

**T.C**  
**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ENERJİ VE ÇEVRE YÖNETİMİ**

**ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE TASARRUF**  
**ÇALIŞMALARI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Murat GÖKOĞLU**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Yıldız ARIKAN**

**İSTANBUL,2013**

**T.C.**  
**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ENERJİ VE ÇEVRE YÖNETİMİ**

Tezin Adı: Enerji Verimliliği Ve Tasarruf Çalışmaları  
Öğrencinin Adı Soyadı: Murat Gökoğlu  
Tez Savunma Tarihi: 26.08.2013

Bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

İmza

Doç.Dr.F.Tunç BOZBURA

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğunu onaylarım.

İmza

Doç.Dr.Göksel Demir

Bu tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Doç.Dr. Yıldız Arıkan

Prof.Dr. Mehmet Barış Özerdem

Yrd.Doç.Dr Semra Ağralı

## ÖNSÖZ

Öncelikle çalışmama başlamadan önce verdiği yön ve fikirlerle farklı bir çerçeveden bakmamı sağlayan Sn. Doç.Dr. Yıldız Arıkan' a teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Çalışmanın devamında firma içinde yürüttüğümüz deneme ve piyasa çalışmalarında yardımları geçen herkese sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Böyle büyük bir firmada, bu kadar değerli bir çalışma yapmama olanak sağlayan tüm üstatlarıma sonsuz teşekkürler.

Son olarak doğduğum günden itibaren beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme ve en başta başucumdan bir saniye bile ayrılmayan kıymetli anneme bu vesileyle teşekkürlerimi sunarım.

İstanbul, 2013

Murat GÖKOĞLU

# ÖZET

## ENERJİ VERİMLİLİĞİ ve TASARRUF ÇALIŞMALARI

GÖKOĞLU, Murat

Enerji ve Çevre Yönetimi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Yıldız Arıkan

Eylül, 2013, 66 sayfa

Toplumların kalkınmasında en önemli parametrelerden biri olan enerjinin, temiz, ekonomik, sürekli ve kesintisiz bir şekilde, güvenilir bir arz sistemiyle karşılanması tüm ülkelerin gündeminde olan bir konudur. Gelmekte olan ülkeler arasında yer alan Türkiye'nin enerji tüketimi açısından günümüzdeki durumu dünya ortalamasının üzerindedir. Türkiye'de enerji girdi maliyetlerinin yüksek olması, var olan enerjinin daha tasarruflu kullanılmasını gerekli kılmakta olup, enerjinin %35'lik bir kısmının tüketildiği sanayi kuruluşlarında yapılacak bir enerji optimizasyon çalışmasının, firmaların rekabet gücünü arttıracığı gibi, ülkemizin var olan enerji açığına da önemli katkılar sağlayacağı kesindir.

Bu tez çalışmasının konusu, Mercedes Benz Türk A.Ş firmasında enerji verimliliği ve tasarruf çalışmalarıdır. Enerji verimliliği ve tasarruf çalışmalarında esas alınan 2 temel nokta, doğaya daha az emisyon salınması ve bunun yanında daha verimli çalışan ekipmanlarla daha az giderlere ulaşarak, rekabet ortamında iyileşme sağlamaktır. Yapılan diğer çalışmaların hepsinden farklı olarak, mevcutta yapılan iyileştirmeler ve verimlilik çalışmalarının bir sunumu olarak değil, yeni verimlilik ve tasarruf düşüncelerinin işletmeye alınması şeklinde bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Alt başlıklar halinde, iyileştirme potansiyeli bulunan konular hakkında alternatif fikirler ve ürünler araştırılmıştır. Bu ürünlerin tedarikçileri ile görüşülmüş ve uygulamalara başlamadan önce fizibilite çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Yine Mercedes Benz Türk firmasında bulunan, öneri sistemi üzerinden bu fikirlerin ve çalışmaların önerileri verilmiştir. Firmanın kısaca tanıtımı ve öneri sisteminin işleyişi hakkında yine özet bilgiler aşağıda verilecektir. Seçilen çalışma konuları ve bunların diğer çalışmalarla arasındaki farklar anlatılıp, çalışmaların neden ve hangi koşullarda yapıldığı anlatılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji verimliliği, Enerji tasarrufu, Fizibilite çalışmaları, Maliyet analizleri, Yenilenebilir enerji

## ABSTRACT

### ENERGY EFFICIENCY AND SAVING STUDIES

GÖKOĞLU, Murat

Energy and Environmental Management

Thesis Supervisor: Doç. Dr. Yıldız Arıkan

September, 2013,66 Pages

Energy is essential for a society to progress. Issue of energy that is supplied clean, economical and in a continuous, dependable way is on the every country's agenda. Turkey which is a developing country, has its energy consumption above the global average. Because of the energy input cost is high, energy that is present should be used economically. An energy optimization operation should be carried out in the industrial enterprises where 35% of all energy is consumed. This would increase the competing abilities of companies and would lower our Turkey's energy deficit.

The subject of this thesis study is energy efficiency and saving studies in Mercedes Benz Turk Inc. Two basic points in energy efficiency and saving studies are fewer emission to the environment and making developments in competetion by reaching less expense with equipments which work more efficiently. Apart from the all other studies, a work was carried out not as a presentaion of efficiency studies and improvements done in present, but as taking new improvement and saving thoughts to the business. In sub-headings, alternative ideas and products about topics that have an improvement potential are researched. Negotiations are made with the suppliers of these products and feasibility studies are carried out before implimentations. Again via offer system in Mercedes Benz Turk, these ideas and studies are offered. Short summary about firm's brief presentation and process of offer system again will be given below. Chosen study topics and differences between these studies and the others are shown, and in which situations and why the studies are done will be explained.

**Key Words:** Energy efficiency, Energy savings, Feasibility studies, Cost Analyses, Renewable energy

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
TABLolar.....	vii
ŞEKİLLER.....	viii
KISALTMALAR.....	ix
SEMBOLLER.....	x
1. GİRİŞ .....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI .....	7
3. VERİ VE YÖNTEM.....	14
3.1 KOMPRESÖRDE ENERJİ KAZANIM SİSTEMLERİ.....	14
3.2 SUSUZ PİSUVAR SİSTEMLERİ.....	21
3.3 MBT'DE GÜNEŞ ENERJİSİ YATIRIMLARI.....	26
3.4 PROJE SAHASI GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ.....	27
3.5 MEVCUT AB VE ULUSAL VERİ TABANLARI .....	31
3.5.1 AB FOTOVOLTAVİK COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ .....	32
3.5.2 TÜRKİYEDE GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ ATLASI .....	35
3.6 METEONORM VERİLERİ .....	39
3.7 GLOBAL RADYASYON VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	41
4. ENDÜSTRİYEL ÇAMUR KURUTMA UYGULAMALARI.....	46
4.1 ÇAMUR KURUTMADA ELEKTRİK TÜKETİMİ.....	50
5. SAC TAFLAMA FIRINLARININ OPTİMİZASYONU.....	54
6. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	61
KAYNAKÇA.....	64

## TABLULAR

Tablo 1.1:Öneri sürekli ise ödüllendirme sistemi.....	4
Tablo 1.2:Öneri tek seferlik ise ödüllendirme sistemi.....	4
Tablo 1.3:E5 Modeli.....	5
Tablo 3.1:Öneri ve tasarruf çalışmalarının değerlendirilmesi.....	14
Tablo 3.2:Atık ısının tekrar kullanılması ile sağlanan tasarruf.....	18
Tablo 3.3:Doğalgaz fiyat değişimi .....	19
Tablo 3.4:Sistemden elde edilecek tasarruf.....	19
Tablo 3.5:Sistemden 10 yıl sonra elde edilecek tasarruf.....	20
Tablo 3.6:Esenyurt ilçesi için 10 KW polycrystalline için enerji miktarı .....	35
Tablo 3.7:EİE Güneş ölçüm istasyonları ve ölçüm periyotları .....	36
Tablo 3.8:Esenyurt için ortalama günlük global radyasyon ve güneşlenme değeri.....	39
Tablo 3.9:Meteonorm İşlem basamakları.....	40
Tablo 3.10:GES sahası meteonorm görüntüleri.....	41
Tablo 3.11:Farklı veri tabanlarına göre radyasyon verileri.....	42
Tablo 3.12:Fizibilite Çalışması.....	43
Tablo 4.1:Çamur kurutma sisteminde mali analiz.....	52
Tablo 5.1: Test sonuçları ve malzemenin mekanik özellikleri .....	57
Tablo 5.2: Kalite Güvenceden Gelen Test sonuçları.....	58
Tablo 5.3: Fırın derecesine göre tüketilen enerji miktarı.....	60

## ŞEKİLLER

Şekil 1.1:Hoşdere otobüs üretim tesisi.....	2
Şekil 1.2:MBT öneri sistemi.....	3
Şekil 1.3:Organizasyon.....	6
Şekil 3.1:Kaybolan ısınn sisteme tekrar kazandırılması.....	16
Şekil 3.2:Atık ısıdan elde edilen enerji.....	17
Şekil 3.3:Sistemin test aşaması görüntüsü.....	21
Şekil 3.4:Susuz pisuvar sistemleri .....	24
Şekil 3.5:Susuz pisuvar sistemlerine geçildikten sonra.....	26
Şekil 3.6:Tropikal kuşak.....	28
Şekil 3.7:Güneş yörüngeleri.....	29
Şekil 3.8:Proje sahası yıllık güneş yörüngesi.....	30
Şekil 3.9:İstanbul ili Polar Güneş yörüngesi.....	31
Şekil 3.10:Avrupa global radyasyon haritası.....	33
Şekil 3.11:Türkiye Güneş enerjisi potansiyeli haritası.....	34
Şekil 3.12:GEPA (EİE).....	37
Şekil 3.13:Esenyurt ilçesi GEPA(EİE).....	38
Şekil 3.14:Örnek uygulamalar .....	45
Şekil 4.1: Çamur kurutmada proses akım şeması.....	47
Şekil 4.2: Çamur kurutma sistemi.....	48
Şekil 4.3: Sistemde kullanılan jeneratör .....	49
Şekil 4.4: Çamur kurutma işleminde kullanılan konteyner .....	49
Şekil 4.5:Sistemin işletmede kullanımı.....	50
Şekil 4.6:Fosfat tesisinden çıkan çamur.....	53
Şekil 4.7: KTL tesisinden çıkan çamur.....	53
Şekil 5.1:Termal kamera ile yapılan izolasyon kayıpları araştırmaları.....	55
Şekil 5.2: Termal kamera ile yapılan analizin PC ortamında analizi.....	56
Şekil 5.3: Enerji analizörü data analizi örneği.....	59
Şekil 5.4:İmalatta bulunan fırın.....	60



## KISALTMALAR

- Ar-Ge : Araştırma – Geliştirme  
DMİ : Devlet Meteoroloji İşleri Genel M¼d¼rl¼ę¼  
EİEİ : Elektrik İşleri Et¼t İdaresi  
EPDK : Enerji Piyasası D¼zenleme Kurulu  
EPI : Yery¼z¼ Politikası Enstit¼s¼  
EWEA : Avrupa R¼zgar Enerjisi Birliği  
GWEA : Global R¼zgar Enerjisi Birliği  
IEA : Uluslararası Enerji Ajansı  
MBT :Mercedes Benz T¼rk  
O.G : Orta Gerilim  
REPA : R¼zg¼r Enerjisi Potansiyel Atlası  
RES : R¼zg¼r Enerji Santrali  
SPDF : Yenilenebilir Enerji Üretimini Finanse Edilmesinde Özel Amaçlı Borç Fonu  
TEİAŞ : T¼rkiye Elektrik İletim A.Ş  
TKB : T¼rkiye Kalkınma Bankası  
TM : Trafo Merkezi  
TSKB : T¼rkiye Sınai Kalkınma Bankası  
T¼REB : T¼rkiye R¼zg¼r Enerjisi Birliği  
YEK : Yenilenebilir Enerji Kaynakları  
WEC : D¼nya Enerji Konseyi  
WMO : D¼nya Meteoroloji Örg¼t¼

## SEMBOLLER

Rüzgâr hızı (m/s)	: V
Ölçek değışkeni (m/s)	: c
Şekil değışkeni	: k
Rotor düzlemindeki ortalama rüzgâr hızı	: V <sub>1</sub>
Rüzgâr türbinin rotor düzleminin önünde esen rüzgarın hızı	: V
Rotor düzleminin arkasındaki rüzgâr hızı	: V <sub>2</sub>
Enerji	: E
Kütle	: m
Rüzgâr hızı	: V <sup>2</sup>
Güç katsayısı	: P
Havanın yoğunluğu	: p
Rotor düzlemine gelen hava kütesinin kesit alanı	: A
Kilowatt	: kW
Megawatt	: MW
Saniye	: sn
Türbin güç katsayısı	: C <sub>p</sub>
Mekanik-teknik verimlilik	: η
Stator uyarma frekansı	: f
Rotor çapı	: R
Sıcaklık (°C)	: T
Devir sayısı	: n
Metre	: m
Metrekare	: m <sup>2</sup>

## 1. GİRİŞ

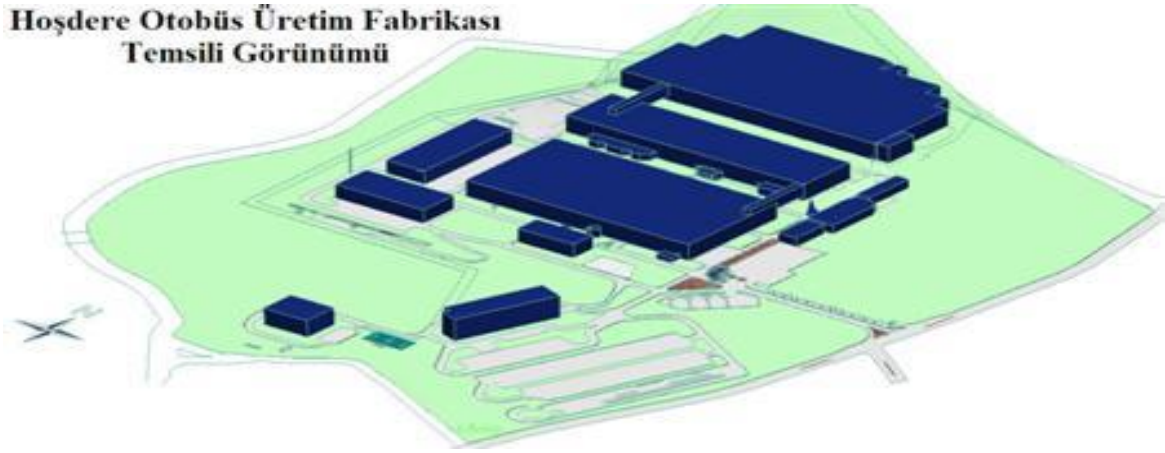
Enerji verimliliği, tüketilen enerji miktarının, üretimdeki miktar ve kaliteyi düşürmeden, ekonomik kalkınmayı ve sosyal refahı engellemeden en aza indirilmesidir. Daha geniş bir biçimde enerji verimliliği; gaz, buhar, ısı, hava ve elektrikteki enerji kayıplarını önlemek, çeşitli atıkların geri kazanımı ve değerlendirilmesi veya ileri teknoloji ile üretimi düşürmeden enerji talebini azaltması, daha verimli enerji kaynakları, gelişmiş endüstriyel süreçler, enerji geri kazanımları gibi etkinliği artırıcı önlemlerin butunudur. Sürdürülebilirliğin uc yonu; enerji güvenliği, rekabetsizlik ve çevre başlıklarıyla karşımızda durmaktadır. Bu yeni konsept daha düşük karbonlu bir ekonomiye dönüşümü sağlayabileceği gibi aynı zamanda enerji güvenliğine ve ekonomilerin rekabetsizliğine de hizmet edecektir. Arz sorunları ve artan enerji maliyetleri enerji verimliliği kavramını ön plana çıkarmaktadır. Enerji verimliliği, sürdürülebilir kalkınmanın ve rekabetsizliğin en önemli bileşenidir. Dünyanın ekolojik kapasitesi düşünüldüğünde enerji verimliliğinin artırılması şarttır.

Çalışmamızın temelini bu kriterler oluşturmaktadır. Firma içinde yeni teknolojilerle nasıl bir verimlilik ve tasarruf çalışması yapılabileceği araştırılmış ve uygulama alanları üzerine fizibilite çalışmaları yürütülmüştür. İlerleyen paragrafta yapılan çalışmaları anlayabilmek adına firmanın kısa bir tanıtımı ve süreçleri hakkında bilgi verilmiştir. Burada bizim ilerleyişimizi hızlandıran ve destek olan sistem, firma içinde kullanılan öneri sistemidir. Verimlilik ve tasarruflar üzerine üretilen alternatif fikirler bu sistem üzerinde yetkili kişilere ve departmanlara sunulmakta ve değerlendirilmesinde destek alınmaktadır. Bu sistemle ilgili açıklayıcı bilgiler ilerleyen bölümlerde yer almaktadır.

Mercedes Benz Türk A.Ş firması 1967 yılından beri faaliyet göstermektedir. Hoşdere fabrikasında üretim ise 2005 yılında başlamıştır. Merkezi Almanya' da bulunan firmanın Türkiye' deki üretim alanı otobüs ve kamyon araçları üzerinedir. Firma 360.000 metrekarelik bir alan üzerine kuruludur. Bu alanın 115.000 metrekaresi kapalı alandır. Aşağıdaki planda temsili yerleşim yer almaktadır. Asıl itibari ile 4 ana fabrikadan meydana gelmektedir. Karoser binasında aracın şasi kısmı ve sac kaplamaları bitirilip, çıplak bir şekilde araç tamamlanır. Karoseri binasından kataforez kaplamanın yapılacağı binaya, binalar arasında ki köprülerden geçirilerek akış sağlanır. Kataforez kaplama ve boya

işlemleri boyahane fabrikasında gerçekleşir. Boyahane binasından montaj binasına geçiş, yine köprüler içinden geçirilerek sağlanır. Montaj binasında aracın motoru ve gerekli tüm aksesuarları monte edilir. Montaj binasından sonra aracın teslim hazır hale gelmesi için son boyama, folyolama ve koltuk montaj işlemlerinin gerçekleştiği finish binasına geçilir. Basit şekilde üretim akışı bu binalar arasında gerçekleşmektedir. Bu binaların yanında destek birimlerin ve geliştirme departmanının bulunduğu binalar ile yemekhane ve spor salonu binaları da fabrika içerisinde yer almaktadır. Yıllık 4000 araç kapasitesine sahip fabrikada, 4 ana çeşit otobüs tipi üretilmektedir. Bunlar kendi aralarında çok çeşitli versiyonlar içermektedir. Firmada yaklaşık 3950 kişi çalışmaktadır. Bunların yüzde doksanüç'ünü mavi yaka çalışanlar oluşturmaktadır. Üretim 07.30 – 15.30 ve 15.30 – 23.30 saatleri arasında 2 vardiyada yürütülmektedir. Aylara göre değişkenlik göstermekle beraber ortalama günde 13 araç imalatı söz konusudur.

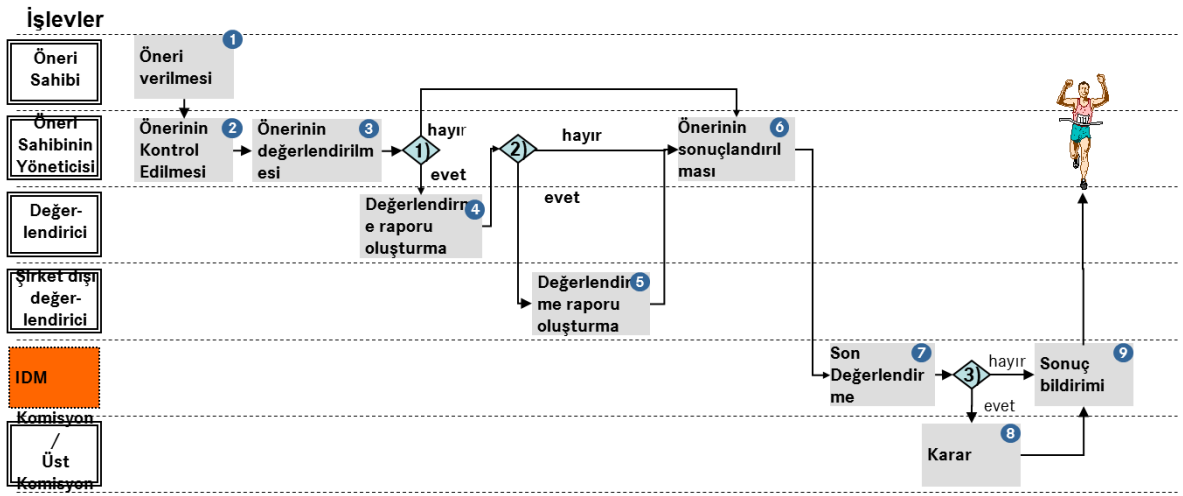
**Şekil 1.1:Hoşdere otobüs üretim tesisi**



Makine bakımları, tesisin işleyişinin devamı, arıza durumlarında müdahale ve tezimin konusu olan enerji verimliliği çalışmaları, teknik hizmetler departmanı tarafından gerçekleştirilmektedir. Fabrikada teknik hizmetler deaprtmanı bünyesinde çalışan bir enerji yöneticisi bulunmaktadır. Yasal zorunluluk olarak, yıllık enerji tüketimi 1000 ton eşdeğer petrol(TEP) ve üzeri olan endüstriyel işletmeler, enerji yöneticisi çalıştırmak zorundadır. Enerji yöneticisinin görevi, proses akışlarında optimizasyonlar yaparak en yüksek verimi sağlamak, tasarruf potansiyellerini araştırmak ve fizibil olanların devreye alınmasını

gerçekleştirmek. Tüm bu çalışmalara destek olunması adına firma içinde sürekli iyileştirmeyi sağlamayı amaçlayan bir sistem kurulmuştur. Bu sistemin adı “Öneri Sistemidir.” Öneri sistemi üzerinden malzeme, işleyiş, kalite, sosyal içerikli fikirler vs üzerine her çalışan öneri verebilmektedir. Bu öneriler ilgili departmanlar tarafından incelenip, yanıtlanmaktadır. Olumlu sonuçlanan öneriler sonrasında, sağlanan getiri miktarına göre puan veya para ödülleri verilmektedir.

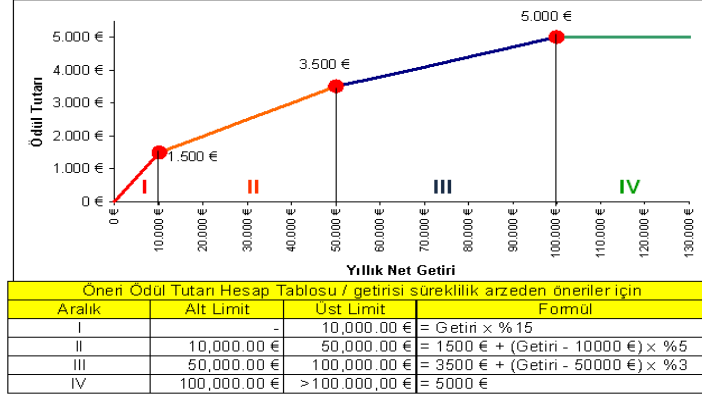
Şekil 1.2: MBT öneri sistemi



Bu şekilde bir motivasyon ile çalışanlar, sürekli iyileştirme proseslerine dahil edilmektedir. Yaptığımız tez çalışmasında ortaya attığımız tasarruf ve verimlilik fikirlerinin ilk sunumlarını öneri sistemi üzerinden gerçekleştirmiş bulunmaktayız. Bu fikirlerin bir kısmı hala değerlendirme aşamasında olup, bir kısmı onaylanmıştır. Örneklerden görüleceği üzere her öneri de maddi getiri söz konusu değildir. Bir önerimizde yatırım maliyeti yüksek ve geri dönüş süresi uzun olmakla beraber yeşil firma imajı açısından önemli bir öneri olduğu için kurumsal iletişim departmanı tarafından hala incelenmektedir.

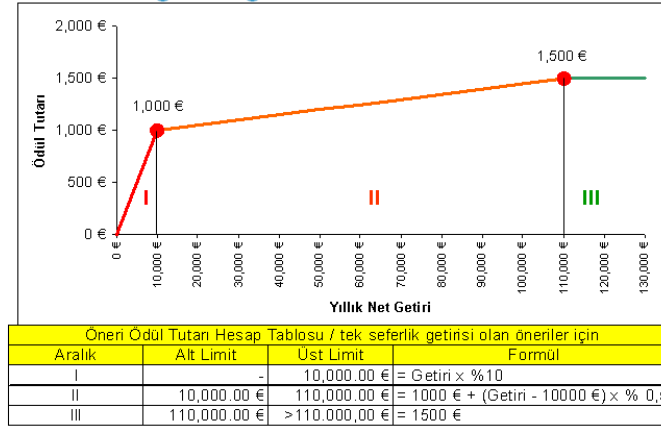
**Tablo 1.1:Öneri sürekli ise ödüllendirme sistemi**

Öneriden sağlanan getiri süreklilik arz ediyorsa



**Tablo 1.2 :Öneri tek seferlik ise ödüllendirme sistemi**

Öneriden sağlanan getiri tek seferlikse

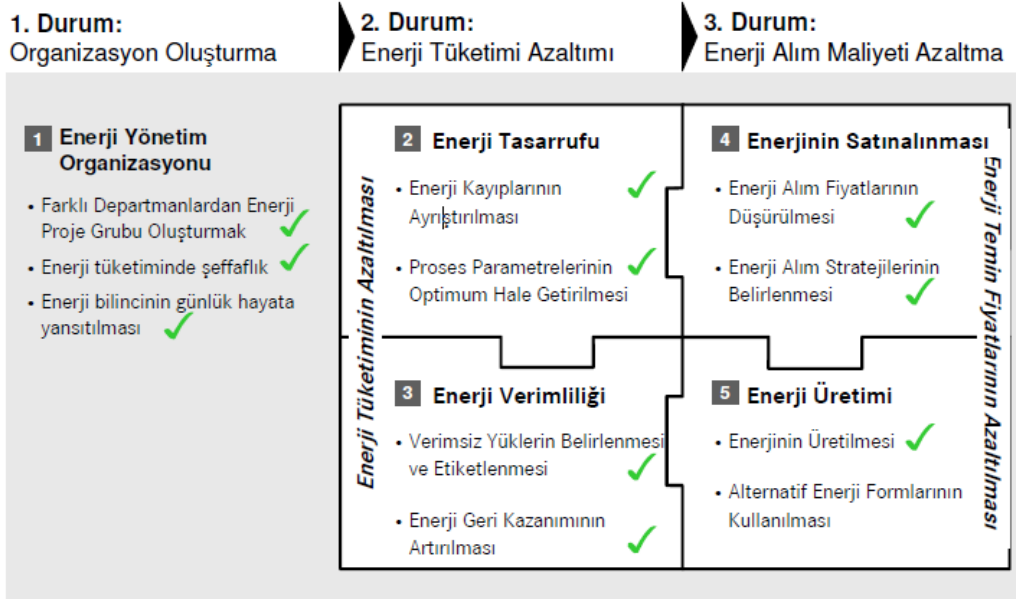


Görülebileceği üzere sağlanan getirilerle birlikte katılım motivasyonunu arttırmak esastır. Mercedes Benz Türk firmasında enerji verimliliği çalışmalarının ilk adımları ise 2008 yılında atılmıştır. 2008 yılında kanun gereği çalıştırılması zorunlu olan, enerji yöneticisi istihdamı sonrasında ilk etapta çalışmalar ölçmelerle başlamıştır. Fabrika içerisinde yer alan 11 adet binanın her biri için tek tek sayaçlar yerleştirilmiştir ve uzaktan izleme sistemleri kurulmuştur. Bu sistemler sayesinde anlık enerji verileri alınmaktadır. Neticesinde ise aylık ve yıllık değerlendirmeler yapılarak yönetsel bazda hedefler

verilmeye başlanabilmiş ve ulaşma dereceleri sorgulanmaya başlamıştır. Ölçüm noktalarının belirlenmesi ve tüm organizasyonların gerçekleştirilmesinden önce, enerji verimliliği ve tasarrufu ile ilgili bir aktivasyon planı çıkarılmıştır. Bu aktivasyon planında 5E sisteminden bahsedilmiş ve bu sistem üzerine çalışmalar başlatılmıştır.

**Tablo 1.3 :E 5 modeli**

### 5E Modelinin Gerçekleştirilmesi ve Gelecek Planlamasının Yapılması



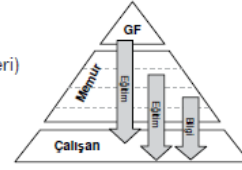
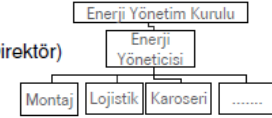
Bu çalışmalar yapılırken yönetimin desteği ve bu destekten sonra aynı şekilde bilinçlendirme çalışmasının alt kademelere kadar iletilmesi sağlanmıştır. Bunun için proje grupları oluşturulmuş ve bilgilendirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

## Şekil 1.3 :Organizasyon

### Organizasyonun Oluşturulması ve Enerji Konsepti

#### Enerji Optimizasyonu Projesinin Genel Şartları

- Organizasyon**
- Üretime ait departmanlardan proje grubu oluşturuldu (10 Üye)
  - Projelere destek amaçlı "Enerji Yönetim Kurulu" oluşturuldu(4 Direktör)
  - Grup içerisinde görev dağılımı yapıldı
  - **Amaç: Her bölümü sorumlu yapmak**
- Eğitim ve İletişim**
- Çalışanlara proje hakkında bilgi verildi (1650 Kişi)
  - Öneri sistemi kuruldu ve personel duyarlılığı arttırıldı (237 Öneri)
  - Enerji tasarrufu bilinci için eğitimler verildi
  - Enerji tasarrufu ile ilgili posterler yapıldı
  - **Amaç: Çalışanlara sorumluluk duygusu aşılamak**
- Enerji kontrolü ve önlem takibi (SCOT)**
- Kişiselleştirme ile zorunlu proje takibi sağlandı
  - Enerjide şeffaflık için otomasyon kuruldu
  - Maliyet ve tasarruf analizi yapıldı
  - **Amaç: Verimlilik analizi ve takip yapmak**



Öneri	Rating	Karar	Uygulama	Tamamlama
1	Yüksek	Onaylandı	Uygulanıyor	Yüksek
2	Orta	Onaylandı	Uygulanıyor	Orta
3	Düşük	Reddedildi	Uygulanmıyor	Düşük
4	Yüksek	Onaylandı	Uygulanıyor	Yüksek
5	Orta	Onaylandı	Uygulanıyor	Orta
6	Düşük	Reddedildi	Uygulanmıyor	Düşük
7	Yüksek	Onaylandı	Uygulanıyor	Yüksek
8	Orta	Onaylandı	Uygulanıyor	Orta
9	Düşük	Reddedildi	Uygulanmıyor	Düşük
10	Yüksek	Onaylandı	Uygulanıyor	Yüksek
11	Orta	Onaylandı	Uygulanıyor	Orta
12	Düşük	Reddedildi	Uygulanmıyor	Düşük
13	Yüksek	Onaylandı	Uygulanıyor	Yüksek
14	Orta	Onaylandı	Uygulanıyor	Orta
15	Düşük	Reddedildi	Uygulanmıyor	Düşük

Elektriksel ölçüm ve altyapıların kurulmasından sonra, yakıt olarak kullanılan doğalgaz tüketim miktarlarında ciddi sorgulamalara gidilmiştir. Yine doğal kaynaklarımızdan en önemlisi olan su tüketimi ile ilgili de yapılan çalışmalar sonucunda izleme ve takip sistemleri kurulmuştur. Bu sistemleri geliştirip, verimlilik sağlamak ve tasarruf elde etmek amacıyla üzerinin çalışmalar yapılan konular aşağıdaki gibidir;

- 1- Basınçlı hava kompresörlerinden eşanjörler vasıtasıyla elde edilebilecek sıcak su ile yapılabilecek enerji tasarrufu çalışması
- 2- Tuvaletlerde kullanılan pisuvarlara uygulanabilecek geliştirilmiş jel sistemiyle çalışan pisuvarların su tasarrufu hesaplamalarının yapılması
- 3- Güneş enerjisi sistemi kurulumu ve geri dönüş süreleri ile fizibilite hesabı çalışması ve uygulanabilirliğinin araştırılması
- 4- Kataforez kaplama havuzundan çıkan endüstriyel çamurların kurutulması için makina teçhizat seçimi ve bu makinaya atık ısı kullanımını sağlamak için sistem entegrasyon çalışması
- 5- Sac tavlama fırınlarının mevcut sıcaklık değerlerini aşağıya çekerek, kaliteden ödün vermeden enerji tasarrufu çalışması



## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Mercedes Benz Türk firmasında enerji verimliliği üzerine yapılacak olan çalışmadan önce konu ile ilgili yazılmış makaleler, teknik yazılar ve bilgilendirmeler incelenmiştir. İnceleme yapılırken özellikle otomotiv sektörü ve bunun özelinde otobüs üretim tesisleri ile ilgili yapılmış olan çalışmalar araştırılmıştır. Bunların yanında imalat sanayisi ile ilgili yapılmış araştırmalar ve yazılmış yazılar da dikkate alınıp incelenmiştir. Bu çalışmalardan elde edilmek istenenler; izlenen yöntemler ve bu yöntemlerin aktarmak istediğimiz, enerji verimliliği ve tasarruf çalışmaları adlı tez çalışmasına ne şekilde yön verebileceğidir.

Key World Energy Statistics (EİA 2011,ss1-81) adlı, International Energy Agency(IEA)'nin yayınladığı raporda 1973 tarihinden 2010 tarihine kadar enerji kaynaklarının kullanımında ve üretiminde gerçekleşen durumları sergilenmiştir. Bu durumlarının değerlendirilmesinde ele alınan enerji kaynakları ham petrol, kömür, doğal gaz, hidro kaynaklar ve nükleer kaynaklarıdır. Bu kaynakların kullanımı geçmişten günümüze artışı "Organisation of Economic Co-operation and Development"(OECD) ülkeleri ile bu organizasyon dışında kalan diğer dünya ülkeleri arasındaki kıyaslamalarla analiz edilmiştir. Bunun yanında karbondioksit(CO<sub>2</sub>) emisyonlarının yıllar içinde ki artışı üzerine ele alınan enerji kaynaklarında kullanılan analiz yapılmıştır. Metin halinde ifadeler yerine rakam ve grafiklerden oluşan bir anlatım söz konusudur. Artış veya azalışların nedenleri üzerine herhangi bir yorum yapılmamıştır. Bununla beraber enerji ve kaynaklarının kullanımı üzerine etki edebilecek indikatörler de yine bu grafiksel gösterimlerde yer almış ve gelişimleri istatistiksel olarak verilmiştir. Bunlara örnek olarak nüfus, gayri safi milli hasıla, enerji ithalat ve ihracat değerleri gibi indikatörler ele alınmıştır. Bu raporda tamamen sayısal veriler kullanılmış ve yorumlara veya gelecek hakkında oluşabilecek senaryolara yer verilmemiştir. Bununla beraber tüm bilgiler sayısal olarak verilmiş net bir anlatım kullanılmıştır. Tez çalışmasına verilen değerlerin geçmişten günümüze gelişimlerini incelemek açısından fayda sağlayacaktır.

Enerji verimliliğinin kavramının ortaya çıkmasında indikatör görevi gören kavramlardan birisi olan karbondioksit(CO<sub>2</sub>) emisyonları hakkında yine EİA' nın hazırlamış olduğu raporda konu ile ilgili fikir verici datalara ulaşılabilmektedir. İncelenen CO<sub>2</sub> Emissions from fuel combustion(EİA 2011,ss 7-41) adlı raporda ülkelerin 1973 yılından bugüne doğru CO<sub>2</sub> emisyon salınımlarında ki artış incelenmektedir. Raporda ortaya çıkan

emisyolların kaynakları ayrıştırılarak farklı bir detay çalışmasına inilmiştir. Yakıt türüne, bölgelere, ülkelere ve sektörlerere göre detaylı bir veri analizi yapılmıştır. Daha az CO2 salınımı azaltımı yapılabilmesi için gereken davranışlar sıralanmıştır. Bunların içinde enerjinin verimli kullanılması ve özellikle dünya üzerinde kullanılan enerjinin en büyük kısmını harcayan sanayi sektörünün enerji verimliliğine azami dikkat etmesi gerektiği belirtilmiştir. Enerji verimliliği çalışmalarının temelinde yatan CO2 emisyonlarının azaltılması ile ilgili datalar ve sayısal olarak bu verilere yaklaşım biçimi çalışmamıza bu anlamda temel oluşturacak bilgiler içermektedir.

Başlangıç olarak incelenen yazılardan Avrupa Birliği(AB) 2016 yılında yüzde dokuz enerji verimliliği hedefliyor adlı yazıda (Enerji verimliliği dergisi 2010,ss 44-54), enerji verimliliğine bakış, hedefler ve gelinen noktalar hakkında geniş bir perspektiften bilgilendirme yapılmıştır.Enerji verimliliği konusu hakkında bulunulan nokta, AB üyesi ülkelerin mevcut durumları, ilerleyen zaman içinde ülkelerin bu olguyu başarılı bir şekilde devam ettirebilmeleri için verilen hedefler ve sürdürülebilirlik olgusunu sağlayabilmek için tüm ülkeler tarafından kabul edilip uygulanması gereken yöntemler aktarılmıştır. Enerji verimliliği konusunun önemini vurgulaması, ülkelerin konu ile ilgili beyan ettikleri eylem planlarından bahsetmesi, hangi konuların üzerine, özellikle neden eğilmek gerektiğini yalın bir şekilde özetleyen bir yazı. 27 ülkenin ulusal programlarını değerlendiren ve ülkelerin bu yöndeki hedeflerine şeffaflık getirmeyi amaçlayan “Energy Efficiency Watch”(EEW) projesi ile ilgili verilen bilgiler alt kırımlara indirilebilecek niteliktedir. Genelden alınan bu bilgiler tezde kullanılacak daha özelleştirilmiş konu için de geçerli olabilecektir. Örnek verilecek olursa hedeflere ulaşmakta izlenen yöntemler, verilen hedeflerin takip edilmesi ve hedeflerin zorlayıcılık seviyesinin seçilmesi ile verimliliği sürekli hale getirebilecek projeler yaratılması konusu, bu yazıdan çıkarılabilecek bilgilerden ve uygulama yöntemlerinden bir kaçısı olma özelliğindedir.

Birleşmiş Milletler(BM) enerji verimliliği topluluğunun destekleriyle kaleme alınan Policies and Measures to Realise Industrial Energy Efficiency and Mitigate Climate Change(UN Energy,ss 1-45)yayında genel anlamda enerji verimliliği üzerine kapsamlı bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada genelden özele doğru sistematik bir geçiş söz konusudur. Başlangıç olarak enerji verimliliği konusunda politika ve programlardan bahsedilip, iklim değişikliği ve karbon azaltımı konuları hakkında bilgiler verilir, bu konular enerji verimliliğine bağlanmıştır. Daha sonra detaya girmeden ön bilgilendirmelerle enerji

verimliliğine etki eden sosyal ve teknik parametreler üzerine kısa bilgilendirmeler yapılarak, ilerleyen sayfalarda yeri geldikçe bu konular detaylandırılmıştır. Sektörler ve ülkeler bazında sayısal verilerle enerji kullanımı grafiklendirilmiş ve arkasından tahmini tasarruf potansiyelleri verilerek projeksiyonlarda bulunulmuştur. Bir sonraki adım olarak ise işin başlangıç kısmı olarak nitelenen enerji verimliliğine ulaşmak için gereken politika ve programlar hakkında detaylı bilgiler verilmeye başlanmıştır. Burada enerji yönetimi gruplarından, teşviklerden, gönüllülük anlaşmalarından, sosyal projelerden bahsedilmiştir. Daha sonra ise çok fazla teknik detaya inmeden, genel manada sanayide enerji tasarrufu denilince akla gelen kalemler üzerinden geçilerek tasarruf miktarları yaklaşık olarak belirtilmiştir. Bunlara örnek olarak ışıklandırma sistemlerinde, basınçlı hava sistemlerinde yapılabilecek iyileştirmeler, verimli motorların kullanımıyla elde edilen kazanımlar, enerji izleme programlarıyla sağlanabilecek ekonomik faydalar örnek gösterilebilir. Bunun yanında eserimi sonlandırmadan önce iklim değişikliği ile ilgili imzalanan anlaşmaların sonrasında karbon salımlarında ve dolayısıyla enerji verimliliğinde sağlanan iyileşmelerden bahsedilmiş ve bunların indikatör etkileri vurgulanmıştır. Geniş bir çerçeveden, iklim değişikliği ve enerji verimliliğinin arasındaki sıkı ilişki etkin bir şekilde özetlenmiştir. İşin hem sosyal hem teknik boyutu üzerine bilgilendirmeler yapılması ise yine farklı çerçevelerden bakabilmeyi sağlamıştır. Sıralanış açısından ve bilgi aktarımı açısından örnek teşkil eden bir çalışma olarak yansıtılabilir. Çalışmamızın tamamında buradaki bilgilere değinilecektir. Bununla beraber teknik örneklemelerimiz daha derin bir bilgiye sahip olacaktır. Gidişat açısından, çalışmamız için oluşturacağımız çerçeveye uygun bir bilgi aktarımı söz konusudur. Bu yazının, karbon emisyonları ve enerji verimliliği çalışmalarını birbirine bağlaması ve detaylı şekilde incelemesi, diğer çalışmalardan ayıran en bariz özelliği olarak görülebilir. Sebep sonuç ilişkisi detaylı bir şekilde anlatılmıştır.

Dünyada değişen şartlar nedeniyle enerji verimliliğinin öneminin arttığı belirtilmiştir. Bu konuyu tetikleyen en büyük unsurlardan birinin karbon salımları olduğu belirtilmişti. Farklı bir yaklaşım ve enerji verimliliğini tetikleyen farklı bir olgunun ele alındığı Industrial DSM(Trygg at al. 2005) makalesinde enerji verimliliğini tetikleyen farklı bir olgu göze çarpmaktadır. İsveç' in avrupa birliği ile ortak elektrik dağıtım şebekesine bağlanması ardından gelişen bir durum üzerine analizler yapılmaya çalışılmıştır. Şöyleki elektrik yoğun bir üretime sahip olan İsveç' te elektrik fiyatlarının düşük olduğu belirtilerek

Avrupa Birliği ortak elektrik şebekesine entegre olunduğunda AB ũlkelerinin yũksek elektrik fiyatlarının İsvetç' in de elektrik fiyatlarını yukarı doğru çekeceği ifade edilmiştir. Bu seneryo da İsvetç' te bulunan sanayi firmalarının elektrik ve enerji konusunda yapabileceği verimlilik çalışmaları ve bu sayede artacak elektrik fiyatlarına karşı elde edilebilecek verimlilik kazanımları ile denge kurulması amaçlanmaktadır. Araştırma İsvetç' in sanayi şehirlerinden Oskarshamn şehrinde bulunan 11 farklı işletmede yapılmıştır. Hedeflenen amaç Avrupa birliği ũlkeleri seviyesinde bir verimlilik yakalamaktır. Bu sayede ana sũreler ve yardımcı sũreler olarak sũreler ayrıştırılmış ve bu sũrelerdeki iyileştirmeler ve uygulanabilecek yeni teknolojiler ile birlikte verimlilik ne derece arttırılabilir sorusuna yanıt aranmıştır. Sũrelerin ayrılması ve ayrılan sũrelerin tek tek ele alınması bu çalışmayı diğerlerinden biraz daha farklı kılmaktadır. Bununla beraber diğer tũm çalışmalardan farklı olarak verimlilik ile ilgili yapılan bu çalışmanın çıkış noktası rekabet edebilme dũřũncesinden gelmektedir. Rekabet konusu verimlilik çalışmalarının temelinde yatan en önemli olgulardandır ve çevresel etkiler, karbon salımları konularının yanında yine çok bũyũk bir paya sahiptir. On bir firma için ayrı ayrı analizler yapılmamış, hepsi için yapılan araştırmalar tek bir çatıda toplanıp, elde edilebilecek iyileştirmeler rakamsal olarak yine tek bir çatı altında verilmiştir. Bu alışma bakış açısı olarak geri plana bırakmış olduğumuz rekabet unsurunun önemini hatırlatmıştır. Őzelden genele aktarım, proseslerin ayrıştırılıp incelenmesi metodoloji açısından yũn vericidir. Prosesler hakkında yapılabilecek iyileştirmeler ile ilgili daha derin bilgilendirmelerin olmaması, yũzeyssel olarak geçilmesi ise kendi çalışmamıza eklememiz gereken bũlũmleri anlatır niteliktedir. Sektŕrler arasında enerji verimliliği ile ilgili yapılan çalışmaların araştırıldığı ve bunlar arasında karşılaştırma yapıldığı bir makale olan, Global Industrial Energy Efficiency Benchmarking(UNIDO 2010) makalesinde kıyaslama yapılırken kullanılan yeni tabirler farklı bir bakış açısı sağlamaktadır. Makalenin başlangıcında 2007 baz alınarak 2030 senesi için senaryolar oluşturulmuştur. Bu senaryoların hareket noktası ise, 2007 senesindeki arz talep miktarı ile 2030 senesine gelindiğinde oluşabilecek arz talep miktarlarının karşılaştırılmasıdır. Oluşan senaryolardan çıkan sonuç arzın talebi karşılayabilecek hızla gelişemeyecek oluşudur. Bu şekilde bir sonucun enerji krizlerine yol açabileceği ve enerji sıkıntılarının şiddetli Őlũde yaşanabileceği vurgulanmıştır. Arz ile talep arasındaki farkın açılmaması için yapılabilecek çalışmanın ise enerji verimliliğini sağlamak olduğu belirtilmiştir. Yani aradaki deltanın kapanmasını, enerjinin verimli

kullanılmasının sağlayabileceği anlatılmıştır. Örnekler verilirken iki farklı tanım karşımıza çıkmaktadır. Bunlar Best practice technologie(BPT) ve Best available technologie(BAT) terimleridir. Her iki olgu kullanılarak da kayda değer iyileştirmelerin gerçekleştirilebileceği belirtilmiştir. İki terim arasındaki fark ise şu şekilde özetlenmiştir; BPT kısa ve orta dönemde oldukça iyi başarılar sağlayabilecek, bununla beraber daha efektif uygulamaların da hala yapılabileceği teknolojileri ifade etmektedir. BAT ise dünyanın farklı lokasyonlarında dahi uygulanabilecek en iyi ve efektif teknolojileri ifade etmektedir. Örnekle açıklamak gerekirse İstanbul da bulunan bir imalat firmasında uygulanan teknoloji, Eskişehir’de aynı proseslerde kullanılan teknolojiye daha verimli olabilir. Bununla beraber İngiltere’de kullanılan başka bir teknoloji bu proseslerde uygulanabilecek en verimli teknoloji olarak tanınabilir. İngiltere’de kullanılan teknolojiyi BAT, İstanbul’da kullanılan teknolojiyi ise BPT olarak adlandırabiliriz. Bunun yanında kullanılan teknolojilerin sektörlere, tedarik zincirine, tesis büyüklüklerine, kapital büyüklüklerine, devlet politikalarına, hammadde fiyatlarına vs göre farklılık göstereceği belirtilmiştir. BAT teriminin tüm bunlardan bağımsız en verimli teknoloji uygulaması olduğu izah edilmiştir. Bu iki terimin uygulanması ile birlikte 2030 senesi için yapılan senaryoda ne kadar enerji ve para tasarrufu ve karbondioksit emisyonu azaltımı yapılabileceği karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Enerji yoğunlukları sektörler arasında incelenmiş ve bunların ülkeler bazında ne şekilde farklılıklar gösterebileceği anlatılmıştır. Enerji verimlilikleri ile ilgili uygun ve başarılı bir kıyaslama yapılabilmesi için bahsedilen ülkeler ve sektörler arasındaki farklılıkların ortak bir baza indirilmesi gerektiği izah edilmiştir. Bununla beraber en önemli nokta olarak, tüm sektörlerin ve işletmelerin enerji datalarını toplayabilmenin ve izleyebilmenin temel şart olduğu belirtilmiştir. Kullanılan yeni terimler kendi çalışmamızda daha verimli teknoloji araştırması yaparken dikkat edilecek hususlar olarak kullanılacaktır. Bununla beraber ülkelerin ve sektörlerin değişken durumları bu teknoloji araştırmalarında ışık tutacak bir bakış açısı vermesinden ötürü önemlidir.

Otomotiv sektörü hakkında yazılmış bir başka makalede ise enerji verimliliğine bakış açısında üç ana unsur üzerinden gidilmiştir. Energy efficient production in the automotive and clothing/textiles industries in South Africa(Morris- at al. 2011) başlıklı makalede enerji verimliliği çalışmalarının odağında; enerji maliyetlerini azaltmak, karbon emisyonlarını azaltmak ve yeşil firma imajına yaklaşmak olduğu belirtilmiş. Değerlendirdiğimiz diğer makalelerde de aynı başlıklar üzerinde vurgular yapılmıştır.

Proses iyileştirmeleri için söylenen düşüncelere ek olarak, diğer makalelerden farklı bir diğer düşünce daha açıklanmıştır. O da endirekt olarak imalatçıların ürünlerinde değişiklikler yaparak veya geliştirmeye giderek üzerlerinde daha az enerji harcanması gereken yeni ürünlere geçiş yapmaktır. Bu düşünce hem karbon ayak izi denilen olguyla yani bir ürün ortaya çıkana kadar harcanan karbon emisyonu miktarı hem de enerji yoğunluğu ilkesiyle örtüşmektedir. Makalenin ilerleyen bölümlerinde iç proseslerde yani basınçlı hava kullanımı, değişken hız sürücülü motorların kullanımı, aydınlatma da verimli armatürlerin kullanımı, iklimlendirme proseslerinde uygun kullanımı vb konular hakkında iyileştirmeler sonucunda ne kadar tasarruf edilebileceği hakkında bilgiler aktarılmıştır. Yine diğer makalelerden farklı olarak enerji verimliliği mantığı farklı bir bakış açısıyla da irdelenmiştir. Yerinde ve zamanında üretim mantığı ile ve tedarik zincirinde yakın mesafeli tedarikçilerin seçiminin de enerji verimliliğini artıracığı görüşü belirtilmiştir. Dünyanın birçok şirketinde yeşil tedarik zinciri adına çalışmalar yapılarak, enerji tasarrufu ve karbon emisyonları azaltımlarında bu uygulamaya ilişkin sonuçlar verilmiştir. Bu çalışmaların en önemli iki örneği firma Fedex ve DHL firmalarıdır. Yine farklı bir yaklaşım olarak içinde bulunulan işletme ile enerji verimliliğinin sınırlı olamayacağını, bayilerin, tedarikçilerin, hissedarların, firma için çalışan reklam ajanslarının vs enerji verimliliği çalışmalarında bir bütün olarak incelenmesi gerektiği dile getirilmiştir. Bu makalede çok farklı pencerelerden ve değişik açılardan konulara yaklaşılmaması ve verimliliğin tüm kademe ve kanallarda bir bütün olarak ele alınması çalışmamıza farklı bir yön verebilecek nitelikte fikirler sağlamıştır.

Development of a Performance-based Industrial Energy Efficiency Indicator for Automobile Assembly Plants(Gale A. Boyd,2007) isimli makalede benchmark olgusunun üzerinde durulmuştur. Tabii bu terimden önce enerji yıldızı kavramının anlamı ve nasıl ortaya çıktığı anlatılmıştır. EPA tarafından 1992 yılında ortaya atılan ve çevre kirliliğini azaltmak, enerji verimliliğini arttırmak ve giderleri optimize etmek adına ortaya çıkmış olan enerji yıldızı uygulamasının ana hatlarından yola çıkılarak makale derinleştirilmiştir. Enerji yıldızı uygulamasının örneklerinin süreçler ve sektörler arasında karşılaştırma yapılarak geliştiği anlatılmıştır. Burada karşılaştırmalara otomotiv sektöründen örneklerle devam edilmiştir. Amerika’ da bulunan yaklaşık 60 adet otomotiv montaj hattından veriler toplanmıştır. Bu veriler toplanırken ve karşılaştırılırken alınacak kıstaslar içinde tesislerin büyüklüğü, üretilen araç tipleri, tesisin sabit enerji giderleri, tesisin bulunduğu lokasyon ve

buna bağlı olarak ısıtma soğutma değerleri vb yer almaktadır. Tüm bu verileri ortak bir baza indirgeyip matematiksel modelleme ile karşılaştırmalar yapılmaya çalışılmıştır. ıkan sonuçlar yorumlanırken eksiklerin ve düzeltme katsayılarının oldukça fazla olduğu belirtilmiştir. Bu makaledeki karşılaştırmaların sayısal olarak rtştrlememesi, enerji giderlerinde ki farkların ülkelerin politik ve coğrafik koşullarına göre değerlendirilmesi gerektiğinin ele alınmaması çalışmayı istenilen noktaya taşımaya yetmemektedir. Bununla beraber üretimlerin çok fazla çeşitlilik göstermesi ve firmadan firmaya müşterilerin istekleriyle veya araçların dizaynlarıyla değişen ürün çeşitliliği nerdeyse karşılaştırma yapmayı imkansız hale getirmektedir. Çalışmanın ıkış noktası yani enerji yıldızı uygulamasının ana mantığı bizim çalışmamızda da takip edilecek başlıca unsurdur.

Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities for the Vehicle Assembly Industry(Galitsky at al, 2008) isimli makalede ise bir önce ele alınan makale ile paralel bir çalışma yapılmış, ayrıca bu makalede firmalar arası karşılaştırma yapmanın sağlıklı olmayacağından, en iyi ve verimli işleyen prosesin belirlenip, diğer yerlere de uygulanabilirliği araştırmalarından bahsedilmiştir. Makale yazılırken 70' e yakın otomotiv firması incelenmiştir. Temel amaç üretim kalitesini bozmadan enerji giderlerini azaltmak olarak belirtilmiştir. Başarılı uygulamalar seçilip aynı proseslere sahip başka bir fabrikada bu teknolojilerin uygulanabilirliği araştırılmıştır. Bir fabrikada başarılı olan uygulamanın her fabrikada veya lokasyonda fizibil olmayacağı da belirtilmiştir. Genel anlamda daha verimli ve temiz teknolojilerin mümkün olan diğer yerlerde uygulanmasının bile verimlilik artışında bir başarı olduğu düşünülmüştür. Bu makalede ele alınan ve üzerine tartışılan mantık, yani başarılı teknolojilerin başka yerlerde de uygulanabilirliği, kendi çalışmamızın çerçevesini de çizebilecek bir dşnicedir. Ortak proseslerde sağlanan verimlilik çalışmalarının, ele alacağımız Mercedes Benz Türk otobüs imalat firmasında da uygulanabilirliğinin olup olmadığı araştırılacaktır.

### 3.VERİ VE YÖNTEM

Bu bölümde yaptığımız verimlilik iyileştirmesi ve tasarruf çalışmaları ile ilgili bilgiler aktarılacaktır. İlk olarak yapılan çalışmaların hepsini bir listede toplayıp genel değerlendirmeleri yapılacak ve ardından her bir proje ile ilgili detay bilgiler verilecektir. Çalışmalarda önerisi verilen projeler için yatırım maliyetleri ve geri dönüş süreleri hesaplanmış ve hayata geçme durumları tezin hazırlandığı tarih itibari ile aktarılmıştır.

**Tablo 3.1 :Öneri ve tasarruf çalışmalarının değerlendirilmesi**

Proje Tanımı	Yatırım Maliyeti	Geri Dönüş Süresi	Proje Durumu
1-Kompresörlerden enerji kazanımı	11.000 euro	0.9 yıl	Kurulum aşamasında
2-Susuz pisuvar uygulaması	13.027.5 euro	1.1 yıl	Hayata geçti
3-Güneş enerjisi uygulaması	23.515 euro	20.3 yıl	Öneri reddedildi
4-Endüstriyel çamur kurutma uygulaması	59.329 euro	1.49 yıl	Değerlendirme aşamasında
5-Sac tavlama fırını sıcaklık optimizasyonu	Yatırım maliyeti yok	Tahmini getiri 11.000-12.000 TL	İşletme tatilinde hayata geçirilecek

#### 3.1 KOMPRESÖR ENERJİ GERİ KAZANIM SİSTEMLERİ

Sanayide enerji tasarrufu ve verimlilik çalışmalarının temelinde, ilk olarak araştırılan ve iyileştirilen kapsam her zaman basınçlı hava sistemleri olmuştur. Bunun temel sebebi basınçlı hava sistemlerinin çok pahalı bir enerji türü olması ve verilen enerji ile yapılan iş arasında çok büyük bir delta bulunmasıdır. Açıklanan bu sebeplerden dolayı basınçlı hava kompresörleri üzerine sürekli iyileştirme çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Basınçlı hava ve kompresör ekipmanları üzerine çalışan Spirax Sarco firmasının aktardığı bilgilerden şöyle bir genelleme yapılabilmektedir; Özellikle endüstriyel tesislerin basınçlı hava için harcadıkları elektriğin maliyeti, toplam elektrik tüketimlerinin yaklaşık yüzde on' u

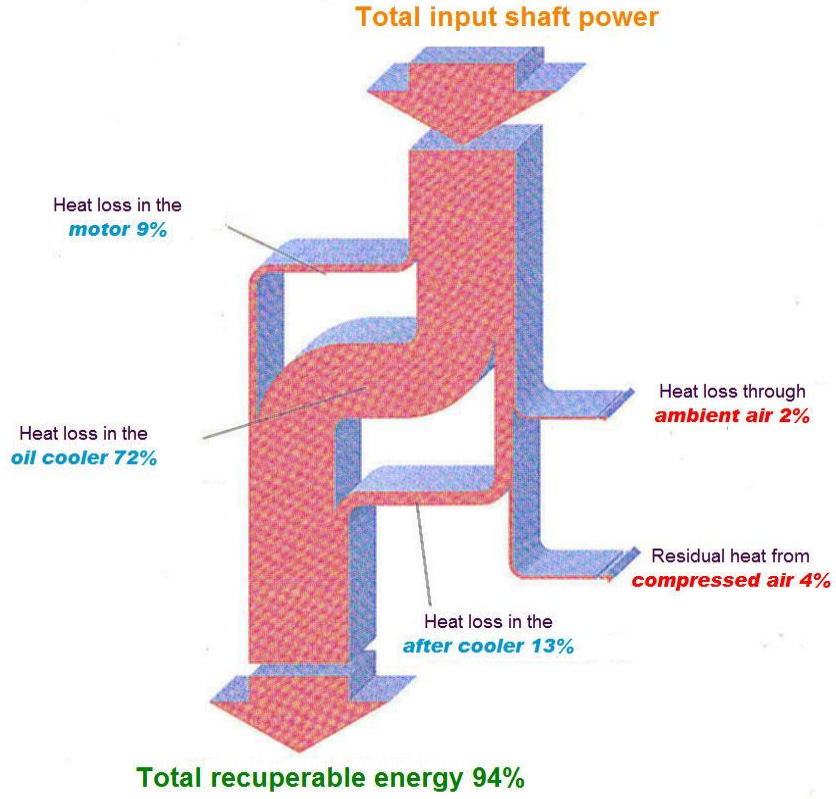


mertebesindedir. 10 Yıllık genel bir çerçeveden bakıldığında basınçlı havanın toplam maliyetinin yüzde on' u bakım, yüzde onbeş' i işletme, ve yüzde yetmişbeş' i enerji gideri olarak belirtilmektedir. Bu nedenle basınçlı hava sistemlerinde enerji tüketimini azaltacak bir program uygulanması durumunda ciddi tasarruflar sağlanabilir. Sırf kaçaıklardan dolayı ortaya çıkan kayıplara örnek verecek olursak; yılda 2500 saat 6 bar basınç altında açılışan bir sistemde eğer 0,5mm ' lik bir delik mevcut ise senlik kayıp yaklaşık 250 Kwh/yıl olacaktır. 1mm' lik bir delikten 1100 Kwh/yıl, 2mm' lik bir delikten 4500Kwh/yıl, 4mm' lik bir delikten ise 11.250 Kwh/ yıl kayıp olacaktır(CADDET, 1997c). 5 ay süren, 1000 adetten fazla denemenin ardından elde edilen sonuçlar bu değerlere tekabül etmektedir (IAC , 2001). Verilen değerler gözönüne alındığında büyük tasarruf imkanlarının olduğu görülmektedir. Bunun yanında yapılabilecek diğer iyileştirme çalışmaları da aşağıda yer almaktadır;

- Uzaktan izleme ile sistemlere yerinde ve zamanında müdahale, gereksiz yere çalışan kompresörlerin belli zaman aralıklarında çalıştırılması
- Kompresör gruplarının hepsinin basınçlı hava tankına bağlanarak ihtiyaç halinde devreye girmeleri ve böylece boş yere çalışmaların önüne geçilmesi
- Yine kompresör grubunun birlikte çalışması ile eş yaşlandırma gerçekleştirilmesi
- Kompresör hava girişlerinin sıcaklık değerlerinin düşürülmesi ve bu esasa göre kompresörlerin yerleştirilmesi.

Yukarıda sayılan maddelere eklemeler yapılabilir. Bunlar herkes tarafından bilinen ve firmaların enerji verimliliği uygulamalarına başlarken ilk attıkları adımlardandır. Yapılan araştırmalar sonrasında varılan genellemede 100 birimlik elektrik enerjisinin yaklaşık 6 birimi basınçlı hava olarak kullanılabilir. Bu sebepten dolayı sanayi uygulamalarında basınçlı hava en değerli ve pahalı enerji olarak nitelendirilmektedir. Kaybolduğu kabul edilen yaklaşık 94 birimlik enerjinin, bu sistemlerle yüzde yetmişdört ile yüzde doksan kadarı tekrardan verimli olarak kullanılabilir tezi bizleri bu çalışmayı yapmaya itmiştir. Kaybolan ısıyı tekrardan sisteme kazandırarak sıcak hava veya sıcak su ihtiyacını karşılayabileceği düşünülmüştür.

**Şekil 3.1 :Kaybolan ısının sisteme tekrar kazandırılması**



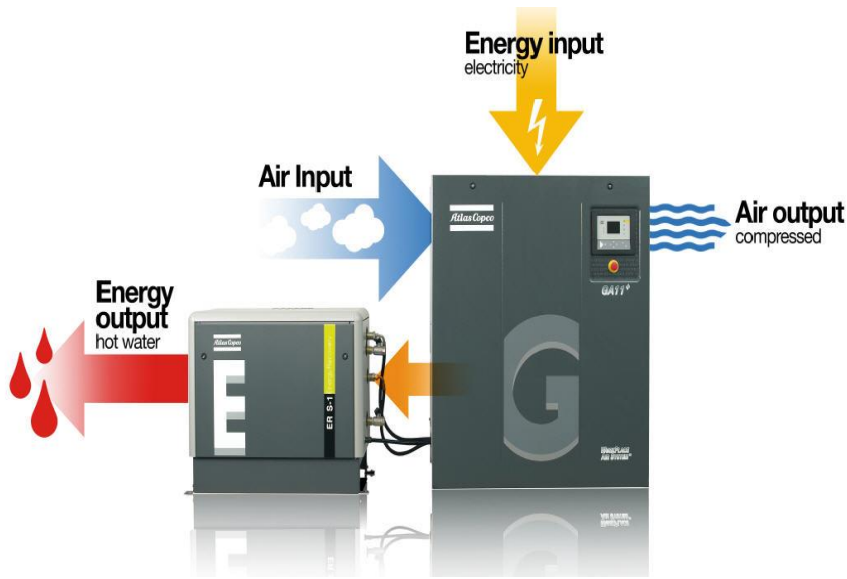
Genel manası ile Türkiye’ de sadece 3 firmada 2012 senesi içinde uygulaması yapılmış bir sistemi, Mercedes Benz fabrikasında da deneme çalışması yapılmıştır . Sistemin çalışma prensibi ise kısaca şu şekilde özetlenebilir. Kompresörlerin soğutma görevini gören ve kapalı devre çalışan soğutma yağlarının, adapte edilecek kit ile birlikte, bir eşanjör yardımıyla üzerindeki sıcaklığı alıp havaya veya suya verme prensibini içermektedir. Bu şekilde elde edilecek faydalar ise aşağıdaki gibi sıralanabilir;

Soğutma yağının ömrü uzamakta ve üzerindeki ısıyı verdikten sonra bir sonraki devir daim işleminde kompresör üzerindeki ısıyı daha fazla yüklenebilmektedir. Bu şekilde hem kullanılan soğutma yağının ömrü uzamakta hem de soğutma işleminin daha verimli gerçekleşmesinden ötürü kompresörün ömrü ve bakım süresi uzamaktadır. Bunun yanında kullanılan yağın daha uzun periyotlarda değiştirilmesi çevresel yükü azaltmaya yardımcı olur. Sistemin çalışma verimine katkı sağlar. Teorik olarak ortamdan çekilen havanın sıcaklığının, yani kompresöre giren hava sıcaklığının her 10 derece artışında verim yüzde bir azalmaktadır. Bunun sebebi havanın genleşmesi ve genleşen havayı sıkıştırmak için

ekstra bir güç sarfedilmesidir. Motor gövdesinde ki sıcaklık artışı da aynı oranda verime yansımaktadır. Sonuç olarak kompresör motoru gövdesindeki sıcaklığın optimum seviyede kalması ile sistem verimi artmaktadır.

Atık ısıdan elde edilen enerji, sıcak su kullanımında, lokal ısıtılarda kullanılabilir. Yaz aylarında sıcak su ihtiyacının azaldığı dönemlerde Mercedes Benz firmasında kojenerasyon sistemlerinde de kullanılabilirliği mümkündür. Firmada yaz aylarında soğutma amaçlı absorpsiyonlu chiller kullanıldığı için, bu sistemi kazan suyundan beslemek yerine, kazan yakmadan kompresörlerden sağlanan atık ısı ile sistem beslenebilir. Absorpsiyonlu chillerin çalışma mantığında soğutma suyu belli bir sıcaklıkta sisteme giriş yapmaktadır. Kullanılan Li- Br kimyasalı soğutma suyunun buharlaşma ısını alt seviyelere indirmektedir. Bu şekilde sistemde daha düşük sıcaklıklarda buharlaşma olmakta ve buharlaşan sıvı sistemden ısı çekmektedir. Bu prensiple de soğutma gerçekleştirilmektedir.

**Şekil 3.2 :Atık ısıdan elde edilen enerji**



Bu sistemle ilgili fizibilite çalışmaları aşağıda ki tabloda detaylı şekilde yer almaktadır. Fabrikada iki adet 75 Kw'lık, iki adet de 150 Kw'lık basınçlı hava kompresörü bulunmaktadır. Bir adet 75 Kw'lık kompresör sistemi için bu çalışma hazırlanmıştır. Aşağıda tabloda verilen değerlerin hesaplanışları yer almaktadır.

6500 saat/yıl X 56 Kw = 364.000 kWh/yıl

1kW = 860 Kcal/h

364.000 kWh/yıl X 860 Kcal/h = 313.040.000 kcal/yıl

Doğalgaz alt ısı değeri: 8250 kcal/ m<sup>3</sup>

313.040.000 kcal/yıl / 8250 kcal/ m<sup>3</sup> =41.244 m<sup>3</sup>/yıl

Kazanın verimi: %92

Doğalgaz fiyatı: 0,625 TL/m<sup>3</sup>

41.244 m<sup>3</sup>/yıl / 0,625 TL/m<sup>3</sup> / %92 = 41.244 m<sup>3</sup>/yıl doğalgaz

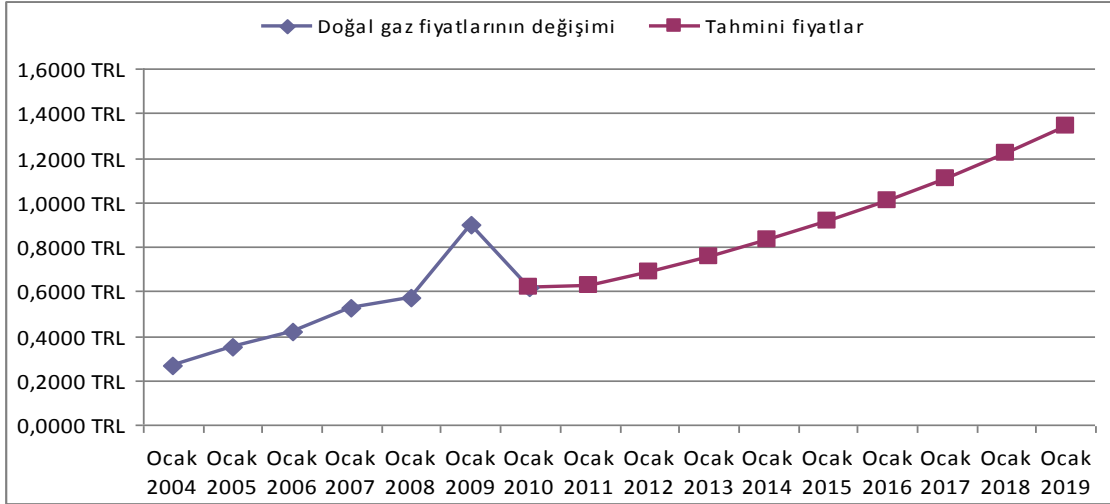
41.244 m<sup>3</sup>/yıl X 0,625 TL/m<sup>3</sup> = 25.777,34 TL/yıl

**Tablo 3.2 :Atık ısının tekrar kullanılması ile sağlanan tasarruf**

MERCEDES BENZ TÜRK' de kompresör atık ısısının, kullanım suyu ısıtmasında kullanılması ile sağlanacak tasarruf.		
Kompresör gücü	75	kW
Geri kazanılabilir enerji	56	kW
Kompresör sayısı (deneme yapılan)	1	adet
Kompresörün yıllık tam kapasite çalışma süresi	6.500	saat/yıl
Kompresörlerden elde edilebilecek enerji miktarı	364.000	kWh/yıl
1Kw = 860 Kcal/h	313.040.000	kcal/yıl
Doğal gazın alt ısı değeri	8.250	kcal/m <sup>3</sup>
Kazanın verimi	92%	
Aynı enerjiyi alabilmek için gerekli doğal gaz	41.244	m <sup>3</sup> /yıl doğal gaz
Doğal gaz fiyatı (KDV hariç)	0,625	TL/m <sup>3</sup>
Elde edilecek tasarruf	25.777,34	TL/yıl

Ocak 2004 ile ocak 2012 tarihleri arasında doğal gaz fiyatları ortalama yüzde yirmiyedi oranında artmıştır. Bir çok enerji uzmanı doğal gazın fiyatının 5 yıl içinde 2 TL seviyesine çıkacağını öngörmekle birlikte, ekonomi hesapları yüzde on fiyat artışına göre yapılmıştır.

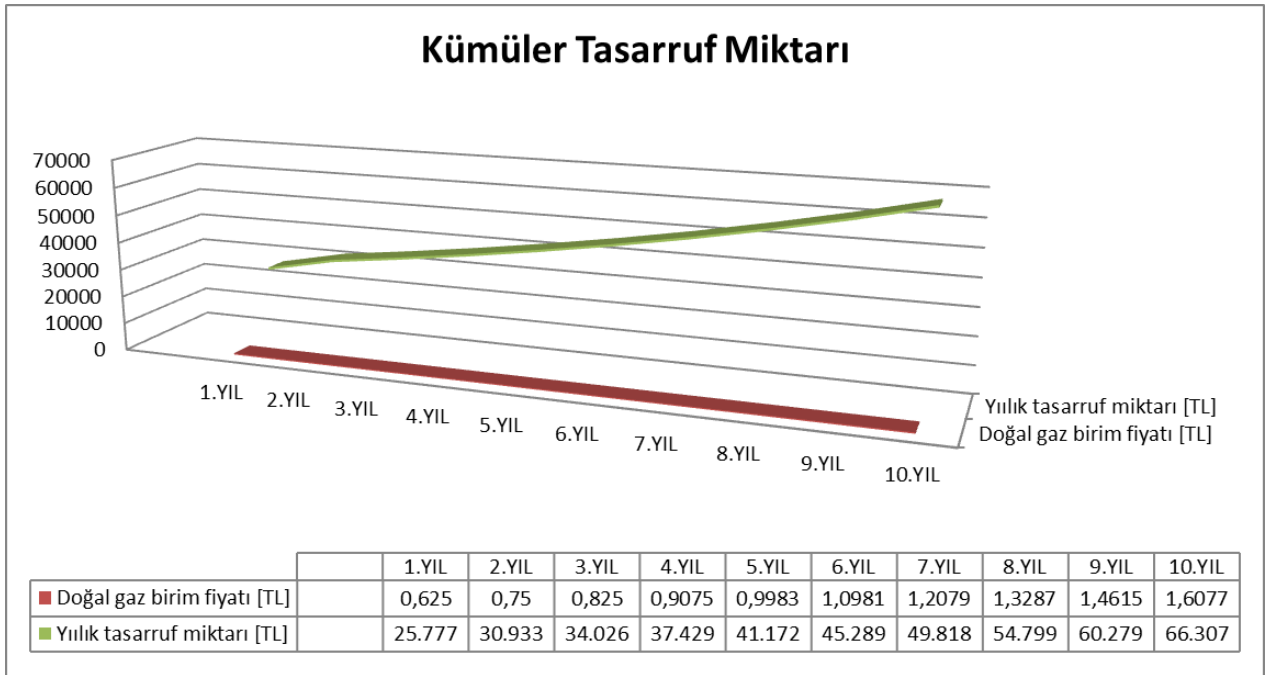
**Tablo 3.3 :Doğalgaz Fiyat Değişimi**



**Tablo 3.4 :Sistemden elde edilecek tasarruf**

Yıllara göre net tasarruf miktarı	Tasarruf edilen doğal gaz miktarı[m <sup>3</sup> /yıl ]	Doğal gaz birim fiyatı [TL]	Yıllık tasarruf edilen para [TL]
1.YIL	41.244	0,625	25.777
2.YIL	41.244	0,75	30.933
3.YIL	41.244	0,825	34.026
4.YIL	41.244	0,9075	37.429
5.YIL	41.244	0,9983	41.172
6.YIL	41.244	1,0981	45.289
7.YIL	41.244	1,2079	49.818
8.YIL	41.244	1,3287	54.799
9.YIL	41.244	1,4615	60.279
10.YIL	41.244	1,6077	66.307

**Tablo 3.5 :Sistemden 10 yıl sonra elde edilecek tasarruf**



Projenin getirileri arasında CO2 emisyon azaltımı da söz konusudur. Bu nedenle tüm sene boyunca elde edilecek ısı geri kazanımı hesaplandıktan sonra bu ısıyı elde etmek için kullanılacak fosil yakıt miktarı ve buna bağlı olarak çevreye verilecek CO2 miktarı hesaplanmıştır. Hesaplanan bu miktar kadar bir iyileşme söz konusu olacaktır. Bu hesaplar yapılırken CO2 miktarı ile ilgili belli kabuller yapılmak durumundadır. Bu kabullerin ana dayanağı EPA(US Environmental Protection Agency)'nın verileridir. ([www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/calculator.html](http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/calculator.html)) Burada kullanılan **emisyon faktöründe** CO2 gazı dışındaki herhangi bir sera gazı için hesap yapılmamıştır. Bu emisyon faktöründe hat kayıpları göz önüne alınmamıştır. Birimlerin dönüşümü yapıldığında ortaya çıkan emisyon faktörü 0,000203 ton CO2/kWh mertebesinde bir sayıdır. Bu sayının teyidi, karbon ayak izi çıkarıcı, Carbon Independent organizasyonun verileriyle ve Regenerative Energiesysteme kitabında yer alan verilerle yapılmış ve yaklaşık aynı değerlerin kullanıldığı görülmüştür.

$$364.000 \text{ kWh} \times 0,000203 \text{ ton CO}_2/\text{kWh} = 73,89 \text{ ton CO}_2$$

Yılda 364.000KWh ' lik bir enerji geri kazanımı söz konusudur. Bu enerjiyi elde edebilmek için kullanılacak doğal gazın yanmasıyla ortaya çıkacak emisyon miktarı yaklaşık 73,89 ton CO2 kadardır. Bu miktarda CO2 gazı bu sistemin kurulmasıyla beraber çevreye salınmayacaktır.

Bu sistemin kurulum maliyeti yaklaşık 11.000€ civarındadır. Sistemden sağlanan getiri ise yukarıda belirtildiği üzere senelik tasarruf miktarı ise 25.777 TL civarındadır.

€/TL kuru: 2,4 TL

11.000 X 2,4 TL = 24.000 TL

24.000 / 25.777 = 0,9 yıl yani yaklaşık bir senede kendini amorti etmektedir.

**Şekil 3.3 : Sisteminin test aşaması görüntüsü**



### **3.2 SUSUZ PİSUVAR SİSTEMLERİ**

Bu önerinin geçmişi 2012 senesine dayanmaktadır. 2012 senesinde bir alışveriş merkezinde tesadüfen tarafımdan fark edilen bu sistem, tez çalışması kapsamında tasarruf potansiyeli içerdiği düşünülerek incelenmiştir. Sistem tuvaletlerde kullanılan pisuvar sisteminde yapılan bir iyileştirmeyi içermekte ve böylelikle su tasarrufu sağlamaktadır. Su tasarrufu ile ilgili yapılan sensörlü ve akümülatörlü musluklardan farklı olarak değişik bir teknoloji içermektedir. Basit ve ciddi anlamda tasarruf sağlayan bir sistemdir. Susuz pisuvarların Mercedes Benz fabrikasında uygulanması halinde getireceği tasarruf potansiyeli ve sistemin kendisi ile ilgili açıklamalar aşağıda yer almaktadır.

### **Susuz Pisuar uygulamasının sağlayacağı faydalar aşağıdaki gibi sıralanabilir;**

- 1 . Su tüketimine ve kanal tıkanmalarına tamamen son verecektir.
- 2 . Pisuar başına 150-400 ton su tasarrufu sağlayacaktır.
- 3 . İleri Kartuş teknolojisiyle kötü kokuların yayılmasına son verecektir.
- 4 . Anti bakteriyel yapısıyla su ile çalışan sistemlere göre beş kat daha hijyeniktir.
- 5 . Vana, musluk ve sifon masrafları son bulacaktır.
- 6 . Drenaj hatlarındaki bakım masrafı ve deterjan tüketimi minimuma inecektir.

### **Sulu Pisuarlarda Kullanılan Su Tüketimi Hesaplaması :**

Bu tip pisuarlarda 1 basışta ortalama 2,2 lt su tüketimi olmaktadır.

1 pisuarın günlük ortalama kullanımı 100 defadır.

1 pisuar,1 günde 220 lt. su tüketir.

1 yılda, 1 pisuarın su tüketimi yaklaşık 100-150 su ton olmaktadır.

### **Devamlı Deşarj Sistemli Pisuarlarda Su Tüketimi Hesaplaması :**

Bu tip sistemlerde 1 pisuardan 1lt/dk su deşarj edilir.

1 pisuarın günlük kullandığı su ortalama olarak 1.440 lt. olmaktadır.

1 yılda, 1 pisuarın su tüketimi yaklaşık 525 ton olur.

Türkiye’de bir kişinin biyolojik ve genel temizlik için su ihtiyacı günde ortalama 120 litre ve senede 43,80 ton’dur. 1 adet susuz pisuar kullanarak yılda 3 kişinin temiz su ihtiyacından daha fazla su tasarruf edilebilmektedir.

### **Pisuar, su tasarrufu, deşarj Sistemleri**

Pisuarların deşarj sisteminin kullanım suyunun uygun tüketimi, tasarruf sağlaması ve sağlığa uygun halde olması gereklidir. Suyun deşarj edilmesi sistemlere göre farklılıklar gösterir. W.C’ lerde uygun konforun sağlanabilmesi ve sağlığa uygun koşulların oluşturulması işletimlerin sorumluluğu altındadır.

### **Genellikle kullanılan sistemler;**

#### **- Devamlı deşarj sistemi:**

Bu sistem tesisata bağlı bir muslukla ayarlanabilen, boru ile pisuarın üst kısmına bağlı, devamlı pisuvara su deşarj edilen sistemdir. Suyun devamlı pisuvara akmasının ve sık kullanılmayan yerlerde ve özellikle işletmelerin kapalı olduğu gece, hafta sonu ve tatil günlerinde devamlı deşarj halinde olacağından, kullanım suyunu boşa sarf etme durumları



oluşmaktadır. Muslukla kontrol edildiği için debi ayarsızlıkları da meydana gelmektedir. Sık kullanılan yerlerde ayar debisi az olduğunda, sağlığa uygunluk ve su tasarrufu koşulları oluşmamaktadır.

Dakikada 1 pisuvardan, 1 lt su deşarj edildiğinde gece ve hafta sonu kullanım suyunu boşa sarf etme analizleri şu şekildedir; Orta büyüklükte bir işletmede 40 pisuvar olduğunu hesaplırsak yaklaşık 12.000.000 lt senede kullanılmayan su sarfiyatı oluşmaktadır.

#### **- Elektronik, pnömatik, ayak ve el ile kumandalı sistemler**

Bu sistemler, pisuvar kullanımdan sonra su deşarj edilen sistemlerdir. Devamlı deşarj sistemlerine göre, az kullanılan yerlerde su tasarrufu açısından daha uygunlardır. İşletmelerin kapalı olduğu günlerde su deşarjı olmayacağından su tasarrufu sağlanmaktadır. Kullanımdan sonra su deşarj edilmediğinde sağlığa uygun koşul oluşmamaktadır.

#### **- Fotoselli deşarj sistemleri**

Bu sistem, pisuvar kullanımdan sonra hareket sensörünün devreyi tamamlamasıyla, selonid vananın açılması ve su deşarjı yapılması çalışan bir sistemdir. Zaman ve su debi kontrolü ayarları yapılarak gereğinden çok yapılan deşarjın veya az miktarda yapılan deşarjın kontrolü yapılabilir. İşletmelerin kapalı olduğu günlerde su deşarjı olmayacağından su tasarrufu sağlanmaktadır. Az ve sık kullanılan yerlerde su tasarrufu ve sağlığa uygun deşarj yapılmaktadır.

#### **- Yeni nesil susuz pisuvar**

Klasik sulu pisuvar taşları, mevcut seramik yöntemi ile yapılmışlardır. Hijyenik Susuz Pisuvar taşları ise bu sisteme artı olarak, özel kumlama ve sırlama tekniği ile ekstra kayganlık ve sararmaz cam seramik yüzeye sahip olacak şekilde üretilmektedir. Düzenli olarak sprey temizlik maddeleri kullanılarak silinmesi dışında başka rutin bakım işlemi bulunmamaktadır. Kartuşun senede sadece birkaç kez değiştirilmesi yeterli olmaktadır. Su ve kimyasal maddelerle temizlenmemektedirler. Yüzde yüz su tasarrufu yaparak bir adet pisuvarda yılda 150 ton tasarruf yapılması sağlanmaktadır. Anti bakteriyel yapısıyla bakteri ve koku oluşumunu engellemektedir. Kanal tıkanıklığı sorunu tamamen ortadan

kalkmaktadır. Susuz pisuvarların suyla çalışan pisuvarlara göre 5 kat daha hijyenik olduğu kanıtlanmıştır.

**Şekil 3.4 :Susuz pisuvar sistemleri**



Su tasarrufu ve su giderlerindeki maliyetlerin düşürülmesi,, bunun yanında temizlik işi için kullanılan malzemelerin ve sürenin en aza indirilmesi amaçlanmaktadır.

### **SUSUZ PİSUVARLAR İLE TASARRUF ANALİZİ:**

Analiz için Kullanılan Parametreler;

Erkek Personel Sayısı: 250

Günlük Pisuar Kullanım Sayısı (Gün/Kişi): 3 Defa

Pisuar Adedi: 7 Adet

Sifonlu pisuvarların kullanımda tüketilen ortalama su (lt): 2

Birim m<sup>3</sup> su ve atık kanalizasyon fiyatı: 5.00 TL

Baz alınan faaliyet gün sayısı: 330gün

Sifonlu Pisuarların Yıllık Su ve Kanalizasyon Maliyeti

Senelik Su Tüketimi: 250 X 3 X 2 X 330 = 495.000 LT

Senelik Su Tüketimi (m<sup>3</sup>): 495 m<sup>3</sup>

Senelik Su Tüketim Maliyeti: 495 m<sup>3</sup> X 5TL/ m<sup>3</sup> = 2.475 TL

Sifonlu Pisuvanların Temizlik ve Bakım Maliyeti

W.C. parfümleri, naftalinler ve temizlik malzemeleri (bütün pisuvarlar için): 150 TL / AY

Kireç sökücü kimyasallar, bakım ve tamirat maliyetleri: 80 TL / PİSUVAR

Yıllık Temizlik ve Bakım Maliyetleri: 2.360 TL

Sifonlu Pisuvanların Yıllık Maliyeti (Genel Toplam):  $2.475 + 2360 = 4835$  TL

Susuz pisuvarlarının aynı şartlarda yıllık kullanım maliyeti;

1 Adet Kartuş (Kullanım Ömrü 10.000 Defa): 10.000 Defa

Kullanılması Öngörülen Kartuş Adedi:  $250 \times 3 \times 330 = 25$  Adet

1 Adet Kartuş Fiyatı: 55.00TL

Susuz Pisuvanların Yıllık Maliyeti (Genel Toplam):  $55 \text{ TL/adet} \times 25 \text{ adet} = 1.375$  TL

Susuz Pisuvanları ile Yıllık Kar ( maliyet farkı):  $4.835 \text{ TL} - 1375 \text{ TL} = 3.460$  TL

YATIRIM ve AMORTİSMAN SÜRESİ

Pisuvar Adedi: 7 Adet

Pisuvar / Birim Fiyat: 550 TL

Yatırım Maliyeti (TOPLAM):  $550 \text{ TL} \times 7 = 3.850.00$  TL

Amortisman Süresi:  $3.850 / 3.460 = 1.1$  Yıl

**Şekil 3.5 :Susuz Pisuvan Kullanımına Geçildikten Sonra**



İlk etapta karoser binası tuvaletlerinde 7 adet pisuvar için bir aylık bir deneme yapılmıştır. Deneme sonrasında yukarıdaki veriler elde edilmiş ve tüm fabrika alanındaki 67 adet pisuvar değiştirilmiştir. Uygulamadan elde edilen fotoğraflar yukarıdaki gibidir. Bu denemenin ardından 9 ayrı lokasyonda bulunan tuvaletlerin pisuvarları susuz pisuvara çevrilmiştir. Tüm bu değişikliklerin ardından , ilk lokasyondaki getirinin tekrarlanacağı düşünülerek senelik kazanç aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$3.460 \text{ TL} / 7 = 494,3 \text{ TL/pisuvar}$$

$$494,3 \text{ TL} \times 67 = 33.118 \text{ TL /sene}$$

67 adet pisuvardan senelik 33.118 TL' lik bir tasarruf sağlanması söz konusudur. İlk yatırım maliyeti düşük, geri ödeme süresi ise kısa bir uygulamadır.

### **3.3 MERCEDES BENZ TÜRK A.Ş'DE GÜNEŞ ENERJİSİ YATIRIMI**

Son dönemlerde üzerinde sıkça durulan bir konu olan yenilenebilir enerji sistemleri üzerine de bir çalışma yapıлып yapılamayacağı araştırmasında bulunularak, farklı bir yön arayışına

da girilmiştir. Özellikle son dönemde uygulamaları artan güneş enerjisinden elektrik üretimi konusu üzerine çalışma yapılmıştır. Fabrika sahasında herhangi bir noktada kurulan tesisle elektrik enerjisi ihtiyacı karşılanmasında nasıl bir sonuç alanabileceği üzerine çalışma yapılmıştır. Genel manada ilk yatırım maliyetinin yüksek olması ve sistem verimliliğinin düşük olması sebebiyle fizibil gözükmemektedir. Bununla beraber maliyeti ve geri dönüş süresini görmek adına böyle bir çalışma yapmanın, en azından akıllardaki soru işaretlerine cevap olabileceği düşünülmüştür. Bununla beraber bu sistemin kurulduğu diğer sanayi tesislerindeki durum da irdelenmiştir. Genel olarak sistemin geri dönüş süresinin uzun olması ve genel kullanıma göre kurulacak tesisin gücünün çok az olması sistemi fizibil olmaktan uzaklaştırmaktadır. Bununla beraber yeşil firma imajı ve reklam potansiyeli düşünüldüğünde değerlendirilmeye ve uygulanmaya değer bir proje olarak görülebilmektedir. Bu sistem üzerine öneri verilmiştir ve enerji uzmanları tarafından reddedilmiştir. Bununla beraber reklam değeri içerdiği için kurumsal iletişim departmanının da görüşüne sunulmuş ve değerlendirmenin sonuçlanması beklenmektedir.

### **3.4 PROJE SAHASI GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ**

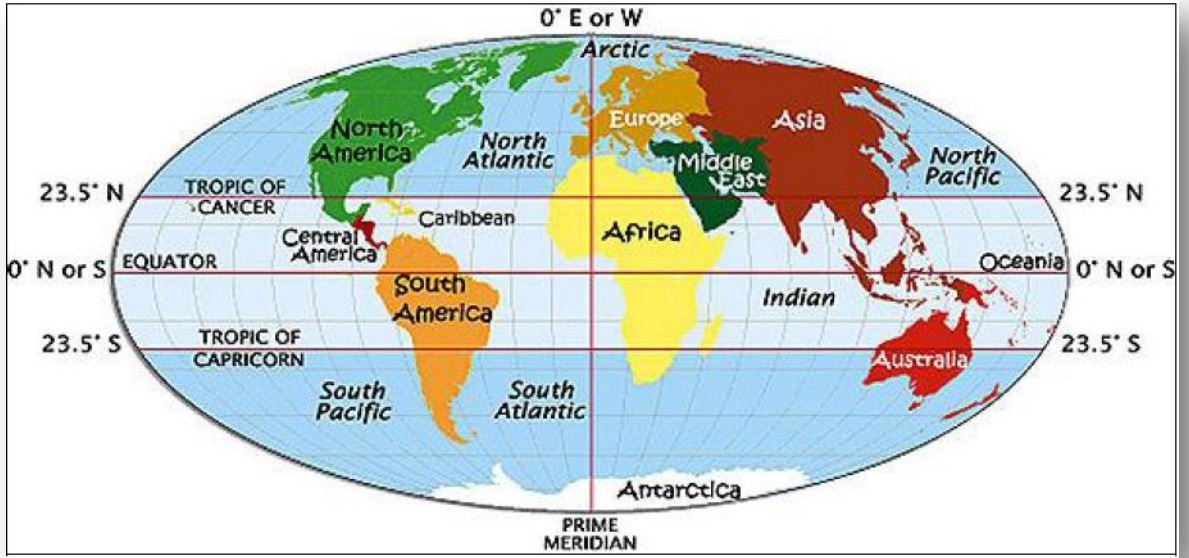
Güneş enerjisi santrali yatırımlarının enerji üretim değerleri söz konusu olduğunda santralin kurulacağı sahanın güneş enerjisi potansiyeli büyük önem taşımaktadır. GES projelerinde, aynı sistemin farklı coğrafyalarda ulaşacağı enerji üretim değerleri arasında önemli farklılıklar görülebilmekte ve bu durum aynı yatırımın bir sahada ekonomik olurken bir başka proje sahasında geri dönüşü olmayan bir yatırıma dönüşmesine neden olabilmektedir. Enerji üretimini optimize edebilmek adına saha geliştirme çalışması için hedef bölge olarak fabrikanın'nin en yüksek radyasyon değerine sahip kısmı belirlenmelidir. Bunun için performans analizleri öncesinde proje sahasının güneş enerjisi potansiyelinin detaylı olarak irdelenmesi gerekli görülmektedir. Bu anlamda ulusal ve uluslararası güneş potansiyeli veritabanları ile global radyasyon haritaları ve meteorolojik veri yazılımları saha potansiyelinin belirlenmesinde yol gösterici olmaktadır. Bir proje sahasının güneş enerjisi potansiyeli, saha üzerindeki yıllık güneş yörüngesi ile doğrudan alakalı olup saha için potansiyelin belirlenmesinde sahanın koordinatları öncelikli bir rol almaktadır. Bununla birlikte;

- Panellerin yerleşim açıları,
- Yerel meteorolojik şartlar,

- Endüstriyel kirlilik ve

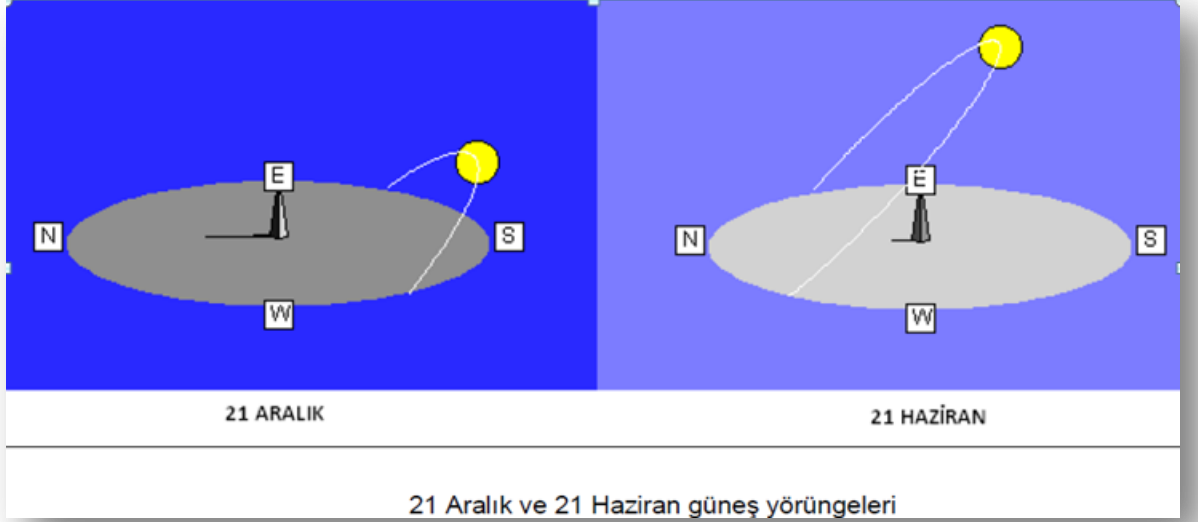
- Proje sahasında veya yakınında gölgelenmeye yol açacak dağ, tepe, ağaç, bina vb. doğal veya yapay engellerin bulunması da sistemde üretilebilecek enerji miktarını etkilemektedir. Kurulması planlanan GES için seçilen sahada endüstriyel kirlilik veya gölgelenme yaratacak bir engel bulunmaması çok önemlidir. Aşağıda gösterileceği üzere, güneş yörüngesi, sahanın güneş potansiyeli ve santralin enerji üretim hacmi üzerinde birincil belirleyici etkidir. Güneş yörüngesi dünyanın özel şekli (geoid olması ve eksen eğikliği) ile kendi etrafındaki ve güneş etrafındaki hareketine bağlı olarak oluşmakta, bu nedenle farklı enlem ve boylamlarda farklı güneş yörüngeleri tanımlanmaktadır. Yeryüzünde en çok güneşlenmeye maruz kalan alan yengeç ve oğlak dönencesi arasında yer alan tropikal kuşaktır. Dünyanın eksen eğikliği nedeniyle yıl boyunca güneş yörüngesinde toplam  $47^\circ$  değişiklik yaşanmaktadır.

**Şekil 3.6 :Tropikal kuşak**



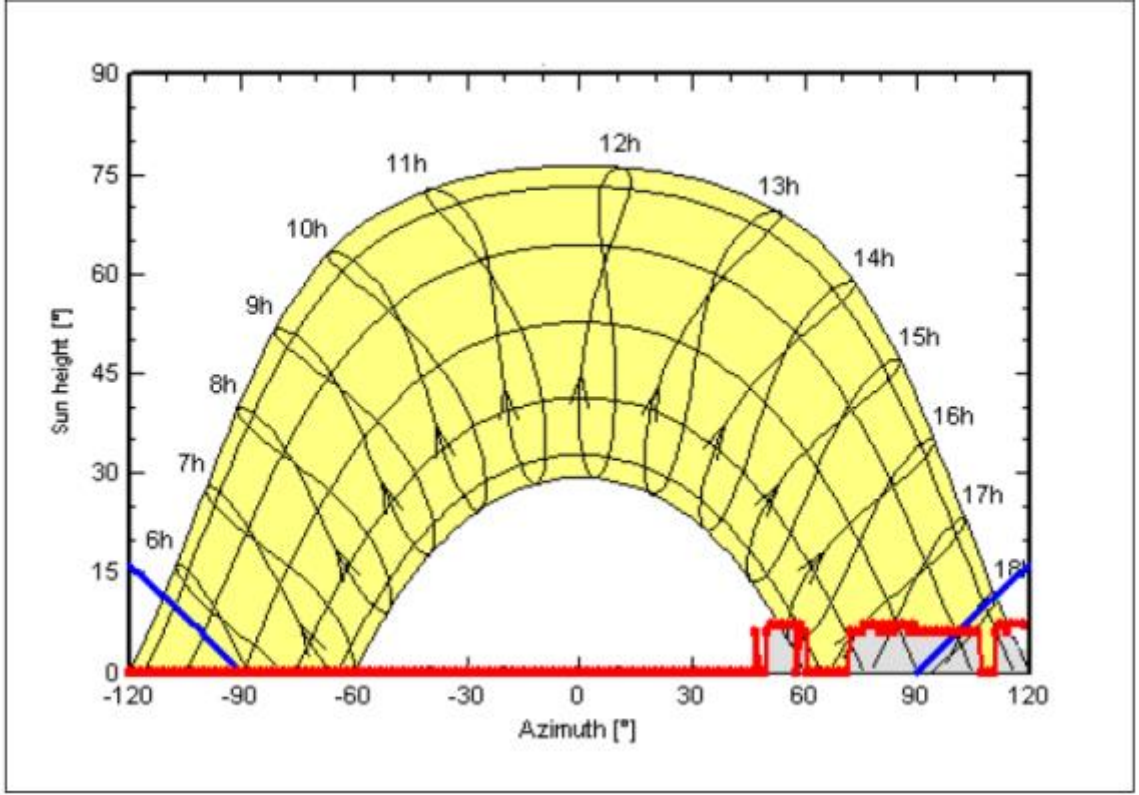
Dolayısıyla, bir yıl içerisinde aynı noktadan gözlemlenen güneş yörüngesi değişiklik göstermektedir. Kuzey yarımkürede bir noktadan 21 Aralık ve 21 Haziran günlerinde gözlemlenen güneş yörüngeleri aşağıda gösterilmektedir.

**Şekil 3.7 :Güneş Yörüngeleri**



Proje sahasında yıl boyunca gözlemlenecek güneş yörüngesi, gerek ışınlım şiddeti ve enerji üretimi gerekse sahada oluşacak gölgelenmenin analizi için önem taşımaktadır. Bu nedenle sahanın güneş potansiyelinin incelenmesinde ilk basamak, proje sahasındaki güneş yörüngesinin belirlenmesidir. İstanbul İli Esenyurt İlçesi yıllık güneş yörüngesini gösteren grafik (rectilinear chart) aşağıda sunulmaktadır.

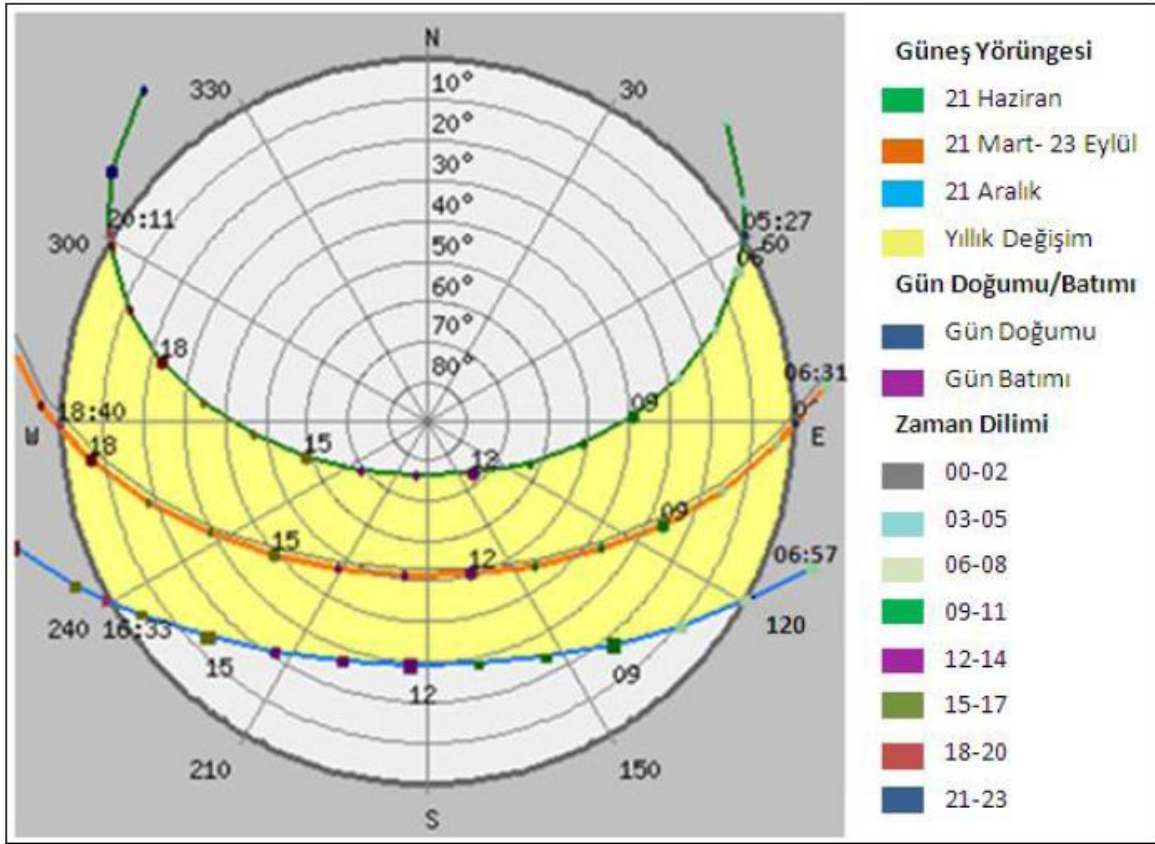
Şekil 3.8 : Proje Sahası Yıllık Güneş Yörüngesi



Şekilden görüleceği üzere proje sahasında güneşin en kısa süre gözlemlendiği günde güneş sabah 7.00'den sonra doğmakta ve 17.00'den önce batmaktadır. En uzun güneşlenme gününde ise güneş saat 6.00'dan önce doğmakta ve 20.00'den sonra batmaktadır. En kısa ve en uzun güneşlenme alan günler arasında yaklaşık 5 saat güneşlenme süresi farkı bulunmaktadır. Yine şekilden görüleceği üzere güneş açısı da yıl boyunca farklılık göstermektedir. Güneşin en dik ve en yatık geldiği dönemler arasındaki fark, dünyanın eksen yatıklığı ve hareketinden kaynaklanan  $47^\circ$ 'ye tekabül etmektedir. İstanbul ili Esenyurt ilçesi için güneş yörüngesinin polar gösterimi aşağıda sunulmaktadır. Şekilde 21 Haziran, 21 Aralık, 21 Mart ve 23 Eylül için güneş yörüngeleri yer almaktadır. Sarı taralı alan yıl içerisindeki güneşlenme değişimini ifade etmektedir. Her bir tarih için güneşin doğuş saati lacivert ve batış saati mor ile işaretlenerek belirtilmiştir. Gün içindeki saat dilimleri yörüngeler üzerine farklı renklerle işlenmiştir. Bu saat dilimlerinde, farklı azimutlar için güneşin geliş açısı okunabilmektedir. Yükseliş açısı daireler içinde yer almaktadır. Azimut güney için  $180^\circ$  olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.9 : İstanbul İli Polar Güneş Yörüngesi



Sahanın güneş enerjisi potansiyeli, yukarıda sunulan yıllık güneş yörüngesi ile meteorolojik şartları birlikte değerlendiren ulusal ve uluslararası güneş enerjisi potansiyeli veri tabanları, Meteonorm veri tabanı kullanılarak değerlendirilmiştir.

### 3.5 Mevcut Avrupa Birliği ve Ulusal Veri Tabanları

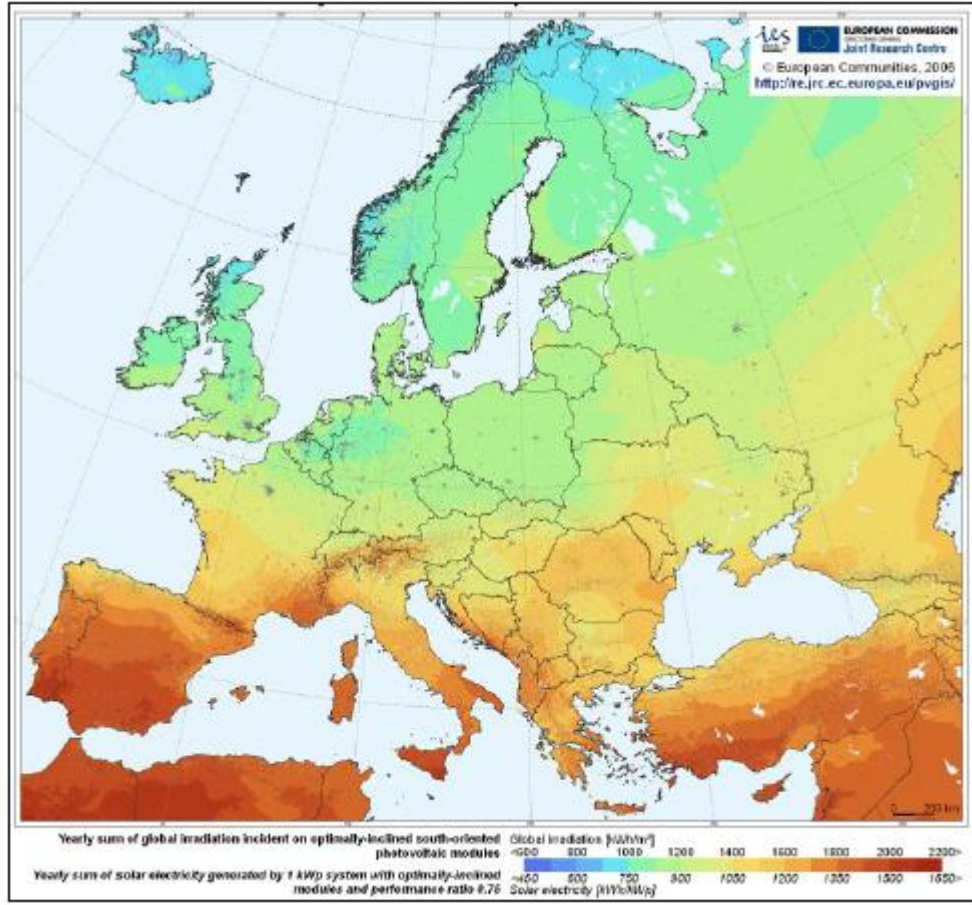
Türkiye’de EİE Genel Müdürlüğü verileri, yurtdışında çeşitli kurum ve kuruluşlar tarafından hazırlanan güneş enerjisi potansiyel atlasları ve veri tabanları kullanılarak, uzun dönem meteorolojik ölçüm istasyonları kayıtları ve uydu ölçüm verileri bir araya getirilerek oluşturulmaktadır. Ölçüm verisi olmayan bölgeler için çeşitli matematiksel/stokastik modellerle hesaplama yapılmaktadır. Her bir noktada ölçüm istasyonu olamayacağı için tüm veri tabanlarında sunulan bilgiler, kullanılan modelin hassasiyeti doğrultusunda sapma oranları içermektedir. Verilerin coğrafi bilgi sistemi uygulamalarıyla işlenmesi sonucunda global radyasyon haritaları (güneş atlasları) oluşturulmaktadır. Bu haritalar aracılığıyla istenen zaman dilimi ve coğrafi konumdaki

global radyasyon değerine ulaşılabilmektedir. EİE ve Avrupa Birliği web sitelerinde güneş haritaları ücretsiz olarak kullanıma sunulmakta ve n fikir vermesi amacıyla kullanılabilir. Güneş veri tabanlarından yaygın olarak kullanılanlara örnek olarak ESRA, HelioClim-1, Satel-light, NASA SSE, Meteonorm ve PVGIS verilebilir.

### **3.5.1 Avrupa Birliği Fotovoltaik Coğrafi Bilgi Sistemleri**

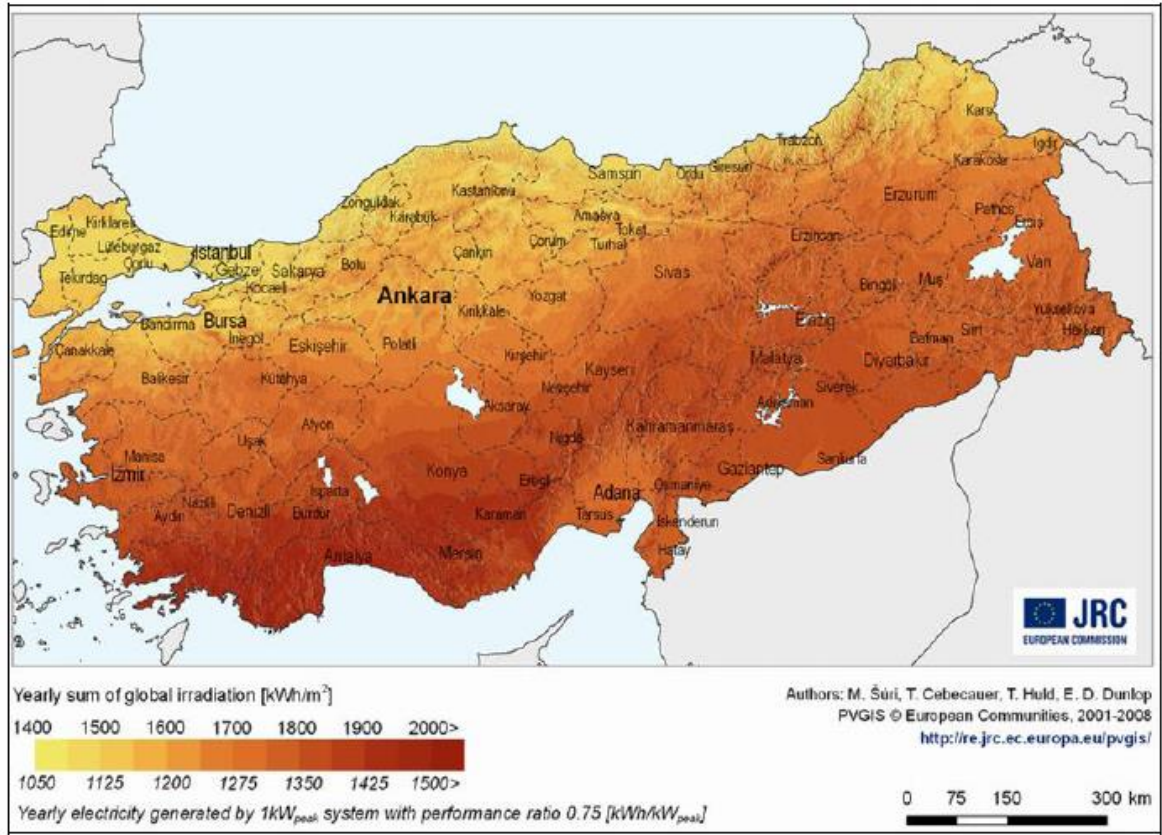
Avrupa Birliği (AB) bünyesinde, Ortak Araştırma Merkezi (EC Joint Research Centre)'nin hazırladığı global radyasyon haritası Avrupa ve Afrika ülkelerini kapsamaktadır. Haritalar, kısa adı PVGIS olan bir web sitesinde kullanıma açıktır. Avrupa kıtası global radyasyon haritası incelendiğinde AB lkelerinde yıllık global radyasyon aralığının 1,100-1,900 kWh/m<sup>2</sup> olduğu göze çarpmaktadır. Özellikle orta ve kuzey Avrupa lkelerinde, düşük ışınımına rağmen sağlanan teşviklerle PV kullanımı oldukça yaygınlaşmış bulunmaktadır. PVGIS veri tabanı uyarınca hazırlanan Avrupa Birliği lkeleri ile Türkiye'yi ve kuzey ülkelerini de kapsayan güneş enerjisi potansiyel haritası aşağıda sunulmaktadır.

Şekil 3.10 : Avrupa global radyasyon haritası (PVGIS web sitesi)



Harita incelendiğinde, Türkiye'nin genel olarak Avrupa ülkelerine kıyasla oldukça yüksek ışınımına sahip bir güneş kuşağında olduğu görülmektedir. Bu konuda Türkiye ile rekabet edebilecek ülkelerin başında İspanya gelmektedir. İtalya'nın güney kesimleri ile güney Yunanistan'da da yüksek ışınım alan bölgelerin bulunduğu görülmektedir. Orta ve kuzey Avrupa'da ise, yukarıda da bahsedildiği üzere global ışınım değerlerinin Türkiye ve İspanya'ya kıyasla oldukça düşük seviyelerde olduğu göze çarpmaktadır. Haritadan ayrıca, Türkiye'nin güney kesimlerinde yıllık global radyasyonun kuzeye kıyasla daha yüksek şiddette olduğu açıkça ortaya çıkmaktadır. PVGIS veri tabanından sadece Türkiye'ye ait güneş potansiyel haritasının temin edilmesi de mümkün olmaktadır. Optimum açı için hazırlanmış Türkiye güneş enerjisi potansiyel haritası aşağıda sunulmaktadır.

Şekil 3.11 : Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Haritası ( PVGIS )



Haritadan ülkemizin 1,400 – 2,000 kWh/m<sup>2</sup> aralığında global radyasyon potansiyeline sahip olduğu görülmektedir. Kuzey şeridinde, Orta Karadeniz ve Marmara Bölgesi'nde 1,400-1,500 kWh/m<sup>2</sup> olan radyasyon değerleri, güneye inildikçe artmakta ve Orta Anadolu ve Ege'de 8 / 16 1,600-1,800 kWh/m<sup>2</sup> değerlerine ulaşmaktadır. Orta Doğu Anadolu Bölgesi'nden başlayarak Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 1,900 kWh/m<sup>2</sup> değerine yaklaşan radyasyon değerleri, Akdeniz Bölgesi'nde güneşlenme potansiyeli en yüksek olan bölgeyi işaret eden 1,900 kWh/m<sup>2</sup> seviyesine ve üzerine ulaşmaktadır. Yine aynı haritaya göre GES sahasını içinde barındıran İstanbul ili, Türkiye' deki orta yoğun radyasyona maruz kalan bölgelerden bir tanesidir. PVGIS veri tabanına göre İstanbul ili Esenyurt İlçesi aylık ve yıllık global radyasyon değerleri aşağıda sunulmaktadır.

**Tablo 3.6: İstanbul İli Esenyurt İlçesi aylık ve yıllık 10 kW Polycrystalline için üretilebilecek enerji miktarı ,(kWh/m2), (PVGIS)**

<b>AY</b>	<b>AYLIK ÜRETİM MİKTARI</b>
OCAK	570
ŞUBAT	632
MART	974
NİSAN	1150
MAYIS	1320
HAZİRAN	1330
TEMMUZ	1360
AĞUSTOS	1340
EYLÜL	1180
EKİM	911
KASIM	602
ARALIK	474
<b>YILLIK</b>	<b>11843</b>

\*Tablodan, proje sahası için yıllık üretilen enerji miktarı 11.843 kWh olarak hesaplandığı görülmektedir.

### **3.5.2 Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA)**

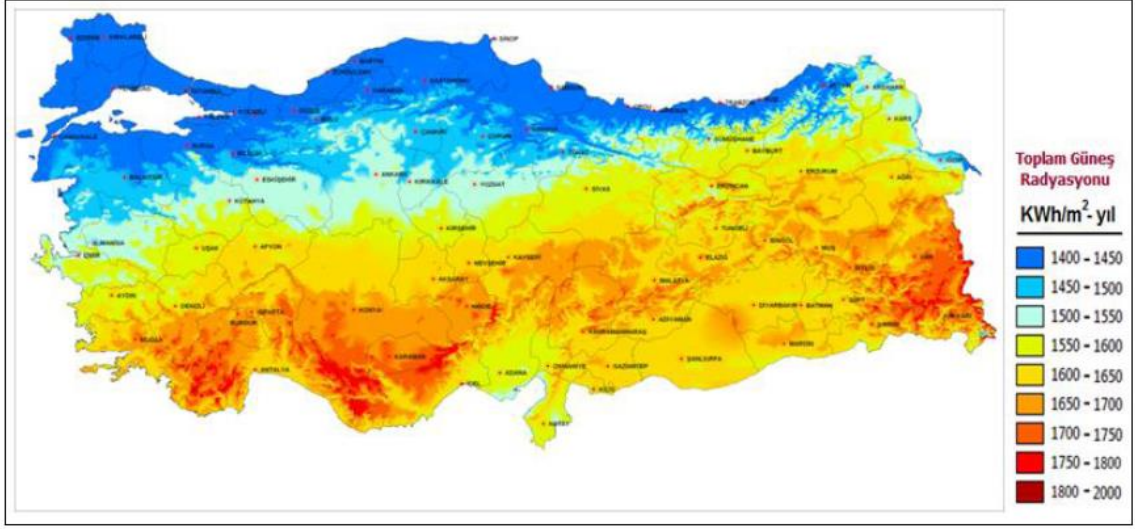
Türkiye’de yenilebilir enerji kaynaklarının potansiyelini belirlemek üzere çalışmalar Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE) tarafından yürütülmektedir. EİE’nin güneş enerjisi potansiyelini belirlemek için çalışmaları Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ)’nin 1968-1982 döneminde gerçekleştirdiği ölçümlerle elde edilen güneşlenme verilerini 9 / 16 değerlendirmesiyle başlamıştır. Bu değerlendirmede Türkiye’nin yıllık ortalama güneş ışınımı 3,6 kWh/m2.gün ve güneşlenme süresi 2,640 saat olarak belirlenmiştir. Bu çalışmanın ardından güneş enerjisi potansiyelini belirlemek amacıyla çeşitli illere güneş gözlem istasyonları kurulmuştur. Toplam 11 ilde gerçekleştirilen/gerçekleştirilmekte olan ölçümlerin birçoğu çok kısa süreli periyotları kapsamaktadır. Aşağıda gözlem istasyonlarının konumlandırıldıkları iller ve durumları hakkında bilgiler tabloda sunulmuştur.

**Tablo 3.7 :EİE Güneş Ölçüm İstasyonları Ve Ölçüm Periyotları**

İSTASYONLAR	ÖLÇÜM PERİYODU	İSTASYONLAR	ÖLÇÜM PERİYODU
ANKARA	2002-2003 2008-Devam ediyor	ERZİNCAN	2005-Devam ediyor
ADANA	1997-2005 Kapalı	ISPARTA	2001-2007 Kapalı
ANTALYA	1993 Kapalı	İZMİR	1997-1998 Kapalı
AYDIN	1998 Kapalı	KAYSERİ	1998-Devam ediyor
BALIKESİR	2000-Devam ediyor	YALOVA	2005-Devam ediyor
BODRUM	2000-2001 Kapalı		

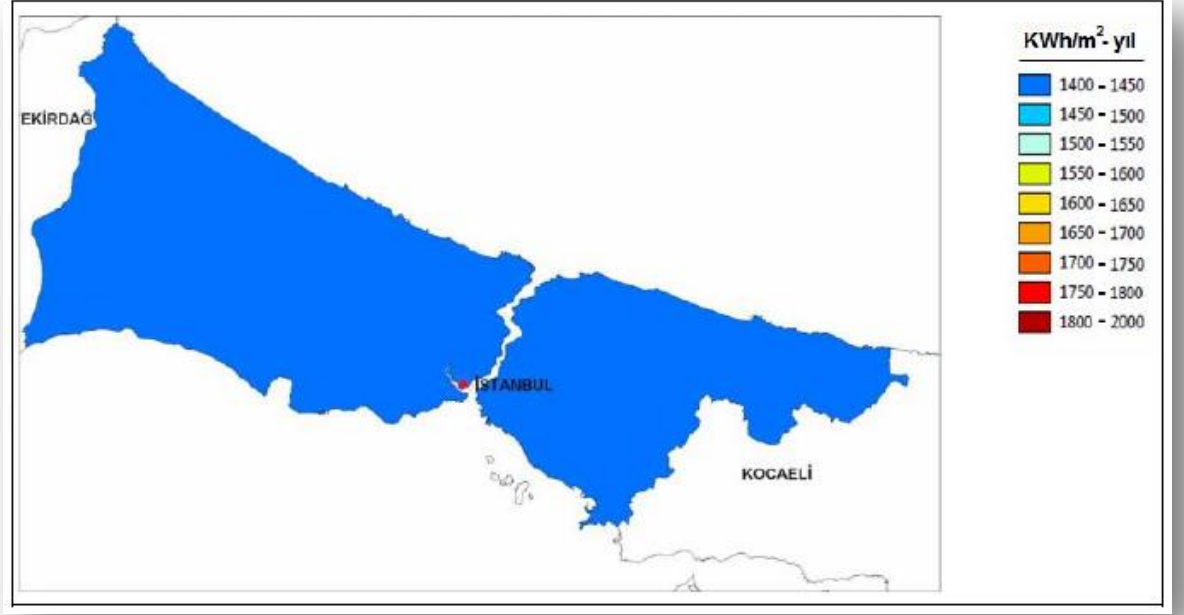
Tablodan da görüleceği üzere sadece beş istasyonda veri kaydı halen devam etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyellerinin değerlendirilmesinde uzun süreli veriler büyük önem taşımaktadır. Bu anlamda EİE tarafından Türkiye’de yapılan ölçümlerin gerek il sayısı gerekse ölçüm süresi olarak yeterli olmadığı görülmektedir. EİE gözlem istasyonlarından toplanan verilerle birlikte DMİ’nin verileri kullanılarak bir güneş enerjisi potansiyeli modeli geliştirilmiştir. Bu modelle, il bazında aylık ortalama güneş ışınımı ve güneşlenme süreleri hesaplanmış ve coğrafi bilgi sisteminde “ESRI Solar Radiation 10 / 1 6 Model” kullanılarak Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) oluşturulmuştur. Atlasın renklendirilmesi yıllık toplam güneş radyasyonu değerlerine göre oluşturulan renk aralıkları baz alınarak yapılmıştır. Dijital olarak hazırlanan atlastan il ve ilçelere ait, ay içerisindeki ortalama günlük toplam güneş radyasyonu, ay içerisindeki günlük toplam güneşlenme süresi ve PV sistemi alan-enerji grafiği verileri elde edilebilmektedir. GEPA, EİE tarafından güneş enerjisi yatırımcılarına yol gösterici olması amacıyla hazırlanmış olup tasarımdan ziyade planlama için değerlendirilmesi uygun bulunmaktadır.

Şekil 3.12 : GEPA (EİE)



GEPA incelendiğinde, kuzey yarım kürede konumlanması nedeniyle Türkiye'nin güney bölgelerinin daha yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahip olduğu görülmektedir. GEPA'nın, N39 enleminin altında kalan bölgelerde 1,600 kWh/m<sup>2</sup>.yıl ve üzeri toplam güneş radyasyonu işaret ettiği görülmektedir. Güneş enerjisi potansiyelinin en yüksek olduğu bölgeler, Orta ve Batı Akdeniz bölgesi, İç Anadolu'nun güneyi ve Güneydoğu Anadolu'nun doğusu olarak haritadan görülebilmektedir. En yüksek güneş enerjisi potansiyeline işaret eden koyu kırmızı ile renklendirilmiş bölgelerin dağlık veya denizden yüksek platolar olduğu görülmektedir. Batıda İzmir İli'nin kuzeyi ile başlayıp Ankara, Tokat, Gümüşhane'den geçerek Ardahan'a bağlanan hattın kuzeyinde kalan kısımların mavi renkli ve nispeten düşük güneş enerjisi potansiyeline sahip olduğu görülmektedir. Yüksek potansiyel sunan bölgeler içerisinde olmasa bile; iklimsel özelliği, yeryüzü şekillerinin elverişliliği, güvenlik sorununun olmaması, tarım kapasitesi ve ulaşım kolaylığı avantajları ile Marmara Bölgesi'nin içindeki İstanbul İli Esenyurt İlçesi. GEPA üzerinde de görüldüğü üzere yıllık toplam güneş radyasyon değeri 1,400 – 1,450 kWh/m<sup>2</sup>- arasında değişkenlik göstermektedir. İlin detaylı güneş radyasyon haritası GEPA'da yayınlandığı şekliyle aşağıda sunulmaktadır.

Şekil 3.13 :Esenyurt İlçesi GEPA(EİE)



Şekilden görüleceği üzere il genelinde 1400 – 1450 kWh/m<sup>2</sup> güneş enerjisi potansiyel dikkat çekmektedir. GEPA, haritanın yanı sıra günlük güneşlenme süresi ve günlük global radyasyon değerlerini de ay bazında vermektedir. Bu bilgiler aşağıda grafiksel olarak sunulmuştur.Şekilden görüleceği üzere, Mayıs ayında 10 saatin hemen altında olmakla birlikte, Mayıs -Eylül döneminde ortalama güneşlenme süresinin 11 saat olduğu görülmektedir. En düşük güneşlenme süreleri, Aralık ve Ocak ayların yaşanmakta olup bu aylarda günlük güneşlenme süresi 5 saatin altında kalmaktadır. Aylık değerler karşılaştırıldığında toplam güneş radyasyonunun da güneşlenme süresine paralel bir yol izlediği görülmektedir. Grafikte sunulan veriler aşağıda tablolarda listelenmiştir.



**Tablo 3.8: İstanbul İli Esenyurt İlçesi ortalama günlük global radyasyon ve güneşlenme değeri (kWh/m<sup>2</sup>gün) (EİE)**

AY	GÜNEŞLENME SÜRESİ(SAAT)	İL GENELİ(KWH/M <sup>2</sup> GÜN)
OCAK	3.46	1.40
ŞUBAT	4.43	2.19
MART	5.32	3.13
NİSAN	6.55	4.36
MAYIS	8.61	5.57
HAZİRAN	10.51	5.92
TEMMUZ	11.17	5.74
AĞUSTOS	10.54	5.22
EYLÜL	7.83	4.09
EKİM	5.22	2.74
KASIM	3.85	1.62
ARALIK	2.96	1.19
<b>EİE ORTALAMA</b>	<b>6.74</b>	<b>3.66</b>

### **3.6 Meteorom Verileri**

Meteorom, toplam 8,000'in üzerinde ölçüm istasyonundan toplatıldığı meteorolojik veriler ile istenilen herhangi bir koordinattaki güneş radyasyonu, güneşlenme süresi, yağış miktarı ve sıcaklık vb. tasarım parametrelerini hesaplayan bir meteorolojik referans yazılımıdır. Meteorom yazılımı güneş enerjisi projelerinin planlanmasında yaygın olarak kullanılmakta olup ve güvenilir bir referans veri tabanı olarak kabul görmüştür. Yazılım, ölçüm istasyonu bulunmayan sahalar için, en yakın konumdaki istasyon ölçümlerini kullanarak interpolasyon modelleriyle hesaplama yapmaktadır. Interpolasyonla elde edilen aylık radyasyon verilerinde yüzde dokuz ve sıcaklık için 1.5° C hassasiyet oranı olduğu belirtilmektedir. Meteorom radyasyon veritabanı 1981-2000 yılları arasındaki ölçüm değerlerine dayanarak oluşturulmuştur. Sıcaklık ve diğer meteorolojik veriler için 1961-1990 ve 1996-2005 yılları arasındaki ölçümleri kapsayan uzun ve kısa vadeli veritabanı opsiyonları sunulmaktadır.

Meteonorm verileri PVSOL, PVS ve PVSYST gibi tasarım/performans simulasyonu programlarına girdi oluşturmak üzere farklı formatlarda kaydedilme özelliğine sahiptir. Meteonorm yazılımı ile bir proje sahası için meteorolojik/solar verilerin hesaplanması aşağıdaki basamaklarda gerçekleşmektedir.

**Tablo 3.9 : Meteonorm işlem basamakları**

1-SAHA SEÇİMİ
2-YENİ SAHA TANIMLAMA
3-VERİ TABANI MODEL SEÇİMİ
4-FORMAT BELİRLEME
5-TABLO VE GRAFİKSEL GÖSTERİM HESAPLAMA

İstanbul İli Esenyurt İlçesi, Meteonorm veri tabanında önceden tanımlanmış sahalar arasında yer almaktadır. Radyasyon verileri için 1981-2000 yıl aralığı ve sıcaklık verileri için 1995-2005 ölçüm periyotları baz alınarak, saatlik ölçüm modeli baz alınmıştır. Bu seçimler sonucunda gerçekleşen hesaplamalarda yazılım, sıcaklık veri setini Konya ve Isparta'daki meteorolojik santral verileri interpolasyonu ile, radyasyon veri setini ise uydu verileriyle hazırlanmış radyasyon haritası baz alınarak oluşturmaktadır. Standart meteonorm formatında gerçekleşen hesaplama sonucunda GES sahası aylık radyasyon ve sıcaklık verileri nin aylara bağlı değişim aşağıdaki grafikte belirtilmektedir.

**Tablo 3.10 : GES sahası meteonorm görüntüleri**

<b>AY</b>	<b>SICAKLIK (santigrad)</b>	<b>GLOBAL RADYASYON (kwh/m<sup>2</sup>)</b>
OCAK	6.2	53
ŞUBAT	6.1	62
MART	7.9	106
NİSAN	12.2	141
MAYIS	17.5	201
HAZİRAN	22.1	218
TEMMUZ	25.3	216
AĞUSTOS	24.9	193
EYLÜL	20.8	120
EKİM	16.5	88
KASIM	12.1	51
ARALIK	8.3	44
<b>YILLIK</b>	<b>15</b>	<b>1490</b>

Şekil ve tablodan görüleceği üzere, uzun yıllar ölçüm sonuçlarını hesaplamalara dahil eden Meteonorm yazılımı, proje sahası için yıllık 1490 kWh/m<sup>2</sup> global radyasyon hesaplamaktadır.

### **3.7 Global Radyasyon Verilerinin Değerlendirilmesi**

Yukarıda, GES sahası için ulusal ve uluslararası kurum/kuruluşların oluşturduğu farklı veritabanları incelenerek aylık ve yıllık global radyasyon değerleri incelenmiştir. Ulusal veritabanı olarak GEPA, uluslararası veritabanı olarak ise Meteonorm, PVGIS sonuçları tablo ve grafiklerde sunulmuştur. Sonuçların karşılaştırmasının yapıldığı bu kısımda, üç farklı kaynaktan toplanan aylık ve yıllık global radyasyon değerleri tabloda sunulmaktadır.

**Tablo 3.11 : Farklı veri tabanlarına göre İstanbul İli Esenyurt İlçesi aylık global radyasyon verileri (kWh/m<sup>2</sup>)**

<b>AY</b>	<b>GEPA</b>	<b>PVGIS</b>
OCAK	1.40	2.10
ŞUBAT	2.19	2.58
MART	5.32	3.66
NİSAN	4.36	4.61
MAYIS	5.57	5.27
HAZİRAN	5.92	5.62
TEMMUZ	5.74	5.61
AĞUSTOS	5.22	5.56
EYLÜL	4.09	4.95
EKİM	2.74	3.56
KASIM	1.62	2.34
ARALIK	1.19	1.74
<b>YILLIK</b>	<b>3.66</b>	<b>3.97</b>

- a) Tablodaki veriler incelendiğinde tüm kaynaklarda benzer değerlere ulaşıldığı görülmektedir. Bu durumda en yüksek ve en düşük şiddeti veren veri tabanları arasında yüzde sekiz oranında yaklaşık bir fark olduğu görülmektedir. Veriler arasındaki farkın özellikle güneşlenmenin az olduğu kış ayları için verilen değerlerden kaynaklandığı görülmektedir.
- b) Grafikte, farklı veri tabanlarından alınan veri setlerinin yıl boyunca, doğal olarak, aynı seyri izlediği görülmektedir.
- c) Yukarıdaki tablo ve şekiller, GES sahası için farklı veritabanlarında farklı global radyasyon verileri elde edildiğini göstermektedir. Veri tabanlarının sunduğu ölçüm değerlerindeki farklılık,
- Meteorolojik ölçüm periyotlarındaki farklılıklar,
  - Meteorolojik verilerin coğrafi bilgi sistemiyle ilişkilendirilmesindeki farklılıklar,
  - Uydu ve ölçüm istasyonu verisi niteliklerindeki farklılıklar,
  - Kullanılan matematiksel/stokastik model farklılıklarından kaynaklanmakta olup,
- en yüksek ve en düşük değer arasında oluşan yüzde iki sapma kabul edilebilir oranlarda bulunmaktadır.

Yukarıdaki veriler ışığında çok sayıda istasyon ve uzun süreli ölçüm veri tabanına sahip olması ile uluslararası uygulamalarda kabul görmesi nedeniyle performans analizi bölümünde PVGIS veri tabanı kullanılmıştır. Kullanılan bu veriler ışığında yapılan fizibilite çalışması sonrasında oluşan tablo aşağıdaki şekildedir.

Yıllık üretim toplam: 11.843 kWh

11843 kWh X 0,14\$ X 0,76 \$/€ = 1.264,6 €

9,8€ X 12 = 117,6 €

CO2 emisyon faktörü: 0,000203 CO2 ton/ kWh

11.843 X 0,000203 CO2 ton/ kWh = 2,4 ton

2,4TON X 5€/ton = 12,02 €

Toplam senelik kazanç: 1.264,6 € + 12,02 € - 117,58€ = 1.159,02 €

Projenin Maliyeti: 23.515 €

Geri dönüşüm süresi: 23.515 € / 1.159,02 € = 20,3 sene

**Tablo 3.12 :Fizibilite çalışması**

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Tutar Solar Girdi €	EK I Birim Fiyatı ve Yerli Konst. EK II	\$/€ paritesi
Yıllık Üretim (kWh)	570	632	974	1150	1320	1330	1360	1340	1180	911	602	474	1.264,60 €	0,14\$	0,76
Bakım Maliyeti €	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	117,58		
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	TOPLAM 2012 YILI CO2 TASARRUFU (Ton)	1 Ton CO2 Gönüllü Piyasa Fiyatı (€)	Tutar SOLAR GİRDİ €
CO2 Tasarrufu (ton)	0,12	0,128	0,2	0,233	0,268	0,26999	0,27608	0,27202	0,24	0,18	0,122	0,096	2,40	5	12,0206

Yıllık 11.843 kWh' lik elektrik üretimi gerçekleştirilebilmektedir. Bu üretimin parasal boyutu ise 1.264,6 €' dur. Bakım maliyetleri aylık olarak 9,8 € olarak ön görülmüştür ve senelik maliyeti 117,58 €' dur. Bunun yanında güneş enerjisi üretimi ile CO2 emisyon değerlerinde de azalma sağlanacaktır. Güneş enerjisi kullanarak tasarruf edilen CO2 miktarı ise aylık olarak hesaplanmış ve senelik getirisi basit fizibilite çalışmasına

eklenmiştir. Totalde 1 sene boyunca tasarruf edilecek CO2 miktarı 2,4 ton olarak öngörülmüştür. Kullanılan katsayı kompresör uygulamasında kullanılan katsayı ile aynıdır. Mercedes bünyesinde enerjinin çok büyük bir kısmı doğalgaz kullanılarak üretildiği için CO2 emisyonu hesaplanırken baz olarak doğalgaz yakıtı alınmıştır.

Şu an hala gönüllü karbon borsasında bulunulduğu için maddi getirisi 25 Nisan da işlem görmüş en yüksek fiyatlı karbon kredisi üzerinden hesaplanmıştır. (<http://www.londonstockexchange.com/exchange/prices-and-markets/ETPs/company-summary-chart.html?fourWayKey=JE00B3CG6315JEEURETCS>)

Projenin ilk yatırım maliyeti elektrifikasyon ve inşaat işleri de içinde olmak üzere 23.515 €' dur. Yatırımın geri dönüş süresi bu değerlerden hesaplanacak olursa 20,3 senedir. Geri dönüş süresi azami 3 sene olan yatırımlar firma tarafından fizibil olarak nitelendirildiği için sayısal analiz sonrasında bu yatırım karlı bir yatırım olarak değerlendirilmemektedir. Bununla beraber bu projenin marka değerine katkısı ve reklam getirisi olacağı düşünülecek kurumsal iletişim departmanının değerlendirilmesine sunulmuştur. Planlanan 10 Kw' lık güneş enerjisi santralının yeri otopark alanı olarak belirlenmiştir. Çatı üstüne kurulmada temizlik ve bakım işlerinin risk yaratabileceği düşünülmüştür. Boş bulunan bir Alana kurulmasının ise ileride fabrikanın genişleme stratejilerinde bir kısıt teşkil edebileceği belirtilmiştir. Bununla beraber fonksiyonel olabileceği düşünülen otopark gölgeliği fikrinde karar kılınmıştır. Yaklaşık ihtiyaç alanı 90 m2' dir. Bu alan yaklaşık 10 araç için gölgelikli otopark anlamına gelmektedir. Bu proje ile ilgili son değerlendirme kurumsal iletişim departmanındadır ve değerlendirme bitiş süresi termini 2013 aralık ayı olarak verilmiştir. Yeşil enerji uygulamaları son dönemlerde çok rahabet gören uygulamalar olmakla beraber ilk yatırım maliyetleri fazla, geri dönüş süreleri uzun olmaktadır.

Şekil 3.14 : Örnek uygulamalar



#### 4. ENDÜSTRİYEL ÇAMUR KURUTMA UYGULAMASI

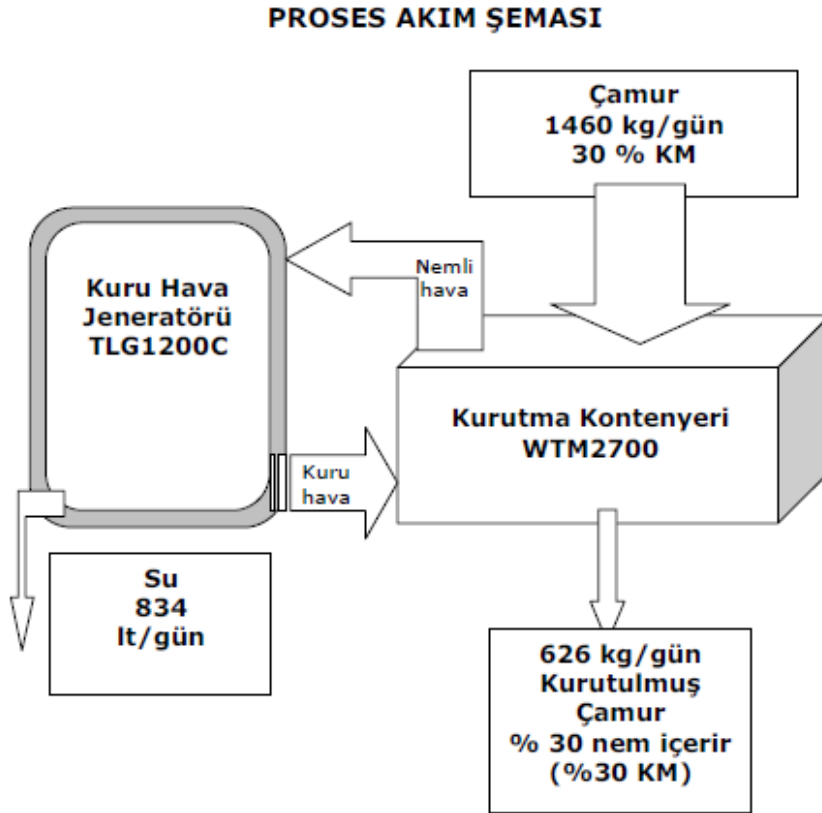
Mercedes Benz Türk A.Ş firmasında 2 ayrı binada, malzemeleri paslanmaya karşı korumak amacı ile kurulmuş kaplama havuzları yer almaktadır. Havuzlardan bir tanesi fosfatlama havuzu, diğeri ise katodofrez kapma havuzudur. Fosfatlama havuzu karoser binasında yer almaktadır ve kullanım amacı, karoser imalatında kullanılan yarı mamül parçaların araca uygulanana kadar korozyona karşı korunmasını sağlamaktır. Tedarikçilerden gelen yarı mamül profiller, fosfat tesisine girdikten sonra market ismi verilen ara stok bekleme alanlarına götürülmektedirler. Bu marketlerde bekleme süreleri 3 ila 15 gün arasında değişmektedir. Diğerkaplama havuzu ise boyahane binasında bulunmaktadır. Bu havuz karoser şeklini almış otobüsün komple daldırılmak suretiyle kaplandığı bir havuzdur ve aracın tamamının uzun süreli korozif etkilere karşı korunmasını sağlayan bir kaplama yöntemidir. Doğal olarak bu havuzlarda yoğun miktarda kimyasal kullanılmakta ve atık olarak yine yoğun miktarda endüstriyel çamur oluşmaktadır. Bu çamurun büyük bir kısmı nem ihtiva etmektedir. Çamurun içerdiği nem miktarı, Mercedes Benz bünyesinde bulunan laboratuvarında incelenmiştir. Yapılan incelemelerde çamurun içerdiği katı madde miktarı toplam ağırlığının yüzde yirmidört' ü kadardır. Geriye kalan yüzde yetmişaltı oranı ise içerdiği nem miktarının oranını belirtmektedir. Yapılan fizibilite hesapları bu deney raporunun verileri esas alınarak hazırlanmıştır.

Çalışmanın bu safhasında kaplama havuzlarından çıkan endüstriyel çamur atıklarının bertarafının nasıl yapıldığı, kanuni yaptırımlar ve alternatif uygulamalar incelenmiştir. Mevcut süreçte çıkan bu atıklar endüstriyel çamur olarak değerlendirilmektedir. Fosfatlama tesisinde oluşan çamurlar, haftada bir defa yapılan bakım çalışmaları esnasında toplanmaktadır ve ana atık toplama mahalinde bulunan konteynırlara boşaltılmaktadır. Kataforez kaplama tesisinde bulunan çamurlar ise gün içinde atık birikim havuzunda ara toplama işlemine tabi tutulmakta, ardından **filter press** adı verilen filtreleme sistemlerinden geçmektedir. Bu presslerden geçirilme nedeni, ihtiva ettikleri nem oranını azaltmaktır. Üretim sayılarına ve günlük araç üretim miktarına bağlı olarak bu filtrelerin boşaltılma periodları 60 dakika ile 90 dakika arasında değişmektedir. Bu filtrelerin kullanım amacı elde edilen çamur kekinin neminin azaltılması yönündedir. Filter press makinaları efektif bir şekilde kullanıldıklarında yaklaşık yüzde otuz kuru madde oranı içerecek çamur kekleri oluşmasını sağlayabilmektedirler.



Prosesler sonrasında ortaya çıkan bu endüstriyel çamur yasa gereğince bakanlık tarafından lisans verilmiş firmalarca bertaraf edilmektedir. Bu atık ürünlerin bertaraf edilmesi için ton başına belli bir ücret ödenmektedir. Bu çalışmanın amacı ise yeni bir proses tanımlayarak tasarruf sağlamaktır. Bunun için prosesler sonucu ortaya çıkan çamurun 2012 senesindeki miktarı ve akabinde yapılan anlaşma gereğince bertaraf etme yetkisi olan firmaya ödenen bedel araştırılmıştır. Daha sonra Mercedes Benz Türk A.Ş laboratuvarlarında malzeme içinde yer alan kuru madde ve nem oranları tespit edilmiştir. Bu tespitler sonrasında gelinen nokta, çamur kekinin içinde yer alan nem oranını düşürebilecek ek bir proses uygulanabilirse tasarruf edilebileceği yönündedir. Bu ek prosesin yöntemi ve getireceği maliyet araştırılmış ve avrupada benzer uygulamalara rastlanılmıştır. Çıkan çamur, kurutucu bir makina yardımı ile susuzlaştırılabilmektedir. Bu makina ve proses ile ilgili detaylar aşağıdaki gibidir.

**Şekil 4.1 :Çamur kurutmada Proses akım şeması**



Çamur Kurutucu, konteyner içerisindeki arıtma çamurunu alttan verdiği kuru hava ile kurutmakta çamurdan aldığı nemi ise yandaki haznesinde toplamaktadır. Toplanan su, saf suya yakın kalitede kokusuz, mikropsuz bir sudur. Çamur Kurutucuları düşük sıcaklıklı (40OC) kurutuculardır. Bu sayede, çamur içerisinde hiçbir kimyasal reaksiyon gerçekleşmemekte, koku ve emisyon problemine rastlanmamaktadır. Sistem ısı pompası sistemi gibi çalışmakla beraber kapalı çevrim bir sistemdir. Dışarıya hiçbir şekilde emisyon yaymamaktadır. Materyalin kendi yapısında herhangi bir değişme gerçekleşmemekte ve materyalin içerisindeki nem miktarı isteğe göre yüzde on' a kadar düşmektedir. Toplam Organik Karbon ve Çözünmüş Organik Karbon miktarlarında bir değişiklik gözlenmemektedir.

Kurutulmuş çamurun avantajları ;

- Çamur hacminde azalma,
- Sterilize ve stabilize çamur,
- Kolay depolanabilme özelliği,
- Yeniden kullanım olasılığı,
- Kolay yanabilme özelliğidir.

Kullanılacak makina ve ekipmanlar aşağıdaki gibidir. Ekipmanların tanıtılmasının nedeni fiyatlandırmada yapılacak değişiklik talebidir. Kullanılması gereken ekipmanların bir kısmı dahili üretim ile Mercedes Benz bünyesinde üretilmektedir. Bu da hem teklif fiyatını düşürecek hem de proje geri ödeme süresini kısaltacaktır.

**Şekil 4.2 :Çamur kurutma sistemi**



**Şekil 4.3 :Sistemde kullanılan jeneratör**



1 adet kuru hava jeneratörü gerekliliği mevcuttur. Bu jeneratörün buharlaştırma kapasitesi 1200 kg/gün' dür. Jeneratörün elektrik kullanımı ise 20 kW/saat' dir.

**Şekil 4.3 :Çamur kurutma işleminde kullanılan konteyner**



Kullanılacak konteyner' in hacmi 2.700 litre ve yükleme kapasitesi 2.000 kg' dir.

**Şekil 4.3 :Sistemin işletmede kullanımı**



Kullanılması gereken diğer ekipmanlar ise 1 adet PVC malzeme içerikli nemli hava kanalı (çerçeve içinde yer alan ekipman) ve 1 adet paslanmaz malzeme içerikli kuru hava kanalıdır. Sistem kapalı devre çalışmaktadır. Koku ve emisyon yoktur. Kondanse edilen 834 litre/gün su saftır. Sulamada kullanılabilir.

#### **4.1 Endüstriyel Çamur Kurutmada Elektrik tüketimi**

Çamur kurutma cihazı sadece elektrik ile çalışmaktadır. Başka bir enerji kullanılmamaktadır. Hesaplara konu olacak kabuller aşağıdaki gibidir;

□ Sanayi elektriği alış birim fiyatı 0.22 TL/kW' dır. Bununla beraber Mercedes Benz bünyesinde elektrik ihtiyacı kojenerasyon sistemi esaslı gaz motorları ile sağlandığından

sanayi elektriği fiyatının daha altında bir fiyat söz konusudur. 2012 senesi ortalaması alındığında Mercedes bünyesinde kullanılan elektriğin fiyatı 0,19 TL/kW' dır. Ortalam değer alınmasının sebebi puantlı sistem fiyatlandırmasından kaynaklanmaktadır.

□ Günlük çamur miktarı 1,66 tondur.

□ Kurutma sisteminin günlük çalışma saati 20 saat olarak kabul edilmiştir.

Tüketim :

□ Günlük elektrik tüketimi 20 kW/s x 20 saat = 400 Kw' dır.

Günlük gider : 400 kW x 0.19 TL = **76 TL /gündür.**

Firmanın cihaz ve ekipmanları için verdiği fiyatlar ise aşağıdaki gibidir.

Kuru hava jenaratörü	60,931.-€
Konteyner 5,271.-€	Dahili imalat
Kuru hava kanalı 2,415.-€	ile yaklaşık
Nemli hava kanalı 2,255.-€	1000€
Nakliye (İstanbul teslimi)	3,990.-€
TOTAL	65.921 €
%10 iskonto	<b>59.329 €</b>

Konteyner ve kuru hava kanalı dahili olarak Mercedes bünyesinde üretilebilmektedir. İşçilik ve malzeme fiyatları hesaplandığında yaklaşık olarak 1.000 €' luk bir maliyetle bu ekipmanlar üretilebilmektedir. Makina kullanımı sonrası çamur içindeki kuru madde ve nem oranı miktarları ve kazançlar aşağıdaki hesaplamalarda verilmiştir.

- Mevcut durum: 1,66 ton çamur
  - %74 nem: 1,66 X %76 = 1,2616 ton
  - %24 kuru madde: 1,66 X %24 = 0,3984 ton
  - %90 kurutma sağlanırsa nem miktarı: 1,66 X %10 = 0,166 ton
  - Kurutma sonrası net kazanç = 1,2616 – 0,166 = 1,0956 ton
- 
- Senelik elektrik tüketimi: 20 saat/gün X 20kW/h X 288gün X 0,19 TL/kW = 21.888 TL
  - Kurutulan çamurdan sağlanan tasarruf: 288gün X 350 TL/ton X 1,0956 ton = 110.436,48 TL
  - €/TL oranı: 2,4
  - Makina fiyatı TL karşılığı: 59.329 X 2,4 = 142.389,6 TL
  - Geri Ödeme Süresi: (142.389,6 + 21.888) / 110.436,48 = 1,49 sene

Öncelikle atıkların fabrika çıkışı asgari yüzde elli kuru madde ihtiva etmesi kanun gereğidir. (Çevre ve Orman bakanlığı, atıkların düzenli depolanmasına dair yönetmelik geçici madde 4, 2015 yılı uygulamaya geçiş tarihi) Çamur kurutma uygulaması ile beraber 2015 yılında yürürlüğe girecek kanuna da hazır hale gelinmektedir. Kullanılacak makina, çamur kekini yüzde doksan oranına kadar kurutabilmektedir. Yani 100 kg' lik bir çamur kekinin 90 kg' si kuru madde, 10 kg' si nem olacak şekilde bir kurutma gerçekleştirebilmektedir. Günlük olarak 1,66 ton' luk bir çamur atığı ortaya çıkmaktadır ve çamur analizi dikkate alındığında birleşimin yüzde yetmişdört' ünün nem olduğu gözönünde tutularak oluşan çamurun 1,2616 tonluk kısmının nem olduğu söylenebilmektedir. Eğer makina devreye alınır ise 1,66 tonluk bir çamurun sadece 0,166 tonluk bir kısmı nem olacaktır. Günlük olarak tasarruf edilecek miktar ise yaklaşık 1,0956 ton' dur. Bu durumda elde edilecek tasarruf miktarları ve makinanın geri dönüşüm süresi aşağıdaki tabloda görülmektedir. Makinanın kendini ödeme süresi yaklaşık bir buçuk sene civarındadır. Bu yatırım ve fizibilite hesapları yönetime sunulmuş ve kabul görmüştür. Bütçeleri oluşturulmuş ve 2014 senesi makina alım kapsamına sokulmuştur.

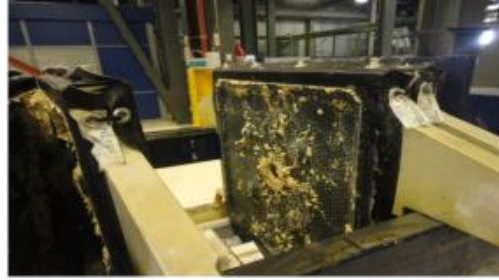
**Tablo 4.1 :Çamur Kurutma sisteminde mali analiz**

	Bertaraf Ton fiyatı (TL)	Elektrik alım fiyatı (TL)	Günlük Çamur Miktarı ( TON/ GÜN )	Günlük çalışma süresi (SAAT )	Elektrik sarfiyatı ( KW/SAAT )	Senelik Çalışma Günü	Kuru Madde Oranı (Gün/ TON )	Nem Oranı (Gün/TON )	Çamur kurutma makinası kullanımı sonrası nem oranı (Gün/TON )	Nem azaltımı sonrası net değişim miktarı (Gün/TON )
<b>Mevcut durum</b>	350	0,19	1,66	20	20	288	<b>0,3984</b>	<b>1,2616</b>	0,166	1,096
<b>Makina fiyatı (€)</b>	<b>Elektrik tüketimi TL/YIL</b>		<b>Kurutulan çamurdan sağlanan tasarruf TL/YIL</b>		<b>Euro dönüşüm kuru TL/€</b>	<b>Makinanın geri ödeme süresi (yıl)</b>				
59.329,00	21.888,00		110.436,48		2,4	<b>1,49</b>				

**Şekil 4.4 :Fosfat tesisinden çıkan çamur**



**Şekil 4.5 :KTL tesisinden çıkan çamur**



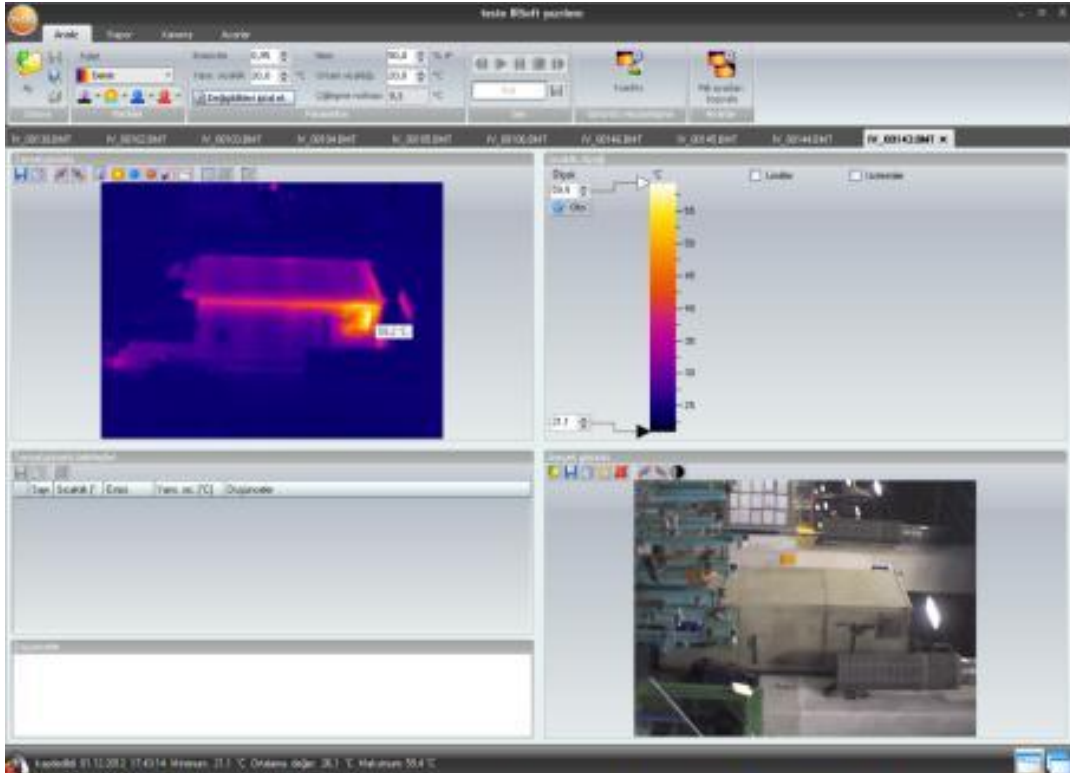
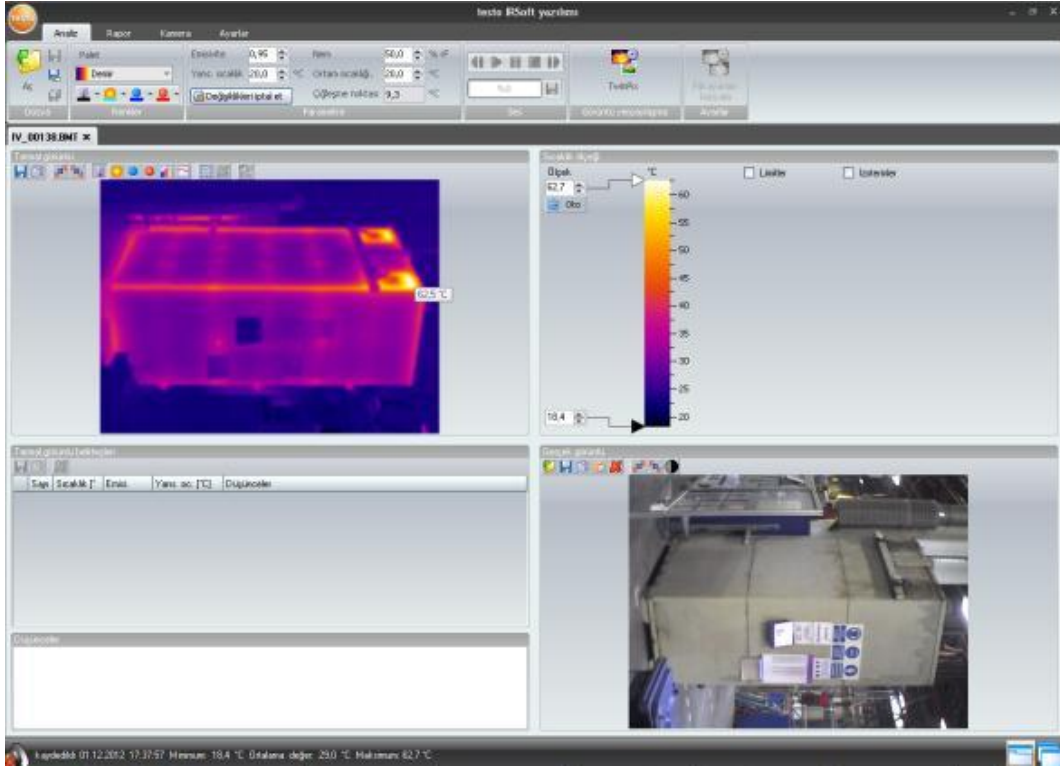
## 5. SAC TAFLAMA FIRINLARININ OPTİMİZASYONU

Sac tavlama fırınları karoser üretimi binasında yer alan ekipmanlardır. Bu ekipmanlardan 3 adet bulunmaktadır. Fırınların kullanılmasının ana amacı, araç içine dayama punta prosesi ile yerleştirilen sac parçaların gergin bir şekilde uygulanmasını sağlamaktır. Aracın ön kısmından arka kısmına kadar bir çok yerinde uygulanan bu sacların gergin olarak uygulanmasının sebebi ise sacın kendisini salarak ses yapmasını önlemektir. Fırınlar incelenirken öncelikle sıcaklık ve izolasyon değerlerine bakılmıştır. Sıcaklık değerleri otomasyon üzerinden set edilmiş değerlerdir ve 3 fırın için de bu değer 120 derecedir. İzolasyon kayıpları ise termal kamera yardımıyla incelenmiştir. Fırınların neden 120 dereceye set edildiğinin cevabı bulunamadığından baz değer olan 120 derece üzerinden hareket edilerek daha düşük sıcaklık değerlerinde sacların vereceği yapısal değişimler laboratuvarında yapılan deneyler sonucunda yorumlanmıştır. Gelinmek istenen nokta sıcaklık değerlerini düşürerek enerji tasarrufuna gidilmesidir. Aşağıda detaylı olarak deney sonuçları ve görselleri yer almaktadır. Bu deneyler esnasında kalite grubu ile beraber deneyler yapılmış ve sonuçlar yorumlanmıştır. Teknik hizmetler departmanından ise fırınlara bağlanan enerji analizör cihazları ile ölçümler yapılmasında destek alınmıştır. Teorik bilgiler toplandıktan sonra pratikte ki uygulamada başarı sağlanıp sağlanamayacağı ise test sürüşlerinde tecrübe edilmiştir.

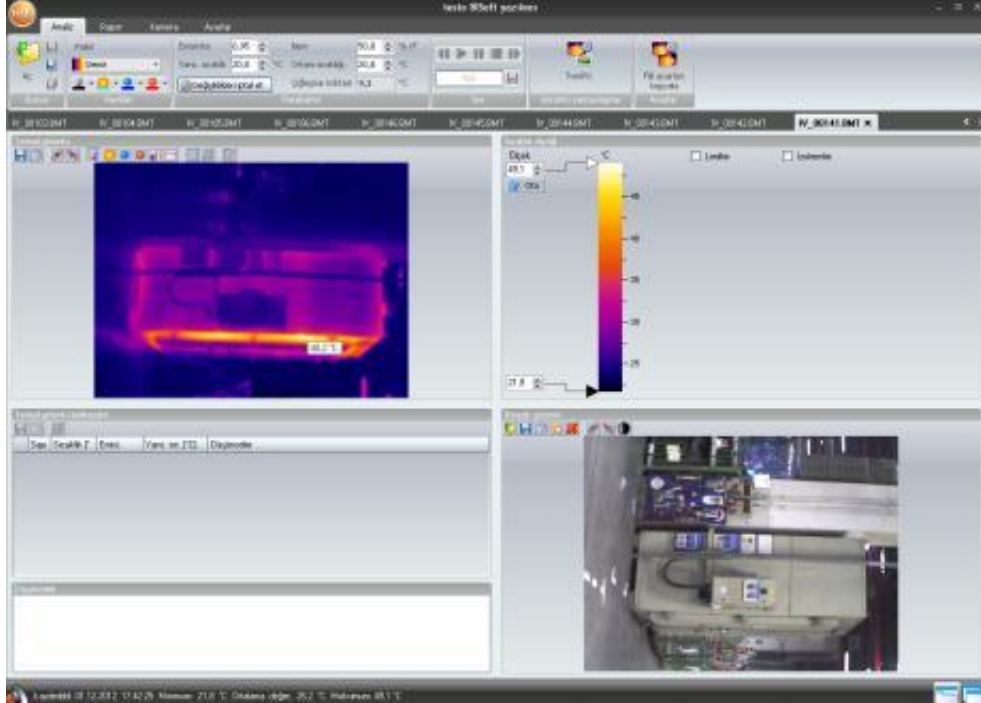
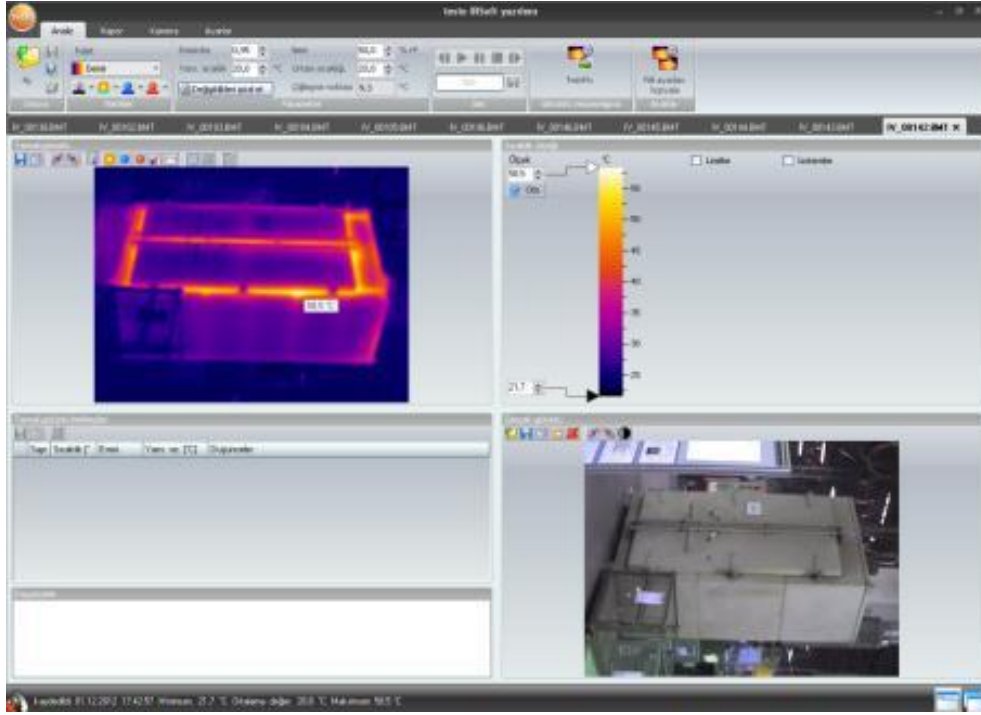
İlk olarak makinanın mevcut durumu üzerine çalışmalar yapılmıştır. İmalat sahasında bulunan 3 adet fırına termal kamera ile inceleme yapıp, ısı kaçak noktaları tespit edilmiştir. Bu tespitler sonunda teknik hizmetler departmanına bildirimde bulunulmuştur. Teknik hizmetler departmanının fırınların izolasyonları ile ilgili yapacakları çalışma için verdikleri termin 2013 ağustos ayındaki işletme tatilidir.



Şekil 5.1 :Termal kamera ile yapılan izolasyon kayıpları araştırmaları



Şekil 5.2 :Termal kamera ile yapılan analizin PC ortamında analizi




Yukarıda sadece bir kaç örnek bulunmaktadır. Fırınların çeşitli açılardan fotoğrafları çekilip ısı kaçak noktaları tespit edilmiştir. Bu uygulamanın getireceği tasarruf hesaplaması

tüm fırınlara enerji analizörü bağlanarak, izolasyon öncesinde ve sonrasında yapılan ölçümlerle yapılabilecektir. Bununla beraber bu kapsam yeni bir fikir olarak değerlendirilmemiş, enerji etüd çalışmalarına bir örnek teşkil etmesi açısından sunulmuştur. Bu çalışmadan sonra fırınlara koyulan saclarla ilgili çalışmalara başlanılmıştır. Saclardan 600x600 mm ‘ lik örnek numuneler laboratuvara gönderilmiş ve 120-100-90 ve 80 derecede testleri yapılmıştır. İlk olarak oda sıcaklığındaki malzemenin nominal değerleri çıkarılmış ve standartlara göre olması gereken değerlerle örtüşüp örtüşmediği gözlemlenmiştir. Malzemenin uygun değerleri sahip olduğunun teyidi yapıldıktan sonra belirtilen ara sıcaklık değerlerine kadar ısıtılarak göstermiş oldukları eğilimler incelenmiştir. Sacların fırınlarda kalma süreleri yaklaşık olarak 60 dakika olduğundan, testlerde de 60 dakikalık bir ısıtma uygulanmıştır. Testlerin sonuçları ve malzemenin EN normlarına göre sahip olduğu değerler aşağıda yer almaktadır.

**Tablo 5.1 :Test sonuçları ve malzemenin mekanik özellikleri**

Bezeichnung		Mechanische Eigenschaften			
Stahlsorte		Symbole für die Arten der verfügbaren Überzüge	Dehngrenze	Zugfestigkeit	Bruchdehnung
Kurzname	Werkstoffnummer		$R_{p0,2}^a$ MPa min.	$R_m^b$ MPa min.	$A_{80}^c$ % min.
S220GD	1.0241	+Z, +ZF, +ZA, +AZ	220	300	20
S250GD	1.0242	+Z, +ZF, +ZA, +AZ, +AS	250	330	19
S280GD	1.0244	+Z, +ZF, +ZA, +AZ, +AS	280	360	18

**Tablo 5.2 :Kalite Güvenceden Gelen Test Raporu**

 Mercedes-Benz		<b>KALİTE GÜVENCE MÜDÜRLÜĞÜ</b> <b>MALZEME TEST LABORATUVARI TEST RAPORU</b> <b>QUALITÄTSSICHERUNG</b> <b>MATERIAL TEST LABOR PRÜFBERICHT</b>		Rapor No Bericht-Nr.
Gon./Auftraggeber		Tarih / Datum		21.11.2012
Tedarikçi / Lieferant	-	Resim No / Zeichnungs-Nr		-
Parça Adı / Benennung	sac	Resim Durumu / Stand		-
Parça No / Teilenummer	-	Değişiklik No / Aenderungs-Nr.		
Alt Parça No	-	Değişiklik Tarih/Aenderungsdatum		
Malzeme / Werkstoff	-	INK Rapor No / EM-Bericht-Nr.		
İnceleme Nedeni / Prüfungsgrund	Özel Ölçüm / Sonderprüfung	DIN - DBL		-
İnceleme Detayı	Murat Gökoğlu isteği üzerine değişik sıcaklıklarda çekme testi	Genel Tolerans / All. Toleranzen		
Mal Giriş Tarihi / WE Datum		Kullanım Yeri / Einsatzstelle		-
Mal Giriş No / WE Nr.		KP No :		

	ReH N/mm <sup>2</sup>	Rm N/mm <sup>2</sup>	A %
sac	331	399	35
	334	403	35
80°C	363	418	30
	359	410	29
90°C	321	401	31
	325	401	32
100°C	405	420	30
	387	409	29
120°C	406	423	30
	411	419	28

**Netice** / Ergebnis  Uygun / iO  Red / niO  
 Şartlı Kabul / bedingt iO  İnceleme / nur Untersuchung

**Açıklama** / Bemerkung Değişik sıcaklıklarda çekme testleri yapılmıştır.

**Tarih** / Datum 21.11.2012

**Onaylayan** / Unterschrift Hakan Beldek

Test raporundan çıkan değerler incelendiğinde dikkate alınması gereken değer %A değeridir. Farklı sıcaklıklar için %A değerlerine bakıldığında prosesi etkileyecek bir fark olmadığı gözlemlenmiştir. %A değerinin hesaplanması aşağıdaki gibidir.

$$(*) \%A = (A0 - A1) / A0 \times 100$$

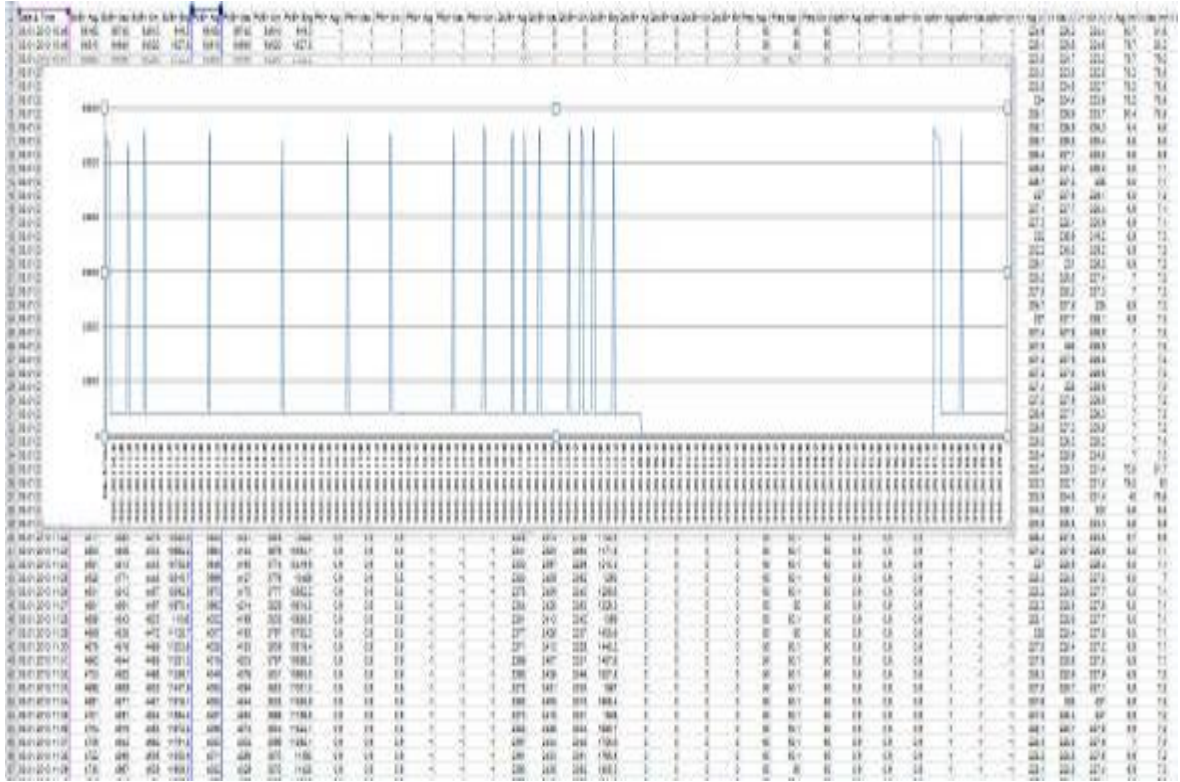
A0: Çekme çubuğunun ilk kesit alanı

A1: Çekme çubuğunun kopma sonrası kesit alanı

80 derece ve 120 derecedeki %A değerlerine bakıldığında aralarında çok az bir fark olduğu görülmektedir. Bu sebeple burdan yola çıkarak herhangi bir kalite sorunu yaşanmayacağı düşünülmüştür. Teorik olarak değerlendirilen ve onay alınan raporun pratik olarak değerlendirilmesi tecrübe sürüşü denilen sürüşte teyit edilebilmektedir. Bunun için 80 dereceye kadar ısıtılan ve araca uygulanan sacların tecrübe sürüşü esnasında herhangi bir

ses meydana getirmemeleri gerekmektedir. Bunun için de 80 derecelik fırında procese giren sacın uygulandığı araçtaki tecrübe raporları çıkarılmıştır. Saclarda herhangi bir sorun olmadığı raporlarda belirtilmiştir. Bu noktada teori ve pratik bilgilerin örtüştüğü görülmektedir. Bir sonraki adımda ise fırınların sıcaklığının 120 dereceden 80 dereceye set edildiğinde elde edilecek tasarruf miktarının hesaplanması vardır. Bunun için ilk önce 120 dereceye set edilen fırınlara 24 saat boyunca enerji analizörü cihazı yerleştirilmiştir. 24 saat sonunda fırınların sıcaklık değerleri 80 dereceye düşürülmüştür ve 24 saat boyunca enerji analizörü ile fırınların enerji tüketimleri izlenmiştir. Aşağıda ölçülen datalar ışığında oluşan grafiğin bir örneği mevcuttur.

**Şekil 5.3 :Enerji analizörü data analizi örneği**



Şekil 5.4 :İmalatta bulunan fırın görüntüsü



Bu çalışmalar sonucunda yapılan karşılaştırmalarda elde edilebilecek tasarruf miktarı aşağıdaki gibidir.

Tablo 5.3 :Fırın derecesine göre tüketilen enerji miktarı

Açıklama	Enerji (Wh/d)	Birim Fiyat (TL/kWh)	Yıllık Çalışma Gün Sayısı	Günlük Tüketim Bedeli (TL)	Yıllık Tüketim Bedeli (TL)	Yıllık Kazanç (TL)	Yıllık Enerji Tasarrufu (kWh)
120 °C' de Fırının Tüketmiş olduğu Enerji miktarı	135.600	0,19	250	26	6.441	2.988	15.725
80 °C' de Fırının Tüketmiş olduğu Enerji miktarı	72.700	0,19	250	14	3.453		

Teknik hizmetler departmanının bir adet fırın için yapmış oldukları tasarruf hesabında 2.988 liralık bir tasarruf görülmektedir. İmalatta bulunan 3 fırın için yaklaşık 9.000 liralık bir tasarruf söz konusudur.

## 6-TARTIŞMA VE SONUÇ

Veri ve yöntem kısmında açıklanmış olan konuların tümü hakkında öneri sistemi üzerinden öneriler verilmiştir. Ana hatlarıyla çalışma boyunca fabrika genelinde enerji tasarrufu ve maliyet azaltımı ile ilgili, potansiyel görülen konular için alternatif fikirler oluşturulmuştur. Bu potansiyeller direk veya dolaylı olarak enerji ve çevre konuları ile ilgili konulardır. Bulgular ışığında her bir fikir için değerlendirme yapılacak olursa;

- Kompresörlerden enerji geri kazanımı sistemi fizibil bir sistem olarak değerlendirilmiştir. Bu uygulama Türkiye’ de yeni başlanılan bir uygulamadır ve enerji geri kazanımı için farklı bir uygulamadır. En nihayetinde getiri sağlanan her bir kuruş, literatür taramasında üstüne basıldığı gibi firmaların rekabet gücünü arttırmaktadır. Emisyon azaltımı konusu ise uygulamaların çoğunda fizibilite hesaplarında yer alan bir konudur. Bu şekilde verilen önerilerin arkası daha da desteklenebilmektedir.
- Susuz pisuvar uygulaması teknik hizmetler departmanı tarafından değerlendirilmiş ve denemeleri yapılmıştır. Kısa süre zarfında da hayata geçirilmiş bir projedir. Burda değinilen ve kazanç sağlanan konu ise su kullanımınıdır. Günümüzde çok değerli bir hal alan su kaynağının kullanımı için faydalı bir örnek teşkil etmektedir. Bu sayede hem doğaya hem firmaya bir katkı sağlanabilmektedir. İşin daha da derinine inilirse verilmek istenen ana fikir, çok basit uygulamalarla ve basit teknolojilerle yüksek getiri potansiyellerinin elde edilebileceğidir.
- Güneş enerjisi uygulaması ile ilgili fizibilite çalışmaları ve detaylı çalışmalar teknik hizmetler ve yatırım planlama departmanlarına sunulmuştur. Görüldüğü üzere 10kW’ lık küçük bir sistem için çıkan kendini geri ödeme süresi yaklaşık 20 yıldır. Son zamanlarda çok fazla konuşulan bir konu olan yenilenebilir enerji sistemleri ile ilgili bu çalışmayı hazırlamanın ana sebebi, basında ve çeşitli yayın kuruluşlarında lanse edildiği gibi bu yatırımların basit yatırımlar olmadığını belirtmektir. Hazırladığım bu çalışmada aktarmak istediğim bir bilgi de bir projenin nasıl kabul göremeyeceği yönündedir. Belirttiğim üzere üç seneden fazla sürede kendini ödeyebilen sistemlere bugün itibari ile fizibil olarak bakılmamaktadır. Bu kadar çok reklamı yapılan yenilenebilir enerji sistemlerinin de sanayi sektöründe kullanılabilmesi için ekonomiklik yönünden kendisini geliştirmesi gerekmektedir.

Bununla beraber projenin bir örnek teşkil etmesi için kurumsal kimliğe getirebileceği katkıların hesaplanması ve geri dönüş süresinin bu katkı da göz önüne alınarak daha kısa bir süreye çekilebilmesi adına kurumsal iletişim departmanının incelemesine sunulmuştur. Hala kendilerinde bekleyen bu değerlendirme ile ilgili veilen inceleme tarihi 2014 senesi ortalarıdır.

- Endüstriyel çamur kurutma uygulaması, yine basit ve getirisi yüksek bir proje niteliği taşımaktadır. Diğer uygulamalardan farklı olarak bu sefer bir proses sonucu herhangi bir kayıp enerjiyi tekrardan sisteme kazandırma ile sağlanabilecek bir kazanç söz konusu değildir. Aksine ilave bir makina yatırımı ve bu makinanın harcadığı elektrik artı girdiler olarak yer almaktadır. Bununla beraber bu yatırımlar sonucunda senelik 100.000 liralık bir getiri söz konudur. Tasarrufun her zaman ilave yatırımlar yapılmadan sağlanabilecek bir olgu olmadığını gösteren bir çalışmadır. Bu tez çalışmasında basit ve getirisi yüksek projelere yönelim olmuştur. Akabinde ise verilmek istenen ana fikir ne kadar tasarruf ve iyileştirme yapılırsa yapılsın her zaman yeni bir potansiyel olduğu yönündedir. Elektrik tüketerek çamuru kurutan makina için bu proje sonunda tekrardan bir öneri verilecektir. Boyahane binasında bulunan kurutma kabinlerindeki atık ısının alınarak bu makinalara bağlanması yönünde yeni bir çalışma fikri şimdiden zihnimizde şekillenmiştir. Bu sayede 20kW/h' lik enerjisi çıktısını sıfıra indirgemek mümkün gibi gözükmektedir. Bunun ötesinde yönetmeliklerin düzenleyici yaptırımlarıyla, çevreye verilen atıkların daha düzenli depolanmasına da katkıda bulunmaktadır.
- Sac tavlama fırınlarının sıcaklık optimizasyonu çalışması, enerji yönetimine genel yaklaşımda kullanılacak bir örnektir. Adım adım ilerlenildiğinde, ölçme ve doğrulama sonrasında proseslerin teorik ve pratik örtüşürmeleri gerçekleştirilmiştir. Genel prensip olarak ölçmeden bilemezsin, bilmeden yönetemezsin prensibi ile çalışmaya başlanılmıştır. Uzun zamandır belirtilen sıcaklıklarda çalışan fırınların daha düşük sıcaklıklarda çalışabileceği fikri, her prosesin daha verimli çalışabileceği bir değer oluşu fikriyle örtüşmektedir. İlerleyen dönemlerde sacların üzerine sürülebilecek bir kimyasal sayesinde salınım yapmaları engellenebilecek düşüncesi bugünlerde çok yaygındır. Burdan çıkan sonuç ise her zaman enerjiden tasarruf sağlanabilecek bir potansiyel oluşudur.



Bu çalışmayı diğer çalışmalardan farklı kılan nokta, uygulanmış veya uygulanacak sistemler üzerine ilgi aktarımına dayalı bir çalışma olmayışıdır. Önerilen projelerin hiçbirinin önceden uygulamaları yapılmamış veya herhangi bir şekilde uygulama planlamasına alınmamıştır. Teorik ve pratik bilgilerin çakıştırıldığı, kazançların sayılarla analiz edildiği bir uygulamadır. Bir uygulamanın nasıl kabul edileceğinin çalışmalarının yapıldığı gibi güneş enerjisi uygulamasında görüldüğü üzere nasıl kabul edilemeyeceğininde örneği mevcuttur. Çamur kurutma sistemlerinin değerlendirilmesi yapılırken belirtilen, kurutma kabinlerinden elde edilen atık ısının kurutma makinasına aktarılması fikri ise bu çalışmaların, tez yazım süresiyle sınırlı kalmayacağına bir ifadesidir.

## KAYNAKÇA

[www.eie.gov.tr/](http://www.eie.gov.tr/)

[www.enerji-dunyasi.com/](http://www.enerji-dunyasi.com/)

[www.energystar.gov/ia/business/industry/AutoEPIBackground.pdf](http://www.energystar.gov/ia/business/industry/AutoEPIBackground.pdf)

[www.unido.org/fileadmin/user\\_media/Services/Research\\_Statistics/WP102011Ebook.pdf](http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Research_Statistics/WP102011Ebook.pdf)

[www.iea.org/co2highlights/co2highlights.pdf](http://www.iea.org/co2highlights/co2highlights.pdf)

[industrial-energy.lbl.gov/node/74](http://industrial-energy.lbl.gov/node/74)

[ies.lbl.gov/sites/all/files/ee\\_vehicle\\_assembly.pdf](http://ies.lbl.gov/sites/all/files/ee_vehicle_assembly.pdf)

[www.epa.gov/cleanenergy/documents/suca/potential\\_guide.pdf](http://www.epa.gov/cleanenergy/documents/suca/potential_guide.pdf)

[www.epdk.gov.tr/](http://www.epdk.gov.tr/)

[www.unido.org/fileadmin/user\\_media/Publications/Research\\_and\\_statistics/Branch\\_publications/Research\\_and\\_Policy/Files/Working\\_Papers/2011/WP042011%20Energy%20Efficient%20Production%20in%20the%20Automotive%20and%20ClothingTextiles%20Industries%20in%20South%20Africa.pdf](http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Publications/Research_and_statistics/Branch_publications/Research_and_Policy/Files/Working_Papers/2011/WP042011%20Energy%20Efficient%20Production%20in%20the%20Automotive%20and%20ClothingTextiles%20Industries%20in%20South%20Africa.pdf)

[www.enver.org.tr/UserFiles/CKUpload/Upload/tevem-2.pdf](http://www.enver.org.tr/UserFiles/CKUpload/Upload/tevem-2.pdf)

[www.epa.gov/cleanenergy/documents/suca/potential\\_guide.pdf](http://www.epa.gov/cleanenergy/documents/suca/potential_guide.pdf)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421504000102>

[www.unido.org/fileadmin/media/documents/pdf/Energy\\_Environment/ind\\_energy\\_efficiencyEbookv2.pdf](http://www.unido.org/fileadmin/media/documents/pdf/Energy_Environment/ind_energy_efficiencyEbookv2.pdf)

[www.iea.org/publications/freepublications/publication/key\\_world\\_energy\\_stats-1.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/key_world_energy_stats-1.pdf)

[www.bcm.org.tr/pdf/sanayide%20enerji%20verimliliği.pdf](http://www.bcm.org.tr/pdf/sanayide%20enerji%20verimliliği.pdf)

[www.unido.org/fileadmin/user\\_media/Publications/Pub\\_free/UNEnergy2009Policies.PDF](http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Publications/Pub_free/UNEnergy2009Policies.PDF)

Murat DURAK, Yenilenebilir Enerji Yatırımları İçin Finansman Modelleri: Proje ve Sendikasyon Kredisi, 3 E Dergisi Sayı 128, (Ocak 2005), s.1

[www.emo.org.tr/ekler/7550c51d72fe06f\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/7550c51d72fe06f_ek.pdf)

[www.bcm.org.tr/pdf/Enerjinin%20ak%C4%B1ll%C4%B1%20kullan%C4%B1m%C4%B1%20ve%20maliyetlerin%20azalt%C4%B1lmas%C4%B1.pdf](http://www.bcm.org.tr/pdf/Enerjinin%20ak%C4%B1ll%C4%B1%20kullan%C4%B1m%C4%B1%20ve%20maliyetlerin%20azalt%C4%B1lmas%C4%B1.pdf)

[www.bcm.org.tr/pdf/gelecekte%20enerji.pdf](http://www.bcm.org.tr/pdf/gelecekte%20enerji.pdf)

[www.caddet-re.org/](http://www.caddet-re.org/)

[www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/calculator.html](http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/calculator.html)

[www.atlascopco-gap.com/](http://www.atlascopco-gap.com/)

[www.falconwaterfree.com/](http://www.falconwaterfree.com/)

[photovoltaic-software.com/pvgis.php](http://photovoltaic-software.com/pvgis.php)

[meteonorm.com/](http://meteonorm.com/)

[eosweb.larc.nasa.gov/sse/](http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/)

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı:** Murat Gökoğlu

**E-posta:** muratgokoglu\_63@hotmail.com

**Sürekli Adresi:** Güvercin sokak- No :21 -Tuncer apt-Yeşilköy/İST

**Doğum Yeri ve Yılı:** İSTANBUL/10.06.1984

**Yabancı Dili:**İngilizce,Almanca,Rusça

**Orta Öğretim:** Cağaloğlu Anadolu Lisesi 2003

**Lisans:** Yıldız Teknik Üniversitesi / Makine Mühendisliği 2008

**Yüksek Lisans:** Bahçeşehir Üniversitesi 2013

**Enstitü Adı:** Fen Bilimleri

**Program Adı:** Enerji ve Çevre Yönetimi

**Çalışma Hayatı:** 11/2008 – Halen devam Mercedes Benz Türk A.Ş  
07/2008 – 11/2008 Özer Construction SRL  
01/2008 – 07/2008 Topkapı Endüstri /Ge Jenbacher  
01/2006 –01/2007 Gözen Aviation Security(İnterwiever)  
01/2003–01/2006 Gökoğlu Tekstil Örne Ltd Şti