostluk nasıl başlar? sorusunun yanıtını da bu sayıda birlikte bulacağız.

Dünya evrensel olarak karantinaya alınmış durumda. Bizim kendini yenileyebilir, madde döngüsü olan bir gezegeni bulma şansımız da yok. Kendini yenileyebilen bir ortamın kurulması 3.5 milyar yıl aldı; bunu bir daha kurmak o kadar kolay mı ? **'Doğa Hakkı'** başlıklı makalede sizler için sorgulayacağız.

Neden Sauropodlar muazzam boyutlarda? **Dinazorların büyümesine neden olan kötü masa adaptarı** başlıklı yazıyı keyifle okuyacaksınız.

Bu sayımızın son yazısını **Prof. Dr. Hamiye ÇOLAKOĞLU**'yla yaptığımız röportaj oluşturmaktadır. Yaşamına yüzlerce eser, sergi ve ödül sığdıran uluslararası seramik sanatçımızla yaptığımız sohbele keyifle tanıklık edeceksiniz.

Onbeşinci sayımızla sizleri kucaklarken; makale, yazı ve benzeri çalışmalarıyla dergiye renk katan katılımcılarımıza, bilgi ve görüşlerinden yaralandığımız arkadaşlarımıza ve siz değerli okuyucularımıza teşekkür ediyor, eleştiri, öneri ve katkılarınızı bize iletmenizi bekliyoruz.

Editör

kokluzahide@myynet.com

# İÇİNDEKİLER

## KILIÇLI MAĞARASI (ÇALKÖY-CİDE-KASTAMONU)

4



## FARKINDA OLMADIĞIMIZ GÜÇ “GÜNEŞ”

11



## ASİT MADEN SAHALARININ OLUŞUMU

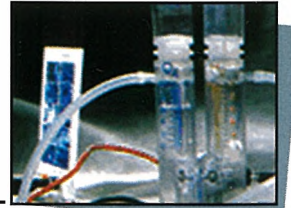
### BAKTERİ-MİNERAL DOSTLUĞU ?

24



## HİDROJEN GELECEKTİR

29



Yıl 2010 Sayı :15

**Sahibi**  
TMMOB  
Jeoloji Mühendisleri Odası adına  
Dündar ÇAĞLAN

**JMO Yönetim Kurulu**

Dündar ÇAĞLAN  
Hakkı ATIL  
Sami ERCAN  
Çetin KURTOĞLU  
Hüseyin ALAN  
Adem ULUŞAHİN  
Ali Burak YENER

**Editör**

Zahide KÖKLÜ

**Yayın Kurulu**  
Arzu ÇAĞLAYAN  
Ş. Sinan DEMİRER  
Yüksel ÖRGÜN



39

DOĞA HAKKI



48

ALTERNATİF PETROL VE DOĞALGAZ KAYNAĞI:  
PETROLLÜ ŞEY



55

SAUROPOD'LARIN BÜYÜMESİNE NEDEN  
OLAN KÖTÜ MASA ADAPLARI



59

TAŞI SANATA ÇEVİRENLER:  
HAMIYE ÇOLAKOĞLU

**İletişim Adresi**

Mavi Gezegen Dergisi P.K. 464 06444

Yenişehir / Ankara

**TMMOB**

**Jeoloji Mühendisleri Odası**

Bayındır Sokak 7/7 06410 Yenişehir / Ankara

**Grafik & Tasarım**

Ş.Sinan DEMİRER

Cafer ASLAN

**Baskı**

Mattek Matbaacılık Bas. Yay. San.Tic. Ltd, Şti.

G.M.K. Bulvarı 83/23 Maltepe Ankara

Tel: 229 15 02

**Yerel Süreli Yayın**

Basım Tarihi

29 Mart 2010

# KILIÇLI MAĞARASI (ÇALKÖY-CİDE-KASTAMONU)



Doğal özelliklerini koruyabilmiş ve zengin mağara oluşumları içeren Valla Kanyonu Milli Parkı'na yakınlığı nedeniyle Kılıçlı Mağarası turizm yönüyle oldukça önemlidir.

Dr.Koray TÖRK  
Murat AKGÖZ  
Emrullah ÖZEL

MTA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

(1) cave@mta.gov.tr

## GİRİŞ

Yüzölçümünün yaklaşık %40'ı mağara oluşturmaya uygun karbonatlı ve sülfatlı kayalardan oluşan Türkiye'de, bu kayalar içerisinde gelişmiş onbinlerce mağara olduğu tahmin edilmektedir. Bilindiği gibi geliştiği bölgenin ve yakın çevresinin jeolojik, jeomorfolojik, hidrolojik, hidrojeolojik, antropolojik ve ekolojik geçmişine ait veriler sunan, yeraltı suyu ve plaser mineral gibi yeraltı zenginlikleri içeren mağaralar günümüzde turizm amaçlı kullanım yönüyle de öne çıkmaktadır.

almıştır), ülkemizdeki mağaraların ve karstik alanların (mağara tabanlı) araştırılması amacıyla kurulmuştur. Bu çalışmaların turizm amaçlı yürütülen etütlerinde günümüze kadar Dim Mağarası (Alanya-ANTALYA), Gökgöl Mağarası (ZONGULDAK), Cehennemazığı Mağarası (Karadeniz Ereğlisi-ZONGULDAK), Dupnisa Mağarası (Demirköy-KIRKLARELİ), Gürcüoluk Mağarası (Amasra-BARTIN), Dodurgalar (Keloğlan) Mağarası (Dodurgalar-DENİZLİ), Zeytintaşı Mağarası (Serik-ANTALYA) gibi mağaralar turizme kazandırılmıştır.



Şekil 1. Kılıçlı Mağarası yer bulduru haritası (Google Earth görüntüsünden elde edilmiştir)

18.inci yy'dan itibaren başlayan mağara araştırmalarının altyapısı ülkemizde 60'lı yıllarda Dr.Temuçin Aygen tarafından oluşturulmuştur. Dr. Aygen'in kişisel çaba ve girişimleri ile birçok yabancı mağaracı dernek ve kulüp ülkemizde araştırma yapmış; bu arada başta Mağara Araştırma Derneği (MAD) ve Boğaziçi Üniversitesi Mağara Araştırma Kulübü (BÜMAK) kurulmasında ve gelişmesinde etkili olmuşlardır. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) bünyesinde, Jeoloji Etütleri Dairesi'ne bağlı olarak Dr.Nuri Güldalı tarafından oluşturulan Mağara Araştırmaları Projesi (90'lı yıllarda Karst ve Mağara Araştırma Birimi adını

Karadeniz'in güneyinde Valla Kanyonu'nu oluşturan Devrekani Çayı'nın kolu olan Sarıçam Dere üzerinde KB-GD doğrultusunda gelişen ve damlataşlar açısından oldukça süslü olan Kılıçlı Mağarası da yine MTA Genel Müdürlüğü Karst ve Mağara Araştırmaları Birimi'nce detaylı olarak jeolojik, jeomorfolojik ve hidrolojik açıdan incelenmesinin yanısıra turizm yönüyle de değerlendirilen mağaralarda biridir.

**MAĞARANIN COĞRAFİK YERİ ve ULAŞIM**  
Kılıçlı Mağarası, Kastamonu'nun yaklaşık 130 km kuzeybatısında yer alan Cide İlçesi'nin Çamdibi

Köy'nün Meydan Mahallesi sınırları içerisinde, Evliyaharman Kayalığı Mevkiinde (Cide'ye yaklaşık 25 km) (Şekil 1).

## MAĞARA ÇEVRESİNİN JEOLJİSİ

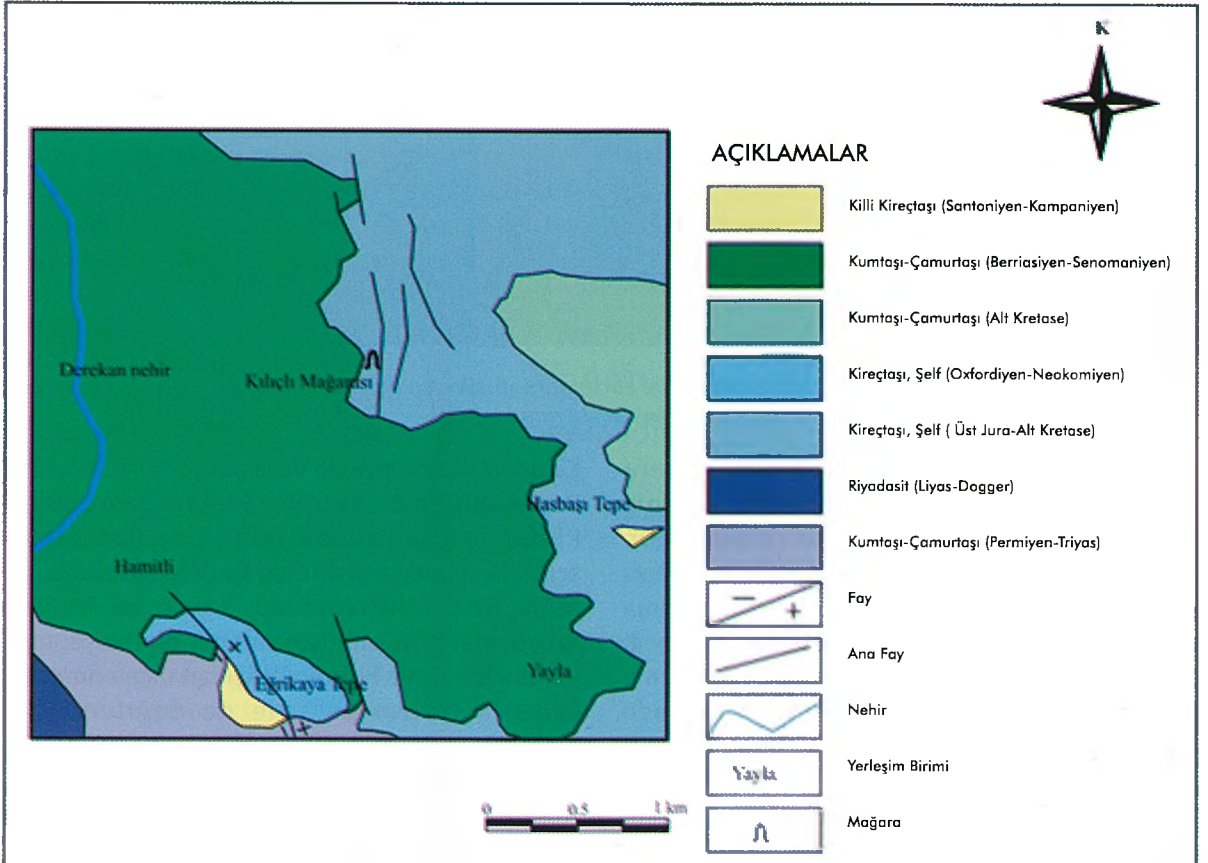
Kılıçlı Mağarası yakın çevresi Permo-Triyas, Jura ve Kretase'ye ait litostratigrafik ve yapısal özellikleri farklı kayalardan oluşmuştur. Bölgenin tabanını Permo-Triyas yaşlı kumtaşı ve çamurtaşından oluşan birim oluşturur. Bu birimi üzerleyen Liyas-Dogger yaşlı riyodasitlerin üzerine uyumsuz olarak bol çatlak ve eklemlili, ince-orta-kalın tabakalı kireçtaşı gelmektedir. Kılıçlı Mağarası, bölgenin karstlaşmasına ve mağara gelişimine uygun olan ve bölgede geniş bir alanı kaplayan Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşları içerisinde KB-GD ve K-G yönlü faylara bağlı olarak gelişmiştir. Bu birim Alt Kretase yaşlı kumtaşı-çamurtaşı araldanması ve Üst Kretase yaşlı killi kireçtaşı tarafından üzerlenmektedir.

## MAĞARA ÇEVRESİNİN JEOMORFOLOJİSİ

Bölge genelinde jeomorfolojik üniteler eskiden yeniye ve güneyden kuzeye doğru Miyosen

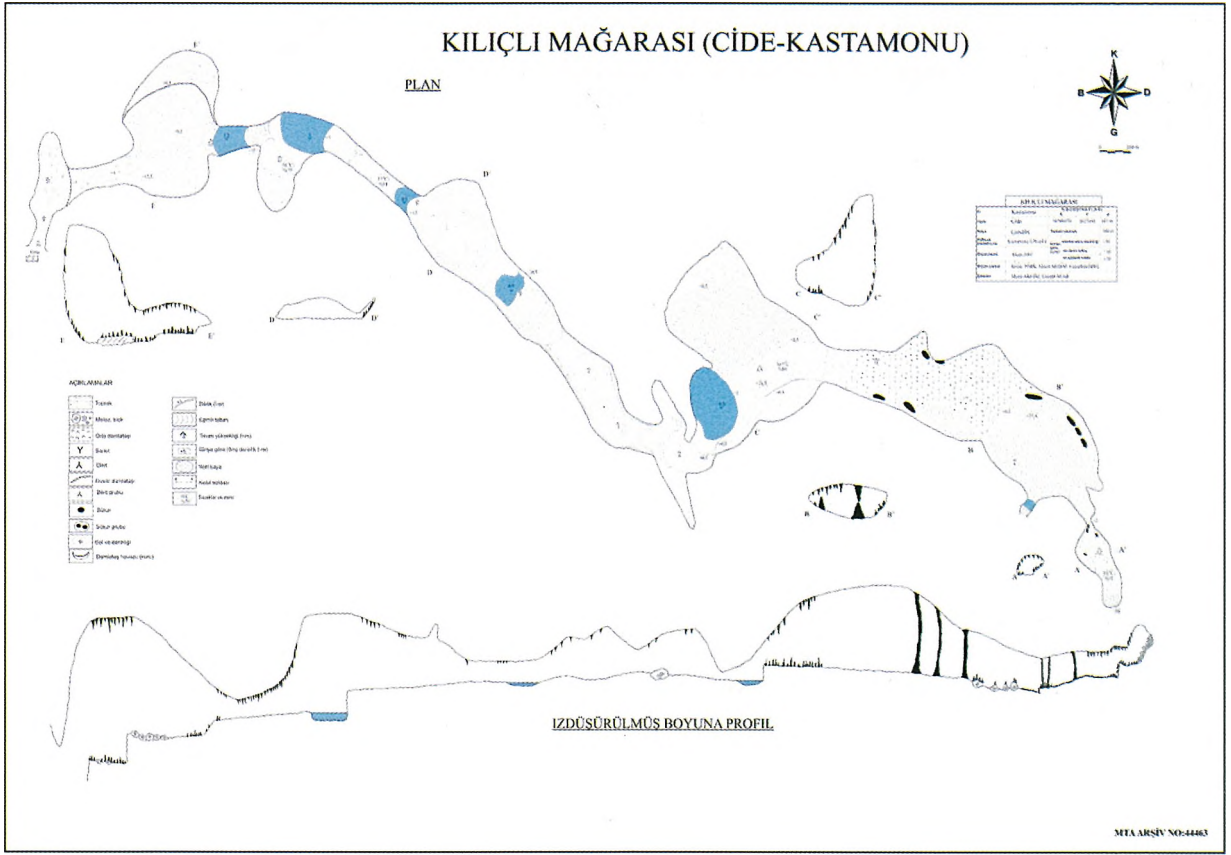
penepeni, Üst Miyosen-Pliyosen pedimenti, sıyrılmış (eksüme) yüzeyler, akarsu şekilleri ve vadi tabanları şeklinde sıralanmaktadır (Keçer vd. 2001). İnceleme alanında ise Pliyosen ve Kuvaterner dönemine ait yüzey şekilleri, akarsu şekilleri ve vadi tabanları yaygın olarak gözlenmektedir. Giriş kotu 147 m olan mağaranın bulunduğu alanda ortalama 800 m'lik yükseltiler yer almaktadır (Güzelce Tepe 810 m, Kıran Tepe 880m, Yilesbaşitepe 718m). Mağaranın girişinden yaklaşık 10 km gibi kısa bir mesafede de deniz seviyesine ulaşılmaktadır. Gerisinde ortalama yüksekliği 800 m olan dağlarla çevrili olan mağaranın önünde ise denize kadar uzanan düşük eğimli bir düzlük bulunmaktadır.

Kuvaterner dönemi buzul süreçleri ve tektonizma etkisiyle gelişen genç yarılımlara bağlı olarak (Valla Kanyonu vb.) karstik sistem de kendisini bu yapıya uydurmuş ve derinleşmiştir. Bu derinleşme sonucunda Kılıçlı Mağarası ile aynı doğrultuda (KB-GD) uzanım gösteren ve tektonik kontrollü uvala da (günümüzde Meydan Düzü, Karabalçık Düzü Mevkii) yarılmıştır. Derinleşmeye bağlı yarılımdan önce Valla mağara sisteminden uvalada yüzey akışına geçen



Şekil 2. Kılıçlı Mağarası yakın çevresinin jeoloji haritası (Yergök vd. 1987, MTA CBS Lab. 2007)





Şekil 3. Kılıçlı Mağarası plan ve kesitleri

sular (günümüzde Kirazgölü Mevkii) tekrar yer altına batmaktaydı. Karst sistemimdeki derinleşmenin diğer bir örneği de Kılıçlı Mağarası'na yaklaşık 3 km mesafede olan ve derinliği 200 m'yi geçen Dağlık Kuylucu'dur. Bölge genelinde 1100 metrelerde uzanan Pliyosen yüzeyleri yaygın dolin topoğrafyası ile günümüzde kendini göstermektedir. Kırık sistemleri boyunca yayılım gösteren dolinler altta bulunan asıl karst sisteminin yüzeydeki uzantıları şeklindedir. Bölge fluviyokarstik süreçlerin yaşandığı tipik alanlardan biridir.

### MAĞARANIN YAPISAL ÖZELLİKLERİ

Bir bölümü erozyon süreçlerine bağlı olarak aşınan ve çatısız mağaraya dönüşen Kılıçlı Mağarası'nın girişinde +7 m'lik basamak bulunmaktadır. Daha sonra da +4 m'lik ikinci bir basamakla tabanı bloklarla ve akmetaşlarla kaplı, tavan yüksekliği 4 m olan "Birinci Salon"a gelinmektedir (Şekil.3), (Şekil.4).

Birinci Salon'un tabanı akmetaşlarla kaplı olmasının yanısıra, mağaranın hidrolojik olarak aktif

dönemlerindeki yeraltısuyu akışına bağlı gelişen akarsu taraçalarına ait kalıntılar da içermektedir. Güncel mevsimsel yağışlara bağlı yeraltısuyu akışının yarıldığı taraçalar, tüm mağara boyunca yayılım göstermektedir (Şekil.5). Biriken çakılların tane boylarına bakıldığında geçmiş jeolojik dönemlerde (Kuvatrener) güçlü hidrolojik aktivitenin yaşandığı belirtilebilir. Kuş uçuşu yaklaşık 5 km mesafede olan Valla Kanyonu'nun hızlı derinleşmesine neden olan süreçler, Kılıçlı Mağarası ve çevresinde de etkili olarak, mağaranın Sarıçam Dere'ye göre askıda kalmasına neden olmuştur.

Tabanı akmetaşlarla kaplı, duvarda ve tavanda yeryer damlataşların bulunduğu, başlangıcında derinliği 1 m olan gölün yer aldığı, ortalama tavan yüksekliği 6 m ve genişliği 4 m olan yaklaşık 100 m lik bir koridordan sonra, mağaranı "İkinci Salon"una ulaşılmaktadır. Salonun giriş bölümünde 0.5 m derinliği olan göl ve +2 m'lik basamak bulunmaktadır. Tavan yüksekliği 8.5 m olan salonun tavnı akmetaşlar ile kaplı olup yer yer alüvyon terasları da gözlenmektedir. Bu kısım, mağaranın

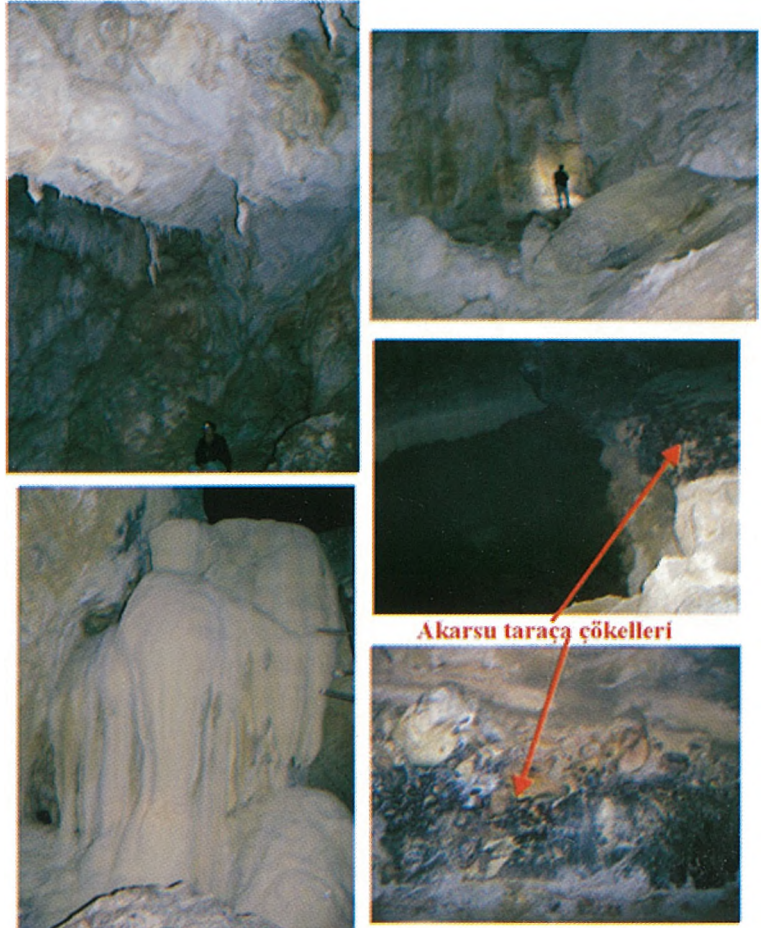


Şekil 4. Kılıçlı Mağarası giriş bölümü

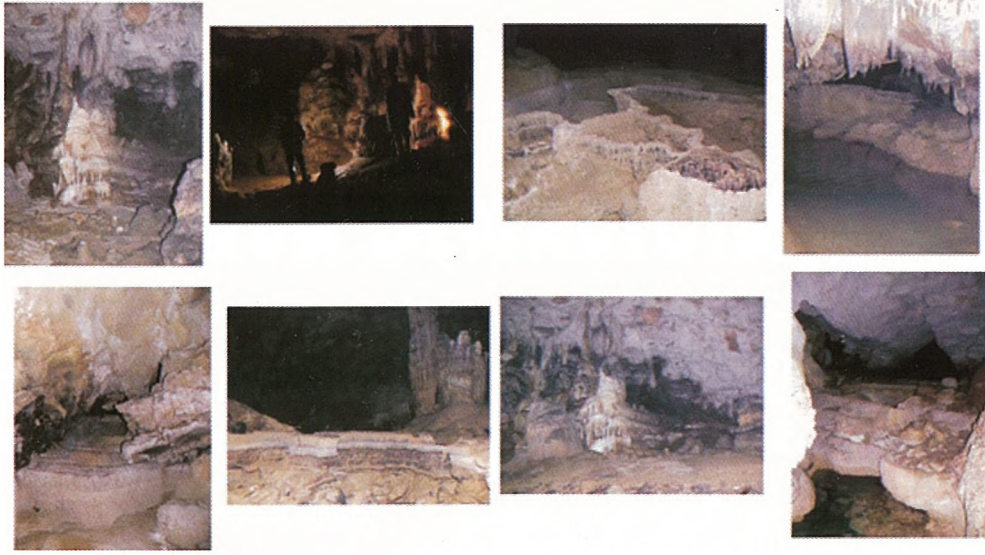
en sık sarkıt, dikit, sütun vs. şeklindeki oluşumları içeren bölümdür (Şekil 6).

Birinci salonda sıcaklık  $18^{\circ}\text{C}$ , nispi nem %77 iken burada sıcaklık  $10.7^{\circ}\text{C}$ 'ye düşmüş, nispi nem ise %80'e çıkmıştır. Mağaranın üçüncü ve son bölümüne geçerken tabii ince kumla dolu olan ve geçilemeyen sifon bulunmaktadır (Şekil 7).

Mağara içinde mevsimsel yağışlara bağlı gözlenen akımın kökeni bu alandır. Mağaranın son bölümüne, sütunlar arasından (0.5 m genişlik) dar bir aralıktan ulaşılabilir. Girişe göre +30 m yukarıda olan ve tavan yüksekliği 2.5 m olan bu bölüm yoğun mağara oluşumlarına da sahiptir. Kılıçlı Mağarası'nın son bölümündeki ortalama sıcaklık  $15^{\circ}\text{C}$  ve nispi nem ise %77'dir. Yüzeğe yakın olması sıcaklığın İkinci Salon'a oranla bir miktar daha yükselmesine neden olmuştur (Şekil 8). Toplam Uzunluğu 300 m olan Kılıçlı Mağarası'nın girişe göre ana kolu da +30 m yukarıda bulunmaktadır.



Şekil 5. Kılıçlı Mağarası birinci salon



Şekil 6. Kılıçlı Mağarası ikinci salon



Şekil 7. Kılıçlı Mağarası ikinci salon sonunda yer alan sifon

### MAĞARANIN HİDROLOJİK ÖZELLİKLERİ

Kılıçlı Mağarası mevsimsel yağışlara bağlı olarak, içinde yeraltı suyu akışının gözlemlendiği yarıaktif bir mağaradır. Ancak güncel su izlerine bakıldığında, mağarada güçlü bir hidrolojik aktivite olmadığı belirtilebilir.

### MAĞARA ATMOSFERİNİN KLİMATOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Kılıçlı Mağarası'nda Ekim 2007 tarihinde farklı noktalarda (Tablo 1) sıcaklık ve nispi nem ölçümleri yapılarak mağaranın doğal klimatolojik verileri elde edilmeye çalışılmıştır. Mağaranın yaklaşık orta bölümünde bulunan "İkinci Salon" 10.7 °C sıcaklık ve % 80 nispi nem ile en soğuk bölümdür. Girişe yakın olan "Birinci Salon" ve en dip noktada olmasına karşın, girişe göre en yüksek ve yüzeye en yakın konumda bulunan "Dar Oda" göreceli olarak daha sıcak bölümlerdir.



Şekil 8. Kılıçlı Mağarası "Son Salon"

	Birinci Salon	İkinci Salon	Dar Oda
Sıcaklık (oC)	18	10.7	15
Nispi nem (%)	77	80	77

Tablo 1: Kılıçlı Mağarası sıcaklık ve nispi nem değerleri (Ekim 2007)

## MAĞARANIN TURİZM AMAÇLI KULLANIM OLANAKLARI

Doğal özelliklerini koruyabilmiş ve zengin mağara oluşumları içeren ve Valla Kanyonu Milliparkı'na yakınlığı nedenleriyle Kılıçlı Mağarası turizm amaçlı kullanıma uygundur. Ancak bu doğal anıt alanının (jeolojik miras), özelliklerinin korunarak gelecek kuşaklara mümkün olduğu kadar az tahribatla devredilmesi gerekmektedir. Öncelikli olarak mağara doğal haliyle korunmalı, içinde herhangi bir yapılaşmaya gidilmemelidir. Ziyaretçiler, mağarayı bilen rehberler (alan kılavuzu) tarafından ve temel mağaracılık ekipmanlar (baret, aydınlatma, tulum, çizme) kullanılarak oluşturulan güvenlik alanları dahilinde gezdirilmelidir. Söz konusu olan "Alan Kılavuzu" yetiştirme çalışmaları, Çevre ve Orman Bakanlığı'na bağlı Milli Parklar Genel Müdürlüğü bünyesinde halen devam etmektedir. Bu kişiler tamamen o yöreye ait, bölgeyi çok iyi bilen kişilerden seçilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Google, 2007, Google Earth görüntüsü ( deneme yazılım sürümü)
- Keçer, M., Ateş, Ş., Erkal, T., Karakaya, F., 2001, Kastamonu merkez ilçesi ve kentleşme alanlarının yerbilim verileri, MTA derleme no: 10454
- MTA, 2007, CBS Lab. sayısal harita arşivi (Kastamonu E30-a4 paftası)
- Törk, K., Özel, E., Akgöz, M., Acar, C., 2008, Kılıçlı Mağarası (Cide, Kastamonu) araştırma raporu, MTA derleme no: 11013
- Yergök, A.F., İplikçi, E., Karabalık, N., Keskin, İ., Mengi, H., Umut, M., Armağan, F., Erdoğan, K., Kaymakçı, H., Çetinkaya, A., 1987, Batı Karadeniz Bölgesi'nin jeolojisi (I), MTA raporu, MTA derleme no: 8273

# FARKINDA OLMADIĞIMIZ GÜÇ "GÜNEŞ"

**D**ünyamızda enerji gereksinimi her geçen gün artmakta ve buna paralel olarak enerji üretimini de artmaktadır; peki ya zararları ? Global ısınma tehlikeli boyutlara ulaştı, gelişmiş ülkeler bu gidişata dur demek için son zamanlarda alternatif enerjiye yönelmiş durumdadır; Sanayileşmenin artması enerji ihtiyacımızın da artmasına yol açmaktadır, CO2 emisyonunu azaltmak için ya teknolojiden vazgeçeceğiz ya da bu enerji gereksinimimizi temiz kaynaklardan sağlayacağız.

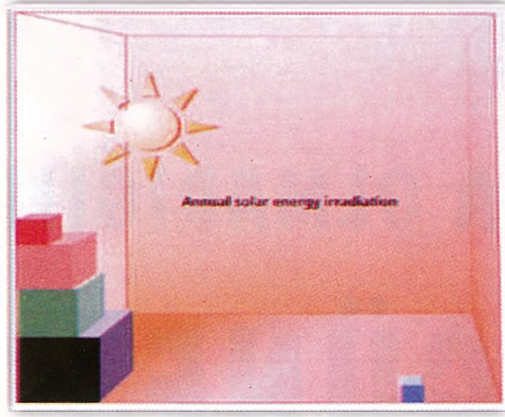
Gökhan ÖNAL  
RWTH Aachen University  
Electrical Power Engineering  
onal.gokhan@yahoo.com

Dünyamızda enerji gereksinimi her geçen gün artmakta ve buna paralel olarak enerji üretimi de artmaktadır; peki ya zararları ? Global ısınmanın tehlikeli boyutlara ulaştığı günümüzde, gelişmiş ülkeler bu gidişata dur demek için alternatif enerjiye yönelmiş durumdadır;

özellikle Türkiye'nin de imzaladığı Kyoto kriterleri son zamanda alınmış en büyük ilerlemelerden biridir. Sanayileşmenin artması enerji ihtiyacımızın da artmasına yol açmaktadır , CO2 emisyonunu azaltmak için ya teknolojiye yatırım yapacağız ya da bu enerji gereksinimimizi temiz kaynaklardan sağlayacağız. Peki yıllardır gündemde olan temiz enerji yani yenilenebilir enerji derdimize çare olabilir mi? Bunun cevabı ne olursa olsun, esas kararı verecek olanlar enerji firmalarıdır. Bugün büyük enerji firmalarının başlıca yenilenebilir enerji kaynakları yani rüzgar ve güneş enerjisine yatırımları çok düşük düzeydedir. Sebep çok açık ortada, temiz enerjinin pahalı olması ve kararsız olması, yani rüzgar enerjisini sadece rüzgar olduğu zaman güneş enerjisini ise sadece güneş olduğu zaman üretebilmemiz. Fakat her saniye enerji tüketmekteyiz ve ayrıca temiz enerji ile üretim ve tüketim dengesini sağlamak çok zor ve pahalı.

Günümüzde temiz enerji kaynakları olarak en başta rüzgar, jeotermal, dalga, biokütle ve güneş enerjisi gelmektedir. Potansiyel olarak baktığımızda güneş enerjisi en yüksek olup en az kullanılan enerjidir. Yıllık olarak, güneşten dünyaya gelen ışınım enerjisinin toplamı, yine yıllık olarak dünyanın enerji ihtiyacının 10.000 katıdır.

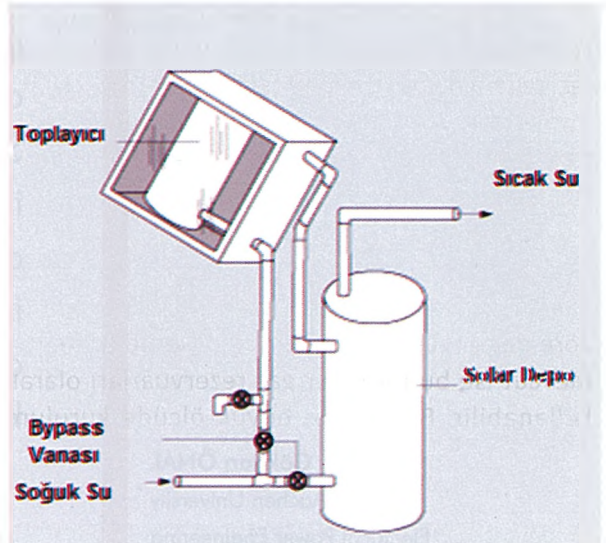
Son yıllarda herkesin kullandığı bir kelime "Güneş Enerjisi" peki bu enerjiyi nasıl kullanabiliriz? Güneş enerjisi denildiği zaman herkesin aklına ilk olarak özellikle ülkemizin güneyindeki evlerin çatılarında gördüğümüz su ısıtma sistemleri gelmektedir. Bu sistem güneş enerjisinden faydalanmada ilk basamak olmuştur. Fakat bu büyük potansiyeli değerlendirmek için yeterli değildir. Günümüzde



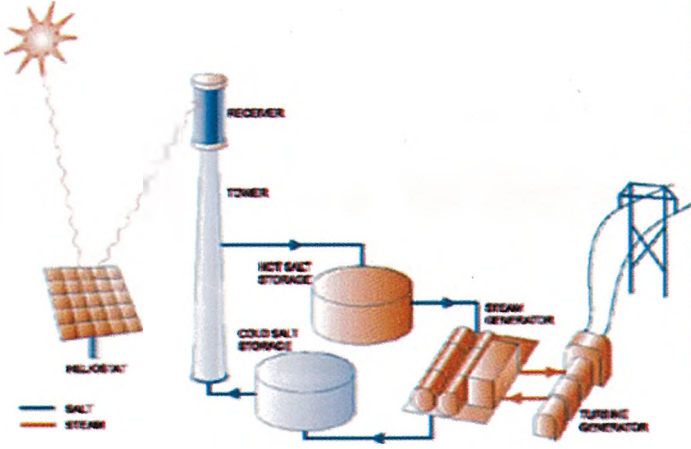
Resim.1: Eürec. Agency/Eurosolar „WIP“

Güneş enerjisini başlıca 3 şekilde kullanabiliriz;

1. Pasif Isı : Doğal olarak güneşten direk aldığımız ısıdır, özellikle binaların dizaynında enerji tasarrufu için göz önünde bulundurulur.
2. Solar Termal: Güneşin ısısı sıcak su veya buhar üretiminde kullanılır. Özellikle Heliostatik aynaların kullanımı ile sıcaklığı 1000 C yi bulan su buharı elde edebiliriz; bu elde ettiğimiz buharıda buhar türbinleri vasıtası ile elektrik enerjisine çevirebiliriz. Parabolik veya heliostatik aynaların yansıtıldığı güneş ışınlarını toplayıcı(reciever) kulesinde yoğunlaştırılıp çok yüksek sıcaklıklarda su buharı elde etmekte kullanılır.



Resim 2 (Kaynak : USA energy Department)



Resim 3 (kaynak: jcwinnie.biz)



Resim 4 (Kaynak: solarpaces.org)

Son yıllarda Almanya'nın öncülüğünde Avrupa'da başta İspanya olmak üzere İtalya ve Yunanistan da büyük kapasiteli santraller kurulmuştur. Bu sistemlerin en büyük örneği İspanya'dadır. Fakat bu denli büyük sistemlerin sorunu depo kısmıdır, Solar sistemlerin yakıtı güneştir, yani güneş olduğu sürece üretim yapılabilir. Gündüz üretilen fazla enerji değişik sistemler kullanılarak depo edilmesi gerekir. Bu depo edilen enerjiyi güneşin olmadığı zamanlarda kullanılır. Çeşitli depo sistemleri mevcuttur, termal depolama, hidrojen enerjisi, suyun potansiyel enerjisi (pump-storage), gazın potansiyel enerjisi hatta bazı küçük sistemler için kinetik enerji(fly-wheel) şeklinde depo edilebilir. Bunlardan en uygunu suyun potansiyel enerjisini pump-storage adı verilen iki rezervuardan oluşan barajlardır. Enerjiyi depolanacağı zaman alt rezervuarda bulunan motorlar sayesinde üst rezervuara pompalanır; bu şekilde potansiyel enerji depolanmış olur. Daha sonra ihtiyaç olduğunda üst rezervuardan su jeneratörlere salınır. Bunun sayesinde gündüz güneşten üretilen enerji, güneşin olmadığı zamanlarda da kullanılabilir. Bu sistemler durumlara göre seçilir; Çünkü maliyetleri sistemin büyüklüğü, coğrafi koşullar ve birçok diğer etmene göre değişir. Örnek olarak Doğal yeraltı hazneleri mevcut ise bu hazneler gaz rezervuarları olarak kullanılabilir. Bu şekilde büyük ölçüde kurulum maliyeti düşmüş olur. İspanya'da yaşanan çok hızlı solar termik santrallerin kurulumu, İspanyol elektrik enerjisi sistemini kararsız hala getirmiştir. Yeteri kadar depo sistemi olmadığı için üretim-tüketim

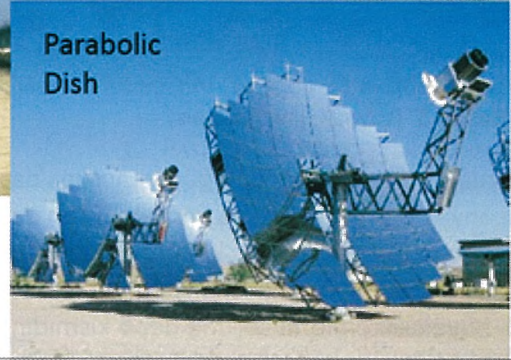
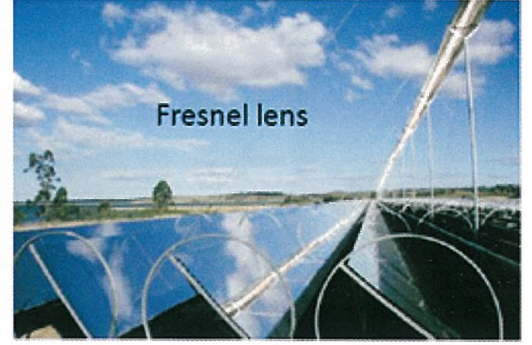
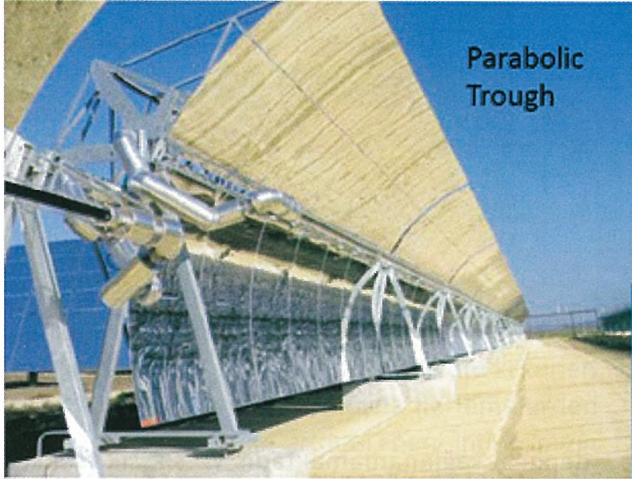
dengesi sağlanamamaktadır ve sık sık frekans kalitesi düşmektedir. İspanyanın düştüğü tuzağa düşmek istemeyen Portekiz, ülkesinde bir çok pump-storage barajları kurmaya başlamıştır. Bu sistemler güneş enerjisinden faydalanmada en etkili sistemlerdir. Yürütülen yeni bir projeye Avrupanın elektrik ihtiyacının yarısı Sahra Çölüne kurulacak bir heliostatik sistemle giderilmesi planlanıyor. 2030' a kadar birçok nükleer santralini kapatmayı planlayan Avrupa'nın bu enerji ihtiyacını ancak bu şekilde karşılaması mümkündür. Ayrıca bu sistemlerin sayesinde depo edilen enerji her hangi bir enerji kaybında frekansı korumak için kullanılabilir (ikincil rezerv olarak), yani sistemlerin güvenilirliği arttırabilir.

*17 yılda yapımı tamamlanan "Nevada Solar One" güneş pilleri yerine parabolik kolektörler yardımıyla sıcak su üretiliyor. 391 santigrat dereceye kadar sıcak sıvı oluşturabilen parkta 760 kolektör yaklaşık 180.00 aynadan oluşturulmuş. Platform 64 MW gücündeki jeneratörleri besliyor. Bu sayede 14.000 evin ihtiyacını karşılayacak enerji üretiliyor.*

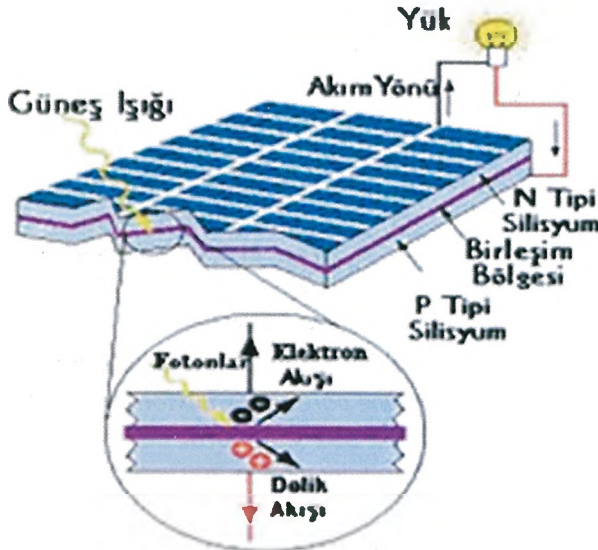
3. Fotovoltaik : Fotovoltaik dönüşüm ile güneş ışığından üretilen elektrığın kullanılabilir elektrik enerjisine dönüştürüldüğü sistemlerdir.

Fotovoltaik enerji dönüşümü temelde iki basamaklıdır. Güneş ışığının içindeki fotonların uyarısı ile elektron-boşluk ikilileri birbirlerinden ayrılarak farklı kutuplara yönelirler. Elektronlar negatif kutba, boşluklar pozitif kutba yönelirler.

# Termik Sistemler



Resim 5 (Solarpraxis)



Resim 6(Kaynak: Reslab)

Böylece elektron akışı başlar. Elektron akışı tekrar buluşma sonrası, aynı döngüyü sürekli olarak tekrarlamaya başlarlar.

Bu dönüşüm sayesinde doğru akım ürettiğimiz sistemlere PV ya da fotovoltaik denir.

Güneş pilleri yeni bir teknoloji olarak kabul edilse bile tarihsel gelişimi 1800'lü yıllara kadar uzanmaktadır. 1839'da Paris Doğal Tarih Müzesinde uygulamalı fizik profesörü Alexander Edmond Becquerel platin tabakalar üzerinde yaptığı bilimsel çalışmalar sırasında ilk fotovoltaik etkiyi saptadı.

Alexander Edmond Becquerel 1820 -1891 yılları arasında yaşadı.

1887 'de Heinrich Rudolf Hertz morötesi ışınının fotovoltaik etki üzerinde yansımalarını araştırdı. 1094 yılında Albert Einstein güneş etkisiyle elektrik akımı oluşumuna yönelik bir makale yayınladı. Aynı yıl Wilhelm Hallwachs bakır ve bakır oksit bazlı bir güneş pili denemesinde bulundu.

Gerald L. Pearson; Audobert ve Stora 1932 yılında Cadmium-Selenide (CdS) kullanarak uzun bir süre kullanılacak olan fotovoltaik bir yöntem keşfetti. 1954'de Pearson ve Fuller Silisyum (silikon)'un fotovoltaik etkisini keşfettiler. Böylece % 5 verimli bir güneş pili üretmeyi başardılar. 1957 yılına gelindiğinde Pearson ve arkadaşlarının çalışmalarını meyvelerini verdi ve güneş pilindeki verim % 8'lere kadar ulaştı.

## Fotovoltaik sistemler 2 çeşittir:

1. Şebeke bağlı sistemler (Grid-connected)

Şebekeye bağlı sistemlerle kendi santrallerini kurmak mümkündür; bunun için fotovoltaik hücreler (paneller), evirici ve bunlara ek olarak ne kadar elektrik üretildiğini gösteren bir sayaca ihtiyaç var. Fotovoltaik sisteminin ürettiği doğru akımı, evirici yardımı ile alternatif akıma çevirir. Bu sayede şebekeye geri besleme yapılabilir. Üretilen elektrik



## Güneş Pilleri

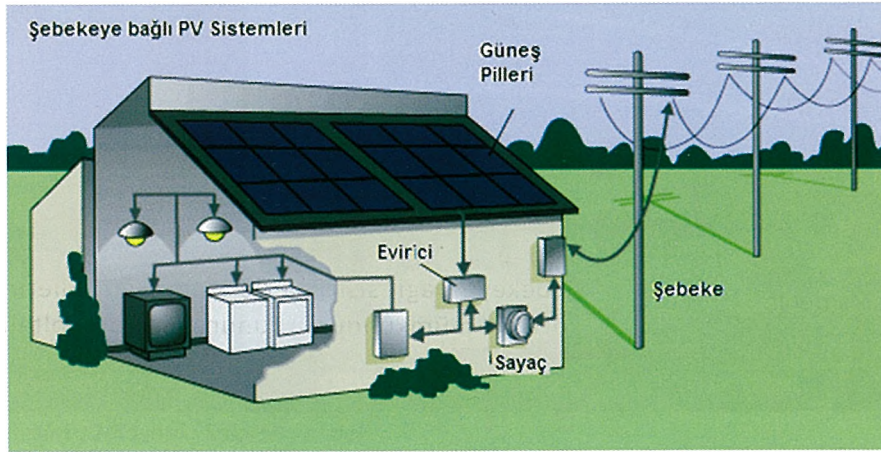


Resim 7(Kaynak: Alternaturk.org)

kullanabilir, fazlası şebekeye satılabilir. Fakat bu sistemleri kurmak pahalı; bu sistemlerden üretilen elektriğin maliyeti 45 ct/kwh civarındadır, oysa nükleer santrallerden üretim 8 ct/kwh, kömür santrallerinde 15 ct/kwh civarlarında, doğal gaz santrallerinde 25 ct/kwh i bulmaktadır. Ülkemizde enerji piyasaları rekabetçi ortama doğru gitmektedir, peki enerji havuzunda 50 ct/kwh satılan elektrik enerjisi talep bulabilecek midir? Normal şartlarda imkansızdır. Fakat Kyoto kriterleri gereği sanayileşmiş ülkeler temiz enerji üretimini hızlandırmak için temiz enerjiye destek vermeye

başlamıştır. Bu ülkelerin başında Almanya gelmektedir, Alman Hükümeti'nin aldığı karar ile 2010 yılında 2 tane nükleer santralleri kapatılacak ve tüm nükleer santraller 2030 yılına kadar kapatılmış olacak, bu enerji açığını kapatabilmek ve insanlara temiz enerji bilincine ulaştırmak için mikro üretime destek vermektedir. Alman yenilenebilir enerji yasalarına göre ilk beş sene elektriğin fiyatı 50 ct/kwh, bu beş seneden sonra 45 ct/kwh ve her sene belli oranda düşerek 20 sene sonra 8 ct/kwh ulaşmaktadır. Bu ilk 20 senede yatırımcı maliyetini çıkaracak, daha sonra ise ürettiği

enerjinin tamamı kar olarak cebine girecektir. Bakım masrafı çok az olan bu sistemler bir nevi emeklilik gibidir. Peki normal vatandaş kw-saat'i yaklaşık olarak 5.000 euro'ya mal olan bu sistemleri nasıl kuracak. Almanya bu sorunu devlet, bankalar ve yatırımcı üçlemesi ile çözmüştür. Bankalar bu yatırımı yapmak isteyen her uygun yatırımcıya



Resim 8 (Kaynak : energyeducation.tx.gov)



**Resim 9**(kaynak:energyeducation.tx.gov)  
Springerville PV Santrali, Tuscos yakınları/ Arizona-USA

kredi vermektedir. Ayrıca özel sigorta şirketleri olası riskleri göz önünde bulundurarak bu sistemleri sigortalamaktadır. Alman eyaletlerinin verdiği garanti ile rakabetçi sistemdeki enerji dağıtım firmaları bu enerjiyi almak zorundadır. Bu şekilde güneş ışınması Türkiye'ye nazaran çok az olan Almanya'da neredeyse her evin çatısında fotovoltaik sistemler kuruludur. Almanya'yı model alan birçok ülke aynı kanunları getirmiştir, hatta İspanya güneş enerjisi potansiyeli kullanmak için bu düzenlemelerde kendine has kanunlar çıkarmıştır. Bu kanunlara göre her yeni yapılan

binada bu sistemleri kurmayı zorunlu hale getirilmiştir. 2008 yılında İspanya hükümeti elektrik alım fiyatını 2 ct/kwh düşürmesinden dolayı ülkede çok büyük krize yol açmış, fakat gelen baskılar sonucu enerji alım fiyatlarında yeni düzenlemeler yapıp, yatırımcılara fiyat garantisi vermiştir. Avrupada bu sistemi İtalya ve Yunanistan da uygulamaya başlamıştır. Ülkemizde ise son 2 yılda bu yönde atılımlar mevcuttur, yakın zaman da Almanya modelinin ülkemize uygulanması beklenmektedir.

Evlere kurulan bu mikro üretim sistemleri artık mimari açıdan da önemli bir konu olmuştur çünkü yeni inşa edilen binalarda bu sistemler daha estetik olarak dizayn edilmeye başlanmıştır, fotovoltaik sistemleri kremit olarak kullanılmakta ve hatta bazı binalarda ince filmler camlara yerleştirilmektedir. Mimarların hayal gücüne bağlı olarak binlerce farklı dizayn ortaya çıkabilir. Avrupa'da birçok futbol stadyumunun üstü, ses bariyerleri ve bir çok farklı yapıya fotovoltaik sistemleri monte edilmiştir.

Mikro üretime ek olarak Avrupa'da fotovoltaik tarlalarında ticari olarakta sistemler kuruludur, 500



**Resim 10** (Kaynak: solar-santral.com)  
Muğla Üniversitesi Rektörlük Binası'nda cephe kaplaması Amorf silisyum ince film modüllerle kurulu PV sistemi 40kWp kurulu güce sahiptir.



Resim 11(Kaynak : Solarserver.de)

Almanya'da 110 Hektarlık alana kurulu olan Waldpolenz güneş parkında üretim tam kapasiteye ulaştığında 40.000kw saat (40MW) enerji üretilecek.

kWp gücüne kadar lisanssız kurmak serbesttir. Bu tarz ticari yatırımların desteği küçük ev kurulumlarına göre daha farklıdır. Bu tarz fotovoltaik

tarlalarının örnekleri Amerika (California), Japonya, Almanya, Kore, İspanya, Meksika, İtalya ve Yunanistan'da görmek mümkündür. Ülkemizde bu alanda çalışmalar olsa da devlet desteği henüz tam olarak çıkmadığı için büyük bir örneği yoktur.

## 2. Ada sistemler(off-grid)

Dünyada hala milyonlarca insanın evlerinde elektrik yok, elektrik hatlarını her yere götürmek mümkün olmuyor, olsa bile çok maliyetli hale geliyor. Bu gibi durumlarda Fotovoltaik sistemler insanların elektrik



Resim 12(Kaynak: Solarserver.de)

20 MW gücündeki **Beneixama** solar parkı İspanya'da bulunuyor. 500 bin metrekare alana kurulu parkta 100.000 güneş pili kullanılmış.



Resim 13(Kaynak: Solarserver.de)

Kore'de bulunan SinAn Güneş Parkı 18MW gücünde. 109.000 güneş pilinden oluşan park yılda 20.000 ton karbondioksitin doğaya bırakılmasını engelliyor.

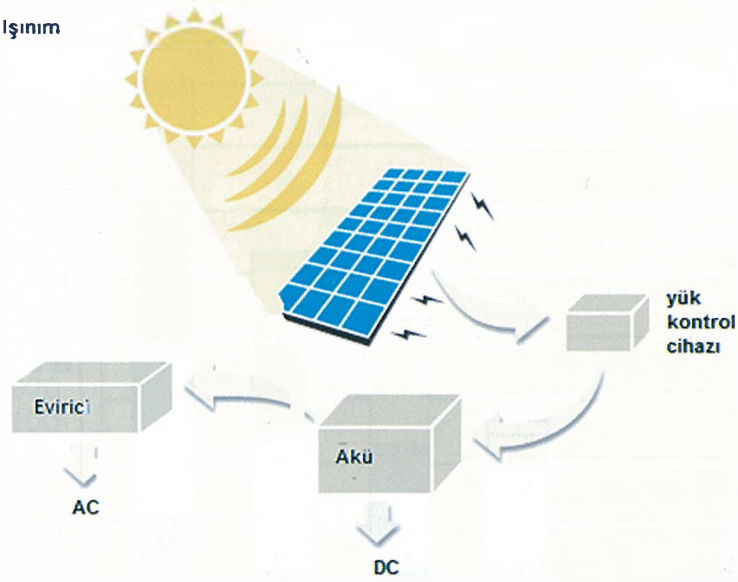
ihtiyacını gideriyor. Bu tarz sistemler şebekeye bağlı sistemlerden farklı olarak depo sistemine gereksinim duyar, yük kontrol cihazı üretimin kullanılan yükten fazla olduğu zamanlarda aküyü şarj ediyor, üretimin olmadığı veya yükün daha büyük olduğu zamanlarda ise aküde depolanan enerjiyi kullanıyor. Bu tarz sistemlerde genelde kurşun aküler kullanılmaktadır (lead-acid), çalışma sıcaklarına göre akünün cinsi değişebilir (Li-İyon, NiCd, Redox-flow, NiMH) fakat enerji yoğunluğunu, fiyatları ve çalışma ortamları ile kıyasladığı zaman en uygunu kurşun akülerdir.

90'lı yılların başında başlayan fotovoltaik kurulumları 2003 yılından sonra büyük hız kazanmıştır. Bunda İspanya'nın güneş enerjisine yaptığı yatırımların payı çok büyük. Günümüzde dünyadaki PV kurulum kapasitesi yaklaşık olarak 10 GW lık bir güce ulaştı. Bu kurulumu sağlayan ülkeleri, potansiyeli olan diğer ülkeler de izlerse enerji ihtiyacının büyük bir bölümü güneş enerjisinden giderilebilir. 34 Avrupa ülkesinin oluşturduğu, avrupa enterkonekte elektrik enerjisi sistemi(UCTE); tamamen senkronize olarak çalışmaktadır, yani tek bir ülkenin sistemi gibi; bu durum da birçok faydayı beraberinde getirmektedir. Bunlardan biri sistemin güvenliği artmıştır. Sistemin

her hangi bir yerinde sorun çıktığı zaman, tüm alt sistemler senkronize olarak bu hatayı telafi etmektedir. Avrupa'da elektrik enerjisi tüketiminin tepeler noktaları öğlen saat 12.00-14.00 arasında, akşam ise 19.00-21.00 arasındadır. Öğlen saatlerindeki yüksek enerji talebi direk güneş enerjisi ile çözümlenebilir; fakat akşam saatlerinde güneş enerjisine dayalı bir sistem sorunlar yaşayabilir. Bunu önlemek için Batı Avrupa ülkelerinde güneş enerjisinden üretilen elektrik enerjisini, hidro santraller tarafından zengin olan Kuzey Avrupa ülkelerinde suyun potansiyel enerjisi olarak barajlarda depolamaktadır. Bu şekilde akşam saatlerinde güneş enerjisinin oluşturabileceği kararsızlıktan kurtulunmaktadır. Bu sorun aşıldığı takdirde güneş enerjisinin önü tamamen açılacaktır. Bu sorun yüzünden 2005' de hızlanan yatırımlar 2008'de doygunluğa ulaşmıştır. Fakat bu sefer 2008 yılında birçok depo sistemi yatırımları hızlanmıştır. 2010 yılından itibaren Avrupa'da bu sistemlerin tekrar hızla kurulmaya başlanması beklenmektedir.

Günümüzde güneş enerjisine yapılan yatırımlar çok umutlandırıcı seviyede ve yapılan araştırmalara göre yatırımcılar yüzünü güneşe çevirmiş

Işınım

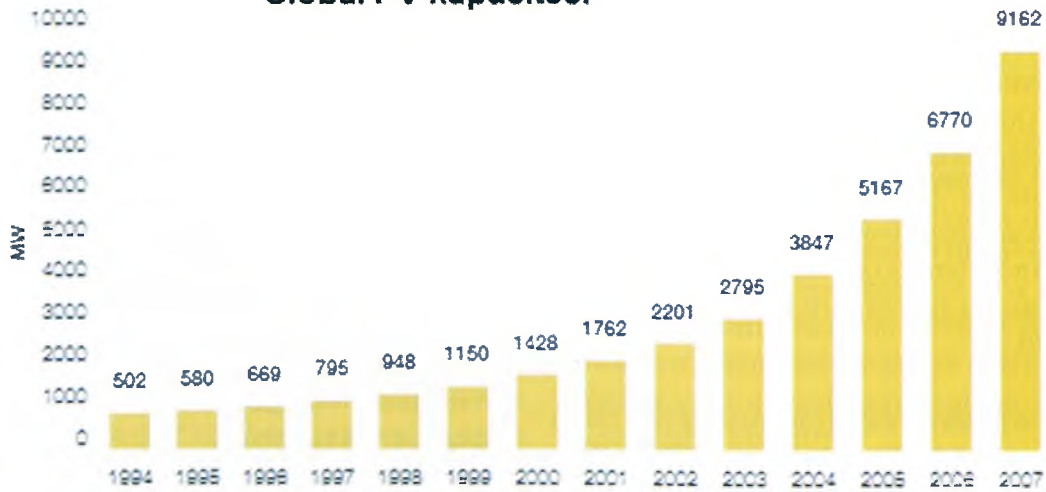


Resim 14 (Kaynak:Solar-pv-systems.com)

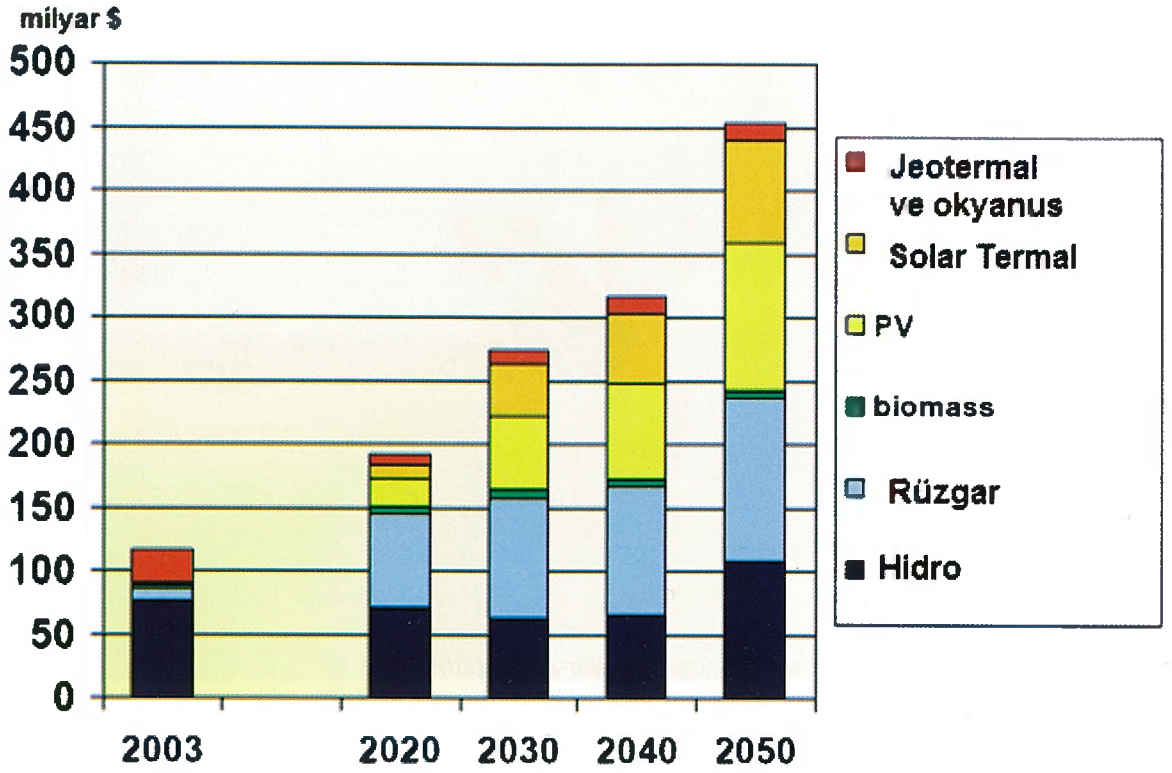
durumdadırlar. 90'lı yılların başında bu işe gönül verenler şuan gelinen noktayı tahmin bile edemezlerdi, yapılan çalışmaların birçoğu kırsal alanların elektrikleştirilmesi içindi fakat malzeme biliminin gelişmesi ile güneş pillerinin verimliliklerinin artması ve buna paralel olarak hedeflerin daha da büyümesi ile enerji ihtiyacının büyük bir kısmını güneşten sağlamak için yatırımlar büyük bir hızla artış göstermektedir.

Almanya'da güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi amacıyla kullanılan sistemlerin kurulu gücü yaklaşık olarak **3,8 GWp'tır (3800 MWp)**. Dünya'da ise elektrik enerjisi üretimi için kurulan fotovoltaik güç sistemleri **10 GWp(10000 MWp)** değerine ulaşmıştır. Dünya ışınım haritasına bakıldığı zaman dünyanın birçok bölgesinin güneş enerjisinden elektrik üretmeye çok müsait olduğu görülüyor, fakat bu sistemleri pahalı olmasından dolayı ancak gelişmiş ülkeler yatırım yapabilmektedir. Uzun

## Global PV kapasitesi



Resim 15(Kaynak : EPIA)



Resim 16(Kaynak: Eurosolar)

vadede teknolojinin gelişmesi ve bu sistemlerin yaygınlaşması ile çok daha ucuzlaması beklenmektedir. 2030 yılında fotovoltaik modüllerin fiyatının yarıya düşmesi ve bu sayede mikro üretimin ikiye katlanması bekleniyor.

### DÜNYA IŞINIM HARİTASI

Ülkemizde 1960 'ın başlarında güneş enerjisi ilk defa alternatif enerji kaynağı olarak anlaşılmış ve bazı yatırımcılar ve Üniversitelerde verilen tezler ile bu konuda çalışmalar başlamıştır. 1970'lerin ortalarında, dünyadaki güneş enerjisi teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak, ülkemizde de bilhassa güneş enerjisinin ısı uygulamaları konusu üniversiteler, devlet ve endüstri açısından önem kazanmış ve güneş enerjisi çalışmaları bu tarihten itibaren artan bir hızla gelişmiştir.

Güneş enerjisi konusundaki çalışmalar ağırlıklı olarak Ege Üniversitesi, Muğla Üniversitesi, ODTÜ ve Yıldız Üniversiteleri tarafından yaygın olarak yürütülmekle beraber, Türkiye'deki tek Güneş Enerjisi Enstitüsü

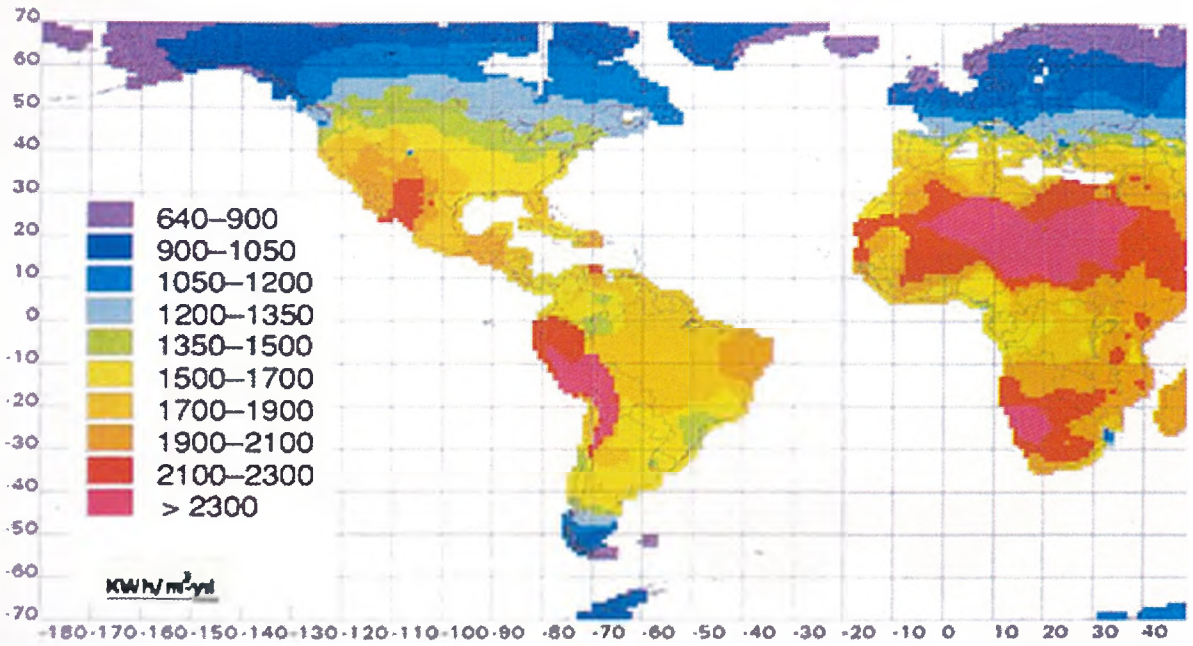
Ege Üniversitesi bünyesinde 1978 yılında kurulmuş ve o günden itibaren faaliyet göstermektedir. 1980'lerin sonunda bu konudaki çalışmaları devlet destekli TÜBİTAK bünyesindeki Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü (MBEAE) yürütmektedir. TÜBİTAK bünyesinde 1986 yılında kurulan Ankara Elektronik Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü güneş pillerinin tasarımı ve üretimi konusundaki çalışmaları desteklemektedir.

Ülkemizde PV teknolojisinin kullanımı oldukça azdır. Bu konuda ilgilenen üniversiteler/araştırma kuruluşları ve özel kuruluşlar oldukça azdır.

**Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü**, şebeke bağlantılı ve otonom fotovoltaik güç sisteminin kurulumu ve de üretim Ar-Ge çalışmaları ile öncü konumdadır.

**Muğla Üniversitesi** de 94kWp kurulu PV güç sistemi altyapısına ve Türkiye'deki ilk Fotovoltaik sistem dış ortam testlerinin gerçekleştirilebildiği PV test Laboratuvarına sahiptir.

Ülkemizde güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi amacıyla kullanılan güneş gözelerinin kurulumu



Resim 17 (Kaynak: Eurosolar)



Muğla üniversitesi- 54 kWp

Resim 18(Kaynak:Solar-Santral.com)



Ege üniversitesi- 24 kWp

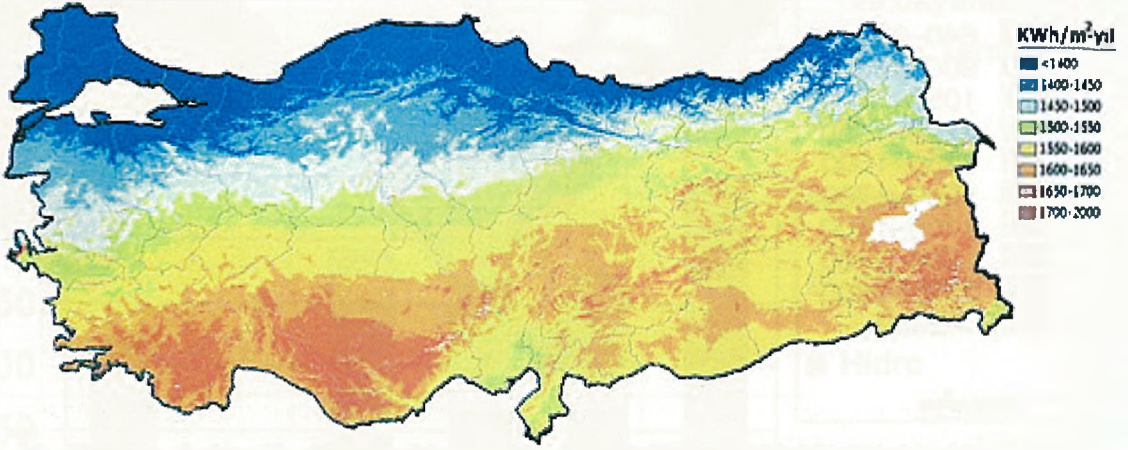
Resim 19(Kaynak:Solar-Santral.com)

gücü yaklaşık olarak **3 MWp** civarındadır ve daha çok iletişim baz istasyonları, aydınlatma sistemleri, şebekeden uzak ada sistemleri gibi elektrik şebekesinden bağımsız otonom sistemlerde kullanılmaktadır. Bu kurulu güçten elde edilen yıllık enerji miktarı, yıllık elektrik tüketiminin ancak %0.01 miktarına karşılık gelmektedir. Güneş ışınımının Türkiye'nin yarısı civarında olan Almanya'nın yıllık enerji üretimi 4 GW' ı bulurken, ülkemizin yüksek potansiyeline rağmen bu imkanını kullanamaması güneş enerjisine ne kadar az değer verildiğini göstermektedir.

Eski Enerji Bakanı Sn. Hilmi Güler'in 17-21 Aralık 2008 UTEG Fuarında yaptığı konuşmada Türkiye'nin kurulu gücünün 42.000 Megawatt olduğunu, alternatif enerji kaynaklarından rüzgar enerjisinin 48.000 MW, güneş enerjisinin ise yıllık tüketimin yaklaşık 2 katı enerjinin üretilebileceği bir potansiyele sahip olduğumuzu ve alternatif enerji kaynaklarından en büyük sürprizi güneş enerjisinde yapacaklarını belirtti.

Türkiye sadece güney bölgesinden; yıllık elektrik ihtiyacının 2 katı kadar enerji üretilebilir. Peki bu

## TÜRKİYE GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ ATLASI (GEPA) (Türkiye Üzerine Gelen Toplam Güneş Radyasyonu)



Resim 20(Kaynak: eie.gov.tr)



Resim 21(Kaynak: Phoenix Solar)

potansiyeli neden değerlendirmiyoruz? En önemli sebebi pahalı olması, bu nedenle gerekli olmadıkça bu teknoloji kullanılmamaktadır. Elektrik olmadığı kırsal alanlarda kullanılmakta, onun dışında sadece bilimsel amaçlarla kullanılmaktadır. Daha yaygınlaşması için devlet desteği şarttır. Bugün Fotovoltaik sistemlere yatırım yapan ülkeler gibi

Türkiye’de de enerji alım garantisi verilmelidir. Aksi halde yatırımcılar bu sisteme yatırım yapmaktan kaçmaya devam edeceklerdir.



- [1]. Prof. Dirk Uwe Sauer,  
Renewable Energies-PV systems, 2009, Aachen
- [2]. S.A. Kalogirou, Y. Tripanagnostopoulos,  
Industrial application of PV/T solar energy systems, Applied Thermal Engineering, Volume 27, Issues 8-9, June 2007, Pages 1259-1270
- [3]. Dirk Uwe Sauer, Jürgen Garche ,  
Optimum battery design for applications in photovoltaic systems - theoretical considerations,  
Journal of Power Sources, Volume 95, Issues 1-2, 15 March 2001, Pages 130-134
- [4] M. Braun, K. Büdenbender, D. Magnor, A. Jossen,  
Photovoltaic Self-consumption in Germany - Using Lithium-ion storage to Increase Self-Consumed Photovoltaic Energy , 24th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, EU PVSEC, September 2009, Hamburg
- [5]. Prof. R. De Doncker,  
Inverter Designs for PV applications, 2008, Aachen
- [6]. S. P. Engel, K. Rigbers, R. W. De Doncker,  
Digital Repetitive Control of a Three-Phase Flat-Top-Modulated Grid Tie Solar Inverter ,  
13th European Conference on Power Electronics and Applications, EPE 2009, Barcelona, Spain
- [7]. Eurosolar - Solar Thermic Applications, IRES 2009, Berlin
- [8]. [www.epia.org](http://www.epia.org)
- [9]. [www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr)
- [10]. [www.alternaturk.org](http://www.alternaturk.org)

# ASİT MADEN SAHALARININ OLUŞUMU BAKTERİ-MİNERAL DOSTLUĞU ?

Asit Maden Sahaları (AMS) Bakteri- Mineral ilişkisinin en iyi örneklerini sergilerler. Gerekli fizikokimyasal koşullar (pH, Sıcaklık gibi) oluştuğunda oldukça uzun sürecek bu dostluk çevre açısından istenmeyen sonuçlar doğurmakta başarılıdır. Peki bu dostluk nasıl başlar?

**Dr. Nurgül ÇELİK-BALCI**

(İTÜ Maden Fakültesi  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü)  
ncelik@itu.edu.tr

**Dr. Yüksel ÖRGÜN**

(İTÜ Maden Fakültesi  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü)

**Dr. Nevin Gül KARAGÜLER**

(İTÜ Moleküler Biyoloji-Biyoteknoloji  
&Genetik Arş. Merkezi)

Yerküre dışında yaşam arama çabaları, bizlere şaşırtıcı bir dünyanın kapılarını açtı. Bildiğimiz yaşam sınırlarının pek de doğru olmadığını, daha da önemlisi çok sınırlı olduğunu öğrendik. Gelişen moleküler biyoloji teknikleri ile yaşamın çeşitliliğini ve sınırlarını artık daha iyi biliyoruz. Örneğin, *Acidithiobacillus concretivarus* bakterisinin keşfedilmesiyle, metalleri (Fe, Cu, Pb) çözecek kadar güçlü sülfürik asit içerisinde yaşayan; hatta başka yerde yaşayamayan organizmalar olduğunu öğrendik. *Micrococcus rapiophilus* denilen diğer bir bakteri türünün nükleer atıklarda, plütonyum gibi reaktif maddelerle karınlarını tıka basa doyurarak mutlu mesut yaşadığını keşfettik [1]. Kaynar çamur havzalarında ve sodalı göllerde, kayaların içinde, denizlerin dibinde ve Pasifik okyanusunun 11 km derinliklerinde yaşayan bakteriler bulundu (hatırlatmak isterim ki: O derinlikte basınçlar, yüzeyde olduğundan en az bin kat büyüktür; yani 50 jumbo jetin altında kalıp ezilme ile aynıdır!!) [1]. Şu ana kadar bildiğimiz yaşam mücadelesinin belki de en olağanüstü olanı, iki sene boyunca Ay'da dikili kalmış bir kameranın sızdırmaz merceğinde bulunan bir *streptococcus* bakterisininikidir.



Şekil 1.Okyanus dibinde bulunan simbiyotik ortamlar

Yerkürenin derinliklerinde yaşayan bir sürü mikroorganizma olduğunu artık biliyoruz. Bunların çoğunun, organik dünya ile hiçbir bağlantıları yok. Onlar, kayaları daha doğrusu kayaların içindeki Fe, S, Mn gibi elementleri yiyor. Fe, Cr, hatta U gibi elementleri ise soluyorlar. Buna en güzel örnek Asit Maden Sahalarıdır (AMS).

### AMS nedir ve nasıl oluşur?

Yüzey ve/veya yeraltı madencilik işlemleri sırasında, sülfürlü cevher içerisinde dingin durumdaki kükürt, kaya parçalanıp ufalandığından atmosferik oksijen ve su ile tepkime olanağı bularak oksitlenmeye başlar. Bu oksidasyon sonucunda, yüksek sülfat, metal ve düşük pH'lı (<3) asit maden suları ve sahaları oluşur. Düşük pH'lı bu asidik sular kaya parçalarındaki ağır metalleri çözerek, yüzey ve yeraltı sularına karışmasına neden olur. Bu süreç doğal olarak da gelişmekte olup, madencilik faaliyetleri bu süreçlere katalizör etkisi yapar.

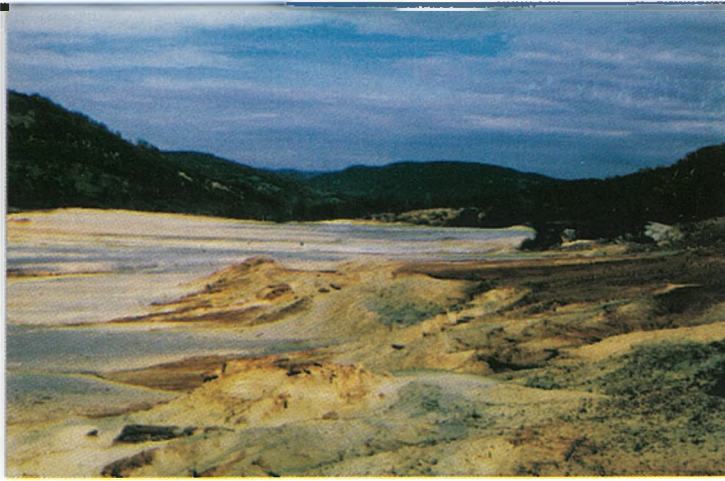
Asit maden sahalarının oluşumunda genellikle sülfür içeren minerallerin (galen, sfalerit ve vb.) etkisi olmasına rağmen, pirit bu tür sahaların oluşmasında birincil etkindir. Bu nedenle, yüksek Fe-sülfid (% 90 pirit ) ve düşük karbonat mineral içerikli sülfid (VMS) yataklarının asit maden sahası oluşturma potansiyelleri oldukça yüksektir. Buna ek olarak, pirit içerikleri yüksek kömür sahaları AMS'nin en yaygın olduğu yerlerdir. AMS sahalarının, en karakteristik özelliği, Cu, Pb, Zn, Hg, As gibi toksik metaller açısından zengin olması ve

kırmızı, turuncu ya da sarı renkli Fe-oksit minerallerinin oluşması nedeni ile sahanın kırmızı bir renge bürünmesidir (Şekil 2, 3).

AMS'ri dünyada madencilığe bağlı olarak gelişen en yaygın çevre problemidir. Özellikle, yeraltı madencilığıne bağlı olarak açılan galeriler, havanın



Şekil 2. Asit maden sahalarından görüntüler [2].



Şekil 3. Balıkesir-Balya atık sahalarındaki AMS oluşumları

ve suyun yeraltına ulaşmasını kolaylaştırarak, pirit ve ortamdaki diğer sülfürlü cevher minerallerinin hızla oksitlenmesini sağlayarak, asidik sular oluşumuna neden olurlar.

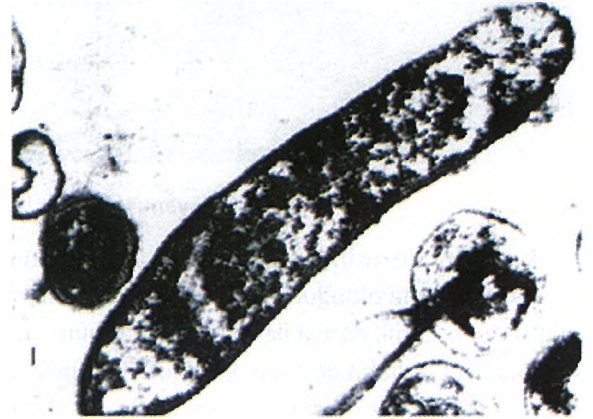
### **Bakterilerin Rolü Nedir ?**

AMS'ları bakteri-mineral ilişkisinin en iyi örneklerini sergilerler. Gerekli fizikokimyasal koşullar (pH, sıcaklık gibi ) oluştuğunda, oldukça uzun sürecek bu dostluk, çevre açısından istenmeyen sonuçlar doğurmakta oldukça başarılıdır. Peki bu dostluk nasıl başlar?

AMS'nın oluşumunda ana rolü oynayan Pirit reaksiyon 1'de gösterildiği gibi, atmosferik O<sub>2</sub> ile temas ederek, hem kimyasal hem de biyolojik olarak oksitlenir. *Acidithiobacillus ferrooxidans*, bu tür

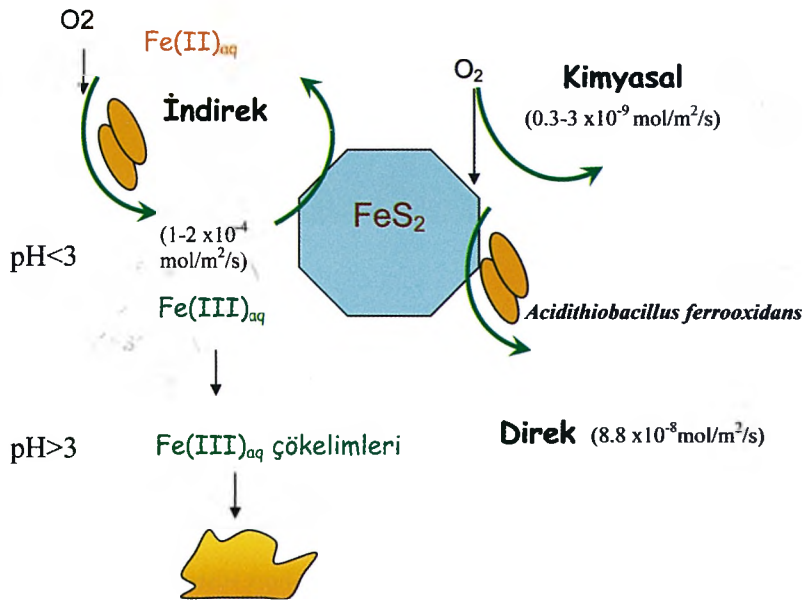
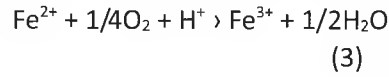
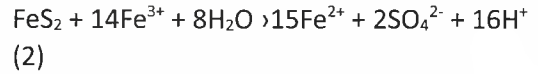
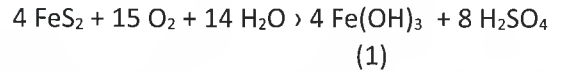
sahalarda yaygın olarak bulunan ve özellikle pirit olmak üzere sülfürlü mineralleri oksitleyen bakteri türüdür (Şekil 4). Bu bakteri, yaşamı için gerekli olan enerjiyi, pirit içerisindeki sülfür ve Fe(II)'yi oksitleyerek; yani piriti ayrıştırarak elde eder (reaksiyon 1 ve 3). Bu ayrışma, bakterinin pirit yüzeyine tutunması ile başlar. Yüzeğe tutunan bakteri ortamdaki O<sub>2</sub>'i elektron alıcı, pirit içerisindeki kükürdü de elektron verici şeklinde kullanarak, piriti ayrıştırır ve kendini besler. Bu sırada, pirit yüzeyi ve bakteri arasında gelişen polimerik (EPS) madde elektron alışverişini

kolaylaştırarak, ayrışmayı son derece hızlı hale getirir. Bu tür pirit oksitlenmesine direk oksitlenme denir (reaksiyon 1).



Şekil 4. Elektron mikroskobu altında *A. ferrooxidans* bakterisinin görüntüsü [3].

Atmosferik O<sub>2</sub>'nin yanı sıra, pirit Fe(III)<sub>aq</sub> iyonu tarafından da oksitlenmektedir (reaksiyon 2) [4]. Atmosferik O<sub>2</sub>'e oranla daha güçlü bir oksitleyici olan Fe(III)<sub>aq</sub>'ün asit koşullar altında (pH <3) oluşumu, *A. ferrooxidans* bakterisi tarafından kontrol edilmektedir (reaksiyon 3). Oluşan Fe(III)<sub>aq</sub> iyonu piriti kimyasal olarak reaksiyon 2'de gösterildiği gibi oksitler ve ürün olarak, sülfat, Fe(II)



Şekil 5. Piritin asit koşullar altında (pH<3) oksidasyon döngüsü [4].

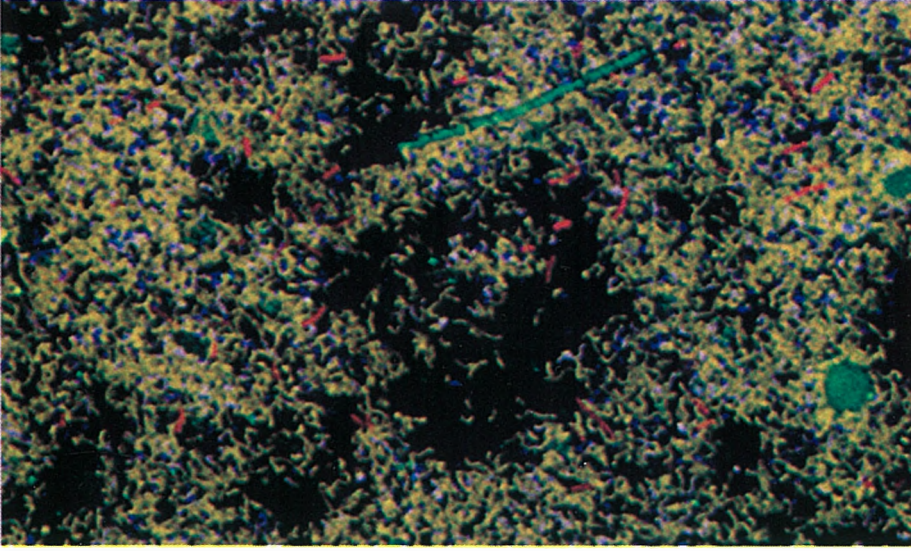
ve asit oluşur. Piritin bu oksidasyon şekli ise, bakterinin doğrudan piriti değil de oluşan Fe(II)'yi oksitleyerek, döngüye katılmasından dolayı indirek oksidasyon olarak adlandırılır (Şekil 5). Ortama katılan Fe(II) bakteri tarafından Fe(III)<sub>aq</sub>'e tekrar oksitlenir ve böylece sıkı bir dostluğa neden olacak döngü başlar. Piritin direk ve indirek olarak oksitlenme oranları Şekil 5'de verilmiştir. Laboratuvar koşulları altında hesaplanan bu oksidasyon oranları piritin Fe(III)<sub>aq</sub> iyonu tarafından, çok hızlı oksitlendiğini göstermektedir [4]. Oysa, piritin kimyasal olarak oksitlenmesi oldukça düşük oranda gerçekleşmektedir. Piritin bu oksidasyon döngüsünde bakterinin ana rolü, ortama Fe(III)<sub>aq</sub> iyonu sağlamasıdır (Şekil 5). Bu çalışmalar, AMS'nin oluşumunun mikroorganizmalar tarafından kontrol edildiğini göstermiştir.

### AMS'sı Sakinleri kimlerdir ?

Başlangıçta, maden atık sahalarının asidik ve besin açısından limitli bir ortam olması nedeniyle sınırlı ve az çeşitli bir mikroorganizma topluluğu bekleniyordu. Ancak, kültüre dayalı yapılan çalışmalar bu beklentinin hiçte doğru olmadığını aksine AMS'nin çok çeşitli mikroorganizmalara sahip olduğunu ortaya

koydu. *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *A. thiooxidans*, *A. caldus*, ve *Leptospirillum ferrooxidans* gibi prokaryotik kemolitotrofların yanı sıra, farklı bakteriyel türlerin varlığı da bu sahalarda ortaya kondu.

Sülfür ve Fe oksitleyen *Sulfurisphaera*, *Ferroplasma* ve *Acidianus*, *Metallosphaera* gibi arkeaların da bu çeşitlilik içinde yer aldığı belirlendi. Kısa zamanda, kültüre dayalı yapılan çalışmaların yeterli olmadığı belirlendi ve araştırmacılar AMS'ında ki mikrobiyal topluluğu araştırmak için 16S rDNA methodunu geliştirdiler [5, 6]. DNA izolasyonu, PCR, DGGE ve FISH (fluorescence in-situ hybridizations) gibi gelişen moleküler biyoloji teknikleri ile AMS'ında ki mikrobiyolojik toplulukları artık daha detaylı belirleyebiliyoruz. DNA izolasyonu ve dizi analizi çalışmaları AMS'ında kimler yaşıyor sorusuna cevap vermekle birlikte, organizmaların miktarı, metabolik aktiviteleri ve ekolojik topluluk içindeki yeri



**Şekil 6.** AMS'sında gelişen biofilmin FISH resmi: Sarı renkte olanlar Leptospirillum grup II, beyaz renkte olanlar Leptospirillum grup III (Fe(II) oksitleyen bakteri türü), mavi renkte olanlar ise farklı arkealardır [7].

hakkında sınırlı bilgi sağlıyor. Bu tür detaylar için FISH teknikleri başarıyla uygulanmaktadır (Şekil 6).

Bu gelinen noktada, AMS'nın çok çeşitli mikroorganizmalara ev sahipliği yapığını; bu çeşitliliğin kimi zaman bizi şaşırtacak dereceye ulaştığını görüyoruz. Örneğin, California –USA, Richmond Madenin de gelişen asit maden sahasında pH değerlerinin (pH<0) negatiflere ulaşmasına rağmen, bu aşırı ortamda mutlu mesut yaşayan bakteriler topluluğu belirlenmiştir.

### **Sonuçlar**

İnsanoğlunun rüyası olan, modern hayat için gerekli olan sanayileşmenin temeli madencilğe dayanmaktadır; bu nedenle madencilik faaliyetleri kaçınılmazdır. Bu faaliyetler sırasında oluşabilecek çevresel tehditler zamanında ve gerekli tedbirler alınarak, en aza indirilebilir. Özellikle artan enerji ihtiyaçları nedeniyle, dünyada olduğu gibi ülkemizde ki düşük kalorili linyit yataklarının işletilmesi (Trakya Havzası gibi) bu günlerde gündemdedir. AMS'sı oluşumlarının yaygın olarak görüldüğü kömür sahalarının, rehabiliteasyon modelleri, işletmeye açılmadan oluşturulmalıdır. AMS'ı oluşumlarını anlamak, uygun rehabiliteasyon model ve stratejilerini geliştirmek, bilinenlerin yanı

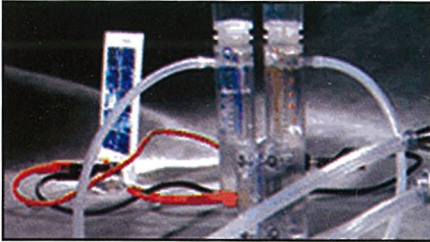
sıra yeni mikrobiyal türlerin bu tür sahaların oluşumundaki rollerinin ortaya konmasına bağlıdır. Biyojeokimya bu tür çalışma konularını içeren bilim dalıdır. Dünyanın birçok saygın üniversitesinde temel çalışma konularından birini oluşturan bu bilim dalı, ülkemizde de yeni alınan projelerle artık adını duyurmaya başlamıştır [8]. Dünyanın birçok

ülkesinde öncelikli araştırma konuları arasında yer alan büyük bütçeli projelerin yapıldığı bu konu; gelişen bilim dünyasında yer almak isteyen ülkemiz için gerekli alanlardan biridir.

### **Kaynaklar:**

- [1] Bryson, B., 2003. A Short History of Nearly Everything. Black Swan (UK);Broadway Books (US).
- [2] www.epa.gov (Environmental Protection Agency web sayfası)
- [3] <http://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Image:Tbfo.gif>
- [4] Balcı ,N., Bullen, T. D., Witte-Lien, K., Shanks, W.C., Motelica, M. and Mandernack, K. W., 2006.  $\delta$  Iron isotope fractionation during microbially stimulated Fe(II) oxidation and Fe(III) precipitation Geochimica et Cosmochimica Acta, 70, 622-639.
- [5,7] Baker BJ, Banfield JF (2003) Microbial communities in acid mine drainage. FEMS Microbiol Ecol 44, 139–152.
- [6] Edwards KJ, Bond PL, Gihring TM, Banfield JF (2000) An archaeal iron-oxidizing extreme acidophile important in acid mine drainage. Science 279, 1796–1799.
- [8] Balcı, N. 2009 Asit Maden Sahalarının Oluşumunu Kontrol Eden Biyojeokimyasal Faktörlerin Araştırılması (TÜBİTAK-ÇAYTAG, 108Y177).

# HİDROJEN GELECEKTİR



*İnanıyorum ki suyu oluşturan hidrojen ve oksijen birlikte yada ayrı ayrı kullanıldığında taş kömüründen daha kuvvetli bir ısı ve ışık kaynağı oluşturacak ve bir gün lokomotiflerin buhar kazanlarını yakmada ve buharlı gemilerin hareketini sağlamada kömür yerine bu gazların sıkıştırılmışı kullanılacaktır.*

Dr.Mükerrem ŞAHİN  
MTA genel Müdürlüğü ,MAT Dairesi,  
Bor ve Hidrojen Enerjisi Araştırma  
Laboratuvarı  
mukerremshahin@gmail.com

**1874, Jules Verne "Esrarlı Ada"**

## 1.Enerjimiz tükeniyor mu?

Halen enerji ve enerji biçimleri bilim adamları tarafından farklı izah edilebilmektedir. Bazı kaynaklara göre enerji Fransızca kökenli olup maddelerde var olan ısı ve ışık biçiminde ortaya çıkan güç anlamına gelmekte bazı kaynaklara göre ise; Yunanca “energeia” yani hareket faaliyet anlamında olup maddelerin karşılıklı etkisi ve hareketinin toplam genel ölçüsü demektir. Tanımı nasıl yapılırsa yapılsın, enerji insanoğlunun en temel vazgeçilmez gereksinimidir.

İnsanlık tarihi boyunca kullanılan enerjiler, teknolojik gelişmelere paralel olarak sürekli şekil değiştirmiştir. Günümüzde dünya ekonomisinin enerji ihtiyacının yaklaşık %80 i fosil yakıtlar tarafından karşılanmaktadır. Hindistan ve Çin gibi gelişmekte olan ülkelerin sanayileşmiş ülkeleri yakalamaya çalışırken, enerji tüketimlerini artırmaları sonucu fosil yakıt kaynakları hızla tükenmektedir. Arz sınırlı iken talebin sürekli artması, fosil yakıt fiyatlarını da yükseltmektedir. Bununla birlikte, fosil yakıt tüketimi hava kirliliği, asit yağmurları, küresel ısınma, iklim değişikliği, ozon tabakasının delinmesi ve benzeri çevre sorunlarına sebep olmaktadır. Bu çevre felaketlerinin açtığı küresel hasarın yaklaşık 5 trilyon dolar /yıl civarında olduğu ve bu rakamın her geçen gün arttığı ilgili çevreler tarafından belirtilmektedir.

İnsanlık için en önemli sorun yeryüzünde bulunan enerji kaynaklarının ihtiyaçları karşılayıp karşılayamayacağıdır. Burada en belirleyici faktör teknolojinin gelişmesi ve nüfusun sürekli artmasıdır. İnsan nüfusunun sürekli artması ihtiyaç duyulan enerji miktarının artmasını da beraberinde getirmekte; bu anlamda en büyük enerji tüketimi başta elektrik üretimi ve taşıt yakıtları olmak üzere sanayi üretiminde olmaktadır.

Bunlara paralel gelişen sanayileşme ile kişi başına tüketilen enerji miktarı sürekli artmakta ve araçlarda yılda ortalama kat edilen yol mesafesi de uzamaktadır. İnsanların temel kazanımlarından olan serbest dolaşım hakkı kısıtlanamayacağına göre enerji tüketiminin sürekli artması kaçınılmazdır.

Günümüzde petrol üretiminin hemen hemen yarısı taşımacılıkta kullanılmaktadır. Bu sayıya kara, deniz, hava ve askeri amaçlı kullanım da dahildir. Yeryüzünde bulunan taşıt araçlarının sayısının 800 milyon adet olduğu tahmin edilmekle birlikte bu sayının 2030 yılında ikiye katlanacağı da ortak bir görüştür. Buradan şu sonuç çıkarılabilir: taşıt sayısındaki artış, insan nüfus artışının iki katına eşit olacaktır.

Teknolojinin sürekli kendini yenilemesiyle, taşıtın katettiği mesafe başına yakıt tüketimi sürekli azaltılmasına rağmen, taşıt sayısındaki artış ihtiyacı da artırmaktadır. 1900 den 2000 yılına kadar Dünyadaki enerji kullanımı 15 kat artmıştır. Enerji kaynaklarını tükenebilir ve tükenmez olarak ikiye ayırırsak, günümüzde üretilen ve tüketilen enerji kaynağının % 80-85 tükenebilir olarak adlandırdığımız fosil yakıtlar (%23.5 Kömür, %34.9 petrol, %21.1 doğalgaz) içinde yer almakta; %6.8 nükleer, %13’ü ise tükenmez nitelikteki güneş, rüzgar, biyoyakıt, hidrojen, termal enerji kaynakları arasında yer almaktadır. [1].

Türkiye’nin enerji tüketiminin yıllık % 6,8 artış hızı ile 2010 yılında 171,3 milyon ton eşdeğeri petrole (TEP), 2020 yılında ise 298,4 milyon TEP ulaşması beklenmektedir. Dış Ticaret Müsteşarlığı’nın, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve Devlet İstatistik Enstitüsü verilerine dayanarak hazırladığı “Türkiye’de Enerji Üretim ve Tüketim Beklentileri” isimli rapora göre Türkiye’deki genel enerji üretiminin ise 2020’ye kadarki süreçte yıllık % 4,8 artışla 70,2 milyon TEP olması beklenmektedir. Bir başka deyişle, 1999’da enerji ihtiyacının % 65’ini ithalatla karşılayan ülkemizde bu oran, 2010 yılında % 73’e, 2020 yılında ise % 78’e yükselecektir [2].

Hidrojen, kömür veya biyogaz gibi birincil enerji kaynağı değildir; birincil enerji kaynaklarından üretilen bir enerji taşıyıcıdır. Fosil yakıtlardan gazlaştırma ve yeniden oluşturma (reforming) ile hidrojen üretimi teknolojisi yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Örneğin, hidrojen elektroliz ile sudan üretilmektedir. Elektroliz için gerekli olan elektrik güneş pilleri, hidrolik ve rüzgar gibi



yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanabileceği gibi nükleer elektrik de bu amaç için kullanılabilir.

## 2. Enerji Taşıyıcı olarak Hidrojen

Hidrojen ifadesi 1787 yılından beri kullanılmaktadır. Bu tarihte ünlü Fransız kimyacı Lavoissier Hidrojeni "Hydrogenes" olarak tanımlamıştır. Latince Hydro= su genes=oluşturan demektir. Böylece hidrojen su oluşturan olarak tanımlanmıştır.

Hidrojen doğada en basit atom yapısına sahip elementtir. Atomunun merkezindeki çekirdek pozitif yüklü proton ve yüksüz nötrondan oluşmaktadır. Negatif yüklü elektron ise çekirdeğin çevresinde dönmektedir. Elektronun belli bir orbiti olmadığından herhangi bir zaman diliminde nerede olduğunun bulunması mümkün değildir. Sanki çekirdeğin çevresinde yayılmış bir yapı oluşturmuştur (Resim 1).

## Hidrojen

- Zehirsizdir ve kendiliğinden yanmaz.
- Çevrecidir ve suları tehdit etmez.
- Kokusuz ve tatsızdır.
- Kolay uçucudur.
- Kendi başına patlayıcı değildir
- Radyoaktif değildir.
- Kanserojen değildir.

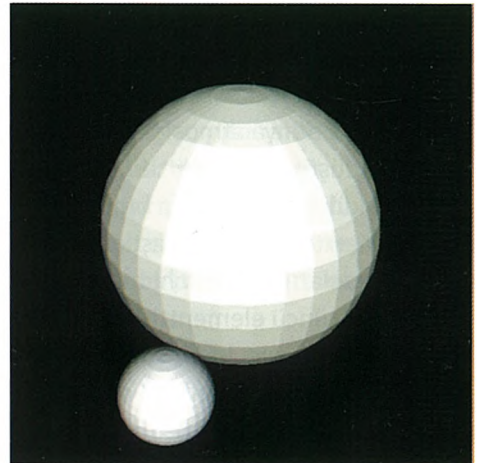
Hidrojenin fiziksel özellikleri aşağıdaki tabloda topluca verilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Hidrojenin fiziksel özellikleri

Fiziksel Özellikleri	
Maddenin hali	Gaz
Yoğunluk	(0 °C, 101.325 kPa) 0.00008988 g/cm <sup>3</sup>
Sıvı haldeki yoğunluğu	2.267 g/cm <sup>3</sup>
Ergime noktası	14.01 °K (-259.14 °C -434.45 °F)
Kaynama noktası	20.28 °K (-252.87 °C -434.45 °F)
Ergime ısı	(H <sup>2</sup> ) 0.117 kJ/mol
Buharlaştırma ısı	(H <sup>2</sup> ) 0.904 kJ/mol
Isı kapasitesi	(H <sup>2</sup> ) 28.836 (25 °C) J/(mol·K)



Hidrojen evrenin kütlesinin %75'ini, atom sayısının ise %90'nı oluşturur ve bu oranlarıyla evrende en çok bulunan elementtir. Bu element yıldızlarda ve dev gaz gezegenlerinde büyük miktarda bulunur. Moleküler hidrojen bulutları, yıldızların oluşumuyla bağlantılıdır ve



Resim 1: Hidrojen molekülü



Resim 2:Evrende hidrojen resmi

hidrojen, yıldızların proton-proton reaksiyonuyla enerji üretmesinde önemli rol oynar.

Evrende hidrojen, atomik ya da plazma halinde bulunur. Uzayda ise hidrojen nötral atomik halde bulunur. Plazma hali atomik halinden oldukça farklıdır; bu halde hidrojen elektronu ve protonu bağlı değildir ve bu oldukça yüksek elektrik iletkenliği ve ışık yayılımına (güneş ve diğer yıldızlar ışık yayar) sahiptir. Yüklü partiküller elektrik ve manyetik alanlarda oldukça etkilenirler. Mesela, güneş rüzgarında dünyanın magnetosferi ile etkileşerek Birkeland akımları ve auroraya yol açarlar.

Normal şartlar altında hidrojen biatomik gaz ( $H_2$ ) halinde bulunur. Hafifliği nedeniyle diğer daha ağır gazlara göre yerçekimi kuvvetinden kolayca kurtulur. Bu nedenle dünya atmosferinde hidrojen gazı oranı oldukça düşüktür (hacimce 1). Hidrojen atomu ve  $H_2$  molekülü uzayda bolca bulunduğu halde dünya da bunların üretimi ve saflaştırılması oldukça güçtür. Bütün bunlara rağmen hidrojen dünyada en çok bulunan üçüncü elementtir. Yeryüzündeki hidrojen çoğunlukla su ve hidrokarbonlar gibi kimyasal bileşiklerin içinde bulunur. Hidrojen gazı bazı bakteri ve algler tarafından üretilir. Günümüzde metan gazı önemi artan bir hidrojen kaynağıdır [3]

## 2.1 Hidrojen Enerjisinin Kullanılma Önceliği

Ülkemizin enerji alanında karşı karşıya kaldığı problemler, dünya genelinde diğer ülkelerin de ortak sorundur. Özellikle dünyadaki fosil kökenli yakıt rezervlerinin giderek azalmasının yanı sıra bu tür kaynakların kullanımı ile oluşan hava ve çevre kirliliği, son yıllarda enerji üretimi alanındaki araştırmaların temini kolay, yenilenebilir ve temiz enerji üreten kaynaklar üzerinde yoğunlaşmasına neden olmuştur. Güneş enerjisi, biyokütle enerjisi ve jeotermal enerji gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının bol bulunmalarına ve temiz olmalarına karşın, bir ara taşıyıcıya gereksinim gösterdikleri için yaygın kullanım alanına sahip, uç-nihayi enerji kaynağı değildirler. Fosil yakıtlardan, sudan ve biyokütleden üretilebilen hidrojen, bu tür enerji kaynakları için iyi bir enerji taşıyıcıdır. Hidrojen, ara enerji taşıyıcı olarak kullanıldığında aşağıdaki avantajlara sahiptir;

- Elektrik enerjisinden farklı olarak daha kolay depolanabilir özelliktedir.
- Enerji üretiminde son ürün sudur.
- Boru hattı veya tankerlerle çok uzak mesafelere taşınabilmektedir.
- Alevli yanma, katalitik yanma, elektrokimyasal dönüşüm ve hidrür oluşumu gibi pek çok yöntemle etkin bir şekilde enerji üretiminde kullanılabilir.
- Yenilenebilir kaynaklardan üretildiğinde çevreye herhangi bir zararlı emisyon söz konusu değildir.

Hidrojenin yakıt olarak kullanıldığı ve kimyasal enerjinin elektrik enerjisine çevrildiği sistemler yakıt hücreleri diye adlandırılır. Bu sistemlerde hidrojenin yanma ürünleri yalnızca su ve su buharlarıdır. Yeni geliştirilen bu sistemlerde hidrojen doğrudan ya da hidrojen salan herhangi bir kaynak yardımıyla sisteme verilmekte ve istenilen enerji elde edilmektedir.

## 2.2 Hidrojen Nasıl Üretilir?

Hidrojen ikincil bir enerji kaynağı olup, mevcut enerjiler kullanılarak üretilebilir. Ancak Fosil yakıtların (petrol, kömür, doğalgaz) çevresel etkileri göz önüne alındığında, yenilenebilir kaynaklardan üretilmesi anlamlı bulunmaktadır.

ENERJİ KAYNAKLARI								
Fosil Yakıtlar		Yenilenebilir Enerji Kaynakları					Nükleer	
Kömür ✓	Doğalgaz ?	Biyokütle ✓	Güneş ✓	Rüzgar ✓	Hidrolik ✓	Jeotermal ✓	Elektrik X	İsı X
Gazlaştırma		Termoliz	Elektroliz					
HİDROJEN								
İC motorları	Yakıt Hücreleri					Prosesler, sentezler	Türbinler, İC motorları	
	FC motorları	Ticari	Yerel	Üçüncül sanayi	Çoklu üretim			
Taşıma		Binalar			Endüstri			

Tablo 2. Türkiye'deki Hidrojen Üretim ve Kullanım Potansiyeli ( işareti olanlar ülkemizdeki mevcut kaynakları göstermektedir [9].

Tablo 2'de Türkiye'deki Hidrojen Üretim ve Kullanım Potansiyeli gösterilmektedir. Ülkemizde yakın dönemdeki mevcut enerji sisteminde hidrojen, kömür, doğalgaz ve biyokütleden gazlaştırmayla üretilmektedir. Yine yakın dönemde hidrojen üretiminin gece kullanılmayan elektrik enerjisinden üretilmesi planlanmaktadır. Uzun dönemde ise güneş, rüzgar, hidrolik ve jeotermal kaynaklar kullanılarak elde edilen elektrik ile suyun elektrolizi sonucunda oluşan hidrojen, yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilmelidir. İleriye yönelik olarak ise Karadeniz'de bulunan hidrojen sülfürden hidrojen elde edilmesi konusunda araştırmalar yapılmaktadır [4].

### 2.3 Depolama ve Taşınma Problemleri

Araştırmalar, hidrojen gazının temininden çok, nasıl depolanacağı ve taşınacağı hususunda yoğun olarak sürdürülmektedir.

- Hidrojen sıvılaştırılarak tankerlerde depolanabilir
- Gaz olarak depolanıp taşınabilir.
- Karbon nanaotütlerde ve metal hidrürlerde depolanabilir
- Bir bor bileşiği olan Sodyum bor hidrürde depolanabilir.

- Amin-Boranlarda depolanabilir

Bunlar arasında son ikisi ülkemiz için büyük önem taşımaktadır. Zira bu şekilde depolanan hidrojen anında kullanıma sunulmakta ve hacimsel depolama verimi oldukça yüksek olmaktadır. Dünyada bu konu üzerine araştırma faaliyetlerinin en yoğun yürütüldüğü ABD'de otomotiv şirketlerinin en büyüğü General Motors bu alanda Ar-Ge faaliyetlerini yürütmektedir. Son yıllarda Sodyum borhidrür (SBH) üretimi ve SBH den hidrojen ayıran katalizörler konusunda ülkemizde de Ar-Ge çalışmaları başlatılmıştır. BOREN ve TÜBİTAK destekli bu çalışmaların birinde MTA laboratuvarlarında yeni bir yöntem ile SBH sentezi yapılmış ve üretim için pilot sistem kurulmuş; buna bağlı olarak SBH'den hidrojeni hızla ayıran katalizör odası geliştirilmiştir. Ancak bu çalışmalar henüz sanayisel ölçeğe taşınmamıştır. Bunun başlıca sebebi ise iç pazar talebinin istenilen seviyede olmamasıdır.

Ayrıca Dünyada yürütülen Ar-Ge çalışmalarına paralel olarak ülkemizde de hidrojen depolayıcı özel bor bileşikleri üzerine araştırmalar son aşamalarına gelmiştir. Tahminen 2015 yılına kadar

Depolama Parametresi	Birim	2005	2010	2015
Özgül enerji	kWh/kg	1,5	2,0	3,0
Enerji yoğunluğu	kWh/L	1,2	1,5	2,7
Sistem maliyeti	\$/kWh	6	4	2
Çevrim ömrü	Çevrim	500	1000	1500
Tekrar yakıt dönüşürme hızı	kgH <sub>2</sub> /dakika	0,5	1,5	2
H <sub>2</sub> kaybı	(g/hr)/kg H <sub>2</sub>	1	0,1	0,05

Tablo 3. Taşımada kullanılan araçların H<sub>2</sub> depolama sistemlerinde gerçekleştirilmesi planlanan hedefler[9].

neredeyse sıvı hidrojen depolama kapasitesine sahip bor bileşiklerinin sentezi gerçekleşmiş olacaktır.

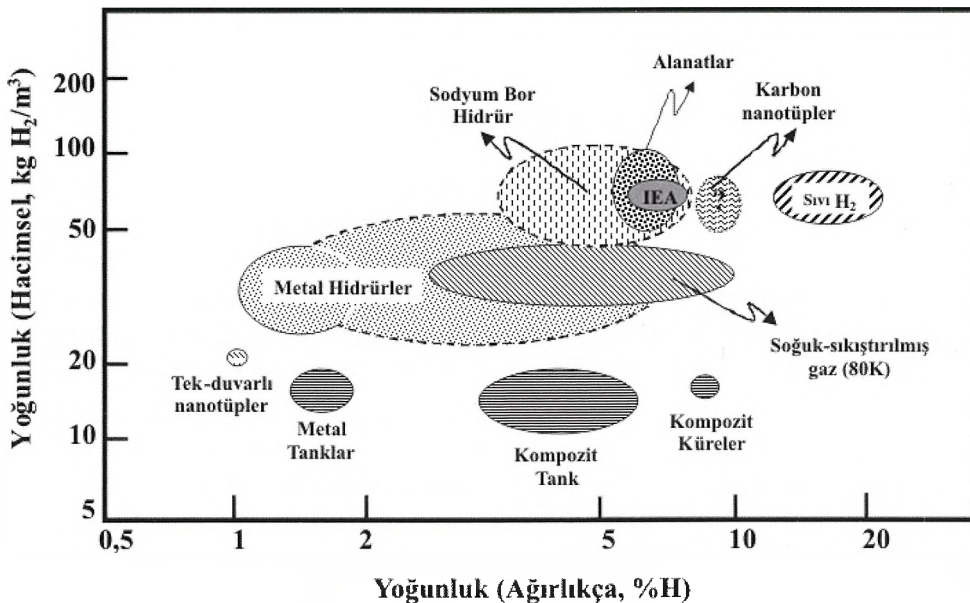
#### 2.4. Hidrojen Enerjisinin Uzun ve Kısa Vadede Kullanılma Potansiyeli

Hidrojen enerjisi, Avrupa Komisyonu Altıncı Çerçeve Programının “Sürdürülebilir Kalkınma ve Ekosistem-Sürdürülebilir Enerji Sistemleri” tematik alanında, önceliğe sahiptir. Avrupa Komisyonu’nun Hidrojen

üretiminin biyokütleden sağlanmasının önemli ölçüde yaygınlaştırılması, 2050’den sonra ise tamamen yenilenebilir enerji kaynaklarından hidrojen üretimi planlanmaktadır [6].





Yakıt hücresi uygulamaları portatif, sabit ve hareket eden sistemlerde kullanılmak üzere üç ayrı sistemde incelenmelidir. Yakın dönemde, 2010 yılına kadar, tüm uygulamalarda 50 kW’tan az olan sistemlerde düşük sıcaklıkta çalışan proton değişim zarlı (PEM gibi) yakıt hücresi sistemleri, 500 kW’a kadar yüksek

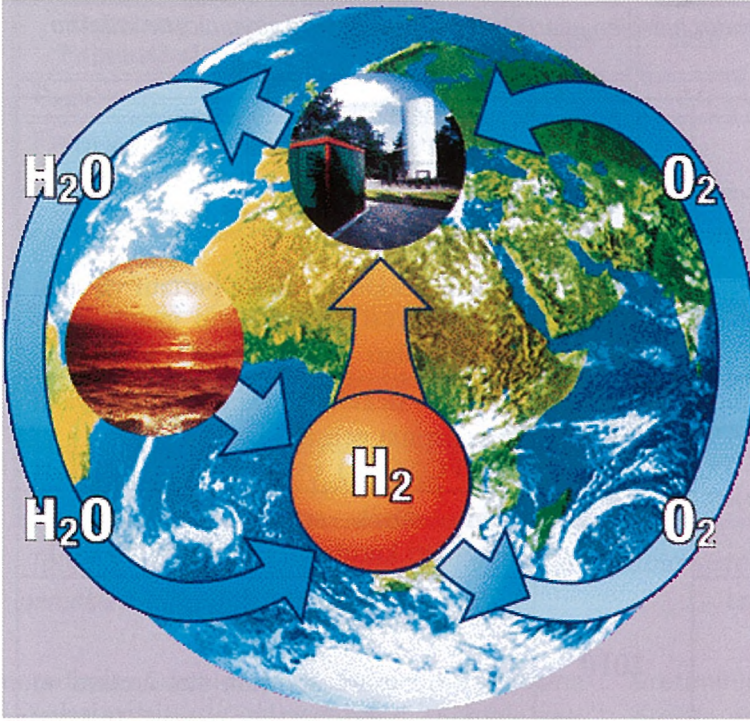
ve Yakıt Pilleri Üst Kurulu’nun hidrojen enerjisine geçiş için hazırlanmış olduğu 2050 yılına kadar olan stratejisi Tablo 4’de gösterilmektedir. Bu öneri incelendiğinde, yakın ve orta dönemde (2010’a kadar) hidrojenin elektrolizle ve doğal gaz reforming yöntemiyle üretilmesi, orta dönemde (2020’ye kadar) çevreye uyumlu teknolojilerle hidrojen üretimi, orta ve uzun dönemde ise (2020 yılından sonrası) hidrojen



Şekil 1. Hidrojende Depolama Şekilleri ve Elde Edilebilen Hacimsel ve Gravimetrik Yoğunluk Değerleri [5]

Tablo 4. Avrupa Birliği'nin 2050 yılına kadar hidrojen enerjisinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasına yönelik stratejisi [6].

Hidrojen Üretimi ve Dağıtım Stratejisi	Yıl	Yakıt Hücresi ve Hidrojen Sistemlerinin Geliştirilmesi ve Yaygınlaştırılması
Hidrojenin, elektrolizle ve doğal gaz reforming yöntemiyle üretilmesi	2005	Düşük sıcaklıkta çalışan portatif ve sabit yakıt hücresi sistemlerinin uygun ticari uygulamaları (<50 kW)
Bölgesel hidrojen dolun istasyonları, karayolu ile hidrojen taşınması ve yakıt ikmal istasyonlarında hidrojen üretimi (Reforming ve elektroliz)		Yüksek sıcaklıkta çalışan sabit yakıt hücrelerinin geliştirilmesi (MCFC/SOFC) (<500 kW)
		Sabit, düşük sıcaklık yakıt hücresi sistemleri kurulması (PEM) (<300 kW)
Bölgesel hidrojen dağıtım şebekeleri kurulması	2010	Hidrojenli araç tatbikatları
Çevreyle uyumlu hidrojen üretimi		Yakıt hücresi araçlarının seri üretimi ve diğer taşımacılık işlemlerine uygulanması
	Yolcu araçlarında yakıt hücrelerinin kullanımı	
	SOFC sistemlerinin ticarileşmesi (<10 MW)	
Bölgesel hidrojen dağıtım şebekeleri arasında bağlantı kurulması.	2020	Mikro uygulamalar için yakıt hücresi kullanımının ticarileşmesi
		Düşük maliyette, yüksek sıcaklıkta çalışan yakıt hücresi sistemleri (MCFC/SOFC)
Hidrojen üretiminin önemli ölçüde biyokütle gazlaştırmasını da içeren yenilenebilir enerjiden üretimi		Yakıt hücrelerinin yaygınlaşmasıyla güç üretiminin dağılımında önemli ölçüde büyüme
Yaygın hidrojen boru hattı alt yapısı		2030
Hidrojenin doğrudan yenilenebilir enerji kaynaklarından üretiminin artması		Hidrojenli yakıt hücresi araçlarının yaygınlaşması
		Yakıt hücrelerinin taşımacılıkta, yaygın güç üretiminde ve portatif uygulamalarda baskın teknoloji haline gelmesi
	2040	
		Hidrojenin havacılıkta kullanılması
		2050



Resim 3:Yakıt pili ve uygulaması

sıcaklıkta çalışan doğal gaz, LPG, dizel gibi yakıtların doğrudan uygulanabileceği ergimiş karbonat (MCFC) ve katı oksit (SOFC) yakıt hücrelerinin geliştirilmesi planlanmaktadır. Orta dönemde, 2020'ye kadar, yakıt hücreli araç filolarının seri üretimi (doğrudan hidrojen veya araçta reforming yapan), diğer taşımacılık işlemlerinde ve maden ocaklarında uygulanması ve sabit yardımcı güç ünitelerinde yakıt hücrelerinin kullanımı planlanmaktadır. Katı oksit yakıt hücresi sistemlerinin 10 MW'a kadar atmosferik ve hibrit ticari uygulamasının gerçekleştirilmesi, portatif uygulamalarda yakıt hücresi kullanımının yaygınlaştırılması ve yolcu araçlarında yakıt hücrelerinin kullanımı planlanmaktadır. Uzun dönemde 2020–2050 yılları arasında ise yakıt hücrelerinin taşımacılıkta, güç üretiminde ve portatif uygulamalarda baskın teknoloji haline gelmesi beklenmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri'nin Hidrojen Ekonomisine Geçiş Planı Tablo 4'e paralellik arz etmektedir. Burada devlet 2030 yılına kadar AR-GE'de baskın rol üstlenmekte, 2020 yılında ise ticarileşme kararı alınması planlanmaktadır [7].

Amerika Birleşik Devletleri, hidrojen ve yakıt pilinin AR-GE çalışmaları için önümüzdeki 5 yıllık bütçesinden 2.7 milyar dolar ayırmıştır.

## 2.5. Sürdürülebilirlik

Bugün dünyada Avrupa Topluluğu, Amerika Birleşik Devletleri ve Japonya'da birçok kişi hidrojen ve yakıt hücrelerinin 21. yüzyılın enerji problemlerine çözüm getirmesini beklemektedir. Hidrojen enerjisine geçişin, mevcut sistemi ve ekonomik koşulları aşırı zorlamadan belirlenecek olan bir strateji ile uygulanması planlanmalıdır.

Günümüzde enerji ekonomisi fosil yakıtlara dayanmaktadır. Ülkemizde 2020 yılına kadar hidrojenin üretimi, taşınması, dağıtımı ve kullanımı

konusunda yapılacak temel araştırma, uygulamalı araştırma ve tatbikata yönelik çalışmaların ve AR-GE'nin teşvik edilmesi gerekmektedir. 2020 ile 2050 arasında ise hidrojen ve yakıt hücrelerinin büyük ölçekte ticarileştirilmesi, hidrojen üretimi, taşınması, depolanması ve buna paralel olarak yakıt hücrelerinin sabit, seyyar ve portatif uygulamalarındaki pazarın yaygınlaştırılması planlanmalıdır. Ancak bu koşullarda Avrupa Birliği'ne paralel olarak dünyadaki diğer gelişmiş ülkelerin gerisinde kalmadan 2050'de hidrojene dayalı bir ekonomi gerçekleştirilebilir. [8].

## 2.6. Hidrojen Enerjisinin Çevresel Boyutu

Fosil kökenli enerji kaynaklarının enerji yakıtı olarak kullanılması sırasında açığa çıkan  $SO_x$ ,  $NO_x$ ,  $CO_2$  gibi sera gazlarının ilgili emisyon değerlerini aşması, küresel ölçekte hava kirliliğine yol açmakta ve çevre kirliliği yaratmaktadır. Türkiye'de ucuz, temiz ve sürdürülebilir enerji politikasının hayata geçirilmesi ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile olasıdır. Önerilen çeşitli alternatifler arasında hidrojen, fosil yakıtlara dayalı teknolojiye nispeten kolayca uyum sağlayabilecek işlevselliğe sahip bir

enerji taşıyıcısı olarak göze çarpmaktadır. Bunun yanı sıra tek yanma ürününün su olması, birim kütle başına yüksek enerji içermesi ve yakıt pilleri aracılığıyla doğrudan elektrik enerjisine çevrilmesi, hidrojeni geleceğin yakıtı haline getirmiştir.

## 2.7. Hidrojen Enerjisi İçin Sonuç ve Öneriler

- Hidrojen enerjisi Türkiye'nin şartlarına en uygun doğal kaynaklardan elde edilmelidir.
- Gerekli Ar-Ge faaliyetlerine hız ve destek verilmelidir. Bu faaliyetlere savunma sanayi, beyaz eşya, otomotiv endüstrileri mutlaka katılmalıdır.
- Hidrojenle çalışan içten yanmalı yerli motor geliştirilmelidir.
- Hidrojen enerjisinin kullanımında bor madeninin de yardımcı malzeme olarak teknolojiye dahil olması, bu maden açısından oldukça zengin olan ülkemizi stratejik olarak daha da önemli bir konuma getirmiştir. Bu alanda nihai ürünler elde edilip Dünya'daki teknolojik gelişmeler ile yarışılmalıdır.
- Hidrojen enerjisi teknolojilerine geçiş için gerekli yasal düzenlemeler yapılmalıdır. İstanbul'da kurulması için çalışmaları devam eden UNIDO-ICHET (Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Teşkilatı - Uluslararası Hidrojen Enerjisi Teknolojileri Merkezi) için gerekli maddi ve hukuksal destek acilen sağlanmalıdır.
- Mevcut Hidroelektrik Santrallerde (HES) elektriğin kullanılmadığı ve kolektörlerin kapalı olduğu zamanlarda elektrik enerjisinin hidrojene dönüştürülüp depolanması için gerekli yatırımlar desteklenmelidir. HES'lerin hidrojen üreten bölümleri oluşturulmalıdır.
- Hidrojen enerjisine geçişte gerekli yasal düzenlemelerin hazırlanması için Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu'nda (EPDK) hidrojen enerjisi birimi oluşturulmalıdır.
- Başbakanlığa bağlı "**Hidrojen Enerjisi Kurumu**" (HEK) oluşturulmalıdır.
- Son beş yılda bu alanda 15 kat artan Ar-Ge destekleri nihai hedefleri olan sanayisel ürünlere yönlendirilmeli ve güdümlü projeler desteklenmelidir.

2030 yılına kadar Türkiye için önerilen hidrojen vizyonu "Hidrojen Enerjisi ve Borun Kullanma Potansiyeli, Dünya Enerji Konseyi, Sonuç Raporu"ndan [9] alınarak aşağıda yıl bazında maddeler halinde belirtilmiştir.

### 2010

- Termik ve hidroelektrik santrallerin, maliyeti en iyi kılan koşullarda çalıştırılması
- Fazla enerjinin hidrojen olarak depolanması
- Alt yapı, temel araştırma, uygulamalı araştırma, tatbikat çalışmaları
- Elektroliz ve yakıt hücresi teknolojilerinin geliştirilmesi ve sahada test edilmesi
- Yakıt hücreli araç ve otobüslerin yakıt hücreli taşımacılığa öncülük etmesi
- Araçlarda hidrojenin hareket halinde iken üretebilecek teknolojinin geliştirilmesi
- Yakıt hücrelerinin küçük portatif cihazlarda kullanılması
- Biyolojik hidrojen üretim proseslerinin araştırılması
- Tanıtımın hızlandırılması

### 2015

- Hidrojenin temiz enerji kaynaklarından (rüzgar, güneş vb) elde edilmesi
- Düzenli ve ulusal enerji ağından bağımsız çalışabilecek izole enerji sistemlerinin geliştirilmesi
- Hidrojen Motorun üretilmesi ve buna göre araç dizayn edilmesi
- Hidrojen dağıtım istasyonlarının kurulması
- Biyolojik hidrojen üretim prosesinin geliştirilmesi
- Toplumsal ve kişisel faydaların belirlenmesi
- Pazarın yaygınlaşması

### 2030

- Büyüme hızı yüksek olan enerji bitkileri ve mevcut biyokütleden hidrojen üretilmesi
- Hidrojen ve yakıt hücrelerinin büyük ölçekte (çevrim santrali) ticarileştirilmesi
- Yakıt temini sistemlerinin kurulması ve pazarın kendi kendini sürdürülebilir gelişiminin sağlanması
- Hidrojenin tamamen yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmesi
- Hidrojen enerjisinin ülke enerji ekonomisine mümkün olduğunca katkısının sağlanması

Bunların yapılması için her şeyden önce inanç, karar, azim ve ısrar gerekmektedir. Ülkemiz bunu başaramazsa önceleri petrolde, sonraları doğalgazda, şimdilerde güneş enerjisi ve rüzgar enerjisi teknolojilerinde dışa bağımlı olduğu gibi gelecekte de Hidrojen enerjisi teknolojilerinde

dışa bağımlı olmaktan kurtulamayacaktır. Bu ise gelecek nesiller için çok acı sonuçlar doğurabilecektir. Tam bağımsızlık için önce enerjide bağımsızlığın şart olduğu unutulmamalıdır.

### Kaynaklar;

1. Veziroğlu T.N., Bockirs J.M., Smith D.L., "Solar Hydrogen Energy", Macdonald Co. Ltd., London, 1991
2. Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği, "21. Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi", TÜSIAD-T/98-12/239, İstanbul, 1998
3. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Hidrojen>
4. Midilli A., Ay H., Kale A., Veziroğlu T.N., "Karadeniz dip sularında hidrojen enerji potansiyeli", 5. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, Sempozyum Bildiri Kitabı, Cilt 2, 716-717
5. Mat M., Kaplan Y., Int. J. Hydrogen Energy, 26(9): 957-963, 2001, İstanbul, 26-28 Mayıs, 2004
6. Eroğlu İ., "Hidrojen Üretimi ve PEM Yakıt Hücreleri Araştırmaları", 2. Ulusal Hidrojen Kongresi, Bildiri Kitabı, s. 193-207, Ankara, Temmuz – 2003
7. Eroğlu İ., "Türkiye'de ve Dünyada Hidrojen Enerjisi", 5. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, Sempozyum Bildiri Kitabı, Cilt 2, 671-681, İstanbul, 26-28, Mayıs - 2004
8. Şahin M., "Hidrojen Enerjisi Teknolojileri" UHK6 özel baskısı sayfa 141. Haziran 2006 -Ankara
9. "Hidrojen Enerjisi ve Borun Kullanma Potansiyeli", Dünya Enerji Konseyi, Sonuç Raporu, 2006 ,Ankara



# DOĞA HAKKI

**DOĞA HAKKI İNSAN HAKKININ ÖNÜNE GEÇMEDİĞİ TAKDİRDE, DÜNYA, BÜYÜK GÜÇLÜKLERLE KARŞILAŞACAKTIR**



*Bir ortamda olanaklar kısıtlanmaya başlayınca, gerçek mücadele (yarışma) o zaman ortaya çıkar.*

*(Charles Darwin)*

Prof. Dr. Ali Demirsoy  
Hacettepe Üniversitesi  
demirsoy@hacettepe.edu.tr

Bilimde kural olarak “yok yoktur”; yani gerçek bir bilim adamı olanaksız sözcüğünü kullanmaktan çekinir. Akla gelebilecek her şeyin bir gün bulunma ya da yapılma olasılığı vardır. Ancak böyle bir olasılık belirli bir şansın, yani oranın altında ise, kural olarak “bu olanaksızdır” sözcüğü kullanılır. Her gün evrenin mimarisine biraz daha yaklaşıyoruz. Doğal yasaların (kütle, zaman, ısı ve hızın) ortaya çıktığı noktanın, yani Big Bang’ın bile ötesine uzandık diyebiliriz. Bütün bunlardan önemli bir şeyi öğrenmiş bulunuyoruz. Evrenin kuruluşunda belirli fiziksel ve kimyasal kurallar belirlenmiş, örneğin ışık hızının sabitliği, kütle çekimi gibi ve gerisi ona göre şekillenmiştir. Yani, yapabileceklerimizin sınırı bundan yaklaşık 15 milyar yıl önce, evrendeki doğal yasalar kurulurken sabitlenmiştir. Görünen o ki, bilim ancak bu sınıra yaklaşmayı sağlayacaktır; aşma hayaliyle geleceğimizi düzenlemeye kalkışmak ciddi sorunlara yol açacaktır.

**Bilinçli ve bilgili insanı, okumuş olsa da cahil insandan ayıran ince çizgi, işte bu anlayış ya da yorum farkıdır. Cahil uzağı göremez; çünkü biyolojik ve sosyolojik evrimi bilemez.** Bilemez; çünkü ya öğretim (eğitim değil!) süreci içerisinde çoğunluk kendisine evrimleşmenin temel ilkeleri anlatılmamıştır; bu nedenle de geçirmiş olduğu sürece eğitim değil genellikle öğretim denir. Bugün birçok üniversitemizde ve dogmaya saplanmış birçok ülkede evrim hiç anlatılmaz;

aydınlanmayı kamçılayacak olması nedeniyle öcü olarak gösterilir ya da birçok üniversitemizde olduğu gibi evrim anlatıyor gibi davranılarak bu genç dimağların daha önceki dogmatik yaklaşımları daha da derinleştirilmeye çalışılır. Nitekim bunlardan birkaçı cahiliye devrini bile aratacak kadar işi azıttıkları için, YÖK tarafından soruşturmaya uğratıldı ve bildiğim kadarıyla üniversiteden uzaklaştırıldı. Bu yazıyı yazan kişi, üniversite yaşamında 43 seneyi bitirmek üzeridir ve bu süre içerisinde de eğitimin her kademesinde aktif görev almıştır. Ancak endişe ve acı ile şu tespitini de paylaşmak istemektedir: Hem eğittiği öğrenciler açısından hem düşüncelerini paylaştığı meslektaşları açısından hem de üniversitenin öğretim kadroları açısından, sentezleyici, analiz edici, yorumlayıcı; daha açık bir ifadeyle önlerini değil uzakları görebilecek ve topluma ışık tutacak yeterli bir kitlenin olduğunu söylemek zor görünüyor. Bu nedenle bilimden, ekonomiye, hukuktan demokrasiye kadar hep yabancıların ağızına bakıyoruz. Niye? Çünkü insanımıza güvenemiyoruz. Mantığına güveneceğimiz adamı yetiştirdiğimizden kuşquamız var. Bir bilim adamımız bir makale yazsa, onu Türkiye’deki bir bilimsel dergide bastırma, ona değer vermiyoruz. Niye? Çünkü bu dergiyi denetleyenler Türk’tür de ondan. Eğer dergiyi, Türkçe olmayan ya da Müslümanlara ait olmayan isimler denetliyorsa ona yüksek puanlar vererek ödüllendiriyoruz. Çünkü bilinç altından

bizimkilere güvenmiyoruz; tarafsız olduğuna, doğru yorum yapacağına, bilimsel açıdan tarafsız olacağına inanmıyoruz. Niye? Çünkü açık açık söyleyemesek de bu insanları nasıl eğittiğimizin farkındayız; dogmaya saplanmış bir insanın hiçbir zaman aydın ve tarafsız olamayacağını farkındayız. Ancak, korkaklığımız ve çıkarıcılığımız nedeniyle, eski berbere tıraş olmaya devam ediyoruz. Bu, ülkenin gelişmişliğiyle değil insanın mantıksal gelişmişliğiyle ilişkili bir durumdur. 1930'lu yıllarda Hitler'den kaçan bilim adamları Türkiye'ye sığındıklarında, İstanbul'da İstanbul Fen Fakültesi Mecmuası, Hidrobiyoloji ve Biyoloji dergilerini çıkardılar ve yabancılar bu dergilerde yayın yapabilmek için birkaç yıl sırada beklerlermiş. Demek ki doğru yaklaşımınız olursa, saygınlığınız da oluyormuş. Almanlar gitti, dergiler malum mantığın pençesine düştü; zamanla küçüldü ve sonunda basımları durduruldu.

Cahillik yeni mi ortaya çıktı? Tabii ki hayır! İnsanımı özellikleri kazandığımızdan bu yana, o günkü toplumun içinde her zaman cahiller vardı ve çoğunlukta; ancak bu toplumlara geleceğe sürükleyenler, kurulu düzene boyun eğmeyenler ve o günkü anlayış içerisinde o günkü genel düşünce tarzına ters düşenler oldu. Geri kalanlar ise sadece onları yargıladılar...

***Düşünmek zordur. Çoğu kişi bu nedenle yargılamayı tercih eder Carl Gustav Jung (1875 - 1961) İsviçreli Psikiyatrist***

Düşünebilme her şeyden önce, genel kabulün aksine, biyolojik bir tasarımdır. Ancak düşünmeyi bir ruh dünyasına ve kavramına bağlamış toplumlar bunu anlayamazlar. Bundan "düşünme kişiye verilmiş doğal bir ödüldür" yorumunu da kesin olarak çıkarmak doğru değildir. Böyle bir yetenek

olsa olsa, düşünmeye sağlayacak bir alt yapının verilmesi şeklinde düşünülmelidir; beyin kapasitesidir, beyin yolları arasındaki tasarımdır (sinapslardır, bağlantılardır) ve benzer özelliklerdir. Bu özelliklerin devreye sokulabilmesi ve kullanılabilmesi toplumun geçirmiş olduğu evrimsel sürecin özellikleri ile ilgilidir. Eğer bir toplum çocuklarını doğduğu andan itibaren sormayan, soruşturmayan, yorumlamayan bir tarzda sadece dogmayla eğitime başlamışsa, bireyin biyolojik tasarımı ne olursa olsun ulaşacağı yer bellidir. Olsa olsa bu toplumda, tasarımı daha düşünmeye elverişli olanlar, bu yeteneklerini diğerlerini yönlendirme ve onların dogmalarını daha da derinleştirmek suretiyle ceplerini doldurma ve etkinliklerini artırmada başarılı olurlar. Bakın! Dogmatik düşüncenin egemen olduğu topluluklara! Hiç sesini çıkarmadan sömürülen, ne söylenirse düşünmeden yerine getiren geniş bir halk (!) kitlesi, bir de onların dogmatik gereksinmelerini yönlendirerek (icazet vermek, tefsir etmek, irşat etmek, vs. suretiyle) çıkar ve etkinlik sağlayan az bir kesim vardır.

Sanayi devrimine kadar bu tip toplum yapısını yaygın olarak görüyoruz. Ancak, sanayi toplumuna ve özellikle vahşi kapitalizme geçince, çağın bilgi ve becerisiyle donatılmış, ancak kazanma hırsı diğer tüm değerlerinin üzerine çıkmış yeni bir kesim türedi; bunlara çoğunluk "kapitalistler" sıfatı verilmiştir. Bu kesim başlangıçta buldukları toplumlara bilimsel buluşları ile çağ atlattılar; egemen olmalarını sağladılar. Ancak birçok ülkenin bu yolu izlemesiyle, yani kapitalist sisteme geçmesiyle, olanakları bölüşme daha zorlu hale geçti. Dünyanın milyonlarca yıldan beri biriktirdiği ya da taşıdığı doğal zenginlikler olabildiğince talan edilmeye başlandı. Şu anda yüzlerce ve binlerce metre kalınlığında buzlarla kaplı kutup alanları

hariç, bu vahşi kapitalist düzenin ulaşamadığı hiçbir yer kalmadı. İzlanda'nın kuzeyine, Antartika'nın kıyılarına ulaştığınızda bu ülkelerin denizin yüzlerce-binlerce metre derinliğini tarayan dev gemilerini göreceksiniz; uzaydan baktığımızda çiçek bozuğu gibi yeryüzünün yüzlerce-binlerce metre derinliğine uzanan maden işletmeciliğini göreceksiniz. Girip de ne oluyor, orada mı kalıyor; bir kısmı malzeme olarak önünüze geliyor, yan malzemeler (çoğunluk zehirli ya da doğa için tehlikeli) de vahşi bir şekilde bizi bu güne kadar getiren ortamlara boşaltılıyor. Dünyada kirlenmeyen hiçbir yer kalmadı; Antartika da dâhil DDT kalıntısı olmayan hiçbir yer yok; insanlığın kirli izlerini her yerde görebilirsiniz. Kirlenme hem de üstsel olarak artarak... Bu yazıyı okuyanlar; çocukluğunuzu anımsayınız, -bir defa kullanım için- sulu içecekler için alüminyum kutular, naylon torbalar, pet şişeler, plastik bardaklar, iki paralık bir nesne için bir o kadar ambalaj materyali var mıydı? Uçakla 30 dakika uçuyorsunuz, indiğinizde bir torba atık madde bırakarak iniyorsunuz... Çıldırılmış olmalıyız...

Nereye kadar? Hele küresel ekonomiye geçtikten sonra... Bunu kimse bilmiyor. Dogmatiklere soruyorsunuz, kolaycılığı tarz olarak benimsedikleri için "Tanrı canını verdiği kullara rızkını da verir" diyerek kestirip atıyor. Kapitalistlere soruyorsunuz, bilim her gün gelişiyor, insanoğlu muhakkak bir çaresini bulur diyerek "bir çeşit uyutarak" geçiştiriyor. Ya bulamazsa diye sorduğunuzda "kafanı takma, yaşamaya bak" diyerek konuyu kapatıyor.

Bu dünyada sorumluluk sahibi, evrensel

değerlere sahip insanlar da var. Ancak diğerleri gibi aynı avın ya da leşin başına toplanamadıkları; yani bir menfaat odağında toplanamadıkları için, yani organize olamadıkları için bağırtılarını ya da çığlıklarını hiç kimseye duyuramıyorlar; bu ses ancak kendi kulaklarına kadar ulaşabiliyor. Bu zayıflık nereden kaynaklanıyor? Jeolojik dönemlerin birikmiş bu kaynaklarını kısa vadeli çıkar için kullanmanın ahlaksızlık olduğuna inandıkları için. Güç kimdeyse sultan odur. Bu durumda bir tarafta bağnazlık ve dogma ile döşenmiş bir alt yapı, bir tarafta da, daha doğrusu üstte de, çıkarları için her türlü fırıldığı çeviren bir üst yapı var.

Evrenin insanımsı canlı taşıyan belki tek gezegeni bu iki aşağılık akım arasında un ufak ediliyor. Olur ya bu yazıyı okuyanlar olur; okuduğunda biraz zaman ayırıp ileri sürülen düşünceler üzerinde bir de kendi bilgisini ve yorumunu sınamak isteyenler çıkabilir. Bu saygıdeğer kesime bilinen evrenle ilgili yukarıda değindiğim iki teslimiyetçi düşünceden farklı olarak bazı bilgileri aktarma; dünyanın ne kadar önemli, hatta kutsal bir yer olduğunu daha kapsamlı öğretme bakımından yararlı olabilir.

***Evrende bir piyango çekilmiş ve en büyük ikramiye dünyaya isabet etmiş olabilir. Bu, büyük ikramiye, değişebilen, çoğalabilen, yenilenebilen, çevrenin fiziksel ve kimyasal etkilerine anlamlı tepkiler veren canlılıktır (Prof. Dr. Ali Demirsoy)***

Evrenin neresinde olursanız olunuz bir fiziksel ya da kimyasal etkiye anlamlı bir tepki gösterme ancak ve ancak bir sıvı ortamında çözünebilen, şekil değiştirebilen ve başka bir molekül

tarafından dizilim açısından taklit edilemeyen moleküller aracılığıyla olur; bu moleküllerin biyolojideki adı “biyomerlerdir”.

Çok çeşitli canlılara evrimleşecek biyomerlerin ana omurgası, evrenin neresinde olursanız olun, karbon atomundan olmak zorundadır. Çünkü karbon atomu, birbirinden farklı olabilen dört bağ yapabilir; bu sayısız çeşit meydana getirme demektir. Karbon dioksit suda çözünebilir; bu nedenle kolayca tepkimeye girebilir; gaz haline geçerek atmosferde kullanılabilir ve binlercesi uc uca eklense dahi normal koşullarda kopma meydana getirmeyebilir. Aynı kimyasal bağ sistemini gösteren örneğin silis, kuramsal olarak karbon gibi çeşit meydana getirebilse dahi, oksitleri suda çözünmediği, gaz haline geçerek atmosferde temsil edilmediği ve en önemlisi belirli bir uzunluktan sonra aralarındaki bağlar kırıldığı için, biyolojik çeşitliliği oluşturma şansı yoktur. Bu nedenle bilimden nasibini alan insanlar, kural olarak, “evrende bizim bilmediğimiz öyle canlılar olabilir ki” diye cümleye başlamazlar, başlayamazlar...

Protein de, DNA da, RNA’da ve bir enzim ya da hormon da bir biyomerdir. Ancak biyomerler büyüklükler nedeniyle kırılmadan ya da bozulmadan tepkimeye girebilmeleri ancak ve ancak bir sıvı ortamında olur ve yine ancak ve ancak belirli sıcaklık aralıklarında olabilir. Bu sıcaklık aralığı da, evrendeki tahmin edilen tüm koşullar taklit edildiğinde, laboratuvar koşullarında kural olarak 0-100 derece altında gerçekleşebilmektedir. O halde evrende bir canlılık bekleniyorsa bu ancak bir gezegende

olabilir. Yıldızlarda sıcaklık nedeniyle hiçbir zaman niteliği ne olursa olsun bir yaşam oluşamaz. Yıldızların hepsi gezegen (uydu) taşıyor mı? Eldeki bilgilere göre pek azı gezegen taşıyor. Bugüne kadar gözlem yolu ile ya da yıldızın hareketlerindeki sapmaların hesaplanması nedeniyle matematiksel olarak 100 kadar yıldızda gezegen saptanabildi. Bize en yakın yıldız Alfa Centauri (üç yıldızdan oluşmuştur)’nin gezegeni yok. Bu gezegene saate 60.000 km/saat hızla, yani bir saatte dünyayı ekvatorunda bir buçuk defa dönebileceğimiz bir hızla uçabilsek (uzaya gönderilmiş Voyager-8’in saatteki hızı 62.000 km/satir) , bu seyahat 70.000 yıl sürecektir. Bu yıldızın ışığı bize 4.395 yılda geliyor. Alfa Centauri ile ilgili daha fazla bilgiye aşağıdaki internet adresinden ulaşılabilir” [http://tr.wikipedia.org/wiki/Alfa\\_Centauri](http://tr.wikipedia.org/wiki/Alfa_Centauri)

Dünyayı merkez alıp 1000 ışık yılı çapında bir küre çizecek olsak ve buradaki yıldızları inceleyecek olsak, hiç birinde dişe gelir bir gezegen olmadığını göreceğiz.

Evrimini tamamlamış yani evrimleşmiş insanlara söylüyorum: Dünya evrensel olarak bir karantinaya alınmış durumda. Bizim kendini yenileyebilir, madde döngüsü olan bir gezegeni bulma şansımız kural olarak yok. Hiçbir şeyin 300.000 km/sn’den daha hızlı gidemeyeceği yüksek enerji laboratuvarlarında defalarca kanıtlanmıştır. Yani, fantezilerimizin kurbanı olup, gelişmiş aygıtlarda bir düğmeye basıp, bir galaksiden öbür galaksiye gitme şansımız hiçbir zaman olmayacak. Eğer hâlâ, siz, mucizeye ya da doğaüstü güçlere inanan kesim,

böyle bir fanteziniz varsa, sizin gidebileceğiniz yer, olsa olsa, 3.8 milyar yılın çeşitlenmiş canlıları ile birlikte götüreceğiniz evrensel bir mezar olabilir. Belki güneşimizin uydularında yeni işgal edebileceğimiz yerler bulabiliriz diye de bu talanı şimdilik yürütmenin yolunu arayabiliriz. Ancak, unutmayınız ki, nereye gidersek gidelim, hep bir cam fanusun içerisinde yaşamak zorunda kalacağız. Çünkü bilinen gezegenlerin herhangi biri, bırakın gelişmiş bir canlıyı evrimleştirecek koşulları taşımadığı gibi, dünyada evrimleşmiş en dirençli organizmayı dahi barındıracak durumda değil; yani anlayacağınız, hiçbir zaman bir gezegende elimizi kolumuzu sallayarak bir ıslık tutturarak gezme şansımız olmayacaktır. Hep bir koza gibi tüpler içerisinde olacağız. Belirli bir fanusun içerisinde, kendine yeterli, madde çevirimi olabilen bir dünya oluşturabilmemiz için bile en az 30.000 canlı türünü yanımızda götürmek zorundayız.

Bütün bunlar yetmiyor, gideceğimiz olası gezegenin yıldızı ne güneşimizden daha küçük olmalı (o zaman evrenden gelen yıkıcı ışınlar karşı bize koruyamıyor) ne de bugünkü güneşimizden 10 kattan daha büyük olmalı (o zaman da basınçtan dolayı içindeki atomik tepkimeler çok hızlı yürütüleceği için bir canlı ortamı oluşmadan erkenden yıldız patlıyor).

Yetmiyor, canlının olabilmesi için, yıldızdan belirli bir uzaklıkta olması gerekiyor; çok yakında yüksek sıcaklık çok uzakta tepkimelerin olamayacağı kadar düşük sıcaklık söz konusu oluyor. Bu nedenle güneşe en yakın yıldız Merkür, hiçbir canlı molekülünün bozulmadan

kalamayacağı kadar sıcak, bizim dışımızdaki gezegenlerin çoğu ise, güldüğümüz zaman dış minelerimizin kırılacağı kadar soğuk.

Dünyada geçmişte defalarca kuyruklu yıldız ya da bir asteroit çarpması sonucu büyük biyolojik değişikliklerin yaşadığı birçok bilim adamı tarafından kabul edilmiştir. Çünkü bir kilometre çapında bir göktaşı bile (saatteki hızının 200.000-300.000 km olduğu varsayılıyor) çarptığında yüz binlerce atom bombasının yaptığı etkiyi yapıyor. Güneşin çevresinde birçok kuyruklu yıldızın ve göktaşının olduğu da biliniyor. Ancak bunların büyük bir kısmı bizim dışımızdaki Jüpiter tarafından çekilerek tutulduğu için, bu tahribat en az iniyor. Nitekim 1999 yılında Jüpiter'e çarpan bir göktaşı (kuyruklu yıldız), Jüpiter'de dünya büyüklüğünde geçici bir çukur açtı. Dünyaya ulaşıyorsa, bu satırları yazan kişi, tüm türdeşleri ile birlikte ortadan kalmış olacaktı.

Yetmiyor, böyle bir yıldızın yıkıcı ışınlarından biyomerlerin korunabilmesi için, süzgeç görevi yapan bir ozon tabakasının ya da benzeri bir koruyucunun gezegeni örtmesi gerekiyor. Ozon tabakasının bir miktar zayıflamasının dahi ne büyük yıkımlara yol açacağı günümüzün önemli konusu.

Yetmiyor, yıldızdan gelen ışınların yıkıcı etkisini bloke edebilmek için, bir gezegenin çevresinde muhakkak bir manyetik kuşağın bulunması gerekiyor. Böyle bir kuşağın oluşabilmesi için de, o gezegenin iç kısmının sıvı, dış kısmının katı olması ve gezegenin dışında da gezegene kütle çekimi uygulayabilecek büyüklükte bir

uydusunun (ayının) olması gerekiyor. Bu son iki koruyucu kalkan olmaz ise hiçbir canlı molekölü güneş ışınlarına karşı koyamıyor, yıkılıyor. İşte astronotların hep giymek zorunda oldukları ve evrenin neresine giderlerse gitsinler belki de hep giymek zorunda kalacakları, her biri onlarca milyon dolar değerinde olan o pahalı elbiseler, bu iki kalkanın görevini üstlenen giysilerdir.

Yetmiyor, sıcaklığın (karbondioksitin) düzenlenebilmesi için (yani sera etkisini düzenleyebilmek için) kalkerli kayaçların; doğal olarak yetişecek bitkilerin köklerindeki kimyasal maddelerin alış verişini artırabilmek için de kil minerallerinin oluşması gerekiyor. Bilindiği kadarıyla, güneş sisteminde depolanmış kalker ve kil mineralleri bulunmamaktadır. Kalker ve kil de haydi dediğin zaman oluşmuyor; binlerce yıl suyun kayaçlar üzerindeki etkisi ya da canlıların işlevi ile oluşan yapılar.

Yetmiyor, gelişmiş, metabolizması yüksek; yani düşünebilen, yorumlayabilen, hızlı tepki gösterebilen –insan gibi- canlıların olması için enerjisini elde ederken floru ya da oksijeni kullanması gerekiyor. Diğer maddelerden oksijen kullanmadan enerji elde eden canlılar var mı? Var. Ancak bunlar –buldukları koşullarda ayakta kalma açısından başarılı- ancak organizasyon bakımından çok ilkel düzeyde kalmış canlılar olarak tanımlanmaktadır. Gelişmiş bir organizasyon enerji kaynağı olarak kullanılan moleköldeki bağların enerjisini açığa çıkarmak için en yüksek enerji düzeyinden düşürülmesi –yani oksitlenmesi ya da indirgenmesi- gerekir.

Evrende en yüksek düşüş, flor olan bir sistemde gerçekleşir; bir barajın suyunun düşürülmesi gibi. İkinci yüksek düşüş, serbest oksijen olan ortamlarda görülür. Oksijen diğer tüm elementlere göre flordan sonra en yüksek indirgeme gücü olan elementtir; yani en çok enerji açığa çıkaran bir araçtır. Evren’de bugüne kadar serbest oksijeni olan bir gök cismine rastlanmadı. Bu demektir ki, ikinci en güçlü; ancak yaygın bir elementi ile solunumumuzu gerçekleştiriyoruz. Bu da evrende bizden daha organize bir canlının olma olasılığının ancak bizden çok daha önce evrimleşmeye başlayan bir canlılık âleminde olabileceği yorumuna götürür.

Şunu söyleyebiliriz: Evrenin bu denli gelişmiş canlısı olma olasılığı yüksek, saniyenin on milyarlarca birini ölçebilen, bir nesneyi 600.000 defa büyütüp inceleyebilen, milyonlarca kilometre uzaklıktaki önceden saptanmış bir noktaya uydu gönderebilen, parmak kadar bir nesneye bir kütüphanenin bilgisini yükleyebilen bu insanoğlu, evrendeki bu yaşanabilir –belki de eşsiz- adanın değerini neden bilmiyor, neden sonunu göremiyor ya da görse bile gerekli önlemi almadan kaçınıyor? Çünkü, canlılar âleminde bir özellik bir canlıya yarar sağlamaya başlarsa, evrimin gereği olarak bu özellik gittikçe seçilerek güçlendirilir; bazen de bu güçlenme canlıyı ortama uyum yapamayacak derecelere getirir. Kama dişli kaplarda, büyüyen diş bireye güç sağladığı için sonunda çenesini delerek türü tüketti, dev boynuzlu geyiğin boynuzu onun savaşıma yeteneğini artırdığı için, o denli büyüdü ki başını yerden kaldıramadı ve bu nedenle ortadan kalktı; özelliklerini abartılı olarak

geliştiren birçok canlı bir süre sonra bunları kaldıramaz oldular.

Kısa sürede jeolojik olarak birikmiş kaynakları kullanan ve tüketen bir topluluk bilimsel olarak kamçılanmış ve yaratıcılığı en üst düzeye çıkmıştır. Ancak böyle bir gelişmenin kama dişli kaplan gibi kendi sonunu hazırlayacağını da tahmin etmesi gerekir. Görünen durum böyle...

***Bin odalı bir evin olsa bile, uyumak için sadece bir odasını kullanabilirsin (Çin atasözü)***

Bütün bunları anlayabilmek için bir insanın evrim kavramını içine sindirmiş ve böyle bir eğitimden geçmiş olması gerekiyor. Canlılığın doğaüstü güçlerin dünyaya vermiş olduğu bir hediye değil, birçok koşulun ortak etkileşimiyle ortaya çıkmış ve çeşitlenmiş bir fiziksel-kimyasal kurallara göre hareket eden bir yapı olduğunu bilmesi gerekiyor. Dogma ve açgözlülük, talanlarının devamı için, yorum yeteneğini artıran ve tehlikeyi önceden sezinleme yetisi kazandıran evrim olarak bilinen böyle bir eğitime destek sağlamıyor ve sağlamayacaktır da. Bu nedenle de dogmanın olduğu her yerde doğa bozulması en şiddetlidir. Haritayı alın, dini eğilimlerin güçlü olduğu ülkelere ve boğuştukları sorunlara bakın. Çoğu doğanın tahribi ile ilgilidir. Çünkü bütün bu inançlarda doğanın efendisi, inanç sistemlerine göre, insandır; eşrefi mahlúktur. Bu nedenle de gücü yettiği her şeyi yapmaya izinlidir. Örneğin günahlarını affettirebilmek için –hiçbir suçu olmayan- başka bir canlıyı bile yatırıp boğazlayabilmektedir. Dogmanın en kabul edilemez tarafı, belirli bir kurala ve söyleme takılarak her türlü değişime karşı çıkmasıdır.

Bu nedenle hem dindar hem de evrimci olunamıyor; daha doğrusu o toplumlar yorum yapan ve kurulu düzenin yanlışlığını görebilen bilim adamı yetiştiremiyor. Bu nedenle de sahip oldukları ile yetinmiyorlar; yaratıcı olamıyorlar; hiçbir doğru dürüst buluşun altına imza atmamış oluyorlar. Hep eski berbere tıraş oluyorlar...

***Her zaman yaptığın şeyleri yapmaya devam ettiğin sürece, her zaman elde ettiğin şeyleri elde edeceksin (H. Jackson Brown)***

Ya kapitalizm adı altında (şimdilerde küresel ekonomik değer olarak karşımıza çıkmıştır) dünyanın tüm kaynaklarını, sorumsuzca, olabilecek en kestirme ve etkin bir şekilde tüketmeyi hedef koyalara ne diyelim? Bunlar çıkar için din başta olmak üzere tüm inanç sistemlerini, toplumları kendi amaçları için yönlendirebilecek tüm sosyal araçları, olmadı ise sahip oldukları tüm kaba kuvvetleri kullanmaktan çekinmezler. Bunun adına da –yaptıkları rezaletleri saklayabilmek için- uygarlık derler; kendilerine göre tanımladıkları bu uygarlığı sürdürmek için de ülke içinde ve ülke dışında her zaman yönlendirebilecekleri (manupile edebilecekleri), bilgisizlerin ve yeteneksizlerin söz sahibi olduğu bir demokrasi tanımlarlar...

***Unutmayalım! "Gerçek demokrasi hak ettiğimizden daha fazlasını bize veren sistemin adı değildir."***

Çok uzaklarda değil bu yazıyı okuyanların küçük çocukları ya da torunları, dünyada aşırı nüfus patlaması, tüketimin



sorumsuzca artırılması ve buna karşın kaynakların gittikçe kıtlaşması sonucu, Darwin'in önemli saptamasını "Bir ortamda olanaklar kısıtlanmaya başlayınca, gerçek mücadele (yarışma) o zaman ortaya çıkar" bizzat yaşayacaklardır. Ayakta kalabilmek için, var olan her şeyi sonuna kadar sömürecek; dünyanın güzellikleri olarak tanımladığımız yaban yaşamını bitirecek ve sonunda da boğulmakta olan bir insanın son çırpınışları gibi bulabildikleri her şeye saldırarak ve –insanlık tarihinin en kanlı- katliamlarını düzenleyeceklerdi. Bu saldırıyı düzenleyenler ayakta kalabilecekler mi? Kalsalar da ne olduğunun farkına varabilecekler mi? Kuşku; çünkü onlar da batan kayıktaki son yolcular olabilir. Bir Macar Atasözünde şöyle deniyor: *Yıldırımın çarptığı kişi, artık gök gürültüsünü duyamaz.*

Kendini yenileyebilen bir ortamın kurulması 3.5 milyar yıl aldı; bunu bir daha kurmak o kadar kolay olmayacaktır. Kaldı ki, doğanın işletim sisteminde olmayan, hiçbir canlının tanımadığı, parçalamaya ya da yok etmeye muktedir olmadığı yüz binlerce kimyasal bileşik, bu yaşam ortamlarının kendini yenileme şansını gün be gün tüketti. Aynen bir bina gibi; yapımı yıllar alıyor, yıkımı saniyeler.

Gerçek demokrasi ve kurtuluş, bütün bu evrensel değerleri ve güçlükleri bilerek, yaşam hakkının insan haklarından çok daha önde olduğu bir sistem tanımlandığında ve uygulamaya sokulduğunda başlayacaktır. Bunun anahtarı, doğal yasaların ortaya çıkışından bu yana, cansızlar dünyasının ve canlılar dünyasının geçirmiş olduğu evrimi, hayranlık verici evrimleşme öyküsünü bilmeye, bu yaşam ağının kurulması ile ilgili bilgileri edinmeye başlayacaktır. Bu nedenle, dogmanın egemen olduğu ve vahşi kapitalizmin egemen olduğu düzenlerde gerçek demokrasi ve buna bağlı olarak herkesin mutlu olabileceği bir uygarlık hiçbir zaman kurulamayacaktır.

***Bir düşünür, zamanının 100 yıl ilerisini gören bir insan değildir, sadece ortalama insan, onun 100 yıl gerisindedir (Robert Musil, Alman Yazar)***

PETROLDEN HİDROJEN VE YENİLENEBİLİR ENERJİ  
KAYNAKLARINA GEÇİŞTE KÖPRÜ NİTELİĞİNDEKİ ALTERNATİF  
PETROL VE DOĞALGAZ KAYNAĞI:

# PETROLLÜ ŞEYL



Dr. Abdurrahman MURAT  
abd.murat@hotmail.com  
Dr. Gökhan KADINKIZ  
MTA Genel Müdürlüğü,  
Maden Etüt ve Arama Daire  
Başkanlığı, ANKARA

ABD Wyoming Havzası petrollü şeyl ve trona rezervi bakımından dünyanın en büyük havzasıdır. Ereğli-Bor Havzası'nda yapılan jeolojik, jeofizik ve sondaj çalışmaları sonucunda Ereğli-Bor Havzası'nın ABD Wyoming, Colarado, Utah'da içine alan Green River Havzası'na çok benzer özellikler taşıdığı belirlenmiştir. Ülkemizde yeni belirlenen ve önemli potansiyel rezerve sahip olduğunu düşündüğümüz Ereğli-Bor Neojen Havzası ülkemizde yerinde retortlama yöntemi ile şeyl petrolü üretiminde ön araştırma yapılabilecek miktarda uygun petrollü şeylleri bulundurmaktadır.

## 1.GİRİŞ

Petrollü şeyl kayacı (oil shale) organik kayaçlar grubundandır. İçerisinde organik çözücülerde çözünmeyen kompleks hidrokarbon (kerojen) bulunduran ve ısıtıldığında petrol ve doğalgaz üretilen ince taneli tortul kayaçtır. Bitümlü şist (bituminous schist) veya bitümlü şeyl (bituminous shale) olarak da bilinmektedir.

Bitümlü şeyl bileşenleri inorganik ve organik olmak üzere iki gruba ayrılır. İnorganik bileşenler (mineraller) çökelme koşulları hakkında önemli bilgiler sunar ve genellikle kuvars, kil ,karbonat, sülfat, zeolit ve evaporit minerallerinden oluşmaktadır. Bu bileşenler aynı zamanda iklim, canlı türü ve çözeltinin kimyasal karakteri hakkında bilgiler verir. Organik bileşenler (maseraller) ise çökelme ortamı yanında bitümlü şeyl'in kalitesine yönelik önemli bilgiler sunar.

Dünya'da enerji (petrol) krizi dönemlerinde doğal ham petrol'ün yerine geçebilecek alternatif enerji kaynaklarından birisi de petrollü şeylerden üretilen şeyl petrolüdür. Dünyanın en büyük bitümlü şeyl yataklarının bulunduğu Wyoming'de(ABD) bitümlü şeylerin karakteristiklerin belirlenmesi ve yerinde damıtma teknikleri (In-situ retorting) üzerinde araştırmalar yapılmıştır. Dünya rezervinin yaklaşık 2/3 üne karşılık gelen 270 milyar ton rezerve sahip Wyoming bitümlü şeylerinden 75litre/ton şeyl petrolü eldesinin mümkün olduğu belirtilmektedir. Bu miktar 1.6 trilyon varil olup, ABD' de bugün bilinen petrol rezervlerinin yaklaşık beş katına eşdeğerdir.

Brezilya da bitümlü şeyl rezervinin 2,7 milyar varil şeyl petrolüne eşdeğer olduğu tahmin edilmektedir. Bu ülkede Petrosix dizaynı ile damıtma yapılmaktadır.

İsrail'de Rotem Yamin sahasında 35-80 m kalınlık sunan bitümlü şeylerin petrol potansiyeli ise 60-71 litre/ton dur. Yıllık üretimi 450 000 ton olan İsrail' de 12 MW' lık bir santralde elektrik enerjisi üretilmektedir.

Ürdün' de bitümlü şeyl kaynağı 40 milyar ton olup, yerinde üretilen rezerv 4.00 milyar tondur.

Sentetik petrol ve elektrik enerjisi üretimine yönelik santralin fizibilite çalışmaları sürmektedir. Fas'ta bitümlü şeyl kaynağının rezervi 12.3 milyar ton olup, bunun sentetik petrol olarak potansiyeli ise 3.42 milyar varil olarak verilmektedir.

Estonya'da bitümlü şeyl çalışmaları 1916 yılında başlamış ve yıllık üretim1980 'de 41 milyon tona ulaşmıştır. Estonya'da bitümlü şeylerden elektrik, gaz, sıvılaştırılmış hidrokarbon ve diğer kimyasal ürünlerin eldesinde yararlanılmaktadır. Dünya bitümlü şeyl üretiminin %70' i Estonya' da gerçekleştirilmektedir. Günümüzde bitümlü şeyl, Estonya' nın en önemli enerji kaynağı olup, ülkede kullanılan elektriğin %92' si bitümlü şeyl ile çalışan iki termik santralden elde edilmektedir. AB içerisinde uygulanmaya konulan tüm çevresel yaptırımlara karşın, Estonya'da elektrik enerjisi üretiminin 2015 yılına kadar bitümlü şeylden sağlanmasına karar verilmiştir. Şeyl petrolü üretimi 4400 varil/gün olarak gerçekleştirilmektedir.

Bu ülkelerin dışında Avustralya, Çin, Ürdün, Fas, Rusya Federasyonu ve Tayland' da bitümlü şeylerin ekonomiye kazandırılması yönünde ve enerji üretim amaçlı önemli çalışmalar ve projeler yürütülmektedir (Tablo-2).

Ülkemizde petrollü şeyl araştırmaları MTA'nın kurulmasıyla 1935 yılında başlamış ve ilk yıllardaki çalışmalar bütün dünyada olduğu gibi sentetik şeyl petrolü üretimi amacıyla sürdürülmüştür. Ülkemizde Almanya ile beraber Bolu çevresindeki bitümlü şeylerden petrol üretme çalışmaları yapılmış ancak sonuçlandırılmamıştır. Bu çalışmalara altyapı oluşturmak amacıyla Beypazarı (Ankara), Seyitömer (Kütahya), Hatıldağ (Bolu), Himmetoğlu (Bolu), Mengen (Bolu), Ulukışla(Niğde), Bahçecik (Kocaeli), Burhaniye (Balıkesir), Beydili (Ankara), Dodurga (Çorum), Çeltek (Amasya) sahalarında etütler yapılmış ve ülkemizde günümüze kadar 1.6 milyar ton petrollü şeyl rezervi belirlenmiştir, ancak bu potansiyelden henüz yeterince faydalanılmamaktadır.

Ülkemizde yeni belirlenen ve önemli potansiyel rezerve sahip olduğunu düşündüğümüz Ereğli –Bor Neojen havzası ülkemizde yerinde retortlama

yöntemi ile şeyl petrolü üretiminde ön araştırma yapılabilecek miktarda uygun petrolü şeylleri bulundurmaktadır.

## 2. JEOLJİK KONUM

Ereğli-Bor Neojen havzası Orta Anadolu'da 'Tuz Gölü Havzası' olarak bilinen havzanın ve Kapadokya bölgesinin güney kesiminde yer alır. Bölgede Tersiyer yaşlı sedimanter, volkano-sedimanter ve volkanik kaya birimleri geniş alanları kapsamaktadır. Bölgede daha önce çeşitli amaçlarla yapılmış bir çok çalışma bulunmaktadır (Blumenthal, 1956; Demirtaşlı ve diğ., 1973; Yoldaş, 1973 ve Oktay, 1982, Atabey ve Ayhan.,1986).

Havzanın kuzeydoğusunda Niğde masifi metamorfik kayaları, kuzeyinde Melendizdağı, Hasandağı genç volkanikleri ve Kırşehir masifi metamorfikleri, batısında Karacadağ volkanikleri, güneyinde Ulukışla volkanikleri ve Bolkardağı birliği karbonat kayaları, doğusunda ise Aladağ birliği karbonat kayaları (Toroslar) yer alır.

Ereğli-Bor Neojen havzası yaklaşık KD-GB yönlü uzanımına sahip tektonik kontrollü eşzamanlı bir depolanma havzasıdır(syndepositinal basin). Havzanın kuzeybatı kenarı Karacadağ yükseltisi ile Hasandağı yönünden gelen Tuzgölü fay zonu kolları

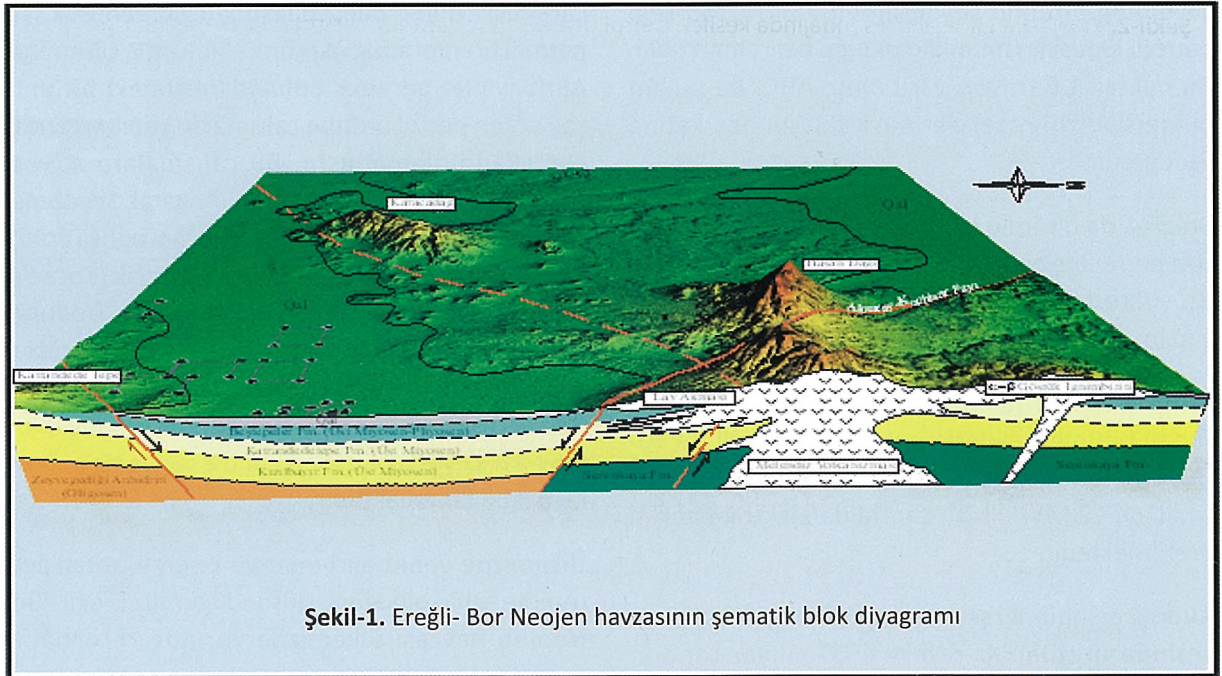
tarafından denetlenmektedir. Havzanın doğusu ve güneyi ise KD-GB doğrultulu Niğde fayı zonu ile kontrol edilmektedir(şekil-1).

## 3. EREĞLİ (KONYA)-BOR (NİĞDE) NEOJEN HAVZASINDA

### PETROLLÜ ŞEYL VE PETROL POTANSİYELİ

MTA, Orta Anadolu Endüstriyel Hammadde Arama Projesi çerçevesinde havzada 2006 yılından beri önemli çalışmalar yürütmektedir. Proje programı çerçevesinde yürütülen Uzaktan Algılama, jeolojik ve jeofizik etüt çalışmalarından elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda havzada araştırma amaçlı toplam 9 adet sondaj gerçekleştirmiştir. Bunların dört tanesinde petrol emareleri ve kalın petrolü şeyl seviyeleri kesilmiştir.

Proje çerçevesinde 2007 yılında Niğde-Bor-Badak Köyü kuzeyinde açılan 1168.40 metre derinliğindeki araştırma kuyusunda (NBK-07/02) 1035.00-1168.40 metreleri arasında sıvı petrol bulgusuna rastlanmıştır. Ayrıca 2008 yılında Konya- Ereğli-Yeniköy ve Acıkuyu köyü çevresinde açılan iki kuyuda da sıvı petrol ve petrolü şeyl bulgusuna rastlanmıştır. KEY-08/02 no'lu Yeniköy karotlu araştırma sondajında 437.80 metreden itibaren, KEY-08/04 no'lu Acıkuyu köyü sondajında ise 350.00 metreden



Şekil-1. Ereğli- Bor Neojen havzasının şematik blok diyagramı

itibaren petrolü şeyl seviyeleri ve sıvı petrol emareleri ortaya çıkmıştır (şekil-2,3).

Sıvı petrol, havzadaki Üst Miyosen yaşlı Katrandede formasyonu gösel çökellerinden oluşan dolomit, silttaşı ve petrolü şeyllerin yapraklanmaları arasında, gözenek ve çatlakları içerisinde sıvı halde olup, yoğun miktardadır. Petrol ve petrolü şeyller 437.80-608.70 metreleri arasında 170.90 metrelik bir zon içerisindedir. Petrollü şeyler Yeniköy kuyusunda toplam 85.00 metre kalınlığa ulaşırken, Acıkuyu köyü sondajında ise 55.00 metre kalınlıktadır. Havzada açılan diğer iki sondajda da

sırasıyla 1.00 ve 18.00 metre kalınlığında petrolü şeyl seviyeleri kesilmiştir.

Bor-Badak Köyü ve Ereğli- Yeniköy ve Acıkuyu köyü karotlu sondajlarında önemli petrolü seviyelerinin belirlenmesinden sonra, TPAO'da havzada sismik, gravite-manyetik etüt çalışmaları yapmış, 2008 yılında bir lokasyonda 2500 metre derinlikte araştırma kuyusu (TPAO-Bor-1) açmış, ancak ekonomik boyutta petrole rastlamamıştır.

Ereğli-Bor havzasında gerçekleştirilen sondajlardan elde edilen veriler doğrultusunda petrolü şeylerin



Şekil-2. Konya-Ereğli-Yeniköy sondajında kesilen petrolü şeyl ve sodyum sülfat tuzu-halit ardalanması.



Şekil-3. Konya-Ereğli-Acıkuyu sondajında kesilen petrolü şeyl ve sodyum sülfat tuzu ardalanması.

petrol ürettiği gözlenmiştir. Petrollü şeyl numunelerinde yapılan petrografik incelemelerde eser miktarda pirit ve %10 oranında petrol kökenli organik madde içerdiği belirlenmiştir. KEY-08/02 no'lu sondajda 437.00-598.00 metreleri arasında kesilen petrollü şeyller arasında 124.00 metre kalınlığındaki bir tuz zonu içerisinde halit seviyeleri ile aralanmalı sodyum-magnezyum sülfat tuzlarından globerit, blödit ve az miktarda da tenardit belirlenmiştir (Şekil- 2).

Konya-Ereğli-Yeniköy(Acıkuyu) çevresinde gerçekleştirilen ikinci sondaj ise KEY-08/04 no'lu karotlu sondajdır. Bu sondaj, ilk sondajın 2 km kadar güneybatısında gerçekleştirilmiştir. Bu sondaj da 350.00 metreden itibaren petrollü şeyl birimleri kesilmeye başlanmış, 480. metreye kadar devam etmiştir. Bu birimler içerisinde de beyaz renkli killi sodyum sülfat tuzu (globerit) seviyeleri kesilmiştir. Bu birimlerdeki petrollü şeyller de sıvı petrol içermekte olup, petrollü şeyller 130 metrelik bir zon içerisinde izlenebilmiştir.

Havzadaki petrol oluşumları muhtemelen havza tabanındaki petrollü şeyl birimlerinden kaynaklanmaktadır (TPAO ile sözlü görüşme).

Her iki sondaj arasındaki 2.00 km mesafede petrollü şeylerin ve sodyum sülfat tuzlarının kesilmiş olması ve petrollü şeylerin ortalama 40 metre kalınlıkta, sodyum sülfatlı seviyelerin 175 metrelik bir zon içerisinde ortalama 25 metre kalınlıkta gözlenmesi bu havzanın önemli boyutta petrollü şeyl ve sodyum sülfat tuzu rezervine sahip olduğuna işaret etmektedir (tablo-1).

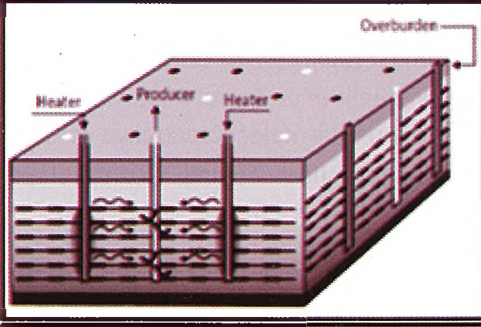
Ereğli-Bor havzasında yapılan jeolojik, jeofizik ve sondaj çalışmaları sonucunda Ereğli-Bor havzasının ABD-Wyoming, Colarado, Utah'da içine alan Green River havzasına çok benzer özellikler taşıdığı belirlenmiştir. ABD bu havzada 1850 yılından beri bilimsel çalışmalar (250.000 adet makale) gerçekleştirmiş ve havzadaki petrollü şeyllerin ekonomik potansiyeli ve şeyl petrolü üretimi ile ilgili sayısız AR-GE çalışmaları yapmıştır.

	SONDAJ ADI	PETROLLÜ ŞEYL DERİNLİĞİ	PETROLLÜ ŞEYL KALINLIĞI	YÜZEY ALANI(ort .)	ORTALAMA KALINLIK(m)	YOĞUNLUK (ort.)	POTANSİYEL REZERV (ton)
1	KEA-07/01	184.15	18.00	100 km <sup>2</sup>	40.00	2.00 gr/cm <sup>3</sup>	8 milyar
2	KEY-08/02	437.80	85.00				
3	KEY-08/03	204.30	1.00				
4	KEY-08/04	350.00	55.00				

Tablo-1: Ereğli-Bor Havzasında yapılan sondaj çalışmaları ile hesaplanan petrollü şeyl potansiyel rezervi.

ÜLKE	PETROLLÜ ŞEYL SAHASI	REZERVİ (milyar ton)	ŞEYL PETROLÜ ÜRETİMİ ALT SINIRI (Galon/ton) (1Galon≈3.78 lt)	ÜRETİLEBİLİR ŞEYL PETROLÜ MİKTARI (milyar varil)
ABD	Utah, Colarado, Wyoming	213.00	20.00-30.00	1621
AVUSTURALYA	Doğu Queensland	67.00	14.02	1.72
ESTONYA	Rakvere	1.50	44.17	---
BREZİLYA	---	9.60	17.23	---
KANADA	Nova Scotia	1.50	---	0.25
İSRAİL	Necef Çölü	15.36	16.42	0.60
ÜRDÜN	GB Amman	60.00	26.45	4.00
UKRAYNA	---	8.80	33.33	0.30
FAS	Tarfaya	12.30	15.87	3.42
TÜRKİYE	Ülke Geneli + Ereğli-Bor havzası	1.64+8.00	14.81	2.10

Tablo-2: Ereğli-Bor Havzası petrollü şeyl potansiyel rezervinin dünya petrollü şeyl rezervleri ile karşılaştırılması.



Shell, 20 yıldır ABD Colorado, Piceance havzasında arazi deneyleri ile petrolü şeyllerden petrol üretme testleri gerçekleştirmektedir (U.S. Geological Survey)



**Şekil-4.** Shell Petrol Şirketinin ABD-Colarado-Piceance Havzasında petrolü şeyllerden yerinde (in-situ) retortlama yöntemi ile petrol üretiminden bir görünüm.

ABD Wyoming havzası, petrolü şeyl ve trona rezervi bakımından dünyanın en büyük havzasıdır. Shell Petrol Şirketi son 20 yıldır Colarado-Piceance Havzasında petrolü şeyllerden yerinde (in-situ) retortlama yöntemi ile petrol üretimi konusunda sayısız araştırmalar ve testler gerçekleştirmektedir (Şekil-4). Önceki yıllarda 40 dolar/varil'i bulan şeyl petrolünün üretim maliyeti bugün, 20-25 dolar/varil seviyesine kadar düşmüştür. Petrol fiyatları yükseldikçe şeyl petrolü üretimi ekonomik boyutlara ulaşmaktadır.

Bütün dünya ülkeleri petrolü şeyller üzerinde şeyl petrolü üretimi amaçlı birçok çalışma gerçekleştirmiş ve sonuçta üretime geçmiştir. Diğer ülkelerin bu konuda yapmış olduğu çalışmalar sonucunda bulunduğu petrolü şeyl rezervleri ve üretilebilir şeyl petrolü miktarları tablo-2'de verilmiştir. Ülkemizdeki petrolü şeyl potansiyel rezerv durumu da diğer ülkelerle karşılaştırılmıştır.

Havzadaki bu yeni bulguların netleştirilmesi ile ülkemizdeki petrolü şeyl rezervinin ve üretilebilir şeyl petrolü miktarının belirlenmesi, ülkemiz için acil araştırılması gereken enerji projelerinin başında gelmektedir.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizin petrol ve doğalgaz ihtiyacının büyük bir bölümü ithalat yapılarak karşılanmakta, bunu için önemli miktarda döviz harcanmaktadır. Petrol ve doğalgaz arama ve üretim çalışmalarının hızla devam ettiği ülkemizde petrol ve doğalgaz krizi henüz çözülmüş değildir.

Ereğli-Bor havzasındaki petrolü şeyllerin kimyasal, mineralojik-petrografik ve teknolojik özellikleri ile beraber, şeyl petrolü-doğalgaz verimliliğinin ve şeyl petrolü-doğalgaz üretilebilecek seviyelerin belirlenmesi gerekmektedir.

Havzada, MTA-TPAO ortak çalışma projesi oluşturarak, MTA Genel Müdürlüğü arazide jeolojik etüt ve sondaj programını yürütürken, TPAO da laboratuvar analizlerini gerçekleştirebilir. Petrollü şeylerden yerinde retortlama yöntemi (in-situ) ile şeyl petrolü üretmek için ön araştırma niteliğindeki çalışmaların bütünü MTA-TPAO imkanları ile yürütülebilecek bir çalışmadır.

Havzadaki petrollü şeyler arasında bulunan çözünebilir kimyasal tuzların (halit, globerit, tenardit) çözelti madenciliği ile üretilmesi sonucu yeraltında oluşacak boşluklarda hava ve doğalgazın yakılması ile petrollü şeyler yerinde ısıtılarak petrol üretimi çok daha kolay ve düşük maliyetle gerçekleştirilebilir.

Dünyada yakın zamanlarda yaşanması muhtemel petrol krizi sebebiyle, petrollü şeylerden üretilen şeyl petrollerinin hidrojen ve yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişte köprü olması beklenmektedir. Tüm dünya ülkeleri yerli enerji kaynakları üzerinde AR-GE çalışmaları gerçekleştirerek alternatif petrol ve doğalgaz kaynak araştırmaları yapmaktadır.

Bu sebeplerle, Ereğli-Bor havzasında ülkemizdeki özel ya da kamu kuruluşlarının sıvı petrol araştırma ve petrollü şeyl kayaçlarından yerinde retortlama yöntemiyle şeyl petrolü üretmek amacıyla ön araştırma projeleri oluşturarak çalışmalara acil olarak başlaması önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

Murat, A. 2007, Ereğli(Konya)-Bor(Niğde) Neojen Havzasında Yeni Belirlenen Petrol Bulgusu Üzerinde Ön Jeolojik Değerlendirmeler, Kapadokya yöresinin jeolojisi Sempozyumu bildiri özleri, Niğde

Murat, A. 2008, MTA'nın çalışmaları sırasında tespit edilen yeni bir petrol bulgusu (Niğde-Bor-Badak sahası), MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni, Sayı.4, 23-25, Ankara

Köker, A ve Tola, N., (1989), Bolu, Göynük Bitümlü şeystlerinin detay analizleri ve retortlama yöntemi ile sentetik ham petrol eldesi imkanlarının araştırılması, MTA raporu, Ankara.

Şengüler, İ., 2004, Asfaltit ve bitümlü şeylin Türkiye'deki potansiyeli ve enerji değeri TMMOB Türkiye VI. Enerji Sempozyumu, küresel enerji politikaları ve Türkiye gerçeği, 186-195.

Türk standardı TS 729 ISO 647, kahverengi kömürler ve linyitler-düşük sıcaklıkta damıtma ile katran, su, gaz ve kok veriminin tayini.

Tüysüz, O.1998, Petrol jeolojisi, Avrasya yerbilimleri Enstitüsü, İTÜ, İstanbul.



# Sauropod'ların büyümesine neden olan kötü masa adabları

Annelerimiz her zaman yemeğimizi yavaş yememizi ve çiğnememizi öğütler. Görülüyor ki Sauropod'lar (dinazorların en büyüğü) bu öğütü dikkate almamış. Bundan dolayı kilo aldılar- hem de çok fazla. Yeni bir araştırmanın önerdiğine göre Brachiosaurus ve Apatosaurus gibi Sauropod'lar o kadar fazla büyüdüler ki ekosistem içinde yırtıcıların bile önüne geçtiler çünkü yemeklerini çiğneme zahmetine bile katlanmıyorlardı.

Çeviri: Ş.Sinan Demirer  
sinandemir@gmail.com

Annelerimiz her zaman yemeğimizi yavaş yememizi ve çiğnememizi öğütler. Görülüyor ki Sauropod'lar (dinosaurların en büyüğü) bu öğütü dikkate almamış. Bundan dolayı kilo aldılar- hem de çok fazla. (Şekil 1) Yeni bir araştırmanın önerdiğine göre Brachiosaurus ve Apatosaurus gibi Sauropod'lar o kadar fazla büyüdüler ki ekosistem içinde yırtıcıların

bile önüne geçtiler çünkü yemeklerini çiğneme zahmetine bile katlanmıyorlardı.

Almanya'da Bonn Üniversitesi Paleontoloğu ve Science dergisinde yayınlanan yeni araştırmanın baş yazarı Martin Sander'a göre:



Şekil 1. İnsan ve Sauropod (ntv bilim dergisinden alınmıştır)

**“Sauropod’lar yürüyen dev organik gübre yığınlarına benziyorlardı”**

Yemeklerini modern hayvanlar gibi dişleri ve kursakları ile parçalara ayırmak yerine Sauropod’ların yemekleri fermente eden devasa sindirim sistemleri vardı. Devasa otçullar bitkileri bütün olarak yutarak, çiğneyerek kaybedecekleri zamanı ve enerjiyi, vücutlarını desteklemek için yeterli yiyecek aramaya verdiler.

Washington’da bulunan Smithsonian Ulusal Doğa Tarihi Müzesi Dinazor Bölümü baş sorumlusu Matt Carrano:

**“Diğer otçul dinazorların aksine Sauropod’ların ağızları bitkileri koparmak için kesici dişler ile**

**doluydu ve öğütmeye yarayan azı dişleri tamamen eksikti”**

görüşünü savunmuştur.

Yiyeceklerini tam olarak yutmak Sauropod’ların kendilerine has olan uzun boyunlarının gelişmesine yol açmış olabilir. Sander’a göre dinazorlar azı dişlerine ve çiğnemek için güçlü kaslara gerek duymadığından kafaları küçük kaldı ve kırbaç şeklindeki boyunları 10 m’ye kadar uzadı.

**“Uzun boyun Sauropod’ların başarısının önemli anahtarlarından biri”**

Sander

Boynu vinç gibi geniş çaptaki bir alandan bitkileri seçerken dinazor sabit kalabiliyordu. Sadece



yiyecekleri yuttuklarından bu yiyecek bulma şekli çok verimli idi ve fazla enerji harcamadan Sauropod'lar, kısa zamanda çok fazla yiyebiliyorlardı. Beslenmelerindeki bu ekonomik metod devasa dinazorların 140 milyon yılda fazla kalıcı olmasını ve dünya üzerinde yayılmalarını sağladı. Bunun sonucu olarak da yüzlerce farklı Sauropod türünün kemikleri Antartika hariç her kıtada bulunmaktadır.

Sander'ın çalışması Sauropod'ların evrimsel olarak neden bu kadar başarılı oluşunun başka fizyolojik sebeplerinin de altını çiziyor. Örneğin, Sauropod'ların uzun boyunlu kuğu ve deve kuşlarınıninkine benzeyen solunum sistemi, ciğerleri gibi boyunlarındaki hava keselerine de temiz hava depolayabiliyordu. Bu sistem solunumun daha verimli olmasını ve uzun omurganın hafif kalmasını sağlıyordu.

Araştırma ayrıca Sauropod'ların onlarca yıl içinde devasa boyutlara ulaştığı için sıcak kanlı olması gerektiğini öneriyor. Carrano'ya göre bu aslında sürpriz bir iddia değil. Birçok dinazor türünün

muhtemel olarak soğuk ve sıcak-kanlı sınıflamasının arasına düştüğünü çoğu paleontolog kabul etmektedir.

***"Muazzam boyutlarda oldukları için Sauropodlar gerçekten temel biyolojinin limitlerini zorlamaktadırlar"***

Carrano

#### **Kaynaklar**

Geotimes 2007 Kasım sayısı sayfa 55-56.  
www.Wikipedia.org  
www.ntvbilim.tk



# Taşı Sanata Çevirenler HAMIYE ÇOLAKOĞLU

Bu sayımızda, ortak buluşma noktamız olan 'kili' en güzel şekilde malzeme edinen, uluslar arası bir seramik sanatçısı olan Prof. Dr. Hamiye ÇOLAKOĞLU'na ayırdık. Kendisiyle röportaj yapmak isteğimizi büyük bir içtenlikle kabul ettikten sonra, Beysukent' deki her bir köşesinde eserlerinin, ödüllерinin, anılarının ve atölyesinin bulunduğu dört katlı kültür evinin kapılarını açtı bizlere. Kah soru-cevap, kah şiirle, kah anılarla süsleyerek anlattı seramik serüvenini.

Zahide KÖKLÜ  
kokluzahide@my.net.com  
Ş.Sinan DEMİRER  
sinandemirer@gmail.com



Yaşanan ve yaşanmayan pencereler,1978

### **Taşı Sanata Çevirenler**

Bu sayımızda, ortak buluşma noktamız olan 'kili' en güzel şekilde malzeme edinen, uluslar arası bir seramik sanatçısı olan Prof. Dr. Hamiye ÇOLAKOĞLU'na ayırdık. Kendisiyle röportaj yapma isteğimizi büyük bir içtenlikle kabul ettikten sonra, Beysukent' deki her bir köşesinde eserlerinin, ödüllерinin, anılarının ve atölyesinin bulunduğu dört katlı kültür evinin kapılarını açtı bizlere. Kah soru-cevap, kah şiirle, kah anılarla süsleyerek anlattı seramik serüvenini.

**ZK:** Sanat serüvenine nasıl başladı Hamiye Çolakoğlu, bugünlere nasıl gelmiştir?

**HÇ:** Çocukluğumda herkesten farklı bir yapım vardı. Biraz çılgın, doğa ile haşır neşir, hayvanlarla oynayan, rüzgarlarla, bulutlarla konuşan, çamurla birşeyler yaratan bir çocuktum. Arabalar yoldan geçerken yol kenarında biriken tozları çamur haline getirerek başladı sanat serüvenim. Yaptığım resimler çok beğenilirdi. Bir de Edebiyat öğretmenimizin başka bir çağda yaşasaydınız nerede, ne zaman, ne olmak isterdiniz konulu kompozisyon çalışmasında, "Mezopotamya'da çamurların içinde yaşayan bir çömlekçinin çocuğu olmak isterdim" demiştim. Sanırım sanat yaşamımda orada başladı.



Bombalar çiçek açmalı, 1993

Okulu ziyarete gelen Milli Eğitim Bakanı Tevfik İleri benim resimlerimi görmüş ve İtalya'da eğitim alabilmem için girişimde bulunulmasını istemişti.

İtalyan hükümetinin bursu ile Floransa'da Devlet Seramik Sanat okulunda okudum. Daha sonra Perugia Üniversitesinde Sanat Tarihi ve İtalyan Edebiyatı eğitimleri aldım. Çok değerli hocalardan dersler aldım o yıllarda. İtalya'da Toscana Tepeleri isimli resmimle gümüş madalya aldım.

Yurt dışı çalışmalarım sanat yaşamım süresince, eğitim, inceleme, sergi vesileleri ile 45 ülkede devam etti.

**ZK:** Sanatçılık genetik olabilir mi? Ailenizde başka sanatçı var mı?

**HÇ:** Atalarımız bize bir şeyleri miras bırakmamışlarsa, sanatçı olursa bile, iz bırakan sanatçı olunamaz diye kabul ediyorum. Sanatçı olmanın başlangıcı sanatsever olmaktır. Ama her sanatseverin de illaki sanatçı olması gerekir diye bir yasa yoktur. Babam farklı enstrümanlar çalardı. Ülkü şiirler yazardı. Esin hep hikayeler karaladı. Derman, gerçek bir kompozitördü. Deva, iyi bir opera sanatçısıdır. Bir ailenin tüm çocukları sanatla ilgili bir şeyler yapabiliyorsa bu yetinin genetik olduğu herhalde tartışılmamalıdır.



Soyut insanlar,1990

**ZK:** Nasıl sanatçı olunur?

**HÇ:** Sanatçı olmak önce özveri gerektiriyor. Sonra da soluk almamacasına sanat eseri yapabilmek için çalışmak. Seramikle ilgili her şeyi ama her şeyi araştırmak istedim ve araştırdım da. 1968 li yıllarda Maden Tetkik Arama Enstitüsü'nün laboratuvarlarından çıkmaz ve ülkemini minerallerini inceler farklı deneyler yaptım. O tarihlerde seramikle ilgili malzemeler üzerine ne bir araştırma vardı, ne de kendisine başvurulabilecek bir kimse.

Uygulama alanında büyük bir kurguyu oluşturabilmek ve olduğu yerde farklı araç ve gereçlerle pişirimini de yapabilmek...bir düşünmek

gibi. Sanatçı olmak "düş kurmak " galiba. Seramik yaparken, çamura kendimden bir şeyler katmak hep amacım olmuştur. Yaptığım bir çalışmada kendimi, kendimden bir şeyi göremezsem içime sinmez, olmamış kabul ederim.

**ZK:** Hocam, Beysukent'deki Kültür Evinin dört katının her bir köşesinde eserleriniz, ödüllerinizi, anılarınızı, paylaşımlarınızı, atölyenizi... Görülmeye, yaşanmaya değer. Resim, heykel, seramik, müzik, dekorasyon alanında ödüllerinizi, sergilerinizi, büyük duvar çalışmalarınızı, kitaplarınızı, bienaller, trianeler, jüri üyelikleri, yetiştirdiğiniz öğrencilerinizi, bir çok kuruluşta imzanız var. Evrende Barış Senfonisi Projesi ile aldığınız İş Bankası Büyük ödülü. Uğur



Mumcu evi duvar çalışması ile “Bir Damla Gözyaşına” özel ödülü. Unesco Paris’te Magma eserleriyle Devlet Başarı Ödülü. İsrail’deki çalışmalar ile Bat-yam Şeref Madalyası. Bilkent Üniversitesi’ndeki o muhteşem Bilim Ağacı Heykeli, Hacettepe Üniversitesi ve Cebeci’deki Yükselen İnsan Heykeli ve daha sayılamayacak eserler...Bu başarıya ulaşmanın sırrı nedir?

**HÇ:**Evet ben çamurla bütünleştim, kille aşk yaşadım. Yaşamım boyunca sanatla varoldum ve yaşadım, mesleğimde ilerlerken, aldığım büyük ödüllerin yanısıra da dünyanın her yerinde köklü dostluklarım oldu..

Geleneksel Türk El Sanatları Vakfı GESAV, Yenimahalle Halkevi, Amman’da Seramik Merkezi, Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesinin ve Seramik Bölümünün de kurucusuyum. Seramik Bölümünün ilk başkanıyım.

Çağımızın düşünürü Herbert Read der ki;”Bir toplumun sanat düzeyini onu seramikleriyle değerlendirebiliriz”.

Yerel olmadan evrensel olunmaz çocuğum. Ülkemin, toprağımın, milli değerlerimin farkındalığı bilinciyle çalıştım hep..

Ben teknoloji ile estetiği, gelenekselle modern tarzları denge ve uyum içinde birleştirdiğime inanıyorum.

Nazım Hikmet’in ‘benim aslan yürekli akıllı kızım’ diye hitap ettiği sayın Hamiye Çolakoğlu’yla seramik dünyasını büyük bir keyifle dinledik ve az da olsa bu sayfalarda sizleri buluşturduk. Düşlerin bitmemesi ve gerçekleştirilmesi dileğiyle..



"Prekambriyen (Hadeyan/Eoarkeen)'den Holosen'e" Mavi Gezegen...!



Ali Çakmakoğlu  
cakmakoglu@yaho.co.uk

# YAZARLAR İÇİN YAZIM BİLGİLERİ

Mavi Gezegen, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınıdır.

## Yazıların Sunumu

Mavi Gezegen'de yayım için hazırlanan yazılar Zahide KÖKLÜ, Mavi Gezegen Editörlüğü, T.M.M.O.B. Jeoloji Mühendisleri Odası PK 464, Yenışehir TR-05444, Ankara adresine gönderilmelidir. Bu yazılar yerbilimleri veya yerbilimleri ile yakın ilişkili bilim dallarını kapsayan özgün çalışma, derleme ve çeviri niteliğinde olabilir. Yazılar üç kopya olarak A4 boyutlu kağıtta ve bir üst yazı ile birlikte sunulmalıdır.

## Yazıların Hazırlanışı

- Yazılar metin, resim, şekil ve tablodan oluşabilir. Metin A4 boyutlu (21x29,7 cm) kağıtların bir tarafına bilgisayarda, Word formatında 1,5 satır aralıkla Times New Roman ya da benzeri bir karakterle 12 punto ile yazılmalıdır. Resimler basıma uygun yüksek kalitede, şekiller ise uygun çizim programları aracılığı ile bilgisayar ortamına aktarılmış olmalıdır. Sayfa kenarlarında 2.5'er cm boşluk bırakılmak ve sayfalar numaralandırılmalıdır. Yazılar (resim ve şekiller hariç) altı sayfayı geçmemelidir. Yazılar en az üçte biri oranında resim ve şekil içermelidir.
- Mavi Gezegen dergisinin yayım dili Türkçe olup okuma arzusunda olan herkese yönelik bir dergi olduğundan, yazılar sade ve açık olmalıdır. Okuyucunun anlamasını güçleştirecek teknik ayrıntılardan ve ağdalı cümlelerden olabildiğince kaçınılmalıdır.
- Yazılarda, 30 kelimeyi geçmeyen ve yazı hakkında fikir veren çarpıcı bir kaç cümle "spot" başlığı altında yazının girişine eklenmelidir.
- Çevirilerde kaynaklar (sayfa numaraları da dahil olmak üzere) açık olarak belirtilmelidir.
- Dipnot kullanımından mümkün oldukça kaçınılmalıdır. Kullanma durumunda, dipnot yıldız (\*) işareti ile gösterilmeli ve mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. Eğer dipnotta değinme yapılırsa değinme bilgileri dipnotta değil, Değinilen Belgeler bölümünde verilmelidir.
- Yazılar şu ana yapı içerisinde hazırlanmalıdır:

Başlık

Yazar(ların) ad ve adresleri

Ana metin

Kaynaklar

Resim, şekil, tablo ve yazıları

- Yazının herhangi bir bölümünde belirtilmesi gereken belge (ler) numaralandırılmalı ve bu numaralar yazının sonunda oluşturulacak Değinilen Belgeler bölümünde belirtilmelidir. Değinilen Belgeler bölümü bu belgeler ile ilgili bilgiler, noktalama işaretleri de gözönünde tutularak aşağıda verilen örneklere uygun olarak hazırlanmalıdır.

(1)Barka, A.A., Kadinsky-Cade, K., 1988. Strike-sHp fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity. *Tectonics* 7,663-684.

(2)Demirtaş, R., Erkmen, C, Yılmaz, R., 2000. Yüzey faylanması. Demirtaş, R. (ed.). 17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Depremi Raporu. BİB Afet İşleri Gen. Müd.Deprem Araştırma Dairesi Yayını, 100-117.

(3)Erler, A., Göncüoğlu, M.C., 1996. Geologic and tectonic setting of the Yozgat Batholith, Northern Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. *Int. Geol. Rev.* 38,714-726.

(4)Kaya, O., Sadeddin, W., Alüner, D, Meriç, E., Tansel, L,Vural, A., 1995. Tavşank (Kütahya) güneyindekiankimetamorfik kayaların stratigrafisi ve yapısal konumu: İzmir-Ankara zonu ile bağlantısı. *MTA Dergisi* 117,5-16.

(5)Ketin, İ., Camtez, N., 1972. Yapısal Jeoloji. İTÜ Matbaası, İstanbul, 520 s.

(6)Okay, A.İ., Siyako, M, Burkan, K.A., 1990. Biga Yarımadası'nın jeolojisi ve tektonik evrimi. *TPJD Bülteni* 2,83-121.

(7)TekeH. O., 1981, Subduction complex of pre-Jurassic age, Northern Anatolia, Turkey. *Geology* 9,68-72.

(8)Yılmaz, Y, 1989. An approach to the origin of young volcanic rocks of western Turkey. in: Şengör, A.M.C.(ed.), *Tectonic Evolution of the Tetyan Region*. Kluwer Academic Publications, The Hague, 159-189.

- Yazılar, Mavi Gezegen dergisi editörlüğüne ayrı bir üst yazı ile sunulmalıdır. Üst yazı içerisinde değerlendirilmeye sunulan yazının başlığı ve yazıyı hazırlayan yazar/yazarların adları, açık posta adresleri, telefon ve faks numaraları ve e-posta adresleri belirtilmelidir. Çok isimli yazar yazılarında hangi yazarın editörlüğümüz ile irtibat halinde olacağı belirtilmelidir.

## Yazıların Değerlendirilmesi

Mavi Gezegen Editörlüğüne ulaşan yazılar öncekide editörlükçe konu, sunum ve yayın kuralları açısından incelenir ve gerekli görüldüğünde bir ya da daha çok danışmana gönderilir. Danışmanların önerileri doğrultusunda yazının doğrudan, az, orta veya önemli ölçüde düzeltilmesi koşulu ile yayımlanmasına ya da reddine editörlükçe karar verilir. Bu sonuç yazara bildirilir. Kabul gören yazılarda yazar, son düzeltmeleri yaptıktan sonra metin ve şekilleri diskete/diske kopyalayarak editörlüğe gönderir.

Gönderilen yazılar Mavi Gezegen'de yayımlansın ya da yayımlanmasın, yazarlara iade edilmez.

ISSN: 1032-4108



**TMMOB JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI**

Bayındır Sokak 7/7  
06410 Yenışehir / ANKARA