



Bilgisayarlarda Yüksek Performans ve Dengeli Mod Seçimlerinde Enerji Tüketimlerinin İncelemesi

Abdullah Fatih Özen^{1*}, Serdar Altın^{1,2}

¹ İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enerji Bilimi ve Teknolojileri Anabilim Dalı, Malatya, Türkiye

² İnönü Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Mühendisliği, Malatya, Türkiye.

E-Posta: fatih23ozen@hotmail.com, serdar.altin@inonu.edu.tr

Gönderim 09.07.2024; Kabul 22.11.2024

Özet: Enerjiye olan ihtiyacın her geçen gün artması ve enerjinin kullanımından kaynaklanan sera gazlarının çevreye verdiği zararlar, küresel ısınma sorununa yol açmakta; bu da enerjinin insanlık için ne kadar önemli olduğunu ve verimli kullanılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Enerjinin daha verimli kullanılabilmesi için var olan elektronik cihazların enerji verimliliğini artırılması gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında, kurumsal bir şirkette yaygın olarak kullanılan 12 farklı modeldeki Windows 10 Enterprise LTSC 21H2 işletim sistemine sahip masaüstü ve dizüstü bilgisayarlarda (toplam 16.560 cihaz) güç tüketimi incelenmiştir. Bilgisayarların, Microsoft'un sunduğu güç yönetim ayarlarında bulunan yüksek performans modu ve dengeli modda tükettikleri güç miktarları wattmetre kullanılarak ölçülmüş, bu iki mod arasındaki günlük, aylık ve yıllık güç tüketim farkları ve şirkete olan maliyetleri hesaplanmıştır. 12 farklı model üzerinde farklı modlarda performans testleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar, cihazların bellek, grafik kartı ve diğer bileşenlerine göre karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Cihazlar, Microsoft'un kullanıcı yönetim aracı olan 'System Center Configuration Manager' kullanılarak, bir sorgu yardımıyla model bazlı olarak ayrı gruplara eklenmiş ve bu gruplardaki tüm cihazlar yüksek performans modu veya dengeli modda çalışacak şekilde yapılandırılmıştır. Böylece, sistemi yöneten mühendis tarafından istenen uygun mod seçilerek enerji tasarrufu sağlanabileceği ve bu sayede sürdürülebilir bir yaşam için CO2 salınımının azaltılmasının ve doğaya verilen zararın en aza indirilmesinin mümkün olduğu görülmüştür. Ayrıca, bu durumun şirkete ekonomik katkı sağlayacağı da tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güç tüketimi, bilgisayarlar, güç yönetimi, enerji verimliliği, yeşil bilişim

Investigation Of Energy Consumptions in High Performance and Balanced Mode Selections In Computers

Received 09.07.2024; Accepted 22.11.2024

Abstract: The increasing need for energy day by day, the damage caused to nature by greenhouse gases emitted while using energy, and the global warming problem caused by it show that energy is important for humanity and should be used efficiently. Within the scope of this study, 12 different models of desktop and laptop computers with the Windows 10 Enterprise LTSC 21H2 operating system, the most widely used in a corporate company, totaling 16,560 devices, were used in high performance mode and balanced mode with the power management principle in the power management setting section offered by Microsoft. The amount of power they consumed while working in and balanced mode was measured with the help of a wattmeter, and the power consumption differences between these two power modes were calculated daily, monthly and annually, as well as the power they consumed and the cost to the company. In addition, performance tests were carried out on 12 different model devices, and the performance of the memory, graphics card, and other components of the devices were measured and compared among the devices. The devices were added to separate collections on a model basis with the help of a query using Microsoft's user management application "System Center Configuration Manager", and it was shown that all devices can be set as high-performance mode or balanced mode in the added collections. Thus, energy saving will be achieved by selecting the appropriate mode desired by the engineer managing the system, and it has been observed that reducing CO2 emissions for a sustainable life and minimizing the damage to nature will also contribute to the company economically.

Key Words: Power consumption, computers, power management, energy efficiency, green IT

* İlgili E-posta / Corresponding E-mail: fatih23ozen@hotmail.com (ORCID: 0009-0004-0594-1763)

GİRİŞ

Günümüzde bilişim alanındaki teknolojik gelişmeler, internet hızlarındaki artış ve işlemci ile bellek hızlarındaki ve güçlerindeki yükseliş, bilgisayarların ve akıllı telefonların günlük hayata daha fazla entegre olmasına neden olmuştur [1]. Günlük hayatımızda sürekli artan ihtiyaçlar, gelişen teknoloji ve piyasa rekabeti, bilgisayarların sürekli olarak gelişmesini ve güçlerini artırmasını sağlamaktadır. Hızla artan teknolojik gelişim ve rekabet, bilgisayarların güç tüketimini yönetmeyi zorlaştırmıştır. Ayrıca, teknolojinin büyümesi enerji tüketim maliyetleri ve finansal problemler gibi sorunları da beraberinde getirmiştir.

Sanayi devrimiyle birlikte başlayan makineleşme ve sanayileşmenin hız kazanması, ülkeler arası rekabetin artmasına yol açmış ve bu süreç, enerjiye olan ihtiyaç ve talebin de artmasına neden olmuştur. Giderek artan enerji tüketimi ve bu tüketimin kaynaklarının neredeyse %90'ının ithalatla karşılanması, enerji verimliliği kavramının özellikle 1990'lı yıllardan itibaren ülke gündemini daha yoğun bir şekilde meşgul etmesine zemin hazırlamıştır [2]. Ülkemizde IT sektöründe sayısız bilgisayarın kullanılması, bu bilgisayarların yüksek enerji tüketimi ve enerji kaynaklarımızın büyük bir kısmının ithalat yoluyla karşılanması, aynı zamanda artan karbon ayak izi, enerjide tasarrufun zorunlu hale gelmesine neden olmuştur.

Todd ve arkadaşları (2005) yaptıkları çalışmada, enerji tüketiminin ve karbon ayak izinin BT sektöründe önemli olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca, Intel'in bilgisayar güç tüketim sorunlarına yenilikçi çözümler üretmede lider bir rol oynadığını ve yazılım, paket, silikon ve mimari alanlarda çalışmalarının devam ettiğini belirtmişlerdir. Gelişen bilgisayarların transistör sayısının arttığı, AR-GE çalışmalarında ise Intel'in Moore Yasası'nı temel aldığı ve transistörlerin artışıyla birlikte boyutlarının küçüldüğü; ancak bu durumun kaçak akımlara neden olan sorunların ortaya çıkmasına yol açtığı belirtilmiştir. Bu sorunu çözmek için yeni transistörler kullanılmadan, mevcut transistörlerin uyku moduna geçirilmesi ve silikondan üretilen yeni malzemelerle çözüm bulmayı hedeflemiştir. Intel firmasının yaptığı çalışmada, masaüstü bilgisayarların %50 verimli çalıştığı belirtilmiş ve %20 ile %50 arasında enerji tasarrufu sağlamak amacıyla yeni çalışmalar başlatılmıştır. Bu çerçevede, sadece ABD'de 10 milyon tonun üzerinde CO₂ azaltılacağı ve 1,25 milyar ABD Doları tasarruf yapılacağı öngörülmüştür [3].

Cornil ve arkadaşları (2011), yaptıkları çalışmada üç dizüstü bilgisayarı tam şarjlı durumdayken Fluke multimetre kullanarak farklı kullanım senaryolarında güç ölçümleri gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, bir dizüstü bilgisayarın ortalama güç tüketiminin tam parlaklık modunda 10,5 watt olduğu ve ekran parlaklığını 2-4 dakika arasında kısmının 1 watt'lık bir azalma sağladığı tespit edilmiştir. u çalışmanın devamında, USB aracılığıyla bağladıkları farenin 1-2 watt arasında güç tüketimini artırdığını belirtmişlerdir. İlk başta yazılımı bulmak için güç tüketiminin arttığını, daha sonra bu gücün azalıp sabit bir seviyeye devam ettiğini ifade etmişlerdir. Sonuç olarak, gözlemlenen tek net ilişkinin ekran parlaklığı ile sabit diskin açılıp kapanması olduğu vurgulanmıştır [4].

Çiçek ve arkadaşları (2010) yaptıkları çalışmada enerji verimliliğinin önemine değinmişlerdir. İlk enerji tasarrufu uygulamasının 1981 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na bağlı olarak başlatıldığını belirtmişler ve 2008 yılının enerji verimliliği yılı olarak ilan edildiğine dair bilgilere yer vermişlerdir. Yaygın olarak kullanılan bilgisayar bileşenleri arasında en fazla güç harcayan birimin monitör olduğunu ve düğmesinin kapalı olması veya uyku modunda bulunması durumlarında bile güç tüketmeye devam ettiğini vurgulamışlardır. Aktif modda 15,21 W/h, uyku modunda 0,59 W/h ve kapalı modda ise 0,39 W/h enerji harcadığı ifade edilmiştir. Çalışma kapsamında enerji tasarrufu sağlamak amacıyla, kullanıcının bilgisayarın başında olup olmadığını tespit etmek için mesafe ölçer ve mikrodenetleyici kullanarak bir kontrol kartı tasarlamışlardır. Kullanıcı bilgisayarın başında olmadığına, mesafe ölçer aracılığıyla durumu tespit edip 5 saniye sonunda monitörü kapatarak enerji tasarrufu sağlamışlardır [5].

Wen Bai ve arkadaşları (2012) yaptıkları çalışmada, dizüstü bilgisayarın güç tüketimini ve ısıyı kontrol etmek için bulanık kontrol mantığını kullanmışlardır. Fuzzy Logic Controller (Bulanık Mantık Kontrolörü) ile gücü etkili bir şekilde kullanan cihazın güç tüketimini optimize etmeyi, ısıyı etkili bir şekilde kontrol eden cihazın ise kararlı bir şekilde çalışacağını belirtmişlerdir. FLC modülü, VC++ ve MATLAB uygulama programı kullanılarak enerji tüketimini azaltmak amacıyla bir fan tasarlanmış ve kullanılmıştır. Çalışmada, LCD'nin güç tüketiminin en yüksek olduğu ve FLC ile LCD ışığını ve parlaklığını kontrol etmeyi, kullanmadığında ise tamamen siyah yapmayı hedeflemiştir. Tasarımlarında CPU'yu kontrol endeksi olarak kullanmışlardır. FLC ile ışık ve fan kontrol edilmekte,

ısı değeri ise CPU'dan alınmaktadır. Fan ve parlaklık FLC ile kontrol edildiğinde, pil düzeyinde bekleme durumunda %10'luk bir artış kaydedilmiştir [6].

Enerji Nedir?

Enerji, bir sistemin veya cismin iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanır. İki ana başlık altında incelenir: Potansiyel Enerji ve Kinetik Enerji [7]. Termodinamiğin birinci yasasına göre enerji yoktan var edilemez ve vardan yok edilemez. Ekonomik amaçlarla enerji elde edilen kaynaklar, çeşitli teknik ve yöntemlerle enerji kaynağı olarak adlandırılır [8]. Enerji kaynakları ise yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları olmak üzere iki başlık altında sınıflandırılır. Yenilenemeyen enerji, kısa sürede yeniden oluşmayan enerji türüdür. Sınırlı rezervlere sahiptir ve zamanla tükenmesi öngörülmektedir. Genellikle fosil yakıtlar, kömür, doğalgaz ve petrol gibi kaynaklar yenilenemeyen enerji kaynakları olarak kabul edilir [7]. Artan nüfus, çoğalan araç sayısı, ısınma ihtiyacı ve hızla büyüyen sanayi gibi faktörler bu kaynakların tükenme sürecini hızlandırmıştır [9]. Yenilenebilir enerji, Güneş enerjisi, hidroelektrik enerji ve jeotermal enerji gibi kendini yenileyebilen enerji kaynakları olarak tanımlanmaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının aksine çevreyi kirletmeyen ve doğa dostu olması, bu enerji türüne olan ilgiyi her geçen gün artırmaktadır. Yapılan birçok çalışma, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur [9]. Bu durum, enerjinin stratejik bir öneme sahip olduğunun bir göstergesidir. Ülkemizin 2023 yılında elektrik enerjisi tüketimi 330,3 TWh, elektrik üretimi ise 326,3 TWh olmuştur [10]. Görüldüğü üzere, ülkemizin elektrik üretimi, tüketimini karşılamamaktadır. Enerji üretimimizin tüketimimizi karşılayamaması ve aşırı karbondioksit salınımının geçtiğimiz yüzyılda dünyamızın sıcaklığını 0,5°C artırması, enerji tasarrufuna ve üretimde çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla önem verilmesini gerekli kılmıştır. Çizelge 1'de, 2023 yılı elektrik üretimimizin yüzdesel dağılımı gösterilmektedir.

Çizelge 0. 2023 yılı elektrik üretimimiz [10]

Kaynak	Yüzde oran (%)
kömür	36,3
doğal gaz	21,4
hidrolik	19,6
Rüzgar	10,4
Güneş	5,7
jeotermal	3,4
diğer	3,2

Enerji verimliliği

Enerji verimliliği, binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesini, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarını düşürmeden, birim ürün başına enerji tüketiminin azaltılmasıdır [11]. Uluslararası Enerji Verimlilik Karnesi'nin 2018 verilerine göre, dünyanın en büyük enerji tüketicisi olan 25 ülkenin enerji verimliliği performansı değerlendirilmiştir. Bu ülkeler, dünya genelinde tüketilen enerjinin %78'ini temsil etmektedir. Enerji verimliliği açısından Almanya ve İtalya ilk sırada yer alırken, Fransa üçüncü sırada gelmektedir. Türkiye ise 25 ülke arasında 16. sırada bulunmaktadır. Aynı araştırmaya göre, 2000-2016 yılları arasında gerçekleştirilen enerji verimliliği çalışmaları sayesinde, 2016 yılında dünya genelinde %12 daha az enerji kullanılmıştır [12]. 2030 yılına gelindiğinde, dünya genelindeki şehirleşme oranının %75'e ulaşacağı öngörüldüğünde, ortaya çıkacak enerji ihtiyacının büyüklüğü ve önemi açıktır [13]. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre, 2050 yılında Türkiye'nin nüfusunun 94,6 milyon olması beklenmektedir [14]. Artan nüfus ve gelişen sanayi ile birlikte enerjiye olan talebin giderek artması kaçınılmaz hale gelmiştir. Özellikle fosil enerji kaynaklarının azalması, enerji kullanımından kaynaklanan sera gazlarının çevreye verdiği zararlar ve küresel ısınma sorunları, enerjinin verimli kullanılmasının ve insanlık için hayati önem taşıdığına altını çizmektedir.

Green IT (Yeşil Bilişim)

Green IT, günümüzde hayatımızın her alanına girmiş ve hızla gelişen bilişim sektöründe, bilgi teknolojileri ekipmanlarının çevreye verdiği zararlı etkileri (küresel ısınma, sera gazları, enerji tüketimi vb.) en aza indirmeyi amaçlayan çalışmaları ifade eder. Günümüzde BT (Bilgi Teknolojileri) kaynakları, modern bir ofis binasının tükettiği enerjinin %35'ini oluştururken, BT'nin sebep olduğu karbondioksit salınımı ise dünya genelindeki karbon salınımının %2'sini kapsamaktadır [15]. Yurt dışında, IT operasyonları ve tasarımları uzun zamandır Green IT ilkeleri dikkate alınarak yapılmaktadır. Microsoft Green ve HP Green Business Technology gibi projeler, büyük firmaların Green IT konusundaki hassasiyetlerini göstermektedir [15].

Green IT ile:

1. Bulut hizmet sağlayıcılarına geçiş yapılarak enerji tüketimi ve karbon emisyonları azaltılabilir.
2. Sanallaştırma teknolojisi ile birden fazla fiziksel cihazı tek bir cihazda toplamak, enerji tüketimini ve karbon emisyonlarını azaltabilir.
3. Güç yönetimi ayarları ile özellikle bilgisayarların sadece ihtiyaç halinde enerji tüketmesini sağlamak, enerji tasarrufuna ve karbon emisyonlarının azaltılmasına katkı sunar.

Özellikle COVID-19 pandemisiyle hayatımıza giren evden çalışma modeliyle web konferansların yaygınlaşması, işe gidiş geliş sürelerini ve yol masraflarını azaltarak bu konuda da kazanç sağlamıştır. Green IT duyarlılığının artması, doğaya verilecek zararın en aza indirilmesine, şirketlerin enerji tüketim giderlerinin azalmasına ve ülkemizin enerji verimliliğine katkı sağlamasına yardımcı olacaktır.

Bilgisayarlar ve Tarihsel Gelişimi

Bilgisayar, aldığı verileri aritmetiksel ve mantıksal işlemler kullanarak işleyen, bu işlemlerin sonucunu hafızasında tutabilen ve gerektiğinde bu bilgilere erişilebilen elektronik bir makinedir [16]. Başlangıçta sadece hızlı hesap yapabilmek amacıyla geliştirilen bu cihazlar, günümüzde birçok farklı işi yapabilen yüksek teknoloji ürünlerine dönüşmüştür. Bilgisayarın ilk adımı, hayatı kolaylaştırmak amacıyla yaklaşık 3000 yıl önce Çinliler tarafından geliştirilen abaküs olarak kabul edilmektedir [16]. 1820'li yıllarda Charles Babbage, analitik makineleri geliştirdi. 1889 yılında ise Herman Hollerith, ilk kez elektriksel veri işleme yeteneğine sahip bilgisayarları (delikli kartlar) icat etti. Hollerith, 1896 yılında Tabulating Machine Company'yi kurdu ve bu şirket, başka bir firma ile birleşerek 1924'te IBM adını aldı. 1946 yılında, modern anlamda günümüz bilgisayarlarının ilk örneği olarak kabul edilen ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer) geliştirildi. 1990'lı yıllarda internetin yaygınlaşmasıyla birlikte bilgisayarlar, televizyon ve telefon gibi günlük yaşamın alışılmış aygıtları haline gelmiştir [17].

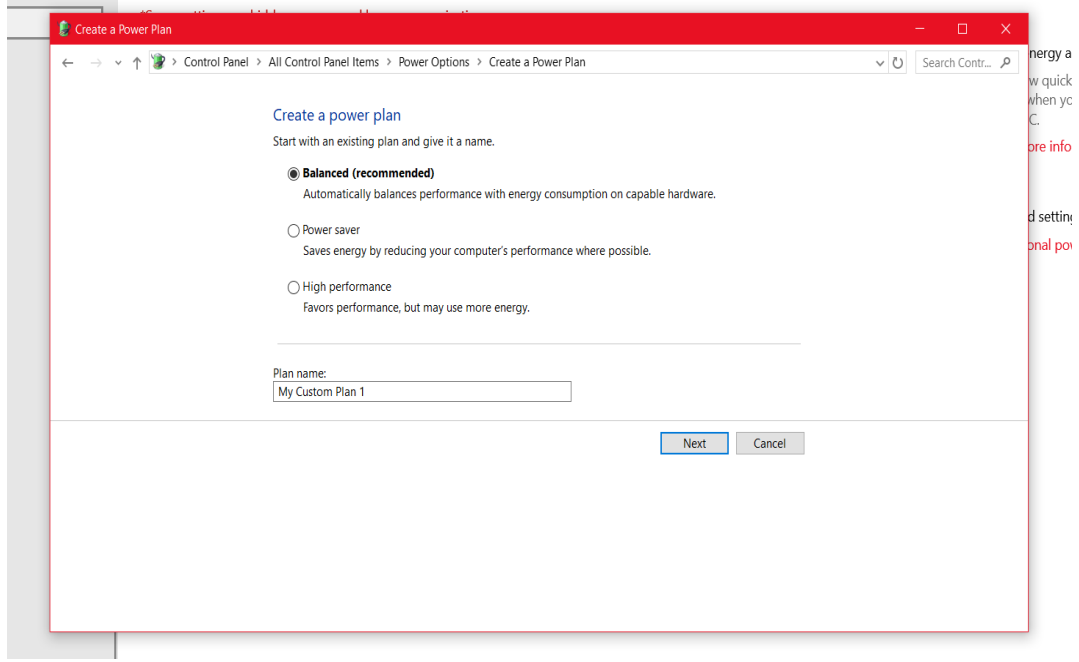
Eniac

Günümüz elektronik bilgisayarlarının temelini oluşturan ENIAC, 1946 yılında kullanıma sunulmuştur. Yapılma amacı, II. Dünya Savaşı sırasında Amerikan ordusuna menzil hesaplamalarında yardımcı olmaktı. 30 ton ağırlığında ve 167 m²'lik bir alanı kaplayan ENIAC, 20 saat süren manuel hesaplamaları 15-20 saniye gibi çok daha kısa bir sürede yapabiliyordu. 18.000 vakum tüpüne sahip olduğu için körüklü soğutma sistemi kullanılıyordu ve 150 kilowatt enerji tüketiyordu [18]. ENIAC'ın bu özellikleri ile günümüz bilgisayarları karşılaştırıldığında, çok daha düşük enerji tüketimi, daha küçük soğutma sistemleri ve saniyede milyonlarca işlem yapabilen cihazların üretilmesi, teknolojinin ne kadar hızlı geliştiğini göstermektedir.

Güç Yönetimi Nedir?

IT sektöründeki kuruluşlar, bilgisayarlar ve sunucular başta olmak üzere uç noktadaki cihazların karbon ayak izini ve enerji maliyetlerini en aza indirmek, güç tasarrufu sağlamak amacıyla çeşitli yönetim mekanizmaları uygulamaktadır [19]. IT sektöründeki birçok sistem yöneticisi ve kullanıcı, istedikleri her an cihazlara doğrudan erişim talep etmektedir. Hızla gelişen teknolojiyle birlikte bilgisayarlarda daha güçlü grafik kartları, ses kartları gibi donanımlar kullanılmaya başlanmış, bu da daha fazla enerji

tüketimine yol açmıştır. Artan enerji tüketimi ve yöneticilerin bilgisayarlara sürekli erişim talepleri, bilgisayarlarda güç yönetiminin tutarlı bir şekilde yapılmasını zorunlu kılmıştır [20].



Şekil 0. Güç planı penceresi.

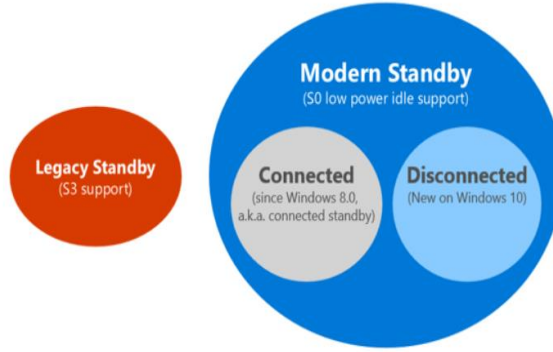
Bilgisayarlarda Güç Yönetimi

Bilgisayarlarda güç yönetimi ayarları sayesinde, bilgisayarların performansı artırılabilir, enerji tüketimi azaltılabilir ya da her iki özellik dengelenebilir [21]. Windows 10 işletim sisteminde üç çeşit güç planı bulunmaktadır: Dengeli Mod: Bu mod, bilgisayarın ihtiyacı olduğunda CPU hızını otomatik olarak artırarak yüksek performans sağlar. Bilgisayar boşta olduğunda ise CPU hızını düşürerek güç tasarrufu sağlar. Yüksek Performans Modu: Bu mod, bilgisayar kullanılmadığında dahi CPU hızını düşürmez. Sürekli yüksek hızda çalışarak daha fazla güç tüketir, ekran parlaklığını yüksek tutar ve pil ömrünün kısalmasına neden olur. Güç Tasarrufu Modu: Bu modda CPU hızı sürekli düşüktür ve ekran parlaklığı azalır. Bu sayede güç tasarrufu sağlanır. Bilgisayar daha yavaş çalışır, az enerji tüketir ve pil ömrü daha uzun olur. Şekil 1’de, Windows 10 için güç planlarının ayarlandığı pencere gösterilmiştir.

Güç yönetimi menüsünün avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Sistemde güç tüketiminin azaltılmasını sağlayarak enerji tasarrufunu sağlar.
- Dizüstü bilgisayarlar ve tabletler için pil ömrünün daha uzun olmasını sağlar.
- Karbon ayak izini azaltır.

Bilgisayarlar çalışmadığı zamanlarda uygulamaları arka tarafta kapatır buda cihazın daha az ısınmasına ve beraberinde fanının daha az çalışmasıyla gürültüyü önler. Ayrıca, işletim sistemleri modern bekleme sürelerini de geliştirmiştir. Microsoft, cihazın pil kullanım ömrünü iyileştirmek ve güç durumları arasındaki geçişleri optimize edebilmek amacıyla 2012 yılında Modern Bekleme modunu tanıtmıştır [22]. Windows 10 işletim sisteminde, S3 (Geleneksel Uyku) ve S0 (Modern Bekleme) olmak üzere iki güç modeli mevcuttur. Modern Bekleme, bağlı bekleme ve bağlantısız bekleme olarak iki şekilde ayarlanabilmektedir. Modern beklemenin ilk versiyonu, Windows 8 ile sunulan Bağlantılı Bekleme moduydu [23]. Şekil 2’de, Modern Bekleme ve Geleneksel Bekleme modlarının kapsamı grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2. Modern bekleme ve geleneksel bekleme modu [23].

Modern Bekleme, bilgisayarın bekleme modundayken ağ bağlantılarını yönetebilmenizi sağlar. Kullanıcı, Bağlı Bekleme veya Bağlantısız Bekleme seçeneklerini ayarlayarak güç yönetimini isteğe göre yapılandırabilir. Tıpkı akıllı telefonlarda olduğu gibi, düşük güç moduna alındığında cihazın ağa bağlı kalması sağlanabilir. Bağlı Bekleme modunda cihaz ağa bağlı kalır, ancak bu durum pil ömrünü kısaltır; gelen çağrılar, mesajlaşma uygulamaları ve veri senkronizasyonu gibi işlemler devam eder. Öte yandan, Bağlantısız Bekleme modunda cihaz ağa bağlı kalmaz, bu da pil ömrünü uzatır fakat ağ bağlantısının getirdiği avantajlar kaybolur. Bu moddayken gelen çağrılar, mesajlar ve veri senkronizasyonu gibi işlemler arka planda gerçekleşmez [24]. Modern Bekleme moduna, kullanıcı bilgisayarın kapağını kapattığında ya da Windows Başlat menüsünden uyku modunu seçtiğinde geçerli. Bağlı veya bağlantısız modern bekleme modları aktif hale getirilmediği takdirde, bu yönetim otomatik olarak Windows tarafından yapılır. Cihaz uyku moduna geçtiğinde, donanım ve yazılımlar düşük güç modunda çalışmaya başlar. Bu durumda cihaz, aktif ve düşük güç modları arasında geçiş yapar. Ağa bir paket ulaştığında ya da kullanıcı klavye veya fareye dokunduğunda, cihaz 1 saniyeden kısa bir süre içinde etkin moda geçer [25] [26].

EPDK tarafından onaylanan ve 1 Nisan 2023 Tarihinden İtibaren Uygulanacak Vergi, Fon ve Pay Hariç Tarifeleri										
Görevli Tedarik Şirketinden Enerji Alan İletim Sistemi Kullanıcıları Tüketiciler										
Tek Zamanlı		Gündüz		Puant		Gece				
kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	
258,4316	261,7649	421,0652	133,1935							
Dağıtım Sistemi Kullanıcıları										
Görevli Tedarik Şirketinden Enerji Alan Tüketiciler					Özel Tedarikçiden Enerji Alan Tüketiciler İçin Sistem Kullanım Tarifeleri					
Kapasite		Aktif Enerji + Dağıtım			Reaktif Enerji		Kapasite		Reaktif Enerji	
Güç Bedeli	Güç Aşım Bedeli	Tek Zamanlı	Gündüz	Puant	Gece	kr/kVArh	Güç Bedeli	Güç Aşım Bedeli	Dağıtım Bedeli	Reaktif Enerji
kr/Ay/kW	kr/Ay/kW	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kVArh	kr/Ay/kW	kr/Ay/kW	kr/kWh	kr/kVArh
Orta Gerilim					Orta Gerilim					
Çift Terimli					Çift Terimli					
Sanayi	1.142,7593	2.285,5186	280,0843	283,3038	437,2179	159,0797	1.142,7593	2.285,5186	34,3846	112,2257
Kamu ve Özel Hizmetler Sektörü İle Diğer	1.839,8334	3.679,6668	278,6894	281,2067	429,3925	166,4840	1.839,8334	3.679,6668	53,5875	112,2257
Mesken	1.794,2358	3.588,4716	178,0328	180,5751	273,1701	106,5287	1.794,2358	3.588,4716	53,0783	112,2257
Tarım Faaliyetler	1.775,5577	3.551,1154	178,7473	180,3933	274,3490	105,3137	1.775,5577	3.551,1154	44,1334	112,2257
Aydınlatma	1.828,7650	3.657,5300	257,7098				1.828,7650	3.657,5300	51,4324	
Tek Terimli					Tek Terimli					
Sanayi		292,5538	295,8872	455,1875	167,3158	112,2257			37,9808	112,2257
Kamu ve Özel Hizmetler Sektörü İle Diğer		293,2178	295,7351	439,9209	181,0117	112,2257			66,8442	112,2257
Mesken		188,1788	190,7212	283,3149	116,6738				65,5380	
Tarım Faaliyetler		188,5194	190,1655	284,1213	115,0849	112,2257			54,9507	112,2257
Aydınlatma		271,5794							64,1580	
Alçak Gerilim					Alçak Gerilim					
Tek Terimli					Tek Terimli					
Sanayi		308,5326	311,6997	463,1334	189,4779	112,2257			58,7641	112,2257
Kamu ve Özel Hizmetler Sektörü İle Diğer (30 kWh/gün ve altı)		232,8404	311,7067	455,8923	196,9838	112,2257			79,6378	112,2257
Kamu ve Özel Hizmetler Sektörü İle Diğer (30 kWh/gün üstü)		309,1899	311,7067	455,8923	196,9838	112,2257			79,6378	112,2257
Mesken (8 kWh/gün ve altı)		133,7261	201,2774	293,8719	127,2299				77,8883	
Mesken (8 kWh/gün üstü)		198,7345	201,2774	293,8719	127,2299				77,8883	
Şehit Aileleri ve Muharip Malul Gaziler		64,1527							52,8263	
Tarım Faaliyetler		198,1422	202,4527	293,7446	124,7077	112,2257			65,4368	112,2257
Aydınlatma		286,7056							76,2756	
Genel Aydınlatma		465,3196								
Üreticiler İçin Veri Yönünde Çift Terimli Dağıtım Tarifesi					Üreticiler İçin Veri Yönünde Tek Terimli Dağıtım Tarifesi					
Kapasite		Dağıtım Bedeli			Reaktif Enerji		Kapasite		Reaktif Enerji	
Güç Bedeli	Güç Aşım Bedeli	kr/kWh			kr/kVArh		Güç Bedeli	Güç Aşım Bedeli	Dağıtım Bedeli	Reaktif Enerji
kr/Ay/kW	kr/Ay/kW	kr/kWh			kr/kVArh		kr/Ay/kW	kr/Ay/kW	kr/kWh	kr/kVArh
Üretici	1.368,6194	2.737,2388			9,2142	112,2257			12,4980	112,2257
Lisanssız Üreticilere İlişkin Tek Terimli Dağıtım Tarifesi*										
Lisanssız Üretici								66,8442	112,2257	

Çok zamanlı tarife uygulamasında; sayaç saati sürekli yaz saati uygulamasına göre güncellenmemiş sayaçlar için, Ekim Ayının Son Pazar Günü ile Mart Ayının Son Pazar Günü arasında Gündüz 07-18, Puant 18-23, Gece 23-07 saatleri arasında; Mart Ayının Son Pazar Günü ile Ekim Ayının Son Pazar Günü arasında Gündüz 06-17, Puant 17-22, Gece 22-06 saatleri arasında; sayaç saati sürekli yaz saati uygulamasına göre güncellenmiş sayaçlar için yıl boyunca Gündüz 06-17, Puant 17-22, Gece 22-06 saatleri arasındadır.

Mesken alçak gerilim tek zamanlı tüketiciler için faturaya esas günlük ortalama 8 kWh tüketim miktarına kadar olan tüketimlere düşük kademeli tarife uygulanır. Kamu ve özel hizmetler sektörü ile diğer alçak gerilim tek zamanlı tüketiciler için faturaya esas günlük ortalama 30 kWh tüketim miktarına kadar olan tüketimlere düşük kademeli tarife uygulanır. Faturaya esas günlük ortalama tüketim miktarının üzerinde olan tüketimlerin belirtilen limite kadar olan kısmına düşük kademeli tarife, limiti aşan kısma yüksek kademeli tarife uygulanır.

Emreame kapasite tarifmesine tabi kullanıcılara üreticiler için belirlenmiş olan güç, güç aşım ve dağıtım bedeli emreameade güç, güç aşım ve dağıtım bedeli olarak uygulanır.

Fon, pay, vergi vb. yasal yükümlülükler ayrıca ilave edilecektir.

*6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanununun 14 üncü maddesi kapsamındaki lisanssız üreticiler için sadece tek terimli dağıtım tarifesi uygulanacaktır.

Şekil 3. Enerji tüketim fiyat listesi [27]

MATERYAL YÖNTEM

Microsoft'un Windows 10 Enterprise LTSC işletim sistemi (versiyon 21H2) kullanan toplam 12 farklı masaüstü ve dizüstü bilgisayarda, Microsoft'un sunduğu güç yönetim ilkeleri çerçevesinde, cihazların Yüksek Performans ve Dengeli Mod güç yönetim modları seçilmiştir. Bu modlarda cihazların enerji tüketimleri bir wattmetre ile ölçülmüştür. Test sırasında tüm bilgisayarlar için aynı model monitör, klavye ve fare kullanılmıştır. Masaüstü cihazlarda kullanılan ekran, tüm modeller için standartlaştırılmıştır. Ölçümler boyunca tüm test cihazlarına aynı yükler verilerek, aynı koşullar altında ölçüm yapılmıştır. Ölçüm sonuçları, günlük çalışma saatleri içerisindeki toplam enerji tüketimi, aylık ve yıllık bazda hesaplanmış; ayrıca güç tasarrufu ve enerji tüketim maliyeti olarak yorumlanmıştır. Nisan 2023 tarihinden itibaren uygulanan tüketici enerji tüketim fiyat listesi, Şekil 3'te görüldüğü üzere EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) web sitesinden alınmış ve kilowatt-saat (kWh) fiyatının 3,11 TL olduğu görülmüştür.

Ölçüm Cihazı:

Tchibo markasına ait olan enerji ölçüm cihazı, kullanımı oldukça basit bir cihazdır ve genellikle evlerimizdeki elektrikli cihazların enerji tüketimini ölçmek için üretilmiştir. Cihaz, Şekil 4'te gösterilmiştir. Enerji ölçüm cihazımızı, test edeceğimiz bilgisayarların güç kablosunu enerji ölçüm prizine takarak ve enerji ölçüm cihazını da şebekeye bağlayarak kullanacağız. Bilgisayarlarımızı Yüksek Performans Moduna ayarladıktan sonra, bu moddaki enerji tüketim ölçümünü gerçekleştireceğiz. Ardından, test cihazımızı Dengeli Moda alarak enerji tüketim değerlerini ölçeceğiz. Cihazımızın teknik bilgileri ve ekran üzerindeki tuşları rahatça görebileğimiz kullanma kılavuzundaki genel bakış resimleri, Şekil 5'te gösterilmiştir.



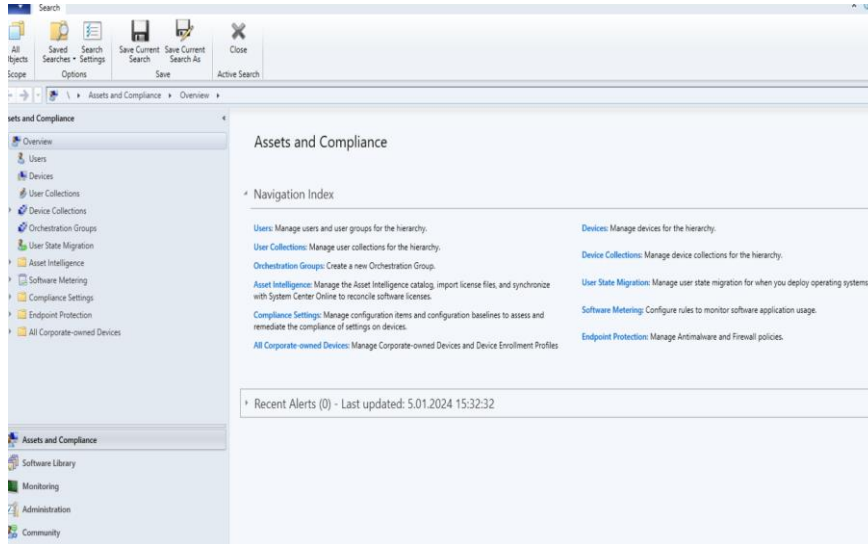
Şekil 4. Tchibo marka Wattmetre

Enerji tüketim ölçüm cihazımızı kullanmadan önce, kullanma kılavuzunda belirtilen sıfırlama işlemini gerçekleştirerek temiz bir ölçüm elde etmek istiyoruz. Tüm model ölçümlerine başlamadan önce cihazımızı sıfırlayacağız. Sıfırlama işlemi, kılavuzda belirtildiği gibi MON./+ ve ACC./- tuşlarına üç saniye boyunca basarak yapılır. Ekrandaki tüm göstergeler yanıp sönmeye başladığında, ACC./- ve SET/OK tuşlarına üç saniye boyunca basılı tutulur. Bu işlemden sonra cihazın üzerindeki herhangi bir tuşa rastgele basıldığında sıfırlama işlemi tamamlanmış olur. Bu işlemin ardından cihazımız ölçümlerini yapmaya hazır hale gelir. Cihazın doğruluk ölçümleri 60W değerinde bir ampül kullanılarak test edilmiş ve daha sonra deneysel çalışmalara geçilmiştir.



Şekil 5. Wattmetre cihazına genel bakış

Windows tabanlı istemci ve sunuculara yazılım güncellemeleri, yazılım paketlerinin dağıtımlarını ve sistemlerini yönetmek, yapılandırmak, ayarlamak ve güvenliğinin sağlandığı kurumsal bir yönetim aracıdır [28]. Sektörde Orta ölçekli ve büyük kuruluşların altyapılarını yönetebilmek, istemcileri, mobil cihazlarını ve sunucuları yönetmelerini sağlamaktadır. Şekil 6’ da örnek bir SCCM (System Center Configuration Manager) konsol ekranı bulunmaktadır.



Şekil 6. SCCM konsol ekranı

SCCM aracılığıyla şirketlerde yapılabilecek bazı işlemler aşağıda belirtilmiştir: [29]

- Sunucu ve Clientları uçtan uca yönetilmesini sağlar.
- İşletim sistemi kurulumunu network aracılığıyla uzaktan kolay bir şekilde yapılmasını sağlar.
- Microsoft firmasının düzenli olarak yayınladığı güvenlik yazılımlarının uzaktan client ve sunuculara dağıtılmasını sağlar.
- Kullanılması gerekli olan uygulamaları client ve sunuculara uzaktan kurulmasını sağlar.
- Bilgisayarların güç durumlarını uzaktan yönetmeyi sağlar
- Çeşitli envanter, uygulama ve raporlarının sistem tarafından takibinin yapılmasını sağlar.

System center configuration manager ‘ da koleksiyon oluşturma

Kullanıcıları veya cihazları mantıksal olarak gruplama işlemidir. Dağıtmak istediğiniz uygulamayı sadece belli kullanıcılara veya cihazlara göndermek istiyorsanız ya da belli kullanıcılar veya cihazlar özelinde rapor almak istiyorsanız koleksiyon oluşturulması gerekir. Koleksiyon oluşturulacak kaynak 2 çeşitten oluşmaktadır.

1-User Collection: kaynağın kullanıcılar olduğu koleksiyondur

2- Device Collection: kaynağın cihazlar olduğu koleksiyondur.

Koleksiyon üyelerini eklemek için 4 farklı üye ekleme işlemi bulunmaktadır [30].

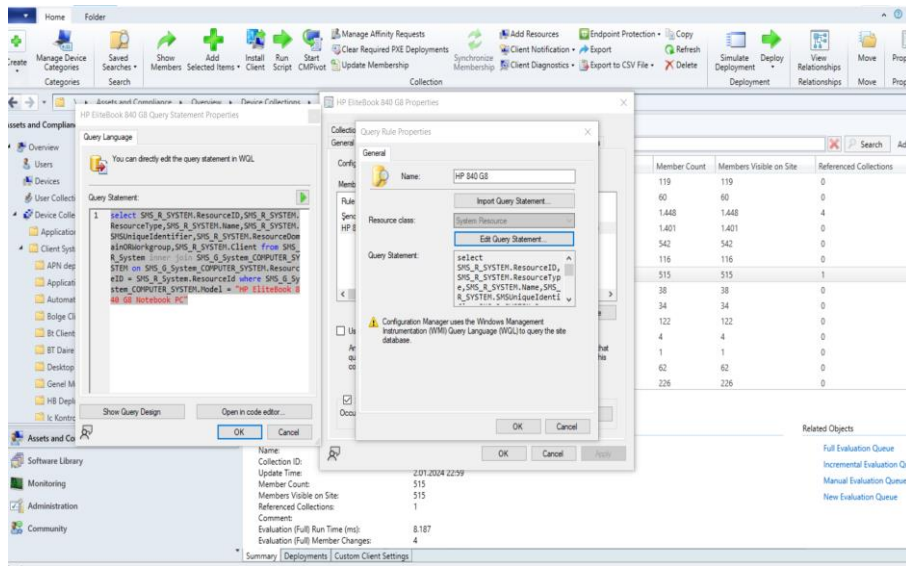
1.Direct Rule : üyenin doğrudan eklendiği kuraldır.

2. Query Rule: Query'ler yardımıyla istenilen tanımlamalara göre otomatik olarak eklendiği kuraldır.

3. Include Collection : koleksiyona başka bir koleksiyondaki üyelerin eklenmesi kuralıdır

4. Exclude Collection : koleksiyona başka bir koleksiyondaki üyelerin çıkarılması işlemidir.

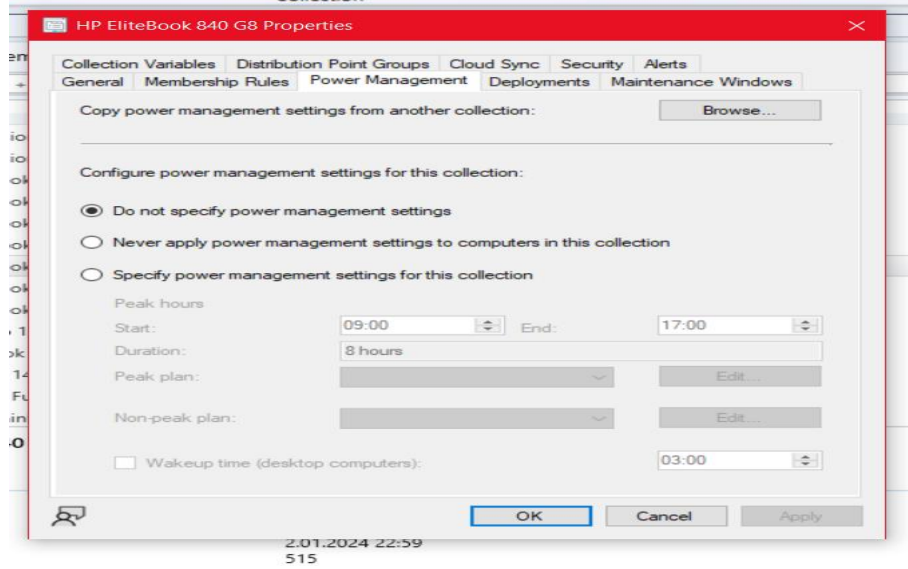
Testi yapılan bilgisayar modelleri için ayrı ayrı koleksiyonlar oluşturulmuştur. Bu koleksiyonlar, kaynak olarak Device Collection kullanılarak oluşturulmuş ve cihazların koleksiyona dahil edilmesi Query Rule ile otomatik olarak sağlanmıştır. Koleksiyon oluşturma adımları, testi yapılan her bir cihaz için aşağıdaki şekilde ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Şekil 2.5'te görülen HP EliteBook 840 G8 Notebook PC cihazı için oluşturulan koleksiyon örneğidir. Diğer model bilgisayarlar için oluşturulan koleksiyonlar da Şekil 7 ile aynı adımlarla oluşturulmuştur. Query Rule'un son kısmında kırmızı olarak yazılan model ismi, her model için o modelin adıyla değiştirilerek ilgili koleksiyon oluşturulmuştur.



Şekil 7. SCCM query ile koleksiyon oluşturma

Şekil 8'de bulunan HP EliteBook 840 G8 Notebook PC modeli için oluşturulan koleksiyondaki tüm cihazların güç ayarlarını, koleksiyonun Power Management ayarlarından belirli saat aralıklarında Balance Mod ve başka bir saat aralığında High Performance Mod olarak ayarlayabiliriz. SCCM

konsolunda, koleksiyondaki güç yönetim penceresi gösterilmektedir. Bu ayarları, istediğimiz diğer koleksiyonlara da aynı şekilde uygulamak mümkündür.



Şekil 8. SCCM konsolu ile koleksiyonda güç yönetim penceresi

Testi yapılan bilgisayarların üreticileri, modelleri ve sayıları aşağıdaki tabloda belirtilmiştir. Modeller, en fazla modelden en az modele doğru sıralanarak gösterilmiştir. Toplamda 12 farklı model ile 16.560 cihazın enerji tüketimi ve maliyet hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, testi yapılan bilgisayarların grafik kartları, performansları gibi konularda kıyaslama yapabilmek ve enerji tüketimi ile gösterdikleri performans arasındaki ilişkileri daha yakından tespit edebilmek amacıyla tüm modellere performans testi yapılmıştır. Lenovo ve HP model bilgisayarların seri numaraları, üretici internet sitelerinden kontrol edilerek garanti süresinin başlangıç tarihleri tespit edilmiştir. Garanti sürelerinin, üretim tarihlerine yakın olacağı düşünülerek Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 0. Testi yapılan modeller, üreticisi, toplam sayıları, yaklaşık üretim tarihi

Üretici	Model	Adet	Yaklaşık üretim tarihi
Hewlett-Packard	HP EliteDesk 700 G1 SFF	7715	2014
Hewlett-Packard	HP ProDesk 400 G5 SFF	1848	2019
Hewlett-Packard	HP EliteBook 840 G3	1488	2016
Lenovo	Lenovo (All in one) 11DWS0B600	1188	2022
Hewlett-Packard	HP EliteDesk 800 G2 SFF	1052	2016
Hewlett-Packard	HP EliteBook 840 14 inch G9	1007	2023
Hewlett-Packard	HP EliteBook 840 G4	555	2017
Hewlett-Packard	HP EliteBook 840 G8	530	2022
Lenovo	Lenovo (Think Center M920s) 10SKS7VU00	405	2021
Hewlett-Packard	HP EliteDesk 800 G1 SFF	394	2014
Lenovo	Lenovo 20YRS5AR00	223	2022
Hewlett-Packard	HP Laptop 15-da1xxx	155	2021

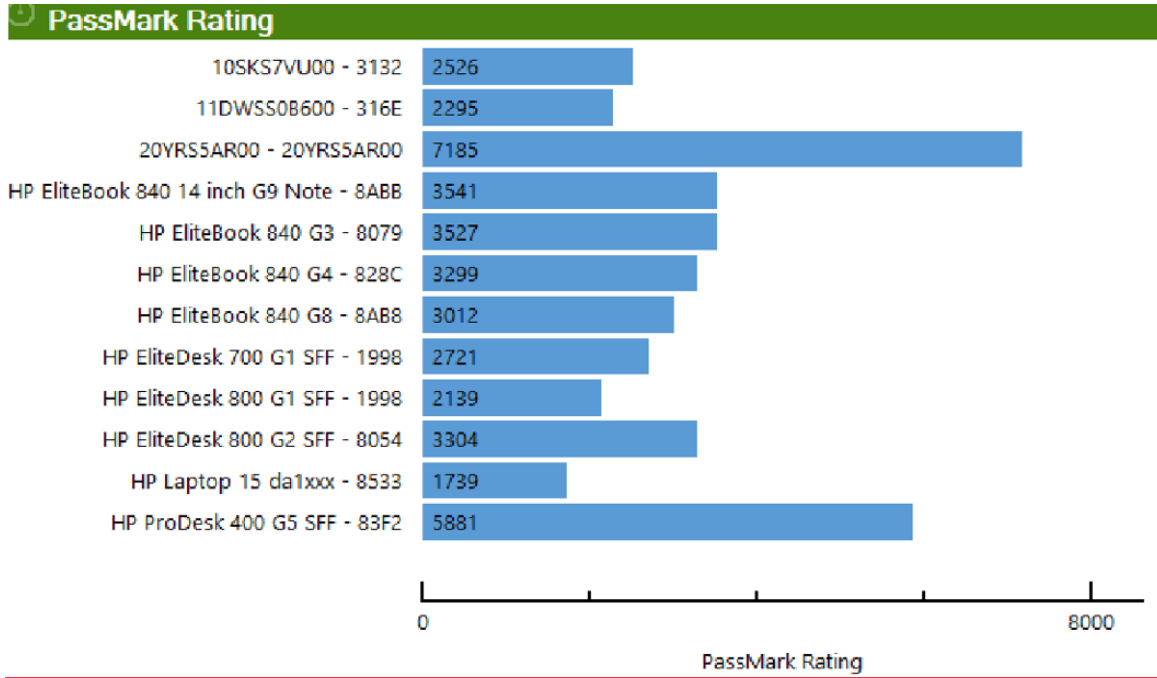
Performans Testi

Günümüzde bilgisayar alırken kullanıcılar, alacakları bilgisayarın performansını ve donanım bileşenlerini titizlikle incelemekte ve bu özelliklerin en yüksek seviyede olmasını istemektedir. Özellikle büyük kuruluşlar, alacakları bilgisayarların performansını belirlemek için bazı testlere tabi tutarak, belirledikleri performans seviyesine ulaşan cihazları seçmeyi tercih etmektedir. Bu amaçla, alınacak bilgisayarların hem donanım hem de yazılım performansları, çeşitli testler yardımıyla

kıyaslanmakta; bu sayede daha bilinçli ve veri odaklı kararlar alınmasına yardımcı olmaktadır. Burada belirtmek gerekir ki performans testi önemi ve amacı aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- İşlemci, Bellek, Grafik kartı ve diğer bileşenlerin performansını ölçer.
- Yazılım uygulamalarının hızını ölçer.
- Aşırı ısınma, yavaş çalışma gibi sorunları tespit eder.

Test edilen 12 farklı bilgisayar modeli, performansları hakkında daha detaylı bilgi edinmek amacıyla tek tek performans testlerine tabi tutulmuş ve bu bilgisayarlar kendi aralarında kıyaslanmıştır. Bu süreçte, işlemci performansı, grafik kartı performansı, ağ performansı, genel sistem stabilitesi ve RAM performansları gibi kriterler üzerinden karşılaştırılabilir grafikler oluşturulmuştur. Testler, PassMark yazılım uygulaması kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Şekil 9'da, testi yapılan tüm modellerin benchmark sonuçları gösterilmektedir.



Şekil 9. PassMark rating sonucu karşılaştırması

BULGULAR

Yüksek performans modu ve dengeli mod arasındaki enerji tüketimi karşılaştırıldığında, yalnızca bir bilgisayarın yüksek performans modu yerine dengeli modda çalıştırılması durumunda en fazla ekonomik ve enerji tasarrufu sağlayan model HP EliteBook 840 14 inch G9 model PC olmuştur. Bu model, bir yıl içerisinde toplamda 25,344 Wh enerji tasarrufu sağlayacaktır ve bu tasarrufun bugünkü yıllık ekonomik değeri 78,819 TL'dir. Detaylı sonuçlar Çizelge 3'te gösterilmiştir. Toplam cihaz sayısına göre, yüksek performans modu yerine dengeli modun kullanılmasıyla sağlanan enerji tasarrufu, Wh cinsinden ve ekonomik tasarruf Lira cinsinden sıralı bir şekilde Çizelge 4'te gösterilmiştir. Yıllık en fazla tasarrufu sağlayan model, 67,213,080 Wh enerji tasarrufu ile toplamda 209,032.679 TL kazanç sağlayan HP EliteDesk 700 G1 SFF model cihazdır. Bu modelle birlikte, toplamda 175,283,602 Wh enerji tasarrufu ve 546,913.17 TL tutarında ekonomik tasarruf sağlanacağı tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Bilgisayarların yüksek performans modu yerine dengeli modda çalışması durumunda yıllık enerji ve ekonomik getirisi.

Model	Enerji kazancı (Wh)	Ekonomik getiri (TL)
HP EliteBook 840 14 inch G9	25.344	78,819
HP EliteBook 840 G8	19.800	61,578
HP Laptop 15-da1xxx	16.632	51,725
Lenovo (Think Center M920s) 10SKS7VU00	15.840	49,262

HP EliteDesk 800 G2 SFF	15.840	49,262
HP EliteBook 840 G3	12.672	39,410
HP EliteDesk 700 G1 SFF	8,712	27,09
HP ProDesk 400 G5 SFF	7.920	24.631
HP EliteBook 840 G4	7.128	22,168
Lenovo (All in one) 11DWS0B600	6.336	19,704
Lenovo 20YRS5AR00	4.752	14,778
HP EliteDesk 800 G1 SFF	2.376	7,389

Çizelge 4. Bilgisayarların toplam sayısınınca yüksek performans modu yerine dengeli modda çalışması durumunda yıllık enerji ve ekonomik getirisi

Model	Enerji kazancı (Wh)	Ekonomik getirisi (TL)
HP EliteDesk 700 G1 SFF	67.213.080	209.032,679
HP EliteBook 840 14 inch G9	25.521.408	79.371,578
HP EliteBook 840 G3	18.855.936	58.642,08
HP EliteDesk 800 G2 SFF	16.663.680	51.824,044
HP ProDesk 400 G5 SFF	14.363.160	45.518,088
HP EliteBook 840 G8	10.494.000	32.636,340
Lenovo (All in one) 11DWS0B600	7.527.168	23.409,492
Lenovo (Think Center M920s) 10SKS7VU00	6.415.200	19.951,110
HP EliteBook 840 G4	3.656.340	12.303,240
HP Laptop 15-da1xxx	2.577.790	8.017,455
Lenovo 20YRS5AR00	1.059.696	3.295,654
HP EliteDesk 800 G1 SFF	936.144	2.911,407
Toplam	175.283.602	546.913,17

SONUÇ

Günümüzde gelişen sanayi ve artan nüfus ile birlikte toplumda barınma, ısınma gibi pek çok alanda enerji kullanımı bir ihtiyaç haline gelmiştir. Ülkeler arası bir yarış haline gelen teknolojik ilerlemelerle enerjinin önemi her geçen gün artmaktadır. Enerjinin insanlık için son derece kritik bir konuma gelmesi, aynı işi yaparak daha az enerji tüketilmesine yönelik yolların bulunması, yani enerji verimliliğinin önemini ortaya koymaktadır. Enerji verimliliği sayesinde daha az enerji kullanımı, daha az sera gazı salınımına, canlı ekosisteminin bozulmasının önüne geçilmesine ve hane halkının bütçesine olumlu katkılarda bulunmaktadır.

IT sektöründe çok sayıda teknolojik aletin kullanılması ve bunların en temelinde bilgisayarların yer alması, IT kaynaklarının salınım yaptığı karbondioksit oranının tüm dünya karbon salınımının %2'sini oluşturmasına neden olmaktadır. Bu oranı en aza indirmek ve enerjiyi verimli kullanabilmek hem ekonomik hem de toplum için büyük önem taşımaktadır. Bu tez kapsamında gerçekleştirilen çalışmada, 12 farklı model bilgisayarı kapsayan toplamda 16.560 bilgisayar üzerinde yapılan test ve ölçümler sonucunda, güç yönetiminde yapılan değişikliklerle birlikte bilgisayarlarda yüksek performans modu yerine dengeli modun kullanılması, şirkete 546.913,17 TL tutarında maddi kazanç ve 175.283.602 Wh enerji tasarrufu sağlayacağı tespit edilmiştir.

CO₂ salınım kazanç hesaplamalarında 1 kWh elektrik = 0,478 kg CO₂ olduğu varsayılarak, elde edilen 175.283.602 Wh kazanç için ortalama yıllık 83.785 ton CO₂ salınımının gerçekleşmemiş olacağı hesaplanmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] A. DOĞRU, "Sunucu Sanallaştırma ve Uygulama Sanallaştırma Teknolojileri Performans Karşılaştırması," *Yüksek Lisans Tezi*, 2019.

- [2] V. MEŞİN, "Türkiye'de Enerji Verimliliği Politikaları Özelinde Konya İlindeki Firmaların Enerji Verimliliği Önem Eğilim Düzeyleri," *Yüksek Lisans Tezi*, Eylül 2020.
- [3] D. B. D. G. B. G. N. D. P. Todd Brady, "PC Power Consumption - A Challenge and Opportunity," *IEEE*, 2005.
- [4] L. G. M. M. Cornil, "Power Consumption Measurements on Portable PC's," in *18th International Conference "Mixed Design of Integrated Circuits and Systems*, Gllwice, Polond, 2011.
- [5] E. K. Serdar ÇİÇEK, "Bilgisayar Monitörü Güç Yönetimi İçin Elektrik Enerjisi Tasarrufu," *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, vol. 16, no. 1, pp. Sayfa 21-28, 2010.
- [6] C.-H. C. Ying-Wen Bai, "Güç Tüketimini Azaltmak için Bulanık Mantık Kullanma," in *13. IEEE Uluslararası Tüketici Elektronik Sempozyumu*, 2009.
- [7] T. TUNCER, "KONUTLARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE DERECE GÜN BÖLGELERİNE GÖRE FARKLI MALZEMELERDE OPTİMUM YALITIM KALINLIĞI TESPİTİ," *Yüksek Lisans Tezi*, Eylül 2012.
- [8] S. CAMCI, "ALİŞVERİŞ MERKEZLERİNDE KULLANILAN ENERJİ SİSTEMLERİNİN ENERJİ ETÜD RAPORUNUN HAZIRLANMASI VE GÜNEŞ ENERJİSİ İLE ENERJİ TASARRUFU SAĞLANMASI; RİNGS AVM ÖRNEĞİ," *Yüksek Lisans Tezi*, Şubat 2020.
- [9] M. A. ERSOY, "ENERJİ COĞRAFYASI PERSPEKTİFİNDEN BİR İNCELEME: 2023 TÜRKİYE ENERJİ VİZYONU AÇISINDAN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ ÖNEMİ," *Yüksek Lisans Tezi*, 2023.
- [10] "Elektrik," T.C. ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI, 2023. [Online]. Available: <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik>. [Accessed 26 03 2024].
- [11] "Enerji Verimliliği," T.C. ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI, 2023. [Online]. Available: <https://enerji.gov.tr/enerji-verimliliği>. [Accessed 26 03 2024].
- [12] F. N. GÜNAY, *TİCARİ BİNALARA ÖRNEK ÖZEL SEKTÖRDEKİ BİR OTEL İŞLETMESİNİN ENERJİ ETÜT UYGULAMASI*, KONYA: T.C. NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ, 2021.
- [13] M. DAMAR, "YEŞİL BİLİŞİM YAKLAŞIMIYLA BİLGİSAYAR KULLANIM ORANININ ÖLÇÜLMESİ VE BİR UYGULAMA," *Yüksek Lisans Tezi*, 20 07 2016.
- [14] N. Y. Hikmet DOĞAN, "Türkiye'nin Enerji Verimliliği Potansiyeli ve Projeksiyonu," *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, pp. 375 - 383, 2015.
- [15] A. Örtül, "MSHOWTO Topluluğu ve Bilişim Portalı," 10 21 2019. [Online]. Available: <https://www.mshowto.org/green-it-nedir.html>. [Accessed 26 03 2024].
- [16] M. SİĞİRCİ, "Bilim Genç Tubitak," 25 11 2021. [Online]. Available: <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/bilgisayar-kim-ne-zaman-icat-etti>. [Accessed 26 03 2024].
- [17] "Anadolu Üniversitesi Anabilgi," Anadolu Üniversitesi, [Online]. Available: <https://anabilgi.anadolu.edu.tr/?contentId=230394>. [Accessed 26 03 2024].
- [18] "Tarihin İlk Elektronik Bilgisayarı ENIAC," İENSTITU, 07 01 2020. [Online]. Available: <https://www.iienstutu.com/blog/tarihin-ilk-elektronik-bilgisayari-eniac>. [Accessed 24 03 2024].
- [19] "Go Green with Efficient Desktop Power Management Techniques," ManageEngine - Enterprise IT Management, [Online]. Available: <https://www.manageengine.com/products/desktop-central/desktop-power-management.html>. [Accessed 26 03 2024].
- [20] "Introduction to Power Management," Microsoft, 15 12 2021. [Online]. Available: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows-hardware/drivers/kernel/introduction-to-power-management>. [Accessed 26 03 2024].
- [21] C. HOFFMAN, "Should You Use the Balanced, Power Saver, or High Performance Power Plan on Windows?," How-To Geek logo, 8 02 2016. [Online]. Available: <https://www.howtogeek.com/240840/should-you-use-the-balanced-power-saver-or-high-performance-power-plan-on-windows/>. [Accessed 26 03 2024].

- [22] "Modern Bekleme nedir ve S3 Bekleme moduyla farkı nedir?," DELL Technologies, 02 08 2023. [Online]. Available: <https://www.dell.com/support/kbdoc/tr-tr/000177661/what-is-modern-standby-and-how-does-it-differ-from-s3-standby-modern-bekleme-ve-nas%C4%B1-does-it-farkl%C4%B1-s3-bekleme-bekleme>. [Accessed 26 03 2024].
- [23] "Modern Standby vs S3," Microsoft, 11 05 2020. [Online]. Available: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows-hardware/design/device-experiences/modern-standby-vs-s3>. [Accessed 26 03 2024].
- [24] D. Technologies, "Modern Standby on Dell Client PCs," 11 2019. [Online]. Available: https://dl.dell.com/manuals/all-products/esuprt_solutions_int/esuprt_solutions_int_solutions_resources/client-mobile-solution-resources_white-papers45_en-us.pdf. [Accessed 26 03 2024].
- [25] "What is Modern Standby," Microsoft, 03 03 2021. [Online]. Available: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows-hardware/design/device-experiences/modern-standby>. [Accessed 26 03 2024].
- [26] " Enable or Disable Modern Standby Network Connectivity in Windows 11," Windows Eleven Forum, 09 12 2021. [Online]. Available: <https://www.elevenforum.com/t/enable-or-disable-modern-standby-network-connectivity-in-windows-11.3286/>. [Accessed 26 03 2024].
- [27] "Elektrik Faturalarına Esas Tarife Tabloları," EPDK, 2023 03 30. [Online]. Available: <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-1327/elektrik-faturalarina-esas-tarife-tablolari>. [Accessed 02 07 2023].
- [28] B. H. M. O. J. S. G. R. Kerrie Meyler, System Center 2012 Configuration Manager Unleashed, Sams, 2012.
- [29] "Sccm (Microsoft System Center Configuration Manager)," ÇözümPark, 20 09 2020. [Online]. Available: <https://www.cozumpark.com/sccm-microsoft-system-center-configuration-manager/>. [Accessed 26 03 2024].
- [30] "Configuration Manager'da koleksiyon oluşturma," Microsoft, 04 04 2023. [Online]. Available: <https://learn.microsoft.com/tr-tr/mem/configmgr/core/clients/manage/collections/create-collections>. [Accessed 26 03 2024].