

# TMMOB ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI

## 47. DÖNEM ENERJİ DAIMİ KOMİSYONU

### GLOBAL ENERJİ SEKTÖRÜNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ SİNERJİSİ AÇĞ

**Hazırlayanlar:**

**İlknur Yılmaz**

**Prof. Dr. Tanay Sıdkı Uyar**

#### **RAPORUN AMACI**

Bu raporda, Karbonsuzlaştırma ile küresel iklim değişikliği mücadelesinde en fazla katkıyı sağlayacak olan yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği iyileştirmelerinin; her ikisinin de birbirini etkileyen sonuçları arasında oluşturulacak sinerjiler ile yaratacağı sonuçlar incelenmiştir. Ayrıca; bu sinerjinin oluşturulması için ihtiyaç duyulan teknolojik, sosyal ve finansal dönüşümlerin ve dünyanın büyük ülkelerinde belirlenmiş olan yenilenebilir enerji - enerji verimliliği sinerjisi yol haritasının 2050 yılına kadar ulaşacağı hedefler ve beklenen sonuçlar da değerlendirilmiştir.

#### **I. PARİS ANLAŞMASI VE YENİLENEBİLİR ENERJİ VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ SİNERJİSİ**

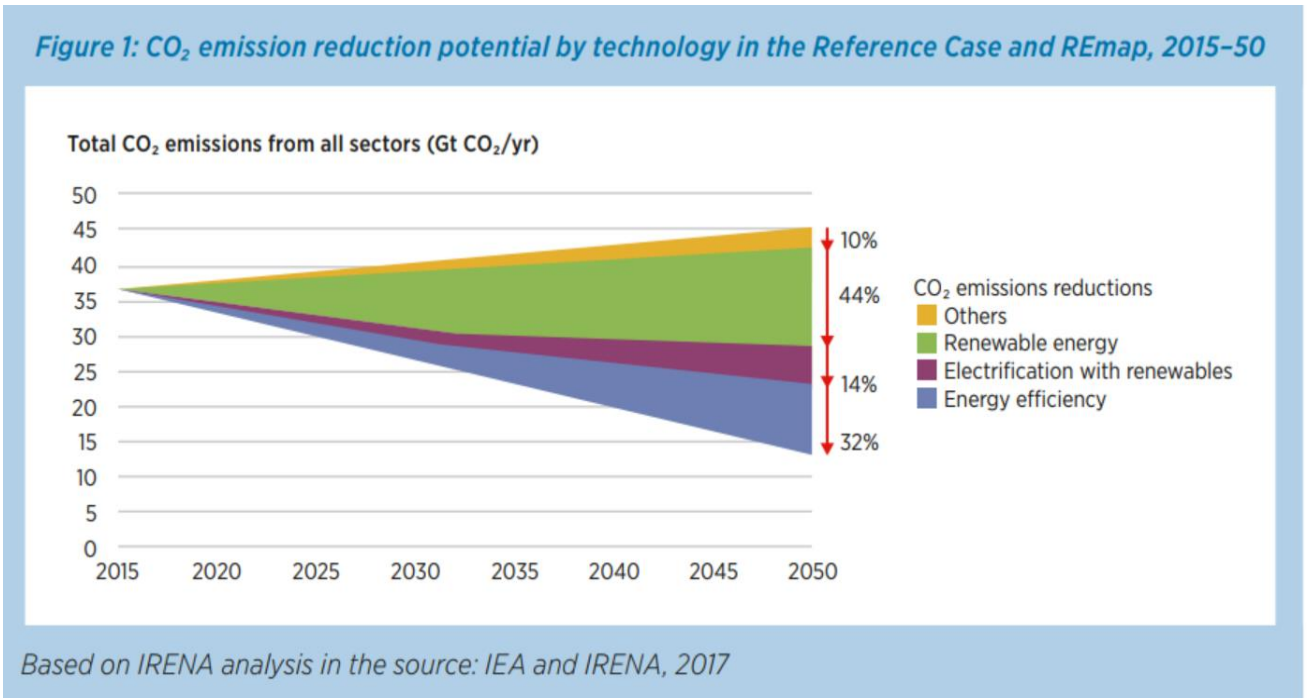
Paris anlaşması, iklim değişikliğinde rol oynayacak daha önce tartışılmamış olan bir uluslararası tespiti gündeme getirmiştir. İklim değişikliği ile mücadeleye odaklanma, dünya genelinde hesaplamalara göre yaklaşık yeşil ev gaz emisyonlarında üçte iki paya sahip olan enerji sistemlerinin dekarbonizasyonu üzerine yapılmalıydı. Net bir pozitif ekonomik bakış açısı ile IRENA ve IEA'nın birlikte hazırladığı raporda global enerji kaynaklarının CO2 emisyonları, 2050 yılına kadar %70 oranında azaltılabilecektir. 2017 yılı G20 raporuna göre; yenilenebilir enerji kurumları ve enerji verimliliğinin artırılmasının G20 ülkeleri ülkelerindeki emisyon artışlarından kaynaklı global sıcaklık artış limiti olan 2 derecenin altında kalmasını sağlayabilecektir. Bu durum, en sert iklim değişikliği etkilerini önleyecektir. Global enerji sisteminin dekarbonizasyonunda 2050 yılında toplam emisyon oranının %50'sini yenilenebilir enerji kaynakları, kalan %46'sını ise enerji verimliliği ve elektrifikasyon düşürecektir. Yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği bir sinerji oluşturmaktadır. Her ikisinin de birlikte yürütülmesi; yenilenebilirlerin daha fazla paya sahip olması, enerji yoğunluğunda daha hızlı azalma ve enerji sistemi maliyetlerinde daha düşük maliyetler ile sonuçlanacaktır. Ayrıca, bu sinerji daha düşük seviyede çevre kirliliği gibi çevresel ve sosyal etkilere sahiptir.

IRENA, 2030 yılına kadar yenilenebilir enerji payını bugünkü durumuna göre %19 daha dikkate değer şekilde artırmak ve bunun 2050 yılına kadar uzun vadede enerji sisteminin dekarbonizasyonda Paris Anlaşması'na uyumda ne ifade edeceğini araştırmak için global bir yol haritası olan REmap (yenilenebilir enerji yol haritası)'nda bu sinerjiyi incelemiştir. Ayrıca REmap, 2030 yılına kadar enerji verimliliğinin iyileşme oranını iki katı artıracağı gibi, her ikisi de yenilenebilir enerjinin önemli düzeyde artışı için gerekli olan herkes için sürdürülebilir enerji (Sustainable Energy for ALL-SEforALL) ve 7. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi (SDG7) gibi inisiyatifleri de desteklemektedir. Bu hedeflere ulaşılması, ülke, sektör ve teknoloji seviyelerinde daha büyük bir anlayışı gerektirmektedir. Ayrıca, bu hedefler, teknolojiler ve sektörler arasındaki bağlantıları gören bir enerji sistem perspektifini de gerektirmektedir.

Hazırlanmış olan bu rapordaki analizlerden beş sonuca ulaşılmıştır.

1. RE/EE (Renewable Energy / Energy Efficiency) önlemleri potansiyel olarak global sıcaklık artışını endüstri öncesi seviyelerin üstünde %66 olasılık ile maksimum 2<sup>0</sup>e sınırlamak için gerekli olan karbon azaltımını Paris Anlaşması hedeflerine uygun olarak %90 oranında sağlayabilecektir. Kalan %10 ise fosilden yakıta geçiş, karbon yakalama ve depolama ile sağlanabilecektir. RE/EE için birleşik bir yaklaşım, global enerji sisteminde dekarbonizasyon için en yerinde ve ekonomik yolu sunmaktadır. Her ikisi de birlikte sinerji içinde çalışması halinde; yenilenebilir enerji de enerji verimliliği de 2030'a kadar yaklaşık aynı miktarda karbon emisyonu azaltma potansiyeline sahiptir.

2. Tüm ülkeler, yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği arasındaki önemli sinerjilerden faydalanabilirler. Daha fazla yenilenebilir enerji enerji talebini azaltır ve daha yüksek enerji verimliliği de yenilenebilir enerjinin daha yüksek payı ile sonuçlanır. Bu sinerjiler, demand artışı, ülkelerin enerji demand yapısı, lokal kaynakların uygunluğu ve iklim koşullarına göre değişmektedir.
  3. Teknolojilerin maliyet rekabetleri ülkeye göre değişse de, RE/EE teknolojilerinin birlikte kurulması, dünyadaki tüm ülkelerin enerji sistemlerinde tam tasarruflar ile sonuçlanmaktadır. İnsan sağlığı ve iklim değişikliği gibi dış maliyetleri de dikkate alındığında; bu kazanımlar belirgin şekilde daha da yüksektir. Yine de, bu tür dışsal durumlar için daha iyi bir yaklaşım; RE/EE'nin insan sağlığı ve çevre ile ilgili olumsuz maliyetleri azaltmada nasıl sonuçlar verdiğiidir.
  4. Bütün ülkeler, ulusal planlarda öngörülenlerin ötesinde halen kullanılmamış ve ekonomik cazibesi olan RE/EE kurulum potansiyeline sahiptir. Bu çalışma, yenilenebilir enerji payı ve enerji verimlilik seviyelerinin her ikisinin de artırılması için önlemlerin potansiyelini belirlemektedir.
  5. Global iklim ve sürdürülebilirlik hedeflerini karşılamak için hangi ülkelerin ve bölgelerin hangi ilave teknolojilere ihtiyaç duyduğuna dair daha geniş bir anlayış gereklidir.
- Beş büyük ekonomi bu çalışmada global enerji demandının yaklaşık yarısını toplamayı hedeflemişken; ülkelerin ufukları ve teknolojik analizlerin derinliği hedeflenen global sonuçlara ulaşacak şekilde genişletilmelidir. Global olarak, 2015 yılında 36 Gton enerji kaynaklı CO<sub>2</sub> yayılmıştır. Paris Anlaşması hedeflerine uygun şekilde ısınmayı endüstri öncesi seviyelerin üstünde maksimum 2<sup>o</sup>e sınırlamak için Emisyonların 2050 yılına kadar 9.5 Gt - 12 Gt arasında sürekli düşürülmesi gerekecektir. RE/EE, global enerji sisteminin dekarbonizasyonu için emisyon azaltmasında aslan payını sağlamaktadır. Enerji kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonlarının %90'ı RE/EE kurulumlarının genişletilmesi ile başarılabilecektir. (Şeki.1.)



**Şekil.1. 2015-205 CO<sub>2</sub> Emisyonlarının Düşürülmesi Projeksiyonu**

Şekil.1.'den görüleceği üzere; 2050 yılında CO<sub>2</sub> emisyonlarının Paris Anlaşması'na uygun şekilde düşürülmesinde Enerji verimliliğinin katkısı %32, Yenilenebilir enerjinin payı ie, %44'dür. Bu projeksiyondaki katkı oranları dikkate alındığında; RE/EE sinerjisinin teknolojiye dayalı kurulumlarla oluşturulmasının sürdürülebilir enerji, çevre ve iklim için büyük önem taşıdığı anlaşılmaktadır.

## II. YENİLENEBİLİR ENERJİ/ ENERJİ VERİMLİLİĞİ SİNERJİSİNİN ETKİLERİ (2030 YILI)

Tablo.1.'de listelenen ülkelerin projeksiyonları; enerji verimliliği uygulamaları ile enerji yoğunluğunda binde'ler düzeyinde yapılacak iyileştirmelerin, yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanma oranlarını %8-%21 arasında artıracaklarını göstermektedir.

In 2030	Energy intensity			Renewable energy share			Incremental system costs in 2030 for REmap + EE synergy	Reduced externalities resulting from REmap and EE synergy
	Reference Case	With EE	With RE/EE (REmap + EE)	Reference Case	With EE	With RE/EE (REmap + EE)		
	MJ/USD			Renewables share of total final energy consumption			USD bln/yr in 2030	USD bln/yr in 2030
China	4.5	3.7	3.6	19.1%	28.1%	32.0%	198	-380
Germany	2.5	2.2	2.1	25.9%	35.6%	38.4%	1.2	-12.5
India	6.0	5.3	4.3	22.2%	25.9%	30.9%	-106	-175
Japan	3.7	3.3	3.0	8.2%	15.5%	18.2%	-30	-30
United States	4.5	4.1	3.9	9.0%	26.6%	30.0%	-43	-225

Notes: EE refers to energy efficiency; REmap refers to the additional deployment of renewable energy option identified in the REmap study for the country; MJ = megajoule.

**Tablo.1.Yenilenebilir Enerji/Enerji Yoğunluğunun 2030 Yılındaki Etkileri**

Tablodan Çin'e ait sonuçlardan örnekleme yapıldığında;

- Enerji yoğunluğu maliyeti 4.5MJ/USD iken, enerji verimliliği uygulamaları sonucunda 3.7MJ/USD'e ve enerji verimliliği+ yenilenebilir enerjinin her ikisinin yaygınlaştırılması sonucunda 3.6 MJ/USD'e düşmektedir.
- Yenilenebilir enerjinin %19.1 olan toplam tüketimdeki payı,%19.1 iken, enerji verimliliği uygulamaları ile %28.1'e, yenilenebilir enerji+Enerji Verimliliğinin her ikisinin de yaygınlaştırılması sonucu %19'luk bir artış ile %32'e çıkmaktadır.
- Yenilenebilir enerji + Enerji Verimliliği sistemlerinin işletme ve yatırım maliyeti, yıllık 198 milyar USD iken, bu sinerjinin sonucu tasarruf edilen enerjinin yıllık maliyeti 380 milyar USD olmaktadır.
- Yukarıdaki sonuçları teknik olarak açıklayacak olursak; yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılması enerji verimliliğini artırabilirken, enerji verimliliğinin yaygınlaşması , enerji talebinin azalması anlamına gelecek; yenilenebilir enerji payının verimlilik sağlanan miktar kadar artması ile sonuçlanır.

## III.SİNERJİLER VE TEKNOLOJİ

### 3.1.Enerji Verimliliği/Yenilenebilir Enerji Sinerjisi İçin Teknolojiler

### **Enerji Verimliliği ile Yenilenebilir Enerji Arasındaki Sınırların Kaldırılması**

- ❑ Net - sıfır emisyonlu bir gelecekte, tüm enerji hizmetleri emisyonsuz olarak yürütülmelidir.
- ❑ Çok sayıdaki bina ısıtma sistemleri yapısındaki küçük emisyon kaynakları, sıfır emisyonlu geleceğin en büyük zorluğudur.
- ❑ Isıtma pompaları, ısıtmada dört katı enerji verimliliğine izin vererek, elektrikli ısıtma pompalarını ev içi kazanlar için bir enerji verimlilik seçeneği haline getirmektedir. Isıtma pompaları, hava, su, jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanılmakta ve bu nedenle bir yenilenebilir teknolojisi olarak sınıflandırılmaktadır.
- ❑ Yenilenebilir enerji kaynağı ile birleşik elektrikli ısıtma pompaları, ev tipi ısıtmada sıfır emisyona izin verecek ve geleceğin sıfır emisyonunda anahtar teknoloji olacaktır.
- ❑ Bunun nedeni, elektrikli sürücülerin içten yanmalı motorlara göre önemli verimlilik avantajı sağlaması,
- ❑ Yenilenebilir güç kaynaklarının çoğunun yanmalı motorlara ihtiyaç duymamasından dolayı çoğu yenilenebilir güç kaynağının yanma gerektirmediği gerçeği ve bu nedenle birincil enerji açısından oldukça verimli olmalarıdır.
- ❑ Termal toplayıcı ve Fotovoltaik gibi fosil yakıtlı sistemlerden daha yüksek verimlilikte binaya entegre diğer teknolojilerin temeli yenilenebilir kaynaklara dayanmaktadır.
- ❑ Farklı ülkeler,ısıtma pompalarının gelişimi ve alımı için politikalar oluşturmuştur.
- ❑ Taşımacılık sektöründe elektriğin kullanımı da; yüksek karbonlu fosil yakıtlardan yenilenebilir enerjiye geçiş anlamında bir öneme sahiptir. Ya yolcu taşımacılığı ve nakliyede Elektrikli araçlar ya da Elektrikli tramvaylar, trenler ve diğer araçlar taşımada yalnızca düşük veya sıfır Karbon emisyonu sunmayıp, aynı zamanda rüzgar ve solar gibi yenilenebilir kaynaklar ile desteklenmesi, yolcu taşıma ve nakliyede enerji verimliliğini de iki katı artırmaktadır

### **3.2. Yenilenebilir Enerji üretimi ve nihai Kullanıcı Elektrifikasyonu Hizmetlerinin Birlikte Yapılması**

Mevcut durumda dekarbonizasyonu sağlaması zor olan (Taşımacılık ve sanayide içten yanmalı motorlar ve ısıtma, vb.) hizmetlerde elektrifikasyona kayma, yenilenebilir enerji kaynaklarında daha hızlı bir artış sağlayabilecektir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulması, ısıtmadaki konvansiyonel düzeneklerin yenilenmesinden daha kolaydır. Elektrifikasyona uyumlu olan enerji hizmetleri, ısıtma, soğutma, pişirme, motor sistemleri ve raylı taşıma için bir alandır. Daha önemlisi,

### **Son Kullanıcının Elektrifikasyonu Şebeke Dengesi İçin Fırsat Sunmaktadır.**

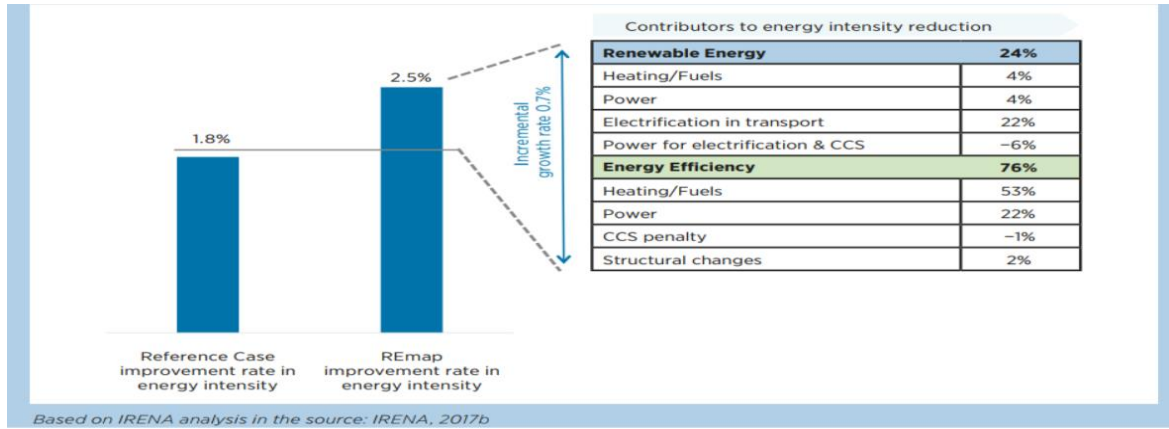
- ❑ Elektrik teknolojileri ve kullanımların artması, elektrik talebini artıracak gibi, talebin yük profilini de etkileyecektir.
- ❑ Bu nedenle, üretim profilleri büyük oranda hava ve mevsim gibi değişkenler ile belirlenen solar ve güneş gibi yenilenebilir enerji teknolojilerinin özel karakteristiklerinin bu husus ile nasıl örtüştüğünün anlaşılması çok önemlidir.
- ❑ Yenilenebilir enerjinin yüksek yayılımı ile yük karakteristiklerinin artışının önemi de artacak ve sistemin genelinde enerji verimliliğini etkileyecektir.

enerji verimliliğinin artması; bu derece merkezi olmayan teknolojiler, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji arasındaki teknik ve sıklıkla ekonomik sinerjileri etkin kılmaktadır. Örneğin, endüstriyel uygulamalarda bina içindeki ısıtma pompaları, aynı enerji hizmetini konvansiyonel bir kazandan 4 kat daha fazla verimlilikte sağlamaktadır. Eğer, ısıtma pompalarının çalışması için ihtiyaç duyulan elektrik, güneş, rüzgar gibi yenilenebilir bir kaynaktan sağlanır ise, sistemin tümünde sağlanan verimlilik kazancı çok daha yükselecektir.

Yükselen verimlilik kazancı; yenilenebilir enerji kaynaklarının kalan talebinin kullanılabilmesini, şebeke genişleme yatırımlarının azaltılması veya daha fazla iletim kapasitesini sağlayarak birincil enerji talebinin azalmasını sağlayacaktır. Bu durum, enerjinin modern formlarına erişim maliyetlerini azaltacağından, özellikle enerji talebi hızla artan ülkeler için çok önemlidir.

### 3.3. 2050 Yılında Dünya Enerji Kaynağındaki Muhtemel Yenilenebilir Payının Toplam Enerji Kaynaklarının Üçte İkisine Ulaşması

Yenilenebilir enerji kaynakları dünya elektrik üretiminde %24, toplam primer enerji tüketiminde %16 oranında katkıya sahiptir. Karbonsuzlaştırma hedefini gerçekleştirmek üzere hazırlanmış olan “**Enerji Dönüşümü İçin Bakış Açısı: Düşük Karbonlu Enerji İçin Yatırım İhtiyaçları**” raporunda (IRENA,2017) ; 2050 yılına kadar yenilenebilirlerin elektrik üretiminin %80’ini, toplam birincil enerji tüketiminin ise %65’ini sağlaması gerektiği belirtilmektedir. Bu hedefe göre 2015-2050 yılları arasında yenilenebilirlerin küresel enerji yoğunluğuna katkısı Şekil.2’de gösterilmektedir.



### Şekil.2.(2015-2050) Yılları Arası Yenilenebilir Kaynakların Enerji Yoğunluğu İyileştirmesine Katkısı

Şekil.2’deki tabloda; referans durumunda %1.8 oranındaki enerji yoğunluğu iyileştirmesinin %0.7 büyüyerek, 2050 yılına kadar %2.5 oranına yükselmesi hedeflenmiştir. Enerji Yoğunluğunun iyileştirmesinde; toplam katkısı %76 olan enerji verimliliği iyileştirmelerinden en yüksek katkıyı %53 oranı ile ısıtmadaki enerji verimliliği iyileştirmeleri sağlayacaktır. Bunu toplam iyileştirmenin dörtte birine karşılık gelen %24 oranı ile yenilenebilir enerji sistemlerinin kurulması izlemektedir. Diğer yandan; sanayide karbon yakalama ve depolama, CO2 gazının sıkıştırılması ve pompalamasında olduğu gibi, solventlerin geri kazanımı için de ısıtmaya ihtiyaç duymaktadır. Bu prosesler toplam birincil enerji talebinde %6’a kadar artışa neden olarak ,enerji yoğunluğu iyileştirme katkısını düşürmektedir.

### 3.4. Enerji Verimliliği Teknolojileri Birincil Enerji Tasarruflarını ve Yenilenebilir Enerji Payını Artırmaktadır

Bu yaklaşımın sonuçlarını izlemek üzere, seçilen ülkelerin her birinde üç nihai kullanım alanı (sanayi, mesken, ulaşım) ve elektrik sektörüne uygulanmak üzere on adet enerji verimliliği kategorisi belirlenmiştir. Seçilen ülkelerden biri olan Almanya’da bu analiz yöntemine uygun şekilde yapılmış enerji verimliliği iyileştirmelerinin her bir kategorinin verimlilik iyileştirmesi ve yenilenebilir payı artışına sağladığı katkı,Tablo.2’de gösterilmiştir.

	Tasarruf Edilen Enerji Türü	Toplam Primer Enerji Tasarrufuna Katkı (%) (2030'a kadar)	Yenilenebilir Enerji Payı Artışı (%)
<b>SANAYİ</b>			
<b>Kesişim alanı:</b> Pompalar, kompresörler,motorlar ve fanlar	Elektrik	1,9%	0,8%
<b>Kesişim alanı:</b> Isıtma ve proses entegrasyonu	Doğalgaz	1,10%	0,5%
Isıtma Pompaları	Doğalgaz	1,60%	0,70%
<b>BİNALAR</b>			
Bina Cephesi	Doğalgaz	0,50%	0,20%
Aydınlatma	Elektrik	0,30%	0,10%
Teçhizatlar	Elektrik	0,30%	0,10%
Isıtma Pompaları	Doğalgaz	0,00%	0,00%
<b>ULAŞIM</b>			
Elektrikli Arabalarda Daha Fazla Yayılım	Gazolin	0,10%	0,10%
<b>ELEKTRİK</b>			
Kömürden Gaz ile Elektrik Üretimine Geçiş	Kömür	2,70%	1,10%
<b>TOPLAM</b>		<b>8,60%</b>	<b>3,70%</b>

**Tablo.2.Almanya’da Enerji Verimliliği Opsiyonlarının Enerji Yoğunluğu & Yenilenebilir Payına Etkisi**

Tablo.2’deki Almanya için 2030 yılına kadar hedeflenen iyileştirmeler incelendiğinde; belirlenen kategorilerde sağlanan enerji verimliliğinin toplam enerji talebini azaltırken, toplam primer enerji kaynağında yenilenebilir payını artırdığı anlaşılmaktadır. Ülkede en büyük enerji verimliliği iyileştirmesi; yüksek verimli motor sistemleri ve kömürden gaza dayalı üretim tesislerinin kurulması ile bağlantılı olarak ,sanayi ve elektrik sektörlerinde sağlanmaktadır. Toplam etki olarak; toplam primer enerji kaynağı %8.6’a kadar azalırken, yenilenebilir enerji payı %3.7’e kadar artarak %41.6’a yükselmektedir.

## Enerji Tasarruflarının Kaynakları

- ❑ Ürün ve hizmetleri sağlamak için ihtiyaç duyulan enerjiyi azaltmak üzere; mevcuda benzer,fakat daha verimli teknolojilerin kullanılması gerekmektedir. Örneğin; geleneksel aydınlatma lambalarının sağladığı aydınlatma seviyesinde olup, daha az enerji tüketen LED lambaların kullanılması
- ❑ Aynı hizmetleri vermek üzere, tamamen farklı teknolojilere geçişe odaklanılmalıdır. Örneğin; konvansiyonel doğalgaz kazanları; önemsenmeyecek seviyede verimlilik sağlayan elektrikli havadan havaya ısıtma pompaları ile değiştirilebilir ve kazanlardan çok daha yüksek verim sağlanabilir. (%400'e kadar)
- ❑ Enerji verimliliği iyileştirmelerinde bir başka yol da; endüstriyel ekonomiden daha fazla servis odaklı ekonomiye kaymaktır.
- ❑ Taşımacılıkta enerji tasarrufları daha az enerji yoğunluğu sağlayabilecek alışkanlıklara geçiş ile de mümkündür. Örneğin; motorlu bir araç yerine bisiklet kullanmak veya navlun taşımacılığında kamyon yerine tren kullanmak.
- ❑ Devletler; yürüyüş ve bisiklet sürmeye olanak tanıyan güçlü bir ulaşım altyapısı ve finansal teşvikler sunarak halkı özendirmelidir.

## IV. TÜRKİYE'DE ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE YENİLENEBİLİR ENERJİ

### 4.1. ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Ülkemizde enerji verimliliği uygulamaları; 5627 sayılı “Enerji Verimliliği Kanunu”nun Resmi Gazete'nin 02.05.2007 tarih ve 26510 sayısı ile yayımlanarak yürürlüğe girmesi ile başlamıştır. Enerji verimliliğinde ülkemizin vizyonu; “Enerjinin tamamını faydaya dönüştüren, kişi başına enerji tüketimi yüksek ve enerji yoğunluğu düşük ülkeler arasında yer alan bir Türkiye” olarak belirlenmiştir. Enerji Verimliliği Kanunu'nun yürürlüğe girmesi sonrasında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı koordinasyonunda hazırlanan Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (2017-2023) 29/12/2017 tarihinde Yüksek Planlama Kurulu onayı ile 02/01/2018 tarihli ve 30289 mükerrer sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Eylem Planı kapsamında bina ve hizmetler, enerji, ulaştırma, sanayi ve teknoloji, tarım sektörlerinde ve bütün sektörleri ilgilendiren yatay konularda belirlenen 55 eylem ile enerji verimliliğini arttırmak için yol haritaları belirlenmiştir. Plan kapsamında toplam 6 kategoride tanımlanan 55 eylem ile 2023 yılında Türkiye'nin birincil enerji tüketiminin %14 azaltılması hedeflenmiştir. 2023 yılına kadar kümülatif olarak sağlanacak olan 23,9 MTEP tasarruf için 10,9 milyar ABD Doları yatırım ve bu yatırımlar karşılığında 2033 yılında 30,2 milyar dolar tutarında tasarruf edilmesi öngörülmüştür.

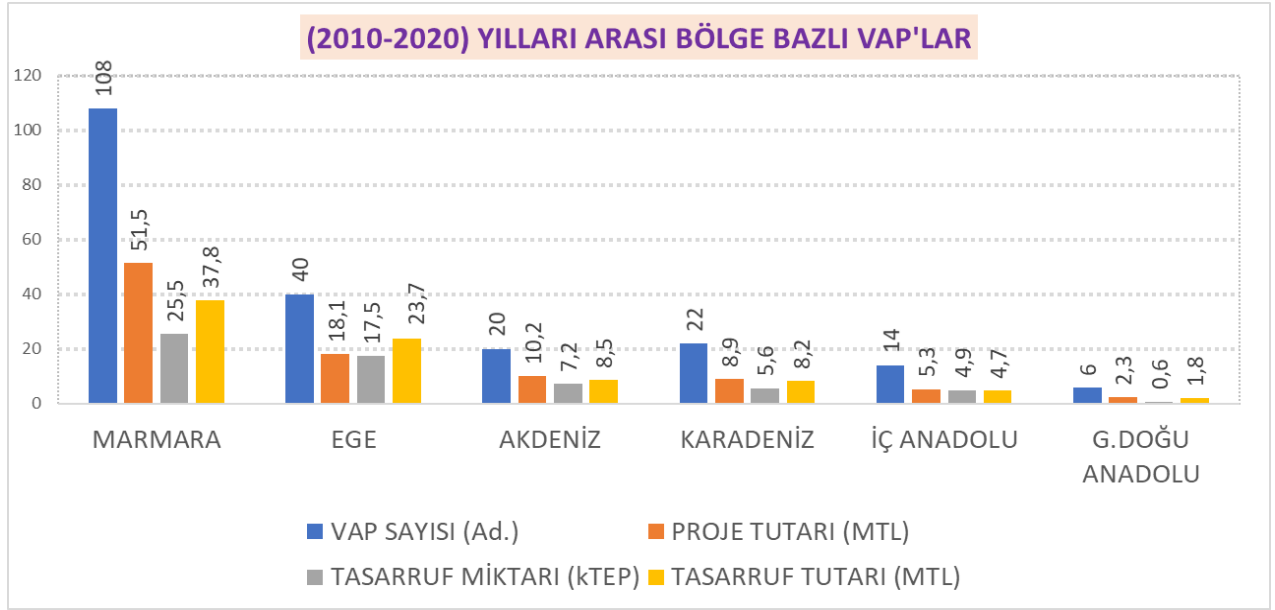
Ayrıca; Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı çerçevesinde sanayide enerji verimliliğini arttırmak için 14 Mart 2019 tarihli ve 30714 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan “Verimlilik Artırıcı Proje Bedeli ve Destek Oranı ile Enerji Yoğunluğunun Azaltılmasına Yönelik Yapılan Gönüllü Anlaşma Destek Bedeli ve Enerji Gideri Oranı Hakkında Karar (Karar Sayısı: 819)” ile verimlilik artırıcı projelerin yatırım bedeli bir milyon Türk Lirasından beş milyon Türk Lirasına, destek bedeli ise üçyüz binden birbuçuk milyon Türk lirasına artırılmıştır.

#### 4.1.1. 2010-2020 Yılları Arası Gerçekleştirilen Verimlilik Artırıcı Projeler (VAP)

Türkiye'de 2010-2020 yılları arasında toplam 220 adet verimlilik artırıcı proje yapılmıştır. Bu projelerin toplam tutarı 96,3 Milyon TL olup, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından karşılanan VAP desteği (**Proje Bedeli X %30**) 23,12 Milyon TL'dir. 10 yıllık sürede gerçekleştirilen

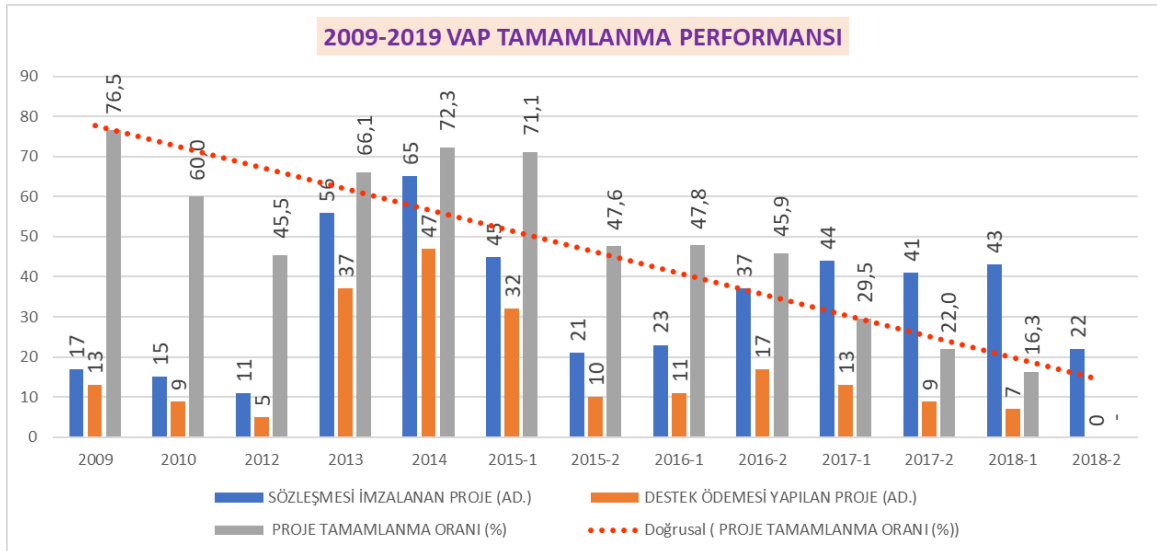


VAP projelerinden sağlanan enerji tasarrufu 61.300 TEP ve parasal karşılığı 84 Milyon TL'dir. VAP projelerinin bölgeler bazında dağılımı Şekil.3'de gösterilmektedir.



**Şekil.3.Bölge Bazlı VAP Uygulama Verileri**

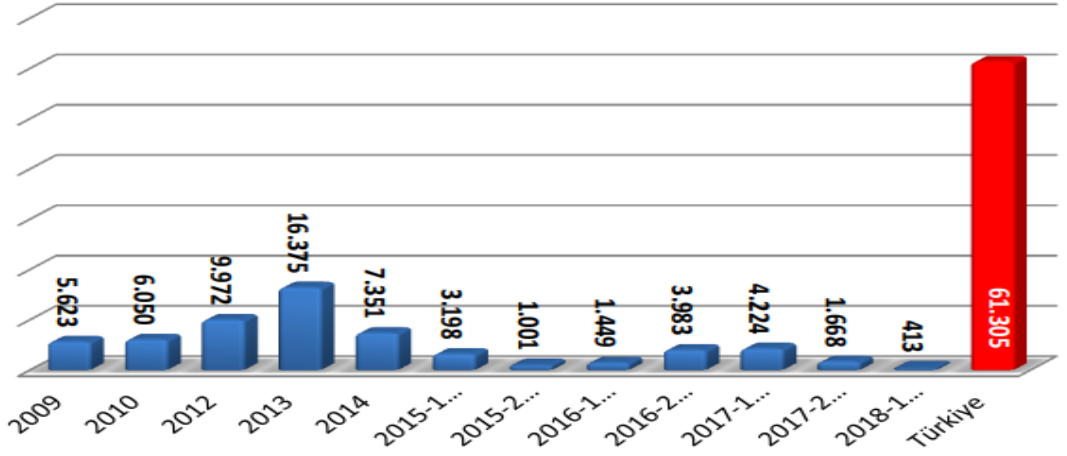
Enerji Verimliliği için VAP uygulamaları, 2009 yılında başlamıştır. Bu noktadan 2015 yılının sonuna kadar tüketiciler tarafından sunulan 230 adet VAP için destek sözleşmesi yapılmış ve bu projelerden 153 adedi %66'lık bir gerçekleştirme oranı ile destek ödemesi yapılmasına uygun olarak tamamlanabilmiştir.Şekil.4.'deki grafikte 2016 yılından itibaren ETKB'ya sunulan VAP sayılarının azaldığı gibi, sözleşmesi imzalanan VAP'lardan tamamlanarak destek ödemesi yapılanların sayısının da belirgin şekilde azaldığı görülmektedir. Bu düşük VAP performanslı dönemdeki en yüksek proje gerçekleştirme oranı %47,6 olmuş, 2018 yılı ilk diliminde bu oran %16,3'e düşmüştür.



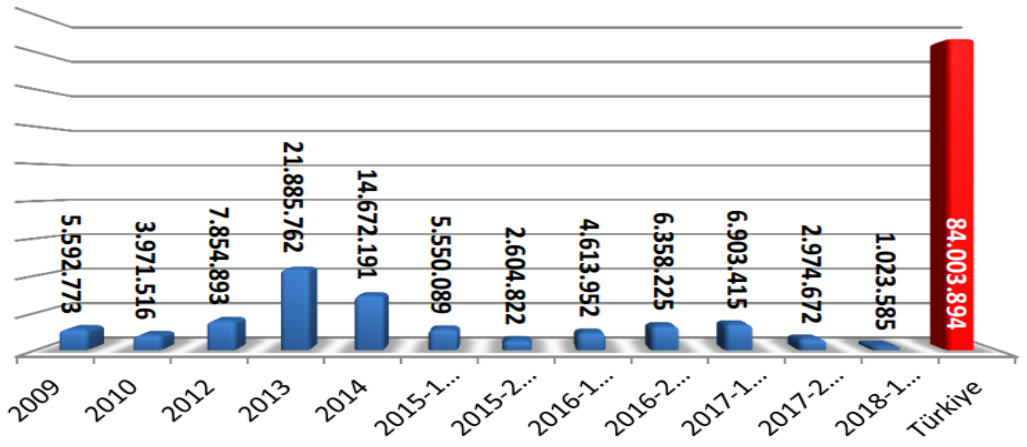
**Şekil.4.Yıl Bazlı VAP Gerçekleşme Performansı**

Şekil.5 ve Şekil.6'dan ise; tamamlanmış VAP'lardan en fazla enerji ve maliyet tasarrufunun 2009-2014 yılları arasında sağlanıp, 2015 yılından itibaren enerji tasarruf miktarı ve tutarının azaldığı anlaşılmaktadır.





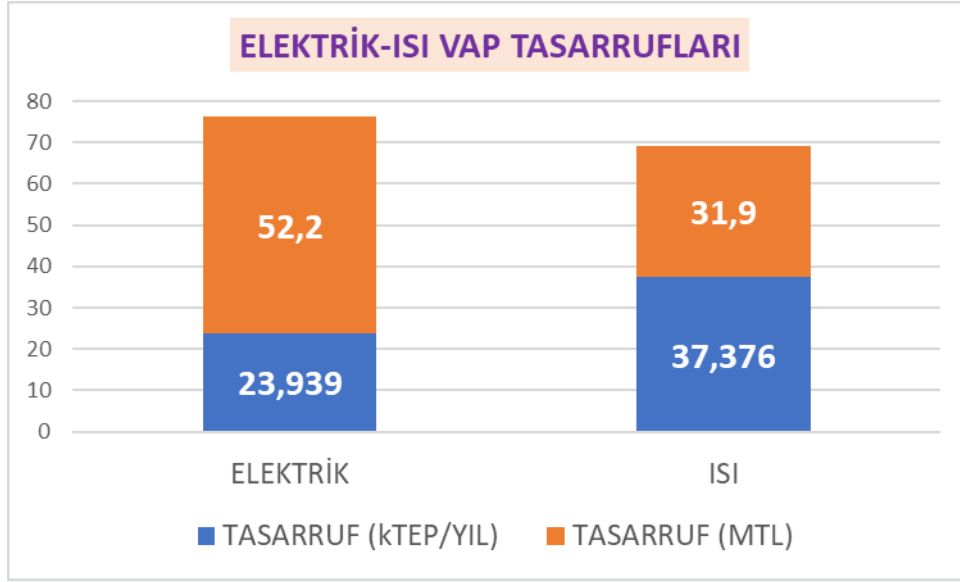
Şekil.5. VAP'lardan Sağlanan Yıl Bazlı Tasarruf (TEP)



Şekil.6. VAP'lardan Sağlanan Yıl Bazlı Tasarruf (TL)

#### 4.1.2. Elektrik-Isı VAP Proje Sonuçları

Destek alan VAP' lardan 169 adedi elektrik, 41 adedi ısı projesidir. 169 adet elektrik projesi ile yıllık 23.929 TEP enerji tasarruf sağlanmış olup 41 adet ısı projesi ile 37.376 TEP enerji tasarruf sağlanmıştır. Bu sonuçlar, Şekil.7'de incelendiğinde; elektrik VAP'ta tasarruf edilen enerji miktarı ısı VAP'taki enerji miktarından daha düşüktür. Bununla beraber; elektriğin birim fiyatı ısıdan daha yüksek olduğundan; elektrik enerjisi tasarrufundan sağlanan parasal tasarruf tutarı ısı tasarrufundan daha fazladır.



**Şekil.7.Elektrik-Isı VAP Tasarruf Karşılaştırması**

#### 4.1.3.Elektrik VAP'larının Türlerine Göre Analizi

2009-2019 yılları arasında elektrik enerjisi verimliliğine yönelik olarak, toplam 167 adet proje gerçekleştirilmiştir. Bu elektrik verimlilik projeleri;

- Aydınlatma
- Fan&Pompa&Sürücüler
- Verimli Motor
- Klima&Kompresör&Soğutma sistem dönüşümleri olarak gerçekleştirilmiştir.(**Tablo.3**)

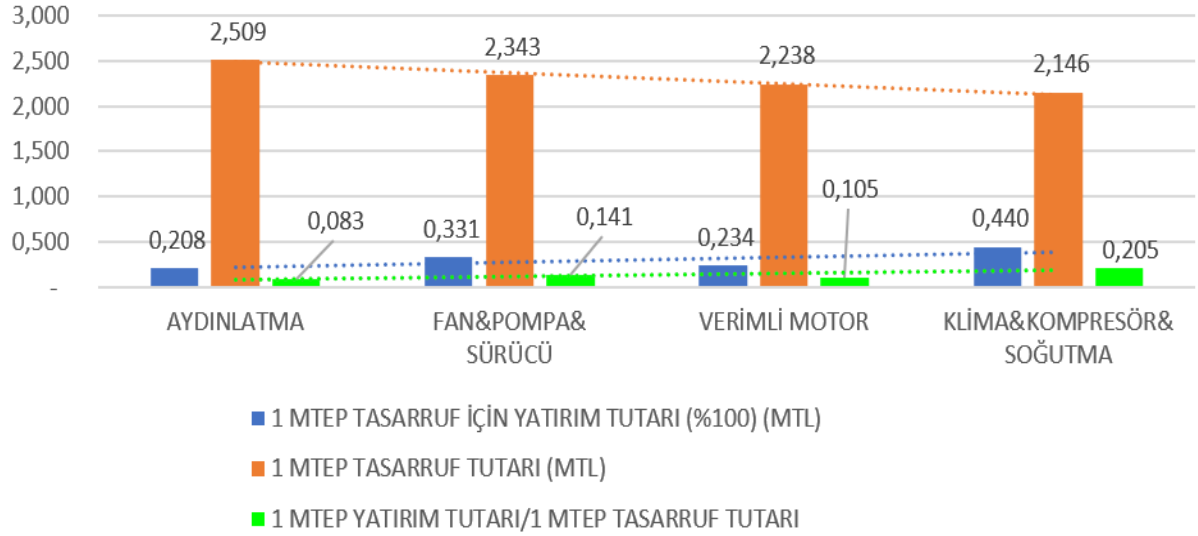
Yukarıda belirtilen dört alanda toplam tutarı 72,1 Milyon TL olan 167 adet projeye 19 Milyon TL destek verilmiştir. Projelerin tamamlanması sonrasında 21,318 MTEP enerji tasarrufu sağlanmış olup, parasal karşılığı 49,1 Milyon TL'dir.

ELEKTRİK PROJESİ	PROJE SAYISI (AD.)	PROJE TUTARI (MTL) (%100)	DESTEK TUTARI (MTL) %30	TASARRUF MİKTARI (MTEP)	TASARRUF TUTARI (MTL)	1 MTEP TASARRUFTA YATIRIM TUTARI (%100) (MTL)	1 MTEP TASARRUF TUTARI (MTL)
AYDINLATMA	46	15,3	4,5	3,188	8	0,208	2,509
FAN&POMPA& SÜRÜCÜ	56	27,3	6,7	9,047	21,2	0,33	2,34
VERİMLİ MOTOR	35	18,9	3	4,423	9,9	0,23	2,24
KLİMA&KOMPRESÖR &SOĞUTMA	30	10,6	4,8	4,66	10	0,44	2,15
<b>TOPLAM</b>	<b>167</b>	<b>72,1</b>	<b>19</b>	<b>21,318</b>	<b>49,1</b>		

**Tablo.3.Türlerine Göre Elektrik VAP'ları**

Şekil.8'deki grafikte her bir proje türünde 1MTEP tasarruf için yapılan yatırım (%100) tutarı karşılığında sağlanan 1 MTEP tasarruf tutarı oranı hesaplanarak, birim tasarruf için yatırım maliyeti olarak en uygun, tasarruf tutarı olarak en yüksek sonuç elde edilen proje türleri belirlenmiştir.

## BİRİM TASARRUFTA EN UYGUN VAP TÜRLERİ



Şekil.8. Birim Tasarruf Bazında En Uygun VAP Türleri

Şekil.8’deki grafiğin analizi sonucunda, en verimli elektrik VAP türleri;

- Aydınlatma
- Verimli motor
- Fan & Pompa & Sürücü
- Klima & Kompresör & Soğutma olarak sıralanmıştır.

### 4.1.4. Isı VAP’larının Türlerine Göre Analizi

2009-2019 yılları arasında ısı projeleri grubunda toplam 36 adet proje gerçekleştirilmiştir. Bu projeler;

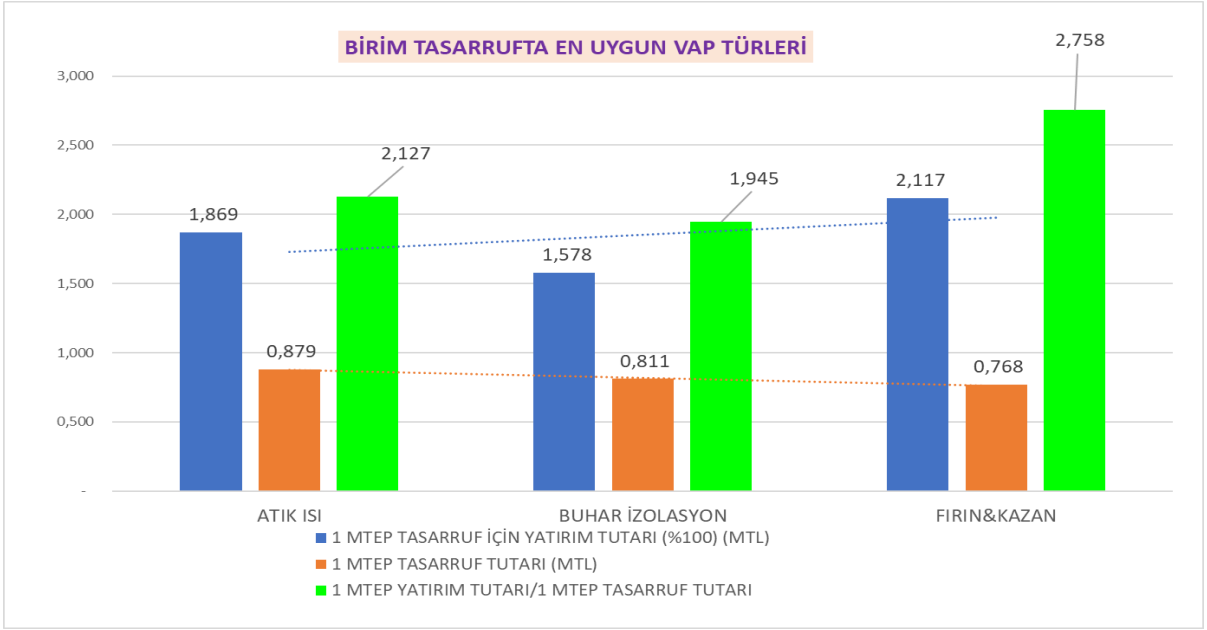
- Atık ısı
- Buhar izolasyo
- Fırın&kazan sistem dönüşümleri olarak gerçekleştirilmiştir.(Tablo.4)

Yukarıda belirtilen üç alanda toplam tutarı 19,2 Milyon TL olan 36 adet projeye 3,08 Milyon TL destek verilmiştir. Projelerin tamamlanması sonrasında 36,941 MTEP enerji tasarrufu sağlanmış olup, parasal karşılığı 30,5 Milyon TL’dir.

ELEKTRİK PROJESİ	PROJE SAYISI (AD.)	PROJE TUTARI (MTL) (%100)	DESTEK TUTARI (MTL) %30	TASARRUF MİKTARI (MTEP)	TASARRUF TUTARI (MTL)	1 MTEP TASARRUFTA YATIRIM TUTARI (%100) (MTL)	1 MTEP TASARRUF TUTARI (MTL)
ATIK ISI	20	9,5	1,78	17,754	15,6	1,869	0,879
BUHAR İZOLASYON	6	2,5	0,6	3,945	3,2	1,58	0,81
FIRIN&KAZAN	10	7,2	0,7	15,242	11,7	2,12	0,77
<b>TOPLAM</b>	<b>36</b>	<b>19,2</b>	<b>3,08</b>	<b>36,941</b>	<b>30,5</b>		

Tablo.4.Türlerine Göre Isı VAP’ları

Şekil.9’daki grafikte her bir proje türünde 1MTEP tasarruf için yapılan yatırım (%100) tutarı karşılığında sağlanan 1 MTEP tasarruf tutarı oranı hesaplanarak, birim tasarruf için yatırım maliyeti olarak en uygun, tasarruf tutarı olarak en yüksek sonuç elde edilen proje türleri belirlenmiştir.



**Şekil.9. Birim Tasarruf Bazında En Uygun VAP Türleri**

Şekil.9'daki grafiğin analizi sonucunda, en verimli ısı VAP türleri;

- Buhar İzolasyon
- Atık ısı
- Fırın&Kazan sistemleri olarak sıralanmıştır.

#### 4.1.5. Elektrik-Isı Birleşik En Uygun VAP Projeleri

Enerji verimliliği uygulamalarından beklenen ana fayda, mevcut süreç veya koşullar kısıtlanmaksızın, enerji kullanımında en optimum tasarruf düzeyinin sağlanabilmesidir. Bu düzeye ulaşılmasında bir başka başarı ölçütü de, enerji verimliliği için yapılması gereken sistem iyileştirme ve dönüşüm yatırım maliyetleridir. Bu nedenle, VAP projeleri belirlenirken; enerji verimliliğini optimum iyileştirme düzeyine yaklaştırmak kadar, birim tasarruf miktarı için yapılan yatırımların maliyeti de büyük önem taşımaktadır. Bu yaklaşım ile; elektrik ve ısı VAP'lerden alınan sonuçlara göre Tablo.5'de öncelik sıralaması yapılmıştır.

VAP PROJESİ ADI	1 MTEP YATIRIM TUTARI/1 MTEP TASARRUF
AYDINLATMA	0,083
VERİMLİ MOTOR	0,105
FAN&POMPA& SÜRÜCÜ	0,141
KLİMA&KOMPRESÖR& SOĞUTMA	0,205
BUHAR İZOLASYON	1,945
ATIK ISI	2,127
FIRIN&KAZAN	2,758

**Tablo.5. Elektrik-Isı VAP'ları öncelik sıralaması**

Tablo.5'de sıralanan VAP önceliklendirmesi; elektrik ana başlığı altında yapılan VAP'lar ile birim enerji tasarrufunun daha düşük yatırım maliyetleri ile gerçekleştirilebileceğini göstermektedir. Bu nedenle; dönüşüm planlamalarında öncelik elektrik ana grubu altındaki projeler olmak üzere, ısı ana

grubu altındaki projelerden -işletmelerdeki mevcudiyetine göre- buhar izolasyon ve atık ısı projelerine de yer verilmesi uygun olacaktır.

## 5.SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Enerji verimliliği uygulamaları ile Yenilenebilir enerji yatırımları arasında çift yönlü bir etkileşim vardır. Bu etkileşim; enerji verimliliğinde sağlanacak tasarruflar ile birincil kaynak tarafında enerji talebinin azalması sonucu yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artışı sonucu birincil kaynak tarafında daha az yatırım ile arz güvenliğinin sağlanabilmesine olanak vermektedir. Bu nedenle, sürdürülebilir Ulusal enerji arzı ve enerji kalitesini sağlamak için, enerji yatırım planlamalarında bu etkileşimin sinerjiye dönüştürülerek, yeni fırsatlar yaratılmasına önem verilmelidir.

Avrupa ve dünyadaki gelişmiş ülkelerde olduğu gibi, ülkemizde de enerji verimliliği ve yenilenebilir enerjinin sinerji noktalarına dayanan orta ve uzun dönem Ulusal Enerji Eylem Planları hazırlanmalıdır. Yapılacak planlama sonuçlarının değerlendirilmesinde arz güvenliği ile birlikte enerji yoğunluğu değişimlerinin de izlenmesi gerekmektedir.

Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği sinerjisinden azami düzeyde fayda sağlanabilmesi için teknolojik altyapı ve dijital sistemlerin kurulmasına yönelik yatırımlar hızlandırılmalıdır.

Bu raporda yapılan analizler sonucunda; elektrik enerjisi verimliliği uygulamalarından ısı sistemlerine göre çok daha düşük yatırım maliyetleri ile tasarruf sağlanabildiği tespit edilmiştir. Bu nedenle; İkincil kaynak tarafında olup, çok sayıda kullanıcının sürekli temel gereksinimi niteliğindeki elektrik enerjisi verimliliği projelerinin artırılmasına yönelik iyileştirme alanlarının genişletilmesi gerekmektedir. Mevcut durumda LED aydınlatma dönüşümü ve motor & sürücü değişimi gibi verimlilik artırıcı projeler yapılmakta olsa da; bu projelerin yayılımı sınırlı kalmaktadır.

Elektrik dağıtım sektöründe şebekedeki reaktif enerji, dağıtım transformatörlerinin kullanım oranı, elektrik malzeme ve ekipmanlarının verimlilik sınıflandırması gibi enerji verimliliği uygulamalarına geçilmesi önem taşımaktadır. Ayrıca; 2018 yılında ETKB tarafından Elektrik Dağıtım Şirketlerinden yapılması istendikten sonra 2023 yılına ertelenen Sodyum buharlı Genel Aydınlatma Armatürlerinin LED aydınlatmaya dönüştürülmesi çalışmaları; öncelikle lamba sayısı yüksek bölgelerden başlamak üzere; belli bir planlama dahilinde başlatılmalıdır.

Enerji verimliliği uygulamalarının yapılması kadar, uygulama sonuçlarının da sürekli izlenmesi gereklidir. Ancak, mevcut durumda bu gereksinimi sağlayacak teknolojik sistemler ve verimlilik performansını izlemesi gereken ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemlerini kuran işletme sayısı oldukça azdır. Bu durum, işletmelerin enerji verimliliği uygulama sonuçlarını sürekli ölçemeyip, belli periyotlarda yapılmakta olan 1 defalık ölçümlere dayalı etüt raporları ile yalnızca mevzuat gereksinimini sağlamakla ibaret bir çözümle sınırlı kalmalarına neden olmaktadır.

Enerji verimliliği uygulama, belgelendirme, VAP hazırlama ve eğitim faaliyetleri; çoğunluğu İstanbul ve Ankara'da konuşlanmış olan 56 adet EVD Firmasının yetkisindedir. 56 firmadan sadece 17'si Türkiye genelindeki VAP'ları yapmıştır. (Kaynak: ETKB Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığı On Yılda Verimlilik Artırıcı Projeler Raporu-2020). 182 adet VAP projesinden %57'sini sadece 2 firma gerçekleştirmiş, kalan %43'lük kısım kalan 15 firma tarafından yapılmıştır. VAP'ların %57'sini yapmış olan iki firmanın yaptığı projelerin %80'i elektrik grubundandır. Bu firmaların piyasada elektrik şalt malzemeleri, otomasyon ve teknoloji sistemleri satışı da yaptığı dikkate alındığında; iki firmanın özellikle elektrik enerjisi verimliliği alanında rekabete aykırı şekilde üstün güç hakimiyeti kurmuş olduğu değerlendirilmektedir. Bu konunun EMO ve TMMOB bünyesinde değerlendirmeye açılarak, EMO üyesi elektrik mühendislerinin enerji verimliliği alanında daha etkin çalışabilmesi için, EMO'nun 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanununda meslek odalarına tanımlanmış yetkilerini kullanmak üzere harekete geçmesi; tüm EMO mühendislerinin yeni bir iş potansiyeli ile gelişimine katkı koyacaktır.

Yukarıda tam anlamı ile sürdürülebilir ulusal enerji verimliliği için atılması gereken adımlar açıklanmakta iken; mevcut durumda Enerji Verimliliği konusunda ülkemizde tüketici bilinci ve verimlilik uygulama düzeyini ölçmek üzere 2020 yılında ETKB ve EVD tarafından yaptırılmış olan

“Sanayi, ulaştırma, tarım şletmelerinde Enerji Verimliliği Bilinç Endeksi Araştırma Raporu”ndaki dikkat çekici tespitler üzerinde Enerji Verimliliği sürecinin sorumlu ve paydaşı olan tüm kurum ve kuruluşlar ile Üniversite ve meslek odalarının yapıcı bir yaklaşım göstererek; 5627 sayılı Kanun’daki yetkilerini tüketici hakları ve Oda Üyelerinin mesleki gelişimi için aktif olarak kullanmaya yönelik stratejilerini belirlemeleri ve aksiyon almaları gerektiği açıkça ortaya çıkmaktadır.

#### **RAKAMLARLA TÜRKİYE’DE ENERJİ VERİMLİLİğİ BİLİNCİ ve YAYILIMI.....**

- 1) Verimlilik Bilinci Endeksi  
Sanayi /Ulaştırma/Tarım: Orta Üst  
Hizmet sektörü :Orta Alt düzeydedir
- 2) İşletmede enerji Verimliliğine Önem verilmemesinin nedeni : BİLGİ EKSİKLİğİ /Mali durumdur
- 3) Sanayicinin %50.8%’i VAP Proje desteęinden haberdar değildir
- 4) Sanayi işletmelerinin sadece %21’i ISO 50001 EnYS kurmuřtur.
- 5) Sanayicilerin %53’ü enerji verimliliğine bütçe ayırmamaktadır
- 6) Çalışanlara Enerji Yönetimi Eęitimi Verilmesi İsteme oranı %87,2 iken, Enerji Yönetimi Uygulama Etkinlięi %30 düzeyinde kalmaktadır.