

# ENERJİ DEPOLAMA DERSİ

Mücahit COŞKUN

16360019

# ISI ENERJİSİ DEPOLAMA YÖNTEMLERİ VE BİNALARDA UYGULANMASI

İşlenecek Konular; ↓

- ❑ FAZ DEĞİŞİMLİ ENERJİ DEPOLAMA
- ❑ KİMYASAL ENERJİ DEPOLAMA
- ❑ SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

# FAZ DEĐİŐİŐİMLİ ENERJİ DEPOLAMA

- Uygun sıcaklık aralığında faz değiştiren maddeler enerji depolama için uygundur. Bununla birlikte faz değiştiren maddelerin yüksek gizli ısı depolama yeteneği olması gerekmektedir ve ısı depolandıktan sonra tersinir bir iŐlemlle bozunmaya uğramadan geri alınabilmelidir.
- Faz deđiőtimli bir enerji depolama sisteminin maliyeti de çok önem taŐımaktadır. Yüksek maliyetli ve zor bulunan bir madde bu sistemin uygulanabilirliğini ortadan kaldırabilir.
- Bu zellikleri karŐılayan uygun faz deđiőtimli depolama malzemeleri ile daha düşük sıcaklık aralıklarında alıŐılabılır, daha düşük hacimde depolama yapılabilir ve yüksek ısı kapasitesi nedeni ile daha çok ısıнын depolanmasına imkan verir.

# FAZ DEĐİŐİŐİMLİ ENERJİ DEPOLAMA

- Genel olarak özetlemek gerekirse,
    - ✓ yanıcı olmayan, zehirli olmayan korozif olmayan ve karalı bir kimyasal yapısı olan
    - ✓ gizli ısı depolama özelliği yüksek olan,
    - ✓ yüksek ısı iletkenliğe sahip olan,
    - ✓ faz deđiŐİŐİmi sırasında hacimsel genişlemesi düşük olan
    - ✓ maliyeti düşük olan
- maddeler faz deđiŐİŐİmlı enerji depolama yöntemi için uygundur.

# FAZ DEĞİŞİMLİ ENERJİ DEPOLAMA

Bu özelliklere sahip bir çok organik ve inorganik madde vardır.  
İnorganik maddeler,

- ✓ Yüksek gizli ısı depolama özelliğine sahip
- ✓ Yüksek ısı iletkenliğe sahip
- ✓ Yanıcı olmayan
- ✓ Ucuz

maddelerdir. Buna karşın inorganik maddelerin dezavantajları,

- ✓ Birçok metale karşı korozyon
- ✓ Faz bozunması ve hidratların kaybı

olarak belirtilebilir.

# FAZ DEĞİŞİMLİ ENERJİ DEPOLAMA

İnorganik faz değişimli enerji depolama maddelerine örnek olarak;

- ✓  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (kalsiyumklorit heksahidrat),
- ✓  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (sodyumsülfatdekahidrat),
- ✓  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  (sodyumkarbonat dekahidrat) verilebilir.

# FAZ DEĞİŞİMLİ ENERJİ DEPOLAMA

Organik maddeler;

- ✓ -Yüksek gizli ısı depolama kapasitesine
- ✓ -Kimyasal olarak kararlı bir yapıya
- ✓ -Korozif ve zehirli olmayan

bir yapıya sahiptir.

Buna karşın organik maddelerin dezavantajları;

- ✓ -Düşük ısı iletkenlik
- ✓ -Faz değişimi sırasında büyük hacim değişikliği
- ✓ -Yanıcılık

olarak belirtilebilir.

# FAZ DEĞİŞİMLİ ENERJİ DEPOLAMA

Organik faz değişimli enerji depolama maddelerine;

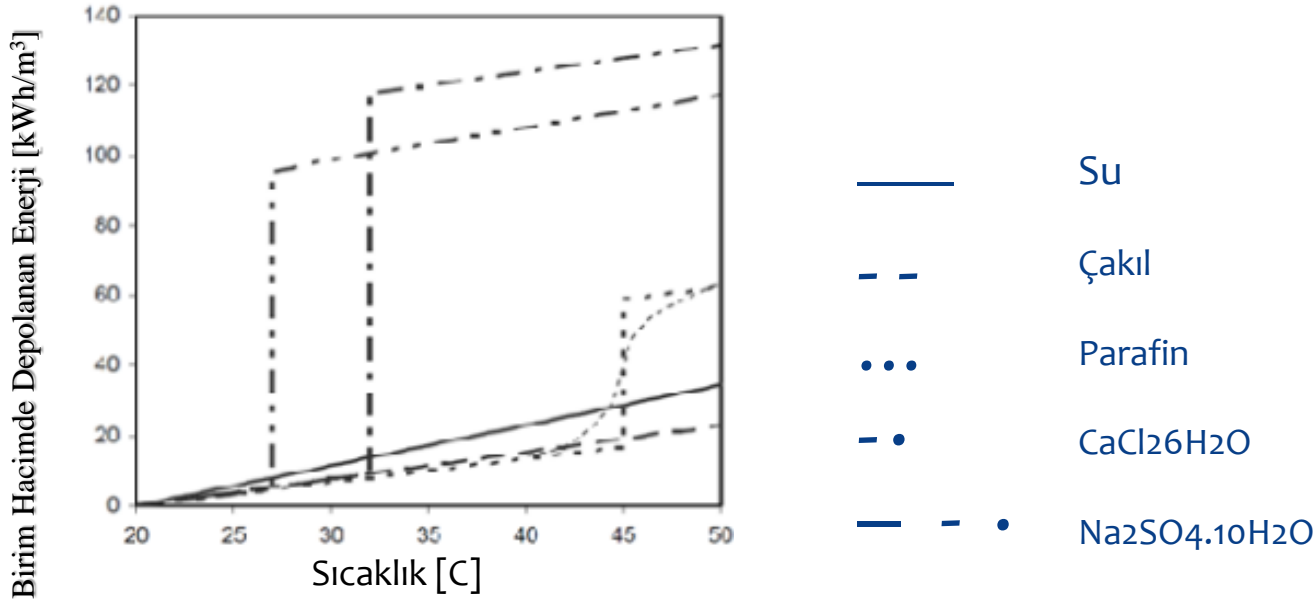
- ✓ parafin mumu,
- ✓ polietilen glikol,
- ✓ yüksek yoğunluklu polietilen,
- ✓ stearik asit ( $C_{18}H_{36}O_2$ ),
- ✓ palmitik asit ( $C_{16}H_{32}O_2$ )

rnek olarak verilebilir.



# FAZ DEĞİŞİMLİ ENERJİ DEPOLAMA

- Faz değiştiren maddelerin birim hacimdeki enerji depolama zelikleri Őekil 'de verilmiřtir.



Faz değiştiren maddelerin birim hacimdeki enerji depolama zelikleri

# FAZ DEĞİŞİMLİ ENERJİ DEPOLAMA

- Şekilde de görüleceği gibi düşük sıcaklıklarda inorganik maddelerin birim hacimde enerji depolama özellikleri diğer maddelere göre daha yüksektir. Bu özellikleri nedeni ile bina uygulamalarında yalıtım malzemesi olarak kullanılması uygundur.
- Glauber tuzu olarak bilinen  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  yaklaşık olarak  $32^\circ\text{C}$ 'de bozunmaya başlar [12].  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} + \text{enerji} \rightarrow (\text{Na}_2\text{SO}_4)_k + (10\text{H}_2\text{O})_s$  (14) Faz değiştiren bir madde ile enerji depolanmasında  $T_1$  sıcaklığından  $T_2$  sıcaklığına ısıtılan madde  $T^*$  sıcaklığında faz değiştiriyorsa ( $T_1 < T^* < T_2$ ) depolanan enerji miktarı,

$$Q_d = m[C_k(T^* - T_1) + \varphi + C_s(T_2 - T^*)]$$

olarak belirtilebilir

# FAZ DEĞİŞİMLİ ENERJİ DEPOLAMA

- Bu eşitlikte  $m$  maddenin kütlesini,  $C_k$  katı fazın ısı kapasitesini,  $C_s$  sıvı fazın ısı kapasitesini ve  $\varphi$  ise faz değişimi sırasında depolanan gizli ısıyı ifade etmektedir.
- Isı kaynağının yapısına ve depolama maddesinin termofiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak güneş enerjisi uygulamalarında faz değiştiren maddelerle depolama kullanım alanları bulmaya başlamıştır.
- Nano ya da makro ölçekli bu uygulama alanlarının artması ve depolama maddelerindeki fiziksel ve kimyasal özelliklerin iyileştirilmesi ile faz değişimli depolama elemanlarının uygulama alanları da artacaktır.

# FAZ DEĐİŐİŐİMLİ ENERJİ DEPOLAMA

- Zhang ve arkadaşları, çalışmalarında faz değiştiren maddelerle gizli ısı depolama yöntemlerinin binalarda uygulanabilirliğini incelemişlerdir.
- Faz deđiőtimli maddelerin binanın deđiőtik kısımlarında kullanılması ile elde edilebilecek ısı analizleri yapmışlardır. Faz deđiőtimli maddelerin kullanılmasında bir diğer önemli parametrede yangın anında tutuşabilirlik olduğunu ve bu konunun da ısı performans yanında geliştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

# FAZ DEĞİŞİMLİ ENERJİ DEPOLAMA

- Güneş enerjisi destekli bir ısıtma sisteminde ısı depolama işleminin su ve Glauber tuzu ile yapılması durumunu inceleyelim.
- Isı Glauber tuzunda depolanırsa, tuz 32°C’de faz değiştirecektir. Glauber tuzu için katı, sıvı özgül ısıları ve gizli ısı değerleri sırasıyla,
  - ✓ 1.95 kJ/kgK, 3.55 kJ/kgK ve 250 kJ/kgK olarak alınır .
- Isı depolama işlemi 25 °C ve 50 °C arasında yapılacaksa depolanan enerji miktarı 328 kJ/kg olarak bulunur.

# FAZ DEĞİŞİMLİ ENERJİ DEPOLAMA

- 1000 kg tuz için depolanan toplam enerji miktarı ise, 328,000 kJ'dür.

Aynı miktar su ile 25 °C ve 50 °C arasında yapılacak duyulur ısı depolama işleminde ise 104,500 kJ ısı depolanabilir.

- Depo hacmi ise, Glauber tuzu için 0.685 m<sup>3</sup> ( $\rho = 1460 \text{ kg/m}^3$ ) ve su için 1 m<sup>3</sup> ( $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ) olacaktır.

(Özgül ısıların ve yoğunluğun sıcaklıkla değişimi ihmal edilmiştir.)

# FAZ DEĞİŞİMLİ ENERJİ DEPOLAMA

- Sonuç olarak yaklaşık %30 daha küçük depo hacmi kullanılarak yaklaşık 3 kat daha fazla enerji depolanabilmektedir.
- Başka bir deyişle aynı miktar ısıyı depolamak için 3 m<sup>3</sup> 'lük bir hacim gereklidir.
- Bu ise yerleşim sorunu olan ya da m<sup>2</sup> fiyatının çok değerli olduğu alışveriş merkezleri gibi binalarda büyük miktarda yer tasarrufu sağlayacaktır.

# KİMYASAL ENERJİ DEPOLAMA

- Termokimyasal bir reaksiyon ile enerji depolanması isteniyorsa bu reaksiyon ürünleri kolayca ayrılabilir ve başka zincir reaksiyonlara girmemelidir.
- Genel bir ifade ile reaksiyon,  
 $AB + 1s_1 \leftrightarrow A + B$  şeklinde olmalıdır. Buna karşın düşük sıcaklık uygulamalarında bu tip enerji depolama örnekleri çok azdır.
- Kato ve arkadaşları [14], güneş enerjisi ve içten yanmalı motorların atık ısısından faydalanmak üzere orta sıcaklık uygulamalarında (200-300°C) metal hidrit karışımlarının ısı depolama performans testlerini gerçekleştirmişlerdir



# KİMYASAL ENERJİ DEPOLAMA

- Çalışmada kullanılan karışımın,  $Mg_{0.5}Ni_{0.5}(OH)_2$ , ısı depolama kapasitesini 165 kJ/kg olarak belirtmişlerdir.
- Weber ve Dorer , çalışmalarında, NaOH'in sulu çözeltilerinin mevsimsel ısı depolama yeteneğini incelemişlerdir.
- Isı kaybının diğerlerine göre çok az olduğu bu sistemlerde gerçekleştirdikleri deneysel çalışmalar sonucunda, Zürich iklim şartlarında 120 m<sup>2</sup> 'lik bir evin iklimlendirmesini gerçekleştirmişlerdir

# SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

- Bu çalışmada, ısı enerjisi depolama yöntemleri ele alınmıştır. Isı enerjisi sıvılarda ortamlarda, katı ortamlarda, mevsimsel, kimyasal ve faz değişimli ortamlarda depolanabilmektedir.
- Binalarda enerji tüketiminin büyük bölümünü oluşturan ısı enerjisinin, depolama yöntemleri ile azaltılması zorunlu hale gelmiştir.
- Isı enerjisinin sıvılarda depolanması ile düşük sıcaklıklı radyant ısıtma sistemlerinin kombinasyonu, enerji ekonomisi bakımından olumlu sonuçlar verecektir.
- İş akışkanı olarak havanın kullanılması durumunda katılarda enerji depolama yöntemi kullanılmalıdır.

# SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

- Katılarda enerji depolama sistemlerinde depo sıcaklığı yaklaşık 5 saat sabit kalmaktadır. Kesikli çalışan bu sistemler bina uygulamalarının dışında daha özel kullanım alanları için uygundur.
- Isı enerji mevsimsel olarak depolandığında toprak özellikleri ya da yer altı su rejimi önem kazanmaktadır.
- Detaylı bir ön etüt yapılarak mevsimsel depolamanın yapılacağı bölgede toprak özellikleri (ısı iletkenlik) belirlenmelidir. Yeraltı deposunun bina ısı pompası sistemine kombine edilmesi ile daha verimli kullanılabilir.

# SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

- Faz değişimli maddelerde ısı enerji depolanmasında organik ve inorganik maddeler kullanır.
- Kullanım amacı göre seçilecek olan depolama maddesinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir.
- Kristalizasyon, aşırı soğuma v.b. istenmeyen etkilerin sistem tasarımında ve işletmesinde etkisi büyüktür ve ömür analizi yapılarak karar verilmelidir.
- Ayrıca yangın anında bu maddelerin alevlenme özelliği de araştırılarak binalara uygulanmalıdır.

# SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

- Yukarıda belirtilen yöntemler ile binalarda ısı enerjisinin depolanmasıyla binalarda enerji tüketimi azalacaktır.
- Özellikle hastane, alışveriş merkezi gibi büyük binalarda ısı enerjisinin depolanması ile enerji verimliliği sağlanmış olacaktır.
- Ortak kullanım sahası olan bu tip büyük binalarda enerjinin verimli kullanılması büyük miktarda ekonomik ve çevresel faydalar oluşturacaktır



# KAYNAK

- [www.politeknik.gazi.edu.tr/index.php/PLT/article/download/104/102](http://www.politeknik.gazi.edu.tr/index.php/PLT/article/download/104/102)
- Politeknik Dergisi Cilt:13 Sayı:1 syf. 33-42, 2010