**ENERJİ VERİMLİ TASARIM**

Ayhan Sarıdikmen

Enerji Verimliliği / Eğitim-Etüt-Proje Yöneticisi

ISO 50001 EnYS Baş Tetkikçisi

ASD Proje Ltd. Şti.

Fatih Mah. Demirci Sk. Greenhill Villaları, No: 8/I

Sancaktepe / İstanbul

Tel : +90 (216) 386 3013

gsm     : +90 (532) 362 1449

eposta: [ayhan@asdproje.com](mailto:ayhan@asdproje.com)

**ÖZET:**

Enerji Yönetim Sistemi standardında (EnYS, ISO 50001) Enerji Verimli Tasarım (EnVT) 4.5.6.maddesi der ki; “Kuruluş, enerji performansına önemli ölçüde etki edebilecek **yeni, modifiye** edilecek ve **yenilenecek** tesis, donanım, sistem ve proseslerin tasarımında **enerji performansını iyileştirme fırsatları** ve işletim kontrolünü (operasyonel kontrol) göz önünde bulundurmalıdır."

Örneğin; zamanında EnVT  maddesi binalar için olsa idi bugün mantoloması bulunmayan 7.5 milyon binamız yalıtımlı olacak ve fazladan yaklaşık 5 milyar$ yakacak parası vermeyecektik.

Anahtar kelimeler: Enerji, Enerji Verimliliği, Enerji verimli tasarım, Tasarım, Dizayn, ISO 50001, Enerji yönetim sistemi

**SUMMARY:**

At energy management system standard of the ISO 50001 says; “It requires the organisation to consider energy performance improvement opportunities and operational control in the design of facilities, equipment, systems and processes that can have a significant impact on its energy performance” (Item 4.5.6 Energy Efficient Design, EED)

For example; when EED had been defined for building, in time, in Turkey, we would have had now 7.5 million insulated building (which are not insulated, at the moment) and would have paid 5 billion US$ less to fuel import.

Key words: Energy, Energy Efficiency, Energy efficient design, Design, ISO 50001, Energy management system

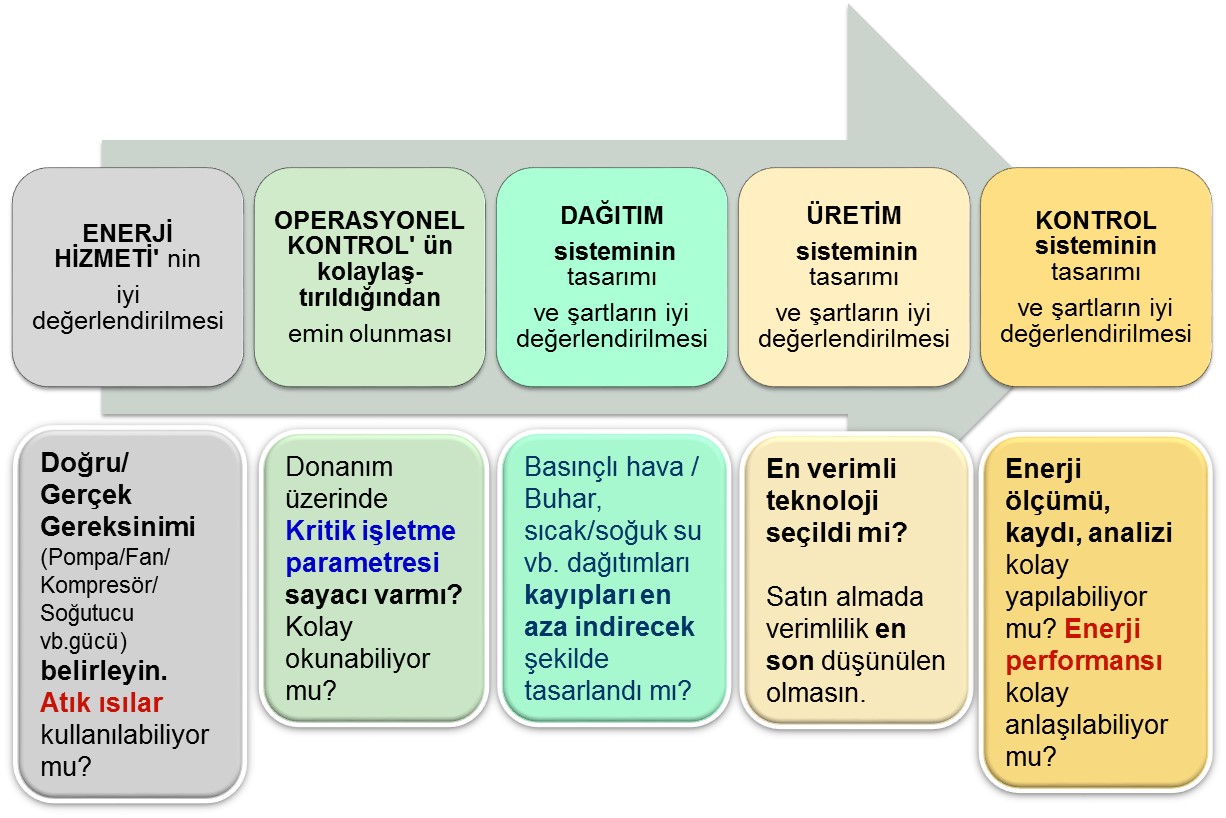
**ENERJİ VERİMLİ TASARIM**

**ISO 50001 STANDARTI 4.5.6. TASARIM Maddesi:**

Kuruluş, enerji performansına önemli ölçüde etki edebilecek **yeni, modifiye edilecek ve yenilenecek tesis, donanım, sistem ve proseslerin tasarımında enerji performansını iyileştirme fırsatları** ve **işletim kontrolünü** göz önünde bulundurmalıdır.

**Enerji performans değerlendirme sonuçları;** ilgili projelerin şartname, tasarım ve satın alma faaliyetleri sırasında uygun olduğu ölçüde dahil edilmelidir.

**Tasarım faaliyetlerinin sonuçları kayıt altına alınmalıdır.**



**Şekil 1. ENERJİ VERİMLİ TASARIM (EnVT) PROSESİ**

EnVT genellikle **sermaye maliyetini de düşürecektir**. İlerde olası **gerçekçi genişlemeye** izin verilmelidir.

**ENERJİ HİZMETİNİN İYİ DEĞERLENDİRİLMESİ (Doğru Donanımın Seçilmesi)**

**Pompalar,** zamanlarının %80’ini **%50-%80 yük arasında geçirir.** Pompa debileri ve basınçları, tasarım anında enaz **%10-25 oranında büyük** seçilmektedir ve ömrü boyunca büyük enerji harcamakta fakat çok daha az iş yapmaktadır.

**DONANIM TASARIMINDA AŞIRI BÜYÜK EMNİYET KATSAYILARI SEÇİLMEMELİDİR**

1. Büyük boyutlandırılmış pompa, fan, vb, ömrü boyunca tasarım değerlerinin altında çalışmakta, ilave donanımlara (kısma vanası, klape vb) ihtiyaç duyurmakta, fazladan enerji harcamaktadır.
2. Fanlar maksimum veriminde çalıştırılmalıdır, bu noktadan **uzaklaşmak** **enerji kaybına neden** olur.

**DONANIMLAR ALTERNATİF, DAHA UCUZ BİR ENERJİ İLE ÇALIŞTIRILABİLİR Mİ?**

**SORU: 1000 KG PETROLÜN YANMASINDAN;**

**Kaç kilo CO2 Çıkar? Kaç kilo SU Çıkar?**

**Kaç kilo EGZOZ GAZI ÇIKAR?**

**YANIT:** 1000 KG PETROLÜN YANMASINDAN Yaklaşık;

**3 Kat civarı CO2 ,** 2 kata kadar SU Çıkar.

**15 Kata kadar EGZOZ GAZI Çıkar.**

**HANGİ SICAKLIKTA ve ENERJİDE?**

**KRİTİK SORU:** Atık ısıdan geri kazanılan enerji ile ne yapılacak**, 24h/7Gün/52Hafta nerede, ne kadarı kullanılabilecek ??? TASARIMDA DÜŞÜNÜLMELİ !!!**

Örnek: **ENERJİ HİZMETİNİN İYİ DEĞERLENDİRİLMESİ (Yerinde Üretim) : KOJENERASYON SİSTEMLERİ; toplam verimi, klasik bir ortalama termik santralin 2 katına eşittir.**

**Isının türlerini tüketen** ve **en az 2 vardiya** çalışan tüm tesisler/binalar potansiyel kojenerasyon kullanıcısıdır, tasarım anında irdelenmelidir. Yazın soğutma da yapılabilen kojenerasyonlara **trijenerasyon** denir.

Örnek; **Vidalı Kompresörlerin** harcadığı enerjinin **%86’sı geri kazanılabilir ısı enerjisine dönüşür**.

**ENERJİ HİZMETİNİN İYİ DEĞERLENDİRİLMESİ (Bina Tasarımı)**

1. **ENERJİ VERİMLİ BİNA TASARIMI :** 
   1. **Mantolamalı** veya ısı yalıtımlı. **Çatı tasarımı**, ilerde üzerine güneş paneli koyacak şekilde yapılmalı
   2. Panelleri taşıyacak **mukavemette** ve
   3. **Üzerinde çalışmaya** izin verecek şekilde olmalı,
   4. **Isıyı almayan** ama ışığı alan (dolaylı).



Şekil 3. Örnek tesis çatı tasarımı (gün ışığı kullanımı)

1. **GÜN-IŞIĞI KULLANIMI MAKSİMİZE** EDİLMELİDİR.
   1. Gün ışığı hem **doğal hem de en kaliteli ışıktır**, hormonel denge için gereklidir.
   2. Bu şekilde **lambaların açık kalma riski** bertaraf edilir.
   3. Özellikle tüm **depolarda**, gündüz gün-ışığı kullanılmalı, yapay aydınlatma yapılmamalıdır,
   4. **Düşük emisiviteli** (Low-E; Isıcam; Sinerji-cam veya sıcak bölgelerde Konfor-cam) camlar kullanılabilir.
2. **İŞLEVSEL AYDINLATMA MAKSİMİZE** EDİLMELİ
   1. Önemli olan makine üzeri **kaliteli aydınlatma** yapmaktır,
   2. Olanaklar dahilinde **alçaktan aydınlatma** yapılmalı (Ters kare yasası)
   3. Aydınlatmaların **lokal kontrolleri** artırılmalı,
   4. **Bina dış duvar rengi**, iklime uygun seçilmeli, iç duvarlar, tavanlar ve zeminler **açık renk boya** ile boyanmalı,
   5. Gün ışığı aydınlatması yüksek olan yerlerde (bina dış cephesine yakın yerlerde) **aşırı aydınlatmadan** kaçınılmalı, olanaklar dahlinde gün-ışığı **otomasyonu** yapılmalı,
   6. **Enerji verimli aydınlatma bakımı** kolaylaştırılmalı (%50 aydınlatma verimliliği)
   7. Gün-ışığı **engellenmemeli** (önlerine koliler vb. yığılmamalı), bakımı/temizliği kolaylaştırılmalı,
   8. **Jaluji / Panjur kullanımı** optimize edilmeli (kuzey cepheye gerek yoktur)

**ENERJİ HİZMETİNİN İYİ DEĞERLENDİRİLMESİ (Enerji Verimli Montaj ve Devreye Alma) :** İyi tasarlanmış binaların ve proseslerin, **enerji açısından verimsiz** yaygın olarak karşılaşılan bir durumdur.

**Montaj ekibinin ihtiyacı olan bilgiler:** Enerji verimliliği özelliklerine göre **tasarımın amacını anlamalıdır.** EnVT amacı ve montaj & devreye alma **bilgilerinin işletme ekibine iletilmesi** gerekir (eğitim).

**Örnek: Kompresörler; taze havasının olanaklar dahilinde soğuk, kuru ve temiz olması gerekir.**

1. Kesinlikle kazan dairesi, hava tankı vb. ile aynı dairede bulunmamalı,
2. Olanaklar dahilinde kuzey cepheye yerleştirilmeli,
3. Taze havayı dış ortamdan almalı; İç ve dış ortam arasında ortalama 10 ºC fark vardır ve havayı dış (kuzey) ortamdan alan kompresör yıl boyunca yaklaşık **%4 daha verimli çalışır.**
4. Bunları uygun bir şekilde yapabilmek için **zamanı olmalıdır.** En düşük teklif verenin **yeterli zamanı/kaynağı** olmayabilir. **Proje çizelgesinin yeterli zamanı sağlaması** gerekir.

**ENERJİ VERİMLİ TASARIM - OPERASYONEL KONTROL : Enerji verimliliğinde EnYS’nin kritik bir unsurudur.**

Etkin operasyonel kontrolü sağlamak için:

1. **Bakım ve işletme kriterleri** belirleyin ve oluşturun. **Kritik işletme parametrelerini** belirleyin .
2. Operasyonel kontrollerle bağlantı kurun.Değişkenlerin ne kadar enerji kazandırdığını bildirin.
3. Kriterlere uygun şekilde çalıştırın.
4. **KRİTİK İŞLETME PARAMETRESİ SAYACI GEREKTİREBİLİR**
5. **SERMAYE YATIRIMI YAPMADAN ÖNEMLİ ENERJİ VERİMLİLİĞİ ve AVANTAJLARI SAĞLAR!**

**ÖRNEKLER:**

1. **ODA SICAKLIĞI:** Kış aylarında konfor sıcaklığı örneğin 20 ºC, yaz aylarında 26 ºC’de tutulabilir, Her 1 ºC fazladan ısıtma **%6,7 daha fazla ısıtma enerji** harcanmasına neden olmaktadır,
2. **AYDINLATMA DÜZEYİ:** Gün ışığı kullanımı yüksek olan yerlerde anlık kontrollerle aydınlatmada harcanan enerji azaltılabilir,
3. **FIRIN VERİMİ:** En teknolojik/verimli fırınlar bile düzenli olarak izlenip değerleri analiz edilmedikçe **optimum ayarlarından sapabilirler**. Ayrıca, **Baca gazı sıcaklığı, yakıt tüketimi ve fırın yükü** gibi önemli değişkenler **izlenmeli**.
4. **KAZAN VERİMİ: Saatlik takip edilmez** ise düşük verimlerde günlerce, haftalarca çalışma riski bulunmaktadır.
5. **BACA GAZI BİLEŞENİ:** Mutlaka, örneğin bir **oksijen analizörü** kullanılarak oksijen yüzdesi sürekli izlenebilir.
6. **KOMPRESÖR BASINCI:** Genelde gereğinden fazla basınçta çalışılmakta ve gereksiz enerji harcanmaktadır.

**VERİMLİ DAĞITIMIN TASARIMI :** Dağıtımlar, kayıpları en aza indirecek şekilde tasarlandı mı?

1. **BASINÇLI HAVA: DAĞITIMLAR, KAYIPLARI EN AZA İNDİRECEK ŞEKİLDE TASARLANDI MI?**
   1. **Ring (halka) hattı** kullanımı?
   2. Ana hat borularının içinden geçen basınçlı havanın hızı 6 m/sn’nin altında tutulmalı, ana hat boru çapları doğru seçilmelidir,
   3. Sabit boru şebekelerinde kompresörden çıkan basınçlı havanın hattın sonuna kadar toplam **basınç düşümü 0.3 bar’ dan fazla olmamalıdır.**
   4. **Dirençler minimize edilmeli,** çalışmayan/gereksiz fitingler olmamalı,
   5. Basınçlı havanın içindeki su ve yağ zerreciklerinin dağıtım hatlarından kolayca dreyn edilebilmesi için borulara akış yönünde **% 1 eğim verilmeli** ve her 30 metrede bir drenaj noktası konmalıdır.
   6. Basınçlı hava kaçak kontrolleri kolaylaştırılmalı, çok yüksekten giden boru hatları önlenmelidir. Ortam gürültüsü nedeni ile duyulamayan hava kaçakları yakalabilecek teknikler geliştirilmelidir.
   7. **Sayaçlar okunabilir/müdahale-edilebilir yükseklikte olmalıdır,**
2. **ISI HATLARI: DAĞITIMLAR, KAYIPLARI EN AZA İNDİRECEK ŞEKİLDE TASARLANDI MI?**
   1. **İlk montaj anında** tüm tesisat (50 ºC üzerindeki) **yalıtımlı olmalı,**
   2. **Dirençler minimize edilmeli,** çalışmayan/gereksiz fitingler olmamalı,
   3. **Kondenstop kontrolü** kolaylaştırılmalı, (Kondenstop yönetim sistemi?)
   4. **Bozuk yalıtımlar kolay** değiştirilebilmeli,
   5. **Sayaçlar okunabilir/müdahale-edilebilir** yükseklikte olmalıdır,
   6. Tesisata 100m.’de 1 m. **eğim verildi mi?**

**VERİMLİ ÜRETİMİN TASARIMI:** Olanaklar dahilinde **en ucuz enerjiyi kullanacak donanım** seçildi mi?

* 1. Örneğin; **elektrikli ısıtma yerine doğal gazlı ısıtma** (daha fazla enerji harcasa da) daha verimlidir. Çünkü; 1 kW elektrik, yaklaşık 2.5 kW doğal gazdan elde edilmektedir (termik santral verimi yakl. %40). Olanaklar dahilinde **en verimli teknoloji** seçildi mi?
  2. **Ömür boyu maliyet** analizi yapıldı mı? Ömür boyu maliyetin **%80’den fazlası enerji maliyeti** olabilmektedir.
  3. **Kompresörler: Vidalı kompresörlerin enerji verimliliği kontrolü kolaydır**. (**Turbo kompresörler** daha verimlidir ancak enerji verimlilik teknikleri uygulanamamaktadır).
  4. **Kazanlar:** Kazanı boyutlandırmadan önce tüm atık ısı kaynaklarının kullanımı düşünülmelidir. Atık ısı geri kazanımları ile birlikte alınabilir,
  5. Test aşaması (**pilot çalışma**) düşünüldü mü?
  6. Donanımın enerji **verim eğrisi (kısmı yüklerdeki enerji tüketimleri)** temin edildi mi? İlk satın almada alınmadığı takdirde, sonradan temini çok zor olabilmekte.

**VERİMLİ KONTROLÜN TASARIMI : ÖLÇMEDİĞİNİZ BİR ŞEYİ YÖNETEMEZSİNİZ.**

* 1. Donanımların Enerji ölçümü, **kaydı, analizi kolay yapılabiliyor mu**?
  2. **Enerji performansı** kolay anlaşılabiliyor mu? Ne kadar tükettiğinizi bilmek yeterli değildir.
  3. **KRİTİK SORU: Tüketilen gerekenden fazla mı?** ISO 50001 işletmenin **tükettiği enerji ile tüketmesi beklenen enerji miktarını karşılaştırmasını** gerekli kılar.
  4. Düzenli olarak **gerçekleşen** enerji performans göstergeleri (EnPG) **ile** **beklenen değerleri karşılaştırılmalıdır.**
  5. Genellikle**, her bir önemli enerji kullanıcısı (ÖEK) için en az 1 adet EnPG** tanımlanmalıdır ve sürekli izlenmelidir.

**YENİLENEBİLİR ENERJİLER:**  **GERÇEK YERLİ ENERJİLERDİR!!!**  Ayrıca, tüm **Dünya ülkelerinde de bolca vardır.**  Dolayısı ile kullanımı çok **daha artma potansiyeli** taşımaktadır.

**Küçük çaplı pilot projeler** hemen yapılarak teknoloji yakın takibe alınmalıdır.

Tesislerin/Süreçlerin/Proseslerin mevcut ve **gelecekteki yenilenebilir enerjileri etkin kullanabilecek/kurabilecek şekilde tasarlanması** düşünülmelidir,

1. Çatılar, güneş panel yükünü de kaldırabilecek **mukavemetde** ve üzerinde **panellerin bakım-işletimi** yapabilecek şekilde tasarlanmalı,
2. **Enerji satışına olanak** verecek şekilde AG/OG sistemleri tasarlanmalı,
3. Donanımlar için gerekli **boş alan bırakılmalı, alt-yapısı** düşünülmelidir.
4. **Küçük çaplı bir rüzgar enerjisi** türbini, test (+PR) amaçlı düşünülebilir.

**ENERJİ DIŞI KAZANÇLAR:** Tüm enerji verimliliği projelerinin, fizibilite hesabında kullanılmayan **enerji dışı kazançları vardır**. Bu kazançlar da finansal kazançlar kadar fayda sağlamakta ve geri ödeme süresini yarı yarıya kısaltabilmektedir. Örneğin yalıtım ile:

1. Binalarda **daha küçük kapasiteli ısıtma, soğutma** sistemleri ve tesisatları ile **ilk yatırım maliyetleri azalır.**
2. Mekanda **dengesiz bir ısı dağılımı** **oluşmaz**.
3. Terleme sonucu **küflenme ve siyah lekeler** oluşmaz, sıva ya da boyalar kabarmaz.
4. **Binaların ömrünü uzatır, daha sağlıklı ve konforlu bir ortam** oluşturur
5. İşçi sağlığı ve **iş güvenliğini** artırır.
6. **Gürültüyü emdiği için**, **ses yalıtımı** da sağlar.
7. **Sera gazı salınımı azalmış** olur.

**EnVT GÖZDEN GEÇİRME SÜRECİ**

1. Enerji performansı üzerinde **yeni** veya **değiştirilmiş donanım**, sistem, tesis veya proseslerin **önemli bir etkisi olabilir?**
2. En başından itibaren, tasarım gözden geçirmesinin **uygun paydaşları içerdiğinden emin olmak gerekir.** Etkilenen alanların **operatörleri kimlerdir?**
3. EnVT sürecinin iyileştirme fırsatlarını sürekli değerlendirilebilmesi için **prosedürler, kontrol listeleri geliştirme** düşünülmeli,
4. Mevcut tasarım **sürecinde enerji performansı değerlendirmesi** ve **verimlilik fırsatları** geliştirme düşünülmeli,
5. **Tasarım ve tedarik arasında bir döngü** olduğundan emin olunmalı,
6. Mevcut tasarım ve gözden geçirme süreci, uygun tasarım kayıtlarının saklanmasını **sağlayamıyorsa süreci değiştirmeli**.

**Tablo. 1. ENERJİ VERİMLİ TASARIMIN (EnVT) ÖNÜNDEKİ ENGELLER**

|  |  |
| --- | --- |
| **İlave Yatırım Maliyeti** | **Yatırım maliyetine bir kez katlanılmakta** ama enerji verimsiz tasarımın maliyetine tesis ömrü boyunca katlanılmaktadır.  Ayrıca, EnVT ile yatırım/donanım maliyetini düşürme fırsatı da güçlüdür. |
| Yatırımın Uygulama Sürecini Uzatması | EnVT, klasik tasarım prosesi haline gelince herhangi bir gecikme söz konusu olmamaktadır. |
| Operasyonel enerji maliyetlerinin, yatırımın önemli bir karar parametresi olmaması | Yatırımcılar, EnV’nin önemli bir hedef/amaç olduğu konusunda artık daha fazla ikna olmaktadırlar |
| Yatırımcıların, var olan şartlarda zaten en verimli uygulamayı yaptıklarına inanması | EnVT, tasarıma EnV açısından sistematik - kurumsal bir yaklaşım getirmektedir. |
| Yatırımcıların, mühendislik firmasının zaten en verimli uygulamayı yapacaklarını umması | Mühendislik firmaları, kendilerinden özellikle talep edilmedikçe, ölçülebilen EnV hedeflerinde yoğunlaşamamaktadırlar |

**KAYNAKÇA**

1. ASD Proje Enerji Yöneticiliği eğitim notları, 2017
2. EİE (YEGM) Enerji Yöneticiliği eğitim notları, 2009
3. Energy Efficiency Design Methodology, Sustainable Energy Authority of Ireland, Sept. 2008
4. UNIDO EnYS Uzman Seviye Eğitim Notları, 2017
5. ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi Standartı