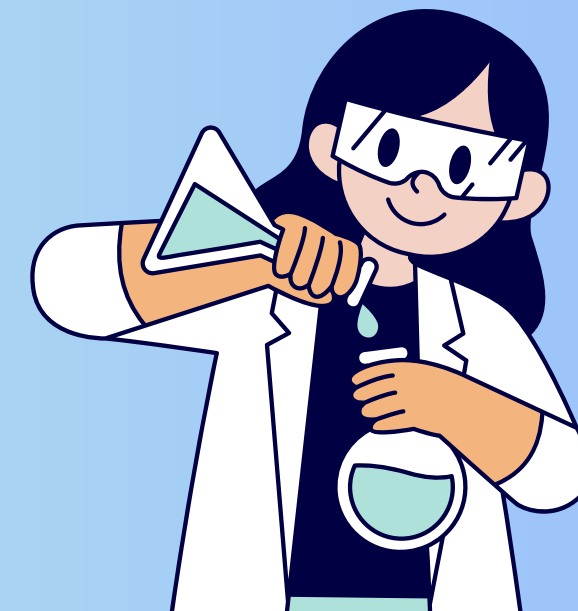
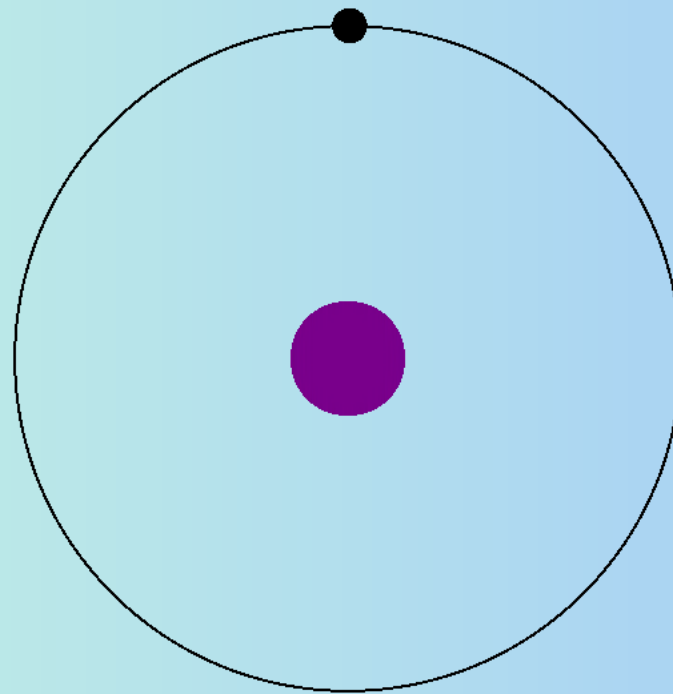
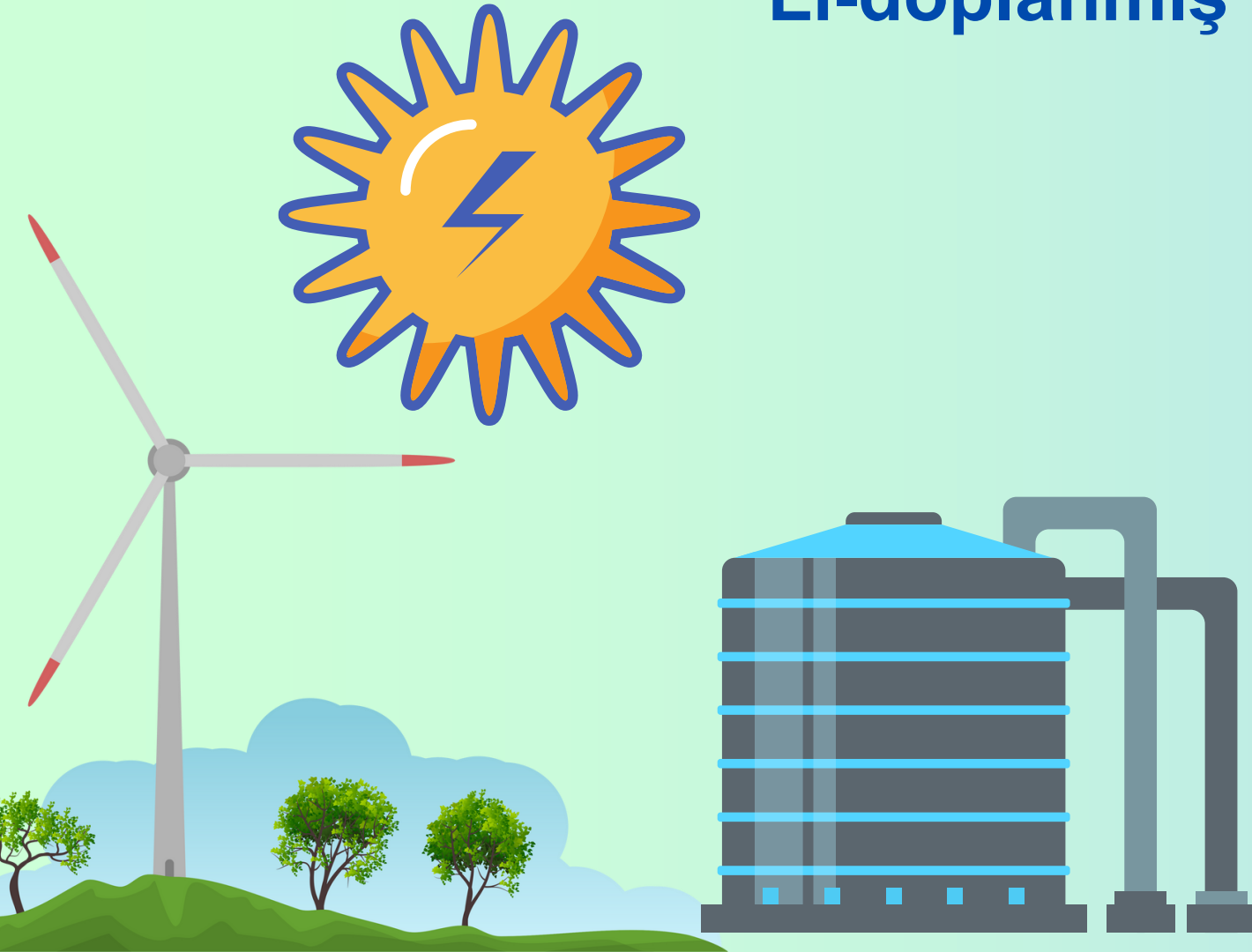




# 2209-A TÜBİTAK PROJESİ

Danışman: Prof. Dr. Mehmet DOĞAN

Hidrojen doplama amacıyla enginar sapından hidrotermal karbonizasyon yöntemiyle  
Li-doplanmış ve doplanmamış karbon küre üretimi



202110105014  
Miray ÇETİNKAYA

**Özgün Değer**

**Amaç ve Hedefler**

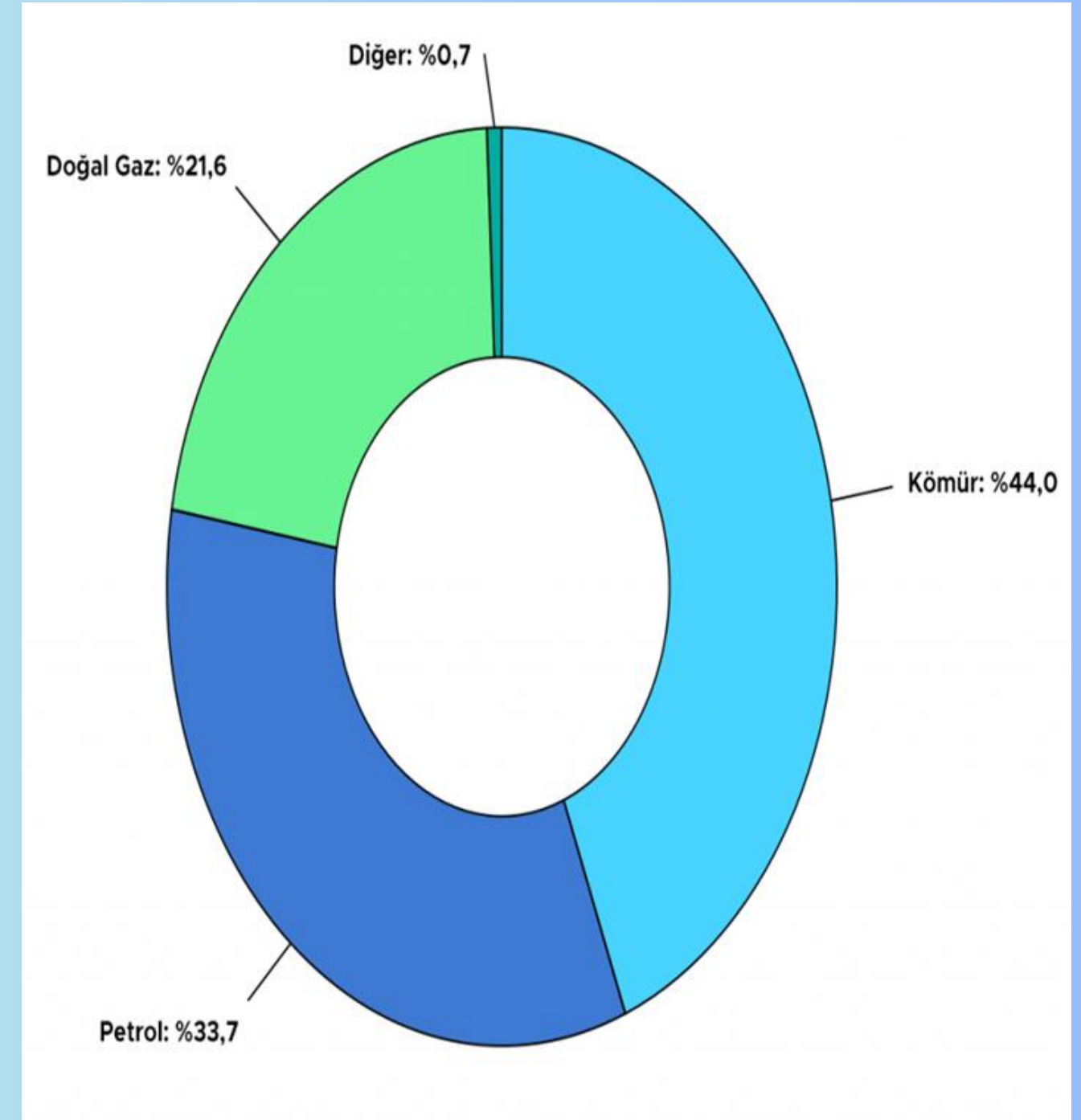
**Materyal Metod**

**Deneysel Veriler**





# ENERJİ KAYNAKLARI

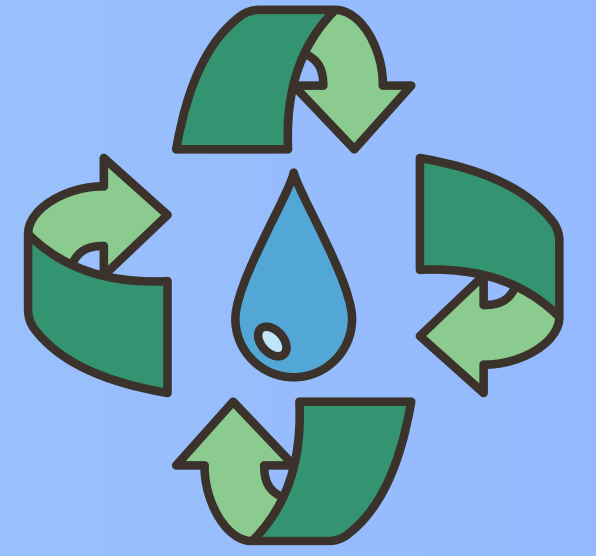


# FOSİL YAKITLAR





## Alternatif İdeal Bir Yakıtta Bulunması Gereken Başlıca Özellikler



Çevreye zarar vermemelidir.

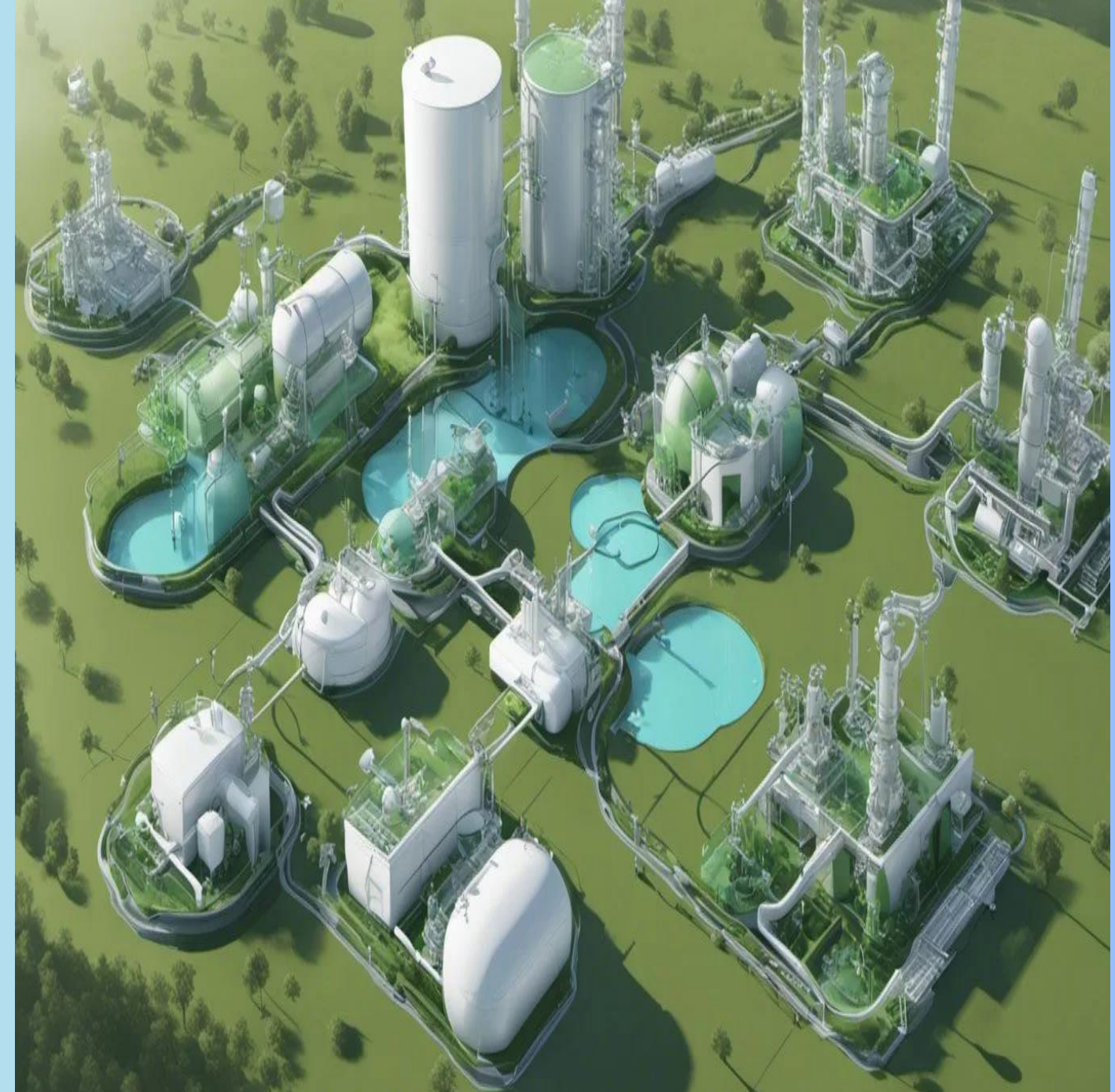
Yenilenebilir olmalıdır.

Hafif ve yüksek ısı değerli olmalıdır.

Temiz şekilde üretilip, depolanıp kullanılabilmelidir.

Ekonomik olmalıdır.

# Hidrojen Geleceđimizi Őekillendirecek Enerji!



# Hidrojenin Sahip Olduđu Üstün Özellikler

Hidrojen bilinen en hafif gazdır.

Hidrojen çok yanıcı bir gaz olduğu için ideal bir yakıtın olması gereken en önemli özelliğe sahiptir.

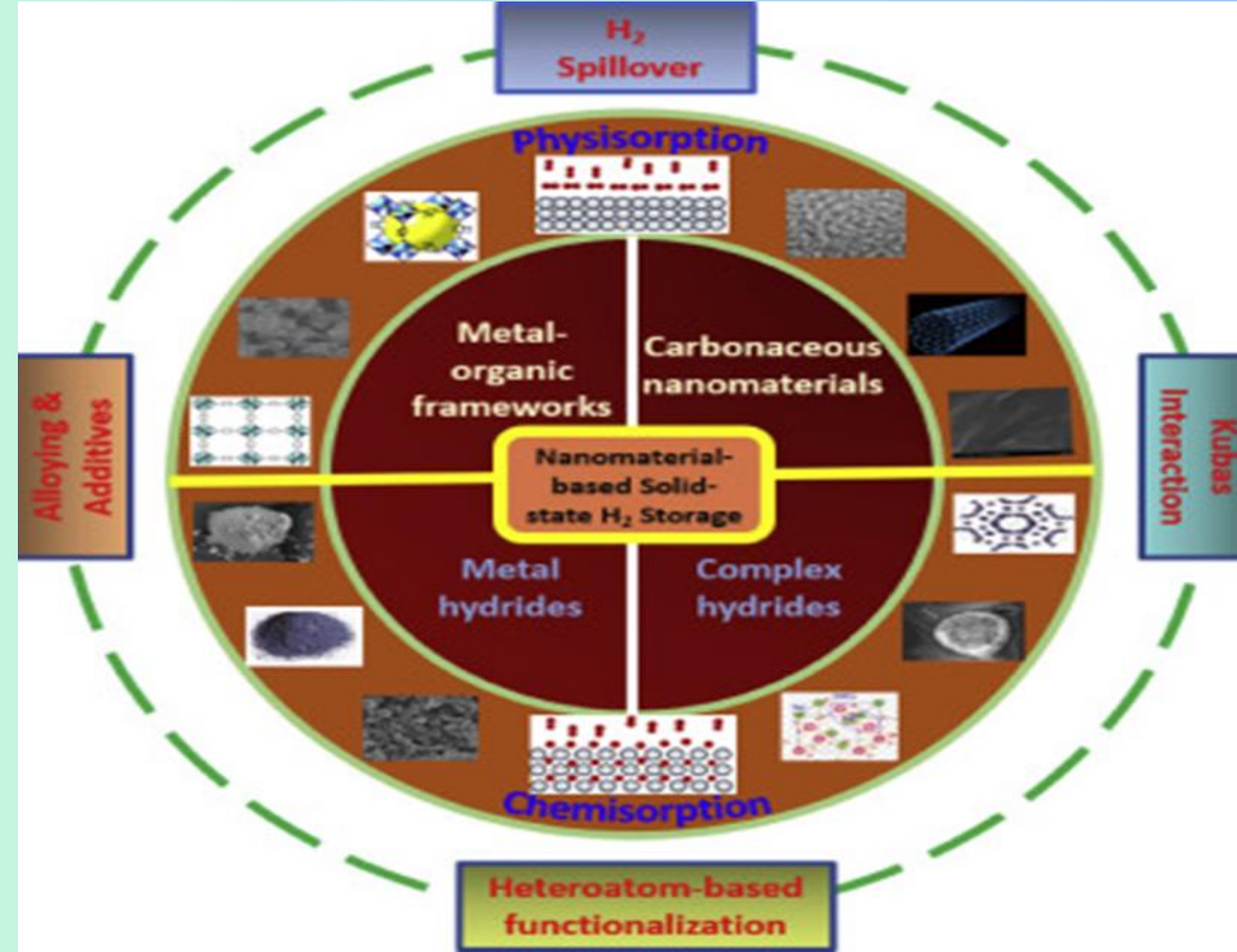
Fosil olmayan çeşitli maddelerden üretilebilir.

Suyun ayrışması ile tersinir olarak üretilebilir.

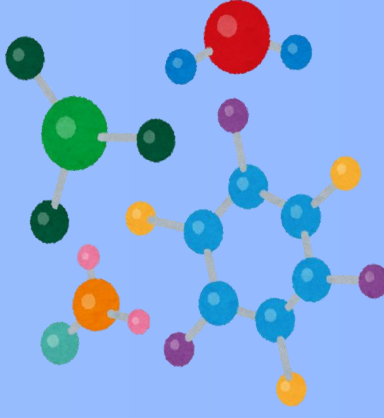
Kütle başına kimyasal yakıtlarınkinden yaklaşık 3 kat daha fazla kimyasal enerji yoğunluğuna sahiptir.

Hidrojen enerjisi yenilenebilir olup diđer enerji kaynaklarından çok daha fazla rezerve sahiptir

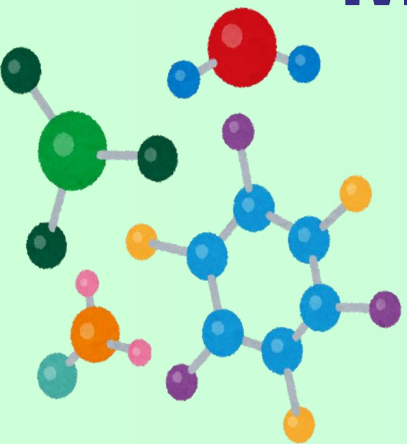




**Katı hal hidrojen depolama için potansiyel farklı malzemeler**



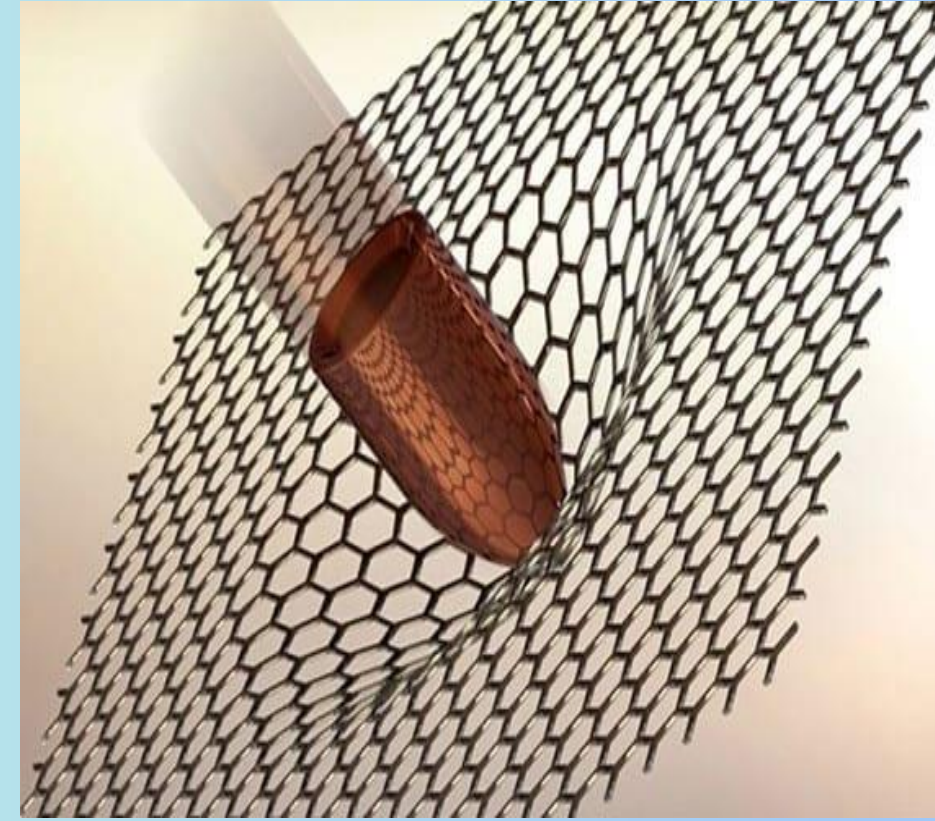
**Metal- Organik Kafes Yapılar**



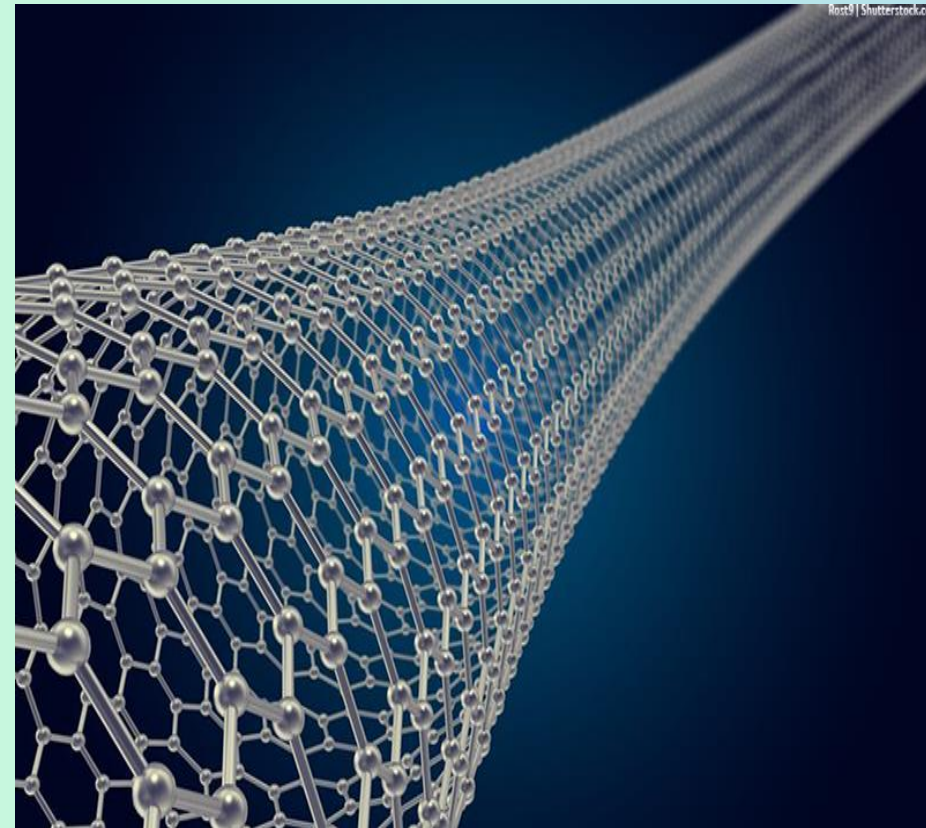
**Metal  
hidrürler**



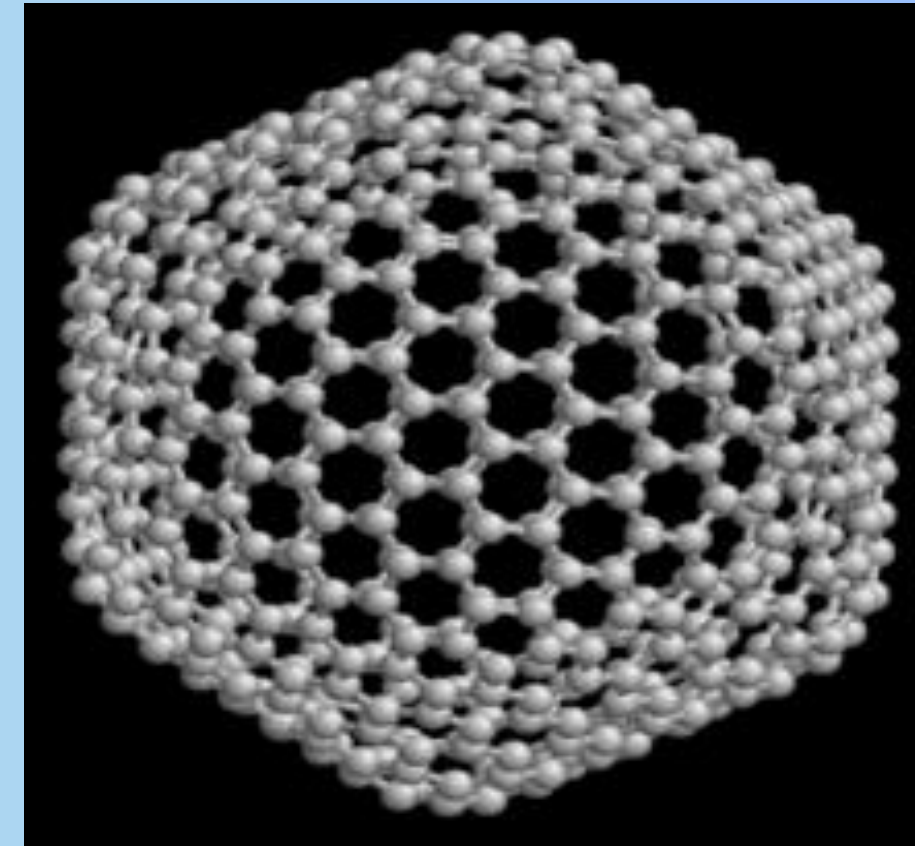
**Aktif Karbon**



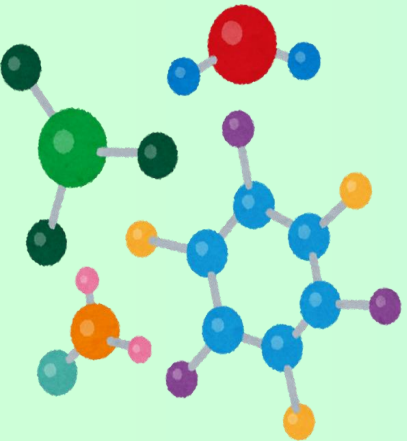
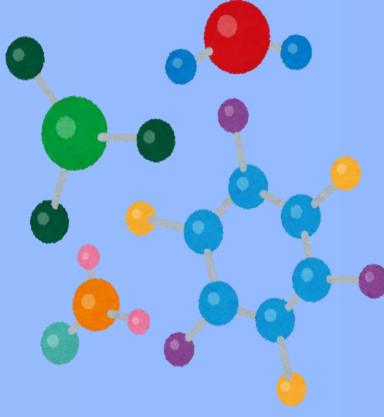
**Grafen**



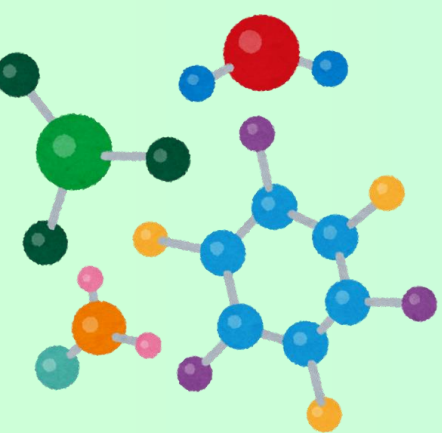
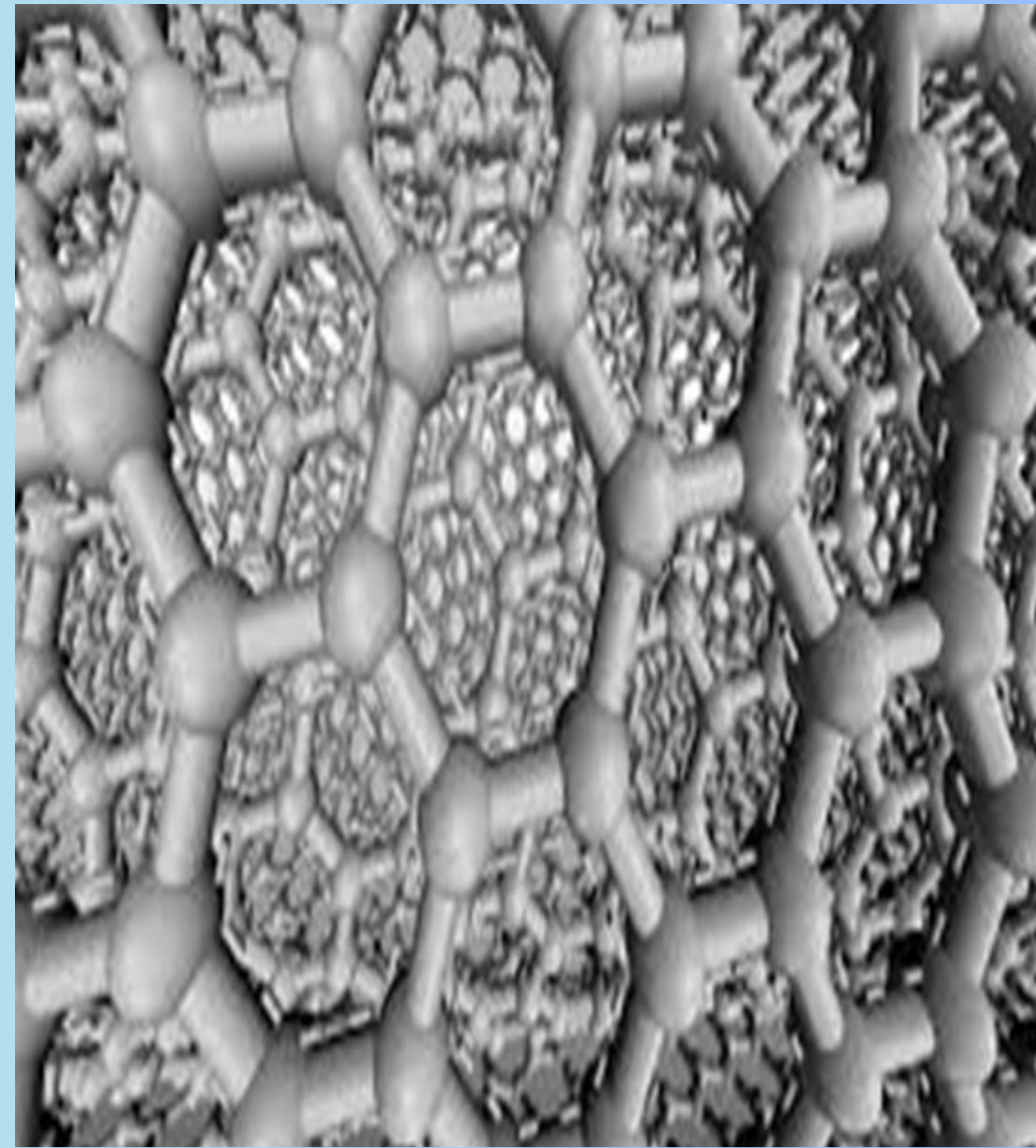
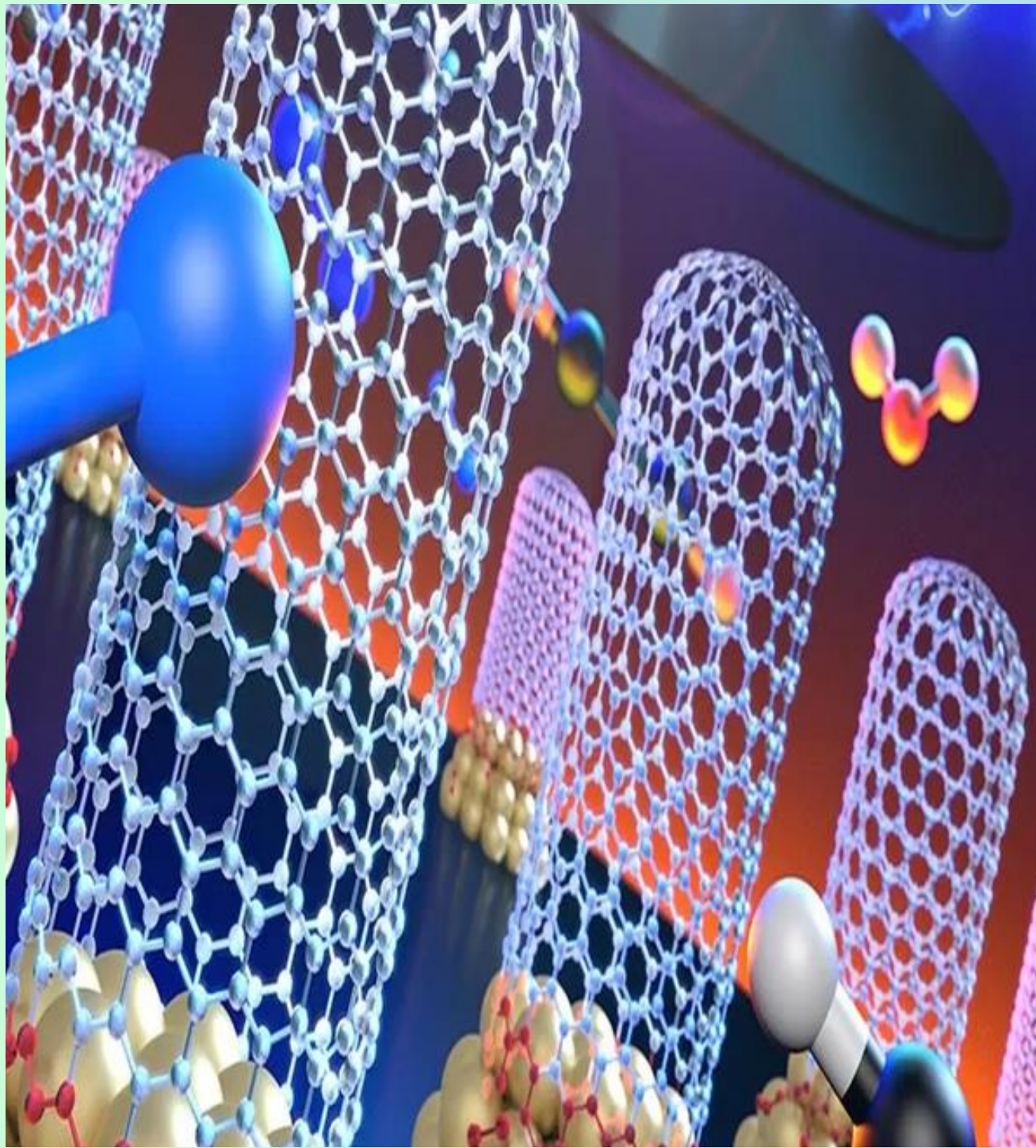
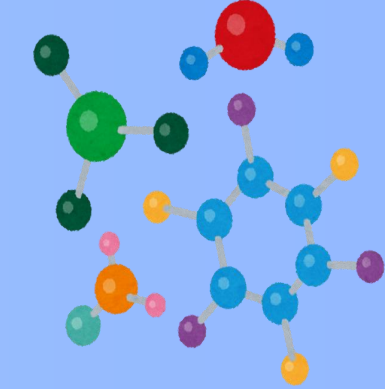
**Karbon nanotüp**



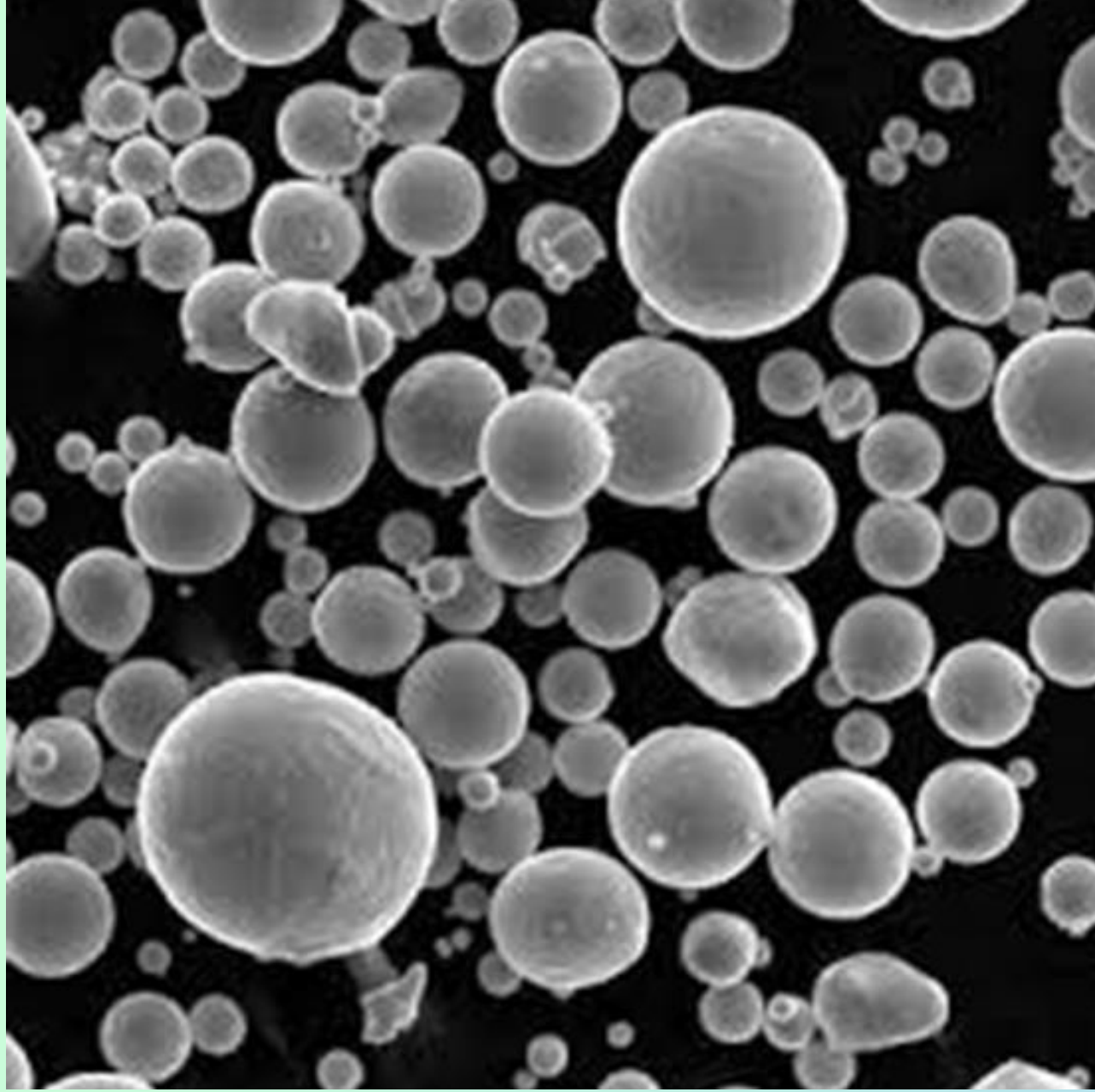
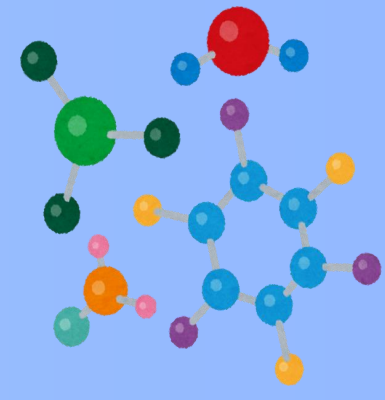
**Fulleren**



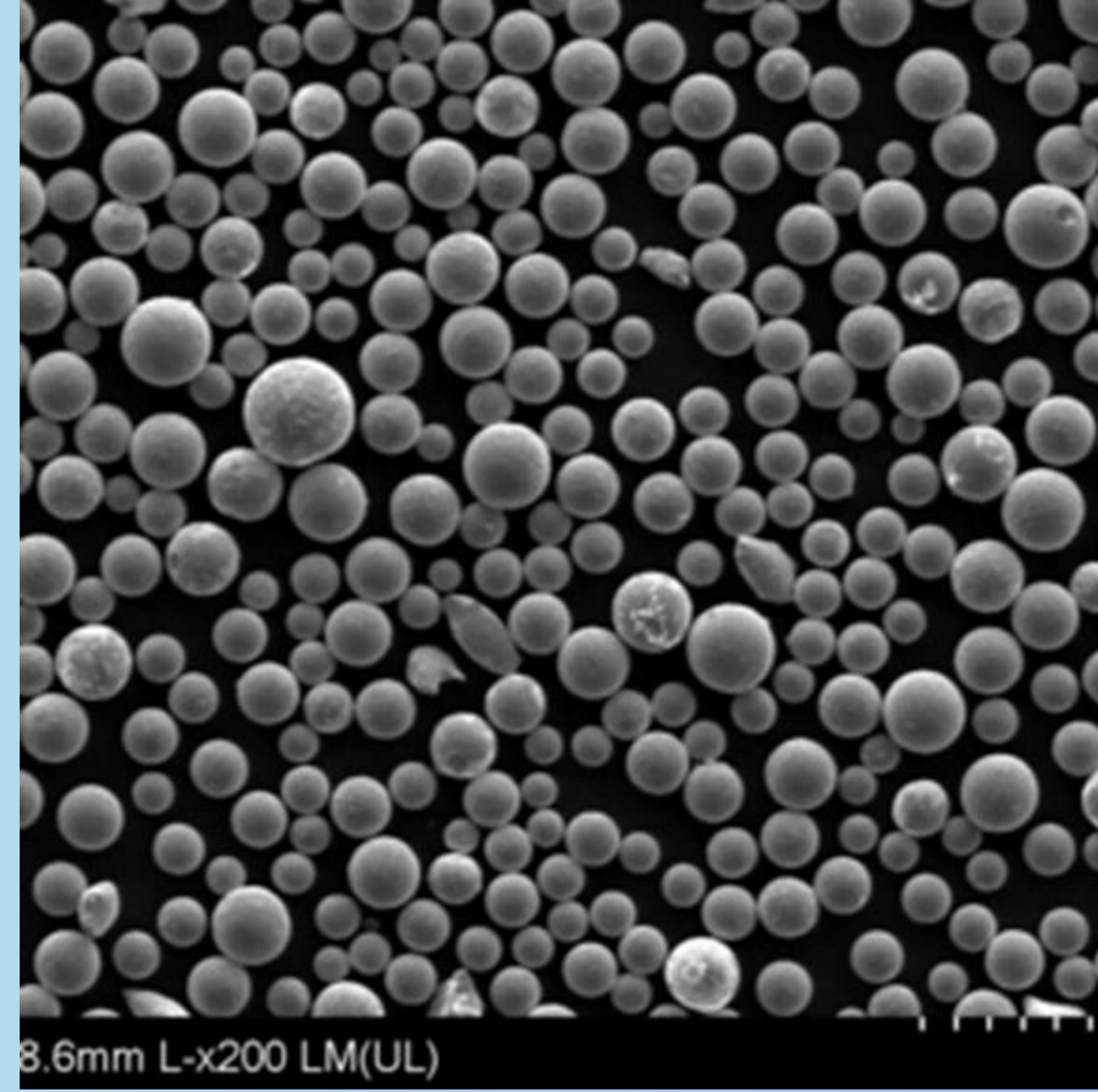
# KARBON NANOTÜPLER



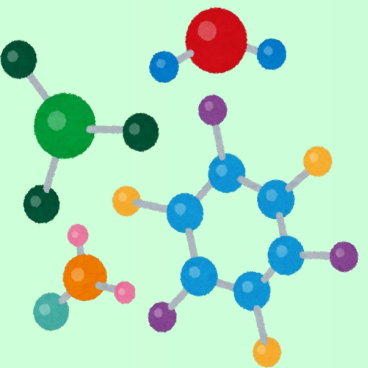
# KARBON KÜRELER



**Görsel 1: Bakır Tozu**

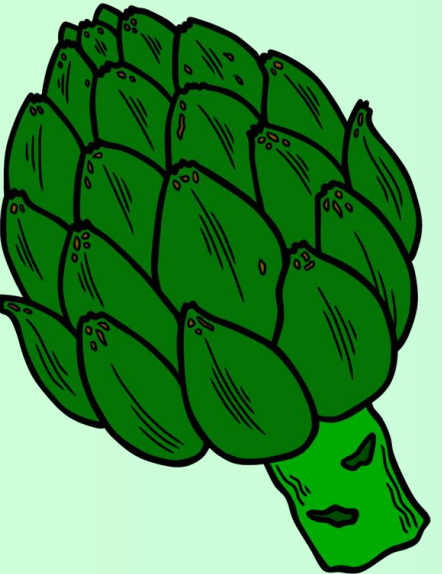


**Görsel 2: Alaşım Tozu**





# ENGİNAR



Advanced Powder Technology 32 (2021) 4222–4234



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Advanced Powder Technology

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/apt](http://www.elsevier.com/locate/apt)

Advanced  
Powder  
Technology

Original Research Paper

Mesoporous carbon spheres produced by hydrothermal carbonization from rice husk: Optimization, characterization and hydrogen storage



Berna Koçer Kızılduman<sup>a</sup>, Yasemin Turhan<sup>b,\*</sup>, Mehmet Doğan<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Balikesir University Science and Technology Application and Research Center, 10145 Çağış-Balikesir, Turkey

<sup>b</sup>Balikesir University Faculty of Science and Literature Department of Chemistry, 10145 Çağış-Balikesir, Turkey



## PROJENİN AMAÇLARI



•Enginar sapını farklı sektörlerde katma değerli bir ürün olarak değerlendirilmesini sağlamak

•Enginar sapından karbon küreler ve Li-doplanmış küreler sentezlemek

•Hidrojen kullanımının yaygınlaşmasına katkıda bulunmak

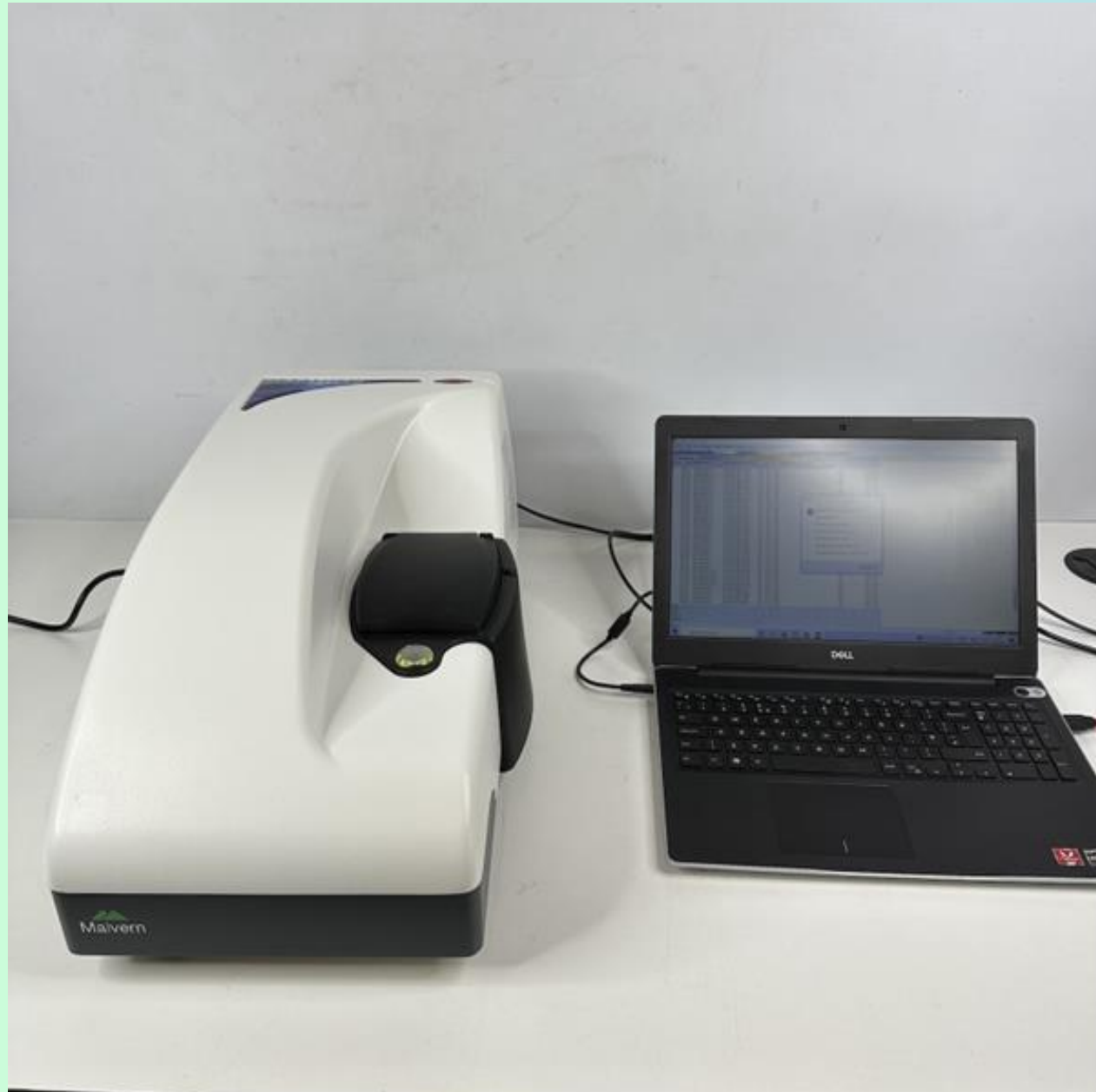
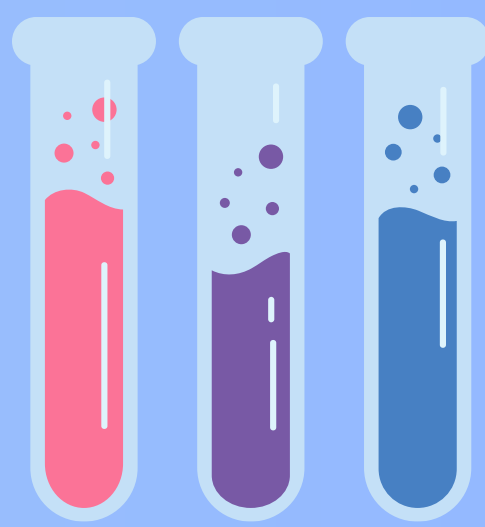
•Çok fazla fosil yakıt tüketilmesine bağlı olarak çevreye yayılan sera gazı miktarını azaltmak ve böylece daha temiz bir havanın solunmasını sağlamak

•Ülkemizin hidrojen depolama araştırmalarında rekabet gücünü artırma

•Hidrojenin depolanması için tehlike riski daha az olan yöntemin kullanılmasını sağlamak

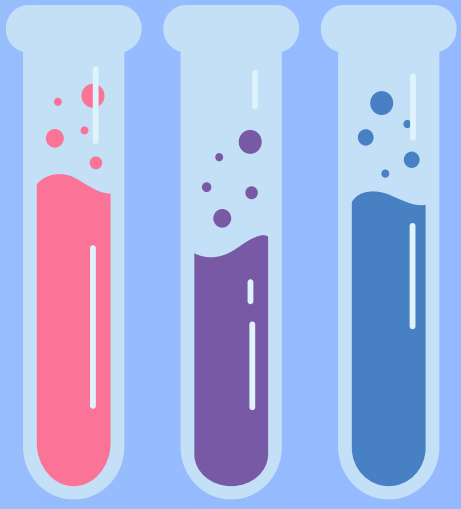
# Materyal Metod

- Nano Zetasier

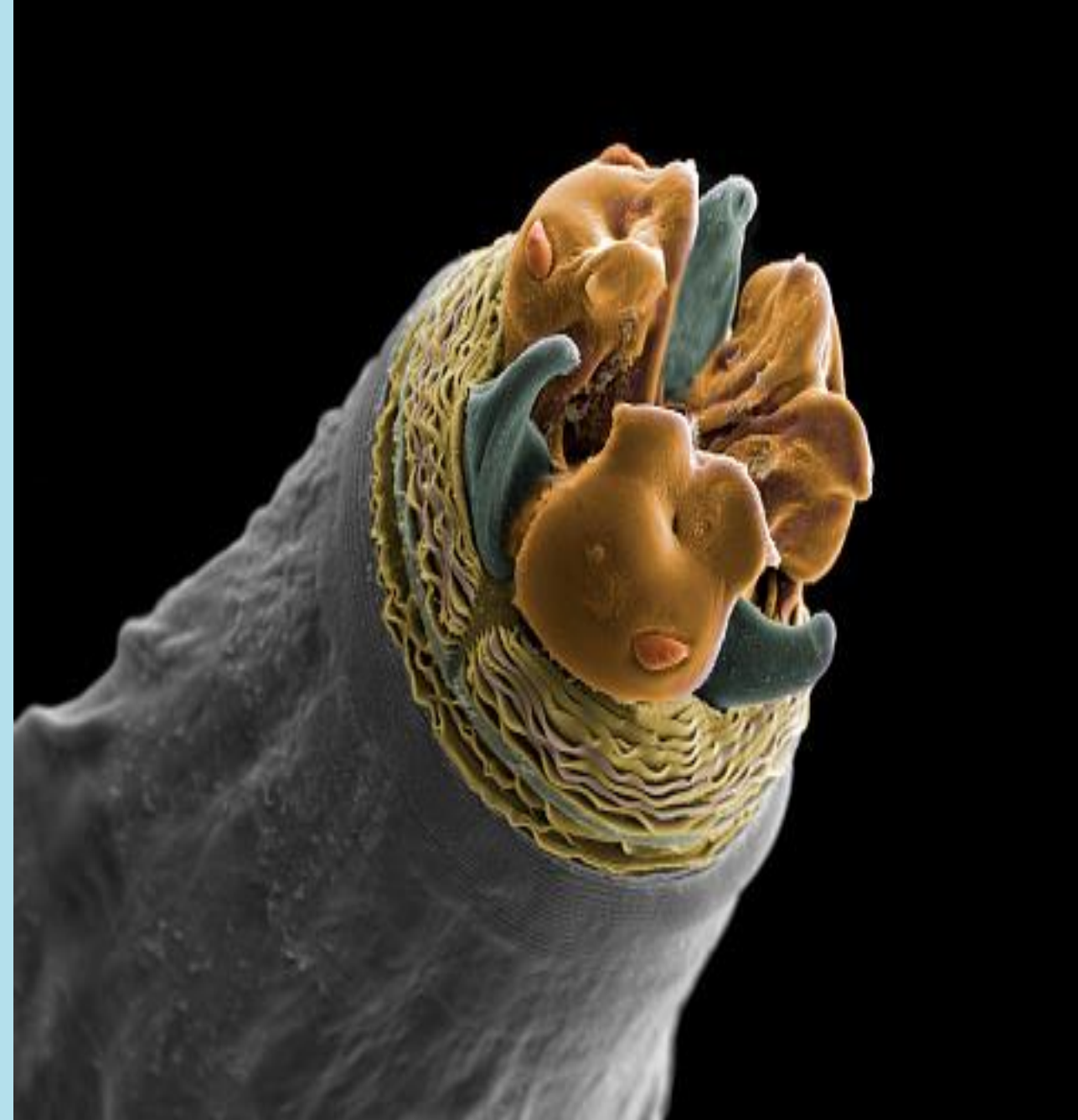
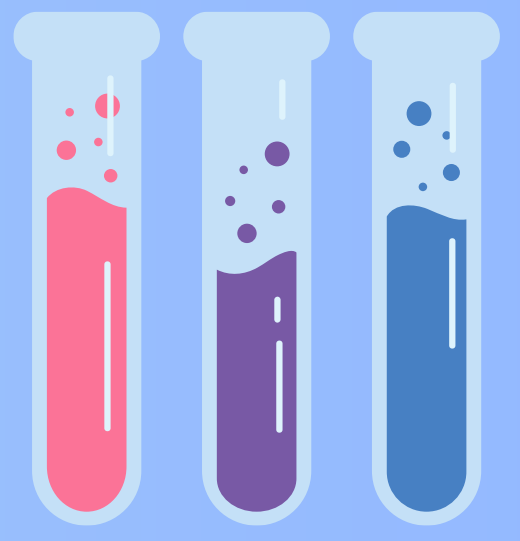




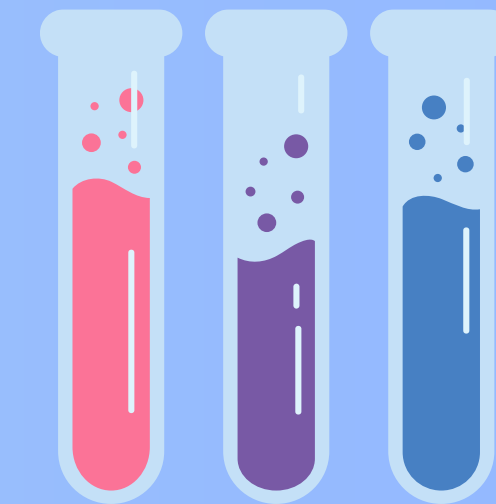
- BET (Yüzey Alanı Ölçüm Cihazı)



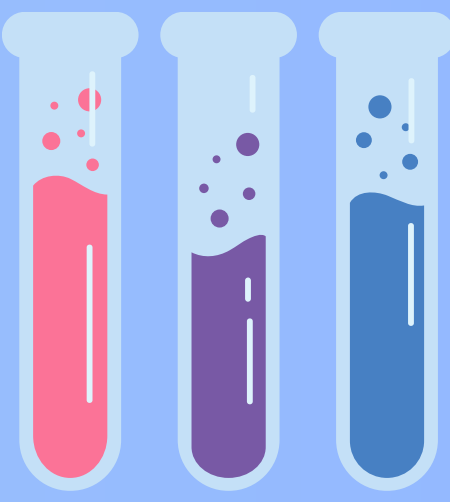
- SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu)



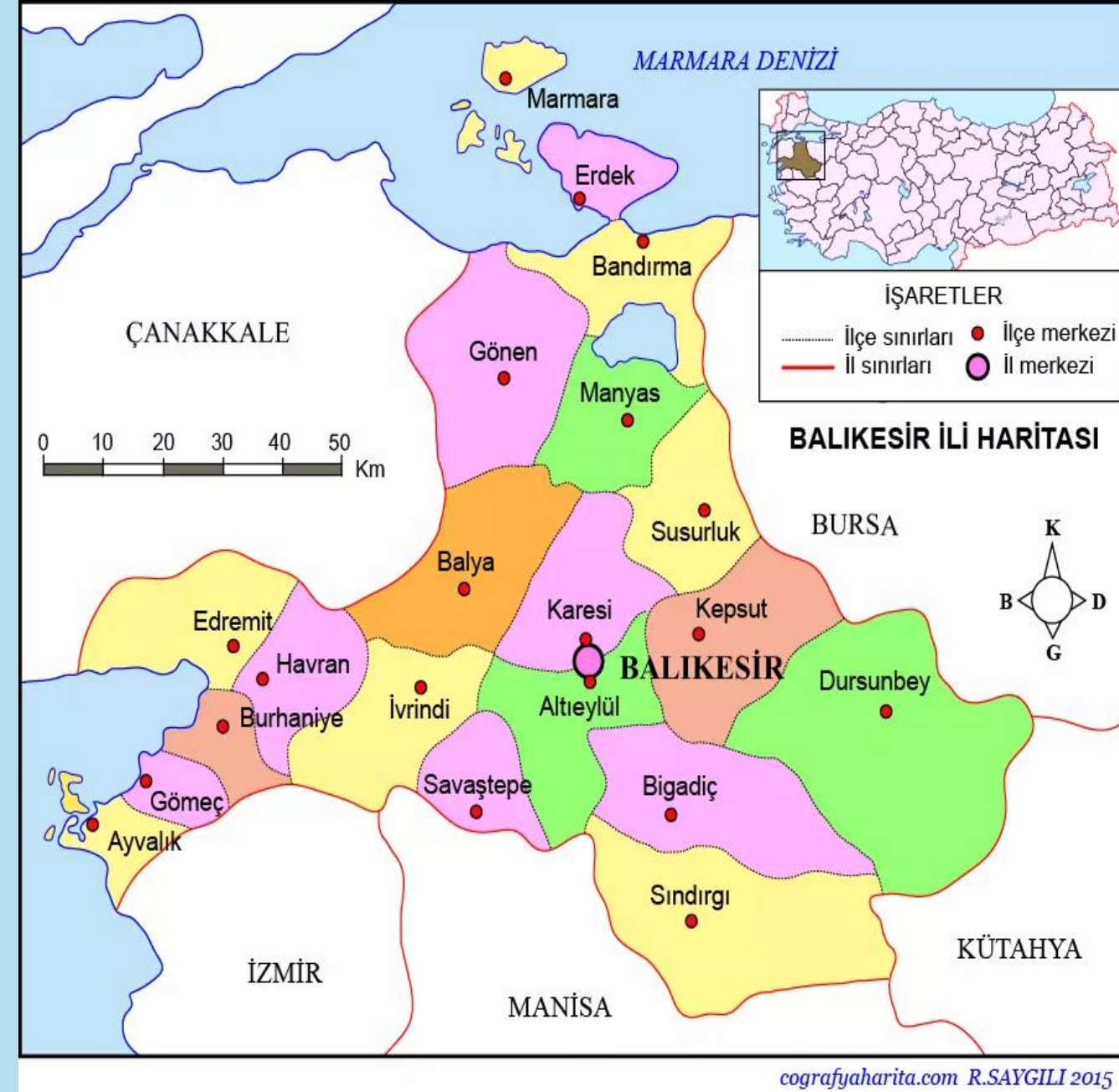
- FTIR-ATR

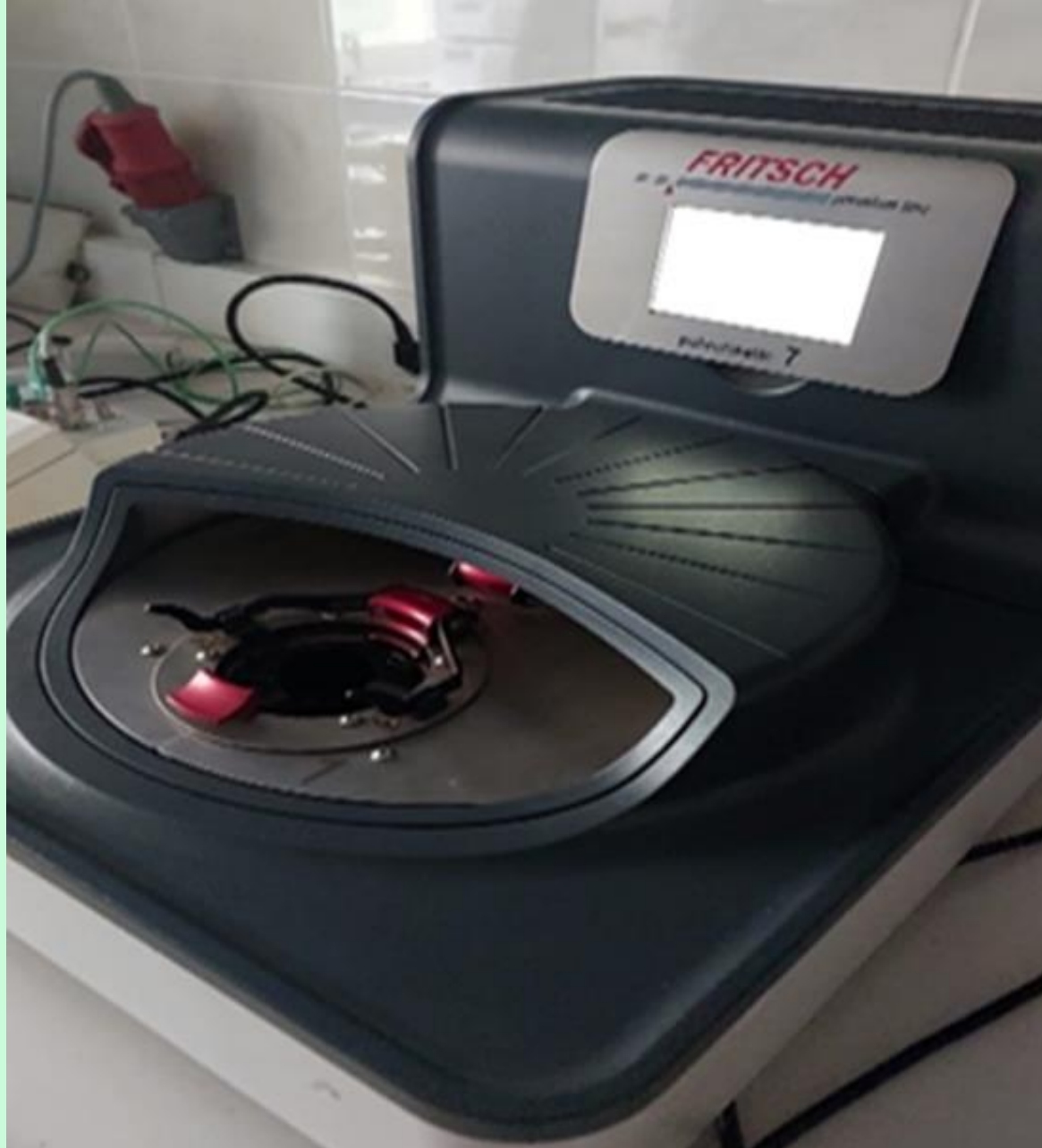


- HİDROJEN DEPOLAMA KAPASİTESİ ÖLÇÜM CİHAZI



# DENEY AŞAMALARI



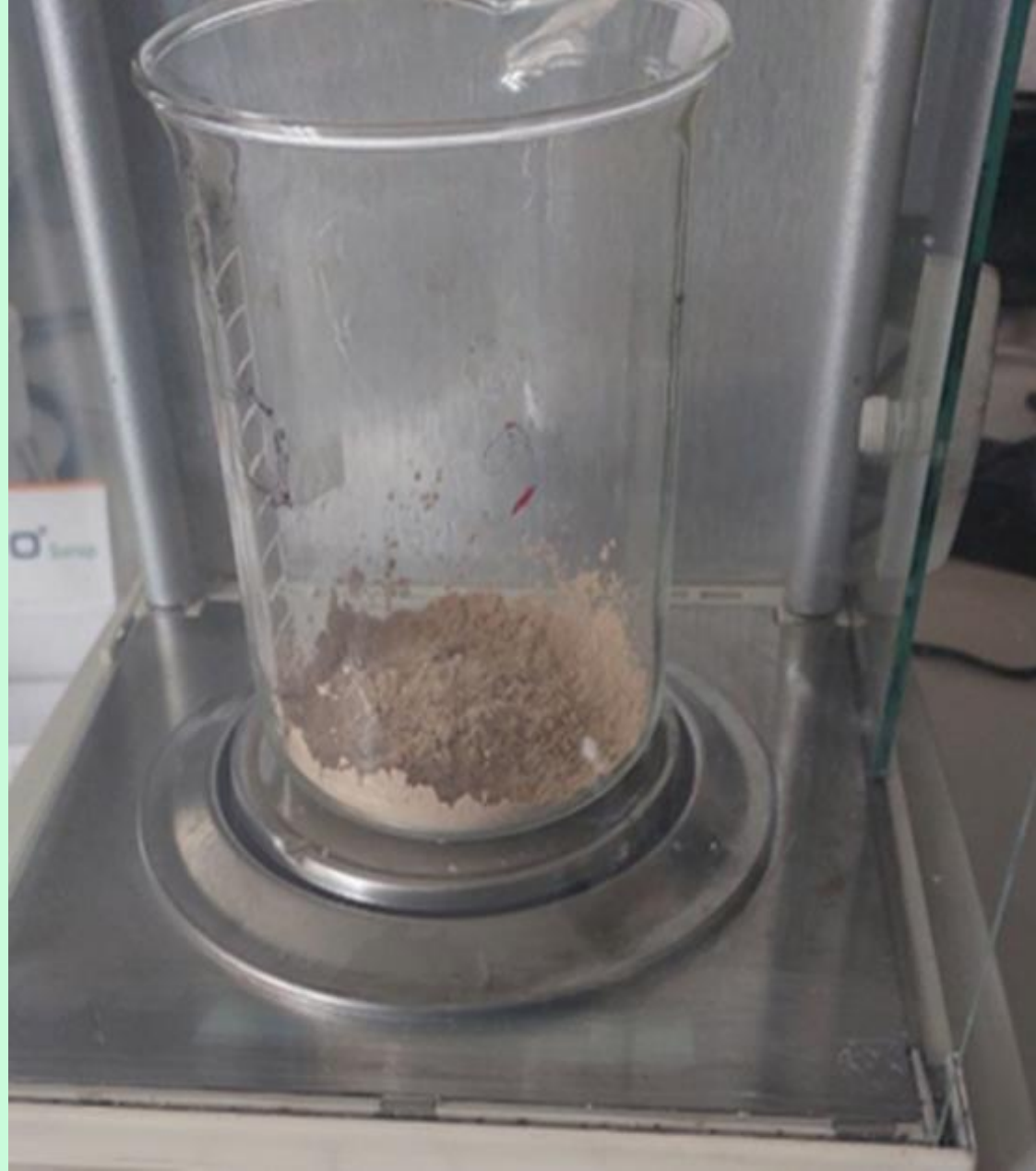
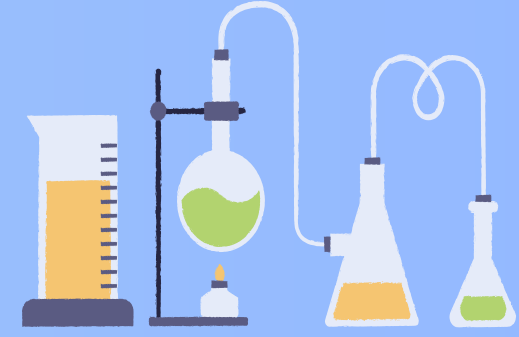


Bilyeli Ögütücü

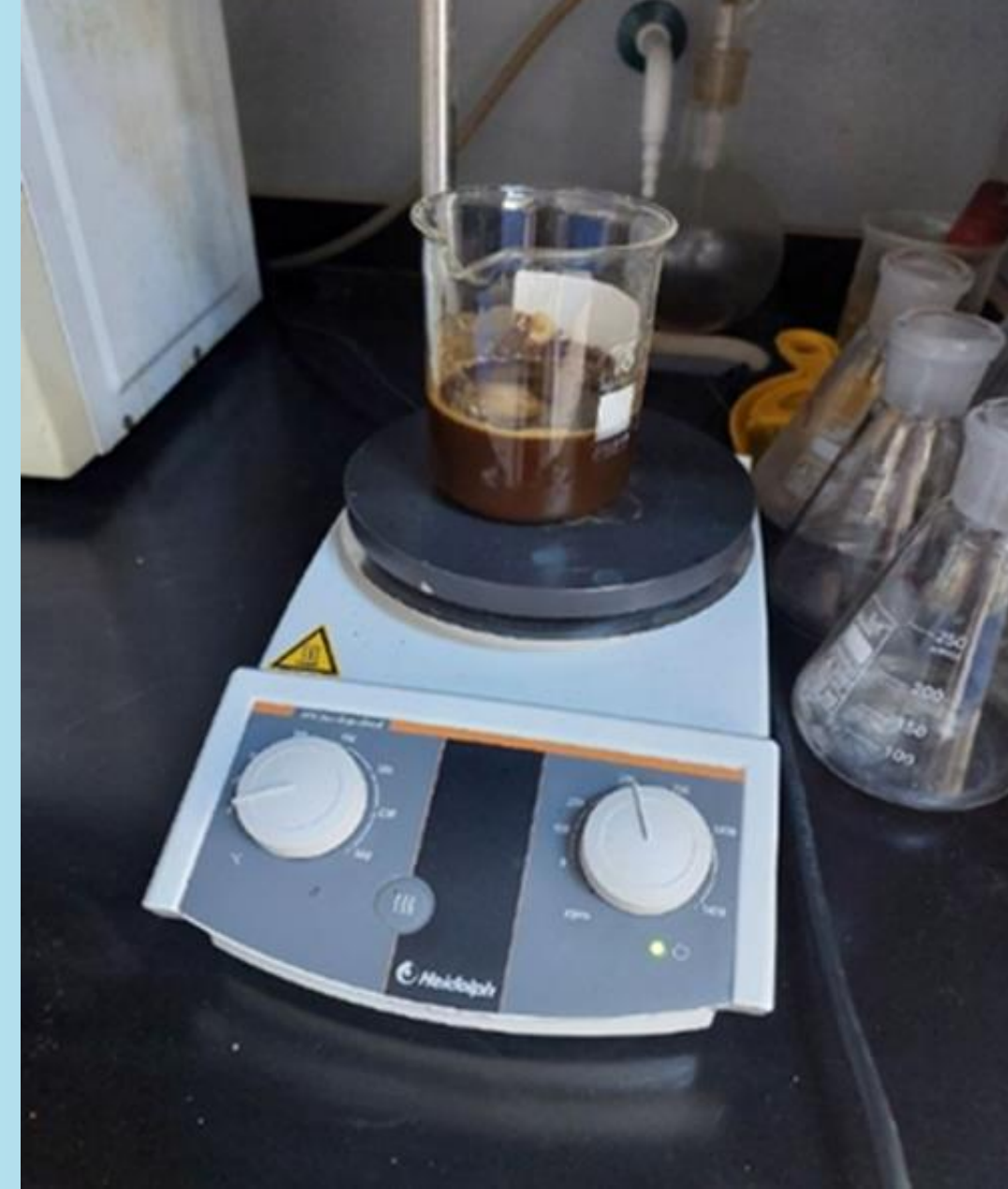


Ögütücüye örnek hazırlama



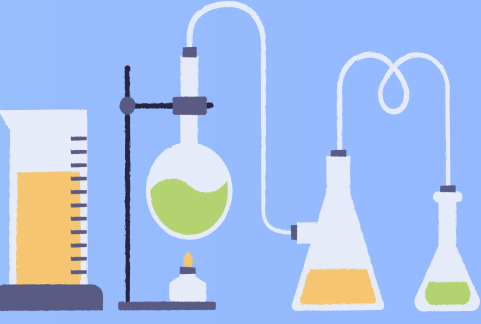


Öğütülmüş ve elenmiş  
enginar sapı



0.5 M NaOH çözeltisi  
içerisindeki enginar sapı





NaOH ile muamele edilmiş  
enginar sapı



NaOH ile muamele edilen  
enginar sapının süzme işlemi

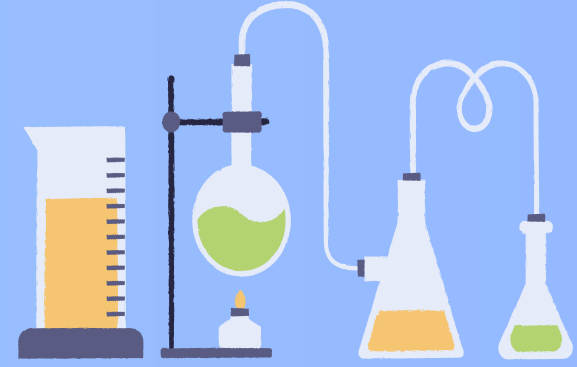






NaOH ile muamele edilen  
enginar sapının kurutulmuş  
hali



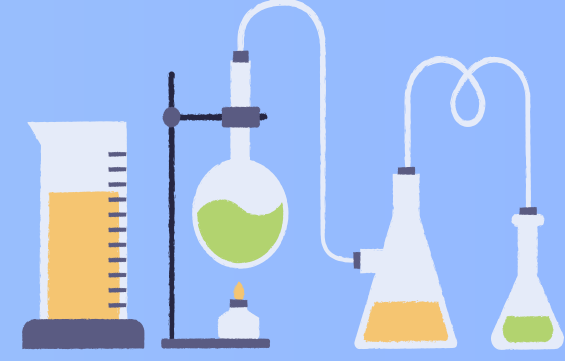


Hidrotermal karbonizasyon yöntemi ve işlemin gerçekleştirildiği ortam



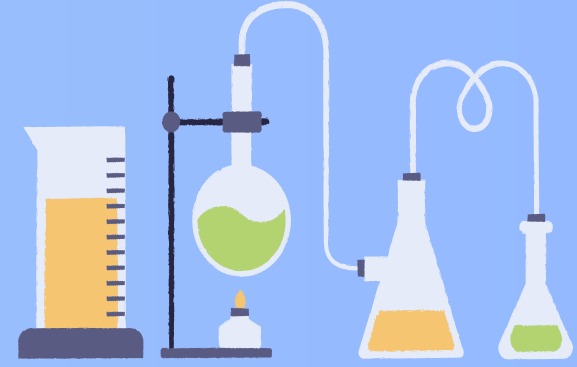
SAF SU

ASİT



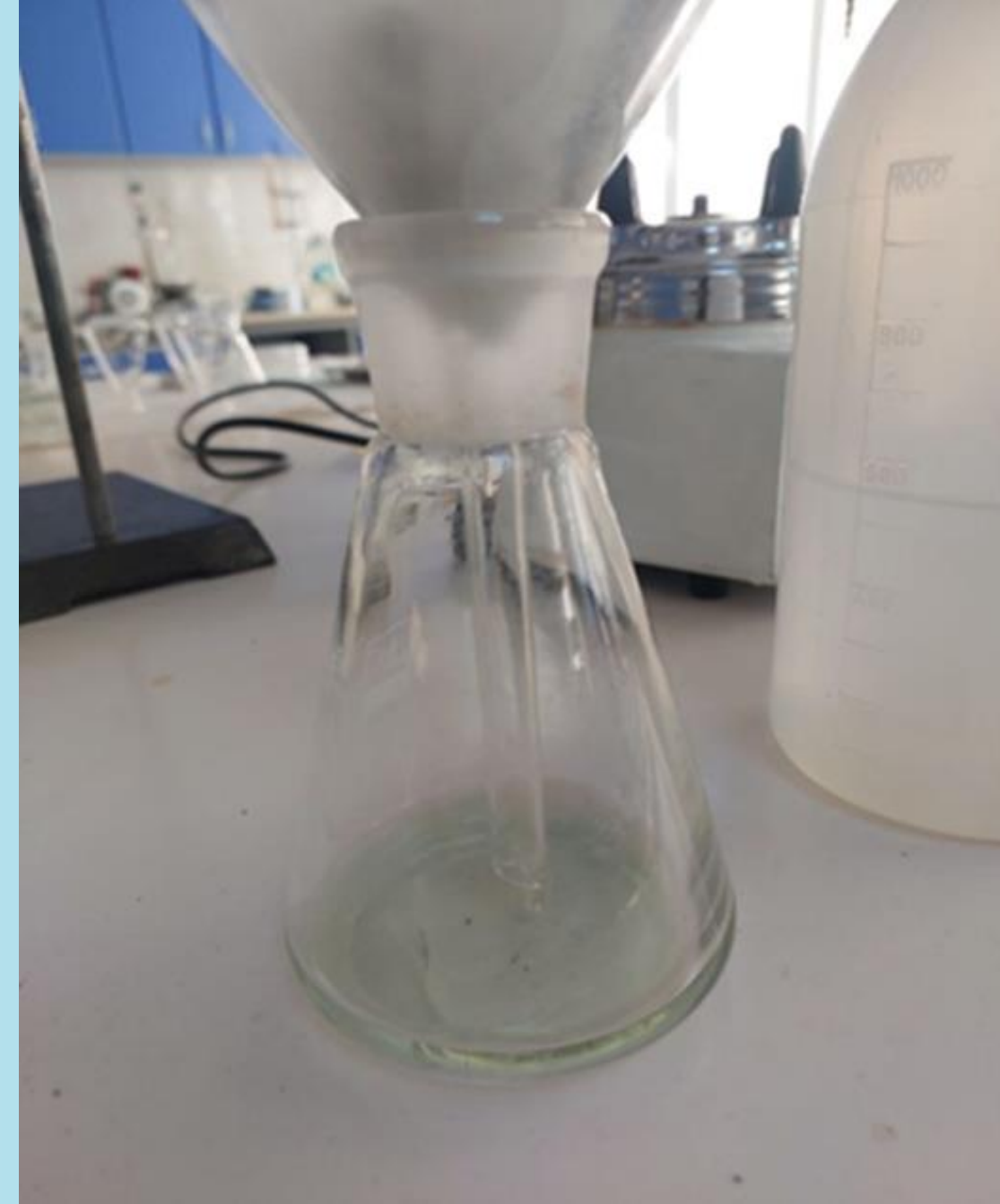
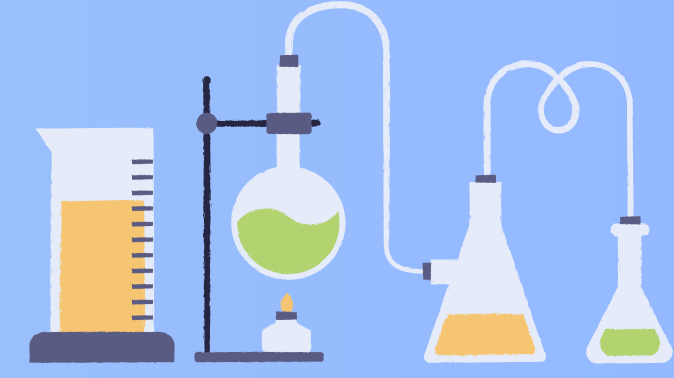
NaOH ile muamele edilen enginar  
sapının asit ile reaktöre hazırlanması





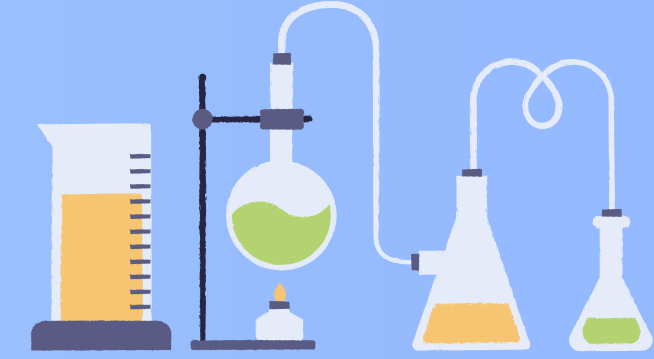
Hidrotermal karbonizasyon yöntemi ve işlemin gerçekleştirildiği ortam





Hidrotermal karbonizasyondan çıkan örneklerin süzme işlemi

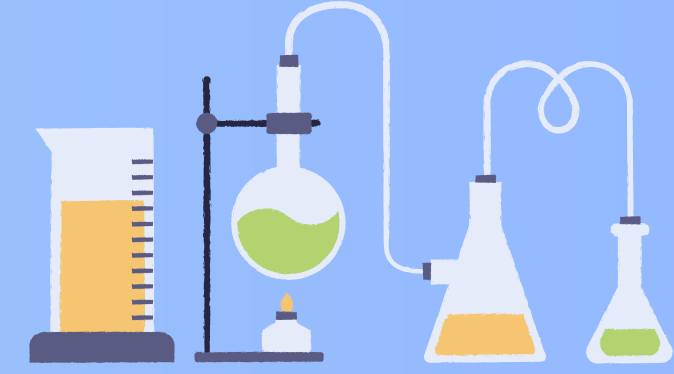




Li-doplama işlemi



# KARAKTERİZASYON



Enginar sapından farklı reaksiyon şartlarında hidrotermal karbonizasyon yöntemi ile elde edilen karbon küre örnekleri Şu şekilde karakterize edildi: Öğütülen enginar sapının tane boyutu Malvern marka Nanozetasier cihazı kullanılarak ölçüldü. Örneklerin BET yüzey alanı ölçümleri 105 °C'de 24 saat degaz edilerek Quantachrome Nova 2200e serisi cihaz kullanılarak sıvı azot ortamında (77 K) ve saf azot gazının adsorbant olarak kullanılmasıyla gerçekleştirildi. Örneklerin FTIR-ATR spektrumları, Perkin Elmer Spektrum 100 cihazı kullanılarak 4000-650cm<sup>-1</sup> dalga sayısı aralığında alındı. Örneklerin SEM morfolojileri Zeiss EVO LS 10 model cihaz kullanılarak görüntülendi. Örneklerin kriyojenik sıcaklıklarda hidrojen gazı adsorpsiyon ölçümleri farklı basınçlarda Hiden marka IMI PSI hidrojen depolama cihazı ile belirlendi.



# DENEY SONUÇLARI

## Tane Boyutu Ölçümü



Görsel 1: Tane boyutu dağılım grafiği

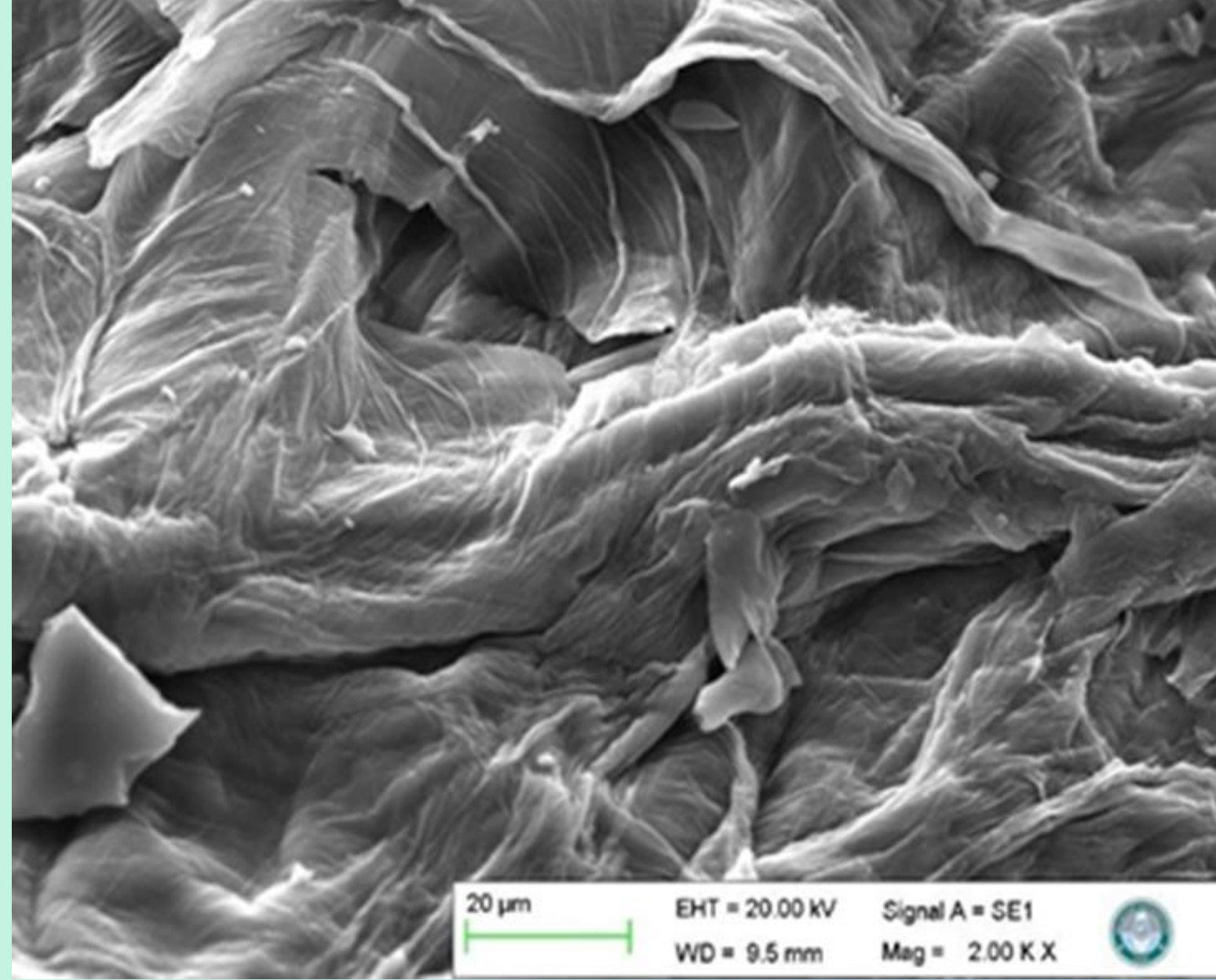


## BET (Yüzey Alanı Analizleri)



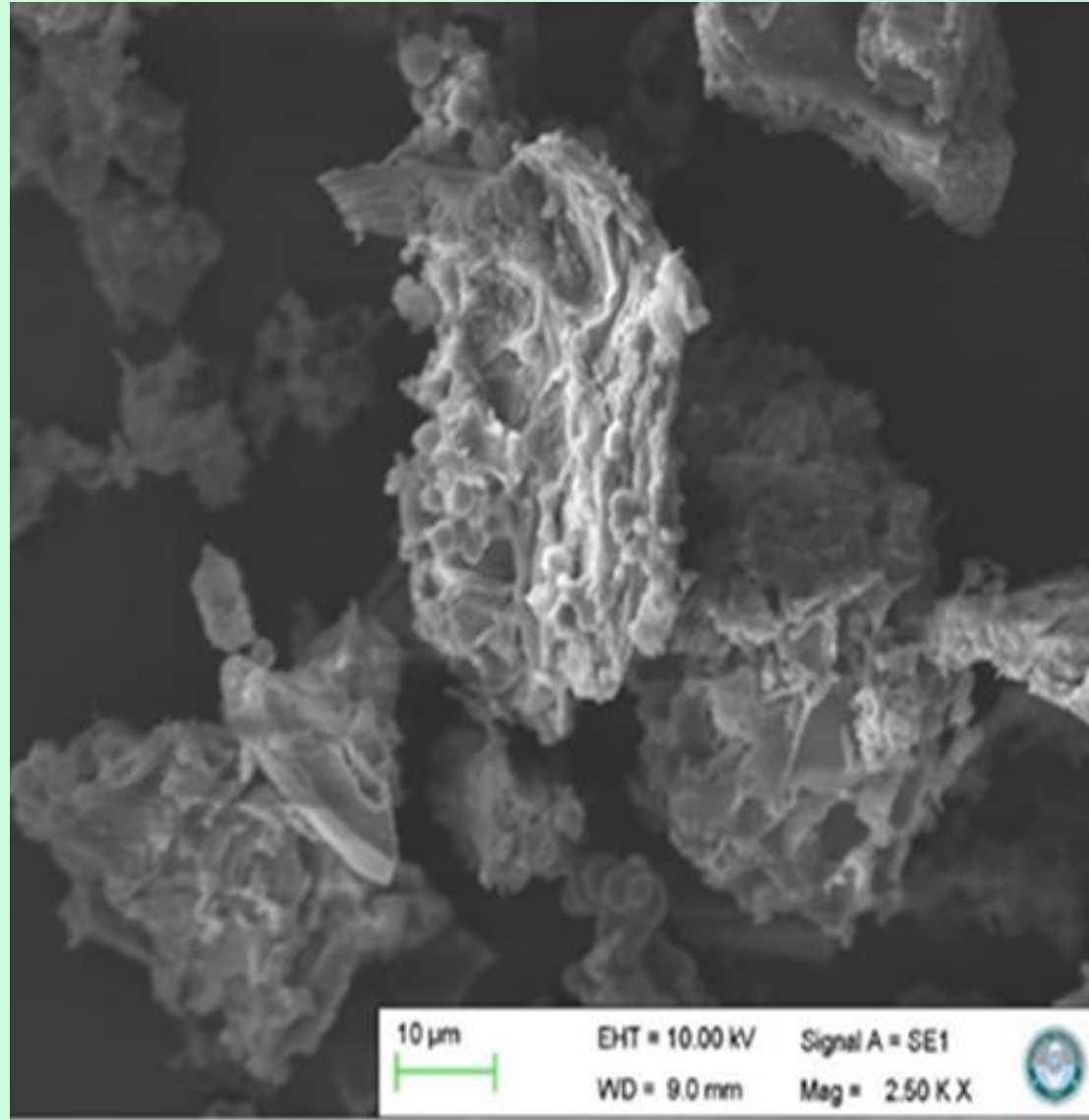
Ornekler	Yüzey alanı (m <sup>2</sup> /g)
ES-NaOH-200°C-6sa-asitsiz	48,90
ES-NaOH-200°C-9sa-asitsiz	55,16
ES-NaOH-200°C-12sa-asitsiz	51,48
ES-NaOH-240°C-12sa-asitli(HCl)	95,28
ES-240°C-12sa-asitli(HCl)	74,12
ES-NaOH-240°C-12sa-asitli(HCl)-Li doplanmış	90,16
ES-240°C-12sa-asitli(HCl)-Li doplanmış	68,45

# SEM Analizleri

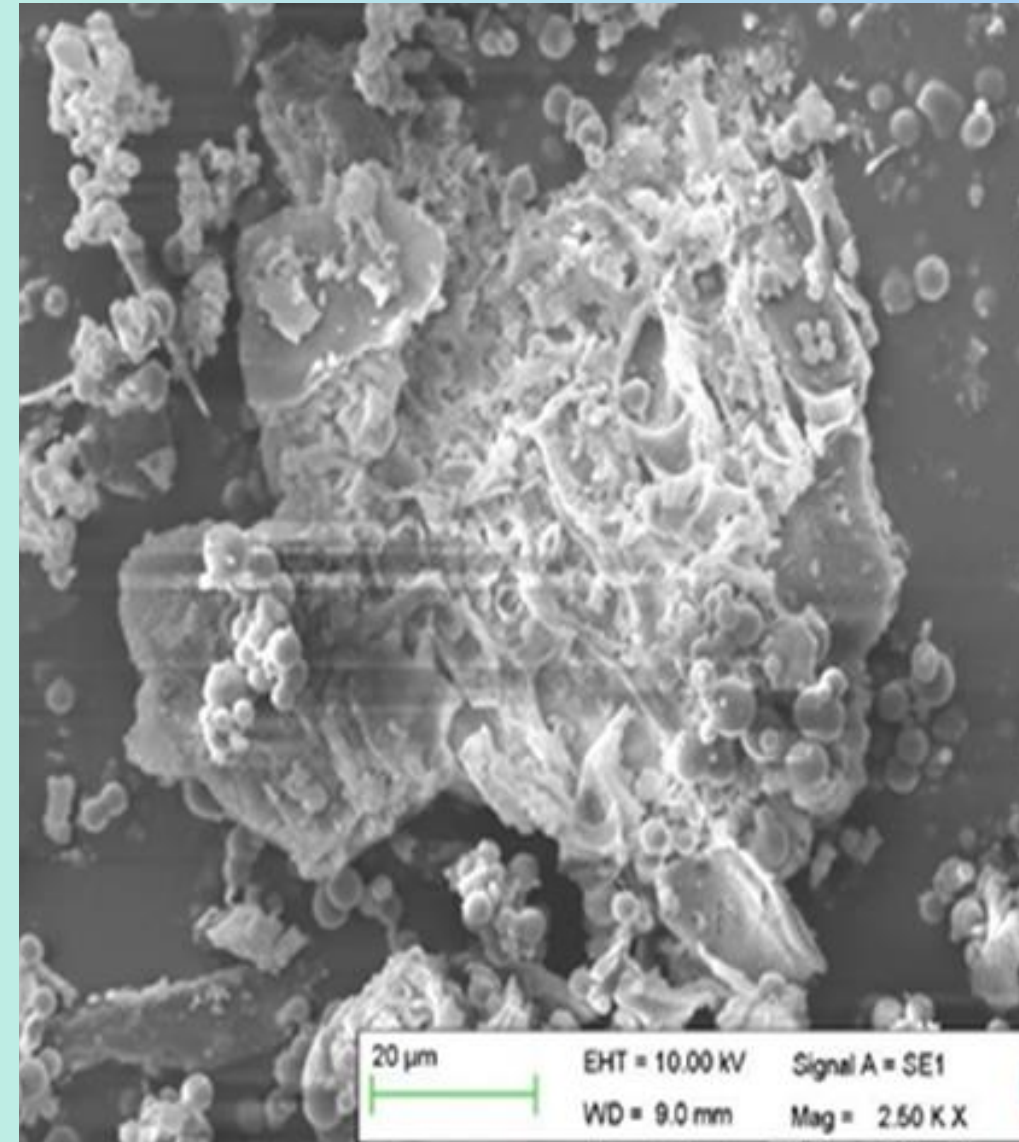


Enginar sapına ait SEM  
görüntüleri

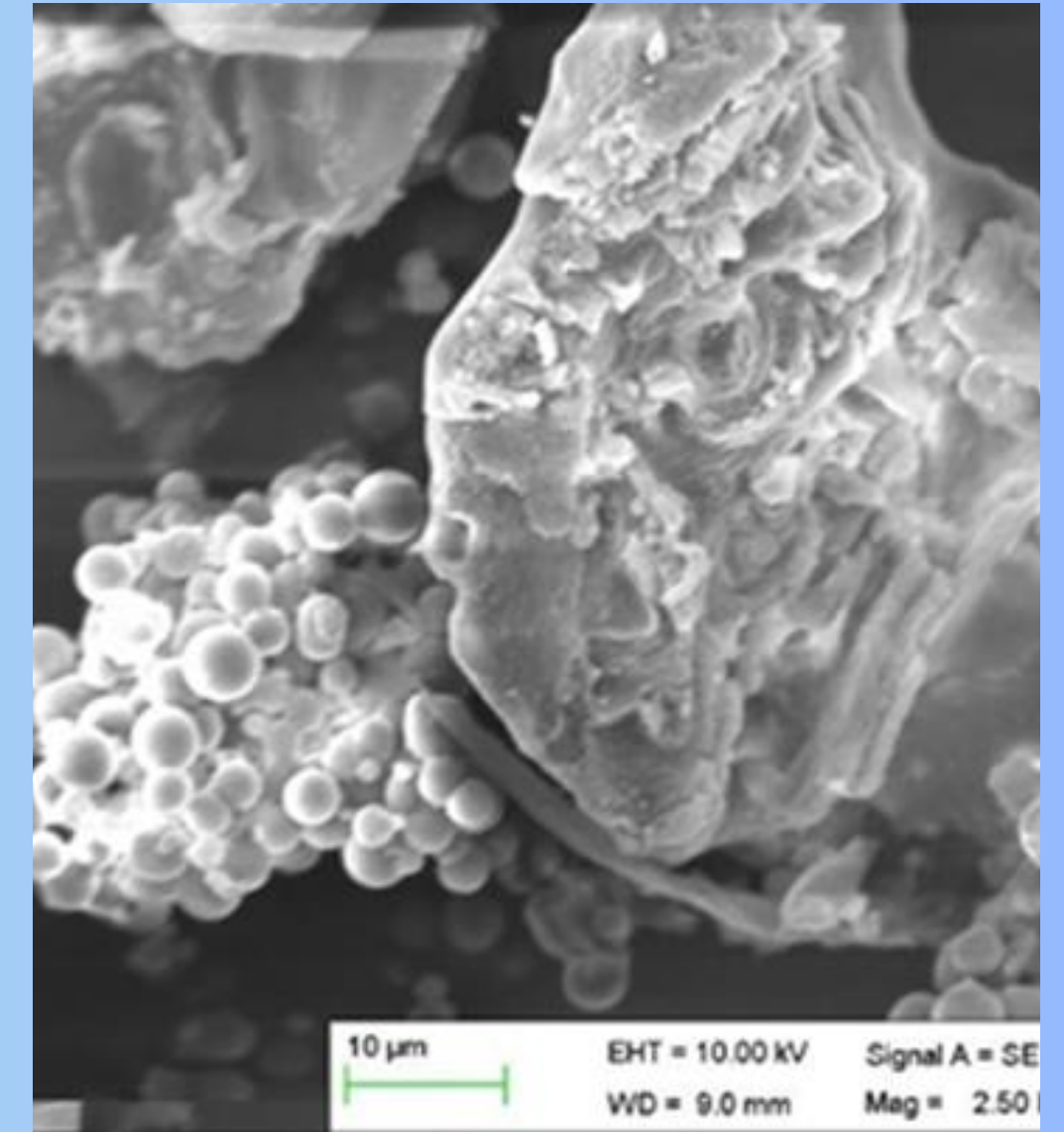
200 °C'de farklı reaksiyon sürelerinde (a.6 saat b.9saat c.12saat)  
asitsiz ortamda elde edilen örneklere ait SEM görüntüleri



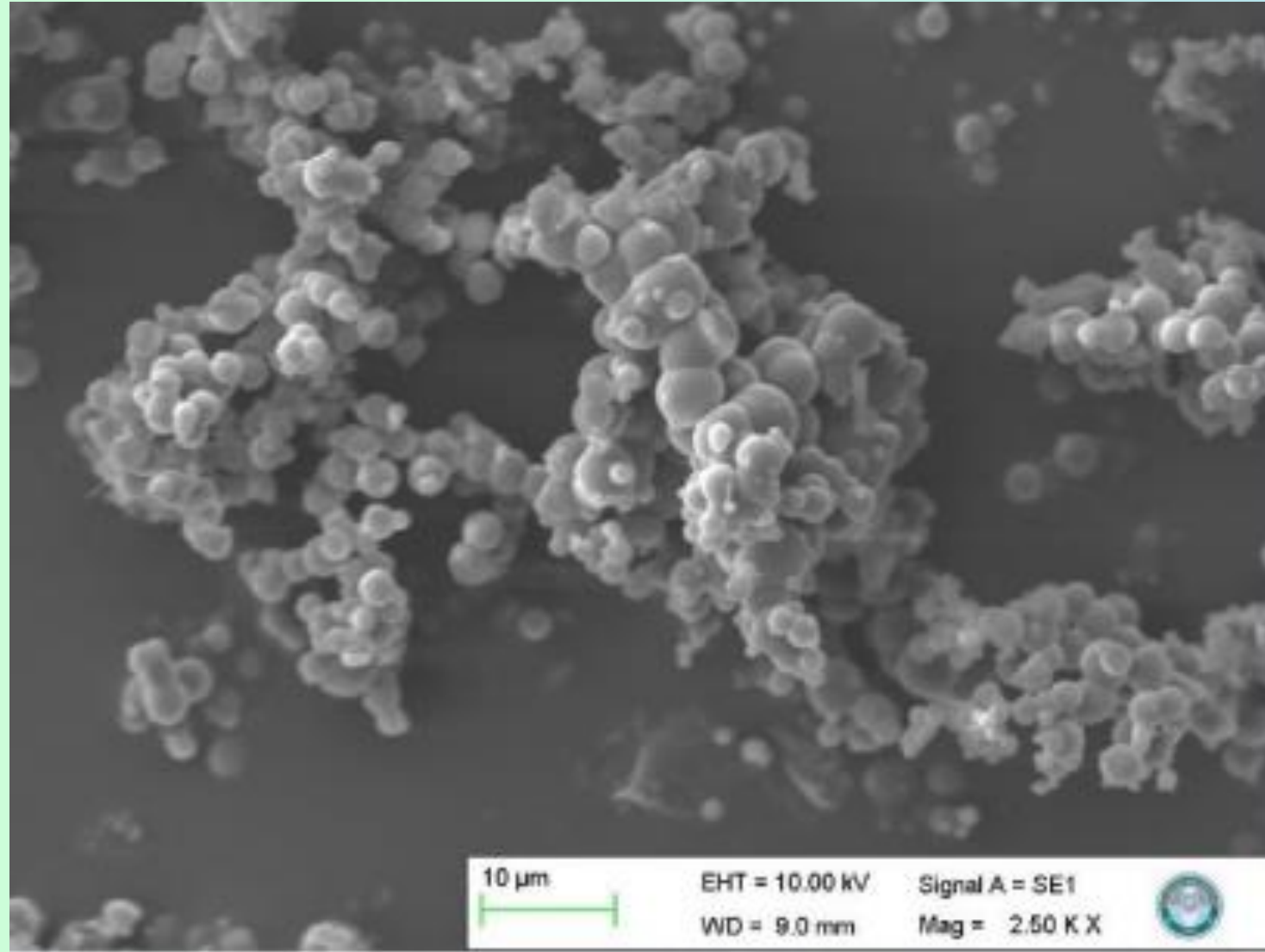
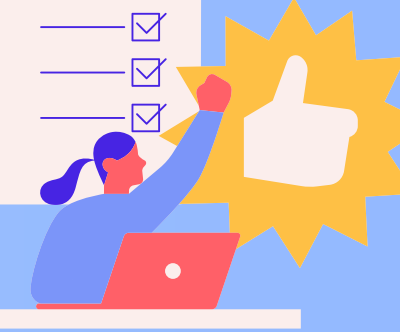
a



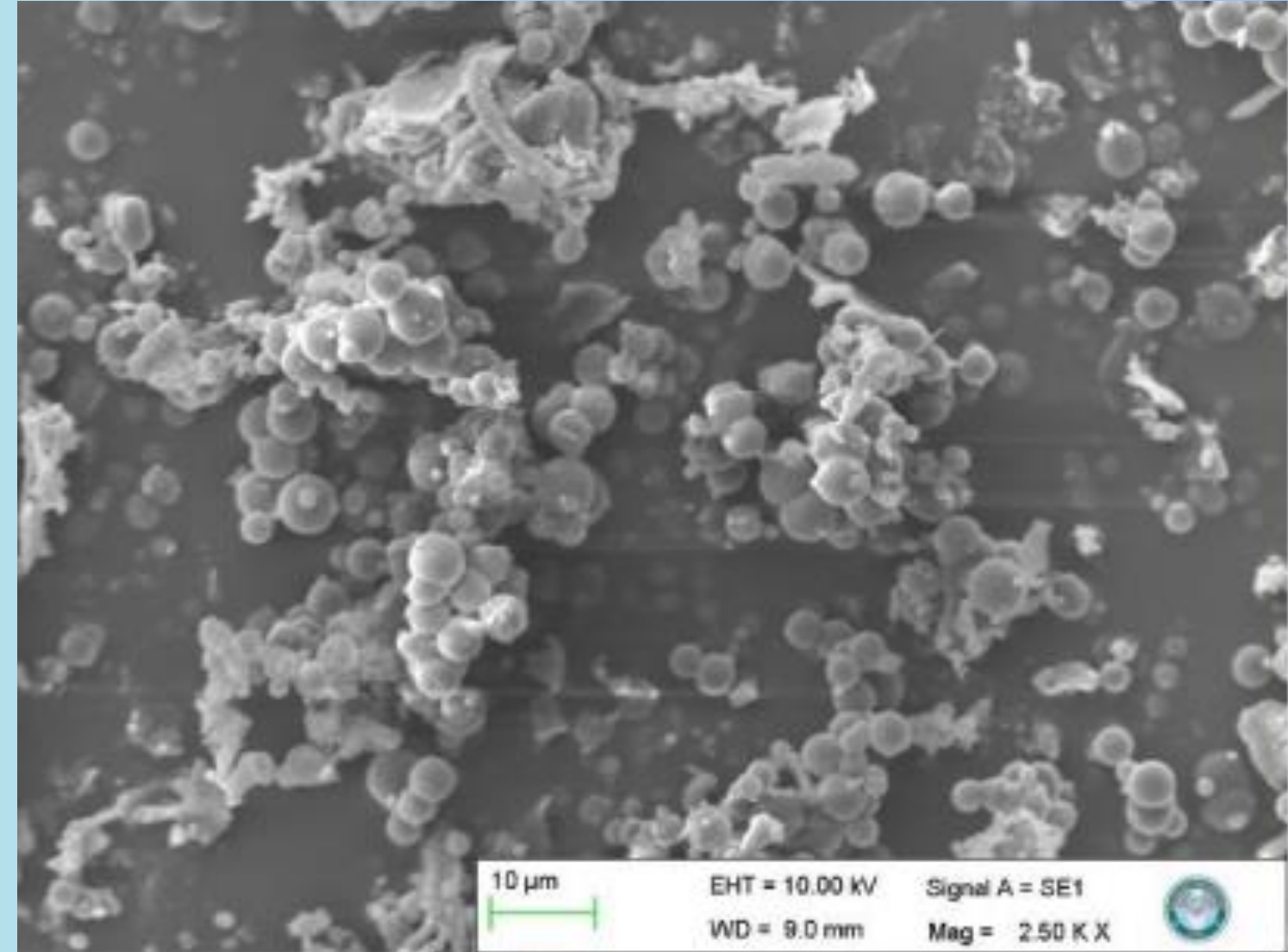
b



c

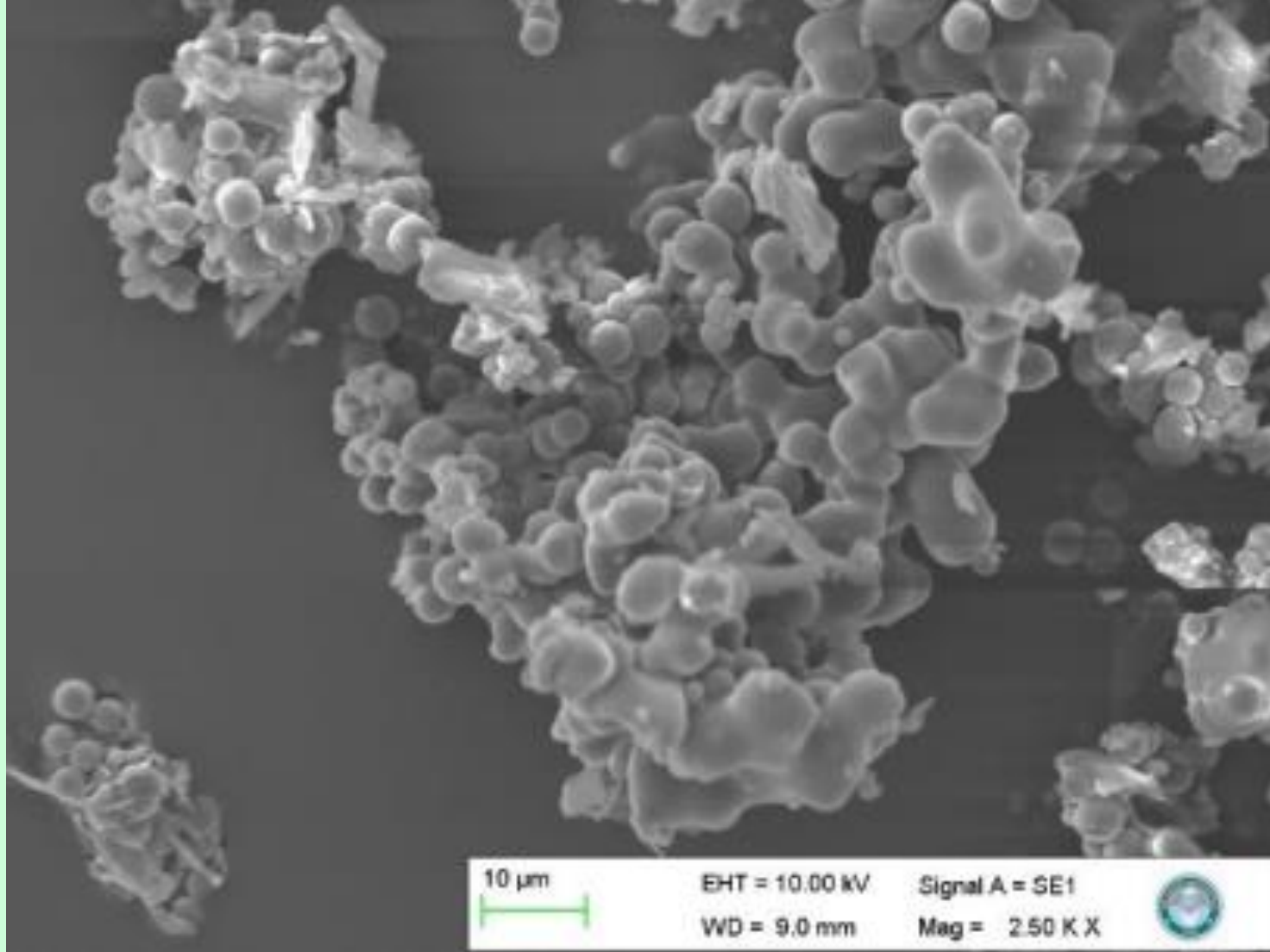


a

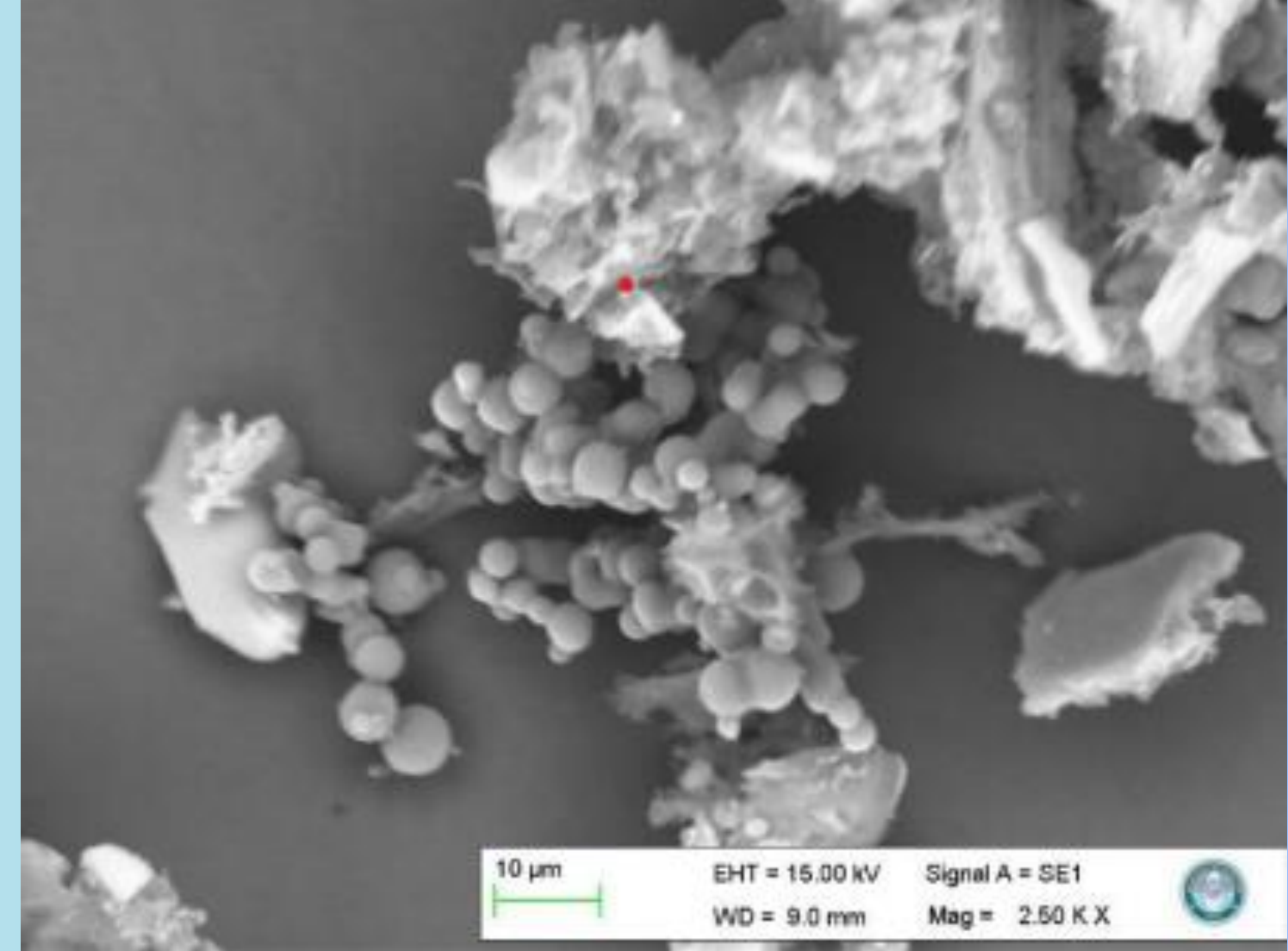


b

240°C'de 12 saat reaksiyon süresinde (a.NaOH ile ön işlem ve b.ön işlemsiz) asitli ortamda elde edilen örneklere ait SEM görüntüleri.



a

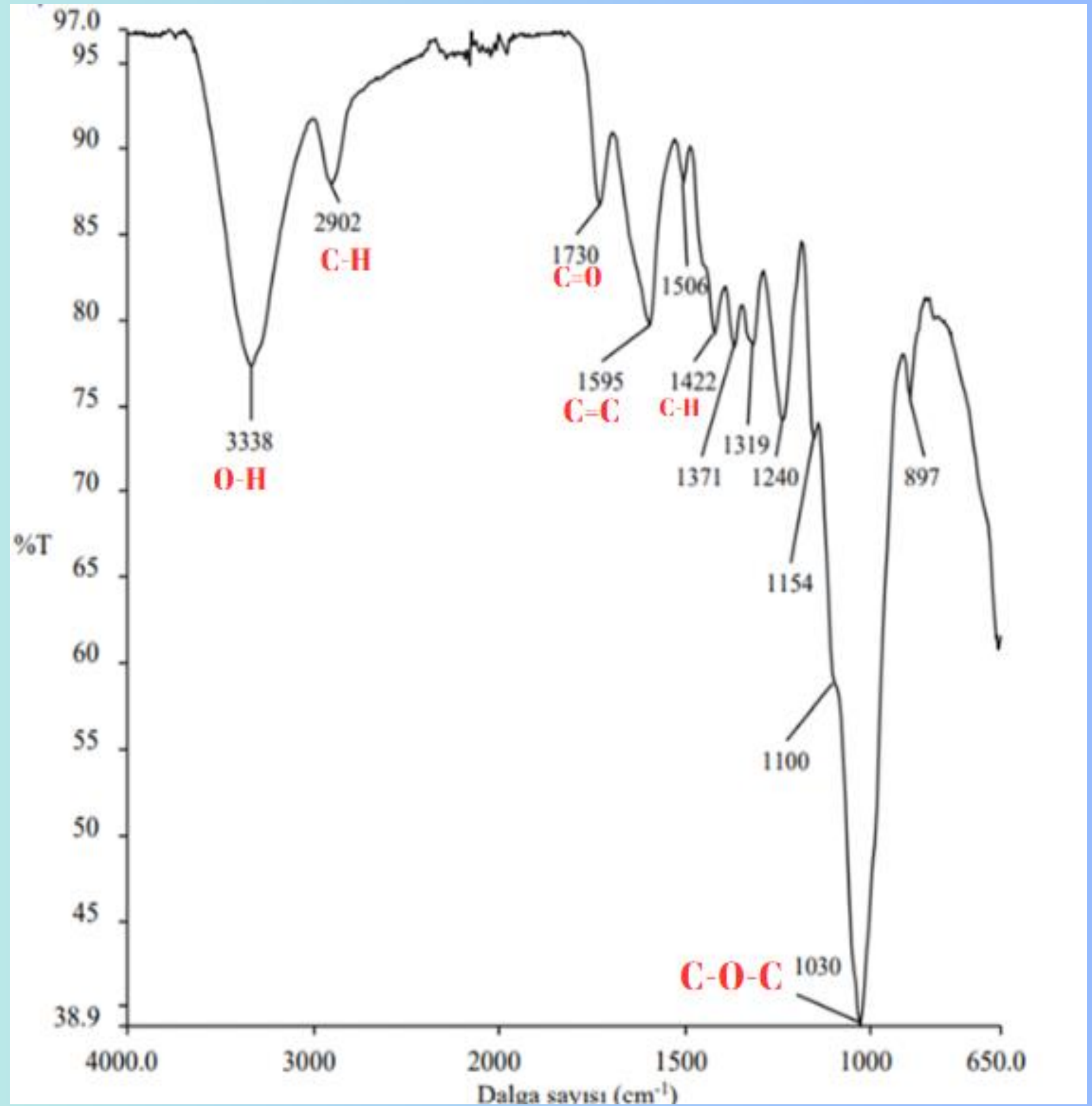
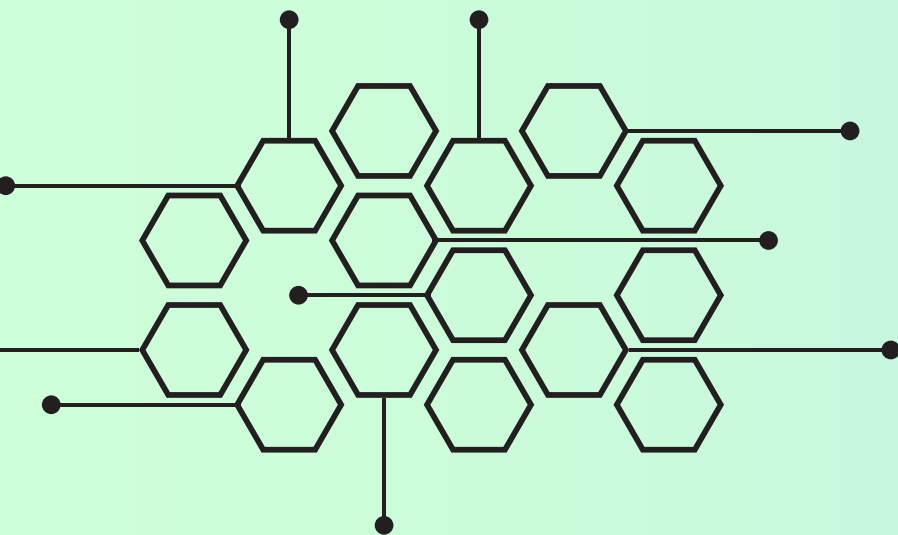


b

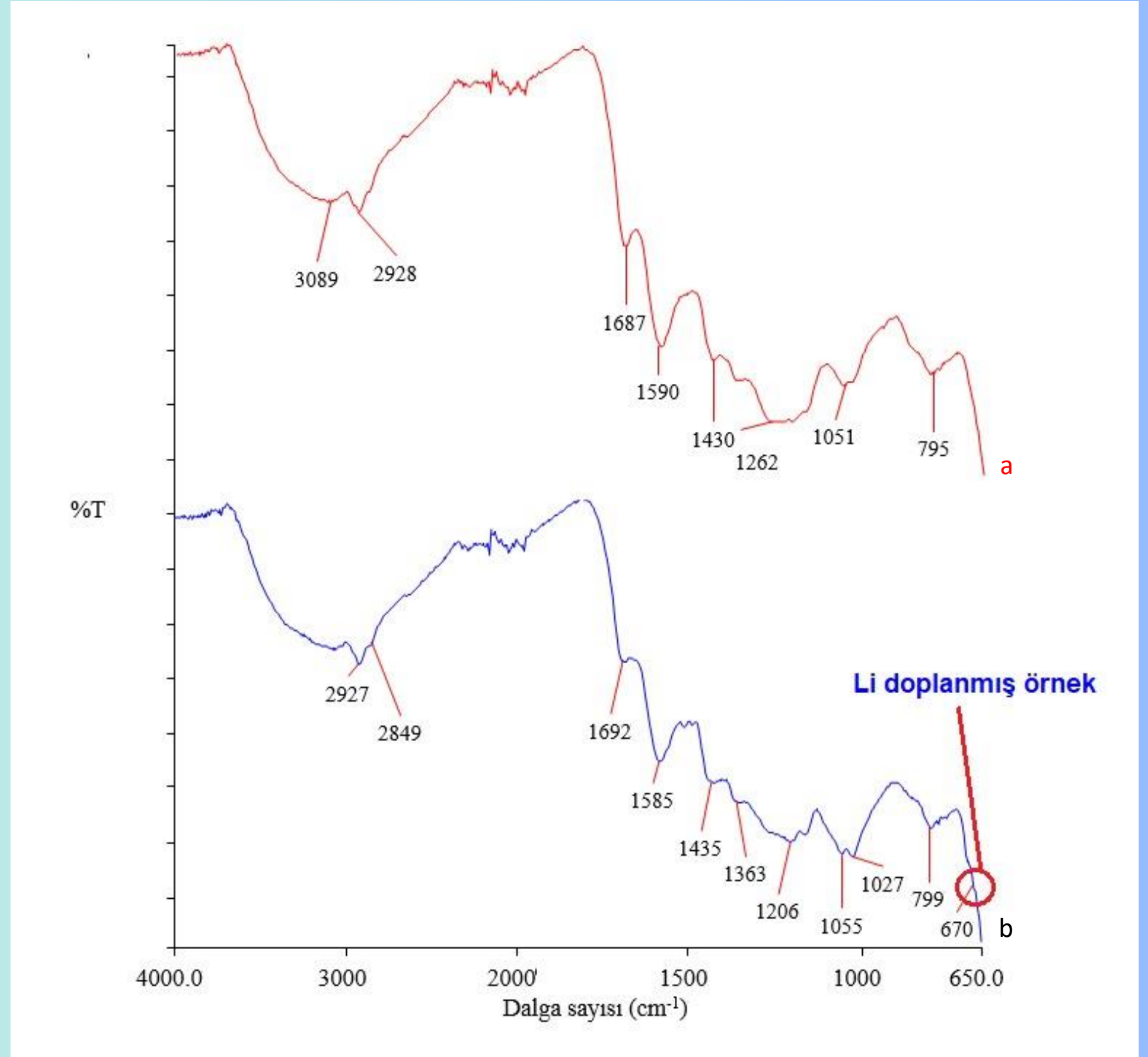
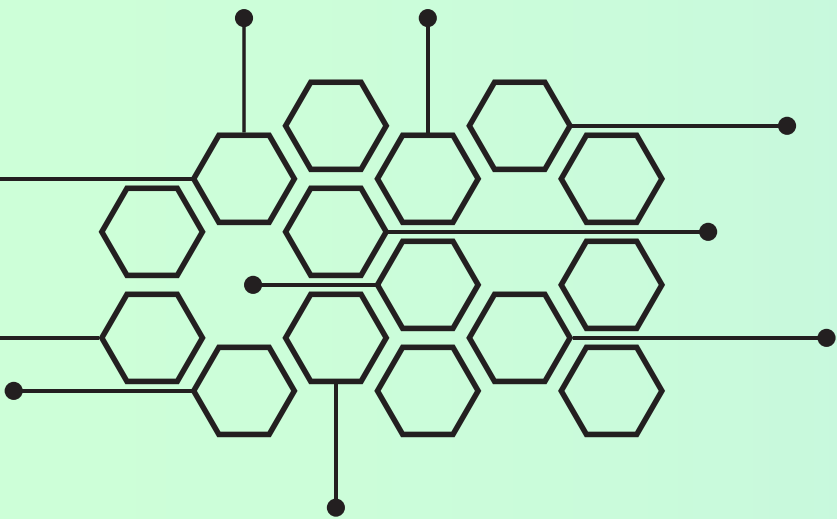
Li doplanmış örneklere (a.NaOH ile ön işlem ve b.ön işlemsiz) ait SEM görüntüleri.

# FTIR-ATR ANALİZLERİ

*Enginar sapına ait FTIR spektrumu*



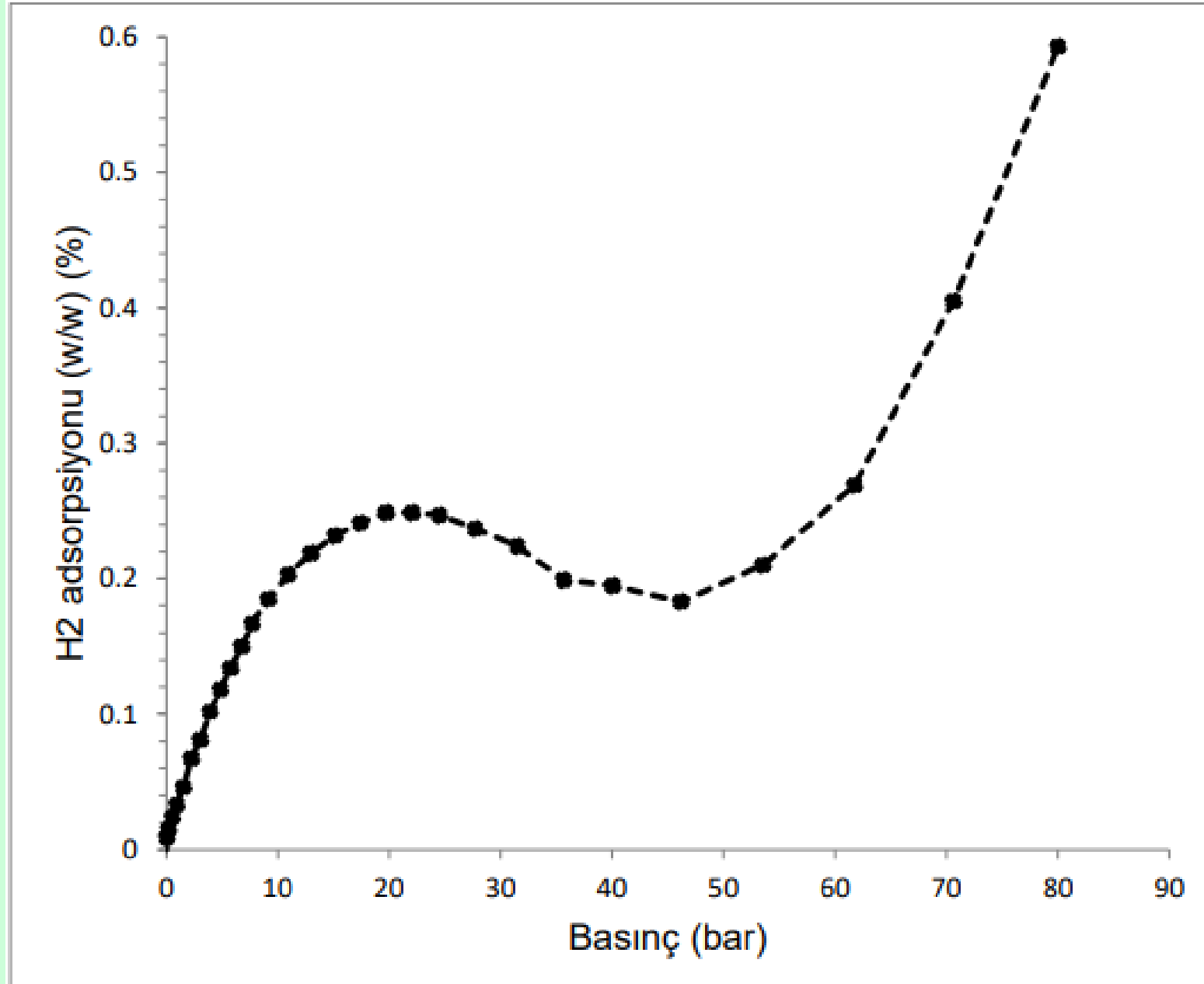
240°C'de 12 saat reaksiyon süresinde (a. NaOH ile ön işlemsiz ve b. Li doplanmış ön işlemsiz) asitli ortamda elde edilen örneklere ait FTIR-ATR spektrumları.



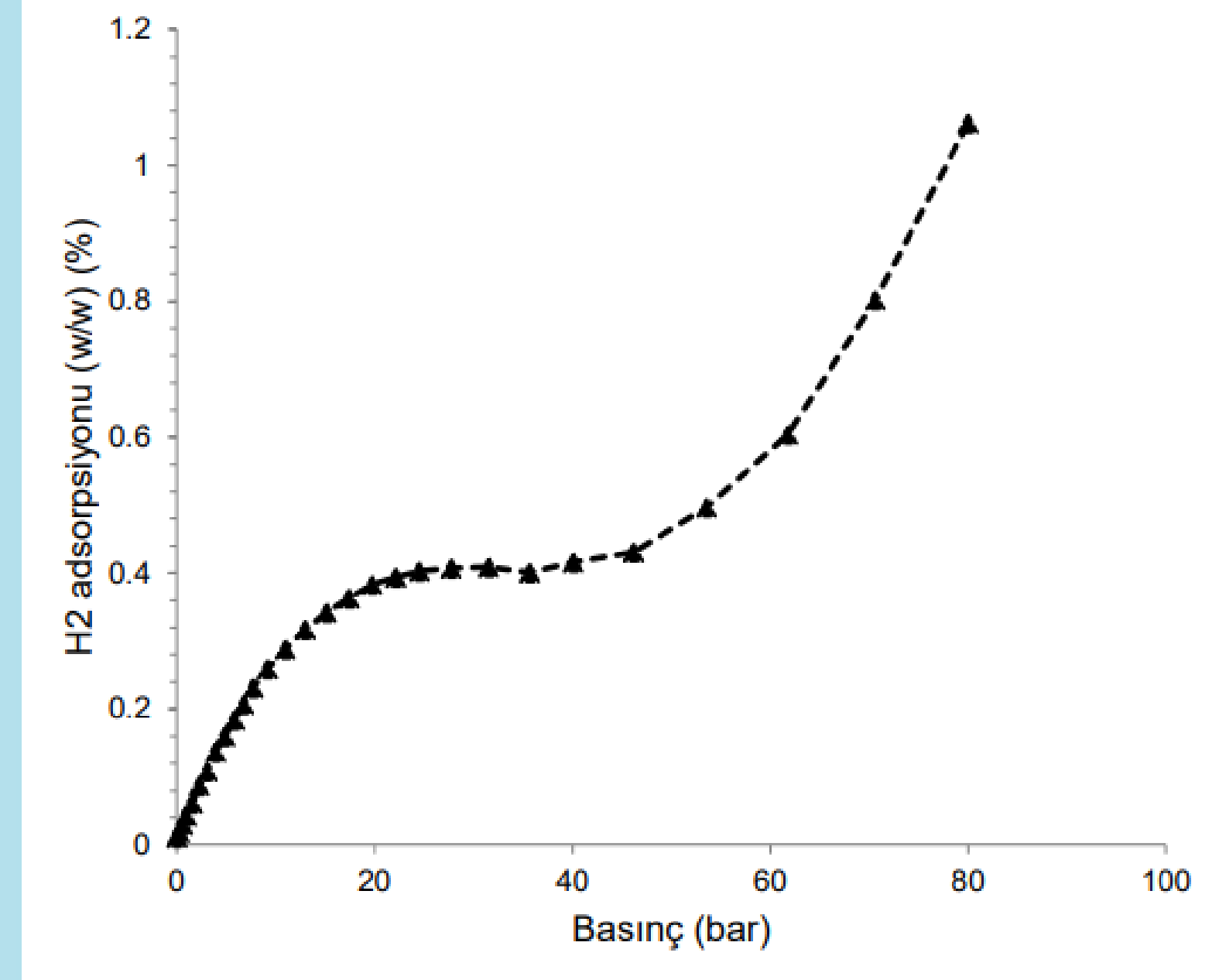
# Hidrojen Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi



a



b



a.ES-NaOH-240°C-12sa-asitli(HCl) ve b.ES-NaOH-240°C-12saasitli(HCl)-Li doplanmış karbon küre örneklerine ait hidrojen depolama kapasiteleri.

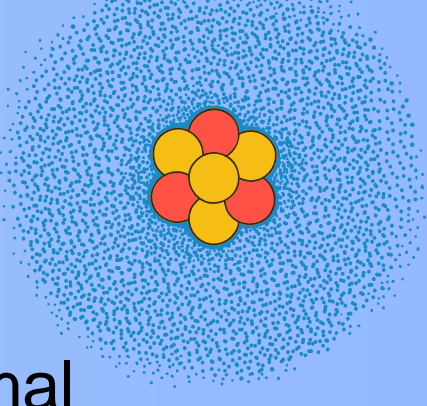
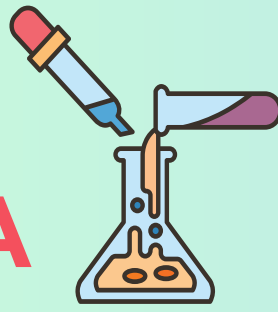




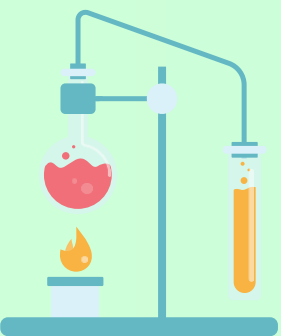
### Kısaca;

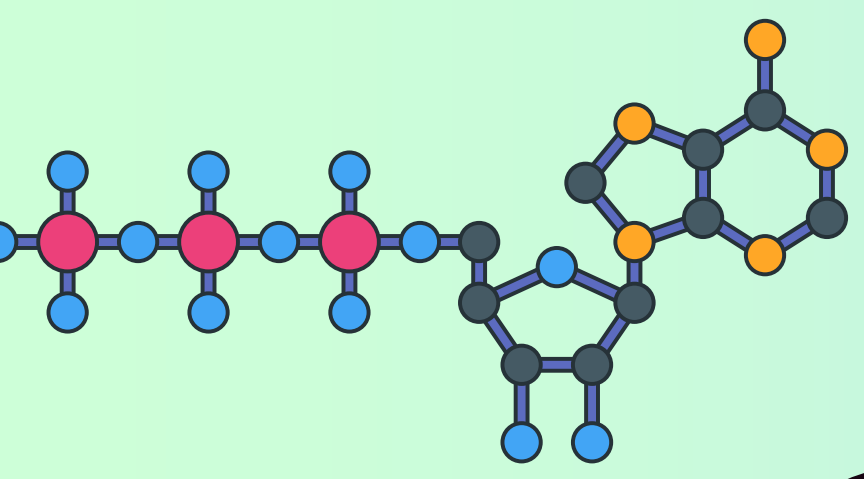
- Saf enginar sapının Nano Zetasier cihazı ile tane boyutu ölçümünün sonucu 164,2 nm olarak ölçülmüştür.
- BET ölçümleri sonucunda taneciğin yüzey alanı azaldığı için Li doplama işleminin başarılı olduğunu doğruladık.
- Sem görüntüleri sonucunda saf su ortamında karbon küre oluşumunun tam olarak gerçekleşmediğini HCl ortamında ise en homojen ve en ideal karbon küre oluşumunun 240°C 12 saatte daha belirgin olduğunu gözlemledik.
- FTIR spektrumlarında 1600-1700  $cm^{-1}$  dalga sayısında bulunan pikler C=C aromatik gerilme titreşimleri ve 1200-1300  $cm^{-1}$  C-O gerilme titreşimlerine yaklaşık 790  $cm^{-1}$  dalga sayısında var olan pikler aromatik yapıdaki C-H varlığına atfedilir. Bu pikler bize enginar sapından karbon küre oluştuğunu söylemektedir. Li doplanmış örneklerde ise 670  $cm^{-1}$ de görülen pik lityum doplandığını doğrular.
- Karbon küre yüzeyinde hidrojenin adsorpsiyonu çok tabakalıdır.
- Li doplama karbon kürelerin hidrojen depolama kapasitesini arttırmıştır.

## KAYNAKÇA



- Kızılduman, B.K., Turhan, Y., Doğan, M., 2021, Mesoporous carbon spheres produced by hydrothermal carbonization from rice husk: Optimization, characterization and hydrogen storage, *Advanced Powder Technology*, 32, 11, 4222-4234.
- Huang R., Xu X., Lee S., Zhang Y., Kim B-J., Wu Q. (2013). High Density Polyethylene Composites Reinforced With Hybrid Inorganic Fillers: Morphology, Mechanical and Thermal Expansion Performance, *Materials* 6(9) 4122-4138.
- Kılinc A.C., Atagur M., Ozdemir O., Sen I., Kucukdogan N., Sever K., Seydibeyoglu O., Sarikanat M., Seki Y. (2016). Manufacturing and Characterization of Vine Stem Reinforced High Density Polyethylene Composites, *Composites Part B Eng.* (91) 267- 274.
- Rosa S. M. L., Santos E. F., Ferreira C. A., Nachtigall S.M.B. (2009). Studies on The Properties of Rice-Husk-Filled-PP Composites-Effect of Maleated PP, *Materials Research*, 12 (3) 333-338. Saha P., Manna S., Chowdhury S.R., Sen R., Roy D., Adhikari B. (2010). Enhancement of Tensile Strength of Lignocellulosic Jute Fibers By Alkali-Steam Treatment, *Bioresource Technol.* 101(9) 3182–3187.
- Seki Y., Sarikanat M., Sever K., Durmuğkahya C. (2013). Extraction and Properties of *Ferula Communis* (Chakshir) Fibers as Novel Reinforcement for Composites Materials, *Compos. Part B Eng.* 44(1) 517-523.
- Seki Y., Seki Y., Sarikanat M., Sever K., Durmuskahya C., Bozaci E. (2016). Evaluation of Linden Fibre As A Potential Reinforcement Material For Polymer Composites, *Journal of Industrial Textiles*, 45(6) 1221–1238.
- Wang, T., Zhai, Y., Zhu, Y., Li, C. and Zeng, G. (2018). A review of the hydrothermal carbonization of biomass waste for hydrochar formation: Process conditions, fundamentals, and physicochemical properties. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 90, 223-247.
- Yang H., Yan R., Chen H., (2007), Characteristics of Hemicellulose, Cellulose and Lignin Pyrolysis, *Fuel* (86) 1781–1788.





**DİNLEDİĞİNİZ İÇİN  
TEŞEKKÜRLER**

