



# Enerji Depolama Dersi

Isı Enerjisi Depolama Yöntemleri ve Binalarda  
Uygulanması

Cihat DEMİREL-16360030

# İçindekiler

- Giriş
- ISI ENERJİSİ VE ISI ENERJİSİNİN DEPOLAMASI
- SIVILARDA ENERJİ DEPOLAMA

# GİRİŞ

- Enerji tüketimi yönünde yapılan projeksiyon çalışmaları, 2030 yılında, kurulu gücümüzün yaklaşık iki kat artacağını öngörmektedir.
- Enerji üretimi, genel olarak fosil yakıtlarla karşılanmaktadır ve fosil yakıtların yanması sonucu oluşan CO<sub>2</sub> küresel ısınmanın nedeni olarak gösterilmektedir.
- Atmosferdeki CO<sub>2</sub> oranı, Mart 2009 verilerine göre hacimsel olarak 387 ppm olarak belirlenmiştir. Nüfustaki hızlı artış ve enerji talebindeki buna bağlı artışın bu hızda seyretmesi sonucu atmosfere salınan CO<sub>2</sub> miktarı da aynı oranda artacaktır.

# GİRİŞ

- Uluslararası kuruluşlar bu konuda birçok çalışma gerçekleştirmişlerdir.
- Ülkemizde dahil olduğu Kyoto Protokolü de bu çalışmalardan bir tanesi olup sera gazı emisyonlarının azaltılması en önemli hedef olarak ortaya konulmuştur.
- Bu emisyonların azaltılmasında, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının arttırılması ve enerji verimliliği çalışmaları yer almaktadır.

# GİRİŞ

- Binalarda enerji tüketim profili incelenecek olursa, iklimlendirme uygulamalarında harcanan enerji, genel tüketim içinde yaklaşık %80'lik bir paya sahiptir.
- Yalıtım uygulamaları, verimi yüksek ev aletlerinin ve aydınlatma sistemlerinin kullanımı ve yenilenebilir enerji kaynaklarının binalara entegrasyonu ile bu pay azaltılmaya çalışılmaktadır.
- Bu uygulamaların yanısıra ısı enerjisinin depolanması ve binalarda kullanılması da binalar için enerji tüketimini azaltacaktır.

# GİRİŞ

- Bu çalışmada, ısı enerjisinin depolama yöntemleri olan sıvılarda depolama, katılarda depolama, mevsimsel depolama, kimyasal depolama ve faz değişimli maddelerde depolama yöntemleri incelenmiştir.
- Bu yöntemlerin seçiminde dikkat edilmesi gereken noktalar belirtilmiştir.

# ISI ENERJİSİ VE ISI ENERJİSİNİN DEPOLAMASI

- Isı enerjisi bir maddeyi oluşturan atom veya moleküllerin, kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamıdır ve atomik veya moleküler titreşimler sonucu oluşur.
- Isı enerjisi, maddenin iç enerjisindeki değişimle duyulur ısı, gizli ısı, tepkime ısı ya da tüm bunların birleşimi olarak depolanır.
- Duyulur ısı depolama metodunda, depolama maddesinin sıcaklığındaki değişim sonucunda ortaya çıkan duyulur ısıdan yararlanır.
- Gizli ısı depolamasında, faz değişimi gösteren maddeler kullanılır.

# ISI ENERJİSİ VE ISI ENERJİSİNİN DEPOLAMASI

- Depolamaya uygun sıcaklık aralığında depolama maddesinin faz değiştirmesiyle ortaya çıkan gizli ısı belirlenir.
- Bu amaçla belirli sıcaklıklarda ergime, buharlaşma veya diğer faz değişimlerine uğrayan maddelerden yararlanılır.
- Termokimyasal depolama metodunda ise ısı enerjisi bir bileşiğin bağ enerjisi olarak depolanabilir ve aynı enerji tersinir kimyasal tepkimelerle serbest bırakılabilir.



# ISI ENERJİSİ VE ISI ENERJİSİNİN DEPOLAMASI

- Isı enerjisi depolaması kullanım süresine göre ikiye ayrılır.
- Bunlar kısa süreli depolama (gece-gündüz) ve uzun süreli depolama mevsimlik (yaz-kış)'dır.
- Kullanım amacına ve sıcaklığına göre sıcak depolama, soğuk depolama veya her iki amaç için sıcak ve soğuk depolama yapılabilir.
- Uzun dönem depolama ile hedeflenen, yazın sıcaklığını depolayıp kışın kullanmak, veya kışın soğukunu depolayıp yazın kullanmaktır.
- Isı enerjisinin depolaması, enerjinin elde edilmesiyle kullanımı arasındaki yer ve zaman farkını kapatarak, hem ısıtma hem de soğutma için alternatif çözümler verir.
- Konut, sanayi, tarım ve ulaşım sektörlerinde uygulanan depolama, elektrik enerjisi ve kömür, doğal gaz, petrol gibi fosil yakıtlardan tasarruf sağlayarak enerji verimliliğini artırmaktadır.

# ISI ENERJİSİ VE ISI ENERJİSİNİN DEPOLAMASI

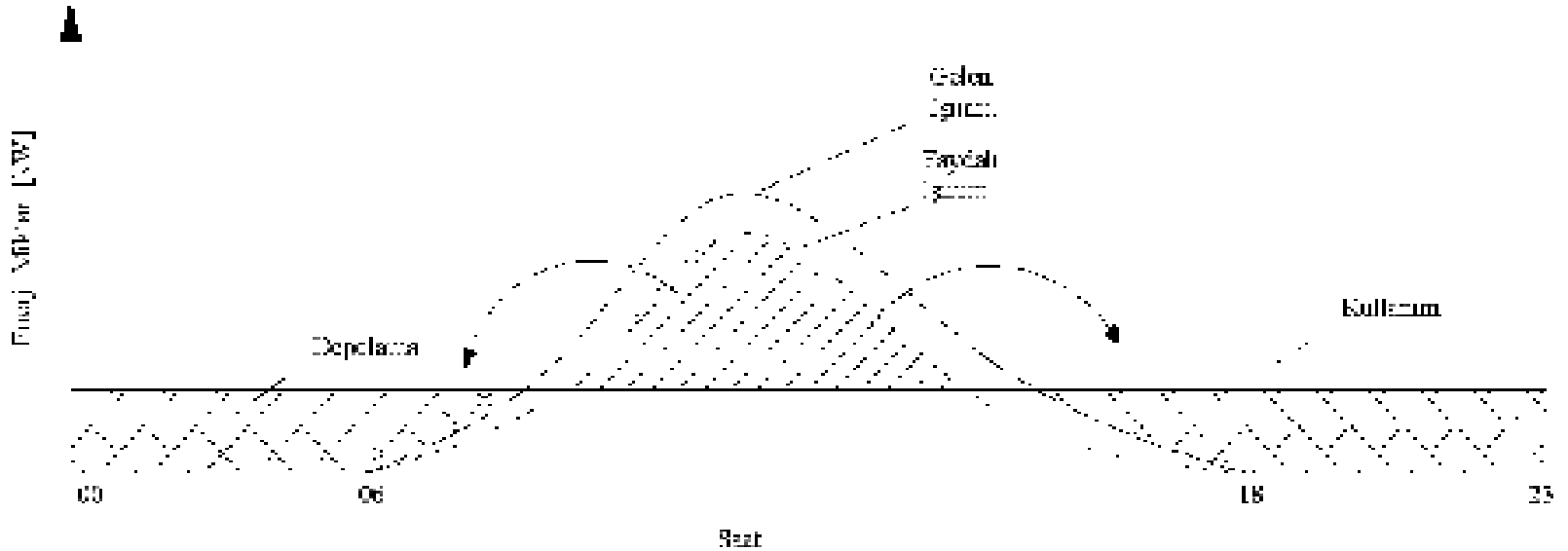
- Isı depolama, enerji verimliliği ve enerjinin sürdürülebilirliği açısından çok önemlidir.
- Günümüzde bu konu ile ilgili çalışmalar hızla devam etmektedir ve uygulama açısından kullanılmakta olan başlıca depolama yöntemleri aşağıda belirtilmiştir.
  - a. Katılarda depolama
  - b. Sıvılarda depolama
  - c. Mevsimsel depolama
  - d. Kimyasal depolama
  - e. Faz değişimli maddelerle depolama

# ISI ENERJİSİ VE ISI ENERJİSİNİN DEPOLAMASI

- Depolamanın yapılabilmesi için bir ısı kaynağına ihtiyaç vardır.
- Bu ısı kaynağı bir santralin atık ısı olabileceği gibi güneş enerjisi, jeotermal enerji vb. ısı kaynaklı sistemler olabilir.
- Güneş enerjisi zamana bağlı olarak değişim gösteren ve kesikli yapıya sahip bir enerji türüdür.
- Bu özelliği nedeni ile güneş enerjisine bağlı olarak çalışan sistemlerin yük faktörü kesiksiz yapıya sahip enerji türlerine göre daha düşüktür.
- Güneş enerjisinden elde edilen ısı enerjisinin depolanması ile yük faktörü artmakta, bunun sonucunda da sistemlerin geri ödeme süreleri kısaltılmakta ve sistemler ekonomik hale gelmektedir.

# ISI ENERJİSİ VE ISI ENERJİSİNİN DEPOLAMASI

- Güneş enerjisinin depolanabilmesi için genel sistem yapısında güneş kolektörü, depolama ünitesi, iklimlendirme cihazları, ek enerji kaynakları ve kontrol sistemleri bulunmalıdır.
- Bu sistemler ile elde edilebilecek iş akışkanı sıcaklığı ise güneş ışınımına bağlılık göstermektedir.



Şekilde günlük ortalama güneş ışınımının yüke bağlı değişimi gösterilmiştir

# ISI ENERJİSİ VE ISI ENERJİSİNİN DEPOLAMASI

- Gelen ışınım güneşten gelen enerjiyi, faydalı ışınım ise optik ve ısı kayıplar neticesinde faydalanılabilen enerji miktarını göstermektedir.
- Kullanım değişkenlik göstermekle birlikte şekilde gün boyunca sabit olarak gösterilmiştir.
- Kullanım doğrusunun üzerinde kalan faydalı ışınım bölgesinin depolanması ile güneş ışınımının olmadığı saat dilimlerinde de bu enerji kaynağından faydalanılabilir

# ISI ENERJİSİ VE ISI ENERJİSİNİN DEPOLAMASI

- Bu depolama işleminin gerçekleştirilmesinde birçok parametre etkin olmaktadır.
- Depolama işlemi için seçilecek ortam, yapılacak işlem türü ile doğrudan ilgilidir. Örneğin, su ısıtma sisteminde duyulur ısı yolu ile depolama, hava ısıtma sisteminde ise çakıl taşı yatakları daha etkindir.
- Bir binanın pasif olarak ısıtılması işleminde ısı enerjisinin bina duvarlarında depolanması gerekir.

# ISI ENERJİSİ VE ISI ENERJİSİNİN DEPOLAMASI

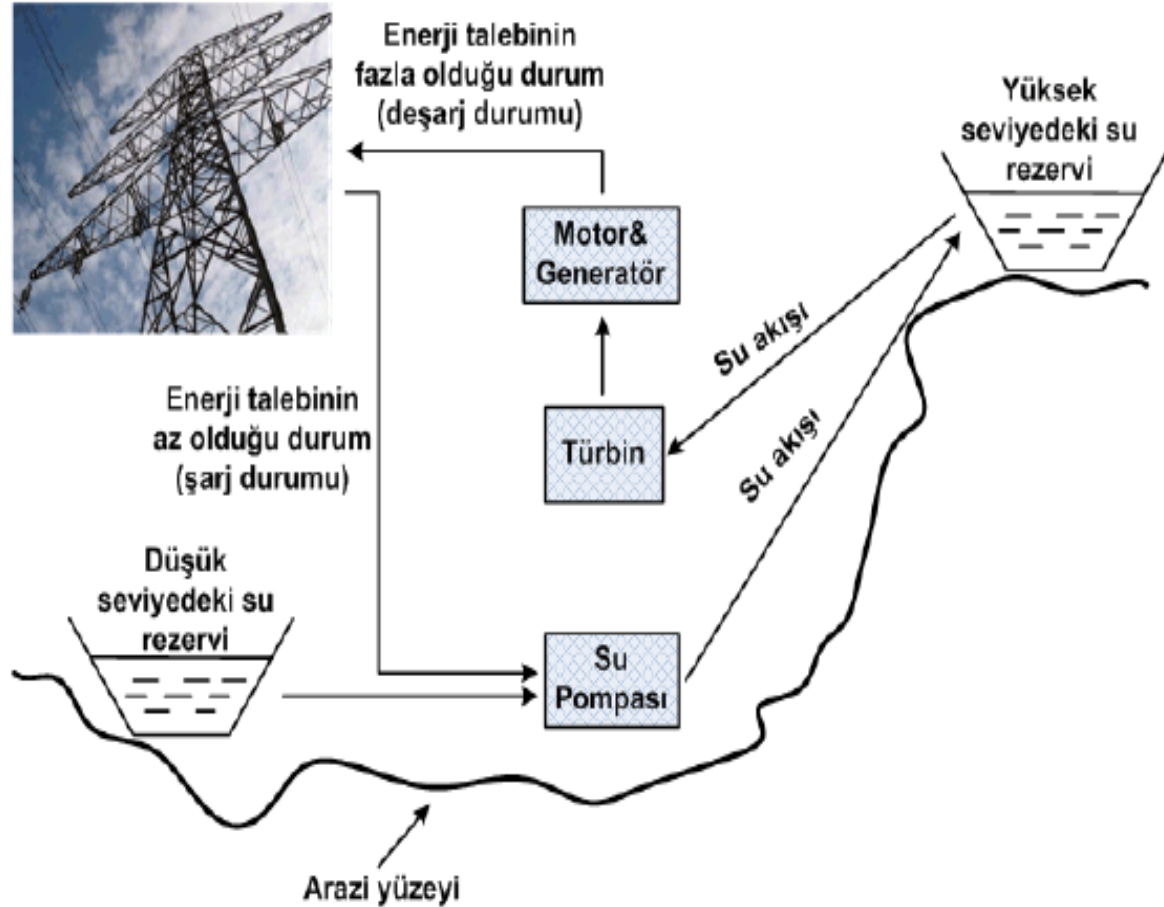
- Bir depolama sisteminin seçiminde en önemli parametreler aşağıda belirtilmiştir.
  - a. Birim hacimdeki depolama kapasitesi
  - b. Çalışma sıcaklığı
  - c. Depolama ünitesi içinde sıcaklık katmanlaşması
  - d. Isının depolama ya da çekilmesi sırasındaki güç tüketimi
  - e. Depolama hacminin dış malzemesinin seçimi
  - f. Depolama hacminde ısı kayıpların önlenmesi
  - g. Maliyet

# ISI ENERJİSİ VE ISI ENERJİSİNİN DEPOLAMASI

- Buna göre, depolama ortamı seçiminde birim hacimde depolama kapasitesi yüksek olan malzemelerin seçimi ile aynı hacimde daha çok ısı depolanabilir.
- Depolama hacmine giren ve çıkan akışkan sıcaklığı, depolama hacmi malzemesinin yapısını bozmayacak sıcaklık aralığında olmalıdır.
- Isının depolama sistemine verilmesi sırasındaki güç tüketimi, minimum düzeyde olmalıdır.
- Depolama hacminin dış malzemesi, dış ortam şartlarına uygun olarak seçilmeli ve depolama hacmindeki malzemedен etkilenmemelidir.
- Depolama hacminden olabilecek ısı kayıpları sistemin performansını düşüreceği için uygun yalıtım malzemesi ile ısı kayıplarının azaltılması gerekmektedir.
- Sistem için yapılacak harcamalar, yatırımı en kısa sürede geri ödeyebilmelidir.



# SIVILARDA ENERJİ DEPOLAMA



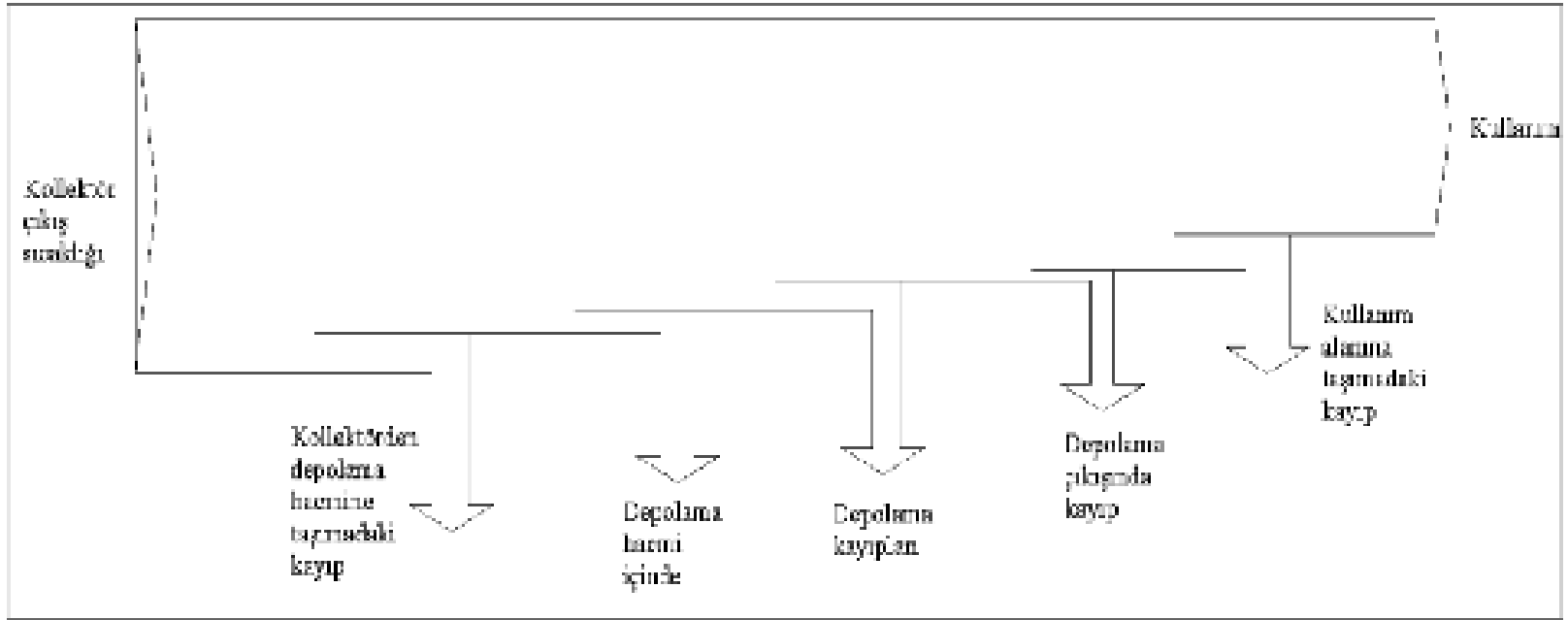
Şekil 1. Tipik bir pompalanmış su tabanlı enerji depolama ünitesinin şematiği

# SIVILARDA ENERJİ DEPOLAMA

- Isıl enerjinin en yaygın olarak depolandığı ortam sudur.
- Ülkemizde de sıcak iklim bölgelerinde kullanım sıcak suyu için güneş kolektörleri ve depolama tankları kullanılmaktadır.
- Güneş enerjisinden elde edilen ısının depolanması sırasında, kolektör çıkış sıcaklığı ile kullanım öncesi sıcaklık arasında depolama hacminde ve taşınım sırasında ısı kaybına bağlı olarak sıcaklık düşümü gözlenir.

# SIVILARDA ENERJİ DEPOLAMA

Bu kayıplar Şekil 2'de belirtilmiştir.



Bir depolama sisteminde ısı kaybı sonucunda meydana gelen sıcaklık düşümleri

# SIVILARDA ENERJİ DEPOLAMA

- Güneş enerjisi sistemlerinde en yaygın olarak kullanılan iş akışkanı sudur.
- Sistemdeki su bir kontrol hacmi olarak göz önüne alınırsa suyun dolaşımı ile depolama hacmi de dolaşacağı için kollektörden depolama hacmine olan taşıma kayıpları ortadan kalkacaktır.
- Su dolaşımı, doğal ya da zorlanmış olarak sağlanabilir.
- Doğal dolaşımında yoğunluk farkı etken kuvvet iken zorlanmış taşınımında bir sirkülasyon pompası ile dolaşım sağlanır.

# SIVILARDA ENERJİ DEPOLAMA

- Herhangi bir sıvının, sabit sıcaklıkta ve sonlu bir sıcaklık farkında enerji depolama

$Q_d = (mC_p)_d \cdot \Delta T_d$  olarak belirtilebilir.

- $Q_d$  toplam ısı kapasitesini,  $m$  kütleyi,  $C_p$  sabit basınçta özgül ısıyı ve  $\Delta T$  ise sıcaklık farkını belirtmektedir. Isı sığası,  $m \cdot C_p$  olarak bilinir ve Eş. 1'de de belirtildiği gibi direkt olarak depolama hacmi malzemesi seçiminde en önemli etkidir.

# SIVILARDA ENERJİ DEPOLAMA

- Bir depolama hacmi için enerji denkliği  $(mC_p)_d \frac{dT_d}{dt} = Q_g - Q_c - (UA)_d (T_d - T_{\text{çev}})$  şeklinde belirtilebilir.
- Eş.2'nin sağ tarafındaki  $Q_g$  ve  $Q_c$  sırası ile kollektörden gelen enerjiyi ve yük nedeni ile depodan çekilen enerjiyi göstermektedir. Son terim ise depodan çevreye olan ısı kaybını göstermektedir.

# SIVILARDA ENERJİ DEPOLAMA

- Belirli bir zaman aralığı için Eş.2 integre edilirse,

$$T_d' = T_d + \frac{\Delta t}{(mc_p)_d} (Q_g - Q_\varphi - (UA)_d (T_d - T_{\text{cev}}))$$

olarak bulunur.

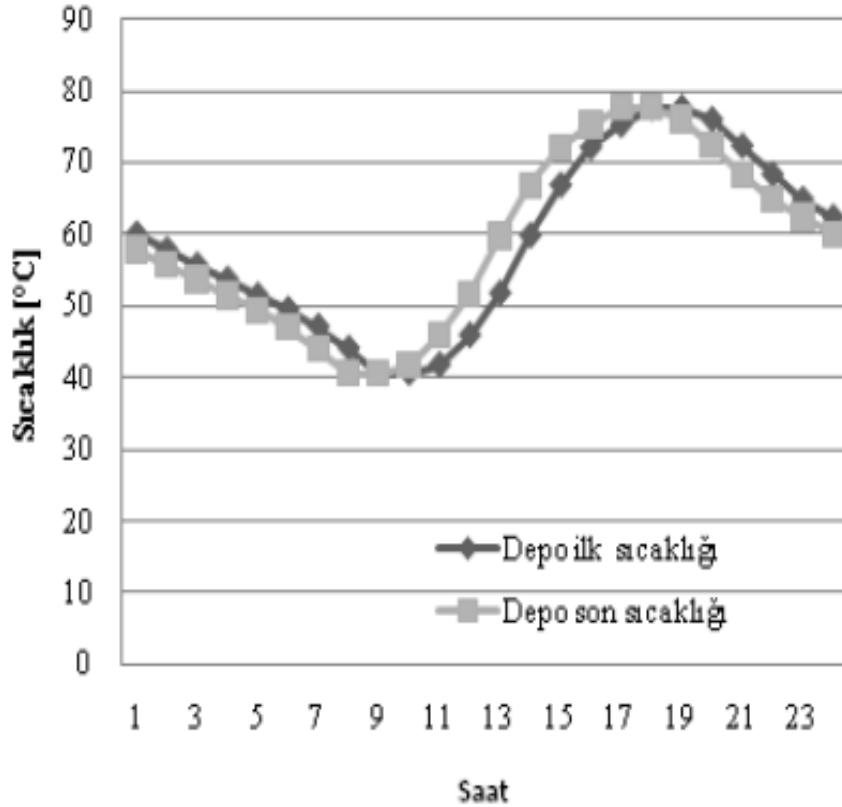
- Eş. 3'te ' deponun belli bir zaman sonundaki sıcaklığını,  $T_d$  ise deponun belirli zaman aralığındaki başlangıç sıcaklığını göstermektedir.

- Tablo 1’de bir depo için günlük sıcaklık değişimleri belirtilmiştir. Deponun ilk sıcaklığı 60°C olup yükü karşılamak için ısı, 09:00’a kadar depodan çekilmektedir.
- 19:00’a kadar depoya ısı girişı olmaktadır ve gün sonunda depo sıcaklığı yine 60°C olarak bulunmuştur.

Tablo 1. Bir depo için günlük sıcaklık değişimi

Saat	Qg[MJ]	Qç [MJ]	Td1 [C]	Td2 [C]	Saat	Qg[MJ]	Qç [MJ]	Td1 [C]	Td2[C]
1	0	12	60.0	57.8	13	67	15	51.7	59.8
2	0	12	57.8	55.7	14	64	18	59.8	66.9
3	0	11	55.7	53.7	15	51	16	66.9	72.2
4	0	13	53.7	51.4	16	41	19	72.2	75.3
5	0	11	51.4	49.5	17	32	15	75.3	77.7
6	0	14	49.5	47.1	18	18.5	16	77.7	77.7
7	0	18	47.1	44.0	19	11	19	77.7	76.1
8	0	21	44.0	40.5	20	0	21	76.1	72.4
9	21	20	40.5	40.6	21	0	23	72.4	68.4
10	26	18	40.6	41.7	22	0	20	68.4	64.9
11	41	14	41.7	45.9	23	0	14	64.9	62.4
12	51	13	45.9	51.7	24	0	13	62.4	60.0





Şekil 3. Deponun günlük sıcaklık dağılımı

- Deponun en yüksek sıcaklığı  $77.7^{\circ}\text{C}$  olarak bulunmuştur. Şekil 3'te sıcaklık dağılımı grafik olarak gösterilmiştir.
- Şekil 3'te belirtildiği gibi ısı, 09:00'a kadar depodan çekilmektedir.
- Güneş enerjisinin tekrar devreye girmesi ile gün içinde depo sıcaklığı artmıştır ve gün batımından sonra depo sıcaklığı tekrar azalmaya başlamıştır.



- <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/254805>
- **Politeknik Dergisi Cilt:13 Sayı: 1 s. 33-42, 2010**