



Yazılımların-enerji tüketim ilişkisinin çevresel ve ekonomik etkileri ve alınması gereken önlemler

12.12.2019

NEDEN ENERJİ?

- Global ortalama sıcaklık endüstri öncesi döneme göre **1** derece arttı.
- Karbon dioksit oranı 400 ppm seviyesinde (400.000 yılın en yükseği)
- Yılda **36 milyar ton** karbon salınımı yapılıyor.

%25



%15



%10



SUNUM AKIŐI

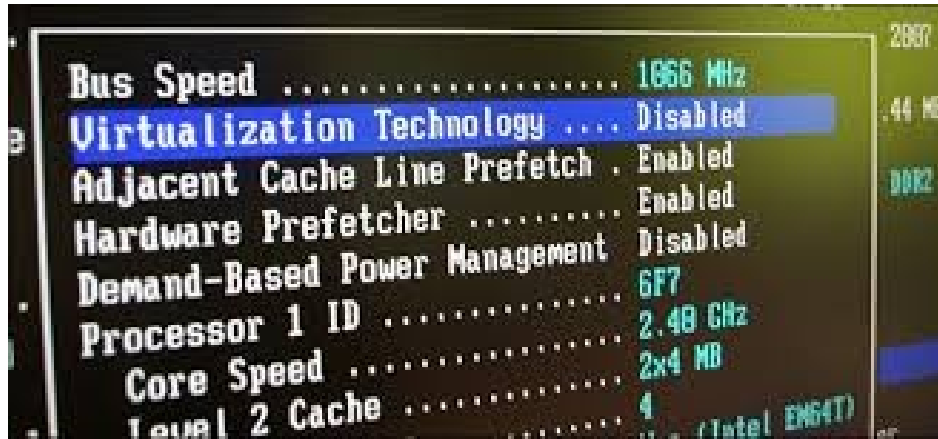
- Yazılım nedir?
- Bilgisayar enerji tüketimi
- Yazılımlarda enerji tüketimi
- Yazılım-pil ilişkisi
- Yazılım iyileştirmeleri
- Çevresel etkiler
- Alınabilecek önlemler
- Sonuç

Yazılım nedir?

Yazılım bir dizi komut grubu, veri veya programdır. Bu programlar bilgisayarları işletmek veya belirli bir görevi icra etmek için kullanılır.



Yazılım türleri



Bilgisayar enerji tüketimi



200 W/saat



100 W/saat

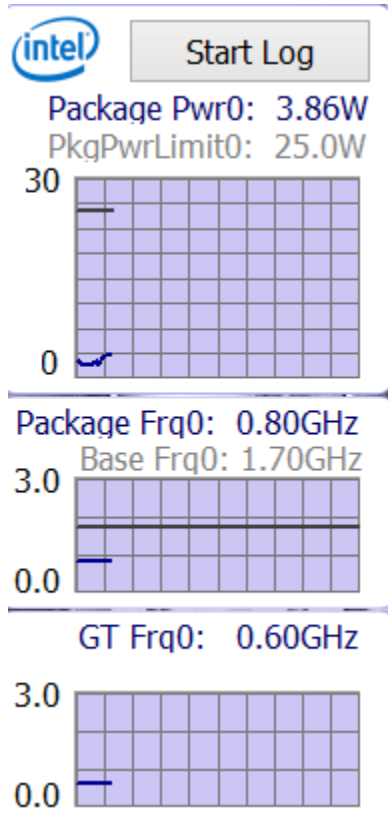
Enerji birimleri

$$E_{(J)} = P_{(W)} \times t_{(s)}$$

joules = watts \times seconds

$$J = W \times s$$

Yazılım enerji tüketim ölçümü



PwrData_2018-9-14-10-45-49

12:18:08:5	9.56E+12	11.592	800	4.417	46.403	12.8
12:18:08:6	9.56E+12	11.703	800	4.946	46.952	13.04
12:18:08:7	9.56E+12	11.814	800	4.992	47.502	13.19
12:18:08:8	9.56E+12	11.923	800	4.558	47.998	13.33
12:18:08:9	9.56E+12	12.03	800	3.893	48.418	13.44
12:18:09:0	9.56E+12	12.141	800	4.033	48.863	13.57
12:18:09:1	9.56E+12	12.152	800	4.304	48.913	13.58

Total Elapsed Time (sec) = 12.152227

Measured RDTSC Frequency (GHz) = 1.696

Cumulative Processor Energy_0 (Joules) = 48.912842

Cumulative Processor Energy_0 (mWh) = 13.586900

Average Processor Power_0 (Watt) = 4.025011

Cumulative IA Energy_0 (Joules) = 8.415222

Cumulative IA Energy_0 (mWh) = 2.337562

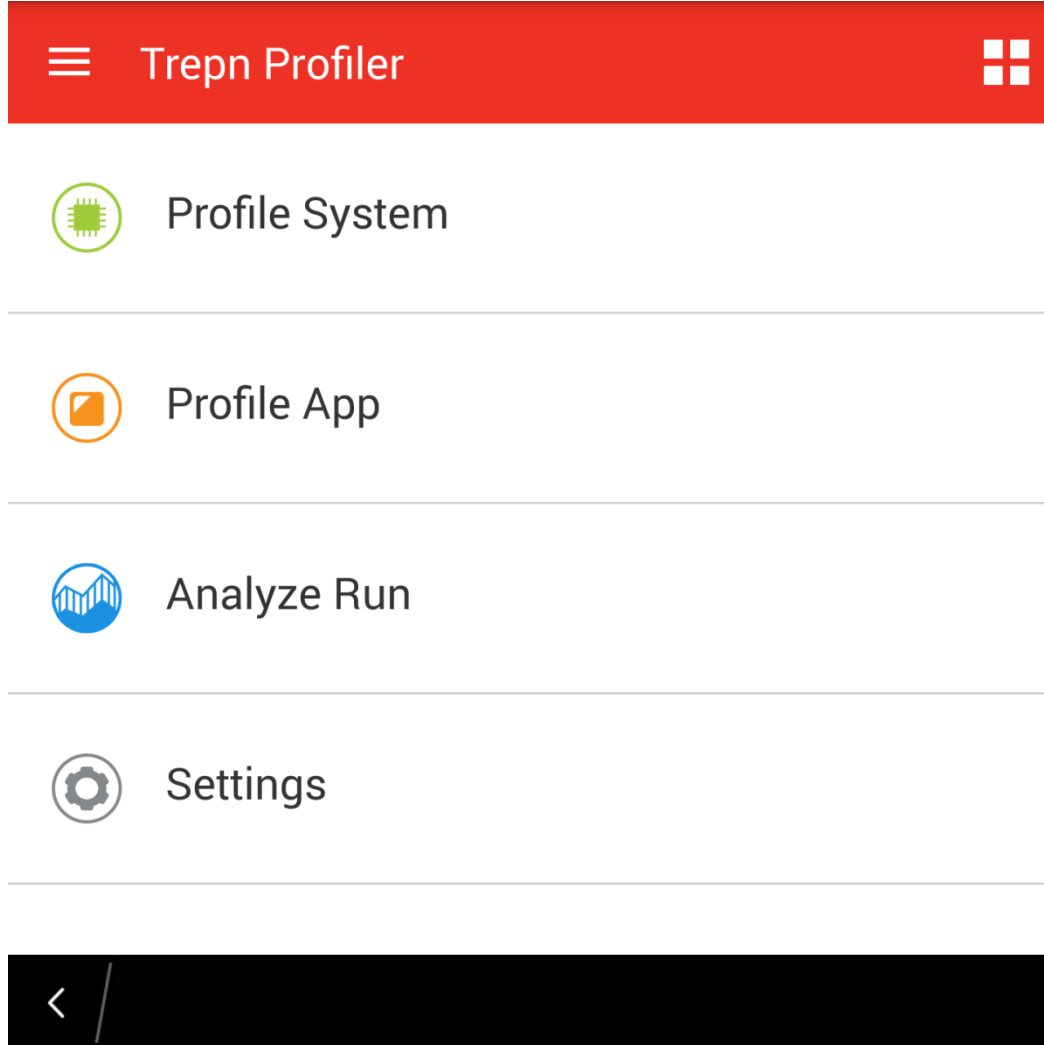
Average IA Power_0 (Watt) = 0.692484

Cumulative GT Energy_0 (Joules) = 0.087341

Cumulative GT Energy_0 (mWh) = 0.024261

Average GT Power_0 (Watt) = 0.007187

Yazılım enerji tüketim ölçümü

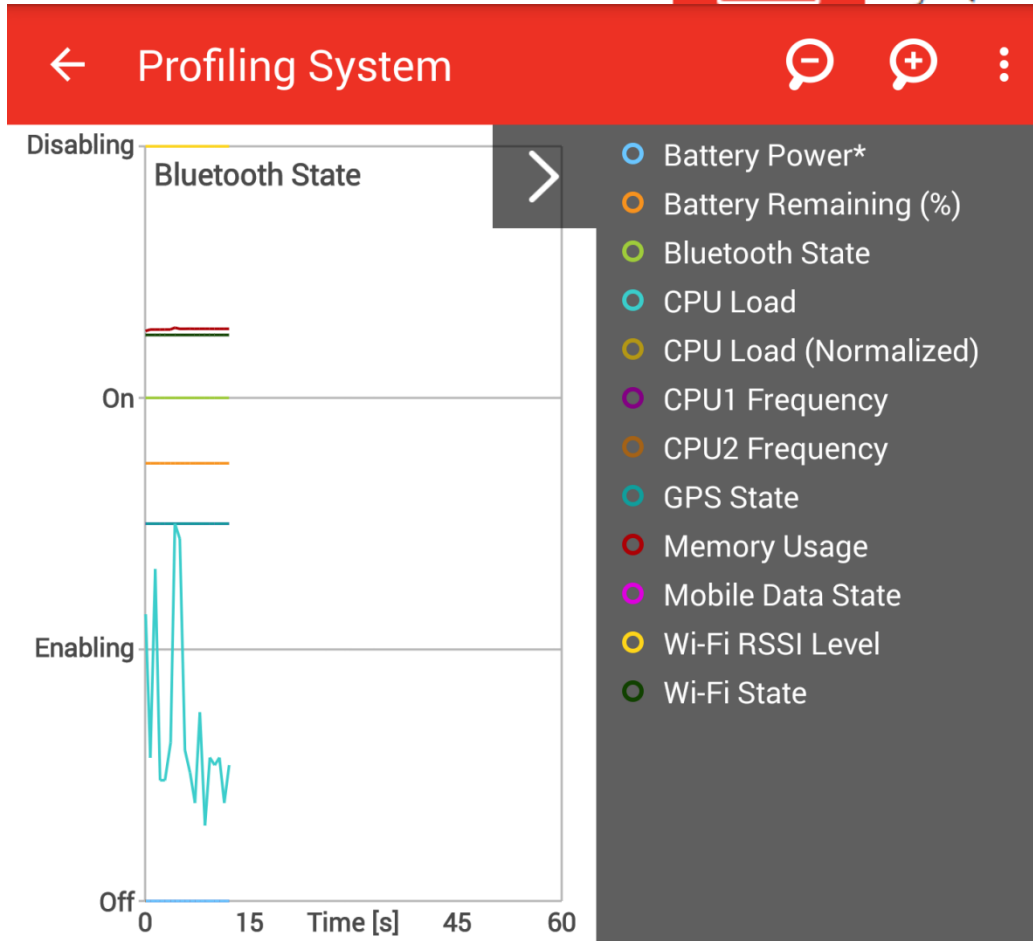


Yazılım enerjii tüketim ölçümü

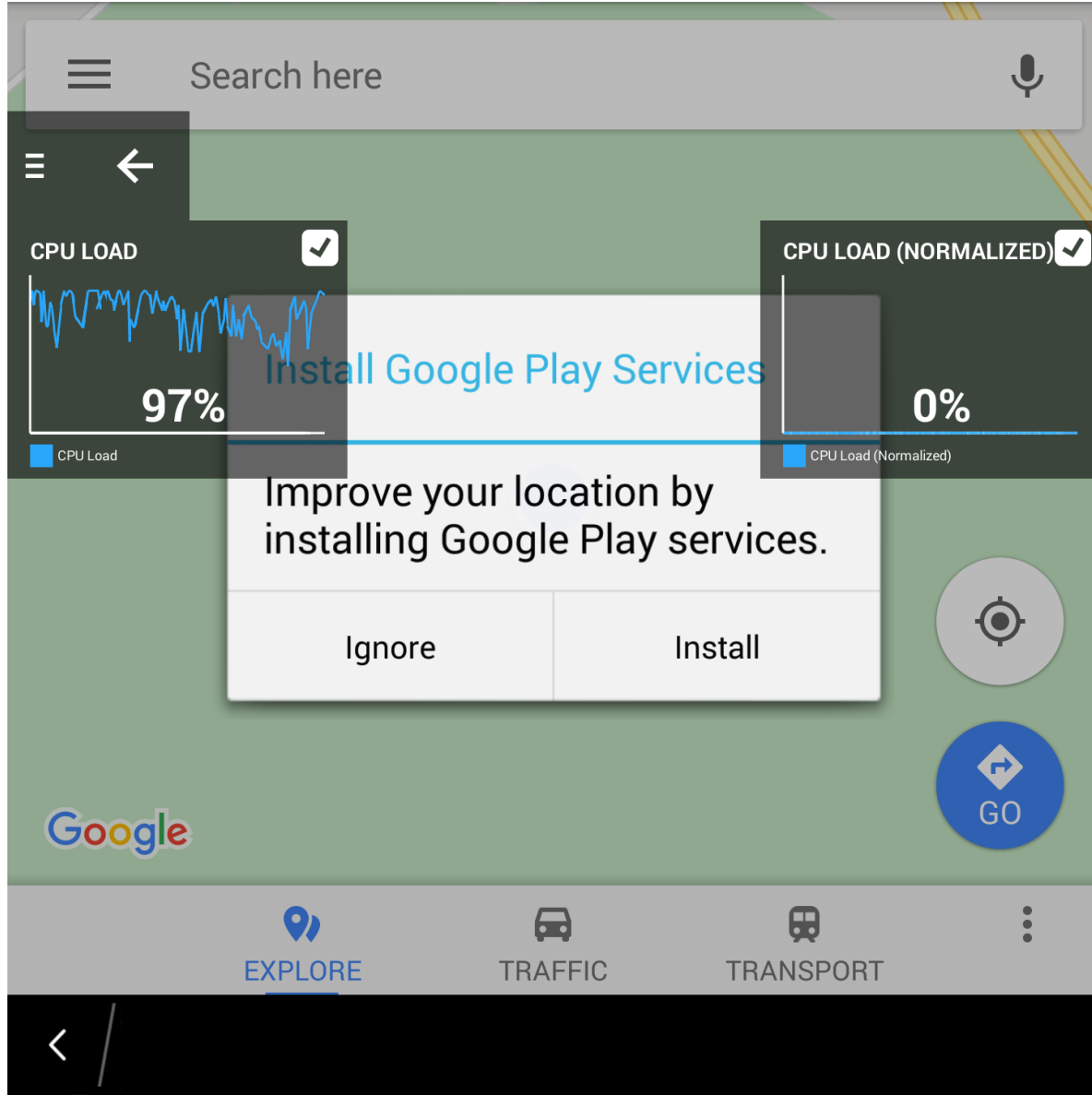


Trepn Profiler

By Qualcomm Innovation Center, Inc.

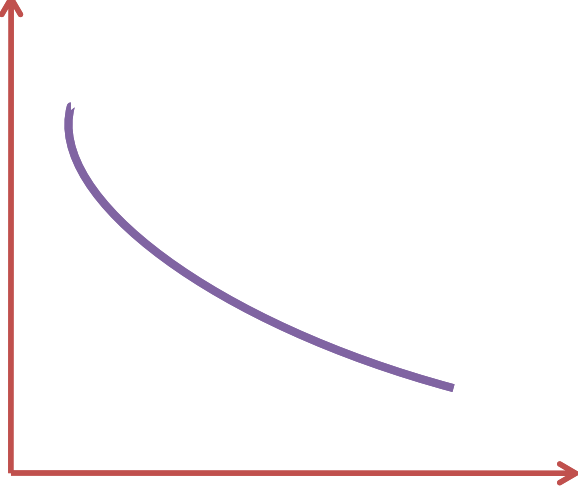


Yazılım enerji tüketim ölçümü

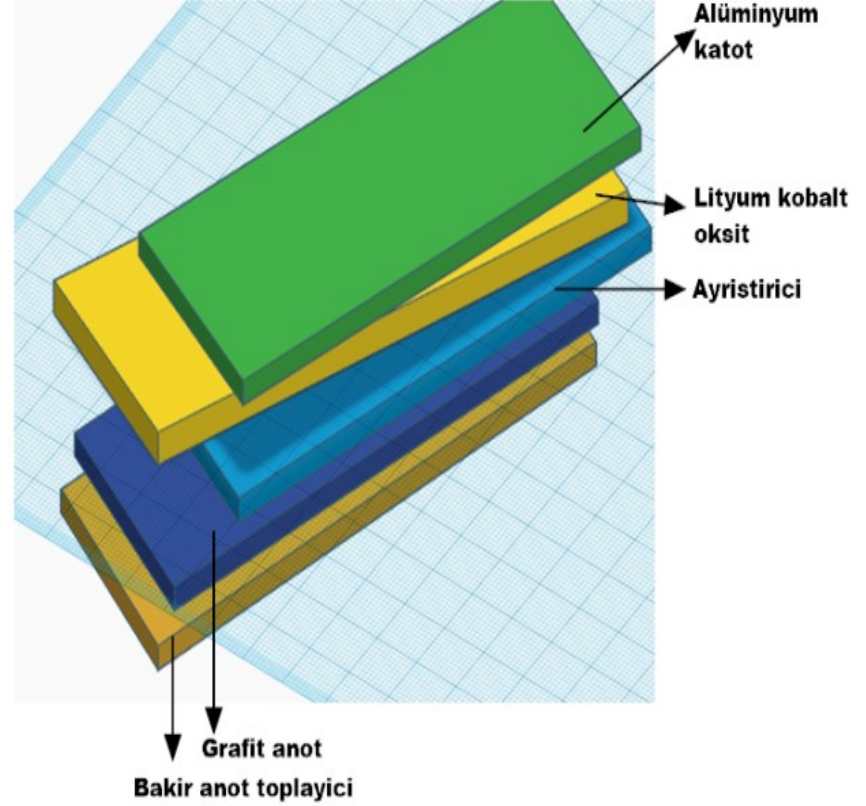


Yazılım-pil ilişkisi

Pil ömrü



Yazılım karmaşıklığı



Yazılım iyileştirmeleri

```
public class DrawAllocationSampleTwo extends Button {
    public DrawAllocationSampleTwo(Context context) {
        super(context);
    }
    @Override
    protected void onDraw(android.graphics.Canvas canvas) {
        super.onDraw(canvas);
        Integer i = new Integer(5);❶
        // ...
        return;
    }
}
```

Optimized version:

```
public class DrawAllocationSampleTwo extends Button {
    public DrawAllocationSampleTwo(Context context) {
        super(context);
    }
    Integer i = new Integer(5);❷
    @Override
    protected void onDraw(android.graphics.Canvas canvas) {
        super.onDraw(canvas);
        // ...
        return;
    }
}
```

Bilgisayar enerjisi

Enerji Kaynaklarına Göre Karbon Emisyon Değerleri			
Kaynak	Min. - Max. Sera Gazı Emisyonu (ton-CO2/GWh)	Ortalama Sera Gazı Emisyonu (ton-CO2/GWh)	Bir Konuta Düşen Emisyon * (kg-CO2-yıl)
Linyit	790 - 1.372	1.054	3.689
İthal kömür	756 - 1.310	888	3.108
Taş kömürü	756 - 1.310	888	3.108
Fuel-oil	547 - 935	733	2.566
Doğal gaz	362 - 891	499	1.747
Nükleer	2 - 130	66	231
Jeotermal		38	133
Biyokütle	10 - 101	26	91
Hidroelektrik	2 - 237	26	91
Güneş	13 - 731	23	81
Rüzgar	6 - 124	10	35

Bilgisayar karbon salınımı



Bir masaüstü bilgisayar eğer günde ortalama 8 saat çalışırsa yılda **175 kg CO₂** salınımı yapar.



Bir notebook aynı saat çalışmayla yılda **88 kg CO₂** salınımı yapar.



Ortalama bir araba yılda 6 ton salınım yapıyor.
(10.000 km)

Maliyet

Cost Per Hour: **0.0100**

Cost Per Day: **0.0600**

Cost Per Month: **1.83**

Cost Per Year: **21.90**

kWh Per Day: **0.60**

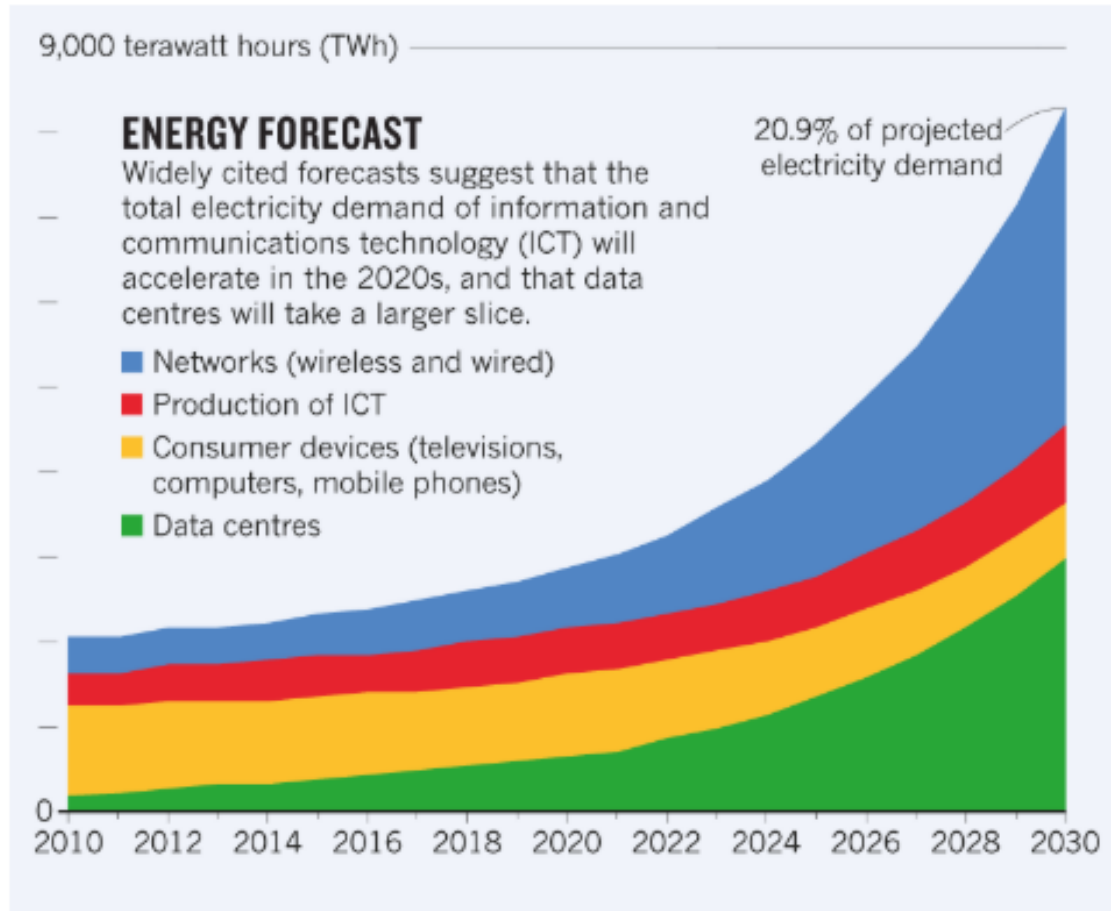
Yıllık yaklaşık **122** tl günde 6 saat kullanımda.

Gelecek senaryoları



Veri merkezleri **%0.3** oranında global emisyonu katkı veriyor.

Nature Makale



Jones, N. (2018). How to stop data centres from gobbling up the world's electricity. *Nature*, 561(7722), 163-167.

Bireysel önlemler

- 1- Bir monitörü standby konumuna almak **%15** enerji tasarrufu sağlıyor.
- 2-Internet sanal bir ortam olmasına rağmen karbon salınımına neden oluyor.



TEŞEKKÜR EDERİM

SORULAR?

Huang, L., Krigsvoll, G., Johansen, F., Liu, Y., & Zhang, X. (2018). Carbon emission of global construction sector. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 81*, 1906-1916.

Kasemsap, K. (2018). Cloud computing, green computing, and green ICT. In *Cloud computing technologies for green enterprises* (pp. 28-50). IGI Global.

Carver, J. C., & Minku, L. L. (2019). Highlights from ICSE 2019: Software Security and Mobile App Energy Consumption. *IEEE Software, 36*(5), 29-31.

Hu, Y., Yan, J., Yan, D., Lu, Q., & Yan, J. (2018). Lightweight energy consumption analysis and prediction for android applications. *Science of Computer Programming, 162*, 132-147.