tmmob
makina
mühendisleri
odası

oda raporu

# ENERJİ EKİPMANLARI YERLİ ÜRETİMİ DURUM DEĞERLENDİRMESİ VE ÖNERİLER

Yayın No: MMO/621

tmmob
makina mühendisleri odası

# ENERJİ EKİPMANLARI YERLİ ÜRETİMİ DURUM DEĞERLENDİRMESİ VE ÖNERİLER

Nisan 2014, Ankara

Yayın No: ---------- MMO/621

**tmmob**
**makina mühendisleri odası**

Meşrutiyet Mah. Meşrutiyet Cad. No: 19 Kat: 6-7
Kızılay / ANKARA
Tel: (0312) 425 21 41  444 8 666  Faks: (0312) 417 86 21
e-posta: mmo@mmo.org.tr
http://www.mmo.org.tr

**YAYIN NO: MMO/621**

Bu yapıtın yayın hakkı Makina Mühendisleri Odası'na aittir. Kitabın hiçbir bölümü değiştirilemez.
MMO'nun izni olmadan kitabın hiçbir bölümü elektronik, mekanik vb. yollarla kopya edilip kullanılamaz.
Kaynak gösterilmek kaydı ile alıntı yapılabilir.

## SUNUŞ

Türkiye'nin, enerjide dışa bağımlılığı %73'dür. Bununla birlikte enerji ekipmanları açısından neredeyse tamamen yurt dışı firmalara bağımlı durumdadır.

Enerji ekipmanları sektörü, enerji sektörünün gelişimine doğrudan bağımlı olan sektördür ve ekipmanların üretiminde kullanılan malzemeler ve teknoloji gereği imalat sanayinin pek çok alt dalıyla ilişki içerisindedir. Teknoloji yoğun, özellikli ve lisanslı üretim gerektiren bu sektörde, ciddi finansman gerektiren kayda değer büyüklükteki yatırımlara ihtiyaç vardır. Yüz yıl önce ilk termik santralini hizmete sokan Türkiye, bugün bir çok santralin yapımında kullanılan teknoloji yoğun ekipmanlarda hala dışarıya bağımlıdır. Bir mühendislik meslek odası olarak bu durumu kabullenmek bizim için oldukça zordur; çünkü Türkiye uzun yıllardır yaptığı işletmecilik ile bu teknoloji ve hammaddenin ne olması gerektiği konusunda birikime sahip çok sayıda mühendise sahiptir.

Bu durumun en önemli nedeninin, Türkiye'nin enerji politikasının, bugüne kadar, "Ne pahasına olursa olsun daha çok enerji yatırımı, daha çok enerji üretim santralleri inşası" ile sınırlı olması ve kamusal planlama,üretim ve denetim anlayışınının terk edilerek,enerji sektörünün tamamen özel sektörün istem ve çıkarlarına doğru biçimlendirilmesi olduğunu düşünüyoruz.

Türkiye'nin enerji politikası, "önceliği enerji üretim ve tüketiminde verimliliği arttırmaya vermek,bu uygulamalara rağmen karşılanmayan enerji ihtiyacının temini için, çevreye saygılı ve verdiği zarar asgari düzeyde olan, yerli yakıtlara/yenilenebilir kaynaklara uyumlu, tasarımları yerli mühendislik ile yapılmış, yerli müteahhit, yerli işgücü ile inşa edilmiş, uygun yerlerde konumlandırılmış, yeni yüksek verimli enerji santralleri ve daha çok enerji üretimi" olmalıdır.

Türkiye yıllardır işlettiği, ama hala kendi tasarımını/teknolojisini geliştiremediği termik santral teknolojisine sahip olabilir. Aynı şekilde rüzgar türbinlerini, hidrolik türbinlerini, güneş ve biyokütle santral ekipmanlarını azami yerli kapsamda üretebilir. Kısacası, kendi termik ve yenilenebilir santrallerimizi, kendi kaynaklarımıza uygun olarak kendimiz tasarlamalı, imal etmeli, yerinde monte etmeli, çalıştırmalı ve işletebilmeliyiz .

Geçmişte Avrupa ve Amerika firmalarının gelişimini tamamlamış ucuz teknolojilerinin pazarı olan Türkiye; bu kez de Çin, Kore gibi ucuz teknoloji satan ve sattıkça teknolojisini geliştiren ülkelerin teknolojilerinin pazarı haline gelmektedir. Bu yeni gelişmeleri Türkiye yakından izlemeli, geçmişte Türkiye pazarına hakim olan ucuz teknolojiler nedeniyle yarım bıraktığı "Enerji Makina ve Ekipmanlarının Yerli Üretimi"ni ne pahasına olursa olsun desteklemeli, aynı hataya bir daha düşmeyecek şekilde etkin bir stratejiyi uygulamaya koymalıdır.

Türkiye, hedef olarak; enerji ekipmanları üretimini; tasarım ve projesinden üretim ve montajına kadar yerli kaynaklara dayalı olarak geliştirmeyi ve dünya çapında patent ve markalarla mühendislik, ekipman ve müteahhitlik ihraç etmeyi hedeflemelidir.

Mühendislerin görevi, enerji üretimine kategorik karşıtlıklarla karşı çıkmak değil,ülkenin enerji politiklarının yerli ve yenilenebilir kaynaklara dayalı olmasını ve yeni santrallerin hangi kaynaklara dayalı olarak, hangi teknolojik tasarımlarla, en iyi nerelerde yapılabileceğini ortaya koymak, topluma yön vermek, sermaye gruplarının değil ülkenin ve toplumun çıkarlarını savunmaktır. TMMOB Makina Mühendisler Odası olarak bu sorumluluğumuzun bilincinde olarak, "Enerji Ekipmanları Yerli Üretimi Durum Değerlendirmesi ve Öneriler" raporumuzu kamuoyunun ve tüm ilgililerin dikkatine sunuyoruz.

Bu raporun hazırlanmasında özveri ile çalışan ve isimleri raporumuzun başındaki tabloda yer alan değerli uzmanlara ve bu çalışmayı koordine eden, Odamız Enerji Çalışma Grubu Başkanı Oğuz Türkyılmaz ile Enerji Verimliliği Danışmanı Tülin Keskin'e teşekkür ediyoruz.

***TMMOB Makina Mühendisleri Odası***
***Yönetim Kurulu***

## İÇİNDEKİLER


**Yönetici Özeti** ..... **3**

**1. GİRİŞ** ..... **9**

**2. ÜLKEMİZDEKİ ENERJİ YATIRIMLARININ MEVCUT DURUMU VE YATIRIMLARIN İRDELENMESİ** ..... **19**

2.1 Enerjide Dışa Bağımlılık ..... 19

2.2 Elektrik Üretimi, Projeksiyonlar ve Yeni Projeler ..... 19

2.3 Yatırımların Durumu ..... 23

**3. ENERJİ PROJEKSİYONLARI ÇERÇEVESİNDE YENİ YATIRIM BOYUTLARI** ..... **27**

**4. ENERJİ EKİPMANLARI İLE İLGİLİ MEVZUAT** ..... **33**

4.1 Genel Destek Mevzuatı ..... 33

4.2 Yerli Aksam Üretimi İçin Doğrudan Destek Konusundaki Mevzuat ..... 33

4.3 Mevzuatla İlgili Değerlendirmeler ..... 39

**5. ENERJİ EKİPMANLARININ İTHALATI VE İTHALAT REJİMİNDEKİ DENETİMLER** ..... **41**

**6. ENERJİ EKİPMANLARI AÇISINDAN ÜRÜN GELİŞTİRME, TEST VE BELGELENDİRME İMKANLARI VE ALTYAPISININ MEVCUT DURUMU (TÜRKAK, TSE VE DİĞERLERİ), GELİŞTİRİLMESİ İÇİN YAPILMASI GEREKENLER** ..... **43**

6.1 Uygunluk Değerlendirme- Akreditasyon ..... 43

6.2 Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) ..... 44

6.3 Türkiye'de Ürün Belgelendirme Kuruluşları ..... 45

**7. TÜRKİYE'DE TERMİK SANTRALLER** ..... **49**

7.1 1980'den Bugüne Termik Santraller ..... 49

7.2 Kömürlü Termik Santral Teknolojileri ..... 50

7.3 Doğal Gaz Kombine Çevrim Santralleri ..... 58

7.4 Termik Santrallerde Kullanılan Temel Üniteler /Ekipmanlar ..... 60

7.5 Yerli Kazan ve Enerji Ekipmanları İmalat Sektörü ..... 67

**8. ELEKTRİK İLETİM VE DAĞITIM İÇİN MAKİNE VE EKİPMANLAR** ..... **81**

8.1 Sektörde Üretim/Yatırım Kapasitesi ve Kullanılan Temel Üniteler/ Ekipmanlar ..... 81

8.2 Enerji Ekipmanlarının Yurt İçinde İmalatı, İthalatı ve İhracatının Değerlendirilmesi ..... 83

8.3 Yurt İçinde Yerli İmalatın Geliştirilmesi ve/veya İmalatın Başlatılması için AR-GE ve Diğer İhtiyaçlar ..... 85

8.4 Yerli Teçhizat Üretiminin Arttırılması ve Niteliğinin Geliştirilmesi İçin Atılması Gereken Adımlar ve Gerekli Kaynaklar ..... 87

**9. HİDROELEKTRİK İÇİN MAKİNE VE EKİPMANLAR** ..... **91**

9.1 Sektörde Üretim/Yatırım Kapasitesi ve Kullanılan Temel Ekipmanlar ..... 91

9.2 Kullanılan Enerji Üretim Ekipmanlarının Yerli İmalat Açısından Değerlendirilmesi İnşaat İşleri ve Hidromekanik Ekipman ..... 96

9.3 Yurtiçinde Yerli İmalatın Geliştirilmesi ve İmalatın Başlatılması için AR-GE ve Diğer İhtiyaçlar ..... 101

9.4 Yerli Teçhizat Üretiminin Arttırılması ve Niteliğinin Geliştirilmesi İçin Atılması Gereken Adımlar ve Gerekli Kaynaklar ..... 105

**10. RÜZGÂRA DAYALI ELEKTRİK ÜRETİMİ İÇİN MAKİNA VE EKİPMANLAR** ..... **141**

10.1 Türkiye'de Rüzgâr Enerji Sektörü Mevcut Durum ve Üretim/Yatırım Kapasitesi ..... 141

10.2 Rüzgâr Türbini Maliyet Yapısı ve Dünyadaki Ana Üreticiler ..... 146

10.3 Rüzgâr Türbini Temel ve İç Bileşenler ..... 149

10.4 Rüzgâr Türbini Hammadde İhtiyacı ve Tedarik Zinciri ..... 154

10.5 Rüzgâr Enerji Ekipmanlarının Yurt İçinde Üretiminin Değerlendirilmesi ..... 155

10.6 Yurt İçinde Yerli İmalatın Geliştirilmesi ve/veya İmalatın Başlatılması İçin AR-GE ve Diğer İhtiyaçlar ..... 159

10.7 Yerli Teçhizat Üretiminin Arttırılması ve Niteliğinin Geliştirilmesi İçin Atılması Gereken Adımlar ve Gerekli Kaynaklar ..... 161

**11. TÜRKİYE'DE GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİ ve ÜRETİM EKİPMANLARININ YERLİ ÜRETİM DURUMU ..... 183**
11.1 Güneş Enerjisinde Isıl Yollardan Yararlanılması ..... 183
11.2 Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi ..... 191
11.3 Yurtiçinde Yerli İmalatın Geliştirilmesi ve/veya Üretimin Arttırılması İçin Atılması Gereken Adımlar ve Gerekli Kaynaklar ..... 205
**12. JEOTERMALE DAYALI ISI VE ELEKTRİK ÜRETİMİ İÇİN MAKİNA VE EKİPMANLAR ..... 223**
12.1 Dünya'da Jeotermal Enerjinin Elektrik Üretiminde ve Isı olarak Doğrudan Kullanımı ..... 223
12.2 Türkiye'de Jeotermal Enerjinin Doğrudan Kullanımı ..... 227
12.3 Türkiye'de Jeotermalin Elektrik Üretiminde Kullanımı ..... 230
12.4 Jeotermal Enerji Ekipmanlarının İmalat Durumları ..... 234
12.5 Jeotermal Isı Enerjisinde Kullanılan Temel Ekipmanları : ..... 235
**13. BİYOKÜTLEYE DAYALI ELEKTRİK ÜRETİMİ İÇİN MAKİNA VE EKİPMANLAR ..... 237**
13.1 Biyokütle Enerjisi için Genel Çerçeve ..... 237
13.2 Sektörün Dünyada ve Ülkemizdeki Görünümü ..... 238
13.3 Ülkemizde Biyokütle Sektörü ..... 240
13.4 Biyokütle Kaynaklı Enerji Üretim Uygulamaları ve Ekipmanlar ..... 242
13.5 Biyokütle Tesis Fiyatları ..... 250
13.6 Biyokütleye Dayalı Enerji Üretiminde Kullanılan Temel Üniteler/ Ekipmanlar ve Yerli Üretim Potansiyeli ..... 250
13.7 Yurtiçinde Yerli İmalatın Geliştirilmesi ve/ veya İmalatın Başlatılması İçin AR-GE ve Diğer İhtiyaçlar ..... 252
**14. YAKIT PİLİ VE HİDROJEN ..... 255**
14.1 Sektörde Üretim/Yatırım Kapasitesi ve Kullanılan Temel Üniteler/Ekipmanlar ..... 257
14.2 Hidrojen Üretim Teknolojilerinin Ortak Problemleri ..... 261
14.3 Yakıt Pilleri ..... 262
14.4 Dünyada Yakıt Pili Teknolojisi; Gelişimi ve Uygulamaları: ..... 264
14.5 Kullanılan Enerji Üretim Ekipmanlarının Yurtiçinde İmalat Sektörünün Değerlendirilmesi ..... 274
14.6 Yurtiçinde Yerli İmalatın Geliştirilmesi ve/veya İmalatın Başlatılması İçin AR-GE ve Diğer İhtiyaçlar ..... 274
**15. ENERJİ EKİPMANLARININ YERLİ ÜRETİMİ İÇİN KÜMELENME ..... 277**
15.1 Kümelenme ile İlgili Yasal Mevzuat ve Kurallar ..... 277
15.2 Enerji Ekipmanlarının Yerli Üretimi İçin İmalatçı Kümelenme Yapılandırması ve Örnek Çalışmalardaki Deneyimler ..... 279
15.3 Özel İhtisas OSB vb. Yapılanmalarının Mevcut Durumu ve Geliştirilmesi ..... 281
**16. ÖNERİLER ..... 283**

## KISALTMALAR

| | |
|---|---|
| AC | Alternatif Akım |
| ACFBC | atmospheric circulating fluidized bed combustion |
| AFC | Alkali Yakıt Pili (Alkaline Fuel Cell) |
| AFD | Fransız Gelişim Ajansı |
| AG | Alçak Gerilim |
| ASU | Air Seperation Unit |
| BGD | Baca Gazı Desülfürizasyon |
| BGKAT | Baca Gazı Kükürt Arıtma Tesisleri |
| BT | Buhar Türbini |
| BTYK | Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu |
| CFB | Dolaşımlı Akışkan Yatak |
| DC | Direk Akım |
| DG | Doğal Gaz |
| DSİ | Devlet Su İşleri |
| EA | Avrupa Akreditasyon Birliğ |
| EIH | Enerji İletim Hattı |
| EME | Elektromekanik Ekipman |
| EPDK | Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu |
| ETKB | Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı |
| EÜAŞ | Elektrik Üretim Anonim Şirketi |
| FCV | Yakıt Pilli Araçlar (Fuel Cell Vehicles) |
| FGD | Flue Gas Desulphurization |
| GES | Güneş Enerjisi Santralı |
| GSUT | Jeneratör yükseltici güç trafosu |
| GT | Gaz Türbini |
| HES | Hidroelektrik Santral |
| HTSG | High Temperature Superconductor |
| IAF | Uluslar arası Akreditasyon Formu |
| IBRD | Uluslar arası İmar ve Kalkınma Bankası |
| ICE | İçten Yanmalı Motorlu Araçlar (Internal Combustion Engines) |
| ICOLD | Uluslar arası Büyük Barajlar Komisyonu |
| IGCC | Entegre Gazlaştırma Kombine Çevrim |
| ILAC | Uluslararası Laboratuar Akreditasyonu Birliği |
| İTÜ | İstanbul Teknik Üniversitesi |
| KAMAG | Kamu Araştırmaları Destek Grubu |
| KDV | Katma Değer Vergisi |
| KOBİ | Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler |
| KTD | Karbondioksit Tutma ve Depolama |
| LNG | Liquefied Natural Gas (Sıvılaştırılmış Doğal Gaz) |
| LÜY | Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik |
| MCFC | Erimiş Karbonat Yakıt Pili (Molten Carbonate Fuel Cell) |
| MİLRES | Milli Rüzgar Enerji Sistemleri Geliştirilmesi ve Prototip Türbin Üretimi |

| | |
|---|---|
| MRA | Çok Taraflı Tanıma Anlaşmaları |
| MTA | Maden Tetkik Arama |
| OG | Orta Gerilim |
| PAFC | Fosforic Acid Yakıt Pili (Phosphorous Acid Fuel Cell) |
| PBFBC | Pressurized Bubbling Fluidized Bed Combustion |
| PEMFC | Proton Değişim Yakıt Pilleri (Proton Exchange Fuel Cell) |
| PM | Permenat Magnet |
| POTAM | İstanbul Teknik Üniversitesi Hidrolik Türbin Test Laboratuvarı |
| PV | Foto Voltaic |
| REPA | Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlası |
| RES | Rüzgar Enerji Santralı |
| SOFC | Katı Oksit Yakıt Pili (Solid Oxide Fuel Cell) |
| TEİAŞ | Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi |
| TEK | Türkiye Elektrik Kurumu |
| TEMSAN | Türkiye Elektromekanik Sanayii A.Ş |
| TOBB | Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği |
| TSE | Türk Standartları Enstitüsü |
| TUİK | Türkiye İstatistik Kurumu |
| TURKAK | Türk AkreditasyonKurumu |
| TUSAŞ/TAİ | Türk Havacılık ve Uzay Sanayi A.Ş. |
| YEK | Yenilenebilir Enerji Kanunu |
| YEKDEM | Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Destekleme Mekanizması |
| YG | Yüksek Gerilim |

## BİRİMLER

| | |
|---|---|
| TEP | Ton  Eşdeğer Petrol |
| GWh | Giga Watt Saat |
| MW | Mega Watt |
| kWh | Kilo Watt saat |
| USD | ABD Doları |

**Çalışma Grubu Takdimi**

| | |
|---|---|
| **RAPOR REDAKSİYONU VE EDİTÖRLÜĞÜ** | |
| Tülin Keskin | TMMOB Makina Mühendisleri Odası Enerji Verimliliği Danışmanı, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Enerji Çalışma Grubu Üyesi |
| Oğuz Türkyılmaz | TMMOB Makina Mühendisleri Odası Enerji Çalışma Grubu Başkanı |
| Mehmet Kayadelen | Maden Mühendisi, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Enerji Çalışma Grubu Danışmanı |
| Ender Batur | TMMOB Makina Mühendisleri Odası Bursa Şubesi Enerji Komisyonu Üyesi |
| **TERMİK SANTRALLAR İÇİN MAKİNA VE EKİPMANLAR ÇALIŞMA GRUBU** | |
| Şayende Yılmaz Grup Yöneticisi | TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yönetim Kurulu Yedek Üyesi TMMOB Makina Mühendisleri Odası Enerji Çalışma Grubu Üyesi |
| Haluk Direskeneli | TMMOB Makina Mühendisleri Odası Ankara Şubesi Yönetim Kurulu Yedek Üyesi, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Enerji Çalışma Grubu Üyesi |
| Canip Sevinç | Makina Y. Mühendisi, ETKB Enerji İşleri Genel Müdürlüğü Genel Müdür Danışmanı |
| Muzaffer Başaran | Makina Y. Mühendisi, TEYO A.Ş Genel Müdürü, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yönetim Kurulu Üyesi |
| Prof.Dr.Bekir Zühtü Uysal | Gazi Üniversitesi |
| Prof.Dr.İskender Gökalp | ICARE, Fransa |
| Mücella Ersoy | Maden Y.Müh., TKİ Genel Müdürlüğü, ODTÜ Mezunlar Derneği Enerji Komisyonu Üyesi |
| Necdet Kahraman | Makina Mühendisi, Segü Mühendislik Genel Müdürü, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Denetim Kurulu Üyesi |
| **HİDROELEKTRİK SANTRALLER İÇİN MAKİNA VE EKİPMANLAR ÇALIŞMA GRUBU** | |
| Fuat TİNİŞ, Grup Yöneticisi | Makina Yüksek Mühendisi, GAMA Endüstri Tesisleri İmalat ve Montaj A.Ş., Mühendislik Direktörü, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Enerji Çalışma Grubu Üyesi |
| İsmail H. ALTUN | Elektrik Mühendisi, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Üyesi |
| Suat PASİN | Makina Yüksek Mühendisi, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Üyesi |
| Ayla TUTUŞ | İnşaat Mühendisi, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yönetim Kurulu Üyesi, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Enerji Çalışma Grubu Danışmanı |
| Eren MÖREL TİMOÇİN | Makine Mühendisi, RONA ÇELİK İnş. ve Tic. LTD. ŞTİ; Proje Müdürü |
| **RÜZGAR ENERJİSİNE DAYALI ELEKTRİK ÜRETİMİ İÇİN MAKİNA VE EKİPMANLAR ÇALIŞMA GRUBU** | |
| Zerrin Taç Altuntaşoğlu Grup Yöneticisi | Elektrik Müh., Kamu Yönetimi Uzmanı, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Enerji Çalışma Grubu Danışmanı |
| Doç.Dr.Sedat Çelikdoğan | OSTİM Yatırım A.Ş. Genel Müdürü, MİL-RES Projesi Koordinatörü |
| Ercüment Alyanak | Makine Yüksek Mühendisi, Ena Yelkapan Teknolojileri Ltd. Şti. |
| **GÜNEŞ ENERJİSİNE DAYALI ISI VE ELEKTRİK ÜRETİMİ İÇİN MAKİNA VE EKİPMANLAR ÇALIŞMA GRUBU** | |
| Şenol Tunç Grup Yöneticisi | Endüstri Y.Mühendisi, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Enerji Çalışma Grubu Üyesi |
| Prof.Dr.Necdet Altuntop | Erciyes Üniversitesi, GÜN-DER Yönetim Kurulu Başkanı |
| Azmi Bakdur, | TMMOB Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Enerji Komisyonu Başkanı |
| Prof. Dr. Şener Oktik | Şişecam Grubu, Mühendislik ve AR-GE Direktörü, GEN-SED Yön. Kur. Başkanı |

| | |
|---|---|
| **JEOTERMALE DAYALI ISI VE ELEKTRİK ÜRETİMİ İÇİN MAKİNA VE EKİPMANLAR VE ISI POMPALARI ÇALIŞMA GRUBU** | |
| Şuayip Yalman Grup Yöneticisi | TMMOB Makina Mühendisleri Odası Enerji Çalışma Grubu Üyesi |
| Haluk Gedik | TMMOB Makina Mühendisleri Odası Enerji Çalışma Grubu Üyesi |
| Tevfik Kaya | Petrol Y. Mühendisi, ODTÜ Mezunlar Derneği Enerji Komisyonu Üyesi, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Enerji Çalışma Grubu Danışmanı |
| Özden Ertöz | Makina Mühendisi, Vansan Yön. Kur. Bşk. |
| Prof.Dr.Orhan Yeşin | Makina Mühendisi, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yönetim Kurulu Üyesi |
| Prof.Dr.Abdurrahman Satman | Petrol Mühendisi, İTÜ Petrol ve Doğal Gaz Bölümü |
| Cihan Çanakçı | Makina Y.Müh., Pozitif Enerji Ltd. |
| **BİYOYAKITLARA VE ATIKLARA DAYALI ELEKTRİK ÜRETİMİ İÇİN MAKİNA VE EKİPMANLAR ÇALIŞMA GRUBU** | |
| Dr. F. Figen Ar Grup Yöneticisi | Kimya Mühendisi, Proje Yönetim Derneği Yönetim Kurulu Üyesi, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Enerji Çalışma Grubu Danışmanı, 3AR Enerji |
| Prof.Dr.Filiz Karaosmanoğlu | İTÜ |
| Dr.Mustafa Tolay | Tolay Mühendislik, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Üyesi |
| Aykut ATEŞ | BİYOSFER |
| **HİDROJEN VE YAKIT PİLLERİ ÇALIŞMA GRUBU** | |
| Prof.Dr.İrfan Ar Grup Yöneticisi | Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü |
| Doç. Dr. Mehmet Suha Yazıcı | TÜBİTAK-MAM Enerji Enstitüsü |
| **ELEKTRİK İLETİM VE DAĞITIMI İÇİN MAKİNA VE EKİPMANLAR ÇALIŞMA GRUBU** | |
| Erdoğan Öktem | Elektrik Mühendisi, EMSAD Genel Sekreteri |
| **ENERJİ MAKİNA VE EKİPMANLARININ YERLİ ÜRETİMİNİN DESTEKLENMESİ İÇİN MEVZUAT DÜZENLEMELERİ ÇALIŞMA GRUBU** | |
| Serpil Serdar | Kimya Mühendisi,TMMOB Makina Mühendisleri Odası Enerji Çalışma Grubu Danışmanı |
| Zerrin Taç Altuntaşoğlu | Elektrik Müh., Kamu Yönetimi Uzmanı, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Enerji Çalışma Grubu Danışmanı |

## YÖNETİCİ ÖZETİ

Enerji üretim tesislerinde kullanılan teçhizatın yerli üretimi konusu, enerji sektöründe yatırımların artmasına ve uzun yıllardır konuşulmasına karşın yeterince ciddi bir biçimde ele alınmayan bir konudur.

Birincil enerji tüketimimiz yıllar itibariyle hızla artarken bu enerjinin yerli üretimle karşılanma oranı düşmüştür. 1990'larda %48,1 olan oran 2011'de %28,2 olmuştur. Türkiye'nin 2012 yılında enerji hammaddeleri ithalatına ödediği rakam, tüm ithalat tutarının % 25,4'üne (60,1 milyar $) ulaşmıştır. Son dönemlerde izlenen politikaların sürdürülmesi halinde; birincil enerji tüketiminde yüzde 70'ler düzeyinde olan dışa bağımlığın devam edeceği ve daha da artacağı tespit edilmektedir.

Türkiye, enerji kaynağında dışa bağımlılığı %70'lerin üzerine seyrederken, diğer yandan da enerji ekipmanları açısından da büyük ölçüde yurt dışı firmalara bağımlı durumdadır.

Enerji sektöründe bugüne kadar yapılmış yatırımların pek çoğu yabancı şirketlerce projelendirilmiş ve yabancı teknoloji ile işletmeye alınmıştır. EPDK analizlerine göre Türkiye'de 2010-2030 döneminde yapılacak enerji yatırımlarının toplamı 225-280 milyar dolar olarak tahmin edilmektedir. Enerji yatırımlarında en büyük pay, makina ve ekipmana aittir. Yatırım tutarlarının asgari yüzde 60'ının makina ve ekipman alımına ayrılacağını kabul edersek, 20 yıllık dönemde 225-280 milyar dolar olması tahmin edilen enerji yatırımlarının bugünki yapıda bir gelişme olmaz ise 135-168 milyar dolarlık bölümünün makina ve ekipmana harcanacağı ve bunun da büyük ölçüde dışarıdan karşılanacağı söylenebilir.

Son yıllarda üretim tesislerinde kullanılan mekanik ve/veya elektro-mekanik aksamın yurt içinde imal edilmesine özel önem atfedilmiş ve bu konuda düzenlemeler yapılmaya başlanmıştır. Bu konudaki ilk anlamlı düzenleme, yenilenebilir enerji kaynakları için yapılmıştır. 5346 Sayılı "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun" 18/5/2005 tarihinde yayımlanmıştır. Daha sonra tamamen revize edilerek 29/12/2010 tarihinde TBMM Genel Kurulunda da kabul edilmiş ve 2011 de RG'de yayınlanarak, (6094 sayılı kanun) ile yatırımların desteklenmesi amacıyla yürürlüğe sokulmuştur. Bu kanuna göre; kanunun yürürlüğe girdiği 18/5/2005 tarihinden, 31/12/2015 tarihine kadar işletmeye girmiş veya girecek YEK Destekleme Mekanizmasına tabi üretim lisansı sahipleri için, Kanun'a ekli I Sayılı Cetvel'de belirtilen fiyatlar, on yıl süreyle uygulanacaktır. Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı ve 31/12/2015 tarihinden önce işletmeye giren üretim tesislerinde kullanılan mekanik ve/veya elektro-mekanik aksamın yurt içinde imal edilmiş olması halinde; bu tesislerde üretilerek iletim veya dağıtım sistemine verilen elektrik enerjisi için, I Sayılı Cetvelde belirtilen fiyatlara, üretim tesisinin işletmeye giriş tarihinden itibaren beş yıl süreyle; bu Kanun'a ekli II Sayılı Cetvel'de belirtilen fiyatlar ilave edilecektir. Bu şekilde enerji yatırımlarında yerli üretime ilk net destek sağlanmıştır.

**Termik Santral Ekipmanlarının Yerli Üretimi;**

Türkiye'nin Aralık 2013 sonu itibariyle kurulu gücü 64.044 MW, termik kurulu gücü ise 38.684,50 MW (% 60,4) olmuştur. Kurulu güç içinde doğalgaz % 31,65, linyit % 12,83, ithal kömür %6,11 oranında yer almaktadır.

Haliç'teki Silahtarağa Termik Santrali'nin 1914 yılında hizmete girdiği günden bu yana geçen 100 yıllık sürede maalesef ülkemiz yerli kazan, türbin ve jeneratör üretebilmiş değildir. Yerli kazan tasarımı ve imalatı ile ilgili geçmişte bir takım adımlar atılsa da devamı gelememiştir.
Ülkemizdeki kömürlü termik santral kazanları genellikle pülverize tipli kazanlar olmakla birlikte son yıllarda dolaşımlı akışkan yataklı kazanlar (CFB) kullanılmaya başlanmıştır. CFB kömür yakma teknolojisini geliştirme hususunda özel firmaların, üniversitelerin ve TÜBİTAK-MAM Araştırma Enstitüsünün çalışmaları halen devam etmektedir. Özel sektörde 10 – 30 MW aralığında akışkan yataklı kazan tasarım ve imalatı konusunda tecrübe oluşmuş durumdadır.

Gaz**/**buhar türbin ve jeneratörünün tasarım ve üretimi konusunda herhangi bir çalışma yapılmamaktadır. Ancak türbin adasındaki diğer tüm teçhizatların, kondense, tanklar, AB ve YB ısıtıcıları ve dahili borulama gibi işlerin; dizayn ve imalatları yerli firmalar tarafından yapılabilmektedir.

Yüksek kaliteli malzeme/çelik boru üretiminde de bir yetersizlik söz konusudur. Bu sorunun aşılmasına yönelik planlamaların yapılması ve çelik sektöründe gerekli yatırımların gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Ağır sanayide yüksek teknoloji gerektiren alanlarda ciddi imalat tecrübemiz olmamasına rağmen, imalat/çelik konstrüksiyon, yerli sanayimizin en güçlü olduğu alan olarak göze çarpmaktadır.

Yüksek basınç ve alçak basınç ısıtıcıları, ekonomizer, kömür/kireçtaşı hazırlama sistemleri, Kül/curuf atma sistemleri, su hazırlama ve su arıtma sistemleri, yardımcı kazanlar, enerji santrallerinde kullanılan AG ve OG kuvvet kabloları ile elektromekanik teçhizatın büyük bir kısmı, trafolar, şalt sistemleri, yangın söndürme sistemleri yerli imkanlar ile yapılabilen ekipmanlardır.

Santral ekipmanlarında yerli katkının az olmasının en önemli nedenlerinden birisi de, santral kuran şirketlerin yaptıkları finans anlaşmaları gereği, finansmanı sağlayan ülkelerin tasarım ve imalat konusunda çok yüksek katkı paylarına sahip olmalarıdır. Bu nedenle yerli sanayimiz tarafından imal edilebilecek birçok ürün maalesef zorunlu olarak yurtdışında üretilmektedir. Yurtdışı finansman desteği alınarak yapılması öngörülen enerji üretim tesislerinin şartnamelerinde yerli üretime daha fazla pay verecek düzenlemelerin yapılması (yerli katkı oranı şartnamede belirtilerek ihaleye çıkılması), yerli üretimimizi geliştirecektir.

**Hidrolik Santral Ekipmanlarının Yerli Üretimi;**

Türkiye 433 milyar kWh teorik hidroelektrik potansiyeli ile dünya hidroelektrik potansiyeli içinde % 1 paya, ve 130 milyar kWh ekonomik olarak yapılabilir potansiyeli ile Avrupa ekonomik potansiyelinin yaklaşık % 16 mertebesinde hidroelektrik potansiyele sahip bulunmaktadır. 2013 Aralık sonu itibariyle barajlı ve akarsu tipi hidrolik santraların toplam kurulu gücü 22.289,1 MW'dır. Toplam kurulu gücü 12 680.20 MW olan santrallar ise inşa halindedir.

İnşaat İşleri ve Hidromekanik Ekipmanlar**,** Nehir-Kanal ve Depolamalı Hidroelektrik Santral tipine bağlı olarak değişmekle beraber genel olarak bir hidroelektrik tesiste su-yapıları inşaat maliyeti toplam yatırım bedelinin yaklaşık %70'ine tekabül etmektedir. Bu bedele inşaat mühendisliğinin alanına giren, hidromekanik ekipman, krenler vb. tüm işler dahildir.

1960'lı yıllarda yayımlanan bir kararname ile barajlarda kullanılan her türlü kapak, vana, cebri boru vb. hidromekanik ekipman ile kumanda mekanizmaları ve kren, vinç vb. kaldırma makinalarının yerli yapım zorunluluğu getirilmiş, bunun sonucunda bu ekipmanlarda yerli yapım oranı %100'lere yaklaşmıştır.

Teşvikler kapsamında bazı mekanik aksam, gömülü parçalar, veya bir kısım daha hassas elektromekanik ekipman parçaları projeleri verilerek müteahhit yabancı firma denetiminde yerli üretilmekle birlikte halen Türkiye'de su türbini ve jeneratörü üretilememektedir. Hidrolik türbinlerin ve jeneratörlerin yurt içinde tasarım ve üretiminin yapılabilmesi için 1977 tarihinde TEMSAN (Türkiye Elektromekanik Sanayii A.Ş.) kurulmuş ancak TEMSAN kendisinden beklenenleri karşılayamamış ve geçen 37 yıla rağmen ülke ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde yerli imalat gerçekleşememiştir.

Günümüzde bir santralın türbin ve jeneratörü hariç diğer tüm elemanları tümüyle projelendirilip, imalatı ve montajları güvenilir bir biçimde ülkemizde yapılabilmektedir. Şu anda dışarıya bağımlı olduğumuz türbin ve jeneratör tasarımı, testi ve imalatı için başlatılmış olan çalışmaların özendirilmesi, teşviki, geliştirilmesi ve sürdürülebilirliği için desteklenmesi gerekmektedir.

**Rüzgar Enerjisi Ekipmanlarının Yerli Üretimi;**

Türkiye Rüzgâr Atlası (REPA) incelendiğinde, Türkiye'nin rüzgâr potansiyelinin Ege, Marmara ve Doğu Akdeniz bölgelerinde yüksek olduğu, toplam potansiyelin 131.756 MW, kullanılabilir rüzgar potansiyelinin ise 47.849,44 MW olarak belirlendiği görülmektedir.

Türkiye'de şebekeye bağlı rüzgâr enerjisi ile elektrik üretimi 1998 yılında başlamış olup, 2013 sonu itibariyle 2760 MW'a ve toplam kurulu güç içindeki payı da % 4,3'e ulaşmıştır.

Rüzgâr teknolojisinde yerli üretim; ***politika destekleri, teknolojik uzmanlık ve işgücünden kaynaklanan bölgesel avantajlar*** gibi faktörlerle sağlanabilir. Yerli rüzgâr gücü teknolojisi üretimi iki farklı şekilde uygulanabilmektedir:

Yerli pazara satış yapan uluslararası şirketlerin üretimlerinin bu ülkeye kaydırılması ile uluslararası türbin şirketlerinin belli bileşenlerinin ortak girişim şirketleri kurularak yerli üretimi veya tamamen yerli rüzgâr türbini tasarımı ve imalatı yapılabilir.

Rüzgar santralının bileşenleri; kule, rotor, nasel ve elektrik toplama sistemleridir. Çelik ve beton kuleler ile kanatların her türlü üretimi, uluslararası büyük türbin üreticisi firma ve bileşenleri ile yerli firmalarımız arasında ortak girişim şirketleri oluşturularak yerli olarak üretilmektedir. Ayrıca kanatların hammadde üretimi, kanat bağlantı saplama ve somunları, kule bağlantı civataları ve galvanizli ankeraj üretimi, başta kaplin ve redüktör olmak üzere çeşitli makine elemanlarının imalatı yerli olarak yapılmaktadır. Yine elektrik malzemelerinin (trafo, şalt sahası malzemeleri, iletim ve dağıtım sistemi bağlantısı..vb) büyük bölümü de Türkiye'den temin edilebilmektedir.

Rüzgar türbini, jeneratör, göbek, dişli kutusu gibi diğer bileşenler ise doğrudan yurt dışı firmalardan sağlanmaktadır.

Lisanssız üretim kapsamındaki küçük ve orta büyüklükteki türbinlerin yerli üretimi konusunda sanayimiz her geçen gün gelişmektedir. %100 yerli tasarım ve 80-90 yerli malzeme ile küçük rüzgar türbinleri üretilebilmektedir.

Öte yandan ülke çapında bazı üniversiteler, araştırma kurumları ve özel sektör firmalarının oluşturduğu bir Ar&Ge uygulama projesi olan Milli Rüzgâr Enerji Sistemleri Geliştirilmesi ve Prototip Türbin Üretimi (MİLRES) konusunda çalışmalar yürütülmektedir. İlk etapta 500 KW'lık türbinin tasarım ve üretimi TÜBİTAK tarafından desteklenmektedir.

**Güneş Enerjisi Ekipmanlarının Yerli Üretimi;**

Ülkemizin güneş enerjisi potansiyeli 380 milyar kWh/yıl, ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2.640 saat, günlük toplam 7,2 saattir. En çok güneş alan bölgeler sırası ile; Güneydoğu Anadolu, Akdeniz, İç Anadolu ve Doğu Anadolu olarak sıralanabilir. 2012 yılı sonu itibarıyla dünyada güneş enerjisi kurulu gücü 123.000 MW'dır. Ülkemizde ise henüz lisans almış GES bulunmamaktadır.

Güneş enerjisini elektrik enerjisine çeviren temel sistemleri oluştururken; ana mamul üretim ekipmaları ve tamamlayıcı mamul üretim ekipmanları olarak ayrılmaktadır.

*Ana mamul* olarak; silikon, ingot, hücre, modül, cam, eva, backsheet, inverter, ribbon ve bağlantı kutusu ve *tamamlayıcı mamuller*; montaj setleri, kablo, regülatör, batarya vb. olarak sıralanabilir.

Ülkemizde şu anda ana mamul üreticilerinden; solar cam, invertör ve modül üreticileri hali hazırda vardır ve 200 megawatt kapasiteye sahiplerdir. 'Eva, backsheet, ribbon ve bağlantı kutusu' üretimine uygun hammadde ve makine teknolojisi bulunmaktadır. Bu mamullerin üretilmesi için yerli sanayine destek verilmeli ve mevzuatın düzenlenmesi sağlanmalıdır. Bu ürünlerin yurt içinde kullanımının arttırılması amacıyla, öncelikli olarak modül üreticilerinin desteklenmesi gerekmektedir. Silikon, ingot ve hücre üretim teknolojisini karşılayacak yeterli hammadde ve yerli sermaye bulunmamaktadır. Yerli modül üreticilerinin desteklenmesi ve artırılması, kalite standartlarının oluşturulması durumunda bu mamul ürünlerin de üretilmesi önümüzdeki yıllarda mümkün olabilecektir.

**Biyokütle Enerjisi Ekipmanlarının Yerli Üretimi;**

Biyokütle kaynakları tarımsal ve hayvansal atıklar, odun ve orman atıkları, organik sanayi atıkları, organik evsel atıklar, enerji bitkileri vb.'dir. Biyokütle enerjisi kırsal kesimin ekonomisini geliştiren tek kaynaktır. Bu özelliği nedeniyle, ABD ve AB ülkelerinde kırsal kalkınma politikalarıyla birlikte değerlendirilmektedir.

Biyokütle kaynakları gerek doğrudan yakma, gerek dolaylı yakma (gazlaştırma), kojenerasyon (birleşik ısı-elektrik üretimi-CHP) ve trijenerasyon (birleşik ısı-soğuk-elektrik üretimi) teknolojisine çok uygundur. Şebekeye bağlı biyoelektrik üretiminde, biyogaz santralları, büyük ölçekteki biyokütle gazlaştırıcıları ve yakma sistemleri kullanımdadır.

EPDK verilerine göre 2011 sonu itibari ile kurulu gücü 22,34 MW olan 14 biyogaz tesisi, kurulu gücü 16,43 MW olan 5 biyokütle tesisi, kurulu gücü 120,02 MW olan 9 adet çöp gazı tesisi bulunmaktadır. 2012 yılı sonunda biyogaz tesislerinin sayısı 18'e çıkmış, kurulu güç 103,33 MW

olarak kaydedilmiştir. Bunlara ilaveten 2013 yılında, EPDK tarafından, toplam yaklaşık 23 MW'lık biyokütle üretim tesisine elektrik üretim lisansı verilmiştir.

Hayvansal ve bitkisel atıklardan fermantasyon yolu ile elde edilen biyogazdan elektrik üretiminde beton reaktörler, yatay ve dikey karıştırıcılar, sıvı ve gaz pompaları, çamur pompaları, kimyasal madde dozaj sistemleri, biyogaz depo balonları, biyogaz emniyet ve alarm sistemleri, biyogaz emniyetli yakma bacası, otomasyon (pH, sıcaklık, sıvı ve biyogaz seviye vd. kontroller), çamur seperatörleri, gaz motorları, elektrik jeneratörleri, elektrik trafoları, elektrik hattı bağlantı ekipmanları ve inşaat işleri gereklidir. Biyogaz tesislerinin yatırım maliyetinin yarısını yerli ekipmanla yapmak mümkündür. Bununla birlikte gaz motorları, bazı kontrol üniteleri ve teknoloji (know-how) yurtdışından gelmektedir.

**Jeotermal Enerji Ekipmanlarının Yerli Üretimi;**

Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyeli 31.500 MW varsayılmaktadır. İspatlanmış fiili kullanılabilir teknik kapasite 4.078 MWt olup %34'ü (1.306 MWt) kullanılmaktadır. Elektrik teknik potansiyel ise 2.000 MWe olarak kabul edilmektedir. Devredeki santralların kurulu gücü 310,8 MW'a ulaşmıştır. Lisans alan jeotermal elektrik santrallerinin kurulu gücü ise 414 MW'dır.

Toplam jeotermal potansiyelimizin (2.000 MWe, 31.500 MWt) elektrik üretimi, şehir ısıtma, soğutma, sera ısıtma, termal tesis ısıtma, kaplıca kullanımı vb. uygulamalarda tam değerlendirilmesi ile sağlanacak hedef yıllık net yurtiçi katma değer 60 milyar dolar civarındadır.

Elektrik üretiminde kullanılan ana ekipmanlar; türbin, jeneratör, ısı değiştiriciler, soğutma kulesi, kontrol vanaları ve pompaların tümü ithal edilmektedir. Santral ile kuyular arasında yer alan ortak tesis ekipmanlarından; mekanik kapsamdaki gate vanalar, booster pompalar, reenjeksiyon pompaları, basınçlı kaplar (seperator, akümülasyon tankları vb.), borular, support'lar yerli imalat yapılabilmektedir.

Ülkemizin yatırım ve işletim deneyimleri, yerli ekipman üretiminin özellikle imalat sanayimiz ve mühendislik seviyesi ile rahatlıkla yapılabileceğini göstermektedir. Bunun için öncelikle doğru politikalar ve doğru teşvikler ile Türkiye'nin kendi iç piyasasını bu yeni anlayışa göre yönlendirmesi gereklidir.

**Hidrojen Enerjisi Ekipmanları;**

Hidrojenin son kullanımında en verimli teknoloji yakıt pili teknolojisidir. Çok basit olarak kimyasal enerjiyi doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren aygıtlar olarak tanımlanan yakıt pilleri, adından da anlaşılacağı üzere konvansiyonel pillerle aynı prensiplere göre çalışırlar. Ancak yakıt pilleri; yakıt sağlandığı sürece devamlı elektrik üretme, bataryalar gibi boşaldıklarında değiştirilme veya doldurma gereksinimlerinin olmaması, değişen çalışma şartlarına hızlı uyum sağlayabilmeleri ve yüksek verim gibi üstünlüklere sahiptirler.

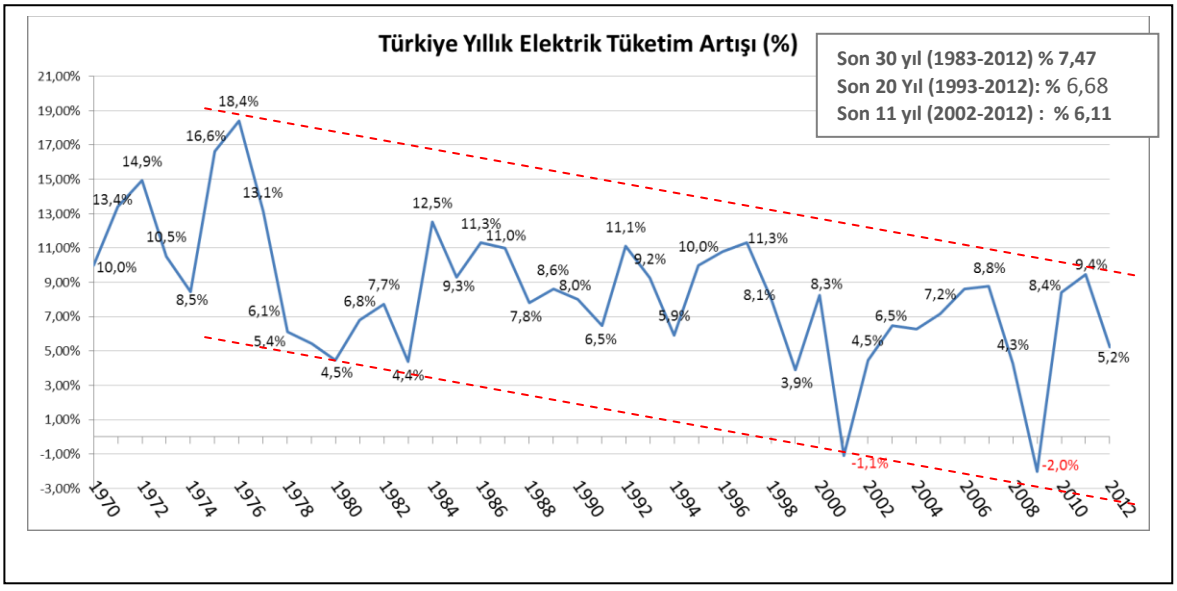
Hidrojen üretimi için kullanılan kaynaklara bağlı olarak çok farklı süreçler (prosesler) kullanılmaktadır. Bu süreçler, çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. En yaygın kullanılan sınıflandırma ABD Enerji Bakanlığı tarafından da kullanılan süreçlerin dayandığı enerji tipine göre yapılan

sınıflandırmadır. Bu sınıflandırmaya göre hidrojen üretim süreçleri üç ana başlık altında toplanır; Termal Süreçler, Elektrolitik Süreçler, Fotolitik Süreçler

Hidrojen enerjisi teknolojisinin ülkemizde geliştirilmesinde; "Birinci sanayi devriminde yakalayamadığımız gelişmiş ülkeleri şimdi yakalama şansımız var. Bu şansı iyi kullanmalıyız" düşüncesiyle çok iyi bir başlangıç yapılmış olmasına karşın, yeterli destek verilmemesi nedeniyle istenilen gelişme düzeyine ulaşılamamıştır. Ancak yine de üniversitelerdeki çalışmalar ve bazı büyük sanayi kuruluşlarının da ilgisiyle bazı umut verici çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Ancak ne yazık ki bu projelerde kullanılan yakıt pillerinden çoğu Türkiye'de sadece montajı yapılan yakıt pilleridir.

# 1. GİRİŞ

Türkiye, son yıllarda elektrik enerjisi talep artış hızı Çin'den sonra en yüksek ülke olmuştur. Elektrik tüketimimizin artış hızının 1970'den itibaren, çok sayıda ekonomik kriz dönemine rağmen artış ortalaması %8,38'dir. Bunun yanında artış oranı hızında uzun dönemli aşağı yönlü eğilim de gözlenmektedir. Şekil 1.1'de son 43 yılda elektrik tüketimi yıllık artış hızı gösterilmektedir.




Data: www.teias.gov.tr

**Şekil 1.1** Türkiye'nin Yıllık Elektrik Enerjisi Tüketim Artışı

TEİAŞ'ın hazırlamış olduğu Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2012 – 2021) Raporu Bölüm VI'da Türkiye'nin talep değerleri 2021 yılında;
Yüksek Talep senaryosuna göre : 467.260 MWh ( yıllık %7.5 artış ile)
Düşük Talep senaryosuna göre : 424.780 MWh ( yıllık %6.5 artış ile) olmaktadır.

Yapılan projeksiyonlar, eski hızla olmasa da enerji talep hızının ileride de artmaya devam edeceğini (2021 yılına kadar düşük senaryoya göre, yüksek senaryoya göre) öngörmektedir. Ancak 2013 yılı gerçekleşmeleri,bu analizlerin bir kez daha sorgulanması gereğini ortaya koymaktadır. 2013 için %5,5 oranında bir artış tahmin edilirken,artış %1.5 kadar olmuştur.

Yıllık % 6,5-7,5 düzeyinde bir talep artışı öngörüsünün gerçekçi olup olmadığı sorgulanmalı ve planlamalar ona göre yapılmalıdır. Tüketim 2012'de %5,5, 2013'de %1.5 artmıştır. Dünya ölçeğinde etkin olan durgunluk ve önümüzdeki yıllarda %2-3'lük milli gelir artış öngörüleri dikkate alındığında, elektrik talep artış oranının da, düşük oranlarda olması söz konusudur. Türkiye'nin her yedi-sekiz yılda bir ciddi bir ekonomik krizle karşı karşıya kaldığı (1994, 1999, 2001, 2008-2009) dikkate alındığında; 10. Kalkınma Planında yer aldığı şekilde talebin ve tüketimin yüksek bir hızla, neredeyse doğrusal olarak yılık %6-7 artacağını varsayan öngörüler ve talep tahminleri gerçekçi değildir.

Bu tespitlere rağmen enerji talebinin gelişmiş ülkelere göre daha yüksek düzeyde oranlarda beklenen artışı, Türkiye'yi enerji yatırımları açısından dünya enerji sanayisi için önemli bir pazar haline getirmiştir.

EPDK tarafından yapılan açıklamalar ışığında, Türkiye'de 2010- 2023 döneminde yapılacak enerji yatırımlarının toplamının 120-130 milyar USD, 2030 yılına kadar ise 225-280 milyar USD olacağı tahmin edilmektedir. Yatırım tutarlarının ortalama %60'ının makina ve ekipmana ilişkin olacağı varsayımıyla, tahmin edilen enerji yatırımlarının 135-168 milyar USD'lik bölümünün makine ve ekipmana harcanacağı söylenebilmektedir. Bu durumda enerji yatırımlarında Türk sanayicisi yeterince yer almaz ise her yıl 7-8 milyar USD civarında bir tutarın enerji makine ve ekipman ithalatı için harcanacağı, bu tutarın da büyük bir bölümünün yurt dışına ödenmesi kaçınılmaz görünmektedir. Hazine Müşteşarlığı verilerine göre 2013 yılı makina ithalatı değeri 46,9 milyar dolar olarak tahmin edilmektedir. Bunun önemli bölümünün son yıllarda en önemli yatırımların yapıldığı enerji sektöründen kaynaklandığı düşünülmektedir.

Türkiye'nin enerji politikası, bugün uyguladığı, "ne pahasına olursa olsun daha çok enerji yatırımı, daha çok enerji üretim santralleri inşası" olmamalı, Türkiye'nin enerji politikası, " önceliği enerji üretim ve tüketiminde verimliliği arttırmaya vermek, bu uygulamalara rağmen karşılanmayan enerji ihtiyacının temini için, çevreye saygılı ve verdiği zarar asgari düzeyde olan, yerli yakıtlara/yenilenebilir kaynaklara uyumlu, tasarımları yerli mühendislik ile yapılmış, yerli müteahhit, yerli işgücü ile inşa edilmiş, uygun yerlerde konumlandırılmış, yeni yüksek verimli enerji santralları ve daha çok enerji üretimi olmalıdır."

Mühendislerin görevi; enerji üretimine kategorik karşıtlıklarla karşı çıkmak değil, ülkenin enerji politikalarının yerli ve yenilenebilir kaynaklara dayalı olmasını ve yeni santrallerin hangi kaynaklara dayalı olarak, hangi teknolojik tasarımlarla, en iyi nerelerde yapılabileceğini ortaya koymak, topluma yön vermek, sermaye gruplarının değil ülkenin ve toplumun çıkarlarını savunmak olmalıdır.

Enerji Makina ve Ekipmanlarının Yerli Üretimi konusu Türkiye'de çok senelerdir tartışılmakta olan bir konudur ve enerjinin üretilmesi, iletimi, dağıtımı ve depolanması faaliyetlerinde kullanılan makine, ekipman ve yardımcı malzemeleri üretim tesislerinde kullanılan teçhizatın yerli üretimi, her türlü projelendirme, imalat ve montaj hizmetlerinin yerli kaynak ve işgücü ile yapılmasını tanımlamaktadır. Bu tanım yabancı menşeli projelere göre yapılan imalat ve montaj işlerini de kapsamaktadır.

Türkiye, enerjide dışa bağımlılığı %73 civarında iken diğer yandan da enerji ekipmanları açısından da büyük ölçüde yurt dışı firmalara bağımlı durumdadır. Haliç'teki Silahtarağa Termik Santrali'nin 1913 yılında hizmete girdiği günden bu yana ülkemizde termik santral işletmesi bulunmakla birlikte tam olarak bir endüstri kurulamamış ve bu alanda bir Türk markası yaratılamamıştır. Geçen 100 yıllık sürede maalesef ülkemizde, özellikle, kazan, türbin, jeneratör, motor gibi teknoloji yoğun ekipmanlarda hala dışarıya bağımlılığımız devam etmektedir. Termik santralar için yerli kazan tasarımı ve imalatı ile ilgili geçmişte bir takım adımlar atılsa da devamı gelememiştir. Ayrıca, ülkemizde sadece teçhizat değil, toplam elektromekanik fiyatı içinde yaklaşık %30-50 paya sahip olan mühendislik hizmetleri de büyük ölçüde yabancı menşeidir. HES'te ise 1980'li yıllarda, 40 MW'lık Hirfanlı Hidroelektrik Santralının 4. Ünitesi; Ankara Şeker Makina Fabrikası, çeşitli sanayi kolları ve TEK atölyelerinde iki senede imal edilmiş ve montajı yapılarak ünite ticari işletmeye alınmış ve halen enerji üretimini sürdürmektedir. Yüzde yüze yakın yerli olarak yapılmış olması,

enerji üretim ve dağıtım makineleri ile teçhizatının üretimi için gerekli imalat sanayinin ülkemizde mevcut olduğunu, istendiği takdirde yapılabileceğini kanıtlaması yönünden iyi bir örnektir.

Enerji tesislerinin yurdışında projelendirilmesi ve imalatı yıllardır Türkiye için çok yönlü kayıplara yol açmaktadır. Örneğin yerli kömürün ancak yerli mühendislik tasarımları ile en iyi kullanılabileceği gerçeği gözardı edilmektedir. Çünkü yabancı firmalar santrali kurmakta, deneme çalışmasını tamamladıktan sonra, kesin kabulünü yapıp gitmektedir. İşletmecimiz, çoğu yerli termik santrallerde olduğu gibi santralin sorunları ile baş başa kalmaktadır. Eğer bu santralleri yerli firmalarımız, kendi kömürümüze özel olarak tasarlayarak, yerli sanayimizde ürettirerek kurmuş olsa idi yatırımcıyı her zaman, her bakımda, her arızada memnun etmek, düzgün/ etkili/ programlı bakım onarım yapmak, yurtiçinde başarılı olmak için değişik şartlara uyarlanabilen teknoloji ve mühendisliği ortaya koymak zorunda kalacaktı ve bu şekilde santrallarımızı tam kapasitede kullanabilme ve yatırımların bedelini sonuna kadar almamız da mümkün olabilecekti. Bir çok santralımız bu uzaktan yapılan tasarımlar nedeniyle kapasite düşüklüğünü gidermek için bir çok ek yatırımı yapmak zorunda kalmaktadır. Bu ise gerçek yatırım bedelleri içinde gözükmemektedir.

Enerji Makina ve Ekipmanlarının Yerli Üretimi konusu, son yıllarda gündeme gelen ancak üzerine ciddiyetle gidilmediği için halen de fazla bir gelişme sağlanmamış bir konudur. Türkiye yıllardır işlettiği, ama hala kendi tasarımını/teknolojisini geliştiremediği termik santral teknolojisine sahip olabilir. Aynı şekilde rüzgâr türbinlerini, hidrolik türbinleri, azami yerli kapsamda üretebilir. Kendi termik ve yenilenebilir santrallerimizi, kendi kaynaklarımıza uygun olarak kendimiz tasarlamalı, imal etmeli, yerinde monte etmeli, çalıştırmalı ve işletebilmelmeliyiz. Bunun için sadece kararlı ve etkili politikanın yönlendiriciliğine ihtiyaç duyulmaktadır.

Enerji ekipmanları sektörü, enerji sektörünün gelişimine doğrudan bağımlı olan sektördür ve ekipmanların üretiminde kullanılan malzemeler ve teknoloji gereği imalat sanayinin pek çok alt dalıyla ilişki içerisindedir. Teknoloji yoğun, özellikli ve lisanslı üretim gerektiren bu sektörde, ciddi finansman gerektiren kayda değer büyüklükteki teknoloji yatırımlarına ihtiyaç vardır. Teknoloji ve piyasa açısından bakıldığında, enerji sektörü son yıllarda teknolojik gelişmelerin en fazla olduğu sektörlerden birisidir. Enerji üreten makinaların fiyatlarının ülkelere göre belirgin farklılıklar göstermesi, büyük ölçüde gidi maliyetlerine ve teknolojinin gelişmişlik seviyesine bağlıdır. Türkiye uzun yıllardır yaptığı işletmecilik ile bu teknoloji ve girdilerinin ne olması gerektiği konusunda birikime sahip çok sayıda nitelikli mühendis ve sanayi işletmesine sahiptir.

Enerji alanındaki yatırımcılar, genellikle santral projesine başlarken her detay için yeterli planlama ve hazırlık yapmamakta, inşaat yatırımlarının sonlarına doğru teçhizat için fiyat araştırmasını başlatmaktalar. İşte bu aşamada yerli üretim, veya ekipman fiyatlarının ekonomik yönden daha cazip hale getirilebilmesi olanakları aranmaya başlanılmakta ancak yatırımın zaman kaybına tahammülü olmaması nedeniyle yatırımcı, bu aşamada ilk yatırımı daha düşük olan ancak verimliliği düşük çözümlere yönelebilmektedir. Oysa, ülkemizin yatırım ve işletim deneyimleri, yerli ekipman üretiminin; ülkemizdeki mevcut teknoloji alt yapısı ve özellikle imalat sanayimiz ve mühendislik seviyesi ile rahatlıkla yapılabileceğini göstermektedir ve bu konuda sektör içinde yaygın bir kanaat mevcuttur. Ülkemiz iç piyasasında alışkanlıkları değiştirecek yönlendirmeler yapılmalı, Kore ve benzeri ülke modellerinde olduğu gibi Türkiye markalı uluslararası rekabette güçlü teknolojinin üretimi ve kullanımı bu aşamada mutlaka desteklenmelidir.

Kamu sektörü geçmişte finansman ihtiyacı nedeniyle yabancı yatırımcıya öncelik vermiş, "En ucuz", "Finansmanı var" diye, tasarımı/üretimi, verimsiz ve kalitesiz termik santraller almıştır. Bu eski santraller yerli yakıta ve çevre şartlarına uyum gösteremeyerek, çabuk yaşlanmıştır. O santralleri imal eden yabancı firmaların bir çoğu ortadan kalkmış veya iflas etmiş veya satın alınmıştır. Batı Avrupa, Kuzey Amerika firmaları artık pahalı ekipman satar/bir anlamda artık satamaz hale gelmişlerdir. Son yıllarda, ülkemiz pazarına Uzakdoğulu (Hint, Çin, Kore) firmalar termik santral inşaat piyasasına daha uygun fiyatlarla girmeye başlamıştır. Bu firmaların maliyetleri daha düşük olup, piyasaya hakim olma konusunda ciddi hedefleri bulunmaktadır. Bu nedenle Türkiye piyasasında uzak doğulu firmalar egemen olmaya başlamıştır.

Bu yeni gelişmeleri ülkemiz ekonomi yönetimi yakından izlemeli, geçmişte Türkiye pazarına hakim olan ucuz teknolojiler nedeniyle, başlarken yarım bıraktığı "Enerji Makina ve Ekipmanlarının Yerli Üretimi" konusunu ne pahasına olursa olsun desteklemeli, aynı hataya bir daha düşmeyecek şekilde etkin bir stratejiyi uygulamaya koymalıdır.

Türkiye sadece kendi yüksek yatırım ihtiyacı için değil, hızla gelişen komşu coğrafyalardaki enerji tesisi yatırım pazarlarında da var olacak şekilde enerji ekipmanı üretim sanayisini desteklemelidir. Ayrıca bu konu enerji yatırımlarının her 1 milyon dolar için 12 kişiden başlayan sayıda istihdam yaratması nedeniyle, önemli bir istihdam projesidir.

Bilim Teknoloji Yüksek Kurulu'nun 11 Haziran 2013 tarihindeki 26. toplantısında TÜBİTAK tarafından geliştirilen enerji sektöründe yerli imalat proje kararları (EK-1.1), BTYK 23. Enerji, Su ve Gıda Alanlarında Ulusal Ar-Ge ve Yenilik Stratejilerinin Hazırlanması [2010/101] gündem maddesinin eki olarak sunulan Ulusal Enerji AR-GE ve Yenilik Stratejisi, 10. Beş Yıllık Kalkınma Planı, bu konuda gereken desteğin verilmesi konusunda çok açık maddeler ve öngörüler içermektedir. Bu dökümanlar kararlı bir politika yansıması olarak kabul edilmelidir. Önemli olan etkin uygulamaların gerçekleşmesi, Enerji ve Tabii Kaynak Bakanlığı ve diğer ilgili kuruluşların konunun takipçisi olması ve gerekli kaynakların zamanında bu işe tahsis edilmesidir.

Sonuç olarak Türkiye; enerji ekipmanları üretimini; tasarım ve projesinden üretim ve montajına kadar yerli kaynaklara dayalı olarak geliştirmeyi ve dünya çapında patent ve markalarla mühendislik, ekipman ve müteahhitlik ihraç etmeyi hedeflemelidir.

Raporumuz; Enerji Makina ve Ekipmanlarının Yerli Üretimi konusunda ülkemizde son yıllarda neler yaşandığını, teknolojiler bazında ihtiyaçlar, yetenekler ve potansiyel konusunda hangi noktada olduğumuzu irdelemekte ve geleceğe ilişkin öneriler sunmaktadır.

**EK-1.1 BİLİM TEKNOLOJİ YÜKSEK KURULU'NUN 11 HAZİRAN 2013 TARİHİNDEKİ 26. TOPLANTISINDA TÜBİTAK TARAFINDAN GELİŞTİRİLEN ENERJİ SEKTÖRÜNDE YERLİ İMALAT PROJE KARARLARI:**

***1. Hidroelektrik Enerjisi Teknolojilerinin Geliştirilmesi (MİLHES) [2013/202]***

**KARAR**

Hidroelektrik enerjisi teknolojilerine yönelik tasarım ve üretim kabiliyetinin ülkemize kazandırılması, kamu-özel sektör işbirliği ile 5 yıl içinde başlangıç olarak 5 MW, daha sonrasında 20 MW ve üzeri güce sahip santrallerde %80 yerlilik oranı hedefine ulaşılması için;

- Gerekli çalışmaların Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve TÜBİTAK öncülüğünde yapılmasına,
- Geliştirilecek teknolojiler için küresel ticari rekabet koşullarının oluşturulmasına ve yaygınlaştırılmasına yönelik stratejilerin ve mekanizmaların hazırlanmasına,
- Uygulamanın yapılacağı sahaların belirlenmesine ve gerekli izinlerin verilmesine,
- Bu çalışmaların yürütülmesi için ilgili Bakanlık ve kuruluşlarımızın kaynak tahsisi de dahil olmak üzere gerekli desteği vermesine,

karar verilmiştir.

**SORUMLU KURULUŞLAR**
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
- TÜBİTAK

**İLGİLİ KURULUŞLAR**
- Kalkınma Bakanlığı
- Ekonomi Bakanlığı
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı

**GEREKÇE**

Ülkemizde kişi başına yıllık elektrik tüketimi 3.060 kWh düzeylerinde olup, bu miktar kalkınmış ve kalkınmakta olan ülkeler ortalamasının çok altındadır. Ülkemizin ekonomik ve sosyal bakımdan kalkınmasının sağlanması için 2023 yılı sanayileşme ve yüksek teknoloji odaklı ihracat hedefleri de değerlendirildiğinde, endüstrinin ve diğer kullanıcıların ihtiyacı olan enerjinin, yerinde, zamanında ve güvenilir bir şekilde karşılanması çok önemlidir.

Teknik potansiyelin, mevcut ve beklenen yerel ekonomik şartlar içinde geliştirilebilecek bölümü ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyel olarak adlandırılmakla beraber gelişen teknoloji ve artan enerji fiyatları teknik ve ekonomik potansiyelimizin teknik potansiyele yaklaşmasını sağlamıştır. Ülkemiz hidrolik kaynaklarımız bakımından incelendiğinde teknik olarak hidroelektrik potansiyelinin 433 milyar kWh/yıl, ekonomik hidroelektrik enerji potansiyelinin ise 140 milyar kWh/yıl olduğu değerlendirilmektedir. Bu değerlerle, Türkiye'nin teknik hidroelektrik potansiyeli dünya teknik potansiyelinin %1,5'ine, Avrupa teknik potansiyelinin ise %17,6'sına tekabül etmektedir.

Ayrıca, ülkemizde elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde hidrolik enerji kaynaklarının oranı oldukça yüksektir (%29). 2023 yılı için de hidroelektrik enerji potansiyelinin %100 olarak kullanılması hedeflenmektedir.

Bu nedenlerle; işletmede olan santrallerin rehabilitasyon ve modernizasyonu gerekmekte ve aşağıda listelenmekte olan ihtiyaçları doğurmaktadır:

- Günümüz teknolojisiyle üretilen türbin ve jeneratörlerin verimleri çalışan ünitelere göre %5-10 arasında artmıştır.
- Yaşlanmaya bağlı olarak ünitelerin verimlerinde yaklaşık yılda %0,2 düşüş meydana geldiği görülmektedir. 15 yıl ve üstünde çalışan santrallerde proje değeri veriminin yaklaşık %3-10 oranında düşme gösterdiği ortaya çıkmaktadır.
- Otomasyon alanında gelişen teknoloji (SCADA sistemi), ünitelerin optimum çalışma noktalarında çalıştırılması, teçhizatın hasar görmesini engelleyecek erken teşhis sisteminin ve beklenmedik zamanlarda karşılaşabileceğimiz arızalara karşı emniyetli çalışma imkânları nedeniyle çok önemlidir.
- Yedekleri bulunmayan eski teknoloji kontrol, kumanda alarm, gösterge ve ölçü aletleri işletmecilik ve bakım-onarım işlerinde maliyet artışı ve zorluklar getirmektedir.

Mevcut santrallerimizde yapılan elektromekanik ve elektronik rehabilitasyon çalışmaları ile ülke ekonomisine büyük katkılar sağlanmış olmakla beraber; aynı zamanda ülkemizde HES teknolojileri ve rehabilitasyonu için gerekli tüm elektromekanik teçhizat ve otomasyon sisteminin (SCADA sisteminin) tasarımlarının ve üretimlerinin yerli olarak geliştirilmesine büyük ihtiyaç duyulduğu, bu anlamda da büyük oranda dışa bağımlı olduğumuzu öne çıkarmıştır. Örneğin; geliştirilecek yerli teknolojiler ile 16 milyar dolar'ın ülkemizde kalması öngörülmektedir. Ayrıca, maliyeti 1,5 milyar dolar'ı bulan HES rehabilitasyon projelerinde de yerli teknolojinin kullanılması sağlanacaktır.

HES teknolojileri alanında yurt dışına olan bağımlılığı azaltmak ve sanayimizi üretici haline getirmek için bu konuda Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerinin desteklenmesi büyük önem arz etmektedir.

***2. Rüzgâr Enerjisi Santrali Teknolojilerinin Geliştirilmesi (MİLRES) [2013/203]***

**KARAR**

2023 yılında rüzgar enerjisi santralleri için öngörülen 20 GW kurulu güç hedefine, kamu-özel sektör işbirliğinde geliştirilecek rüzgar türbin sistemlerinde (500 kW ve 2,5 MW) %80 yerli teknoloji ile ulaşılması için,

- Gerekli çalışmaların Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve TÜBİTAK öncülüğünde yapılmasına,
- Geliştirilecek teknolojiler için küresel ticari rekabet koşullarının oluşturulmasına ve yaygınlaştırılmasına yönelik stratejilerin ve mekanizmaların hazırlanmasına,
- Uygulamanın yapılacağı sahaların belirlenmesine ve gerekli izinlerin verilmesine,
- Bu çalışmaların yürütülmesi için ilgili Bakanlık ve kuruluşlarımızın kaynak tahsisi de dahil olmak üzere gerekli desteği vermesine,

karar verilmiştir.

**SORUMLU KURULUŞLAR**

- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
- TÜBİTAK

**İLGİLİ KURULUŞLAR**

- Kalkınma Bakanlığı
- Ekonomi Bakanlığı

**GEREKÇE**

Enerji ihtiyacında 2023 yılında beklenen büyük artışın yanı sıra, özellikle tüketilen enerjinin hangi kaynaklardan karşılandığı da çok önemlidir. Bu durum tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de enerji arzı güvenliği açısından yeni açılımları zorunlu hale getirmektedir. Fosil esaslı yakıt kaynaklarının sınırlı olması ve çevreye verdikleri zararlar da alternatif enerji kaynaklarını gündeme getirmekte; rüzgâr, jeotermal, güneş ve modern biyokütle enerjisi teknolojilerinin enerji üretiminde dünya pazarlarında artan oranda yer almasını tetiklemektedir.

Rüzgar enerjisi, Yatırımın Geri Ödeme Süresi ölçütü ile değerlendirildiğinde, hidroelektrik enerji de dahil diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre avantajlı olarak öne çıkmaktadır. Yine diğer yenilenebilir enerji kaynakları ile kıyaslandığında, maliyet ve uygulama avantajları nedeniyle de rüzgâr enerjisinin kullanımı hızla yaygınlaşmakta; teknolojisi hızla gelişmektedir. Bu nedenle, rüzgâr enerjisi sektörü 74,2 milyar dolar'lık pazar payı ve toplam 285,7 GW kurulu güç değeri ile (2012) dünya enerji piyasasının önemli bir oyuncusu konumuna gelmiştir.

Ülkemizin teorik rüzgâr enerjisi potansiyeli 83 GW mertebesindedir. Ayrıca, ülkemiz AB ülkeleri içerisinde İrlanda ve İngiltere'den sonra üçüncü büyük rüzgâr potansiyeline sahip olan ülke konumundadır. Küresel ölçekte de potansiyel bakımından ilk sıralarda yer almaktadır. Ancak mevcut durumda bu potansiyelini değerlendirilebilecek teknolojiye henüz sahip değildir.

Öte yandan, artan doğal gaz ve petrol fiyatları da rüzgâr enerjisi teknolojisinin büyük bir hızla gelişme göstermesini sağlamıştır. Hem dünyada hem de ülkemizde rüzgâr enerjisi santralleri için oluşan talep türbin üreticilerinin kapasitesinin aşacak şekilde hızla büyümektedir. Ülkemizde kurulan santrallerin hepsi dışa bağımlılığımızı artıran (1 MW başına 1 milyon avro) ve ithal edilen teknolojiler ve sistemlerdir. Yerli lisanslı parça ve türbin üretimi başlamış olsa da, dünyada ve Avrupa'da hızla gelişen teknolojiye paralel olarak üretim ve teknoloji gelişimi görülmemektedir. Genellikle dünyada ve Avrupa'da terk edilmeye başlanmış küçük kapasiteli sistemler yapılmaktadır. 2023 yılı için elektrik üretiminde rüzgâr enerjisi payının 20 GW olması hedeflendiği de göz önüne alındığında; ülkemizin potansiyelini en verimli düzeyde kullanılmasını sağlaması yanında dışa bağımlılığı artırmayacak büyük sistemler kurulması ve buna uygun teknolojilerin geliştirilmesi için (500 kW ve 2,5 MW) bir an önce Ar-Ge ve yatırım desteği gerekmektedir.

Yapılan çalışmalar, yerli üretim girişiminin başlatılması için yerli pazarın belli bir büyüklükte olmasının yanı sıra; rüzgâr türbinleri için yeterli büyüklükte, kararlı yıllık talebin mevcudiyetinin önemli faktörler olduğunu göstermektedir. Ülkemizde mevcut rüzgâr potansiyeli değerlendirildiğinde yerli rüzgâr teknolojisinin gelişimi için özellikle ürün geliştirme ve test altyapısının kurulumuna yönelik desteklere büyük ihtiyaç duyulduğu da görülmektedir.

Rüzgâr enerjisi teknolojisinin ülkemizde gelişmesi, büyük oranda paranın yurtdışına çıkmasının önlenmesinin yanında; ciddi oranda istihdam oluşturulması ve yurtdışı pazarlara hızlı açılım sağlanması nedeniyle de büyük önem arz etmektedir.

### *3. Güneş Enerjisi Teknolojilerinin Ülkemize Kazandırılması (MİLGES) [2013/204]*

**KARAR**

Güneş enerjisi teknolojilerinin ülkemize kazandırılması ve kamu-özel sektör işbirliği ile alt sistem teknolojileri tasarımında 5 yıl içinde toplam %80 yerlilik oranı hedefine ulaşılması için;

- Gerekli çalışmaların Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve TÜBİTAK öncülüğünde yapılmasına,
- Geliştirilecek teknolojiler için küresel ticari rekabet koşullarının oluşturulmasına ve yaygınlaştırılmasına yönelik stratejilerin ve mekanizmaların hazırlanmasına,
- Uygulamanın yapılacağı sahaların belirlenmesine ve gerekli izinlerin verilmesine,
- Bu çalışmaların yürütülmesi için ilgili Bakanlık ve kuruluşlarımızın kaynak tahsisi de dahil olmak üzere gerekli desteği vermesine,

karar verilmiştir.

**SORUMLU KURULUŞLAR**
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
- TÜBİTAK

**İLGİLİ KURULUŞLAR**

- Kalkınma Bakanlığı
- Ekonomi Bakanlığı
- Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı

**GEREKÇE**

Dünyadaki enerji talebi artışı ile birlikte ülkemizde de enerji ihtiyacı sürekli olarak artmakta ve bu artışa paralel olarak enerjide dışa bağımlılığımız da artmaktadır.

Enerji üretimi bakımından kendi kendine yeterli olmayan ülkemizin, 2011 yılında birincil enerji arzı 115 milyon ton petrol eşdeğer (MTEP) olmuştur. 2023 yılında birincil enerji arzının 218 MTEP olması öngörülmekte ve %90 oranında artış beklenmektedir. Bu artış oranı, hem OECD ülkeleri hem de Dünya ortalamasının çok üzerinde gerçekleşmesi beklenen bir değerdir. Bunun yanında, ülkemiz 2011 yılında enerji talebinin yaklaşık % 70'ini ithal etmiştir. Özellikle petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlara bağımlığımızın çok yüksek olması, enerji arz güvenliğimizi tehdit etmektedir. Enerji arz güvenliğinden kaynaklanan riskleri azaltmak için, yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına öncelik verilerek kaynak çeşitlendirmesinin sağlanması aciliyetle değerlendirilmesi gereken bir durumdur.

Tüm yenilenebilir enerji kaynaklarının ortak özellikleri çevreye dost, sürdürülebilir ve yerli kaynaklardan elde edilebilir olmasıdır. Bu sayede, tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de artan enerji ihtiyacının karşılanmasına yönelik, çok yüksek fiyatlara ithal ettiğimiz fosil enerji kaynaklarına alternatif olarak öne çıkmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynakları açısından değerlendirildiğinde büyük bir potansiyele sahip olduğu bilinen ülkemizde; güneş enerjisinde yıllık 380 milyar kWh'lık potansiyel mevcuttur. Bu da 2012 yılında ülkemizde üretilen 240 milyar kWh'lık elektrik enerjisinin 1,6 katına tekabül etmektedir.

Dünya genelinde güneş enerjisi teknolojileri gelişmelerine bakıldığında, AB ülkelerinin, özellikle Almanya'nın güneş enerjisi teknolojilerine yatırımı ve geri kazanımında lider olduğu görülmektedir.

Öte yandan, Asya ülkelerinin, özellikle de Çin'in önümüzdeki yıllarda bu alandaki yatırımlarını daha da artırması beklenmektedir.

Avrupa Güneş Pili (Fotovoltaik) Sanayi Birliği (EPIA) verilerine göre, 2012 yılında dünyada güneş pili sistemlerinin sayısı büyük bir artış göstererek, 31 GW'lık ek enerji sağlayacak düzeye erişmiştir. Aynı rapor, birçok Avrupa ülkesinde güneş enerjisinin toplam enerji üretimi içerisindeki payının da arttığını ortaya koymaktadır. Yine, 2020 yılında yıllık 160 GW kurulu güç kapasitesi ile toplam 230 milyar avro'luk pazar potansiyeline ulaşılması beklenmektedir.

FV teknolojilerinde yoğun bir biçimde sürdürülmekte olan küresel Ar-Ge çalışmalarının en önemli hedefi, FV sistemler ile üretilen elektriğin maliyetini, kömür, doğalgaz gibi fosil yakıtlar yakan ya da nükleer yakıtlarla çalışan santrallerde elde edilen elektriğin maliyetini düşürmektir. Bu nedenle, gelişen teknoloji ve artan enerji açığı bütün ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de, enerji karmasındaki yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artırılmasını ve yenilenebilir enerji teknolojileri ve Ar-Ge'sine ağırlık verilmesini gerekli hale getirmektedir.

Ülkemizin güneş enerjisi konusunda politika belgelerinde net bir hedefi bulunmamakla birlikte; bazı raporlarda toplam enerji üretiminde güneş enerjisi hedefinin 2023 yılında 3000 MW olarak gerçekleşmesi beklendiği belirtilmektedir. Buna göre, GES kurulumunun yerli olarak yapılması ile 5 milyar dolar'lık dövizin yurt içinde kalacağı ve kazanılacak teknoloji ile dünya güneş enerjisi sektöründe önemli bir yere gelineceği öngörülmektedir.

Güneş enerjisinde yüksek potansiyele sahip olan ülkemizde elektrik üretiminde güneş enerjisi teknolojilerinin kullanılması; büyük oranda paranın yurt dışına çıkmasının önlenmesinin yanında; ciddi oranda istihdam oluşturulması ve yurt dışı pazarlara hızlı açılım sağlanması nedeniyle de büyük önem arz etmektedir. Dolayısıyla, güneş enerjisi teknolojilerinde Ar-Ge'nin desteklenmesi ve yatırımların artırılması gerekmektedir.

### *4. Kömür Gazlaştırma ve Sıvı Yakıt Üretimi Teknolojilerinin Geliştirilmesi [2013/206]*

**KARAR**

Kömür gazlaştırma ve elde edilen sentez gazından sıvı yakıt üretimi teknolojilerinin ülkemize kazandırılması, kamu-özel sektör işbirliği ile 5 yıl içinde %75 yerlilik oranı hedefine ulaşılması için;

- Gerekli çalışmaların Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve TÜBİTAK öncülüğünde yapılmasına,
- Geliştirilecek teknolojiler için küresel ticari rekabet koşullarının oluşturulmasına ve yaygınlaştırılmasına yönelik stratejilerin ve mekanizmaların hazırlanmasına,
- Uygulamanın yapılacağı sahaların belirlenmesine ve gerekli izinlerin verilmesine,
- Bu çalışmaların yürütülmesi için ilgili Bakanlık ve kuruluşlarımızın kaynak tahsisi de dahil olmak üzere gerekli desteği vermesine,

karar verilmiştir.

**SORUMLU KURULUŞLAR**
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
- TÜBİTAK

**İLGİLİ KURULUŞLAR**
- Kalkınma Bakanlığı
- Ekonomi Bakanlığı

**GEREKÇE**

Sürdürülebilir gelişim için enerjinin üç temel bileşeni; yeterli enerji kaynağı, teknolojilerin teknik ve ekonomik uygulanabilirliği ile çevre dostu olmasıdır. Bu kapsamda dünyada, gerek çevre kirliliği kaygıları ve gerekse petrole dayalı enerji kaynaklarının giderek azalmaya yüz tutması ve fiyatlarının artması nedeniyle enerji teknolojileri alanında hissedilebilir bir değişim ve gelişim süreci yaşanmaktadır. Kömür, önemli bir enerji kaynağı olmasına ve halen yaygın olarak kullanılmasına rağmen, özellikle verimliliğinin arttırılması ve çevresel etkilerinin azaltılması açısından ileri teknolojilerin kullanımını gerekli kılmaktadır. Son yıllarda, kömür ve biyokütle kaynaklarından ileri dönüşüm teknolojileri kullanılarak sıvı yakıt ve çeşitli kimyasallar elde etmek ve bunları temiz ve verimli bir şekilde enerji üretimi, ulaşım ve diğer sektörlerde kullanmaya yönelik yoğun Ar-Ge ve teknoloji uygulama çalışmaları gerçekleştirilmektedir.

Türkiye, enerji üretiminde hem enerji kaynağı hem de kullanılan enerji teknolojileri açısından büyük ölçüde dışa bağımlı bir ülkedir. Dolayısıyla, gerek ulusal gerekse uluslararası pazarda oldukça yaygın bir uygulama alanı ve pazar potansiyeli olan, giderek yaygınlaşarak ticarileşme süreci içerisine giren ve hızlanarak devam edeceği ön görülen kömür ve biyokütlenin gazlaştırması, elde edilen sentez gazından sıvı yakıt üretimi, bu yakıtların enerji üretim ve ulaşım sektöründe kullanımına yönelik teknolojiler konusunda bilgi sahibi olunması ülkemiz için büyük bir katma değer sağlayacaktır.

Bu sebeple, ülkemizin sürdürülebilir kalkınması ve enerji güvenliği açısından yaygın ve ulusal kaynağı olan kömür ve biyokütle karışımlarından, daha ekonomik, daha verimli, daha temiz ve çevre dostu sıvı yakıt üretimi; yüksek verimlilikte ayrıklaştırılmış ve merkezi santraller için uygulanabilir teknolojilerin geliştirilmesi ve sonuçların uygulamaya aktarılması büyük önem arz etmektedir. Temiz kömür teknolojilerinin geliştirilmesi özellikle, enerji ve çevre açısından kabul edilebilir temiz yakıtların üretilebilmesine, ithal edilen petrole olan bağımlılığın azaltılabilmesine ve yakıt çeşitliliğinin sağlanmasına katkı sağlayacaktır. Ayrıca; endüstriyel bir tesisin yatırım maliyetinin 2-3 milyar dolar ve bu bütçe içerisinde mühendislik ve teknolojik bilgi payının yaklaşık %25-30 olduğu dikkate alındığında ülkemiz için önemli bir fırsat ve alternatif oluşturacaktır.

Dolayısıyla;

- Kömür ve biyokütle gazlaştırma teknolojileri,
- Gaz temizleme teknolojileri,
- Gaz şartlandırma teknolojileri
- $CO_2$ ayırma teknolojileri,
- Sentez gazının sıvı yakıtlara dönüştürülmesi sistemleri,
- Sentez gazının güç üretim sistemlerinde kullanımı

konularında teknoloji geliştirilmesine yönelik uygulamalı Ar-Ge çalışmaları teşvik edilmelidir.

Bu kapsamda yakıt besleme, gazlaştırma, gaz temizleme, gaz şartlandırma ve ayırma, sıvı yakıt üretimi, elektrik ve ısı üretim sistemleri bir bütün olarak entegre edilerek, hedeflenen endüstriyel ölçek tesislerin kurulumu için pilot, demo ve öncü tesisler ölçeğinde tüm sistem ve alt sistemlerin tasarımı, imalatı, montajı ve işletimi ile ilgili teknolojik bilgi paketlerinin oluşturulması gereklidir.

# 2. ÜLKEMİZDEKİ ENERJİ YATIRIMLARININ MEVCUT DURUMU VE YATIRIMLARIN İRDELENMESİ

## 2.1 Enerjide Dışa Bağımlılık

Ülkemizde enerji tüketimi artarken, enerjideki dış bağımlılık ve enerji ithalatı için artan ödeme miktarı da önemli ölçüde artmıştır. 1990-2012 döneminde birincil enerji tüketimi %128,7 toplam enerji ithalatı %203 oranında artarken, yerli üretimdeki artış %34,47 düzeyinde kalmıştır. Değişimler Tablo 2.1'de yer almaktadır.

**Tablo 2.1** Türkiye'nin Genel Enerji Dengesi (1990 – 2012)

| | 1990 | 2012 | Değişim |
|---|---|---|---|
| **Toplam Enerji Talebi *(milyon tep)*** | 52,9 | 120,98 | ↑ %128,70↑ |
| **Toplam Yerli Üretim *(milyon tep)*** | 25,6 | 34,47 | ↑ %34,65↑ |
| **Toplam Enerji İthalatı *(milyon tep)*** | 30,9 | 93,83 | ↑ %203,66↑ |
| **Yerli Üretimin Talebi Karşılama Oranı** | % 48 | % 28,5 | ↓ - %40,63 ↓ |

Hızla artan enerji girdileri ithalatı içinde ilk sırada petrol ve petrol ürünleri almakta, petrolü doğal gaz ve taş kömürü takip etmektedir. 2012'de enerji girdileri ithalatı ulaştığı 60.1 milyar dolarlık hacimle, tüm ithalatın %23.1'ini oluşturmuştur. 2009-2012 dönemi verileri Tablo 2.2'de verilmiştir.

**Tablo 2.2** Türkiye Enerji Girdileri İthalatı(2009 – 2012)

| (Milyar ABD Doları) | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|---|---|---|---|---|
| **Ham Petrol ve Petrol Ürünleri** | 14,9 | 20,6 | 29,2 | 31,5 |
| **Doğalgaz** | 11,6 | 14,1 | 20,2 | 23,2 |
| **Taş Kömürü** | 3,1 | 3,3 | 4,1 | 4,6 |
| **Toplam Enerji Girdileri İthalatı** | 29,9 | 38,5 | 54,1 | 60,1 |
| **Türkiye Toplam İthalatı** | 140,9 | 185,5 | 240,8 | 236,5 |
| **Petrol ve Gaz İthalatının Toplam İthalat İçinde Payı** | %18,8 | %18,7 | %20,5 | %23,1 |

## 2.2 Elektrik Üretimi, Projeksiyonlar ve Yeni Projeler

2012 enerji üretimi 239.497 GWh olmuştur. Dışalım-satım farkından gelen 2.873 GWh ile 2012 yılında 242.370 GWh elektrik tüketimi gerçekleşmiştir. 2013'ün geçici verilerine bakıldığında tüketim artış hızında büyük bir düşüş sözkonusudur. 2013 için % 5.5 oranında bir artış tahmin edilirken, artış %1'i biraz aşmıştır.

Şekil 2.1'de görüleceği üzere, uzun yıllardan bu yana kriz yılları dışındaki yıllarda elektrik tüketimi hızlı bir artış göstermektedir.

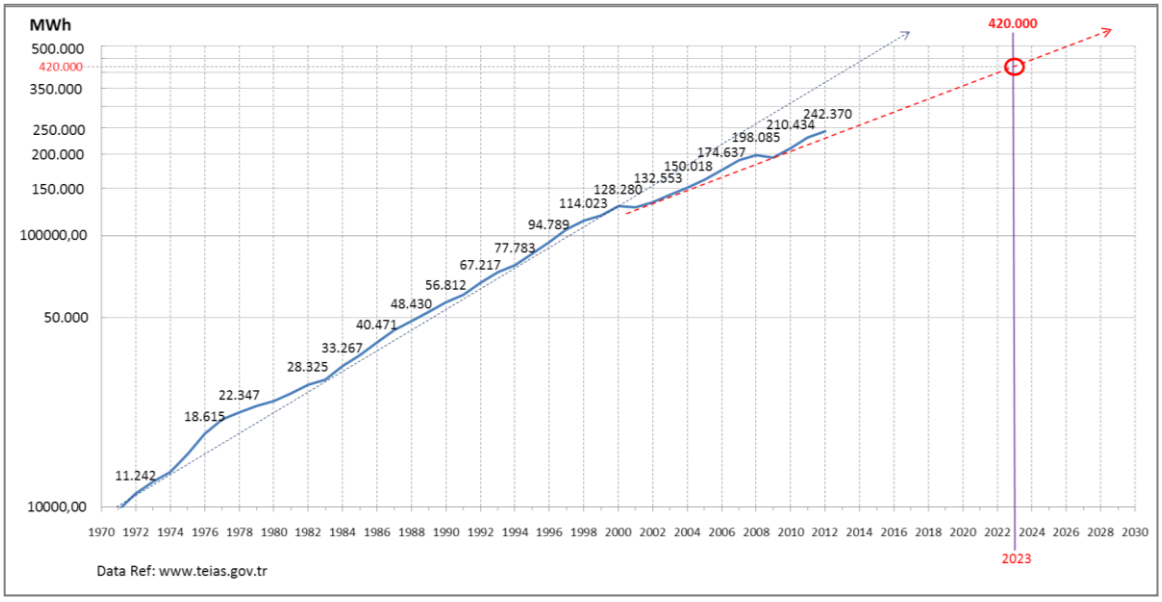
Türkiye'nin elektrik enerjisini ihtiyacı tahmini ve bu ihtiyacın hangi kaynaklarla karşılanacağı halen TEİAŞ tarafından 10 yıllık geleceği kapsayacak şekilde yapılmakta ve her yıl revize edilmektedir. Çalışmada, en az 1 yıl öncesine kadar olan veriler kullanıldığından, raporlar fiilen raporun yayınlanma tarihi itibarıyla en fazla 9 yıl sonrasına yönelik olabilmektedir.

TEİAŞ'ın hazırlamış olduğu Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2012 – 2021) raporu Bölüm VI'da Türkiye'nin talep değerleri 2021 yılında;

- Yüksek Talep senaryosuna göre: 467.260 MWh
- Düşük Talep senaryosuna göre: 424.780 MWh olmaktadır.

Zamanla artan tüketim değerleri, son 11 yılın düşük tüketim trendi uzun dönemde devam etse dahi miktar olarak önemli seviyelere ulaşmaktadır. Örneğin;

- 1980 yılında elektrik tüketimimiz 24.616,5 MWh iken, bir sonraki sene %6,8 tüketim artışı ile 1.672,5 MWh'lik bir ilave elektrik tüketimi karşılanmıştır.
- 2012 yılı tüketim artışı %5,2 olmasına rağmen 2011 yılına göre 2012 yılında 12.063,6 MWh daha fazla elektrik tüketimi karşılanmıştır.
- 2023 yılında ise en az 21.239 MWh, 2030 yılında en az 35.000 MWh ilave yıllık elektrik üretim kapasitesi gerekebilecektir.




**Şekil 2.1** Üstel Skalada Türkiye'nin Yıllık Elektrik Enerjisi Tüketim Artışı

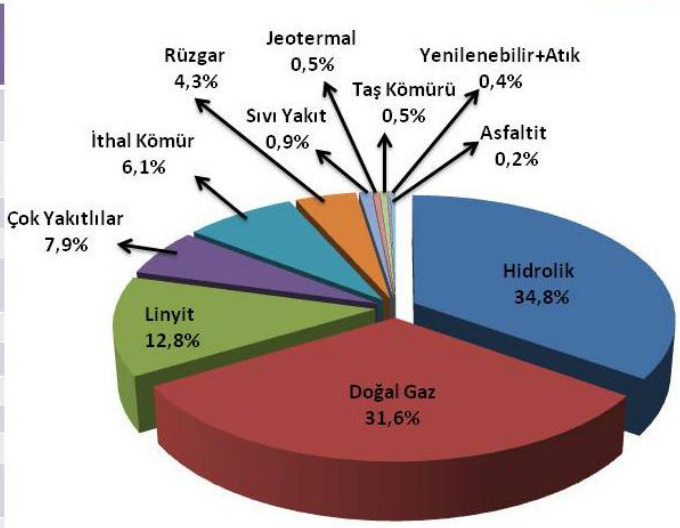
TEİAŞ Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2012-2021) Raporunda, önümüzdeki 9 yılda gerek düşük, gerekse yüksek talep tahmin senaryolarına göre Türkiye elektriğinin üretim miktarının içinde bulunduğumuz yılda termik santraller payının %60'tan 2021 yılına kadar %57'ye düşürülmesi, hidrolik kaynaklardan üretilen elektriğin payının %36 olarak

korunacağı, RES ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklardan üretilen elektriğin payının ise 2013'te %4'ten 2021'de %7'ye artırılması öngörülmüştür. Raporda sunulan çeşitli senaryolara göre ise, doğalgazla üretilen elektriğin payının %40'ların altına inmeyeceği öngörülmektedir. Raporda, güneş enerjisi ile elektrik üretimine ilişkin herhangi bir kapasite tahmini bulunmamaktadır.

2000 yılında Türkiye'nin elektrik enerjisinde kurulu gücü 27.264 MW, termik kurulu gücü 16.070 MW (%59) iken 2013 sonu itibari ile kurulu gücü 64.044 MW, termik kurulu gücü ise 38.684.50 MW (% 60,4) olmuştur.

Aralık 2013 sonu itibariyle Türkiye'nin kurulu gücü 64.044 MW'ye ulaşmıştır (2012 sonunda 57.059,4 MW). En büyük pay hidrolik kaynaklara (%34,8) ait olmakta, hidroliği doğalgaz (%31,65), linyit (%12,834) ve ithal kömür (%6.11) izlemektedir.

| Kaynak Türü | Kurulu Güç (MW) | Kurulu Güç Payı (%) |
|---|---|---|
| Hidrolik | 22.289,1 | 34,8 |
| Doğal Gaz | 20.269,9 | 31,6 |
| Linyit | 8.215,2 | 12,8 |
| İthal Kömür | 3.912,6 | 6,1 |
| Çok Yakıtlılar | 5.041,6 | 7,9 |
| Rüzgar | 2.759,6 | 4,3 |
| Sıvı Yakıt | 573,3 | 0,9 |
| Taş Kömürü | 300,0 | 0,5 |
| Jeotermal | 310,8 | 0,5 |
| Asfaltit | 135,0 | 0,2 |
| Yenilenebilir +Atık | 236,9 | 0,4 |
| Toplam | 64.044,0 | 100,0 |

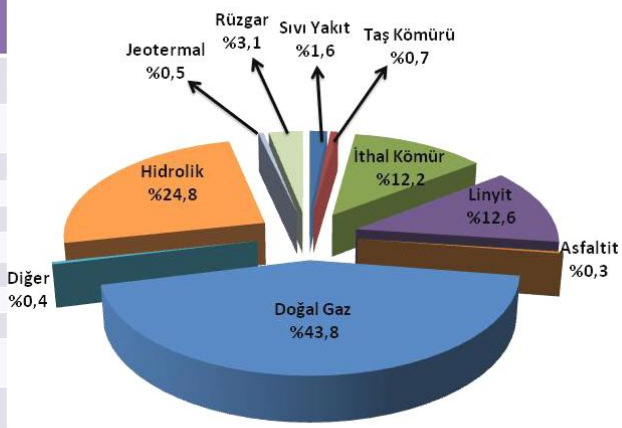



**Kaynak:** TEİAŞ

**Şekil 2.2** Kurulu Güç (MW) (Aralık 2013 sonu itibariyle)

Üretimde ise 2013 yılı değerleriyle en büyük pay doğal gazın olmuş, doğalgazı hidrolik, linyit ve ithal kömür takip etmiştir. Türkiye'nin elektrik üretiminin; %43,81'i doğalgaz, %24,76'sı hidrolik,% 12,54'ü linyit, % 12,16'sı ithal kömür santrallardan sağlanmıştır.

| Kaynak Türü | Elektrik Üretimi (MWh) | Elektrik Üretim Payı(%) |
|---|---|---|
| Hidrolik | 59.245.768,0 | 24,8 |
| Doğal Gaz | 104.835.049,0 | 43,8 |
| Linyit | 30.017.917,0 | 12,6 |
| İthal Kömür | 29.098.211,0 | 12,2 |
| Rüzgar | 7.517.599,0 | 3,1 |
| Sıvı Yakıt | 3.890.312,0 | 1,6 |
| Taş Kömürü | 1.727.961,0 | 0,7 |
| Jeotermal | 1.273.915,0 | 0,5 |
| Asfaltit | 632.070,0 | 0,3 |
| Diğer | 1.054.471,0 | 0,4 |
| Toplam | 239.293.273,0 | 100,0 |




**Kaynak:** TEİAŞ

**Şekil 2.3** Kaynaklara Göre Türkiye'nin Elektrik Üretimi – 2013

Kurulu güç ve üretimlerdeki gelişmelerin analizi yapıldığında bugünkü yüksek enerji maliyetlerinin en önemli nedeninin ithal enerji kaynakları olduğu görülmektedir.

Türkiye'deki elektrik üretiminin kamu-özel sektör dağılımına bakılacak olursa; 2000 yılında kamunun payı %74,6 özel sektörün payı % 25,4 iken 2013 yılı sonunda kamunun payı %33.4'lük payla üçte bire düşmüş, üretimin üçte ikisi özel sektörün mülkiyet ve yönetimindeki santrallarla karşılanmıştır. Kamunun elektrik üretimi için hiçbir yeni yatırım yapmadığı ve kamu elektrik üretim santrallarının hızlı bir şekilde özelleştirilmesinin öngörüldüğü dikkate alındığında, yakın zaman içinde kamunun payının %20'un altına düşebileceğini söylemek mümkündür.

**Tablo 2.3** Türkiye Elektrik Üretiminin Kuruluşlara Göre Dağılımı (2013)

| Kuruluş | GWh | % |
|---|---|---|
| EÜAŞ ve Bağlı Ortaklıklar | 79 998 | 33,4 |
| **Kamu Toplamı** | 79 998 | 33,4 |
| Yap İşlet | 44 231 | 18,5 |
| Serbest Üretici | 83 922 | 35,1 |
| Yap İşlet Devret | 13 524 | 5,6 |
| Otoprodüktör | 12 436 | 5,2 |
| İşletme Devri Hakkı | 5 182 | 2,2 |
| **Özel Sektör Toplamı** | **159 295** | **66,6** |
| **TOPLAM** | **239 293** | **100** |

Kaynak: TEİAŞ

### 2.3 Yatırımların Durumu

Ocak 2013 itibariyle EPDK'dan lisans alan enerji santralarının kurulu gücü 51 909,50 MW'ye ulaşmıştır. Rakamın büyüklüğüne karşın, santraların yatırım gerçekleşme oranları iyimser yorumlara olanak vermemektedir. Aşağıdaki Tablo 2.4'de EPDK'nın bilgilerine dayanılarak yatırımların durumu belirtilmektedir.

**Tablo 2.4** EPDK'dan Lisans Alan Enerji Yatırımlarının İlerleme/Gerçekleşme Oranları (İO) (Temmuz 2013)

| Yakıt/Kaynak Türü | İO Bilgisi Yok * | 0>İO<10 | 10<İO<35 | 35<İO<70 | İO>70 | Genel Toplam | Payı % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Asfaltit | 270,0 | 135,0 | 0,0 | 0,0 | 75,9 | 480,9 | 0,9 |
| Fuel Oil | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 205,4 | 205,4 | 0,4 |
| Biyokütle | 38,6 | 16,3 | 7,1 | 6,1 | 64,9 | 133,0 | 0,3 |
| İthal Kömür | 2020,0 | 3275,5 | 0,0 | 1200,0 | 1550,0 | 8045,5 | 15,5 |
| Diğer Termik | 58,7 | 0,0 | 0,0 | 7,92 | 14,5 | 81,12 | 0,2 |
| Doğalgaz | 3983,2 | 10054,6 | 501,0 | 1166,5 | 2421,5 | 18126,8 | 34,9 |
| Hidrolik | 1227,4 | 4295,7 | 3058,3 | 2036,9 | 2061,9 | 12680,2 | 24,4 |
| Jeotermal | 4,5 | 66,5 | 265,8 | 0,0 | 77,2 | 414,0 | 0,8 |
| Kömür | 46,7 | 1390,0 | 0,0 | 290,0 | 0,0 | 1726,7 | 3,3 |
| Linyit | 2,7 | 500,0 | 100,0 | 771,0 | 24,2 | 1397,9 | 2,7 |
| Rüzgâr | 1107,0 | 5251,1 | 710,1 | 217,9 | 181,9 | 7467,9 | 14,4 |
| Taş Kömürü | 0,0 | 1150,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1150,0 | 2,2 |
| Genel Toplam | 8758,8 | 26134,7 | 4642,3 | 5696,3 | 6677,4 | 51909,5 | |
| % | 16,9 | 50,4 | 8,9 | 10,9 | 12,9 | | 100 |

**Kaynak:** EPDK Hazırlayan: Figen ÇEVİK

***İlerleme Oranları ;***

Yukarıdaki tabloya göre yatırım gerçekleşme oranı %35'in üzerinde olan santral yatırımlarının payı, toplam santraller içinde dörtte birin altındadır ve payı yalnızca % 23,8'dir. Öte yanda, gerçekleşme oranı %10'un altında olan santraller, %50,4 pay ile ile tüm projelerin yarısını oluşturmaktadır. Projelerin altıda biri kadarı, yatırımların gerçekleme düzeyi hakkında EPDK'ya bilgi vermemektedir. Bilgi vermeyenlerle birlikte, lisans alan enerji santral yatırımların, dörtte üçünden fazlasının (%77,4), henüz yatırıma başlamadığı söylenebilir. Bu oran, tüm lisanslı santral yatırımlari içinde sırasıyla en büyük paya sahip doğal gaz santralarında %77,4, HES'lerde %43,6, ithal kömürde %65,8, RES'lerde %85,1 düzeyindedir.

Ocak 2014 tarihi itibariyle lisans başvuruları EPDK tarafından uygun bulunan ve belgelerini tamamladıklarında lisans alabilecek toplam 16 631,78 MW kurulu güçte 316 adet santral projesi bulunmaktadır. Bu projelerin %46,04'ünü doğalgaz yakıtlı santral projelerinin oluşturduğu görülmektedir. Bu projelerin dökümü de aşağıda Tablo 2.5'de verilmiştir.

**Tablo 2.5** Lisans Alma Sürecindeki Elektrik Üretim Tesisi Başvuruları (Ocak 2014 itibariyle)

| Yakıt / Kaynak Tipi | İnceleme-Değerlendirme | | | Uygun Bulunanlar | | | TOPLAM | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Adet | Kurulu Güç (MWe) | % Oranı | Adet | Kurulu Güç (MWe) | % Oranı | Adet | Kurulu Güç (MWe) | % Oranı |
| **Rüzgar** | 9 | 452 | 1,26 | 20 | 1.188,45 | 7,15 | 29 | 1.640,45 | 3,13 |
| **Hidrolik** | 97 | 1.591,75 | 4,44 | 273 | 6.365 | 38,27 | 370 | 7956,75 | 15,16 |
| **Jeotermal** | 12 | 133,45 | 0,37 | 10 | 196 | 1,18 | 22 | 329,45 | 0,63 |
| **Biyokütle** | 13 | 40,91 | 0,11 | 6 | 20,03 | 0,12 | 19 | 60,94 | 0,12 |
| **Dalga** | 0,0 | 0,0 | 0,00 | 1 | 4,5 | 0,03 | 1 | 4,5 | 0,01 |
| **Doğalgaz** | 37 | 13.339,24 | 37,20 | 20 | 7.657,8 | 46,04 | 57 | 20.997,04 | 40,00 |
| **Yerli Linyit** | 5 | 2.340 | 6,53 | 1 | 135 | 0,81 | 6 | 2.475 | 4,72 |
| **İthal Kömür** | 16 | 11.405 | 31,81 | 3 | 1.065 | 6,40 | 19 | 12.470 | 23,76 |
| **Diğer Termik** | 3 | 1.756,1 | 4,90 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | 3 | 1.756,1 | 3,35 |
| **Nükleer** | 1 | 4.800 | 13,39 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | 1 | 4.800 | 9,14 |
| **Toplam** | **193** | **35.858,45** | **100,00** | **334** | **16.631,78** | **100,00** | **527** | **52.490,23** | **100,00** |

Mevcut kurulu güç, lisans almış yatırımlar, uygun bulunup lisans alma aşamasında olan yatırımlar ve lisans almak için başvuran santral yatırımlarının kurulu gücü Tablo 2.6'da yer almaktadır.

**Tablo 2.6** Mevcut, Yatırım ve Lisans Alma Sürecindeki Projelerin Toplam Kurulu Gücü

| Tanım | Kurulu Güç (MWe) |
|---|---|
| **2013 Sonu Kurulu Güç** | **64 044,00** |
| 2013 Temmuz İtibariyle Lisans Almış Olan, Yatırım Sürecindeki Projeler | 51 909,50 |
| **Mevcut Tesisler+Yatırım Sürecinde Olan Projeler** | **115 953,50** |
| 1.1.2014 İtibariyle Lisans Alması Uygun Bulunan Projeler | 16 631,78 |
| 31.10.2013 İtibariyle İnceleme Değerlendirme Aşamasında Olan Projeler | 35 858,45 |
| **Mevcut Tesisler+Yatırım Sürecinde Olan Projeler + Lisans Alıp Yatırıma Geçmeyi Öngören Projeler** | **168 443,73** |
| | |
| Sona Erdirilmesi İstenen Lisans/Başvurular | 14 359,68 |
| Daha Önce Sonlandırılan Başvurular | 800,72 |
| **İptaller Toplamı** | **15 160,40** |
| **Toplam Proje Stoku** | **153 283,33** |

***Mevcut yatırımlar ve öngörülmüş olan yeni yatırımların karakteristik özellikleri* ;**

Yukarıda Tablo 2.6'da mevcut tesisler, yatırım sürecinde olan projeler ve lisans alıp yatırıma geçmeyi öngören projeler toplamı 153.000 MW'ı aşmaktadır. İnşaat süreleri de göz önüne alındığında en iyimser senaryo ile 15 yıl gibi bir sürede bu enerji altyapısına sahip olacağımız öngörülmektedir. Bu sayısal değerler, planlamalardaki sorunlar ve çelişkiler ile birlikte irdelendiğinde ileride Türkiye'nin ileride enerji maliyetlerinin çok yükselmesi, zamanlı zamansız arz fazlalığı veya arz yetmezliği gibi bazı sorunlarla karşılaşabileceğini işaret etmektedir. Aşağıda bu çelişkiler yorumlanmaktadır;

Doğalgazda lisans alıp, yatırımlarını süren santralların kurulu gücü 18.126,80 MW'dır (Tablo2.4). Başvuru, inceleme-değerlendirme ve uygun bulma aşamasındaki santralların kurulu gücü ise 20.997,04 MW'dır. Lisans iptali için başvuran toplam 9.692,06 MW güçteki projeler düşüldüğünde bile, proje stoku 29.431,78 MW'ye ulaşabilecektir. Bu kapasiteye mevcut doğal gaz santrallarının 20.269,90 MW gücü eklendiğinde, doğalgaza dayalı elektrik üretim santrallarının kurulu kapasitesi 49.701,68 MW'ye ulaşabilecektir. Bu rakam, bugünkü toplam kurulu gücün %77,6'sına eşdeğerdir.

Sektörü değerlendiren uzmanlar, bu proje stokunun ancak üçte birinin gerçekleşebileceğini, projelerin büyük çoğunluğunun finansman bulamama vb. nedenle iptal olacağını ifade etmektedir. Doğalgaz santral projelerinin yalnızca üçte birinin gerçeklemesi durumda bile, gaz santrallarının kurulu gücünün 30.000 MW'ye ulaşması halinde, gaz yakıtlı santralların gereksineceği yıllık gaz ihtiyacı ise yaklaşık 40 milyar $m^3$'ü aşmaktadır. Bu durumda kurulacak yeni doğal gaz yakıtlı elektrik üretim santrallarının; ek 16-17 milyar $m^3$ gaz ihtiyaçlarının, hangi ülkeden, hangi anlaşmalarla, hangi boru hatlarıyla ve/veya LNG anlaşmalarıyla temin edileceği belirsizdir. Gaz üretici ülke ve kuruluşlardan, gerek boru hattı gerekse LNG olarak ithal edilecek ilave gaz arzının ülke içindeki tüketim noktalarına ulaştırılabilmesi için iletim şebekesinde yapılması gereken yatırımlar (yeni kompresör istasyonları, yeni basınç düşürme ve ölçüm istasyonları, yeni loop hatları vb.) ve bunların hangi zaman aralıklarında nerelerde gerçekleşebileceği soruları da yanıtsızdır.

12.470 MW kapasitesindeki 19 adet ithal kömüre dayalı elektrik üretim santrali yatırımı; lisans başvuruları, başvuru, inceleme-değerlendirme ve uygun bulma aşamasındadır. Bu santralların da lisans almasıyla, yatırımları sürenlerle birlikte, ithal kömüre dayalı santrallerin yaratacağı ilave kapasite 20.515,50 MW'a ulaşacaktır. Bu rakama mevcut 3 912,60 MW kurulu güç de eklendiğinde varılacak kapasite 24.428,10 MW'ye ulaşacak mevcut Türkiye kurulu gücünün yüzde kırkına yakın güçte ithal kömür santralı kurulması söz konusu olacaktır. Bazı ithal kömür santralı yatırımcıları, yatırımlarının güvenli yakıt arzı için yabancı ülkelerde kömür madenciliğine bile yönelmektedir.

Yeni ithal kömür ve doğalgaz santrallerinin yaratacağı 49.947,28 MW kapasite ile, mevcut toplam kurulu gücün % 78'i kadar, yeni ithal doğalgaz ve kömür yakıtlı santral tesis edilmiş olacaktır. ETKB ve EPDK'nın sorumlu olduğu bu tablo, Türkiye'nin genel olarak dışa bağımlılığını, özel olarak elektrik üretimindeki dışa bağımlığını daha da perçinleyecektir.

Bu bilgiler, ETKB'nin Strateji Belgelerinde yer alan, *"elektrik üretiminde doğalgazın payının %30'un altına düşürme"* hedefinin atıl kalacağını ortaya koymaktadır.

Sorunun diğer önemli boyutu da artacak dışa bağımlılığın ekonomik yüküdür. 2011'de toplam 54 milyar dolara ulaşan enerji girdileri ithalatı, 2012'de 60 milyar dolara varmıştır. 2013 için enerji tüketimindeki durağanlaşmadan dolayı 5-6 milyar dolar civarında bir gerileme söz konusu olabilir.

İthal kömür ve doğalgaz gibi fosil yakıtların bu denli yüksek kullanımı, önümüzdeki yıllarda karbon salımlarına yönelik gündeme gelebilecek cezai ekonomik yaptırımlara da yol açabilecektir.

Hükümet, bir yandan dış ticaret açığının en büyük sorumlusu olarak enerji girdilerini gösterse de, izlediği kontrolsüz serbest ve plansız politikalarla bu faturayı katlayacak adımlar atarak, enerji girdileri fiyatlarındaki artışların da olumsuz etkisi ile, enerji girdileri ithalatının çok daha artmasına neden olabilecektir.

ETKB'nin geleceğe yönelik kurulu güç öngörüleri ve tahminleri de çok tutarlı değildir. 2023 için 100.000 MW kurulu güç hedefinden söz edilirken, bütçe görüşmelerinde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı mevcuda ek olarak kurulacak 50.000 MW kapasiteden söz etmiştir. Bu ifade, yukarıdaki tablolarda yer alan veriler itibariyle, mevcut proje stokunun önemli bir bölümünün gerçekleşmeyeceği anlamına gelmektedir.

Sonuç olarak buradaki değerlendirmelere göre; lisanslar bazında öngörülmüş yeni santrallar ithal yakıtlara bağımlılığı arttıracak, ETKB'nin Strateji Belgelerinde öngörülmüş hedefler tutturulamayarak gelecekte belirsizliklerin ortaya çıkmasına neden olacak, elektrik üretim ekipmanlarının yanı sıra enerji arzı içinde önemli yatırım ihtiyacı doğacaktır.

*Mevcut yaklaşımlar değişmez ise Türkiye'nin refahı için harcanabilecek özkaynak hem hammadde hem de teçhizat için önemli boyutta ve döviz olarak yurtdışına akacaktır.*

## 3. ENERJİ PROJEKSİYONLARI ÇERÇEVESİNDE YENİ YATIRIM BOYUTLARI

Enerji yatırımlarının maliyeti birçok kaynakta farklı olarak belirtilmektedir. Tablo 3.1'de 21.11.2013 tarihli EPDK Kurul Kararı ile belirlenmiş maliyetler verilmektedir.

**Tablo 3.1** Elektrik Piyasasında Kaynak Bazındaki Toplam Birim Yatırım Tutarları

| Kaynak Türü | Toplam Birim Yatırım Tutarı (TL/MW) |
|---|---|
| Kömür | 1.500.000 |
| Doğalgaz / LPG | 1.000.000 |
| Fuel Oil / Nafta | 1.000.000 |
| Hidro | 2.000.000 |
| Rüzgâr | 2.500.000 |
| Jeotermal | 2.100.000 |
| Biyokütle | 1.900.000 |
| Güneş | 3.000.000 |
| Nükleer | 6.000.000 |
| Proses atık ısısı (*) | 700.000 |
| Diğerleri | 1.400.000 |

(*) Elektrik üretiminde ana kaynağın/yakıtın proses atık ısısı olduğu üretim tesisleri için geçerlidir.
Kaynak:28.11.2013 tarihli ve 28835 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 4709-4 sayılı ve 21.11.2013 tarihli EPDK Kurul Kararı

Türk lirası bazında verilmiş yukarıdaki maliyetlerin sadece teminat bedeline temel olması bakımından açıklandığı düşünülmektedir ve yatırım hesabı için gerçekçi olmadığı sektördeki yatırım bedeli incelemesi ile anlaşılmıştır. Bu nedenle güncel yatırım maliyet hesapları için literatür araştırması yapılmıştır.

ABD Enerji Bakanlığı[1] ve Dünya Enerji Konseyi Raporu[2] incelenerek Tablo 3.2'deki değerler uzman görüşü ile Türkiye şartlarında en uygun nominal kapasiteler için yatırım bedeli olarak belirlenmiştir. Bu bedeller Türkiye'deki yatırım tablosunun ortaya çıkarılabilmesi için "kabul edilen" değerlerdir. Yatırım bedelleri teknoloji, yatırımın büyüklük skalası, kaynak ülke gibi birçok etkenle farklılıklar göstermektedir. Dünyada, Türkiye için belirlediğimiz yatırım bedellerin**in** çok üstünde değerler olduğu gibi altında da bedeller bulunmaktadır.

Bir önceki bölümde verilen Tablo 2.4 (EPDK'dan Lisans Alan Enerji Yatırımlarının İlerleme/Gerçekleşme Oranları (İO) (Ocak 2013) de belirtildiği üzere, Temmuz 2013 tarihi itibarı ile EPDK tarafından yayımlanan bilgilere göre lisans almış olup inşa aşamasına geçmiş kapasite toplamı 51.909,5 MW, lisans verilmesi uygun bulunmuş kapasite toplamı 14.248,0 MW ve inceleme-değerlendirmesi süren kapasite toplamı ise 29.648,5 MW'tır. Bunların toplamı olan 95.806,0 MW

[1] http://www.eia.gov/forecasts/capitalcost/
[2] World Energy Perspective; Cost of Energy Technologies Ekim 2013

kapasite önümüzdeki dönemde gerçekleştirilmesi beklenen toplam elektrik üretim tesisleri kapasitesidir.

Tablo 3.2'deki yatırım bedelleri, bir önceki bölümde verilen Tablo 2.4 ve Tablo 2.5 (Lisans Alma Sürecindeki Elektrik Üretim Tesisi Başvuruları (Ocak 2014 itibariyle)) de belirtilen yatırımlarla birlikte değerlendirildiğinde; lisans işlemleri o tarihlerde henüz yapılmamış olduğundan bu tablolarda yer almayan güneş yatırımı hariç, 185 milyar dolar (Tablo 3.3), 4000 MW civarındaki güneş yatırımına da müsade edilebileceği varsayımı ile Türkiye'de toplam 200 milyar dolar civarında "yola çıkmış" enerji yatırımından bahsedilebilir.

**Tablo 3.2** Kaynak Bazındaki Tahmini Birim Yatırım Tutarları

| Kaynak | Yatırım Bedeli $ / kW* |
|---|---|
| Asfaltit | 2000 |
| Fuel Oil | 770 |
| Biyokütle | 3300 |
| İthal Kömür | 2950 |
| Diğer Termik | 2000 |
| Doğalgaz | 730 |
| Hidrolik | 2300 |
| Jeotermal | 3450 |
| Kömür | 2950 |
| Linyit | 2000 |
| Rüzgâr | 1770 |
| Taş Kömürü | 2700 |
| Güneş | 4000 |
| Güneş PV | 3350 |
| Nükleer | 4450 |

* Türkiye için özgün kabul

Tablo 3.3'de yaklaşık olarak belirtilen bu yatırımların bazıları; yatırımı tamamlanma aşamasına gelmiş veya lisans iptali nedeniyle gerçekleşemeyecek olabilir;

Lisans almış olup inşa aşamasına başlamış toplam 51.909,5 MW kapasite için 93,5 milyar $ yatırım hesaplanmaktadır. Bu tutarın yaklaşık 33 milyar $'lık kısmında tesis ilerlemelerinin başladığı ve %10 seviyesinden daha fazla ilerleme kaydedildiği görülmektedir. Bu kısım kapasiteler için tüm ekipman siparişlerinin verildiği veya sipariş kararlaştırıldığı düşünülebilir. Bu nedenle bu kısım için yerli katkının artırılma olasılığının bulunmadığı söylenebilir. Ancak, yaklaşık 60 milyar $'lık kısmı henüz inşaata başlamamış veya çok az ilerleme kaydetmiş aşamadadır. Bu kısımda ise belki de halen hiçbir ekipman siparişi kararlaştırılmamış olabileceğinden, yerli katkının ne kadar olabileceği tahmin edilebilir ve bu kısım kapasite için bazı yerli ekipman üretimi hedeflenebilir.

**Tablo 3.3** Kaynak Bazındaki Tahmini Birim Yatırım Tutarları

**(Milyon $)**

| Yatırım Bedeli $ / KW | | İO Bilgi yok | 0 > İO <10 | 10 > İO <35 | 35 > İO <70 | İO >70 | Lisans Almış Toplam | | Uygun Bulunanlar | | İnceleme Değerlendir. | | Toplam |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2000 | **Asfaltit** | 540,0 | 270,0 | | | 151,8 | 961,8 | | | | | | **961,8** |
| 770 | **Fuel Oil** | | | | | 158,2 | 158,2 | | | | | | **158,2** |
| 3300 | **Biyokütle** | 127,4 | 53,8 | 23,4 | 20,1 | 214,2 | 438,9 | | 66,1 | | 135,0 | | **639,9** |
| 2950 | **İthal Kömür** | 5959,0 | 9662,7 | | 3540,0 | 4572,5 | 23734,2 | | 3141,8 | | 20163,3 | | **47039,2** |
| 2000 | **Diğer Termik** | 117,4 | | | 15,8 | 29,0 | 162,2 | | 0,0 | | 11687,0 | | **11849,2** |
| 730 | **Doğalgaz** | 2907,7 | 7339,9 | 365,7 | 851,5 | 1767,7 | 13232,6 | | 6081,3 | | 9066,0 | | **28379,9** |
| 2300 | **Hidrolik** | 2823,0 | 9880,1 | 7034,1 | 4684,9 | 4742,4 | 29164,5 | | 7609,5 | | 3644,1 | | **40418,1** |
| 3450 | **Jeotermal** | 15,5 | 229,4 | 917,0 | 0,0 | 266,3 | 1428,3 | | 676,2 | | 460,6 | | **2565,1** |
| 2950 | **Kömür** | 137,8 | 4100,5 | | 855,5 | | 5093,8 | | | | | | **5093,8** |
| 2000 | **Linyit** | 5,4 | 1000,0 | 200,0 | 1542,0 | 48,4 | 2795,8 | | 270,0 | | 4680,0 | | **7745,8** |
| 1770 | **Rüzgâr** | 1959,4 | 9294,4 | 1256,9 | 385,7 | 322,0 | 13218,4 | | 2111,5 | | 800,0 | | **16129,9** |
| 2700 | **Taş Kömürü** | | 3105,0 | | | | 3105,0 | | | | | | **3105,0** |
| 4000 | **Güneş** | | | | | | | | | | | | |
| 3350 | **Güneş PV** | | | | | | | | | | | | |
| 4450 | **Nükleer** | | | | | | | | | | 21360,0 | | **21360,0** |
| | **Toplam** | 14592,6 | 44935,9 | 9797,1 | 11895,6 | 12272,4 | **93.493,6** | | 19956,3 | | 50636,0 | | **185.445,8** |

Yine Tablo 3.3'de belirtilen yaklaşık 20 milyar $ tutarında yatırım gerekecek 14.248 MW kapasite başvurusunun lisans alması EPDK tarafından uygun görülmüş olup, yakın bir zamanda lisansları verilecektir. Bu yatırımlar için de henüz hiçbir ekipman siparişi verilmemiş olduğu kabul edilebilir.

Elektrik iletim sistemine bağlanmaları uygun görülmüş ancak lisans başvuruları henüz inceleme aşamasında olan 29.648,5 MW kapasite bulunmaktadır. Bu kapasite için hesaplanan yatırım tutarı yaklaşık 72 milyar $ dolayındadır.

Yukarıdaki Tablodan 152 Milyar$ tutarında yeni yapılacağı beklenen veya yapılma olasılığı olan elektrik üretim tesisi yatırımı görünmektedir ve elektrik üretim tesisleri yatırımlarının yaklaşık pazar büyüklüğünü tanımlamaktadır. Değişen koşullara göre bu tutarın tamamının gerçekleştirilmesi mümkün olmasa bile büyük bir kısmının hayata geçirileceği düşünülmektedir. Bu büyüklükte bir yatırım içinde yerli katkı payının neler olabileceği ve ne kadarının yerli olarak üretilebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Gerçekleşmesi açısından önümüzdeki 10 -15 seneyi hedefleyen bu büyüklükteki bir pazar için yurt dışından finansman bulmak zorlaşacak ve dünya ekonomisinin içinde bulunduğu durum göz önüne alındığında maliyeti yüksek bir finansman olacaktır. Bu nedenle yerli teknoloji ve özellikle de dünyada da çok eski olmayan ve bu nedenle de teknoloji seviyesini rahatlıkla yakalayaileyeceğimiz yerli yenilenebilir enerji teknolojisinin geliştirilmesi ile bu yatırımların; Türkiye ekonomisini büyüme

açısından tetikleyeceği, ülkeyi pahalı uluslararası finansman ihtiyacından büyük ölçüde kurtaracağı, doğal gaz kömür gibi ithal kaynak için ödenecek döviz ihtiyacını azaltacağı ve önemli boyutta istihdam sağlayacağı düşünülmektedir.

**Doğalgaz Kombine Çevrim Santralleri ve İthal Kömür Santralleri ile Rüzgar ve PV Güneş Santrallerinin Maliyetler Bazında Karşılaştırılması:**

Tablo 3.3'teki değerlere göre; kurulması programlanan doğalgaz santrallarının yatırım maliyeti ile 16.033 MW'lık rüzgar santrali, 8.471 MW'lık PV güneş santrali kurulabilmektedir.

Doğalgaz kombine çevrim santralarında ortalama yakıt tüketim bedeli 7 cent/kWh, yıllık çalışma süresi 7600 saat olarak kabul edilirse, 20.000 MW kurulu gücün yıllık doğalgaz tüketim bedeli 10,64 milyar $'dır. Bu bedele karşılık her yıl 3.176 MW'lık *Güneş Enerji Santralı* veya 6.011 MW'lık *Rüzgâr Enerji Santralı* kurulabilmektedir.

Yine Tablo 3.3'teki değerlere göre, kurulması programlanan ithal kömür santrallarının yatırım maliyeti ile de 26.575 MW'lık rüzgar santrali, 14.041 MW'lık PV güneş santrali kurulabilmektedir.

İthal kömür santrallerinde ortalama yakıt tüketim bedeli 4 cent $/ kWh, yıllık çalışma süresi 7400 saat olarak alınırsa, 15.000 MW kurulu gücün yıllık yakıt tüketim bedeli 4,44 milyar $ dır. Bu bedele karşılık her yıl 1.325 MW'lık *Güneş Enerji Santralı* veya 2.508 MW'lık *Rüzgâr Enerji Santralı* kurulabilmektedir.

Doğalgaz ve ithal kömür santrallerinde makine ve ekipman bedeli yaklaşık santral yatırım bedelinin %70'ini, bu malzeme bedelinin de yaklaşık % 70'ini ithal ekipmanlar oluşturur. Doğalgaz santrali bugünki enerji fiyatları ile her yıl yatırım bedelinin %70 i kadar da ithal enerji tüketmektedir. Benzer şekilde ithal kömür santralinin 10 yıllık kömür gideri, yatırım bedeline denktir. Bu tür bir yatırım politikasının Türkiye'yi dış bağımlılıktan kurtarması mümkün değildir. Türkiye; ithal kaynaklara dayalı yatırımlar yerine yenilenebilir enerji yatırımlarını planlı bir şekilde yapabilirse, sağlanacak kaynak tasarrufları ile yeni yatırımları finanse ederek yerli teknolojinin gelişmesini sağlayabilir.

Her bir enerji kaynağının kendine has özellikleri vardır. Bu kaynaklar değerlendirilirken teknolojileri, ithalata etkileri, çevresel etkileri, üretim kapasiteleri, elektrik tüketimi açısından kaynağın yönetilebilirliği gibi pek çok parametreye bakılması gerekir. Yukarıdaki karşılaştırmalar sadece maliyetler bazında irdelenmiş olmakla beraber ithal enerji kaynaklarının azaltılmasından elde edilecek kaynak tasarrufu ile ciddi kapasitelerde yerli ve yenilenebilir enerji santralari kurulabileceğini göstermesi açısından önemlidir.

Kaynak planlaması yapılırken elektrik talebinin güvenilir bir şekilde, tam olarak zamanında karşılanabilmesi ve teknoloji çeşitlendirmesi yapılması bir zorunluluktur. Hem sistem güvenilirliği hem de maliyetler göz önüne alınarak optimum kaynak bileşimi sağlanmalıdır.

Kısa ve orta vadede, doğalgazın payının %25'e, ithal kömürün payının %5'e düşürülmesi, yerli kömürün payının % 25'e çıkarılarak, hidrolik enerjinin payının %25, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının payının %20 düzeyinde olması hedeflenmelidir. Uzun vadede ise, fosil kaynakların payının daha da azaltılması ve elektrik üretiminin arz güvenliği göz önünde bulundurularak büyük ağırlığının yenilenebilir enerji kaynaklarına dayandırılması amaçlanmalıdır.

Yüksek Planlama Kurulu 18.05.2009 tarih ve 2009/11 sayılı ELEKTRİK ENERJİSİ PİYASASI VE ARZ GÜVENLİĞİ STRATEJİ BELGESİ hedeflerine ulaşılması yolunda girişimlerin başlatılması elektrik üretiminde ithal kaynak payının azaltılmasını ve yerli-yenilenebilir kaynak payının artırılmasını sağlayacaktır. [3]

Arz güvenliği sorununun ise; Türkiye'nin sahip olduğu yerli linyit ve hidrolik enerji santralleri potansiyeli ve bilimsel çalışmalara dayanılarak geliştirilecek ve serbest piyasa aktörlerinin tam olarak uyum sağladığı güçlü bir yük yönetim sistemi ile çözülebileceği düşünülmektedir.

2012'de Danimarka 7 milyar euro tutarında rüzgâr santralı ekipmanı ihraç etmiştir. Aynı yıl parlementoda %95 katılımla kabul edilen enerji sözleşmesine göre Danimarka'nın 2020 de elektrik enejisinin %50 sinin rüzgâr enerjisinden karşılanması kararlaştırılmıştır. Nitekim Danimarka, 2013 yılında genel elektrik tüketiminin yüzde 33'ünü rüzgardan karşılamış ve Aralık ayında ise bu oran yüzde 54'e ulaşmıştır.[4] Enerji verimliliğinde en iyi ülkelerden birisi olan Danimarka enerji ihtiyacını azaltarak, rüzgar enerjisinden ihracat ve enerji bağımsızlığı açısından çift taraflı yararı arz güvenliği sorununu da aşarak karşılamaktadır. Türkiye Danimarka'ya kıyasla büyük bir ülkedir, enerji ihtiyacı farklı bir şekilde büyümektedir ve farklı şebeke imkânlarına sahiptir[5]. Birebir kıyaslama hatalı olablir ancak bu ülkeden alınabilecek çok önemli dersler bulunmaktadır. Enerji bağımsızlığı için gelişmiş bir planlama anlayışı gereklidir.

**"Yeşil Enerji Yatırımları" ile sağlanacak istihdam:**

Yenilenebilir enerji yatırımları nispeten küçük boyutlu olması nedeniyle diğer kaynaklar göre daha fazla, bazen diğer kaynaklara kıyasla 3 misline varan boyutta istihdam yaratma potansiyeline sahiptir. Bu kapsamda madenciliği yurt dışında yapılan ithal kömür ve ithal doğalgaz santral yatırımlarının, yenilenebilir yatırımlara kıyasla istihdam potansiyeli oldukça düşüktür. Bu nedenle son yıllarda birçok ülkede ekonomiye katkısı açısından yenilenebilir enerji yatırımlarına öncelik verilmektedir. Tablo 3.4 de bir çok yatırım değerlendirilerek ortaya çıkan yeşil enerji yatırımlarının iş yaratma potansiyeli ile ilgili değerler verilmektedir.

Dünyada yeşil büyüme konusunda önder ülkelerden birisi olan Güney Kore "Yeşil Büyüme Stratejisi" gereğince mevcut altyapıyı daha çevre ile uyumlu hale getirirken (greening), yeşil işlere ve yatırımlara öncelik vermekte ve önemli devlet destekleri vermektedir.

Amerika Birleşik Devletleri ekonomik krizden çıkmak üzere enerji dâhil birçok alanda yatırım ve destekleme programı öngörerek "Ekonomiyi Canlandırma Programı" çerçevesinde 775 milyar dolar

---

[3] http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Arz_Guvenligi_Strateji_Belgesi.pdf

[4] http://www.dunyabulteni.net/gunun-haberleri/286627/danimarka-ruzgar-enerjisinde-rekor-kirdi

[5] Danimarka, Almanya gibi ülkeler ile hem güneş hem de RES'i kullanırken entegre komşu ülke sistemlerini kullanmaktadır. Danimarka elektrik sistemi hem ENTSO-E ile hem de NordPool Elektrik sistemi ile entegredir. Almanya ise ENTSO-E sisteminin ortasında yer almakta ve birçok hat ile diğer sistemlere paralel bağlıdır. Türkiye ise ENTSO-E sistemine paralel bağlı olup 3 tane 400 kV hat ile en fazla 2500 MW taşıma kapasitesi ile bağlıdır. RES üretimleri sırasında güç azalması durumunda Danimarka ve Almanya komşu sistemlerden sağlanan yedek kapasiteyi kullanabilmektedir. Türkiye'de ise RES kapasitesi arttıkça üretim azalmasında yedekleme ihtiyacı için komşu sistemlerin yedeğini kullanmak mümkün olamayacak, bunun yerine hızlı üretime başlayabilen doğal gaz GT veya sıvı yakıt GT kurmak zorunda kalabilecektir. Doğu komşularımız ile olan bağlantılarımız paralel işletilememektedir, dolayısıyla RES üretimlerinde ani olarak ortaya çıkan güç azalmalarının diğer sistemlerden karşılanması bu mevcut yapı ile mümkün değildir.

kaynak ayırmıştır. Yeşil enerji yatırımları ve enerji verimliliği destekleri sonucunda 2010 yılı son çeyreği itibarı ile enerji sektörünün toplam 459 000 kişiye iş yaratmış olduğu görülmüştür.[6]

**Tablo 3.4** 1 Milyon Dolar Yeşil Enerji Yatırımının İstihdam Etkisi (yaratılan iş sayısı)[7]

| Enerji Kaynağı | Doğrudan İstihdam- İş sayısı | Dolaylı İstihdam- İş sayısı | Toplam İstihdam- İş sayısı |
|---|---|---|---|
| Enerji Talep Yönetimi | 9.0 | 5.2 | 14.2 |
| Hidrolik | 8.2 | 6 | 14.2 |
| Biyokütle | 8.4 | 8 | 16.4 |
| Atık Enerjinin Geri Kazanımı | 8.2 | 7.9 | 16.1 |
| Rüzgar (Karasal) | 7.6 | 8.2 | 15.8 |
| Güneş | 8.2 | 7.6 | 15.8 |
| Smart Grid | 7 | 7.1 | 14.1 |

Bu değerleri kabul ederek; Tablo 3.3'teki, yatırım miktarları ve 4000 MW güneş yatırımı ile birlikte ekipmanın üretiminden(yerli) işletmeye alınana kadar Türkiye'de ***1 milyon iş*** yaratılabileceği hesaplanmaktadır (Tablo 3.5).

**Tablo 3.5** Planlanan Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının İstihdam Potansiyeli

| Yatırım | Tahmini Yatırım Milyon $ | İstihdam Katkısı | Toplam İş sayısı |
|---|---|---|---|
| **Biyokütle** | 640 | 16,4 | 10.494 |
| **Hidrolik** | 40.418 | 14,2 | 573.937 |
| **Güneş** | 14.000 | 15,8 | 221.200 |
| **Rüzgar** | 16.130 | 15,8 | 254.852 |
| | | | **1.060.484** |

Bu değere ithalatından vazgeçilerek yerine yenilenebilir enerji yatırımı yapılması durumunda oluşacak ek istihdam dâhil değildir.

[6] The Job Impact of the Amerikan Recovery and Reinvestment Plan, Christina Romer, Jared Bernstein,

[7] Building the Green Economy:Employment Effects of Green Energy Investments for Ontario, Robert Pollin and Heidi Garrett-Peltier

# 4. ENERJİ EKİPMANLARI İLE İLGİLİ MEVZUAT

Enerji Yatırımları "Genel Destek" mevzuatı içinde desteklenebilecek karakterde olduğu için, destek alabilmektedir. Buna ilaveten Yenilenebilir Enerji Kaynakları özel tarife teşviklerinden yararlanabilmektedir.

## 4.1 Genel Destek Mevzuatı

6/10/2006 tarih ve 2631 sayılı Resmi Gazete ve 28/7/2009 tarihli ve 27302 sayılı Resmi Gazete'de Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar'ın uygulanmasına ilişkin usul ve esasların yer aldığı Tebliğler ve en son olarak 5/6/2012 tarihli ve 2012/3305 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile yürürlüğe konulan Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Kararın (Resmi Gazete: 19/06/2012) uygulanmasına ilişkin usul ve esasları tespit etmek amacıyla çıkarılan Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Kararın Uygulanmasına İlişkin Tebliğ (Resmi Gazete: 20/06/2012) kapsamında kalkınma planları ve yıllık programlarda öngörülen hedefler doğrultusunda tasarrufların katma değeri yüksek yatırımlara yönlendirilmesi, üretim ve istihdamın artırılması, uluslararası rekabet gücünü artıracak ve araştırma- geliştirme içeriği yüksek bölgesel ve büyük ölçekli yatırımlar ile stratejik yatırımların özendirilmesi, uluslararası doğrudan yatırımların artırılması, bölgesel gelişmişlik farklılıklarının azaltılması, kümelenme ve çevre korumaya yönelik yatırımlar ile araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin desteklenmesi hedeflenmektedir.

Yukarıda yer alan Tebliğler kapsamında özellikle yabancı yatırımların ve ithal makine ile ekipmanın temininin desteklenmesini teminen KDV İstisnası, Gümrük Vergisi Muafiyeti, Sigorta Primi İşveren Hissesi Desteği, Faiz Desteği, Kaynak Kullanım Destekleme Fonu Muafiyeti ve Vergi İndirimi sağlanmaktadır.

*Bu durum yabancı yatırımı teşvik ederken, yerli ekipman üretiminin rekabet şartlarını bozmaktadır ve aşağıda belirtilen tüm mevzuatın amaçları ile çelişmektedir. Eğer gerçek anlamda yerli ekipman üretimi teşvik edilecekse enerji sektörü yatırımları için sektöre özel ifadeler yeralmaktadır.*

## 4.2 Yerli Aksam Üretimi İçin Doğrudan Destek Konusundaki Mevzuat

Üretim tesislerinde kullanılan mekanik ve/veya elektro-mekanik aksamın yurt içinde imal edilmesine özel önem atfedilmiş ve bu konuda düzenlemeler yapılmaya başlanmıştır. Bu amaçla aşağıda kronolojik sıra ile verilen yasal düzenlemelerle destekler sağlanmaktadır.

Bu konudaki ilk anlamlı düzenleme yenilenebilir enerji kaynakları için yapılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması, bu kaynakların güvenilir, ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı emisyonlarının azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesi amacıyla 5346 Sayılı ***"Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun"*** (YEK) 18/5/2005 tarih ve 25819 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmış ve daha sonra TBMM Genel Kurulunda tamamen revize edilerek 29/12/2010 de kabul edilmiş ve 2011'de RG'de yayınlanarak (6094 sayılı kanun) ile yatırımların desteklenmesi amacıyla yürürlüğe sokulmuştur. 2005-2012 yılları arasında gerekli alt mevzuatın hazırlanmaması sebebiyle tam olarak uygulamaya

alınamamıştır. 2012'den sonra yapılan alt mevzuat düzenlemeleri ile yerli techizata verilen tarife teşvikleri uygulanabilir hale gelmiştir.

YEK çerçevesinde; rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, biyokütleden elde edilen gaz (çöp gazı dâhil), dalga, akıntı enerjisi ve gel-git ile kanal veya nehir tipi veya rezervuar alanı on beş kilometrekarenin altında olan hidroelektrik üretim tesisi kurulmasına uygun elektrik enerjisi üretim kaynakları yenilenebilir enerji kaynakları olarak tanımlanarak kapsama alınmıştır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisinin iç piyasada ve uluslararası piyasalarda alım satımında kaynak türünün belirlenmesi ve takibi için üretim lisansı sahibi tüzel kişiye 5346 Sayılı Kanunu esas alarak 21.07.2011 tarih ve 28001 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan "***Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklenmesine İlişkin Yönetmelik"*** kapsamında Elektrik Piyasası Düzenleme Kurulu tarafından ***"Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi" (YEK Belgesi)*** verilmesi düzenlenmiştir. Yönetmelikte getirilen düzenlemeler, daha sonra revize edilerek aynı isimle 1 Ekim 2013 tarih, 28782 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanmıştır. Bu yönetmeliğe göre, yerli imalat teşviklerinden faydalanacak olan yatırımcılardan; (a) lisanssız elektrik üretimi yapacak tüzel/gerçek kişilerin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destek Mekanizması (YEKDEM)'e kayıt yaptırmaları gerekmemektedir, ancak (b) lisanslı üreticilerin, bir sonraki yıl için, içinde bulundukları yılda en geç 31 Ekim tarihine kadar YEKDEM'e kayıt yapmak amacıyla EPDK'ya başvurmaları gerekmektedir.

Bu kanuna göre; kanunun yürürlüğe girdiği 18/5/2005 tarihinden 31/12/2015 tarihine kadar işletmeye girmiş veya girecek YEK Destekleme Mekanizmasına tabi üretim lisansı sahipleri için, aşağıda yer alan bu Kanun'a ekli ***I Sayılı Cetvel'***de belirtilen fiyatlar, on yıl süre ile uygulanır. Ancak, arz güvenliği başta olmak üzere diğer gelişmeler doğrultusunda 31/12/2015 tarihinden sonra işletmeye girecek olan YEK Belgeli üretim tesisleri için bu Kanun'a göre uygulanacak miktar, fiyat ve süreler ile kaynakların Cetvel'deki fiyatları geçmemek üzere, Bakanlar Kurulu tarafından tekrar belirleneceği esasa bağlanmıştır.

Kanun aşağıdaki düzenlemeleri öngörmektedir;

Lisans sahibi tüzel kişilerin bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı ve 31/12/2015 tarihinden önce işletmeye giren üretim tesislerinde kullanılan mekanik ve/veya elektro-mekanik aksamın yurt içinde imal edilmiş olması halinde; bu tesislerde üretilerek iletim veya dağıtım sistemine verilen elektrik enerjisi için, I Sayılı Cetvelde belirtilen fiyatlara, üretim tesisinin işletmeye giriş tarihinden itibaren beş yıl süreyle; bu Kanun'a ekli ***II Sayılı Cetvel'***de belirtilen fiyatlar ilave edilir. 31/12/2015 tarihinden sonra işletmeye girecek olan YEK Belgeli üretim tesisleri için yerli katkı ilavesine ilişkin usul ve esaslar, Bakanlığın teklifi üzerine Bakanlar Kurulu tarafından belirlenir.

6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ve Resmi Gazetede 02 Aralık 2013 tarihinde; tüketicilerin elektrik ihtiyaçlarının tüketim noktasına en yakın üretim tesislerinden karşılanması, arz güvenliğinin sağlanmasında küçük ölçekli üretim tesislerinin ülke ekonomisine kazandırılması ve etkin kullanımının sağlanması, elektrik şebekesinde meydana gelen kayıp miktarlarının düşürülmesi amacıyla lisans alma ile şirket kurma yükümlülüğü olmaksızın, elektrik enerjisi üretebilecek gerçek veya tüzel kişilere uygulanacak usul ve esasların belirlenmesi amacıyla yayımlanan ***Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik*** kapsamında tesis edilen yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üreten gerçek veya tüzel kişilerin ihtiyacının üzerinde ürettiği elektrik enerjisinin sisteme verilmesi hâlinde söz konusu elektrik enerjisi, ilgili görevli tedarik şirketi

aracılığı ile YEK Kanununa Ekli I sayılı cetvelde belirlenen değerler ile ***YEKDEM*** kapsamında değerlendirilir ve ayrıca bu miktar için YEK Kanununa ekli II sayılı Cetvelde belirlenen Yerli Ürün Destekleme kullanımının desteklenmesinden (tesisin geçici kabulünün yapıldığı tarihten itibaren beş yıl süreyle) yararlandırılır.

**Tablo 4.1** YEK Destek Tarifeleri - I Sayılı Cetvel
(29/12/2010 tarihli ve 6094 sayılı Kanunun hükmü)

| Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi | Uygulanacak Fiyatlar (ABD Doları cent/kWh) |
|---|---|
| a. Hidroelektrik üretim tesisi | 7,3 |
| b. Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi | 7,3 |
| c. Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi | 10,5 |
| d. Biyokütleye dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil) | 13,3 |
| e. Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi | 13,3 |

**Tablo 4.2** YEK Destek Tarifeleri- II Sayılı Cetvel- Yerli Üretim Katkısı
(29/12/2010 tarihli ve 6094 sayılı Kanunun hükmü)

| Tesis Tipi | Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat | Yerli Katkı İlavesi (ABD Doları cent/kWh) |
|---|---|---|
| Hidro-elelektrik üretim tesisi | 1- Türbin | 1,3 |
| | 2- Jeneratör ve güç elektroniği | 1,0 |
| Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi | 1- Kanat | 0,8 |
| | 2- Jeneratör ve güç elektroniği | 1,0 |
| | 3- Türbin kulesi | 0,6 |
| | 4- Rotor ve nasel gruplarındaki mekanik aksamın tamamı (Kanat grubu ile jeneratör ve güç elektroniği için yapılan ödemeler hariç.) | 1,3 |
| Fotovoltaik güneş enerjisine dayalı üretim tesisi | 1- PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı | 0,8 |
| | 2- PV modülleri | 1,3 |
| | 3- PV modülünü oluşturan hücreler | 3,5 |
| | 4- İnvertör | 0,6 |
| | 5- PV modülü üzerine güneş ışınını odaklayan malzeme | 0,5 |
| Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi | 1- Radyasyon toplama tüpü | 2,4 |
| | 2- Yansıtıcı yüzey levhası | 0,6 |
| | 3- Güneş takip sistemi | 0,6 |
| | 4- Isı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı | 1,3 |
| | 5- Kulede güneş ışınını toplayarak buhar üretim sisteminin mekanik aksamı | 2,4 |
| | 6- Stirling motoru | 1,3 |
| | 7- Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekaniği | 0,6 |
| Biyokütle enerjisine dayalı üretim tesisi | 1- Akışkan yataklı buhar kazanı | 0,8 |
| | 2- Sıvı veya gaz yakıtlı buhar kazanı | 0,4 |
| | 3- Gazlaştırma ve gaz temizleme grubu | 0,6 |
| | 4- Buhar veya gaz türbini | 2,0 |
| | 5- İçten yanmalı motor veya stirling motoru | 0,9 |
| | 6- Jeneratör ve güç elektroniği | 0,5 |

| | | |
|---|---|---|
| | 7- Kojenerasyon sistemi | 0,4 |
| Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi | 1- Buhar veya gaz türbini | 1,3 |
| | 2- Jeneratör ve güç elektroniği | 0,7 |
| | 3- Buhar enjektörü veya vakum kompresörü | 0,7 |

5346 sayılı Kanunda II Sayılı Cetvel'de yer alan yurt içinde imalat kapsamının tanımı, standartları, sertifikasyonu ve denetimi ile ilgili usul ve esasların, Bakanlık tarafından çıkarılacak yönetmelikle düzenleneceği yer almaktadır.

Bu çerçevede, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üreten tesislerde kullanılan ve bütünleştirici parçaları ile birlikte yurt içinde imal edilen aksamın ve bütünleştirici parçaların, 5346 Sayılı Kanunun ekinde yer alan II Sayılı Cetvele göre ilave fiyatının belirlenmesi, belgelendirilmesi ve denetlenmesi ile ilgili usul ve esasların belirlenmesi amacıyla yayımlanan "***Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde kullanılan Aksamın Yurt İçinde İmalatı Hakkında Yönetmelik"*** 19.06.2011 ve 27969 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmış ve 4 Eylül 2013 tarihli 28755 sayılı Resmî Gazetede ***Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Aksamın Yurt İçinde İmalatı Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik*** ile değişikliğe uğramıştır.

Bu Yönetmelikte ;

- *Yerli Aksam:* Bu Yönetmeliğin ekinde yer alan "Yurt İçinde İmal Edilen Aksam ve Bütünleştirici Parçalar Listesi"nde açıklanan bütünleştirici parçalarının yerli aksam oranları bazında en az %55'i yurt içi katma değerle üretilen aksamı,
- *Bütünleştirici Parça:* Aksam imalatında kullanılan temel parçaları.
- *Aksam ve bütünleştirici parça tedarikçisi:* Elektrik üretim şirketine ya da sistem tedarikçisine yurt içinde veya Türkiye Cumhuriyeti sınırları içerisindeki serbest bölgelerde imal ettiği aksamı ve bütünleştirici parçaları satan Sanayi Odasına ve/veya Ticaret ve Sanayi Odasına kayıtlı şirketi,
- *Sistem tedarikçisi:* Elektrik üretim şirketine, imal ettiği ve/veya satın aldığı aksamı sistem bütünlüğüne monte etmek suretiyle elektrik üretim tesisini kısmen veya tamamen kuran şirketi,
- *Yerli Katkı İlave Fiyatı:* Yurt içinde imal edilen ve Yönetmelik ekinde yer alan " Yurt İçinde İmal Edilen Aksam Tanımları" tablosunda yer alan bir aksam için belirlenen yerli aksam oranının Kanun'un II Sayılı Cetvel'inde belirtilen fiyat ile çarpımı sonucunda elde edilen fiyatı,
- *Yerli İmalat Tespit Heyeti:* Yerli ürün desteği talebinde bulunulan aksam ve/veya bütünleştirici parçanın üretim yerinde imal edildiğini ve/veya lisanslı veya lisanssız elektrik üretim tesisinde kullanıldığını kontrol etmek amacıyla Bakanlık ve/veya Bakanlığın yetkilendirdiği kurum/kuruluşlar tarafından oluşturulan heyeti,

ifade eder.

***Yurt içi imalatın belgelendirilmesi :***

Bu destekten yararlanmak isteyen lisans sahibi tüzel kişiler, bu Yönetmelik ekinde yer alan " Yurt İçinde İmal Edilen Aksam ve Bütünleştirici Parçalar Listesi'nde olanlar arasından yurt içinden tedarik

ederek elektrik üretim tesislerinde kullanmakta oldukları aksam ve aksam imalatında kullanılan her bir bütünleştirici parça için aşağıda yer alan belgeleri Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığına ve/veya Bakanlığın görevlendirdiği kuruluşa 30 Eylül tarihine kadar beyan etmek zorundadır.

Bu belgeler:

a) 1/6/1989 tarihli ve 3568 sayılı Serbest Muhasebeci Mali Müşavirlik ve Yeminli Mali Müşavirlik Kanununa göre işlem yapan yeminli mali müşavir tarafından aksam ve aksam imalatında kullanılan her bir bütünleştirici parça için ayrı ayrı hazırlanan ve imalatçı firmalar, sistem veya aksam tedarikçisinin bağlı bulunduğu Sanayi Odası veya Ticaret ve Sanayi Odası tarafından onaylanan Yerli İmalat Durum Belgesi,

b) Türk Standartları Enstitüsü veya TS EN 45011 "Ürün Belgelendirmesi Yapan Belgelendirme Kuruluşları İçin Genel Şartlar" veya TS EN ISO/IEC 17065 "Ürün, Proses ve Hizmet Belgelendirmesi Yapan Kuruluşlar İçin Şartlar" standardına uygun olarak Uluslararası Akreditasyon Forumu (IAF) ile karşılıklı tanıma anlaşması imzalamış ulusal akreditasyon kurumları tarafından akredite edilmiş kuruluşlarca düzenlenen ve aksamın uluslararası veya Türk Standartlarına veya kriterlerine uygunluğunu belirten Tip Sertifikası ve/veya Ürün Sertifikası veya Birim Doğrulama Sertifikası,

c) Tip sertifikası beyan edildiği durumlarda sertifika sahibi tüzel kişi tarafından yerli imalatçı bilgilerini ve yerli üretilen aksamın tip sertifikasına uygun üretildiğini gösteren belge.

Bakanlık gerekli incelemeleri yaptıktan sonra yerli ilave katkı fiyatını görevli tedarik şirketine bildirecektir.

***Yerli katkı ilave fiyatının belirlenmesi:***

Yukarıda yer alan belgelerle yurt içinde imal edildiği belirlenen yerli aksam için lisans sahibi tüzel kişilere Kanun kapsamında uygulanacak yerli katkı ilave fiyatları Bakanlık tarafından 31 Ekim tarihinden önce EPDK'ya bildirililecektir[1].

Tesisin herhangi bir ünitesinde kullanılan herhangi bir aksam için yerli aksam oranı tesiste kullanılan tüm üniteler için aynı olmak zorundadır. Yerli aksam oranı aynı olmaması durumunda yerli ilave katkı fiyatı hesaplanmaz.

Yerli katkı ilave fiyatı hesaplanan ve yerli katkı ilave fiyatından yararlanan üretim tesislerinin ünitelerinde yapılacak yenilemelerin yerli aksam oranını azaltmaması esastır. 16/12/2009 tarihli ve 27434 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Elektrik Tesisleri Proje Yönetmeliğine göre tesislerinde yenileme yapacak lisans sahipleri bu durumu yenileme işlemlerinin başlangıç aşamasında Bakanlığa bildirmekle mükelleftir.

Yerli katkı ilave fiyatından yararlanan üretim tesisleri yukarıda öngörülen usule uyulmadan modernizasyon, yenileme ve tadilatlar yapıldığının tespit edilmesi halinde lisans sahibi tüzel kişi

[1] 31 Ekim 2012 sonuna kadar yerli üretim ek ödemesi için 12 rüzgâr santralı başvurmuş ancak *"ürün sertifikası"* temininde karşılaşılan sorunlar nedeniyle hiçbir firmaya belge verilemediği belirtilmiştir(Sebahattin Öz, RES'lerde Yerli Katkı, Türkiye Rüzgar Enerjisi Kongresi, 7-8 Kasım 2012, WOW Convention Center, İSTANBUL). Bu belgenin teminindeki çekilen güçlük nedeniyle *ilgili yönetmelikte* değişiklik yapılmış ve 4 Eylül 2013 tarihli Resmi Gazete'de yayınlanmıştır

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Aksamın Yurt İçinde İmalatı Hakkında Yönetmelik kapsamındaki haklardan yararlandırılmaz, ödenmiş tutarlar hakkında 21/7/1953 tarihli ve 6183 sayılı Amme Alacaklarının Tahsil Usulü Hakkında Kanun hükümlerine göre işlem tesis edilir.

***Yurt içi imalatın denetlenmesi:***

1/6/1989 tarihli ve 3568 sayılı Serbest Muhasebeci Mali Müşavirlik ve Yeminli Mali Müşavirlik Kanununa göre işlem yapan bağımsız denetim şirketi ve yeminli mali müşavir, aksam ve aksam imalatında kullanılan her bir bütünleştirici parça için bu Yönetmeliğin ekinde yer alan Yerli İmalat Durum Belgesi'nin aksam ve bütünleştirici parçaya ait fatura, irsaliye v.b. belgeleri esas alarak hazırlanması ve Bakanlığa raporlanması ile ilgili olarak 3568 sayılı Kanunda belirtilen cezai şartlardan sorumludur.

Bu destekten yararlanmak isteyen lisans sahibi tüzel kişilerin elektrik üretim tesislerinde kullanılan herhangi bir aksam için bu Yönetmelik kapsamında sunulan belgelerin Bakanlıkça uygun görülmesi halinde ***Yerli İmalat Tespit Heyeti***[2] tarafından aksamın üretim yeri ve/veya montajı sırasında kullanımı denetlenebilir. Bu kontrol işlemi için montaja başlama tarihinden en az 15 takvim günü öncesinden Bakanlık bilgilendirilir. Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik (LÜY) kapsamındaki tesislerde yerli ürün kullanımı ile ilgili denetimler Bakanlık veya Bakanlığın yetkilendirdiği kurum/kuruluşlarca yapılabilir.

Bu hükmün yürürlüğe girdiği tarihten önce işletmeye alınmış üretim tesislerinde kullanılan yerli aksamlar için bu Yönetmelik kapsamındaki belgeler lisans sahibi tüzel kişi tarafından Bakanlığa sunulur. Bakanlık gerekli görmesi halinde, yerli katkı ilave fiyatlarını tespit etmeden önce ilgili aksamı yerinde kontrol eder. Yerli katkı ilave fiyatlarından yararlanabilecek olanlar Bakanlık tarafından 31 Ekim tarihinden önce EPDK'ya ve lisans sahibi ilgili tüzel kişiye bildirilir.

***Yerli Üretimde Yatırımcıyı Cesaretlendirecek Teşvik Alanları;***

- Kredi geri ödeme sürecinde elektrik alım garantisi
- Gümrük muafiyeti
- Her türlü vergiler, harçlar ve sigorta giderlerinin karşılanması
- Altyapı (yol ve arazi çözümleme)
- Su kaynaklarının kullanım kolaylıkları (su bedellerinin hesaplama yöntemleri)
- Yatırım sürecinde madencilik ve santralda kullanılacak elektrik tüketimine destek
- Finans
    - Yerli finans zorluğu, (faiz oranları, tek banka yetersizliği)
    - Uzun dış kaynak finans süreçleri (uluslararası hukuki prosedürler)

[2] Daha önceki Yönetmelikte bulunan "***Kabul Heyeti***" yerine yerli ürün desteği talebinde bulunulan aksam ve/veya bütünleştirici parçanın üretim yerinde imal edildiğini ve/veya lisanslı veya lisanssız elektrik üretim tesisinde kullanıldığını kontrol etmek amacıyla bakanlık ve/veya bakanlığın yetkilendirdiği kurum/kuruluşlar tarafından ***Yerli İmalat Tespit Heyeti*** oluşturulmuştur

### 4.3 Mevzuatla İlgili Değerlendirmeler

"Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Aksamın Yurt İçinde İmalatı Hakkında Yönetmelik" ile yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üreten tesislerde kullanılan ve bütünleştirici parçaları ile birlikte yurt içinde imal edilen aksama ilişkin ilave fiyatının belirlenmesi, belgelendirilmesi ve denetlenmesi ile ilgili usul ve esaslar ortaya konmuştur.

YEK Kanunu ekinde II Sayılı Tabloya göre Yerli İmalat Durum Belgesi'nin ve dolayısıyla ilave bedelin, verildiği tarihten itibaren beş yıl süreyle geçerli olacağı belirtilmiştir. Ancak, aynı genel adlandırma altındaki aksamların sadece tanımları yapılarak verilmiştir. Yönetmelik bu haliyle çok anlaşılır değildir.

Bu Yönetmelik ile de belli bir açıklığa kavuşmayan, yerli imalatın yenilenebilir enerji kaynağı kullanan enerji üretim tesislerinin teçhizatı olarak kullanılmasının getireceği ilave satış bedeli, bu kez 26.07.2012 tarihinde çıkartılan "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Aksamın Yurt İçinde İmalatı Hakkında Yönetmelik'te Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik" ile önce çıkartılan yönetmeliğin bazı maddelerinde açıklayıcı değişikliklerle, aksam ve bütünleştirici parça tedarikçisi, yerli katkı ilave fiyatı tanımları yapılmış, Yönetmelik ekinde verilen Yurt İçinde İmal Edilen Aksam ve Bütünleştirici Parçalar Listesinde aksamı oluşturan bütünleştirici parçaların da tanımı yapılarak yerli aksam oranları ayrı ayrı verilmiştir.

Bütünleştirici parçaların yerli aksam oranı bazında en az %55'inin yurt içi katma değerle üretilmesi, ilave bedele hak kazanmak için gerektiği belirtilmiştir. Ancak, mevcut üretimimiz ve teknoloji ile bir türbinin ve/veya jeneratörün listede belirtilen parçalarının belirtilen en az oranda yurt içinden sağlanması ve bu oranın %55'e ulaşmasını sağlamak, bilindiği üzere tasarım teknolojisine veya herhangi bir tasarım lisansına sahip olmadan mümkün değildir. Bu teknoloji ve/veya lisans mevcut olsaydı, ülkemizde bu teçhizat yapılıyor olurdu. Denilebilir ki, bu liste zaten bu teçhizatın yurt içinde imalatını teşvik etmek için hazırlanmıştır. Bu doğrudur ve önemli bir gelişmedir. Ancak, hazırlanan yönetmelikte yer alan hidroelektrik ana aksamların bütünleştirici parçaları türbin için ne kadar detaylı yazıldı ise jeneratör için o kadar parçalı ve detaylı tanımlanmalı ve ayrıca bir enerji santralının salt türbin, jeneratör ve bunların ilgili teçhizatından ibaret olmadığının bilinerek diğer aksamla ilgili tanımlara ve oranlara yer verilmelidir.

Ayrıca bütünleştirici parçaların toplamında en az %55 oranının aranması doğru bir strateji değildir. Mevcut durumda santral yatırımcısı, yurt içinden temin edebileceği bütünleştirici parçaların üretim oranlarının belirtilen yüzdeyi sağlamadığını ve kendisine bir avantaj getirmediğini görünce, teçhizatın tümünü yurt dışından temin etmek veya bir süre daha yatırımı ertelemek yoluna gitmektedir. Bu bir başlangıçtır ve kısa sürede %55 oranı da aşıp %100'e ulaşacağı düşünülmektedir.

Yerli ürün desteği talebinde bulunulan aksam ve/veya bütünleştirici parçanın üretim yerinde imal edildiğini ve/veya lisanslı veya lisanssız elektrik üretim tesisinde kullanıldığını kontrol etmek amacıyla bakanlık ve/veya bakanlığın yetkilendirdiği kurum/kuruluşlar tarafından oluşturulan Yerli İmalat Tespit Heyeti'nin kimlerden oluşacağı ve bu kişilerin yerli imalat konusunda değerlendirme için yeterli olup olmayacakları, denetimin sunulan belgelerin Bakanlığın uygun görmesi halinde yapılacak olması, kontrol işleminin ne zaman yapılacağı (aksamın üretim yeri ve/veya montajı esnasında yapılacağına dair ucu açık ifadeler bulunmaktadır) hususları tartışmaya açıktır. Bu haliyle söz konusu heyetin sembolik olduğu söylenebilir.

Lisanslı ve lisanssız üretimde farklı bir prosedür uygulanmaktadır. Yerli imalat destek fiyatından yararlanmak isteyen lisans sahibi tüzel kişilerin yukarıdaki belgeleri Bakanlık ve/veya Bakanlığın görevlendirdiği kuruluşa 30 Eylül tarihine kadar beyan edilmesi gerekmektedir. Tüzel kişilere uygulanacak yerli katkı ilave fiyatları ise 31 Ekim'den önce EPDK'ya bildirilecektir. Lisanssız üretim kapsamında yerli üretim teşviklerinden yararlanmak isteyenler ise gerekli belgeleri bakanlığa sunacaklar ve bakanlık gerekli incelemeleri yaptıktan sonra yerli ilave katkı fiyatını görevli tedarik şirketine bildirecektir.

Tesisteki tüm ünitelerde yerli katkı oranı aynı olmak zorundadır, aksi halde yerli katkı uygulamasından yararlandırılamayacaktır. Yerli katkıdan yararlanan tesislerde yapılacak yenilemelerin de yerli katkı oranını azaltmaması esastır. Bu da yatırımcı için ayrı bir güçlük yaratacaktır.

Mevzuat sebebiyle uzun süredir lisanslama aşamasına dahi gelinemeyen lisanslı GES yatırımları, ülkemizin ihtiyacı ve talebi düşünüldüğünde mevcut kurulu gücümüzün %1'i gibi çok düşük bir bağlantı kapasitesi ile kısıtlanan lisanslı santral bağlantı izinleri ve benzer sebeple henüz yeni başlayan lisanssız GES kurulumlarının büyüklüğü ve sadece 5 yıl boyunca teşvik edilen ilave fiyat dikkate alındığında, iç ihtiyaca yönelik yerli imalat için yatırım yapılması ekonomik olarak mantıklı gözükmemektedir. Halen Türkiye'de imalat yapılmasının ana gerekçesi, Avrupa'nın özellikle Çin'e uyguladığı anti-damping kuralları sebebiyle firmaların kendi know-how'ları ile Türkiye'de yerli imalat yaparak Avrupa ülkelerine anti-damping kurallarına maruz kalmadan Türkiye üzerinden satış kanalları yaratabilmektir. Dolayısıyla yerli imalat teşviklerinin, mevzuatla engellenen iç pazar talebi yetersiz kaldığı sürece, ülkemiz için kayda değer ve sürdürülebilir bir katma değer yaratması beklenmemelidir.

Bir güneş ülkesi Türkiye'de, güneş elektriği ekipmanlarında gerçek know-how yaratılması ve istihdam sağlaması için, imalatın öncelikle belirli kalite sınırları içerisinde yapılmasının sağlanması, iç talebinin kısıtlanmadan ve teşvik edilmeden büyümesine izin verilmesi, ihracatın ise teşvik edilmesi gerekmektedir.

# 5. ENERJİ EKİPMANLARININ İTHALATI VE İTHALAT REJİMİNDEKİ DENETİMLER

Bulunabilen istatistik sınıflandırmaları çerçevesinde, enerji ekipmanları kalemlerinde Türkiye dış ticaret açığı vermektedir. 84 no'lu fasıl altında toplanmış olan enerji ekipmanları ithalatı 2012 yılında toplam ithalat içinde %11 pay alırken enerji ithalatı %25 pay almıştır. Tablo 5.1 enerji sektörünün hem kaynak hem de teçhizat ithalatı ile dış ticaret ve ekonomi açısından önemini göstermektedir.

**Tablo 5.1** En Çok İhracat ve İthalat Yapılan 20 Fasıl Arasından Enerji ve Enerji Ekipmanları ile İlgili Fasıllar 2011 - 2012

| | Milyon $ | İhracat | | İthalat | | Fark | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fasıl | | 2011 | 2012 | 2011 | 2012 | 2011 | 2012 |
| | **Genel toplam** | **134 907** | **152 561** | **240 842** | **236 537** | **- 105 935** | **- 83 976** |
| **27** | **Mineral yakıtlar, mineral yağlar ve bunların damıtılmasından elde edilen ürünler; bitümenli maddeler; mineral mumlar** | **6 539** | **7 707** | **54 118** | **60 114** | **- 47 579** | **- 52 407** |
| 72 | Demir ve çelik | 11 225 | 11 342 | 20 424 | 19 641 | - 9 199 | - 8 299 |
| 73 | Demir veya çelikten eşya | 5 748 | 6 103 | 2 521 | 2 367 | 3 227 | 3 736 |
| 74 | Bakır ve bakırdan eşya | 0 | 0 | 4 119 | 3 876 | - 4 119 | - 3 876 |
| 76 | Aluminyum ve aluminyumdan eşya | 2 286 | 2 255 | 3 259 | 2 985 | - 973 | - 730 |
| **84** | **Kazanlar, makinalar, mekanik cihazlar ve aletler, nükleer reaktörler; bunların aksam ve parçaları** | **11 561** | **12 015** | **27 111** | **26 315** | **- 15 550** | **- 14 300** |
| 85 | Elektrikli makina ve cihazlar, ses kaydetme-verme, televizyon görüntü-ses kaydetme-verme cihazları; aksam-parça-aksesuarı | 8 874 | 9 380 | 43 490 | 40 852 | - 34 616 | - 31 471 |

Kaynak: TÜIK Dış Ticaret İstatistikleri, Aralık 2012

Ülkemizde halen enerji ekipmanlarının ithalatına yönelik herhangi bir kısıtlayıcı kalite veya sertifikasyon sistemi bulunmamaktadır. Dünyada yerli imalatın gelişimine katkı sağlaması amacıyla ülkeler ithal mallara karşı miktar, vergi ve kalite kısıtlamaları getirmektedir. Türkiye'de ise henüz "anti-damping" olarak ifade edilen bu tür bir uygulama gündemde değildir. Ayrıca, yerli imalat için enerji teçhizatına özel olmamakla birlikte, yatırım teşvikleri uygulanmakta ve ithal edilecek makine ve ekipmanlar için gümrük ve katma değer vergisi muafiyetleri sağlanmaktadır.

Enerji sektörü yatırımları genel destekler kapsamında da desteklenmektedir. Bu genel uygulama yerli teçhizatın üretiminin teşviki için uygun değildir. Yerli üretimin "kayırılmasına" imkân sağlamak için mevcut mevzuat özel olarak düzenlenmeli, bu konuda sanayicimizin talepleri göz önüne alınmalıdır. Düzenli olarak sektörün gelişmesine göre yeni düzenlemeler yapılarak dinamik bir destekleme modeli uygulanmalıdır.

# 6. ENERJİ EKİPMANLARI AÇISINDAN ÜRÜN GELİŞTİRME, TEST VE BELGELENDİRME İMKANLARI VE ALTYAPISININ MEVCUT DURUMU (TÜRKAK, TSE VE DİĞERLERİ), GELİŞTİRİLMESİ İÇİN YAPILMASI GEREKENLER

Ürün testi ürün belgelendirmenin bir aşamasıdır ve başlı başına tarafsız bir süreçtir. Gelişmiş ülkeler çok geniş kapsamda test yeteneklerine sahiptir. Bu testler; ürünle ilgili teknik mevzuatın gerekliliklerini karşılamak veya ürünün/yeni tasarımın performansını görmek için yaptırılmaktadır. AR-GE yapabilen, gelişmiş ülkeler yeni ürünlerin test gerekliliklerini, belgelendirme ölçütlerini belirlemektedir. Dolayısı ile bu alandaki uluslararası standartlar da onlar tarafından oluşturulmaktadır.

Ülkemizde kurulacak olan elektrik üretim tesislerinde kullanılabilecek gerek ithal gerekse yerli ürünlerin belirli kalite ve verimlilik koşullarının sağlanmasına yönelik mevzuat ihtiyacının yanı sıra, bu tür bir mevzuat çıkartılır ise, gerekli test-ölçüm ve kabul işlemlerinin yürütülebileceği test ve sertifikasyon merkezlerine de ihtiyaç duyulmaktadır.

Yenilenebilir enerjide henüz yeni yeni kullandırılmaya başlanan kredilerde ise, az sayıdaki finans kurumu / banka, finansman sağlanacak olan tesiste kullanılacak malzemeler ve kurulumu yapacak olan firma için kendi bünyelerinde henüz standartlara bağlanmamış kriterlerle değerlendirme yapmaktadır.

Sonuç olarak enerji ekipmanlarının yerli üretimi için; öncelikle üretilen ekipmanın testi için standartlar ve uluslararası akredite test altyapısı devlet önderliği ve desteği ile en kısa sürede oluşturulmalıdır.

Türkiye'de hali hazırda yeterli sayılabilecek bir zemin vardır. Aşağıda bu konuda etkin olabilecek uygulamalar ve test kapasiteleri verilmektedir.

## 6.1 Uygunluk Değerlendirme - Akreditasyon

Türkiye ile Avrupa Birliği arasında Gümrük Birliğini tesis eden AB-Türkiye Ortaklık konseyi doğrultusunda 1996 yılından bu yana uyumluluk süreci devam etmektedir. Bu süreç içinde gerek yasal yapıda gerekse uygulamaya yönelik bir dizi düzenlemeler getirilmiştir.

Yeni düzenlemeler kapsamında 4703 sayılı ''Ürünlere İlişkin Teknik mevzuatın Hazırlanması ve Uygulanmasına dair Kanun, kısa adıyla çerçeve kanun 11 Ocak 2002 tarihi itibariyle yürürlüğe girmiş; '' Uygunluk Değerlendirme Kuruluşları ile Onaylanmış Kuruluşlara Dair Yönetmelik", ''CE Uygunluk İşaretinin Ürünlere İliştirilmesine ve kullanılmasına dair Yönetmelik'' ve ''Ürünlerin Piyasa Gözetimi ve Denetimine Dair Yönetmelik'' 2002'den itibaren geçerli olmak üzere yürürlüğe girmiştir.

Bu kanun ve yönetmelikler kapsamında; uygunluk değerlendirme, uygunluk değerlendirme kuruluşları, yetkili kuruluş, teknik düzenleme, onaylanmış kuruluş, uygunluk işareti, akreditasyon kavramları gündemimize girmiştir.

Çalışmalar arasında Türkiye'nin kalite altyapısının etkin ve güvenilir bir biçimde işler hale getirilmesi en önemli unsurlardan biri olarak ortaya çıkmıştır.

Akreditasyon; uygunluk değerlendirme kuruluşlarınca gerçekleştirilen çalışmaların ve dolayısıyla bu çalışmalar sonucunda düzenledikleri uygunluk teyit belgelerinin (deney ve muayene raporları, kalibrasyon sertifikaları, yönetim sistemi belgeleri, ürün belgeleri, personel belgeleri vb) güvenilirliğini ve geçerliliğini desteklemek amacıyla oluşturulmuş bir kalite altyapısıdır.

Uygunluk değerlendirme kuruluşlarının akreditasyonu, ilgili uygunluk değerlendirme kuruluşları için yeterlilik ölçülerini belirleyen uluslararası standartlar, ilgili sektöre özel gereklilikler ve bölgesel veya uluslararası akreditasyon kuruluşları tarafından belirlenmiş rehber dokümanlarda belirlenmiş, dünya genelinde kabul görmekte olan, gereklilikler esas alınarak gerçekleştirilmektedir.

Akredite bir uygunluk değerlendirme kuruluşunca verilmiş bir uygunluk belgesine sahip bir ürün veya hizmet, bu ürün veya hizmet için uygulanabilir olan gereklilikleri sağlamakta olduğuna dair güven telkin eder. Bu sistematik sayesinde akreditasyon ticarette teknik engellerin kaldırılmasına katkıda bulunmaktadır.

Akreditasyon kuruluşları arasındaki güven mekanizması ise akreditasyon kuruluşları tarafından oluşturulmuş olan IAF (Uluslararası Akreditasyon Forumu), ILAC (Uluslararası Laborataur Akreditasyonu Birliği), EA (Avrupa Akreditasyon Birliği) vb. uluslararası veya bölgesel örgütler ile yapılmakta olan çok taraflı tanınma anlaşmaları ile tesis edilmektedir.

### 6.2 Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK)

TÜRKAK, uygunluk değerlendirmesi faaliyetlerini akredite etmek için 4 Kasım 1999 tarihinde yayımlanan 4457 sayılı Kanunla Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) kurulmuştur.

TÜRKAK'ın kurulmasındaki amaç; ülkemizde bulunan ve teknik düzenlemelere konu olan ürün güvenliği, kalite, deney, muayene ve belgelendirme çalışmaları yapan laboratuvar ve belgelendirme kuruluşlarının yeterliliklerini tescil etmek ve uluslararası geçerliliklerini sağlamaktır.

Akreditasyon faaliyetindeki en önemli amaçlardan biri, herhangi bir ülkenin uygunluk değerlendirme kuruluşundan alınan belge ya da raporun diğer ülke tarafından tanınması, karşılıklı tanınırlıktır. Belge tanınırlığının tesisini sağlamak için, ulusal akreditasyon kuruluşunun, akredite edebilme yeterliliği konusunda rüştünü ispat etmesi ve uluslararası akreditasyon kuruluşlarına üye olarak karşılıklı tanıma anlaşmaları yapması gerekmektedir.

TÜRKAK'ın, EA'ya tam üyeliği kabul edilmiş olup ayrıca, 10 Mayıs 2006 tarihinde Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon Birliği (ILAC) ile deney ve kalibrasyon alanlarında 2007 ve 2008 yıllarında ise, Uluslararası Akreditasyon Formu (IAF) ile kalite yönetim sistemleri, çevre yönetim sistemleri ve ürün belgelendirme konularında Çok Taraflı Tanıma Anlaşmaları (Mutual Recognition Arrangement - MRA) imzalanmıştır.

TÜRKAK'tan Akredite olan, deney ve kalibrasyon laboratuvarları, muayene kuruluşları, personel belgelendirme kuruluşları ve ürün belgelendirme kuruluşları ile ilgili detaylı bilgiler TÜRKAK'ın www.turkak.org.tr adresinden güncel olarak takip edilebilmektedir. (bu aşamada 720 adet olduğu tespit edilmiştir. 06.06.2013)[1]

[1] Kaynaklar :
Uygunluk Değerlendirme Kuruluşları ile Onaylanmış Kuruluşlara Dair Yönetmelik
www.turkak.gov.tr

### 6.3 Türkiye'de Ürün Belgelendirme Kuruluşları

Türkiye'de piyasaya sunulan ürünlerin Avrupa Birliği ülkelerinde geçerli olan idari ve teknik gereksinimlere uygun olmasını şart koşan hemen hemen tüm mevzuat yürürlüktedir. Türkiye ve AB piyasasına ürün sunan üreticiler ve üretici sıfatı taşıyan kişi ve kuruluşlar ürüne ilişkin temel gereksinimleri sağlamak ve bu gereksinimlerin sağlandığını, ürünlerin uygunluğunu ilgili yönetmeliklere göre ispat etmekle yükümlüdür.

Üreticiler, üretici sıfatı taşıyanlar bu yükümlülüklerin sorumluluğunu hissetmeye başlamışlar ancak yeterli değerlendirme kuruluşlarının mevcut olmaması nedeniyle üreticilerimizin çoğunun yurt dışı kuruluşlara yönelmektedirler. (Bakınız mevcut uygunluk değerlendirme kuruluşları listesi)

Uygunluk değerlendirme alanındaki geçiş döneminin ortaya çıkardığı tüm bu sorun ve eksiklikler kısa dönemde aşılmaya çalışılması ülkemizin ekonomik kalkınması, saygınlığı açısından son derece önem taşımaktadır.

Uygunluk değerlendirme ve bu kavram içindeki tüm faaliyetler sadece Avrupa birliği içinde değil, tüm dünyada üzerinde yoğun olarak çalışılmaktadır. Bu çalışmalar bir tarafta karşılıklı tanınırlık, malların tüm dünyada serbest dolaşımı kapsamındaki uluslararası entegrasyonlar çerçevesinde yürütülürken diğer taraftan da piyasaya daha güvenilir ürünler sunmak amaçlı olarak daha teknik seviyelerde yürütülmektedir. Mevcut olan tüm yönetmelikler ve standartlar sürekli olarak gözden geçirilmekte ve güncellenmektedir. Bu çalışmalar sonucunda bir taraftan yeni belgelendirmeler tanımlanmakta diğer yandan da yeni standartlar ve yönetmelikler yayınlanmaktadır.

#### 6.3.1 Türk Standartları Enstitüsü (TSE)

Türk Standartları Enstitüsü; her türlü madde ve mamüller ile usul ve hizmet standartlarını yapmak amacıyla 18.11.1960 tarih ve 132 sayılı kanunla kurulmuştur. Enstitünün ilgili olduğu bakanlık Bilim Teknoloji ve Sanayi Bakanlığıdır. Enstitü, tüzel kişiliği haiz, özel hukuk hükümlerine göre yönetilen bir kamu kurumu olup, kısa adı ve markası TSE'dir. Bu marka çeşitli şekillerde gösterilir. Yalnız Türk Standartları Enstitüsü tarafından kabul edilen standartlar Türk Standardı adını alır. Bu standartlar ihtiyari olup, standardın ilgili olduğu bakanlığın onayı ile mecburi kılınabilir. Bir standardın mecburi kılınabilmesi için Türk Standardı olması şarttır. Mecburi kılınan standartlar Resmi Gazete'de yayımlanır,

*TSE'nin başlıca Görevleri:*

- Her türlü standardı hazırlamak ve hazırlatmak,
- Enstitü bünyesinde veya hariçte hazırlanan standartları tetkik etmek ve uygun bulduğu takdirde Türk Standartları olarak kabul etmek,
- Kabul edilen standartları yayımlamak ve ihtiyari olarak uygulanmalarını teşvik etmek, mecburi olarak yürürlüğe konmalarında fayda görülenleri ilgili bakanlığın onayına sunmak,
- Kamu sektörü ve özel sektörün talebi üzerine standartları veya projelerini hazırlamak ve görüş bildirmek,

- Standartlar konusunda her türlü bilimsel teknik incelemelerle araştırmalarda bulunmak, yabancı ülkelerdeki benzer çalışmaları takip etmek, uluslararası ve yabancı standart kurumları ile ilişkiler kurmak ve bunlarla işbirliği yapmak,
- Üniversiteler ve diğer bilimsel ve teknik kurum ve kuruluşlarla işbirliği sağlamak, standardizasyon konularında yayım yapmak, ulusal ve uluslararası standartlardan arşivler oluşturmak ve ilgililerin faydalanmalarına sunmak,
- Standartlarla ilgili araştırma yapmak ve ihtiyari standartların uygulanmasını kontrol etmek için laboratuvarlar kurmak, kamu sektörü veya özel sektörün isteyeceği teknik çalışmaları yapmak ve rapor vermek,
- Standartlara uygun ve kaliteli üretimi teşvik edecek çalışmalar yapmak ve bunlarla ilgili belgeleri düzenlemek,
- Metroloji ve kalibrasyon ile ilgili araştırma ve geliştirme çalışmaları yapmak ve gerekli laboratuvarları kurma.

Türk Standartları Enstitüsü'de 1964 yılında uygulamaya koyduğu "Standarda Uygunluk Belgelendirmesi (TSE MARKASI)" ile standarda uygunluk belgelendirmesini başlatmıştır. Belgelendirme faaliyetleri bugün yürütülmektedir.

TSE yerli onaylanmış kuruluşlar listesinden de görüleceği gibi bazı direktiflerle ilgili olarak akreditasyonlarını tamamlayarak atanmış onay kuruluşu olarak da faaliyet yürütmektedir.

TSE'de kurulmuş bulunan TK 30 Enerji sistemleri Teknik Komitesi enerji ekipmanları ile ilgili, standartları hazırlamaktadır.

### 6.3.2 Türkiye'de Faaliyet Gösteren Belgelendirme Kuruluşları

Türkiye'de faaliyet gösteren Avrupa Komisyonunun ilgili sitesinde yayınlanmış muhtelif yönetmelik ve kapsamlardaki belgelendirme kuruluşları Tablo 6.1'de verilmekte olup (toplam 28 adet), bunların büyük çoğunluğu da kökeni yurtdışında ve Türkiye'de TÜRKAK'a da akredite olarak çalışmalarını sürdürmektedirler. İhtiyaç çoğu kez yabancı kuruluşların temsilcileri tarafından doldurulmaya çalışılmaktadır.

Sonuç olarak; Türkiye'nin ekipmanlarının yerli üretimi için önemli olan test ve belgelendirme için yeterli kurumsal yapı ve deneyim mevcuttur. Yerli üretim teşvik edilirken, bu mevcut yapının enerji ekipmalarının test ve belglendirmesini yapabilecek şekilde güçlendirilmesi ve gerekli uluslararası akredite test altyapısının hızla oluşturlması gerklidir.

Ayrıca, konuyla çok yakından ilgili olması nedeniyle TMMOB Makina Mühendisleri Odası (MMO) adına Bursa Şubesi yürütücülüğünde, 6–7 Aralık 2013 tarihlerinde düzenlenen **Makina İmalat Teknolojileri Kongresi-MATİT 2013** Sonuç Bildirgesinde vurgulanan aşağıdaki konuların burada da belirtilmesinde yarar görülmektedir;

*"Makina imalat sanayi sektörü, yirmiden fazla alt sektörden oluşmakta ve hemen hemen bütün sektörlere "yatırım malı" ve "ara malı" olarak girdi üretmektedir. Sektör, sanayinin itici gücü ve gelişmişliğin önemli ölçütlerinden birini oluşturmakta, dünyada "mühendislik" veya "makina mühendisliği sanayi" olarak kategorize edilmektedir.*

*Mühendislik tasarımı ise ürün geliştirilmesinde ve/veya üründe farklılık yaratılmasında öncelikli ve zorunlu aşamalardan biridir. Ar-Ge çalışmaları içinde vazgeçilmez bir öneme sahiptir. Patent ve*

*markanın alınmasında, özellikle makina imalat sanayinde mühendislik tasarımı giderek küresel rekabette temel çalışmaların başında bulunmaktadır.*

*Acımasız çıkarlara dayalı uluslararası rekabet ortamında, "teknolojiyi yalnızca kullanan değil teknoloji üreten bir toplum olma" hedefine ulaşmamız gerekmektedir. Ülkemizin başka ülkelerin teknoloji pazarı olmaması ve tüm sanayi sektörlerinde var olmanın ve teknoloji üretiminin, projelendirme, mühendislik tasarımı, Ar-Ge ve yerli üretimde yetkinleşmekten hareketle olanaklı olduğunun herkes tarafından görülmesi, benimsenmesi gerekmektedir.*

*Teknolojinin ürün geliştirme sürecinde, doğrudan ürün ve imalat süreci üzerindeki rolü çok önemlidir. Genel olarak imalat sanayi ele alındığında yaratılan katma değeri belirleyen etkenlerden biri de faaliyet gösterilen sektörün hangi teknoloji düzeyine dahil olduğudur. Odamızın Makina İmalat Sektör Araştırması ve diğer araştırmalarda görüldüğü üzere, üretimin bugünkü ağırlığı yüksek katma değerli özgün üretimden çok konvansiyonel ürünlere dayanmaktadır.*

*Türkiye makina sanayi üretimi 2012 yılında 28,3 milyar dolar olmuştur. 2012'de sektör ihracatı 12,6 milyar dolar, ithalatı 21,9 milyar dolar, dış ticaret açığı da 9,3 milyar dolar olarak gerçekleşmiş; son beş yıl içindeki toplam açık 45 milyar doları bulmuştur. Üretimde ihracatın payı yüzde 30'dur. İhracatta, orta-düşük teknolojili ürünler ağırlıklıdır. İthalata bağımlılıkta sektör ortalaması yüzde 65'e ulaşabilmektedir. Katma değer oranı ise yüzde 23,8 ile düşük bir düzeydedir.*

*Türkiye'de genel istihdam içinde sanayi istihdamında yüzde 19,2'ye gerileme söz konusudur. Sanayide istihdam edilen 3,5 milyon kişinin 210 bini makina sanayinde çalışmakta, bunun da yalnızca 3 bin 500'ü yani yüzde 1,7'si mühendistir. Mühendis istihdam düzeyi düşük, ücretleri yetersiz, iş güvenceleri yoktur.*

*Etkinlik boyunca yapılan değerlendirmeler sonucu, makina imalat sanayinin zayıf yönleri ile sorunları Sonuç Bildirgesinde aşağıdaki gibi sıralanmıştır;:*

- *Nitelikli işgücü oranının düşüklüğü,*
- *Mühendis istihdamının yetersizliği,*
- *Esnek çalışma biçimleriyle birlikte işin, gelirin, çalışma sürelerinin, görevin sürekliliğinin bozulması, mühendislerin mesleki özerklik kaybına uğraması,*
- *Tasarım geliştirme, inovasyon ve marka yetersizliği,*
- *Katma değeri düşük ürünlerin yüksek oranı,*
- *Patent ve faydalı model sayısının azlığı, fikri ve sınai mülkiyet haklarının kullanılamaması,*
- *Yan sanayinin gelişememesi ve ileri teknolojide ara malda dışa bağımlılık,*
- *Kayıt dışı firma çokluğu ve merdiven altı üretimi,*
- *KOBİ'lerin fazlalığı ve kurumsallaşmada zafiyet, firmalar arası ilişkilerin zayıflığı,*
- *Üniversite-sanayi işbirliğinde yetersizlik,*
- *Kamu alımlarında yerli üretime sağlanan avantajlar ile bölgesel teşvik ve desteklerin yetersizliği,*
- *Enerji maliyetlerinin yüksekliği,*
- *Çeşitli vergi dezavantajları,*
- *Sermaye birikiminin yetersizliğ,.*
- *Kredilerin azlığı ve faizlerin yüksekliği,*
- *Tüketici (kullanıcı) bilinç eksikliği,*
- *Yetersiz yurtdışı tanıtım ve pazarlama,*
- *Fason çalışma sisteminin kaliteye zarar vermesi.*

**Tablo 6. 1** Türkiye'de Faaliyet Gösteren Belgelendirme Kuruluşları Listesi

| Kurum tipi | Adı |
|---|---|
| AB | Board Of Technical And Scientific Research On Construction |
| AB | Türk Standartlar Enstitüsü |
| NB 1783 | Türk Standartlar Enstitüsü |
| NB 1784 | Turkish Cement Manufacturers Association-Council For Quality and Environment (TCMA-CQE) |
| NB 1785 | Türk Loydu Vakfı İktisadi İşletmesi |
| NB 1984 | Kiwa Meyer Belgelendirme Hizmetleri A.Ş. |
| NB 2022 | TMMOB Makine Mühendisleri Odası Asansör Kontrol Merkezi |
| NB 2055 | Turkish Ready-Mixed Concrete Manufacturers Association |
| NB 2138 | Alberk QA Uluslararası Teknik Kontrol Ve Belgelendirme Ltd. Şti. |
| NB 2159 | S & Q MART Kalite Güvenlik Sanayi ve Ticaret A. Ş. |
| NB 2163 | Universal Certification And Surveillance Service Trade Ltd. Co. |
| NB 2164 | TEBAR Test Belgelendirme Araştırma ve Geliştirme Tic. A.Ş. |
| NB 2179 | Kalıtest Belgelendirme Ve Eğitim Hizmetleri Ltd. Şti. |
| NB 2184 | Era Laboratuvarları A.Ş. |
| NB 2195 | Szutest Teknik Kontrol Ve Belgelendirme Hizmetleri Ticaret Ltd. Şti. |
| NB 2218 | Sgs Supervise Gözetme Etüd Kontrol Servisleri A.Ş. |
| NB 2271 | Standart Belgelendirme Denetim Deney Muayene ve Teknik Kontrol Ltd. Şti. |
| NB 2284 | IEP Uluslararası Enerji Petrol Gözetim Sertifikasyon ve Teknik Hizmetler Organizasyonu Ticaret Ltd. Şti. |
| NB 2287 | Bureau Veritas Gözetim Hizmetlerı Ltd. Şti. |
| NB 2292 | UDEM Uluslararası Belgelendirme Denetim Eğitim Merkezi Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti. |
| NB 2336 | SCA Belgelendirme ve Özel Eğitim Hizmetleri Ltd. Şti. |
| NB 2344 | BVA Belgelendirme ve Dış Ticaret Ltd. Şti. |
| NB 2354 | TUV Teknik Kontrol ve Belgelendirme A.Ş. |
| NB 2360 | Palme Kalite Denetim Belgelendirme Laboratuvar Hizmetleri ve Egitim Ltd. Şti. |
| NB 2372 | EPS Sanayi Derneği Çevre Enerji Verimlilik ve Kalite Kurulu İktisadi İşletmesi |
| NB 2404 | CPC Belgelendirme Muayene ve Deney Hizmetleri Tic. Ltd. Şti. |
| NB 2418 | Kalibra International Metroloji Ltd. Şti. |
| NB 2422 | INTEGRA 96 Uluslararası Ürün ve Sistem Belgelendirme Bağ. Den. Göz. Eğit. Hiz. Ltd. Şti. |
| NB 2430 | BENART Uluslararası Teknik Kontrol ve Belgelendirme Ltd. Şti. |

# 7. TÜRKİYE'DE TERMİK SANTRALLER

## 7.1 1980'den Bugüne Termik Santraller

Termik santraller, katı, sıvı ve gaz halindeki fosil yakıtların ısıl enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren santrallerdir. Bu kapsamda kömür santralleri, fuel-oil santralleri ve doğal gaz santralleri yer almaktadır.

1980 yılı öncesinde kurulan linyit santrallerinin toplam kapasitesi 1.047 MW olup, bugünkü toplam linyit santrali kurulu kapasitesinin %13'ünü oluşturmaktadır. Linyite dayalı termik santral yatırımlarının önemli bir kısmı 1973 ve 1977 petrol krizlerini izleyen yıllarda yapılmıştır. 1982- 1994 yılları arasındaki 12 yılda toplam 4.219 MW gücünde linyite dayalı santral inşa edilirken, 1994-2006 yılları arasındaki 12 yılda ancak 2.392 MW gücünde linyit santrali yapılabilmiştir. Yerli linyit kaynaklarının elektrik üretimi amaçlı kullanımına ilişkin söz konusu olumsuz gelişme belirtilen süreçte santral yatırımlarının kamu eliyle değil, özel sektör sermayesi ile yapılması gerektiğine dair politika değişikliği ile ortaya çıkmıştır. Özel sektör ise, yerli linyit kaynaklarının değerlendirilmesiyle ilgilenmemiş ve ilk yatırım maliyeti daha düşük ve yatırım süresi daha kısa olan ancak yakıt yönünden dışa bağımlı olan ithal doğalgaza dayalı santralleri tercih etmiştir.

Bu süreçte, 1998 yılına kadar artış eğilimini sürdüren elektrik üretimi amaçlı linyit üretimi, ağırlığın ithal doğalgaza verilmesi sonucu 1999 yılından itibaren önce duraklama, daha sonra ise belirgin bir düşüş dönemine girmiştir. Elektrik üretiminde kurulu gücün birincil enerji kaynaklarına göre dağılımında özellikle 1990'lı yılların sonundan itibaren, büyük oranda doğalgaza bağımlılık ortaya çıkmıştır. Bu süreçte, yerli kaynaklara dayalı yatırımlardan büyük oranda vazgeçilmiş, ithal kaynaklara yönelim gerçekleşmiştir. Rüzgar, güneş ya da jeotermal gibi kaynakların kullanımları ise neredeyse yok düzeyinde kalmıştır. Elektrik sektörünün bu yapısında, özel sermaye, kömüre dayalı santral kurmayı –özellikle garantiler yoksa– tercih etmemiştir.

Bu süreçte, özel sektör tarafından kömüre dayalı yapılan önemli bir yatırım, 2004 yılında, Adana'nın Yumurtalık İlçesi'nde bir Alman konsorsiyumunca inşa edilen Sugözü Termik Santrali'dir. 1.320 MW gücündeki bu santral, Kolombiya'dan getirilen kömürlerle çalıştırılmaktadır. Sadece 150–200 kilometre uzakta bulunan Adana Tufanbeyli İlçesi'nde ve Kahramanmaraş Elbistan Havzası'nda termik santrallerde tüketime uygun önemli miktarlarda kömür rezervleri bulunmaktayken, binlerce kilometre uzaktaki Kolombiya'dan Türkiye'ye kömür ithal edilmesi, mevcut yapının çarpıklığını göstermesi bakımından önemlidir.[1]

Oysa ülkemizin, ne ithal kömüre ne de ithal doğalgaza mahkumiyeti bir zorunluluk değildi ve bugün de değildir. Türkiye'nin, ithal doğalgaz karşısında geliştirebileceği yerli kaynaklara dayalı alternatif projeleri her zaman bulunmaktadır. Söz konusu alternatif projeler arasında en önemlilerinden biri de Afşin Elbistan Linyit Havzası Projesi'dir. Söz konusu politikalar sonucu geldiğimiz noktada kamu kurulu gücü büyük oranda yerli kömür ve hidrolik kaynaklara dayalı iken, özel sektör büyük oranda dışa bağımlı kaynaklara dayalı santraller tesis etmiştir. Dolayısıyla, kamu sektörü kurulu gücünün ithal kaynaklara bağımlılığı % 25 düzeyindeyken, özel sektörün ithal kaynak bağımlılığı ise % 90 düzeyindedir. Bununla beraber, doğalgaz bağımlılığının bir faturası bulunmaktadır. Türkiye'nin 2012 yılında enerji hammaddeleri ithalatına ödediği rakam, tüm ithalat tutarının % 25,3'üne ve 59,84

[1] MMO Termik Santraller Raporu

milyar dolara ulaşmıştır. Türkiye'nin petrol ve doğalgaz dahil, ithal ettiği enerji faturası artmıştır. Bu düzeyiyle enerji ithalatı, dış ticaret açığının en önemli kısmını oluşturmaktadır.[2]

### 7.2 Kömürlü Termik Santral Teknolojileri

Kömürlü Termik Santrallerde santral tipi seçimi ve teknoloji seçimi tamamen kömüre bağlıdır. Türkiye'deki linyit özellikleri de farklı havzalarda farklı karakter göstermektedir. Kullanılacak kömürler yanma testine tabii tutulduktan sonra santral tipi belirlenmeli ve santral kazanı kömüre göre dizayn edilmelidir. Kömürlü termik santral teknolojisinde; Pulverize Kazanlar, Akışkan Yataklı Kazanlar ve Gazlaştırma sistemleri kullanılır.

Kül ergime sıcaklığı düşük olan kömürün kullanılacağı santrallerde akışkan yataklı kazan seçilmesi daha doğrudur. Çünkü akışkan yataklı kazanda yanma odası sıcaklığı 850 $^{0}$C civarında iken pülverize kömürlü santrallerde sıcaklık 1100 $^{0}$C'ı aşmaktadır, bu da doğrudan cüruflanmaya neden olmaktadır.

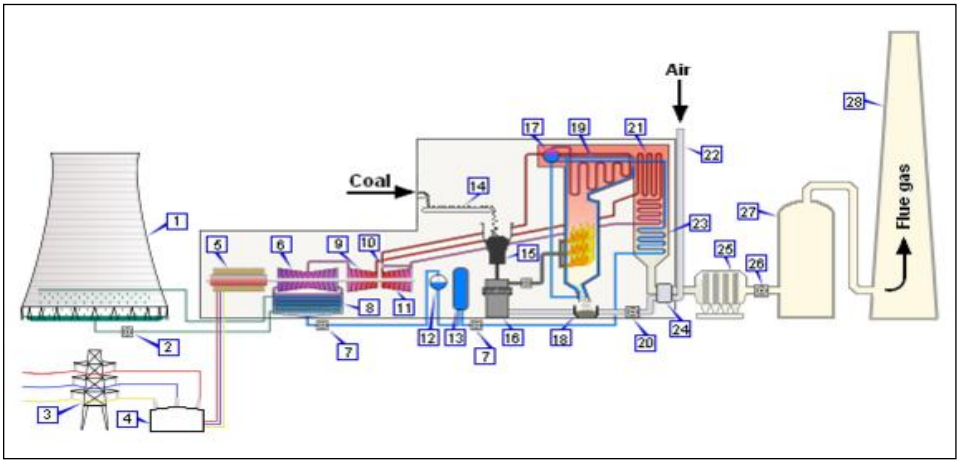
#### 7.2.1 Pülverize Kömür Yakma Teknolojileri

Kazan teknolojileri ana buhar basınç değerlerine göre 3 kategoriye ayrılmaktadır. Bu kazan tiplerinin buhar basıncı, sıcaklık, güç ve verim değerleri aşağıda verilmiştir

- Kritik altı (sub critical): 130- 220 bar, 540 $^{0}$C, 150-350 MWe, net verim %30-37
- Kritik üstü (super critical):220–250 bar,560-600 $^{0}$C, 500-1000 MWe, net verim %39-41
- Ultra Kritik Üstü (ultrasuper critical):>250 bar, >600 $^{0}$C, 500-1100 MWe, net verim %42-50

Buhar parametrelerinin dışında kritik altı ve kritik üstü kazanlar arasındaki en önemli fark "Dom" olarak bilinen ve genellikle kritik altı kazanlarda bulunan buhar ayrıştırıcısının kritik üstü kazanlarda olmamasıdır. Kritik üstü kazanlarda, düşük yükte çalışırken sirkülasyonu ve düzgün işletme koşullarını sağlamak için, kazan çıkışında kullanılan separatör (ayrıştırıcı) çok daha basit, dahili kompleks parçalar içermeyen ve çok daha küçük bir ayırıcıdır.

[2] "Türkiye'nin Enerji Görünümü" Oğuz Türkyılmaz




**Şekil 7.1** Klasik Kömürlü Termik Santral Diagramı[3]

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Soğutma kulesi | 10 | Buhar kontrol valfi | 19 | Kızdırıcı (Superheater) |
| 2 | Soğutma suyu pompası | 11 | YB Türbini | 20 | Taze hava fanı (FD fanı) |
| 3 | İletim hattı | 12 | Gaz alıcı (Deaeratör ) | 21 | Tekrar kızdırıcı (Reheater) |
| 4 | Ana trafo (Step up) | 13 | Besi suyu ısıtıcısı | 22 | Taze hava girişi |
| 5 | Jeneratör | 14 | Kömür konveyörü | 23 | Ekonomizer |
| 6 | AB türbini | 15 | Kömür bunkeri | 24 | Hava ön ısıtıcı (Luvo) |
| 7 | Kondensat pompası | 16 | Kömür değirmeni | 25 | Kül tutucu (elektrofilitre) |
| 8 | Kondenser | 17 | Kazan domu | 26 | Cebri çekme fanı |
| 9 | 0B türbini | 18 | Cüruf teknesi | 27 | Baca gazı kükürt arıtma tesisi. |
| | | | | 28 | Baca |

### 7.2.2 Akışkan Yatak Yakma Teknolojileri

Akışkan yatakta yakma teknolojileri; atmosfer basıncında (atmosferik) ve basınç altında çalışan (basınçlı) olmak üzere iki ana grupta sınıflandırılır. Bu teknolojiler akışkanlaştırma koşullarına bağlı olarak da 2 gruba ayrılır.

- Kabarcıklı Akışkan Yatak (Bubbling Fluidized Bed)
- Dolaşımlı Akışkan Yatak (Circulating Fluidized Bed)

Günümüzde ticari boyuta ulaşmış ve yaygınlaşmış olan teknoloji atmosferik dolaşımlı akışkan yataklı yakma (atmospheric circulating fluidized bed combustion-ACFBC) teknolojisi olup, basınçlı kabarcıklı akışkan yataklı yakma (pressurized bubbling fluidized bed combustion-PBFBC) ile basınçlı dolaşımlı akışkan yataklı yakma (pressurized circulating fluidized bed combustion -PCFBC) teknolojileri henüz gelişme aşamasındadır.

Akışkan Yatak Teknolojisi (AYT), özellikle düşük kaliteli kömürlerin yakılması konusunda, pülverize kömür teknolojilerine göre yüksek verim ve daha geniş aralıklardaki ısıl değere sahip yakıtlarda oldukça tercih edilen bir teknolojidir. Aynı özelliklere sahip kömürler için Akışkan Yatak Teknolojisi kullanılması durumunda pülverize kazanlara göre kazan verimleri en az % 2-4 puan daha yüksektir.

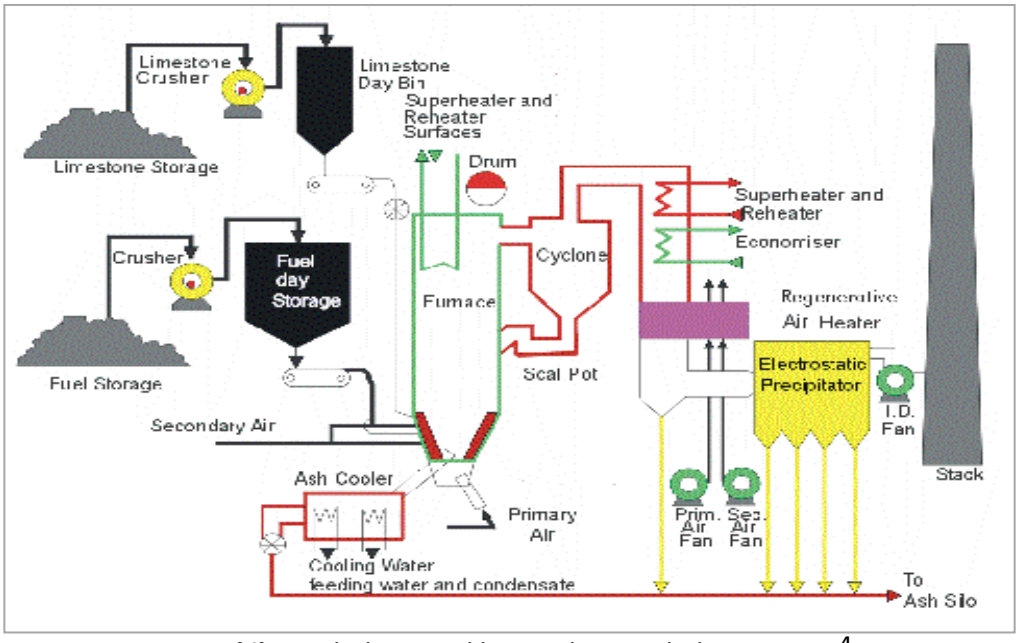
Bu tip kazanlarda küçük tanecik boyutu ve yüksek gaz hızları sebebiyle yanmanın tüm kazan boyunca sürmesi sağlanır. En alttan giren hava miktarı toplam havanın %60 - %75'ini oluştururken,

[3] http://www.dektmk.org.tr/upresimler/MBASARAN.pdf

geri kalan hava daha yukarı seviyelerden ikincil hava olarak sisteme verilir. Yanma 840-900°C'da gerçekleşirken, ince tanecikler (< 450 mikron) 6 – 8 m/s yanma gazı hızıyla yakıcının dışına taşınırlar. Bu parçacıklar genelde yanma odası çıkışına yerleştirilen siklon tarafından tutularak yanma odasına geri gönderilir. Böylece dolaşım gerçekleşmiş olur. Tamamen yanmış ve boyutu siklonlarda tutulamayacak kadar küçük olanlar ise siklonlardan kurtulup baca gazı kanalına taşınırlar. Siklondan çıkan ve $SO_2$ gazı arıtılmış baca gazı ikinci geçişte yer alan buhar üretim ünitesi ısıtıcı boru demetlerinde ısısını bıraktıktan sonra, baca gazı kanallarına taşınır ve buradan elektrostatik filtrelere yönlendirilerek kalan uçucu küller de tutulur ve kalan gaz çekme fanları ile bacaya gönderilir.

Parçacık dolaşımı, kömüre yanma için, kireçtaşına da kükürt tutması için yakıcı içinde daha uzun kalma süresi sağlanmış olur bu da parçacıkların ısısından maksimum yararlanarak yakıcı duvarlarına verimli ısı transferini sağlar. Bu sistemde kazan boruları yatağın içine yerleştirilmemiştir. Borular yanma odasının duvarlarına ve gaz yolu üzerine yerleştirilmiştir. Kazan duvarlarındaki borular gereken ısıyı sistemden alırken, sıcaklığın da belirtilen düzeyde kalması için dengeyi sağlarlar.

Akışkan yataklı kazanların teknolojisi gereği, hem kabarcıklı hem de dolaşımlı sistemlerde yakıt bünyesindeki kükürdün çok büyük bir bölümü yatakta kireçtaşı ile reaksiyona girerek tutulmuş olduğundan baca gazlarının kükürt içeriği düşüktür. Yatakta oluşan gazların kükürtten arındırılmış olması düşük sıcaklıkta korozyon tehlikesini ortadan kaldırır. Ayrıca baca gazı sıcaklığının diğer tip kazanlara göre daha düşük seçilebilmesi baca gazı ısısından en yüksek oranda yararlanılabilmesini sağlar ki bu da akışkan yataklı kazanların verimini arttırır.




**Şekil 7.2** Akışkan Yataklı Termik Santral Akış Diagramı[4]

[4] "Çan Termik Santrali Akış Diyagramı" Alstom P.B.

Akışkan Yataklı Yakma Teknolojisinin sağladığı avantajlar :

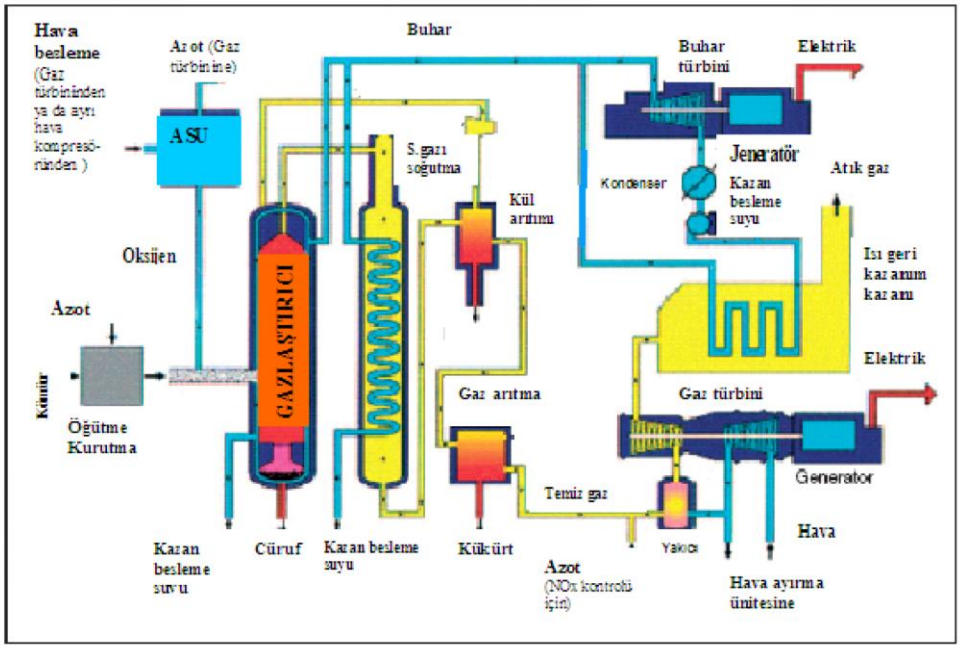
- ✓ Ülkemizdeki linyitler için çok uygun bir teknolojidir. Yüksek küllü, yüksek kükürtlü ve düşük kaliteli kömürler, kömür artıkları, evsel ve endüstriyel çöpler rahatlıkla yakılabilmektedir.
- ✓ Yanma odası sıcaklığı 800–850ºC gibi düşük değerlerde seyrettiğinden; NOx emisyon değeri, sınır değerinin çok altında kalmaktadır ayrıca cüruflaşma daha az olmakta ve kül erimesi meydana gelmemektedir.
- ✓ Yüksek yanma verimi ve ısı transfer katsayısı nedeni ile kazan verimleri yüksektir ( ≥ %92)
- ✓ Kömürün içindeki kükürt doğrudan kazanın içinde büyük ölçüde tutulduğundan pülverize kömür santrallerine göre daha küçük FGD tesisleri ile limitlere uyulabilir.
- ✓ Değirmen olmadığından ve Baca Gazı Arıtma tesisi daha küçük olacağından ünite iç ihtiyaç güç talebi düşüktür.
- ✓ İşletme ve bakım masrafları düşüktür. (Baca Gazı Arıtma tesisi daha küçük olduğundan ve değirmenlere ihtiyaç duyulmadığından)

### 7.2.3 Gazlaştırma Teknolojileri [5]

Bir gazlaştırma prosesinde sistemin ana bileşeni gazlaştırıcıdır. Gazlaştırıcılar 3 grupta adlandırılır.

- Sabit Yatak (Fixed Bed)
- Akışkan Yatak (Fluidised Bed)
- Sürüklemeli Yatak (Entrained Bed)

Kömür gazlaştırma 19. yüzyıldan beri kullanılan bir teknoloji olmakla birlikte gazlaştırmanın elektrik üretiminde kullanımı, hemen hemen son otuz yılda hükümetlerin ve sanayinin ortak girişimiyle gerçekleştirilen araştırmalarla hız kazanmış bir teknolojidir.




**Şekil 7.2** Entegre Gazlaştırma Kombine Çevrim Teknolojisinin Şematik Görünümü[5]

[5] Temiz kömür yakma teknolojileri (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi)

Entegre Gazlaştırma Kombine Çevrim (IGCC) teknolojisinde gazlaştırıcıdan ve arıtma ünitelerinden çıkan sentez gazı önce gaz türbininde (GT) yakılarak elektrik elde edilir. Ek olarak gaz türbininden çıkan gazdan atık ısı kazanında buhar üretmek amacıyla yararlanılır ve elde edilen yüksek basınçtaki buhardan buhar türbininde (BT) elektrik üretilir. Isı enerjisinden yararlanılan gaz, atık ısı kazanından dışarı atılır. Kömür gazlaştırma prosesinin elektrik üretiminde kullanılması konvansiyonel yakma teknolojilerine göre önemli avantajlar sağlamaktadır. Bunlar:

***Yüksek verimlilik ve düşük emisyon***: Gazlaştırma prosesinin elektrik üretiminde kullanılmasının bir nedeni, kombine çevrim sonucunda elektrik dönüşüm veriminin konvansiyonel santrallere göre çok daha yüksek olmasıdır. Kombine çevrimde hem gaz türbininden hem de buhar türbininden elektrik elde edilmesi toplam dönüşüm verimini yükseltmektedir. Entegre sistemde tipik olarak elektrik enerjisinin % 60-65'i gaz türbininden, % 35-40'ı buhar türbininden elde edilmektedir. Sentez gazı, gaz türbininde yakılmak üzere gönderilmeden önce soğutulmakta ve safsızlıklarından arıtılmaktadır.

Gazlaştırma ile, verimlilikteki artışa paralel olarak kömürün yanmasından kaynaklı emisyonlarda da önemli ölçüde azalmalar sağlanmaktadır. Dönüşüm veriminin beş puanlık artışıyla (örn. % 35'ten % 40'a çıkmasıyla), kömüre göre farklılıklar göstermekle birlikte, karbondioksit emisyonları % 10'un üzerinde azalmaktadır. Yeni gaz türbini tasarımları ve proses sıcaklığının yükselmesi sonucunda % 60'lara varan verimlilikler hedeflenmektedir.

***Daha yüksek tesis gücü:*** Bir IGCC ünitesinde eğer hava ayırma ünitesi varsa, buradan elde edilen azotun GT'de beslenmesi ile jeneratör çıkış gücü de arttırılabilmektedir. Bu şekilde doğalgaz yakan *170 MW* gücündeki bir türbin, sentez gazı ile *190 MW* veya daha üzerine çıkabilmektedir. Sentez gazından kombine çevrim teknolojisi ile yararlanmanın yanı sıra, kömür gazlaştırmanın başka avantajları da bulunmaktadır.

***Ürün esnekliği:*** Yukarıda belirtildiği gibi, gazlaştırma prosesi sonucunda sadece elektriğin değil, çeşitli kimyasalların ve ulaşımda kullanılacak yakıtların da üretilmesi mümkündür. Gazlaştırma prosesinin bir önemli avantajı da, sistemde hava yerine oksijen kullanılması halinde üretilen gaz karbondioksit açısından zengin olduğundan karbondioksiti ayırmak ve tutmak çok daha kolay ve düşük maliyetlidir. Bu durum, sera gazı etkisine ve iklim değişikliğine karşı son zamanlarda sıklıkla gündeme gelen karbondioksit tutma ve depolama (KTD) teknolojisi ve sistemleri açısından önemli kolaylık sağlamaktadır.

***Hidrojen ekonomisine doğru gidiş:*** Bu süreçten elde edilen hidrojenin araçlarda, yakıt hücrelerinde kullanılabilmesi olanağı da bulunmaktadır. Petrol türevlerinin ikame edilmesi özellikle ulaşımda önemli olduğundan, hidrojen geleceğin temel enerji kaynağı olarak görülmekte ve otomotiv sanayinde hidrojen ile çalışan prototip araçlar imal edilmektedir. Son yıllarda dikkatler ve AR-GE çalışmaları yakıt hücrelerine yönelmiş bulunmaktadır. Hidrojen enerjisinin bugünden kullanıma hazır olduğunu söylemek henüz mümkün değildir. Hidrojenin dağıtım ağı ile kullanıma sunulması konusundaki sorunların yanı sıra, öncelikle hidrojenin birincil bir enerji kaynağından üretilmesi gerekmektedir. Bu durumda hidrojenin büyük olasılıkla fosil yakıtlardan, özellikle ucuz ve bol olarak bulunan kömürden elde edileceği öngörülmektedir. Kömür gazlaştırma bu açıdan da uygun bir teknoloji olarak öne çıkmaktadır.

**Entegre Gazlaştırma Kombine Çevrim (IGCC) tesisinde bulunan, ana sistem bileşenleri;**

a) ***Hava Ayırma Ünitesi:*** *(Air Separation Unit-ASU):* Hava Ayırma Ünitesi'nde halen ticari olarak kullanılan teknoloji, çok düşük sıcaklıklı (kriyojenik) bir proses yoluyla havanın temel bileşenleri olan azot ve oksijene ayrılmasına dayalıdır. Hava önce filtreden geçirilerek kompresörle basıncı yükseltilmekte, daha sonra safsızlıklarından arındırılmakta ve çok düşük sıcaklıklarda distilasyona tabi tutulmaktadır. Buradan yaklaşık % 95 saflıkta elde edilen oksijen kompresör vasıtasıyla gazlaştırıcıya gönderilirken, azot gaz türbininde $NO_x$ oluşumunu kontrol etmek için seyreltme amacıyla kullanılmakta, aynı zamanda gaz türbininin çıkış gücünün arttırılmasını sağlamaktadır. Bu prosesteki temel enerji sarfiyatı hava kompresöründen kaynaklanmaktadır. Bu teknolojinin yanı sıra, oksijen üretimi için, yüksek sıcaklıklarda, seçmeli olarak oksijen iyonlarının transferine dayalı membranlar konusunda geliştirme çalışmaları da yapılmaktadır.

b) ***Gazlaştırma Sistemi****:* Bu birimin alt bileşenleri arasında kömür alma ve hazırlama, gazlaştırıcı, cüruf atma, kül tutma sistemleri, sentez gazı soğutma ve temizleme üniteleri yer almaktadır.

c) ***Güç Bloğu:*** *(Power block):* Yukarıda da belirtildiği gibi, bir IGCC tesisindeki güç bloğu doğal gaz kombine çevrim ünitesine benzemekte olup, gaz türbininin yanı sıra atık ısı kazanı ve buhar türbininden oluşan bir buhar çevrimi mevcuttur. Hem gaz türbini hem de buhar türbini tarafındaki jeneratörden elektrik elde edilmesi, elektriğe dönüşüm verimini arttırmaktadır. Ticari türbinler doğal gaz ve sıvı yakıtlar için imal edilmekle birlikte, belli başlı gaz türbini imalatçıları, büyük IGCC tesislerinde kullanılacak gaz türbinleri de temin etmektedir. Sentez gazının kullanılması, bazı yönlerden gaz türbini performansını etkilemektedir. Sentez gazının ısıl değeri doğalgazınkinden düşük olduğundan, aynı türbin giriş sıcaklığına ulaşabilmek için sentez gazını daha yüksek debide vermek gerekmektedir. Ayrıca yukarıda belirtildiği gibi, ASU'dan gelen azot gazı da debiyi arttırmakta, böylece daha yüksek çıkış gücüne ulaşılmaktadır. Bununla birlikte, türbin çıkış gücünü sınırlayan bazı faktörler de ortaya çıkmaktadır. Sentez gazının kompozisyonuna bağlı olarak, doğal gaza oranla gaz türbini çıkışında daha fazla su buharı bulunabilmektedir. Bu durum ısı transferini arttırarak malzeme üzerine daha fazla ısı yükü getirmekte, malzemenin ömrünü azaltmamak için türbin giriş sıcaklığını azaltmak gerekmekte, bu da verimin düşmesi anlamına gelmektedir. Ayrıca gaz türbini rotorunun artan çıkış gücünü karşılayıp karşılayamayacağı, kompresör gerilimi (surge) gibi faktörler nedeniyle, doğalgaza göre tasarımlanmış gaz türbinlerinde bazı modifikasyonların yapılması gerekmektedir.

d) ***Ortak ve yardımcı tesisler:*** Bu grup, ölçü-kontrol sistemi, yardımcı kazan, su hazırlama sistemleri gibi IGCC tesisinin ortak ve yardımcı üniteleridir.

**Tablo 7.1** Mevcut/İnşa Halindeki Araştırma Amaçlı Pilot Gazlaştırma Sistemleri[6]

| Tesis Kapasitesi | Gazlaştırma Sistemi | Bulunduğu Yer | Yakıt | Durumu |
|---|---|---|---|---|
| 2 MWe | Sabit Yatak | Mamak/ANKARA | Çöp/ Demo | İşletmede |
| 2 MWe | Kabarcıklı Akışkan Yatak | Zorlu Enerji / DENİZLİ | Kömür | Tasarım aşamasında |
| 1 MWe | Sabit Yatak | Kemerburgaz/İSTANBUL | Çöp/ Demo | İşletmede |
| 250 kg/h | Sürüklemeli Akışkanlı | Tunçbilek/KÜTAHYA | Kömür | İşletmeye alınma aşamasında |
| 150 kg/h | Kabarcıklı Akışkan Yatak | TÜBİTAK/MAM Gebze/KOCAELİ | Biyokütle/ Kömür | Deney amaçlı |
| 70 kg/h | Sabit Yatak | TÜBİTAK/MAM Gebze/KOCAELİ | Biyokütle | Deney amaçlı |
| 50 kg/h | Dolaşımlı Akışkan Yatak | TÜBİTAK/MAM Gebze/KOCAELİ | Kömür/ Biyokütle | Devreye alınma aşamasında |
| 20 kg/h | Akışkan Yatak | Tunçbilek/KÜTAHYA | Kömür | Deneme çalışmaları devam ediyor |
| 10 kg/h | Sabit Yatak | TÜBİTAK/MAM Gebze/KOCAELİ | Biyokütle | Deney amaçlı |
| 6 kg/h | Kabarcıklı Akışkan Yatak | TÜBİTAK/MAM Gebze/KOCAELİ | Biyokütle/ Kömür | Deney amaçlı |

### 7.2.4 Türkiye'deki Linyit ve Taş Kömürü Santralleri

Aşağıda Tablo 7.2'de EUAŞ a ait santrallerin özellikleri ve ana imalatçıları verilmektedir.

**Tablo 7.2** EUAŞ Kömür Santralleri Ana İmalatçıları

| Santral | Güç MW | Kazan | Türbin | Jeneratör | FDG |
|---|---|---|---|---|---|
| **Afşin-Elbis. A1-3** | 680 | VKW-DB | BBC-Alstom | BBC-Alstom | - |
| **Afşin-Elbis. A2-4** | 675 | Steinmuller-DB | BBC-Alstom | BBC-Alstom | - |
| **Afşin-Elbis. B** | 1420 | D. Babcock | Mitsubishi-Enka | Mitsubishi | Mitsubishi-Enka |
| **Çatalağzı** | 300 | Transelektro-Kut. | Mitsubishi | Mitsubishi | - |
| **Çan** | 320 | Alstom-Teknotes. | Alstom-Teknotes | Alstonn | - |
| **Kangal** | 457 | Transelektro- Kut. | Mitsubishi-Gama | Mitssubishi | Mitssubishi-Gama |
| **Kemerköy** | 630 | Rafako-Tokar | Zamech-Enka | Dolmel | Babcock-Gama |
| **Orhaneli** | 210 | Steinmuller | LMZ | Electrosia | Knöll--Teknotes |
| **S.Ömer 1-2** | 300 | Stein Industry | Franco Tosi | Maralli | - |
| **S.Ömer-3** | 150 | VKW-Babcock | Mitsubishi | Mitsubishi | - |
| **S.Ömer-4** | 150 | VKW-Babcock | BBC | BBC | - |
| **Soma B** | 990 | Ses Tlm.-Gama | Skoda-Gama | Skoda | - |
| **Tunçbilek B** | 300 | Rafoka-Tokar | KWU | KWU | - |
| **Yatağan** | 630 | Rafoka-Tokar | Zamech-Enka | Dolmel | Bischoff-Güriş |
| **Yeniköy** | 420 | Rafoka-Tokar | Zamech-Enka | Dolmel | Bischoff-Pasiner |

Kaynak: "Termik Santraller sunumu" M.Başaran

[6] ODTÜ Yerli Enerji Teknolojileri Çalıştayı

Bu listede yer alan santrallerden, Çatalağzı Santrali taşkömürü, diğer santraller linyit kullanmaktadır. Çan Santralinin Dolaşımlı Akışkan Yataklı kazanı vardır, diğerlerinde ise pülverize kömür kazanları bulunmaktadır.

Özelleştirme ile Seyit Ömer TS Çelikler Holding'e, Kangal TS Konya Şeker-Büyük Anadolu Holding-Siyah Kalem Ortaklığına devredilmiştir.

**Tablo 7.3** İşletmede Olan Özel Sektör Santralleri[7]

| Santral Adı | Ünite Gücü MW | Toplam Güç MW | Kömür Cinsi | Kazan Tipi | Üretici Firmalar |
|---|---|---|---|---|---|
| **Eren Enerji, Çatalağzı** | 1x160 | 160 | İthal Taş Köm. | CFB | SES Tylmace Siemens |
| **Eren Enerji, Çatalağzı** | 2x600 | 1200 | İthal Taş Köm. | PC | CMEC China |
| **İÇDAŞ Biga, Çanakkale** | 3x135 | 405 | İthal Taş Köm. | CFB | CMEC China |
| **Çolakoğlu, Dilovası** | 1x180 | 180 | İthal Taş Köm. | CFB | |
| **İÇDAŞ Biga, Çanakkale** | 1x600 | 600 | İthal Taş Köm. | PC | CMEC China |
| **İSKEN Ceyhan** | 2x660 | 1320 | İthal Taş Köm. | PC | Babcock, Siemens |
| **PARK, Çayırhan** | 2x150+2x160 | 620 | Linyit | PC | AE&E, MHI |
| **PARK, Silopi** | 1x135 | 135 | Asfaltit | CFB | CMEC China |
| **TOPLAM** | | 4620 | | | |

**Tablo 7.4** Yapım Aşamasında Olan Santraller[7]

| Santral Adı | Ünite Gücü MW | Toplam Güç MW | Kömür Cinsi | Kazan Tipi | Üretici Firmalar |
|---|---|---|---|---|---|
| **İÇDAŞ Biga, Çanakkale** | 1x600 | 600 | İthal Taş Köm. | PC SC | Sinosteel China |
| **Adularya, Mihalıççık** | 2x145 | 290 | Linyit | CFB | AE&E, Skoda |
| **AKSA, Göynük, Bolu** | 2x135 | 270 | Linyit | CFB | SES Skoda |
| **Yıldızlar, Orta, Çankırı** | 3x135 | 405 | Linyit | CFB | SES Skoda |
| **AYAS Enerji, Ceyhan** | 1x625 | 625 | İthal Taş Köm. | PC SC | CMEC China |
| **PARK, Silopi** | 2x135 | 270 | Asfaltit | CFB | CMEC China |
| **Enerjisa, Tufanbeyli** | 3x150 | 450 | Linyit | CFB | SK, Hyundai, Siemens |
| **Diler Holding, Atlas T.S. Ceyhan** | 2x600 | 1200 | İthal Taş Köm. | PC SC | AVIC, China |
| **Polat Elekt., Tunçbilek** | 1x50 | 50 | Linyit | CFB | Runh Power, China |
| **CENAL A.Ş. (Cengiz ve ALARKO) Karabiga T.S** | 2X660 | 1320 | İthal Taş Köm. | PS USC | Tasarımcı CSEPDI China |
| **Tam Enerji, Etyemez Kömür Termik-SİVAS** | 1X100 | 100 | Linyit | CFB | |
| **Çalık NTF Enerji Çankırı/Orta** | 1x135 | 135 | Linyit | CFB | |
| **İzdemir Enerji, İzmir** | 1x350 | 350 | İthal kömür | PC SC | |
| **TOPLAM** | | **6065** | | | |

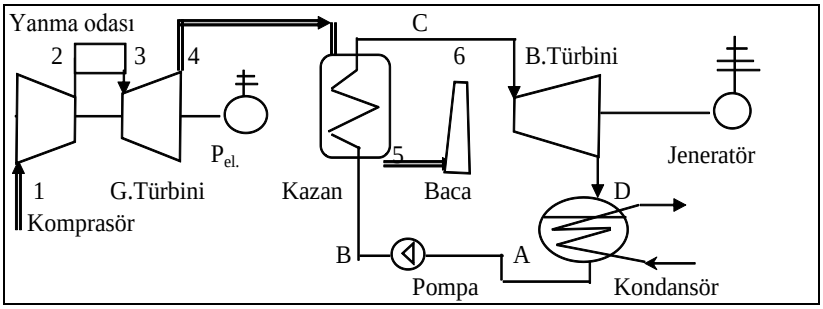
Yukarıda yer alan bilgiler mevcut ve yapım aşamasında olan tüm kömür santral projelerinin kazanlarının ithal ürünler olduğunu göstermektedir.

[7] http://www.epdk.gov.tr/index.php/elektrik-piyasasi/lisans/13-icerik/elektrik-icerik/1127-proje-ilerleme-durumu

## 7.3 Doğal Gaz Kombine Çevrim Santralleri

Kombine çevrim santrallerinde gaz türbinleri ve buhar türbinleri birlikte kullanılmaktadır. Yakıt olarak doğalgaz kullanılan gaz türbinlerinden elde edilen elektrik enerjisinin yanı sıra, türbin egzozundan yüksek sıcaklığa sahip egzoz gazlarının atık ısısının kazana verilmesiyle elde edilen buhar ile buhar türbinlerinden de ek elektrik üretimi sağlanmaktadır.

İkinci Dünya Harbi sırasında askeri uçaklarda kullanılmaya başlayan gaz türbinleri, savaşın sona ermesiyle sanayide de kullanılmaya başlamıştır. İlk gaz türbinlerinde türbin giriş sıcaklığı 200-300 $^0$C iken, günümüzde kanat soğutma teknikleriyle 1500 $^0$C sıcaklığın üzerine çıkılmıştır. Türbin verimleri; sanayide kullanılan ilk türbinlerde %20'lere ulaşmazken, günümüzde sıkıştırma oranının %35'in üzerine çıkması, kanat soğutma tekniklerindeki gelişmeye paralel olarak türbin giriş sıcaklığının 1500 $^0$C'ın üzerine çıkmasıyla, türbin verimleri %40'ın, kombine çevrim verimleri ise %60'ın üzerine çıkmıştır. Halen yüksek sıcaklığa dayanıklı malzeme geliştirme çalışmaları devam etmekte, diğer taraftan da kanat soğutma teknikleri geliştirilmektedir.




**Şekil 7.3** Doğalgaz Kombine Çevrim Santral Şeması[8]

Kombine çevrim santrallerinde iş akışkanı olarak gaz ve buhar kullanılmaktadır. Hava kompresörde (1-2) sıkıştırıldıktan sonra, yanma odasında (2-3) çevrim sıcaklığına kadar ısıtılmakta, türbinde (3-4) iş elde edildikten sonra atık ısı kazanında (4-5) suyu ısıtarak buharlaştırmakta ve bacadan (6) atılarak çevrimi terk etmektedir. Diğer taraftan pompada (A-B) sıkıştırılan su, atık ısı kazanında (B-C) ısıtılarak önce buharlaştırılmakta, sonra kızdırılarak buhar türbinine (C-D) gönderilmekte, burada iş ürettikten sonra yoğuşturucuya gönderilmekte, yoğuşturucuda (D-A) yoğuşturularak çevrime tekrar sokulmaktadır.

Kombine çevrim santralleri artan elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamada;

- ✓ Yaygın olarak temiz bir yakıt olan doğalgazın kullanılması nedeniyle çevreye zararlı etkilerinin az olması,
- ✓ Yapım maliyetlerinin nispeten ucuz olması,
- ✓ İşletmeye alınma süresinin kısa sürmesi,
- ✓ İhtiyaca göre küçük kapasitelerden (5-10 MW), büyük kapasitelere kadar (1 ünitede 350 MW gücün üzerinde) geniş bir aralıkta imal edilmeleri,
- ✓ İşletme acısından değişken yüklere daha çabuk intibak edebilmeleri,
- ✓ Bakımlarının kolay olması,
- ✓ %60'a ulaşan elektrik verimlerinin diğer termik santrallere göre yüksek olması,

gibi sebeplerden dolayı tercih edilmekte, elektrik üretimi içindeki payı her geçen gün artmaktadır.

[8] Ambarlı D.G.K.Ç. Sant. Fizibilite Raporu

Diğer yandan da yakıt olarak kullanılan doğalgazın ülkemizde yeteri kadar üretilememesi ve dışarıdan ithal ediliyor olması, enerji ithalatında dışa bağımlılığı ve dış ticaret açığını da hızla arttırmaktadır.

**Tablo 7.5** Türkiye'deki Doğalgaz Kombine Çevrim Santralleri (50 MW üstü)[9]

| No | Firması | Adı | Kurulu Gücü(Mw) |
|---|---|---|---|
| 1 | **EÜAŞ** | Bursa DGKÇS | 1432 |
| 2 | **EÜAŞ** | Ambarlı DGKÇS | 1351 |
| 3 | **EÜAŞ** | Aliağa DGKÇS | 180 |
| 4 | **Limak holding** | Hamitabat DGKÇS | 1156 |
| 5 | **Enka Enerji** | Gebze | 1554 |
| 6 | **Enka Enerji** | İzmir | 1523 |
| 7 | **Enka Enerji** | Adapazarı | 777 |
| 8 | **Enerji-Sa** | Bandırma | 936,5 |
| 9 | **Enerji-Sa** | Adana | 120 |
| 10 | **Enerji-Sa** | Kocaeli/Kentsa | 120 |
| 11 | **Enerji-Sa** | Mersin DGKÇS kojenerasyon | 65 |
| 12 | **Enerji-Sa** | Çanakkale DGKÇS kojenerasyon | 65 |
| 13 | **Aksa Enerji** | Antalya | 1150 |
| 14 | **Aksa Enerji** | Manisa | 115 |
| 15 | **Aksa Enerji** | Van | 115 |
| 16 | **Aksa Enerji** | Şanlıurfa | 129 |
| 17 | **Baymina Enerji** | Ankara DGKÇS | 770 |
| 18 | **Zorlu Enerji** | Bursa OSB | 90 |
| 19 | **Zorlu Enerji** | Kayseri OSB | 188,5 |
| 20 | **Zorlu Enerji** | Lüleburgaz Kojenerasyon | 148 |
| 21 | **Zorlu Enerji** | Ankara OSB | 50 |
| 22 | **Ünimar** | Marmara Ereğlisi DGKÇS | 480 |
| 23 | **Trakya Elektrik, Gama Holding** | Tekirdağ DGKÇS | 478 |
| 24 | **Bis Enerji** | Bursa | 410 |
| 25 | **Çolakoğlu/Ova Elektrik** | Dilovası DGKÇS | 253 |
| 26 | **Camiş Elektrik** | Mersin Kojenerasyon | 243 |
| 27 | **Habaş Enerji** | Aliağa DGKÇS | 240 |
| 28 | **Cengiz Enerji** | Samsun DGKÇS | 243 |
| 29 | **Cengiz Enerji** | Samsun/Tekkeköy DGKÇS | 132 |
| 30 | **Antalya Enerji** | Antalya OSB Kojenerasyon | 94 |
| 31 | **Doğa Enerji** | Esenyurt DGKÇS Kojenerasyon | 180 |
| 32 | **AES Entek** | Kocaeli | 157 |
| 33 | **AES Entek** | Bursa | 143 |
| 34 | **Ak Enerji** | Bozüyük | 132 |
| 35 | **Ak Enerji** | İzmir/Kemalpaşa | 127,2 |
| 36 | **Ak Enerji** | Çerkezköy | 98 |
| 37 | **Ataer Enerji** | İzmir OSB | 120 |
| 38 | **Çakmaktepe Enerji** | Aliağa OSB | 270 |
| 39 | **Altek -Alarko** | Kırklareli DGKÇS | 164 |
| 40 | **Nuh Enerji** | Kocaeli DGKÇS | 160 |
| 41 | **Bosen Enerji** | Bursa OSB | 262 |
| 42 | **AGE Enerji** | Denizli DKÇS | 205 |
| 43 | **Delta Enerji** | Delta DGKÇS / Kırklareli | 64 |
| 44 | **Uğur Enerji** | Çerkezköy OSB | 60 |
| | | **TOPLAM** | **16750,2** |

[9] http://www.epdk.gov.tr/index.php/elektrik-piyasasi/lisans/13-icerik/elektrik-icerik/1127-proje-ilerleme-durumu

**Tablo 7.6** Yapım Aşamasındaki Santraller[10]

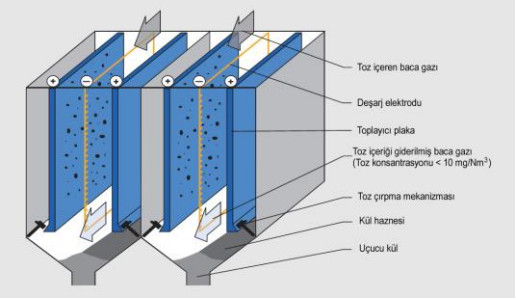
| NO | Firması | Adı | Kurulu Gücü (MW) |
|---|---|---|---|
| 1 | **Komet Enerji** | Komet Enregre DGKÇS /Karaman | 1080 |
| 2 | **Egemer Elektrik** | Erzin DGKÇS | 900 |
| 3 | **OMV** | Samsun DGKÇS | 890 |
| 4 | **GAMA-Verbena Enerji** | Verbena DGKÇS Kırklareli | 890 |
| 5 | **Unit Elektrik** | Yeni Elektrik DGKÇS Kocaeli/Dilovası | 865 |
| 6 | **GAMA/İç Anadolu Doğalgaz Elektrik** | İç Anadolu DGKÇS Kırıkkale | 840 |
| 7 | **RWE Turcas Güney Elektrik** | Denizli DGKÇS | 775 |
| 8 | **Akfen Enerji** | Mersin DGKÇS/ İçel | 570 |
| 9 | **Yeşilyurt Enerji** | Samsun OSB | 140 |
| 10 | **Ales Elektrik** | Ales DGKÇS/ Aydın | 137 |
| 11 | **Delta Enerji** | Delta DGKÇS / Kırklareli | 135 |
| 12 | **Acarsoy Enerji** | Acarsoy DGKÇS Denizli | 126 |
| 13 | **Kayalı Enerji** | Osmaniye DGKÇ | 77 |
| 14 | **As Çimento** | Burdur | 67 |
| | | **TOPLAM** | **7492** |

## 7.4 Termik Santrallerde Kullanılan Temel Üniteler /Ekipmanlar

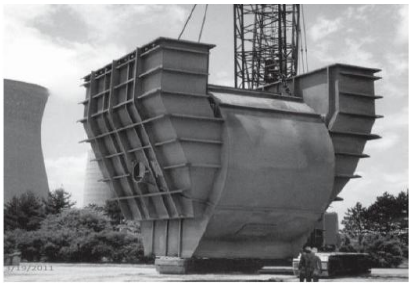
### 7.4.1 Kazan Ekipmanları

Katı yakıtlı kazanlarda kömürün, kazanın özelliklerine göre kazanda yakılması ve bu sayede bir dizi arıtma işlemi ile saflaştırılan suyun, kazan duvarlarını oluşturan buharlaştırıcı boruların içinde yüksek basınç ve sıcaklıkta buharlaştırılması görevini yapan ekipmanlardır.

[10] http://www.epdk.gov.tr/index.php/elektrik-piyasasi/lisans/13-icerik/elektrik-icerik/1127-proje-ilerleme-durumu



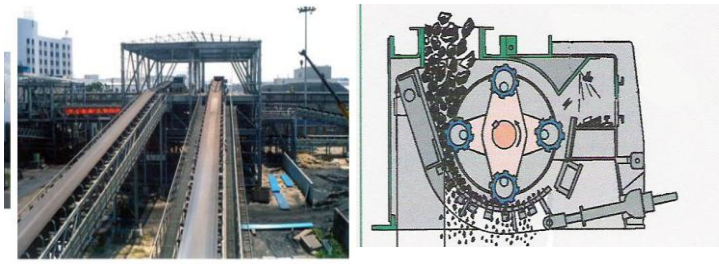
**Resim:** www.izdemirenerji.com



1. Kömür bunkerleri
2. Kireçtaşı bunkerleri (akışkan yatak)
3. Yatak külü bunkeri (akışkan yatak)
4. Değirmenler (pulverize kömürlü kazanlar)
5. Kömür ve kireçtaşı besleyicileri
6. Yatak külü besleyicileri (akışkan yatak)
7. Fuel oil, kireçtaşı, yatak külü dozaj sistemleri
8. Çevrim siklonu (akışkan yatak)
9. Genleşme parçaları (expansion joint)
10. Hava nozulları
11. Kazan yakıcıları
12. Dom: Ekonomizer ve buharlaştırıcı borulardan gelen suyun toplandığı ve su ve buharın ayrıştırıldığı tank
13. Ekonomizer: Kazan besleme suyunun kazanda ilk girdiği bölümdür. Ekonomizerin görevi, kazan besleme suyunun sıcaklığını, yanmış baca gazlarının sıcaklığından yararlanarak arttırmaktır
14. Evaporatör (buharlaştırıcı)
15. Süperheater (kızdırıcı): Domda üretilen doygun buharın sıcaklığını arttırarak kızgın buhar üretmek amacıyla kullanılır
16. Reheatter (tekrar kızdırıcı)
17. HP By-Pass istasyonu
18. Emniyet valfleri
19. Rejenerativ hava ısıtıcıları (luvo): Yanma için gerekli olan havanın ısıtıldığı yer.
20. Buhar hava ön ısıtıcıları
21. Kurum üfleyiciler (buharlı, sulu): Kazan borularının dış yüzeylerinde uçucu gazlardan çökelen kurumun temizlenmesinde kullanılır.
22. Elektrostatik filtre: Baca gazı içerisinde bulunan kül taneciklerinin elektrostatik tutucular vasıtasıyla baca gazından ayrıştırıldığı yerdir.
23. Hava ve gaz kanalları
24. Fanlar (taze hava fanı, cebri çekme fanı, çürük gaz fanı)
25. Yağ pompaları, filtreleri ve ısıtıcıları
26. Kül çıkarıcılar
27. Kül soğutucular
28. Vakumlu temizleme sistemi
29. Fuel oil ısıtıcıları
30. Buhar, su numune alma istasyonu
31. Kimyasal enjeksiyon sistemleri
32. Kazan boruları askı sistemleri
33. Genleşme parçaları
34. Deprem sistemleri
35. Refrakterler
36. İzolasyon malzemesi
37. Vinçler, caraskallar
38. Asansörler

### 7.4.2 Kömür Taşıma Sistemi Ekipmanları

Santralin kömür alma ağzından kazan kömür bunkerlerine kadar, kömürün taşınmasını ve istenilen özelliklere getirilmesini sağlayan sistemdir.



**Resim**:www.nace.com.tr

1. Kömür boşaltma bunkerleri
2. Kömür konveyörleri (tamburlar, bantlar, rulolar, sıyırıcılar)
3. Kırıcılar
4. Kömür park makinaları dökücüler ve toplayıcılar (stacker and reclaimers)
5. AG, OG motorlar
6. Dişli kutuları (şanzumanlar)
7. Kömür numune sistemi
8. Bant kantarı
9. Metal dedektör
10. Magnetik separatörler

### 7.4.3 Kül Taşıma Sistemi Ekipmanları

Kazan tabanından alınan yatak külleri ile, elektrostatik filtrelerde toplanan uçucu küllerin kazan bölgesinden alınarak kül depolama sahasında bertaraf edilmesine yarayan sistemlerdir.

1. Kül bunkeri
2. Kül konveyörleri
3. Kül boruları
4. Kül nemlendirme sistemi

### 7.4.4 Buhar Türbini – Jeneratörü ve Ekipmanları

Buhar türbini ve jeneratör, termik santralin ana güç dönüşüm ünitesidir. Bu ünitede buharın ısı enerjisi mekanik enerjiye, mekanik enerji ise elektrik enerjisine dönüşür.

Bir buhar türbini, genel olarak yatay ekseni etrafında dönebilen bir rotor, bu rotor üzerine monte edilmiş ve rotorla beraber dönen hareketli kanatlar, türbin gövdesi, bu gövde içinde bulunan iç gövde, sabit kanat taşıyıcıları ve sabit kanatlardan meydana gelir. Rotor, her iki tarafından radyal yataklarla yataklanmıştır. Eksenel yatak rotoru eksenel yönde sabitleştirir. Buharın türbinden dışarı kaçmasının söz konusu olduğu yerler labirentlerle donatılmıştır.

Yüksek güçlü geliştirilmiş buhar türbinlerinde aynı rotor üzerinde yerleştirilmiş hareketli ve sabit kanallardan oluşan yüksek basınç, orta basınç, alçak basınç kademeleri mevcuttur. Kazanın yüksek basınç kızdırıcısından çıkan kızgın buhar, türbinin yüksek basınç kademesine girmekte ve

genleşmektedir. Yüksek basınç türbininden çıkan iş görmüş buharın ısısı, kazanın kızdırıcı bölümünde tekrar yükselir ve alçak basınç kademesi ile entegre olan orta basınç türbinine girer. Daha sonra alçak basınç kademesi altında yer alan kondensere yoğunlaştırılmak üzere gönderilir. Türbin ile aynı mile bağlı olarak çalışan stator ve rotordan oluşan jeneratörde de mekanik enerji elektrik enerjisine dönüştürülür.

Degazör:www.gucsanmakina.com.tr.

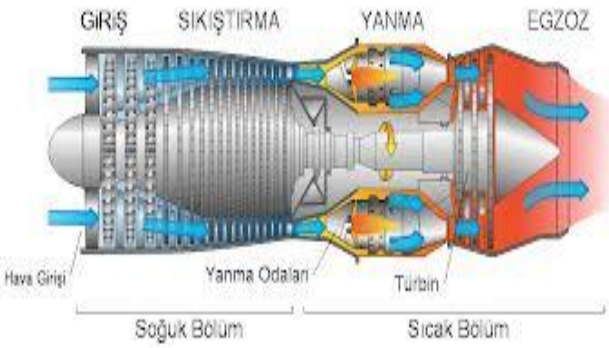
Besleme suyu tankı:www.gucsanmakina.com.tr

1. Buhar türbini
2. Türbin emniyet stop valfleri ve buhar kontrol valfleri
3. Jeneratör ve aksesuarları
4. İkaz sistemi trafosu
5. Kondenser ve yardımcıları: Alçak basınç türbininde işi bitmiş, çürük buharın toplandığı yerdir.
6. Hava ayrıştırıcısı (degazör) ve aksesuarları: Kazan besi suyunda bulunan $0_2$ ve $C0_2$ gazlarının sistemden uzaklaştırılmasında kullanılır.
7. Besleme suyu tankı, ısıtıcıları ve aksesuarları
8. Kondenser pompaları ve aksesuarları
9. Yağlama yağı pompaları,
10. Yağ tankları ve aksesuarları
11. Yağ soğutucuları ve aksesuarları
12. Yağ filtreleri ve aksesuarları
13. Yağ buhar sökücüsü ve aksesuarları
14. Yağ temizleme ekipmanı ve aksesuarları
15. OB bypass istasyonu

### 7.4.5 Gaz Türbini Ekipmanları

Gaz türbini ve jeneratör, termik santralin ana güç dönüşüm ünitesidir. Bu ünitede de yüksek basınç ve sıcaklıktaki hava yakıt karışımının ısı enerjisi mekanik enerjiye, mekanik enerji ise elektrik enerjisine dönüşür.

Start motoru ile türbine ilk hareketin verilmesinden sonra, emiş ucundan emilen havanın kompresör tarafından basıncı arttırılır ve yanma odasında, içine yakıt püskürtülmek suretiyle yakılır. Yanma sonucu yüksek basınç ve sıcaklığa (entalpiye) kavuşan gazlar, türbin kanatlarına çarparak türbini döndürür.




Resim:tr.wikipedia.org

1. Giriş havası sistemleri
2. Kompresör
3. Yanma odası
4. Türbin (kanatlar, rulmanlar, dişli kutusu)
5. Yağlama sistemi , yağ pompaları, filtreleri, soğutucuları
6. Egzoz sistemi
7. Genleşme parçaları

### 7.4.6 Soğutma Suyu Sistemi

Santralin soğutma suyu sistemi buhar türbinlerinde iş gören buharın yoğunlaştırılarak soğutulması ve kazana geri döndürülmesi için gereklidir. Türbinlerden kondensere gelen buhar, burada soğutma suyu ile doğrudan temas ederek yoğuşur. Yoğuşan bu suyun yani kondensatın, bir kısmı tekrar kazana gönderilir kalanı ise soğutma suyu olarak adlandırılır ve soğutma işleminde kullanılabilmek için istenen sıcaklığa soğutulmak üzere soğutma kulelerine gönderilir.

**Ekipmanlar:**

1. Sirkülasyon suyu pompaları
2. Geri kazanım hidrolik türbinleri
3. Soğutma kuleleri (doğal sirkülasyonlu, cebri çekişli, ıslak tip, kuru tip )
4. Yeraltı depolama tankları
5. Sirkülasyon suyu boruları

### 7.4.7 Su Arıtma ve Şartlandırma Ünitesi

Su hazırlama ve arıtma sistemi içinde ham su besleme sistemi, ham su ön arıtma sistemi, demineralizasyon ünitesi ve kondensat arıtma ünitesi yer alır.

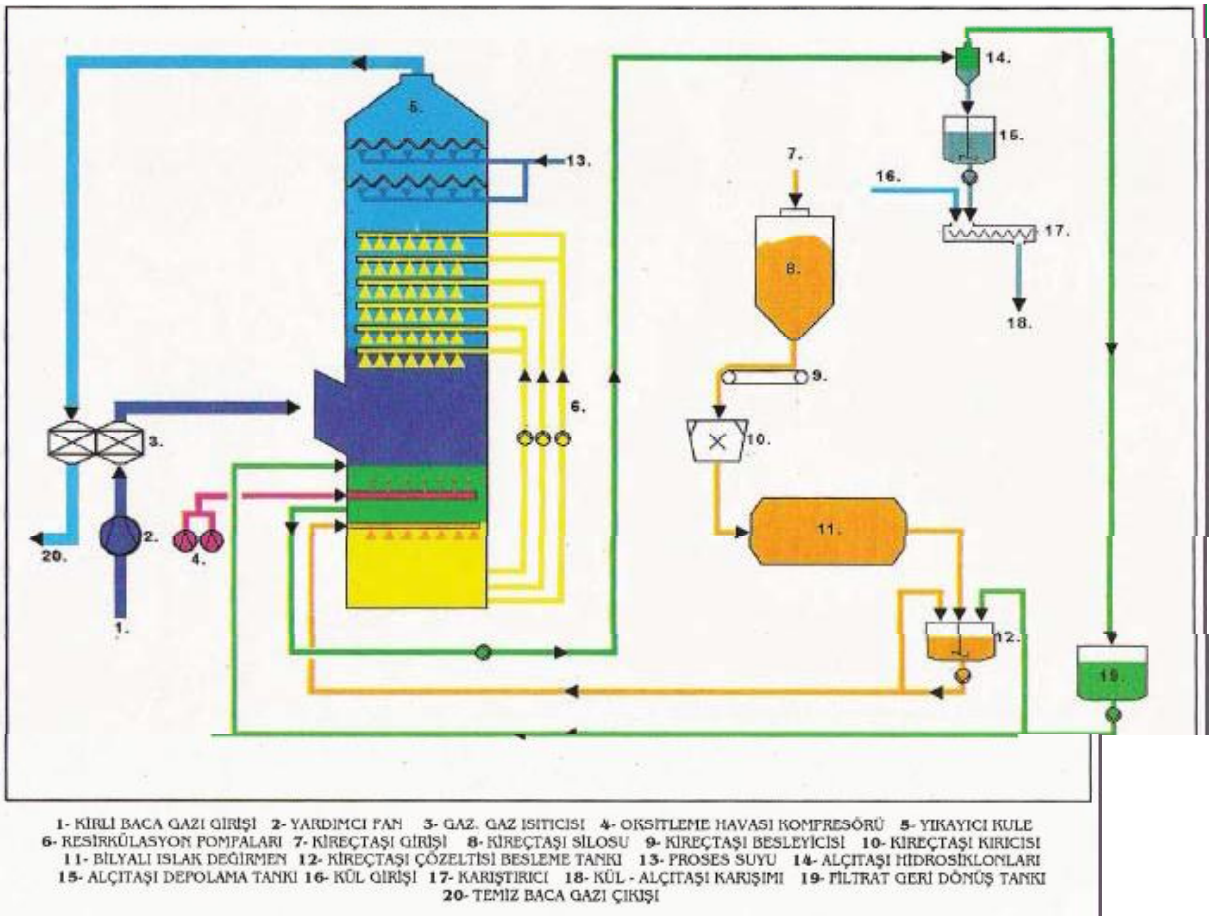
Kazanda ve soğutma suyu sisteminde kullanılacak suyun saflaştırılması ve katma suyunun korozyon vb. işletme sorunlarının önlenmesi amacıyla, belirli fiziksel ve kimyasal özellikleri sağlayacak biçimde arıtılması su arıtma biriminde (önarıtma ve demineralizasyon birimleri ) gerçekleşir.

1. Ham su pompaları
2. Durultucu ve besleme pompaları
3. Çamur pompaları
4. Kum filtresi ve besleme suyu pompaları
5. Aktif karbon filtresi
6. Geri yıkama suyu pompaları
7. Solüsyon hazırlama ve dozaj tankları
8. Degazör
9. Hava üfleyici
10. Kullanma ve içme suyu pompaları
11. İçme suyu için ultraviyole sterilizatörü
12. Anyon, katyon, karışık yatak (mixed bed) filitreleri
13. Aktif karbon ve karışık yatak filtreleri için hava üfleyiciler
14. Reçine yıkama tankı
15. Asit depolama tankı, asit dozaj pompaları, seyreltme hücresi
16. NaOH dozaj pompaları, seyreltme hücresi
17. Demineralize su depolama tankı ve transfer pompaları
18. Kimyasal enjeksiyon dozaj sistemleri

### 7.4.8 Baca Gazı Kükürt Ayırma Sistemleri (BGD, FGD)[11]:

Kömür veya petrol ürünleri yakan santrallerde baca gazından kükürtdioksiti (SO2) ayıran tesislere Baca Gazı Kükürt Arıtma Tesisleri (BGKAT veya BGD veya FGD) adı verilir. BGD teknolojileri kuru ve ıslak sistemler olarak ikiye ayrılır. Kuru proseslerin avantajları olmasına rağmen yüksek kükürtlü kömürlerde tutma verimi yeterli olmadığı için dünyada ve Türkiye'de en yaygın kullanılan proses ıslak kireçtaşı prosesidir. Bu proseste tutma verimi %95'in üzerine çıkabilmektedir.

[11] http://www.dektmk.org.tr/upresimler/MBASARAN.pdf




**Şekil 7.4** Yatağan T.S. Islak Kireçtaşı Teknolojili BGD Akış Şeması

1. Fan
2. Gaz ısıtıcı
3. Oksitleme hava kompresörü
4. Resirkülasyon pompaları
5. Kireçtaşı silosu
6. Kireçtaşı besleyicisi
7. Kireçtaşı kırıcısı
8. Değirmen
9. Besleme tankı
10. Alçıtaşı hidrosiklonları
11. Alçıtaşı depolama tankı
12. Karıştırıcı
13. Filtrat geri dönüşüm tankı

### 7.4.9 Diğer Ekipman ve Sistemler

1. OG ve AG Sistemleri Elektrik ekipmanları
2. Hücreler, panolar ve dağıtım trafoları

3. Yüksek voltaj ana ve yardımcı trafoları
4. Hidrojen üretim sistemi
5. Atık su arıtma sistemi
6. Yardımcı kazan
7. Acil dizel jeneratör
8. Ham su pompa istasyonu
9. Fuel oil pompa istasyonu
10. Fuel oil tankları
11. Laboratuvar teçhizatı
12. Atölye teçhizatı

### 7.5 Yerli Kazan ve Enerji Ekipmanları İmalat Sektörü

Enerjide yerli teknoloji üretiminde yararlanılabilecek potansiyel alanlar; kavramsal ve detay sistem tasarımı, mühendislik hesap ve çizimleri, tasarımı yapılan sistemin yerli imkanlarla imalat kabiliyeti, sistemin montajı ve devreye alınması, işletme ve bakım, proses veya süreç iyileştirme, AR-GE çalışmaları olarak sıralanabilir.

#### 7.5.1 Enerji Ekipmanları Yerli İmalatı İle İlgili Girişimlerin Tarihçesi[12]

Haliç'teki Silahtarağa Termik Santrali'nin 1913 yılında hizmete girdiği günden bu yana geçen 100 yıllık sürede maalesef yerli kazan, türbin ve jeneratörümüzü üretebilmiş değiliz. Yerli kazan tasarımı ve imalatı ile ilgili geçmişte bir takım adımlar atılsa da devamı gelememiştir.

- Şeker Şirketine bağlı Ankara Makine Fabrikası, çok sayıda Şeker Fabrikası ve Çimento Fabrikasının kazanlarını VKW lisansıyla yapmıştır.

- 1980'lerde TEK ve Sungurlar yerli kazan imalatı ve montajı için SUNTEK'i kurmuşlar, Orhaneli Santralinin kazanı montajı SUNTEK'e verilmiştir. Orhaneli kazanını Steinmüller SUNTEK ile birlikte yapmış, bilahare SUNTEK tasfiye edilmiştir. Afşin Elbistan A Santralinin yardımcı kazanı yanında çok sayıda kazan yapan Sungurlar da iflas etmiştir.

- Ankara Gölbaşı'nda Güriş Makine fabrikası Afşin Elbistan A ve Çayırhan Santralleri için önemli miktarda imalat yapmıştır ve Tuzla'da Alarko'ya bağlı Alamsaş'da az da olsa santrallerin bazı parçalarını yapmıştır. Şu anda ikisi de kapalıdır.

- 2007 yılında EÜAŞ Türk tipi kazan dizaynı için ihaleye çıkmış, ancak ihaleye katılan olmadığından ihale iptal edilmiştir.

- TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Enerji Enstitüsü, çok sayıda doktoralı, yüksek lisanslı ve lisanslı araştırmacı ve teknisyenleri ile ciddi bir araştırma kuruluşudur. Küçük boyutlarda ve nitelikte akışkan yatakları ve gazlaştırma üniteleri bulunmaktadır. Ülke linyitlerine uygun Türk tipi kazan dizaynı ile ilgili çalışmaları sürmektedir.

[12] ODTÜ Kömür Santralleri Yatırım Modelleri (Muzaffer Başaran)

### 7.5.2 Enerji Üretim Ekipmanları Yerli İmalat Sektörünün Değerlendirilmesi[13,14]

Enerji yatırımlarının son 10 yılda hızla artması nedeni ile, elektrik santrallerinin tasarımından gerekli malzeme ve ekipmanların üretimine, yapımından işletmesine, bakım ve onarımına dek her aşamada yerli sanayi katkısının artırılması konusu da çok tartışılan bir konu olmuştur.

MTA Genel Müdürlüğü, yerli kömürlerin kullanımının geliştirilmesi için, öncelikle kömürlü termik santral sektörünün güncel bir portresinin çıkarılması, elektrik enerjisi üretim sektöründe linyit kullanımıyla ilgili güncel sıkıntıların tespit edilmesi ve MTA tarafından geliştirilebilecek çözüm önerilerinin belirlenmesi amacı ile ilgili kamu kuruluşları, termik santral işleticileri, üniversiteler ve belli büyüklükteki özel sektör kazan üreticileri ile görüşmeler yaparak "Yerli Kömür Kullanımının Geliştirilmesi Ön Çalışmaları Raporu"nu hazırlamıştır. Bu yıl hazırlanan rapora göre;

- Ülkemizde birkaç MW üzerinde buhar kazanı imalatı yapan ve akışkan yataklı yakma sistemleri üretebilen firmaların sayısı bir elin parmaklarını geçmemektedir. Dikkate değer miktarda iş yapan firma sayısı ise ancak 2-3 adettir.

- Kazan firmaları kendi temel ve detay mühendislik hesaplamalarını, tasarımlarını, imalat ve montajlarını yapabilmekte, ancak AR-GE çalışmalarına kaynak ve zaman aktaramamaktadırlar.

- Ülkedeki sanayi kuruluşları tarafından talep edilen buhar kazanı kapasite ortalaması 5 – 10 MW arasındadır. Bu kapasite aralığında ve altında tercih edilen yakıt doğalgazdır. Daha üzeri kapasitelerde katı yakıtlı ve akışkan yataklı kazanlar cazip hale gelmektedir. Bu nedenle kazan imalatçısı firmalarda, 10 – 20 MW aralığında akışkan yataklı kazan tasarım ve imalatı konusunda tecrübe oluşmuş durumdadır. İmalatçılar mevcut bilgi ve sermaye birikimleri ile 30 MW ısıl güce kadar sorunsuz üretim yapabileceklerini ifade etmektedir.

- Sanayide buhar ve elektrik üretiminde kömürün ve akışkan yataklı yakıcıların daha yaygın kullanımının önündeki en büyük engeller; uygun fiyatla yeterince toz kömür bulunamaması ve çıkan küllerin bertarafı güçlüğüdür.

- Yüksek sıcaklık ve basınca dayanıklı, paslanmaz çelik alaşımlı dikişsiz kazan borularının yerli olarak üretilememesi de kazan imalatçıları tarafından bir sıkıntı veya darboğaz olarak dile getirilmektedir. Sıradan bir işletmeciye yüksek basınçlı olmayan buhar kazanı üretildiğinde, basınç 3 bar bile olsa mevzuatta çelik çekme boru kullanma zorunluluğu vardır. Bu yanlış ve gereksiz bir durumdur. Dikişli borular yerli üretilebilmektedir. Basıncın 40 bara kadar olduğu tesislerde dikişli boru kullanılabilir. Yurtdışındaki bazı firmalara yapılan kazanlarda dikişli borular kullanılmakta ve hiç şikâyet alınmamaktadır. Yanlış mevzuat nedeni ile borular konusunda dışarıya bağımlı kalınmıştır.

- Yine kojenerasyon uygulamalarında kullanılan buhar türbinleri de yerli olarak üretilmemekte ve bunun da daha yüksek maliyetlere yol açtığı düşünülmektedir. Birçok sektörde karşılaşıldığı gibi, Çin imali ve montajı tesislerin rekabet edilemeyecek ölçüde düşük fiyatlı olması önemli bir sıkıntı kaynağı olarak görülmektedir.

---

[13] Yerli Kömür Kullanımının Geliştirilmesi Ön Çalışmaları Raporu (MTA)

[14] ODTÜ Yerli Enerji Teknolojileri Çalıştayı

Yapılan incelemeler, yerli kazan imalatçılarının genellikle elektrik üretimi amacından çok, yerli sanayimizin değişik sektörleri için buhar kazanları, kızgın yağ kazanları, akışkan yataklı kazanlar ve kojenerasyon sistemleri üretebildiklerini, AR-GE çalışmalarına kaynak ayıramadıklarını göstermektedir.

Ortadoğu Teknik Üniversitesi Mezunlar Derneği'nce de 2011 yılında pek çok bilim insanı, sektör çalışanı ve sivil toplum temsilcisi ile "Yerli Enerji Teknolojileri Çalıştayı" yapılmıştır. Çalıştayda; elektrik üretim teknolojileri **tasarım**, **malzeme**, **imalat**, **yerinde montaj ve işletme** yönünden ayrı ayrı ele alınarak değerlendirilmiş ve termik santraller konusunda yerli katkının inşaat, müteahhitlik, yardımcı ekipmanlar ve bazı elektromekanik malzemelerle, ancak ***yüzde 30-35'***lerle sınırlı kaldığı belirtilmiştir.

Kömür rezervlerimizin büyük bir kısmı düşük kaliteli (yüksek nem ve kül ve düşük ısıl değer) linyit kömüründen oluşmaktadır. Enerji üretiminde kömür kullanan termik santrallerimizin çok büyük bir kısmı ise pulverize kömür teknolojisine dayanmaktadır.

Son zamanlarda dolaşımlı akışkan yatak (CFB) teknolojisine dayalı santraller kurulmakta olsa da, yerli linyitleri yakabilecek bir CFB teknolojisi henüz tam anlamı ile denenmemiştir. Tecrübeli yabancı kazan firmaları yerli linyitleri yakabilecek CFB teknolojisine dayalı yüksek kapasiteli buhar kazanları için yüksek risk gördüklerinden Anahtar Teslimi (EPC-Engineering-Procurement-Construction) yüklenici olarak ana rol almak istememektedirler. Yerli kazan dizayn/imalat için yeterli olabilecek yerli firmalarımız da maalesef kamu tarafından yeterli teşvik görmedikleri için böyle bir durumu değerlendirememektedirler. Oysa ki santral toplam maliyeti içinde kazan kısmının payı ortalama % 35 civarındadır. Bu nedenle yerli imalatımızı artırabilmek için enerji alanında tasarım yapabilen güçlü EPC yüklenicilerin oluşturulması ve teşvik edilmesi bir zorunluluktur.

Her ne kadar küçük boyutlarda kazan tasarımı yapabilen Türk firmaları olsa da ticari boyutta büyük kazan tasarımı yapabilen bir Türk firması henüz mevcut değildir. Kazan tasarımı olarak **pülverize kömür** ve **dolaşımlı akışkan yatak (CFB)** teknolojileri arasında Türkiye'deki yerli firmaların üzerinde yoğunlaştığı teknoloji CFB dir.

CFB kömür yakma teknolojisini geliştirme hususunda özel firmalarımızın, üniversitelerimizin ve TÜBİTAK-MAM Araştırma enstitüsünün çalışmaları halen devam etmektedir. TÜBİTAK MAM yerleşkesinde EİE ve Orman Genel Müdürlüğünün alıcı kurum olduğu, TÜBİTAK MAM, ODTÜ ve GGS'nin proje ortakları olduğu TÜBİTAK 1007 programı kapsamında desteklenen bir KAMAG projesinde, yerli linyit ve biyokütleyi yakabilecek 1 MW th kapasiteli bir CFB pilot tesis devreye alınmaktadır.

Ancak ana ekipmanlar şu aşamada yapılamasa da termik santrallerde kullanılan pek çok yardımcı ekipman yerli olarak başarı ile üretilebilmektedir. Örneğin: alçak basınç ve yüksek basınç ısıtıcıları, ekonomizerler, degazörler, ithal edilen yüksek basınçlı alaşımlı boruların bükme kaynak ve paketler halindeki üretimleri, kömür bunkerleri, fanlar, elektrofiltreler, kül çıkarıcılar, kül soğutucular, yardımcı kazanlar, kül/kömür taşıma sistemleri, su arıtma sistemleri vb….

Santral ekipmanlarında yerli katkının az olmasının en önemli nedenlerinden biri de, santral kuran şirketlerin yaptıkları finans anlaşmaları gereği, finansmanı sağlayan ülkelerin tasarım ve imalat konusunda çok yüksek katkı paylarına sahip olmalarıdır. Bu nedenle yerli sanayimiz tarafından imal edilebilecek birçok ürün maalesef zorunlu olarak yurtdışında üretilmektedir. Yurtdışı finansman desteği alınarak yapılması öngörülen enerji üretim tesislerinin şartnamelerinde yerli üretime daha

fazla pay verecek düzenlemelerin yapılması (yerli katkı oranı şartnamede belirtilerek ihaleye çıkılması), yerli üretimimizi geliştirecektir.

Yurdumuzda yüksek kaliteli malzeme/çelik boru üretiminde de bir yetersizlik söz konusudur. Yatırım maliyetlerinin çok büyük olması malzeme üretim tesisleri kurulmasını zorlaştırmaktadır. Ana malzemenin yurt dışından alınmasının şu an için kabul edilebilir olduğu, ancak uzun vadede sorunlar çıkarabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle yüksek kaliteli malzeme üretimi için bir an önce üniversitelerimiz, araştırma enstitülerimiz ve yerli üreticilerimiz arasında araştırma-geliştirme projelerinin başlatılması ve teşvik edilmesi gelecekte yerli üreticilerimize yardımcı olacaktır. Çünkü ısı kazanlarında çok yüksek miktarlarda alaşımlı çelik borular kullanılmaktadır. Örneğin 165 MW gücündeki bir ısı kazanında yüksek kalitede alaşımlı çeliklerden üretilmiş yaklaşık 200 km. çelik boruya ihtiyaç bulunmaktadır.

Ağır sanayide yüksek teknoloji gerektiren alanlarda ciddi imalat tecrübemiz olmamasına rağmen, imalat/çelik konstrüksiyon yerli sanayimizin en güçlü olduğu alan olarak göze çarpmaktadır. Detaylı teknik bilgilerin verilmesi ile yurt dışındaki birçok firma için Türkiye'de fason üretim yapılmaktadır. Santrallerin tüm çelik konstrüksiyonları da ülkemizde yapılabilmektedir.

Gaz**/**buhar türbin-jeneratör tasarım ve imalatı konusunda ise ülkemizde herhangi bir çalışma yoktur. Zaten birkaç büyük gaz**/**buhar türbin-jeneratör firması uluslararası pazarda çok iyi konumlandığından ve bu teknolojileri geliştirmek için gerekli araştırma geliştirme masraflarının çok yüksek olacağından bu iki bileşen için yerli tasarım/üretim yapmak çok anlamlı olmayacaktır. Ancak türbin adasındaki diğer tüm teçhizat; kondense, tanklar ve dahili borulama gibi işlerin dizayn ve imalatları yerli firmalar tarafından yapılabilmektedir.

Termik santrallerin bakım-onarım işlerini yapan yerli mühendislik firmaları da piyasada gün geçtikçe artmaktadır. Özellikle türbin ve kazan bakım konularında ihtisaslaşmış büyük yerli firmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

**Sonuç olarak termik santral sistemlerinde yerli imkanlar ile yapılabilen kısımlar:**

- Yüksek basınç ve alçak basınç ısıtıcıları,
- Ekonomizer
- Belirli büyüklüklere kadar kazan domları
- Siklonlar (kısmen)
- FRP borularının imalatı
- Yurt dışından ithal edilen yüksek basınçlı alaşımlı boruların projelerindeki izometrilerine göre bükme kaynak ve paketler halindeki üretimleri
- Çelik konstrüksiyonun tamamı
- İnşaat ve çelik konstrüksiyonda temel ve detay mühendisliği
- Endüstriyel ve evsel atık arıtma sistemleri tasarım ve temini
- Isıtma havalandırma tesislerinin tasarım ve temini
- Belirli güçlere kadar dişli kutuları ve hidrolik kaplin üretimleri
- Yardımcı kazanların tasarım ve temini
- Kömür/kireçtaşı hazırlama sistemleri (bantlı ve helezon taşıyıcılar, elevatörler, elekler, kırıcılar, değirmenler, kurutucular, besleyiciler v.s. )
- Kömür/kireçtaşı taşıma/iletim hatları (bantlı, pnömatik, vb.)
- Kül/cüruf atma sistemi

- Baca
- Su hazırlama üniteleri (demineralize su sistemi, soğutma kuleleri, vanalar)
- Kompresör ve blower (küçük kapasitede)
- Elektrik motorları (küçük kapasitede)
- Enerji santrallerinde kullanılan AG ve OG kuvvet kabloları ile elektromekanik teçhizatın büyük bir kısmı.
- Sıcaklık ölçerler, seviye ölçerler
- Gaz türbini yakıt besleme, yağlama, soğutma sistemleri
- Buhar türbin yağlama, soğutma sistemleri
- Atık ısı kazanları (kısmen)
- Proses boruları (kısmen)
- YB ve AB boru askı sistemleri
- Vanalar (kısmen), pompalar (kısmen)
- Trafolar, şalt sistemi
- Yangın söndürme sistemi
- Doğalgaz sistemleri (kısmen)
- Basınçlı hava sistemleri (kısmen)
- Enstrümantasyon sistemleri (kısmen)

### 7.5.3 Yurtiçinde yerli imalatın geliştirilmesi ve/veya üretimin arttırılması için atılması gereken adımlar ve gerekli kaynaklar[15]

1. Santral tasarımı yapabilecek mühendislik firmaları; araştırma, geliştirme, vergi ve finans destekleri ile teşvik edilmelidir.
2. Mühendislik firmalarına, gerekli "know-how"ı verebilecek, temel mühendislikte beraber çalışabilecek AR-GE firmalarına ihtiyaç vardır. Bu AR-GE firmaları, hem temel araştırma, hem proses geliştirme (pilot ölçekli), hem de malzeme konusunda çalışmalar yapmalıdır.
3. Geçiş döneminde, yurtdışı lisansı ile anahtar-teslimi proje yapan yabancı firmaların dahi yurt içindeki yerli AR-GE ve mühendislik firmaları ile çalışmalarını zorunlu kılmak için yasal altyapıyı hazırlamak gerekir. Böylece, yurt içinde bilgi birikimi hızla sağlanarak dünyadaki diğer firmalar ile iletişim ve etkileşim ortamı sağlanabilir.
4. Ekipman ve teçhizat, ancak kullanıldığında performans verisi geri dönüşü sağlanabilir ve daha iyisi geliştirilebilir. Bu nedenle, anahtar-teslimi proje yapan yabancı firmaların bile, belirli bir minimum yüzde dahilinde yerli imal edilen ekipman kullanımı teşvik edilmelidir.
5. Santrallerin yerli teknolojiyle yapılabilmesi için hükümet, kamu kuruluşları, özel sektör ve üniversitelerin işbirliği ile uzun vadeli bir yol haritası hazırlanmalıdır. Ancak kurulacak her sanayi tesisinin de fizibil olması şarttır.
6. Özel sektörün başlangıçta yerli teknolojiye dayalı santral kurması imkansız gibi görünmektedir, bu sebeple ihale mevzuatında ve yatırım planlarında yapılacak düzenlemelerle EÜAŞ'ın yerli teknolojiyle yapılacak bir santral için rehber ve yatırımcı olması gerekir.
7. Yerli bankaların yerli yatırımcılarla yerli teknoloji kullanımı konusunda destek vermeleri için formüller ortaya konulmalıdır.
8. Nispeten kolay aşılabilecek sıkıntılara çözüm geliştirilmesinin en kestirme yolu, üreticiler, tüketiciler, araştırmacılar ve yasal düzenleme makamları (mevzuat hazırlayan kurumlar) gibi tüm paydaşların bir araya gelerek sorunları ve çözüm önerilerini tartışmalarıdır. Bu amaçla en

[15] "Ekipmanlar yerli olsun" (Oğuz Türkyılmaz)

kısa sürede yeni bir "***Yakma Teknolojileri ve Yerli Kaynaklar Çalıştayı***" düzenlenmelidir. Bu çalıştayın, ETKB tarafından yürütülmekte olan *Milli Kazan Projesi* çalışmasıyla da koordine edilmesi, anılan projeye de önemli ölçüde katkı sağlayacaktır.

9. Enerji sektöründe makina ekipman üreten sanayilerin kümelenmesi teşvik edilmeli ve işbirliği ağlan geliştirilmelidir.
10. Bir sonraki adım, bu amaca yönelik Enerji ihtisas Organize Sanayi Bölgelerinin kurulması ve desteklenmesi olmalıdır. Kalkınma Bakanlığı bünyesinde oluşturulacak bir birim veya Enerji Ekipmanları Müsteşarlığı vb. bir organizasyonla kamu yol gösterici ve yönlendirici olmalıdır.
11. Enerji konularında bilim ve teknoloji geliştirme altyapılarının güçlendirilmesi için kamusal ve özerk bir kuruluş olarak TÜBİTAK'ın enerjiyle ilgili enstitüleri Türkiye Enerji Bilimleri ve Teknolojileri Geliştirme Merkezi olarak yeniden yapılandırılmalıdır.
12. Enerji alanında doktora ve doktora sonrası programları ve yurtdışı merkezlerle ortak çalışma imkanları desteklenmeli. Kamu ve özel sektörün enerji alanındaki araştırma-geliştirme (AR-GE) çalışmalarının çekicileştirilmesi ve eşgüdümü sağlanmalıdır.
13. Yerli teknolojilere/yerli yakıt kullanımı için üniversitelerde akademik/bilimsel araştırmalara daha çok destek verilmelidir.

## EK 7.1 TERMİK SANTRAL EKİPMANLARINDA YERLİ ÜRETİM YAPAN FİRMALARIMIZDAN BAZILARI

### ❖ SİTERM ISI SİSTEMLERİ[16]

**Bulunduğu İl:** İstanbul

**Çalışma Alanları:** Yüksek basınçlı kazan üretimi, enerji üretimi, kojenerasyon sistemleri, atık ısı dönüşüm sistemleri ve hava emisyon kontrol sistemleri

Firma, kazanların bütün mühendisliği, 3D tasarımı, üretimi, montajı ve devreye almasıyla anahtar teslimi projeler yapmaktadır. Ayrıca kazan binası tasarımı ve imalatını da gerçekleştirmektedir.
Siterm Isı Sistemleri, TUV-SÜD tarafında ISO 9001:2008 kalite yönetimi, basınçlı kap dizaynı ve üretimi için ASME U ve S damga sertifikaları ile, yüksek basınçlı buhar kazanı üretim normu olan TUV-SÜD tarafından verilmiş olan AD2000-HP0-EN729-2/TRD 201sertifikasına sahiptir.
Kazan tekrar borulaması, brülörler, boru ve kollektör tamiri, buhar turbini bakımı, otomasyon ve ekipman modernizasyonu gibi konularda bakım onarım servisleri vardır.

**Elektrik Santral Referanslarından bazıları:**

- Konya Çumra Şeker Fabrikası 100 t/h kapasiteli, 38 bar basınçlı 37MW'lık Dolaşımlı Akışkan Yataklı Kazan,
- Trakya Cam Fabrikası Yenişehir 6 MW'lık Atık Isı Kazanı
- Eren Enerji Santrali 68 t/h kapasiteli Start-Up Kazanı
- Park Termik Enerji Santrali Pulvarize Kömür Yakıtlı Buhar Kazanı Rehabilitasyonu 500 t/h, 170 bar, 530° C
- Ambarlı Fuel Oil Enerji Santrali 480 t/h'lik Buhar Kazanı Rehabilitasyonu
- IFC-Daura Rafinerisi-Ürdün 50 t/h'lik Atık Isı Kazanı
- Aynes Süt Fabrikası 45 t/h Kapasiteli 5,5 MW Dolaşımlı Akışkan Yataklı Kazan,
- Kipaş Kağıt Fabrikası 160 t/h Kapasiteli 25 MW Dolaşımlı Akışkan Yataklı Kazan,
- Kütahya Şeker Fabrikası 45 t/h Kapasiteli 4,5 MW Dolaşımlı Akışkan Yataklı Kazan,
- Orhaneli Enerji Santrali 50 t/h Kapasiteli Paket Tipi Buhar Kazanı,
- Trakya Cam Fabrikası-Bulgaristan 13 MW Atık Isı Kazanı

[16] http://www.siterm.com/

❖ **BERSEY SINAİ VE TIBBİ CİHAZLAR İMALAT VE TİCARET LTD.ŞTİ.**

**Bulunduğu İl:** İstanbul

**Çalışma Alanları:** BERSEY Limited Şirketi, kuruluş tarihi olan 1979 yılından bugüne kadar mühendislik tasarımı ve ürün dizaynı olarak pek çok alanda faaliyet göstermiş ve değişik yakıtları (biyokütle-bilhassa odun atıkları, kömür, doğal gaz, motorin) solo ve birlikte yakabilecek yanma odalarını ve 100 MWth kurulu güce kadar buhar, kızgın yağ ve sıcak gaz üretebilecek kombine sistemlerin tasarımını ve imalatını gerçekleştirmiştir. Bugüne kadar 43 buhar üreten sisteme ve 147 kızgın yağ üreten sisteme imza atmıştır.

**AR-GE Çalışmaları:** 2009'dan itibaren ARGE çalışmalarına girmiştir. Bu kapsamda, İskender Gökalp ve doktora öğrencileriyle kömür yanması, kömür ve biokütle gazlaştırması, doğalgaz ve kerozen yanması, organik atıkların gazlaştırılması projeleri geliştirilmiştir. Bu projeler genellikle TKİ, TÜBİTAK SAGE, TEI, TÜBİTAK-MAM gibi kurum ve firmalarla ve ODTÜ ve Marmara Üniversitesi gibi üniversitelerle ortaklaşa veya ilişkide olarak geliştirilmiştir.

1 Mayıs 2013 tarihinden itibaren iki TÜBITAK TEYDEB projesi başlatılmıstır. Bunlardan bir tanesinin hedefi Türkiye linyitlerine uygun akıskan yatak tipli gazlaştırma sistemini tasarlamak ve 10 MWth güçte bir demonstrasyon tesisi kurmaktır. Diger projenin amacı ise termik santral ölçeginde "low NOX" toz kömür yakıcısı geliştirmek ve kurulacak bir demonstrasyon tesisinde test ve optimize etmektir.

**Referanslarından bazıları:**

- 1997 senesinde Adana - Marsa fabrikasında 50.000 $m^3$/h atık gaz kapasiteli, 100 % yerli tasarım ve imalat olarak yapılan ilk desülfürizasyon tesisidir. hayata geçirmiştir.
- 2012 senesinde işletmeye alınan 66 MW kurulu gücü olan YILDIZ ENTEGRE MERSİN MDF fabrikasının Enerji Üretim Tesisi, tamamen %100 yerli tasarım, imalat ve montajı yapılan ilk ve en yüksek kapasiteli biyokütle yakma tesisidir. En son teknolojik gelişmelere göre tasarlanan bu tesis için ileride ülkemizde de kurulması gündemde olan $CO_2$ pazarı için gerekli ve yeter altyapı çalışmaları da öngörülmüştür.

❖ **MİMSAN GRUP**[17]

**Bulunduğu İl:** Malatya

**Çalışma Alanları:** Akışkan yataklı, hareketli ızgaralı, sıvı ve gaz yakıtlı kazanlar ile atık ısı kazanları, kojenerasyon sistemleri ve baca filtre sistemleri

MİMSAN 1983 yılında kurulmuş, ülkenin büyük kazan fabrikalarından biridir. Makine İnşaat Ltd. Şti. Sungurlar Enerji AŞ, Mim Sanayi Kazanları AŞ, Mimsan Endüstri Kazanları AŞ, Isı Teknolojisi AŞ ve Dökümaş olmak üzere toplam 6 şirketten oluşmaktadır. Bu alanda gittikçe büyüyen ve yurt dışına üretim yapan bir fabrikadır. Sadece kömür değil, biyokütle, asfaltit, ağaç kabuğu vs. gibi malzemeleri de yakan kazanlar üretmektedirler.

Dünyanın önemli endüstri kazanı firmalarına da tedarikçilik yapmaktadırlar. Belçika'nın Vyncke firmasına yüksek basınçlı kazanlar üretmektedir. Su borulu kazanların su duvarlarını, dramlar, kızdırıcı, ekonomizer gibi termik santral ekipmanları ve baca gazı arıtma sistemleri için yüksek performanslı ürünler üretmektedir. Elektrostatik baca filtreleri, desülfürizasyon üniteleri, torbalı filtreler, multisiklonlar da üretimleri arasındadır.

**Referanslarından bazıları:**

Dolaşımlı akışkan yataklı kazan 35t/h, 59 barg, 6MW Oyka Kağıt Adana
Dolaşımlı akışkan yataklı kazan 20t/h, Rize
Kabarcıklı akışkan yataklı kazan 40t/h, GAP Tekstil Malatya
Kojenerasyon tesisi: Hareketli ızgaralı yatak 35t/h, 59 barg, 480 C, 4 MWel, Zonguldak
Hareketli ızgaralı kızgın yağ kazanı 15 MW x 2 Samsun,
Hareketli ızgaralı buhar kazanı 10 t/h, 8 barg, İzmir
Akışkan yataklı gazlaştırma sistemi TÜBİTAK MAM, Gebze

❖ **YILDIZ KAZAN SANAYİ A.Ş.**[18]

**Bulunduğu İl:** Çorlu/TEKİRDAĞ

**Çalışma Alanları:** 1956 yılında kurulan Yıldız Kazan Sanayi; kalorifer, buhar ve kızgın yağ kazanları imalatı yapmakta olup, bu kazanlara ait yardımcı ekipmanların imalat ve temini, her türlü basınçlı ve basınçsız tank imalatı ile bu tesislerin montajı için gerekli çelik konstrüksiyon işlerini yapmaktadır. Bunun yanında yüksek basınçlı kızgın buhar kazanları ile elektrik üretimi için kojenerasyon tesisleri kurma konusunda da hizmet vermektedir. Ayrıca degazör ve kondens tankı, ekonomizör, baca,

[17] http://mimsangrup.com.tr
[18] http://www.yildizkazan.com.tr/

kollektör, yakıt tankı, serpantinli ve gömlekli boylerler, eşanjörler, proses tankları, atık gaz kanalları, siklon ve kurum tutucular, ıslak filtreler ve desülfürizasyon üniteleri de imal etmektedir.

Firma Alman Lentjes firması ile katı yakıt yakan akışkan yataklı buhar, kızgın su ve kızgın yağ kazanlarının Türkiye'de üretimi konusunda lisans anlaşması yapmıştır. 50 ton/saat buhar debisi, 42 bar işletme basıncı ve 450 $^{0}$C sıcaklık kapasitelerine kadar Akışkan Yataklı Kazanlar üretmektedir.

❖ **GÜÇSAN MAKİNA DOĞALGAZ SAN. ve TİC. LTD. ŞTİ.** [19]

**Bulunduğu İl:** Denizli

**Çalışma Alanları:** Fabrika, katı, sıvı, gaz yakıtlı sıcak su kazanları, buhar kazanları, kızgın yağ kazanları imalatı, çeşitli sektörler için basınçlı-basınçsız tank imalatı, kondens ve degazör tankı, su yumuşatma, hidrofor ve kojenerasyon sistemleri vs. projelendirme faaliyetleri, toplu konut ve endüstriyel tesislerin tesisat ve taahhüt işleri gibi birçok alanda hizmet verilmektedir. Taahhütlerinde, tasarımdan başlayıp imalat, montaj tesisat ve bakım-onarım hizmetlerini kapsayacak şekilde hizmet verebilmektedir.

**Referanslarından bazıları:**

**Akışkan yataklı kazanlar:**

| | | | |
|---|---|---|---|
| GAT ENERJİ LTD.ŞTİ. | 30 ton/h | 10 Bar | DENİZLİ |
| ACEMOĞLU GIDA | 30 ton/h | 12 Bar | TİRE/İZMİR |

[19] http://www.gucsanmakina.com.tr

| | | | |
|---|---|---|---|
| BOYASAN TEKSTİL AŞ. | 25 ton/h | 10 Bar | DENİZLİ |
| NATUR TEKSTİL A.Ş. | 25 ton/h | 16 Bar | DENİZLİ |
| GAT ENERJİ LTD.ŞTİ. | 20 ton/h | 10 Bar | DENİZLİ |
| DOĞAN TEKSTİL AŞ. | 16 ton/h | 10 Bar | K.MARAŞ |

### ❖ EFOR MAKİNA SANAYİ[20]

**Bulunduğu İl:** Ankara

**Çalışma Alanları:** 1998 Yılında kurulan EFOR Makina Sanayi, enerji sektöründe üretim yapan termik, doğalgaz, hidroelektrik santralleri ve büyük sanayi tesislerinin ihtiyaç duydukları kazan boruları, atık ısı kazanı, saçlar, luvo, özel alaşımlı çeliklerin ithalatı ile dirsek, yüksek/alçak basınç ısıtıcıları, serpantin kazan içi imalat, montaj, de-montaj işlerini, tüm çelik yapının imali, montajı ve izolasyonlarının yapılması alanında hizmet veren bir kuruluştur.

Yıllık çelik imalatı 10.000 ton'dur. Fabrika, endüstriyel tesisler, çatı, köprü, gaz kanalları vs gibi çelik imalatlar yapmaktadırlar. Hidroelektrik santraller için cebri borular, baraj kapakları, ızgaralar ve kaldırma mekanizmaları, beton santralleri için çimento siloları, kırma eleme tesisleri için kırıcı ve besleme üniteleri, kül taşıma sistemleri yapmaktadırlar.

Ayrıca enerji danışmanlığı ve mühendislik hizmetleri ile de fizibilite ve şartname hazırlanmasından başlayarak, santral sahasının genel yerleşimi, tek hat diagramı, enerji santralinin elektrik sistemi, şalt sistemi, ölçüm ve kontrol sistemleri, Buhar kazanları, buhar türbinleri, soğutma suyu sistemi, kömür taşıma sistemleri, kül toplama ve transfer sistemleri, kireçtaşı depolama ve transfer sistemleri, tesis yardımcı donanımları vs. tüm detay mühendislik hesaplamaları ve devreye alma için kabul testleri ile test sonuçlarının kontrolü ve hesaplanması firma bünyesinde yapılabilmektedir.

**Referanslarından bazıları:**

- Yeniköy, Soma, Yatağan, Çatalağzı ve Eren Holding bünyesindeki termik santrallere çeşitli alçak basınç ve yüksek basınç ısıtıcıları,
- Kangal ve Soma santrallerine kolektör,
- Yatağan, Afşin B, Soma, Seyitömer, Orhaneli ve Hopa santrallerine luvo, ayrıca pek çok santrale serpantin imalatı gerçekleştirmiştir.

[20] http://www.eformakina.com.tr/

### ❖ ÇİMTAŞ [21]

**Bulunduğu İl:** Gemlik/BURSA

1973 yılında yerel çelik konstrüksiyon imalatçısı olarak kurulan ÇİMTAŞ bir ENKA iştirakidir. ÇİMTAŞ bugün 4'ü Türkiye, 3'ü Hollanda 1'i Çin, 1'i Kazakistan, 1'i Almanya'da bulunan 10 şirketten oluşan bir grup haline gelmiştir.

**Çalışma Alanları:**

- Mühendislik (yapısal çelik, basınçlı ekipmanlar, borulama, tesis mühendisliği)
- Satınalma (yapısal çelik, boru, valf, mekanik ekipmanlar)
- İmalat (4 imalat fabrikası, yıllık 70,000 ton imalat kapasitesi)
- Montaj - yapısal ve mekanik montaj (yerel ve uluslararası şantiyeler)
- Gemi imalatı

**Basınçlı Ekipmanlar**

Basınçlı Kaplar, Eşanjörler (Heat Exchanger), Reaktörler, Process Skid ve Modülleri, Atık Isı Geri Dönüşüm Kazanları (HRSG Modules), Depolama Tankları (Sıvı Depolama, Gaz Depolama, LNG Depolama Tankları)

- İlk drum imalatını 1982, ilk kolon imalatını 1983, ilk eşanjör imalatını 1985 yılında gerçekleştirilmiştir. Maksimum Dizayn Basıncı : 228 kg/cm$^2$, Maksimum Test Basıncı 297 kg/cm$^2$, Tipik İmalat Kapasitesi Ağırlık : 1,300 ton, Uzunluk : 50 m T/T, Çap : 10 m, Kalınlık : 200 mm.

**Gaz Depolama Tankları**

- İlk tank montajı – 1980, ilk tank mühendislik, imalat ve montajı -1993
- Yıllık imalat kapasitesi - 10 ünite, 1,000-5,000 m$^3$
- Mühendislik, imalat ve montajı tamamlanmış ünite sayısı - 53 adet

[21] http://www.cimtas.com.tr

**Atık Isı Geri Dönüşüm Kazanları - HRSG**

**Referans İmalatlar;**
3 Dikey tip ünite - Fr 6 (Nooter/Eriksen),
1 Dikey tip ünite - Fr 9 (Welding) (CMI)
2 Dikey tip ünite - Fr 7 (NEM Austria),
1 Yatay tip ünite - Fr 6 (Aalborg)
4 Yatay tip ünite - Fr 7 (Austrian Energy) Teslim edilen ülkeler; Türkiye, ABD, Kanada, Kazakistan, İsviçre

- **PROKON**[22]

**Bulunduğu İl:** Ankara
**Çalışma alanları:** Planlama ve fizibilite, mühendislik ve mimarlık, müşavirlik ve kontrollük hizmetleri

Prokon'un hemen hemen tüm EÜAŞ santrallerinde katkısı vardır. Çoğunda ham su alma sistemlerinin mühendislik ve temel dizaynını yapmıştır. Çok sayıda santralde de su barajı, kül barajı ve pis su arıtma sistemlerinde mühendislik yapmışlardır.
Müteahhit olarak Hamon firmasıyla birlikte Kangal elektrofilitre rehabilitasyon işine girmişlerdir. Ancak 1. Ünite'de testlerin başarılı bir şekilde tamamlanmasından hemen sonra ortakları Hamon iflas edince tüm işin sorumluluğunu sözleşme gereği üstlenmişlerdir. Çok zorlanmalarına ragmen işi tamamlamışlardır.

Ambarlı Fuel Oil Santralinin 4. ve 5. Ünitelerinin ( 2x159 MW), 2x408 MW doğalgaz kombine çevrim santraline dönüştürülmesinde EPC müteahhit olarak görev yapmıştır. Gaz türbinlerini Siemens'den almış olmalarına rağmen bir Türk firmasının böyle bir projeyi almaya cesaret etmesi önemlidir. Nitekim bu projede mühendislik çalışmalarının büyük kısmını Prokon yapmıştır.

**PROKON İmalat ve Montaj A.Ş.** 1987 yılında endüstriyel sektörde faaliyet gösteren PROKON-EKON Şirketler Grubu bünyesinde kurulmuş olup, altyapı inşaat işleri ve endüstriyel tesisler sahalarında imalat hizmetleri vermektedir.
**Çalışma Alanları:** Gaz depolama tesisleri, toz toplama sistemleri (elektrofiltre ve torbalı filtre tesisleri), ağır ve orta çelik konstrüksiyon imalatı, depolama tankları ve siloları, kazan ve basınçlı kaplar, hava ön-ısıtıcıları, denizden su alma sistemleri, hidromekanik ekipmanlar ( cebri borular ,

[22] http://www.prokonas.com.tr

batardo kapakları, radyal kapaklar, tehlike (servis) kapakları , sürgülü ve kelebek vanalar, emme boruları , salyangozlar )

PROKON İmalat ve Montaj A.Ş., ISO 9001:2008, BS-OHSAS 18001-2007, DIN 18800-7 Class E ve DIN EN ISO 3834-2 kalite belgelerine sahiptir.
Prokon İmalat ve Montaj A.Ş.'nin İmalat Fabrikası 29 Mayıs 2009 tarihinden itibaren ASME (American Society of Mechanical Engineers) tarafından "U" ve "S" damgaları ile Kazan ve Basınçlı Kap imal etmek üzere yetkilendirilmiştir.

**Referanslarından bazıları:**

- 2x408 MW Ambarlı Termik Santrali Rehabilitasyon Projesi
- İSDEMİR BOF (OG) Gaz Depolama Tesisi
- 2x425 MW Gebze CCPP Termik Santrali - 2 Adet Atık Isı Kazanı Gövde, Gaz Kanalları ve Taşıyıcı Çelik Yapı İmalatları
- x425 MW Gebze CCPP - Çelik Konstrüksiyon ve Mekanik Ekipman İmalatı
- Çatalağzı Termik Santrali Uzun Mesafeli Konveyor Hattı
- GİRNE 2x60 MW Termik Santrali - Su Alma Tesisleri
- Kangal Termik Santrali-Elektrofiltre Modernizasyonu

❖ **ISIMEK** [23]

**Bulunduğu İl:** Kazan, ANKARA

**Çalışma Alanları:** Kazan imalatlarında hava besleme üniteleri, siklon, brülör ve fanlar gibi hemen hemen tüm bileşenlerin üretimini gerçekleştirmektedir. 200 m² Isıtma yüzeyine ve 6 Bar işletme basıncına kadar katı yakıtlı yarım silindirik buhar kazanları, 20.000 kg/h ve 25 bar konstrüksiyon basıncına kadar silindirik skoç tip buhar kazanlarının dizayn ve üretimi yapılmaktadır. Çalışmaları genellikle komple tesis yapımından çok, kazan imalatı üzerinden olup yapılan çalışmalar bilinen kanıtlanmış örneklere göre imal etmek şeklindedir. Özellikle katı yakıtlı kazan üretimi konusunda ihtisaslaşmıştır. 10 t/h – 10 bar akışkan yataklı katı yakıtlı buhar kazanı imalatları mevcuttur.

**Referanslarından bazıları:**

- Akışkan yataklı katı yakıtlı buhar kazanı, Özsarı Gıda San. , 10 t/h - 10 bar, Nizip – GAZİANTEP
- Ön ocaklı ve stokerli buhar kazanı 2.500 kg/h, Ankaş Ankara Kağıt İmalat A.Ş., ANKARA
- Skoç tip buhar kazanı ve ekipmanları 3500 kg/h, ITM Isı Teknoloji Merkezi, GAZİANTEP
- 1.000.000 kcal/h 7 Bar Basınçlı Buhar Kazanı, Sine İnş. San. Tic. Ltd. Şti., KAZAKİSTAN

[23] http://www.isimek.com.tr/

# 8. ELEKTRİK İLETİM VE DAĞITIM İÇİN MAKİNE VE EKİPMANLAR

**"Elektromekanik Sanayi"** enerjinin üretiminden sonra iletimi ve dağıtımı hizmetleri için üretilen Alçak Gerilim (AG) ve Yüksek Gerilim (YG) ekipmanlarının tamamını kapsamaktadır.

Enerji iletim ve dağıtımıyla ilgili enerji ekipmanlarının birçoğu (kablo, transformatör, orta gerilim (OG) kesicileri, röleler, alçak gerilim (AG) pano ve hücreleri, seramik yalıtkanlar, kontaktör, sigorta, iç tesisat malzemeleri, aydınlatma malzemeleri, düşük güçte elektrik motoru ve jeneratör) Türkiye'de orta ve büyük ölçekli firmalar tarafından gerçekleştirilmektedir. Sektörde uzun süreden beri uluslararası imalat kalite standartları ve kuralları uygulanmaktadır. İzole edilmiş tel kablo ve transformatörler kalemlerinde Türkiye, dış ticaret fazlası vermektedir. Diğer iletim ve dağıtım kalemlerinde ise Türkiye dış ticaret açığı vermektedir.

## 8.1 Sektörde Üretim/Yatırım Kapasitesi ve Kullanılan Temel Üniteler/ Ekipmanlar

Bu konuda hareket noktası, Kalkınma Bakanlığı, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Ekonomi Bakanlığı ve Türkiye İstatistik Kurumu veri olacaktır.

**"10. Kalkınma Planı"**na bakıldığında "Enerji Sektörü Sanayisinde" yapılacak yatırımlarda "Yenilenebilir Enerji Ekipmanları Üretimi" ve "Enerji Verimliliği"nin öncelik kazanmış olduğu görülmektedir. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunun "Enerji Üretimi" için vermiş olduğu lisanslara bakıldığında Türkiye'de bu konuda yaklaşık 35 milyar dolarlık bir pazar görülmektedir. Ancak, ülkemizde bu sektörde üretim yapanların altyapıları yeterli görülmemektedir.

"Enerji Üreten Türbinler, Kazanlar vb. Makinaların" imalatı raporun diğer bölümlerinde ele alındığı için bu bölümde sadece **"Elektrik İletim ve Dağıtımı İçin Makina ve Ekipmanlar"** incelenecektir.

**Genel Değerlendirme**

Öncelikle ülkemizdeki üretim ve yatırım kapasitesi "pazar payı" ile doğrudan orantılıdır. Bunun önceliği için bu konuda özel sektör tarafından yapılacak yatırımlar konusunda "kamu"nun bu yöndeki çalışmaları "mevzuat" ve bazı "teşvik ile vergi" düzenlemeleri ile desteklenmesi gerekmektedir. Bu konuda Türkiye 6 Teşvik Bölgesine ayrılmak suretiyle gerekli teşvikler genel olarak verilmiştir. Ancak, bize göre konunun istenilen başarıya ulaşabilmesi için hiç vakit kaybetmeden, enerji sektöründe de teşvik edilecek konular belirlenmelidir. Bunun dışında bu bölgelerde "**Özel İhtisas Organize Sanayi Bölgeleri"** kurulmalı, buna imkan bulunamıyorsa "lojistik, arazi, hava vb." koşullar dikkate alınarak mevcut organize sanayi bölgelerinden bazılarında bu dönüşüm gerçekleştirilmelidir.

Bütün bunlardan sonra; sektörde üretim/yatırım kapasitesi ve kullanılan temel üniteler/ekipmanların üretimi için daha sağlıklı bir değerlendirme yapılarak konuya bir "vizyon" çizilebilir. Buradaki öngörülere dayalı olarak yapılacak olan değerlendirme ve uygulamalar sonucunda, Türkiye'nin orta gelir düzeyinde kalmaması için, üretkenliği gittikçe azalan üretim faktörlerini artırmaya çalışmak yerine, "yenilikçiliğe odaklı, yaratıcı bir toplum ve buna bağlı ekonomi" oluşturmaya çalışması daha doğru olacaktır.

Ülkemizdeki yabancı sermayeli firmalar, kendi ülkelerinde geliştirdikleri know-how'lara dayalı yeni ürünler üretmektedirler. İçinde bulunduğumuz süreçte, dünyada yaygınlaşan "şirket satın almaları"

konusunda Türkiye kendisine yeni bir vizyon çizmelidir. Ülkemizde AR – GE için yeterince sermaye ayrılamaması dolayısıyla yapılması gerektiği halde yapılamayan ekipmanları yapan gelişmiş ülkelerdeki firmalarla ortaklığa girmeli veya bu tür firmaları satın alma girişimleri ekonomik olarak teşvik edilmeli ve desteklenmelidir. Yurt dışından satın alınan firmanın aynı zamanda "pazar payı" da satın alınmış olunacağından, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Ekonomi Bakanlığı "Dış Ticaret Müsteşarlıkları" vasıtasıyla bu konuyu çok ayrıntılı olarak inceleyerek, hangi ülkelerden hangi firmaların satın alınabileceği veya Türkiye'nin hangi bölgesinde "ortak üretim yapılabileceği" konusunda araştırma yaparak bir "Veri Merkezi" oluşturmalı ve tüm sanayicilere de duyurmalıdır. Diğer taraftan, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ortak bir çalışma yaparak, enerjinin hangi sanayilerde en çok harcandığını tespit etmelidir (çimento, demir çelik vb. gibi). Bu araştırmalardan sonra yine bu sektörlerdeki verimsiz ekipmanları tek tek belirleyerek Türkiye'nin önceliklerini de dikkate alarak elektromekanik sanayinin öncelikle verimli, nitelikleri olan uluslararası standartlara uygun ekipmanların üretilmesi için gereken yönlendirici çalışmaları vakit geçirmeden yapılmalıdır.

Yukarıda sözü edilen çalışmalardan sonra Türkiye'de **"elektromekanik sanayi"** sektöründe önceliklerin tespitinden sonra yapılacak ilk iş, bu sektörün dünyadaki pazar payı büyüklüğü ve özellikle komşu ülkelerdeki anılan sanayi içindeki ekipmanların nitelikleri dikkate alınmak suretiyle, ihracatımızı kusursuz ürünlerle geliştirebilmek için başlangıçta en az dört (4) ürün seçilerek öncelikle **"marka ürün"** yapma peşinde olmalıdır. Özellikle de kamu bu tür yatırımları mevzuat ve ekonomik olarak (AR-GE ve üretim finans temininin kolaylaştırılması vb. konularda) üreticiyi desteklemelidir.

İçinde bulunduğumuz süreçte, sektörün ihtiyacı duyulan bir çok ekipman belli ölçekte üretilmekte ve ayrıca ihracat da yapılmaktadır. Şu anda ülkemizde yeterli pazar ve know-how'un olmayışı dolayısıyla sektörün ihtiyacı olan ve ilk akla gelen üretilemeyen teçhizat **"Yüksek Gerilim (YG) Kesicileri"**dir. Bu konuda, pazar araştırması yapılmalı ve teknik ve ekonomik olumlu sonuca ulaşılması durumunda bu ekipman için de yatırımlar yapılabilmelidir. 2012 yılı İMMİB verilerine bakıldığında Türkiye bu sektörde **4.174.235.130** dolarlık ihracat, **9.583.325.413** dolarlık da ithalat yapmıştır. Ülkemizin yapmış olduğu ithalat bizim şu anda üretmemiz gereken ekipmanlar için de bir yol haritası karakterindedir. Buradan hareketle ülkemizde hiç olmayan veya yeterli üretimi olmayan ekipmanlar aşağıda gösterilmiştir;

- Alçak gerilimde elektrojen grupları ve konvertörleri,
- Sanayimizin ihtiyaç duyduğu yüksek verimli ve büyük güçlü elektrik motorları ve alternatörler,
- Sigortalar, ayırıcı ve yüksek gerilim kesici cihazlar,
- 500 kV ve 750 MVA üzerinde güç transformatörleri (bir ölçüde yapılıyor olmasına rağmen),
- Panolar,
- Aydınlatma cihazları,
- Porselen ve silikon yüksek gerilim izolatörleri,
- Diğer elektrik – elektronik malzemeleri,

## 8.2 Enerji Ekipmanlarının Yurt İçinde İmalatı, İthalatı ve İhracatının Değerlendirilmesi

Yukarıda ifade edilen değerler, aşağıdaki tablodan daha ayrıntılı görüleceği üzere elektromekanik sektöründe ithalatımız, ihracatımızı geçmektedir. TÜİK kaynaklı bu verilere bakıldığında, sektörümüzde hangi konulara daha çok yatırım yapılması ve üretimin artırılması ile ihracat potansiyelinin gelişmesi konusunda karar verilebilir.

Tablo 8.1'de görüleceği üzere;

1. Enerji ve Kumanda kabloları karşılaştırmasında; **"bağlantı parçalı kablolar hariç" i**thalat, toplam **2.028.628.894 $** fazla vermiştir.
2. Elektrojen Grupları ve Konvertörleri, Elektrik Motorları ve Jenaratörler, Sigortalar, Ayırıcı ve Kesici Cihazlar, Panolar, Aydınlatma cihazları, Diğer Elektrik – Elektronik Malzemeleri gibi ana kalemlerde ise **9.583.325.413 $'**lık **"ithalat"**, Buna karşılık **4.174.235.130 $'**lık **"ihracat"** yapılmıştır. Aşağıdaki listede isimleri olan ve burada ifade edilmeyen, ekonomik değeri küçük diğer ürünler dahil toplam olarak **" – 5.409.090.283 " $'**lık **açık** verilmiştir.

Buradaki değerlere bakıldığı zaman; Elektromekanik Sektöründe öncelikle ve ivedilikle 2. maddede sözü edilen teçhizatın üretimini artırmak için Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının organizasyonunda, sektörde mutlaka yeni bir düzenleme ve yönlendirme yapılması ile sonuçlarının izlenmesi gerekmektedir.

Yine bu tabloya baktığımızda, Türkiye'nin bu konuda ihracatçı değil ithalatçı olduğu görülmektedir. Bu durumun en kısa sürede tersine çevrilmesi gerekmektedir. Bunun için de aşağıdaki tespitlere göre uygulamalar yapılmalıdır.

Bu konuda kalıcı kararlar;

- İhtiyaç sahibi olan Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı,
- İhtiyaç duyulan ürünün imalatı için, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve bağlı kuruluşları,
- Bu ekipmanların ithalatlarını takip eden Ekonomi Bakanlığı, Gümrük ve Ticaret Bakanlığı ve bağlı kuruluşları,
- Sektörde aktif olan üreticiler ile bu konulara yatırım yapacak mevcut ve yeni girişimciler, Sektörde bu ekipmanların kullanıcıları,

tarafından birlikte alınmalıdır.

Bu günkü görev dağılımları dikkate alındığında, bu işleyişin sağlıklı olarak çalışabileceği düşünülmemelidir. Çünkü ithal edilen ürünlerin kullanıldığı sektörden sorumlu olan bakanlık ile ithalatı denetleyen ve gerekli ithalat izinlerini veren bakanlık farklıdır. Bunun sonucunda da özellikle **"Hammadde"** ve **"Mamul Ürün"** ithalatı; Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından denetlenemediği için de her iki konuda yapılan ithalat uygulama sonuçları konusunda tek otorite kurum olmaması dolayısıyla sanayi yönlendirilemediği gibi denetlenememektedir.

**Tablo 8.1** 01/01/2012 - 31/12/2012 Dönemi İthalat ve İhracat Karşılaştırması

| Mal Grupları | İthalat | | İhracat | | Fark | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Miktar (Kg/Adet) | Değer ($) | Miktar (Kg/Adet) | Değer ($) | Miktar (Kg/Adet) | Değer ($) |
| **1. Kablolar** | | | | | | |
| **1.1.** Kablolar =<80v (telekomünikasyon, zayıf akım, lan-data kabloları) | 9.394.161 | 82.548.828 | 33.303.809 | 250.638.514 | 23.909.648 | 168.089.686 |
| **1. 2.** Kablolar 80-1000v (alçak gerilim enerji kabloları) | 7.543.945 | 67.372.257 | 235.562.286 | 1.437.055.510 | 228.018.341 | 1.369.683.253 |
| **1. 3.** Kablolar >1000v (yüksek gerilim enerji kabloları) | 2.161.031 | 27.024.582 | 39.732.679 | 296.749.474 | 37.571.648 | 269.724.892 |
| **1. 4.** Emaye Bobin Telleri | 4.647.805 | 43.446.735 | 20.706.089 | 178.622.292 | 16.058.284 | 135.175.557 |
| **1. 5.** Koaksiyel Kablolar | 5.465.786 | 27.529.403 | 16.794.230 | 122.337.129 | 11.328.444 | 94.807.726 |
| **1. 6.** Bağlantı Parçalı İletkenler | 9.362.465 | 147.003.214 | 8.029.757 | 104.537.519 | -1.332.708 | - 42.465.695 |
| **1. 7.** Fiber Optik Kablolar | 1.444.026 | 20.447.479 | 5.381.473 | 54.060.954 | 3.937.447 | 33.613.475 |
| **TOPLAM:** | **40.019.219** | **415.372.498** | **359.510.323** | **2.444.001.392** | **319.491.104** | **2.028.628.894** |
| **2. Elektrik-Elektronik Üretim & Dağıtım Ekipmanları** | | | | | | |
| **2.1.** Elektrik Enerjisi | 9.130.928 | 255.376.633 | 1.762.788 | 245.703.005 | -7.368.140 | -9.673.628 |
| **2.2.** Transformatörler, Endüktörler | 86.737.589 | 599.741.969 | 21.764.743 | 885.808.403 | -64.972.846 | 286.066.434 |
| **2.3.** Elektrojen Grupları ve Konvertörleri | 100.703 | 1.048.532.036 | 33.493 | 263.836.484 | -67.210 | -784.695.552 |
| **2.4.** Elektrik Motorları ve Jeneratörler | 52.662.623 | 705.796.198 | 4.454.700 | 163.730.341 | -48.207.923 | -542.065.857 |
| **2. 5.** Aküler, Piller ve Bataryalar | 362.974.588 | 332.759.502 | 102.539.707 | 293.575.919 | -260.434.881 | -39.183.583 |
| **2.6.** Sigortalar, Ayırıcı ve Kesici Cihazlar | 37.318.892 | 1.139.836.885 | 46.157.371 | 709.219.135 | 8.838.479 | -430.617.750 |
| **2.7.** Panolar | 19.155.570 | 773.073.474 | 44.772.233 | 676.072.628 | 25.616.663 | -97.000.846 |
| **2. 8.** Aydınlatma Cihazları | 440.721.108 | 582.195.493 | 52.975.667 | 323.731.661 | -387.745.441 | -258.463.832 |
| **2.9.** Diğer (Elektrik-Elektronik Malzemeler) | 320.217.072 | 4.146.013.223 | 91.086.105 | 612.557.554 | -229.130.967 | -3.533.455.669 |
| **TOPLAM:** | **1.329.019.073** | **9.583.325.413** | **365.546.807** | **4.174.235.130** | **-963.472.266** | **-5.409.090.283** |
| **3. Ölçü Cihazları Ve Aletleri** | | | | | | |
| **3. 1.** Ölçü Cihazları ve Aletleri | 28.972.610 | 1.479.526.637 | 10.539.412 | 289.906.125 | -18.433.198 | -1.189.620.512 |
| **TOPLAM:** | **28.972.610** | **1.479.526.637** | **10.539.412** | **289.906.125** | **-18.433.198** | **-1.189.620.512** |

(TÜİK verilerine dayalı 2012 yılı Enerji Ekipmanlarının İTHALAT ve İHRACAT tablosu.)

Diğer sektörlerde olduğu gibi bu sektörde de özel sektörün hangi konulara **"yatırım"** yapacağı konusunda yeterli veriler olmadığından istenilen sonuçlar alınamamaktadır. Bunun çözümü için yukarıda maddeler halinde sıralanan ve bu sektörün oyun kurucusu olan başta Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, bağlı kuruluşları ve halen özelleştirilmiş olan **"Elektrik Dağıtım Bölgeleri"** işletmelerini alan kuruluşlar ile bu sektörde ekipman kullanıcısı konumunda olan diğer kamu kuruluşları (belediyeler vb. gibi) en az beş (5) yıllık ayrıntılı yatırım programlarını açıklamalıdır ki ihtiyaç duyulan ekipmanlar da tespit edilebilsin. Tabii ki burada ifade edilen yöntem sadece **"iç pazar"** içindir. Diğer yanda, ihracat için neler yapılabileceği de mutlaka araştırılmalıdır. Bu konuda dış ticaretle ilgili tüm kamu kuruluşlarının katkısı sağlanmalı ülkemizde halen üretilen ekipmanların ihracatı geliştirilmelidir.

Diğer taraftan, ihraç potansiyeli bulunan ekipmanların tespit edilmesi suretiyle bunlar için ülkemizde yatırım yapılması, Know-how transferi veya diğer ülkelerde bu ekipmanları üreten sektör üreticilerini satın almak vb. konularda ortak politika geliştirmelidir.

Türkiye'de Elektromekanik Sektöründeki imalatın hangi konularda ve kuruluşlar tarafından yapıldığı ile miktarları konusunda sağlıklı bir veri yabanı yoktur. Bize göre bu konuda yapılması gereken ilk iş halen işletmede olan KOBİ ve daha büyük kapasitedeki üretici kuruluşların veri tabanına işlenecek Sanayi Sicilleri bilgilerinin yeniden tespit edilmesidir.

Diğer bir konu ise; Master Plan'a dayalı olarak yapılmayan **Organize Sanayi Bölgeleridir.** Lojistik, coğrafi yapı, tarım arazilerine yakınlığı, yeraltı su seviyeleri, toprak verileri, hava durumu, ihracat yapma imkânları, nüfus yoğunluğu vb. gibi unsurların dikkate alınması suretiyle bu bölgelerin içinde bulunduğumuz süreçte yeniden **İhtisas Organize Sanayi Bölgeleri** karakterine nasıl dönüştürülebileceği mutlaka araştırılmalı ve bundan sonra yapılacaklar için de bu planlamaya dikkat edilmelidir.

Yukarda kısaca anlatılmaya çalışılan mevcut durumun fotoğrafı bize, ülkemizde bu sektörde her türlü ürünün yapılabilme imkânı olmasına rağmen iyi organizasyon ve yönlendirme olmadığı için topyekûn başarı yerine ancak, bireysel başarıların gündeme gelebildiğini göstermektedir. Bu durum ise kısıtlı başarıyı getirmektedir. Üretim konusunda yukarıda verilen organizasyonların yapılması halinde ülke olarak daha büyük başarılara ulaşmamız mümkün olabilecektir.

### 8.3 Yurt İçinde Yerli İmalatın Geliştirilmesi ve/veya İmalatın Başlatılması için AR-GE ve Diğer İhtiyaçlar

Sektörde, yerli imalatın geliştirilmesi ve/veya başlatılması öncelikle AR-GE yapmakla başlamaktadır. Yerli firmalarda yeterli sermaye birikimi olmamasının yanı sıra konuyla ilgili yeterli bilinç de olmadığı için, AR-GE amaçlı yeterli yatırımlar yapılamamaktadır. Bilindiği üzere AR-GE faaliyetini diğer faaliyetlerden ayıran unsur; AR-GE'nin içinde görülebilir bir yenilik bulunması ve bilimsel veya teknolojik belirsizliklerin giderilmesidir. TÜBİTAK verilerine göre Gayri Safi Milli Hasıla içindeki Ar – Ge harcamaları payı, 2002 yılında %0,53, 2011 yılında ise %0.86 seviyesindedir. Sektörde, gelişmiş ülkelerle aramızdaki farkı kapatabilmek için bu konuda kısa ve uzun vadeli politikalar geliştirilmeli ve özellikle de ileri düzeyde katma değer yaratacak ürünlerin araştırılmasına önem verilmelidir. **"2023 Siyasi Vizyon Kitapçığı"**nda AR-GE harcamalarının GSMH içindeki payının %3 seviyesine çıkarılacağı ve bunun içindeki %2'lik kısmının da özel sektör tarafından yapılacağı öngörülmüştür. Ancak, bu durum bile gelişmiş ülkelerle aramızdaki farkın kapatılması için yeterli olmayacaktır.

Diğer taraftan özel sektörün AR-GE için %2'lik bir pay ayırması hayaldir. Yeterli sermaye birikimi olmayan özel sektörün bu harcamayı yapması imkansızdır. Diğer taraftan şu anda gelişmiş ülkelerin Ar – Ge harcamaları ülkemizden fazladır. Türkiye'nin, bu konuda daha fazla ödenek ayırarak aradaki farkı kapatıp onları geçme gibi bir hedef koyması gerekmektedir. Bütün bunların yapılabilmesi için öncelikle ülke çıkarlarını gözeten bir **"Ekonomi, Eğitim, İstihdam ve Strateji Politikası "** geliştirilmesi ve uygulanması ve buna dayalı olarak da AR-GE çalışmalarının yönlendirilmesi gerekir.

Yukarıdaki tablodan da görüleceği üzere ülkemizin AR-GE imkanları bugün için sınırlıdır. Bu durumda, önümüzde ileri teknolojiye ulaşmak için aşağıda da belirtildiği şekilde üç (3) yol bulunmaktadır.

1. İleri teknolojide ürün yapan firmaları ülkemize yatırım yapmaları için **"Ekonomik, Teknik ve Pazar Payı"** gelişmelerini öne çıkartarak ikna etmek,
2. İleri teknolojide ürün yapan firmalar ile bazı hisselerini satın almak suretiyle birleşmek ,
3. İleri teknolojide ürün yapan firmaları satın alma imkanının olmadığı durumlarda, bu firmaların **KOBİ** niteliğinde olan **"Alt Firmaları"** firmaları satın almak, ortak olmak veya müştereken üretim yapmak suretiyle ileri teknolojiye ve ürüne ulaşmak,

Doğal olarak ileri teknolojide üretim yapabilmek için de öncelikle ülkemizde hemen her konudaki **"Uluslararası Akredite"** olmuş laboratuvarlar, test ve sertifikasyon merkezlerinin olması gerekmektedir. Bu konuda yeterli tesisin olduğu söylenemez. Bu konunun, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, TÜRKAK ile Türk Standartları Enstitüsü tarafından mutlaka çok ciddi bir şekilde ele alınması ve üniversitelerimizdeki laboratuvarlar, test ve sertifikasyon merkezlerinin genişletilmesi ile bunlardan sektörün azami derecede istifade edilecek şekilde tedbirlerin alınması gerekmektedir.

AR-GE çalışmaları için ayrılmış kaynakların; doğru ürün, tasarım vb. hususlarda zamanında ve öngörülen sürede harcanıp harcanmadığı da ödeneği veren kuruluşlar tarafından sorgulanmalı ve çok ciddi olarak takip edilmelidir.

Yukarıda sayılanların sağlıklı olarak yapılabilmesi ve istenilen sonuca ulaşılması için Türkiye'de en öncelikli yapılması gereken işlerden birisi **"**standart dışı" yerli ürünlerin denetlenmesi ile engellenmesi olmalıdır. Aynı uygulama, Avrupa Birliği ile yapılan anlaşma sonucundaki **"Avrupa Gümrük Birliği"** ve mevzuatı sonucunda; (CE işareti vb. sebeplerden) sınırlarımız delik deşik olmuştur. Bu nedenle de her türlü "Standart Dışı Ürünün" ithalatının engellenmesi gerekmektedir. Şu anda gümrüklerdeki denetimler, "beyana dayalı ve belgeler üzerinden" yapılmaktadır. Bu durum denetimleri yapanlar tarafından da istenmiyor olmasına rağmen mevcut yasalar başka türlü bir işlem yapılmasına da imkan sağlamamaktadır. Bu nedenle, "Gümrük Birliği" Anlaşması, içinde bulunduğumuz süreçte yeniden değerlendirilmelidir. Ayrıca 3. Dünya Ülkeleri ile olan ticari ilişkiler ülkemiz lehine olacak şekilde ayrı bir platformda değerlendirilmelidir.

Türkiye'de şu anda pazarın tamamından **Piyasa Gözetim ve Denetimi'**nden sorumlu olan Ekonomi Bakanlığı ile Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'dır. Türk Standartları Enstitüsü ise kendisinin verdiği yeterlik belgeleri ile denetimlerini sınırlı tutmaktadır. Bu durumda yapılan uygulamalarda görevlerin nerede başlayıp nerede bittiği tam olarak bilinmemektedir.

Örneğin; ithal sanayi ürünlerinin satışından sonraki "Bakım Hizmetleri" ilgili kurumun haberi olmadan diğer ilgili bir kurum tarafından kaldırılmaktadır. Bu durum ise hizmet karmaşasına sebep olmakta ve kurumlar arasındaki görev ve yetkiler tam olarak yapılamamakta, yapılsa da uygulamalarda farklı anlayışlar ortaya çıkmaktadır. Bu durumun çözümü için de anılan hizmetin yapılmasına yönelik olarak bu görev tek ve yetkili bir kuruluşta olmalı ve bu kuruluş da yapılacak her yanlıştan sorumlu olmalıdır.

### 8.4 Yerli Teçhizat Üretiminin Arttırılması ve Niteliğinin Geliştirilmesi İçin Atılması Gereken Adımlar ve Gerekli Kaynaklar

Yukarıdaki maddelerde kısmen de olsa bu konulara değinilmiştir. Önerileri özetlersek;

1. Öncelikle, imalattan sorumlu, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve Bağlı Kuruluşları ile ithalattan sorumlu Ekonomi Bakanlığı ve Bağlı Kuruluşları arasındaki ilişkiler "Hukuki altyapısı olan, tarafların itiraz edemeyeceği görev ve hizmet tarifleri içerisinde ortak ve uygulanabilir bir mevzuat" haline getirilmelidir.
2. 1. maddede sözü edilen düzenlenmenin yapılmasından sonra da bu iki Bakanlık ile Gümrük ve Ticaret Bakanlığı arasındaki görev ve hizmet tarifi yeniden yapılarak uygulamaya konulmalıdır.
3. TSE'nin, 1. ve 2. maddelerdeki düzenlemelerin yapılması halinde, bu konulardaki yeri yani görev ve sorumlulukları yeniden belirlenmelidir.
4. Yerli üretimin ulusal ve uluslararası standartlarda üretilmesi için **"Piyasa Gözetim ve Denetim"** hizmetlerinin gerçekten yapılması için üretim ile denetim arasında elektronik ortamda bir **"Otokontrol Sistemi"** getirilmeli, takipte tutulmalı, uygulamadaki noksanlıklar giderilmelidir.
5. Elektromekanik sektöründe en çok teçhizat kullanan kuruluşların başında gelen TEİAŞ, TEDAŞ ve özelleştirilen **Elektrik Dağıtım Bölgeleri'**ndeki teçhizat alımları kaliteli ürünün temin edilebilmesine yönelik olarak **"Ürün Bazında Ortak Teknik Şartname"** kullanmalıdırlar,
6. Özelleştirilmiş dağıtım bölgelerindeki malzeme alımlarında, teknik yönden TEDAŞ'ın uyguladığı **"Çerçeve Alımı"** şartnamesi uygulanmalıdır.
7. Sektör bileşenleri, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile bir araya gelerek **10. Kalkınma Planı'**nı dikkate alarak, sektöre ilişkin "Güçlü ve Zayıf Yönler" ve "Sektöre İlişkin Fırsatlar ve Tehditler"i kapsayan **"GZFT"** analizini yapmalıdırlar. Tablo 8.2'de örnek bir analiz verilmektedir. Bu çalışma geniş katılımlı olarak gerçekleştirilerek bir yol haritası çıkarılmalıdır.

Sektörel olarak 2011 yılında ihracattaki beklentiler gerçekleşmiş olup, ithalatta ise bu paralelde artış olmuştur. İhracatı arttıran ara malı ithalatı ile ilgili ürünlerin yerli imkanlarla üretilmesini teşvik etmek amacıyla planlanmakta olan teşvik tedbirlerinin bir an önce hayata geçirilmesi son derece önemlidir.

Türkiye'nin son 10 yıldır sürekli kalkınması nedeniyle enerji talebi artmaktadır. Talebi sürekli artan enerjinin tüketilmesi için de Türkiye'de **"Akıllı Şebekeler"**in kurulması çalışmaları başlatılmıştır. Ayrıca ikinci adım olarak da mutlaka **"Varlık Yönetimi Projesi"** ele alınmalı, dolayısıyla da elektromekanik sektöründeki üretilen teçhizat da bu esaslara göre imal edilmeye ve pazarlanmaya başlanmalıdır.

Türkiye'de elektromekanik sanayi ihracat bedelleri dikkate alındığında sektörümüzde aşağıdaki ürünlerin **"Dünya Markası"** olduğu söylenebilir:

- Yüksek Gerilimdeki Güç, Dağıtım ve Ölçü Trafoları,
- Yüksek Gerilimdeki Enerji Dağıtım Kabloları
- Alçak ve Yüksek Gerilimdeki Panolar ile Bunların Koruma ve Kontrol Teçhizatları.

Burada sözü edilen teçhizat uluslararası ve ulusal standartlara uygun olarak üretilmekte olup, Türkiye'nin verdiği "Yeterlilik Belgeleri"ne dayalı tüm üretimlerini denetleyen "Türk Standartları Enstitüsü Kurumu" (TSE) tarafından da uluslararası akreditasyonu olan laboratuvarlar tarafından denetlenmektedir. Ayrıca, gerek Avrupa Birliği ve gerekse de Üçüncü Dünya ülkelerinden ithal edilen ürünler yine Ekonomi Bakanlığı, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile TSE tarafından **"Piyasa Gözetim ve Denetim"** işlemine tabi tutulmaktadır. Her ne kadar istenilen sonuca tam olarak ulaşılamasa da bu denetimler sonucunda "standart dışı ürünlerin" işletmelere girmesi kısmen de olsa engellenmektedir. Ancak, çok büyük ekonomik cezai yaptırımlar olmadığı için standartlara uygun teçhizatın üretiminde istenilen sonuca tam ulaşılamamaktadır.

Genel olarak sözü edilmeye çalışılan sektör sorunlarının giderilebilmesi için; tüm ilgili tarafların çalışmalarının daha ileri seviyeye taşınması gerekmektedir. Aşağıda sektörle ilgili genel öneriler verilmektedir.

- Ülkemizin enerjideki dışa bağımlılığının, dolayısıyla bütçe açıklarının azaltılması için; Ulaştırma sektöründe yeni ve kalıcı politikalar geliştirilmelidir. Ayrıca, Yenilenebilir Enerji Ekipmanlarının üretilmesi için Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın koordinasyonunda kamu, özel sektör, üniversiteler ve sivil toplum kuruluşları bir araya gelerek bir **"Ortak Strateji"** belirlemeli ve uygulamalıdırlar.
- İçinde bulunduğumuz süreçte, doğalgazla ve ithal taş kömürü ile çalışan enerji santrallerinin yapımı teşvik edilmektedir. Bu uygulamadan koşulsuz olarak vazgeçilmelidir. Yeni santraller yerine **"enerji verimliliği"** öne çıkartılarak ulusal bir davranış gösterilmelidir.

- Yerli ürünlerimizin kullanılabilmesi ve uluslararası piyasada yer alabilmesi için mutlaka, Türkiye'de uluslararası nitelikte **müşavir ve mühendislik** firmaları kurulmalı, tüm kamu ihalelerinin ihaleler, dosyaları bu kuruluşlar tarafından hazırlanmak suretiyle, uygulama projeleri, detayları, metrajları ve keşifleri tam olacak şekilde yapılmalıdır. Bu türlü müşavir - mühendislik kuruluşlarının yurt dışından proje almaları sübvanse edilmesi suretiyle mutlaka desteklenmesi, yapılacak projelerde ihracatımızı artırmaya yönelik olarak yerli ürün kullanılması teşvik edilmelidir.

- Çok geniş kapsamda değerlendirilmesi gereken bir konu ise Türkiye'deki enerji sektörünün tüm dallarında kullanılan teçhizatta mutlaka **MARKALAŞMA ve OFFSET** kullanımını önceliklerine alması ve bu konudaki çalışmalara vakit geçirmeden başlanılması gerekmektedir.

**Tablo 8.2** Sektöre İlişkin GZFT (SWOT) Analizi

| | |
|---|---|
| **Güçlü Yönler**<br>✓ Yeterli sayıda uzman eleman olması,<br>✓ Yeterli miktarda üretim için ekipmanın olması,<br>✓ Yerli ve yabancı sermayenin teşvik edilebilme şansının bulunması, | **Zayıf Yönler**<br>• AR-GE desteklerinin yeterli olmayışı veya yeterli olsa bile bu hususun aşırı formalite yüzünden yeterli derecede aktif hale getirilememesi ve teşvik verilmemesi<br>• Mevcut bilgilerin yeni ürün ve teknoloji üretmek için yeterli olmaması,<br>• Yeterli nitelikte ara eleman olmayışı. Meslek liselerinden mezun olanların istenilen bilgi düzeyine sahip olmaması,<br>• Farklı yörelerde farklı teşviklerin bulunması, bunların bir ortak standarda getirilmemesi,<br>• Yeni ürün için pazar araştırmasının yeterli seviyede yapılamaması,<br>• Sanayi Bakanlığı nezdinde bir "TEKNİK VE TİCARİ BİLGİ BANKASI" oluşturulması ve bu Banka'nın sektör içinde bulunan tüm firmaların yararlanmasına açılması ve katkıda bulunmasına imkan tanınmaması,<br>• AG ve YG'de yeterli sayıda ulusal ve uluslararası akredite laboratuvarın olmaması, |
| **Fırsatlar**<br>✓ Türkiye'nin bu konuda Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, Kalkınma Bakanlığı ve diğer ilgili kurum ve kuruluşların katkıları ile yeniden yapılandırma yapmaya açık ve teşvik edici olması en büyük fırsattır.<br>✓ Türkiye'nin Dış Ticaret Ataşelikleri bünyesinde mutlaka "Enerji Birimi" kurulmalıdır. Bu suretle karşılıklı bilgi transferi ve ticaret geliştirilebilinir.<br>✓ İleri teknolojide ürün yapan ve AR – GE ile inovasyon imkanları fazla olan KOBİ niteliğindeki yurtdışı firmaların satın alınması yönünde Devlet tarafından teşvik ve sübvanse edilmelidir.<br>✓ Ülkemizdeki güneş enerjisi kapasitesi ve yatırımları dikkate alınarak, hiç vakit kaybetmeden bu sektör için hemen her güçte uluslararası standartta "İNVERTÖR" yapımına başlanılmalıdır. | **Tehditler**<br>• Yenilenebilir enerji ekipmanları için yaklaşık olarak hidrolik santrallerde yaklaşık olarak 20, rüzgar türbinlerinde de 10 milyar dolarlık ve diğer yenilenebilir enerji ekipmanları içinde 5 milyar $'lık bir pazar olduğu EPDK tarafından verilen lisans sayısından hesaplanmaktadır. Bu ekipmanların dışarıdan satın alınması en büyük tehdittir. Bu ürünler mutlaka Türkiye'de yapılmalıdır.<br>• Bazı ürünlerde dış üretici firmaların ülkemizde "işletme ve bakım" hizmetlerini yerine getirmeden kolayca ürün ihraç etmeleri dolayısıyla sektör tehdit altında bulunmaktadır. Bu durum engellenmelidir. |

# 9. HİDROELEKTRİK İÇİN MAKİNE VE EKİPMANLAR

Hidroelektrik enerji; Türkiye'de hâlihazırda 22.289 MW kurulu güç ve proje aşamasındakiler ve inşaatı devam edenlerle bir o kadarda ilave yatırım potansiyeli ile hala önemli bir enerji kaynağı olma özelliğini korumaktadır. Henüz inşa edilmemiş yaklaşık 16.700 MW kapasitenin elektromekanik ve hidromekanik maliyeti 6,3 milyar dolardır.[1] Yurt içi ve yurtdışı; gerek yatırım gerek mevcut işlerin işletme bakım ve modernizasyonu düşünüldüğünde hidroelektrik enerji için makine ve ekipman tasarımı ve üretimi önemle ele alınması gereken bir konudur.

## 9.1 Sektörde Üretim/Yatırım Kapasitesi ve Kullanılan Temel Ekipmanlar

Hidroelektrik santral (HES); su enerjisinden elektrik üreten tesisler ile yardımcı tesisler veya suyun yerçekimine bağlı potansiyel enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürüldüğü komple tesisler olarak tanımlanabilir.

Hidroelektrik tesis yapımındaki başlıca aşamaları şu şekilde özetleyebiliriz.

- Havza bazında master plan
- Santral bazında ön inceleme – etüt
- Fizibilite raporu (planlama) – ön proje hazırlanması
- Kati / kesin proje ve teknik şartnamelerin hazırlanması
- İnşaat işleri ve elektromekanik (E + M) ekipman sözleşmeleri
- İnşaat işlerinde gerekirse giriş yapısı, dipsavak ve dolusavak model deneylerinin yapımı
- E+M işlerinde türbin model deneyi yapımı veya mevcut model üzerinde CFD (Computational Fluid Dynamics – Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD)) – analiz raporu
- E+M ekipmanın tasarımı, imalatı, atölye testleri ve şantiyeye nakli
- E+M ekipman boyutlarına ve etkili kuvvetlere uygun inşaat uygulama projelerinin hazırlanması ve inşaat işleri yapımı
- E+M ekipmanın montajı, kuru ve ıslak testleri
- Kabul işlemleri ve tesisin işletmeye alınması ve harici şebekeye bağlanması
- İşletme ve bakım talimatlarının hazırlanması
- As-built projelerin hazırlanması
- Garanti süresi içinde eksik ve noksanların tamamlanması ve arızaların varsa hasarların giderilmesi
- Montaj ve devreye alma sırasında işletme personelinin eğitilmesi

Hidroelektrik tasarım birçok mühendislik disiplinini kapsar. Hidrolik türbin, vana, yatak, hız regülatörü (governor) ve hidrolik enerjiyi mekanik enerjiye dönüştüren diğer gerekli ekipmanın seçimi, tasarımı ve imalatı makina mühendisliği alanı içine girer ve hidrolik, akışkanlar mekaniği, metalürji ve malzeme mühendisliği disiplinleri ile desteklenir. Jeneratör, yatak, ikaz (uyarma) sistemi, transformatör, şalt (kesici, ayırıcı, ölçü trafoları, parafudr, izolatör, iletken, vb.) ve mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren diğer gerekli ekipmanın seçimi, tasarımı ve imalatı elektrik ve

[1] Hidroelektrik santrallarda birim yatırım maliyeti = 1.000 – 1.500 $/kW
Bu maliyetin %30'u elektromekanik ve hidromekanik ekipmanlar = 300 – 450 $/kW, Ortalama maliyet = 375 $/kW
Henüz inşa edilmemiş hidroelektrik santral kurulu gücü = 47.524 – 22.289 = 25.235 MW, = 25.235.000 kW
İnşa halindekiler de düşer ise kalan kurulu güç = 25.235 – 8.500 = 16.735 MW= 16.735.000 kW
Kalan santralların elektromekanik ve hidromekanik maliyeti = 16.735 000 kW x 375 $/kW= 6.275.625.000 $

elektrik/elektronik mühendisliği alanı içine girer ve ancak bilgisayar, malzeme ve makina mühendisliği disiplinleri ile desteklenir.

İnşaat mühendisliği; verilen bir sahada mevcut hidroelektrik potansiyelin optimum kullanımı için gerekli ve değişik işlerin yapımını kapsar. Bunlar başlıca; sahanın hidrolojik ve jeolojik etüdü, harita alımı, hidrolik, saha kontrolü, baraj, rezervuar, regülatör, su iletim sistemi (kanal, tünel, denge bacası, yükleme havuzu, cebri boru vb.). hidromekanik ekipman, santral binası, kuyruksuyu kanalı, şalt sahası vb. yapıların boyutlandırılması, tasarımı ve konstrüksiyon işleridir. Santral binası, misafirhane, lojman, kontrol binası, röle binası vb. yapıların projelendirilmesinde mimar ve mimar mühendisler görev üstlenir. Saha etüdünde harita mühendisleri, hidrolog, jeolog ve jeofizik mühendisleri, çevre değerlendirmesi ve ÇED raporunun hazırlanmasında çevre mühendisleri, su analizlerinin yapımında kimya mühendisleri, çevre düzenlenmesi ve sulama işlerinde ziraat mühendisleri, hidromekanik ekipmanın, kontrol mekanizmalarının ve kren, vinç vb. kaldırma makinalarının tasarım ve imalatında makina mühendisleri, topraklama ve aydınlatma sistemlerinin tasarım ve yapımında elektrik mühendisleri destek sağlarlar. Genelde mühendisler, planlamacılar, ekonomistler, proje geliştiricileri, vb. uzmanlar projenin ekonomik analizini yaparlar.

Ve nihayet elektrik üretimini optimize etmek için santral ve havza bazında planlayan, programlayan, düzenleyen ve tesisin yapımını onaylayan üst kurulların ve devlet kurumlarının onay ve kararı ile tesisin yapımı ve işletmeye alınması gerçekleşir.

### 9.1.1 Hidroelektrik Santrallerde Kullanılan Temel Enerji Ekipmanları

Hidroelektrik santrallerde enerji makinaları tanımı ikiye ayrılmaktadır. Bunlar; doğrudan enerji üreten makineler (hidroelektromekanik ekipmanlar) ve bu enerjinin üretiminde yardımcı olan makineler (hidromekanik ekipmanlar) olarak adlandırılmaktadır.

**Doğrudan enerji üreten makinalar (hidroelektromekanik ekipmanlar)**

- Türbin
- Jeneratör

**Hidrolik santral elektromekanik teçhizatı**

Santral elektromekanik teçhizatı doğrudan enerji üreten makinalar olarak kategorize edilir. Türbin, jeneratör ile türbin hız regülatörü ve jeneratör ikaz sistemi de birbirlerinin tamamlayıcı unsurları oldukları için bunların ilgili teçhizatı olarak sayılabilir.

Her hidroelektrik santralın hidrolik karakteristiği (düşü, debi) birbirinden farklı olduğu için türbin, jeneratör ve elektrik teçhizatı da birbirlerinden farklı özellikler göstermektedir. Bu nedenle, hidroelektrik santral elektromekanik teçhizatının seri üretimi mümkün değildir. Seri üretim imkânı olmayan bu makinaların her biri için farklı bir projelendirme ve tasarım gereklidir. Sadece çok küçük kapasiteli olanlarında standart ürünler geliştirilmiştir.

**Santral elektrik teçhizatı**

Esas itibarı ile elektrik teçhizatı olarak adlandırılabilecek olan yükseltici ve indirici transformatörler, kesici-ayırıcı, şalt sahaları teçhizatı gibi birçok elektrik teçhizatı da yapıları itibarı ile enerji makinaları olarak sınıflandırılabilirler. Ayrıca, santralda kullanılan tüm orta gerilim (OG) (6,3-11-13,8-34,5 kV) metal kaplı-metal bölmeli panolar, OG kesici, ayırıcı, parafudrlar, izolatörler, santral iç ihtiyaç sistemleri, acil ihtiyaç dizel jeneratörü, röleler, santral, koruma, kontrol-kumanda ve ölçü

sistemleri, AG, OG ve YG kabloları, enerji iletim hatları santralin tüm elektrik teçhizatını bütünleyen elemanlardır.

**Enerji üretiminde yardımcı olan makinalar (hidromekanik ekipmanlar):**

Cebri borular (Şekil 9.1,9.2)

- *Enerji cebri boruları (açıkta döşenmiş, gömülü, tünel çelik kaplamaları)*
- *Branşmanlar, geçiş parçaları, esnek ve genleşme contaları*
- *Dipsavak boruları*
- *Denge bacaları*

Vanalar(Şekil 9.3, 9.4,9.5)

- *Hidrolik ve mekanik tahrikli kelebek vanalar*
- *Hidrolik ve mekanik tahrikli sürgülü vanalar*
- *Hidrolik ve mekanik tahrikli konik vanalar*
- *Hidrolik ve mekanik tahrikli küresel vanalar*

Kapaklar, Izgaralar(Şekil 9.6)

- *Derivasyon, sualma yapısı, dolusavak, dipsavak, emme borusu batardo kapakları*
- *Giriş yapısı tekerlekli, katerpiller kapakları*
- *Dolusavak, dipsavak radyal kapakları*
- *Sualma yapısı ızgaraları, ızgara temizleme düzenleri*

Kapak kaldırma mekanizmaları (Şekil 9.8)

- *Halatlı, zincirli, krameyerli mekanik kaldırma mekanizmaları*
- *Hidrolik silindirli kaldırma mekanizmaları*

Ayrıca, hidrolik santrallarda montaj, bakım ve/veya direkt olarak bazı kapakların işletmesinde kullanılan gezer köprü, portal ve monoray vinçler ile kaldırılacak ekipman ile entegre çalışan kaldırma sistemleri (mekanik ve hidrolik kaldırma sistemleri) de enerji makinaları tanımına girmektedir. Basınçlı hava sistemleri, drenaj ve su boşaltma sistemleri, çeşitli su pompaları, basınçlı yağ sistemleri, yağ tasfiye ve depolama sistemleri, acil ihtiyaç dizel jeneratör sistemi, hatta ısıtma, havalandırma, iklimlendirme yardımcı sistemlerini de bu gruba katmak mümkündür.

### 9.1.2 Sektörde Yatırım Kapasitesi

Bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretiminin kuramsal üst sınırını gösteren brüt teorik hidroelektrik potansiyeli, deniz seviyesine kadar olan (sınır aşan sularda sınıra kadar) mevcut düşü ve ortalama debinin oluşturduğu potansiyelin %100 verimle türbinlenerek elde edileceği varsayılan yıllık ortalama enerji potansiyelini ifade etmektedir. Topografya ve hidrolojinin bir fonksiyonu olan brüt hidroelektrik enerji potansiyeli, ülkemiz için 433 milyar kWh/yıl mertebesindedir.

Teknik yönden değerlendirilebilir hidroelektrik potansiyel, bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretiminin mevcut koşullardaki teknolojik üst sınırını göstermektedir. Uygulanan teknolojiye bağlı olarak düşü, akım ve dönüşümde oluşabilecek kaçınılmaz kayıplar hariç tutulduğunda, teknik açıdan uygulanabilmesi mümkün hidroelektrik projelerin ekonomik veya diğer şartlar gözetilmeden havzanın tümünde gerçekleştirilmesiyle elde edilecek hidroelektrik üretimin sınırlarını temsil etmektedir. Teorik potansiyelin yarısının teknik olarak geliştirilebileceği kabul edilerek ülkemizin

teknik yönden değerlendirilebilir hidroelektrik enerji potansiyeli 216 milyar kWh/yıl olarak tahmin edilmektedir.

Ekonomik olarak yapılabilir hidroelektrik potansiyel, bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretiminin ekonomik olarak optimizasyonunun sınır değerini gösterir. Ekonomik olarak yararlanılabilir hidroelektrik potansiyel, beklenen faydaları (gelirleri), masraflarından (giderlerinden) fazla olan hidroelektrik projelerin enerji üretimini göstermektedir. 9.1'de Dünya, Avrupa ve Türkiye'nin brüt, teknik ve ekonomik hidroelektrik potansiyelleri gösterilmiştir.

**Tablo 9.1** Dünya ve Türkiye Hidroelektrik (Hes) Potansiyeli*

| | Brüt HES Potansiyeli (GWh/yıl) | Teknik HES Potansiyeli (GWh/yıl) | Ekonomik HES Potansiyeli (GWh/yıl) |
|---|---|---|---|
| **DÜNYA** | 39 894 392 | 14 575 094 | 8 709 948 |
| **AVRUPA (Rusya, Türkiye hariç** | 2 817 477 | 1 020 926 | 776 656 |
| **TÜRKİYE** | **433 000** | **216 000** | **140 000** |

(*) Kaynak : 2010 World Atlas & Industry Guide (Hydropower & Dams)

Türkiye 433 milyar kWh teorik hidroelektrik potansiyeli ile dünya hidroelektrik potansiyeli içinde %1 paya, ve 140 milyar kWh ekonomik olarak yapılabilir potansiyeli ile Avrupa ekonomik potansiyelinin yaklaşık %18 mertebesinde hidroelektrik potansiyele sahip bulunmaktadır.

Kaynak olarak kullanılan World Atlas'ta ve diğer birçok kaynakta ekonomik potansiyel 140.000 GWh/yıl olarak belirtilse de son yıllarda petrol ve doğal gaz fiyatlarındaki artış, yenilenebilir enerji kaynaklarına verilen teşvikler gibi nedenlerle ekonomik bulunmayan projeler de ekonomik hale gelmiş ve özel sektörden ilgi görmüştür.

DSİ Genel Müdürlüğü HES Daire başkanlığının Haziran 2013 tarihindeki verilerine göre, bu tarihe kadar hazırlanarak ekonomik bulunduğu için ***DSİ'ye başvurulan 47.524 MW kurulu gücünde 1598 adet projeden yılda ortalama 165.000 GWh enerji üretimi yapılabileceği öngörülmüştür***. Bu rakam Türkiye ekonomik potansiyelinin günümüz koşullarında yükseldiğinin bir göstergesidir. Ancak bu potansiyel içerisinde bazı projeler ekonomik olsa bile, çevresel ve sosyal nedenlerden dolayı gerçekleştirilmesi mümkün olamayabilecektir. DSİ'nin http://www.dsi.gov.tr/faaliyetler/hessu-kullanim-anlasmalari adresli web sayfasında;

- DSİ Tarafından Geliştirilen ve Su Kullanım Anlaşması Yapmak Üzere Şirketler Tarafından Müracaat Edilebilecek Hidroelektrik Enerji Projelerinin Listesi
- Tüzel Kişiler Tarafından Geliştirilen Projeler Listesi
- DSİ Tarafından İnşa Edilmekte Olan Projeler Kapsamında, HES Kısmı Başvuruya Açılan Projeler
- İkili Anlaşmalar Kapsamından Çıkarılmış Olup, Müracaat Edilebilecek HES Projeleri listeleri

yer almaktadır.

Hidroelektrik santralların ekonomik olarak yapılabilirliğinin hesaplanabilmesi için, bağlaşımlı sistemde aynı enerjiyi üretecek kaynaklar gözden geçirilmekte ve en ucuz enerji kaynağı belirlenerek hidroelektrik santral (HES) projesi bu kaynakla mukayese edilmekte ve ancak daha ekonomik bulunursa önerilmektedir. Ekonomik HES potansiyeli içindeki tüm projeler termik santrallara göre verimlilikleri daha yüksek projelerden oluşmaktadır.

**Tablo 9.2** Türkiye Elektrik Üretimi, Kurulu Güç Ve Puant Güç Talebi (2011)

| Kurulu Güç | Puant Güç | Toplam Üretim |
|---|---|---|
| 53.211 MW | 36.122 MW | 229.319 GWh |

**Tablo 9.3** Hidroelektrik Potansiyelin Proje Aşamalari Ve Gelişen Kurum/Kuruluş'a Göre Dağılımı (Haziran 2013)

| | | Adet | Proje Aşaması | Üretim GWh/yıl | Üretim Oranı (%) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | DSİ | 62 | İŞLETME | 41 000 | 24,8 | 44,6 |
| | Özel Sektör | 271 | | 24 201 | 14,7 | |
| | Diğer | 76 | | 8 437 | 5,1 | |
| | TOPLAM | 409 | | 73 638 | | |
| | DSİ | 7 | İNŞAAT | 8 456 | 5,1 | 18,4 |
| | Özel Sektör | 186 | | 21 908 | 13,3 | |
| | DSİ | 184 | PLANLAMA-PROJE | 9 768 | 5,9 | 37 |
| | Özel Sektör | 812 | | 51 229 | 31,1 | |
| GELİŞTİRİLEN POTANSİYEL | DSİ (toplam) | 253 | 16 794 | 59 225 | 35,9 | 100 |
| | Özel Sektör (toplam) | 1 269 | 28 406 | 97 338 | 59 | |
| | Diğer (toplam) | 76 | 2 324 | 8 437 | 5,1 | |
| | GENEL TOPLAM | 1 598 | 47 524 | 165 000 | 100 | |

5 /70

Ocak 2014 sonu itibarıyla yukarıda verilmiş olan 409 adet olan HES sayısı 467'ye, 73.638 GWh/yıl olan üretim kapasitesi yaklaşık 80.000 GWh/yıl'a ve kurulu güç değeri de 22.289 MW değerine ulaşmıştır. Hali hazırda, kurulu gücü 8.500 MW olacak, yaklaşık 150 HES'in yapımı devam etmektedir.

### 9.1.3 Sektörde Üretim Kapasitesi

Sektörde hali hazırda yerli olarak üretilebilen belli başlı hidroelektrik santral ekipmanları Tablo 9.4'te belirtilmiştir.

**Tablo 9.4 Hidrolik Santral Girdilerinin Yerli Tedarik Durumu**

| Girdi Adı | Yurt İçindeki Üretimi E(vet)/H(ayır)/K(ısmen) | Açıklama |
|---|---|---|
| **Cebri Boru** | E | Bakınız Ek 1 ve Ek 2 |
| **Izgara** | E | Bakınız Ek 1 ve Ek 2 |
| **Kapak** | E | Bakınız Ek 1 ve Ek 2 |
| **Kapak Kaldırma Mekanizmaları (Mekanik ve Hidrolik)** | E | Bakınız Ek 1 ve Ek 2 |
| **Vanalar (Kelebek, Sürgülü, Konik, Küresel)** | K | Bakınız Ek 1 ve Ek 2 (Bazı basınç ve çap sınıfındaki türbin kelebek vanaları ile küresel vanalar üretilememektedir.) |
| **Türbin** | K | Bakınız bölüm 9.3.1 ve 9.3.2 |
| **Jeneratör** | K | Bakınız bölüm 9.3.1 ve 9.3.2 |
| **Güç Trafoları** | E | Bakınız bölüm 9.2.2.2 |
| **Yardımcı (İç İhtiyaç) Trafoları** | E | Bakınız bölüm 9.2.2.2 |
| **OG ve YG Şalt Ekipmanları** | E | Bakınız bölüm 9.2.2.2 |
| **Güç ve Kontrol Kabloları** | E | Bakınız bölüm 9.2.2.2 |
| **Kontrol Sistemleri** | K | Kısmi olarak ve yabancı firmalara bağımlı olarak yapılabilmektedir. |

Mayıs 2013 itibarı ile Türkiye'deki işletmede olan ve inşa halinde olan hidrolik santrallerin isimleri, kurulu güçleri, üretimleri, işletmeye açılış yıllarına göre sırasıyla Ek 1 ve Ek 2'de listelenmiştir. Bu eklerde ayrıca, bu santrallarda kullanılan yerli imalatlar belirlenebildiği kadarıyla gösterilmiştir.

## 9.2 Kullanılan Enerji Üretim Ekipmanlarının Yerli İmalat Açısından Değerlendirilmesi

### İnşaat İşleri ve Hidromekanik Ekipman

Nehir-kanal ve depolamalı hidroelektrik santral tipine bağlı olarak değişmekle beraber genel olarak bir hidroelektrik tesiste su-yapıları inşaat maliyeti toplam yatırım bedelinin yaklaşık %70'ine tekabül etmektedir. Bu bedele yukarıda inşaat mühendisliği alanına giren, hidromekanik ekipman, krenler vb. tüm işler dahildir. Cumhuriyet döneminde yapılan ve 1936'da hizmete açılan Ankara Çubuk-1 Barajından bugüne, izlenen politikalar ve inşaat mühendisliğindeki gelişme sonucu, her tipte baraj dahil, tüm su yapıları yerli proje bürolarınca projelendirilmekte ve yerli müteahhitlerce inşa edilebilmektedir.

1960'lı yıllarda yayımlanan bir kararname ile barajlarda kullanılan her türlü kapak, vana, cebri boru vb. hidromekanik ekipman ile kumanda mekanizmaları ve kren, vinç vb. kaldırma makinalarının yerli yapım zorunluluğu getirilmiş, bunun sonucunda yerli yapım oranı %100'lere yaklaşmıştır.

İnşaat işlerinde ve hidromekanik ekipman üretiminde kazanılan başarı takdire şayandır. Ancak kamu ihale sistemlerinin sonucu, sektöre yapılan yatırım inşaat işleri kapsamında taşeron konumdaki hidromekanik ekipman üreticilerinin aleyhine olmuş kâr payı azalmış ve bu amaçla kurulan fabrikalar, atölyeler ya kapanmış ya da kapanma noktasına gelmiştir. Boşluğu lokal atölyeler, taşeron ekipler doldurmuş, bu da bir dönem kalitenin düşmesine neden olmuştur. Sermaye birikimi olmayan, dışarıya açılamayan, AR-GE çalışmalarına giremeyen bu sektörün dış

ortaklık kurarak, daha yüksek teknoloji gerektiren türbin-jeneratör imalatına girme şansı da azalmıştır.

Sınırlı olanak ve az sayıda mühendis ve teknisyenle başarılan hidromekanik ekipmana örnekler Şekil 9.1'den Şekil 9.10'a kadar verilmiştir.

Tamamlanmış olan 467 santral ile inşaatı devam etmekte olan 150 civarındaki santral için türbin, jeneratör gibi elektromekanik ve diğer hidromekanik ekipmanların imalatında, belli başlıları aşağıda listelenmiş olan yerli firmalar üretim yapmıştır/yapmaktadır:

IŞIK Makine, BULUTLAR, IŞIK Mühendislik, GÜLERMAK, RONA Makine, TEMSAN, GÜRİŞ Makine, AKDAMAR, GAMA Endüstri, KİSKA, ÖZMA, TANYILDIZ, NUROL, SEVİNÇ Makine, GMT, YAPI TEKNİK, Ankara Şeker Fabrikas, AYDINER, ERG, MOLU, BEREKET, ÇİLTUĞ, HALİL ERKUL, BİLİM Makine, NESA, AKÇELİK, ASMAŞ, BURÇELİK, METAL SAN, K-AR

Ek 1 ve Ek 2'de işletmede ve inşa halinde olan hidrolik santrallerde Türkiye'deki üretici firmalar tarafından imal edilmiş olan elektromekanik ve hidromekanik teçhizat ile yardımcı teçhizatın detayları verilmiştir.

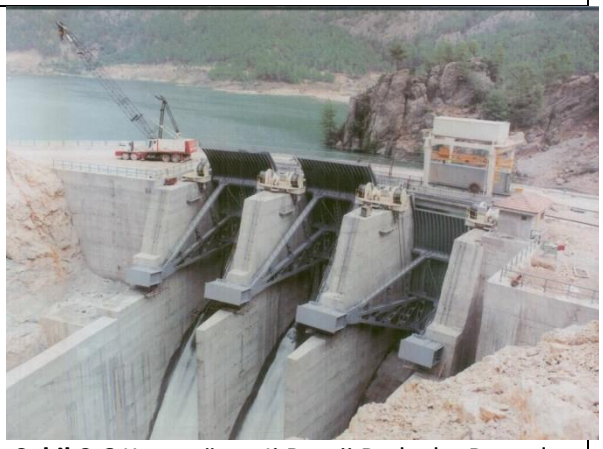
**Şekil 9.1** Torul Baraji Ve Hes Cebri Boru Hattı

**Şekil 9.2** Obruk Baraji ve HES 7000 mm ÇaplI Branşman

**Şekil 9.3** Akköprü 2000 mm Çaplı Konik Vana

**Şekil 9.4** Karacaören Ii Baraji 4000 mm Çaplı Kelebek Vana

**Şekil 9.5** Akköprü 1800x1800 mm Sürgülü Vana



**Şekil 9.6** Karacaören Ii Baraji Radyal – Batardo Kapak Ve Kaldirma Sistemleri

**Şekil 9.7** Derbent Barajı Giriş Yapısı ve Dolusavak Sistemi

**Şekil 9.8** Özlüce Baraji Katerpiller Kapak

**Şekil 9.9** Türbin Salyangozları

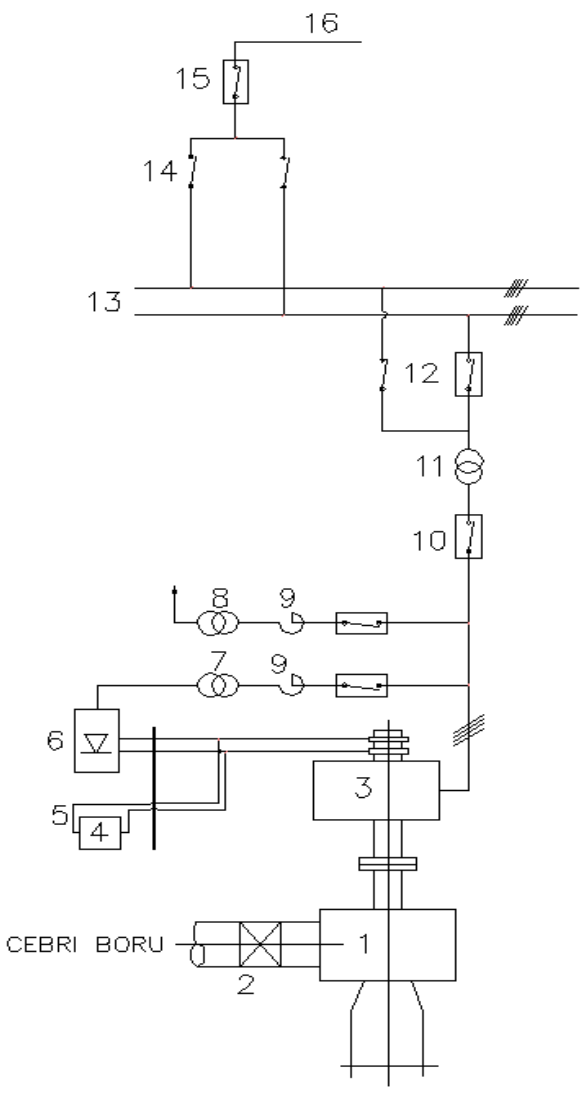
**Şekil 9.10** Dicle Barajı ve HES 270+10 Ton Santral Gezer Köprü Vinci

### 9.2.2 Hidroelektrik İçin Elektromekanik Ekipman

#### 9.2.2.1 Elektromekanik Ekipman (E+M) Kapsamı

Bu raporda "hidroelektrik için elektromekanik ekipman" (E+M), Enerji İletim Hattı (EİH) dışında kalan türbin+jeneratör ile elektrik ekipmanı ve kontrol sistemini kapsayacak şekilde tanımlanmıştır. Başlıca aşağıda verilen ekipman ve sistemlerden oluşmaktadır:

a) Hidrolik Türbin, Türbin Giriş Vanası, Hız Regülatörü (Governor) ve ilgili aksamı
b) Jeneratör, İkaz (uyarma) sistemi ve ilgili aksamı
c) Elektrik Ekipmanı ve Kontrol Sistemi
   - Jeneratör nötr (topraklama) ve çıkış hücreleri
   - İç ihtiyaç trafosu, O.G. ekipmanı ve A.G. 400 V AC iç ihtiyaç sistemi, ana ve dağıtım panoları, dizel-jeneratör ünitesi
   - Santral doğru akım (DC) sistemi, ana ve dağıtım panoları
   - Jeneratör O.G. kesicisi
   - Jeneratör yükseltici güç trafosu (GSUT)
   - Y.G. şalt sahası, giriş, çıkış (EIH), kuplaj fiderleri (Kesici, ayırıcı, ölçü trafoları, parafudr, izolatör, bara iletken v.b. ekipmanla donatılı)
   - Söz konusu ekipman arasında bağlantı (güç kablosu, bara kanalı, iletim hattı v.b.)
   - Yardımcı sistemler
   - Kontrol sistemi/iletişim (koruma, kontrol, ölçü, ölçme, senkronizasyon, alarm v.b. ve normal SCADA donanımı)
   - Diğer ekipman




1. Türbin
2. Türbin giriş vanası
3. Jeneratör
4. Kontak bileziği
5. Mıknatıslığı giderici ekipman
6. Gerilim regülatörü (AVR) kontrollu doğrultucu
7. İkaz trafosu
8. Yardımcı trafo
9. Akım sınırlayıcı bobin
10. Jeneratör kesicisi
11. Güç transformatörü
12. Yüksek gerilim kesicisi ve ayırıcısı
13. Yüksek gerilim ekipmanı
14. Yüksek gerilim ekipmanı
15. Yüksek gerilim ekipmanı
16. Havai enerji iletim hattı (EIH)

**Şekil 9.11** Enerji Dönüşüm Şeması
(Energy conversion – Hydropower Development Vol. No.13 – Electrical Equipment, 1994 Norwegian Institude of Technology)

### 9.2.2.2 Yerli Üretim

Teşvikler kapsamında bazı mekanik aksam, gömülü parçalar, veya bir kısım daha hassas parçalar projeleri verilerek müteahhit yabancı firma denetiminde yerli üretilmekle/üretilebilmekle beraber yeterli teknolojiye ve yeteri sayıda hidrolik/mekanik/elektrik uzman kadrolara ve akademisyenlere sahip olmadığımızdan halen Türkiye'de türbin ve jeneratör üretilememektedir. Münferit bir-iki başarılı örnek bu gerçeği değiştirmemektedir.

Bu anlamda bazı AR-GE ve üretim çalışmaları üniversite ve özel sektör tarafından başlatılmış ve sonuçları beklenmektedir. Bu girişimlerin başarı ile sonuçlanabilmesi için gerek devlet, gerekse de

diğer kurum ve şirketlerin desteği gerekmektedir. Bu çalışmalar ile ilgili bilgiler 0 maddesi içerisinde verilmiştir.

Buna karşın hidroelektrikte kullanılan elektrik ekipmanı için bir sorun bulunmamaktadır. 380 kV dahil her güçte güç trafosu, iç ihtiyaç ve dağıtım trafosu, orta gerilim 36 kV, yüksek gerilim 170 kV ve 420 kV şalt ekipmanları, güç ve kontrol kabloları v.b. ekipman üretilmektedir. Başlıca ekipmanlar üretildiğinde, üretilmeyen / üretilemeyen tali nitelikte ekipman, alet, cihaz v.b. aksamın ithalinin ciddi bir sorun oluşturmayacağı düşünülmektedir.

### 9.3 Yurtiçinde Yerli İmalatın Geliştirilmesi ve İmalatın Başlatılması için AR-GE ve Diğer İhtiyaçlar

Günümüzde bir hidroelektrik santralın türbin ve jeneratörü hariç tüm elemanları tümüyle projelendirilip, imalatı ve montajları güvenilir bir biçimde ülkemizde yapılabilmektedir. Şu anda dışarıya bağımlı olduğumuz türbin ve jeneratör tasarımı, testi ve imalatı için başlatılmış olan çalışmaların özendirilmesi, teşviki, geliştirilmesi ve sürdürülebilirliği için desteklenmesi gerekmektedir.

#### 9.3.1 Yurtiçinde Geçmişte Yapılmış Olan Yerli İmalatlar

**Türkiye'de bugüne kadar** ICOLD (International Commission on Large Dams – Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu) standartlarında (temelden yüksekliği 15 m ve rezervuar hacmi 3hm3'ten büyük) ***555 adet büyük baraj, 664 adet gölet ve 148 adet hidroelektrik santral inşa edilmiştir***. İnşaat işlerinin hemen hemen tamamı yerli olarak gerçekleştirilmektedir. Yatırım maliyetinin yaklaşık %10-%50'sini (proje kapsamında enerji amacının, tünel ve depolama sisteminin olması durumuna göre değişir) oluşturan **enerji makinelerinden, hidromekanik** ekipmanların tasarım ve imalatında 1960'lı yılların ortalarından başlayarak 1980'li yıllardan sonra tüm ekipmanları kapsayacak duruma gelinmiş, parasal değeri çok daha yüksek olan **hidroelektromekanik** ekipmanların tasarım ve imalatındaki çalışmalar ise çok sınırlı sayıda örnekle kısıtlı kalmıştır.

DSİ'nin 1954 yılında kuruluşundan sonra baraj ve HES yapımı hızlanmış, 1960'lı yıllarda özellikle hidroelektromekanik ekipmanın iç piyasadan temini yönünde görüşler desteklenmiştir. Bu doğrultuda 1977 tarihinde TEMSAN'ın (Türkiye Elektromekanik Sanayii A.Ş.) kurulması ile su türbinleri ve jeneratörlerin yurt içinde yapımı için çok önemli bir adım atılmıştır.

13.11.1975 tarih ve 7/10907 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile 1977 yılında TEMSAN'ın kurulması ile, herhangi bir olumsuz çevre etkisi yaratmayan, küçük bölgelerin kalkınmasına da önemli etkisi olacak küçük güçte su türbinleri ve jeneratörlerin yurt içinde imal edilebilmesi için önemli bir adım atılmıştır. TEMSAN'ın kuruluşundan sonra su türbinleri ve jeneratör imalatı için 1982 yılında Diyarbakır Fabrikası; Genel Müdürlük ve OG-AG olmak üzere, gazlı ve az yağlı kesiciler, dahili ve harici tip ayırıcılar, hücreler, küçük hidroelektrik santraller için türbin ve jeneratör imal etmek üzere 1984 yılında da Ankara Fabrikası kurulmuştur. Fabrikalar, kuruluşlarından itibaren, DSİ Genel Müdürlüğü ve TEK Genel Müdürlüğünden (daha sonra TEİAŞ ve EÜAŞ) olağanüstü destek görmüştür. Trafo merkezlerinin bazılarının TEMSAN tarafından gerçekleştirilmesi TEK-TEİAŞ tarafından sağlanmıştır. Orta güçte santralların büyük kısmı ise DSİ Genel Müdürlüğü tarafından TEMSAN'a protokolle verilmiş ve TEMSAN, kendisine ortak seçeceği yabancı firmayı kendi ihale usullerine göre belirleyerek kendisine verilen işleri gerçekleştirmiştir. Tablo 9.5 ve Tablo 9.6'da TEMSAN tarafından üretilmiş olan ve projesi devam eden türbin ve jeneratörler listelenmiştir.

**Tablo 9.5** Temsan Tarafından Üretilmiş Olan Türbin ve Jeneratörler

| | Santralin Adı Ve Yeri | Gücü [Mw] | Tipi | İşletmeye Alma Tarihi | İş Sahibi |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | **Kepez II HES, Antalya** | 2 X 2,91 = 5,82 | Kaplan (Boru Tipi) | 1986 | TEK |
| 2 | **İvriz HES, Konya** | 2 X 0,52 = 1,04 | Yatay Francis | 1986 | DSİ |
| 3 | **Hoşap HES, Van** | 2 X 2,10 = 4,2 | Yatay Francis | 1989 | DSİ |
| 4 | **Tercan HES, Erzincan** | 3 X 4,98 = 14,94 | Dikey Francis | 1990 | DSİ |
| 5 | **Koçköprü HES, Van** | 4 X 2,17 = 8,68 | Yatay Francis | 1994 | DSİ |
| 6 | **Kralkızı HES, Diyarbakır** | 2 X 48,28 = 96,56 | Dikey Francis | 1998 | DSİ |
| 7 | **Kuzgun HES, Erzurum** | 3x6,3+1x2,06 = 20,96 | Dikey + Yatay Francis | 2000 | DSİ |
| 8 | **Dicle HES, Diyarbakır** | 2 X 55 = 110 | Dikey Francis | 2000 | DSİ |
| 9 | **Çamlıgöze HES, Sivas** | 2 X 17,20 = 34,4 | Dikey Kaplan | 2000 | DSİ |
| 10 | **Beyköy HES, Eskişehir** | 3 X 5,6 = 16,8 | Dikey Kaplan | 2001 | DSİ |
| 11 | **Suat Uğurlu, HES Samsun** | 1 X 23,5 = 23,5 | Dikey Kaplan | 2001 | EÜAŞ |
| 12 | **Batman HES, Batman** | 3x62,15+1x5,7= 192,15 | Dikey + Yatay Francis | 2003 | DSİ |
| 13 | **Mercan HES, Tunceli** | 3 X 6,18= 18,54 | Dikey Francis | 2003 | DSİ |
| 14 | **Kürtün HES,Gümüşhane** | 2 X 46 = 92 | Dikey Francis | 2003 | DSİ |
| 15 | **Cuniş HES, Trabzon** | 3 X 2,94 = 8,82 | Yatay Francis | 2012 | Özel Sektör |
| 16 | **Dumlu HES, Erzurum** | 2 X 1,8 = 3,6 | Yatay Pelton | 2012 | Özel Sektör |
| 17 | **Alpaslan-I HES, Muş** | 4 X 41,75 = 167 | Dikey Francis | 2012 | DSİ |
| 18 | **Kılavuzlu HES, K.Maraş** | 4 X 14,10 = 56,40 | Dikey Francis | 2012 | DSİ |
| 19 | **Gelinkaya HES, Erzurum** | 2 X 3,6 = 7,2 | Yatay Francis | 2013 | Özel Sektör |
| **Toplam** | | **882,61** | | | |

Kaynak: TEMSAN, 2013. (Tadilat projesi olan 2 x 24 MW gücünde olan MANAVGAT HES bu tabloda belirtilmemiştir.

**Tablo 9.6** Temsan'in Devam Eden Projeleri

| | Santralin Adı ve Yeri | Gücü [Mw] | İşletmeye Alınması Planlanan Tarih | İş Sahibi |
|---|---|---|---|---|
| 1 | **Manyas HES Balıkesir** | 3 X 6,83 = 20,49 | 2013 | DSİ |
| 2 | **İncebel HES, Erzurum** | 2 X 3,7 = 7,4 | 2013 | DSİ |
| 3 | **Topçam HES, Ordu** | 3 X 20,87 = 62,61 | 2013 | DSİ |
| 4 | **Çine HES, Aydın** | 2 X 23,60 = 47,2 | 2013 | DSİ |
| 5 | **Kirazdere HES, Kocaeli** | 2 X 0,76 = 1,5 | 2013 | Belediye |
| 6 | **Yahyabey HES, Kayseri** | 2 X 0,2 = 0,4 | 2013 | Özel Sektör |
| 7 | **Buski HES, Bursa** | 1 X 0,5 = 0,5 | 2013 | Belediye |
| 8 | **Rize BelHES, Rize** | 1 X 0,1 = 0,1 | 2013 | Belediye |
| 9 | **Kanyon HES, Antalya** | 2 X 5 = 10 | 2013 | Özel Sektör |
| 10 | **Çarıklı HES, Amasya** | 2 X 5 = 10 | 2014 | Özel Sektör |

Bu santrallerin türbin ve generatör teçhizatının üretiminin tamamı TEMSAN tarafından yapılmamıştır. İlk zamanlarda 20 MW'a kadar büyüklüğü kapsayan bir lisans anlaşması imzalanmış, ancak bu anlaşma uzun süreli olamamıştır. Daha sonra ise Romen firmaları ile ortak projeler gerçekleştirilmiştir. Ancak, AR-GE çalışmalarının bu süre içerisinde yapılmaması, personel istihdamının sağlanamaması, hükümetler tarafından her KİT gibi yönetim zafiyetine uğratılması sonucu TEMSAN kendisinden beklenenleri karşılayamamış ve geçen 30 yıla rağmen, son senelerde üretilmiş olan bazı küçük kapsiteli olanlar dışında, kendi tasarımımız ile türbin ve jeneratörümüzü imal etmek mümkün olmamıştır.

TEMSAN tasarım konusunda tamamıyla dışa bağımlı olarak son yıllara kadar gelmiştir. 2010'lu yıllardan sonra TEMSAN bazı küçük kapasiteli türbinleri yerli tasarımla da imal etmeye başlamıştır. Üretimi tamamlanmış olan Cuniş, Gelinkaya HES ile devam etmekte olan İncebel, Kirazdere ve Rize BelHES'e ait türbinlerin tasarımı yerli olarak yapılmıştır. TEMSAN'ın kurulduğu yıllarda 500'den fazla hidroelektrik santral kurulması planlanan ülkemizde, böylesine isabetli bir yatırımın kamu eliyle yapılması ne kadar doğru ise, geçen zaman içerisinde yatırımın yeterince desteklenmemesi, teşvik edilmemesi, yapılacak santrallerde yerli üretim oranının arttırılmasına çalışılmaması da o denli yanlış olmuştur.

**Tablo 9.7** Jeneratörleri İşbir, Türbinleri Türbosan Tarafindan İmal Edilmiş Olan Mini ve Mikro Santrallar

| Yıl | Kurulu Güç kW | Tip | Yer |
|---|---|---|---|
| 1983 | 675 | Francis | K.Maraş Döngel HES |
| 1985 | 120 | Francis | Hakkari-Çukurca Narlı HES |
| 1985 | 132 | Francis | Sivas-Yakaboyu HES |
| 1985 | 111 | Francis | Erzurum-Eşkay HES |
| 1985 | 45 | Francis | Adıyaman- Kahta HES |
| 1985 | 144 | Francis | Sivas-Gürün Sarıca HES |

Ülkemizde; türbin ve jeneratörlerin yardımcı teçhizatları ile güç transformatörleri, AG ve OG teçhizatları, santral kontrol ve kumanda sistemleri, her türlü kablonun tümü yerli olarak imal edilebilmektedir. 1980'li yıllarda, 40 MW'lık Hirfanlı Hidroelektrik Santralinin 4. Ünitesinin iki senede imalatı Ankara Şeker Makina Fabrikası, çeşitli sanayi kolları ve TEK atölyelerinde imal edilmiş ve montajı yapılarak ticari işletmeye alınmıştır. Santralin bu ünitesi ile halen enerji üretimi sürdürülmektedir. Yüzde yüze yakın yerli olarak yapılmış olması, enerji üretim ve dağıtım makineleri ile teçhizatının üretimi için gerekli imalat sanayinin ülkemizde mevcut olduğunu, istendiği takdirde yapılabileceğini kanıtlaması yönünden iyi bir örnektir. Ancak, ne yazık ki bu konuda her verilen tebliğde bu husus belirtilmekte ve bundan sonraki bir gelişme anlatılamamaktadır.

Yukarıda bahsedilen ünitenin 1982 tarihinde işletmeye alınmasından sonra bunun itici etkisi ile günümüze kadar geçen sürede, benzeri ağır sanayi sektöründe büyük gelişmeler kaydedilmiştir. Büyük hidrolik santrallerin türbin gömülü parçaları (emme borusu, salyangoz), hidromekanik teçhizatın tümü, santral vinci, ana yükseltici transformatörler, şalt teçhizatı, santral yardımcı sistemleri, sabit çember, türbin çukuru çelik kaplaması, jeneratör rotor örümcekleri, alt ve üst yatak taşıyıcıları, santral kontrol ve kumanda sistemleri, santral iç ihtiyaç sistemleri, dizel jeneratörler imal edilmiş ve bugünün teknolojisi ile daha da geliştirilerek imalatları devam etmektedir. Yabancı

firmalar taahhüt ettikleri ekipmanların büyük bir bölümünü de ülkemizde imal ettirmektedirler. Bu nedenle imalat yeteneği değil tasarım yeteneğinin üzerinde durulması gerekmektedir. Andritz, Alstom gibi büyük türbin üreticileri Türkiye'de kalabalık ve güçlü imalat takip ve kalite kontrol kadroları kurmuştur ve birçok türbin komponenti/parçası hâlihazırda Türkiye'de yaygın olarak üretilmektedir. Bu üretimin kritik aşamaları kaynaklı imalat ve işlemedir. Kaynaklı imalat konusunda Türkiye yeterli kapasite ve yetkinliğe sahiptir. Hassas işleme konusunda da son yıllarda yapılan yatırımlarla işleme kapasite ve yeteneği önemli ölçüde artmıştır ve artmaya devam etmektedir.

En büyük sorun ülkemizde bu konudaki tasarım çalışmalarının yetersizliğidir. Türbin ve jeneratör teknolojisinin artık ileri bir AR-GE çalışmasına gerek olmayacak seviyeye ulaşmış olmasından ötürü tasarım çalışmalarının yapılabilmesi de çok zor olmayacaktır. Bu pazara geç girilecek olmasından dolayı, rekabet edebilmek için aşağıdaki iki koşuldan en az birisinin sağlanması gerekmektedir.

- Mevcut teknolojiyi daha ucuza mal etmek, fiyat bazlı rekabet
- Yeni teknolojiler ve değişiklikle öne çıkmak, farklılaşma

Her iki koşulu sağlamak için zorluklar (Çin faktörü, know-how eksikliği, konuyla ilgili bilimsel çalışma eksikliği, vb.) olduğu gibi; fırsatlar da (Türkiye'de hala planlanan çok sayıda proje olması, yıllar içinde oluşmuş bilgi birikimi ve deneyimli eleman sayısı, vb.) vardır.

Türkiye'de elektromekanik sanayiinde üretim; özellikle şalt ve dağıtım cihazları konusunda önemli ölçüde artmış olmakla beraber ithalat da aynı hızla artmaktadır. Özellikle, büyük jeneratörler, motorlar, türbinler, karmaşık ölçme kontrol ve otomasyon sistemleri hala ithal edilmektedir.

Ülkemizde geçmiş dönemde inşa edilmiş ve inşa edilmekte olan hidroelektrik santrallerin hidromekanik ekipmanları da Ek 1 ve Ek 2'de belirtilmiştir.

Bazı kaynaklara göre elektromekanik ve hidromekanik sanayiinde 650 civarında imalatçının olduğu ve sektörde 40.000'den fazla kişinin çalıştığı belirtilmektedir. Sektörde uzun yıllardır uluslararası standart ve kurallar doğrultusunda imalat yapılmakta ve yaklaşık 450 firmada TS EN ISO 9001:2000 kalite standartları uygulanmaktadır. Bununla birlikte hiçbir kalite standardına uymayan firmaların düşük fiyat vererek ihaleleri almaları nedeni ile kalite standartlarına uyan firmalar zor durumda kalmaktadır. Bu durum artarak devam etmekte ve kaliteli imalat yapan firmaları iş yapamaz duruma getirerek, kapanma noktasına sürüklemektedir.

### 9.3.2 Yurt İçinde Geleceğe Yönelik Yapılan Tasarım, Test Ve İmalat Çalışmaları

#### 9.3.2.1 TOBB ETÜ Su Türbini Tasarımı Ve Testleri Merkezi

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, su türbinleri için bil-yap'ın ("know how") oluşturulması ve ilk kez sertifikalandırılmış olarak yurtiçinde tasarımı, prototip imalatı ile testleri için Su Türbini Tasarım ve Testleri Merkezi'nin kurulum çalışmalarına başlamıştır. Türkiye'de çoktan oluşmuş olması gereken su türbini tasarımı konusundaki bilgi birikiminin en kısa sürede oluşturulmasını ve üniversite/sanayi işbirliği çerçevesinde kullanılmasını sağlamayı hedefleyen bu proje, Kalkınma Bakanlığı tarafından 10 Milyon TL bütçe ile, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği tarafından bina ve insan kaynağı ile, TEMSAN tarafından ise deney düzeneği işçiliği ile desteklenmektedir.

Daha detaylı bilginin Ek 3'te yer aldığı bu merkezde tasarım, ileri imalat laboratuvarları ile hidrotürbin test merkezi yer alacaktır.

#### 9.3.2.2 İstanbul Teknik Üniversitesi Hidrolik Türbin Test Laboratuvarı (POTAM)

DPT Altyapı Projeleri desteği ile gerçekleştirilen ve 2010 yılında hizmete alınan İTÜ Su Türbini test laboratuvarında, 300 kW güce kadar reaksiyon tipi su türbinlerinin IEC / TS EN 60193 standardına göre model testleri, aynı proje kapsamında oluşturulan mobil laboratuvarın ölçme cihazları ile de her tip ve güçte su türbininin IEC / TS EN 60041 standardına göre saha testleri yapılmaktadır.

Türbin test standı kapalı devre sirkülasyon sistemidir. Daha detaylı bilginin Ek 4'te yer aldığı bu laboratuvarda, debi, basınç, dönme hızı, türbin milindeki tork, titreşim, gürültü, jeneratörün gerilim, akım, güç, Cosϕ (her faz üzerinde ayrı ayrı , ortalama ve kümülatif olarak) ölçülmektedir.

#### 9.3.2.3 Taşçı Makina Türbin Tasarın ve İmalat Çalışmaları

Taşçı Makina, 5 MW'a kadar hidrolik türbinlerin tasarım ve üretimi ile ilgili çalışmayı bir TÜBİTAK destekli proje olarak yürütmektedir. Bu konuda ODTÜ Makina Mühendisliği Bölümünden Prof. Dr. Kahraman Albayrak, Taşçı Makina'ya danışmanlık hizmeti vermektedir. Uygulama öncesi, ilk olarak 300 kVA'lık bir prototip türbin üretilmesi planlanmıştır. Prototip türbinle ilgili tasarım çalışmaları tamamlanmış olup önümüzdeki günlerde imalatına başlanacaktır.

### 9.4 Yerli Teçhizat Üretiminin Arttırılması ve Niteliğinin Geliştirilmesi İçin Atılması Gereken Adımlar ve Gerekli Kaynaklar

#### 9.4.1 Yerli İmalatın Desteklenmesi İçin Yapılabilecek Destekleyici Düzenlemeler

Kalkınmış ülkelerde yaşayan insanlar, kendi ülkelerinde üretilen malı kullanma yönünde iyi eğitilmiş ve bununla beraber yerli malı kullandıkları takdirde elde edilecek maddi avantajların da farkında olan insanlardır. Ülkemizde ise bu bilincin gelişmesi bir yana, bizlerin çocukluğunda verilmeye çalışılan yerli malı kullanma eğitimi süreç içinde terse dönmüştür.

Gelişmiş ülkelerde imalat sektöründe faaliyet gösteren firmalar, ülke yönetimlerince teşviklerle, iş alacakları ülkelere verilen şartlı kredilerle ve araştırma, geliştirme çalışmaları için gereken finansman ihtiyacının büyük bölümünün karşılanması ile açıkça desteklenmektedirler.

Ülkemizde üretilmesini arzu ettiğimiz ve yukarıda da belirttiğimiz bir santral için enerji üretiminde doğrudan enerji üretimine katkısı olan makinaların imalatının yatırımına girişilmesini sağlamak ve özendirmek için, öncelikle bahsettiğimiz 1000 adedin üzerinde olduğu görülen hidroelektrik santrallerin lisanslarını ellerinde bulunduran yatırımcılar için kanun ve yönetmeliklere göre alım garantileri vardır. Ancak garantili olarak satış yapacakları süre de, santrallerin bitirilme süresine bağlı olduğu için, yatırımcıların bir bölümü ya bunu bugünden göze alamamakta ya da bazı riskleri üstlenerek, insan hayatını ve yapının güvenliğini tehlikeye atmaktadır. Bu sürenin ya uzatılması ya da kaldırılması yatırımcıları teşvik edici bir unsur olacaktır.

Yatırımcıların doğru teşvik edilmesi imalatçılara da iş potansiyeli getirecektir.

Santral yatırımcılarına yönelik, imalat sektöründe büyük hamleler yaptırabilecek bir diğer teşvik ise, halen yürürlükte olan kanun ve yönetmeliklerde var olan yerli malı santral teçhizatının santral yatırımcıları tarafından tercih edilmesi halinde onlara sağlanan, satış bedeline ek olarak verilen bedelin çok daha uzun bir süre olarak belirlenmesidir. Şu anda 5 yıl olarak belirlenmiş olan bu süre, ne yazık ki bazı yatırımcıların yatırımlarının kredi geri ödeme sürelerinden ve/veya yatırımın geri ödeme süresinden bile kısadır. Santral yatırımcısı bu sürenin uzun olması durumunda yerli imalata daha sıcak bakacaktır.

26 Temmuz 2012 tarih ve 28365 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmış olan "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından, Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Aksamın Yurt İçinde İmalatı Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik" ile önce çıkartılan yönetmeliğin bazı maddelerinde açıklayıcı değişiklikler yapılmış, Yönetmelik ekinde verilen Yurt İçinde İmal Edilen Aksam ve Bütünleştirici Parçalar Listesinde aksamı oluşturan bütünleştirici parçaların tanımı yapılarak yerli aksam oranları ayrı ayrı verilmiştir. Bütünleştirici parçaların yerli aksam oranı bazında en az %55'inin yurt içi katma değerle üretilmesinin, ilave bedele hak kazanmak için gerektiği belirtilmiştir.

Şu anda ülkemizde tümüyle bir türbin ve jeneratör üretimi olmadığı her kesim tarafından bilinmesine karşın, Yönetmelik içinde yer alan teşvik tablosunda verilen bölümlerde en büyük oranlar türbin ve jeneratörün ana teknolojik parçalarına verilmiştir (bkz. Tablo 9.8).

**Tablo 9.8** Yurt İçinde İmal Edilen Aksam ve Bütünleştirici Parçalar Listesi
A- Hidroelektrik Üretim Tesisi

| Yurt İçinde İmal Edilen Aksam | Bütünleştirici Parçalar | Yerli Aksam Oranı % |
|---|---|---|
| **1.Türbin** | ***Santral binasındaki giriş vanalarından geçen suyun kinetik enerjisini, bir çarka bağlı güç iletim elemanları üzerinden kontrollü bir şekilde mekanik enerjiye çeviren ve salyangoz, türbin ayar kanatları, ayar kanatları ayarlama çemberi, ayar kanatlarını açma-kapama motorları, türbin çarkı, türbin şaftı, yatağı ve türbin emme borusundan oluşan makine grubu*** | |
| | **Salyangoz veya türbin muhafaza gövdesi ve dağıtıcı boru:** Tahrik suyunu türbin çarkının çevresine eşit basınç ve eşit hızlarla dağıtmak | **15** |
| | **Türbin Çarkı:** Suyun hidrolik akım enerjisini mekanik enerjiye çeviren döner (dinamik) hidrolikmakinalardır. (?) | **35** |
| | **Ayar kanatları veya nozul:** Salyangoz içinde, sabit kanatlar ile türbin çarkı arasında olup salyangozun alt ve üst kısımlarından sızdırmazlık sağlanarak yataklanmış olan ve salyangozdan türbine gelen suyun yolunu açıp kapamaya yarayan hareketli kanatlar ve | **10** |
| | **Servomotor ve ayar çemberi:** Türbin için gerekli olan su debisini miktarının ayar kanatları ile ayarlanması ve aynı zamanda kapama (vana) görevini de yerine getirir. | **10** |
| | **Türbin mili:** Su kuvvetinin türbin çarkında meydana getirdiği döndürme momentini, jeneratör rotoruna nakletme görevini yaparlar. | **10** |
| | **Governor (Hız regülâtörü):** Türbinin gücü ne olursa olsun, devir sayısını istenilen ölçülerde sabit tutma işlemi hız regülatörlerinin ana görevidir. Governor iki kısımdan oluşur. | **10** |
| | **Emme borusu:** Çarktan iş görerek çıkan suyun yön değiştirerek nehir yatağına çıktığı çelik saç ve betonarme bir yapıya sahip olan türbin teçhizatının parçasıdır. | **10** |
| **2.Jeneratör ve Güç Elektroniği** | **Jeneratör:** Türbin milinden alınan mekanik enerjiyi stator ve rotor ekipmanları yardımıyla elektrik enerjisine dönüştüren donanım. | **55** |
| | **Güç elektroniği:** Jeneratörlerden üretilen elektrik enerjisinin; izlenmesi, kontrol edilmesi ve bağlantı noktasının elektriksel karakteristikleri ile uyumlu hale getirilmesinde kullanılan yazılım ve donanım. | **45** |

Bu durumda da yerli üretim toplamında ilk aşamada %55'e ulaşmak yatırımcılar açısından oldukça zor görünmektedir. Bir yandan yerli üretim, bir yandan da bunun kullanımı teşvik edilmek isteniyorsa karşılarında belirtilen oranlar daha gerçekçi ve teşvik edici düzeyde olmalıdır ve toplam şartı aranmadan veya daha düşük bir oranda olan toplam şartı ile ek bedel önerilmelidir.

Bu Yönetmelikte, santral yatırımcılarını ve elektromekanik teçhizat yatırımı yapmaya yönelik çalışmaları olanları belirsizliğe iten bir başka husus da listedeki "Jeneratör ve Güç Elektroniği" bölümündeki belirsizliktir.

Listede türbin belirli şekilde parçalara ayrılmıştır. Her ne kadar en büyük oran %35 ile türbin çarkına verilerek teşvik zorlaştırılmış olsa da, iyi kötü bir bölümleme yapılmış bulunmaktadır.

Jeneratör ve güç elektroniği olarak verilmiş olan bölümde sırasıyla verilen %55 ve %45 yerli aksam oranı gerçekçi değildir. Güç elektroniğinin tamamı tasarlanıp üretilse bile kullanılacak olan elemanların bir çoğunun yurt dışı firmalardan doğrudan satın alma yolu ile elde edilmesi, verilen teşvikten yararlanılamaması sonucunu doğurabilecektir. Bu nedenle Jeneratör bölümlerinin (statör, rotor, mil, yataklar gibi) ve güç elektroniği bölümlerinin açıkça donanım olarak belirtilerek bölümlendirilmesi ve teşvik oranlarının buna göre belirlenmesi yatırımcılar açısından belirsizliğin ortadan kakmasını sağlayacaktır.

### 9.4.2 Yerli İmalatın Geliştirilmesi İçin Atılması Gereken Adımlar

Türkiye'de hidroelektriğin 60 yıllık geçmişinde (bir iki küçük kapasiteli HES hariç) inşaat işleri ve bunun kapsamı içinde ele alınan hidromekanik ekipman yerli tasarım, inşa ve üretiminde %100'lere ulaşılmıştır. Kamu ihaleleri döneminde inşaat işleri kapsamında ikinci el (taşeron) konumunda kalan hidromekanik ekipman sektörü yatırımdan yeteri payını alamamıştır. Özel sektör, HES yapımında hidromekanik ekipmanı doğrudan üretici firmaya ihale etmesi halinde sektörün gelişmesine yardımcı olacaktır.

Hidromekanik ekipmanın yerli üretimindeki başarıya karşın elektromekanik ekipman (türbin, vana, jeneratör) üretiminde başarıya ulaşılamamıştır. Vana yapımında sorun yoktur, ancak türbin vanası ithal edilmektedir. Türkiye'de türbin ve jeneratör imal etmek üzere 1977 yılında KİT statüsünde kurulan TEMSAN. DSİ'nin 10'a yakın HES desteğinde yerli üretim oranını %50'ler seviyesine çıkarmayı başarmış olmakla beraber, türbin tasarımına beklenen seviyede geçemediğinden ulaşılan başarı sınırlı kalmış, destek de kalkınca bu oran muhtemelen daha da aşağılara düşmüştür. Herşeye karşın TEMSAN faaliyetini sürdürmeye devam edecektir. Çünkü sektörün TEMSAN gibi kuruluşlara ihtiyacı vardır.

Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizmasının (YEKDEM) sağladığı teşvik mutlaka gereklidir ve yerli yapım oranı da zamanla artabilir. Ancak taşeron düzeyinde projesi verilerek ve denetlenerek yapılan imalat işinden bir türbin – jeneratör imalatçısının kısa zaman içinde doğması ve faaliyete geçmesi beklenemez. DSİ kaynaklarına göre 2003–2012 yılları arasında 234 HES devreye girmiş, 216 HES'in ise inşaatı sürmektedir. İnşaatı devam eden HES'ler için mevcut YEK Destekleme Mekanizması sürebilir, alınacak başka bir önlemde fayda sağlamaz. İşi bütününden çözmek gerekir.

YEK Destekleme Mekanizmasının biteceği 31.12.2015 tarihi hedef alınarak, TEMSAN dahil, bir-iki özel firmanın, Türkiye'de türbin ve jeneratör imal etmek üzere organize olması tavsiye edilmektedir. Bu bir lisans anlaşması veya yabancı ortaklık şeklinde olabilir. Türbin üretici

firmalarının her parça ve cihazı kendi imal etmesi diye bir kural, dünyada da mevcut değildir. Örneğin türbin regülatörü (governor) dışardan ithal edilebilir. Türkiye'nin sadece yapım aşamasında değil, yenileme ve rehabilitasyon aşamasında da türbin, jeneratör ve elektrik firmalarının servisine ihtiyacı olacaktır. Dünyada 100 yıllık santralların halen bir çoğu işletmede bulunmaktadır.

Yeni bir fabrika kurulmasına ihtiyaç bulunmamaktadır. Ancak ihtiyaca göre tevsi ve tadil edilebilir. Ankara'da kurulu Şeker Makina Fabrikası türbin, jeneratör imalatı için en uygun fabrikadır. Daha önce de birçok türbin, jeneratör parçası imal edilmiştir. Türbin giriş vanaları, kelebek tipte imal edilmektedir. Büyük çaplı küresel vanaların imalatında gelişme vardır.

Hidroelektrik enerji, en önemli yenilenebilir enerji kaynağıdır. IEA'a göre (Uluslararası Enerji Ajansı) dünyada mevcut olan hidroelektrik enerji potansiyelinin sadece üçte biri geliştirilmiştir. Gelecekte çok sayıda yeni HES projeleri beklenmektedir. Kurulacak firmalar dışarıya açılmak zorundadır. Üst düzeyde teknoloji üretim tesisi yanında, hizmet, bakım ve ticari servislere ihtiyaç vardır. Sektör kurulduğunda mühendislik ve müşavirlik firmaları da, sektöre yardımcı olacak şekilde organize olacaktır.

Son olarak amacı, " ..... elektrik tesislerinin milli menfaatlere ve modern teknolojiye en uygun şekilde kurulması ve işletilmesini, mevcut ulusal iletim veya dağıtım şebekelerine uyumlu olarak bağlanmasını, can ve mal emniyetinin sağlanmasını amaçlayarak elektrik tesislerine ait proje, onay ve kabul işlemlerinin ilgili mevzuat ve standartlara uygun olarak yapılmasına veya yaptırılmasına ilişkin usul ve esasların belirlenmesi" olan Elektrik Tesisleri Proje ve Kabul Yönetmeliği'nin bir an önce yayımlanarak yürürlüğe girmesi temenni edilmektedir.

Kalifiye eleman yetiştirilmesi için gerek üniversiteler gerekse de kamu ve özel firmalar gerekli öğretim ve eğitim çalışmalarını yapmalıdır. Bu anlamda üniversite-sanayi işbirliği ile konuya hedefli pilot çalışmalar öngörülmelidir.

Bu pilot projeler mevcut yüzlerce sulama barajının ekonomik olanları arasından seçilebilir ve kamu eliyle gerçekleştirilebilinir. Santralını bir an önce işletmeye almak için çalışan özel sektörden bu desteği beklemek fazlaca iyimserlik olur. Ancak özel sektör yapım işlerinde yerli katkı oranı şartı konularak yerli üretime destek sağlanabilir.

Şu gerçeği hatırlamakta yarar vardır. Bu gün dünyanın en büyük uluslararası düzeydeki üretici firmaları, başlangıçta çok uzun yıllar devlet-kamu desteği ile ayakta kalmış, zamanla gelişmiş ve başarıya ulaşmıştır. Cumhuriyetimizin 100. yılına onlarca yerli üretim hidroelektrik santralı ile ulaşmayı umut ediyoruz.

**EK 1**. İşletmede Olan Hidrolik Santrallar Listesi (Mayıs 2013)

| No | Proje Adı | İşleten Kuruluş | Tipi | İşletme Alınma Tarihi | Kurulu Güç (Mwe) | Ort. Enerji Ürt. (Gwh/Yıl) | Yerli İmalatlar (Tablo Sonundaki Açıklamalar) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | **DEMİRKÖPRÜ** | EÜAŞ | BARAJ | 1960 | 69 | 193 | |
| 2 | **GÖKÇEKAYA** | EÜAŞ | BARAJ | 1973 | 278,4 | 562 | **Derivasyon kapakları, *türbin çarkı**** |
| 3 | **PAZARKÖY-AKYAZI** | EÜAŞ | KANAL | 1953 | 0,18 | 0,5 | |
| 4 | **HARAKLI-HENDEK** | EÜAŞ | KANAL | 1953 | 0,264 | 1 | |
| 5 | **BOZÜYÜK** | EÜAŞ | KANAL | 1938 | 0,36 | 1 | |
| 6 | **İVRİZ** | EÜAŞ | KANAL | 1986 | 1,04 | 2 | **Radyal kapaklar ve kaldırma tertibatları, sürgülü vanaları, cebri borusu, türbin*** |
| 7 | **DERE** | EÜAŞ | KANAL | 1972 | 0,6 | 1 | |
| 8 | **SARIYAR H.POLATKAN** | EÜAŞ | BARAJ | 1956 | 160 | 400 | ***Türbin çarkı**** |
| 9 | **KAPULUKAYA** | EÜAŞ | BARAJ | 1989 | 54 | 190 | **Radyal kapak ve kaldırma düzenleri, sualma kapak ve kaldırma düzenleri, cebri boru, santral vinci, kelebek vanalar, emme borusu*, türbin çelik kaplaması*** |
| 10 | **KESİKKÖPRÜ** | EÜAŞ | BARAJ | 1967 | 76 | 250 | |
| 11 | **OBRUK** | EÜAŞ | BARAJ | 2009 | 210,8 | 473 | **Cebri boru, branşman, radyal kapak ve kaldırma, vanalar, santral vinci ve diğer vinçler** |
| 12 | **YENİCE** | EÜAŞ | BARAJ | 2000 | 37,89 | 121,78 | **Cebri boru, radyal kapa ve kaldırma düzeni, sualma kapakları ve kaldırma, santral vinci** |
| 13 | **HİRFANLI** | EÜAŞ | BARAJ | 1960 | 128 | 400 | **4. Ünite Türbin* ve Jeneratör*** |
| 14 | **ÇATALAN** | EÜAŞ | BARAJ | 1997 | 168,9 | 596 | **Santral vinci, salyangoz*, emme borusu*, sabit çember* ve dipsavak sürgülü ve kelebek vanaları, radyal kapak ve kaldırma düzenleri** |
| 15 | **SEYHAN I** | EÜAŞ | BARAJ | 1956 | 54 | 350 | |
| 16 | **SEYHAN II** | EÜAŞ | KANAL | 1992 | 7,5 | 33 | **Mekanik ekipman** |
| 17 | **YÜREĞİR** | EÜAŞ | KANAL | 1972 | 6 | 21 | |
| 18 | **BERKE** | EÜAŞ | BARAJ | 2002 | 510 | 1669 | **Radyal kapaklar, sualma ızgaraları, santral vinci, 3 adet kapak kaldırma portal vinçleri, cebri boru, santral vinci, *hidromekanik ekipmanlar*** |
| 19 | **KADINCIK I** | EÜAŞ | BARAJ | 1971 | 70 | 315 | |
| 20 | **KADINCIK II** | EÜAŞ | BARAJ | 1974 | 56 | 307 | |
| 21 | **ANAMUR** | EÜAŞ | NEHİR | 1967 | 0,84 | 3,5 | |
| 22 | **SİLİFKE I** | EÜAŞ | KANAL | | 0,4 | 2,15 | |
| 23 | **GEZENDE** | EÜAŞ | BARAJ | 1994 | 159,38 | 528 | **Radyal kapak ve kaldırma düzenleri, sualma kapak ve kaldırma düzenleri, dipsavak kapağı ve konik vanası, santral vinci, *kelebek vana*** |
| 24 | **MUT-DERİNÇAY** | EÜAŞ | KANAL | 1968 | 0,88 | 3,6 | |
| 25 | **BOZYAZI** | EÜAŞ | KANAL | 1974 | 0,424 | 1 | |
| 26 | **ZEYNE** | EÜAŞ | KANAL | 1971 | 0,328 | 1 | |
| 27 | **ASLANTAŞ** | EÜAŞ | BARAJ | 1984 | 138 | 569 | **Dolusavak batardo ve radyal kapak ile kaldırma düzenleri, sualma batardo ve tekerlekli kapak ve hidrolik kaldırma düzenleri, sualma ızgara ve temizleme aparatı, derivasyon kapakları, dipsavak giriş ve ayar hidrolik kapakları, cebri borular ve pantolonlar, emme borusu kapakları, makina holü sualma ve dipsavak vinçleri.** |
| 28 | **ALTINKAYA** | EÜAŞ | BARAJ | 1988 | 702,55 | 1632 | **Dolusavak batardo ve radyal kapak ile kaldırma düzenleri, sualma katerpilleri kapak ve kaldırma düzenleri, sualma** |

| No | Proje Adı | İşleten Kuruluş | Tipi | İşletme Alınma Tarihi | Kurulu Güç (Mwe) | Ort. Enerji Ürt. (Gwh/Yıl) | Yerli İmalatlar (Tablo Sonundaki Açıklamalar) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | ızgaraları, derivasyon kapakları, dipsavak sürgülü ve konik vanası, cebri borular ve pantolonlar, emme borası kapakları, santral ve diğer vinçler |
| 29 | HASAN UĞURLU | EÜAŞ | BARAJ | 1982 | 500 | 1217 | Derivasyon kapakları, cebri boru, emme borusu kapakları ve kaldırma düzeni, radyal kapak ve kaldırma düzenleri, santral vinci. |
| 30 | SUAT UĞURLU | EÜAŞ | BARAJ | 1980 | 76 | 345 | Derivasyon kapakları, emme borusu kapakları, radyal kapak ve kaldırma düzenleri, dipsavak kapakları, cebri boru, santral vinci, türbin* |
| 31 | DERBENT | EÜAŞ | BARAJ | 1991 | 56,4 | 257 | Vinçler, cebri borular, giriş, dolusavak kapakları ve kaldırma düzenleri, sabit çember*, salyangoz*, türbin üst kapağı* ve jet vanası |
| 32 | KÖKLÜCE | EÜAŞ | BARAJ | 1988 | 90 | 588 | Cebri borular ve branş hatları, santral vinci, kapak ve kaldırma düzenleri |
| 33 | ALMUS | EÜAŞ | BARAJ | 1966 | 27 | 99 | |
| 34 | TORTUM | EÜAŞ | GÖL | 1960 | 26,2 | 100 | |
| 35 | KEBAN | EÜAŞ | BARAJ | 1974 | 1.330 | 6.000 | |
| 36 | ÖZLÜCE | EÜAŞ | BARAJ | 1999 | 170 | 413 | Cebri boru ve kapaklar, radyal kapak ve kaldırma düzenleri, katerpiller giriş ve batardo kapakları ve kaldırma düzenleri, sürgülü ve konik vana |
| 37 | DİCLE | EÜAŞ | BARAJ | 1999 | 110 | 298 | Cebri boru ve kapaklar, radyal kapak ve kaldırma düzenleri, giriş ve batardo kapakları ve kaldırma düzenleri, sürgülü ve konik vana, türbin* |
| 38 | KARAKAYA | EÜAŞ | BARAJ | 1987 | 1800 | 7354 | Derivasyon kapakları, derivasyon çıkış batardo kapakları, sualma kapak*, batardo* ve ızgaraları*, dolusavak radyal* ve batardo kapakları*, emme borusu kapakları*, sürgülü vana*, cebri boru*, çelik kaplama*, santral ve vana odası vinçleri*, emme borusu* |
| 39 | KRALKIZI | EÜAŞ | BARAJ | 1998 | 94,5 | 146 | Radyal kapak ve kaldırmaları, sualma kapak ve kaldırmaları, dipsavak kapak ve batardoları ızgaralar, cebri boru, santral vinci, türbin* |
| 40 | BATMAN | EÜAŞ | BARAJ | 2003 | 198 | 483 | Dolusavak radyal, batardo kapakları, sulama radyal kapakları, emme borusu kapakları, sürgülü ve konik vanalar, cebri boru ve branşmanlar, çelik kaplama, 3 adet portal vinç, santral vinci, türbin* |
| 41 | BOTAN | EÜAŞ | KANAL | 1957 | 1.584 | 7 | |
| 42 | KEPEZ I | EÜAŞ | KANAL | 1961 | 26,4 | 150 | |
| 43 | KEPEZ II | EÜAŞ | KANAL | 1986 | 6 | 20 | Türbin* |
| 44 | MANAVGAT | EÜAŞ | BARAJ | 1988 | 48 | 220 | Radyal, sualma ve batardo kapakları, ve kaldırma düzenleri, salyangoz*, emme borusu*, türbin çelik kaplaması*, türbin üst kapağı*, hız çemberi* |
| 45 | ATATÜRK | EÜAŞ | BARAJ | 1992 | 2.405 | 8.900 | 11 adet gezer köprü, 3 adet portal, 1 adet monoray vinç, komple dolusavak teçhizatı, komple sualma techizatı, komple dipsavak teçhizatı, komple emme borusu teçhizatı, komple çelik kaplamalar, Yaslıca ve Şanlıurfa Tünelleri hidromekanik teçhizatı, cebri borular* |
| 46 | SÜREYYABEY | EÜAŞ | BARAJ | 2004 | 14 | 51 | Kapaklar, kapak kumandalar ve vanalar, cebri boru |

| No | Proje Adı | İşleten Kuruluş | Tipi | İşletme Alınma Tarihi | Kurulu Güç (Mwe) | Ort. Enerji Ürt. (Gwh/Yıl) | Yerli İmalatlar (Tablo Sonundaki Açıklamalar) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 47 | **Ş.URFA** | EÜAŞ | KANAL | 2006 | 51 | 124 | **Tünel kaplama, sualma ve batardo kapağı, ızgara ve temizleme, santral portal vinci, salyangoz*, sabit çember*, türbin giriş borusu*, emme borusu*** |
| 48 | **KARACAÖREN I** | EÜAŞ | BARAJ | 1990 | 32 | 142 | **Radyal kapaklar, kaldırma düzenleri, cebri boru,vanalar.branşman** |
| 49 | **KARACAÖREN II** | EÜAŞ | BARAJ | 1993 | 46,4 | 206 | **Dolusavak batardo ve radyal kapak ve kaldırma düzenleri, kelebek vana, vinçler, cebri boru** |
| 50 | **ÇAMLIGÖZE** | EÜAŞ | BARAJ | 2000 | 32 | 102 | **Vinçler, türbin*** |
| 51 | **KILIÇKAYA** | EÜAŞ | BARAJ | 1990 | 120 | 332 | **Vinç, radyal kapaklar ve kaldırma düzenleri, sualma kapak ve kaldırma düzeni, cebri boru, dipsavak vanaları** |
| 52 | **KOYULHİSAR** | EÜAŞ | KANAL | 1957 | 0,2 | 0,5 | |
| 53 | **SIR** | EÜAŞ | BARAJ | 1991 | 283,5 | 725 | **Radyal kapaklar ve kaldırma düzenleri, batardo kapakları, cebri boru, sualma kapakları, emme borusu, dolusavak portal vinci, salyangoz*, sabit çember*, emme borusu* ve kapakları*, türbin jeneratör parçaları*** |
| 54 | **MENZELET** | EÜAŞ | BARAJ | 1993 | 124 | 515 | ***Radyal kapak,sürgülü ve konik vana*** |
| 55 | **CEYHAN-MARAŞ** | EÜAŞ | KANAL | 1958 | 3,6 | 20 | |
| 56 | **KARKAMIŞ** | EÜAŞ | BARAJ | 1999 | 189 | 652 | **Radyal kapaklar ve kaldırma tertibatları, vinçler, sualma ve emme borusu kapakları** |
| 57 | **KEMER** | EÜAŞ | BARAJ | 1958 | 48 | 143 | **Radyal kapak ve kaldırma düzeni (yeniden imalat)** |
| 58 | **ADIGÜZEL** | EÜAŞ | BARAJ | 1996 | 62 | 280 | **Salyangozlar, vanalar, radyal kapak ve kaldırma düzenleri, regülatör ve sualma kapakları, kaldırma düzeni, santral vinci, cebri boru.** |
| 59 | **DOĞANKENT (I.II)** | EÜAŞ | NEHİR | 1971 | 74,5 | 314 | **Cebri boru, regülatör kapakları, santral vinci** |
| 60 | **KÜRTÜN** | EÜAŞ | BARAJ | 2003 | 85 | 198 | **Kapak kaldırma düzenleri, sürgülü ve kelebek vana, santral vinç arabası,diğer tüm kapaklar vs, türbin*** |
| 61 | **TORUL** | EÜAŞ | BARAJ | 2008 | 103,2 | 322,28 | **Radyal kapak ve kaldırma düzeni, sualma ızgara, kapak ve kaldırma düzeni, *cebri boru*, sürgülü ve konik vana, emme borusu ve dipsavak tehlike kapağı, santral ve vana odası vinci** |
| 62 | **DEREİÇİ** | EÜAŞ | KANAL | 1949 | 0,4 | 0,8 | |
| 63 | **BORÇKA** | EÜAŞ | BARAJ | 2007 | 300 | 1.039 | **Derivasyon, dipsavak çıkış, emme borusu*, sualma, dolusavak batardo kapakları, sualma ızgaraları** |
| 64 | **MURATLI** | EÜAŞ | BARAJ | 2005 | 115 | 444 | **Derivasyon*, dipsavak çıkış*, emme borusu*, sualma*, dolusavak batardo kapakları*, sualma ızgaraları*, salyangoz*, sabit çember*, türbin çukuru çelik kaplaması*** |
| 65 | **DALAMAN-AKKÖPRÜ BARAJI** | EÜAŞ | BARAJ | 2012 | 115 | 343 | **Kapaklar ve kaldırma düzenleri, vanalar, santral vinci, *cebri boru*** |
| 66 | **ALPASLAN 1** | EÜAŞ | BARAJ | 2012 | 160 | 488 | **Radyal kapak ve kaldırma düzeni, cebri boru, sürgülü ve konik vana, vinçler, sualma ızgara, kapak ve kaldırma düzeni, batardo kapakları, vanalar, türbin*** |
| 67 | **ERMENEK** | EÜAŞ | BARAJ | 2012 | 308,88 | 1.187 | **Derivasyon*, emme borusu, sualma batardo kapakları, emme borusu*, sualma ızgaraları** |
| 68 | **KILAVUZLU** | EÜAŞ | BARAJ | 2012 | 54 | 144 | ***Kapaklar, cebri boru, türbin**** |

| No | Proje Adı | İşleten Kuruluş | Tipi | İşletme Alınma Tarihi | Kurulu Güç (Mwe) | Ort. Enerji Ürt. (Gwh/Yıl) | Yerli İmalatlar (Tablo Sonundaki Açıklamalar) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **HES** | | | | | | |
| 69 | **DERİNER** | EÜAŞ | BARAJ | 2013 | 670 | 2.118 | **Salyangoz*, türbin çelik kaplaması*, emme borusu*, dolusavak, sualma kapak ve kaldırma düzenleri, cebri boru, manifold, emme borusu kapakları, kuyruksuyu boru ve kapakları** |
| 69 | **GÖKSU** | Nurol Göksu Elektrik Üretim Anonim Şirketi | KANAL | 1959 | 10,8 | 70 | |
| 70 | **LADİK-BÜYÜK KIZOĞLU** | Met Duru Enerji Üretim Anonim Şirketi | KANAL | 1954 | 0,4 | 1,5 | |
| 71 | **DURUCASU** | Met Duru Enerji Üretim Anonim Şirketi | NEHİR | 1955 | 0,8 | 3 | |
| 72 | **ENGİL** | HALİÇ ELEKTRİK ÜRETİM A.Ş. | KANAL | 1968 | 4,6 | 14 | **Cebri borular ve kapaklar** |
| 73 | **KOÇKÖPRÜ** | MOSTAR ENERJİ ELEKTRİK ÜRT. A.Ş. | BARAJ | 1993 | 8,39 | 44 | **Dipsavak kapakları ve kaldırma düzenleri, radyal kapak ve kaldırma düzenleri, cebri boru, sürgülü ve kelebek vanalar, santral vinci, türbin*** |
| 74 | **ZERNEK (HOŞAP)** | HALİÇ ELEKTRİK ÜRETİM A.Ş. | BARAJ | 1989 | 4,5 | 13 | **Türbin*** |
| 75 | **ERCİŞ** | HALİÇ ELEKTRİK ÜRETİM A.Ş. | KANAL | 1968 | 0,8 | 1,5 | |
| 76 | **KISIK HES** | Kılıç Enerji Üretim Anonim Şirketi | KANAL | 1993 | 9,264 | 35 | **Cebri boru, santral vinci** |
| 77 | **KİTİ** | Metek Hidro Enerji Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi | NEHİR | 1966 | 2,76 | 12 | ***Türbin çarkı**** |
| 78 | **ARPAÇAY-TELEK** | Metek Hidro Enerji Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi' | KANAL | 1966 | 0,0624 | 0,3 | |
| 79 | **ESENDAL** | Metaltek Metalurji Kimya Gıda Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi' | KANAL | 1984 | 0,3 | 1 | |
| 80 | **BOZKIR** | Özbey Yatırım Araştırma Geliştirme Madencilik İnşaat ve Elektrik Üretim Anonim Şirketi | KANAL | 1952 | 0,075 | 0,4 | |
| 81 | **ERMENEK** | Özbey Yatırım Araştırma Geliştirme Madencilik İnşaat ve Elektrik Üretim Anonim | KANAL | 1934 | 1,12 | 1,25 | |
| 82 | **VİSERA(IŞIK LAR)** | Metaltek Metalurji Kimya Gıda Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi' | KANAL | 1929 | 1,04 | 2,45 | |
| 83 | **SUUÇTU-MUSTAFA KEMAL PAŞA** | KENT SOLAR ELEKTRİK ÜRETİM SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ. | KANAL | 1952 | 0,472 | 1 | |
| 84 | **DEĞİRMENDERE** | KARAKUŞLAR ELEKTRİK ÜRETİM SAN. VE TİC. A. Ş. | KANAL | 1987 | 0,5 | 1 | |
| 85 | **KARAÇAY** | KARAKUŞLAR ELEKTRİK ÜRETİM SAN. VE TİC. A. Ş. | KANAL | 1955 | 0,4 | 1,5 | |
| 86 | **KUZUCULU** | KARAKUŞLAR ELEKTRİK ÜRETİM SAN. VE TİC. A. Ş. | KANAL | 1954 | 0,272 | 1 | |
| 87 | **GİRLEVİK I** | BOYDAK ENERJİ ÜRT. VE TİC. A. Ş. | KANAL | 1953 | 3,04 | 18 | |
| 88 | **KERNEK** | KAYSERİ VE CİVARI ENERJİ ÜRETİM SAN. VE TİC. .A. Ş. | NEHİR | 1964 | 0,832 | 2,2 | |
| 89 | **ERKENEK** | KAYSERİ VE CİVARI ENERJİ ÜRETİM SAN. VE TİC. .A. Ş. | KANAL | 1972 | 0,32 | 1,6 | **Hidromekanik ekipmanlar** |
| 90 | **DERME-KAPULUK** | KAYSERİ VE CİVARI ENERJİ ÜRETİM SAN. VE TİC. .A. Ş. | KANAL | 1961 | 4,5 | 2 | |
| 91 | **ÇEMİŞGEZEK** | BOYDAK ENERJİ ÜRT. VE TİC. A. Ş. | KANAL | 1961 | 0,12 | 0,75 | |
| 92 | **ÇAĞÇAĞ** | NAS ENERJİ A. Ş. | NEHİR | 1968 | 14,4 | 42 | |
| 93 | **ULUDERE** | NAS ENERJİ A. Ş. | NEHİR | 1976 | 0,64 | 1,2 | |
| 94 | **SIZIR** | KAYSERİ VE CİVARI ENERJİ ÜRETİM SAN. VE TİC. .A. Ş. | KANAL | 1961 | 6,78 | 50 | |
| 95 | **PINARBAŞI** | KAYSERİ VE CİVARI ENERJİ ÜRETİM SAN. VE TİC. .A. Ş. | KANAL | 1924 | 0,0992 | 0,7 | |
| 96 | **BÜNYAN** | KAYSERİ VE CİVARI ENERJİ ÜRETİM SAN. | KANAL | 1928 | 1,36 | 4 | |

| No | Proje Adı | İşleten Kuruluş | Tipi | İşletme Alınma Tarihi | Kurulu Güç (Mwe) | Ort. Enerji Ürt. (Gwh/Yıl) | Yerli İmalatlar (Tablo Sonundaki Açıklamalar) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | VE TİC. .A. Ş. | | | | | |
| 97 | **TURUNÇOVA-FİNİKE** | Turunçova Enerji Turz. İnş. San. ve Tic. A. Ş. | KANAL | 1962 | 0,552 | 1 | |
| 98 | **AHLAT** | MOSTAR ENERJİ ELEKTRİK ÜRT. LTD.ŞTİ. | KANAL | 1950 | 1,07 | 1,065 | |
| 99 | **ADİLCEVAZ** | MOSTAR ENERJİ ELEKTRİK ÜRT. LTD.ŞTİ. | KANAL | 1967 | 0,394 | 1 | |
| 100 | **MALAZGİRT** | MOSTAR ENERJİ ELEKTRİK ÜRT. LTD.ŞTİ. | KANAL | 1966 | 1,216 | 2,5 | |
| 101 | **VARTO-SÖNMEZ** | MOSTAR ENERJİ ELEKTRİK ÜRT. LTD.ŞTİ. | KANAL | 1968 | 0,292 | 1 | |
| 102 | **OTLUCA** | NAS ENERJİ A. Ş. | KANAL | 1970 | 1,28 | 3,5 | |
| 103 | **KOVADA I** | Batıçim Enerji Elektrik Üretim A. Ş. | GÖL | 1960 | 8,25 | 3 | ***Türbin çarkı**** |
| 104 | **KOVADA II** | Batıçim Enerji Elektrik Üretim A. Ş. | GÖL | 1971 | 51,2 | 222 | **Dipsavak kapakları, santral vinci** |
| 105 | **BESNİ** | KAYSERİ VE CİVARI ENERJİ ÜRETİM SAN. VE TİC. .A. Ş. | KANAL | 1956 | 0,272 | 0,6 | |
| 106 | **BAYBURT** | BOYDAK ENERJİ ÜRT. VE TİC. A. Ş. | KANAL | 1950 | 0,396 | 1,25 | |
| 107 | **KAYADİBİ** | İVME GRUP ENERJİ ÜRT. SAN. VE TİC. A. Ş. | KANAL | 1950 | 0,464 | 2,5 | |
| 108 | **HASANLAR HES** | Batıçim Enerji Elektrik Üretim A. Ş. | BARAJ | 1991 | 9,35 | 42 | **Konik ve sürgülü vana** |
| 109 | **BERDAN HES** | Tayfurlar Enerji Elektrik Üretim Anonim Şirketi | BARAJ | 1996 | 10,2 | 47 | **Cebri boru, *kelebek ve sürgülü vana*** |
| 110 | **OYMAPINAR** | SEYDİŞEHİR AL. A.Ş. | BARAJ | 1984 | 540 | 1620 | |
| 111 | **BEYKÖY** | ZORLU DOĞAL ELK. ÜRT. A.Ş. | KANAL | 2000 | 16,8 | 87,2 | **Vinçler, türbin*** |
| 112 | **ATAKÖY** | ZORLU DOĞAL ELK. ÜRT. A.Ş. | BARAJ | 1989 | 5,5 | 8 | **Sualma kapak ve kaldırma düzeni.** |
| 113 | **KUZGUN** | ZORLU DOĞAL ELK. ÜRT. A.Ş. | BARAJ | 1999 | 20,9 | 36 | **Giriş ve batardo kapakları ve kaldırma düzenleri, sürgülü ve kelebek vana, cebri boru, santral vinci, türbin*** |
| 114 | **TERCAN** | ZORLU DOĞAL ELK. ÜRT. A.Ş. | BARAJ | 1990 | 15 | 51 | **Cebri boru, şaft kapak ve vinci, hidromekanik ekipmanlar, türbin*** |
| 115 | **MERCAN-OVACIK** | ZORLU DOĞAL ELK. ÜRT. A.Ş. | KANAL | 2003 | 19,2 | 78 | **Cebri boru (yerel), kelebek vana, santral vinci, manifold, kapaklar ve kapak kaldırma düzenlerice cebri boru, kapak ve kapak kaldırma** |
| 116 | **İKİZDERE** | ZORLU DOĞAL ELK. ÜRT. A.Ş. | KANAL | 1961 | 18,6 | 110 | **Vinçler, vana** |
| 117 | **ÇILDIR** | ZORLU DOĞAL ELK. ÜRT. A.Ş. | GÖL | 1975 | 15,36 | 48 | **Sualma kapakları ve cebri boru** |
| 118 | **İNEGÖL-CERRAH** | KENT SOLAR ELEKTRİK ÜRETİM SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ. | KANAL | 1952 | 1,181 | 4 | |
| 119 | **İZNİK-DEREKÖY** | KENT SOLAR ELEKTRİK ÜRETİM SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ. | KANAL | 1952 | 0,715 | 3 | |
| 120 | **KAYAKÖY** | PEMA ENERJİ SAN. VE TİC. A. Ş. | KANAL | 1960 | 2,56 | 8 | |
| 121 | **ÇAMARDI** | KAYSERİ VE CİVARI ENERJİ ÜRETİM SAN. VE TİC. .A. Ş. | KANAL | 1965 | 0,0688 | 0,6 | |
| 122 | **GİRLEVİK II** | AES-IC İÇTAŞ ENERJİ ÜRT. A.Ş. | KANAL | 2001 | 2,64 | 43 | **Cebri boru, kelebek vana, branşman, regülatör kapakları, sualma kapakları, santral vinci, türbin*** |
| 123 | **MERCAN HES** | AES-IC İÇTAŞ ENERJİ ÜRT. A.Ş. | KANAL | 2001 | 8,94 | | |
| 124 | **TOHMA-MEDİK HES** | ALTEK ALARKO | KANAL | 1998 | 12,5 | 59 | **Regülatör kapakları, salyangoz.** |
| 125 | **ÇAMLICA-I HES** | AYEN ENERJİ A.Ş. | KANAL | 1998 | 84 | 429 | **Cebri boru ve denge bacası, kapaklar** |
| 126 | **YAMULA BARAJI VE HES** | KAYSERİ ELK. | BARAJ | 2005 | 100 | 423,5 | **Enerji tüneli çelik kaplaması ve tranzisyonları, cebri boru ve manifold, radyal kapak ve kaldırma düzenleri, sualma kapak ve kaldırma düzenleri, sürgülü ve konik vanası, santral vinci.** |
| 127 | **BİRECİK HES** | BİRECİK BARAJ VE HES A.Ş. | BARAJ | 2000 | 672 | 2.516 | **8 adet vinç, komple dolusavak techizatı, komple sualma techizatı, komple dipsavak teçhizatı, komple emme borusu teçhizatı, düşü havuzu batardo kapakları, derivasyon kapakları, türbin** |

| No | Proje Adı | İşleten Kuruluş | Tipi | İşletme Alınma Tarihi | Kurulu Güç (Mwe) | Ort. Enerji Ürt. (Gwh/Yıl) | Yerli İmalatlar (Tablo Sonundaki Açıklamalar) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | rotoru* |
| 128 | ÇAYKÖY (AKSU) HES | AKSU ENERJİ A.Ş. | KANAL | 1989 | 13 | 36 | Hidromekanik ekipman (yerel firma) |
| 129 | DİNAR II HES | METAK ENERJİ VE TİC.A.Ş. | KANAL | 2000 | 3 | 22,3 | Cebri boru (yerel) |
| 130 | SÜTÇÜLER HES | SÜTÇÜLER ENERJİ SAN. TİC.AŞ. | KANAL | 1998 | 2,2 | 12,22 | |
| 131 | AHİKÖY I HES | AHİKÖY ENERJİ SAN. TİC. AŞ. | KANAL | 1999 | 2,126 | 11,435 | Cebri boru, vana, vinç |
| 132 | AHİKÖY II HES | AHİKÖY ENERJİ SAN. TİC. AŞ. | KANAL | 2000 | 2,498 | 11,307 | Cebri boru ve kapaklar, kelebek vana, santral vinci. |
| 133 | SUÇATI HES | ER ELK. ÜRT. AŞ. | BARAJ | 2000 | 7 | 28 | Radyal kapaklar, sualma kapakları, cebri boru ve konik vana |
| 134 | ÇAL HES | LİMAK AŞ. | KANAL | 2001 | 2,2 | 11,75 | Cebri boru, santral vinci, salyangoz, türbin giriş ve emme borusu* |
| 135 | FETHİYE HES | FETHİYE ENERJİ VE TİC. AŞ. | KANAL | 1999 | 16,5 | 90 | Branşmanlar, sualma kapağı, santral vinci, kelebek vana, türbin emme borusu, giriş borusu* |
| 136 | GAZİLER HES | GAZİLER ENERJİ AŞ. | KANAL | 2002 | 11,1 | 50 | Cebri borular,vana, hidromekanik ekipman |
| 137 | GÖNEN HES | GÖNEN HES AŞ. | BARAJ | 1998 | 10,6 | 47 | Radyal kapak ve kaldırma düzenleri, sualma kapak ve kaldırma düzenleri, sürgülü ve konik vanaları, cebri boru, salyangoz*. |
| 138 | HAZAR I (İHD) | BİLGİN ELEKTRİK | KANAL | | 20,12 | 60,00 | |
| 139 | HAZAR II (İHD) | BİLGİN ELEKTRİK | KANAL | | 10 | | |
| 140 | AKÇAY HES | Akçay Hes Elektrik Üretim A.Ş. | KANAL | 2009 | 28,78 | 94,88 | |
| 141 | AKKÖY-ESPİYE HES | Koni İnşaat Sanayi A.Ş. | KANAL | 2012 | 13,37 | 58,00 | |
| 142 | AKKÖY-I HES | Akköy En. A.Ş. | BARAJ | 2008 | 101,94 | 315,00 | Salyangoz ve stay ring* |
| 143 | AKKÖY II HES | Akköy En. A.Ş. | BARAJ | 2012 | 229,68 | 900,00 | Cebri boru, türbin yuvası ve dağıtım borusu*, salyangoz, emme borusu, jeneratör parçaları* |
| 144 | AKOCAK HES | Ak Enerji Elektrik Ürt. A. Ş. | KANAL | 2008 | 81,00 | 257,00 | Türbin housing* , santral vinci ve diğer vinçler, vana |
| 145 | AKSU REG. VE HES | Yedigöl Hidroelektrik Üretim Tic. A.Ş. | KANAL | 2006 | 27,27 | 86,39 | Manifold türbin yuvası ve yağ borusu* |
| 146 | AKSU REG. VE ŞAHMALLAR HES | Enerjisa Ener. Ürt. A.Ş. | KANAL | 2006 | 14,00 | 55,61 | Kapaklar, cebri boru, santral vinci |
| 147 | ALABALIK I- II REG. VE HES | Darboğaz Elek. Ürt. San Ve Tic. Ltd.Şti | KANAL | 2012 | 16,32 | 42,14 | |
| 148 | ALAKIR HES | Yurt Enrj. Ürt. San. Ve Tic. Ltd.Şti | KANAL | 2010 | 2,06 | 14,06 | Cebri boru, ızgara, kapak ve kaldırma mekanizmaları |
| 149 | ALKUMRU BARAJI VE HES | Limak Hidroelektrik Santral Yatırımları A. Ş. | BARAJ | 2011 | 261,27 | 900,00 | *Jeneratör parçaları, rotor muhafazası*,* cebri boru, kapak ve kapak kaldırma mekanizmaları, vinçler |
| 150 | ALTINTEPE-SUŞEHRİ HES | Ypm Elektrik Üretim A.Ş. | KANAL | 2007 | 4,08 | 24,31 | Santral vinci, kapaklar |
| | BEYPINARI-SUŞEHRİ HES | | KANAL | 2007 | 3,69 | 23,10 | |
| | GÖLOVA HES-SUŞEHRİ HES | | KANAL | 2009 | 1,05 | 4,00 | |
| | KONAK-SUŞEHRİ HES | | KANAL | 2007 | 4,02 | 25,16 | |
| | SEVİNDİK HES-SUŞEHRİ HES | | KANAL | 2009 | 5,71 | 25,00 | |
| 151 | ANAK HES | Kor-en Korkuteli Elekt.Üret. San. Ve Tic. A.Ş. | KANAL | 2012 | 3,76 | 15,07 | |
| 152 | ANDIRIN HES | Tektuğ Elk Üretim A.Ş. | KANAL | 2007 | 40,50 | 105,00 | Cebri boru, hidromekanik ekipman. |
| 153 | ARAKLI I REG. | Yüceyurt Enerji Üret. Tic. | KANAL | 2012 | 14,91 | 50,00 | |

| No | Proje Adı | İşleten Kuruluş | Tipi | İşletme Alınma Tarihi | Kurulu Güç (Mwe) | Ort. Enerji Ürt. (Gwh/Yıl) | Yerli İmalatlar (Tablo Sonundaki Açıklamalar) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **VE HES** | ve San. A.Ş. | | | | | |
| 154 | **ARALIK HES** | Kar-En Karadeniz Elekt. ve Ürt. Tic. A.Ş. | KANAL | 2010 | 12,41 | 40,00 | **Santral vinci, cebri boru, ızgara, kapak ve kadırma mekanizmaları, vana** |
| 155 | **ARCA REG. VE HES** | Gürsu Temiz Enerji Ürt. A. Ş. | KANAL | 2012 | 16,35 | 58,18 | |
| 156 | **ARPA REG. VE HES** | MCK Elektrik Üretim A.Ş. | KANAL | 2012 | 32,41 | 76,36 | |
| 157 | **AŞAĞIDALAMAN I HES (OTOP)** | Bereket Enerji Üretim. A.Ş. | KANAL | 2000 | 7,50 | 30,00 | **Cebri boru, kapaklar, kapak kaldırmalar, vanalar ve vinç, (yerel)** |
| | **AŞAĞIDALAMAN II HES (OTOP)** | | KANAL | 2001 | 7,50 | 30,00 | |
| | **AŞAĞIDALAMAN III HES (OTOP)** | | KANAL | 2002 | 7,50 | 30,00 | |
| | **AŞAĞIDALAMAN IV HES (OTOP)** | | KANAL | 2002 | 7,50 | 30,00 | |
| | **AŞAĞIDALAMAN V HES (OTOP)** | | KANAL | 2003 | 7,50 | 30,00 | |
| 158 | **AVCILAR REG. VE HES** | Avcılar Enerji Elektik Üretim A. Ş. | KANAL | 2012 | 16,74 | 46,40 | |
| 159 | **AYANCIK HES** | İlk Elk En Ür A.Ş. | KANAL | 2012 | 8,58 | 30,03 | |
| 160 | **AYVASIL REGÜLATÖRÜ VE HES** | Kaçkar En. Elk. Üre. A.Ş. | KANAL | 2012 | 4,16 | 13,65 | |
| 161 | **AZMAK I-II VE KİRPİLİK HES** | Özgür Elek. Ürt. A.Ş. | KANAL | 2010 | 24,41 | 90,50 | |
| 162 | **BAĞCI-BEYOBASI HES (OTOP)** | Bağcı-Beyobası Yaprak Su Ür. Ve En.A.Ş. | KANAL | 1998 | 0,30 | 1,70 | |
| 163 | **BAĞIŞLI REG. VE HES** | Ceykar Elk. Ürt. A.Ş. | KANAL | 2009 | 29,57 | 95,00 | **Cebri boru, kapaklar, vinçler** |
| 164 | **BAĞIŞTAŞ II BARAJI VE HES** | Akdenizli Elk. Ürt. A.Ş. | KANAL | 2012 | 48,60 | 181,25 | |
| 165 | **BALKODU I REG. VE HES** | Bta Enerji Elektrik Üretim İnş.San.Ve Tic.Ltd.Şti. | KANAL | 2011 | 9,19 | 35,00 | ***Türbin manifold ve hücresi**** |
| 166 | **BALKUSAN BARAJI VE HES** | Karen Kahramanmaraş Elekt. Üret. A.Ş. | BARAJ | 2012 | 38,00 | 120,50 | ***Türbin manifold ve hücresi**** |
| 167 | **BANGAL REG VE KUŞLUK HES** | Kudret Enerji Elekt. Üret. A.Ş | KANAL | 2012 | 17,52 | 56,00 | **Manifold giriş flanşı ve türbin yuvası*** |
| 168 | **BAŞAK HES** | Nisan Elektromekanik Enerji San.Ve Tic.Ltd.Şti. | KANAL | 2010 | 7,07 | 21,50 | |
| 169 | **BAŞARAN HES** | Ekin Hidro Elk. Ürt Ltd. Şti. | KANAL | 2006 | 0,55 | 4,27 | |
| 170 | **BAYBURT HES** | Bayburt Enerji Üretim Ve Ticaret A.Ş. | KANAL | 2010 | 14,63 | 60,00 | **Cebri boru, giriş ızgara ve kapakları, santral vinci** |
| 171 | **BAYRAMHACILI BARAJI VE HES** | Senerji En Ür Aş | BARAJ | 2011 | 47,00 | 166,00 | **Cebri borular, hidromekanik ekipmanlar, vinçler** |
| 172 | **BAYRAMLI HES** | Akua En Ür Aş | KANAL | 2012 | 0,66 | 3,20 | |
| 173 | **BEKTEMUR HES** | Diz-Ep Elektrik Üretim A.Ş. | KANAL | 2012 | 3,49 | 19,00 | |
| 174 | **BEREKET I HES (SERBEST ÜRT)** | Bereket Enerji Üretim. A.Ş. | KANAL | 1997 | 3,15 | 16,00 | **Cebri boru, kapaklar, kapak kaldırmalar, vanalar ve vinç (yerel)** |
| | **BEREKET II** | Bereket Enerji Üretim. | KANAL | 1997 | | | |

| No | Proje Adı | İşleten Kuruluş | Tipi | İşletme Alınma Tarihi | Kurulu Güç (Mwe) | Ort. Enerji Ürt. (Gwh/Yıl) | Yerli İmalatlar (Tablo Sonundaki Açıklamalar) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **HES (SERBEST ÜRT)** | A.Ş. | | | | | |
| 175 | **BİRKAPILI HES (SERBEST ÜRT)** | Ere Hidroelektrik Üretim Ve Tic. A. Ş. Enerjisa Enerji Ürt. A. Ş. | KANAL | 2004 | 48,50 | 74,80 | **Santral vinci, kapaklar** |
| 176 | **BOYABAT BARAJI VE HES** | Boyabat Elek. Ürt. Ve Tic.Ltd.Şti. | BARAJ | 2012 | 513,00 | 1.470,00 | ***Türbin rotor ve diğer parçaları*, hidromekanik ekipmanlar, salyangoz, ve stay ringi, emme borusu kaplama ve konisi**** |
| 177 | **BUCAKKÖY HES** | Bucak Yenilenebilir Enerji Üretim A. Ş. | KANAL | 2012 | 9,60 | 44,00 | |
| 178 | **BULAM REG VE HES** | Mem Enerji Elektrik Üretim San. Ve Tic. A.Ş. | KANAL | 2010 | 7,11 | 33,00 | |
| 179 | **BURÇAK HES** | Suata En Müh Müş San Ve Tic Ltd Şti | KANAL | 2013 | 66,29 | 224,00 | |
| 180 | **BURÇ BENDİ VE HES** | Akkur En. | KANAL | 2004 | 27,33 | 112,00 | |
| 181 | **BÜYÜKDÜZ HES** | Ayen Enerji A.Ş | BARAJ+ KANAL | 2012 | 68,862 | 192 | ***Türbin vanası, türbin manifold ve hücresi**** |
| 182 | **CAN I HES** | Hed Elk. Ürt. A.Ş. | KANAL | 2012 | 1,84 | 11,00 | |
| 183 | **CANSU HES** | Cansu Elk.Ürt.A.Ş. | KANAL | 2008 | 11,00 | 47,00 | **Izgara ve kapaklar** |
| 184 | **CEVHER I-II HES** | Özcevher Enerji Elektrik Ürt. A. Ş. | KANAL | 2011 | 16,38 | 51,18 | |
| 185 | **CEVİZLİDERE HES** | Bolsu Ener. Elek. Ürt. San. Ve Tic.Ltd.Şti. | KANAL | 2013 | 3,40 | 10,35 | |
| 186 | **CEVİZLİK BARAJI VE HES** | Akım Ener Ürt. San. Ve Tic. A.Ş. | BARAJ | 2010 | 91,40 | 360,00 | **Cebri boru, kapak ve kaldırma mekanizmaları, vinçler, ızgara temizleme makinaları** |
| 187 | **CEYHAN HES** | Enova Ener. Ürt. A.Ş. | BARAJ | 2010 | 60,00 | 250,00 | **Emme borusu ve gömülü çelik kaplama*, hidromekanik ekipman** |
| 188 | **CİNDERE HES** | Entek En Tekn San Ve Tic Ltd Şti | BARAJ | 2010 | 28,72 | 88,10 | **Hidromekanik ekipman, santral vinci, cebri boru** |
| 189 | **CÜNİŞ REG. VE HES** | Rinerji Rize Elektrik Üret. A.Ş. | KANAL | 2012 | 8,41 | 29,26 | **Türbin** |
| 190 | **ÇAĞLAYAN REG. VE HES** | Çağlayan Hes Enerji Üretim A.Ş. | KANAL | 2012 | 6,00 | 24,00 | |
| 191 | **ÇAKIRLAR HES** | Anadolu Elek. Ürt.Tic. San. A.Ş. | KANAL | 2009 | 16,21 | 59,93 | **Cebri boru, kapaklar, kapaklar, türbin manifold ve hücresi*** |
| 192 | **ÇAKIRMAN REG. VE HES** | Yusaka Enerji | KANAL | 2011 | 6,98 | 22,00 | |
| 193 | **ÇAKIT HES** | E.R.S.En. A.Ş. | KANAL | 2011 | 20,00 | 95,00 | |
| 194 | **ÇALDERE HES** | Çaldere Elk. Ürt.A.Ş. | KANAL | 2008 | 8,74 | 35,00 | **Santral vinci, vanalar** |
| 195 | **ÇALKIŞLA REG. VE HES** | İç-En Elk. Ürt. Ve Tic. A.Ş. | KANAL | 2008 | 12,63 | 17,26 | **Emme tübü dirseği*** |
| 196 | **ÇAMLICA III HES** | Çamlıca Elektrik Üretimi A. Ş. | KANAL | 2011 | 27,62 | 94,47 | |
| 197 | **ÇAMLIKAYA HES** | Çamlıkaya Enerji Üretim Ve Tic. A.Ş. | KANAL | 2011 | 8,47 | 35,10 | |
| 198 | **ÇANAKÇI HES** | Can En Enteg. Elk Ür Aş. | KANAL | 2011 | 9,16 | 33,00 | |
| 199 | **ÇARŞAMBA REG. VE HES** | Çarşamba En. Elk. Ür. Aş | KANAL | 2012 | 11,31 | 62,77 | |
| 200 | **ÇATALOLUK HES** | Beytek Elk Ür A. Ş. | KANAL | 2011 | 9,54 | 32,00 | **Santral vinci, kapaklar, cebri boru, vana** |
| 201 | **ÇAYGÖREN HES** | Su Ener. Maden San.A.Ş. | BARAJ | 2006 | 3,60 | 20,66 | **Cebri boru, kelebek ve konik vana.** |
| 202 | **ÇELTİKDERE HES** | Bolsu Ener. Elek. Ürt. San. Ve Tic.Ltd.Şti. | KANAL | 2012 | 2,15 | 6,26 | |
| 203 | **ÇENGER REG. VE HES** | Kanyon Yenil. En. Üre. Tic A.Ş. | KANAL | 2012 | 20,12 | 32,29 | |
| 204 | **ÇEŞMEBAŞI** | Gimak En. Üre. Ltd. Şti. | KANAL | 2011 | 8,20 | 60,00 | |

| No | Proje Adı | İşleten Kuruluş | Tipi | İşletme Alınma Tarihi | Kurulu Güç (Mwe) | Ort. Enerji Ürt. (Gwh/Yıl) | Yerli İmalatlar (Tablo Sonundaki Açıklamalar) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **HES** | | | | | | |
| 205 | **ÇINAR I HES** | Aycan Enerji Üretim Ticaret Ve Sanayi A.Ş. | KANAL | 2012 | 9,26 | 35,00 | |
| 206 | **ÇIRAKDAMI REG. VE HES** | Karadeniz Hidroelektrik Enerjiden Elekt. Üret.Ltd.Şti. | KANAL | 2012 | 48,5 | 140 | |
| 207 | **ÇOBANLI HES** | Hidro-D Hid. Ener. Üre. Aş | KANAL | 2013 | 19,03 | 70 | **Santral vinci** |
| 208 | **ÇUKURÇAYI HES** | Aydemir Ener. San. Ve Tic. Ltd. Şti Aydemir Elektrik Üretim A. Ş. | KANAL | 2011 | 3,60 | 16,51 | |
| 209 | **DAMLAPINAR HES** | Cenay Elk. İnş. San Ve Tic. Ltd. Şti. | KANAL | 2011 | 16,43 | 92,20 | **Cebri boru, ızgara, düz ve radyal kapak ve kaldırma mekanizmaları** |
| 210 | **DARAN HES** | Kurtsuyu Ener. Elek. Ürt. Ve Tic. Ltd. Şti. | KANAL | 2013 | 67,16 | 185,00 | |
| 211 | **DARCA HES** | Bükor Elektrik Üretim | Topuk Sant. | 2011 | 8,92 | 63,00 | |
| 212 | **DARICA HES 1** | Yapısan San.. A.Ş. | KANAL | 2009 | 110,32 | 370,00 | **Santral vinci, diğer vinçler, kapaklar, cebri boru, vana** |
| 213 | **DEFNE HES** | Nuryol Ener. Ürt. Dış.Tic.Mer.Ve Orm.Ür. Tic Ve San Ltd Şti. | KANAL | 2009 | 7,23 | 22,00 | |
| 214 | **DEĞİRMENÜSTÜ HES** | Değirmenüstü Enerji. Tic. San.A.Ş. | KANAL | 2008 | 38,72 | 114,26 | |
| 215 | **DEMİRCİLER HES** | Pak Enerji Üretimi Sanç. Ve Tic.A.Ş. | KANAL | 2012 | 8,44 | 30,50 | ***Salyangoz, emme borusu kaplaması ve konisi*,*** **hidromekanik ekipman** |
| 216 | **DİM BAR VE HES** | Diler Elektrik Üretim A.Ş. | KANAL | 2008 | 38,25 | 123,00 | **Cebri boru, hidromekanik ekipmanlar, santral vinci, diğer vinçler, branşman, kapaklar, emme boruları** |
| 217 | **DİNAR REG VE HES** | Elda Elk Ür Ltd Şti | KANAL | 2008 | 4,44 | 16,00 | |
| 218 | **DİYOBAN HES** | Ati İnş.Ener. Ürt. Ve Tic. Ve Ltd. Şti. | KANAL | 2013 | 19,04 | 35,79 | |
| 219 | **DODURGALAR HES** | Elta Elektrik Üretim Ltd. Şti. | KANAL | 2008 | 3,66 | 14,90 | |
| 220 | **DOĞANKAYA HES** | Mar-En Enerji Üret. Tic. Ve San. A.Ş. | KANAL | 2012 | 20,55 | 97,96 | |
| 221 | **DUMLU REG. VE HES** | Dumlu Enerji Elekt. Üretim. San. Tic. Ltd. Şti. | KANAL | 2012 | 3,98 | 11 | **Türbin*** |
| 222 | **DURU 1 REG VE HES** | Durucasu Enerji | KANAL | 2013 | 5,29 | 20,07 | |
| 223 | **DURU 2 REG. VE HES** | İs-Ka Elk. En. Ürt Ve Tic. Ltd. Şti. Durucasu Elektrik Üretim Ve Tic. Ltd. Şti. | KANAL | 2011 | 4,49 | 16,00 | |
| 224 | **EGE I HES** | Denizli Elek. Ürt. A.Ş. | KANAL | 2009 | 0,92 | 4,38 | |
| 225 | **EGEMEN-I HES** | Enersis Elk. Üre. Ltd. Şti. | KANAL | 2009 | 19,92 | 72,00 | |
| 226 | **EĞER HES** | Eger Elektrik Üretim Ltd.Şti. | KANAL | 2012 | 1,92 | 10,00 | |
| 227 | **EĞLENCE II HES** | Egenda Ege Enerji Ürt. A. Ş. | KANAL | 2013 | 26,00 | 85,00 | |
| 228 | **ERENKÖY HES** | Türkerler İnş. Turz. Mad. En. Üre.Tic. San A.Ş Nehir Hes Enerji Yat. Ürt. İnş. Ve Tic. A. Ş. | KANAL | 2012 | 22,50 | 86,97 | |
| 229 | **ERENLER HES** | S.M.Z. En. Ür İnş Taah San Ve Tic Ltd Şti Bme Birleşik Müteahhitler Enerji Ürt. Ve Tic. A. Ş. | KANAL | 2012 | 45,00 | 125,00 | |
| 230 | **ERFELEK HES** | Birim Hidroelektrik Ür San Tic Ltd Şti | KANAL | 2012 | 6,45 | 20,00 | |
| 231 | **ERKENEK REG. VE HES** | Tektuğ Elk. Enerji Ürt. A.Ş. | KANAL | 2009 | 13,03 | 52,00 | **Hidromekanik ekipman.** |
| 232 | **ESENDURAK HES** | Meral Elektrik Üretim Anonim Şirketi | KANAL | 2012 | 9,33 | 42,00 | |
| 233 | **EŞEN I HES** | Göltaş Enerji Elektrik Üretim A.Ş. | BARAJ | 2011 | 60,00 | 206,00 | **Cebri boru ve branşman** |
| | **EŞEN II HES (SERBEST ÜRT)** | | KANAL | 2002 | 42,00 | 187,50 | **Giriş yapısı ızgaraları, kapaklarıve regülatör kapakları, emme borusu kapakları, türbin kelebek vanası, santral vinci, cebri boru (lokal), *türbin manifold ve hücresi*** |

| No | Proje Adı | İşleten Kuruluş | Tipi | İşletme Alınma Tarihi | Kurulu Güç (Mwe) | Ort. Enerji Ürt. (Gwh/Yıl) | Yerli İmalatlar (Tablo Sonundaki Açıklamalar) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 234 | **FEKE I HES** | Akkur Enerji Üret. Tic. Ve San.A.Ş. | KANAL | 2012 | 29,40 | 117,00 | |
| 235 | **FEKE II BARAJI VE HES** | Akkur Eneri Üretim Tic. ve San. A.Ş. | BARAJ | 2002 | 69,35 | 223,00 | **Vana** |
| 236 | **FESLEK HES (SERBEST ÜRT)** | Bereket Enerji Üretim. A.Ş. | KANAL | 2004 | 8,84 | 41,00 | **Cebri boru* , kapaklar, emme borusu konisi*, kapak kaldırmalar ve vinç, (yerel)** |
| 237 | **FINDIK HES** | Adv Bilişim Teknolojisi Hizm.Danış. Ve Eğitim Tic. Ltd. Şti. | KANAL | 2012 | 19,75 | 36,00 | |
| 238 | **FIRNIS HES** | Maraş Enerji Yat. San. A.Ş. | KANAL | 2008 | 9,26 | 36,00 | |
| 239 | **GARZAN BARAJI VE HES** | Fernas Ener. Elek. Ürt. A.Ş. | BARAJ | 2012 | 47,45 | 210,00 | |
| 240 | **GEMCİLER REG.VE HES** | Boztepe Enerji Üretim Pazarlama A.Ş. | KANAL | 2012 | 7,98 | 40,26 | |
| 241 | **GÖK HES** | Gök Ener. Elek. San. V Tic. A.Ş. | KANAL | 2008 | 10,01 | 43,00 | |
| 242 | **GÖKGEDİK HES** | Uhud En Ür Tic Ve San A. Ş. | KANAL | 2012 | 24,27 | 60,26 | |
| 243 | **GÖKMEN HES** | Su Gücü Elektrik Üretim Ltd. Şti. | KANAL | 2011 | 2,87 | 13,20 | |
| 244 | **GÖKYAR HES** | Bereket Enerji Üretim. A.Ş. | KANAL | 2006 | 10,80 | 60,00 | |
| 245 | **GÖZEDE I HES** | Temsa Elk. Ürt.Ltd.Şti | KANAL | 2008 | 2,30 | 4,28 | |
| 246 | **GÖZEDE II HES** | Temsa Elk. Ür Ltd.Şti | KANAL | 2013 | 4,00 | 9,31 | |
| 247 | **GÜDÜL I-II HES** | Kanyon Yenilenebilir Enerji Üretim Ticaret Anonim Şirketi | KANAL | 2008 | 7,24 | 44,00 | **Cebri boru, ızgara, kapak ve kaldırma mekanizmaları** |
| 248 | **GÜLLÜBAĞ BARAJI VE HES** | Senerji Enerji Üretim A.Ş. | BARAJ | 2012 | 96,00 | 314,00 | **Cebri boru, radyal ve düz kapaklar ve kaldırma mekanizmaları, vinçler** |
| 249 | **GÜNAYŞE REG. VE HES** | Öztay Enrj. Elek. Ürt. A.Ş. | KANAL | 2009 | 8,30 | 27,36 | |
| 250 | **GÜNDER HES** | Arık Enerji Üretim A.Ş. | BARAJ | 2012 | 28,22 | 73,58 | ***Türbin manifold ve hücresi**** |
| 251 | **GÜNEŞLİ HES** | Özyakut Elek: Ürt: A.Ş. | KANAL | 2009 | 1,80 | 4,28 | |
| 252 | **GÜNEŞLİ II HES** | Asya Ener. Elek. Ürt. San.Tic. A.Ş. | KANAL | 2012 | 12,38 | 61,00 | |
| 253 | **GÜZELÇAY I HES** | İlk Elk En Ür A.Ş. | KANAL | 2009 | 8,10 | 40,00 | |
| 254 | **HACILAR (GÖKPINAR) (OTOP)** | Yapısan San.. A.Ş. | KANAL | 2004 | 13,00 | 88,00 | **Cebri boru, vana** |
| 255 | **HACININOĞLU KANDİL HES** | Enerjisa | KANAL | 2011 | 142,28 | 334,02 | **Enerji tüneli çelik kaplaması ve tranzisyonları, cebri boru ve manifold, radyal kapak ve kaldırma düzenleri, sualma kapak ve kaldırma düzenleri, dipten boşaltma radyal kapakları, sürgülü emniyet vanası, santral vinci, diğer vinçler, ızgaralar, ızgara temizleme makinesi, emme borusu, salyangoz, hız ringive gömülü çelik kaplama*** |
| 256 | **HAMZALI HES** | Mng Elektrik Üretimi Ve Tic. A. Ş. Turkon-Mng Elk Ür A.Ş. | KANAL | 2008 | 16,70 | 90,00 | **Santral vinci** |
| 257 | **HASANLAR KANAL HES** | Düzce Enerji Birliği İmalat İşletme San. Ve Tic. A. Ş. | KANAL | 2011 | 4,67 | 21,00 | |
| 258 | **HORU HES** | Maraş Enerji Yatırımları San. Ve Tic. A.Ş. | KANAL | 2012 | 8,48 | 30,00 | |
| 259 | **HORYAN HES** | Horyan Enerji A.Ş. | KANAL | 2012 | 5,68 | 21 | |
| 260 | **İNCESU HES** | Aksa Ener. Ürt. A.Ş. | KANAL | 2011 | 14,50 | 48,00 | **Salyangoz ve emme borusu*** |
| 261 | **İNCİRLİ HES** | Laskar Ener. Ürt. Paz. A.Ş. | KANAL | 2011 | 25,20 | 126,00 | |
| 262 | **KABACA REGÜLATÖRÜ** | Erva Enerji. Elk. Ürt. A.Ş. | KANAL | 2009 | 8,48 | 32,42 | |

| No | Proje Adı | İşleten Kuruluş | Tipi | İşletme Alınma Tarihi | Kurulu Güç (Mwe) | Ort. Enerji Ürt. (Gwh/Yıl) | Yerli İmalatlar (Tablo Sonundaki Açıklamalar) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **VE HES** | | | | | | |
| 263 | **KAHRAMAN REG. VE HES** | Katırcıoğlu Elek. Ürt. Ltd. Şti. | KANAL | 2009 | 1,42 | 5,50 | |
| 264 | **KAHTA I HES** | Erdem Yıldız Oto.İltş.Turz.Pet.San.Vetic. | KANAL | 2009 | 7,12 | 40,16 | |
| 265 | **KALE HES** | Kale Enerji Üretim Tic. Ve San. A.Ş. | KANAL | 2009 | 34,13 | 107,00 | ***Türbin vanası,*** **santral vinci, kapaklar, cebri boru** |
| 266 | **KALE HES** | Avkal Enerji Elekt. Ürt. Ve Tic. A. Ş. | KANAL | 2013 | 29,25 | 108,00 | |
| 267 | **KALE REG. VE HES** | Asa En.. Elk. Ürt. San. A.Ş. | KANAL | 2010 | 9,50 | 40,00 | |
| 268 | **KALEALTI HES** | Tektuğ Elk. Enerji Ürt. A.Ş. | KANAL | 2006 | 15,00 | 51,64 | **Cebri boru, hidromekanik ekipman** |
| 269 | **KALECİK HES** | Enerka Kelcik Elektrik Ürt. Ve Paz. A. Ş. | KANAL | 2012 | 19,11 | 90,00 | |
| 270 | **KALEN I HES** | Kalen Enr. Elk Ürt.A.Ş. | KANAL | 2008 | 31,30 | 100,00 | **Cebri boru, branşman, santral vinci, vana** |
| | **KALEN II HES** | | KANAL | 2009 | | | |
| | **AKSU HES** | | KANAL | 2011 | 5,20 | 20,00 | **Cebri boru, konik vana, gömülü çelik kaplama** |
| 271 | **KALETEPE HES** | Mehmet Yılmaz Elek.Ürt. Ltd. Şti. Kayen Alfa En Elk Ür Ltd Şti | KANAL | 2009 | 10,80 | 40,00 | |
| 272 | **KARAKÖY HES** | Karaköy Elektrik Üretim Ve Ticaret Ltd. Şti. | KANAL | 2013 | 4,04 | 11,00 | |
| 273 | **KARASU HES** | Kurteks Tekstil Enerji Tic. Ve San. A.Ş. | KANAL | 2007 | 2,40 | 18,72 | |
| 274 | **KARASU I HES** | İdeal En Ür San A Ş. | KANAL | 2011 | 3,84 | 21,56 | |
| 275 | **KARASU II HES** | İdeal En Ür San A Ş. | KANAL | 2011 | 3,08 | 18,97 | |
| 276 | **KARASU IV-2** | İdeal En Ür San A Ş. | KANAL | 2011 | 10,35 | 57,76 | |
| 277 | **KARASU IV-3** | İdeal En Ür San A Ş. | KANAL | 2011 | 4,60 | 21,62 | |
| 278 | **KARASU V HES** | İdeal En Ür San A Ş. | KANAL | 2011 | 4,10 | 24,27 | |
| 279 | **KARGILIK HES (SERBEST ÜRT)** | Tek-Tuğ Aş | KANAL | 2005 | 23,00 | 71,00 | **Cebri boru, radyal kapak ve kaldırma, regülatör kapakları, batardo kapakları, silt kapakları, ızgaralar, emme borusu kapakları, salyangoz*, sabit çember*, emme borusu*, santral vinci** |
| 280 | **KARŞIYAKA HES** | Akua En. Ürt. Ve Paz. San. Ve Tic. A.Ş. | KANAL | 2011 | 1,59 | 8,32 | |
| 281 | **KARTALKAYA HES** | Sır Enerji Üret. San. Ve Tic. A.Ş. | BARAJ | 2011 | 8,00 | 26,51 | |
| 282 | **KAVAKÇALI HES** | Pak Enerji Ürt. San. Ve Tic. A.Ş. | KANAL | 2013 | 11,14 | 39,02 | |
| 283 | **KAYABÜKÜ HES** | Elite Elek. Ürt. Ve Elektro.Mak.San.T.L.Şt | KANAL | 2005 | 14,61 | 50,00 | |
| 284 | **KAYAKÖPRÜ II HES** | Arsan En A.Ş. | KANAL | 2012 | 38,60 | 105,00 | |
| 285 | **KAYALIK REG.VE HES** | Akua Enerji Üretim.A.Ş | KANAL | 2009 | 5,76 | 25,00 | |
| 286 | **KEBAN DERESİ HES** | Tek-Tuğ Aş | KANAL | 2007 | 5,38 | 31,68 | **Cebri boru, hidromekanik ekipman** |
| 287 | **KEKLİCEK HES** | KARMAVİ ELEKTRİK ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ | KANAL | 2008 | 8,67 | 25,02 | **Cebri boru, hidromekanik ekipman** |
| 288 | **KEPEZKAYA HES** | Selen Elk. San. Ve Tic. A.Ş. | KANAL | 2008 | 28,00 | 123,00 | **Cebri boru, ızgara, düz ve radyal kapak ve kaldırma mekanizmaları** |
| 289 | **KESME REG VE HES** | Earc En. Elk. Ürt. Lt. Şti. Kıvanç Enerji Elektrik Ürt. San. Ve Tic. A. Ş. | KANAL | 2011 | 4,61 | 16,10 | |
| 290 | **KIRAN HES** | Arsan En. A.Ş. | KANAL | 2011 | 9,74 | 41,00 | |
| 291 | **KIRIKDAĞ HES** | Özenir Enerji Elektrik Ür. San. Ve Tic. Aş | KANAL | 2012 | 16,86 | 61,92 | ***Manifold ve hücre**** |
| 292 | **KİRAZDERE HES** | Kızkale Elk.Ür.A.Ş. | KANAL | 2011 | 0,38 | 1,44 | |

| No | Proje Adı | İşleten Kuruluş | Tipi | İşletme Alınma Tarihi | Kurulu Güç (Mwe) | Ort. Enerji Ürt. (Gwh/Yıl) | Yerli İmalatlar (Tablo Sonundaki Açıklamalar) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **(KIZKALESİ HES)** | | | | | | |
| 293 | **KOÇAK HES** | Prestij En. Üre. San. Tic. A.Ş. | KANAL | 2013 | 24,11 | 69,00 | |
| 294 | **KORUKÖY HES** | Akar En San Ve Tic Ltd. Şti. | İSALE HATTI | 2011 | 3,03 | 22,00 | |
| 295 | **KOYULHİSAR** | Bereket Enerji Üretim. A.Ş. | KANAL | 2009 | 63,00 | 330,00 | |
| 296 | **KOZAK BENDİ VE HES** | Şirikçioğlu Elektrik Üretim A. Ş. | KANAL | 2009 | 4,40 | 13,34 | |
| 297 | **KOZAN HES (KOZAN BARAJI DİPSAVAK ÇIKIŞI)** | Ser-Er Enerji Ürt. Ve Tic. A.Ş. | KANAL | 2009 | 4,68 | 10,00 | |
| 298 | **KOZDERE HES** | Ado Mad.San.Ve Tic. A.Ş. Ado Madencilik Elektrik Ürt. San. Ve Tic. A. Ş. | KANAL | 2011 | 9,27 | 41,00 | |
| 299 | **KÖKNAR HES** | Aycan Enerji Üretim Ticaret Ve Sanayi A.Ş. | KANAL | 2012 | 8,02 | 30,00 | |
| 300 | **KÖPRÜ BARAJI VE HES** | Enerjisa En. Ürt. A.Ş | BARAJ | 2013 | 155,85 | 378,38 | |
| 301 | **KÖPRÜBAŞI BARAJI VE HES** | Yüksel En. Elk. Üre. Tic. A.Ş. | BARAJ | 2011 | 74,00 | 203,00 | **Santral Vinci, kapak şaftı vinci** |
| 302 | **KÖYOBASI HES** | Şirikçioğlu Elektrik Üretim Aş | KANAL | 2011 | 1,07 | 4,60 | |
| 303 | **KULP I HES** | Yıldızlar Enerji Elektrik Üretim A.Ş. | KANAL | 2011 | 22,92 | 78,00 | |
| 304 | **KULP IV HES** | Yıldızlar Enerji Elektrik Üretim A.Ş. | KANAL | 2010 | 12,30 | 36,00 | |
| 305 | **KUMKÖY HES** | Ic İçtaş En Ür A Ş. Kumköy Enerji Üretim A. Ş. | KANAL | 2011 | 17,50 | 97,70 | **Çelik kaplama kuyruksuyu kapakları, santral vinci, ızgaralar, kapak ve kaldırma mekanizmaları, vinçler** |
| 306 | **KÜRCE HES** | Dedegöl En Yat A.Ş. | KANAL | 2011 | 12,05 | 47,56 | |
| 307 | **LAMAS III-IV HES** | Tgt Enerji Ürt. Ve Tic. A.Ş. | KANAL | 2009 | 35,26 | 120,00 | **Hidromekanik ekipmanlar, kapaklar, vinçler, türbin manifold ve hücresi*** |
| 308 | **MAVİ HES** | Cese Enerji Üretim Ve Tic. A. Ş. | KANAL | 2013 | 11,39 | 40,00 | |
| 309 | **MENGE BARAJI VE HES** | Enerjisa Enerji Üretim A. Ş. | BARAJ | 2011 | 89,42 | 203,14 | ***Salyangoz, emme borusu, üst ve alt pit liner, jeneratör parçaları*, santral vinci*** |
| 310 | **MENTAŞ REG. VE HES** | Bereket Enerji Ürt.San Ve Tic.A.Ş. | KANAL | 2006 | 49,60 | 163,00 | |
| 311 | **MEREKLER REG. VE ALGÖLÜ HES** | Cese Enerji Üretim Ve Tic. A. Ş. | KANAL | 2012 | 11,16 | 40,00 | |
| 312 | **MİDİLLİ REG. VE HES** | Masat Enerji Elekt.Üret.Ve Tic. Ltd.Şti | KANAL | 2012 | 32,548 | 125 | |
| 313 | **MOLU HES** | Karsu Tekstil San. Ve Tic. Aş. | KANAL | 2001 | 3,20 | 12,50 | **Cebri boru, regülatör kapakları, salyangoz, türbin giriş ve emme borusu*** |
| 314 | **MURADİYE - AYRANCILAR (ŞELALE-AYRANCILAR HES)** | Beta İnş. Turz. Tic.Ltd.Şti. Muradiye Elektrik Üretim A. Ş. | KANAL | 2011 | 41,45 | 170,00 | |
| 315 | **MURAT-I-II HES** | Murat Hes En. Elk. Ürt. Ve Tic. Ltd. Şti. | KANAL | 2012 | 35,63 | 130,00 | |
| 316 | **MURATLI REG. VE HES** | Armahes Elek. Ürt. A.Ş. | KANAL | 2011 | 37,70 | 130,00 | |
| 317 | **MURGUL HES** | Eti Bakır A.Ş. | KANAL | 2010 | 24,20 | 67,00 | |
| 318 | **MURSAL I-II HES** | Peta Müh.Ener. Turz. San.Ve Tic. A.Ş. | KANAL | 2010 | 8,68 | 41,00 | **Santral vinci, cebri boru** |
| 319 | **NARİNKALE HES** | Ebd Ener.Ürt. Ve Tic. A.Ş: | KANAL | 2010 | 30,60 | 111,72 | **Cebri boru, düz ve radyal kapaklar** |
| 320 | **NİKSAR HES** | Niksar Enerji Üret. Ltd.Şti. | BARAJ | 2012 | 40,16 | 248 | ***Emme borusu**** |

| No | Proje Adı | İşleten Kuruluş | Tipi | İşletme Alınma Tarihi | Kurulu Güç (Mwe) | Ort. Enerji Ürt. (Gwh/Yıl) | Yerli İmalatlar (Tablo Sonundaki Açıklamalar) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 321 | **OSMANCIK HES** | Turhal En Ür Elk Ve Tic Ltd Şti | KANAL | 2013 | 9,03 | 31 | |
| 322 | **OTLUCA HES** | Beyobası En Ür Aş | KANAL | 2011 | 37,54 | 224,00 | |
| 323 | **ÖREN HES** | Çelikler Elek. Ürt. A.Ş. | KANAL | 2011 | 26,58 | 85,00 | |
| 324 | **PAMUK REG. VE HES (SERBEST ÜRT)** | Pamuk Hes Elk.Ürt.A.Ş. | KANAL | 2004 | 23,00 | 93,20 | **Derivasyon kapakları, sluice kapaklar, batardo kapakları, ızgara, kapak kaldırmalar, santral vinci, 1 kapak kaldırma portal vinci** |
| 325 | **PAMUKOVA HES (SERBEST ÜRT)** | Karel | KANAL | 2000 | 9,30 | 55,00 | **Sualma ve emme borusu kapakları** |
| 326 | **PAPART HES** | Elite Elk. Ür Ve Mak San Tic. A.Ş. | KANAL | 2012 | 26,60 | 64,32 | |
| 327 | **PAŞA REG. VE HES** | Özgür Elektrik Ür.Aş | KANAL | 2012 | 8,68 | 34,00 | |
| 328 | **PINAR REG. VE HES** | Tüm Enerji. Ve Tic. A.Ş. | KANAL | 2009 | 30,10 | 137,00 | |
| 329 | **PİRİNÇLİ HES** | Derya Elektrik Üretimi Ve Tic. A.Ş. | KANAL | 2013 | 18,68 | 150,00 | **Emme borusu ve konisi*** |
| 330 | **POLAT HES** | Elestaş Elk. Ürt. A.Ş | KANAL | 2012 | 6,56 | 23,36 | |
| 331 | **POYRAZ HES** | Yeşil Enerji Elektrik Üretim San. Tic. A.Ş. | KANAL | 2011 | 2,66 | 9,98 | |
| 332 | **REŞADİYE 1-2-3 HES** | Turkon Mng Elek. Üret. Ve Tic. A.Ş. | KANAL | 2010 | 64,28 | 450,00 | **Emme borusu dirsekleri*, santral vinci, cebri boru, ızgara, radyal ve düz kapaklar ve kaldırma mekanizmaları,, vana** |
| 333 | **SABUNSUYU II HES** | Ang Enerji Elektrik Üretim San. Ve Tic. A.Ş. | KANAL | 2010 | 7,35 | 25,00 | |
| 334 | **SANCAR HES** | Özalp İnş En Tic Ve San Ltd Şti<br>Melita Elk Ür San Ve Tic Ltd Şti | KANAL | 2012 | 0,74 | 4,00 | |
| 335 | **SARAÇBENDİ HES** | Güngör Elk Ür A.Ş.<br>Çamlıca Elk Ür A.Ş. | KANAL | 2011 | 25,49 | 101,49 | |
| 336 | **SARIHIDIR I HES** | Molu Enerji Ürt. A.Ş. | KANAL | 2011 | 6,00 | 23,00 | |
| 337 | **SARIKAVAK HES** | Özalp İnş.En. Tic.Ltd.Şti.<br>Göcekler Elk. Ürt. San Ve Tic Ltd. Şti<br>Eser Enerji Yat. A. Ş. (Ünv. Değişti) | KANAL | 2011 | 8,06 | 42,60 | |
| 338 | **SARIMEHMET HES** | Doğubay En. İnş. San. Tic. A.Ş. | KANAL | 2011 | 3,31 | 10,20 | |
| 339 | **SARITEPE HES** | Genel Dinamik Sistemler Elek. Ürt. A.Ş. | KANAL | 2009 | 4,90 | 17,00 | |
| 340 | **SARMAŞIK I HES** | Fetaş | KANAL | 2010 | 20,00 | 108,06 | **Cebri boru, ızgara, kapak ve kaldırma mekanizmaları, vana** |
| 341 | **SARMAŞIK II HES** | Fetaş | KANAL | 2010 | 21,58 | 95,30 | **Cebri boru, ızgara, kapak ve kaldırma mekanizmaları** |
| 342 | **SAYAN HES** | Karel Elektrik Ürt. A. Ş. | KANAL | 2011 | 14,90 | 48,30 | |
| 343 | **SEFAKÖY BARAJI VE HES** | Pure Ener. Ürt. A.Ş | BARAJ | 2011 | 33,11 | 140,00 | |
| 344 | **SELİMOĞLU REG.VE HES** | Hidro Kont. Elek. Ürt. A.Ş.<br>Arsın Enerji Elektrik Üretim Sanayi A. Ş. | KANAL | 2010 | 8,80 | 31,97 | **Salyangoz ve emme borusu*, cebri boru, ızgara, kapak ve kaldırma mekanizmaları, santral vinci** |
| 345 | **SEYRANTEPE BRJ VE HES** | Darenhes Elektrik Üretimi A. Ş.<br>Seyrantepe Hes Elektrik Üretimi A. Ş. | BARAJ | 2008 | 56,84 | 161,00 | **Hidromekanik ekipman, vinçler** |
| 346 | **SIRAKONAK LAR HES** | 2M Ener. Elek. Ürt. A.Ş. | KANAL | 2012 | 18,00 | 60,00 | ***Türbin manifold ve hücresi**** |
| 347 | **SIRMA HES** | Beyobası Ener. Üret.A.Ş. (Akfen Holding) | KANAL | 2009 | 5,85 | 23,20 | |
| 348 | **SOĞUKPINAR HES** | Arsan-Soğukpınar A.Ş. | KANAL | 2012 | 8,90 | 26,00 | |
| 349 | **SÖĞÜTLÜ** | Yenigün Ener. Ürt. A.Ş. | KANAL | 2011 | 6,13 | 22,32 | |

| No | Proje Adı | İşleten Kuruluş | Tipi | İşletme Alınma Tarihi | Kurulu Güç (Mwe) | Ort. Enerji Ürt. (Gwh/Yıl) | Yerli İmalatlar (Tablo Sonundaki Açıklamalar) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **KAYA (POSOF III) HES** | | | | | | |
| 350 | **SUGÖZÜ REG. VE KIZILDÜZ HES** | Ere Hidroelektrik Üretim Ve Tic. A.Ş. Enerjisa Enerji Üretim A. Ş. | KANAL | 2006 | 15,40 | 53,06 | **Kapaklar, *cebri boru*, santral vinci** |
| 351 | **SULUKÖY HES** | Du Elektrik Üretim A.Ş. | KANAL | 2012 | 6,92 | 20,00 | |
| 352 | **SÜLEYMANLI HES (OTOP)** | İskur Tekstil Enerji Ticaret Ve Sanayi A.Ş | KANAL | 2004 | 4,50 | 18,88 | |
| 353 | **SÜMER HES** | Fırtına Elk Ür A. Ş. | KANAL | 2010 | 21,24 | 70,00 | **Cebri boru, düz ve radyal kapak ve kapak kaldırma mekanizmaları, santral vinci** |
| 354 | **ŞİFRİN HES** | Bomonti Elektrik Müh. Müş. | KANAL | 2012 | 6,74 | 18,00 | |
| 355 | **TAHTA REG. VE HES** | Özgür Elek Ür. A.Ş. | KANAL | 2007 | 12,00 | 48,29 | |
| 356 | **TAŞOVA-YENİDERE KÖY HES** | Hameka Elk. Enerji Ürt. A.Ş. | KANAL | 2009 | 1,98 | 10,08 | |
| 357 | **TAYFUN HES** | Yeşil En. Ür. San. Tic. A.Ş. Kadirli Enerji Üretim A.Ş. | KANAL | 2008 | 0,82 | 5,28 | |
| 358 | **TEFEN HES** | Aksu Mad.San. Ve Elek. Ürt. Tic. A.Ş. | KANAL | 2011 | 33,00 | 141,00 | **Santral vinci, radyal kapaklar** |
| 359 | **TELEME REG.VE HES** | Tayen Elekt. Üret. A.Ş. | KANAL | 2012 | 1,57 | 10,86 | |
| 360 | **TELLİ-I HES** | Falanj Ener. Elek. Ürt. A.Ş. | KANAL | 2012 | 8,73 | 30,00 | |
| 361 | **TINAZTEPE HES** | Alp Elk. Ürt. A.Ş. | KANAL | 2008 | 7,50 | 35,00 | |
| 362 | **TOCAK I HES** | Yurt Enrj. Ürt. San. Ve Tic. Ltd.Şti | BARAJ | 2009 | 4,76 | 14,93 | **Izgara, kapak ve kaldırma tertibatları, cebri boru,ve branşman, kapaklar** |
| 363 | **TORLAR HES** | Kam Enerji Ürt. A. Ş. | KANAL | 2013 | 14,83 | 35,00 | **Türbin kollektör ve gövdeleri (collector, housing)** |
| 364 | **TUĞRA I-II-III HES** | Vira En. Ürt. Tic. Ltd. Şti. | KANAL | 2013 | 21,24 | 35,00 | |
| 365 | **TUNA BARAJI VE HES** | Nisan Elektro. Ener. San. Ve Tic. Ltd. Şti Nisan Elektro. Ener. San. Ve Tic. A. Ş. | BARAJ | 2012 | 37,19 | 100,80 | |
| 366 | **TUZKÖY REG. VE HES** | Baten Enerji Üretim A.Ş. | KANAL | 2012 | 8,44 | 71 | |
| 367 | **TUZLAKÖY - SERGE REG. VE HES** | Tuyat Elk. Ür. A.Ş. | KANAL | 2012 | 16,66 | 49,23 | |
| 368 | **TUZTAŞI HES** | Gürüz Elektrik Üretim Ltd. Şti. | KANAL | 2011 | 1,61 | 7,86 | |
| 369 | **ULUABAT KUVVET TÜNELİ VE HES** | Akenerji A.Ş. | KUVVET TÜNELİ | 2011 | 100,00 | 423,00 | **Radyal kapak ve kaldırma** |
| 370 | **UMUT BARAJI VE HES (UMUT 1 HES)** | Nisan Elektromekanik Enerji San. Tic. A.Ş. | BARAJ | 2012 | 44,14 | 92 | |
| | **UMUT REG. VE HES (UMUT 3 HES)** | | KANAL | 2011 | 12,00 | 26,00 | |
| 371 | **UZUNÇAYIR HES** | Limak İnş A.Ş. | BARAJ | 2009 | 82,00 | 322,00 | ***Hidromekanik ekipman, cebri boru,* gömülü çelik kaplama, salyangoz test bombesi ve ringi, vinçler** |
| 372 | **UZUNDERE - I HES** | Karadeniz Elektrik Üretim Sanayi A. Ş. | KANAL | 2009 | 62,15 | 156,00 | **Türbin housing, alt ve üst çıkış boruları* , cebri boru, kapk ve kaldırma mekanizmaları, vanalar, santral vinci** |
| 373 | **ÜÇHARMAN LAR HES** | Aes-Ic İçtaş Enerji Ürt. A. Ş. | KANAL | 2012 | 16,64 | 60,00 | |
| 374 | **ÜÇKAYA HES** | Şirikçioğlu Elektrik Üretim Aş | KANAL | 2012 | 1,04 | 4,59 | |

| No | Proje Adı | İşleten Kuruluş | Tipi | İşletme Alınma Tarihi | Kurulu Güç (Mwe) | Ort. Enerji Ürt. (Gwh/Yıl) | Yerli İmalatlar (Tablo Sonundaki Açıklamalar) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 375 | **ÜZÜMLÜ HES** | Akgün Enerji Üretim Ve Tic. A. Ş. | KANAL | 2011 | 12,42 | 40,65 | |
| 376 | **VİZARA REG. HES** | Öztürk Elekt. Üret. Ltd. Şti. | KANAL | 2012 | 8,58 | 27,00 | |
| 377 | **YAĞMUR REG. VE HES (AKFEN)** | Bt Bordo Elk Ür Dağ Paz San Ve Tic A.Ş. | KANAL | 2012 | 8,95 | 30,00 | |
| 378 | **YALNIZCA REGÜLATÖRÜ VE HES** | Filyos Enerji Üretim Ve Ticaret A.Ş. | KANAL | 2009 | 14,84 | 56,89 | |
| 379 | **YAMAÇ HES (MEHMETLİ BARAJI )** | Yamaç Enerji Üretim Ltd Şti | BARAJ | 2011 | 5,46 | 17,00 | |
| 380 | **YAMANLI III (HİMMETLİ)** | Mem Enerji Elektrik Üretim San. Ve Tic. A.Ş. | KANAL (TÜNELLİ ) | 2012 | 26,98 | 110 | |
| | **YAMANLI III (GÖKKAYA BARAJI)** | | BARAJ | 2012 | 28,54 | 95,26 | |
| 381 | **YAPRAK I BARAJI HES** | Nisan Elektro. En. San. Ve Tic. A. Ş. | BARAJ | 2012 | 24,28 | 71,39 | |
| | **YAPRAK II HES** | | KANAL | 2011 | | | |
| 382 | **YAŞIL HES** | Yaşıl Enerji Elk. Ürt. A.Ş. | KANAL | 2011 | 3,79 | 14,92 | |
| 383 | **YAVUZ HES** | Arem Elkektro. Ener. San. Ve Tic. Ltd. Şti Arem En. Ür A. Ş. | KANAL | 2011 | 5,80 | 14,00 | **Santral vinci ve diğer vinçler, düz ve radyal kapaklar** |
| 384 | **YAVUZ HES** | Masat En Elk Ür Ltd | KANAL | 2011 | 22,50 | 82,00 | |
| 385 | **YAYLABEL HES** | Elastaş Elektrik Üretim A.Ş. | KANAL | 2009 | 5,10 | 20,00 | |
| 386 | **YAZI HES** | Elastaş Elektrik Üretim A.Ş. | KANAL | 2009 | 1,06 | 5,00 | |
| 387 | **YEDİGÖL REG. VE HES** | Yedigöl Hidroelektrik Ürt. Ve Tic. A. Ş. | KANAL | 2011 | 21,90 | 70,00 | **Manifold türbin yuvası ve yağ borusu*, hidromekanik ekipman** |
| 388 | **YEDİGÖZE BAR VE HES** | Yedigöze Elk Ür Ltd Şti. | BARAJ | 2010 | 310,66 | 1.141,00 | **Emme borusu dirseği, salyangoz, hız ringi, hız ringi, giriş borusu, çelik kaplama*,** |
| 389 | **YEDİSU HES** | Hn En Ür A.Ş. | Nehir | 2012 | 22,30 | 72,00 | **Hidromekanik ekipman, emme borusu ve giriş borusu*** |
| 390 | **YEŞİL HES** | Yeşilbaş Elk. Ür Ltd.Şti. Yeşilbaş Enerji Ürt. A. Ş. | KANAL | 2009 | 14,00 | 56,16 | |
| 391 | **YEŞİLIRMAK I REG. VE HES** | Yeşilırmak Elektrik Enerji Üretim A. Ş. | KANAL | 2012 | 14,25 | 49,88 | |
| 392 | **YILDIRIM REG. VE HES** | Bayburt Elektrik Üratim Aş. | KANAL | 2012 | 10,68 | 33,30 | |
| 393 | **YILDIZLI REG. VE HES** | Hetaş Hacısalihoğlu En. Tic. A.Ş. | KANAL | 2010 | 1,20 | 5,64 | |
| 394 | **YOKUŞLU KALKANDERE HES** | Akım Ener Ürt. San. Ve Tic. A.Ş. | KANAL | 2010 | 40,24 | 180,00 | ***Emme borusu**** |
| 395 | **YUKARI MANAHOZ REG. VE HES** | Hidro Kontrol Elek. Ürt. A.Ş. | KANAL | 2008 | 23,60 | 88,21 | |
| 396 | **YUKARI MERCAN HES** | İç İçtaş Elektrik Üretim A.Ş. Niksar Enerji Üretim Ltd. Şti. | KANAL | 2005 | 14,00 | 44,18 | **Cebri boru, kapaklar ve kapak kaldırmalar, vanalar** |
| 397 | **ZAMANTI BAHÇELİK BRJ. VE HES** | Molu İnş. En. Ve Yapı Endüstrisi A.Ş. Karsu Tekstil San. Ve Tic. A. Ş. | BARAJ | 2006 | 4,17 | 15,00 | |
| 398 | **ZEYTİN REG. VE HES** | Zeytin Enerji Üretim San. Ve Tic. A.Ş. | KANAL | 2012 | 5,20 | 18,28 | |

**(1) Tabloda Renkli yazılarla belirtilen açıklamalar:**

1. (*) İşaretli olanlar yalnızca imalat

2. Altı çizili imalatlar: Hidroelektromekanik imalat
3. Renkler aşağıdaki firmaların imalatlarını göstermektedir

| | | |
|---|---|---|
| **IŞIK Makina tarafından imal edilenler** | ***ÖZMAK tarafından imal edilenler*** | **BEREKET tarafından imal edilenler** |
| ***BULUTLAR tarafından imal edilenler*** | ***TANYILDIZ tarafından imal edilenler*** | **ÇİLTUĞ tarafından imal edilenler** |
| **IŞIK Mühendislik tarafından imal edilenler** | **NUROL tarafından imal edilenler** | **HALİL ERKUL tarafından imal edilenler** |
| ***GÜLERMAK tarafından imal edilenler*** | **SEVİNÇ Makina tarafından imal edilenler** | **BİLİM Makina tarafından imal edilenler** |
| **RONA Makina tarafından imal edilenler** | **GMT tarafından imal edilenler** | ***NESA tarafından imal edilenler*** |
| **TEMSAN tarafından imal edilenler** | **YAPI TEKNİK tarafından imal edilenler** | ***AKÇELİK tarafından imal edilenler*** |
| **GÜRİŞ Makina tarafından imal edilenler** | **Ankara Şeker Fabrikası tarafından imal edilenler** | ***ASMAŞ tarafından imal edilenler*** |
| **AKDAMAR tarafından imal edilenler** | **AYDINER tarafından imal edilenler** | ***BURÇELİK tarafından imal edilenler*** |
| **GAMA Endüstri tarafından imal edilenler** | **ERG tarafından imal edilenler** | ***METAL SAN tarafından imal edilenler*** |
| **KİSKA tarafından imal edilenler** | **MOLU tarafından imal edilenler** | ***K-AR tarafından imal edilenler*** |

**2.** İnşa Halinde Olan Hidrolik Santrallar Listesi (Mayıs 2013)

| No | Hidroelektrik Santral Adı | Firma | Tesisin Kurulu Gücü Mwe | Ort. Üretim (GWh/ yıl) | Muhtemel İşletmeye Geçiş Tarihi | Yerli İmalat (Tablo sonundaki Açıklamalar) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | MANYAS BARAJI VE HES | DSİ | 19,5 | 59 | 2013 | Hidromekanik ekipman, türbin*, santral vinci |
| 2 | TOPÇAM BARAJI VE HES | DSİ | 60 | 200 | 2013 | Hidromekanik ekipmanlar, santral vinci, diğer vinçler, vanalar, cebri boru, türbin* |
| 3 | ÇİNE BARAJI VE HES | DSİ | 39,5 | 118 | 2013 | Hidromekanik ekipman. türbin* |
| 4 | SÜREYYABEY BARAJI VE HES | DSİ | 14 | 50 | 2013 | Cebri boru |
| 5 | AKINCI HES | Fırat Elk.Ürt. A. Ş. | 99 | 416 | 2013 | |
| 6 | ASLANCIK BARAJI HES | Aslancık Elk. Ürt. Ltd.Şti | 93 | 340 | 2013 | *Emme borusu** |
| 7 | BAĞIŞTAŞ I BARAJI VE HES | Oren En. Elk. Ürt. A.Ş. | 140,62 | 430 | 2013 | |
| 8 | ÇERMİKLER BARAJI VE HES | Övünç En. ve Elk. Ürt. A.Ş. | 25 | 80 | 2013 | |
| 9 | GÖKTAŞ BARAJI VE HES | Bereket En Ür A.Ş. | 275,6 | 1118 | 2013 | |
| 10 | KANDİL BARAJI VE HES | Enerjisa En. Ürt. A.Ş. | 207,92 | 502 | 2013 | Santral vinçleri, emme borusu vinci, dolusavak vinci, kapak şaftı vinci, cebri boru, radyal ve düz kapak ve kapak kaldırma mekanizmaları |
| 11 | KUŞAKLI BARAJI VE HES | Enerjisa A.Ş. | 20 | 120,22 | 2013 | |
| 12 | KANDİL SARIGÜZEL BARAJI VE HES | Enerjisa En. Ürt. A.Ş. | 102,54 | 282 | 2013 | Enerji tüneli çelik kaplaması ve tranzisyonları, cebri boru ve manifold, radyal kapak ve kaldırma düzenleri, sualma kapak ve kaldırma düzenleri, dipten boşaltma radyal kapakları, ızgaralar, sürgülü emniyet vanası, sürgülü ve konik vanası, santral vinci, yüzervinç, diğer vinçler, tepsi kapaklar |
| 13 | SIRIMTAŞ BARAJI VE HES | Tektuğ Elk. Ür. A.Ş. | 27,23 | 80 | 2013 | Cebri boru ve hidromekanik ekipmanlar |
| 14 | ŞİRVAN BARAJI VE HES | Fernas En. El. Ür. A.Ş. | 30 | 100 | 2013 | |
| 15 | AÇMA HES | Deremen Enerji A. Ş. | 2,4 | 10 | 2013 | |
| 16 | ADACAMİ HES | Çalık En. San. ve Tic. A.Ş. | 29,3 | 109 | 2013 | Salyangoz, emme borusu |
| 17 | ADASU HES | Adasu En. A.Ş. | 9,6 | 49 | 2013 | |
| 18 | AĞKOLU HES | Mor Elk. A.Ş. | 4,38 | 18 | 2013 | |
| 19 | AKBAŞ HES | Arı Su En. Ürt. Ltd. Şti. | 12,5 | 35 | 2013 | Salyangoz ve emme borusu* |
| 20 | AKÇAKOYUN HES | İlen En. Ürt. San. ve Tic. A.Ş | 6,79 | 15,55 | 2013 | |
| 21 | AKDERE REG. VE HES | A.F.E. Elk. Ürt. Tic. San. A. Ş. | 7,48 | 23,16 | 2013 | |
| 22 | AKKENT-ÇALKUYUCAK HES | Dnz Elk. Üre. A.Ş. | 13,49 | 41,32 | 2013 | Salyangoz ve emme borusu* |
| 23 | AKSU HES | Fatih En. Elk. Ürt. San. ve Tic. Ltd. Şti. | 5,77 | 21,28 | 2013 | |
| 24 | AMBARLIK I-II HES | Ambarlık Elk. Tic.A. Ş. | 9 | 41 | 2013 | |
| 25 | ANGUTLU I-II REG. VE HES | Tg Elk. Ürt. A. Ş. | 23,3 | 100 | 2013 | |
| 26 | ARAKLI -3 REG. VE HES | Yüceyurt En. San. Ltd. Şti. | 0,63 | 2,5 | 2013 | |
| 27 | ARAKLI -4 REG. VE HES | Yeşilyurt Grup En. Ürt. A. Ş. | 8,91 | 31,18 | 2013 | |
| 28 | ARISU HES | Ustaoğlu Elk. Ürt. Ltd. Şti. | 3,82 | 12 | 2013 | |
| 29 | ATİLLA REG. VE HES | Suarı Müş. ve Tic. Ltd. Şti. | 10,43 | 52 | 2013 | |

| No | Hidroelektrik Santral Adı | Firma | Tesisin Kurulu Gücü Mwe | Ort. Üretim (GWh/ yıl) | Muhtemel İşletmeye Geçiş Tarihi | Yerli İmalat (Tablo sonundaki Açıklamalar) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 | AVANOS REG. VE CEMEL HES | Zeynep En. Ürt. Tic. A. Ş. | 20,4 | 73 | 2013 | *Türbin parçaları, emme borusu konisi** |
| 31 | AYRANLI HES | Göksu En. Ürt. A.Ş. | 17,26 | 79,92 | 2013 | |
| 32 | BAĞBAŞI HES | Kayen Heta En. Elk. A.Ş. | 13,6 | 37,16 | 2013 | |
| 33 | BARAN HES | Miran En. El. Ürt. Ltd. Şti. | 56,27 | 153,63 | 2013 | Türbin parçaları* |
| 34 | BATLAMA HES | Gün En. Ürt. San. Tic. Ltd. Şti. | 1,92 | 12,3 | 2013 | |
| 35 | BERKE HES | Eser En. Ür. A.Ş. | 9,38 | 32 | 2013 | |
| 36 | BİLALOĞLU REG. VE HES | Uzaş Mad. Al. Elk.A.Ş. | 11,11 | 39,12 | 2013 | |
| 37 | BİNGÖL I HES | Karlıova En. A.Ş. | 7,75 | 22 | 2013 | |
| 38 | BOĞAZKÖY BAR. VE HES | Bur-Güç Bursa En. Ürt. AŞ. | 10 | 20 | 2013 | Dolusavak radyal kapak ve kaldırma düzenleri, su alma yapısı kapakları ve ızgaraları, kondüvi kapakları, sürgülü ve kelebek vanaları, dipsavak giriş ızgaraları, dipsavak cebri borusu, cebri boru kuyruk suyu kapakları, branşman. |
| 39 | BOZTEPE REG. VE HES | Entek En. Tekn. San. Ltd. Şti. | 18,15 | 63,53 | 2013 | |
| 40 | BUCAKKIŞLA HES | Yapısan Elk. Ürt. A. Ş. | 33,5 | 190 | 2013 | Salyangoz, emme borusu ve dirseği ve hareketli flanş |
| 41 | BÜKOR II HES | Bükor Elektrik A.Ş. | 12,6 | 45 | 2013 | |
| 42 | BÜYÜKBAHÇE HES | Gzh En. Elk. Üre. San. ve Tic A.Ş. | 11,7 | 29,3 | 2013 | |
| 43 | CALA REG. VE HES | Doğal El. Ürt. Tic. San. A.Ş. | 15,64 | 51,6 | 2013 | |
| 44 | TATAR HES | Darenhes El. Ürt. A.Ş. | 128,22 | 364,25 | 2013 | *Salyangoz*, emme borusu* ve diğer türbin parçaları*, salyangoz, stay ring, rotor, alt ring, head cover** |
| 45 | CİNALİ HES | Damlapınar Elk. Tic. A.Ş. | 5,72 | 27 | 2013 | |
| 46 | ÇAĞLAYAN HES | Ate En. Elk. Ürt. Ltd. Şti. | 16,45 | 50 | 2013 | |
| 47 | ÇAKIRKOÇ HES | Yenigün En. Ürt. A.Ş. | 3,1 | 15 | 2013 | |
| 48 | ÇAMBAŞI REG. VE HES | Enerjisa En. Ürt. A.Ş. | 44,1 | 160 | 2013 | Dağıtım borusu ve gömülü çelik kaplama* |
| 49 | ÇAMLICA HES | Hidrogüç En. Elk. Ltd. Şti. | 22,65 | 76 | 2013 | |
| 50 | ÇANAKÇI -I REG. VE HES | Şengün Elk. San. Tic. A.Ş. | 6 | 38,84 | 2013 | |
| 51 | ÇAYKARA HES | Redaş Elk. Ür. ve Tic. A. Ş. | 25,92 | 105 | 2013 | |
| 52 | ÇİĞDEMLİ HES | Kaçkar En. Elk. Üre. A.Ş. | 6,29 | 20 | 2013 | |
| 53 | ÇORAKLI HES | Muy En. El. ve Tic. A. Ş. | 2,6 | 12 | 2013 | |
| 54 | DAĞBAŞI HES | Alperen Elk A.Ş. | 10,43 | 38 | 2013 | |
| 55 | DAMLA HES | Nk Elk. Ürt. Ve Tic. Ltd. Şti. | 6,06 | 24 | 2013 | |
| 56 | DEĞİRMEN HES | Erenler En. Üre. Tic. A.Ş. | 6,84 | 20 | 2013 | |
| 57 | DEĞİRMEN HES | Kais Elk.Ürt. A. Ş. | 12,61 | 45 | 2013 | |
| 58 | DERELİ HES | Karhes K.Deniz Elk. Elk. Şti. | 49 | 157,5 | 2013 | |
| 59 | DEVECİKONAĞI BAR VE HES | Mck Elk. Üre. A. Ş. | 23 | 46 | 2013 | |
| 60 | DİNÇ REGÜLATÖRÜ VE HES | Mut Elk. Ürt. San. ve Tic. Ltd. Şti. | 1,97 | 11 | 2013 | |
| 61 | DOĞANÇAY HES | Elen En. Ürt. San. Tic. A.Ş. | 30,24 | 170 | 2013 | |

| No | Hidroelektrik Santral Adı | Firma | Tesisin Kurulu Gücü Mwe | Ort. Üretim (GWh/ yıl) | Muhtemel İşletmeye Geçiş Tarihi | Yerli İmalat (Tablo sonundaki Açıklamalar) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | DORUK HES (AKFEN) | Yeni Doruk En Elk Ür A.Ş. | 28,28 | 85 | 2013 | Türbin kollektör ve gövdeleri (collector, housing) |
| 63 | DURALİLER HES | Ay Elk. Ürt. Ltd. Şti. | 3,72 | 25 | 2013 | |
| 64 | DÜZCE- AKSU HES | Düzce-Aksu Hes Elk. Ür. Ltd. Şti. | 46,2 | 141,37 | 2013 | |
| 65 | DÜZENLİ HES | Gülkar En. Ürt. ve Tic. A.Ş. | 5 | 30,55 | 2013 | |
| 66 | EBRU REG. VE HES | Berke Elk. Ürt. A.Ş. | 30,26 | 80 | 2013 | |
| 67 | EĞERCİ HES | Köprübaşı Pet. Ürü. İnş. A.Ş. | 1,34 | 6 | 2013 | |
| 68 | EKİNCİK HES | Göksu Enj.Ürt.A.Ş. | 7,52 | 19,67 | 2013 | |
| 69 | EKİNÖZÜ I-II HES | Tufan En. Elk. Ür. A. Ş. | 8,97 | 26 | 2013 | |
| 70 | EREM HES | Efe En. A.Ş. | 3,05 | 12,5 | 2013 | |
| 71 | EREN HES | Irmak. En. San. ve Ltd. Şti | 35,19 | 110 | 2013 | |
| 72 | ERİKOĞLU-KESERALİ HES | Eres En. Ür. San. ve Tic . A.Ş. | 1,51 | 6 | 2013 | |
| 73 | ESKİKÖY HES | Ay Ek. Ürt. Ltd. Şti. | 2,63 | 9,45 | 2013 | |
| 74 | GENERAL HES | General Elk. A.Ş. | 5,21 | 14,5 | 2013 | |
| 75 | GÖKBEL I-II HES | Gökbel En. Elk. Ürt. A. Ş. | 18,55 | 83 | 2013 | |
| 76 | GÖKBÖĞET HES | Gökböget En. Ürt. A.Ş. | 3,18 | 14 | 2013 | |
| 77 | GÖKÇEKÖY REGÜLATÖRÜ VE HES | Elhes En.Ürt.Ltd.Şti. | 6 | 30 | 2013 | |
| 78 | GÜNEŞ HES | Timse Elk. Ür. Ltd. Şti. | 4,54 | 15 | 2013 | |
| 79 | GÜZELOLUK HES | İdol Elk. Ürt. Ltd. Şti. | 13,58 | 32 | 2013 | |
| 80 | HANAK HES | Aydınlar En. Ürt. Ltd.Şti. | 8,78 | 35 | 2013 | |
| 81 | HAVVA HES | İklimya El. Ürt. Ltd. Şti | 7,19 | 25,22 | 2013 | |
| 82 | HÖÇGÖREN HES (Kalealtı - II ) | Tektuğ El. Ür. A.Ş. | 12,22 | 40 | 2013 | Cebri boru ve hidromekanik ekipmanlar |
| 83 | İFTELAN HES | Damlapınar El. Ür. ve Tic. A.Ş. | 13,03 | 50 | 2013 | |
| 84 | İNCEBEL HES | Biem En. Ürt. Tic. A.Ş. | 7,08 | 19,19 | 2013 | Türbin |
| 85 | KALE HES | Kadıoğlu En. A.Ş. | 17,1 | 55 | 2013 | |
| 86 | KARAKUŞ REG. VE HES | Nisan El. En. San. ve Tic. A. Ş. | 4,72 | 16,52 | 2013 | |
| 87 | KARAKUZ BARAJI VE HES | Alarko Altek El. S. İşl. ve Tic.A.Ş. | 76 | 444 | 2013 | |
| 88 | KARGI REG VE HES | Dinamik Hidro. A.Ş. | 4,4 | 14 | 2013 | Salyangoz, emme borusu, memba uzatma borusu* |
| 89 | KEMERÇAYIR HES | Trabzon En. Ür. A. Ş. | 15,5 | 55 | 2013 | |
| 90 | KİRAZLIK HES | Baren En. Üre. San. Tic. A.Ş. | 37,62 | 140 | 2013 | Cebri boru, ızgara, radyal ve düz kapaklar ve kapak kaldırma mekanizmaları, vinçler |
| 91 | KÖPRÜBAŞI HES | Köprübaşı En. Elk. Ür. A.Ş. | 14,66 | 60 | 2013 | Radyal kapak ve kaldırma mekanizması, sualma yapısı ızgaraları, cebri boru, sürgülü ve konik vana, emme borusu kapağı, Santral Gezer Vinci, Sualma Yapısı Portal Vinci, Emme Borusu Monoray Vinci, Klima Odası Vinci |
| 92 | KÖROĞLU HES | Etken El. Ürt. Ltd. Şti. | 9,06 | 19 | 2013 | |
| 93 | KUTAY HES | Arc El. En. San. ve Tic. Ltd. Şti. | 7,48 | 25 | 2013 | |
| 94 | LAMAS GÖKLER | Evdilek El. Ür. A.Ş. | 1,5 | 10,45 | 2013 | |
| 95 | MANAHOZ HES | Damlapınar El. Ürt. San. ve Tic. A.Ş. | 7,08 | 26 | 2013 | |
| 96 | NİZİR REG. VE HES | Limit İnş. ve Tur. Tah. Tic. Ltd. Şti. | 4,02 | 15,72 | 2013 | |
| 97 | ORDU HES | Melet En. El. Ür. ve | 42 | 146 | 2013 | Cebri boru ve hidromekanik ekipmanlar, |

| No | Hidroelektrik Santral Adı | Firma | Tesisin Kurulu Gücü Mwe | Ort. Üretim (GWh/ yıl) | Muhtemel İşletmeye Geçiş Tarihi | Yerli İmalat (Tablo sonundaki Açıklamalar) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Tic.A.Ş. | | | | salyangoz* ve emme borusu* |
| 98 | ORTAÇAĞ HES | Ortaçağ En. Ür. Tt. A. Ş. | 7,7 | 30 | 2013 | |
| 99 | OYLAT I HES | Etken El. A.Ş. | 1,9 | 7,73 | 2013 | |
| 100 | ÖZLÜCE (ÇORUH) HES | Ak-Özlüce A.Ş | 36,38 | 83,83 | 2013 | |
| 101 | PİRİNÇLİK HES | Enbatı Elk. Ürt. San. A.Ş. | 22,5 | 90 | 2013 | |
| 102 | REMSU HES | Akkoç El. Ür. Ltd. Şti. | 1,96 | 7,1 | 2013 | |
| 103 | RÜZGARLI I VE II HES | Baysan El. Ür. A. Ş. | 10 | 38,31 | 2013 | |
| 104 | SAF I HES | Saf En. A.Ş. | 18,73 | 55 | 2013 | |
| 105 | SARIKAVAK HES | Denizli El. A.Ş. | 3,14 | 25 | 2013 | |
| 106 | SENA HES | Hoşdere En. El. Ür. Ltd. Şti. | 21,44 | 67 | 2013 | |
| 107 | SEKİYAKA 2 HES | Beyobası En. A.Ş. | 3,39 | 22 | 2013 | |
| 108 | SERAP HES | Ebd En. Ürt. Ve Tic. A.Ş. | 28,96 | 74 | 2013 | |
| 109 | SEYDİOĞLU REG. VE HES | Ng Müh.Müş.San.Ltd.Şti | 2,28 | 7,98 | 2013 | |
| 110 | SOFULAR HES | Şekerpınar En. Ür.Ltd. Şti. | 3,6 | 14 | 2013 | |
| 111 | SÖLPEREN HES | Vasfi Ener. Elk. Şti. | 9,76 | 20 | 2013 | |
| 112 | SUÇATI HES | Mastar El. Ür. Tic. A. Ş. | 3 | 17,95 | 2013 | |
| 113 | SUÇATI HES | Artıdeğer En. A.Ş. | 14,49 | 45 | 2013 | |
| 114 | SUDE HES | Nk El. Ür. Ve Tic. Ltd. Şti. | 6,01 | 24 | 2013 | |
| 115 | SUKENARI HES | Bgt Mavi En. El. Ür . A.Ş. | 8,57 | 25 | 2013 | Salyangoz, emme borusu, türbin yuvası ve dağıtım borusu* |
| 116 | SÜTLÜCE | Göksu En.Ürt.A.Ş. | 5,64 | 14,41 | 2013 | |
| 117 | TAGAR HES | Mercan En. Ür. Tic. A.Ş. | 9 | 40 | 2013 | |
| 118 | TIMARLI HES | Hidaş El. Ürt. San. A.Ş. | 7 | 58 | 2013 | |
| 119 | TONYA I-II HES | Hetaş Hacısalihoğlu A.Ş. | 2,5 | 11 | 2013 | |
| 120 | TUANA HES | Aşkale El. Ür. A. Ş. | 7,39 | 15 | 2013 | |
| 121 | UMUTLU REG VE HES | Nur-En En. Ür. Ltd.Şti. | 9,07 | 41 | 2013 | |
| 122 | UZUNDERE II HES | Atabey En. Ürt. Tic.A.Ş. | 20 | 100,65 | 2013 | |
| 123 | ÜÇGEN HES | Bnd Elk. Ürt. Ltd. Şti. | 3,5 | 13,4 | 2013 | |
| 124 | ÜÇGEN II HES | Bnd El. Ür. A. Ş. | 10,5 | 37 | 2013 | |
| 125 | ÜÇHANLAR HES | Trabzon En. Ür.A. Ş. | 11,32 | 40 | 2013 | |
| 126 | YAKINCA REG. VE HES | Tırsan En. Elk. Ürt. A.Ş. | 11,7 | 40,95 | 2013 | |
| 127 | YAMANLI II HES | Enerjisa En. Ürt. A.Ş | 77,66 | 301,61 | 2013 | |
| 128 | YANIKKÖPRÜ HES | Nek El. Ürt. A.Ş. | 9,2 | 42,83 | 2013 | |
| 129 | YAPRAK HES | Albe En.Ürt. Ltd. Şti. | 8,97 | 12,25 | 2013 | |
| 130 | YAYLA HES | Egeli En. A.Ş. | 4,67 | 22,25 | 2013 | |
| 131 | YAZYURDU HES | İlcan En. Ür. İhr. Ltd. Şti. | 14,9 | 35 | 2013 | |
| 132 | YEŞİLKÖY REG. VE HES | Yeşilköy El. Ür. Tic Ltd Şti | 3,72 | 13 | 2013 | |
| 133 | YUNUSLAR HES | Hes En. Ür. San. A.Ş. | 7,96 | 25 | 2013 | |
| 134 | YÜCE HES | Menerji Elk. Ür. Tic Ltd.Şti | 10,57 | 32 | 2013 | |
| 135 | ZALA HES | Ahmet Hakan El. Ür. A. Ş. | 5,18 | 16,5 | 2013 | |
| 136 | ZEKERE HES | Bozat El.Ür. A. Ş. | 3,98 | 13,6 | 2013 | |
| 137 | ZEYVE HES | Gün En Ür. Tic Ltd.Şti | 3,72 | 14 | 2013 | |

| No | Hidroelektrik Santral Adı | Firma | Tesisin Kurulu Gücü Mwe | Ort. Üretim (GWh/ yıl) | Muhtemel İşletmeye Geçiş Tarihi | Yerli İmalat (Tablo sonundaki Açıklamalar) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 138 | ILISU | DSİ | 1200 | 3833 | 2014 | Santral vinçleri, emme borusu vinci, yardımcı santral vinci, diğer vinçler, *türbin parçaları**, derivasyon tüneli ekipmanları, emme borusu konisi, hidromekanik ekipmanlar, *salyangoz ve stay ring, emme borusu kaplaması** |
| 139 | KIĞI | DSİ | 140 | 450 | 2014 | Hidromekanik ekipman, hidromekanik ekipman |
| 140 | ALAKÖPRÜ BARAJI VE HES | Enerse En. Elk. Ür. Tic Ltd. Şti. | 24,71 | 115,65 | 2014 | |
| 141 | ARKUN BARAJI VE HES | Doka Elk.Ü. A.Ş. | 236,92 | 842 | 2014 | Salyangoz ve Ring İmalatı, Jeneratör Alt &Üst Bağlantı Parçaları, Kollecter Kapağı vb. Parçaları*, *statör çerçevesi, pit liner**, cebri borular, ızgara, düz ve radyal kapaklar ve kapak kaldırm mekanizmaları |
| 142 | AYVALI (ÇORUH) BARAJI VE HES | Özdoğan En. A.Ş. | 127,8 | 330 | 2014 | Salyangoz, emme borusu, konisi ve çelik kaplama* |
| 143 | BEYHANI 1 BARAJI VE HES | Özaltın-Konsorsiyum | 555 | 1254 | 2014 | *Türbin rotoru**, hidromekanik ekipman, jeneratör alt & üst bağlantı parçaları*, salyangoz ve hız ringi, emme borusu, gömülü çelik kaplama, alt ring ve head cover* |
| 144 | KARGI HES | Akel El.Ürt. San. ve Tic. A.Ş. | 101,72 | 467 | 2014 | *Salyangoz, stay ring, emme borusu konisi ve kaplaması** |
| 145 | KAVŞAK BENDİ HES | Enerjisa En. Ürt. A.Ş. | 145,5 | 741 | 2014 | Dolusavak radyal kapakları ve kaldırma düzenleri batardo kapağı, dipsavak sürgülü vana ve konik vana, kelebek vana, santral vinci, dolusavak portal vinci, emme borusu vinci, *emme borusu* |
| 146 | KAYABEYİ BARAJI VE AKINCI HES | Pelin En. ve Tic. A.Ş: | 77,5 | 287 | 2014 | |
| 147 | KÖROĞLU BARAJI VE KOTANLI HES | Ebd En. ve Tic. A.Ş: | 130 | 286,15 | 2014 | |
| 148 | CİDE HES | Orya En. Elk Ürt. A.Ş. | 20,66 | 80 | 2014 | |
| 149 | ADIGÜZEL II HES | Peker En. A.Ş. | 30,09 | 71,18 | 2014 | |
| 150 | AKINCI HES | Olca El. Ür. ve Tic. A. Ş. | 12,32 | 48,49 | 2014 | |
| 151 | ATAKÖY HES | Çamlıkaya En. Ürt. ve Tic. A.Ş. | 4,89 | 19,2 | 2014 | |
| 152 | BAYRA REG. VE HES | Kutup En. El. Ür. Ltd. Şti. | 9,04 | 51,32 | 2014 | |
| 153 | ÇAKMAK-I REG. VE HES | Ataser El. Ür. ve İnş. A. Ş. | 18,75 | 77,34 | 2014 | |
| 154 | ÇAMLICA II HES | Derin En. Ür. San. ve Tic. A.Ş | 17,58 | 89,56 | 2014 | |
| 155 | ÇAYIRÖZÜ REG. VE HES | Hidrolider El. Ür. ve Tic. Ltd Şti. | 10,2 | 32 | 2014 | |
| 156 | ÇİLEHANE REG. VEHES | NKD El. En.Ür.Ltd. Şti. | 7,2 | 25,2 | 2014 | |
| 157 | DELİÇAY REG. VE HES | AS En.Ür. Ltd. Şti. | 42,73 | 169,75 | 2014 | |
| 158 | DEMİRCİ HES | Demirci En. A.Ş. | 12,6 | 60 | 2014 | Hidromekanik ekipman |
| 159 | DOĞAN HES | Çağlar En Elk. San Tic A.Ş. | 7,8 | 26 | 2014 | |
| 160 | DOĞANÇAY HES | Enerjisa En. Ür. A.Ş. | 61,95 | 169 | 2014 | |
| 161 | EGE II-III-IV HES | Mon El. Ür. A. Ş. | 0,74 | 3,22 | 2014 | |
| 162 | GÖKBOYUN REG VE HES | Güfen En Ve Tic Ltd. Şti. | 5 | 12,57 | 2014 | |
| 163 | HAMZABEY REG. VE HES | Şar En. El. Ür. A. Ş. | 7,45 | 30 | 2014 | |

| No | Hidroelektrik Santral Adı | Firma | Tesisin Kurulu Gücü Mwe | Ort. Üretim (GWh/ yıl) | Muhtemel İşletmeye Geçiş Tarihi | Yerli İmalat (Tablo sonundaki Açıklamalar) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 164 | KAMER REG. VE HES | Varto El. Ür. Ltd. Şti. | 3,75 | 11,43 | 2014 | |
| 165 | ONUR REG. VE HES | Temmuz Elk. Ürt. A.Ş. | 19,57 | 68,488 | 2014 | |
| 166 | PAŞALI REG. VE HES | Fem En. El. Ür. Ltd. Şti. | 7 | 25,00 | 2014 | |
| 167 | SEBİL HES | Sebil En. Elk. Tic. A.Ş. | 22,64 | 69 | 2014 | |
| 168 | SÖĞÜTLÜ HES | Su-En En. El. Ür. A.Ş. | 18,32 | 30,01 | 2014 | |
| 169 | SUÇATI HES | Karabük En. San. Ltd Şti | 43 | 109,7 | 2014 | |
| 170 | VANAZİT HES | Proen En. Tic A. Ş. | 3,32 | 12 | 2014 | |
| 171 | YAZILI I-II-III HES | Elif En. Yat. Tic. Ltd. Şti. | 6,62 | 23 | 2014 | |
| 172 | YUMRUTEPE | Yumrutepe En. Ür. A.Ş. | 13,11 | 43,72 | 2014 | |
| 173 | ZİLAN REG. VE HES | Gökakım El. Ür. A.Ş. | 4,89 | 25 | 2014 | |
| 174 | YUSUFELİ BARAJI VE HES | DSİ | 540 | 1827 | 2018 | |
| 175 | ALPASLAN II BARAJI VE HES | Alpaslan En. Ür. Tic. A. Ş. | 280 | 862 | 2018 | |
| 176 | ARTVİN BARAJI VE HES | Doğuş En. Ürt. A.Ş. | 332,18 | 1026 | 2018 | Derivasyon kapakları, çelik kaplama, cebri boru ve hidromekanik ekipman, emme borusu dirseği ve konisi*, *salyangoz** |
| 177 | ÇETİN BARAJI VE HES | Çetin En. A.Ş. | 517 | 1460 | 2015 | Emme borusu dirseği, konisi, deşarj ringi, gömülü çelik kaplama*, *salyangoz ve stay ring** |
| 178 | KAYNARCA BARAJI VE HES | Barış En.Ür. A.Ş | 55 | 137 | 2015 | |
| 179 | PEMBELİK HES | Darenhes A.Ş. | 127,34 | 367,48 | 2015 | *Salyangoz*, emme borusu* ve diğer türbin parçaları** |
| 180 | YUKARI KALEKÖY BAR. VE HES | Kalehan En. Ürt. ve Tic. AŞ. | 600 | 1417 | 2016 | |
| 181 | KASIMLAR BARAJI VE HES | Taçyıldız En. San. ve Tic. A.Ş. | 99,462 | 268,3 | 2016 | |
| 182 | ÇAKMAK-II REG. VE HES | Ataser El.Ür. A.Ş | 8,63 | 28,14 | 2015 | |
| 183 | ÇARDAKLI REG. VE HES | A.Z.C. En. Ür. Ltd. Şti. | 14,9 | 50 | 2015 | |
| 184 | ÇİLEKLİTEPE HES | Niksar En. Ür. Ltd. Şti. | 23,13 | 70 | 2015 | |
| 185 | DARICA-II HES | Orya En. Elk . Ür A.Ş. | 74,2 | 224 | 2016 | |
| 186 | DEREİÇİ HES | Gün-Taş En. El. Ür. A. Ş. | 6,77 | 18,35 | 2015 | |
| 187 | DOĞU HES | Nassan El. Ür. Tic. Ltd. Şti. | 5,66 | 13,56 | 2015 | |
| 188 | YILDIRIM HES | Yıldırım En. El. Ür. Ltd. Şti. | 0,55 | 2,2 | 2015 | |
| 189 | KOÇLU HES | İyon En. Ür. San. Tic. A.Ş. | 35,6 | 121 | 2015 | Salyangoz ve hız ringi, emme borusu ve dirseği ve dağıtım borusu |
| 190 | KOZBÜKÜ HES | İdil İki En. San ve Tic. A.Ş. | 62,34 | 258,38 | 2015 | |
| 191 | PİRO REG VE HES | Getiri En. Ür. San. ve Tic. Ltd. Şti. | 4,06 | 12,79 | 2015 | |
| 192 | SARAY HES | Mertler En. Ür. Paz. A. Ş. | 13,5 | 47 | 2015 | |
| 193 | TEPEHAN HES | Deniz En. El. Ür. ve Tic. A.Ş. | 17 | 44 | 2015 | |

**(1)Tabloda Renkli yazılarla belirtilen açıklamalar:**

1. **(*) İşaretli olanlar yalnızca imalat**

2. **Altı çizili imalatlar: Hidroelektromekanik imalat**
3. **Renkler aşağıdaki firmaların imalatlarını göstermektedir**

**IŞIK Mühendislik tarafından imal edilenler**
**RONA Makina tarafından imal edilenler**
NUROL tarafından imal edilenler
GMT tarafından imal edilenler
**ÇİLTUĞ tarafından imal edilenler**
**TAŞÇI Makina tarafından imal edilenler**
***GÜLERMAK tarafından imal edilenler***
**TEMSAN tarafından imal edilenler**
**SEVİNÇ Makina tarafından imal edilenler**
**AKDAMAR tarafından imal edilenler**
***ASMAŞ tarafından imal edilenler***

**Ek 3.** TOBB ETÜ Su Türbini Tasarımı ve Testleri Merkezi[2]

**Ek 3.1** Amaç, Gerekçe ve Hedefler

Son yıllarda enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için doğal süreçlerde bulunan enerji akışından yararlanmak popüler hale gelmiştir. Bu yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş, rüzgâr ve hidro enerjinin potansiyelleri kıyaslandığında ülkemiz hidroenerji kaynakları diğerlerinden daha zengindir ve hidroenerji kullanımı en yüksek yenilenebilir enerji kaynaklarındandır. Ayrıca hidroelektrik enerjisi, 2001 yılında çıkan bir yasa ile de özel sektöre açılmıştır. Bu yasa sonrasında yüzlerce yeni santral kurulmaya başlamıştır. Baraj mühendisliği konusunda ileri derecede bilgi sahibi olunmasına rağmen, enerji üretiminin dışa bağımlılığı azaltacağı için en önemli ayağı olan elektromekanik ekipmanın tasarım ve üretimi konusunda bil-yap (know-how) Türkiye'de bulunmamaktadır. Bu konuda gerekli olan bil-yap'ın oluşturulması ve bu santrallerin en önemli ekipmanı olan su türbinlerinin yerli olarak ilk kez tasarımı, prototip imalatı ve testleri için TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi'nde kurulan Su Türbini Tasarım ve Testleri Merkezi'nde çalışmalar başlamıştır.

Yeterli seviyede yerli olarak yapılamayan tasarım ile model testleri ve sertifikalandırma işlemleri, suyun oldukça önemli bir enerji kaynağı olduğu ülkemize büyük oranda bir külfet getirmektedir. Yerli üretimi gerçekleştirebilecek güçte olan TEMSAN gibi devlet kurumları, gerekli tasarım ve testler yerli olarak yapılamadığı ve dış kaynaklı tasarımlar da yurtdışı türbin üretici firmalar tarafından gizli tutulduğu için, daha büyük kapasiteli su türbinlerini de tamamen yerli olarak üretebilecekleri ve sertifikalandırabilecekleri halde, bu durum gerçekleşememektedir. TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi Enerji Araştırmaları Merkezi'nin altyapısını oluşturması öngörülen bu altyapı projesi ile su türbini tasarım, prototip üretim ve model testlerinin tamamının yerli ve tek yerde yapılacak olması sadece tasarımda değil, üretimde de dışa bağımlılığı azaltacak, TEMSAN gibi devlet kurumlarının işlevini ve dolayısıyla kar payını artıracaktır. Projedeki asıl amaç yurt dışına verilecek ödeneklerin Türkiye'de kalmasını sağlamaktır.

Proje kapsamında kurulmakta olan merkez yurtdışındaki laboratuvarlarla aynı özelliklere sahip, aynı ekipmanlarla donatılmış bir merkez olacak ve International Electrotechnical Commission (IEC) standartlarına uygun olacak şekilde tasarlanmaktadır. Test merkezi sadece devlet kuruluşlarına değil aynı zamanda HES lisansı sahibi firmalara da açık olacak ve bu firmalar çok daha az maliyetlere

[2] Doç. Dr. Selin ARADAĞ ÇELEBİOĞLU, Makine Mühendisi Bölümü, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Dr. Kutay ÇELEBİOĞLU, Su Türbini Tasarım ve Test Merkezi, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

yurt dışı firmalarda yaptıracakları testleri ve tasarımları TOBB ETÜ test merkezinde yaptıracak, bu sayede altyapının hem özel sektöre hem de devlete büyük katkıları olacaktır.

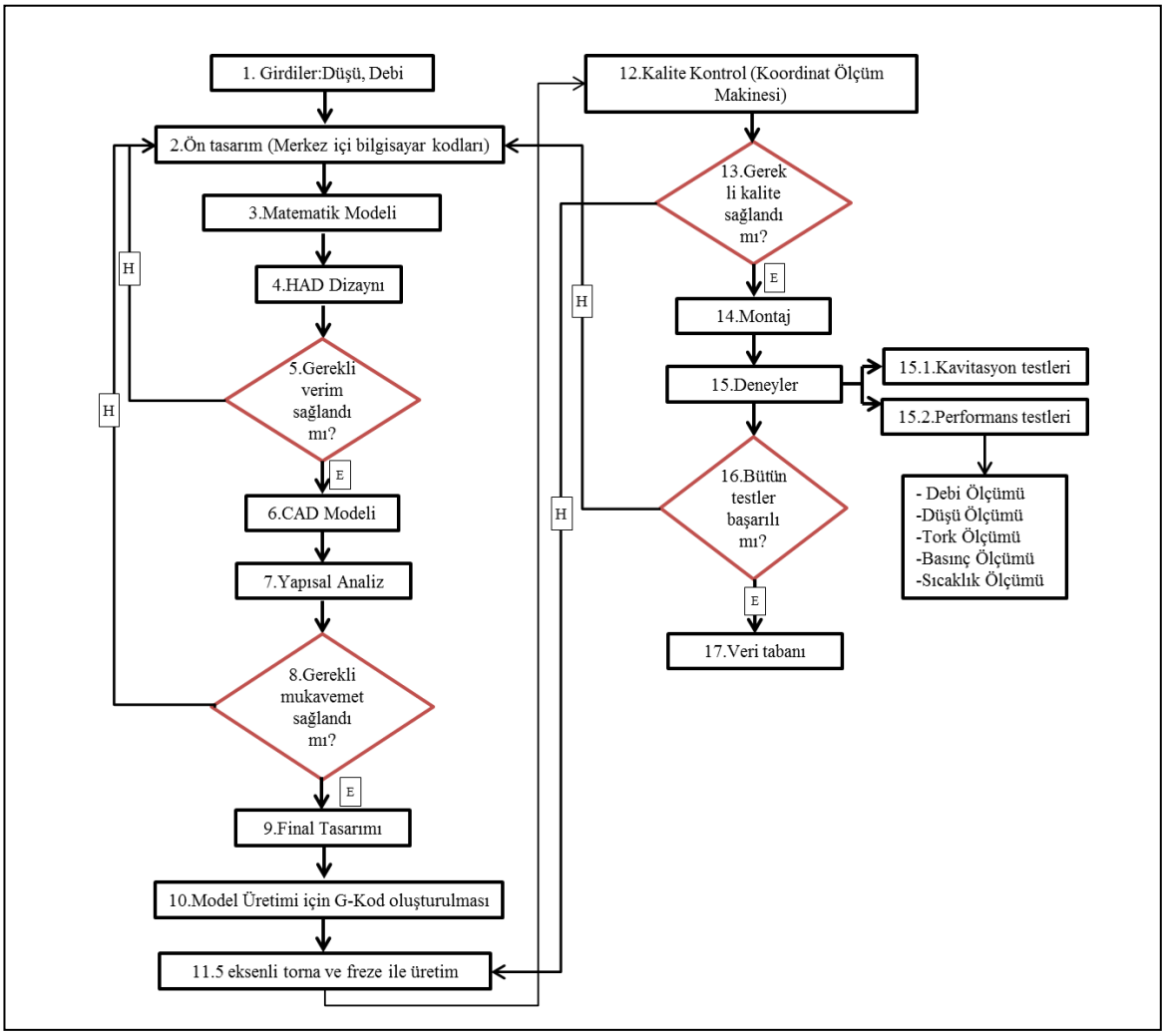
Yerli su türbini tasarımı ve model testlerinin sertifikalandırılmış olarak yapılabilmesinin sağlanması sonucunda ülke ekonomisine, hem devlete hem özel kuruluşlara katkı sağlamayı, Türkiye için çok önemli bir enerji kaynağı olan suyun daha iyi değerlendirilmesine yardımcı olmayı, yerli sanayiye ve KOBİ'lere istihdam, işbirliği ve iş olanakları sağlamayı, şimdiye kadar Türkiye'de çoktan oluşmuş olması gereken su türbini tasarımı konusundaki bilgi birikiminin en kısa sürede oluşturulmasını ve üniversite/sanayi işbirliği çerçevesinde kullanılmasını sağlamayı hedefleyen bu proje Kalkınma Bakanlığı tarafından 10 milyon TL bütçe ile, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği tarafından bina ve insan kaynağı ile, TEMSAN tarafından ise deney düzeneği işçiliği ile desteklenmektedir.

Pratikle teoriyi en güzel şekilde birleştirebilen, geleceğin en önemli konularından biri olan enerjiyle, özellikle Türkiye'deki kaynakları oldukça fazla olan su enerjisiyle ilgili bir konuda hem teoriyi hem de sanayi işbirliğini pratik uygulamalarıyla bilen bilim insanları yetiştirebilmeyi hedefleyen proje ekibinde dört öğretim üyesi önderliğinde, iki mühendis, iki teknisyen, on üç doktora ve yüksek lisans öğrencisi çalışmaktadır.

Bu ekip, bahsedilen temel hedefler doğrultusunda Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) ve yapısal analizleri, parametrik çalışmalar, prototip üretimi ve deneysel çalışmalar yapmaktadır. Hesaplamalı akışkanlar dinamiği yardımı ile Francis tipi türbinlerin temel parçaları olan salyangoz, sabit kanatlar, ayar kanatları, çark ve emme borusu için analizler yapılmıştır. Bu analizler, verilen düşü ve debi için bu parçaların tasarım parametrelerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu tasarım parametrelerinin kullanılması ile bilgisayar ortamında tasarlanan modeller 5 eksenli CNC torna tezgâhı, CNC dik işleme ve silindirik taşlama tezgahları ile üretilecektir. Üretimi yapılan model türbinlerin deney düzeneğine yerleştirilmesiyle tork, kavitasyon, enerji çıktısı gibi veriler toplanacak ve modellerin performans değerlendirmesi yapılacaktır. Test merkezi çalışmaları, tasarım laboratuvarı, üretim laboratuvarı ve hidrotürbin test laboratuvarı olmak üzere üç laboratuvarda yürütülmektedir.

**Ek 3.2** Merkezin Alt Laboratuvarları

*i) TASARIM LABORATUVARI:* Hidrotürbin test merkezinde test edilecek olan türbin modelleri merkezdeki üretim laboratuvarında üretilecektir. Her hidroelektrik santrali farklı türbin tasarımı gerektirir. Bu tasarım sürecini kolaylaştırabilmek ve doğruluğunu arttırabilmek için her türbin tasarımı için geçerli olan bir metot oluşturulmuştur. Şekil Ek 3.1'de tasarım ve üretim süreci gösterilmektedir. Basamak 1-9 arası HAD tasarım metodunu göstermektedir.



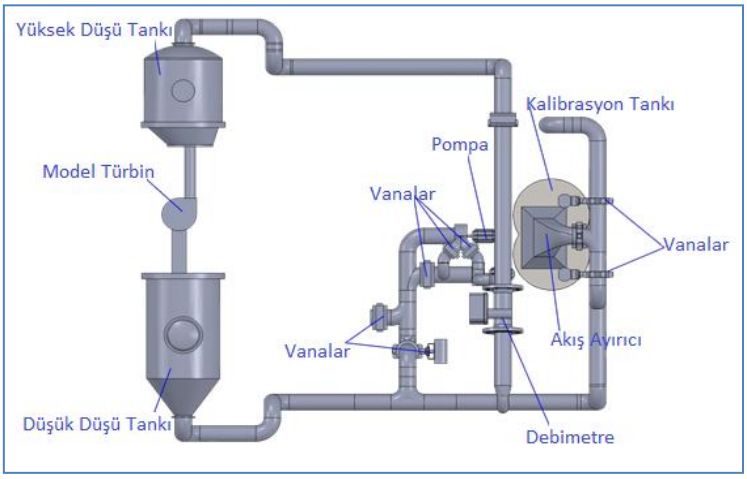

**Şekil Ek 3.1** Test Merkezi Akış Şeması

Francis türbininin temel parçaları olan salyangoz, sabit kanatlar, ayar kanatları, çark ve emme borusu için bu yöntem aynı şekilde uygulanmaktadır. Ön tasarım, verilen düşü ve debi değerlerinin türbin giriş koşulu olarak verilmesi ile oluşturulur. Merkez içi kodlar, ilk boyutlandırmanın belirlenmesi için kullanılmaktadır. Kodun içeriğinde her bir parça için temel teorik formüller yer almaktadır. Kodun dikkate alamadığı akış olayları (kavitasyon, vortex oluşumları) nedeni ile ilk boyutlandırma ile oluşturulan geometrilerde gerekli türbin verimi sağlanmayabilmektedir. Bundan dolayı, HAD ile geometrik parametrelerin optimizasyonu yapılmaktadır. Bu süreç iteratif bir şekilde gerekli türbin verimi elde edilene kadar devam etmektedir. Gerekli şartların sağlanmasının ardından ise her parça için analiz süresini ve maliyetini düşürmek amacıyla ayrı ayrı analiz yapılmaktadır. HAD analizleri kanatlar için hidrolik kayıplar minimize edilene ve doğru akış açısı yakalanana kadar devam etmektedir.

*ii) İLERİ İMALAT LABORATUVARI:* Türbin çarkı tasarımı esnasında CAD/CAM/CAE bütünleşik olarak çalışacak bu sayede bölümler arası iş birliği sağlanacak ve tasarım ve üretim sırasında harcanan zaman kısalırken üretim kalitesi artacaktır. HAD analizleri ve yapısal analizlerin ardından belirlenen final tasarımlarının hidrotürbin test merkezinde test edilebilmesi için ŞEKİL 9.12'de verilen

şemadaki basamak 9 ve basamak 14 arasındaki süreçleri geçmesi gerekmektedir. HAD analizleri tamamlandıktan sonra CATIA programında katı modeller oluşturulmakta ve mekanik analizler yapılmaktadır. Bu analizlerin ardından türbin çarkı katı modeli üretim kodlarının yazılması için kullanılmaktadır. Bu kodlar üretim laboratuvarında bulunan 5 eksenli CNC freze ve torna tezgâhlarında kullanılacaktır. Yüzey pürüzlülüğü üretilen modeller için önemli bir parametre olduğundan üç boyutlu koordinat ölçüm makinesi (CMM) ile pürüzlülük ölçümü yapılacaktır. Gerekli kalite kontrol işlemleri başarılı olarak tamamlandıktan sonra ise deneysel çalışmalar gerçekleştirilecektir.

*iii) HİDROTÜRBİN TEST MERKEZI:* Kurulmakta olan test merkezi 10 m ile 160 m düşü ve 0,2 $m^3/s$ ile 2 $m^3/s$ debi değerleri aralığında çalışan 2 MW kapasitesinde Francis tipi türbin modelleri için yüksek hassasiyetli performans ölçümleri yapabilecek kapasite olacak şekilde tasarlanmıştır. Test laboratuvarı Internatıonal Electrotechnical Commission (IEC) standartları başta olmak üzere birçok uluslararası standardı ve Türk Standartlarına (TS) uygun olacaktır. Şekil Ek 3.2, laboratuvarın genel görünüşünü vermektedir. En alt katta rezervuar bulunmaktadır. Bu rezervuar sistemin su ihtiyacını karşılamaktadır. Rezervuardan sisteme basılacak su gerekli debiyi ve düşüyü verecek pompalar ile sağlanmaktadır. Sistemin bir üst katında ise borular, alçak ve yüksek düşü tankları, ağırlık kalibrasyon tankı, tankın vakum pompası, kompresör, dinamometre, türbin modeli ve her türlü ölçüm cihazı yer almaktadır. Sistemde, pompalar paralel çalışırken maksimum 2 $m^3/s$ debi ve 80 m düşü, seri çalışırken ise 1 $m^3/s$ debi ve 160 m düşü sağlanacaktır. Diğer bir alanda ise model hazırlık alanı bulunmaktadır. Üretim alanları ve takım tezgâhları burada yer almaktadır. Şekil Ek 3.3'te Test Merkezi inşaatına ait fotoğraflar görülmektedir. Test düzeneği açık, kapalı ve kalibrasyon çevrimi olmak üzere üç farklı şekilde çalışabilmektedir.




**Şekil Ek 3.2** Deney Düzeneğinin Üstten Görünüşü

**Şekil Ek 3. 3** TOBB ETÜ Test Merkezi Fotoğrafları

**EK 4** İ.T.Ü. Makina Fakültesi Hidrolik Türbin Test Laboratuvarı (POTAM)[3]

DPT Altyapı Projeleri desteği ile gerçekleştirilen ve 2010 yılında hizmete alınan İTÜ Su Türbini test laboratuvarında (İTÜ Gümüşsuyu Kampüsü), 300 kW güce kadar reaksiyon tipi (Francis, Uskur, Kaplan) su türbinlerinin IEC / TS EN 60193 standardına göre model testleri, aynı proje kapsamında oluşturulan mobil laboratuvarın ölçme cihazları ile de her tip ve güçte su türbininin IEC / TS EN 60041 standardına göre saha testleri yapılmaktadır.

Türbin test standı kapalı devre sirkülasyon sistemidir. Testlerde debi, basınç, dönme hızı, türbin milindeki tork, titreşim, gürültü, jeneratörün gerilim, akım, güç, Cosϕ (her faz üzerinde ayrı ayrı , ortalama ve kümülatif olarak) ölçülmektedir.

Ayrıca, 40 kW'a kadar Pelton türbinlerinin model testleri de "Cahit Özgür Laboratuvarı"nda yapılmaktadır.

Model Test Laboratuvarında kullanılan teçhizatın karakteristik değerleri :

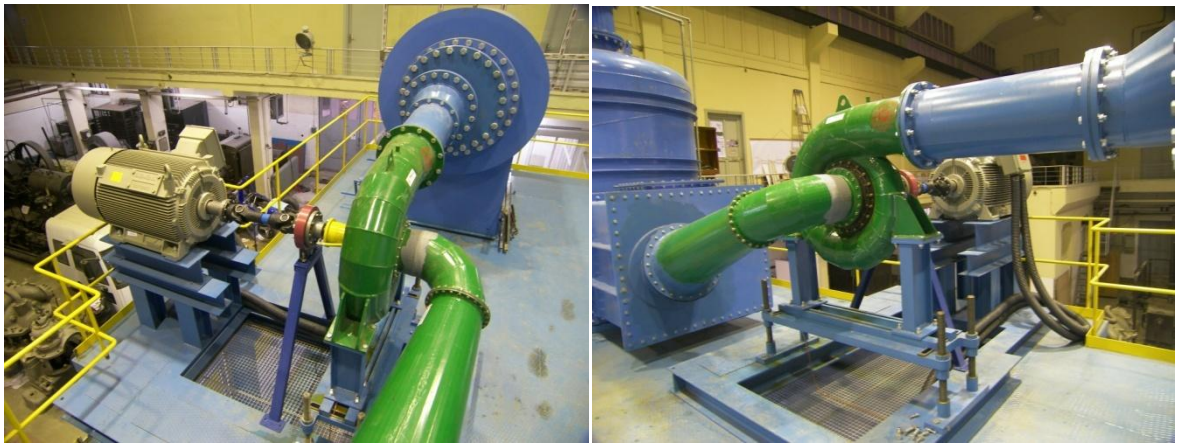
- Türbin testlerinde debi ve düşüyü sağlayan ve değişken devirli motor ile tahrik edilen çift emişli pompa: 400 kW, 1.500 d/d, 500 m3/h – 1.750 m3/h, 70 m – 95 m manometrik yükseklik,
- Magnetik Debimetreler: 1 adet ø 500, maksimum 7.000 m3/h, 1 adet ø 200, maksimum 2.000 m3/h, 1 adet standart ISO lülesi ø 250.
- Torkmetreler: Torkmetrelerin türbin bağlantısı kardan mili ile yapılmakta olup tork ölçme aralıkları 5.000 Nm, 3.000 Nm ve 2.000 Nm' dir.
- Kapasitif ve piyezoelektrik tipte basınç ölçerler.

[3] Prof. Dr. Mete ŞEN, Makine Mühendisi Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi.

- Generatörler 1 adet yatay eksenli, 315 kW, 1.500 d/d (maksimum hız), 1 adet düşey eksenli, 200 kW, 1.500 d/d (maksimum hız) olup model veya prototipin gereksinimi devir sayısına göre ayarlanabilmektedir. Üretilen elektrik doğrudan şebekeye geri verilmektedir.
- 16 kanallı basınç tarayıcı
- Yüksek frekanslı, 20 kanallı veri toplama sistemi
- Manometre kalibrasyon cihazı
- Kontrol panolarında devir sayısını set etme
- Kontrol panolarında motor/generatörlerin tüm elektrik karakteristiklerinin izleme, kayıt
- Kavitasyon testleri için emme tankındaki basıncın vakum pompası (minimum 700 mmHg) / kompresör ile ayarlanması
- Türbin testi sırasında üretilen elektriğin kontrol panosundan şebekeye geri beslenmesi
- Debinin; basınç deposu girişindeki motorlu vana ile ve/veya sirkülasyon pompasının motorunun frekans kontrolu ile regülasyonu
- Basınç deposu daima tamamen su ile dolu konumda, emme tankı basınç ayarlanması için serbest yüzeyli

Su türbini saha testi mobil laboratuvarında kullanılan ölçme cihazlarının özellikleri :

- Ultrasonik debimetre
- Elektrik motorları için güç analizörü (akım, volt, CosΦ, fazlarda ortalamalar, data kayıt)
- Taşınabilir data toplama cihazı, 2 kanallı
- Taşınabilir data toplama cihazı, USB'den bağlanabilir, 4 kanallı
- Basınç transduserleri
- Açık kanallarda debi ölçümü için mulineler
- Basınç kalibrasyon cihazı
- Digital manometreler
- Gürültü ölçer



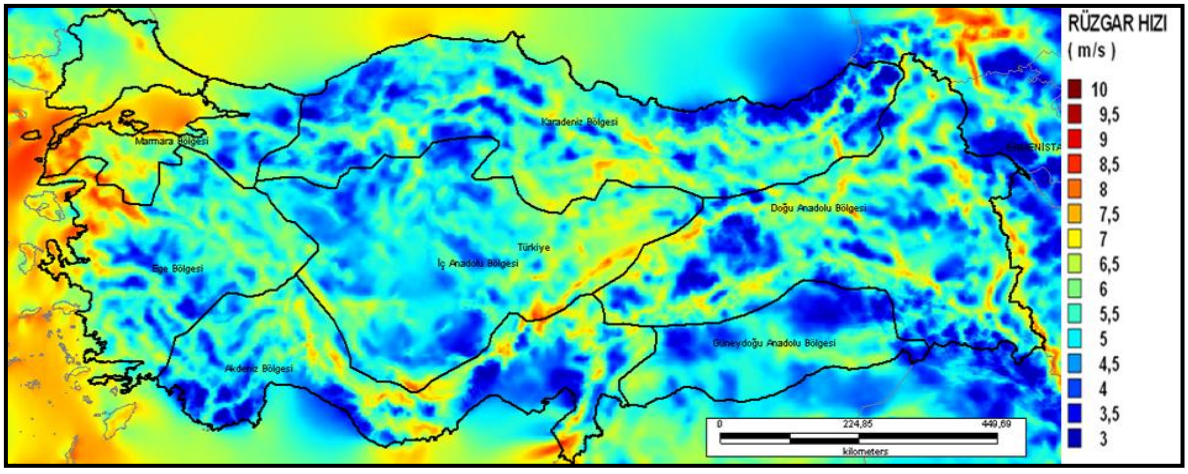
**Şekil E4. 1** İTÜ Hidrolik Türbin Test Laboratuvarı Fotoğrafları

# 10. RÜZGÂRA DAYALI ELEKTRİK ÜRETİMİ İÇİN MAKİNA VE EKİPMANLAR

## 10.1 Türkiye'de Rüzgâr Enerji Sektörü Mevcut Durum ve Üretim/Yatırım Kapasitesi

Türkiye, Avrupa'da rüzgâr enerjisi potansiyeli bakımından zengin ülkelerden birisidir. Üç tarafı denizlerle çevrili olan ve yaklaşık 3.500 km kıyı şeridi olan Türkiye'de özellikle Marmara kıyı şeridi ve Ege kıyı şeridi ile sürekli ve düzenli rüzgâr almaktadır. ***Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA)***, Türkiye rüzgâr kaynaklarının karakteristiklerini ve dağılımını belirlemek amacıyla EİE tarafından 2006 yılında üretilmiştir (Şekil 10.1).

Atlasta verilen detaylı rüzgâr kaynağı haritaları ve diğer bilgiler rüzgâr enerjisinden elektrik üretimine aday bölgelerin belirlenmesinde kullanılabilecek bir altyapı sağlamaktadır. Yıllık ortalama değerler esas alındığında, Türkiye'nin en iyi rüzgâr kaynağı alanları kıyı şeritleri, yüksek bayırlar ve dağların tepesinde ya da açık alanların yakınında bulunmaktadır. Açık alan yakınlarındaki en şiddetli yıllık ortalama rüzgâr hızları ise Türkiye'nin batı kıyıları boyunca, Marmara Denizi çevresinde ve Antakya yakınında küçük bir bölgede meydana gelmektedir. Orta şiddetteki rüzgâr hızına sahip geniş bölgeler ve rüzgâr gücü yoğunluğu Türkiye'nin orta kesimleri boyunca mevcuttur.




**Şekil 10.1.** Türkiye Rüzgâr Atlası [1](Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM-EİE)

Türkiye Rüzgâr Atlasında (REPA) yer seviyesinden 50 metre yükseklikteki rüzgâr potansiyelleri incelendiğinde Ege, Marmara ve Doğu Akdeniz bölgelerinin yüksek potansiyele sahip olduğu görülmektedir.

***REPA'ya göre Türkiye rüzgâr enerji potansiyeli, tanımlanmış kriterlerin ışığında rüzgâr sınıfı iyi ile sıradışı arasında 47.849,44 MW olarak belirlenmiştir. Bu araziler Türkiye toplamının %1,30'una denk gelmektedir*** (Tablo 10.1).

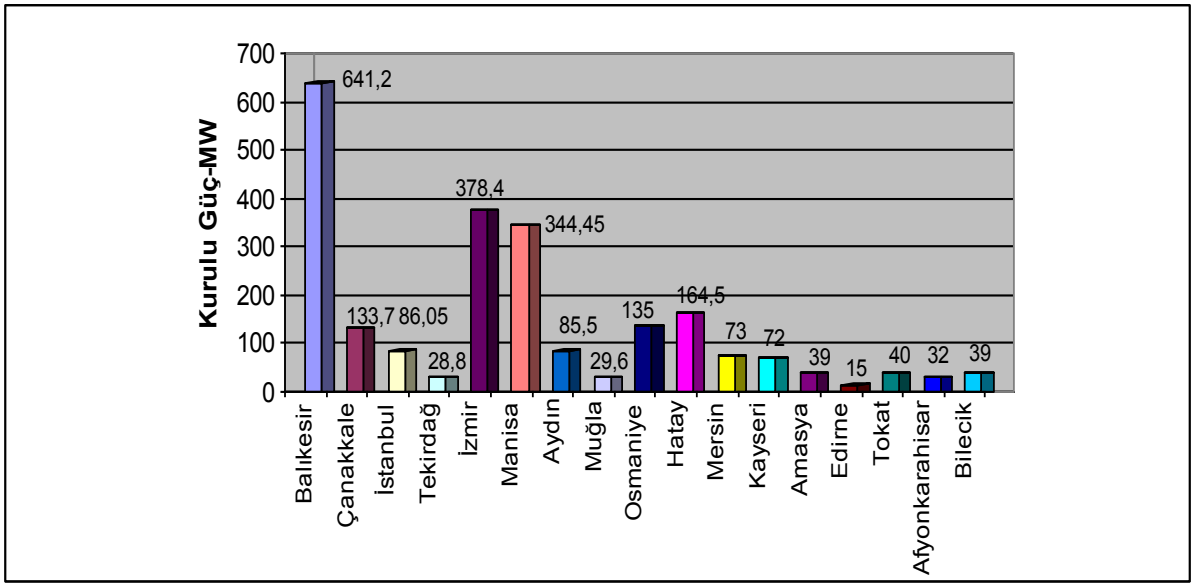
[1] Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

**Tablo 10. 1** REPA'ya göre Türkiye Rüzgâr Potansiyeli

| Rüzgâr Kaynak Derecesi | Rüzgâr Sınıfı | 50 m'de Rüzgâr Gücü Yoğ.(W/m$^2$) | 50 m'de Rüzgâr Hızı (m/s) | Toplam Alan (km$^2$) | Rüzgârlı Arazi Yüzdesi | Toplam Kurulu Güç (MW) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Orta** | 3 | 300 – 400 | 6,5 – 7,0 | 16.781,39 | 2,27 | 83.906 |
| **İyi** | 4 | 400 – 500 | 7,0 – 7,5 | 5.851,87 | 0,79 | 29.259,36 |
| **Harika** | 5 | 500 – 600 | 7,5 – 8,0 | 2.598,86 | 0,35 | 12.994,32 |
| **Mükemmel** | 6 | 600 – 800 | 8,0 – 9,0 | 1.079,98 | 0,15 | 5.399,92 |
| **Sıradışı** | 7 | > 800 | > 9.0 | 39,17 | 0,01 | 195,84 |
| **Toplam** | | | | **26.351,28** | **3,57** | **131.756,40** |

Türkiye'de şebekeye bağlı rüzgâr enerjisi ile elektrik üretimi 1998 yılında başlamıştır. 2005 yılından itibaren özellikle 5346 Sayılı Yenilenebilir Elektrik Kanunu'nun çıkmasından sonra kurulu güç ve enerji üretiminde hızlı artışlar olmuştur. 2013 Nisan ayı itibariyle 2337.4 MW'a (Türkiye toplam kurulu gücünün % 3.96'sı), 2013 Eylül ayı itibariyle ise 2.676,8 MW'a (toplam kurulu gücünün %4,4'ü) ulaşmıştır. 2012 yılında rüzgâr santrallerinden üretilen elektrik enerjisi ise 5.849.246 MWh olarak gerçekleşmiştir. Bu üretim toplam elektrik üretiminin (239.101.018 MWh) % 2.45'ine karşılık gelmektedir[2].

***Marmara Bölgesinde*** Balıkesir, İstanbul, Çanakkale, ***Ege Bölgesinde*** İzmir, Manisa, ***Doğu Akdeniz*** çevresinde Hatay rüzgâr santrallerinin yoğun olarak yer aldığı illerdir. Bu durum (Şekil10.2) REPA'da gösterilen potansiyelle uyum göstermektedir.

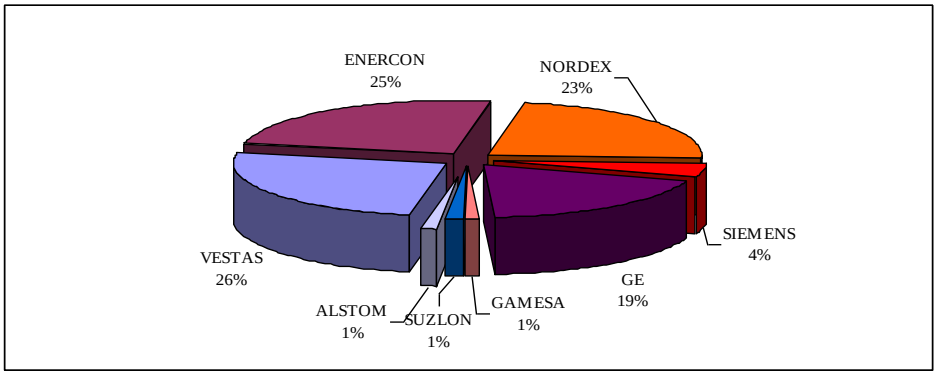



**Şekil 10.2** 2012 Sonu Rüzgâr Kurulu Gücünün İllere Göre Dağılımı (Toplam 2.337,4 MW)

Rüzgâr santrallerinde kullanılan türbinler dünya piyasasına hâkim olan türbin markalarına ait olup en büyük payı %26'lık pay ile Vestas türbinlerinin oluşturduğu, onu %25'lık payla Enercon, %23 payla Nordex ve %19 payla GE'in izlediği görülmektedir. Siemens, Gamesa, Suzlon ve Alstom türbinlerinin payları ise %5'in altındadır (Şekil 10.3). Santrallerde ilk yıllarda 500-900 kW arası

[2] www.teiaş.gov.tr

güçlerde türbinler tercih edilirken, türbin güçlerinde sağlanan teknolojik gelişmelerle tercihin son yıllarda özellikle 3 MW üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir.




**Şekil 10.3** Rüzgâr Santrallerindeki Türbinlerin Üreticilere Göre Dağılımı (Toplam 2.337,4 MW)[3]

Ülkemizde rüzgâra dayalı kurulu gücün hızla artmasına karşın sadece bazı türbin markalarının kule ve kanatları (ENERCON, GE..) ile türbin kuleleri (ENERCON, GE, vb) yabancı firmalarla ortak girişim yapılması ile yurt içinde üretilebilmektedir.

Bununla birlikte lisanslı rüzgâr enerji santralleri konusunda aşağıda belirtilen alanlarda bazı yerli veya ortak girişim şirketleri kurulmuş ve belirtilen alanlarda hizmetler yürütülmektedir:

| Faaliyet | Firmalar (Yerli-Yabancı) |
|---|---|
| **Rüzgâr Ölçüm ve Değerlendirme** | Egeres, Enisolar, Elite, Re-Consult, TNA, Eneris, vb. pek çok firma |
| **Proje Geliştirme, Danışmanlık** | Mühendislik danışmanlık proje geliştirme konusunda pek çok firma |
| **Rüzgâr Türbin Temin Şirketleri** | Vestas, Nordex, Enercon, Siemens, GE…vb uluslararası şirketler ve temsilcilikleri |
| **Kule Yerli Üretim (Çelik )** | Enercon, ÇİMTAŞ, Alke g, Çiltuğ, Ateşçelik, GESBEY; |
| **Kule Yerli Üretim (Beton )** | Akat Prefabrike vb. |
| **Kanat Yerli Üretimi ve Malzeme Tedarikçileri** | Enercon Aero Kanat Fabrikası,TPI Kompozit Kanat Fab,Avrasya Rüzgâr, Cam Elyaf Sanayi, Duratek, METYX Compozities, EA wind vb. |
| **Türbin Bazı Ara ve Hammaddelerinin İmalatı** | Berdan Cıvata, Dirinler, Özgün Makina vb. |
| **Taşımacılık** | Hareket, Sarılar, Ultratrans, Thyke Lojistik, Project Cargo &Yatch Transport, TES Ltd, SDV Horoz, Ulustrans, Orship, Ran Lojistik vb. |
| **İş Makinesi Hizmetleri vb.** | Coşkun Vinç, Aydın Vinç vb. |
| **İnşaat ve Montaj** | Birçok mühendislik ve inşaat firması; Güriş İnşaat ve Mühendislik A.Ş, Fina Enerji Mühendislik vb. |
| **İşletme ve Bakım/Onarım** | Enercon, Nordex vb. |
| **Elektrik Malzemeleri (Jeneratör, Trafo, Şalt Sahası Malzemeleri, İletim ve Dağıtım Sistemi Bağlantısı için** | Büyük bölümü de Türkiye'den temin edilebiliyor |

[3] TUREB, Türkiye Rüzgar Santralleri Atlası, 2013

*Rüzgâr Santrallerinin Kredilendirilmesi* Yerli ve yabancı bankalar (İş Bankası, Yapı ve Kredi Bankası, Garanti Bankası, Akbank, Türkiye Sinai Kalkınma Bankası [Dünya Bankası (IBRD) ve Fransız Gelişim Ajansı (AFD) ile birlikte) vb.] tarafından artan sayıda rüzgâr projesi için kredi sağlanmaktadır.

Ayrıca türbinin çeşitli bileşenleri için gerekli *çeliğin* yurt içinde üretilebileceği hususu da Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliğinin çeşitli toplantılarında ifade edilmektedir.

Lisanslı santrallere verilen bu hizmetlerin yanı sıra lisanssız üretim kapsamındaki küçük ve orta büyüklükteki türbinlerin yerli üretimi konusunda üretim yapan bazı firmalar ***(Northel Enerji, Enertürk, Pars Makina, Yapıcılar Kolektif Şti, Yılmaz Redüktör vb.) ve temsilcilikler (Ayetek, Mars, 4e vb.)*** vardır. Lisanssız üretim için başlangıçta 500 kW olan kurulu güç sınırı 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu 14. Maddesi ile 1 MW'a çıkarılmıştır[4]. Bakanlar Kurulu bu üst sınırı beş katına kadar artırmaya yetkilidir. Lisansız üretim kapsamında tesis edilecek kapasite ile rüzgâr a dayalı kurulu güç daha da artacaktır.

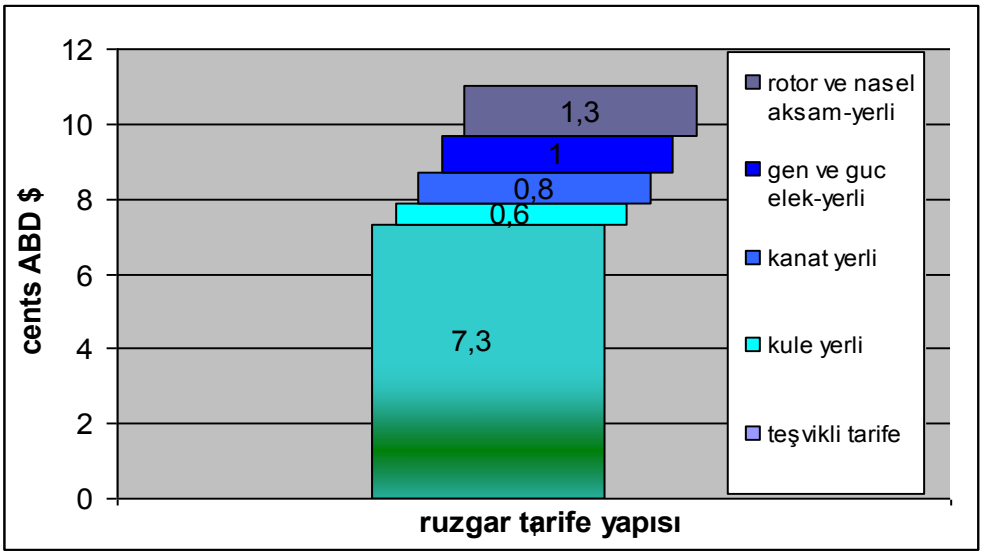
Öte yandan ülke çapında bazı üniversiteler, araştırma kurumları ve özel sektör firmalarının oluşturduğu bir AR-GE uygulama projesi olan ***Milli Rüzgâr Enerji Sistemleri Geliştirilmesi ve Prototip Türbin Üretimi (MİLRES)*** konusunda çalışmalar yürütülmektedir. İlk etapta 500 KW'lık türbinin tasarım ve üretimi TÜBİTAK tarafından desteklenmektedir. Türbinin 2013 yılı sonunda tamamlanarak İstanbul Terkos'ta kurulması ön görülmektedir.

Rüzgâr enerji ekipmanlarının yerli üretiminin desteklenmesi konusunda 6094 Sayılı kanunla Yek-E (yenilenebilir enerji kaynakları-elektrik üretimi) destekleme sisteminde yapılan değişiklikle rüzgâr tesisinde *yerli üretim ekipman kullanılma durumuna* göre *tarifeye uygulanacak ek alım fiyatları* (Şekil 10.4) yerli üretim olanakları yaratılabilmesi açısından umut vericidir.

Bu konuda uygulanacak prosedür ve kurallarla ilgili Yönetmelik[5] ve Tebliğ de yayınlanmasına rağmen 2012 yılında başvuru yapan 12 rüzgâr santralına yatırımcısına eksiklikleri nedeniyle yerli üretimden yararlanma belgesinin verilemediği YEGM tarafından belirtilmektedir. Bu belgenin teminindeki çekilen güçlük nedeniyle İlgili Yönetmelikte değişiklik yapılmış ve 4 Eylül 2013 tarihli Resmi Gazete'de yayınlanmıştır .

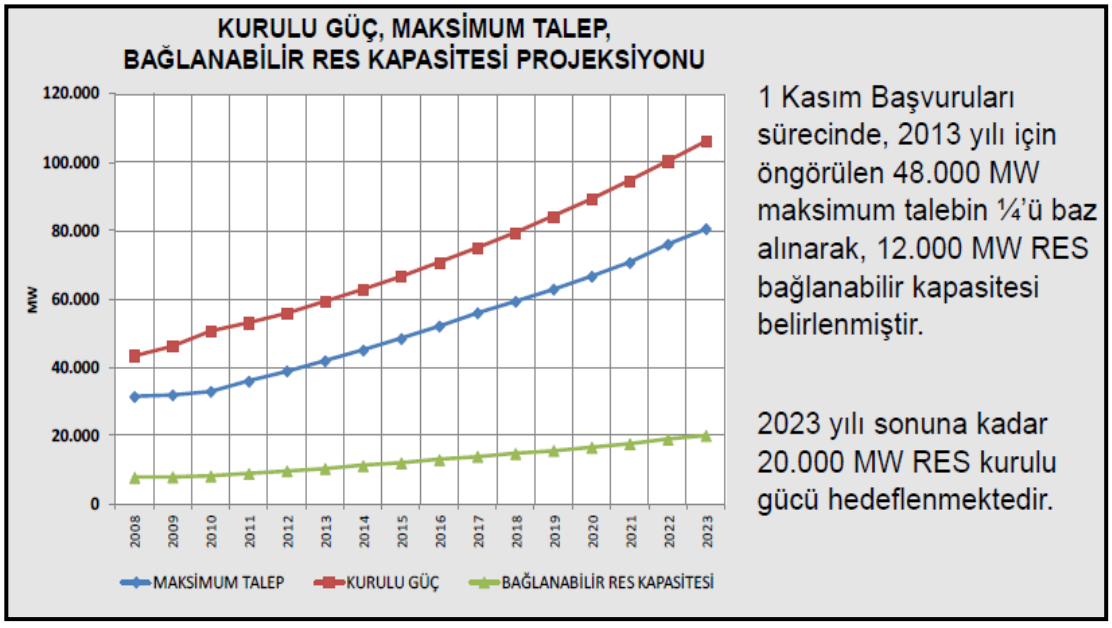
[4] 30 Mart 2013 tarih ve 28603 sayılı Resmi Gazete

[5] YEK'ten Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Aksamın Yurt İçinde İmalatı Hakkında Yönetmelik, 19 Haziran 2011 RG (değişiklikler dahil)




**Şekil 10.4** Rüzgâr Enerjisi Tarife Yapısı[6]

Rüzgâr santrallerine TEİAŞ tarafından 11.917 MW'lık kapasite tahsisi yapılmıştır. Bunun 3.760 MW'ı 1 Kasım 2007 öncesi, 7.398 MW'ı 1 Kasım 2007 başvurularından lisans alanlara, 713 MW'ı güç artırım talebinde bulunan mevcut lisanslı santrallere ve 6 MW'ı ise Lisans Yönetmeliği Ek-1 maddesine göre AR-GE amaçları için tahsis edilmiştir. Yıllara göre RES bağlanabilir kapasite projeksiyonu Şekil 10.5'de verilmektedir [7].




**Şekil 10.5** TEİAŞ Bağlanabilir RES Kapasitesi Projeksiyonu

[6] 6094 sayılı Kanun

[7] Kemal Yıldır, Türkiye'de Rüzgar Sistemlerinin İletim Sistemine Bağlantıları, TÜREB Rüzgar Enerjisi Çalıştayı, 27 Mart 2013

6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanun'unun Geçici 9. maddesine göre daha önce lisans almış olan toplam kurulu gücü 805 MW olan 23 adet RES şirketi Kanun'un yürürlüğe girdiği tarihi takip eden 1 ay içerisinde EPDK'ya başvurarak lisanslarının sonlandırılarak teminatlarının iadesini talep etmiştir.

### 10.2 Rüzgâr Türbini Maliyet Yapısı ve Dünyadaki Ana Üreticiler

Rüzgâr türbinleri yaklaşık 4 m/s ile 25 m/s arasındaki rüzgâr hızlarında elektrik üreten makinelerdir. ***Avrupa'da karadaki rüzgâr projeleri için türbin, şebeke bağlantı, temeller altyapı vb dahil 2008 yılında rapor edilen yatırım maliyeti 1-1,9 Milyon €/MW (1,45-2,6 Milyon $/MW) arasında*** değişmektedir.

Bu maliyetler:

- Kuzey Amerika'da 0,98-1,3 Milyon €/MW (1,4-1,9 Milyon $/MW),
- Japonya'da 1,8-2,2 Milyon €/MW (2,6-3,2 Milyon $/MW) arasında,
- Hindistan ve Çin'de ise 1,45 €/MW (1 Milyon $/MW)'ın altındadır[8].

Avrupa'da 2006 yılında kurulan 2 MW'lık bir rüzgâr türbini tesisinin maliyet yapısı Tablo 10. 2'de verilmektedir.

Bir rüzgâr türbini, tesis maliyetinin yaklaşık %75'ini oluşturmaktadır. Rüzgâr türbini ise 8.000 farklı bileşenden oluşmakta olup bu bileşenlerin türbin maliyetleri içerisindeki payları da Tablo 10. 3'te verilmektedir.

**Tablo 10.2** 2 MW'lık Bir Rüzgâr Türbin Tesis Maliyet Dökümü[9]

| Bileşenler | Yatırım (€1000/MW) | Pay (%) |
|---|---|---|
| **Türbin** (sahaya nakil dahil) | 928 | 75,6 |
| **Temeller** | 80 | 6,5 |
| **Elektrik Tesisatı** | 18 | 1,5 |
| **Şebeke Bağlantı** | 109 | 8,9 |
| **Kontrol Sistemleri** | 4 | 0,3 |
| **Danışmanlık** | 15 | 1,2 |
| **Arazi** | 48 | 3,9 |
| **Finansal Maliyetler** | 15 | 1,2 |
| **Yol** | 11 | 0,9 |
| **Toplam** | 1.227 | 100 |

[8] GWEC,2009
[9] EWEA, Wind Energy The Facts

**Tablo 10.3** Rüzgâr Türbini Ana Bileşenleri ve Türbin Maliyeti İçindeki Payları[10,]

| REpower MM92 (Kanat çapı 45,3 m, Kule yüksekliği: 100 m) RT Bileşenlerinin Maliyet İçerisindeki Payları[11] | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Bileşen ismi** | **Maliyetteki Payı (%)** | | **Bileşen İsmi** | **Maliyetteki Payı (%)** |
| **Kule** | **26,3** | | **Türbin Yön Bulma (yaw) Sistemi** | **1,25** |
| **Rotor Kanatları** | **22,2** | | **Kanat Açı (pitch) Kontrol Sistemi** | **2,66** |
| **Rotor Göbeği (hub)** | **1,37** | | **Güç Dönüştürücü (Konverter)** | **5,01** |
| **Rotor Yatakları** | **1,22** | | **Trafo** | **3,59** |
| **Ana Mil** | **1,91** | | **Fren Sistemi** | **1,32** |
| **Ana Gövde** | **2,80** | | **Nacel Gövdesi (kaporta)** | **1,35** |
| **Dişli Kutusu** | **12.91** | | **Kablolar** | **0.96** |
| **Jeneratör** | **3.44** | | **Vidalar** | **1.04** |

Dünya rüzgâr türbin üretim pazarına hakim olan ilk on rüzgâr türbin üreticisinin bulundukları ülkeler ve 2009-2011 yılları arasındaki pazar payları Tablo 10.4'de verilmektedir.

Bunlar arasında en büyük paya sahip olan ilk üç şirket sırası ile

- Vestas %12,9
- Goldwind %9,4
- GE % 8,8'dir.

Gamesa, Vestas ve Suzlon gibi bazı üreticiler özellikle türbin üretimine odaklanmıştır. Diğerleri daha geniş çeşitliliğe sahip şirketlerin parçalarıdır. Kendi iç piyasaları haricindeki dış pazarlara satış yapmayı sürdürme hepsinin ortak iş stratejisini oluşturmaktadır. Dünyadaki bazı rüzgâr türbin üreticileri ve ana bileşen tedarikçileri ise Tablo 10.5'de verilmektedir.

[10] Wind Directions, January/February 2007, The Economics of Wind Energy, EWEA, March 2000

[11] 45.3 m kanat uzunluğu, ve 100 m kule yüksekliği olan REpower MM92 türbinine dayanarak (5 MW)

**Tablo 10.4** Dünya Rüzgâr Türbin Üreticileri[12]

| Üretici | Merkezin Yeri | 2009 Pazar Payı (%) | Üretici | Merkezin Yeri | 2010 Pazar Payı (%) | Üretici | Merkezin Yeri | 2011 Pazar Payı (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Vestas** | Danimarka | 12,5 | **Vestas** | Danimarka | 14,8 | **Vestas** | Danimarka | 12,9 |
| **GE** | ABD | 12,4 | **Sinovel** | Çin | 11,1 | **Goldwind** | Çin | 9,4 |
| **Sinovel** | Çin | 9,2 | **GE** | ABD | 9,6 | **GE** | ABD | 8,8 |
| **Enercon** | Almanya | 8,5 | **Goldwind** | Çin | 9,5 | **Gamesa** | İspanya | 8,2 |
| **Goldwind** | Çin | 7,2 | **Enercon** | Almanya | 7,2 | **Enercon** | Almanya | 7,9 |
| **Gamesa** | İspanya | 6.7 | **Suzlon** | Hindistan | 6,9 | **Suzlon** | Hindistan | 7,7 |
| **Dongfong** | Çin | 6.5 | **Dongfong** | Çin | 6,7 | **Sinovel** | Çin | 7,3 |
| **Suzlon** | Hindistan | 6.4 | **Gamesa** | İspanya | 6,6 | **Guodian United Power** | Çin | 7,1 |
| **Siemens** | Almanya | 5.9 | **Siemens** | Almanya | 5,9 | **Siemens** | Almanya | 6,3 |
| **REpower** | Almanya | 3.4 | **United Power** | Çin | 4,2 | **MingYang WindPower** | Çin | 2,9 |

**Tablo 10.5** Bazı Rüzgâr Türbin Üreticileri ve Tedarikçileri[13]

| Türbin Üreticisi | Rotor Kanatları Tedarikçisi | Dişli Kutuları Tedarikçisi | Generatör Tedarikçisi | Kule Tedarikçisi [14] | Kontrol Üniteleri Tedarikçisi |
|---|---|---|---|---|---|
| **Vestas** | **Vestas**[15], LM | Bosch Rexroth, Hansen, Winergy, Moventas | **Weier**, Elin, ABB, LeroySomer | **Vestas**, NEG, DMI | **Cotas (Vestas)**, NEG (Dancontrol) |
| **GE Energy** | LM, Tecsis | Winergy, Bosch, Rexroth, Eickoff, **GE** | Loher, **GE** | DMI,Omnical SIAG | **GE** |
| **Gamesa** | Gamesa, LM | **Echesa (Gamesa)**, Winergy, Hansen | **Indar (Gamesa),** Cantarey | **Gamesa** | **Ingelectric (Gamesa)** |
| **Enercon** | **Enercon** | Doğrudan sürücülü | **Enercon** | KWG,SAM | **Enercon** |
| **Siemens Wind** | **Siemens**, LM | **Winenergy** | ABB | Roug, SAM | **Siemens**, KK Electronic |
| **Suzlon** | **Suzlon** | **Hansen**, Winenergy | **Suzlon**, Siemens | **Suzlon** | **Suzlon**, Mita Teknik |
| **REpower** | LM | Winenergy, Renk Eickhoff | N/A | N/A | Mita Teknik, Re Guard |
| **Nordex** | **Nordex** | Winenergy, Eickhoff, Maag | Loher | **Nordex**, Omnical | **Nordex**, Mita Teknik |

[12] List of wind turbine manufacturers and top 10 wind turbine suppliers by annual market shares by BTM Consult

[13] Suply Chain: To Race to Meet Demand, Wind Directions-January/February 2007

[14] Kuleler genellikle projelerin yer aldığı yerli piyasada imal edilmektedir.

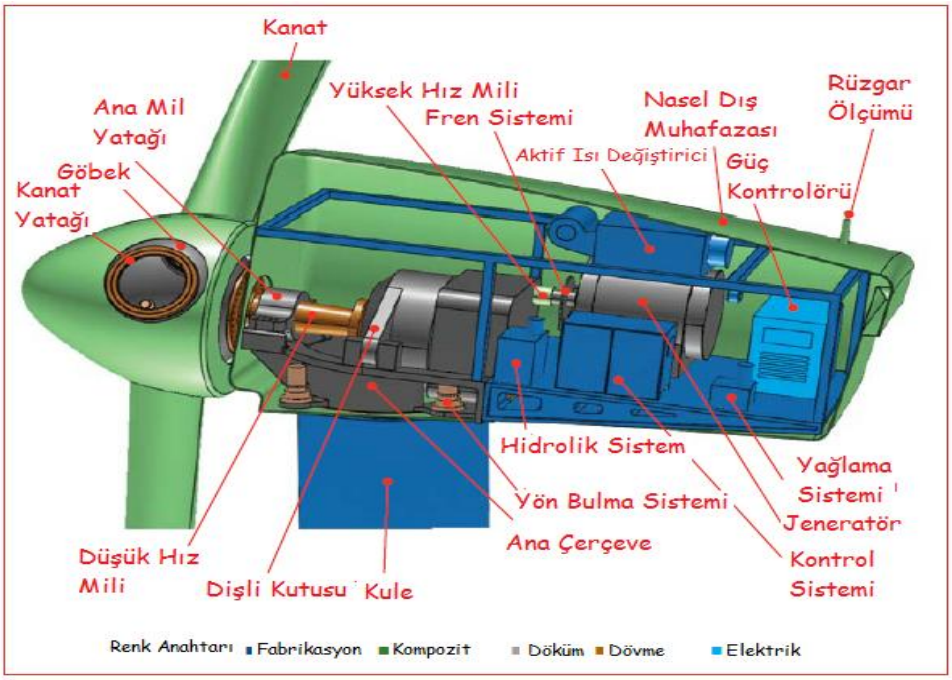
[15] Koyu yazılanlar türbin üreticisi şirket tarafından üretilen veya mülkiyetinde veya türbin üreticisinin sahip olduğu tedarikçiyi gösterir.

### 10.3 Rüzgâr Türbini Temel ve İç Bileşenler

Rüzgâr türbin üretimi çok yönlü rüzgâr güç endüstrisinin ana çekirdeğini oluşturur. Döküm, haddeleme ve işleme nedeni ile türbin üretimi ağır sanayiye de önemli bir katkıda bulunur.

Bir rüzgâr türbini aşağıdaki parçalardan oluşur (Şekil 10.6)

1. Kule
2. Rotor
3. Nasel (Faaliyet kutusu)
4. Diğer bileşenler (trafo, devre kesiciler, fiber optik kablolar, vb. diğer bileşenler)




**Şekil 10.6** Rüzgâr Türbini Temel Bileşenler[16]

1. **KULE :** Rüzgâr türbinini destek elemanıdır. Rüzgâr enerjisinden en iyi şekilde yararlanmak amacıyla farklı yüksekliklerde üretilmektedir. Kule yüksekliği 40 m-150 m arasında değişmektedir. Kule özel olarak hazırlanan beton zemin üzerine tutturulur. Haddelenmiş çelik saçtan tüp şeklinde ve yukarıya doğru daralacak şekilde olmak üzere ve genellikle büyüklüğü ve ağırlığı nedeniyle 3 veya daha fazla parça olarak üretilir. Kule parçaları birbirlerine, nasele ve zemine flanşlar ve cıvatalarla bağlanır. Kule tabanı kuleyi destekler ve yükleri toprak veya kaya olan temele aktarır. Temelin büyüklüğü ve tipi temel koşullarına bağlıdır ve genellikle çelikle güçlendirilmiş betondur. Kulenin ağırlığı yaklaşık 200-400 ton arasındadır ve türbin ağırlığının yaklaşık %60'ını oluşturmaktadır. Erişimin zor olduğu yerlerde kafes direk ve beton direk çözümler (hibrit) daha ucuz seçeneklerdir.

[16] Manufacturing Supplier Handbook For The Wind Energy Industry, AWEA, BlueGreen,GLWN, NIST,2011

**Kule İç Bileşenleri: Taban, Kule, Flanşlar, Cıvatalar, Merdiven/Asansör, Yön Bulma Dişlisi, Kaplama/Boya, Bağlantı elemanları, Kapaklar, Asansör Aydınlatma Kabloları vb'dir.**

*Kule ile ilgili yürütülmekte olan teknolojik araştırmalar çeliğe bağımlılığı azaltma, taşıma problemleri ve yüksek inşaat maliyetlerinin üstesinden gelme üzerinde yoğunlaşmaktadır. Özellikle kayar kalıplı beton tabanlar, santral sahasında kule üretimi, kafes kule parçaları ve sahada kolayca kurulabilen (self-erecting) kule teknolojileri. Ayrıca kule flanşlarında teknoloji geliştirme çalışmaları kule parçalarının bağlantısı için vidalama ve kaynaklar üzerinde de çalışmalar yürütülmektedir.*

**2. ROTOR:** Rotor dört temel bileşenden oluşur. ***Kanatlar, Kanat Kökü, Kanat Açı Ayarlama Sistemi ve Rotor Göbeği (Hub)***.

**Kanatlar:** Rüzgâr enerjisini mekanik enerjiye dönüştürür. Temel malzemesi çelikle güçlendirilmiş epoksi reçine gibi cam takviyeli elyaf ve güçlendirilmiş malzemelerdir. Ağırlığının %70-75'i epoksi veya polyester reçineli cam elyafıdır. Toplam rüzgâr türbini ağırlığının %7'sini oluşturur. Kendiliğinden duran (Stall regülasyonlu) veya değişken kanat açılı (variable pitch) olmak üzere iki farklı tasarımda olabilir.

**Kanat İç Bileşenleri:** İç Nüve/Kanat Kirişi, Cam Elyafı, Yüzey Kompozit Katmanları, Karbon Fiber, Epoksi veya Polyester Reçine, Kanat Kökü, Sıkıştırıcılar, Somunlar, Koruyucu Boya/Kaplama, Yıldırım Koruma, Anti Buzlanma Sistemi

*Daha hafif ve daha güçlü malzemelerin geliştirilmesi ve daha uzun kanatların yapılması için araştırmalar sürdürülmektedir. Şu anda plastikle güçlendirilmiş cam elyafı yaygın olarak kullanılmakla birlikte karbon fiberle güçlendirilmiş plastik, çelik, ve cam elyafının dahil olduğu kompozit malzemelerin kullanımı artmaktadır.*

**Kanat Kökü :** Rotor kanatlarını destekleme ve göbeğe güvenli bir şekilde bağlanmasına yardımcı olan çelikten yapılan bileşenlerdir. Genel olarak ağırlığı 1 ton civarındadır.

*Kanat kökü konusunda yürütülen teknolojik araştırmalar göbeğe monte edilmiş gömülü radyal bilyalı yatak üretimi konusundadır.*

**Kanat Açı Sistemi :** Rüzgâr hızına göre istenen dönme hızında optimum açının sağlanabilmesi için kanat açılarını ayarlar. Genellikle her biri bir kanada ait olmak üzere üç motorludur. Kanat açı sistemi elektrik veya hidrolik olarak sürücü ile döndürülen yuvarlak dişlidir. Kanat açı sistemi sürücüsü genellikle paslanmaz çelik ve alaşımlı çelikten üretilir.

**Kanat Açı Sistemi İç bileşenleri:** Elektrikli, hidrolik ve mekanik olmak üzere üç farklı kanat açı sistemi kullanılabilmektedir.

- **Elektrikli Kanat Açı Sistemi:** Motor, Soğutucu Fan, Motor Freni, Kanat Açı Dişlisi, Dişli Redüktör, Limit Sviç, Batarya/Akü, Akü Şarj Aleti, Contalar, Otomatik Yağlama Sistemi, Döner Elektrikli Sürücü (küçük dişli, güç elektroniği/sürücü, kablolama, kontaktör/devre kesici sigorta, sinyal kodlayıcı, güç kaynağı, ısıtıcı, diğer elektrik malzemeler)

- **Hidrolik Kanat Açı Sistemi:** Lineer Doğrusal Sürücü, Akümülatör, Pompa ve Pompa Motoru, Denge Valfi, Pozisyon Sensörü, Hortumlar/Bağlantı Parçaları, Küresel Yatak, Silindir, Mafsal, Pozisyon Kontrol Aygıtı, Limit Sviç.

- **Mekanik Kanat Açı Sistemi:** Yataklar ve Yağlayıcılar, Motorlar, Dişliler, Kanat Silindir Mekanizması. *Kanat açı sistemi konusunda yürütülen araştırmalar kanata gelen yükü azaltma ve kanat hızını tasarım şartları arasında tutmayı sağlayacak sürücü sistemleri üzerinde yürütülmektedir.*

**Göbek (Hub):** Rotor kanatları ve kanat kökleri için dayanak noktası ve kanat açı kontrol sisteminin de bulunduğu yerdir. Türbinin en büyük parçalarından birisidir. Malzeme genellikle sfero döküm olup yaklaşık 7-20 ton ağırlığındadır. Göbek serbest olarak döner, mil ve rulman montajı kullanarak nasele bağlanır.

**Göbek İç Bileşenleri :** Göbek, Burun Konisi, Kanat Freni (Disk, Kompaslar, Balatalar, Hortumlar, Contalar, Muhafaza), Mil Yatakları, Yağlama Sistemi.

**3. NASEL :** Kule tepesinde yer alan ve türbinin ana parçalarını içerisinde bulunduran yapıdır.

**Nasel Bileşenleri;**

- **Dış Kabin/Kaporta (cases):** Türbinin mekanik bileşenlerini içinde bulunduran yapıdır. İçinde yer alan bileşenlerinin dış ortamdan korunmasını sağlar. Genellikle çelik bir çerçeve etrafında cam elyafı ve çelikle güçlendirilmiş plastik gibi hafif malzemelerden yapılır**.**

*Dış kabin konusunda araştırmalar ana kasaya montaj için çelik destekler ile kauçuk sönümlendiriciler (damperler) kullanımı üzerindedir.*

- **Şase / Kasa :** Naselin iç kasa çerçevesi genellikle dökme demir ve çelikten üretilir.

*Kasa ile ilgili araştırmalar kararlılık, bakım için giriş ve titreşimi azaltmak için delikler açılması konusunda yoğunlaşmaktadır.*

- **Frenler:** Mekanik frenler bakım ve olumsuz hava koşullarında makineyi durdurmak için kullanılan yardımcı cihazlardır. *Mekanik sürtünme freni* ve onun hidrolik sistemi bakım ve onarım esnasında türbin kanatlarını durdurur. *Yön bulma mekanizması (yaw) üzerindeki hidrolik disk freni* ise nasel sabit durumda iken nasel konumunu korur.

- **Elektronik Kontrol Sistemi:** Bileşenlerin çalışması ve türbinin performans verilerinin izlenmesi ve kaydedilmesini sağlayan çeşitli kontrol sistemleri vardır. Ayrıca kulenin tabanında bulunan ana denetleyici ile alt denetleyiciler ve dış taraflar arasındaki iletişimi de sağlar.

- **Konvertör:** Jeneratörden üretilen doğru akımı şebekeyle uyumlu alternatif akıma dönüştürür.

- **Soğutma Sistemi:** Büyük fanlar ve havalandırma kanalları ile jeneratör ve dişli kutusunun soğutulması ve eksoz atık ısısının naselden atılmasını sağlar.

- **Sensörler: Rüzgâr Hız Sensörü:** Kule üzerine yerleştirilir, rüzgâr hızını ölçer ve verileri yön bulma mekanizmasına aktarır. Rüzgâr Yön Sensörü: Rüzgâr yönünü ölçer ve verileri yön bulma mekanizmasına aktarır. Kablo Büküm Sayıcı türbin içindeki kabloları türbinin çok uzun süre bir yönde yönlenip yönlenmediğini belirlemek için izler. Termokupl: Nasel içindeki sıcaklığı algılar

- **Yön Bulma (Yaw) Mekanizması**: Maksimum gücü elde etmek için naseli rüzgâr yönüne döndüren mekanizmadır. Genellikle 4 sürücü kullanılmaktadır. Yönlendirme mekanizması yüksek rüzgâr hızlarında iç bileşenlerdeki aşırı gerilmeleri azaltmak için kanatları 90 derece döndürür.

- Yön Bulma Mekanizması İç Bileşenleri: Fren, Kompas, Muhafaza, Balatalar, Contalar, Elektrik veya Hidrolik Sürücü, Redüktör Dişli Kutusu, Yağlama Sistemi, Fan, Küçük Dişli, Polimer Kayma Balataları/Diskleri, kodlayıcı

- Güç Aktarma Sistemi: Enerjiyi ileten ve ana milin hızını artıran dönen bileşenlerden oluşur. Ana Bileşenler: Miller, Yataklar, Kaplinler, Dişli Kutusu, Frenler, ve Jeneratör'dür.

- Güç aktarma sistemi üzerinde yürütülen teknolojik araştırmalar hibrit aktarma organları geliştirilmesi konusundadır.

- **Miller** : Düşük ve yüksek hız milleri rotorun düşük hızlı dönüşünü (kinetik enerji) yüksek hızlı dişli kutusuna (elektrik enerjisi) aktaran mekanizmadır.

*Bileşenler küçüldükçe mil büyüklüklerinin düşmesi nedeni ile teknolojinin gelişimi yataklar gibi bileşenlerin küçültülmesi yönündedir. Bununla birlikte daha küçük miller daha faza yorulmaya yol açmakta dolayısıyla yorgunluk giderme sistemleri ve daha sık bakım gerektirmektedir. Bu nedenle işletme ve bakım maliyetlerinde azalma sağlayacak sistem ve teknikler üzerinde çalışmalar yürütülmektedir.*

- **Yataklar :** Yataklar miller, dişli kutusu, yön bulma mekanizması, jeneratör ve diğer dönen parçalar için gerekli olan elemanlardır. Nasel ve kule naselin dönmesini de sağlayan bilyalı yatakla (rulman) bağlanır.

  *Daha küçük yataklar yapılması konusunda araştırmalar sürmektedir.*

- **Kaplin :** Yüksek hız miline bağlanan esnek kaplin dişli kutusu tarafından oluşturulan salınımlı yüklerin azaltılmasını sağlar. Böylece jeneratör tarafından üretilen elektrik enerjisinin kalitesinin artırılmasına yardımcı olur.

*Artan mukavemet ve esneklik için kompozit malzemelerin kullanımı konusunda araştırmalar sürmektedir. Bu malzemelerin kullanımı aynı zamanda türbin ağırlığını da azaltması beklenmektedir.*

- **Dişli Kutusu :** Rüzgâr türbininin en ağır ve en pahalı parçasıdır. Rotor milinin düşük dönme hızını (10-20 devir/dakika) jeneratörün ihtiyaç duyduğu yüksek hıza (1.200-2.000 devir/dakika) dönüştürür. Rüzgâr türbin dişli kutuları genellikle planet dişli sistemi kullanır. Doğrudan sürücülü türbinlerde dişli kutusu yoktur.

**Dişli Kutusu İç Bileşenleri: Muhafaza/Kasa, Planet Dişliler (halka dişli, güneş dişli, planet dişli, dişli taşıyıcısı), Oluklu Mil, Yataklar (planet yatağı, taşıyıcı yatak, mil yatağı), Hortumlar, Tork Kolu Sistemleri, Yağlama Sistemleri, Soğutma Sistemleri, Sensörler (sıcaklık, partikül)**

*Türbinler büyüdükçe dişli kutusu maliyetleri artmaktadır. Farklı jeneratör tiplerine uygun güç aktarma organı konfigürasyonunun geliştirilmesi konusunda araştırmalar sürmektedir.*

**Jeneratör :** Mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür. Asenkron, Senkron, ve Sabit Mıknatıslı (PM) olmak üzere üç farklı tip jeneratör kullanılmaktadır. En yaygın olarak kullanılan *çift beslemeli asenkron jeneratördür*. Doğrudan sürücülü rüzgâr türbinlerinde *senkron jeneratö*r kullanılmaktadır. 2006 yılından beri GE, Siemens, Vestas.vb bazı büyük üreticiler *sabit mıknatıslı (PM; Permenat Magnet) jeneratörünü* kullanmaya başlamışlardır. *PM* jeneratörlerde *Sinterlenmiş Seramik Mıknatıs* [Ferrit (başlıca demir ve diğer manyetik elemanların oksit karışımları) ve Stronsiyum Karbonat ihtiva eder] ve *Nadir Toprak Mıknatısları* [Neodium, Demir ve Boron (Ne-Fe-Bo) ihtiva eder] olmak üzere iki farklı sabit mıknatıs kullanılmaktadır.

**Jeneratör İç Bileşenleri: Muhafaza, Sargılar (stator & rotor), Laminasyon, Rotor Mıknatısları, Komütatör ve Fırçalar, Yataklar (rotor ön yatağı, rotor arka yatağı, otomatik yağlama sistemi), Sinyal Kodlayıcı, Mil, Kayma Bilezikler (kayma bilezik ve fırça), Uyarıcı, Kaplinler, Jeneratör Sıcaklık Sensörü, Bobinler, Soğutma Sistemi (Radyatör, Hortumlar, Filtreler, Soğutma Fanı, Pompa, Pompa Motoru, Rezervuar, Isı Değiştirici)**

*PM (Permenat Magnet), süper İletken jeneratörler (HTSG: High Temperature Superconductor)* gibi *elektriksel verimi daha yüksek ve daha hafif jeneratörlerin geliştirilmesi ile büyük güçlü rüzgâr türbinlerinde kullanımının yaygınlaştırılması ve maliyetlerinin düşürülmesi konusunda araştırmalar yürütülmektedir.*

## 4. DİĞER BİLEŞENLER

**Elektrik Toplama Sistemi**, **İletişim Sistemi**

**Elektrik toplama sistemi:** Her bir RT yükseltici trafoları, devre kesicileri, ayırıcılar, havai hat veya yeraltı kabloları şalt sahası ve sistem bağlantı trafosu (Trafo Merkezi)

- Trafolar her bir türbinden üretilen elektriği yükselterek havai hat veya yeraltı kablolar vasıtası ile santral çıkış barasına iletir.
- Yeraltı kabloları her bir türbinden üretilen elektrik enerjisinin toplanarak şebeke bağlantı noktasına kadar iletilmesi için kullanılır.
- Kesici ve ayırıcılar sitemin güvenli çalışması ve arıza anında hattın sistemden ayrılması için kullanılır
- TM her bir türbinden üretilen enerjinin seviyesini gelen gerilimi elektriği şebeke bağlantı noktasındaki iletim hattı gerilim seviyesine yükseltir.

**İletişim Sistemi:** İletişim sistemi rüzgâr türbinlerinin her birinin çalışmasının izlenmesi ve performanslarının kontrol merkezine raporlanmasını sağlar. Veri toplama ekipmanları ve fiber kablolar türbinin izlenmesi ve performansının raporlanması içindir. Kontrol istasyonu verileri birleştirir ve bilgileri yerel şebekeye gönderir.

### 10.4 Rüzgâr Türbini Hammadde İhtiyacı ve Tedarik Zinciri

Tipik bir rüzgâr türbini öncelikle çelikten (ağırlığının yaklaşık %90'ı) yapılır. Alüminyum ve diğer hafif kompozitler de özellikle kanat yapımında önemlidir. Türbin yapımında kullanılan diğer hammaddeler arasında ön gerilimi alınmış beton, bakır ve cam elyafı/fiberglas, sabit mıknatıslar, dökme demir/pik, karbon fiber, kauçuk, epoksi, ferrit, pirinç, seramik ve teflon da bulunmaktadır. 1,5 MW'lık bir rüzgâr türbininin hammadde ihtiyacı türbin ağırlığının yüzdesi olarak Tablo 10.6'da, rüzgâr türbini bileşen hammadde ilişkisi ise Şekil 10.7'de verilmektedir.

**Tablo 10.6** Rüzgâr Türbinleri için Hammadde İhtiyacı (1.5 MW'lık bir rüzgâr türbini kanat ve kulesi dahil ağırlığının yüzdesi)[17]

| Malzeme | Çelik | Cam elyafı | Bakır | Beton[1] | Yapıştırıcı | Alüminyum | Hammaddeler[2] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ağırlık (%)** | **89,1** | **5,8** | **1,6** | **1,3** | **1,1** | **0,8** | **0,4** |

1: çimento,su, kum ve çakıl ve güçlendirilmiş çelik 2 : köpük, plastik, odun

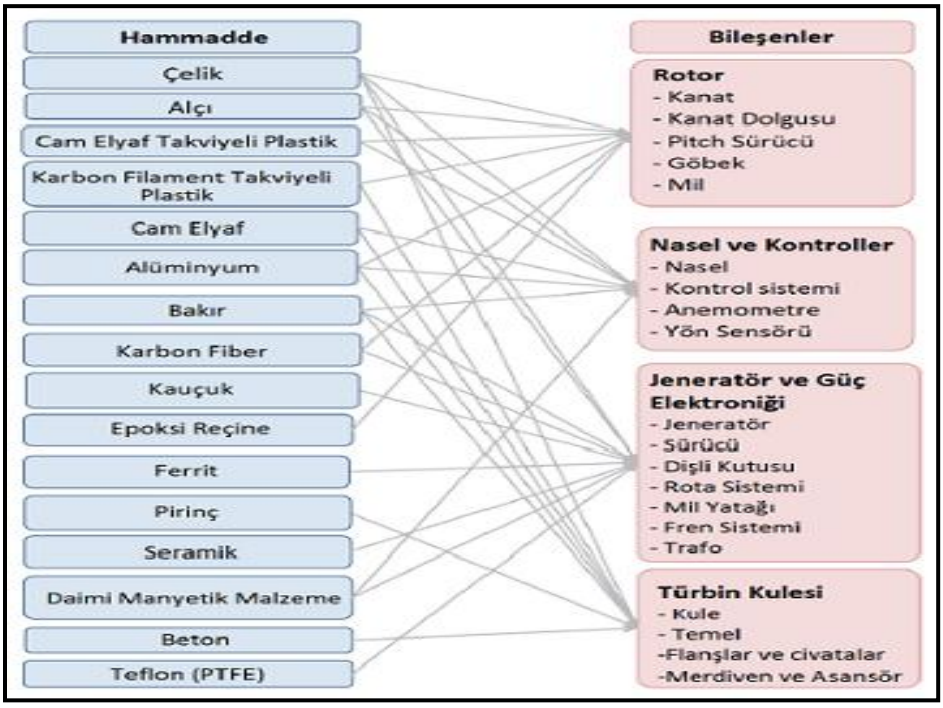
Rüzgâr türbinleri orijinal ekipman üreticileri (OEM) tarafından imal edilirler. Bu şirketler öncelikli olarak türbin tasarlar, ana bileşenleri dış kaynaklardan temin eder, genellikle 8000'den fazla türbin parça veya bileşenini (Tablo 10.3) bir rüzgâr türbin oluşturmak üzere bir araya getirir, markalar ve gideceği yere nakleder. OEM'ler genellikle üretilmiş bileşenleri iki farklı yolla satın alır. En yaygın yöntem 2. ve 3. kademe tedarikçilerden temel parçaları doğrudan tedarik eden ve birleştiren bir toplayıcı/*integratör* şirket kiralamaktır. OEM'ler genellikle türbinin yaklaşık %90 parçasını *toplayıcılar* aracılığı ile tedarik eder. Parçaların yaklaşık %10'u ise doğrudan 1. kademe tedarikçilerden temin edilir.

***1. Kademe Tedarikçileri*** kule, göbek (hub), kanatlar veya dişli kutusu gibi büyük bileşenleri yapar. Bu tür firmalar arasında; LM Wind, Tecsis (kanat), SKF (yataklar), Winergy, Bosch, Rexroth, Hansen, Moventas (dişli kutusu), Elin, ABB, LeroySomer (jeneratör) .vb yer alır.

***2. Kademe Tedarikçileri*** merdiven, cam elyafı, kontrol sistemleri, hidrolik, güç elektroniği, bağlantı elemanları, reçine, makine parçaları ve motorları. vb alt grupları imal eden bazı üreticilerdir.

*Bir rüzgâr türbini parçasının arızası halinde onarımının oldukça pahalı olması nedeniyle orijinal ekipman üreticileri türbin tedarikçi yeterlilik sürecinde oldukça tutucudurlar ve son derece yüksek kalite (tutarlı ve sıfır hata kalitesi) isterler. Bir çoğu yeterlilik sürecine başlatmak için ISO 9001 ve ilk sipariş öncesinde ilgili standartlara sahip olma ve sıkı denetimi gerekli görür. Bu yüksek kalite yeterlilik standartları nedeniyle ilk temastan başlangıç üretim siparişinin alınmasına kadar geçen süre oldukça uzun olup 18 ayı bulabilmektedir.*

[17]Michaela D Platzer, U.S. Wind Turbine Manufacturing: Federal Support for an Emerging Industry, December 2012




**Şekil 10.7** Rüzgâr Türbini Bileşen Hammadde İlişkisi[18]

Sertifikasyon rüzgâr türbini satın alanlara, finansörlere ve şebeke işleticilerine güven verir. Sertifikalı bir rüzgâr türbini türbin üreticisinin iddialarının kanıtlanması için tasarımın gözden geçirildiğini, alan testi ve diğer işlemlerin yapılmış olduğunu gösterir. IEC WT01'e göre tip sertifikasyon süreci üç zorunlu ve bir seçmeli modül içermektedir.

Bu modüller:

1. Tasarım Değerlendirme ve Uygunluk Bildirimi (zorunlu)
2. Tip Testi Uygunluk Bildirimi (zorunlu)
3. İmalat Uygunluk Bildirimi (zorunlu)
4. Tip Karakteristik Ölçümleri

Rüzgâr türbinleri ile ilgili IEC (International Electrotechnical Commission) Standartları listesi Ek-10.1'de verilmektedir.

### 10.5 Rüzgâr Enerji Ekipmanlarının Yurt İçinde Üretiminin Değerlendirilmesi

Ülkemiz kule, kanat, transformatör, jeneratör, iç elektrik bağlantıları ve şalt sahası ile ilgili elektromekanik ekipmanlar, kontrol, sistem koruma ve güvenlik sistemleri gibi rüzgâr santrali sistem bileşenlerinin üretimi konusunda gerekli olan endüstriyel yeteneğe sahiptir. Asıl sorun bu yeteneklerin harekete geçirilmesi konusundadır.

[18] İzmir İli Yenilenebilir Enerji Sektör Analizi, Nisan 2012 s.145

Rüzgâr teknolojisinde yerli üretim *politika destekleri*, *teknolojik uzmanlık ve işgücünden kaynaklanan bölgesel avantajlar* gibi faktörlerle sağlanabilir. Yerli rüzgâr gücü teknolojisi üretimi iki farklı şekilde uygulanabilmektedir:

1. Yerli pazara satış yapan uluslararası şirketlerin üretimlerinin bu ülkeye kaydırılması ile uluslararası türbin şirketlerinin belli bileşenlerinin ortak girişim şirketleri kurularak yerli üretimi
2. Tamamen yerli rüzgâr türbini tasarımı ve imalatı.

Uygun teşvikler sağlandıkça ve rüzgârdan bir enerji kaynağı olarak yararlanılabileceğine olan bilinç ve güven arttıkça bu konuda bir yandan türbin bileşenlerinin yerli üretimi diğer yandan rüzgâr ölçüm ve değerlendirmesi, santral tasarımı, nakliye ve türbinlerin montajı, işletme ve bakımı, enerji üretimi ve ticareti vb. konularda da hizmet sağlayan alt firmaların sayısı da hızla artacaktır.

**Tablo 10. 7** Rüzgar Türbin Bileşenlerinin Yerli Üretim Durumu

| Rüzgar Türbin Bileşenleri | Yurt İçinde Üretimi/Temini E(vet)/ H(ayır)/ K(ısmen) | Açıklama |
|---|---|---|
| **Rotor** | K | Know-How gerekli. Küçük rüzgar türbinleri için (≤ 500 kW) üretim yapılabilmektedir. Büyük türbinler için ( > 1 MW) üretim altyapısının (üretim bantları, tezgah vb) buna uygun hale getirilmesi gerekli |
| **Kanatlar** | E | Know-How gerekli. Büyük güçlü ( > 1 MW) uluslararası bir çok rüzgar türbin markasının kanatları üretilmektedir. |
| **Dişli Kutusu** | K | Know-How gerekli. Küçük rüzgar türbinleri için (≤ 500 KW) üretim yapılabilmektedir. Büyük türbinler için üretim altyapısının (üretim bantları, tezhgah vb) buna uygun hale getirilmesi gerekli |
| **Jeneratör** | K | Know-How gerekli. Küçük rüzgar türbinleri için (≤ 500 KW) üretim yapılabilmektedir. Büyük rüzgar türbinleri jeneratörlerinin üretimi konusunda yürütülen çalışmalar var. |
| **Kaplin** | K | Know-How gerekli. Büyük güçlü rüzgar türbinleri için döküm ve işlemesi için üretim kapasitelerinin geliştirilmesi gerekli |
| **Yön bulma (Yaw) Sistemi** | H | Know-How gerekli. Üretim mümkün |
| **Hidrolik Üniteler** | E | Yerli üretim mümkün. |
| **Kule** | E | Know-How gerekli. Birçok uluslararası rüzgar türbininin kulesi yerli üreticiler tarafından üretilmektedir. Hibrit kule imalatı da yapılmaya başlanmıştır. |
| **Nasel** | K | Know-How gerekli. Küçük rüzgar türbinleri için (≤ 500 KW) üretim mümkün. Büyük türbinler için üretim altyapısının (üretim bantları, tezgah vb) buna uygun hale getirilmesi gerekli |

### 10.5.1 Uluslararası Markaların Ortak Girişimle Yerli Üretimi

Santrallerin kurulmaya başlandığı ilk yıllarda yabancı türbin firmalardan tüm ekipmanların ve diğer hizmetlerin satın alınması uygulanırken zaman içerisinde bazı türbin markalarının rüzgâr türbin kulesi, kanat vb. bileşenlerin yurt içinde üretimi yapılmaya başlanmıştır. Halen bazı türbin markalarının kule ve kanatları ile türbin kulelerinin yabancı firmalarla ortak girişim yapılması ile yerli üretimi yapılmaktadır. Türbin, jeneratör, göbek, dişli kutusu gibi diğer bileşenler ise doğrudan yurt dışı firmalardan sağlanmaktadır.

Rüzgar türbin kuleleri, kanatlarının yerli üretimi yapan, hammadde ve/veya ara mal üreten bazı firmalar hakkında bilgiler Ek-10.2'deki Tablo 10'da Kanat Enercon Aero Kanat Fabrikası kanat üretiminde adımlar ve üretim prosesi ile Akat Prefabrike İnşaat'ın Betonarme Prefabrike Kule yapım aşamaları Ek-10.3'de verilmektedir. Dileğimiz bu Tablo 10'nun zaman içerisinde daha da geliştirilerek ülkemizdeki rüzgâr üretim teknolojisi ve rüzgâr üretim tesislerinin tüm aşamaları hakkında çalışan tüm firmaları kapsayan bir envantere dönüştürülmesidir.

*Yerli üretim teşvikleri ile ilgili yönetmelik ve tebliğlerin yayınlanması ile bazı uluslararası türbin firmalarının (GE, Nordex, Vestas..) Türkiye'de üretim yapma konusunda niyetlenerek bu amaçla piyasa araştırmaları yaptırdıkları haberleri basında yer almaktadır. Yerli katkının yatırımcılara ekonomik avantajı sağlayacağı kabul edilmesine rağmen YEK Kanunu'nda yerli üretime verilen teşviklerin "2015 sonuna kadar kurulan santraller" için geçerli olması ve bir tedarikçinin kalifiye edilmesinin en az 1,5-2 yıl süre gerektirmesi ve yatırımcıların önlerini görmek için daha uzun teşvik süresi talepleri nedeni ile Türkiye'de üretimleri konusunda çekimser davranılmaktadır.*

### 10.5.2 Yerli Rüzgâr Türbini Tasarımı ve İmalatı

#### 10.5.2.1 MİLRES Projesi

Milli Rüzgâr Enerji Sistemleri Geliştirilmesi ve Prototip Türbin Üretimi (MİLRES) projesi müşteri kurumu Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı olan ve 110G010 proje kodu ile TÜBİTAK KAMAG (Kamu Araştırmaları Destek Grubu) tarafından desteklenmekte olan bir ARGE projesidir. Projede 2,5 MW'lık endüstriyel ölçekte elektrik üretimi yapan rüzgâr türbinlerinin tamamen özgün ve yerli teknoloji ile geliştirilmesi ve prototipinin üretilmesi hedeflenmiştir. TÜBİTAK hakem sürecinde proje iki aşamaya bölünmüştür. İlk etapta 500 kW'lık rüzgâr türbinleri geliştirilecek, bu prototipler deneme amaçlı kullanılarak tasarım olgunlaştırıldıktan sonra 2,5 MW'lık türbin prototipi geliştirilecektir. MİLRES projesinde 2023 yılına kadar 26 milyar dolar'lık yatırım yapılması öngörülmektedir.

**Proje ortakları ve sorumlu oldukları ana iş paketleri**[19, 20]:

- ***Sabancı Üniversitesi***; Proje Yönetimi (IP (0.0)), Mekanik Sistemler (IP(1.0)) Yürütücü: Mahmut F. AKŞİT Sabancı Üniversitesi
- ***Türk Havacılık ve Uzay Sanayi; (TUSAŞ/TAI)*** Türbin Kanatları (I.P (2.0)) Yürütücü: Yavuz GÜLEÇ, TUSAŞ
- ***TÜBİTAK- MAM Enerji Enstitüsü***; Jeneratör ve Elektrik Sistemleri (IP(3.0)) Yürütücü: Lütfi AKÇİL, İstanbul Ulaşım

[19] www.milres.org.tr
[20] Mahmut F. Akşit, Halil Tokel, ICCI Oturum 22, Türkiye'de Rüzgar Türbini Üretimi ile İlgili Gelişmeler, 2011

- ***İstanbul Ulaşım A.Ş***; Kontrol ve Elektronik Sistemler, (IP(4.0)) Yürütücü: Şeref N. ENGİN, TÜBİTAK-MAM
- ***İstanbul Teknik Üniversitesi;*** *Rüzgâr Analizi ve Yapı Sistemleri* . (IP(5.0)) Yürütücü: Ahmet D. ŞAHİN, İTÜ
- PROJE Danışmanları: **Doç. Dr. Sedat Çelikdoğan;** Tasarım Entegrasyonu, Üretim ve Montaj Takibi
- **Halil Tokel;** Danışmanlık, Uzmanlık ve Sertifikasyon Hizmetleri Koordinasyonu

*Bilim Teknoloji Yüksek Kurulu'nun 11 Haziran 2013 tarihindeki 26. toplantısında* TÜBİTAK tarafından geliştirilen enerji sektöründe yerli imalat proje kararları (7 proje kararı) arasında *Rüzgâr Enerjisi Santrali Teknolojilerinin Geliştirilmesi Kararı (MİLRES-[2013/203])* da yer almıştır. Buna göre :

> *"2023 yılında rüzgâr enerjisi santralleri için öngörülen 20 GW kurulu güç hedefine, kamu-özel sektör işbirliğinde geliştirilecek rüzgâr türbin sistemlerinde (500 kW ve 2,5 MW) %80 yerli teknoloji ile ulaşılması için;*

- *Gerekli çalışmaların Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve TÜBİTAK öncülüğünde yapılmasına,*
- *Geliştirilecek teknolojiler için küresel ticari rekabet koşullarının oluşturulmasına ve yaygınlaştırılmasına yönelik stratejilerin ve mekanizmaların hazırlanmasına,*
- *Uygulamanın yapılacağı sahaların belirlenmesine ve gerekli izinlerin verilmesine,*
- *Bu çalışmaların yürütülmesi için ilgili bakanlık ve kuruluşlarımızın kaynak tahsisi de dahil olmak üzere gerekli desteği vermesine,*

*karar verilmiştir."*

Böylece yerel rüzgâr türbini yan sanayi temellerinin atılması amaçlanmaktadır. Bu amaçla 500 kW gücündeki yerli tasarım ve yerli üretim konusunda çalışmalar başlamıştır.

500 kW gücündeki RT genel özellikleri[21] :

- Kanat Uzunluğu : 21,5 m
- Kule Yüksekliği: 63,5 m
- Rotor Yarıçapı : 45 m
- Kanat Devri: 30 d/d
- Toplam Nasel Ağırlığı (Kanatlar Dahil): 30 Ton
- Nominal Rüzgâr Hızı : 11,5 m/s
- Jeneratör: Çift beslemeli asenkron

Yapılan tasarıma göre türbin bileşenlerinin bazılarının yerli piyasada seçilen firmalara imal ettirilmesine karar verildiği Doç. Dr. Sedat Çelikdoğan[22]tarafından belirtilmiştir:

**Kanatların** *: Avrasya Rüzgâr (EA wind),* **Kule:** *Ateşçelik,* **Ana Mil (Şaft):** Döküm ve İşleme: *Özgün Makina San ve Tic. A.Ş,* **Şaft Yatağı :** *URB,* **Gövde ve Kanat Yatakları :** *REEL Makina ve Isıl İşlem San. ve Tic. Ltd. Şti***,** **Dişli Kutuları:** Döküm: *Dirinler Döküm*[23], İşleme: *Özgün Makina San ve Tic A.Ş* [24],

[21] Doç. Dr. Sedat Çelikdoğan, RES'lerde Yerli Katkı ve MİLRES Projesi, TUREK, 2012
[22] Doç.Dr.Sedat Çelikdoğan, 23 Ağustos 2013 görüşme notları
[23] http://www.dirinlerdokum.com

**Kaplin:** *Özgün Makine San ve Tic. A.Ş*, **Cıvatalar:** *Berdan Cıvata,* **Flanşlar:** *Gürgenler,* **Jeneratör :** *GAMAK*[25]*,* **Rüzgâr Ölçüm Direği ve Ölçüm Sisteminin :** *TNA* tarafından imal edilmesine karar verildiği belirtilmiştir. **Nasel ve Şasenin:** Dökümü *İğrek Mak. San ve Tic. A.Ş* tarafından yapılacak işlemenin ise fazla hassas olmadığı için farklı firmalarca yapılabileceği belirtilmektedir.

Türbinin aşağıda belirtilen diğer parçalarının tedariki için ise çalışmaların devam ettiği nihai kararın incelemeler sonucunda verileceği belirtilmiştir.

**Göbek (Hub)** imalatı için üç alternatif belirlenmiştir: *Kardökmak (Kardemir Döküm Makine A.Ş), Dirinler Döküm San ve Tic A.Ş ve İğrek Makine San ve Tic. A.Ş.* Daha sonra karar verileceği belirtilmiştir. **Soğutma Sistemleri ve yağlama yağları:** Yerli firmalardan temin çalışmaları sürdürülmektedir**. Yön Bulma Mekanizması (Yaw)** : Türbin bileşenleri arasında küçük bir paya sahip olması nedeni ile yurtdışından temin edilecektir. **Frenler:** Projede gecikme olmaması için ilk etapta yurtdışından temin edileceği belirtilmiştir. Ancak üretimi yerlileştirme konusundaki çalışmalar sürdürülmektedir. Bu firmalarla ilgili bilgiler Ek-10.2'de belirtilmektedir. MİLRES projesinde ile ilgili ayrıntılı tedarik zinciri ise Ek-10.4'de verilmektedir.

#### 10.5.2.2 Diğer Küçük Rüzgâr Elektrik Sistemlerinde Yerli Üretim

Lisanssız üretim için başlangıçta 500 kW olan kurulu güç sınırı 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu 14. Maddesi ile 1 MW'a çıkarılmıştır. Lisanssız üretim kapsamındaki küçük ve orta büyüklükteki türbinlerin yerli üretimi konusunda çalışan bazı firmalar vardır. Bu konuda çalışan bazı firmalar Ek-10.5'de verilmektedir. Dileğimiz bu Tablo 10'nun da zaman içerisinde daha da geliştirilerek ülkemizdeki lisanssız rüzgâr üretim teknolojisi ve bu tesisleri konusunda çalışan tüm firmaları kapsayan bir envantere dönüştürülmesidir.

### 10.6 Yurt İçinde Yerli İmalatın Geliştirilmesi ve/veya İmalatın Başlatılması İçin AR-GE ve Diğer İhtiyaçlar

*Elektrik Enerji Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi*[26] Kaynak Kullanım Hedefleri 8.4. Maddesinde *"rüzgâr enerjisi kurulu gücünün 2023 yılında 20.000 MW'a çıkarılacağı"* hedefi yer almaktadır.

Temmuz 2013 itibariyle *Türkiye rüzgâr enerjisi kurulu gücü 2.619,15 MW*[27]'a ulaşmıştır. Bu hedefe göre 2020 yılına kadar 17.380,85 MW rüzgâr santralı kurulması gerekmektedir. Mevcut teknoloji ortalama yatırım fiyatları ile 1 MW rüzgâr santralın kurulum maliyetinin 1.200.000 Euro olduğu düşünülürse bu kadar yatırım için yaklaşık 21 Milyar €'luk kaynak gerekmektedir. Bu kadar büyük bir kaynağın azami oranda yurt içinde kalmasının sağlanması için gerekli çalışmalar yapılmalıdır.

Bu amaçla rüzgâr enerjisine özgü **üç spesifik alana özel ilgi** gösterilmelidir. Bu alanlarda mevcut durum ve ihtiyaçlar belirlenmeli, türbin teknolojilerindeki gelişmeler göz önüne alınmalı, kapsamlı yol haritaları oluşturulmalıdır. Ayrıca sistem bağlantısı ve şebeke güvenilirliğinin sağlanması hususlarında çalışmalar yapılmalıdır. Yapılabilecek bazı çalışmalar aşağıda verilmektedir:

---

[24] http://www.reduktordergisi.com/2012/08/endustriyel-reduktor-ve-disli-kutularinda-lider-uretici/
[25] www.gamak.com
[26] Yüksek Planlama Kurulu'nun 18.5.2009 tarih ve 2009/11 nolu Kararı
[27] Türkiye Rüzgar Enerjisi İstatistik Raporu Temmuz 2013

***1. Karakterizasyon ve tahmin yöntemleri dahil rüzgâr enerjisi kaynak değerlendirmesi***

- Rüzgâr kaynak modelleme teknikleri, site bazlı rüzgâr ölçümleri,
- Ülkenin kompleks arazi yapısının anlaşılmasına yönelik çalışmalar yapılması, ticari hassasiyetleri de göz önüne alarak rüzgâr kaynağına yönelik kamuya açık veritabanı oluşturulması,
- Güç sistemi işletiminde kullanım için daha sağlıklı, daha uzun erimli tahmin modellerinin geliştirilmesi.

***2. Rüzgâr türbin teknolojisi ve tasarımı***

- Rüzgar türbin bileşenlerinin/aksamlarının yerli üretim durumu konusunda mevcut kapasitenin ve ihtiyaçların belirlenmesi (türbin tasarımı, mühendislik hesaplamaları, kapasite geliştirme konusunda gerekli altyapı (tezgah), tedarik zinciri, testler,kalite ve belgelendirme, kalifiye eleman vb)
- Rüzgar türbin bileşenleri/aksamı imalatında çalışan firmaların ve yaptıklarının, karşılaştıkları sorunların, gelişmeye yönelik ihtiyaçlarının belirlenmesi.
- Daha büyük rotor, daha hafif nasel üretimi ve kulelerde çelik ihtiyacının azaltılması için daha güçlü, daha hafif malzemelerin geliştirilmesi,
- Daha hafif daha yüksek elektrik verimli jeneratörlerin üretimi için süper iletken teknolojisinin geliştirilmesi,
- İleri akışkan modelleme tekniklerinin geliştirilmesi,
- Yenilikçi kanat tasarımı,

***3. Tedarik zinciri ile ilgili konular***

- Tasarımdan yerleştirmeye kadar gerekli teknik beceriler için uluslararası standartta eğitim ve öğretim stratejilerinin geliştirilmesi,
- Tasarım, montaj teknikleri, devreye alma, işletme ve bakım konularında kalifiye rüzgâr işgücü geliştirilmesi
- Özellikle büyük güçlü, gelişmiş rüzgâr türbinleri bileşenlerinin imalatına yönelik sanayiciye AR-GE ve gerekli altyapı yatırımları için yatırım destekleri sağlanması,
- Rüzgar santrallerinin kurulduğu yerlere yakın, yerelleştirilmiş, büyük ölçekli üretimin hızlandırılması
- Türbin ve bileşenlerinin test edileceği test ve doğrulama merkezlerinin kurulması,
- İmalat sektörü dahil rüzgâr enerjisine yönelik her alanda çalışma yapanların/yapmayı planlayanların envanterinin çıkarılması ve çalışma alanlarına yönelik kamuya açık veritabanı oluşturulması,
- Yerli üretim oranının artırılmasına yönelik teknik ve mevzuat çalışmalarının yapılması,
- Yerli üretim yapan firmaların ürünlerinin uluslararası bilinirliği için gerekli desteklerin sağlanması,
- Sosyal ve çevresel etkiler ve risklerin değerlendirilmesi, hafifletilmesi ve en aza indirilmesi yönünde çalışmalar yapılması,
- Yenilikçilik, rekabetçi ekonomik yapının en önemli unsurlarından biridir ve yeniliklerin büyük kısmı bilgi ve teknoloji üreten AR-GE faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle uzun dönemli ulusal bir bilim teknoloji politikası oluşturulmalı, kısa dönem ara hedefler dahil uzun dönem hedefler ve yol haritası oluşturulmalıdır. Araştırma geliştirme faaliyetleri, teknolojik geliştirmenin işlevsel bir aracı olup, yeni ürünün tasarımı ve imalatında olduğu kadar ürün geliştirmede de büyük öneme sahiptir. AR-GE altyapısı olmadan bir işletme ürünlerini küresel rekabete açamaz, rekabet gücü sağlayacak bir ürün yelpazesi gerçekleştiremez. Bu nedenle, üniversite- sanayi-devlet üçgenindeki ilişkiler güçlendirilmeli, bilimsel ve teknolojik yatırımların

yapılabilmesini sağlayan ortamlar yaratılmalı ve sağlıklı bilgi akışı sağlanmalıdır. AR-GE faaliyetlerinin sonuçları uygulamaya geçirilmelidir

- Üniversite –sanayi etkileşimi güçlendirilerek sanayinin talebine ve sorunlarının çözümüne yönelik araştırmalar yapılmalı ve bunların çözümüne yönelik destekler geliştirilmelidir.
- AR-GE ve teknoloji üretiminin desteklenmesi ve fikri mülkiyetin korunması sağlanmalıdır.
- Nitelikli ara eleman yetiştirilmesi için okul- sanayi işbirliğinin yeterli düzeyde ve verimli olacak şekilde desteklenmesi gereklidir. Meslek liselerinin daha kaliteli eleman yetiştirebilmesi için sanayi ile yapmış oldukları işbirliği çerçevesinde sanayiye gönderdikleri öğrencileri işyerlerinde sıkı denetime tabi tutarak meslek öğrenmeleri yönünde çalışmalar yapılmalıdır.
- Ulusal yeterliliklerin en iyi şekilde kullanımını sağlayacak uluslararası araştırma-geliştirme-demonstrasyon konusunda işbirliği artırılmalıdır. Teknoloji değişimini teşvik edecek mekanizmalar geliştirilmelidir.
- Dünya Ticaret Örgütü ile yapılan ticaret anlaşması ve Avrupa Birliği ile yapılan Gümrük Birliği anlaşması sonucunda her türlü ürün hemen hemen hiç denetimsiz olarak ülkemize girmektedir. Yeterli piyasa denetimi yapılamadığı için şu anda ülkemiz "Standart Dışı Ürünler"in adeta bir cenneti olmuştur. Bu durumun süratle düzeltilmesi gerekmektedir. Çin ve Hindistan gibi ülkelerle rekabet edebilecek politikalar geliştirilmelidir.

## 10.7 Yerli Teçhizat Üretiminin Arttırılması ve Niteliğinin Geliştirilmesi İçin Atılması Gereken Adımlar ve Gerekli Kaynaklar

- Çekici bir yerli piyasa, yerli rüzgâr endüstrisinin sağlıklı bir şekilde gelişebilmesi için zorunluluktur. Yapılan çalışmalar belirli bir bölgede yerli üretim girişiminin başlatılması veya üretimin o bölgeye kaydırılması kararında yerli pazarın belli bir büyüklükte olmasının yanı sıra rüzgâr türbinleri için yeterli büyüklükte, kararlı yıllık talebin mevcudiyetinin önemli faktörler olduğunu göstermektedir. Kendi iç pazarlarına türbin üreten üreticiler deneyim kazandıkça yurtdışı piyasalara doğru daha kolay büyüyebilir.
- Uzun dönemli ulusal bir rüzgâr enerji politikası oluşturulmalı, kısa dönem ara hedefler dahil uzun dönem hedefler sağlanacak faydalar (istihdam yaratma, kırsal kalkınma, kirliliğin azaltılması, yerel kaynak çeşitliği ve kaynak güvenliği vb) belirlenmeli ve yol haritaları oluşturulmalıdır.
- Rüzgâr enerjisine yönelik her alanda (türbin tasarımı, mühendislik hesapları, tedarik süreci, imalat, testler, kalite ve belgeleme, rüzgâr ölçümleri ve değerlendirmesi, santral tasarımı, lisans başvuru ve gerekli izinlerin alınması süreci, inşaat, kabul, enerji tahmini vb.) çalışma yapanların/yapmayı planlayanların envanteri çıkarılarak, çalışma alanlarına yönelik veritabanı oluşturulmalıdır.
- İlgili tüm tarafların (Sanayiciler,Sanayi,Bilim ve Teknoloji Bakanlığı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Üniversiteler, TÜBİTAK, Meslek Odaları ve Dernekleri, TUREB vd.) katılımıyla rüzgâr enerjisi konusunda yerli sanayinin yeterliliklerini ve ihtiyaçlarını kapsayan kapsamlı bir sanayi sektör raporu hazırlanmalıdır. Belirlenen ihtiyaçlara göre imalat sektörünü destekleyecek politikalar oluşturulmalıdır.
- Yerli üretime üretilen enerji tarifesi üzerinden teşvik verilmesi bu konuda yerli imalat yapan firmalara doğrudan yarar sağlamayan bir uygulamadır. Yerli üretimin desteklenmesi konusunda verilecek temel destekler bu tür imalatı yapan firmaların doğrudan faydalanmalarını sağlayacak finansal ve vergi teşvikleri, araştırma ve geliştirme destekleri, yatırım yapacak imalatçıların yatırımlarında kolaylık sağlanması, imal edilen türbinlerin güvenirliğini ve kalitesini gösterecek ve

tüketici güveninin oluşmasını sağlayacak test ve sertifikasyon programlarına katılım için destekler, ihracat kredi yardımları vb sağlanmalıdır.

- Türkiye'de belli markalarla sınırlı olsa da bazı türbin bileşenlerinin yerli üretimi büyük oranda türbin üreticisine bağlıdır. Örneğin kule üretiminde kullanılan çelik, merdiven, kablo vb gibi tedarik zinciri ara malzemelerinin belli kalitede ve sertifikalı olması türbin üretici firmalar tarafından istenmektedir. Ülkemizde bu nitelikte ara malzemelerin de ithal edildiği belirtilmektedir. Türkiye Demir-Çelik ve Demir Dışı Metaller Sektörü Strateji Belgesi ve Eylem Planında öngörüldüğü üzere bu tür ara malzemelerin istenen kalitede yerli üretimi konusunda çalışmalar yapılmalı ve yatırımlarda yerli girdi kullanımı konusu teşvik edilmelidir.
- Uluslararası standartlara karşılık gelen test ve sertifikasyon programları yeni ortaya çıkan ürüne karşı tüketici güveninin oluşturarak yerli üretimi yapılan türbinlerin kalite ve güvenirliğini sağlamaktadır. Bu nedenle gerek yerli tasarım türbin üreticilerine gerekse de türbin bileşeni ve ara malzeme üreticilerine uluslararası kalite ve standartta üretim yapmaları ve ürünlerinin kalitelerinin tesciline yönelik destekler ve gerekli kaynaklar sağlanmalıdır.
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının ve yerli üretimin teşviği konusunda uzun dönemli, güvenilir ve kararlı mevzuat oluşturulmalı ve yatırım riskleri azaltılmalıdır. Çünkü ulusal destek sistemleri ile ilgili temel kaygılardan biri sistemin dur-geç yapısıdır. Sistemdeki herhangi bir kesinti veya belirsizlik yüksek yatırım riski yaratmaktadır.
- Çin ve Hindistan gibi ülkelerle rekabet edebilecek politikaların geliştirilmesi gerekmektedir.

## Ek-10.1 RÜZGÂR TÜRBİNLERİ İLE İLGİLİ IEC STANDARTLARI LİSTESİ

| IEC Standart Numarası ve Adı | Konu |
|---|---|
| IEC 61400 (all parts), Wind turbines<br>IEC 61400 (tüm parçalar), Rüzgâr türbinleri | |
| IEC 61400-1:2010, Wind turbines-Part 1*<br>(IEC 61400-1:2010, Rüzgar türbinleri-Bölüm 1*) | Design Requirements (Tasarım Gereksinimleri) |
| IEC 61400-2:2006, Wind turbines-Part 2 | Design requirements for small wind Turbines (Küçük rüzgâr türbinleri için tasarım gereksinimleri) |
| IEC 61400-3:2009, Wind turbines-Part 3 | Design requirements for offshore wind turbines (Kıyı ötesi rüzgâr türbinleri için tasarım gereksinimleri) |
| IEC 61400-4:2011, Wind turbines-Part 4** | Design and spesification of gearbox (Dişli kutusu tasarımı ve özellikleri ) |
| IEC 61400-5:2012, Wind turbines-Part 5*** | Rotor blades (Rotor kanatları) |
| IEC 61400-11:2002, Wind turbine generator systems-Part 11<br>IEC 61400-11:2002, Rüzgar türbin jeneratör sistemleri –Bölüm 11) | Acoustic noise measurements techniques techniques (Akustik gürültü ölçüm teknikleri) |
| IEC 61400-12-1:2005, Wind turbines Part 12.1 | Power performance measurements of electricity producing wind turbines (Elektrik üreten rüzgâr türbinleri için güç performans ölçümleri) |
| IEC 61400-13:2001,Wind turbine generator systems-Part 13 | Measurements of mechanical loads (Mekanik yüklerin ölçümü) |
| IEC 61400-14:2005,Wind turbine generator systems-Part 14 | Declaration of apperent sound power level and tonality values (Görünen ses gücü seviyesi ve ton değerleri beyanı) |
| IEC 61400-21:2001, Wind turbine-Part 21 | Measurements and assessment of power quality characteristics of grid connected wind turbines (Şebekeye bağlı rüzgâr türbinlerinin güç kalite karakteristiklerinin ölçümü ve değerlendirilmesi) |
| IEC 61400-22:2001, Wind turbine -Part 22 | Conformity Testing and Certification of wind turbines (Rüzgar türbinlerinin uygunluk testleri ve belgelendirilmesi) |
| IEC 61400-23:2001, Wind turbine generator systems-Part 23 | Full scale structural blade testing of rotor blades (Rotor kanatlarının tam yapısal testi) |
| IEC 61400-24:2002, wind turbine-Part 24 | Lighting protection (Yıldırım koruma) |
| IEC 61400-25-1-2-3-5:2006-4:2008 Wind turbines - Part 25 | Communications for monitoring and control of wind power plants - Conformance testing (Rüzgar santrallerinin izlenmesi ve kontrolü için iletişim-Uygunluk testleri |
| IEC 61400-26:2010, wind turbine-Part 26**** | Availability of wind turbines and wind turbine plants (Rüzgar türbinleri ve rüzgâr santrallerinin emre amadeliği) |
| IEC 61400-27:2012, wind turbine-Part 27***** | Electrical simulation models for wind power generation (Rüzgar enerji üretimi için elektrik simülasyon modelleri) |
| IEC 60034 (all parts) | Rotating electrical machines (Dönen elektriksel makineler) |
| *: Present version is published in 2005, revision is to be published in 2010<br>**: Revision from ISO 81400-4:2005, Wind turbines-Part 4: Design and spesification of gearbox plan to be published in 2011 | ***: IEC 61400-23 is the rule for fule scale test of rotor blade-5 is in work proposal phase, plan to be published in 2012<br>**** : plan to be published in 2010<br>***** : plan to be published in 2012 |

## EK-10.2

| FİRMA ADI | İLİ, WEB ADRESİ | TEMEL İMALAT KONULARI | TEKNOLOJİ TRANSFERİ / ÖZGÜN TEKNOLOJİ | REFERANSLAR |
|---|---|---|---|---|
| | | **RÜZGAR TÜRBİN KULELERİ ÜRETİMİ** | | |
| **ÇİMTAŞ** | Gemlik/Bursa<br>www.cimtas.com.tr | ISO, ASME, CE normlarına göre basınçlı kaplar ve ısı eşanjörleri, depolama tankları, güç ve proses boruları, makaralar, **Enercon Gmbh ve GE Wind Energy rüzgâr kuleleri üretimi**, köprü, diğer çelik yapılar.vb entegre tasarım, malzeme alımı, imalat ve boyama yapıyor<br>Halen rüzgâr santralleri için 2-4 bölümlü, temel parçalı, her biri 20-40 m, 1500-4500 mm çapında ve 20-65 ton ağırlığında yüksek kaliteli çelik tüp kuleleri imal ederek teslim edilmektedir. | Enercon türbinlerinin çelik kuleleri için Enercon firması tarafından yapılan üretim sistemi ve kalite güvenlik sistemi incelemesinin ardından Enercon türbinlerinin kulelerinin üretimi için tüm teknik dokümanlarının teknoloji transferi yapıldı. | Toplam 890 adet, 48.000 ton, 710 MW rüzgâr türbini kulesi üretilerek Türkiye, Almanya, Japonya, İtalya, İspanya, Tayvan, Portekiz ve Kanada'ya teslim edilmiştir. |
| **Akat Prefabrike İnşaat San Tic. A.Ş.** | Torbalı/İzmir<br>www.akat.com.tr | Sanayi yapıları için çubuk elemanlar (kolon, kiriş, aşık), muhtelif betonarme mamuller, ön gerilmeli betonarme elemanlar (döşeme, köprü, viyadük kirişleri,) ve cephe elemanları üretmektedir.<br>Enercon türbinlerinin hibrit beton kuleleri imalatı 2009 yılından itibaren yapılmaktadır | Teknoloji transferi<br>Enercon türbinleri hibrit kuleler imalatı | Kozbeyli ve Sayalar santralleri rüzgâr kuleleri (17 adet, Yükseklik= 82 m) üretimi<br>Soma santrali rüzgâr kuleleri (38 adet, Yükseklik= 64 m) üretimi. |
| **Algeg** | Çiğli/İzmir<br>www.alkeg .com.tr | Portekiz Quintas & Quintas Grubuna bağlı TEGOPI firmasıyla çelik rüzgâr türbin kuleleri üretimi yapmaktadır. | Teknoloji transferi | FUJI Heavy Industries (Japonya)<br>General Electric(GE), ABD<br>Nordex (Almanya)<br>31.5 MW Didim RES Projesi<br>42.5 MW Bergama Projesi |
| **Çiltuğ A.Ş.** | Başpınar/Gaziantep<br>www.ciltug.com | Hidroelektrik santrallerine ve barajlara elektro-mekanik ve hidromekanik ürün imalatlarının yanı sıra rüzgâr kuleleri ve türbin şasesi imalatı ve montajı, termik ve petro kimya tesisleri için çelik konstrüksiyonlar ve basınçlı kaplar ve petrol depolama tankları imalatı yapmaktadır.<br>Yerli imalat teşvik belgesine sahip olan fabrikada yıllık 80 kule (80-100 m ve üzeri çelik kuleler) imalatı, temel inşası, türbin şasesinin yanı sıra mekanik ve elektronik iç aksam montajları dahil olarak anahtar teslimi işleri yapılmaktadır. | Teknoloji transferi | Nordex Enerji GmbH'ye 27.5 MW Sincik RES Projesi için 2.5 MW'lık 11 adet türbin kulesinin imalatı devam etmektedir. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Üretim kapasitesi: 14.000 ton (4.000 ton hidromekanik-elektromekanik ve 10.000 ton rüzgâr kulesi ve aksamı olmak üzere) | | |
| **GESBEY** | Bandırma/Balıkesir | Tesis yılda 45 bin ton ham madde işleme, 750 kilowattan 3 MW kadar güce, 0 ile 250 ton arasında ağırlığa sahip 60 metre ile 120 metre arasında değişen yüksekliklerde kulelerden yılda 300 kule üretimi yapmaktadır | Teknoloji transferi Gestamp Wind Steel ve Faik Çelik Holding ortak girişim | 2.5 MW türbin için İlk kule üretimi: 100 m. yüksekliğinde, 2.75 megavat gücünde 85 metre uzunluğunda bir kule siparişi daha alındığı belirtilmektedir. |
| **Ateş Çelik** | Kemalpaşa /İzmir www.atescelik.com | Enerji santralleri ve endüstriyel tesisler için, ağır çelik yapılar, basınçlı ve basınçsız ekipmanlar, depolama tesisleri, rüzgâr türbin kuleleri üretmektedir<br>MİLRES projesi 500 kW'lık türbinin kulelerinin Ateş Çelik tarafından yapılacağı belirtilmiştir[29]. | Teknoloji transferi | Enercon rüzgâr enerji santrali kuleleri üretimi |
| **RÜZGAR TÜRBİN KANATLARI ÜRETİMİ** | | | | |
| **Enercon Aero Kanat Fabrikası** | Gaziemir/İzmir www.decon.de E-posta: aeroturkey@enercon.de | 2002 yılından beri çeşitli güçlerdeki Enercon türbinlerinin kanat üretimi [(900 kW gücündeki E44 (22 metre), 2.300 kW gücündeki E70 (35 metre) ve 2.000 kW gücündeki E82 (41 metre)] yapılmaktadır. | | 0.9 MW Enercon E44 (22 metre), 2. MW gücündeki E70 (35 metre) ve 2 MW gücündeki E82 (41 metre) rüzgâr türbinleri için kanat üretimleri |
| **TPI Kompozit Kanat Sanayi ve Ticaret A.Ş.** | Çiğli /İzmir http://www.tpikompozit.com.tr | Büyük kompozit rüzgâr türbin kanatları imalatı, çelik kule üretimi ile birlikte rüzgâr çiftliği montajı.<br>Ağustos 2013'de rüzgâr türbini üreticisi Nordex'in, türbin kanadı üretimi için Amerikalı TPI Composites ile uzun vadeli bir anlaşma yaptığı belirtilmektedir. Anlaşmaya göre Nordex'in yeni modeli olan N117/2400 rüzgâr türbinlerinde kullanılan ve N117/3000 türbinlerinde de kullanılabilecek NR-58.5 kanatlar üretiminin TPI Composites'in İzmir'deki tesislerinde gerçekleştirileceği bildirilmiştir[1] | Alke İnşaat Sanayi ve Ticaret A.Ş ve Amerikalı ortağı TPI Composites Inc. ile birlikte ortak girişim şirketi | Nordex, Suzlon, Subaru, GE türbinlerinin kanatları üretilmiştir |
| **RÜZGAR TÜRBİN KANATLARI, ARA ve HAMMADDE ÜRETİMİ** | | | | |

[1] http://www.yesilekonomi.com/yenilenebilir-enerji/nordex-izmirde-turbin-kanadi-uretimi-yaptiracak-13082013

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Cam Elyaf Sanayi A.Ş.** | Çayırova/GEBZE<br>www.camelyaf.com.tr | Rüzgâr kanatları için cam elyafı üretiminde önemli bir tedarikçi. Türbin kanatlarında örme tekstil şeklinde kullanılan bükülmüş cam elyafı WR6 üretimi | Özgün teknoloji | |
| **Duratek** | Gebze<br>www.duratek.com.tr | Kanadın ana hammaddelerinden olan epoksi esaslı malzemelerin (elyaf ve laminasyon reçinesi.vb) imalat ve pazarlaması | 1998 den beri tamamen bağımsız ve kendi know-how'ıyla üretim yapıyor | |
| **Aksa Karbon Elyaf Sanayi A.Ş.** | Yalova/<br>www.aksa.com | Karbon elyafı ve türevlerinin üretimi ve satışı | Aksa ve Dow Chemical Şirketi tarafından kurulan bir ortak girişim şirketi | |
| **METYX Composities** | Manisa ve İstanbul<br>http://www.metyx.com ve<br>www.kompozit.org.tr | Multiaxial örgüler, RTM elyafı, dokuma ve vakum torbalama sarf malzemeleri de dahil olmak üzere geniş bir yelpazedeki yüksek performanslı teknik tekstil ürünleri imalatı. | | |
| **EA wind (Avrasya rüzgâr)** | Kırıkkale<br>www.eawind.com | TAI alt yüklenicisi olarak **MİLRES projesinin 21,5 metrelik kanatlarının imalatını gerçekleştirmektedir**. Türkiye'nin dünya standartlarındaki ilk yerli üretimi olan bu kanatlar %100 yerli tasarım, mühendislik ve hammadde ile İzmir – Gaziemir'deki atölyelerinde üretilmektedir<br>Rüzgâr Türbin kanatları konusunda montaj öncesi ve sonrası çözüm ortağı olarak da hizmet vermektedir. Ayrıca kule temizleme ve boya hizmetleri ile kanatlar için bakım ve kanat tamir hizmetleri de verilmektedir. | MİLRES Projesi kanatları % 100 yerli tasarım ve üretimi | Ütopya Elektrik A.Ş. – Bergama RES<br>Ayen Enerji -Akbük RES<br>Ziyaret Elektrik Üretim A.Ş.– Samandağ RES<br>Suzlon Wind Energy<br>Ayen Enerji – Mordoğan RES<br>Zorlu Enerji Osmaniye RES<br>Zorlu Enerji Pakistan RES |
| **Berdan Civata** | Tarsus-Mersin Organize Sanayi Bölgesi/<br>www.berdan cıvata.com | Berdan Cıvata yüksek mukavemetli ve özel bağlantı elemanlarında uzmanlaşmış bir kuruluştur. DIN, ISO, EN, ASTM, AFNOR, JIS, BS standartlarında ve müşteriye özel üretim yapmaktadır.<br>Rüzgâr enerjisi santralleri için *Kanat Bağlantı Saplama ve Somunları, Daldırma Galvanizli Kule Bağlantı Civataları* (ISO EN 14399) gibi bağlantı elemanları, 2-6 m boylarda *Galvanizli Ankeraj* üretimi yapmaktadır.<br>Hedefleri Mersin'i Türkiye'nin Rüzgâr Enerji Sektöründe Bağlantı Elemanları Üretim Üssü | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | haline getirmektir.<br>MİLRES projesi 500 kW'lık türbinin civatalarının Berdan Cıvata tarafından üretilecektir[2] | | |
| **Özgün Makina San. ve Tic. A.Ş.** | Hadımköy/ İstanbul<br>www.ozgunmakina.com.tr | Başta kaplin ve redüktör olmak üzere çeşitli makine elemanlarının imalatını yapmaktadır. Yaklaşık 40 farklı tip ve 450 farklı ebatta kaplini seri olarak imal etmekte ve Türkiye'deki başta demir-çelik fabrikaları olmak üzere, alüminyum tesisleri, beton tesisleri, kablo fabrikaları vb. tesislere çözümler sunmaktadır.<br>MİLRES projesi 500 kW'lık türbinin ana mil (Şaft) ve kaplininin döküm ve işlemesiyle dişli kutusunun işlemesinin Özgün Makina San ve Tic. A.Ş tarafından yapılacağı belirtilmiştir[29]. | | Hollanda'da rüzgâr türbinlerine ekipman tedarik eden bir firmaya 10 yıldır başarı ile üretim yapıldığı belirtilmektedir[3] |
| **Dirinler Döküm San. ve Tic. A.Ş.** | Atatürk OSB/ İzmir<br>www.dirinlerdokum.com | Genel olarak makine, inşaat, otomotiv, madencilik, tekstil, gemi inşa ve *rüzgâr enerji sektörüne yönelik* parça üretmektedir. 12.000 kg tek parça sfero döküm, 15.000 kg tek parça pik döküm kapasitesine sahiptir. Dirinler Döküm ISO 9001-2000 (RW-TÜV), BV marine ve GL kalite sertifikalarına sahip olarak üretimini sürdürmektedir.<br>MİLRES projesi 500 kW'lık türbinin dişli kutusunun Dirinler tarafından yapılacağı belirtilmiştir[29]. | | |
| **REEL Makina ve Isıl İşlem San. ve Tic. Ltd. Şti.** | Menemen/İzmir<br>www.reelmakina.com | REEL Makina, 1987 yılında ısıl işlem ve yüzey sertleştirme hizmeti vermek amacıyla İzmir'de kurulmuştur. 2007 yılında ise uzun yıllarını döner tabla dişlisi ve rulman imalatına vermiş ve bu konuda uzmanlaşmış ortakların Reel Makina bünyesine | | |

[2] Doç.Dr. Sedat Çelikdoğan, 23 Ağustos 2013 görüşme notları

[3] www.reduktordergisi.com/2012/08/ endustriyel-reduktor-ve-disli-kutularinda-lider-uretici

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | katılmasıyla şirket uluslararası kalite standartlarında döner tabla dişlisi ve rulmanı imalatına başlamıştır.<br>MİLRES projesinde 500 kW'lık türbinin gövde ve kanat Yatakları REEL Makine tarafından üretileceği belirtilmiştir[29]. | | |
| **Gürgenler** | Sincan/Ankara<br>www.gurgenler.com.tr | Gürgenler, yenilenebilir ve temiz enerji üretimlerinin tüm dünyada hız kazanmasıyla beraber sektörde dünyanın 4. büyük yatırımı yapılarak, Rüzgar kuleleri için gerekli olan flanş ve özel bağlantı ekipmanları üretimi yapılmaktadır. 180 metre uzunluğundaki kulelere dahi ekipman yapabilecek kapasiteye sahip makine parkı , Türkiye'nin konusundaki en büyük ve teknolojik yatırımıdır.<br>Bu yatırımla rüzgâr kuleleri için gerekli olan kule bağlantı flanşları, gövde flanşları, pervane bağlantı flanşları, türbin bağlantı parçaları, yer sabitleme flanşları flanş ve özel bağlantı ekipmanlarının üretimi de yapılmaktadır.<br>MİLRES projesi 500 kW'lık türbinin flanşlarının Gürgenler tarafından yapılacağı belirtilmiştir[29]. | | |
| **İğrek Makine San.ve Tic. A.Ş.** | Bursa<br>www.igrek.com.tr | Pik, sfero ve çelik döküm (GG-GGG-GS) üretimi yapmaktadır.<br>MİLRES projesi 500 kW'lık türbinin şasesinin İğrek Makina tarafından yapılacağı belirtilmiştir[29]. | | |
| **GAMAK** | Dudulu/ İSTANBUL<br>www.gamak.com | GAMAK, IEC 56 yapı büyüklüğünden 450 yapı büyüklüğüne kadar ürettiği asenkron elektrik motorlarıyla sanayinin ihtiyaç duyduğu çok geniş yelpazede üretim yapmaktadır.<br>Standart 3-Fazlı tam kapalı asenkron elektrik motorlarının yanı sıra GAMAK sanayide üretilen makine ve aksamların tahrik sistemleri için ihtiyaç duyulabilecek her türlü | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | motor ihtiyacını karşılamaktadır | | |
| **GENSERES** | www.genseres.com | 2011 yılında İnşaat Yüksek Mühendisi Mert Genç ve İnşaat Mühendisi Serdar Kırnaz tarafından Genser adıyla kuruldu. 2012 yılında ise patenti de alınarak Genseres adını kullanmaya başladı.<br><br>Ulusal ve uluslararası pek çok firmaya proje üreten Genseres, bugün, yapısal çelik projeleri ve rüzgar türbini temel tasarımı alanlarında bölgenin en önemli yapı mühendisliği ofisi olma hedefindedir. | Rüzgar türbini temel tasarımı<br>Rüzgar türbini kule deprem analizleri<br>Deprem performans analizleri<br>Betonarme projeleri | Zeytineli RES-Bilgin Enerji- Nordex<br>Sincik RES-Çiltuğ A.Ş-Nordex<br>Susurluk RES-Eksim Enerji-Nordex<br>Hasanbeyli RES-Eksim Enerji-Nordex<br>Seferihisar RES-Seferihisar Enerji-Nordex<br>Uşak RES-Bereket Enerji-Sinovel<br>Poyraz RES-Polat Enerji-Enercon-(dizayn kontrolü)<br>Silivri RES-Silivri Enerji-Nordex<br>INNORES-Dost Enerji-Nordex (ilave)<br>Erdek-Sn. Recep Yılmaz-Enercon-(dizayn kontrolü)<br>Kumburgaz RES-Ayyıldız Enerji-Unison<br>Bereket Çiftlik RES-Bereket Çiftliği-Baykal Enerji<br>NORDEX N90/2500 ve N100/2500 80m hub yükseklikli kulelere ait deprem güvenliği belirleme çalışmaları<br>ENERCON E-53 800 kW 73 m hub yükseklikli çelik kulenin deprem analizi<br>ENERCON E-82 3000 kW 78 m hub yükseklikli ardgermeli beton+çelik kulenin deprem analizi<br>UNISON U57 750 kW 68 m hub yükseklikli çelik kulenin deprem analizi<br>ENERCON E-82 3000 kW 84,58 m hub yükseklikli ardgermeli beton+çelik kulenin deprem analizi<br>TURKWIND TW-500 500 kW 66,5m hub yükseklikli çelik kulenin deprem analizi<br>KORES R.E.S idari bina deprem performans ana-lizleri.<br>DOĞAL Enerji R.E.S idari bina projesi.<br>GERES R.E.S idari bina projeleri. |

**EK-10.3**

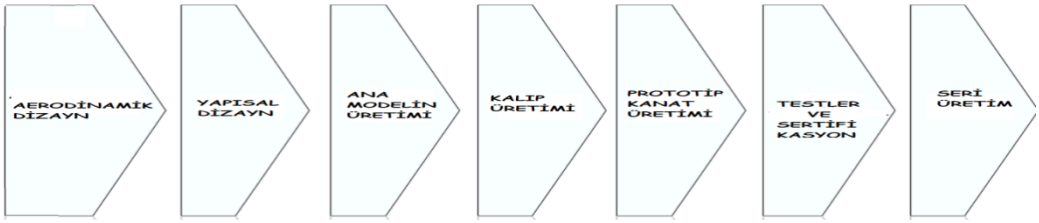
**Enercon Aero Kanat Fabrikası:** Fabrikada üretilen rüzgâr türbini kanatları sandviç yapıda imal edilen kompozit ürünlerdir. Büyük ölçekli ürünlerde en iyi cam/reçine oranının *vakum infüzyon teknolojisi* ile sağlanabilmesi nedeni ile kanatlar genel olarak bu teknoloji kullanılarak üretilmektedir. Bu da dayanımı çok daha yüksek ve daha hafif ürünler elde edilmesini sağlamaktadır. Kanat üretiminde adımlar ve üretim prosesi (Tablo EK 10.7, Şekil 10.8)[1]de verilmektedir

**Tablo EK-10.7** Enercon Aero Kanat Fabrikası Kanat Üretim Prosesi

| **Ana Adımlar** | **Ara Adımlar** |
|---|---|
| **1. Ana ve Yan Malzeme ve Ekipman Tedariği** | **Ana Malzemeler**:<br><br>Epoksi Reçine, Cam ve Karbon Kumaşlar<br><br>**Ara Malzemeler**:<br><br>- **Köpükler**: Polyvinyl Chloride (PVC), Polietilen Tereftalat (PET), Polyuretan (PU), Polystyrene(PS), Styreneacrylonitrile (SAN) vb. içeriği olan malzemeler<br>- **Ağaç Malzeme**: Genelde Balsa Ağacı, nadiren sunta ve kontrplak gibi ağaç malzemeler<br>- **Bal Peteği Görünümlü Malzemeler**: Kraft kağıdı, alüminyum, çelik, aramid, karbon, poliüretan, polyester, polietilen, polipropilen ve seramik gibi hammaddelerden üretilebilen malzemeler |
| **2. Depolama** | |
| **3. Hammadde Hazırlığı** | - Cam- karbon kumaşların kesilmesi<br>- Ara malzemelerin hazırlanması<br>- Reçine ve sertleştirici karışım hazırlanması |
| **4. Yarı Mamul üretimi** | - Ana kuşak (SPARCAP) üretimi<br>- Omurga üretimi (WEB)<br>- Birleşim keplerinin üretimi (GLUING CAP) |
| **5. Kanadın Oluşturulması** | - Köpük\Balsa serimi<br>- Kumaş serimi<br>- Anakuşak yerleşimi<br>- İnfüzyon malzemelerinin yerleştirilmesi<br>- Vakuma alma - infüzyon - kürleme<br>- Omurga yapıştırma<br>- Kanat yapıştırma |
| **6. Taşlama** | |
| **7. Delme-Kesme İşlemi** | |

[1] Serhat Karabağ, Rüzgar Türbini Kanat İmalatı, Aero Rüzgar Endüstrisi A.Ş, MMO İzmir Rüzgar Sempozyumu, 2011, İzmir

| | |
|---|---|
| **8. Montaj** | - Flanş/cıvata somun bağlantısı<br>- Yıldırımsavar bağlantı montajı<br>- Isıtma sistemi montajı |
| **8. Finish** | - Yüzey kaplama işlemleri (GELCOAT)<br>- Boya uygulamaları |
| **9. Balans** | - Kanatların set haline getirilmesi |
| **10. Sevkiyat** | |




**Şekil 10.8** Kanat Üretiminde Adımlar

**Akat Prefabrike İnşaat San Tic. A.Ş[2]:**

Akat Prefabrika İnşaat San Tic. A.Ş.'nin mevcut üretim tesisinden ayrı olarak 20.000 $m^2$'lik parselde 4.000 $m^2$ kapalı alanda betonarme prefabrike kule imalatı ile **Enercon türbinlerinin hibrit beton kuleleri imalatı 2009 yılından itibaren yapılmaktadır[3].**

Kendine özgü bir teknolojik üretim sistemi gerektiren Betonarme Prefabrike Kule, projesindeki yüksekliğe göre konik segman parçalardan oluşmaktadır. Örneğin 64 m yükseklikteki Rüzgar Enerji parkı kuleleri, 15 segman parçasından oluşmakta, ilk segman çapı 4.5 m. Son segman çapı ise 2.5 m olmaktadır. Üretimde kullanılan nervürlü çelik donatı, şablon tezgahlarda spiral sargı ve boyuna donatı olarak hazırlandıktan sonra çelik konik kalıplara yerleştirilmekte, ardgerme donatısı için gerekecek boşluklar için özel üretilen spiral borular hassas bir şekilde yerleştirilerek, taşıma, muhtelif ayar aksamı, vs. çeşitli galvanizli metal aksesuarlar da yerlerine sabitlendikten sonra, donatı ve aksesuarların pozisyonları kalite güvencesi kontrol aşamalarından geçmekte ve C 60 sınıfı beton konik çelik kalıplara doldurularak ön işlemleri tamamlanmaktadır. Priz süresi ardından açılan kalıplardan alınan betonarme segmanlar, dayanım ve yüzey kalite güvence elemanlarınca çeşitli kontrolleri takiben ön onay mührü ardından, boya bölümüne taşınmaktadır. Bu bölümde, segmanlar betonu dış etkilerden koruyacak özel astar ve boyalar ile kaplanır ve sevk parkına alınır. Düşük dorse çekici araçlar ile kurulacak bölgelere taşınan segmanlar, hazırlanmış temellerine büyük kapasiteli vinçlerle üst üste monte edilirler ardgerme kabloları öngörülen boşluklardan girilerek, hidrolik pompalar ile germe işlemi yapılır ve sonra graut enjeksiyon ile de korunarak montaj tamamlanır[4].

[2] www.akat.com.tr

[3] e-dergi/tmmob-izmir-bulten/151/46

[4] http://webdeyim.net/tr/e_dergi/tmmob-izmir/tmmob-izmir-bulten/151/46 (Türkiye Prefabrike Birliği Beton Fabrikasyon dergisinin Kasım 2009 tarihli 92. sayısından alıntıdır)

**EK-10.4:**

**MİLRES PROJESİNDE KULLANILAN TEDARİK ZİNCİRİ [5]**

| | | |
|---|---|---|
| DÖKÜM VE İŞLEME<br>CASTING AND MACHINING | İĞREK | BURSA |
| | DİRİNLER | İZMİR |
| | ANADOLU METALURJİ | ANKARA |
| | PINAR | İZMİR |
| | KARDÖKMAK | KARABÜK |
| DİŞLİ KUTUSU<br>GEAR BOX | ÖZGÜN MAKİNA | İSTANBUL |
| | ERMAKSAN | ANKARA |
| | AYDINLAR DİŞLİ | İZMİR |
| ŞAFT<br>SHAFT | KARDÖKMAK | KARABÜK |
| | ANADOLU METALURJİ | ANKARA |
| | ÖZGÜN DİŞLİ | İSTANBUL |
| KULE<br>TOWER | ATEŞÇELİK | İZMİR |
| | ÇİMTAŞ | İSTANBUL |
| | BEYÇELİK | |
| | ALKEG | İZMİR |
| | GESTAMP BEYÇELİK | BURSA |
| CİVATA VE FLANŞ<br>FASTENERS | BERDAN | MERSİN |
| | KALELİLER | ANKARA |
| | GÜRGENLER | |
| ALTERNATÖR<br>ALTERNATOR | GAMAK | İSTANBUL |
| | TEMSAN | ANKARA |
| | FEMSAN | İSTANBUL |
| | AREL | ANKARA |

| | | |
|---|---|---|
| GÖVDE ve GÖVDE YATAKLARI<br>SHAFT AND YAW BEARING | REEL MAKİNA | İZMİR |
| | ANADOLU METALURJİ | ANKARA |
| | HAN MAKİNE | İSTANBUL |
| | GÜRGENLER | |
| | TİBET MAKİNE | İZMİR |
| HİDROLİK<br>HYDROLIC | HİDROKONTROL | ANKARA |
| | HİDROAN | ANKARA |
| | OSD MÜHENDİSLİK | |
| | HİDROPOL MÜHENDİSLİK | ANKARA |
| KONTROL VE YAZILIM<br>CONTROL HARD AND SOFT WARE | İSTANBUL ULAŞIM | İSTANBUL |
| | İTÜ EKİBİ | İSTANBUL |
| | ODTÜ | ANKARA |
| TAŞIMA LOJİSTİK<br>LOGISTIC | HAREKET | İSTANBUL |
| | SARILAR | KOCAELİ |
| VİNÇ<br>CRANE | BÜLBÜLOĞLU | ANKARA |
| | | |
| ASANSÖR<br>ELEVATOR | MERİH | ANKARA |
| | GENTUR | ANKARA |
| | UZAY | |

[5] Doç.Dr.Sedat Çelikdoğan, RÜZGAR ENERJİSİNDE DANİMARKA–TÜRKİYE TEKNOLOJİ İŞBİRLİĞİ ve B2B GÖRÜŞMELERİ, 26-27 Haziran 2013, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi sunumu.

| | | |
|---|---|---|
| KLİMA<br>AIR CONDITIONING | ÜNTES | ANKARA |
| | FORM | ANKARA |
| | POYRAZLAR | |
| MÜHENDİSLİK<br>ENGINEERING | CADEM | İSTANBUL |
| | TEKNO TASARIM | BURSA |
| | TECHNOVISION | |
| | FİGES | |
| ÜNİVERSİTELER<br>UNIVERSITIES | SABANCI | |
| | SABANCI | |
| | RÜZGEM | ANKARA |
| | TOBB ETÜ | ANKARA |
| | BAŞKENT | ANKARA |
| | İTÜ | |
| | KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ | |
| | KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ | |
| | YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ | |

| | | |
|---|---|---|
| KANATLAR<br>WINGS | AVRASYA | |
| | TAİ | ANKARA - KAZAN |
| | ONUK BG | İSTANBUL |
| | ENERKON | İZMİR |
| | ALKEG | İZMİR |
| RULMAN<br>BEARINGS | URB | |
| | URB | |
| | EYMAK | |
| RÜZGAR ÖLÇÜM<br>WIND MEASUREMENT | AHMET ŞAHİN | |
| | ÖLÇÜM DİREĞİ | |

## EK-10.5:

| FİRMA ADI | İLİ, WEB ADRESİ | TEMEL İMALAT KONULARI | TEKNOLOJİ TRANSFERİ / ÖZGÜN TEKNOLOJİ | REFERANSLAR |
|---|---|---|---|---|
| | | **LİSANSIZ RÜZGAR TÜRBİNLERİ ÜRETİMİ** | | |
| **Northel Enerji** | Ayvalık/ Balıkesir<br>ww.northelenerji.com.tr | Bireysel ihtiyaçlara göre, yüksek verimde enerji üreterek endüstriyel, evsel ve tarımsal kullanımın her ihtiyacına cevap verebilecek özellikte türbin üretimi (10 kW, 20 kW, 50 kW, 100 kW, 150 kW, 250 kW) yapılmaktadır. Türbin bileşenleri/ malzemeleri aşağıdaki firmalardan tedarik edilmektedir:<br>Kule; Ateş Çelik,<br>Jeneratör; Abana ve Gamak,<br>Dişli Kutusu; Yılmaz Redüktör,<br>Döküm Malzemeler; Dirinler Döküm.<br>Kanat Malzemeleri; Duratek,<br>Kanatlar: kendi imalatı,<br>Kanat performans testleri ve büyük güçteki türbinlerin testleri kendi bünyesindeki mühendislik ekibiyle gerçekleştirilmektedir. Rüzgâr Türbinleri veya aksamlarının, Türk Loydu tarafından Ürün Belgelendirme Sistemi (TS EN 45011)'ne göre belgelendirme işlemleri sürdürülmektedir[3] | Pervane, tüm gövde, mekanik elektrik aksam, kule, elektrik ve elektronik otomasyon, yazılım başta olmak üzere tasarımın %100 yerli üretim, türbinin %85 oranında yerli malzeme kullanılarak üretildiğini belirtmektedir[1] | Uygulamalardan bazı örnekler:<br>20 kW Alev Gerçeker Çiftliği/Yaz Kampı<br>100 kW Pelikan Balıkçılık Soğuk Hava Tesisi, Ayvalık<br>150 kW R Bele Çiftliği, Balıkesir<br>250 kW Ekbir Zeytinyağı Fabrikası<br>Sistemler şebekeye bağlı değil. Kanun kapsamında şebekeye bağlantı için dağıtım şirketine başvuru yapılmış bekleniyor[2].<br>2009'da Amerika Birleşik Devletleri'ne ilk ihracatının gerçekleştirmiştir. 2011 Eylül itibarıyla ihracata İzmir – Aliağa limanından devam etmektedir. |
| **PARS Makina** | ODTÜ–OSTİM Teknokent/ Ankara<br>www.parsmakina.com | Yenilenebilir ve çevre dostu enerji problem çözümleri için teknik tasarım, analiz ve üretim yapmaktadır. Tasarımı tamamen kendilerine ait olan ParsWind 1200, evsel tüketim için anahtar teslimi rüzgâr türbinini | Özgün tasarım ve üretim ParsWind 1200: Tasarım ve bir araya getirme Pars Makina, türbin ve jeneratör OSTİM'de bulunan firmalarca, | |

[1] Cem Yalçın: Northel Enerji Genel Müdür

[2] Northel Enerji, Lisansa tabii olmayan rüzgar enerji tesisleri şebeke bağlantı sorunları bilgilendirme, 4 Ocak 2013

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | üretmektedir.<br>Yine kendi üretimleri olan PARS-PMG-2200 başta rüzgâr türbinleri, hidroelektrik santraller ve stand-alone enerji üretim sistemleri olmak üzere ihtiyaç duyulan tüm enerji üretim tesislerinde jeneratör olarak; endüstriyel uygulamalarda da motor olarak güvenle kullanılabilmektedir. Pars Makine ayrıca 60, 80 ve 100 metre kafes tipi rüzgâr ölçüm direği üretimi, kurulumu ve rüzgâr ölçümlerini de yapmaktadır. | kanatlar ise Hasanoğlan'da bulunan Yapıcılar Kompozit tarafından imal edilmekte | |

Bunların yanı sıra küçük sistemler konusunda yurt dışı firmalarla işbirliği halinde bir çok firma da [**Ayetek** (Wind Technik Nord), **Mars Enerji** (International Hollanda), **4e Enerji** (Turbowinds). vb] temsilcilikler aracılığı ile kurulum alanının belirlenmesi, ön fizibilite, rüzgâr ölçümü, başvuru, finansman temini, kurulum bakım ve onarım konularında çalışmaktadır.

## EK-10.6 RÜZGAR ENERJİSİ MARİFETİ İLE SU POMPALAMA

### A - ÜRÜN TANIMI

**Ürünün Adı ve Markası Y E L K A P A N®**

**Adres:**
**Ercüment ALYANAK, Makine Yüksek Mühendisi**
**ENA Yelkapan Teknolojileri, baratalı Caddesi No 72, 35430 URLA/İZMİR**
**Tel/Fax: 0232 754 30 07**
**www.ena.com.tr**

**Genel Tanımlama**

Yelkapan® Teknolojisi, rüzgar enerjisi marifeti ile su pompalama amacıyla kullanılmak üzere geliştirilmiş özgün bir teknolojidir. Klasik rüzgar enerjisi ile su pompalama teknolojisine göre önemli kapasite ve verimlilik artışı sağlayan yenilikçi teknikler sayesinde güçlü bir rekabet avantajına sahip olan Yelkapan Teknolojisi güncel ihtiyaçlara cevap verebilmekte ve elektrikli dalgıç pompalardan çok daha ekonomik bir çözüm sunmaktadır. Yelkapan'ın D36/10 ve D64/20 olarak **iki model**i vardır.

**Teknik Tanımlama**

Rüzgarın döndürdüğü pervane, eksantrik krank-biyel sistemi ve mekanik güç aktarma organlarıyla pistonlu pompayı çalıştırır. OptiStrok ve karşı-ağırlık teknolojisi sayesinde rüzgardaki enerjiden maksimum faydayı sağlar. Rüzgarsız dönemlerde de kullanılabilmesi için su, bir depoda biriktirilir.

**İçerdiği İnovatif Teknikler**

- ***OptiStrok Teknolojisi**:* Özel bir mekanizma ve elektronik kontrol teknolojisi ile pistonlu pompa strokunu rüzgar hızına göre değiştirerek, pervaneyi, maksimum aerodinamik verim noktasına tekabül eden optimum hızda çalıştıran performans arttırıcı özgün bir tekniktir.
- ***Karşı-ağırlık Teknolojisi**:* Emme periyodunda üretilen enerjiyi potansiyel enerji formunda depolayıp basma periyodunda kullanarak performans artışı sağlayan özgün bir tekniktir.
- ***Pistonlu Tandem Pompa Teknolojisi**:* Sondaj kuyularında daha büyük pompa hacmi elde etmek için aynı piston mili üzerinde birden fazla pistonu eşzamanlı olarak paralel çalıştırır.
- ***Hibrid Pompalama Teknolojisi*:** Rüzgarla birlikte başka enerji kaynakları da (güneş vb) su pompajı için kullanılabilmektedir. Bu sayede içme suyu sistemlerinde hizmetin aksama riski engellenir.

**Ürünün Hizmet Kapasitesi** (1)

| Model | Günlük Kapasite [$m^3$/gün] | Yıllık Kapasite [$m^3$/yıl] | Kaç kişinin ihtiyacını karşılar | Aynı miktar suyu elektrikle pompalamanın yıllık maliyeti |
|---|---|---|---|---|
| **D36/10** | 185 | 67 500 | 1250 kişi | 9 500 TL/yıl |
| **D64/20** | 330 | 120 000 | 2200 kişi | 17 000 TL/yıl |

*(1) Yelkapanın hizmet kapasitesi ile ilgili verilerin hesaplanmasında kullanılan temel teknik kabuller:*

- *Kişi başı günlük su tüketimi 150 lt/gün kabul edilmiştir.*
- *Ortalama pompalama yüksekliği (kuyu derinliği) 75 m kabul edilmiştir.*

- *Yelkapanın sistem verimi %21 kabul edilmiştir*
- *Ortalama rüzgar hızı 5,5 m/s kabul edilmiştir.*
- *1 kWh elektrik fiyatı 0,35 TL/kW ve buna göre 1 $m^3$ suyu 75m yükseğe %50 verimle çalışan elektrikli pompayla pompalamanın maliyeti teorik olarak 0,1417 TL/$m^3$ kabul edilmiştir.*

**B - TEKNOLOJİK BİRİKİM**

**Proje Destekleri**

- 2004 : ODTÜ-KOSGEB TEKMER'de yelkapan için KOSGEB Ar-Ge desteğiyle şirket kuruldu.
- 2004-2011 yılları arasında yelkapan ile ilgili 2 adet TEYDEB projesi tamamlandı.
- 2006 : UNDP-SGP fonundan Edirne'deki saha çalışması için proje desteği sağlandı.
- 2012 : Yeni pervane tasarımı ve D64/20 model yelkapan imalatı için İYTE ile işbirliği sağlandı.
- 2013 : Yeni pervane tasarımı için TEYDEB destek sözleşmesi imzalandı
- Toplam 400.000 TL hibe proje desteği kullanıldı.
- Şirketin ödenmiş sermayesi 350.000 TL; gerçekleşmiş toplam ar-ge maliyeti 650.000TL'dir.

**Yapılan Ar-ge Çalışmaları**

Saha çalışmaları kapsamında **gerçek boyutlu 3 ayrı prototip** üretilmiş ve 100m'lik derin su kuyusunda denemeler yapılmıştır. Her seferinde tasarım iyileştirilmiş ve geliştirilmiştir. Özellikle fark yaratan OptiStrok sisteminin geliştirilmesi üzerinde durulmuş ve tasarımı tamamlanmıştır. Varil tipi pervane ile yapılan denemeler, bu tip pervanenin cazip bir **fayda/maliyet oranı** için uygun **olmadığını** göstermiştir. Daha verimli olan Darrieus tipi pervane kullanılmasının zarureti anlaşılmış; yelkapan teknolojisinin 10 kW altındaki güçlerde uygulanmasının ekonomik bir anlamı olmadığı görülmüştür.

**Projenin Durumu**

Cazip bir karlılık ve fayda/maliyet oranını yakalayabilmek için Darrieus tipi pervaneye sahip 10 kW gücünde D36/10 model ve 20 kW gücünde D64/20 model yelkapanların tasarlanmasına karar verilmiş ve İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü (İYTE) Makina Mühendisliği Bölümü ile müştereken yürütülen tasarım çalışmalarına 2012 yılında başlanmıştır. 2013 yılında D64/20 model yelkapanın Urla'daki İYTE yerleşkesinde çalıştırılması hedeflenmektedir.

**C-KULLANIM ALANLARI VE HEDEF MÜŞTERİ KİTLESİ**

**a) İçme Suyu Pompajı:** Belediyelerin içme suyu sistemleri, köy içme suları, üniversite yerleşkeleri, organize sanayi bölgeleri, toplu konut sitelerinin pompalama sistemleri bu alandaki belli başlı kullanım yerleridir. **Belediyeler** ve **İl Özel İdareleri** en büyük hedef müşteri kitlesini oluşturmaktadır.

**b) Tarımsal Sulama:** Sulama ihtiyacının olmadığı *yılın yedi ayı atıl* kalması nedeniyle tarımsal sulama uygulamaları için, kullanıcı açısından her zaman ekonomik bir yatırım **olmamaktadır**.

Tarımsal alanda kullanılabilecek durumlar:

- Seralarda 12 ay üretim yapılabildiği için bu alanda kullanılması beklenmektedir.
- Elektrik hatlarının olmadığı yerlerde ekonomik olarak avantajlı konumdadır.
- 12 ay pompalama ihtiyacı olan sulama göletlerinin beslenmesinde ekonomik olmaktadır.

- 12 ay su ihtiyacı olan hayvan besi çiftliklerinde de kullanılması beklenmektedir.

## D- FİYATLANDIRMA STRATEJİSİ

### a) "Sağlanan Fayda" Kriteri ile Fiyatlandırma

Bu yaklaşımda "**yelkapanın yaptığı işi elektrikli dalgıç pompa ile yapmanın maliyeti**" üzerinden hesaplama yapılır. İyi tasarlanan bir makinanın ömrü yaklaşık 20-25 sene kabul edilir. Genel temayüllerde ise bir yenilenebilir enerji dönüştürme sisteminin **10 yılda ürettiği enerjinin ederi** yapılan yatırım tutarının üzerinde ise bu yatırım ekonomik kabul edilmektedir. Büyük rüzgar santrallerinde yatırım tutarı genellikle 7 yılda üretilen enerji bedeline eşdeğerdir. Küçük güçlü sistemlerde ise bu süre ortalama 15 sene olup bazı ürünlerde 20 seneye yaklaşmaktadır.

Yelkapanın fiyatlandırılmasında rekabet gücünü ve ürünün cazibesini yüksek tutabilmek böylece geniş bir pazar yaratabilmek için bu sürenin **10 senenin üzerine çıkmaması amaçlanmıştır**. Buna göre;

| **Model** | 10 senede üretilen enerjinin ederi (maksimum fiyat) [TL] | Öngörülen satış fiyatı (KDV dahil) [TL] | Öngörülen satış fiyatı (KDV hariç) [TL] | KDV dahil fiyata eşdeğer enerjinin üretilme süresi |
|---|---|---|---|---|
| **D36/10** | 95 000 TL | 94 400 TL | 80 000 TL | 10 sene |
| **D64/20** | 170 000 TL | 135 700 TL | 115 000 TL | 8 sene |

### b) "Rakip Ürün Fiyatları" Kriteri ile Fiyatlandırma

(a) bölümündeki fiyatların sahip olduğu rekabet gücü, rakip ürünlerin fiyatlarıyla kıyaslanarak değerlendirilmelidir. Bu analiz (G) bölümünde "Rakip Analizi" başlığı altında ele alınmıştır.

## E- KATMA DEĞER

Bir ürüne katılan değer, satış fiyatı ve hammadde maliyeti arasındaki fark ile ölçülebildiğine göre;

| **Model** | **Satış Fiyatı** | **Malzeme Maliyeti** | **Katma Değeri** | **Toplam Ağırlık** | **Bir Ton Yelkapanın** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | **Malzeme Maliyeti** | **Satış Fiyatı** | **Katma Değeri** |
| **D36/10** | 80 000 TL | 30 000 TL | **50 000 TL** | 4 ton | 7 500 TL/ton | 20 000 TL/ton | **12 500 TL/ton** |
| **D64/20** | 115 000 TL | 34 500 TL | **80 500 TL** | 4,6 ton | 7 500 TL/ton | 25 000 TL/ton | **17 500 TL/ton** |

## F- RAKİP ANALİZİ

### a) Farklı enerji kaynakları kullanan pompalama teknolojileri ile karşılaştırma

*I - Elektrikli Dalgıç Pompa Kıyaslaması*

| | D64 Yelkapan | Elektrikli Dalgıç Pompa |
|---|---|---|
| İlk yatırım maliyeti | 135 700 TL | 15 000 TL |
| 20 senelik elektrik enerjisi maliyeti [TL] | --- | 340 000 TL |
| **Toplam Maliyet (Yatırım+Enerji)** | **135 700 TL** | **355 000 TL** |

Karşılaştırma için dalgıç pompanın pompalama miktarı, yelkapanınkine eşit kabul edilmiştir. Yelkapanın ömrü 20 sene kabul edilir ve yatırım süresi sonuna kadarki maliyetler göz önüne alınırsa yelkapan yatırımı elektrikli dalgıç pompaya göre **%62** daha ekonomik olmaktadır.

Bazen 40-50 bin TL'yi bulabilen elektrik hattı maliyetleri bu kıyaslamada dikkate alınmamıştır...!

*(Dünyanın önde gelen Danimarkalı pompa üreticisi Grundfos'a göre bir elektrikli dalgıç pompanın 10 senelik ömrü boyunca tüketeceği enerjinin maliyeti, kendi fiyatının 20 katıdır)*

*II - Güneş Enerjisi (Fotovoltaik-PV) Kıyaslaması*

| | D64 Yelkapan | GÜNEŞ (PV) |
|---|---|---|
| Yatırım maliyeti | 135 700 TL | 23 600 TL |
| Senelik pompalama miktarı (H=80 m) | 112 500 $m^3$ | 7 300 $m^3$ |
| Günlük pompalama miktarın(H=80 m) | 330 $m^3$ | 20 $m^3$ |
| Yıllık 1000 $m^3$ kapasite için gereken yatırım tutarı | **1 130 TL/bin.$m^3$** | **3 235 TL/bin.$m^3$** |

Güneş enerjisi ile su pompalama uygulamaları yapan Ankara'daki Ekosolar firmasının Ankara-Elmadağ'da Alman Büyükelçiliği desteği ile yaptığı bir uygulamada 40m pompalama yüksekliğinden günde 40 $m^3$ su basan bir güneş enerjisi pompaj sisteminin maliyetinin 20 000 TL olduğu bilinmektedir. Buna göre Yelkapan güneş enerjisinden **%65** daha ekonomik bir yatırımdır.

**b) Rüzgar Türbinleri ile Karşılaştırma**

| | **Yelkapan D36/10** | **Yelkapan D64/20** | Fairwind F36/10 | Fairwind F64/10 | Bergey Excel 10 | VESTAS V39 | IronMan | **Renault Fluence** 1,6 110BG Extr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pervane alanı [$m^2$] | 36 | 64 | 36 | 64 | 38 | 1195 | 28 | --- |
| Ağırlık [ton] | 4 | 4,6 | 4 | 4,6 | ? | 52,5 | 4,4 | 1,225 |
| Kurulu güç [kW] | 10 | 20 | 10 | 10 | 10 | 500 | 3 | --- |
| Satış fiyatı (KDV hariç) [binTL] | 80 | 115 | 112 | 132 | 80 | 1 200 | 55,5 | 34,4 |
| 1 tonun fiyatı [TL/ton] | 20 000 | **25 000** | 28 000 | 28 700 | ? | 22 800 | 12 600 | **28 000** |
| 1 m2 pervane alanına düşen sistem ağırlığı [kg/$m^2$] | 111 | 72 | 111 | 72 | ? | 44 | 157 | --- |
| 1 m2 pervane alanı başına fiyat [TL/$m^2$] | 2222 | 1797 | 3111 | 2062 | 2105 | 1 000 | 1982 | --- |
| 1 kW kurulu güç başına fiyat [TL/kW] | 8 000 | 5 750 | 11 200 | 13 200 | 8 000 | 2 400 | 18 500 | --- |

**Rakip Ürünler Hakkında Açıklamalar**

- Fairwind firmasının (www.fairwind.be) pervaneleri yelkapanınkine en yakın özellikte olanlardır. Bu pervaneler elektrik üretmek üzere bir jeneratoru çevirir. Su pompalanması için tasarlanmamıştır.
- Bergey firmasının (www.bergey.com) klasik 3 kanatlı pervaneyle elektrik üreten türbin tasarımı bu sektörde Amerika'nın en tanınmış ürünüdür. Su pompalanması için tasarlanmamıştır.

- VESTAS firması rüzgar santralleri için megawatt ölçeğinde büyük rüzgar türbinleri üreten dünyanın lider firmasıdır. Bu ürüne ait teknik veriler firma broşüründen alınmış olup fiyat bilgisi bu konudaki piyasa araştırmalarından alınan ortalama ve genel fiyatlardır.
- IronMan ürünü (www.ironmanwindmill.com) rüzgarla mekanik olarak su pompalaması yapmak üzere tasarlanmış klasik Amerikan tipi makinadır. Firmanın ürünleri, iyi bir tasarıma sahiptir. Amerikalı bir mühendis tarafından Çin'de kurulan firma, Çin'de üretim yapmaktadır.

**Değerlendirme ve Yorumlar:**

- "**Satış fiyatı**" kriteri üzerinden en sağlıklı kıyaslama Fairwind ile yapılabilir. Buna göre Yelkapan fiyatı Fairwind fiyatlarının ortalama %80'i kadardır.
- "**1 tonun fiyatı**" kriteri üzerinden yapılan değerlendirme, IronMan dışındaki ürünlerin, ebattan bağımsız olarak yaklaşık aynı seviyelerde fiyatlandırılmış olduğunu göstermektedir. Bu ürünlerin hepsinde kullanılan pervane teknolojisi temelde aynıdır ve aerodinamik verimleri birbirine yakındır. Iron Man firmasının kullandığı pervane teknolojisi ise düşük verimli bir teknolojidir. Bu kriter, fiyatlandırmanın en sağlıklı karşılaştırılabileceği kriter olarak görülmek-tedir. Zira aynı teknolojiyi kullanarak aynı işi yapan sistemler biribirine yakın tonajlarda olmak zorundadır. Buradaki farklılık temelde teknolojiye bağlı katma değer farklılığından kaynaklanmaktadır. Bu kriter kullanılarak yapılabilecek çarpıcı bir değerlendirme de **otomotiv** teknolojisindeki katma değer ile yelkapan teknolojisindeki katma değerin biribirine yakın olduğudur. Kaldı ki yelkapanın üretimi otomobile göre çok daha kolaydır. Bu da daha az miktarda üretim yaparak otomotiv teknolojisiyle aynı katma değerin elde edilebilmesini sağlar.
- "**1 $m^2$ pervane alanına düşen sistem ağırlığı"** kriteri bize, pervane ebatı büyüdükçe aynı miktar enerjiyi daha az malzeme kullanarak üretebileceğimizi söylemektedir. Bu durum temel tasarım gereklerinin bir sonucu olup, aslında büyük güçlü sistemlerin neden daha ekonomik olduğunu ve 10 kW altındaki yelkapanların neden ticari olarak anlam taşımadığını açıklar.
- "**1 $m^2$ pervane alanı başına fiyat"** kriteri de rakiplere göre makul bir fiyatlandırma yapıldığını göstermektedir. ***Esas rekabet üstünlüğü sağlayan nokta, aynı birim fiyattaki rakip ürüne kıyasla yelkapanın sağladığı faydanın yaklaşık %50-%80 oranında daha fazla olmasıdır.*** Bu durum üretilen toplam enerji bedelinin ürün fiyatına ulaşma süresindeki farklılıkta daha net gözlenebilir. Bu süre Fairwind vb ürünlerde 16 sene iken yelkapanda 10 senenin altındadır.

## G- PAZAR BÜYÜKLÜĞÜ

**Türkiye Geneli İçin İstatistiksel Veriler**

| **Köy sayısı** | **74 000** | | 12 milyon kişi | | Ort 160 kişi/köy | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Belediye Nüfusu [bin kişi]** | **0 - 2** | **2 - 5** | **5 - 10** | **10 - 25** | **25 - 50** | **50 - 100** | **Toplam** |
| **Belediye sayısı** | 1023 | 1035 | 323 | 229 | 89 | 94 | 2793 |
| **D36/10 Yelkapan ihtiyacı [adet]** | 1023 | 1035 | --- | --- | --- | --- | **2058** |
| **D64/20 Yelkapan ihtiyacı [adet]** | --- | 1035 | 969 | 1374 | 1780 | 2820 | **7978** |

**Verilerin Değerlendirilmesi**

- **Nüfusu 5 binin altında olan belediyeler**in bir çoğu mali sıkıntı içinde olup bu tür bir yatırımı yapmakta zorlanacaklardır. Öte yandan genellikle 1-2 adet ürün ihtiyacı olan bu gurup satış personelinin harcayacağı zaman bakımından **verimsiz müşteri kitlesi** olarak değerlendirilmektedir.

- **Nüfusu 5 bin – 60 bin arası olan belediyeler**in mali durumu nispeten daha iyidir. Her birinin **3** ila **25** adet yelkapan ihtiyacı olacağından **toplu satış** yapma imkanı vardır.
- **Nüfusu 60 bin üzerinde olan belediyeler**in içme suyu sistemlerinin uygunluğu araştırıldıktan sonra net bir tahmin yapılabilir. Bu grubun da önemli bir potansiyel taşıdığı düşünülmektedir.

**Pazar Hacmi Tahminleri**

Rüzgar potansiyeli, kuyunun çapı, debisi vb kriterler bakımından potansiyel kullanım alanlarının **%20** sinin **teknik uygunluğa** sahip olacağı varsayılmıştır. Buna göre pazar hacmi tahminleri şöyledir:

| **Pazar Segmenti** | Yelkapan Sayısı [adet] | | Finansal Hacim [milyon TL] | |
|---|---|---|---|---|
| | **D36/10** | **D64/20** | **D36/10** | **D64/20** |
| **Köyler (İl Özel İdareleri)** | 10 360 | 4 440 | 829 | 510 |
| **0-5bin nüfuslu belediyeler** | 411 | 207 | 33 | 24 |
| **5-60bin nüfuslu belediyeler** | --- | 1388 | --- | 160 |
| **Toplam** | 10 771 | 6 035 | 862 | 694 |

Türkiye genelinde içme suyu pompalama sistemleri için toplam pazar hacmi 1 556 000 000 TL olarak tahmin edilmiştir.

# 11. TÜRKİYE'DE GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİ ve ÜRETİM EKİPMANLARININ YERLİ ÜRETİM DURUMU

Türkiye de, yenilenebilir enerji, enerji açığının kapatılması için en büyük kaynaktır. Yenilenebilir enerji kaynakları içinde ise en büyük olanı, Güneş Enerjisi'dir. Türkiye güneş kuşağı olarak adlandırılan bir bölgede bulunmaktadır. Güneş enerjisi açısından zengin bir ülkedir. YEGM güneş elektriği potansiyelini yıllık olarak 380 MWh olarak belirtmektedir.

**Güneş Enerjisinden Faydalanma Yolları**

Güneş Enerjisinin enerji olarak değerlendirilmesi iki yolla olmaktadır.

***Güneş enerjisinin ısıl uygulamaları;***

- Sıcak su üretimi,
- Buhar üretimi,
- Sera ısıtma,
- Kapalı hacimlerin ısıtılması,
- Kapalı hacimlerin soğutulması,
- Yüzme havuzlarının ısıtılması,
- Saf su üretimi,
- Buz üretimi,
- Tuz üretimi,

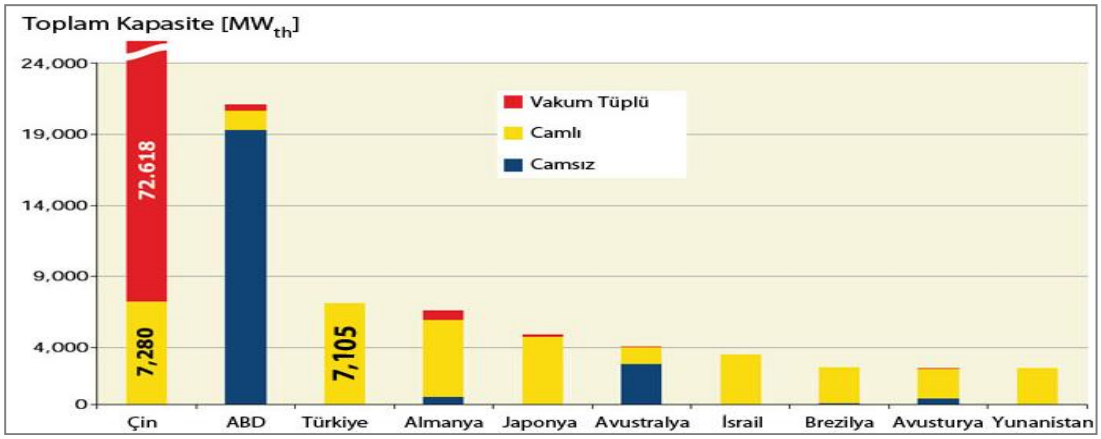
Yukarıda sayılan uygulamaların Türkiye de en yaygın olanı su ve sera ısıtmasıdır.

***Elektrik enerjisi üretilmesi,***

- PV sistemleri kullanarak elektrik üretimi,
- Isıl yöntemler ile elektrik üretimi,

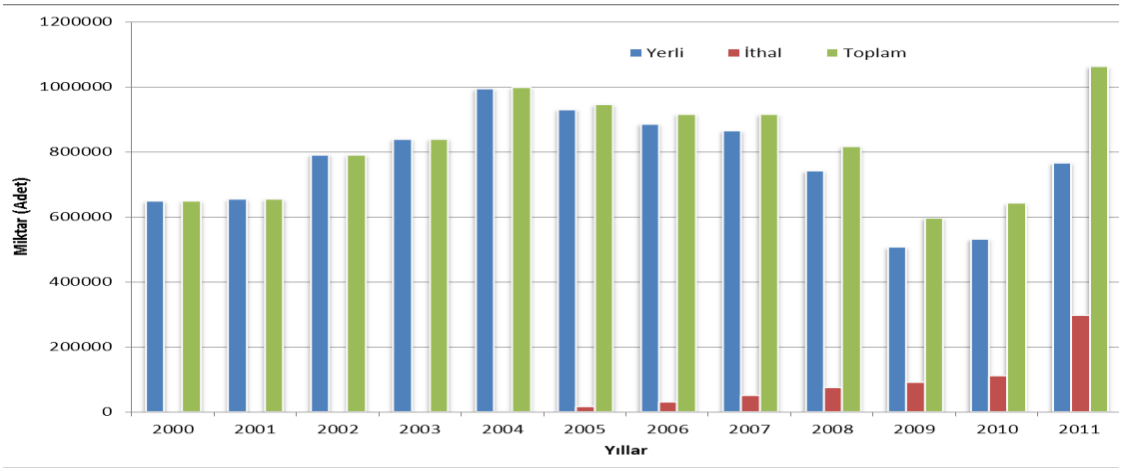
## 11.1 Güneş Enerjisinde Isıl Yollardan Yararlanılması

Türkiye, güneş enerjisini ısı olarak kullanan önemli ülkelerden birisidir. Çin ve Amerika'dan sonra ısıl yollardan güneşli sistemlerden elde edilen enerji miktarı en yüksek ülkedir. Türkiye güneş kolektörü üretiminde dünya da üçüncü, kullanımında ise, dördüncü büyük tüketici durumundadır. Şekil 11.1 de 2007 yılı için, güneş enerjisinin çok kullanıldığı ülkelerde, mevcut sistemler ile elde edilen enerjinin yıllık miktarı verilmiştir.




**Şekil 11.1** Dünya Genelinde Isıl Yollardan Güneşli Sistemlerden Elde Edilen Enerji Miktarına Göre Ülkelerin Sıraları [1]

Ülkemiz güneş sistemlerini üreten büyük bir ana üretim ve yan sanayiye sahiptir. Türkiye'nin değişik illerine dağılmış yaklaşık olarak ***100 civarında firma üretim yapmaktadır***. Bu firmaların arasında, yılda 400 000 - 500 000 $m^2$ güneş kolektörü üreten ve bir kısmını ihraç eden firmalar da mevcuttur. Büyük çaplı üretim yapan firma sayısı 3-4 adettir.




**Şekil 11.2** Türkiye'de, Kullanılan Güneş Kolektörlerinin Miktarının Yıllara Göre Değişimi [2]

Türkiye de, kullanılan güneş kolektörlerinin sayısı 2000 – 2011 yılları için, Şekil 11.2'de verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi, 2000 yılında ekonomik krizden dolayı, yakıt fiyatlarının artışı ile artan, satışlar, döviz ve yakıt fiyatlarının düşmesi ile azalmıştır. 2004 yılında pik yaparak azalan satışlar, 2010 ve 2011 yıllarında tekrar artmaya başlamıştır.

***2012 yılı sonu itibari ile Türkiye de, 18 – 20 milyon $m^2$ güneş kolektörüne sahip güneş enerjisi sistemi kullanılmaktadır.*** Mevcut güneş enerjili sıcak su üretme sistemleri, bugünkü petrol fiyatları ile Türkiye ekonomisine yılda 1 milyar dolar civarında katkıda bulunmaktadır. ***Türkiye de, konutların % 18–20'sinde yani, 3,5 – 4 milyonunda güneşli su ısıtma sistemi bulunmaktadır***.

[1] http//:www.epia.org/fleadmin/EPIA_ docs/publications.

[2] Türkiye Şişe ve Cam Sanayi A.Ş., 2012.

Türkiye de, bölgelere göre, konutların güneş enerjisine sahiplik oranları Tablo 11.1'de, görülmektedir. Türkiye de, Akdeniz, Ege, Güneydoğu ve İç Anadolu Bölgeleri en fazla güneşli su ısıtma sistemlerini kullanan bölgelerdir. Karadeniz ve Marmara Bölgeleri en az kullanan bölgelerdir.

**Tablo 11.1** Türkiye'de Bölgelere Göre Konutların Güneşli Su Isıtma Sistemlerine Sahiplik Oranları [3]

| Bölgeler | Sahiplik oranları % |
|---|---|
| Akdeniz Bölgesi; | 70 |
| Ege Bölgesi; | 45 |
| Güneydoğu Anadolu Bölgesi; | 40 |
| İç Anadolu Bölgesi; | 25 |
| Doğu Anadolu Bölgesi; | 15 |
| Marmara Bölgesi; | 5 |
| Karadeniz Bölgesi: | 5 |

Not: Veriler, üretici firmalardan alınmıştır.

Türkiye'de, güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin üretiminde, önde gelen bölgeler, İç Anadolu (Kayseri, Konya, Kırşehir, Akdeniz (Antalya, Adana, Mersin, Kahramanmaraş, Hatay, Isparta), Ege (İzmir, Aydın, Denizli), Karadeniz (Samsun), Marmara (Kocaeli, Bursa, Balıkesir), Doğu Anadolu (Elazığ, Malatya) ve Güneydoğu Anadolu, (Gaziantep) Bölgeleridir (Tablo 11.2) [3]

**Tablo 11.2** Türkiye'de, Bölgelerin Güneş Enerjili Sıcak Su Kolektörlerinin Üretimindeki Payları

| Bölgeler | Üretime katkı oranları % |
|---|---|
| İç Anadolu Bölgesi; | 38 |
| Akdeniz Bölgesi; | 37 |
| Ege Bölgesi | 14 |
| Güneydoğu Anadolu Bölgesi; | 4 |
| Doğu Anadolu Bölgesi; | 3 |
| Marmara Bölgesi; | 2 |
| Karadeniz Bölgesi: | 2 |

Not: Veriler, üretici firmalardan alınmıştır.

Türkiye'nin güneş kolektörü üretim kapasitesi yaklaşık olarak 2 500 000 $m^2$ dir. Yaklaşık olarak yıllık üretim miktarı ise; 1 500 000 – 2 000 000 $m^2$ dir. Türkiye de, buhar (CSP) ve sıcak hava üretimi için güneş kolektörlerinin seri üretimi söz konusu değildir. Sipariş durumunda üretilebilmektedir.[4]

[3] Altuntop N., Erdemir D., *"Investigating the Development of Solar Energy Systems Market in Turkey"* International 100 % Renewable Energy Conference and Exhibition - IRENEC 2012, June 2012, Istanbul, Turkey

[4] Altuntop N. ve Erdemir D., *"Dünya'da ve Türkiye'de, Güneş Enerjisi ile İlgili Gelişmeler",* MMO-Mühendis ve Makine, sayfa 69-77, Nisan 2013, Ankara,

Güneş enerjisi ile su ısıtan güneş kolektörleri yapısal özellikleri itibari ile üç tiptir (Şekil 11.3). Bunlar;

- Düzlemsel Güneş Kolektörleri,
- Vakum tüplü güneş kolektörleri,
- Camsız güneş kolektörleridir.

a b c

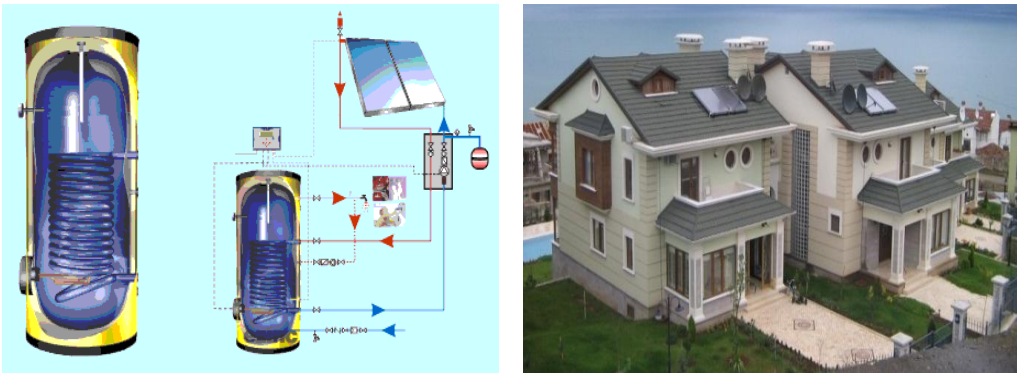
**Şekil 11.3** Sıcak Su Üretiminde Kullanılan Güneş Kolektörleri
a-) Düzlemsel, b-) Vakum tüplü, c-) Üst örtüsüz.

Türkiye'de, 2005 yılından itibaren çok kullanılan vakum tüplü güneş enerjisi sistemleri, 2009, 2010 ve 2011 yılların da kullanımı hızla yükselmiştir. İlk yıllarda uzakdoğudan ithal edilen bu sistemler, Türkiye'de de üretilmektedir.

Türkiye genelinde en çok kullanılan Şekil 11.4'de görülen *Doğal Dolaşımlı Dik Depolu Sistemler* olup, Şekil 11.4'de *Yatık Depolu Sistemin* bütün üniteleri ile binaların çatılarına kurulmaktadır. Şekil 11.6'de görülen *Pompalı–Cebri Dolaşımlı Sistemler*, fiyat olarak pahalı olmasından dolayı kullanımı sınırlıdır. Kullanımda yaklaşık olarak % 5-6 bir paya sahiptir.

**Şekil 11.4** Türkiye de, yaygın kullanılan Doğal Dolaşımlı Dik Depolu Güneş Enerjisi Sistemi

**Şekil 11.5** Türkiye de yaygın kullanılan Yatık Depolu Güneş Enerjisi Sistemi



**Şekil 11.6** Pompalı Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri ve Bina Üzerine Uygulanması

En yaygın kullanılan güneş enerjili sıcak su üretim sistemleri, doğal dolaşımlı, deposu yüksekte, ucuz, düşük verimli ve çirkin görüntülü sistemlerdir. Bu sistemlerin yerine, Şekil 11.6'da görülen pompalı, deposu aşağıda, yüksek verimli sistemler kullanıldığında, bu sistemlerin maliyetleri % 50 civarında artmakla birlikte, bu sistemlerin ısıl verimleri % 35 civarında yükselmektedir. Bu iyileşmenin yanı sıra, binaların tepesindeki çirkin görüntüler de ortadan kalkmaktadır.

### 11.1.1 Türkiye'de Isıl Güneş Enerjisinin Uygulama Ekipmanlarının Yerli Üretim Durumu

***Güneş Enerjili Sıcak Su Üretim Sistemi;***

Güneş enerjisi ile ısıtma sistemlerinin oluşturulmasında kullanılan elemanlar;

- Güneş kollektörleri,
- Sıcak ve soğuk su depoları,
- Pompa,
- Otomatik kontrol ünitesi,
- Boru, vana, bağlantı elemanları, ısı yalıtım malzemeleri vs. dir.

**a. Güneş kollektörlerinin yerli üretimi;**
Türkiye de yapısal farklılık ve akışkan türü olarak iki ana akışkan altında dört farklı güneş kollektörü üretilmektedir. Bunlar;

<u>Sıvılı kollektörler</u>

- Düzlemsel
- Vakum tüplü

<u>Hava kollektörleri;</u>

- Düzlemsel
- Hacimsel

Türkiye de, üretilen kollektörlerin % 99 dan fazlası, sıcak su üretiminde kullanılan kollektörlerdir. Yukarıda belirtilen her iki kollektör tipinde de, cam veya plastik üst örtü, çelik veya alüminyumdan mamul taşıyıcı çerçeve (kasa), cam yünü, taş yünü veya poliüretandan mamul ısı yalıtım malzemesi ve güneş ışınımı emen, siyah ve mat renkteki ışınım emici yüzeyler kullanılmaktadır.

Güneş kollektörü yapımında kullanılan ve yukarıda verilen çeşitli malzemelerden sadece kolektörlerde ışınım emen seçici yüzeyler yurt dışından ithal edilmektedir. Bu ithal malzemeleri, yerli olarak üretilen kollektörlerin % 5 veya 10'unda kullanılmaktadır. Kollektörlerde kullanılan diğer malzemeler yerlidir.

Türkiye'de, yaklaşık olarak 100'den fazla düzlemsel güneş kollektörü üreticisi bulunmaktadır. Vakum tüplü güneş kollektörünün ise sadece iki üreticisi bulunmaktadır. Vakum tüplü güneş kollektörlerinin önemli bir kısmı uzakdoğudan ithal edilmektedir. **Yerli üretim olmasına rağmen, ithalatın yüksek olmasının sebebi, uzakdoğudan ithalatın yerli üretime göre çok çok ucuz olmasıdır.**

**b. Sıcak ve soğuk su depolarının yerli üretimi;**
Türkiye'de, kapalı veya açık devre uygulamaları için, galvanizli sacdan, krom sacdan ve içi emaye kaplı değişik tip ve kapasitelerde sıcak su tankları üretilmektedir. Genellikle, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yatık tip, diğer bölgelerde ise dik tip sıcak veya soğuk su tankları tercih edilmektedir. Türkiye'de kullanılan tüm su tankları yerlidir.

Son yıllarda, özellikle emaye kaplı değişik tip su tankları Başta Avrupa ülkeleri olmak üzere yurtdışına ihraç edilmektedir. Türkiye'de yılda 1 – 1,5 milyon adet civarında su tankı üretilmektedir.

Güneş enerjisi ile sıcak su üretim sistemlerinde kullanılan diğer elemanlar olan; pompa, otomatik kontrol ünitesi, boru, vana, bağlantı elemanları, ısı yalıtım malzemeleri yerli olarak üretilmektedir. **Pompa ve otomatik kontrol ünitelerinin ithal olanları da kullanılmaktadır.**

***Güneş enerjisi ile buhar üretimi;***

Türkiye'de güneş enerjisi ile buhar üretimi için, silindirik odaklamalı güneş kollektörlerinin üretimleri mevcuttur. Bu üretim seri olmayıp, siparişe göre, her defasında farklı tasarım yapılarak üretim gerçekleştirilmektedir.

Hali hazırda, Antalya ve Muğla'da, buhar üretimi için kullanılan üniteler mevcut olmakla birlikte, yerli bir firma genellikle yurtdışı için üretim yapmaktadır. Bu firmanın ürünlerinden ABD ve Suudi Arabistan'da çalışan, çapı 5-10 m, uzunluğu 80 – 100 m civarında olan sanayi tipi buhar üreten silindirik buhar üretim kollektörü uygulamaları mevcuttur. Büyük boyutlu güneş enerjili buhar üretim kollektörleri, Türkiye'de, yakın gelecekte güneş enerjisinin yeni gelişme alanlarından biri olmaya adaydır.

***Güneş enerjisi ile sera ısıtma;***

Türkiye'de, seralarda güneş enerjisinden daha fazla faydalanarak, hacim ısıtma ve su ısıtma uygulamalarında kullanılan sera naylonu, taşıyıcı malzemeler ve siyah boya türünden sarf malzemeler tümüyle yerli olarak üretilmektedir.

***Güneş enerjisi ile kapalı hacimlerin ısıtılması;***

Türkiye'de kapalı hacimlerin güneş enerjisi ile ısıtılması, için ilk çalışmalar üniversiteler, TÜBİTAK, MTA ve EİE (YEGM) gibi araştırma merkezlerinde gerçekleştirilmiştir. Bu kurumlarda bugüne kadar yapılan örnek konut ve benzeri birim sayısı 20 civarındadır.

Bu tesislerin bulunduğu iller ve uygulamanın sayısı; Muğla (2), İzmir (2) Ankara (4), Kayseri (3), İstanbul (1), Adana (1), Denizli (1), Diyarbakır (1), Antalya (2)'dır. Bu uygulamaları örnek alarak, değişik illerde vatandaşların yapmış olduğu güneş enerjisi ile hacim ısıtma uygulamalarının sayısı da 15-20 civarındadır. İlk yatırımının yüksekliği ve geri ödeme süresinin uzunluğu sebebi ile yaygınlaşamamaktadır. Şekil 11.7'de, ilk yapılan güneş evlerinden, Ege üniversitesi güneş evi ve Şekil 11.8'de son yapılan güneş evlerinden Diyarbakır Güneş Evi görülmektedir.

**Şekil 11.7** Ege Üniversitesi Güneş Evi

**Şekil 11.8** Diyarbakır Güneş Evi

***Güneş enerjisi ile kapalı hacimlerin soğutulması;***

Türkiye'de kapalı hacimlerin güneş enerjisi ile soğutulması, üniversiteler ve benzeri araştırma kurumlarındaki çalışmaların dışında, iki otelde başarı ile uygulanmıştır (Sarıgerme–İber Otel ve Alanya'daki otel uygulaması) Şekil 11.9. Bu uygulamalarda, silindirik odaklı kollektörlerden elde edilen buhar, otelin ütü, çamaşır vs ihtiyaçları için kullanılabildiği gibi, yaz aylarında absorbsiyonlu bir sistem ile soğutma uygulaması yapmaktadır. **Bu sistemler Avrupa ülkelerinden temin edilen kısmi parasal destekler ile inşa edilmişlerdir.**

Bunun dışında Japonya ve İspanya'dan ithal edilen absorbsiyonlu güneş enerjili soğutma sistemleri, pahalı olmaları sebebi ile piyasada ilgi görmemiştir. **Bu ürünlerin yerli üretimi bulunmamaktadır. Bu ekipmanların yerli üretimi ve piyasada ucuzlaması yaz aylarında oluşan pik elektrik yüklerinin azalmasına önemli katkı sağlayacaktır.**

**Şekil 11.9** Muğla-Sarıgerme'de Soğutmada Kullanılan Silindirik Buhar Kollektörleri

***Yüzme havuzlarının ısıtılması;***

Türkiye'de güneş enerjisi ile yüzme havuzların kış ve bahar aylarında ısıtılması uygulaması, pek yaygın olmamakla birlikte, sınırlı sayıda uygulama mevcuttur. Bu uygulamalar, Mersin ili civarında yapılmıştır. Bu uygulamalar için kullanılan camsız plastik güneş kollektörleri genellikle Almanya'dan temin edilmektedir.

***Güneş enerjisi ile saf su, buz ve tuz üretimleri*;**

Türkiye'de güneş enerjisinden faydalanarak, saf su, buz ve tuz üretiminin bazı laboratuvar çalışmaları dışında uygulaması yoktur. Ayrıca talep de mevcut değildir.

## 11.2 Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi

Güneşten elektrik enerjisi üretimi genel olarak iki yolla gerçekleşmektedir. Bunlar;

- Isıl yollardan elektrik üretimi (CSP (Consantrating Solar Power))
- Fotovoltaik sistemler (PV) ile elektrik üretimi

Güneş enerjisinden PV kullanılarak üretilen elektrik CSP teknolojisine kıyasla daha ucuza mal olmaktadır. Son yıllarda PV sistemleri kullanılarak elektrik enerjisi üretimi ön plana geçmiştir. Isıl güneş kollektörleri kullanarak güneşten elektrik enerjisi üreten sistemler özellikle büyük kapasiteli güneş enerjili sistemlerin kurulması, kurulum kapasitesinin en az 5-10 MW ve daha yüksek kapasitelerde olması durumunda ekonomik olmaktadır. Küçük kapasitedeki ısıl güneş elektriği sistemlerinin PV sistemlerini kullanarak elektrik enerjisi üreten sistemler ile elektrik enerjisi üretim maliyeti açısından yarışma şansı bulunmamaktadır. PV paneller ile elektrik enerjisi üretimi yapan sistemler, kurulumu yapıldıktan sonra özel bir özen gerektirmeden elektrik enerjisi üretmeye başlamaktadır. Isıl yollarla elektrik enerjisi üreten sistemlerde ise, işletme ve otomasyon çok çok önemli ve özen isteyen bir konu olup, küçük bir hata veya dikkatsizlikte, 4000 $^{o}$C'a varan yüksek sıcaklıktan dolayı sistem zarar görebilmektedir.

Güneşten ısıl yollardan elektrik enerjisi üretimi ile ilgili daha fazla Teknik Bilgi EK-11.1'de verilmektedir.

### 11.2.1 Ülkemizdeki Güneşten Elektrik Enerjisi Yatırımlarının Mevcut Durumu ve Enerji projeksiyonları Çerçevesinde Yeni Yatırım İhtiyaçları

Ülkemizde henüz lisans almış Güneş Enerjisi Santralı (GES) bulunmamaktadır. Nisan 2008'de Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı tarafından yayınlanmasını takip eden 5 yıl sonucunda, ülke genelinde toplam 600 MW kurulu güçle kısıtlandırılan ilk GES lisans başvuruları 2013 yılı Haziran ayında alınmış olup, lisans yarışmalarının 2014 yılın ortasına doğru başlaması, ilk GES'in ise 2015 yılı içerisinde kurulması beklenmektedir.

Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası'nın, halen GES'leri için arazi kullanımına ilişkin, zorunlu olan ölçüm sistemi için gerekli arazi kullanımına ilişkin, yarışma kurallarına ve takip edecek yıllarda verilecek bağlantı kapasiteleri ve trafolarına ilişkin vb. pek çok konuda lisanslı GES yatırımları mevzuatında belirsizlikler çözümlenmemiştir.

Buna mukabil, odamız bünyesinde yapılan çalışmalar sonucu, ülkemizin güney alt yarısında vasıfsız olarak nitelenen, tarım, orman, yerleşim için uygun olmayan, ancak GES yatırımına uygun toplam 12.500 km2 arazi bulunduğu belirlenmiştir. Türkiye, en kötümser verimlilik hesaplarıyla dahi, uzun vadede sadece bu alanların GES yatırımlarına açılması durumunda, ülkemizin mevcut elektrik tüketiminin en az 2 katı kadar elektrik enerjisinin sadece güneşle üretme potansiyeline sahiptir.

1 MW'a kadar kurulu güçte kurulabilecek ***lisanssız GES***'lerde ise, 2013 Ağustos ayı sonu itibarıyla toplam kurulu güç değeri 58.8 MW olan 193 adet başvuru yapılmış olup, bunlardan 1.3 MW'a karşılık gelen 6 adedinin geçici kabul işlemleri tamamlanmıştır[5].

Türkiye enerji piyasası karar vericileri, güneşle elektrik üretimi potansiyeli açısından oldukça şanslı ülkeler arasında bulunmamıza rağmen, bu olanağını bugüne kadar kullanmamayı tercih etmiştir. Konu ile ilgili kamu birimlerinin ileriye yönelik planlama raporlarına bakarak, uzun süre bu tercihini sürdüreceğini öngörmekteyiz. Halen elektrik üretim maliyetleri, doğalgaz ile elektrik üretim santralleri ile rekabet eder duruma gelen GES'leri teşvik etmek yerine, toplam üretimde alacağı payı yasa ve yönetmeliklerle toplam elektrik üretimimiz içerisinde binde mertebelerinde kısıtlamayı, gerekli yasal birincil ve alt mevzuatı sürekli "bekleniyor" konumunda tutmayı tercih etmektedir.

Sonuç olarak, devletin getirmiş ve getirmemiş olduğu düzenlemelerle, 2005'ten bu yana bir Yenilenebilir Enerji Teşvik yasamız olmasına rağmen, Türkiye'de toplam GES kurulu gücü, resmi değerlere göre sadece 1.3 MW gibi bir değerde kalmıştır.

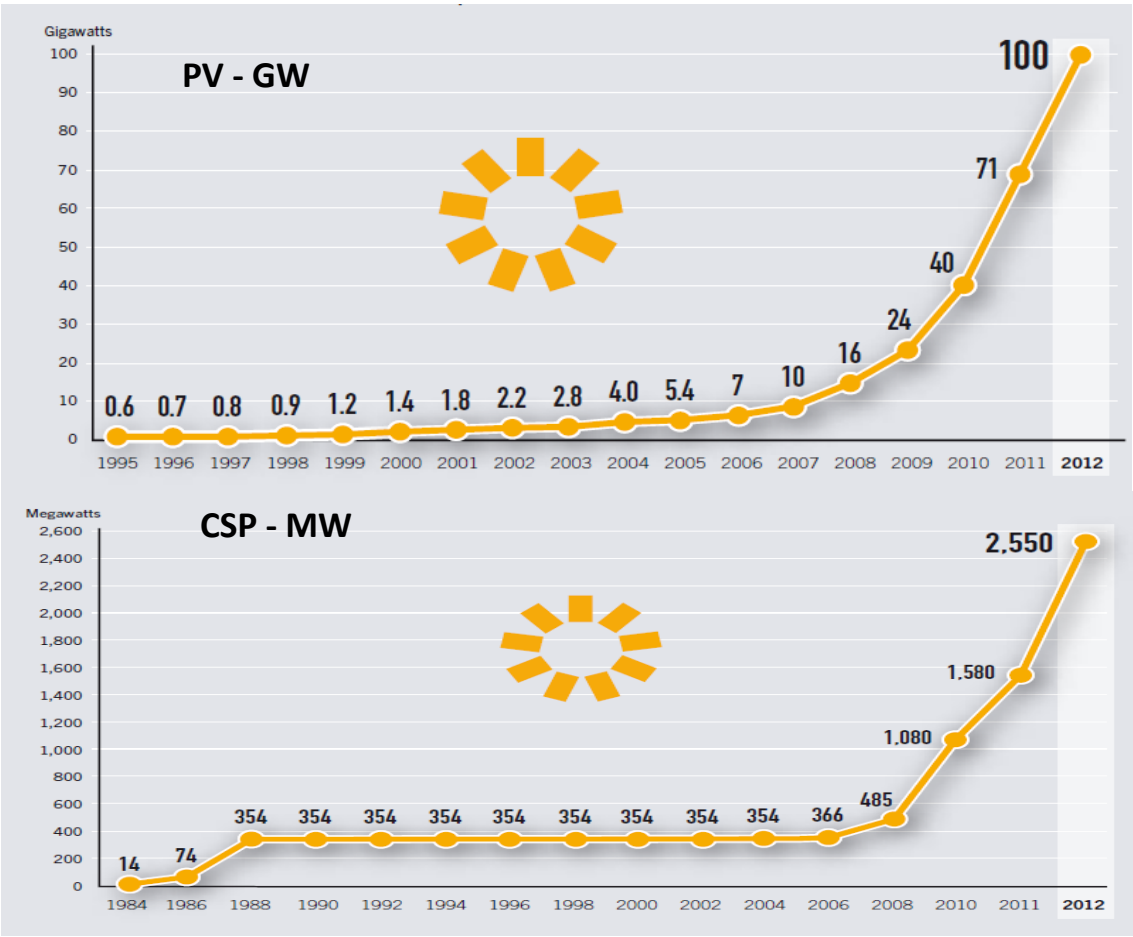
### 11.2.2 Güneş Enerjisi Teknolojilerinde Dünyada Beklenen Gelişmeler, Türkiye ile Kıyaslamalar

2012 Yılı sonu itibarıyla dünyada 100.000 MW PV, 2.550 MW CSP (Consantrating Solar Power – Yoğunlaştırılmış Güneş Elektriği-Isıl Sistemler) olmak üzere yaklaşık 123.000 MW güneş enerjisi ile elektrik üretim tesisi kuruludur[6]. Yıllar itibarıyla dünyada toplam PV ve CSP kapasitenin gelişimi Şekil 11.9 olarak gösterilmektedir. Kurulu PV sistemlerin ülkelere göre dağılımı ise Şekil 11.10 olarak sunulmuştur.

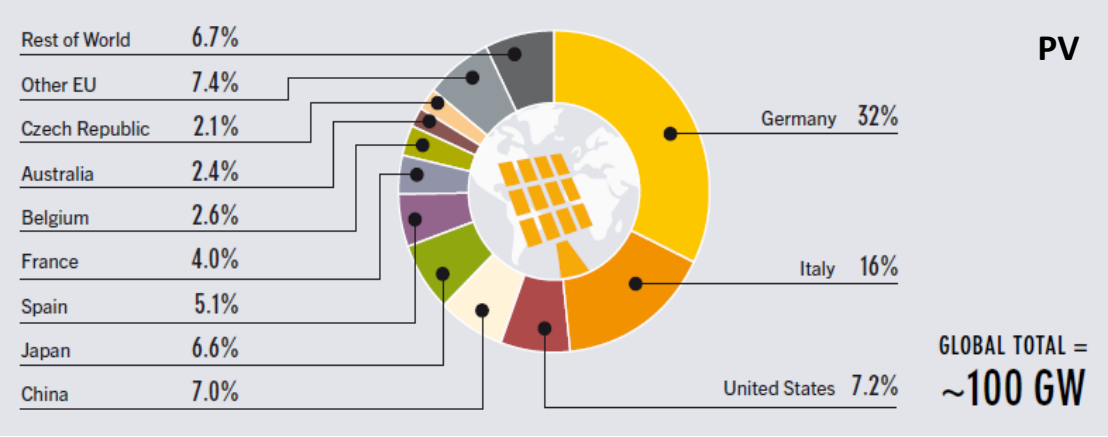
Türkiye 2013 yılında oluşan PV kurulu kapasitesi, global kurulu gücün yaklaşık 95 binde birini oluşturmaktadır. Ülkelerden örnekler vermek gerekirse kurulu gücümüz Almanya'nın kurulu gücünün yaklaşık 25 binde birine, İtalya'nın 12 binde birine ve Çek Cumhuriyetinin onbinde 16'sına karşılık gelmektedir. Almanya ve Çek Cumhuriyetleri coğrafyalarına gelen güneş enerjisi, bizim potansiyel yılı dediğimiz Türkiye'nin doğu Karadeniz bölgesine gelen güneş enerjisine eşdeğerdir.

Dünya ile karşılaştırıldığında, Türkiye oldukça şanslı bir güneş enerjisi kuşağında bulunmasına rağmen, güneş enerjisi ile elektrik üretiminden faydalanmamaktadır. İçinde bulunduğumuz dönemde elektrik enerjisinin arz ve fiyat güvenliği ülkelerin siyasi ekonomik ve sosyal yapılarını değiştirecek boyutta öneme sahip olmuştur. Türkiye'nin elektriğinin %55-60'ı dışa bağımlı enerji kaynaklarıyla üretilmektedir. Bunun içinde birkaç ülkeden ithal edilen doğalgazın büyük payı bulunmaktadır.

[5] Bilal Şimşek, TEDAŞ Gn.Md.lüğü, Lisanssız Üretim Sempozyumu, 25.09.2013, İTÜ Ayazağa kampüsü
[6] Renewables 2013 Global Status Report, www.ren21.net




**Şekil 11.9** Global PV ve CSP Kurulu Kapasitesinin Gelişimi
(www.ren21.net, Renewables 2013 Global Status Report)




**Şekil 11.10** Global PV Kurulu Kapasitesinin Ülkelere Göre Dağılımı (GW)

Güneş enerjisinde dünyada kabul gören araştırma kurumlarının geleceğe yönelik GES kurulu gücü artışı tahminleri, son yıllarda yaşanan ekonomik durgunluğa rağmen geçtiğimiz 5 yılda gözlenen hızlı artışın uzun yılar boyunca devam edeceğini işaret etmektedir.

Dünyada kullanımının yaygınlaşması ile ölçek ekonomisinin etkisi ve imalat ve montaj süreç verimliliklerindeki artışla güneşle elektrik üretim birim maliyetleri bol güneşli ülkelerde bugün doğalgaz ve kömür enerjisi ile elektrik üretim maliyetleriyle rekabet edebilir duruma gelmiştir***. İçinde bulunduğumuz dönemde orta - büyük ölçekli bir GES'in anahtar teslim ilk yatırım maliyeti şebeke bağlantı hat bedeli hariç 1,2 $ / Watt'tır. Önümüzdeki birkaç yıl içinde bu maliyetin sektörde 1 $/Watt'a inmesi hedeflenmektedir. Ülkemizin güney alt yarısında 1 W kurulu güç ile yılda ortalama 1600 Wh elektrik enerjisi üretilebilmektedir.***

Halen güneş enerjisi gündüz ısı enerjisi olarak depolanabilmekte, güneşin yetersiz veya hiç olmadığı zamanlarda ısı enerjisi ile klasik buhar türbini kullanılarak elektrik de üretilebilmektedir. Halen yatırım maliyetleri yüksek olan bu teknolojinin, 2017-2020 yıları arasında ticari olarak diğer enerji kaynaklarının tümüyle rekabet edebilir seviyelere inmesi beklenmektedir. Dolayısıyla ***depolamalı GES'lerin yaygınlaşması ile güneşle piyasa fiyatları ile 7 X 24 elektrik enerjisi üretilmesi de mümkün olacaktır.***

PV teknolojilerinde ise verimlilik oranları doygunluğa ulaşmak üzeredir, ancak 4 mevsimin yaşandığı ülkemiz için asıl önemli olan dayanıklılığın artırılması ve yaşlanma sebebiyle verimlilik kayıplarının azaltılması alanlarında son yıllarda PV teknolojileri büyük mesafe kat etmiştir. Önümüzdeki dönemde de bina cephe uygulamaları, mobil istasyonlar, esnek malzemelerin çeşitlendirilmesi, verimliliklerinin artırılması ve akıllı şebekelerde GES uygulamalarının entegrasyonu konularında Ar-Ge çalışmalarının yoğunlaşacağı düşünülmektedir.

Ülkemizde ise Ar-Ge alanında bazı üniversitelerimizde tamamen teşvik ve hibelerle kurulan güneş enerjisi Ar-Ge merkezleri birbirlerinden kopuk çalışmakta ve ve kısıtlı kapasitelerle halen mevcut teknolojilerin yeniden geliştirilmesine yönelik çalışmaktadır.

Türkiye'nin güney alt yarısında vasıfsız ve GES kurulumuna uygun saha büyüklüğünün toplam 12.500 $km^2$ olduğu düşünüldüğünde, MW başına brüt arazi gereksinimi ortalama 15-17 dönüm alınırsa***, 735 bin - 830 bin MW GES kurulum kapasitesine uzun yıllarda ulaşılması mümkündür***. Bu değerler Türkiye'nin en az yarım yüzyıl elektrik ihtiyacının büyük bir kısmını güneş enerjisi ile karşılanabileceği anlamına gelmektedir. Güneş enerjisinin her yerde olduğu, kimsenin tekelinde olmadığı ve çevre dostu olduğu düşünüldüğünde, arz ve fiyat güvenliği açısından, enerjide bağımsız olabilmemiz açısından ülkemiz adına büyük bir potansiyel olduğunu düşünülmektedir.

Bu potansiyel, eğer Ar-Ge ve yerli imalata ağırlık verilirse, Türkiye için sadece ülkemiz sınırlarında elektrik enerjisi üretimi kapsamında ve istihdama katkı olarak düşünülmemelidir. ***Bu potansiyel aynı zamanda dünyanın en yüksek güneş enerjisi girdisine sahip olan bulunduğumuz ortadoğu bölgesinde, ülkemizin yerli ürün ve hizmet satışları için önünde duran çok büyük bir pazarı işaret etmektedir***.

### 11.2.3 Mevzuat ve Destekler

2005 yılında yayınlanan 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kanunu 29 Aralık 2010 tarihinde TBMM Genel Kurulunda tamamen revize edilmiş, 2011 yılında Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Kanun 2005 - 2012 yılları arasında gerekli alt mevzuatın hazırlanmaması sebebiyle güneş enerjisi açısından uygulanamamıştır. Son bir iki yıldır yapılan alt mevzuat düzenlemeleri ile uygulanabilir hale gelmiştir.

Halen lisanssız yenilenebilir enerji ile elektrik üretim tesisleri ve ilki 2015 yılında devreye girmesi beklenen lisanslı GES'lerde yerli ekipman kullanan yatırımcılar bu yasanın getirdiği olanaklardan faydalanabileceklerdir. Yasaya göre, Tablo 11.3'de sunulan (5346 SK, II Sayılı Cetvel) güneş enerjisi ile elektrik üreten tesislerde aşağıda belirtilen ekipmanların tesiste kullanılmış olması durumunda, tesisin şebekeye satacağı elektrik fiyatına 5 yıl boyunca ilgili ilave yapılması söz konusudur. Yasaya göre, 5 yıllık sürenin tamamlanmasını takiben YEK Belgeli üretim tesisleri için yerli katkı ilavesine ilişkin usul ve esasların Bakanlığın teklifi üzerine Bakanlar Kurulu tarafından belirleneceği belirtilmiştir.

**Tablo 11.3** 5346 SK, II Sayılı Cetvel, Güneş Enerjisi ile Elektrik Üretim Tesislerinde Kullanılacak Yerli İmalat İçin Verilen Elektrik Satış Fiyatı Yerli Katkı İlavesi

| **II Sayılı Cetvel**<br>(29/12/2010 tarihli ve 6094 sayılı Kanunun hükmüdür.) | | |
|---|---|---|
| **Tesis Tipi** | **Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat** | **Yerli Katkı İlavesi (ABD Doları cent/kWh)** |
| **C-Fotovoltaik güneş enerjisine dayalı üretim tesisi** | 1- PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı | **0,8** |
| | 2- PV modülleri | **1,3** |
| | 3- PV modülünü oluşturan hücreler | **3,5** |
| | 4- İnvertör | **0,6** |
| | 5- PV modülü üzerine güneş ışınını odaklayan malzeme | **0,5** |
| **D- Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi** | 1- Radyasyon toplama tüpü | **2,4** |
| | 2- Yansıtıcı yüzey levhası | **0,6** |
| | 3- Güneş takip sistemi | **0,6** |
| | 4- Isı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı | **1,3** |
| | 5- Kulede güneş ışınını toplayarak buhar üretim sisteminin mekanik aksamı | **2,4** |
| | 6- Stirling motoru | **1,3** |
| | 7- Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekaniği | **0,6** |

5346 sayılı yasada yer alan "yerli imalat" kullanımına ilişkin alt düzenlemeler bu raporun Bölüm 4. ***Enerji Ekipmanları ile ilgili mevzuatta*** geniş olarak verilmiştir.

4 Eylül 2013 tarihli 28755 sayılı Resmî Gazetede 'Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Aksamın Yurt İçinde İmalatı Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik'te Güneş Enerjisi Ekipmanları ile ilgili kısım aşağıda Tablo 11.4-1 ve Tablo 11.4-2 Yurt İçinde İmal Edilen Aksam ve Bütünleştirici Parçalar Listesi, fotovoltaik güneş enerjisine dayalı üretim tesisi ve yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi için detaylandırılarak verilmiştir.

**Tablo 11.4-1** Yurt İçinde İmal Edilen Aksam Ve Bütünleştirici Parçalar Listesi

**C- Fotovoltaik Güneş Enerjisine Dayalı Üretim Tesisi**

| Yurt İçinde İmal Edilen Aksam | Bütünleştirici Parçalar | Yerli Aksam Oranı % |
|---|---|---|
| **1-PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı** | ***PV panellerinin yerleştirildiği sabit veya güneşi takip eden platform, bu platformun zemin ile bağlantısını sağlayan taşıyıcı yapı ve bu yapıya ait her türlü bağlantı elemanlarının imalatı*** | |
| | 1. Taşıyıcı yapı (mekanik bağlantı elemanları, destek temeli, takipli veya takipsiz destek yapısı, kablo kanalları). | **55** |
| | 2. Elektriksel bağlantılar (kablo, kablo bağlantı kutuları, sistem koruma devreleri). | **45** |
| **2-PV modülleri** | ***Çevresel etkilere karşı dayanıklı bir yüzeye monte edilen ince film, organik veya kristal yapılı PV hücresi veya CPV hücresini içeren yapı.*** | |
| | 2.1. Kristal esaslı PV modüller | |
| | 2.1.1. Cam | **20** |
| | 2.1.2. Çerçeve | **15** |
| | 2.1.3. Hücre Koruyucu Sarma/Kaplama Malzemesi (Enkapsulant) | **20** |
| | 2.1.4. Alt koruyucu Tabaka (Back Sheet) | **20** |
| | 2.1.5. Kablo bağlantı Kutusu (junction box) | **20** |
| | 2.1.6. Akım Taşıyıcı İletken Şerit | **5** |
| | 2.2. Odaklayıcılı PV modüller | |
| | 2.2.1. Hücreleri bir arada tutan yapı | **35** |
| | 2.2.2. Çerçeve | **15** |
| | 2.2.3. Soğutucu ünite | **50** |
| **3-PV modülünü oluşturan hücreler** | ***Üzerine gelen veya yansıtıcı yüzey levhaları tarafından odaklanan güneş ışınlarını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren temel fotovoltaik ünite*** | |
| | 3.1. Kristal esaslı PV hücreler | |
| | 3.1.1. Saflaştırılmış silisyum | **25** |
| | 3.1.2. Kütük (ingot) | **15** |
| | 3.1.3. Dilimlenmiş külçeler (wafer) | **30** |
| | 3.1.4. Hücre | **30** |
| | 3.2. İnce film esaslı PV hücreler | |
| | 3.2.1. İnce film malzemesi | **15** |
| | 3.2.2. İnce film malzemeyi taşıyan altlık (cam, vb.) | **20** |
| | 3.2.3. İnce film hücre | **65** |
| | 3.3. Odaklayıcılı PV hücreler (Çok katmanlı PV eleman) | **100** |
| **4. İnvertör** | Bir enerji kaynağından üretilen doğru akımın, bağlantı noktasının gerilim ile frekans değerleriyle uyumlu olacak şekilde alternatif akıma dönüştürülmesini sağlayan güç elektroniği ünitesi. | **100** |
| **5- PV modülü üzerine güneş ışınını odaklayan malzeme** | Güneş ışınlarını, PV modülü üzerinde bulunan bir veya birden fazla sayıdaki PV hücresi üzerine yoğunlaştıran yansıtıcı veya odaklayıcı özellikli optik malzeme. | **100** |

**Tablo 11.4-2** Yurt İçinde İmal Edilen Aksam ve Bütünleştirici Parçalar Listesi
**D-Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisine Dayalı Üretim Tesisi**

| Yurt İçinde İmal Edilen Aksam | Bütünleştirici Parçalar | Yerli Aksam Oranı % |
|---|---|---|
| **1- Radyasyon toplama tüpü** | ***İçerisinden ısı transferi akışkanı geçen ve ısıl iletkenlik ile emicilik değerleri yüksek olan bir boru ve bu boruyu çevreleyen yüksek radyasyon geçirgenliğine sahip vakumlanmış cam tüp.*** | |
| | 1. Cam tüp | **35** |
| | 2. Vakum contası | **15** |
| | 3. Seçici yüzeyli boru | **50** |
| **2- Yansıtıcı yüzey levhası** | ***Güneş ışınlarını, yüksek yansıtıcı özelliğine sahip ve farklı geometrik şekillerde imal edilmiş bir optik yüzey tarafından merkezi bir alıcı veya doğrusal bir hat üzerine yansıtan levha*** | **100** |
| **3- Güneş takip sistemi** | ***Yansıtıcı yüzey levhalarının bir veya birden fazla eksende güneşi takip etmesini sağlayan elektro-mekanik aksam*** | |
| | 1. Güneş takibini sağlayan hidrolik pompaları veya elektrik motorları | **50** |
| | 2. Yazılım ve yazılıma bağlı donanım | **35** |
| | 3. Elektriksel donanım | **15** |
| **4- Isı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı** | ***Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı elektrik üretim tesisinden elde edilen ihtiyaç fazlası ısı enerjisinin depolanması*** | |
| | 1. Isı depolama tankları | **55** |
| | 2. Sirkülasyon pompaları, tank bağlantı boruları, vanalar ve ısı değiştirici üniteleri | **45** |
| **5- Kulede güneş ışınını toplayarak buhar üretim sisteminin mekanik aksamı** | ***Güneş radyasyonunun yansıtıcı yüzey levhaları tarafından bir kule üzerindeki merkezi bir toplayıcıya odaklanması*** | |
| | 1. Merkezi radyasyon alıcısı (reciever) | **55** |
| | 2. Buhar ısı eşanjörleri, sirkülasyon pompaları, ısı transfer akışkanı iletim boruları | **45** |
| **6- Stirling motoru** | ***Güneş radyasyonunun yansıtıcı yüzey levhaları tarafından bir kule üzerindeki merkezi bir toplayıcıya odaklanması*** | |
| | 1. Toplayıcı | **35** |
| | 2. Motor | **40** |
| | 3. Alternatör | **15** |
| | 4. Soğutma ünitesi | **10** |
| **7- Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekaniği** | ***Panel entegrasyonu:***<br>***Güneşi takip eden bir platform üzerine monte edilmiş yansıtıcı yüzey levhaları ile radyasyon toplama tüplerinin birbirlerine elektriksel ve mekanik olarak bağlanması*** | |
| | ***Güneş paneli yapısal mekaniği:***<br>***Güneş radyasyonunun doğrusal bir hat üzerine yansıtılması prensibine göre elektrik üreten tesislerde yansıtıcı yüzey levhaları ile radyasyon toplama tüplerinin, merkezi odaklayıcılı sistemlerde (kule ve çanak gibi) ise yansıtıcı yüzey levhalarının monte edildiği bir platform, bu platformun zemin ile bağlantısını sağlayan taşıyıcı yapı ve bu yapıya ait her türlü bağlantı elemanları*** | |
| | 1. Yansıtıcı levhaları taşıyan platform | **55** |
| | 2. Taşıyıcı platformun yansıtıcı yüzey ile zemin arasındaki her türlü bağlantısını sağlayan elemanlar | **45** |

### 11.2.4 Güneş Enerjisi Ekipmanlarının İthalatı ve Test ve Belgelendirme İmkanları ve Altyapısının Mevcut Durumu

Ülkemizde halen güneş enerjisi ekipmanlarının ithalatına yönelik herhangi bir kısıtlayıcı kalite veya sertifikasyon sistemi bulunmamaktadır. Halen dünyada yerli imalatın gelişimine katkı sağlaması amacıyla ülkeler ithal mallara karşı miktar, vergi ve kalite kısıtlamaları getirmektedir. Türkiye'de henüz "anti-damping" olarak ifade edilen bu tür bir uygulama gündemde değildir. Bununla birlikte, Yerli imalat için güneş enerjisine özel olmamakla birlikte yatırım teşvikleri uygulanmakta ve ithal edilecek makine ve ekipmanlar için gümrük ve katma değer vergisi muafiyetleri sağlanmaktadır.

Ülkemizde halen güneş enerjisi ekipmanlarının ürün geliştirme, test ve belgelendirilmesine yönelik herhangi bir kalite veya teknik en az koşul tanımları bulunmamaktadır. İlerleyen dönemlerde, muhtemel verimsiz/uygunsuz ürünlerin kullanımı sebebiyle ortaya çıkacak olan mağduriyetler sonucu ilgili kurumların bu kapsamda yeni bir mevzuat hazırlamaları beklenmektedir.

Kurulacak olan güneş enerjisi ile elektrik üretim tesislerinde kullanılabilecek gerek ithal gerekse ürünlerin belirli kalite ve verimlilik koşullarının sağlanmasına yönelik mevzuat ihtiyacının yanı sıra, bu tür bir mevzuat çıkartılırsa, gerekli test-ölçüm ve kabul işlemlerinin yürütülebileceği test ve sertifikasyon merkezlerine de ihtiyaç duyulmaktadır.

Henüz yeni yeni kullandırılmaya başlanan kredilerde ise, az sayıdaki finans kurumu/banka, finansman sağlanacak olan tesiste kullanılacak malzemeler ve kurulumu yapacak olan firma için kendi bünyelerinde henüz standartlara bağlanmamış kriterlerle değerlendirme yapmaktadır.

Mevzuat sebebiyle uzun süredir lisanslama aşamasına dahi gelinemeyen lisanslı GES yatırımları, ülkemizin ihtiyacı ve talebi düşünüldüğünde mevcut kurulu gücümüzün %1'i gibi çok düşük bir bağlantı kapasitesi ile kısıtlanan lisanslı santral bağlantı izinleri ve benzer sebeple henüz yeni başlayan lisanssız GES kurulumlarının büyüklüğü ve sadece 5 yıl boyunca teşvik edilen ilave fiyat dikkate alındığında, iç ihtiyaca yönelik yerli imalat için yatırım yapılması ekonomik olarak mantıklı gözükmemektedir. Halen Türkiye'de imalat yapılmasının ana gerekçesi, Avrupa'nın özellikle Çin'e uyguladığı anti-damping kuralları sebebiyle firmaların kendi know-how'ları ile Türkiye'de yerli imalat yaparak ,Avrupa ülkelerine anti-damping kurallarına maruz kalmadan Türkiye üzerinden satış kanalları yaratabilmektir.

Dolayısıyla yerli imalat teşviklerinin, mevzuatla engellenen iç pazar talebi yetersiz kaldığı sürece, ülkemiz için kayda değer ve sürdürülebilir bir katma değer yaratması beklenmemelidir.

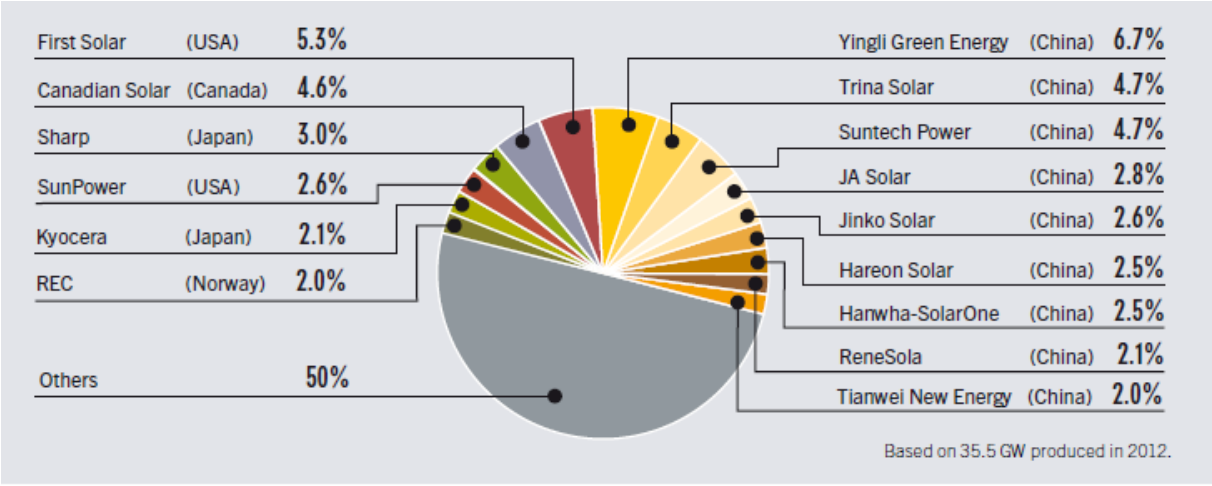
Bir güneş ülkesi Türkiye'de, güneş elektriği ekipmanlarında gerçek know-how yaratılması ve istihdam sağlaması için, imalatın öncelikle belirli kalite sınırları içerisinde yapılmasının sağlanması, iç talebinin kısıtlanmadan ve teşvik edilmeden büyümesine izin verilmesi, ihracatın ise teşvik edilmesi gerekmektedir.

### 11.2.5 Güneş Enerjisine Dayalı Elektrik Üretimi için Makina ve Ekipmanlar

***Güneş enerjisine dayalı elektrik üretimi ekipmanlarının üretiminde piyasanın durumu;***

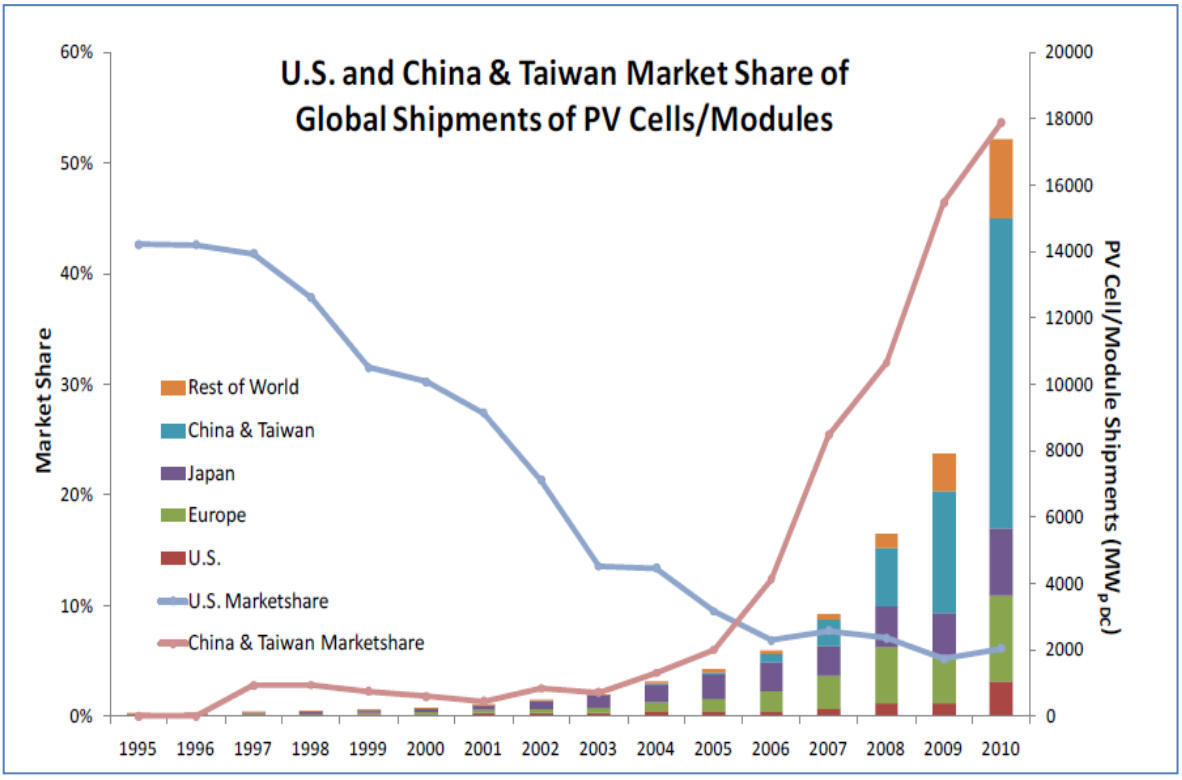
Güneş enerjisi ile elektrik üretim tesisi ekipmanları, halen gelişmekte olan bir pazar halindedir. Piyasa "maturity" dediğimiz oturmuşluk düzeyine 2020 yılına doğru gelmesi beklenmektedir. GES ekipmanları imalat piyasasının, önümüzdeki yıllarda bilgisayar ve iletişim sektöründe geçtiğimiz son 20 senede yaşanan konsolidasyona benzer bir süreçten geçmesi beklenmektedir. Halen her yıl çeşitli üreticilerin kapanması, şirket birleşmeleri veya satın almaları ile piyasa konsolidasyon aşaması devam etmektedir.
2012 yılı itibarıyla dünyada en büyük PV Modül üreticileri ve ülkelere göre dağılım Şekil 11.11'de verilmektedir.

Şekilde görüleceği üzere, global hücre imalatının yaklaşık yarısını gerçekleştiren Çin'li firmalar, modül imalatında da geçtiğimiz yıllarda paylarını sürekli arttırarak %30'lara erişmişlerdir.




**Şekil 11.11** PV Üreticileri ve Ülkelere Göre Dağılımı
(www.ren21.net, Renewables 2013 Global Status Report)

Geçtiğimiz yıllarda imalat paylarının ülkelere göre gelişimi ise Şekil 11.12'de verilmektedir. Şekilde görüleceği üzere, büyük bir hızla artan PV modül ihracında Çin ve Tayvan ciddi bir paya sahip olmuştur.




**Şekil 11.12** Ülkelerin PV Modül İhracat Payları
(NREL, Solar PV Manufacturing Cost Analysis: U.S. Competitiveness in a Global Industry, 2011)

***Güneş enerjisi ile elektrik üretim ekipmanlarının üretim süreçleri;***

Güneş enerjisi ile elektrik üretiminde kullanılan ekipmanlarda dominant malzeme PV modüllerdir. Ayrıca eviriciler, kablaj ve uzaktan kontrol/güvenlik, panolar v.b. diğer ekipmanlar sistem içerisinde yer almaktadır. Bu raporda, dünyada yaygın olarak kullanılan silikon tabalı fotovoltaik modül imalat süreci ele alınmıştır. Halen dünyada üretilen toplam PV modüllerinin payı yaklaşık %70 olup, diğer malzemenin büyük kısmını ince film teknolojisi ile üretilen malzemeler oluşturmaktadır.
PV Modül ana imalat süreçleri Şekil 11.13'te sunulmaktadır.

**Şekil 11.13** Silikon Tabanlı Fotovoltaik Modül Temel İmalat Süreçleri

***Silikon tabanlı PV modül üretiminde global olarak;***

- Dağınık, henüz oturmamış bir tedarik zinciri söz konusudur
- Çok sayıda imalat yapan firma bulunmaktadır.
- Ara ürün malzemelerinin fiyatları ve sevkiyat maliyetleri göreceli olarak ucuz kalmıştır.
- Diğer teknolojilere göre süreçlerde daha fazla otomasyon kullanılmaktadır.
- Ürünler teknoloji olarak teorik verimlilik limitlerine yaklaşmış bulunmaktadır. İnce film malzemelere göre daha oturmuş ve az sayıda iyi bilinen imalat teknikleri kullanılmaktadır.

***İnce Film Tabanlı PV malzeme üretiminde ise;***

- Silikon tabanlı ürünlere göre çeşitlilik çok daha fazladır.
- Standardizasyona daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır.
- İmalat süreçleri daha basittir.
- Ara ürün bulunmadığından nihai ürün sevk edildiğinden, sevkiyat fiyatları yüksek kalmıştır.
- Üretim otomasyonu daha standart bir yapıdadır.

Dünyanın en büyük PV malzeme ihracatçısı Çin'in diğer ülkelere göre en büyük dezavantajı nakliye maliyetleridir. Çin'li firmaların, diğer ülkelerdeki üreticilere göre ortalama %5 daha fazla nakliye maliyeti bulunmaktadır. Buna rağmen, özellikle işçilik, malzeme ve sistem bakım maliyetlerinde sahip oldukları daha düşük maliyet avantajı ile diğer ülkelerin ürünlerine karşı rekabet güçlerini korumaktadırlar.

PV türleri farklı iklim koşullarında farklı verimliliklerle çalışmaktadır. Silikon tabanlı PV modülleri, ince film tabanlı PV ürünlerine göre sıcak ortamlarda daha fazla verimlilik kaybına maruz kalmaktadır. Dört mevsimin aynı zamanda farklı coğrafyalarda yaşanabildiği ülkemiz, bu özelliğiyle tüm PV ürün yelpazesinin kullanılabileceği büyük bir coğrafi avantaja sahiptir. İlk uygulamaların öncelikle güney kesimlerde gerçekleştirileceği düşünüldüğünde, Türkiye için sıcaklığa daha fazla dayanıklı ürünlerin yanı zamanda gündüz ve gece veya mevsimsel sıcaklık farklılıklarının yüksek olduğu bölgelerimizde de malzeme yaşlanma direnci yüksek olan ürünlerin ön plana çıkması beklenmelidir.

Kısaca Türkiye'nin yerli imalatta gerek AR-GE gerekse ürün üretiminde, yüksek ortam sıcaklıklarında daha verimli çalışabilecek, zaman içerisindeki sıcaklık farklılıkları sebebiyle yaşlanmaya daha dayanıklı ürünlere ve bunların imalat süreçlerine ağırlık vermesi uygun olacaktır. Ülkemizde PV malzeme üretiminde yerli hammadde tedarikinde ve Şekil 11.13'te verilen imalat süreçlerinin hepsinde veya bir kısmında faaliyet göstermesinde herhangi bir dezavantajı veya kısıtı bulunmamaktadır.

### 11.2.6 Türkiye'de Yerli İmalat Yapan firmalar

Türkiye'de halen tüm malzemeleriyle yerli olarak imal edilen (100% yerli malı) PV modül bulunmamaktadır.

Kısmen veya tamamen montaja dayalı yerli PV modül imalatı yapan firmalar Tablo 11.5'te sunulmaktadır. Tablo 11.5'te verilen firmalar piyasa araştırması sonucu elde edilebilen isimleri kapsamakta olup, tüm imalatçıları kapsadığı iddia edilmemektedir.

PV modül imalatı yapan firmaların tümü, silikon tabanlı ürün üretmektedir. Alüminyum çerçeve, cam ve kablo dışında PV modül malzemeleri ise mevcut firmalar tarafından üretilmemekte, ithal edilmektedir. Taşıyıcı sistem imalatı ise ülkemizde oldukça gelişmiş çok sayıda çelik veya alüminyum malzeme / sistem imalatçısı tarafından üretilebilmektedir. Kablo ve evirici imalatında henüz birkaç firma bulunmaktadır.

**Tablo 11.5** Türkiye'de Faaliyet Gösteren Yerli GES ekipman İmalatçıları

| Firma Adı | İmal Edilen Ekipman | Şehir |
|---|---|---|
| Aneltech | PV Modül-Kristalin | İstanbul |
| Csun Euroasia | PV Modül-Kristalin | İstanbul |
| Gazioğlu Solar | PV Modül-Kristalin | İstanbul |
| Zahit Aluminyum (solarfields) | PV Modül-Kristalin | Adana |
| Antak Solar | PV Modül-Kristalin | Hatay |
| Alfa solar | PV Modül-Kristalin | Kırıkkale |
| Solartürk | PV Modül-Kristalin | Gaziantep |
| Ödül Solar | PV Modül-Kristalin | Kayseri |
| ProfSolar (Yeytek Grup) | PV Modül-Kristalin | Antalya |
| Bereket Enerji | PV Modül-Kristalin | Denizli |
| TeraSolar | PV Modül-Kristalin | Bursa |
| Ege Kablo | Kablo | Manisa |
| Başoğlu | Kablo | Bolu |
| Mavisis | Evirici | Kocaeli |

### 11.2.7 Dünyada güneş enerjisi ekipmanlarının test ve belgelendirilmesi

Ürün testi ürün belgelendirmenin bir aşamasıdır ve başlı başına tarafsız bir süreçtir. Gelişmiş ülkeler çok geniş kapsamda test yeteneklerine sahiptir. Bu testler; ürünle ilgili teknik mevzuatın gerekliliklerini karşılamak için ya da ürünün/yeni tasarımın performansını görmek için yaptırılabilir. AR-GE yapabilen, gelişmiş ülkeler yeni ürünlerin test gerekliliklerini, belgelendirme kriterlerini belirlemektedirler.

Güneş enerjisi-ısı ekipmanlarının belgelendirilmesinde 2 tür belgelendirme bulunmaktadır.

***1. Güneş kolektörleri ürün belgelendirme (CE işareti);***

Bir üretici veya onun adına yetkili satıcı O ürünle ilgili AB direktiflerinin temel gereklerini sağladığını belirtir. (CE işareti Avrupa Ekonomik Alanı (EEA) piyasaya sürülen ürünler için zorunlu bir uygunluk işaretidir. "Conformité Européenne")

Bu belgelendirme süreçleri Bu konularda atanmış onaylanmış kuruluşlarca yapılmaktadır.
Güneş kolektörlerinin ürün belgelendirilmesi 2 direktifle yapılabilmektedir;

- *Yapı Malzemeleri Direktifi (89/106/EEC ,305/2011 CPD* );

Bu direktife göre güneş kolektörlerinin CE işaretlemesi henüz hazırlık aşamasındadır. (Henüz uyum süreci tamamlanmış standart yoktur, 2013-2014 yılından itibaren devreye girmesi beklenmektedir)

- *Basınçlı Ekipmanlar Direktifi 97/23/EEC (PED)* ;
  Güneş kollektörleri basınçlı olduğu için (Toplayıcı modülleri 50 bar.litre den büyük olanlar ), AB basınçlı ekipman direktifi (PED) düzenlemelerine göre de temel gereklilikleri sağlaması gerekir.

***2. Güneş Keymark sertifikalandırma;***

Bir ürünün ilgili Avrupa harmonize standartlarını ve ek şartlarına uygun olduğunu son kullanıcılara gösteren, güneş enerjisi ürünleri için gönüllü üçüncü taraf sertifikalandırma işaretidir. Güneş Keymark sertifikalandırmada akredite laboratuarlar ve onaylanmış kuruluşlar aşağıda belirtilen standartlara göre ürün ve prosesi test ve incelemeye tabi tutarak belgelendirme işini yapmaktadırlar

- EN 12975-2: Güneş termal sistemleri ve parçaları - Güneş kolektörleri
- EN 12976-2: Güneş termal sistemleri ve parçaları - Fabrika yapımı sistemleri

Güneş Keymark sertifikalandırma (işaretleme); Avrupa'nın önde gelen test laboratuarları ve Avrupa Komisyonu desteği ile yakın işbirliği içinde Avrupa Güneş Termal Sanayi Federasyonu (ESTIF) ve CEN (Avrupa Standardizasyon Komitesi) tarafından geliştirilmiştir. Güneş enerjisi ürünleri için temel kalite etiketi olup ve Avrupa pazarında yaygın kullanılmakta giderek dünya çapında kullanımı yaygınlaşmaktadır.

EK-11.3 Solar Keymak test laboratuarları listesi
EK-11.4 Sertifikasyon kuruluşlarının listesi
verilmektedir.

***Test işlemleri;***

Güneş-elektrik sistemlerinin yoğun olarak uygulayan Avrupa ile üretimin yoğunlaştığı ülkelerde Belgelendirme ve laboratuar faaliyetlerinin eş olarak odaklandığı görülmektedir. AR-GE yapan gelişmiş ülkeler test laboratuarları ve uzman personeli ile dünyanın önde gelen ürün test ve belgelendirme kurumlarına da sahip olmaktadır. Uluslararası standartlar (ISO), Avrupa standartları (EN) veya müşterinin belirlediği özel ölçülere göre testler yapılmaktadır.

PV modüllerin gerekli uluslararası standartları karşılamasını ve bağımsız bir üçüncü tarafça yapılan kalite testini geçmesi beklenmektedir. PV modüller için Performans, dayanıklılık, güvenlik ve yasal yönetmeliklere uygunluk için en önemli standartlarda IEC 61215, IEC 61646, IEC 61730-1/2 ve IEC 60904 öne çıkmaktadır.

PV modüllerin satış ve yenilenebilir enerji finansman programları için yukarıdaki standartlarda akredite bir sertifikasyon ve test laboratuar kuruluşunca onaylı olması beklenmektedir.

Yenilenebilir enerji teknolojilerindeki hızlı yenilikler, daha önce bu alanı kapsayan birçok yönerge ve yönetmeliği geride bırakmıştır. Ulusal ve uluslararası düzenleyici otoriteler, yenilenebilir enerjilerdeki yeni gelişmeler için yeterli bir çerçeve oluşturabilmek için mevcut yönetmelikleri iyileştirmeye ve yeni yönetmelikler belirlemeye çalışmaktadırlar.

PV modül sertifikasyonunda Uluslararası Elektronik Komisyonu (IEC) standartlarına uygun olarak yapılan testlerin önemli bir bölümünün aşağıdaki testleri kapsamaktadır:

- Standart test koşullarına (STC) göre güç ölçümleri
- Düşük ışınımda performans
- Nominal çalışan hücre sıcaklığında (NOCT) performans
- Deniz ortamında (tuz buğusu) ve aşındırıcı gaz ortamında (NH3) performans değerlendirmesi
- Sıcaklık katsayılarının ölçümü
- İklim testleri (yaş sıcaklık, ısıl döngü ve nem-donma gibi)
- Ultraviyole (UV) ön koşullandırma testleri
- Sıcak nokta dayanıklılık testleri
- Mekanik yük testleri
- İtme testleri
- Dolu darbe testleri
- Elektrik güvenliği testleri
- Islak sızıntı akım testleri
- Yalıtım testleri
- Toprak devamlılık testleri
- Açık hava maruziyet testleri
- Darbe gerilimi testleri
- Elektriksel ışıma testi ve IR testi

### 11.2.8 Yurt içinde Güneş Enerjisi Ekipmanlarının Test, Deney ve Belgelendirmesi

***Isı enerjisi ;***

Ülkemiz güneş enerjisini sıcak su amaçlı olarak kullanan beli başlı ülkeler arasındadır ve 11 milyon m² civarında kurulu güneş kolektörü yüzeyine sahip olduğumuz hesaplanmaktadır. Türkiye`de güneş enerjisinin sıcak su amaçlı kullanımı konusunda üretim teknolojisi ve yaygın bir yerli sanayi mevcuttur.

Güneş-ısı enerjisi için TSE'nin yayınlamış olduğu standartlar ektedir (EK-11.2) Standartlar büyük oranda TS EN-ISO standardı olarak yayınlanmış olmakla beraber önemli bir bölümünün halen Türkçeleştirilmemiş olduğu gözükmektedir.

Üreticilerimiz test ve deney ihtiyaçlarını (ısıl verimlilik) Yurt içinde ve/veya kendi tesislerinde yapıyorlar ise de ürün belgelendirme (CE işareti) ve Güneş Keymak sertifikalandırma için akredite yurtdışı laboratuarlara ve onaylanmış kuruluşlara yönelmektedirler. (Bu alanda henüz akredite laboratuar ve yerli onaylanmış kuruluş yoktur)

***Elektrik enerjisi;***

Güneşten elektrik üretimi konusunda, bazı üniversitelerdeki araştırmalar ve sayılı yerel uygulamalar haricinde, henüz başlangıç noktasında olduğumuz söylenebilir.
EİE (YEGM) tarafından yapılan çalışmalarda teknik kapasitesi yıllık 405 milyar kWh, ekonomik potansiyeli 380 milyar kWh olarak tahmin edilen güneşe dayalı elektrik üretim kapasitesi bütünü ile değerlendirilmeyi beklemektedir. Güneşe dayalı elektrik üretiminde son yıllarda kaydedilen çok hızlı gelişmelerin yatırım maliyetlerinde ciddi düşüşleri gündeme getirmesi Türkiye açısından değerlendirilmesi gereken bir husustur.

Güneş-elektrik üretiminin en önemli elemanı olan PV paneller ve invertör üreticilerinin sayıları hızla artmaktadır. PV modüllerin gerekli uluslararası standartları karşılamasını ve bağımsız bir üçüncü tarafça yapılan kalite testini geçmesi-sertifikalandırılması beklenmektedir.

Üreticiler ürünlerinin test-deney ve sertifikalandırma işlemleri için yurt dışı kuruluşlara yönelmektedirler. PV modüller için Performans, dayanıklılık, güvenlik ve yasal yönetmeliklere uygunluk için en önemli standartlar (IEC 61215, IEC 61646, IEC 61730-1/2, IEC 60904) ve güneş elektrik alanıyla ilgili standartlar TSE'de henüz iş paketi+hazırlık aşamasındadır (EK-11.5).

PV'lerin test-deney ihtiyaçlarının TSE, bu alanla ilgili altyapıları olan üniversite, TÜBİTAK, özel sektör kısmen veya tamamen hangi oranda karşılayabilecekleri ve alanın yurt çıkarlarına uygun doğru yapılandırılmasının önemli olduğu gözükmektedir.

### 11.3 Yurtiçinde Yerli İmalatın Geliştirilmesi ve/veya Üretimin Arttırılması İçin Atılması Gereken Adımlar ve Gerekli Kaynaklar

- Güneş enerjisi kolektörlerinin TSE standartlarının eksiklikleri giderilerek güncellenmeli, paket ve toplu sistemlerin üretimi ve montajı konusunda yeni standartlar üretilerek uygulamaya geçirilmelidir.
- Güneş enerjisi sistemlerinin testlerinin yapıldığı akredite laboratuarların ulusal düzeyde oluşturulması ve yaygınlaştırılması için gerekli girişimler yapılmalıdır.
- PV modüllerin satış ve yenilenebilir enerji finansman programları için gerekli olan standartların yayınlanması sağlanmalı, Kamu; test ve deneyler için uygun akredite laboratuarların kurulumunda düzenleyici rol üstlenmelidir.
- Yenilenebilir enerji teknolojilerindeki hızlı yenilikler, daha önce bu alanı kapsayan birçok yönerge ve yönetmeliği geride bırakmaktadır. Kamu öncülüğünde üniversiteler, meslek odaları, sektör dernekleri vb. kurumların katılımıyla alanın gelmiş olduğu seviye ve stratejik hedefler dikkate alınarak laboratuar altyapı ihtiyaçlarının, belgelendirme ihtiyaçlarının yurtiçinde karşılanması, yurt dışındaki laboratuarlara, kuruluşlara ödenen ücretlerinin yurtiçinde kalması sağlanmalıdır.
- Güneş enerjisi ile elektrik üretiminde büyük potansiyel vaat eden ancak henüz kullanılmayan ülkemizde, ilgili ekipmanların, ithalatı, üretimi, kurulumu ve işletmesi/bakımı konularında ürün ve hizmetlerin belirli bir kalite çıtası üzerinde yapılması gerekmektedir. Bu amaçla ithalat, yerli imalat ve kurulumu ve takiben işletilmesi/bakımına yönelik standartlar, dünyadaki uygulamalarda elde edilen tecrübeler iyi incelenerek ülkemizde uygulanmalıdır. Bu konuda yine en büyük pay, ilgili mevzuata ait olacaktır. Henüz bu konuda bir mevzuat bulunmamaktadır. Konunun inşaat, arazi kullanımı, verimlilik, güvenlik ve pek çok boyutu

bulunduğundan bu çalışma ilgili STÖ'ler ve kamu birimlerince organize edilerek başlatılması gerekmektedir.

- Bu düzenleme, henüz erken olmakla birlikte, gelecekte ömürlerini tamamlamış malzemelerin nasıl imha edileceği veya geri dönüştürüleceği de mevzuatta kapsanmalıdır.
- Global ekonomi, önümüzdeki 10-20 yıllık zamanda, geçtiğimiz en az 10 yıllık dönemde olduğu gibi gelişmekte olan ülkelere bol ve ucuz finansman akışının kesileceği hatta mevcut finansmanın gelişmiş ülkelere geri çekileceği yeni bir döneme girmiş bulunmaktadır. Ülkelerin bu dönemde güneş enerjisi ile elektrik üretimi ekipmanları konusunda yerli imalatlarını daha fazla koruyacağı, ithal ürün ve hizmetlerde daha yüksek kalite standartları uygulayacağı beklenmektedir. Türkiye de şimdiden bu konuda önlem almaya başlamalı, yerli imalatı çok daha kuvvetli bir şekilde korumalı ve özendirici düzenlemeler getirmeli, ithalatta ise yüksek kalite çıtalarını ve kota uygulamalarını devreye almayı planlamalıdır.

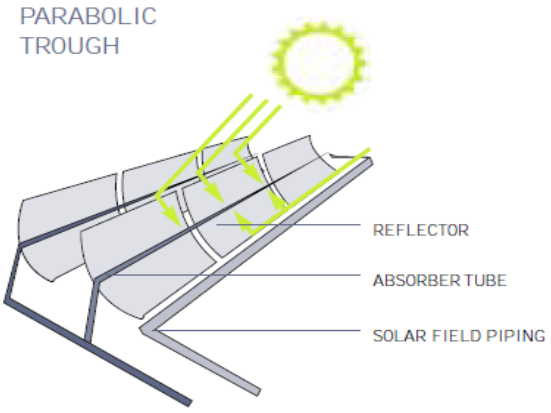
**EK-11.1 Güneşten Isıl Yollardan Elektrik Enerjisi Üretimi**

Güneş enerjisinden ısıl yoldan elektrik enerjisi üretimi iki yöntem ile yapılmaktadır. Bunlar;

a-) Işınım odaklamalı sistemler,
b-) Işınım yansıtmalı sistemlerdir.

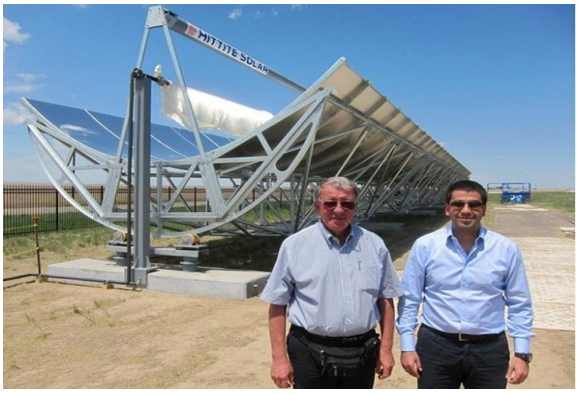
a-) Işınım odaklamalı sistemler;

Bu sistemler, Çizgisel (silindirik–CSP) ve noktasal odaklamalı sistemlerdir. Şekil EK-11.1'de, çizgisel odaklamalı sistemin prensip şeması, Şekil EK-11.2'de uygulaması (sistemden buhar çıkışı) görülmektedir. Bu sistemi tasarlayan ve üreten firma yetkilileri ve sistemin farklı bir görüntüsü Şekil EK-11.3'te verilmiştir. Bu sistemler Türkiye'de siparişe göre üretilmektedir. Noktasal odaklı sistemde, yüzeye gelen ışınım, Şekil EK-11.4'te görüldüğü gibi yüzeyin karşısındaki bir noktaya odaklanmaktadır. Şekil EK-11.5'te noktasal odaklamalı sistem uygulaması görülmektedir. Noktasal odaklamalı sistemin Türkiye de üretimi ve kullanımı henüz mevcut değildir.

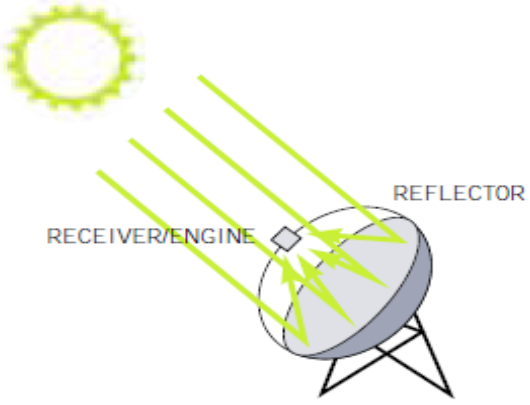



**Şekil EK-11.1** Çizgisel (CSP) Odakli Silindirik Güneş Elektriği Üretim Sisteminin Şemasi
Kaynak: Türkiye Şişe ve Cam Sanayi A.Ş., 2012

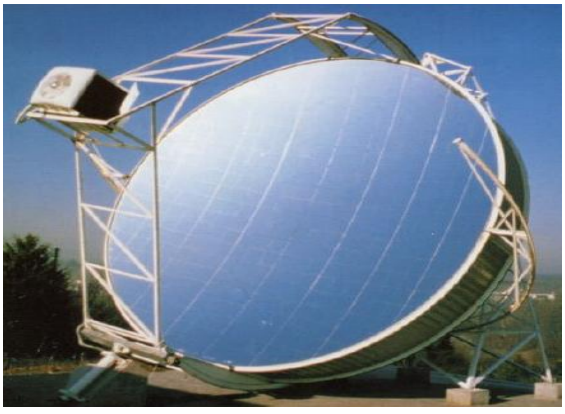
**Şekil EK-11.2** Çizgisel (CSP) Odaklı Silindirik Güneş Kollektörünün (Buhar Üreticisinin) Görünüşü



**Şekil EK-11.2** Çizgisel (CSP) Odaklı Silindirik Güneş Kollektörünün (Buhar Üreticinin) İmalatçıları




**Şekil EK-11.3** Noktasal Odaklamalı Sistemin Şeması

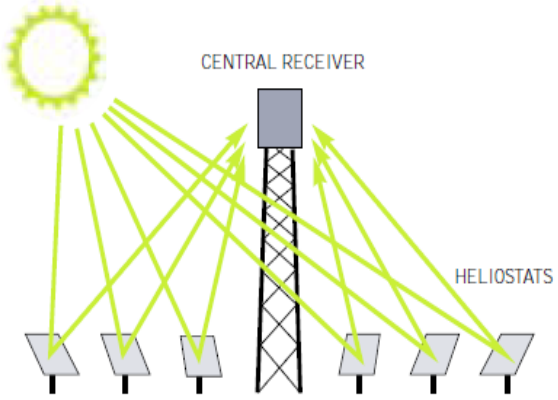


**Şekil EK-11.4** Noktasal Işınım Odaklamalı Sistemler

b-) Işınım yansıtmalı (aynalı) sistemler;

Bu sistemler iki türlüdür. Bunlar, Şekil EK-11.5'te prensip şeması, Şekil EK-11.6'da uygulaması verilen normal aynalı sistemler imalat kolaylığı sebebi ile üretimi kolaydır. Üretimi ve işletilmesi zor olan kısım ışınımın odaklandığı Receiver (ışınım alıcı) kısmıdır. Türkiye'de, bu sistemden küçük kapasitede değişik üniversite ve araştırma merkezlerinde üretilmiş sistemler mevcuttur. Bununla

birlikte, büyük boyutlu tek uygulama Tübitak desteği ile Mersin'de yapılan 5 MW elektrik üretim kapasiteli sistemdir. Bu sistem 2012'de tamamlanmış olup, çalışır durumda olan bir sistemdir. Işınım yansıtmalı (aynalı) sistemlerin dışında diğer ışınım yansıtmalı sistem ise, Şekil EK-11.7'de verilen ışınım yoğunlaştırma prensibine göre çalışan Fresnel aynalı sistemdir. Fresnel aynalı sistemde, geniş yüzeye sistemden gelen ışınım, yüzeyin gerisindeki bir noktaya odaklanmaktadır. Böylece yüksek sıcaklık elde edilmektedir. Fresnel aynalı sistemlerin Türkiye'de kullanımı mevcut olmakla birlikte yerli üretimi mevcut değildir. Isıl sistemler ile güneşten elektrik enerjisi üretimi günümüzde büyük kapasiteler için uygundur. ABD, İspanya ve Almanya'da kullanılmaktadır.




**Şekil EK-11.5** Işınım Yansıtan Sistemin Şeması
Kaynak: Türkiye Şişe ve Cam Sanayi A.Ş., 2012

**Şekil EK-11.6** Mersinde Kurulu Yansıtıcılı Isıl Güneş Elektrik Santralinin Görünümü

| EK-11. 2 TSE GüNEŞ ENERJİSİ STANDARTLARI | | | |
|---|---|---|---|
| | **Standart No** | **Kapsamı** | **Yayın Tarihi** |
| **1.** | **TS EN 15316-4-3** | Binalar için ısıtma sistemleri - Sistem verimliliğini ve sistemin enerji ihtiyacını hesaplama yöntemi - Bölüm 4-3: Isı üretim sistemleri - Isıl güneş enerjisi sistemleri | 21.02.2013 |
| **2.** | **TS EN 12977-3** | Termal güneş sistemleri ve bileşenleri - Özel yapılan sistemler- Bölüm 3 : Güneş enerjili su ısıtma depoları için performans deney metotları | 05.06.2012 |
| **3.** | **TS EN 12977-1** | Termal güneş sistemleri ve bileşenleri - Özel yapılan sistemler- Bölüm 1 : Güneş enerjili su ısıtma depoları için performans deney metotları | 05.06.2012 |
| **4.** | **TS EN 12977-2** | Isıl güneş enerji sistemleri ve bileşenleri - Özel yapılan sistemler - Bölüm 2: Güneş enerjili su ısıtıcılar ve kombi sistemleri için deney yöntemleri | 05.06.2012 |
| **5.** | **TS EN 12977-4** | Isıl güneş enerji sistemleri ve bileşenleri - Özel yapılan sistemler - Bölüm 4: Güneş enerjili kombi depoları için performans deney yöntemleri | 05.06.2012 |
| **6.** | **TS EN 12977-5** | Isıl güneş enerji sistemleri ve bileşenleri - Özel yapılan sistemler - Bölüm 5: Kontrol donanımları için performans deney yöntemleri | 05.06.2012 |
| **7.** | **TSE K 130** . | Borosilikatlı camdan yapılmış sıvı ısıtan vakum tüplü olarak imal edilmiş kollektör olarak kullanılan ve güneş ışınını faydalı enerji şekline dönüştüren toplayıcılar | 21.12.2012 |
| **8.** | **TS 3817** | Güneş enerjisi - Su ısıtma sistemlerinin yapım tesis ve işletme kuralları | 13.12.1994 |
| **9.** | **TS 3817 T1** | Güneş enerjisi - Su ısıtma sistemlerinin yapım tesis ve işletme kuralları | 28.04.2003 |
| **10.** | **TS 9449** | Güneş enerjisi - Güneşi takip eden yoğunlaştırıcı toplayıcılar - Isıl performans deney metotları | 17.09.1991 |
| **11.** | **TS ISO 9459-1** | Güneş enerjisiyle ısıtma-Konut su ısıtma sistemleri-Bölüm 1:İç ortam deney metotları kullanılarak performans değerlendirme işlemi | 13.04.1999 |
| **12.** | **TS ISO 9459-2** | Güneş enerjisi-Konut su ısıtma sistemleri-Bölüm 2: Sadece güneş enerjili sistemlerin yıllık performans tahmini ve sistem performans karakteristikleri için dış ortam deney metodu | 13.04.2000 |
| **13.** | **TS ISO 9459-3** | Güneş enerjisiyle ısıtma konut su ısıtma sistemleri bölüm 3:Güneş ve ilave ısıtıcılı sistemlerin performans deneyleri | 15.04.1999 |
| **14.** | **TS ISO 9808** | Güneş enerjili su ısıtıcıları- Absorplayıcılar, bağlantı boruları ve bağlantı parçaları için elastomerik malzemeler- Değerlendirme metodu | 07.03.2002 |
| **15.** | **TS ISO 9845-1** | Güneş enerjisi-Yeryüzünde farklı alıcı şartlarda-Referans güneş spektral ışınımı-Bölüm 1: 1,5 hava yutma katsayısı için direkt normal ve yarı küresel ışınım | 16.04.1998 |
| **16.** | **TS ISO/TR 10217** | Güneş enerjisi - su ısıtma sistemleri- iç korozyon konusunda malzeme seçim kılavuzu | 17.03.1999 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **17.** | **TS ISO 10263-6** | İnşaat ve kazı makinaları-Operatör mahallindeki çevre şartları-Bölüm 6: Operatör bölmesi üzerindeki güneşin ısıtma etkisinin belirlenmesi | 04.04.1997 |
| **18.** | **TSE ISO/TR 12596** | Güneş enerjisiyle ısıtma-Yüzme havuzları ısıtma sistemleri-Boyutlandırma, tasarım ve montaj kılavuzu | 30.03.1998 |
| **19.** | **TS 12804** | Güneş enerjisi su ısıtıcıları sistemleri imalatçısı ve tesisatçısı | 04.03.2002 |
| **20.** | **TS EN 12975-1:2006+A1:2010** | Isıl güneş enerji sistemleri ve bileşenleri-Güneş enerjisi kolektörleri-Bölüm 1:Genel kurallar | 22.11.2011 |
| **21.** | **TS EN 12975-2** | Isıl güneş enerji sistemleri ve bileşenleri - Güneş enerjisi kolektörleri -Bölüm 2: Deney metotları | 20.03.2008 |
| **22.** | **TS EN 12976-1** | Isıl güneş enerji sistemleri ve bileşenleri - Seri üretilmiş sistemler- bölüm 1: Genel özellikler | 12.06.2007 |
| **23.** | **TS EN 12976-2** | Isıl güneş enerji sistemleri ve bileşenleri - Seri üretilmiş sistemler - bölüm 2: Deney metotları İlave ısıl direnç - Mamul hava geçirgenlik sınıfının tayini | 12.06.2007 |
| **24.** | **TS EN 13125** | Panjurlar ve güneşlikler | 29.11.2001 |
| **25.** | **TS EN 13203-3:2010** | Güneş enerjisi destekli gaz yakan cihazlar-Bina içi-Sıcak su üreten 500 litre su depolama kapasiteli ve ısı girdisi 70kw'geçmeyen cihazlar bölüm 3: Enerji tüketiminin tetkiki | 13.01.2011 |
| **26.** | **TS 13281** | Güneş enerjili su ısıtma sistemleri montajcısı | 22.05.2007 |
| **27.** | **TS ISO 14269-3** | Tarım ve orman makinaları - Traktörler ve kendi yürür makinalar -Operatör kabin ortamı - Bölüm 3: Güneş enerjisi ısıtma etkisinin tayini | 10.03.2005 |
| **28.** | **TS EN 14501** | Güneşlikler ve panjurlar - Isıl ve görsel konfor - Performans karakteristikleri ve sınıflandırma | 16.02.2006 |

**EK-11.3 Solar Keymak Test Laboratuvarlar Listesi[7]**

Solar Keymark testleri aşağıdaki standartlara göre yapılmaktadır.

- EN 12975-2: Solar thermal systems and components - Solar collectors
- EN 12976-2: Solar thermal systems and components - Factory made systems

Aşağıda belirtilen labrotuvarlar Solar Keymark testlerini tamamlamış olanlardır.

1. AELab - Applied Energy Laboratory (CY)
   Recognized by: CERTIF, ICIM
   Certificate (PDF 1 MB)
   13-15 Araouzou Street, 1421 Nicosia, Cyprus
   George Roditis; +357 22442097 & Paraskevas Kyriakou: +357 22 442093
   **COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**
2. Alba Rubens (IT)
   Recognized by: KIWA
   Certificate part 1, Certificate part 2
   Headquarter: Via Gaudenzio Ferrari 21/N – 21047 Saronno (VA) – Italy
   Laboratory: Via Consorziale Saronnino 70/22 – 21040 Origgio (VA) – Italy
   Giuseppe Terzaghi, +39 02 962.48.530
   **COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**
   **SYSTEM KEYMARK TESTING (EN12976)**
3. AIT - Energy Department (AT)
   Recognized by: CERTIF, DIN-CERTCO
   Certificate (PDF-2.8MB)
   Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal Ges.m.b.H.
   Giefinggasse 2, A - 1210 Wien, Austria
   Franz Helminger; +43 (0)50550-6668
   **COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**
4. ANTL (AU)
   Recognized by: CERTIF, DIN-CERTCO
   Certificate (PDF-0.2MB)
   AUSTRALIAN NATIONAL TESTING LABORATORIES PTY. LTD.
   Unit 17, 15 Suscatand Street
   Rocklea 4106, Queensland, Australia
   Jeff Profke Phone: +61 7 32740737
   **COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**
   **SYSTEM KEYMARK TESTING (EN12976)**
5. ASiC Austria Solar(AT)
   Recognized by: DIN-CERTCO
   Certificate (PDF-0.8MB)

[7] http://www.estif.org/solarkeymarknew/test-labs/solar-keymark-certification/10-test-labs/61-contact-list-of-test-labs

ASiC Austria Solar Innovation Center
Fachhochschul Campus Wels
Roseggerstraße 12, 4600 Wels, Austria
Harald Dehner; +43 7242 93965562
**COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**

6. Belenos(FR)
   Recognized by: CERTITA
   Certificate part 1
   Certificate part 2
   Centre d'Essais et de Recherche Solaire Belenos
   190 rue George Besse
   30000 Nimes, France
   Emmanuel LEGER; +33 4.66.38.61.53
   Alain GEVAUDAN; +33 4.72.44.49.53
   **SYSTEM KEYMARK TESTING (EN12976)**
7. CENER (E)
   Recognized by: AENOR, CERTIF, DIN-CERTCO
   Certificate(PDF-0.4MB)
   Centro Nacional de Energías Renovables
   C/ Ciudad de la Innovación 7, C.P.: 31.621, Sarriguren, España
   Alberto Garcia de Jalon; +34 948 25 28 00
   **COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**
   **SYSTEM KEYMARK TESTING (EN12976)**
8. Demokritos (GR)
   Recognized by: CERTIF, DQS Hellas
   Certificate (PDF-1.2MB)
   NCSR DEMOKRITOS / Solar & other Energy Systems Laboratory, 15310, Aghia Paraskevi Attikis, Greece
   Vassilis Bellesiotis; +30 210 6503815 - 3821
   **COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**
   **SYSTEM KEYMARK TESTING (EN12976)**
9. ENEA (IT)
   Recognized by: ICIM
   Certificate (PDF-0.7MB)
   Italian Agency for New technology, Energy and Sustainable Economic Development, Research Centre TRISAIA
   S.S. 106 Jonica km 419.500, I-75026, Rotondella (MT), Italy
   Giacobbe BRACCIO; +39 (0)835/974387
   Vinod Kumar SHARMA; +39 (0)835/974220
   Vincenzo SABATELLI; +39 (0)835/974459
   **COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**
   **SYSTEM KEYMARK TESTING (EN12976)**
10. Eurofins - Modulo Uno S.p.A.
    Recognized by: ICIM
    Certificate (PDF-0.2MB)
    Via Courgnè 21

10156 Torino, Italy
Phone: +39 011 2222225
Stefano Compalati; +39 0131 850 100
**COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**
**SYSTEM KEYMARK TESTING (EN12976)**

11. Exova Mississauga - Products
    Recognized by: SP
    Certificate (PDF-0.5MB)
    2395 Speakman Drive
    Mississauga, L5K 1B3, Ontario, Canada
    Phone: +1 (905) 822-4111 Ext. 586
    Adam Luffman or info@exova.com
    **COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**
12. Fraunhofer ISE (DE)
    Recognized by: AENOR, CERTIF, DIN-CERTCO, KIWA
    Certificate (PDF-0.2MB)
    Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems
    Heidenhofstr. 2, D-79110 Freiburg, Germany
    Korbinian Kramer; +49 (0)761/4588-5354
    **COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**
    **SYSTEM KEYMARK TESTING (EN12976)**
13. INTA (ES)
    Recognized by: AENOR
    Certificate(PDF)
    Instituto Nacional de Tecnica Aeorespacial
    Ctra San Juan del Puerto a Malascana Km 33.2, 21130 Mazagón, Huelva, Spain
    Felipe Rosa +34 95 928 849; Rosa Maria Rengel +34 959 208 887
    **COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**
    **SYSTEM KEYMARK TESTING (EN12976)**
    Intertek Guangzhou (CN)
    Recognized by: SP-Certification
    Certificate (PDF-0.9MB)
    Intertek Testing Services Shenzhen Ltd., Guangzhou Branch
    Block E, No.7-2 Guang Dong Software Science Park, Caipin Road
    Guangzhou Science City, GETDD Guangzhou
    China 510663
    Randy Tan +86 20 82139444
    James Huang; +86 20 82139515
    Baud Qiu; +86 20 82139515
    Jessica Li; +86 20 82139572 (inspections)
    **COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**
    **SYSTEM KEYMARK TESTING (EN12976)**
14. ISFH (DE)
    Recognized by: DIN-CERTCO
    Certificate (PDF)
    Institut für Solarenergieforschung GmbH Hameln/Emmerthal

Am Ohrberg 1, D-31860 Emmerthal, Germany
Carsten Lampe; +49-5151-999-522
**COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**
**SYSTEM KEYMARK TESTING (EN12976)**

15. ISTITUTO GIORDANO S.p.A.
    Recognized by: ICIM, IMQ
    Certificate (PDF-1 MB)
    Via Rossini, 2
    47814 Bellaria-Igea Marina (RN) - Italy
    Ing. Giuseppe Persano Adorno Tel. +39 0541 322.232
    Ing. Giovanbattista Traina Tel. +39 0541 322.349
    **COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**
16. ITC (ES)
    Recognized by: AENOR
    Certificate (PDF)
    INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CANARIAS
    Laboratorio de Captadores Solares (LABSOL)
    Playa de Pozo Izquierdo, s/n, 35119, Santa Lucía, Gran Canaria, Spain
    Pilar Navarro Rivero; + 34 928 727526
    **COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**
17. ITW/TZS (DE)
    Recognized by: CERTIF, DIN-CERTCO, KIWA
    Certificate (PDF-2.1MB)
    Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik
    Pfaffenwaldring 6 D-70550 Stuttgart, Germany
    Stephan Fischer, +49-711-685/63231
    **COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**
    **SYSTEM KEYMARK TESTING (EN12976)**
18. IZES (DE)
    Recognized by: DIN-CERTCO
    Certificate (PDF-1.8MB)
    Institut für ZukunftsEnergieSysteme
    Altenkesseler Str. 17, D-66115 Saarbrücken, Germany
    Danjana Theis; +49 (0)681-5891-831
    **COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**
    **SYSTEM KEYMARK TESTING (EN12976)**
19. LNEG (PT)
    Recognized by: CERTIF, DIN CERTCO
    Certificate (PDF-0.5MB)
    Laboratório Nacional de Energia e geologia, I.P.
    1649-038 Lisboa, Portugal
    Maria João Carvalho; +351 21 092 4766
    **COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**
    **SYSTEM KEYMARK TESTING (EN12976)**

20. SP (SE)
    Recognized by: SP-Certification
    General Certificate
    Certificate Annex: Collectors
    Certificate Annex: Systems
    SP Technical Research Institute of Sweden
    PO Box 857 501 15, Borås, Sweden
    Martin Persson; +46 10-516 50 63
    Thomas Ljung; +46 10-516 55 22
    **COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**
    **SYSTEM KEYMARK TESTING (EN12976)**
21. SPF (CH)
    Recognized by: DIN-CERTCO, DQS Hellas
    Certificate (PDF-0.04MB)
    Institut für Solartechnik, SPF, HSR Hochschule für Technik Rapperswil
    Oberseestrasse 10, CH-8640 Rapperswil, Switzerland
    Andreas Bohren; +41 55 2224825
    **COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**
    **SYSTEM KEYMARK TESTING (EN12976)**
22. TSU Piestany (SK)
    Recognized by: TSU Piestany
    Certificate part 1 (PDF)
    Certificate part 2 (PDF)
    Technicky skusobny ustav Piestany, s.p.
    Krajinska cesta 2929/9
    921 01 Piestany, Slovak Republic
    Contact persons: Stanislav Zamecnik, Dusan Hanko
    Phone: +42 133 7957 219; Fax: +42 133 7723 716
    e-mail: Dusan Hanko
    **COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**
    **SYSTEM KEYMARK TESTING (EN12976)**
23. TÜV Rheinland (DE)
    Recognized by: DIN-CERTCO
    Certificate
    TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH
    TÜV Rheinland Group
    Am Grauen Stein
    51105 Köln, Germany
    Ulrich Fritzsche; +49 221 806 4105
    **COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**
    **SYSTEM KEYMARK TESTING (EN12976)**
24. TÜV Rheinland - PTL (US)
    Recognized by: DIN-CERTCO
    Certificate (PDF-0.6MB)
    TÜV Rheinland PTL, LLC
    2210 South Roosevelt Street

TEMPE
ARIZONA 85282
U S A
Mark Witt; +1 480-966-1700 (info@tuvptl.com)
**COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**

25. TÜV Rheinland - Shanghai (CN)
    Recognized by: DIN-CERTCO
    Certificate part 1 (PDF-0.5MB)
    Certificate part 2 (PDF-1.1MB)
    TÜV Rheinland (Shanghai) Co., Ltd.
    10-15/F, Huatsing Building, No.88, Lane 777
    West Guangzhong Road
    Shainghai 200072
    P.R. CHINA
    Ulrike Therhaag; +86 21 61081388
    **COLLECTOR KEYMARK TESTING (EN12975)**

## EK-11.4 Sertifikasyon Kuruluşlarının Listesi[8]

1. **AENOR (ES)** - collectors and systems (EN12975 and EN12976)
   AENOR
   Cl Génova, 6
   28004 Madrid, Spain
   Test labs recognized by AENOR:
   - CENER (ES)
   - Fraunhofer ISE (DE)
   - INTA (ES)
   - ITC (ES)

2. **CERTIF (PT)** - collectors and systems (EN12975 and EN12976)
   CERTIF - Associação para a Certificação
   Rua Jose Afonso, 9 E
   2810-237 Almada, Portugal

   Test labs recognized by CERTIF:
   - AELab - Applied Energy Laboratory (CY)
   - AIT - Energy Department (AT)
   - ANTL (AU)
   - CENER (ES)
   - Fraunhofer ISE (DE)
   - ITW/TZS (DE)
   - LNEG (PT)
   - NCSR DEMOKRITOS / Solar & other Energy Systems Laboratory

   CERTIF application forms:
   - IM.04 - Evaluation Questionaire
   - IM.25 - Application form for product certification request

3. **EUROVENT CERTITA CERTIFICATION (FR)-**systems (EN12976)
   EUROVENT CERTITA CERTIFICATION
   39/41 rue Louis Blanc
   92400 Courbevoie, France
   Test labs recognized by CERTITA:
   - Belenos(FR)

4. **DIN CERTCO (DE)** - collectors and systems ( EN12975 and EN12976)
   Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH
   Alboinstraße 56
   D-12103 Berlin, Germany

   Test labs (and inspectors) recognized by DIN CERTCO:
   - AIT - Energy Department(AT)
   - ANTL (AU)
   - ASiC Austria Solar (AT),
   - Bureau Veritas W. Australia (AU) (inspection only)
   - CENER (ES)
   - Frauenhofer ISE (DE)
   - ISFH (DE)
   - ITW (DE)
   - IZES (DE)
   - Rainer Koch of GCS-Global Certification Services (AU) (inspection only)
   - LNEG (PT)
   - SPF (CH)
   - Sunlumo Technology GmbH (AT) (inspection only)
   - TÜV Rheinland (DE)
   - TÜV Rheinland - PTL (US)
   - TÜV Rheinland - Shanghai (CN)

   DIN CERTCO info:

[8] http://www.estif.org/solarkeymarknew/contacts/certification-bodies

- "DIN CERTCO test labs & inspectors - collectors"
- "DIN CERTCO test labs & inspectors - systems"
- Solar KEYMARK - DIN CERTCO - 23.07.2010
- Solar KEYMARK for OEM Customers - DIN CERTCO - 09.07.2010
- Solar KEYMARK Certificates all over the World - DIN CERTCO - 07.07.2010

5. **DQS Hellas Ltd. (GR)**- collectors and systems (EN12975 and EN12976)
DQS Hellas Ltd.
Dragoumi 6
14561 Kifissia,Athens, Greece

Test labs recognized by DQS Hellas:
- NCSR DEMOKRITOS / Solar & other Energy Systems Laboratory
- SPF (CH)
- TÜV Rheinland (DE)

6. **ICIM (IT)** - collectors and systems (EN12975 and EN12976)
ICIM S.p.A.
P.zza Don Mapelli 75
20099 Sesto San Giovanni (MI), Italy

Test labs recognized by ICIM:
- ENEA
- Eurofins - Modulo Uno S.p.A.
- ISTITUTO GIORDANO S.p.A.
- AELab - Applied Energy Laboratory

7. **IMQ (IT)** - collectors (EN12975)
IMQ S.p.A. Societá a Socio Unico
via Quintiliano 43
Milano 20138, Italy

Test labs recognized by IMQ:
- ISTITUTO GIORDANO S.p.A.

8. **Kiwa Gastec Certification (NL)** - collectors and systems (EN12975 and EN12976)
Kiwa Gastec Certification
Postal address: P.O. Box 137 - 7300 AC Apeldoorn
Street address: Wilmersdorf 50 - 7327 AC Apeldoorn
The Netherlands

Test labs recognized by Kiwa Gastec Certification:
- Alba Rubens
- Fraunhofer ISE (DE)
- ITW (DE)

9. **MIRTEC S.A. (GR)** - collectors and systems (EN12975 and EN12976)
Materials Industrial Research and Technology Center
M. Merkouri 76, 17342 Athens
Greece

Test labs recognized by Kiwa Gastec Certification:
- NCSR DEMOKRITOS / Solar & other Energy Systems Laboratory

10. **SP Certification (SE)** - collectors and systems (EN12975 and EN12976)
SP Technical Research Institute of Sweden
Certification
BOX 857
S-501 15 BORÅS, Sweden

Test labs recognized by SP-Certification:
- SP (SE)
- Intertek Guangzhou (CN)
- Exova (CA)

SP Solar Keymark application form

11. **TSU Piestany (SK)** - collectors and systems (EN12975 and EN12976)
Technicky skusobny ustav Piestany, s.p.
Krajinska cesta 2929/9
921 01 Piestany, Slovak Republic
Contact persons: Jana Levicka
Phone: +42 133 7957 219; Fax: +42 133 7723 716
Test labs recognized by TSU Piestany:
   - TSU Piestany (SK)

| | Certification Bodies / Test Labs | AENOR | CERTIF | CERTITA | DIN CERTCO | DQS Hellas | ICIM | IMQ | Kiwa Gastec | SP Certification | TSU Piestany |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | AELab - Applied Energy Laboratory (CY) | x | | | | | | | | | |
| 2 | AIT - Energy Department(AT) | x | | x | | | | | | | |
| 3 | ANTL (AU) | x | | x | | | | | | | |
| 4 | ASiC Austria Solar (AT), | | | x | | | | | | | |
| 5 | Benelos (FR) | | x | | | | | | | | |
| 6 | CENER (ES) | x | x | x | | | | | | | |
| 7 | NCSR DEMOKRITOS / Solar & other Energy Systems Laboratory | x | | | x | | | | | | |
| 8 | ENEA | | | | | x | | | | | |
| 9 | Eurofins - Modulo Uno S.p.A. | | | | | x | | | | | |
| 10 | Frauenhofer ISE (DE) | x | x | x | | | | | | | |
| 11 | INTA (ES) | x | | | | | | | | | |
| 12 | Intertek Guangzhou (CN) | | | | | | | | | x | |
| 13 | ISFH (DE) | | | x | | | | | | | |
| 14 | ISTITUTO GIORDANO S.p.A. | | | | | x | x | | | | |
| 15 | ITC (ES) | x | | | | | | | | | |
| 16 | ITW/TZS (DE) | x | | x | | | | | | | |
| 17 | IZES (DE) | | | x | | | | | | | |
| 18 | KIWA | | | | | | | x | | | |
| 19 | LNEG (PT) | x | | x | | | | | | | |
| 20 | Pa.L.Mer. | | | | | x | | | | | |
| 21 | Pacific Energy Testing, LLC.(US) | | | | | | | | | | x |
| 22 | SP (SE) | | | | | | | | x | | |
| 23 | SPF (CH) | | | x | x | | | | | | |
| 24 | TSU Piestany (SK) | | | | | | | | | | x |
| 25 | TÜV Rheinland (DE) | | | x | | | | | | | |
| 26 | TÜV Rheinland - PTL (US) | | | x | | | | | | | |
| 27 | TÜV Rheinland - Shanghai (CN) | | | x | | | | | | | |

Tablo 11.6 Laboratuvar ve Sertifikasyon Kuruluşları Matriksi

## EK-11. 5 TSE -TK 30 Enerji Sistemleri Teknik Komitesi İş Programında Olan Standartlar

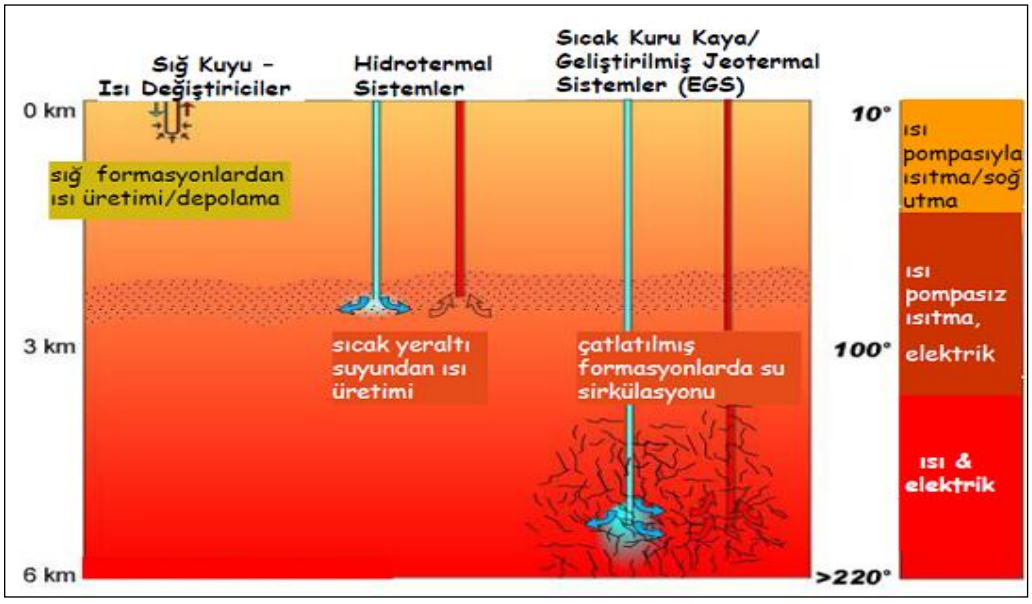
| **Standart No** | **Kapsamı** |
|---|---|
| 2007/96249 tst EN 61727 | Fotovoltaik (pv) sistemler-Şebeke bağlantı ara yüzü karakteristikleri |
| 2010/112273 tst EN 61724 | Fotovoltaik sistem peformans izleme-Ölçüm, veri değişimi ve analiz için kılavuz. |
| 2010/112274 tst EN 61683 | Fotovoltaik sistemler - Güç şartlandırıcılar - Verim ölçme işlemi |
| 2010/112276 tst EN 61194 | Tek başına fotovoltaik sistemlerin karakteristik parametreleri |
| 2010/112277 tst EN 62124 | Bağımsız güneş pil (pv) sistemleri - Tasarım doğrulaması |
| 2010/113263 tst EN 50380 | Güneş enerjisi pil modülleri için veri föyleri ve isimlik bilgileri |
| 2010/113264 tst EN 60904-9 | Fotovoltaik elemanlar - Bölüm 2: Güneş simülatörleri -Performans özellikleri |
| 2010/113265 tst EN 61215 | Kristalin silikon karasal fotovoltaik (pv) modüller-Tasarım değerlendirmesi ve tip kabulü |
| 2010/113266 tst EN 61646 | İnce filmli düz alanlı fotovoltaik modüler- Tasarım nitelikleri ve tip onayı |
| 2010/113267 tst EN 61829 | Fotovoltaik silikon kristal dizisi-Yerine ı-V karakteristik ölçümü |
| 2010/113268 tst EN 50513 | Güneş tabakaları - Güneş hücresi üretimi için kristal silikon tabakalar için veri föyü ve ürün bilgisi |
| 2010/113269 tst EN 61730-1 | Fotovoltaik (pv) modül güvenlik niteliği - Bölüm 1- Yapım özellikleri |
| 2010/113270 tst EN 61730-2 | Fotovoltaik (pv) modül güvenlik niteliği - Bölüm 2- Deney özellikleri |
| 2010/114347 tkt 201083135 | Güneş enerjili (solar) sinyal vericiler |
| 2011/115383 tst EN 62108 | Odaklayıcı fotovoltaik modüller ve tertibatlar - Tasarım kalitesi ve tip onayı |
| 2011/115384 tst HD 60364-7-712 | Binalarda elektrik tesisatı - Bölüm 7-712: Özel tesis ve yerler için kurallar - Solar fotovaltaik (pv) güç besleme sistemleri |

# 12. JEOTERMALE DAYALI ISI VE ELEKTRİK ÜRETİMİ İÇİN MAKİNA VE EKİPMANLAR

***Jeotermal Enerji;*** yerküre içindeki geçirgen ve gözenekli kayaçlarda toplanan yeraltı sularının, tektonik hareketler sonucu yaklaşan magma tarafından ısıtılması ve yeryüzüne çıkartılmasıyla elde edilen doğal ısı akışı şeklindeki enerjidir.

***Jeotermal Enerji Kullanım Alanları:***

- Doğrudan Kullanım: Bölgesel konut ısıtılmasında ve soğutulmasında, ısı pompalarında, sıcak su temininde (banyo-havuz kullanımı-sağlık turizmi), seracılıkta, balık çiftlikleri, tarımsal kurutma, $CO_2$ üretiminde
- Dolaylı Kullanım: Elektrik üretiminde




**Şekil 12.1** Jeotermal Isı Üretim Yöntemleri[1]

## 12.1 Dünya'da Jeotermal Enerjinin Elektrik Üretiminde ve Isı olarak Doğrudan Kullanımı

***Jeotermal Güç Santralları;***

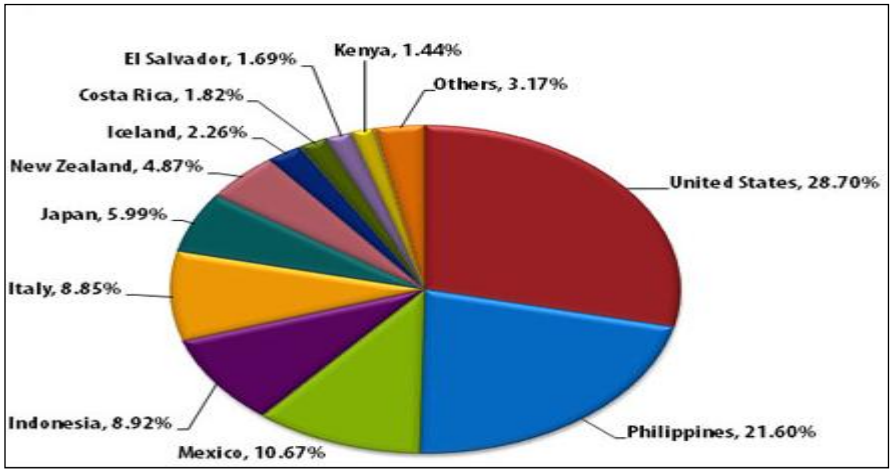
Dünya'da Ağustos 2013 itibariyle, (brüt) jeotermal enerji 11.765 Megawat'a ulaşmıştır. 2013 yılı sonuna kadar küresel jeotermal kapasitesinin 12.000 MW'a ulaşması beklenmektedir. Ayrıca 70 ülkede planlanan 11.766 MW ek jeotermal güç kapasitesi bulunmakta ve yatırımcılar küresel olarak 27 gigawatts kapasitesinde aktif jeotermal kaynağının geliştirilmesiyle ilgilenmaktedir.

2010 yılında 10,715 MWe gücündeki jeotermal santrallerden üretilen yıllık elektrik enerjisi toplam 67,246 GWh'dır. [2] Jeotermal kurulu güçte önde gelen 5 ülke ABD, Filipinler, Meksika, Endonezya ve İtalya'dır (Şekil 12. 2).

[1] Prof.Dr. Abdurrahman Satman TESKON-2013 Sunumu

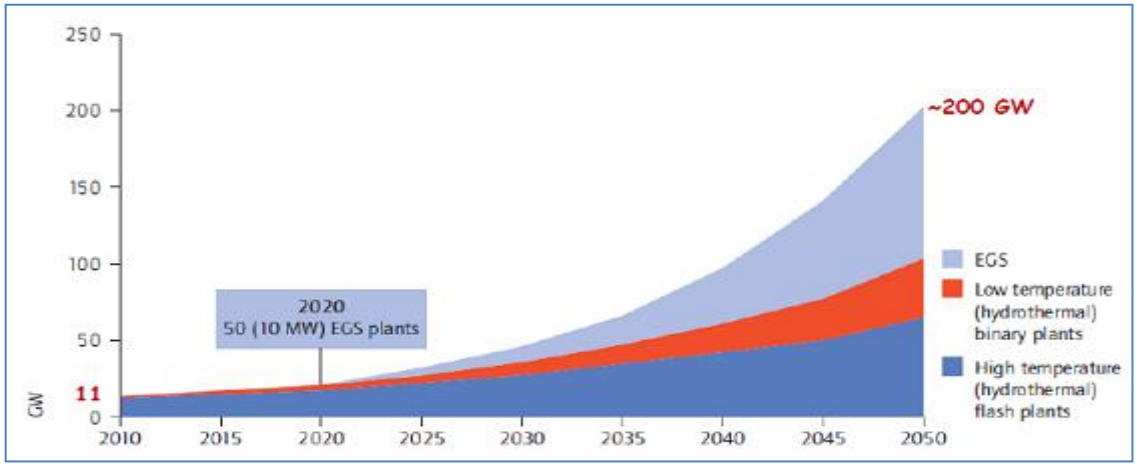
[2] http://geo-energy.org/pressReleases/Developing%20Project%20List_Sept%202013.pdf

2013 içinde Avustralya ve Amerika Birleşik Devletleri'nde ilk Geliştirilmiş Jeotermal Sistemi (Enhanced Geothermal System- EGS ) projeleri elektrik şebekelerine bağlanmıştır.



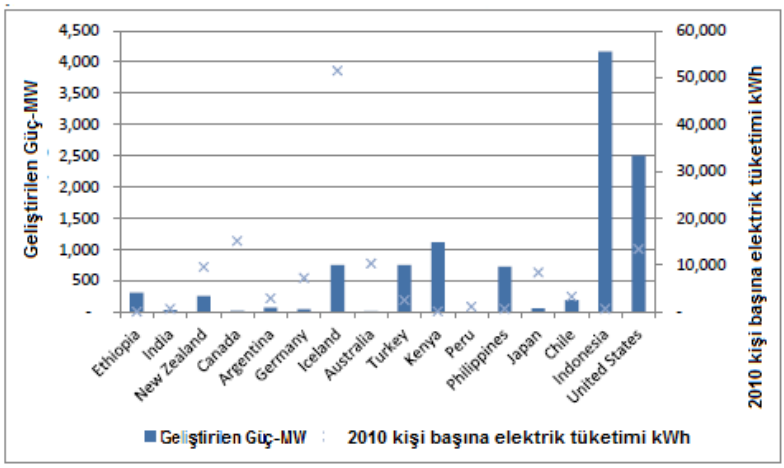

Kaynak: http://www.wired.com/wiredscience/2009/03/devworldgreen/

**Şekil 12. 2** Dünyada Jeotermal Güç Üretiminin Dağılımı




**Şekil 12. 3** Jeotermal Güç Kapasitesi için 2050'ye kadar Teknolojiye Bağlı Büyüme Beklentileri (GW) (IEA 2011)

Şekil 12.3'te belirtilen gelişme senaryosuna göre, konvansiyonel yüksek-sıcaklıklı kaynaklar ve ayrıca düşük ve orta sıcaklıklı derin akiferler jeotermal gelişmede önemli rol alacaktır. Geliştirilmiş jeotermal sistem (EGS) teknolojilerinin 2030 sonrasında ekonomik olmaları beklenmektedir.




Source: Author & the World Bank 2013b

**Şekil 12.** 4 Dünyada Geliştirilmekte olan Jeotermal Kapasiteler ve Ülkelerin Kişi Başına Elektrik Enerjisi Tüketimi

2010 yılı itibariyle dünyada 78 ülkenin ***jeotermal enerji doğrudan kullanım kapasitesi toplamı 50.583 $MW_t$'tır.*** İlk 10 ülke ABD 12.611 $MW_t$, Çin 8.898 $MW_t$, İsveç 4.460 $MW_t$,Norveç 3.300 $MW_t$, Almanya 2.485 $MW_t$, Japonya 2.099 $MW_t$, **Türkiye 2.084 $MW_t$**, İzlanda 1.826 $MW_t$, Hollanda 1.410 $MW_t$, İsviçre 1.061 $MW_t$ 'tır.

Dünyada toplam 50.583 $MW_t$ jeotermal enerji doğrudan kullanım kapasitesinin uygulamalara göre dağılımı ise şöyledir: Jeotermal ısı pompaları 35.206 $MW_t$, yüzme havuzları/kaplıcalar 6.689 $MW_t$, bölgesel konut ısıtılması 5 391 $MW_t$, sera ısıtılması 1.544 $MW_t$, balık çiftlikleri 653 $MW_t$, endüstriyel kullanım 533 $MW_t$, soğutma/kar eritme 368 $MW_t$, tarımsal kurutma 127 $MW_t$, diğer kullanımlar 72 $MW_t$ dır.

**Tablo 12.1** Türkiye ve Dünya'da Jeotermal Enerjinin Doğrudan Kullanımı (2010 yılı itibari ile)

| Uygulama | Toplam Kurulu Kapasite MWt | Dünya Kurulu Kapasite MWt |
|---|---|---|
| **Bölge Isıtması*** | 1011 | 5.391 |
| **Banyo-Havuz-Kaplıca** | 552 | 6.689 |
| **Sera Isıtması** | 483 | 1.544 |
| **Isı Pompaları** | 38 | 35.206 |
| **Diğerleri** | 219 | 1.723 |
| **Toplam** | 2.0841 | 50 .5831 |

(Dünya Jeotermal Kongresi-2010, Bali, Endonezya)

Dünyada 2010 yılı itibariyle jeotermal enerjinin doğrudan kullanım yıllık ısıl enerji miktarı toplam 438.071 TJ'dür (121 696 GWh). İlk 10 ülke Çin 75.348 TJ, ABD 56.552 TJ, İsveç 45.301 TJ, **Türkiye 36.886 TJ**, Norveç 25.200 TJ, İzlanda 24.361 TJ, Japonya 15.698 TJ, Fransa 12.929 TJ, Almanya 12.765 TJ, Hollanda 10.699 TJ'dür.

Dünyada toplam 438.071 TJ jeotermal enerjinin doğrudan kullanım yıllık ısıl enerji miktarının uygulamalara göre dağılımı: Jeotermal ısı pompaları 214.782 TJ, yüzme havuzları / kaplıcalar 109.032 TJ, bölgesel konut ısıtılması 62.984 TJ, sera ısıtılması 23.264 TJ, endüstriyel kullanım 11.746 TJ, balık çiftlikleri 11.521 TJ, soğutma/ kar eritme 2.126 TJ, tarımsal kurutma 1.662 TJ, diğer kullanımlar 954 TJ'dür.

**Jeotermal Isı Pompaları;**
Jeotermal enerjinin doğrudan kullanımı içinde kapasite ve yıllık ısıl enerji miktarı olarak en büyük payı jeotermal ısı pompaları almaktadır. En yaygın olarak Kuzey Amerika ve Avrupa'da 42 ülkede (özellikle ABD, İsveç, Norveç Almanya'da) ve Çin'de kullanılmaktadır.

**Bölgesel Konut Isıtılması;**
Dünyada 24 ülkede yapılan jeotermal bölgesel konut ısıtılması uygulamasında yıllık ısıl enerji miktarı itibariyle ilk 5 ülke İzlanda, Çin, **Türkiye,** Fransa ve Rusya'dır.

**Sera Isıtılması;**
Dünyada 34 ülkede yapılan jeotermal sera ısıtılmasında lider ülkeler **Türkiye**, Macaristan, Rusya, Çin ve İtalya'dır. Seralarda yetiştirilen ürünlerin başında sebze ve çiçek gelmekle birlikte, ABD'de ağaç fidesi, İzlanda'da muz gibi meyve de yetiştirilmektedir.

**Balık Çiftlikleri;**
Yetiştirme havuzları jeotermal enerji ile ısıtılan balık çiftliklerine sahip olan 22 ülke arasında Çin, ABD, İtalya, İzlanda ve İsrail önde gelmektedir. Çiftliklerde elde edilen su ürünlerinin başında somon, alabalık, tropikal balık, istakoz ve karides sayılabilir.

**Tarımsal Kurutma;**
Dünyada 14 ülkede tarımsal kurutma için jeotermal enerjiden yararlanılmaktadır. Kurutulan ürünlere örnek olarak: Deniz yosunu (İzlanda), soğan (ABD), buğday ve diğer tahıllar (Sırbistan), meyve (El Salvador, Guatemala, Meksika), yonca (Yeni Zelanda), hindistan cevizi (Filipinler), kereste (Meksika, Yeni Zelanda, Romanya) gösterilebilir.

**Endüstriyel Kullanım;**
Jeotermal enerjinin endüstriyel kullanımı dünyada 14 ülkede gerçekleşmektedir. Yüksek enerji tüketimi gerektiren endüstriyel işlemlere örnek olarak : Beton kürü (Guatemala, Slovenya), gazlı içeceklerin şişelenmesi (Bulgaristan, Sırbistan, ABD), süt pastörizasyonu (Romanya), dericilik (Sırbistan, Slovenya), kimyasal ekstraksiyon (Bulgaristan, Polanya, Rusya), selüloz ve kağıt işleme (Yeni Zelanda), iyot ve tuz ekstraksiyonu (Vietnam), borat ve borik asit üretimi (İtalya), sıvı karbondioksit ve kuru buz üretimi (İzlanda, **Türkiye**) gösterilebilir.

**Soğutma /Kar Eritme;**
Jeotermal enerji dünyada sadece 5 ülkede soğutma amaçlı kullanılmakta olup toplam ısıl kapasitesi 56 $MW_t$, yıllık ısıl enerji miktarı toplam 281 TJ'dür. Dünya çapında 2 milyon metre kare kaldırım alanında jeotermal enerji ile kar eritme işlemi yapılmaktadır.Önde gelen ülkeler İzlanda, Arjantin, Japonya, İsviçre ve ABD'dir.

**Yüzme Havuzları/ Kaplıcalar;**
Jeotermal enerji 67 ülkede yüzme havuzlarının ısıtılması ve kaplıca amacıyla kullanılmaktadır. Başta gelen ülkeler, Çin, Japonya, **Türkiye**, Brezilya ve Meksika'dır.

**Diğer Kullanımlar;**
Dünyada 7 ülkede jeotermal enerjinin doğrudan kullanımındaki farklı uygulamalar şunlardır: Hayvan yetiştiriciliği, deniz suyunu arıtma ve şişelerin sterilizasyonu.

## 12.2 Türkiye'de Jeotermal Enerjinin Doğrudan Kullanımı

***Tarihsel Gelişme;***

- Ülkemizde jeotermal enerji araştırmaları 1962 yılında MTA Genel Müdürlüğü tarafından başlatılmıştır.
- İlk araştırma kuyusu 1963 yılında Balçova İzmir-Balçova'da açılmış ve 40 m derinlikte 124 $^{o}$C sıcaklığında akışkan üretilmiştir.
- 1968 yılında ülkemizde en yüksek sıcaklıklı sahalardan biri olan Denizli-Kızıldere jeotermal sahası bulunmuştur.
- İlk jeotermal ısıtma uygulaması 1964 yılında Park Oteli'nin (Balıkesir-Gönen) ısıtılması ile gerçekleştirilmiştir.
- Türkiye'de sıcaklıkları 20-287 $^{o}$C arasında ~ 1500 adet termal ve mineral su kaynağı ve 198 jeotermal saha keşfedilmiştir.

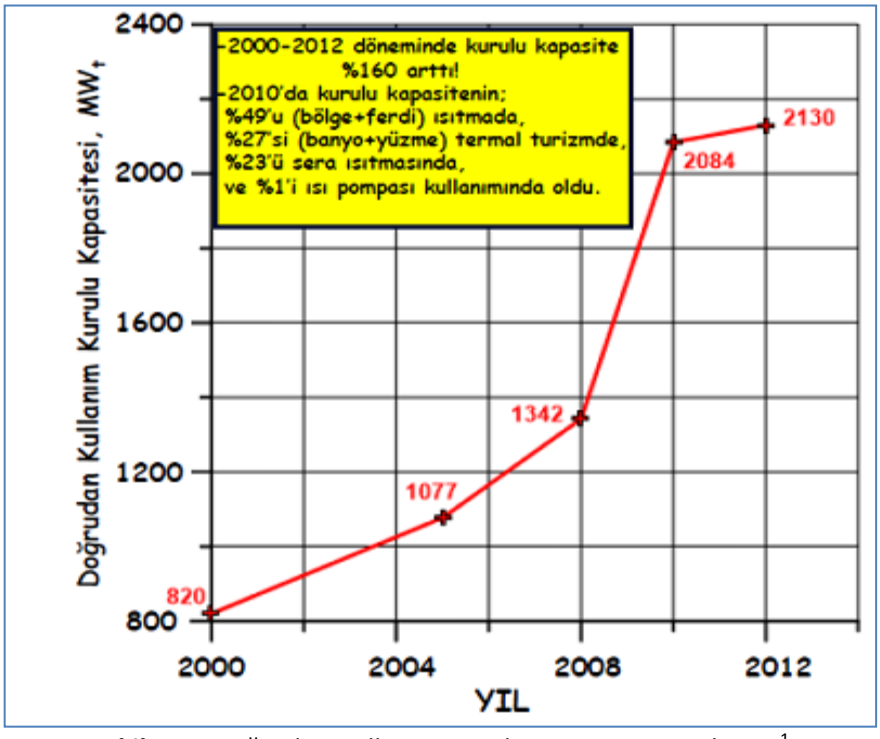
Jeotermal enerji; Türkiye'nin yoğun tektonik hareketliliği nedeniyle önemli bir yerli ve yenilenebilir enerji kaynağıdır. Yurdumuzun jeotermal potansiyelinin belirlenmesi için gerekli araştırmalar ve incelemeler Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü tarafından 50 yıl önce başlatılmıştır. Günümüze kadar MTA tarafından 198 jeotermal alan tespit edilmiş ve yaklaşık 550 sondaj kuyusu açılmıştır.

**Şekil 12.5** Türkiye'de Jeotermal Kaynakların Dağılımı

Ülkemizdeki Jeotermal sahalar (Şekil 12.5.) daha çok Batı Anadolu'da yer almaktadır (Örneğin, Afyon, Aydın, Balıkesir, Bursa, Çanakkale, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa, Muğla, Sakarya, Uşak, Yalova). Jeotermal sahaların %95'i orta ve düşük entalpili sahalar olup, doğrudan kullanıma yani bölgesel konut ısıtılması, seracılık ve kaplıca turizmine uygundur. MTA tarafından en düşük 35°C kuyubaşı sıcaklığına göre ispatlanmış jeotermal ısıl kapasite toplamı 4.078 $MW_t$ düzeyindedir. Yurdumuzun tahmin edilen Jeotermal ısıl gücünün (31.500 $MW_t$) 5 milyon eşdeğer konutun ısıtılmasına yeteceği ifade edilmektedir.

Türkiye jeotermal bölgesel konut ısıtılmasında bilgi, deneyim ve uygulama açısından dünyada önde gelen ülkeler arasındadır.

- Türkiye'de ilk kez 1973'te Denizli-Kızıldere'de Birleşmiş Milletler Kalkınma Planı çerçevesinde 2.000 $m^2$ sera alanında başlatılan jeotermal ısıtma uygulaması bu gün Denizli-Kızıldere,Tosunlar, İzmir-Dikili, Bergama, Balçova, Manisa-Salihli, Urganlı, Kütahya-Simav, Şanlıurfa-Karaali'de 2.3 milyon $m^2$ sera alanını kapsamaktadır
- Yurdumuzda bulunan 260 kaplıca ve benzeri işletmede 2010 yılında 12 milyona yakın ziyaretçi jeotermal enerjiden yararlanmıştır.
- Türkiye'de Kızıldere ve Salavatlı'da işletilen jeotermal santralların yan ürünü olarak toplam 160.000 ton/yıl kapasiteli sıvı karbondioksit ve kuru buz üretim tesisleri kurulmuştur.
- Türkiye'de jeotermal ısı pompası kullanan 15 işletmenin toplam ısıl gücü yaklaşık 38 $MW_t$ dır.




**Şekil 12.6** Doğrudan Kullanım Kurulu Kapasitenin Gelişimi [1]

**Tablo 12.2** Türkiye'de Jeotermal Enerji: Kapasite ve Potansiyel (2012)[3]

| | |
|---|---|
| **Doğrudan Kullanım Kurulu Kapasitesi** | **2 130 MWt** |
| **Elektrik Kurulu Kapasite** | **166 MWe**<br>**(~3300MWt)** |
| **Kullanılan Toplam Jeotermal Kapasite** | **~ 5 400 MWt** |
| **Tanımlanmış Kapasite** | **~7 000 MWt** |
| **Elektrik Potansiyeli**<br>**(25 saha, T>100 $^{o}$C, Tref:100 $^{o}$C) *** | **min: 1.055 MWe**<br>**max: 2.105 MWe** |
| **Isıl Potansiyel**<br>**(97 saha, T<100 $^{o}$C, Tref :15 $^{o}$C) *** | **min: 6.000 MWt**<br>**max: 10.900 MWt** |

*:Başel, 2010

Yukarıdaki sonuçlar mevcut tanımlanmış hidrotermal sahalar içindir. Yeraltı ısı pompaları ve EGS teknolojilerinin kullanılması ve keşfedilmemiş sahaların katkılarıyla kapasite ve potansiyel çok daha yüksek olacaktır.

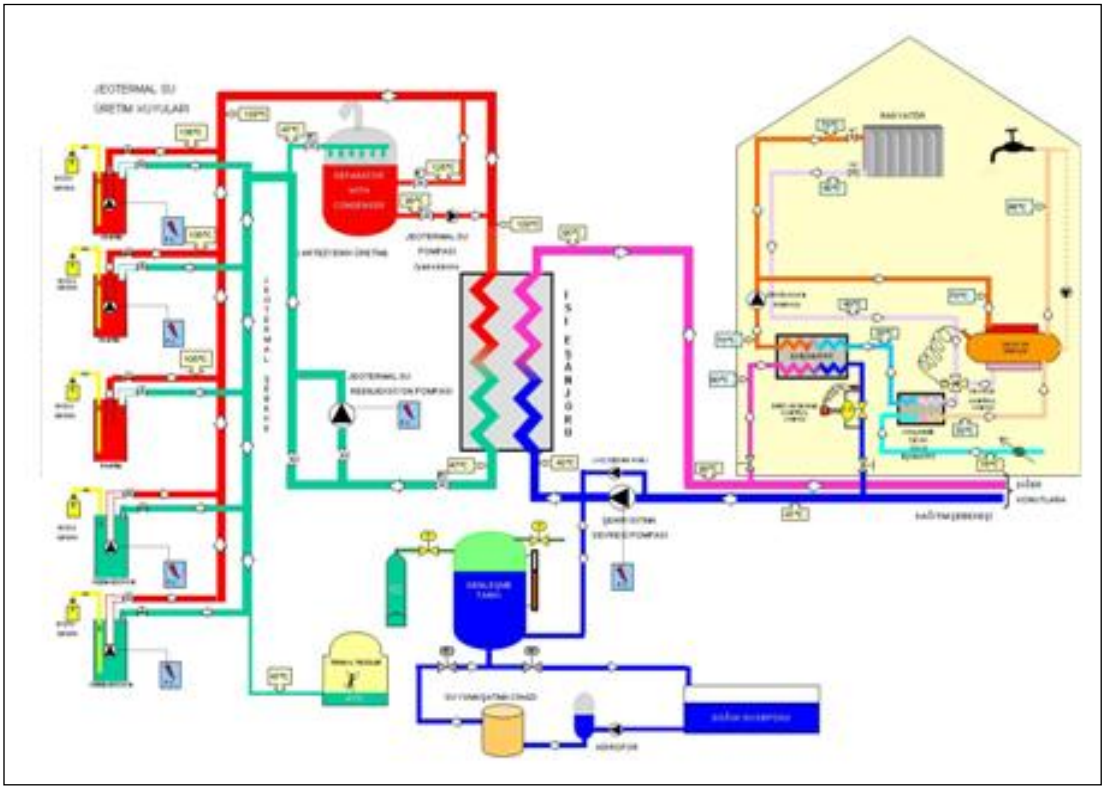
Türkiye'de 2000-2012 arasında %160 artan toplam doğrudan kullanım kapasitesinin uygulamalara göre dağılımında; bölgesel konut ısıtılması %49, yüzme havuzları/kaplıcalar %26, sera ısıtılması %23, Jeotermal ısı pompaları %2 pay almaktadır.

**Jeotermal Bölgesel Konut Isıtmacılığı:**

Türkiye'de Jeotermal enerjinin doğrudan kullanımının yarısını teşkil eden konut ısıtmasındaki uygulama teknolojisi aşağıdaki gibidir.

Üretim kuyularından gelen jeotermal akışkan, içindeki gaz kuyu başı separatörlerinde alındıktan sonra, ısı merkezindeki plaka tipli ısı değiştiricilerine pompalanır. Jeotermal akışkanın ısıl enerjisi ısı değiştiricilerinde temiz şebeke suyuna aktarılır. Jeotermal akışkan re-enjeksiyon kuyularından yeraltına geri basılır. Isıtılan temiz şebeke suyu ise kapalı bir devre içinde bölgedeki konutlara gönderilir. Her bir konutun girişinde bulunan plaka tipli ısı değiştiricisinde şebeke suyunun ısı enerjisi konut içindeki radyatörlerde dolaşan suya aktarılır. Konutlardan dönen şebeke suyu ısı merkezindeki ısı değiştiricilerine geri pompalanır (Şekil 12.7).

[3] Prof.Dr. Abdurrahman Satman TESKON-2013 Sunumu



**Şekil 12. 7** Jeotermal Konut Isıtma Sistemi-İzmir Jeotermal Isıtma Sistemi Akış Şeması[4]

### 12.3 Türkiye'de Jeotermalin Elektrik Üretiminde Kullanımı

Türkiye'de elektrik üretimine uygun yüksek entalpili sahalar: Denizli- Kızıldere, Aydın- Germencik, Manisa-Alaşehir-Kavaklıdere, Aydın-Kuyucak-Pamukören, Manisa-Salihli-Göbekli, Kütahya-Saphane, Çanakkale-Tuzla, Aydın-Salavatlı,Kütahya-Simav, Aydın-Umurlu, İzmir-Seferihisar, Manisa-Salihli-Caferbey, Aydın-Sultanhisar, Aydın-Hıdırbeyli, Aydın-Yılmazköy, İzmir-Balçova, İzmir- Dikili, Aydın-Atça'dır.

Türkiye'de halen işletmede olan jeotermal elektrik santrallerinin toplam gücü 163 MWe'tır. 2013 sonunda devreye girmesi beklenen 4 santralin sağlayacağı 150 MW civarında ek kapasite ile birlikte kurulu gücün 300 MW'ı aşması beklenmektedir. Geliştirilme safhasındaki 59 proje ve yatırımı süren 310 MW ek bir kapasite de mevcuttur.

Tablo 12.3'te geliştirilen ve inşaatı tamamlanmak üzere olan 10 MW'ın üzerinde santrallerin listesi verilmektedir.[5]

[4] DEK- TMK 2011 Enerji Raporu

[5] 2013 Geothermal Power: International Market Overview

**Tablo 12.3** Geliştirilen ve İnşaatı Tamamlanmak Üzere Olan Santrallerin Listesi

| Şirket İsmi | Yer | Devreye Giriş Tarihi | Kurulu Güç |
|---|---|---|---|
| BM Enerji | Aydın-Gümüşköy Gümüşköy | 2013 | 15 |
| Maren Group | Aydın-Hıdırbeyli Hıdırbeyli | | 24 |
| Maren Group | Aydin-Hıdırbeyli Hıdırbeyli | | 44 |
| Alres A.Ş. | Aydın-Nazilli Nazilli | | 10 |
| Çelikler A.Ş. | Aydın-Pamukören Pamukören | 2013 | 45 |
| Menderes A.Ş. | Aydın-Salavatlı Dora III U2 | 2013 | 20 |
| Menderes A.Ş. | Aydın-Sultanhisar Sultanhisar | | 10 |
| Menderes A.Ş. | Aydın-Sultanhisar Sultanhisar | | 34 |
| Menderes A.Ş. | Aydın-Sultanhisar Sultanhisar | | 12 |
| Karley A.Ş. | Aydın-Umurlu Umurlu | | 5 |
| Zorlu Enerjii | Denizli-Sarayköy Kızıldere-2 | 2013 | 75 |
| Menderes A.Ş. | Aydın-Salavatlı Dora III U1 | | 17 |

Kaynak: 2013 Geothermal Power: International Market Overview
(http://geo-energy.org/events/2013%20International%20Report%20Final.pdf )

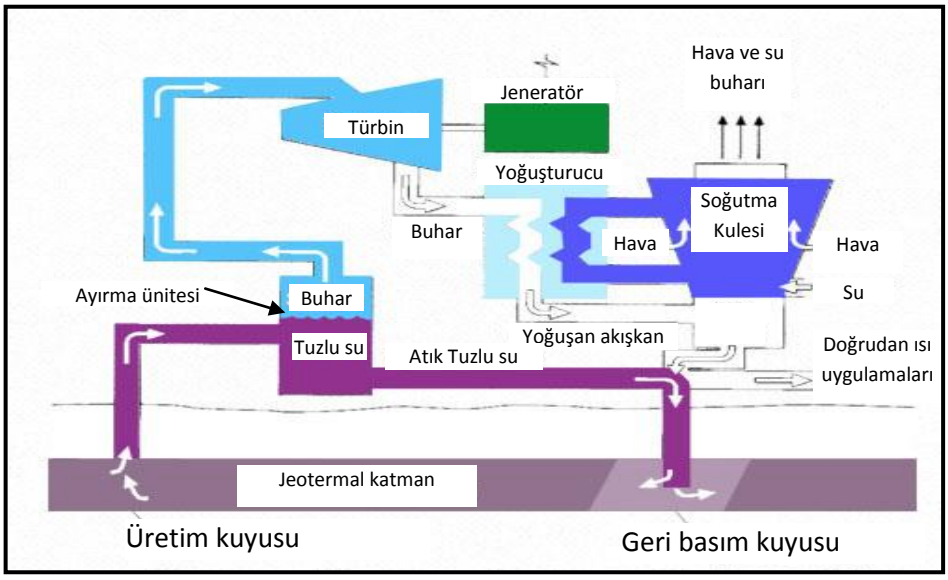
### 12.3.1 Ülkemizde Jeotermal Elektrik Üretiminde Kullanılan Teknolojiler

Doğrudan Buharlaşma- Yoğuşma Çevrimli Jeotermal Santral

Üretim kuyusundan kendi basıncıyla kuyu başı separatörüne gelen jeotermal akışkan burada maruz kaldığı basınç düşümüyle kısmen buharlaşır. Merkezkaç kuvvet etkisiyle doymuş buhar ve doymuş sıvı birbirinden ayrılır. Buhar, türbine gönderilirken, sıvı jeotermal akışkan ise ısıl enerjisinden daha fazla yararlanılmak üzere bir ısıtma sistemine veya bir endüstriyel yahut bir tarımsal uygulama sistemine (kurutma, dericilik, seracılık vb.) iletilebilir. En son re-enjeksiyon aşamasında yeraltına pompalanır (Şekil 12.6).

Buhar türbininden atılan ıslak buhar yoğuşturucuya gönderilir. Buharla birlikte taşınan Karbondioksit ve Hidrojen Sülfür gazları yoğuşma sebebiyle açığa çıkar. Bir kompresör yardımıyla yoğuşturucudan çekilerek bacadan dışarı atılır veya bir karbondioksit fabrikasına gönderilerek sıvı karbondioksit ve kuru buz üretimi yapılır.

Yoğuşturucuda doğrudan ıslak buhar üzerine püskürtülen soğutma suyu aslında yoğuşturucudan bir pompa vasıtasıyla soğutma kulesine basılan ve orada soğutularak vakum sebebiyle yoğuşturucuya geri çekilen jeotermal akışkandır.




**Şekil 12. 8** Doğrudan Buharlaşma- Yoğuşma Çevrimli Jeotermal Santral[6]

Doğrudan buharlaşma-yoğuşma çevrimli jeotermal santrallar genellikle 50 $MW_e$'tan daha düşük kapasiteli santrallardır. Ancak jeotermal kaynağın uygun olduğu yerlerde 100 $MW_e$'a kadar çıkılabilmektedir.

Yurdumuzdaki ilk jeotermal santral olan Denizli-Kızıldere-Sarayköy Santrali doğrudan buharlaşma-yoğuşma çevrimlidir. 1984 yılında işletmeye alınmıştır. EÜAŞ tarafından işletilmekte iken, 2008 yılında özelleştirilerek Zorlu Doğal Elektrik Üretim A.Ş. firmasına satılmıştır. Santralın kuruluş kapasitesi 20,4 $MW_e$, brüt kapasitesi 14 $MW_e$, net kapasitesi 11,2 $MW_e$'tır. Santral, kuyubaşı sıcaklığı ve basıncı 194 - 242 $^oC$ ve 12,8-15,8 bar arasında değişen 9 kuyudan yapılan üretimle çalışmaktadır. Toplam jeotermal akışkan debisi 1.047 ton/saat'tir. Türbin girişinde kuru buhar sıcaklığı 147 $^oC$, basıncı 3,78 bar'dır.

Kuyubaşı seperatörlerinden atılan 147 °C sıcaklıktaki jeotermal suyun bir kısmı 2004 yılından beri Sarayköy Belediyesi'ne bölgesel konut ısıtılması amacıyla, 2008 yılından beri de Bereket Enerji Jeotermal Santrali'ne elektrik üretimi amacıyla verilmektedir. Geri kalan jeotermal sıcak suyun bir kısmı re-enjeksiyon edilmekte,bir kısmı da Büyük Menderes Nehri'ne atılmaktadır. Santralın atık jeotermal suyunda bulunan bor mineralinin Büyük Menderes sulama suyunu olumsuz etkilemesi nedeniyle, önceki yılların kurak geçen aylarında santralın gücü 6 $MW_e$'a kadar düşürülmekte iken, özelleştirilmeden sonra yapılan re-enjeksiyon kapasite artırımı çalışmalarının sonucunda 14 $MW_e$'a çıkartılmıştır.

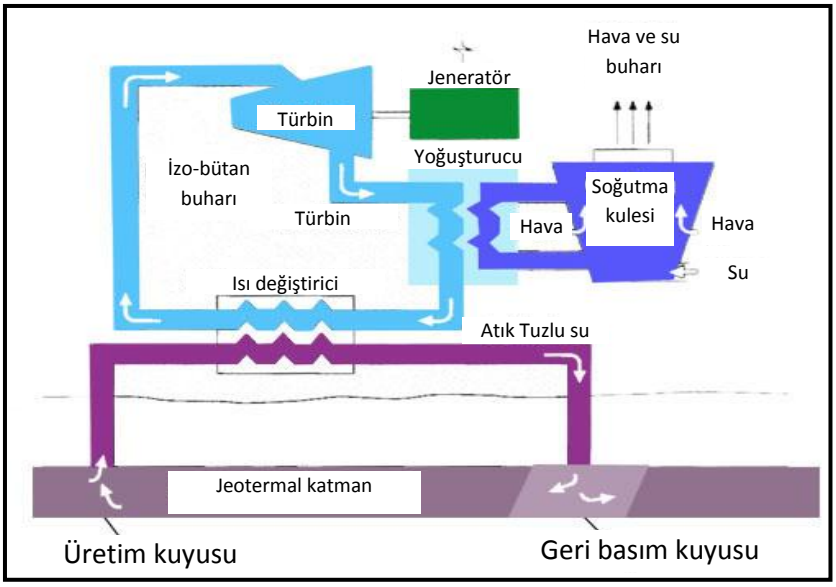
Gürmat Elektrik Üretim A.Ş. tarafından Aydın Germencik-Ömerbeyli jeotermal sahasında kurulan ve Mart 2009'da üretime başlayan 47,4 $MW_e$ brüt gücündeki santral da doğrudan buharlaşma-yoğuşma çevrimli olup, Denizli-Sarayköy santralinden farkı; kuyubaşı seperatörlerinden atılan jeotermal suyun daha düşük basınçta tekrar buharlaştırılarak santralin elektrik gücünde %10-15 artış sağlanabilmesidir.

[6] DEK- TMK 2011 Enerji Raporu

Toplam 2500 ton/saat akışkan debisi 8 adet üretim kuyusundan karşılanmaktadır. 6 adet re-enjeksiyon kuyusu vardır. Kuyuların derinlikleri 965 ile 2432 metre arasında değişmektedir. En yüksek kuyubaşı sıcaklığı 228 °C, buharın türbine giriş noktasındaki sıcaklığı ise yüksek basınç kademesi için 158 °C, alçak basınç kademesi için 102,7 °C dir.

<u>İki Akışkan Çevrimli Jeotermal Santral</u>

Bu sistemde yeryüzüne çıkarılan jeotermal akışkan bir ısı değiştirici vasıtasıyla ısı enerjisini kapalı bir sistemde daha düşük basınç ve sıcaklıkta dönmekte olan bir organik akışkana (izo-bütan, Freon 12, Klea 134a, n-pentan vb.) aktarır. Aktarılan ısı ile buharlaşan organik akışkan türbin-jeneratörü çevirdikten sonra yoğuşturulur ve ısı değiştiricisine sıvı fazda geri döner. Bu sistemde kullanılan jeotermal akışkan ise enerjisini organik akışkana aktardıktan sonra yeraltına geri basılır (Şekil 12. 7).




**Şekil 12. 9** İki Akışkan Çevrimli Jeotermal Santral[7]

Menderes Jeotermal Elektrik Üretimi A.Ş. tarafından Aydın-Sultanhisar-Salavatlı Jeotermal Sahası'nda kurulan 8,5 $MW_e$ gücündeki İki Akışkan Çevrimli DORA-1 Jeotermal Elektrik Santrali 2006 yılında işletmeye alınmıştır. Kuyubaşı sıcaklığı 168 °C olan iki adet üretim kuyusu ve bir adet re-enjeksiyon kuyusu vardır.

Kuyubaşı seperatörlerinde elde edilen jeotermal sıcak su ve buharı ayrı ısı değiştiricilerine girerek türbini döndürecek olan ikincil n-pentan organik akışkanını ısıtarak buharlaştırır. Jeotermal akışkanın sıcaklığı 78°C ye kadar düştükten sonra re-enjeksiyon kuyusuna pompalanır.

Menderes Geothermal Elektrik Üretimi A.Ş. tarafından 2010 yılında işletmeye alınan ve İki Akışkan Çevrimli olan DORA-2 Jeotermal Enerji Santrali 9,5 $MW_e$ kurulu güce sahip olup Salavatlı jeotermal sahası içerisindeki DORA-1 santralinden 4 km uzaklıktadır.

[7] DEK- TMK 2011 Enerji Raporu

Kızıldere Jeotermal Sahası'nda, Bereket Jeotermal Enerji Üretim A.Ş. tarafından 2008 yılında işletmeye alınan 6,85 $MW_e$ kurulu gücündeki santral da İki Akışkan Çevrimlidir.

Bu santralde, yakınında bulunan Zorlu Enerji firmasına ait Doğrudan Buharlaşma-Yoğuşma Çevrimli Jeotermal Santralın kuyubaşı seperatörlerinden atılan 147$^{o}$C sıcaklıktaki jeotermal akışkandan yararlanılmaktadır. İkincil organik sıvı n-pentandır. Santralden atılan jeotermal akışkan Sarayköy Bölge Isıtma Sistemine ait plaka tipli ısı değiştiricilerine gönderilmektedir. Burada 50 °C sıcaklığına düşen jeotermal akışkan re-enjeksiyon hattıyla rezervuara geri basılmaktadır.

## 12.4 Jeotermal Enerji Ekipmanlarının İmalat Durumları

### 12.4.1 Jeotermal Elektrik Üretiminde Maliyetler ve Kullanılan Temel Ekipmanlar

Ülkemizdeki tek jeotermal enerji santrali ( Denizli- Sarayköy) kamu yönetiminde çalışmaktayken, 2006 yılında özel sektörün kurduğu DORA-1 (8.50 MWe) santralının işletmeye alınması ve jeotermal enerjinin görünür potansiyeli yatırımcıları hareketlendirmiştir. 2012 yılı sonunda toplam 162,2 MWe kurulu gücü olan 9 adet jeotermal santral projesi, 2013 Kasım ayı sonu itibarı ile tamamlanan projelerle sayısı 13'e çıkmış ve kurulu güç 310,8 MWe'ye ulaşmıştır.[8] Jeotermal yatırımları düzenli şekilde artarak devam etmektedir.

Toplam maliyet: 3500-6000 $/ MW, 10.5 cent / kWh, 8700 Saat / yıl = 870.000 $/ yıl basit hesabıyla 4-7 yılda geri ödeme gerçekleşmektedir. Aşağıdaki proje maliyet kalemlerini tek tek ilave ettiğimizde toplam maliyet 6000 $ / MW'ları geçebilmektedir.

Projelerde gerçekleşen maliyet kalemleri :

1. Ruhsat bedeli (1000 – 1500 $/ MW)
2. Rezervuar kuyu delme maliyeti (1000 – 1500 $ / MW)
3. Organik rankin çevrimi (ORC) ekipmanları (ithal) ( 1000 – 1500 $ / MW )
4. Santral – kuyu arası yer alanı İşler ( BOP) ( 500 – 1000 $ / MW )
5. Devreye alma giderleri (100 – 500 $ / MW)

A. Elektrik üretiminde kullanılan Organik Rankin Çevrimi (ORC) ekipmanları:

- Türbin
- Jeneratör
- Shell &Tube (boru-kazan) ısı değiştiriciler
- Soğutma kulesi (ACC)
- Kontrol vanaları
- Pompalar

Tüm Rankin Çevrimi (ORC) ekipmanları ithal edilmektedir. Bu ekipmanlar özellikle ORMAT (İsrail ), TAS (USA), Atlas COPCO gibi firmalar tarafından üretilmektedir.

B. Santral ile kuyular arasında yer alan işler (BOP):

[8] TEİAŞ istatistikleri

1. Mekanik mBOP
2. Elektrik eBOP
3. İnşaat cBOP

Sadece mekanik BOP kapsamındaki kısımda GATE Vanalar, Booster Pompalar, Reenjeksiyon Pompaları, Basınçlı Kaplar (Seperator, Akümülasyon Tankları v.b.), Borular, Takviyeler yerli imalat yapılabilmektedir.

Elektrik BOP kapsamında bulunan Trafolar, FC Sürücüler (VSD), Kontrol (PLC, Enstrüman v.b) ithal edilmektedir.

Gerek ORC ve gerekse BOP tarafında gerekli bilgi ve mühendislik birikimi düzeyi yeterlidir. Ancak santrallerin teslim takvimleri, kullanılabilirlik (yıllık çalışma saati), performans garantisi ( %10.5-11.4 Termal verim) ve güvenilirlik ithal ürünlerin tercih edilmesine sebep olmaktadır. ORC üreticilerinin de hem ülkemizde gelişen jeotermal dinamiklerine ayak uyduramaması hem de yüksek maliyet kaygıları son projelerde iş teslim sürelerini çok ciddi bir şekilde etkilemiştir. 1 MW bir santral için YEKDEM ile 10.5 cent satış fiyatı yıllık 870.000 $ getiri beklentisi hızlı üretilen projelerin günlük 2525 $/gün kayıpları bazı projelerde 6 -7 ayları (500.000 $) bulmuştur.

İşlerin BOP kısmında ACC ve çelik imalatları zaten Türkiye'deki yabancı firmalar ile (SPIG)belli bir noktaya getirilmiştir. ORC yapısında işin daha çok belirli bir satıcı firma listesinde yer alan firmalardan malzemelerin alınıp, türbin, jeneratör, acc, kontrol vanası, pompalar, ısı değiştiriciler, lube oil sistemleri, basınçlı hava, motive fluid vb. sistemlerin bir ''proje yönetimi'' anlayışıyla Türkiye'de birleştirilmesi işidir. Bir çok ekipmanın muadili ya da partnerleri ile çalışma isteği pazara hakim olmaktadır.

**12.5 Jeotermal Isı Enerjisinde Kullanılan Temel Ekipmanları**

- Ülkemizde yapılabilecekken yurt dışından gelen en önemli parça hava soğutmalı ikincil akışkan kondenserleridir.
- Pompalar konusunda: iki akışkanlı sistemlerde sıvı fazın pompalanması için yerli pompalar kullanılmaktadır. İkincil akışkan pompaları santral ekipmanı yapan firma tarafından verildiği için daima yurtdışından gelmektedir. Reenjeksiyon pompaları daha önceleri santral paketi içinde geliyordu, artık VANSAN firması tarafından yerli olarak üretilmekte ve yatırımcılar tarafından tercih edilmektedir.
- Sistemde kullanılan CTP ve Çelik borular yurt içinde üretilmektedir. İZOBOR, YALÇIN, ZTF firmaları üretim yapmaktadır.

**Jeotermal Enerji Ekipmanlarının Yurt içinde Üretiminin Değerlendirilmesi** :

Enerji ekipmanlarının yerli imalatının gelişmesi için yatırımcının Ar-Ge çalışmaları desteklenmelidir. Vergi teşvikleri, KDV indirimi veya muafiyeti, ihracatta kolaylık sağlanmalıdır. Çelik imalatı , vanalar, boru benzeri yerli yerli ürünlerin ACC, fan ve motorları, trafolarının üretimleri için ilk etapta gerekli destek verilmeli. Düşük sıcaklıklar (> 140 °C)için yapılacak Ar-Ge projelerinin desteklenmeli.

**Kaynaklar**

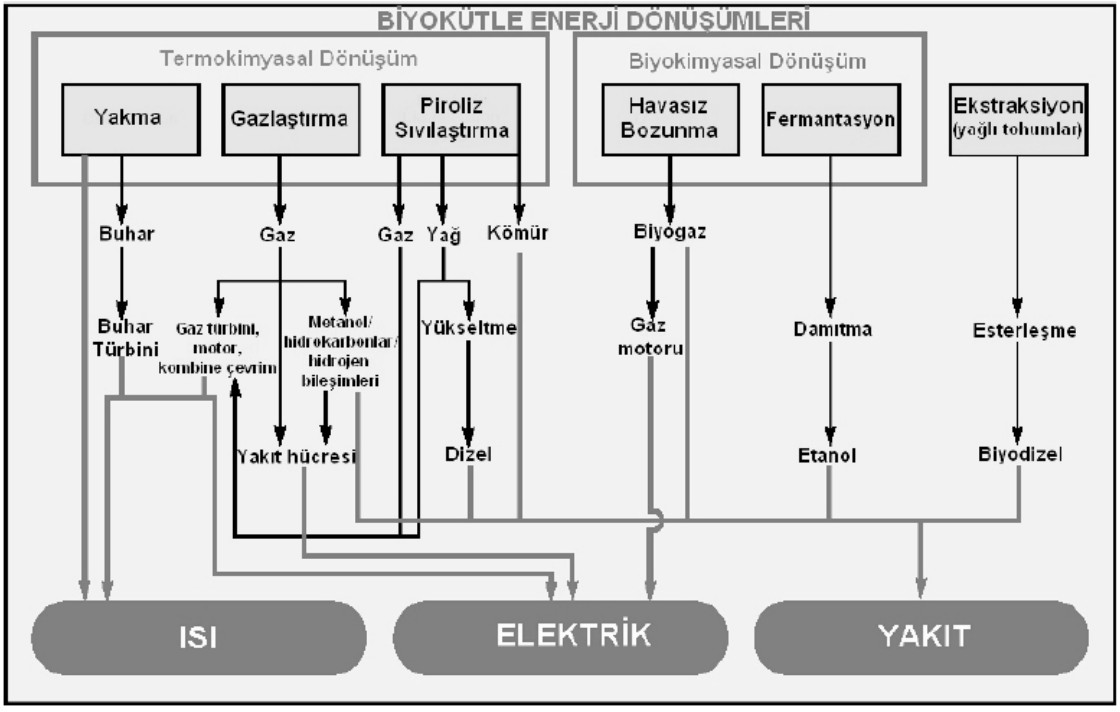
1. Prof.Dr. Abdurrahman SATMAN – TESKON-2013 Sunumu
2. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEK-TMK)
3. Cihan Çanakcı- Mak.Yük.Müh.POZİTİF Enerji Müh. Ltd.Şti.
4. Prof.Dr. A. Orhan YEŞİN DEK-TMK
5. Özden ERTÖZ - VANSAN

# 13. BİYOKÜTLEYE DAYALI ELEKTRİK ÜRETİMİ İÇİN MAKİNA VE EKİPMANLAR

## 13.1 Biyokütle Enerjisi için Genel Çerçeve

Yakın bir geçmişe kadar az gelişmiş ülkelerin enerji tüketiminde büyük paya sahip olan ve genellikle doğrudan yakma sonucu elde edilen biyokütle enerjisi, günümüzde modern teknoloji kullanılarak üretilen, gelişmiş ülkelerin enerji portföyünde yer bulan ve ciddi politikalarla yaygınlaştırılmaya çalışılan, çevre dostu, stratejik bir enerji kaynağıdır. Hayvansal ve bitkisel atıklar, ormancılık ve orman sanayi ağaç atıkları, gıda ve kağıt endüstrisi kalıntıları, belediyelerin yeşil kalıntıları, kanalizasyon çamuru, yıllık kısa rotasyonlu ağaçlıklar, şekerli, nişastalı ve yağlı tohumlu bitkiler, enerji bitkileri biyokütle kaynağıdır.

Biyokütle doğrudan yakıt olarak kullanılabilir ya da kimyasal ve termokimyasal işlemlerden geçirilerek sıvı ve gaz ürünlere dönüştürülebilir (Şekil 13.1). Diğer bir deyişle, biyokütle tabanlı hammaddelerden elektrik, ısı ve ulaştırma yakıtı üretmek mümkündür. Bu özelliği nedeniyle biyokütle; diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından farklıdır. Ayrıca biyokütle enerjisi kırsal kesimin ekonomisini geliştiren tek kaynaktır. Bu özelliği nedeniyle, ABD ve AB ülkelerinde kırsal kalkınma politikalarıyla birlikte değerlendirilmektedir.




**Şekil 13.1** Biyokütle Enerji Dönüşüm Teknikleri (Karaca 2009)

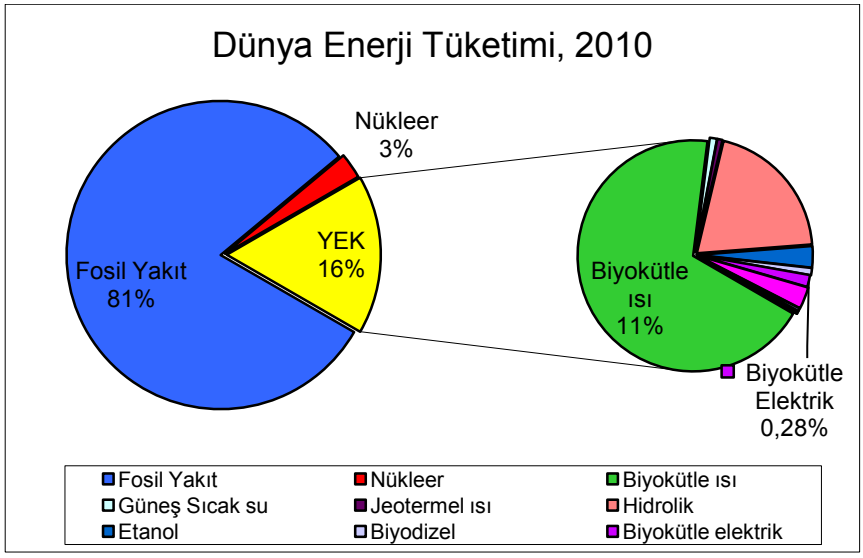
Bununla birlikte gıda ve yem dengesi bozulmadan ve gıda dışı hammaddelere öncelik ve ağırlık vererek, gıda hammaddeleri üretimi için kullanılmayan ve biyoçeşitlilik özelliği olmayan alanlardan elde edilecek biyoyakıtların sektörde yer almasına özen gösterilmelidir.

Biyokütle enerjisi; tarımsal yetiştiriciliğe dayalı olduğu için yenilenebilir, çevre dostu, yerli ve yerel bir kaynak olarak önem kazanmaktadır. Fotosentez yoluyla enerji kaynağı olan organik maddeler

sentezleşirken, tüm canlıların solunumu için gerekli olan oksijeni de atmosfere verir. Üretilen organik maddelerin yakılması sonucu ortaya çıkan $CO_2$ ise, daha önce bu maddelerin oluşması sırasında atmosferden alınmış olduğundan, biyokütleden enerji elde edilmesi sırasında çevre, $CO_2$ salınımı açısından korunmuş olacaktır.

### 13.2 Sektörün Dünyada ve Ülkemizdeki Görünümü

2010 Yılı verilerine göre dünyada tüketilen enerjinin %81'ini fosil yakıtlar, %16'sını yenilenebilir kaynaklar, %3'ünü de nükleerden elde edilmiştir. Yenilenebilir kaynaklar içerisinde en büyük pay % 11 ile biyokütleden üretilen ısı enerjisine aittir. Bunu %3,3 payla hidrolik enerji izlemektedir. Biyokütleden elde edilen elektriğin payı %0,28 olarak 2010 yılı kayıtlarına geçmiştir (Şekil 13.2) (REN21).




**Şekil 13.2** Dünya Enerji Tüketiminin Birincil Kaynaklara Göre Dağılımı, 2010

2013 yılında yayımlanan Uluslararası Enerji Ajansı verilerine göre, 2010 yılında 280 TWh elektrik enerjisi biyokütleden elde edilmiştir. Ayrıca aynı dönemde, sanayide kullanılan 8 EJ ısı enerjisi de biyokütleden üretilmiştir. Diğer yandan dünya nüfusunun yaklaşık %39'u olan 2,7 milyar insan yemek pişirmek için geleneksel yöntemlerle biyokütle enerjisinden yararlanmaktadır.

AB 2020 yılında enerji tüketiminin %20'sini yenilenebilir enerjiden karşılamayı hedeflemektedir. Bu hedef, 2008 yılının Aralık ayında yayımlanan Yenilenebilir Enerji Direktifinde de yer almakla birlikte; aynı zamanda yenilenebilir enerji kaynağı olarak biyoyakıtların sürdürülebilirlik kriterleri çerçevesinde üretilmesini ve/veya ithal edilmesini şart koşmaktadır. Bu koşuldan hareketle AB Komisyonunda; 2008 yılından bu yana biyoyakıtların sertifikalandırılması üzerine yapılan çalışmalar tamamlanmış ve Avrupa Birliğine üye ülkelerde biyoyakıtların çevreye zarar vermeden üretilmesi ve ithal edilmesini sağlayacak olan "Sürdürülebilirlik Kriter Paketi"; 10 Haziran 2010 tarihinde Komisyon tarafından kabul edilmiştir.

AB Sürdürülebilirlik Kriter Paketine göre, fosil yakıtlara nazaran %35 sera gazı tasarrufu sağlayan biyoyakıtlar sertifikalandırılacaklardır. Sera gazı tasarruf değeri 2017 yılında %50, 2018 yılında %60

olarak uygulanacaktır. Öte yanda, gıda amaçlı tarım arazilerinde ve biyoçeşitliliği yüksek alanlarda yetiştirilen biyoyakıt hammaddelerinden üretilen biyoyakıtlara sertifika verilmeyecektir. Sertifikası olmayan biyoyakıtlar AB biyoyakıt pazarında yer bulamamaktadır. Ayrıca, ithal edilen biyoyakıtlarda da sertifika aranmaktadır.

AB ülkelerinde biyokütle enerjisi ticareti çok büyük bir pazar olarak ortaya çıkmaktadır. Günümüzde Avrupa Birliği kapsamında enerji tüketiminin % 2-3'ü biyokütleden karşılanmakta olup bazı AB ülkelerinde biyokütlenin payı % 10-22 düzeyine (Finlandiya % 22 ile dünya lideri olan ülke) kadar çıkmaktadır.

ABD, Kanada ve AB ülkeleri 2050'li yıllarda ülke enerji gereksinimlerinin % 25-50'sini biyokütleden sağlamak için ABD de 100 milyon hektar, Kanada'da 40 milyon hektar ve AB ülkelerinde ise 20 milyon hektar alan modern enerji ormanlarının ve enerji bitkilerinin yetiştirilmesi için ayrılmıştır. 2020 yılında modern biyokütle enerji üretiminin ABD'de 235-410 MTEP, Almanya'da 11-21 MTEP, Japonya'da 9-12 MTEP olması planlanmıştır. Oysa, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın Türkiye için 2020 yılına kadar uzanan planlama ve projeksiyonlarında modern biyokütleye hiç yer verilmemektedir.

Diğer yandan biyogaz konusunda ülkemizdeki profesyonel çalışmalar 1980 yılında Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı bünyesinde başlamış olmasına rağmen, sürdürülememiştir. Vizyon 2023'e göre, modern biyokütle alanında 2005 itibarıyla başlaması planlanan çalışmalar çerçevesinde, 2010 Yılı'na kadar biyokütle gazlaştırma araştırmaların yapılması ve pilot tesislerin kurulması, 2018 yılında küçük (1-3 MW) ve orta (5-10 MW) ölçekli biyokütle gazlaştıran kojenerasyon tesislerinin kurulması öngörülse de bu güne kadar planlanan uygulamada gelişme kaydedilememiştir (AR, 2011) .

Yine Vizyon 2023'e göre, 2009 yılında organik atıkların bertaraf edilmesi amacıyla evler için 20 $m^3$ metan/ton organik madde kapasiteli anaerobik çürütme reaktörlerinin tasarlanması, 2012'de, gazı ısı enerjisine dönüştüren reaktörlerin tasarlanması, 2014'te ise elde edilen gazı elektrik enerjisine dönüştüren reaktörlerin tasarlanması öngörülmektedir. 2016 yılında ise gazın temizlenerek hidrojen gazı elde edilmesi ve 2018 yılından sonra biyokütleden de elde edilebilen hidrojen teknolojisinin taşıtlarda uygulanması beklenmektedir (AR, 2011).

### 13.2.1 Biyogaz

Dünyada modern biyogaz tesislerinin sayısı 10.000'inin üzerindedir. Bunlardan %80'inin kapasitesi 500 kW ve aşağısındadır. Son günlerde 500 kW ve üzeri 590 yeni tesis kurulmuş, 130 tesis ise kurulum aşamasındadır. Ayrıca 260 tesisin planlaması yapılmıştır. Önümüzdeki 5 yıl içerisinde sektörün % 60 büyüyeceği tahmin edilmektedir. AB'nde özellikle biyogaz sektörü hızla büyümektedir. Almanya, İngiltere, İtalya, İspanya, Fransa, Hollanda, Avusturya ve Danimarka önemli üretici ülkelerdir.

Almanya'da 11.000 kişinin istihdam edildiği sektörde, 2020 yılında elektrik tüketiminin %20'sinin yaklaşık 85 milyar kWh'nin biyogazdan karşılanması hedeflenmektedir.

İsveç'te 15 yılı aşkın süredir biyogaz, doğal gazın kullanıldığı her alanda (elektrik, ısı, ulaştırma yakıtı) kullanılmakta ve 2020 yılında doğalgazdan tamamen vazgeçilerek biyogaz kullanımına

geçilmesi hedeflenmektedir. 2005 yılından beri trenlerde biyogaz kullanan İsveç'te, araçların 2/3'ü biyogaz ile çalışmaktadır.

### 13.2.2 Gazlaştırma

2020 yılında dünyada 3500 gazlaştırma tesisinin işletmede olması beklenmektedir. Önümüzdeki 8 yıl içerisinde sektör büyüklüğünün %50 artacağı öngörülmektedir. Dolayısıyla bugün 37,5 GW olan gazlaştırma tekniği ile elektrik üretim kapasitesi 2020 yılında 55 GW'a ulaşacaktır.

### 13.2.3 Çöp Gazı

Günümüzde dünya çapında yılda 255 milyon ton çöpün işlendiği 2.200 çöp santralı bulunmaktadır. Diğer yandan tehlikeli atıkların işlenerek elektrik üretildiği insenerasyon tesislerinin sayısı ise 1.150 adettir.

## 13.3 Ülkemizde Biyokütle Sektörü

2011 yılında dünyada 32,2 milyar TEP enerji üretilmekle birlikte ülkemizde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının resmi verilerine göre 2011 yılında 114.480 TEP enerji tüketilmiştir. Bunun %3'ünün biyokütle kaynaklarından elde edildiği kayıtlara geçmiştir. Diğer yandan ülkemizde 2012 yılında elektrik üretimi 242.000 GWh olmuş bunun %0,28'sinin üretiminde biyokütle kaynakları kullanılmıştır. EPDK verilerine göre 2011 yılında ülkemizde toplam kurulu gücü 22,34 MW olan 14 biyogaz tesisi, kurulu gücü 16,43 MW olan 5 biyokütle tesisi, toplam kurulu gücü 120,02 MW olan 9 adet çöp gazı tesisi bulunmaktadır. 2012 yılı sonunda biyogaz tesislerinin sayısı 18'e çıkmış, kurulu güç 103,33 MW olarak kaydedilmiştir. Bunlara ilaveten 2013 yılında, EPDK tarafından, toplam yaklaşık 23 MW'lık biyokütle üretim tesisine elektrik üretim lisansı verilmiştir.

Biyokütle enerjisinin potansiyeli biyokütle kaynaklarının potansiyeli ile ilişkilidir. Biyokütle kaynakları daha önce de söz edildiği gibi tarımsal ve hayvansal atıklar, odun ve orman atıkları, organik sanayi atıkları, organik evsel atıklar, enerji bitkileri vb'dir.

Ülkemizde son bir kaç yıldır yapılan sayılı çalışmaların dışında biyokütle, klasik yöntemlerle tüketilerek heba edilmektedir. Odun ve tezek doğrudan yakılarak tüketildiği için orman varlıklarımız zarar görmekte, organik tarım için elzem olan gübreden yoksun kalınmaktadır. Modern biyokütlenin gelişmesi ile bu olumsuzlukların önüne geçilecektir.

Ülkemizde, Orman Genel Müdürlüğünün resmi sitesinde yer alan bilgilere göre 2010 yılında orman varlığımız 21,6 milyon ha'dır. Ormanlarımızda ağırlıklı olarak kızılçam, karaçam, kayın ve göknar ağaçları yer almaktadır. Ormanlarda kesimi yapılan ağaçların % 25'i atık olarak kalmaktadır. Dolayısıyla bakımı yapılan, gençleştirilen ormanların atıklarının yanı sıra doğal yollarla oluşan atıklarla birlikte ciddi bir orman atığı potansiyelimiz bulunmaktadır.

Türkiye topraklarının %27,7'si tarımsal alandır. Diğer bir deyişle Türkiye'de toplam işlenen tarım alanı 21,7 milyon hektar olup bunun 16,5 milyon hektarı ekili alandır. Ülkemize özgü tarım deseni dikkate alınarak hesaplanan Türkiye'nin tarıma dayalı bitkisel atıklarının yıllık 50-65 Mton civarında olduğu tahmin edilmektedir.

Kümes hayvanları, küçükbaş ve büyükbaş hayvan dışkıları, kesimhane atıkları değerli biyokütle kaynaklarıdır. TÜİK, FAO ve Tarım Bakanlığı verilerine göre 2010 yılında 11, 4 milyon büyükbaş, 29,2 milyon küçük baş ve 238 milyon kümes hayvanı varlığımız bulunmaktadır. ETKB raporuna göre 1 büyükbaş hayvan yılda 3,6 ton, bir küçük baş hayvan 0,7 ton, 1 kümes hayvanı 0,022 ton yaş gübre üretmekte ve 1 ton sığır gübresi 33 $m^3$ ,1 ton koyun gübresi 58 $m^3$, 1 ton kümes hayvanı gübresi 78 $m^3$ biyogaz oluşturmaktadır. Basit hesapla ülkemizdeki yıllık hayvan dışkısı biyogaz teorik potansiyelinin büyüklüğü 2608 milyon $m^3$ biyogaza eşdeğerdir. 2608 milyon $m^3$ biyogazdan 12.000 GWh elektrik üretimi mümkündür.

Ülkemizde kırsal kesimde ilkel yöntemlerle beslenen küçükbaş ve büyükbaş hayvan sayısı yıldan yıla azalırken; çiftliklerde çok hayvanlı besi hayvancılığı hızlı bir artış göstermektedir. Aynı şekilde çok sayıda kümes hayvanının bir arada beslendiği tavuk çiftlikleri de hızla artmaktadır. Bu durum ise hayvan atıklarından daha büyük tesislerde biyogaz üretimini daha ekonomik hale getirecektir.

Ülkemizde biyokütleden enerji üretimi sektörü; başta Ankara, İstanbul, Bursa, Kayseri, Gaziantep, Samsun vb. şehirlerimiz olmak üzere; çöpten biyogaz üretimi, bazı sanayi tesisleri ve belediyelerin atık su ve çamurlarından biyogaz üretimi, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Bakanlığı tarafından Anadolu'nun farklı yörelerinde yürütülen gazlaştırma örnek uygulama projeleri ve özel sektörde yürütülmekte olan sayıları az da olsa nitelikli biyogaz projelerinden oluşmaktadır. 22,6 MW'lık elektrik üretim kapasitesine sahip olan Ankara-Mamak çöplüğünden elde edilen elektriğin yanı sıra oluşan atık ısı, çöplük arazisinde kurulan seralarda kullanılmaktadır. Ayrıca toplamda 2.000 $m^2$'ye tamamlanacak havuzlarda verimli bir biyoyakıt hammaddesi olan algler (su yosunu) yetiştirilmektedir.

TÜBİTAK-MAM tarafından İzmit Büyükşehir Belediyesi ortaklığı ile kurulan, küçük ve büyük baş hayvan atıkları ile park ve bahçe atıklarından üretim yapan 330 kW'lık biyogaz tesisi, Konya Şeker tarafından Beyşehir'de kurulan ve patates atıklarıyla çalışan 700 kW'lık biyogaz tesisinin yanı sıra Sütaş'a ve İlci Tarım'a ait tesisler de ülkemizde biyogaz sektörüne öncülük eden tesisler olmuştur.

Türkiye'de, çam ve meşe atıklarının, buğday, arpa, mısır ve pamuk ürünleri atıklarının ve diğer biyokütle kaynaklarının yıllık toplam enerji değerinin yaklaşık 10.000 MWe civarında olduğu belirlenmiştir. Türkiye bir tarım ülkesidir ve tarımsal atıklar önemli biyokütle kaynakları olarak Türkiye'nin biyokütle kaynak hanesinde yerini almalıdır. Ayrıca hızlı yetişen ağaçlardan oluşan enerji ormancılığı, enerji bitkileri ve enerji tarımı planlanmalıdır.

Enerji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından ülkemizin biyokütle atlasının çıkartılması çalışmaları devam etmektedir. Ayrıca Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yürütülen projeler aşağıda verilmiştir.

**Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Tarafından Biyokütle Kaynaklı Enerji Elde Edilmesi Konulu Yürütülen Projeler**

Bu projeler, Enerji Genel Müdürlüğü tarafından "Müşteri Kurum" olarak başvuruda bulunulan ve kabul edilen "1007-TÜBİTAK Kamu Kurumları Araştırma ve Geliştirme Projelerini Destekleme Programları" kapsamında yürütülmekte olan projelerdir.

**Biyokütle ve Biyokütle/Kömür Karışımlarının Dolaşımlı Akışkan Yatakta Yakma Teknolojilerinin Geliştirilmesi Projesi:**

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen bu projede amaç, ülkemizdeki ulusal kaynakları enerji üretiminde daha fazla kullanabilmek, düşük kalorili linyit kömürlerimizi biyokütle ile beraber yakarak kısa ve orta vadede bu kaynaklardan temiz enerji üretiminin artmasını sağlayacak yöntemleri geliştirmektir. Bu amaca yönelik olarak, düşük kalorili yakıtların/atıkların yakılması ve enerji üretimi için en uygun teknoloji olan "Dolaşımlı Akışkan Yatakta Yakma" (DAY) teknolojisini geliştirilmesi, bu sistemin yaygınlaşmasına yardımcı olunması, biyokütle ve linyit kömürlerinin beraberce yakıldığı DAY teknolojisinin ülkemizde geliştirilmesi ve bu konuda gerekli AR-GE çalışmalarının yapılması hedeflenmektedir.

**Biyokütle ve Kömür Karışımlarından Sıvı Yakıt Üretimi**

Bu projede, ülkenin sürdürülebilir kalkınması ve enerji güvenliği açısından yaygın ve ulusal kaynağı olan kömür ve biyokütle karışımları kullanılarak, daha ekonomik, daha verimli, daha temiz ve çevre dostu sıvı yakıt üretimi; yüksek verimlilikte ayrıklaştırılmış ve merkezi santrallar için uygulanabilir teknolojilerin geliştirilmesi, sonuçların pilot ölçekte uygulanması amaçlanmıştır. Proje kapsamında kömür ve biyokütle karışımlarından sentez gazı elde ederek sıvı yakıt üretimi, sentez gazının gaz motorunda kullanılmasıyla elektrik üretimi, ısı üretimi/kazanımı, $CO_2$ tutma konularında çalışmalar gerçekleştirilecektir.

### 13.4 Biyokütle Kaynaklı Enerji Üretim Uygulamaları ve Ekipmanlar

Biyokütle enerjisi ile ısınma, pişirme ve elektrik üretimi şebekeye bağlı veya şebeke dışı kullanımlarla uygulamadadır. Biyokütlenin kömür ile birlikte yakılması, kömür-biyokütle briketlerinin yakılması da seçenekler arasındadır. Biyokütle kaynakları gerek doğrudan yakma, gerek dolaylı yakma (gazlaştırma), kojenerasyon (birleşik ısı-elektrik üretimi-CHP) ve trijenerasyon (birleşik ısı-soğuk-elektrik üretimi) teknolojisine çok uygundur.

Şebekeye bağlı biyoelektrik üretiminde, biyogaz santralları, büyük ölçekteki biyokütle gazlaştırıcıları ve yakma sistemleri kullanımdadır.

Orman ve tarım atıklarını çevreye zarar vermeden ve yakmadan bertaraf etmenin en verimli ve ekonomik yolu gazlaştırma işlemidir. Gazlaştırma özellikle kömür, biyokütle ve katı atıkların kontrollü hava ile katı halden gaz haline dönüştürme işlemidir. Gazlaştırma, gazlaştırıcıda atmosferik, vakum veya basınç altındaki koşullarda gerçekleşir ve üretilen ürün syngaz olarak adlandırılan CO ve $H_2$ karışımıdır. Üretilen gaz temizlenir ve hava ile yakılarak enerji üretilir. Yakmaya göre daha verimli olan gazlaştırma teknolojisinde daha az karbondioksit ($CO_2$) emisyonu, daha az katı yakıt kullanımı söz konusudur.

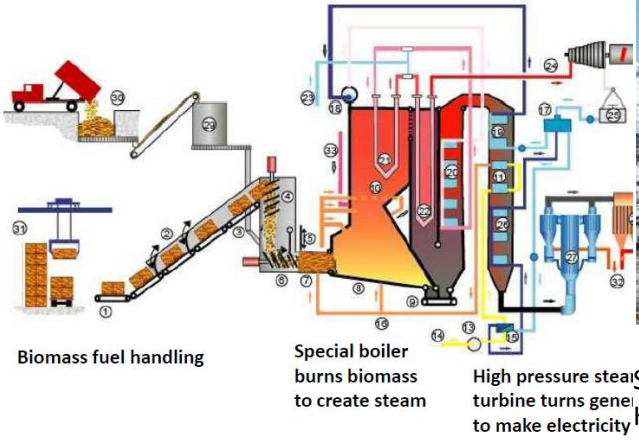
Biyoelektrik üretiminde diğer bir önemli hammadde belediye atıkları (çöp) ve bazı sanayilerin organik atıklarıdır. Çöpün biyobozunur kısmı, diğer deyişle, çöpten metalik, plastik, elektronik, cam vb. bölümlerin ayrılmasından sonra kalan yenilenebilir kısmı, biyoyakıt teknolojisi için önemli bir hammaddedir.

Yenilenebilir çöpten:

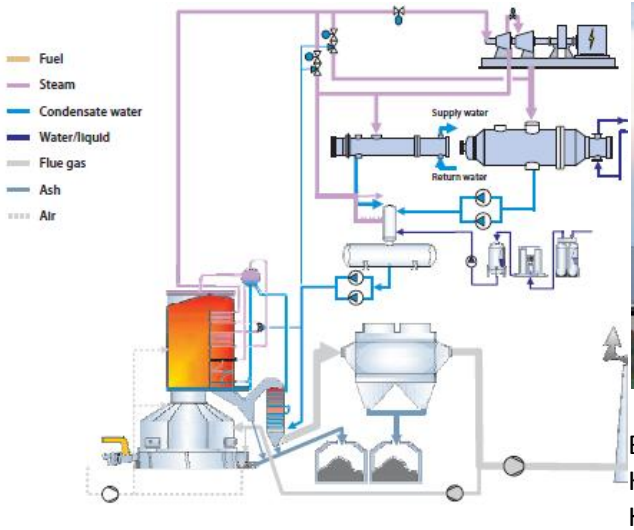
- Yakma
- Gazlaştırma
- Piroliz
- Fermentasyon (biyogaz, biyoetanol vb)
- Plazma teknolojileri ve
- Çöp gazı-Deponi gazı eldesi ile enerjiye geçilmektedir.

Dünyada genel eğilim çöpten deponi gazı ve biyogaz üretimi şeklindedir. Diğer deyişle "Metanizasyon" önem kazanmaktadır.

Biyokütle yakma sistemlerinin performansını etkileyen en önemli faktörler, kullanılan yanma sisteminin türüne bağlı olarak mühendislik tasarımı ve etkili verim kontrolleridir. Kurumsal ve ticari ısıtma sistemleri, doğrudan yakma ve iki aşamalı yakma olmak üzere başlıca iki sistem kullanır. Doğrudan yakma sisteminde kazan geniş hacimli tek bir yanma odasından ibarettir. Yanma odası içinde odunsu materyal yandığı zaman ortaya çıkan sıcak gazlar doğrudan üst tarafta yer alan ısı değiştirme kanallarına doğru yükselir. Sıcak gazların ısıları, kazanı çevreleyen gömleğin içinde bulunan suya aktarılarak suyu ısıtır. Isınan su binaların ısıtılmasında ya da farklı ısıl işlemlerde kullanılabilir. Basit olmalarından dolayı kurulum maliyetleri yüksek değildir.



Sangüesa Biyokütle Santralı Navarra İspanya
Kapasite : 25 MWe
Hammadde : 160.000 ton/yıl Saman



Bayernfonds Best Energy- Almanya
Kapasite : 4,4 MWe + 10 MWt,
Hammadde : Orman atıkları)

**Şekil 13.3** Doğrudan Yakma Tesisine Örnek

Orman veya tarım işletmeleri ya da orman endüstrisi alanında faaliyet gösteren şirketler, kendi biyokütle artıklarını yakarak elektrik ve ısı üretimini sağlayabilirler. Odun, özellikle yaş yonga (ıslak bazda %45-50 nemli) olmak üzere, değişik biçimlerde enerji tesisinin yakınındaki bir toplama merkezine nakledilir ya da depolanır. Odun yongaları helezon burgu ya da taşıma bantları yardımıyla, bir yakıcıya gönderilir. Odun yongalarının yanması sonucunda ortaya çıkan ısıyla su buharlaştırılır ve kızgın buharın türbini döndürmesiyle elektrik üretilir. Buharın fazlası tesisteki başka işlerde, örneğin yonga kurutma fırınlarında; sıcak su ise borular yardımıyla taşınarak binaların ısıtılmasında ve temiz sıcak su temininde değerlendirilerek sistemin toplam verimi yükseltilir. İki yanma odalı sistemlerde yalıtımlı ayrı bir yanma odası ve kazanla bağlantıyı sağlayan yalıtımlı kısa bir patlama borusu vardır. İlk yanma odasında yakıt ısıtılır, basınçlı hava üflenerek besleme yapılır. Sıcak gazlar yakıcıdan patlama borusu içinden geçerek doğrudan ikinci yanma odasına gelir. İki odalı sistem nemli ve kuru yakıtın her ikisini de yakabilir.

### 13.4.1 Yakıt Hazırlama, Boşaltma ve Depolama Ekipmanları

Tarımsal atıkların araziden toplanması, belirli boyuta kesilmesi, elenmesi ve depolanması ön işlemleri oluşturur. Ön işlem ekipmanlarını takiben taşıma, yakıt hazırlama, peletleme, boşaltma ve transfer ekipmanları kullanılır. (Şekil 13.4, Şekil 13.5).

**Şekil 13.4** Tarımsal atık taşıma ve kurutma ekipmanları

**Şekil 13.5** Briketleme Makinası ve Briketlenmiş Tarımsal Atık

Orman ve tarımsal atıklar enerji tesisine kuru olarak gelir ve depolanır. Birçok durumda malzemenin boyutu daha küçük tercih edildiğinden 2. aşama kırıcıya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu süreç kurutulmuş besleme malzemesine uygulanır ve çıktı malzeme boyutu yaklaşık 0,5-10 mm. civarındadır. Motor egzost gazından elde edilen atık ısı kurutucularda kullanılabilir. Eğer kuru olmayan malzeme var ise biyokütle kurutulur ve gerçek nem içeriği kurutmadan önce %40-50, kurutmadan sonra %10-15 olabilir. Tarımsal atığın ön kuruması arazide veya depolama süreci içerisinde meydana gelebilir. Bazı tarımsal atıkların tanecik boyutları istenen değerlerin altında olabilir. Bu özellikteki tarımsal atıklar peletleme veya briketleme makinalarında pelet veya briket haline getirilebilir.

Daha düşük seviyede nem içeren biyokütleden enerji üretmek için gazlaştırma prosesinin kullanılması, eski fakat yeni gelişen ve yaygınlaşan bir teknolojidir. Ortaya çıkan gaz kazanlarda, türbinlerde, mikrotürbinlerde, içten yanmalı motorlarda, sterling motorlarda ve yakıt pillerinde yakıt olarak kullanılabilir. Halihazırda gazlaştırıcıda üretilen gaz kazanlarda kullanılmakta olup, içten yanmalı motorlarda da kullanılmıştır. Ancak türbinlerde ve yakıt pillerinde kullanımı için gazın temizlenmesi gerekmektedir.

Kurutulmuş orman ve tarım atıklarını doğrudan yakarak ısı enerjisi elde etmek mümkündür. Elde edilen ısı buhar kazanlarında suyun buhara dönüştürülmesi ve elektrik jeneratörlerini çalıştırması için kullanılabileceği gibi ısıtma ve sıcak su elde etme amaçları ile kullanılabilir. Diğer bir yakma metodu ise tarımsal atıkların kömür gibi fosil yakıtlarla karıştırılarak yakılması ve elektrik üretimi için termik santrallarda kullanılmasıdır.

Biyokütle yakma sistemlerinin performansını etkileyen en önemli faktörler, kullanılan yanma sisteminin türüne bağlı olarak uygun mühendislik tasarımı ve etkili verim kontrolleridir. Kurumsal ve ticari ısıtma sistemlerinde doğrudan yakma ve iki aşamalı yakma olmak üzere başlıca iki sistem kullanır. Doğrudan yakma sisteminde kazan geniş hacimli tek bir yanma odasından ibarettir. Yanma odası içinde odunsu materyal yandığı zaman ortaya çıkan sıcak gazlar doğrudan üst tarafta yer alan ısı değiştirme kanallarına doğru yükselir. Sıcak gazlar ısılarını, kazanı çevreleyen gömleğin içinde bulunan suya aktararak suyu ısıtır. Isınan su binaların ısıtılmasında ya da farklı ısıl işlemlerde kullanılır. Basit olmalarından dolayı kurulum maliyetleri yüksek değildir.

Orman veya tarım işletmeleri ya da orman sanayi alanında faaliyet gösteren şirketler, kendi biyokütle artıklarını yakarak elektrik ve ısı üretimini sağlayabilirler. Odun, özellikle yaş yonga (ıslak bazda %45-50 nemli) olmak üzere, değişik biçimlerde enerji tesisinin yakınındaki bir toplama merkezine nakledilir ya da depolanır. Odun yongaları helezon burgu ya da taşıma bantları yardımıyla, bir yakıcıya gönderilir. Odun yongalarının yanması sonucunda ortaya çıkan ısıyla su buharlaştırılır ve kızgın buharın türbini döndürmesiyle elektrik üretilir. Buharın fazlası tesisteki başka işlerde, örneğin yonga kurutma fırınlarında; sıcak su ise borular yardımıyla taşınarak binaların ısıtılmasında ve temiz sıcak su temininde değerlendirilerek sistemin toplam verimi yükseltilir.

İki yanma odalı sistemlerde yanmaz maddeden astarlı ayrı bir yanma odası ve kazanla bağlantıyı sağlayan yanmaz maddeden kısa bir patlama borusu vardır. İlk yanma odasında yakıt ısıtılır, basınçlı hava üflenerek besleme yapılır. Sıcak gazlar yakıcıdan patlama borusu içinden geçerek doğrudan ikinci yanma odasına gelir. İki odalı sistem nemli ve kuru yakıtın her ikisini de yakabilir.

### 13.4.2 Gazlaştırma Teknolojileri

Katı atıkları gazlaştırmak için öncelikle uygun tane boyutuna ve daha sonra pelet haline getirmek gerekmektedir. Katı atıkları gazlaştırma işlemi birkaç basamakta oluşur. Katı atıktaki suyun uzaklaştırılması ise ön hazırlık işlemleri sırasında yapılır veya pelet haline gelen ve genellikle %10-15 su içeren katı atık gazlaştırıcı içerisinde suyunu buhar fazına geçirir. Bu kuruma işleminden sonra piroliz, indirgenme, yanma ve benzeri reaksiyonlarına uğrar. İçerisinde %35'ten daha fazla su bulunan katı atık termokimyasal dönüşümle elektrik üretimi için uygun değildir. Gazlaştırma için %8-15 arası nem oranı uygun olup, 3-5 cm arası parça boyutu ideal olarak kabul edilir. Katı atık içerisindeki su, gazlaştırma reaksiyonlarından biri olan su buharı reaksiyonu için gerekli olan su buharını üretmek üzere kullanılır ve bu reaksiyon oldukça önemlidir. Gazlaştırma işleminin başlayabilmesi için katı atık içerisindeki karbon elementinin bir kısmı yakılarak gazlaştırıcının önce suyun buhar fazına geçmesi, sonra piroliz fazına ulaşması ve daha sonra da gazlaşma reaksiyon sıcaklıklarına yükselmesi sağlanmaktadır. Gazlaştırıcı içerisinde oluşan reaksiyonları sırası ile aşağıdaki şekilde inceleyebiliriz; Kuruma; Suyun Buharlaşması, Piroliz, İndirgeme (Gazlaştırma), Yanma Reaksiyonları. Gazlaştırılma potansiyelinin kullanılabilmesi için çok sayıda teknoloji geliştirilmiş olup, bunlardan en yaygın olanlar aşağıda sıralandığı gibidir:

- Sabit yataklı gazlaştırma
- Akışkan yataklı gazlaştırma
- İndirekt (dolaylı) gazlaştırma
- Hızlı akışkanlı gazlaştırma

**Sabit Yatak Biyokütle Gazlaştırıcısı**

Genel olarak, bir oksitleyici ile karbon içeren malzemenin (biyokütle) gazlaştırılarak, gaz halindeki ürüne (yanıcı gaz, CO, $H_2$, $CO_2$, $CH_4$, $N_2$ karışımı) dönüşümü olarak tanımlanabilir. Gazlaşma ile 1000 ˚C sıcaklıkta syngaz üretilir. Sıcak ham syngaz soğutma ve termal değerlendirme ve gaz yıkamanın gerçekleştirildiği gaz temizleme sistemine yönlendirilir. Genel olarak tesise ortalama 3000 kcal/kg ısıl güçte biyokütle verilmektedir. Biyokütle gazlaştırma teknolojisi isteğe göre 1 MWe'den 20 MWe üretimine kadar elektrik enerjisi üretebilecek farklı boyutta gazlaştırıcılara sahiptir. Tesisten üretilen syngazın ısıl değeri hava ile çalışan diğer akışkan yataklı gazlaştırıcılarda olduğu gibi 900-1200 kcal/$Nm^3$ tür. Gerekirse gaz motoruna ilave sıvı veya gaz yakıt (doğal gaz) verilmektedir. Üretilen syngazın bileşimi genel olarak CO (%16-20), $H_2$ (%5-15), $CO_2$ (%10-15), $CH_4$ (%3-5) ve $N_2$ (%50-55) den oluşur (Şekil 13.6, Şekil 13.7) (Tolay, 2010).

**Şekil 13.6** Sabit Yatak Tarımsal Atık Gazlaştırıcısı (www.prmenergy.com)

**Şekil 13.7** Orman ve Tarım Atıkları Gazlaştırma ve Enerji Üretim Sistemleri (1MW-20 MW)

**Akışkan Yataklı Biyokütle Gazlaştırıcısı**

Sabit yataklı yukarı veya aşağı akışlı gazlaştırıcıların yanı sıra akışkan yataklı gazlaştırıcılar da biyokütle gazlaştırılmasında kullanılmaktadır. Akışkan yataklı gazlaştırıcıların katı atık gazlaştırılmasında uygulandığı bir çok sisteme ilave olarak kullanılan plazma teknolojisi ileri düzeyde tehlikeli atık bertarafı için önem arz etmektedir. Evsel ve endüstriyel atıkların bertaraf edilirken elektrik ve ısı enerjisi üretildiği çevre dostu gazlaştırma tesisleri, akışkan yatak teknolojisi ile yaygın olarak kullanılmaktadır. Akışkan yataklı gazlaştırıcılar genellikle sabit yataklı gazlaştırıcılara göre daha yüksek güçlerde kullanılırlar. Bunlara en güzel örnekler İtalya, İsviçre, İsveç, Finlandiya, Japonya, Almanya ve Amerika'daki sistemlerdir. Almanya ve Hollanda'da çalışmakta olan Envirotherm CFB biyokütle akışkan yatak gazlaştırıcıları 100 MWt güç ile ve Avusturya Güssing'teki 4,5 MWt gücündeki akışkan yataklı gazlaştırıcıları ahşap endüstrisi atıkları için örnek olarak gösterilebilir.

Tarımsal atıkların gazlaştırılmasında kullanılan en verimli akışkan yataklı gazlaştırıcılardan birisi Avusturya'nın Güssing kentinde 2000 yılından beri çalışmakta olup, tesiste 2 ton/saat odun orman artığı odun yongası kullanılmaktadır. Tesiste 2 MWe ve 4.5 MWt enerji üretilmektedir. Tesis kentin ısıtılması ve elektrik şebekesinin beslenmesinde kullanılmakta ve yıllık elektrik ihtiyacı 2 MW olan Güssing kasabasının tüm ihtiyacını karşılamaktadır. Aynı zamanda kentin yıllık 4,5 MW ısı ihtiyacını karşılayan santralin üretim maliyeti fosil yakıtlardan yüzde 30 ucuza gelmektedir (Tolay vd, 2010).

**Hayvansal Atıklardan Biyogaz ve Elektrik Üretimi**

Hammadde olarak hayvancılık ve tarımsal atıkların kullanıldığı biyogaz teknolojisi sürdürülebilir kalkınma modelleri içerisinde önemli bir yere sahiptir. Atıklardan enerji elde edilmesi, atık yönetimini de beraberinde getirmektedir. Endüstriyel ve evsel atık suların, hayvan gübrelerinin, kanalizasyon ve arıtma tesis çamurlarının anaerobik fermantasyonla bertaraf edilmesi ve yanı sıra enerji elde edilmesi diğer arıtma yöntemlerine göre daha az enerji ve hammadde gerektirmesi, daha düşük işletme maliyeti ve üretilen metan gazının ısı ve elektrik enerjisi üretiminde kullanılması

nedeniyle daha fazla tercih edilmektedir. Anaerobik arıtma sonucu elde edilen metan gazı biyogaz olarak kazanlarda yakılmakla buhar üretiminde veya gaz motorlarında yakılarak elektrik üretiminde kullanılabilmektedir. Gerek Avrupa Birliği ülkeleri gerekse diğer ülkelerde hayvansal atıklardan biyogaz üreten tesisler kısa sürede yapılan yatırımı geri öder hale gelmişlerdir. Ülkemizde ise biyogazdan elde edilen elektrik enerjisinin 13,3 $cent/kWh'lik alım garantisi genellikle projelerin başa baş noktasına denk gelmektedir ve yatırımcı biyogaz yatırımı yapmaktan imtina edebilmektedir.

Özellikle hayvansal katı atıklar biyolojik arıtıma tabi tutulduktan sonra biyogaz (%65 metan, %35 $CO_2$) üretimi için ideal kaynak olarak görülmektedir. Elde edilen biyogaz ise gerek elektrik, gerekse ısı üretimi için önemli enerji girdisi olarak fayda sağlamaktadır.

Özellikle Avrupa Birliği ülkelerinde gelişmiş olan hayvansal atıklarından anaerobik arıtma yöntemleri ile biyogaz üretim teknikleri yerel enerji üretim kaynaklarına çok fazla katkıda bulunmakta olup tüm dünyada örnek tesisler olarak gösterilmektedir. Günümüzde Avrupa'da Almanya, Fransa, İsviçre, İtalya, Çek Cumhuriyeti ve Avusturya'da pek çok biyogaz tesisi bulunmaktadır. Sadece Almanya'da 7000'den fazla biyogaz tesisi vardır. Danimarka, hayvan gübresini diğer organik atıklarla karıştırarak biyogaz üretiminde kullanan en başarılı ülkelerden biridir. Diğer ülkelerdekinin aksine Danimarka'da merkezi biyogaz tesisleri kurulmuştur. Çiftliklerden toplanan atıklar merkezi biyogaz tesislerinde gaza dönüştürüldükten sonra, doğal gaz şebekesine verilmekte ve çıkan gübre tekrar çiftçilere dağıtılmaktadır. Bu ülke 1500-5000 büyük baş hayvan atığını kullanan biyogaz tesisleri ile bu konuda önderdir. Tesisler 1.000-15.000 $m^3$/gün biyogaz üretecek kapasitededir. Benzer şekilde Çin ve Hindistan'da ve daha pek çok ülkede hayvansal ve tarımsal atıkların değerlendirildiği biyogaz tesislerinin yaygın olarak kullanılmakta konuyla ilgili araştırma ve geliştirme faaliyetleri hızla devam etmektedir.

Biyogaz tesisi, bir gaz motoru ve bir jeneratörden oluşan kojenerasyon seti ile elektrik üretir. Motor biyogaz ile çalışır ve jeneratörü çalıştırır. Üretilen elektriğin yaklaşık %10'u, karıştırıcılar, pompalar, fan gibi ekipmanlarında kullanılır. Geri kalan elektrik şebekeye verilebilir.

Gaz motoru ayrıca ısı üretir. Bu ısının bir kısmı fermentör için gereklidir. Geri kalan kısım ise seralarda veya ısı tüketen farklı tesislerde kullanılabilir.

**Örnek Bir Biyogaz Tesisinde Biyogaz Üretimi**

Genellikle süt üretimi yapılan büyükbaş hayvan çiftliklerinden çıkan hayvansal gübrelerin katı ve sıvı halde değerlendirilmesi ile biyogaz üretmek mümkündür. Bu atıklara ilave olarak yukarıda sıralanan türde atıklarda özellikle kullanılamayan zirai atıklar, tavuk gübreleri, tavuk çiftliği atıkları da biyogaz üretiminde kullanılabilir. Ahırlardan her gün toplanan büyükbaş hayvan atıkları tesiste mevcut dengeleme tankına pompa ile gönderilir. Dengeleme tankındaki pompa ile hayvansal atık belirli konsantrasyonda biyogaz reaktörü olarak adlandırılan fermentöre pompalanır. Yaklaşık 24 gün biyogaz reaktöründe tutulan ve arıtılan hayvansal atık %65 metan içeren biyogaz üretir ve daha sonra arıtılmış atık reaktörden alınarak üst akım içinden buffer tankına gönderilir ve seperatöre pompalanır.

## 13.5 Biyokütle Tesis Fiyatları

Dünya Enerji Konseyinin 2013 yılı "World Energy ***Perspectives***" yayınına göre gazlaştırma teknolojisiyle elektrik üretimi 2012 yılının 2. çeyreğinde 150 $/MWh iken 2013 yılının aynı döneminde 130 $/MWh olarak kaydedilmiştir. Anaerobik (havasız ortamda) fermantasyon yöntemi ile elektrik üretimi 2012 yılının 2. çeyreğinde 150 $/MWh iken 2013 yılının aynı döneminde çok da fark göstermemekle birlikte 146 $/MWh olarak hesaplanmıştır.

Çöpten elektrik üretiminde bu değerler 100-110 $/MWh arasında değişim göstermektedir.

**Biyokütleden Elektrik Üretim Teşviği**

8 Ocak 2011 Tarihli ve 27809 Sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren 6094 sayılı, "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun'da Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun" gereğince biyokütleden üretilen elektrik, 10 yıl süresince 13,3 $cent'ten satılma garantisine sahiptir.

Ayrıca, elektrik üretmek üzere kurulacak biyokütle santralinde yerli ekipman kullanılması durumunda bu fiyata aşağıdaki tabloda gösterilen imalatlar için belirtilen miktar kadar ilave yapılabilecektir.

**Tablo 13.1** Biyokütle Enerjisine Dayalı Üretim Tesisinde Kullanılacak Yerli İmalatlar İçin Üretilen Elektriğin Satış Fiyatına Yapılacak Eklemeler

| İmalatın Cinsi | Dolar Cent/kWh |
|---|---|
| **Akışkan yataklı buhar kazanı** | 0,8 |
| **Sıvı veya gaz yakıtlı buhar kazanı** | 0,4 |
| **Gazlaştırma ve gaz temizleme grubu** | 0,6 |
| **Buhar veya gaz türbini** | 2,0 |
| **İçten yanmalı motor veya stirling motoru** | 0,9 |
| **Jeneratör veya güç elektroniği** | 0,5 |
| **Kojenerasyon sistemi** | 0,4 |

Ayrıca 30 Mart 2013 tarih ve 28603 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren 6446 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunun 14. Maddesinin (b) ve (c) fıkrası gereğince kurulu gücü azami bir megavatlık yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisleri ile belediyelerin katı atık tesisleri ve arıtma tesisi çamurlarının bertarafında kullanılmak üzere kurulan elektrik üretim tesisleri lisans alma ve şirket kurma yükümlülüğünden muaftır.

## 13.6 Biyokütleye Dayalı Enerji Üretiminde Kullanılan Temel Üniteler/ Ekipmanlar ve Yerli Üretim Potansiyeli

Teknoloji transferi yapan firmaların ağırlıklı yerli malzeme ve mühendislik kullanmaları önemli fiyat avantajı getirmesinin yanı sıra servis ve bakım destek maliyetlerini de azaltmaktadır. Önemli bir pazar payı olan biyogaz ve biyokütle sektörünün gelişmesi için yerli kaynakların kullanılması birçok sektörü harekete geçirerek istihdama katkısı olacaktır.

Hayvansal ve bitkisel atıklardan fermantasyon yolu ile elde edilen biyogazdan elektrik üretiminde beton reaktörler, yatay ve dikey karıştırıcılar, sıvı ve gaz pompaları, çamur pompaları, kimyasal madde dozaj sistemleri, biyogaz depo balonları, biyogaz emniyet ve alarm sistemleri, biyogaz emniyetli yakma bacası, otomasyon (pH, sıcaklık, sıvı ve biyogaz seviye vd kontroller), çamur seperatörleri, gaz motorları, elektrik jeneratörleri, elektrik trafoları, elektrik hattı bağlantı ekipmanları ve inşaat işleri gereklidir.

Biyogaz tesislerinin yatırım maliyetinin yarısını yerli ekipmanla yapmak mümkündür. Bununla birlikte gaz motorları, bazı kontrol üniteleri ve teknoloji (know-how) yurt dışından gelmektedir.

Evsel katı atık-çöp gazı tesisleri için biyogaz toplama merkezi ve boru hatları, biyogazdan su ayırma ve yıkama üniteleri, biyogaz pompaj fanları, biyogaz emniyet yakma bacası, otomasyon ve kontrol sistemleri, biyogaz emniyet ve alarm sistemleri, biyogaz motorları, elektrik jeneratörleri, elektrik trafoları, elektrik hattı bağlantı ekipmanları ve inşaat işleri gereklidir. Sayılan bu ekipmanların %75'inin yerli teknoloji ile üretimi mümkündür.

Atık su- arıtma çamuru hammaddeli biyogaz tesislerinde arıtma çamuru depoları, beton reaktörler, yatay ve dikey karıştırıcılar, sıvı ve gaz pompaları, çamur pompaları, kimyasal madde dozaj sistemleri, biyogaz depo sistemleri, biyogaz emniyet ve alarm sistemleri, biyogaz emniyetli yakma bacası, otomasyon (pH, sıcaklık, sıvı ve biyogaz seviye vd kontroller), çamur seperatörleri, gaz motorları, elektrik jeneratörleri, elektrik trafoları, elektrik hattı bağlantı ekipmanları ve inşaat işleri gereklidir. Söz konusu ekipmanların %50'sinin yerli teknoloji kullanılarak yapımı mümkündür. Bununla birlikte gaz motorları, bazı kontrol üniteleri ve teknoloji (know-how) yurt dışından gelmektedir.

**Tablo 13.2** Ülkemizde Biyokütleden Elektrik Üretim Sürecinde Gerekli Olan Bazı Ekipmanları Yerli Üreten Firmalar

| FİRMA ADI | İLİ, WEB ADRESİ | TEMEL İMALAT KONULARI |
|---|---|---|
| **Mimsan Endüstri Kazanları** | Malatya<br><br>http://mimsanendustri.com.tr/default.aspx | Dolaşımlı Akışkan Yataklı Kazan ve Hareketli Izgaralı Kazan üretilmektedir. Pamuk şitfi, ayçiçek kabuğu, ağaç kabukları, tavuk dışkısı yakan kazan daireleri kurulmaktadır.<br>Türkiye içindeki uygulamalara ilaveten sınır komşularımız ve Türki cumhuriyetlere de hizmet sunulmaktadır. |
| **Marmore Mühendislik** | Kocaeli<br>İstanbul<br>http://www.marmore.com.tr | Marmore; biyokütle ve atık kazanım reaktörlerinden, yakma ve gazlaştırma ekipmanlarına, gaz tanklarından otomasyona kadar projelerde kullanılan tüm makine ve aksamın imalatını yapmaktadır. Montajı tamamlanan tesislerin devreye alınması, test üretimler yapılması ve sistemin çalışır halde müşteriye teslim edilmesine kadar geçen evrelerin yönetilmesi Marmore Mühendislik tarafından gerçekleştirilmektedir. |
| **Artaş** | İstanbul<br>http://www.atiktanenerji.com | Yüksek organik kirliliğe sahip atıksulardan ve katı atıkladan biyogaz üreten tesisler kurulmaktadır. Biyogaz potansiyeline sahip başlıca atıklar; Şeker ve Şekerleme, Kağıt, Bira, Alkollü diğer içecekler, Süt ve süt ürünleri (peynir altı suyu, vb.) Üretiminden |

| | | |
|---|---|---|
| | | kaynaklanan atıksular ile, Mısır silajı, Meyve ve sebze artıkları (patates, vb.), Hayvan gübresi, Organik evsel çöpler, Atıksu arıtma tesislerden kaynaklanan çamurlar anaerobik teknolojilerle çürütülmesi/fermentasyonu neticesinde; Elektrik enerjisi, Isı, Gübre Elde edilecek şekilde tasarımlanmakta ve kurulmaktadır. Ayrıca Basınçsız, Düşük basınçlı, Çift membranlı biyogaz depoları imal edilmektedir. |
| **Biyosfer** | Konya<br>http://biyosfer.com.tr/ | Biyokütleden elektrik üretim sürecinde hammadde hazırlık ekipmanı olan peletleme makinaları imal edilmektedir. Firma sektörle yakından ilgili olup farklı ekipman üretimine dönük planlamaları bulunmaktadır. |
| **Arıkazan** | Ankara<br>info@arikazan.com | Odun peleti ve yüksek sıcaklıklarda odun yakan 35.000 kcal/h kapasiteye kadar kazanlar üretilmektedir. Yurtdışına üretim yapılmaktadır. |
| **Timsan** | Ankara<br>http://www.timsan.com.tr | Tam Otomatik Odun Tozu Yakıtlı Kazan Sistemi, kurutma fırınları ve otomasyonu üzerine faaliyet göstermektedir. |
| **Ünlüsoy San.Tic. Ltd.Şti** | Isparta,Afyon, İzmir<br>http://www.unmak.com | Fındık kabuğu, prina, odun parçacıkları gibi biyokütle yakan katı yakıtlı, otomatik yüklemeli, prizmatik kazan üretimi vardır. |
| **Doğaç** | İstanbul, Osmaniye<br>http://dogac-tr.com/ | Tarımsal atık ve odun talaşlarını biyokütle enerjisi olarak değerlendirmek üzere pelet ve briket odun üretilmektedir. |
| **DK Mühendislik** | Ankara<br>http://www.dkmuhendislik.com | Tarımsal ve endüstriyel atıkları hammadde olarak kullanabilen kontinü piroliz ve gazlaştırma sistemleri üretilmektedir. Biyokütlenin yanı sıra ömrünü tamamlamış otomobil lastikleri ve plastik atıklarını elektrik enerjisine dönüştüren sistem üretimleri de mevcuttur. |

## 13.7 Yurtiçinde Yerli İmalatın Geliştirilmesi ve/ veya İmalatın Başlatılması İçin AR-GE ve Diğer İhtiyaçlar

Yerli imalatın geliştirilmesinin ilk şartı kamuoyunun teknolojiyi benimsemesi ve teknolojiye olan talebin artırılması olduğu düşünülmektedir. Bu amaçla kamu yönetimi yetkilileri tarafından teknolojinin incelikleri ve faydaları uygun ortamlarda kamuoyuna empoze edilmelidir.

Biyokütle enerjisi uygulamada geniş bir yelpazede değerlendirilmektedir. Hammaddenin türüne göre kullanılan teknoloji farklılık göstermektedir. Diğer yandan hammaddenin yetiştirilmesi, toplanması, üretime hazır hale getirilmesi de makine ekipman sektörünü yakından ilgilendirmektedir ve yerli üretim potansiyeli yüksektir.

Ana hedefin teknoloji sahibi olunması misyonundan hareketle AR-GE faaliyetlerinin planlı ve düzenli şekilde yürütülmesi son derece önemlidir. Bu süreçte patent alma prosedürlerinin kolaylaştırılması, patent harcamalarının makul seviyelere getirilmesi gereklidir. Üniversiteler ve araştırma kurumları

gerek mali gerekse manevi desteklerle teşvik edilmeli, disiplinler arası ekip çalışmalarına önem verilmeli, yapılan çalışmalar için izleme ve kayıt mekanizmaları oluşturulmalıdır.

TÜBİTAK tarafından teknolojinin geliştirilmesine yönelik proje çağrıları belli aralıklarla açılmalı, sektördeki izleme mekanizmalarının sonuçlarına göre ihtiyaçlar tekrar belirlenerek bu ihtiyaçların giderilmesine yönelik yeni proje çağırıları oluşturulmalıdır.

Konu Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Maliye Bakanlığı, Kalkınma Bakanlığı nezdinde sahiplenilmeli kırsal kalkınma politikalarıyla entegre edilmelidir.

Yerel üretimlerde KOBİ'ler devreye sokulmalı, verilecek eğitimlerle kaliteli ekipman üretimi sağlanmalıdır.

Üniversitelerin ilgili bölümlerinde konunun teknoloji boyutunu ele alan lisans ve lisansüstü dersler olmalı, hatta mühendislik fakültesi bulunan üniversitelerde "Yenilenebilir Enerji Teknolojileri" lisansüstü programları oluşturulmalıdır. Bu bölüme farklı mühendisliklerden (kimya müh., makine müh., elektrik, elektronik müh., endüstri müh.) öğrenci kabul edilmeli ve disiplinler arası ekipler oluşturularak konu sanayiye kadar taşınmalıdır.

Diğer yandan yerli üretimin harekete geçirilmesi için üniversitelerle işbirliği yapılarak ayrıntılı tasarımlar yapılmalı ve bu tasarımlar yerel üreticilere standartlara uygun şekilde yaptırılmalı, seri üretim imkanları zorlanmalıdır.

Teknik eleman ihtiyacı, uygun programlar yaratılarak karşılanmalıdır. Sektördeki her eleman yaptığı işin bilincinde olarak, her kademede verimliliği esas alan çalışmalarda bulunmalıdır.

Bir konunun gelişmesi, yaygınlaşması, ona verilen önemle doğrudan ilişkilidir. Enerji Strateji Belgesinde yeri bile olmayan biyokütle enerjisinin üst düzey yöneticilerimiz tarafından benimsenmesi uygulamaların yaygınlaşmasına, yerli teknolojilerin gelişimine ve yerli ekipman üretimine ilk adım olacaktır.

**KAYNAKLAR**

1. AR, F.F., "Biyoyakıtlar ve Sektördeki Sorunlar", VI. Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Semp. Kitabı, MMO Yayın No:E/2011/565, s.31-40, Ekim 2011, Kayseri.
2. Başçetinçelik, A., Öztürk, H.H., Ekinci, K. Kaya, D., Kaçira, M., Karaca, C., 2009. Strategy Development and Determination of Barriers for Thermal Energy and Electricity Generation from Agricultural Biomass in Turkey. Energy Exploration & Exploitation Volume 27, Number 4, 2009, Pp. 277-294.
3. Başçetinçelik A., Ozturk, H.H., Karaca, C., Kacira M., Ekinci K., 2003, "Exploitation of Agricultural Residues in Turkey", LIFE-03.TCY/TR/000061
4. Doğan, M., Ülkemizin Biyoenerji Potansiyeli Ve Ekonomik Değerlendirilmesi Üzerine, Biyoyakıt Çalıştayı, 7-8 Ekim 2011, Bursa.
5. Girard, P., Rousset P.,Steene, L., Biomass Gasification, Florianopolis-Sc- Brazil, 2007
6. Orman Genel Müdürlüğü Rapor ve Yayınları.
7. Dünya Enerji Konseyi TMK, Enerji Raporu 2011 (Tolay, M. Biyokütleden Enerji Üretimi Bölümü), Ankara, 2011.

8. Dünya Enerji Konseyi TMK, “Biyoyakıtlar”, (Editör, AR,F.F.), “Biyoyakıtlar”, Grup Çalışması, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yayını, Yayın no: 0016/2010, ISBN: 978-605-89548-5-4, Poyraz Ofset, Ankara, Nisan, 2010.
9. İşler, A., Karaosmanoğlu, F., 2010, Chapter:Biofuels in Turkey,: Rethinking Structural Reform in Turkish Agriculture: Beyond the World Bank’s Strategy, Editors: Karapınar, B., Adaman, F., Özertan, G., Nova Science Publisher. ISBN: 1-60021-966-7.
10. Karaca C., Çukurova Bölgesindeki Tarıma Dayalı Sanayi Atıklarının Enerjiye Dönüşüm Olanaklarının İncelenmesi, Çukurova Ünv., 2009,
11. Karayılmazlar S., Saraçoğlu N., Çabuk Y, Kurt R “Biyokütlenin Türkiye’de Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi” Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 2011, Cilt: 13, Sayı: 19, 63-75, ,ISSN: 1302-0943
12. EISSN: 1308-5875.
13. Öztürk, M., ‘Hayvan Gübresinden Biyogaz Üretimi’, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Müsteşarlığı, Ankara, 2005
14. Tolay, M., Katı Atıklardan ve Biyokütleden Enerji Üretimi Teknolojileri ve Entegre Katı Atık Yönetiminde Yatırım Fizibilite Çalışmaları, 2010.
15. Tolay M, Roland Reiter, Hayvansal Atıklardan Biyogaz Üretim Teknolojisi, (http://bbm.emo.org.tr/ genel/katalog_detay.php?katalog=3&kayit=9).

## 14. YAKIT PİLİ VE HİDROJEN

Bundan 140 yıl önce kömür bittiğinde suyla ısınacağımızı söyleyen Jules Verne'in bu sözlerinin artık gerçekleşmeye başladığı günleri yaşamaktayız. Artan hava kirliliği ve sera gazlarının yol açtığı iklim değişikliği felaketinin yanısıra, fosil yakıtların tükenmekte oluşu, özellikle de "toprağın kanı" olarak nitelendirilen ve hayatın her alanında kullandığımız sayısız ürünün hammaddesi olan petrolün en kötü değerlendirme şekli olan yakılarak ziyan edilmesi ve son olarak fosil yakıtların belli bölgelerde toplanması nedeni ile diğer ülkelerin enerji açısından bu ülkelere bağımlı hale gelmesi ve enerjiye sahip ülkelerin bunu politik bir silah olarak kullanmaya başlamaları bilim insanlarının alternatif enerji arama çalışmalarını artırmıştır.

> *"Yes my friends, I believe that water will one day be employed as fuel,that hydrogen and oxygen which constitute it, used singly or together, will furnish an inexhaustible source of heat and light, of an intensity of whichcoal is not capable....When the deposits of coal are exhausted we shall heat and warm ourselves with water. Water will be the coal of the future."*
>
> **Jules Verne, *The Mysterious Island* (1874-5)**

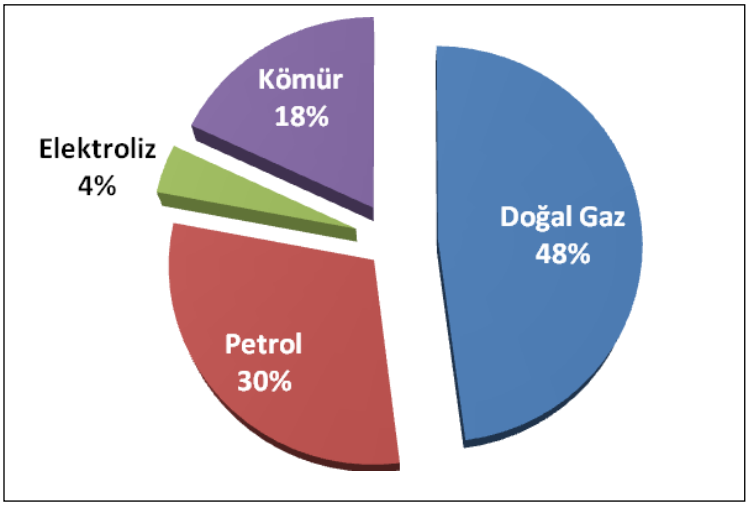
Bu çalışmaların sonuçları, alternatif enerji olarak hidrojeni işaret etmektedir. Aslında bir enerji kaynağı olmayıp enerji taşıyıcısı olan hidrojen yeryüzünde en bol bulunan elementtir. Ne yazık ki hidrojen tek başına değil bileşikler halinde bulunur. Bu nedenle de birincil enerji kaynakları kullanılarak üretilmelidir. 2003 yılında ABD Başkanı Bush'un "bağımsızlık enerjisi" olarak nitelendirdiği hidrojen, elektriği ve suyu olan her ülkenin üretebileceği, enerji bağımlılığını sonlandıracak bir umut olarak görülmektedir. Hidrojen yenilenebilir enerji kaynaklarından üretildiğinde kullanımı sonucunda ürün olarak elektrik, yan ürün olarak ise sadece su ve ısı vermesi nedeniyle en güçlü alternatif olarak görülmektedir. Bugün yakıt seçimindeki kriterler olarak;

- Motor yakiti olma özelliği,
- Dönüşebilirlik yada çok yönlü kullanima uygunluk,
- Kullanım verimi,
- Çevresel uygunluk,
- Emniyet
- Efektif maliyet

açısından yapılan değerlendirmeler, hidrojen lehine sonuç vermektedir. Yakıtın dönüşebilirliği ya da çok yönlü kullanımı, yanma işlemi dışında, diğer enerji dönüşümlerine uygunluğunu gösterir. Hidrojen alevli yanmaya, katalitik yanmaya, doğrudan buhar üretimine, hiBridleşme ile kimyasal dönüşüme ve yakıt hücresi ile elektrik dönüşümüne uygun bir yakıt iken, fosil yakıtlar yalnızca alevli yanmaya uygundur.

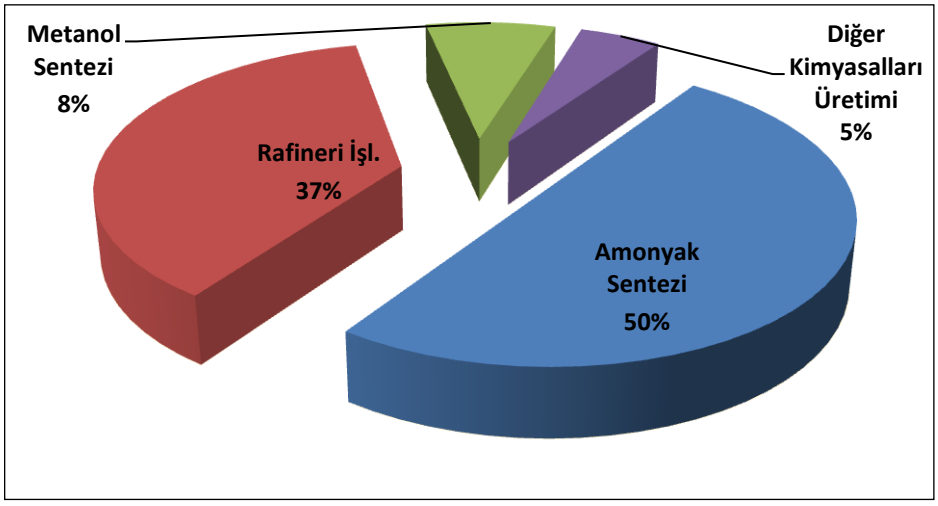
Aslında bu sadece bir alternatif enerji kaynağının veya yakıtın değil; teknolojisi, yan sanayi, kendine özgü tüketim alışkanlığı ve kültürü ile yeni bir ekonominin, "hidrojen ekonomisi" nin doğuşudur. Hidrojen ekonomisi, enerji ihtiyacının karşılanmasına ilişkin sorunlar ile hidrokarbon yakıtların neden olduğu çevresel sorunların çözümü için arzulanan bir alternatiftir.

Hidrojen ekonomisi, fosil yakıtlar yerine, temel enerji kaynakları ile biyokütlelerden hidrojen yakıtı üretilmesini öngörür. Ancak günümüzde hidrojenin üretildiği kaynaklara baktığımızda toplam küresel hidrojen üretiminin sadece %4' ünün yenilenebilir kaynaklardan üretildiğini görüyoruz (Şekil 14.1). Bu da ne yazık ki en az önümüzdeki 10-15 yıl daha fosil yakıtlara bağlı kalacağız demektir. Bu nedenle bir yandan yenilenebilir enerji kaynakları ve bu kaynakların kullanım teknolojileri geliştirilirken diğer taraftan da fosil yakıtların daha güvenli kullanabileceği temiz enerji teknolojileri ile ilgili araştırmalara da ağırlık verilmelidir.




**Şekil 14.1** Dünya Hidrojen Üretiminin Birincil Enerji Kaynaklarına Göre Dağılımı [1]

Sadece ABD' de yılda 90 milyar $Nm^3$ üretilen hidrojenin (2005 itibarıyla, tüm dünyada, bir yıl içerisinde üretilen hidrojenin ekonomik değeri 135 milyar ABD doları'dır) küresel olarak kullanım alanlarına bakıldığında hemen hemen tamamının kimya sanayinde kullanıldığı, enerji üretimi için kullanılan miktarının istatistiklere giremediği görülür (Şekil 14.2).




**Şekil 14.2** Dünya Hidrojen Üretiminin Kullanım Alanları [2].

Günümüzde bu tablo artık değişmeye başlamıştır. 2013 yılı verileri, üretilen hidrojenin yakıt olarak da artık önemli oranlarda kullanılmaya başlandığını göstermektedir. Bu veriler ileriki sayfalarda sunulmuştur.

Hidrojenin son kullanımında en verimli teknoloji yakıt pili teknolojisidir. Çok basit olarak kimyasal enerjiyi doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren aygıtlar olarak tanımlanan yakıt pilleri, adından da anlaşılacağı üzere konvansiyonel pillerle aynı prensiplere göre çalışırlar. Ancak yakıt pilleri;

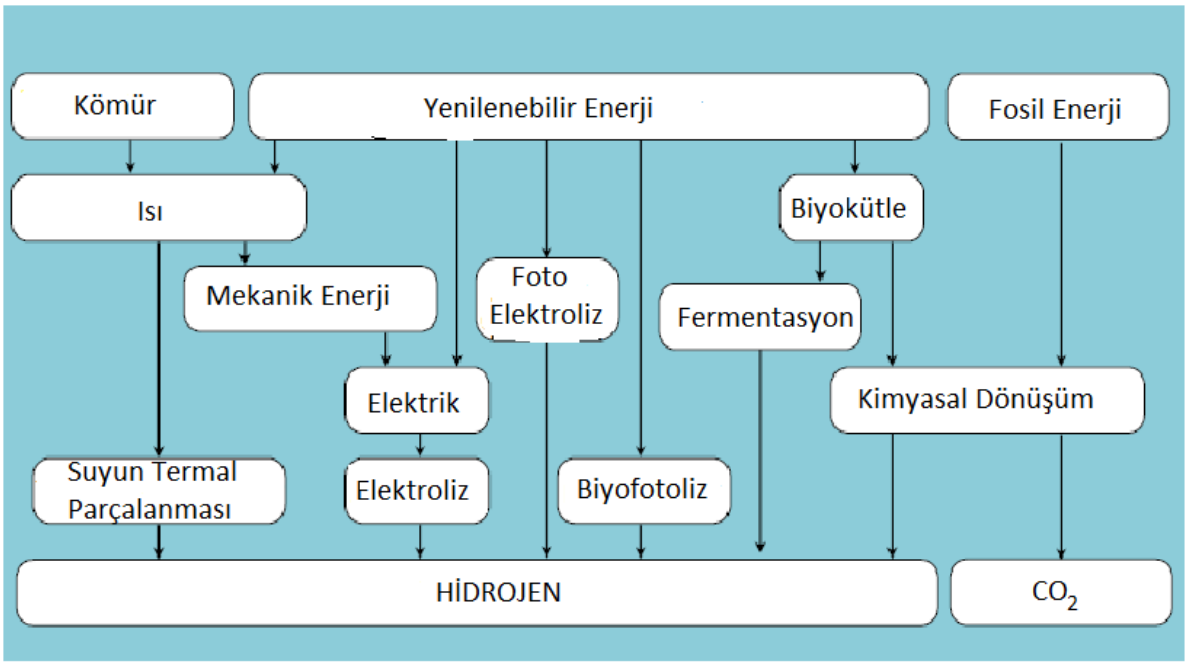
1. Yakıt sağlandığı sürece devamlı elektrik üretirler. Bataryalar gibi boşaldıklarında değiştirilme veya doldurma gereksinimleri yoktur,
2. Değişen çalışma şartlarına hızlı uyum sağlayabilirler ve
3. Verimleri yüksektir.

Bu nedenle konvansiyonel sistemlere göre önemli üstünlüklere sahiptirler.

### 14.1 Sektörde Üretim/Yatırım Kapasitesi ve Kullanılan Temel Üniteler/Ekipmanlar

Hidrojen olmadan yakıt pili teknolojisinin bir anlamı olmayacağından önce hidrojen üretimi, depolanması ve taşınması ile ilgili konular ele alınacak daha sonra yakıt pili teknolojisi tartışılacaktır.

Hidrojen günümüzde çeşitli kaynaklardan sanayide kullanılmak üzere üretilmektedir. Hidrojen üretiminde kullanılan yöntemler ve teknolojiler aşağıda verilmiştir [2].



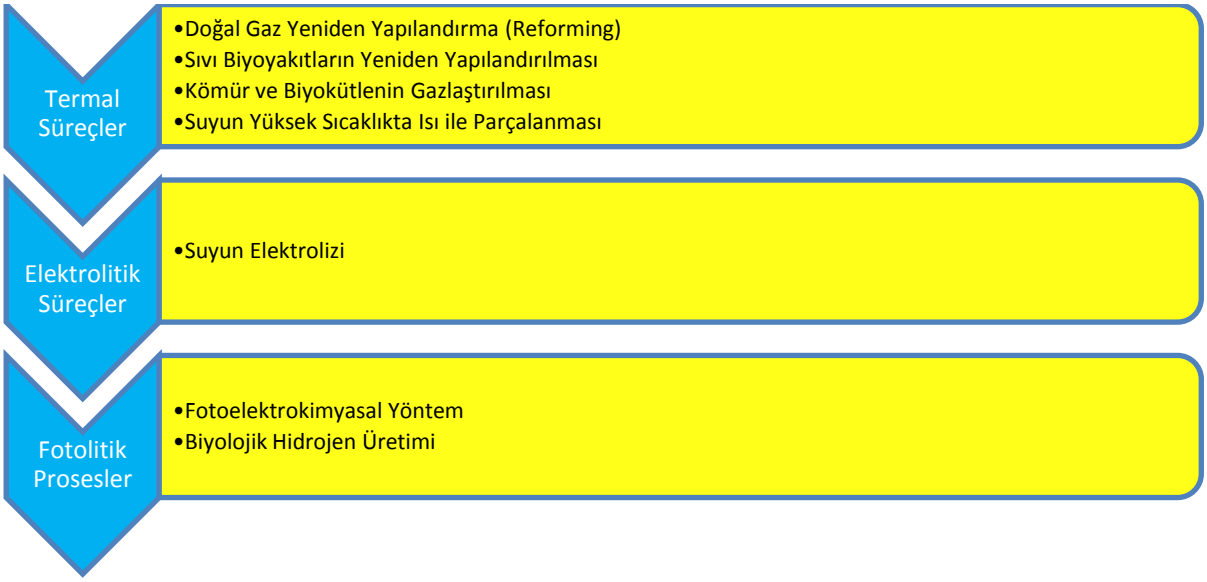

**Şekil 14.3** Hidrojen Kaynakları ve Üretim Teknolojileri

Hidrojen üretimi için kullanılan kaynaklara bağlı olarak çok farklı süreçler (prosesler) kullanılmaktadır. Bu süreçler, çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. En yaygın kullanılan sınıflandırma ABD Enerji Bakanlığı tarafından da kullanılan süreçlerin dayandığı enerji tipine göre yapılan sınıflandırmadır. Bu sınıflandırmaya göre hidrojen üretim süreçleri üç ana başlık altında toplanır;

**Termal Süreçler:** Bazı termal süreçler doğalgaz, kömür, biyokütle gibi kaynakların sahip olduğu enerjinin bir kısmını bu kaynakların moleküler yapısının bir parçası olan hidrojenin serbest kalması için kullanırlar. Diğer bazı süreçlerde ise ısı, kimyasal döngülerle (cycles) birlikte su gibi hammaddelerden hidrojenin üretilmesinde kullanılır. Bu ikinci gruptaki süreçler **"termokimyasal"** süreçler olarak da adlandırılırlar. Termal süreçlere örnek olarak doğalgazın yeniden yapılandırılması (natural gas reforming), kömürün gazlaştırılması, biyokütlenin gazlaştırılması, yenilenebilir sıvı yakıtların yeniden yapılandırılması ve suyun yüksek sıcaklıkta ayrıştırılması verilebilir.

**Elektrolitik Süreçler:** Elektrolitik süreçler suyu hidrojen ve oksijene ayrıştırmada kullanılan süreçlerdir. Hidrojenin elektroliz ile üretiminde-kullanılan elektriğin üretildiği kaynağa bağlı olarak-GHG emisyonu sıfırdır. Hidrojen üretimi için elektrolizin kullanılması düşünüldüğünde gerekli elektriğin -elektrik üretimi sırasındaki emisyonların yanı sıra maliyeti ve verimliliği de dahil olmak üzere- kaynağı göz önünde bulundurulmalıdır.

**Fotolitik Süreçler** Fotolitik süreçler suyu hidrojen ve oksijene ayrıştırmak amacıyla ışık enerjisini kullanırlar. Bu süreçler, düşük çevresel etkiye sahip uzun vadeli sürdürülebilir hidrojen üretimi potansiyeli sunarlar.Bu süreçler, suyu ayrıştırmak amacıyla belirli yeşil yosun veya siyanobakterilerin metabolizmalarının kullanıldığı **"fotobiyolojik"** ve su moleküllerini tamamen ayrıştırmak amacıyla özel bir yarı-iletken sınıfının soğurduğu güneş ışığının kullanıldığı **"fotoelektrokimyasal"** süreçler olmak üzere iki ana sınıfa ayrılır.




Aşağıda bu şekilde sınıflandırılan çeşitli hidrojen üretim teknolojilerinin özellikleri, üstün yanları ve iyileştirilmesi ve/veya çözülmesi gereken sorunlu yönleri verilmiştir.

**Tablo 14.1** Başlıca Hidrojen Üretim Yöntemleri, Üstün ve Zayıf Yönleri

| Doğalgazın Yeniden Yapılandırılması | Sıvı Biyo-Yakıtların Yeniden Yapılandırılması | Kömür ve Biyokütlenin Gazlaştırılması |
|---|---|---|
| **Kritik Sorunlar**<br>▪ Yüksek yatırım maliyet<br>▪ Yüksek işletme ve bakım maliyeti<br>▪ Üretim için tasarım | **Kritik Sorunlar**<br>▪ Yüksek yatırım maliyeti<br>▪ Üretim için tasarım<br>▪ Besleme nicelik ve niteliği | **Kritik Sorunlar**<br>▪ Yüksek reaktör fiyatı<br>▪ Düşük sistem verimi<br>▪ Beslemedeki safsızlıklar<br>▪ Karbon tutulması ve depolanması |
| **AR-GE Gerekli Başlıca Konular** | **AR-GE Gerekli Başlıca Konular** | **AR-GE Gerekli Başlıca Konular** |
| ▪ Katalizör veriminin geliştirilmesi ve maliyetinin azalması<br>▪ Düşük maliyetli ve etkin ayırma/saflaştırma süreci geliştirilmesi<br>▪ Yatırım etkinliğini artırmak üzere birim işlemleri birleştirmek<br>▪ Besleme hazırlamayı geliştirmek<br>▪ Değişen talepleri karşılamak üzere işlemleri optimize etmek<br>▪ Düşük maliyetli malzemeler kullanarak esnek, modüler yeni biçimlendiriciler geliştirmek<br>▪ Otomatik süreç kontrolu<br>▪ Donanım güvenilirliğini artırmak<br>▪ Enerji kayıplarını ve enerji talep seviyesini en aza indirmek | ▪ Hidrojen verimini ve etkinliğini artırmak<br>▪ Düşük sıcaklık ve sıvı fazda kullanılabilen katalizör geliştirilmesi<br>▪ Etkin ve düşük maliyetli ayırma/saflaştırma süreci geliştirmek<br>▪ Değişen talepleri karşılamak üzere süreçleri optimize etmek.<br>▪ Düşük maliyetli malzemeler kullanarak esnek, modüler yeni biçimlendiriciler geliştirmek<br>▪ Biyokütleyi karakterize etmek amacıyla ekonomik bir yol bulmak.<br>▪ Bölgelere göre en iyi hammadde adaylarını belirlemek.<br>▪ Hammade hazırlamayı, gerekli saflık talebini karşılayacak şekilde düzenlemek. | ▪ Düşük maliyetli ve etkin ayırma/saflaştırma süreci geliştirilmesi<br>▪ Katalizörün safsızlıklara karşı toleransının geliştirilmesi<br>▪ Tüm sistem için daha etkin ve sağlam bileşenler geliştirilmesi<br>▪ Biyokütle beslemenin depolanması, hazırlanması ve işleme maliyetlerinin azaltılması<br>▪ Karbon tutulması ve depolanması için etkin yaklaşımların geliştirilmesi<br>▪ Hidrojen kalitesini izlemek üzere ekonomik bir yöntem geliştirilmesi<br>▪ Biyokütle/kömür ortak beslemeli gazlaştırıcılar geliştirmek<br>▪ İşlenebilir biyokütle miktarını artırmak |
| **Başlıca Üstünlükleri**<br>▪ Yakın dönemde hidrojen pazarını oluşturmaya başlamak için en önemli yaklaşım.<br>▪ Halihazırda en düşük maliyet<br>▪ Hammadde altyapısı varlığı | **Başlıca Üstünlükleri**<br>▪ Kısa vadede en kullanılabilir yenilenebilir hidrojen üretim yöntemi<br>▪ Bazı hammaddeler için altyapı varlığı. | **Başlıca Üstünlükleri**<br>▪ Hidrojene ek olarak düşük maliyetli sentetik yakıt sağlama<br>▪ Bol ve kullanılabilir kömür hammaddesi kullanımı |

| Termokimyasal | Su Elektrolizi | Foto-Elektrokimyasal |
|---|---|---|
| **Kritik Sorunlar**<br>▪ Maliyet-etkin reaktör<br>▪ Etkin ve uzun ömürlü yapım malzemesi<br>▪ Daha uzun vadeli teknoloji | **Kritik Sorunlar**<br>▪ Düşük sistem verimi ve yüksek yatırım maliyeti<br>▪ Yenilenebilir enerji kaynakları ile entegrasyon<br>▪ Üretim için tasarım | **Kritik Sorunlar**<br>▪ Etkin fotokatalizör malzemesi<br>▪ Düşük sistem verimi<br>▪ Maliyet-etkin reaktör<br>▪ Daha uzun vadeli teknoloji |
| **AR-GE Gerekli Başlıca Konular** | **AR-GE Gerekli Başlıca Konular** | **AR-GE Gerekli Başlıca Konular** |
| ▪ Güneş alıcıları, kimyasal döngüler reaktörler ve termal depolama için dayanıklı ve düşük maliyetli malzemeler<br>▪ Reaktör ve alıcıların düşük maliyetli ve kolay yapımı için tasarımı<br>▪ Değişken güneş enerjisinin elverişliliği ve düşük toplam maliyeti sağlamak üzere kimyasal depolama sistemi tasarımı optimizasyonu<br>▪ Büyük hacim, düşük maliyetli üretim için esnek, modüler donanım ve bileşenler için tasarımlar geliştirme.<br>▪ Kimyasal döngü için etkin ısı tasarımı geliştirilmesi. | ▪ Daha dayanıklı ve daha ucuz membran geliştirilmesi<br>▪ Servis ömrü uzun membranlar ve korozyona karşı dayanıklı bağlantılar geliştirilmesi<br>▪ Dayanıklı, ucuz ve aktif katalizör geliştirilmesi<br>▪ Büyük ölçekli üretim için yeni mimari tasarımı<br>▪ Değişen talepleri karşılamak üzere depolama ve üretim hızı kapasitelerinin dengelenmesi<br>▪ Ucuz malzemeler kullanarak esnek ve ölçkli sistemler geliştirilmesi<br>▪ Yüksek sıcaklıkta çalışan üniteler için güvenilirliği artırmak<br>▪ Yeni, daha verimlikurutucu teknolojisi geliştirmek.<br>▪ Etkin su şartlandırma sistemleri geliştirmek | ▪ Dayanıklı, etkin fotokatalizör ve elektron aktarım katalizörü geliştirilmesi<br>▪ Büyük miktarlarda, düşük maliyetli,çok fonksiyonlu malzemeler geliştirilmesi<br>▪ Destek, kaplama ve benzeri amaçlar için aktivitesi yüksek, kararlı, dayanıklı malzemeler geliştirilmesi<br>▪ Kalitede aynılığı sağlamak için üretim teknikleri geliştirme.<br>▪ Maliyetleri azaltmak amacıyla yüksek kapasiteli üretim tasarımının optimizasyonu<br>▪ Sistem kontrolunu otomize etme, donanım güvenilirliğini artırma ve enerji kayıplarını en aza indirme<br>▪ Parasitik güç kayıplarını azaltma. |
| **Başlıca Üstünlükleri**<br>▪ Güneş, nükleer reaktör ve geri kazanılan kimyasallardan gelen enerji ile sadece sudan hidrojen üretimi<br>▪ Temiz ve sürdürülebilir | **Başlıca Üstünlükleri**<br>▪ Yenilenebilir enerji kaynakları ile hemen hemen hiç kirletici üretilmez.<br>▪ Mevcut altyapı kullanılabilir<br>▪ Yakıt pili üstünlüklerini kulllanır | **Başlıca Üstünlükleri**<br>▪ Düşük sıcaklıklarda çalışma<br>▪ Temiz ve sürdürülebilir -sadece su ve güneş enerjisi kullanılır. |

| **Biyolojik** |
|---|
| **Kritik Sorunlar**<br>▪ **Sürdürülebilir üretim için verimli mikroorganizma**<br>▪ **Tek bir mikroorganizmada optimal işlevsellik**<br>▪ **Reaktör malzemeleri**<br>▪ **Daha uzun vadeli teknoloji** |
| **AR-GE Gerekli Başlıca Konular** |
| ▪ **Verimli ve sürdürülebilir üretim için mikroorganizmanın işlevselliğinin geliştirilmesi**<br>▪ **Yeni mikropların tanımlanması ve karakterizasyonu**<br>▪ **Mikropların büyümesi ve bakımı için ucuz yöntemler geliştirilmesi**<br>▪ **Biyoreaktörlerde kullanmak amacıyla özel özelliklere sahip ucuz, dayanıklı malzeme geliştirilmesi**<br>▪ **Değişken üretim ve günlük döngüleri yönetmek amacıyla sistmin optimizasyonu**<br>▪ **Düşük maliyetle yüksek kapasiteli üretim için üretim sürecinin optimizasyonu** |
| **Başlıca Üstünlükleri**<br>▪ **Temiz ve sürdürülebilir**<br>▪ **Çeşitli özelliklerdeki suya karşı toleranslı**<br>▪ **Kendi-kendini destekler** |

### 14.2 Hidrojen Üretim Teknolojilerinin Ortak Problemleri

Kullanılan kaynağa göre değişen hidrojen üretim teknolojilerinin her birinin üstün yönlerinin yanı sıra bazı zayıf tarafları da bulunmaktadır. Ancak bazı zayıflıklar bütün üretim yöntemleri için ortaktır ve hidrojen ekonomisinin hayata geçirilmesinde önemli engeller oluşturmaktadırlar.

Bilim insanları hükümetlerin ve sanayinin desteklediği araştırmalar ve uygulamalarla bu engelleri ortadan kaldırmak ve hidrojenin, başarılı bir şekilde ticarileştirilmesi ve bir enerji taşıyıcısı olarak yaygın kullanımının yollarını döşemeye çalışmaktadırlar. Aşağıda hidrojen üretim yöntemlerinin ortak sorunları kısaca özetlenmeye çalışılmıştır.

**Hidrojen Kalitesi:**

Hidrojen kullanılması düşünülen bütün yakıt pilli araçlar için saflık en önemli parametredir. Sorun, yakıt pilli araçların büyük bir çoğunluğunda katalizör olarak kullanılan platinin hidrojen içerisinde bulunan safsızlıklardan zehirlenmesinden ve sonuç olarak katalitik etkinliğinin azalmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle hidrojen üretim teknolojilerinin ya doğrudan yüksek saflıkta hidrojen üretmesi veya ek bir saflaştırma süreci ile birlikte kullanılması gerekir.

**Yatırım ve İşletme Maliyetleri:**

Günümüzde hidrojen üretim teknolojilerinin çoğunun yatırım maliyeti, diğer yakıtların yatırım maliyetlerinden büyük ölçüde daha yüksektir. Araştırmacılar bu maliyetleri "üretim için tasarım" prensiplerini uygulayarak, daha iyi malzemeler belirleyerek, gerekli kısımların sayısını azaltarak ve seri üretime geçmeye çalışarak azaltmaya çalışmaktadırlar. Aynı şekilde işletme maliyetleri de donanım geliştirenler tarafından geliştirilmiş malzemeler kullanılarak,

süreç basamaklarını birleştirerek, bakım ve işçilik gereksinimlerini azaltarak ve diğer taraftan donanım performansını ve entegrasyonunu artırarak azaltılmalıdır.

**Eğitim ve Hukuki Konular**:

Yeni hidrojen üretim teknolojilerinin ticari kullanımına başlanabilmesi için denetim, gerekli deneyler, belgelendirme ve izinler gibi konularda yol göstermek üzere yönetmeliklerin, kodların ve standartların oluşturulması veya yerel, bölgesel yönetimler veya devletler tarafından onaylanması gerekir.Bu süreç, denetim organlarını bu teknolojiler ile tanıştırmak, kamuoyunu ve yerel güvenlik personelini eğitmek gibi çok kapsamlı bir sosyal hizmeti gerektirir.

**Emniyet ve Kontrol:**

Petrol ve doğal gaz gibi hidrojen de uygun bir şekilde ele alınmalıdır. Hidrojenin özellikleri diğer yaygın yakıtlardan farklıdır, fakat hidrojen de kullanım ilkeleri gözetildiğinde emniyetli bir şekilde kullanılabilir.

### 14.3 Yakıt Pilleri

Yakıt pili her ne kadar ilk defa Sir William Grove tarafından 1839 yılında üretilmişse de gerçek önemi ancak 20. yüzyılın ikinci yarısında anlaşılabilmiş ve bu tarihten itibaren hızlı bir gelişim süreci sergilemiş yeni bir enerji üretecidir. Isı makinelerinde söz konusu olan "yakıt kimyasal enerjisi-ısı enerjisi-mekanik enerji" dönüşümü yerini, yakıt pilinde "yakıt kimyasal enerjisi-elektrik enerjisi-mekanik enerji" dönüşümüne bırakmaktadır. Yakıt pilinde yanma olmaksızın, elektro-kimyasal bir dönüşüm ile elektrik üretilmektedir. Bu elektrik ise istenilen herhangi bir amaçla kullanılabilmektedir. Örneğin bir elektrik motoru tahrik edilerek taşıta hareket sağlanması mümkündür. Yani yakıt pilinin taşıtta kullanılması halinde mekanik enerji; krank-biyel mekanizması yerine, elektrik motoru ile sağlanarak; pek çok karmaşık ve günümüze göre hantal denilebilecek mekanizma ortadan kaldırılmaktadır. Bu mekanizmaların yol açtığı titreşim, gürültü, mekanik kayıplar, karmaşık yapı, yüksek sıcaklık ve zararlı emisyonlardan kurtulmak mümkün olabilmektedir [3]. Yakıt pilleri ile klasik enerji döngüleri karşılaştırılırsa yakıt pillerinin bazı üstünlükleri olduğu kadar, eksik yönlerinin de olduğu görülür. Böyle bir karşılaştırma aşağıda verilmiştir.

**Yakıt pillerinin üstün yönleri:**

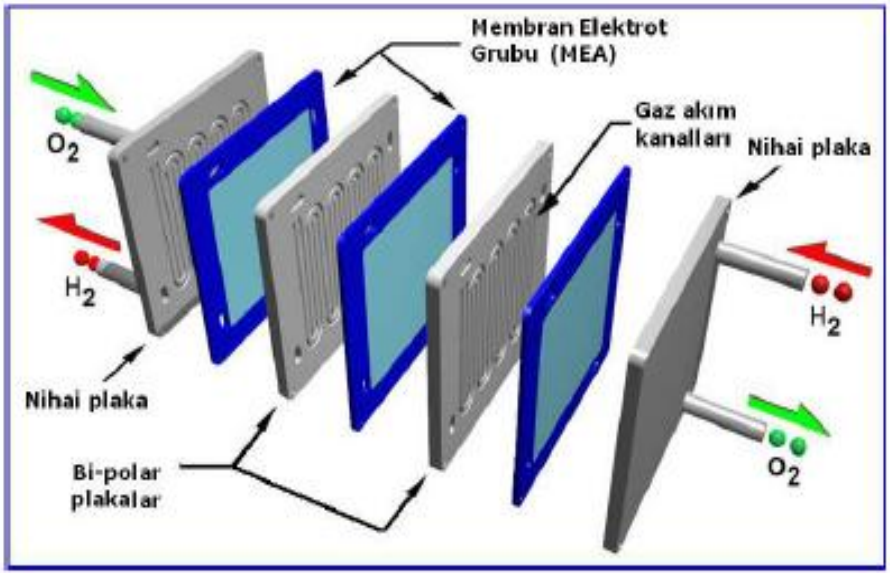
- Enerji dönüştürücüde hareketli parça olmaması
- Kompakt yapılı olması
- Sessiz olması
- Yakıt esnekliği
- Tasarım dışı yükte işletimde iyi performansa sahip olması
- Uzaktan işletim
- Ölçü/boyut esnekliği
- Hızlı yük takip edebilme yeteneği

**Yakıt pillerinin yetersizlikleri:**

- Halen maliyeti yüksektir
- Güç üretim endüstrisi için tanıdık olmayan bir teknolojidir

- Bazı yakıt türleri için (hidrojen, metanol vb.) bir dağıtım altyapısı bulunmamaktadır
- Hidrojen güvenli bir şekilde depolanması, taşınması ve son kullanıcıya güvenli bir şekilde ulaştırılması.

Bir yakıt pilini meydana getiren parçalar Şekil 14.4' de verilmiştir.

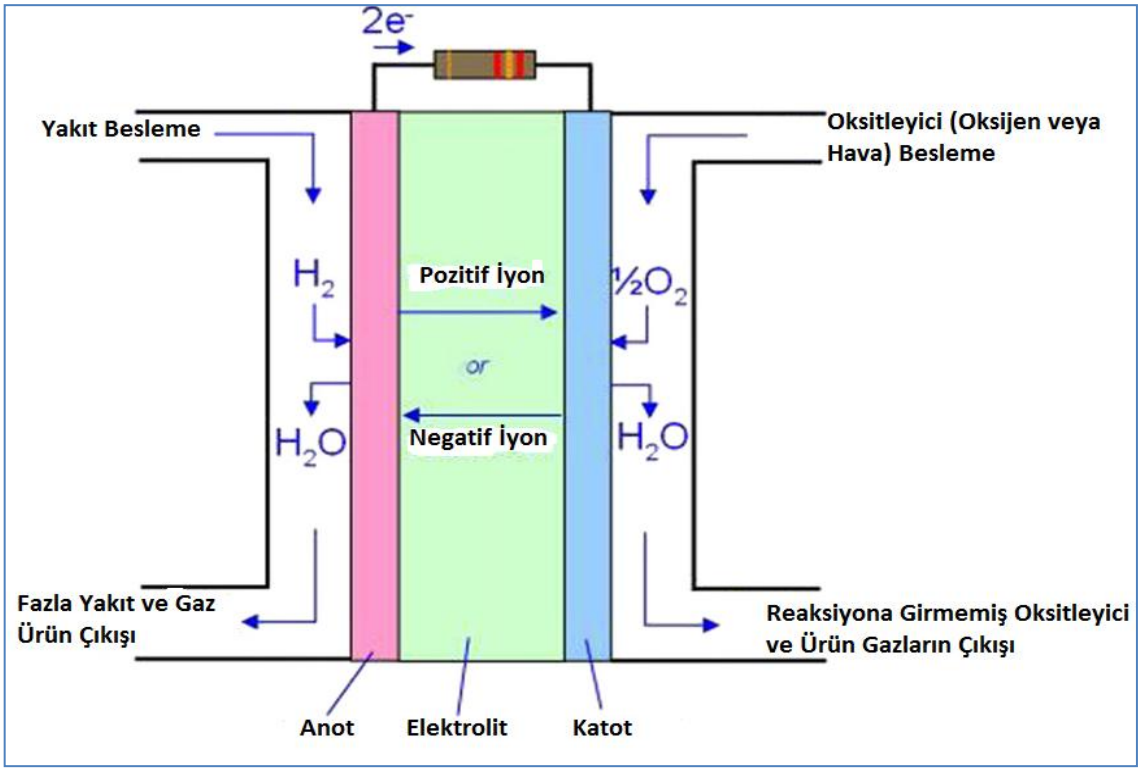



**Şekil 14.4** Yakıt Pilini Oluşturan Elemanlar [4].

Yakıt pilleri çalışma sıcaklıklarına, yapılarına, kullanılan elektrolite vb. çok farklı ölçülere göre sınıflandırılabilirler. En yaygın sınıflandırma yakıt pillerinin kullanılan elektrolite göre sınıflandırılmasıdır. Bu sınıflandırmaya göre yakıt pili tipleri;

1. Proton Değişim Membran Yakıt Pilleri (Proton Exchange Membrane Fuel Cell-PEM Fuel Cell) Doğrudan Metanol veya Etanol Yakıt Pilleri (DMFC, DEFC) de bu gruptaki yakıt pilleridir.
2. Fosforik Asit Yakıt Pilleri (Phosphoric Acid Fuel Cell-PAFC)
3. Alkali Yakıt Pilleri (Alcaline Fuel Cell-AFC)
4. Erimiş Karbonat Yakıt Pillleri (Molten Carbonate Fuel Cell-MCFC)
5. Katı Oksit Yakıt Pilleri (Solid Oxide Fuel Cell-SOFC)

Bunların dışında Mikrobiyal Yakıt Pili, Foto-Biyokimyasal Yakıt Pili gibi henüz laboratuar aşamasında olan pek çok yakıt pili de bulunmaktadır. Genel olarak bir yakıt pilinin çalışma prensibi, Şekil 15.5' te şematik olarak gösterilmiştir.




**Şekil 14.5** Yakıt Pillerinin Çalışma Prensibi [4].

Anoda beslenen yakıt (çoğunlukla hidrojen) katalizör-membran arayüzeyinde proton ve elektron vermek üzere reaksiyona girer. Proton membran elektrolit tarafından su molekülleri sayesinde katota taşınırken, elektronlar bir dış devre yardımıyla elektrik akımı üreterek katota taşınırlar. Katotta, katalizör-membran arayüzeyinde oksijen, proton ve elektronlar birleşerek suyu oluştururlar. En genel hatlarıyla verilen bu olay, farklı yakıt hücrelerinde yakıtın ve/veya yük taşıyıcıların değişmesiyle beraber esas olarak aynı şekilde gerçekleşerek kimyasal enerjiden doğrudan elektrik enerjisi üretimini sağlar. Bu raporun amacı yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretiminde kullanılan ekipmanların yerli üretilebilirliğinin araştırılması olduğu için yakıt pilleri ile ilgili ayrıntılara girilmemiştir.

**14.4 Dünyada Yakıt Pili Teknolojisi; Gelişimi ve Uygulamaları:**

Daha önce de belirtildiği gibi hidrojenden, yakıt pili teknolojisi ile elektrik elde edilmektedir. Bugüne kadar, yakıt pillerini çeşitli yönleriyle inceleyen 200'den fazla araştırma NASA tarafından desteklenmiştir. Bugün, Apollo ve Space Shuttle görevlerinde güvenli olarak elektrik (ve su) sağlamış olmaları nedeniyle, yakıt pilleri uzaydaki rollerini ispatlamış bulunmaktadır.

Bu başarılar, 1960'larda, yakıt pillerinin dünyanın enerji problemlerinin tümüne çözüm olabileceği tahminlerine yol açmış ve 1970'li yıllarda çalışmalara başlanmış, 2000'li yıllarda ülkelerin enerji politikalarında önemli yer tutmaya başlamıştır.

ABD Başkanı G.W. Bush 28 Ocak 2003 tarihinde yaptığı bir konuşmada hidrojen enerjisini hürriyet yakıtı olarak tanımlamış ve bu alandaki çalışmalara destek amacıyla 1.7 milyar dolarlık bir kaynak ayrıldığını söylemiştir. ONSI Corp. adında bir Amerikan firması 200 kW enerji sağlayan fosforik asit tipi (PC25) yakıt pilinin pazarlamasını yapmaktadır.

Japonya'da WE-NET (World Energy Network) projesi ile Tokyo metropolitan bölgesinde hidrojen kullanımı ile oluşacak azot oksit emisyonundaki azalma potansiyeli araştırılmaktadır. WE-NET Programı Japonya'nın Uluslararası Ticaret ve Endüstri Bakanlığınca desteklenmektedir. Bu programda Japonya hidrojen enerji sistemini geliştirmek üzere 2020 yılına kadar 4 milyar $'lık bir bütçe ayırmıştır. Gelecekte de Pasifik denizinin Ekvator bölgesinde yapay bir adada solar radyasyon kullanarak deniz suyundan elektrolizle hidrojen üretmeyi planlamaktadırlar.

Halen Japonya'da Tokyo Electric Company tarafından kurulan 11 MW'lık elektrik santralı Rokko adasının elektrik ve ısı ihtiyacını karşılamakla birlikte, kapasiteleri 50 ile 500 MW arasında değişen yüzlerce yakıt pilli tesis bulunmaktadır. Sadece Tokyo'da şehrin elektrik ihtiyacının 40.000 kW'lık bölümü hidrojen enerji sistemlerinden sağlanmaktadır.

Japonya'da Tokyo Electric Company'nin yanısıra Sanyo, Hitachi, Toshiba, Kawasaki, Fuji Electric, Kansai Electric, Amerika'da, Westinghouse, Institute of Gas Technology (IGT), Unocal, San Diego Gas and Electric, Avustralya'da Seramic Fuell Cell Ltd, Avrupa'da Siemens KWU, Dornier System, Sulter Innotec, dünyada yakıt hücreli sistemleri kullanan ve gelişimi için çalışmalar yapan şirketlerden bazılarıdır.

Siemens Kaliforniya'da 200 konutun elektrik ve ısı ihtiyacını karşılamak üzere 250kW'lık gaz türbinli, yakıt hücreli bir kojenerasyon sistemi kurmuştur (Şekil 14.6).

**Şekil 14.6** Gaz Türbinli, Yakıt Hücreli Kojenerasyon Sistemi

Avrupa merkezli Alstom, Asya merkezli Japon Ebora firmaları ile ortak çalışan Kanada'nın Ballard firması PEM tipi yakıt pili kullanan, 250 kW elektrik, 230 kW ısısal güce sahip jeneratörleri satışa sunmuştur.

Honda araştırma ve geliştirme bölümü doğalgazdan yakıt pilli araçlar için hidrojen üreten, elde edilen elektriğin ve sıcak suyun yine üretildiği evde kullanımını sağlayan "Hidrojen Ev Enerji İstasyonu" (HES) adlı proje başlatmıştır. Proje çerçevesinde California'da deneysel amaçlı kurulan evde çalışmalar, hidrojen üretimi, depolanması ve yakıt olarak kullanılması şeklinde gerçekleştirilecektir.

Uluslararası potansiyel yakıt pili pazarı (sadece "sabit cihazlar " için) 2030 yılı için 45 milyar Euro olarak tahmin edilmektedir. Hedef fiyat, tüm sistem için kW başına 1000 Euro'dur (1000 Euro/kurulu kW).

Almanya'da Münih havaalanında çalışan otomobil ve otobüslerin hidrojen enerjisi kullanması yönündeki projenin yanısıra Neurenburg yakınlarında mini bir hidrojen enerji sisteminin kurulduğu bir program yürütülmektedir. Solar-Wasserstoff-Bayern burada güneş hidrojen tesisi, depolama sistemi ve hidrojen kullanma sistemleri kurmuştur. Almanya ayrıca Suudi Arabistan ile ortak yürüttüğü Hysolar programı ile Suudi Arabistan'ın Riyad yakınında güneş hidrojen üretim tesisi kurmayı planlanmaktadır. Suudi Arabistan hidrojeni ihraç edecektir.

Avrupa ve Kanada arasındaki Euro-Quebec diğer uluslararası başarılı programdır. Bu programda nispeten ucuz olan hidrogüçten üretilerek Kanada'dan Avrupa'ya ithal edilecek sıvı hidrojenin deniz aşırı taşınımı, depolanması ve kullanım alanları araştırılmaktadır.

İzlanda'da hükümet, üniversiteler, taşıma şirketleri, fabrikalar ve çok uluslu otomobil ve petrol şirketleri konsorsiyumu oluşturulmuş ve 2030 yılına kadar İzlanda'nın tamamen hidrojen enerjisine geçmesi planlanmıştır. Dünyanın ilk hidrojen dolum istasyonu Shell tarafından İzlanda'da açılmıştır.

Bunlara ilave olarak İspanya'da INTA solar hidrojen tesisi, İtalya, Almanya, Norveç'te SAPHYS küçük ölçekli fotovoltaik-hidrojen enerji sistemi ve Almanya'da PHOEBUS pilot tesisi gibi birçok proje yürütülmektedir.

Ayrıca araçların %65'inin skoter (küçük motosiklet) olduğu Tayvan'da yakıt hücreli skoter kullanımı desteklenmekte ve ZES (sıfır emisyonlu skoter) Asya Pasifik Yakıt Pili Teknolojisi Ltd. ve Kwang-Yang Motor Co. işbirliği ile üretilmektedir

Brezilya ve Güney Amerika'da en büyük hidrogüç  tesisi Haipu'dur. Burada elektrolitik hidrojen gazı üretilmektedir.

Petrol şirketlerinin enerji ortamı olarak hidrojene bakışları kuşku dolu olsa da son yıllarda bu bakış açısı değişmektedir. Bu şirketlerden Londra'da Royal Dutch Shell, Shell Hidrojen adını verdikleri şubelerine hidrojen konusunda araştırma yapmaları için 500 milyon $ yatırım yapmıştır. BP de benzer bir girişimde bulunmuştur.

Ulaşım sektöründe, yakıt pili ile çalışan araçların geliştirilmesi, petrol tüketimini azaltacağı gibi, araçlardan kaynaklanan hava kirliliğini de minimum düzeye indirecektir. Yakıt pilli otobüs üretimini gerçekleştiren Kanada'nın Ballard Şirketinin yanısıra, General Motors, Ford, Chrysler, Toyota, Honda, BMW, Renault yakıt pilleri ile çalışan otomobilleri ticari anlamda üretmek çabasındadırlar. 1993'ten bu yana çok sayıda prototip araç üretilmiştir. Alman Daimler Chrysler'in ürettiği, yakıt pilini Ballard'dan sağladığı, NECAR4 (sıvı hidrojenle çalışır) ve metanol dönüştürücülü NECAR5, General Motors'un Opel, "Zafira" adı verilen ve 75 kW' lık Ballard "tescilli" yakıt pili taşıyan aracı, Ford tarafından üretilen "Think FC5"ler, Toyota'nın RAV-4 ve Fine-N'i, Nissan Renessa ve Mitsubishi, Daihatsu, Honda ve Mazda ortaklığı Demio FCEV, Renault'un 30 kW Nora cell kullanan Lagunası prototiplere birer örnektir.

Taşıtlarda hidrojenin içten yanmalı motorlar veya yakıt pilleri aracılığıylakullanımı konusunda da, Daimler-Benz şirketinin sıfır salımlı minibüs'ü, BMW, Dodge, Buick, Suzuki firmalarının deneme otomobilleri, Macchi-Ansoldo"nun ve MAN firmasının SL202 otobüsleri, Kanada demiryollarının lokomotifi ile Almanya, Avustralya ve Kanada donanmaları için imal edilen denizaltılar sayılabilir.

Mercedes-Crysler firması, büyük şehirlerde çevre kirliliğini önlemek için, 30 adet hidrojen ile çalışan 70 kişilik toplu taşım araçlarını 10 Avrupa başkentinde, her türlü iklim ve arazi şartlarında denemektedir. Bu araçlarda sistem elektrik motoru ile hareket eder, motor, piston, grank ve şanzıman yoktur.

General Motor hidrojen enerji teknolojiisinin kullanıldığı, 20 cm kalınlığında, 120 cm eninde, 240 cm boyunda bir platform ile dört tekerden oluşan bir otomobil üretimi projelendirmiştir. Projeye göre bu platforma sahip olan kişi istediği kaportayı takarak otomobilini kullanabilecektir. Bu otomobillerde içten yanmalı motor, piston ve grank bulunmadığından bunun yerine her tekerleğin göbeğinde 20 kW'lık müstakil elektrik motorları arabaya gerekli hareketi sağlayıp, yüksek emniyet içinde sistemin süper kompakt bir yapıya kavuşmasına olanak sağlanmaktadır.

Bunların dışında, %15-20 hidrojen ve %80- 85 doğal gaz karışımından oluşan hytane adlı yakıtı ile çalışan yeni bir otobüs 1993 yılından beri Montreal'de (Kanada) denenmektedir.

Hidrojen, uzun yıllardır uzay mekiği ve diğer tüm roketlerde rakipsiz bir yakıt olarak kullanılmaktadır. Ancak, bunların dışında uçaklarda ilk kullanımı 1956 yılında B-57 Canberra deneme uçağında gerçekleştirilmiştir. Sovyetler Birliği de 1988 yılında Tupolev-155 deneme uçağında yakıt olarak hidrojen kullanmıştır. Dünya Enerji Ajansı Hidrojen Programı çerçevesinde yürütülen çalışmalarda, Airbus tipi uçakların yakıt olarak hidrojen kullanması 2007 yılında başlayacaktır. Hidrojenin ticari uçaklarda yaygın kullanımı konusunda Avrupa Airbus konsorsiyumu ile Almanya-Rusya ortak çalışmaları sürmektedir.

Sıvı hidrojen doğrudan veya dolaylı olarak motorları ve dış yüzeyi soğutmak için de kullanılabileceği için, yüksek hızlı supersonic uçaklar için ideal bir yakıt olarak görülmektedir.

Amerika'nın Duffy Boats firması elektrikle çalışan ilk tekneyi geçtiğimiz aylarda üretmişlerdir. Herbiri 1.5 kW gücünde 4 yakıt piliyle hareketlendirilmiş olan bu tekne yakın gelecekte, sahillerde, nehirlerde, kanal ve boğazlarda yani ulaşımın su üzerinde yapıldığı heryerde taksi görevini görecektir.[1]

Konu ile ilgili daha somut bilgiler edinmek için 2012 ve 2013 yıllarına ait satış rakamlarına bakılabilir.

2012 yılında satılan toplam yakıt pili sistemi (eğitim seti ve oyuncak hariç) 2011' e göre %86 artış göstererek 45 700 adet olarak gerçekleşmiştir.

Megawatt bazında yıllık satış ilk defa 150 MW'ı aşmış ve 166,7 MW olarak gerçekleşmiştir.

[1] Enerji 2023 Derneği web sayfası

Sabit güç sistemleri için yakıt pili satışında 2011 den 2012' ye artış tüm kategorilerde devam etmiştir.

2012 boyunca yapılan tüm satışlarda satılan ünite sayısı 24 100' ü aşmış ve 125 MW'a yaklaşmıştır. Bu rakamlar 2011 yılına göre sırasıyla %50 ve %53 artışa karşılık gelmektedir.

Ulaştırma sistemine yönelik satışlarda da hayal kırıklığı yaşanan 2011 yılı satışları geçilerek 2012 yılında 2.700 birime ulaşılmıştır.

Artış malzeme işleme de dahil olmak üzere bütün sınıflarda, hafif araçlar, otobüsler ve uzay araçlarında görülmüştür.

Taşınabilir sistemlerin satışında %174'lük bir artışla 2012 yılı satışları 2011 yılı satışlarının yaklaşık üç katına ulaşarak 18.900 birime ulaşmıştır.

APU sektöründeki satışlarında gözlenen az düşüş, küçük ve mikro yakıt pili satışındaki önemli orandaki artış ile telafi edilmiştir.

2012 yılında 27 yeni hidrojen dolum istasyonu açılarak dünya çapında çalışır haldeki toplam hidrojen dolum istasyonu sayısı 208'e ulaşmıştır.

Bu istasyonlardan 80'i Avrupa'da, 76'sı Kuzey Amerika'da, 49'u Asya'da ve kalan 3'ü de dünyanın farklı yörelerinde bulunmaktadır.

2012 yılındaki 28 000 satışla, diğer bir deyişle küresel yakıt pili pazarının %61'i kadar satışla Asya bölgesel olarak üstünlüğünü sürdürmektedir.

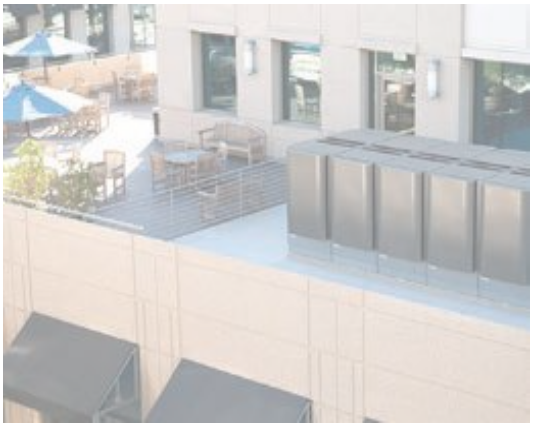
Asya aynı zamanda 2012 yılında Megawatt bazında 86,1 Megawat veya toplamda %52'lik payla Kuzey Amarika'dan liderliği devralmıştır. Asya'yı %37'lik payla Kuzey Amerika ikinci sırada takip etmektedir.

2013 yılında yakıt pili sistemlerinin satışının %46 artacağı ve toplam olarak 66 800'ü geçeceği öngörülmektedir.

Megawat cinsinden satışların da %29 artarak 215,3 MW'a erişeceği düşünülmektedir. Bu artışın büyük kısmının sabit güç sektöründe olması beklenmektedir.

Elektrolit bazında 2012 yılında satılan sistemler içinde küresel pazarda en yaygın kullanıma sahip PEMFC %88'lik oranıyla üstünlük sağlamıştır

Megawat cinsinden bir karşılaştırma yapılırsa büyük kapasiteli birincil güç istasyonlarında MCFC kullanımı 2012 yılında artmaya devam ederek PEMFC'ine rakip olmuştur. 2012 yılında her iki yakıt pilinin de kullanımı 60 MW'ı aşmıştır.



Sistem satışlarının büyük bir kısmının da yine sabit güç sektöründe olacağı ve satışların yıldan yıla iki kattan daha fazla artacağı beklenmektedir.

2012 yılında tüketici elektroniğinde yakıt pilli dolum (şarz) cihazlarında beklenen ticari yaygınlık gerçekleşmemiştir.

2013 yılında küçük sabit yakıt pili sistemlerindeki artış, özellikle Japonya'da enerji-tarım (Ene-Farm) sektöründe büyüme beklenmektedir.

Güney Kore'de çok sayıda büyük sabit güç santrallerinin kullanılıyor olması megawatt bazında yıllık tüketimi önemli ölçüde artıracağı beklentisine yol açmaktadır

2013 yılında taşıma sektöründe satışların marijinal olarak azalacağı, az sayıda yakıt pilli taşıt, otobüs ve özel taşınım araçlarının satılacağı öngörülmektedir. Bununla beraber şu anda havaalanları ve limanlara odaklanmış olan malzeme işleme araçları sektörü bir sonraki kullanım aşamasında da giderek artacaktır

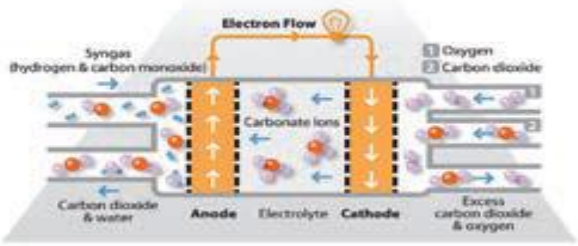
2015 yılında yakıt pilli araçların ticari olarak piyasaya sürülebilmesi için hidrojen dolum istasyonlarının sayısı 2013'te de artmaya devam edecektir. Bunu sağlamak amacıyla Avrupa, Kuzey Amerika ve Asya' da pek çok ülke 2012 ve 2013'de hidrojen alt yapısını oluşturacaktır.

2013'de satılan sistem sayısı Kuzey Amerika ve Asya'da büyük bir artışı haber vermektedir. Asya hali hazırda bu sistemlerin %76'lık kısmına sahip durumdadır.

Yıllık megawatt bazında da bu iki bölgede artışın devam edeceği, Avrupa'da ise yıldan yıla belli bir düzeyde kalacağı düşünülmektedir.

2013 yılı satışlarında PEMFC en yüksek paya sahip (%88) elektrolit olmaya devam ederken, katı oksit yakıt pillerinin de (SOFC) sabit güç santralleri uygulamalarıyla satışlarında büyüme görülecektir.

Diğer taraftan ilk defa olarak MCFC'lerinin 2013 yılında yıllık megawatt bazında PEMFC'leri geçmesi beklenmektedir.




Son olarak 31 Ekim 2013 tarihli Milliyet gazetesinde yer alan bir haberde "Dünyanın hidrojenle çalışan ilk seri üretim yakıt hücreli otomobili Hyundai ix35 Fuel Cell, Danimarka ve İsveç'in ardından İngiltere'de de trafiğe çıktı" denilmektedir. Haberde, yakıt pili teknolojisindeki son aşama bildirilerek artık seri üretime geçildiğini, dolayısıyla fiyatların düşmesiyle bu çevre dostu teknolojinin hayatımıza girerek çevre kirliliğine karşı yapılan mücadelede önemli bir aşamaya gelindiğini müjdelemektedir.

Dünyada **'hidrojen ekonomisi'**ne geçişte bu gelişmeler olurken ülkemizde durum nedir?

"Birinci sanayi devriminde yakalayamadığımız gelişmiş ülkeleri şimdi yakalama şansımız var. Bu şansı iyi kullanmalıyız" düşüncesiyle çok iyi bir başlangıç yapılmış olmasına karşın, yeterli destek verilmemesi nedeniyle istenilen gelişme düzeyine ulaşılamamıştır. Ancak yine de üniversitelerdeki çalışmalar ve bazı büyük sanayi kuruluşlarının da ilgisiyle bazı umut verici çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Hidrojen ve yakıt pili konusundaki çalışmalar arasında temel taşı oluşturabilecek birkaç çalışma aşağıda verilmiştir

**Hidrojen Yakıt Pilli Forklift Projesi**

Yakıt pilli forklift projesi, geleneksel kurşun akülerin kullanımı yerine, çevre dostu, hidrojen yakıtıyla çalışan PEM Yakıt Pili sistemini içeriyor. 2007 yılında başlanılan proje Türk forklift üretim firması Çumitaş'la birlikte yürütülen çalışmalar sonucu 2009 yılı mart ayında bitirilmiş. $H_2$-ECOLIFT adı verilen aracın temel araç kısmı Çumitaş tarafından sağlanmış. 7 kW'lık yakıt pili ve hidrojen tanklarından oluşan enerji ünitesi ise ICHET tarafından temin edilerek araca monte edilmiş. Forklift üzerindeki enerji ünitesi, yerel bir hidrojen dağıtım firması tarafından, seri bağlı 15 tane basınçlı hidrojen silindirlerini tek bir girişe bağlayan boru sistemiyle tekrar hidrojen dolumuna olanak verecek şekilde dizayn edilmiştir.

**Gezici Hidrojen Evi Projesi**

Güneş, rüzgar enerjisi ve hidrojen enerjisinin evin ihtiyacını karşıladığı küçük gezici ev projesi, farklı uzmanlık alanlarından yüksek lisans öğrencileri tarafından geliştirilmiş. Gezici ev, bir mutfak, bir banyo ve bir yaşam odasından oluşan 15 metrekarelik hareket edebilen bir konteynır. Projede toplam 800 W'lık fotovoltaik paneller, 1 kW'lık bir rüzgar türbini, 2 kW'lık yakıt pili bulunuyor. Sistem, evde bulunan, ocak, buzdolabı, televizyon, klima gibi tüm araçların enerji ihtiyacını karşılıyor. Sistemde yer alan aküler, güneş panelleri ve rüzgar türbininden elde edilen enerjiyi depolamak amacıyla kullanılıyor. Artan elektrik, metal hidrür tanklarda depolanan hidrojenin

elektrolizörde üretiminde kullanılıyor. 2 kW'lık yakıt pili ihtiyaç duyulan zamanlarda elektrik üretirken, mutfakta da hidrojenli ocak kullanılıyor.

**ICHET Projeleri**

Dünyada tek olma özelliği taşıyan BM Uluslararası Hidrojen Enerji Teknolojileri Merkezi (UNİDO-ICHET), Enerji Bakanlığı ve UNIDO teşkilatı arasında 2003 yılında imzalanan anlaşma ile İstanbul'da kuruldu. ICHET, hidrojen enerjisi teknolojilerinin gelişmekte olan ülkelerde yaygınlaştırılması amacıyla yurt içi ve dışında çeşitli pilot ve bilimsel uygulamalı proje başlattı. 2009 yılında ICHET'in Türkiye'de hidrojen teknolojileri alanındaki projelerinin gösterime sunulduğu önemli bir yıl oldu. Yakıt pilli forklift, hidrojen mobil ev projesi, hidrojen scooter, golf-cart projelerinin yanı sıra ICHET'in Bozcaada'nın kısmi hidrojen adasına dönüştürülmesi ile ilgili yenilenebilir enerji-hidrojen enerjisi projesi, hidrojenli otobüs, hidrojenli gemi, hidrojen dolum istasyonu, deniz suyunun elektrolizi ile elektrik üretimi gibi projeler yürütüldü..

**Hidrojen Adası, Bozcaada Projesi:**

Çanakkale'nin Bozcaada ilçesinde, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Örgütü'nün (UNIDO) ortak kuruluşu olan Uluslararası Hidrojen Enerji Teknolojileri Merkezi (ICHET) tarafından 'Bozcaada Hidrojen Adası Projesi' kapsamında, 1 milyon 500 bin dolara inşa edilen Hidrojen Enerji Üretim Tesisi 7 Ekim 2011 yılında hizmete açıldı.

Ancak ne yazık ki bu projelerde kullanılan yakıt pillerinden çoğu sadece Türkiye'de montajı yapılan yakıt pilleridir.

Yakıt pili sistemlerinin temel bileşenleri sıra ile yığın (katalizör-membran-gaz tabakası-plaka-conta), sistem (vana-pompa-sensör-termal), güç üniteleri ve kontrol üniteleridir. Hidrojen sistemleri, üretim, depolama, taşıma kısımlarına bağlı olarak farklılıklar gösterir.

Membran Elektrot Grubu üretimi için, yarı-otomatik karıştırıcılar (katalist boyası), rulolardan başlayarak sıvı kaplama (sarma) ve contalama cihazları; Plaka üretimi için, kullanılan malzemeye bağlı olarak sürekli üretimi sağlayacak, akış kanallarınıoluşturacak baskı/kalıp makinaları, contalama ve plakaları birbirine tutturma ekipmanları gerekmektedir. Metal plaka üretiminde kalıp basım (stamping) metotları öne çıkarken polimer-grafit karışımlarını içeren kompozit plaka üretiminde enjeksiyon molding cihazları kullanılmaktadır.

Yığın üretimi için, entegre sistem üretim ekipmanları, contalama ekipmanları, elektrik ve sızdırma kontrol test ekipmanları, tork altında vidalama ekipmanları kullanılmaktadır. Araç uygulaması için geliştirilmiş 80 kW'lık bir yakıt pili sisteminde yaklaşık 1,5 km uzunluğunda sızdırmazlık sağlamaya yönelik conta kullanılmaktadır. Bunların hızlı bir sekilde seri üretime uygun olarak yapımını sağlayacak ekipmanlar önemli olmaktadır.

Yakıt pili sistem fiyatının yaklaşık %50'si balance-of-plant (BOP) dediğimiz destek ekipmanlarından gelmektedir. Bunlar temelde kompresör, gaz ve su akış elemanları, ısı uzaklaştırma sistemleri, sensörler, elektrik/elektronik kontrol elemanları olarak sıralanabilir.

Üretim sistemleri tanımlanırken yakıt pili sistemlerinin gerektirdiği tolerans limitlerini (5 mikron) göz önünde bulundurmak, seri üretim hattının 5S, 6 sigma, proses kontrol kriterlerini mutlaka sağlaması gerekmektedir.

### 14.5 Kullanılan Enerji Üretim Ekipmanlarının Yurtiçinde İmalat Sektörünün Değerlendirilmesi

Türkiye'de Vestel, Hidronerji, Elimsan gibi bazı firmaların yakıt pili üretimi amacıyla önemli Ar-Ge çalışmaları varsa da (hatta bu alanda alınmış bazı patentler de mevcut olmasına karşın) yerli üretim henüz tatmin edici olmaktan çok uzaktır. Bazı firmaların "Türkiye'de yakıt piline dayalı enerji sistemlerinin evlerde kullanımına 2007 yılında başlanabileceğini, kendi ürettikleri yakıt pilleri ile bunu gerçekleştirecekleri" yönünde gazetelerde yer alan beyanlarına karşın 2013 yılı itibarı ile halen hayata geçirilememiştir. Yakıt pilleri ve hidrojen ile ilgili çalışmalar yürüten çeşitli firmalara faaliyetlerine yönelik bilgi almak üzere başvurulduğu halde kendilerinden yanıt alınamamıştır. Sadece HİDRONERJİ firması konuyla ilgili olarak bilgi vermiştir. Verilen bilgiye göre yakıt pillerinin üretiminde kullanılan membran, katalizör vb önemli parçaların ülkemizde üretimi yapılamamaktadır. Hidrojen depolama ile ilgili olarak da malzeme üretimine önem verilmesi gerekmektedir.

Halihazırda bazı firmaların gerek hidrojen üretimi (PEM Elektrolizörler gibi) gerekse yakıt pili üretimi için iyi niyetli girişimleri varsa da bunlar henüz yeterli olmaktan uzaktır. Yakıt pilleri ile ilgili olarak gaz dağıtım levhaları, difüzyon levhaları, conta ve son plakalar gibi bazı parçaların sınırlı miktarlarda da olsa üretimi yapılabiliyor olmasına karşın **elektrokatalizörler** ve **membranlar** gibi en önemli kısımları henüz üretilememektedir. Dolayısıyla yakıt pili ve hidrojen sektörü henüz tam olarak ticaretleşme sürecine girmediği için, Türkiye' de bu alanda spesifik imalat sektörünün oluşumunu uzun vadede düşünmek gerekecektir.

Yakıt pili üretiminde kullanılan ekipmanların bir çoğunun zaten diğer sektörlerde kullanıldığı göz önünde bulundurulursa, ticari potansiyel oluşup Türkiye'de üretim başladığı zaman, mevcut ekipmanların bu sektöre adaptasyonun hızlı olacağı öngörülebilir.

### 14.6 Yurtiçinde Yerli İmalatın Geliştirilmesi ve/veya İmalatın Başlatılması İçin AR-GE ve Diğer İhtiyaçlar

Yurtiçinde yerli imalatın geliştirilmesi ve/veya imalatın başlatılması için AR-GE çalışmalarından önce bu konuda ortak bilincin oluşturulması, hidrojen teknolojisine geçişin gereklerinin topluma kavratılması gerekir. Bunun dışında konu ile ilgili bilgi birikiminin sağlanması, yakıt pili teknolojisinin öğrenilmesi gerekir. AR-GE çalışmalarının başlatılabilmesi için herşeyden önce buna ihtiyaç duyan, yakıt pili sektöründe calişan bir çok firmanın ihtiyaçlarının olması lazım (zaruretler ihtiyaçları doğurur sözü). Maalesef ülkemizde bu alanda çalışan firma sayısı yok denebilecek kadar az.

Diğer taraftan TÜBİTAK, TTGV, Arçelik, **Ford**, TOFAŞ, Aygaz ve Demirdöküm arasında imzalanan **Yakıt Pili** Projesi'nin etrafında oluşturulan konsorsiyum, ELİMSAN, Vestel, Hidronerji gibi büyük kuruluşların konuya ilgi duyması ve önemli AR-GE projelerine imza atmaları, çeşitli araştırma kuruluşlarının ve üniversitelerin çalışmaları Türkiye'de hidrojen ve yakıt pili teknolojisi konusunda ileriye umutla bakmamıza olanak sağlamaktadır.

**Kaynaklar**


1. Supraniam, S., "Fuel Cells:From Fundementals to Application", Springer Science+Business Media, New York, USA
2. Austgen, D., "Hydrogen As A Fuel" Science No:285, page 687-696 (2006).
3. Yıldırım, Y., Yakıt Pilleri, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü.
4. Noriko, H. B. (Editör), "Fuel Cells:Current Technology Challenges and Future Research Needs", Elsevier Publishing Co.,New York, (2013).

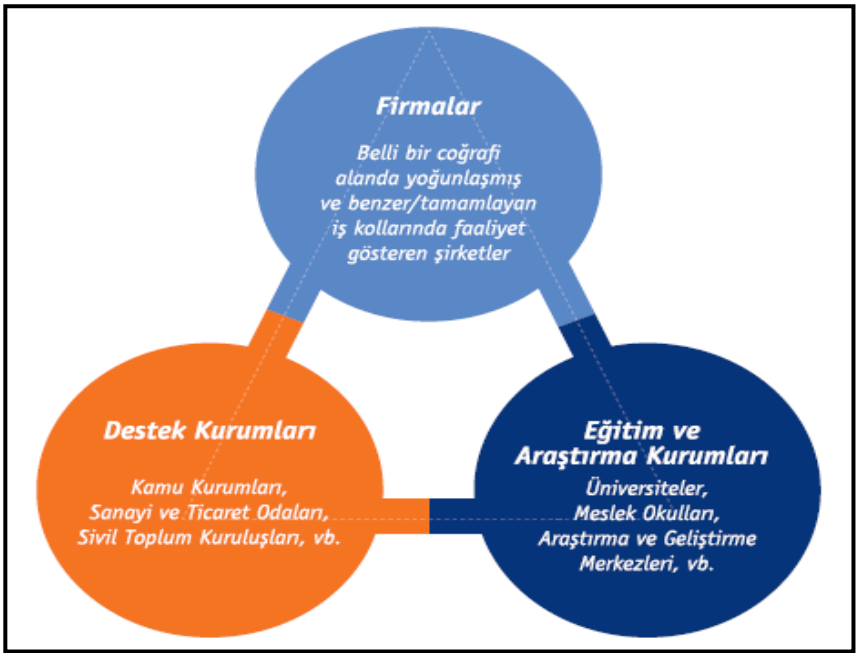
# 15. ENERJİ EKİPMANLARININ YERLİ ÜRETİMİ İÇİN KÜMELENME

## 15.1 Kümelenme ile İlgili Yasal Mevzuat ve Kurallar

Kümelenme Girişimi; iş kümesinin gelişimini mevcut aktörler arasındaki ilişkileri düzenleyerek ve/veya işbirliği potansiyelini güçlendirerek arttırmayı hedefleyen organize bir çabadır. Kümeyi, birbirleri ile güçlü bağları olan işletmeler, üniversiteler, araştırma enstitüleri, işletmeleri destekleyen ara yüzlerden oluşan bir ağ olarak tanımlamak mümkündür.

İş kümeleri birbiriyle ilişkili işletmelerin ve kurumların belirli bir coğrafi alanda (yörede) yoğunlaşması ile oluşur ve yarattıkları iktisadi değerin oluşumuna katkıda bulunan sektör, kurum ve kuruluşların tamamını kapsar.

İş kümeleri dağıtım kanallarına, müşterilere, birbirini tamamlayan ürünlerin üreticilerine kadar uzanır. Üniversiteler, standardizasyon kurumları, düşünce kuruluşları, mesleki eğitim kurumlar teknik destek sağlayan kamu kurumları ile özel kuruluşlar da iş kümelerinin aktörleri arasında yer alır (Şekil 15.1 ).[1]




**Şekil 15.1** Kümelenme Birlikteliğindeki Ortaklar

Kümeyi bir arada tutan şey, yasal bir zorunluluk değildir. Daha çok kurumlar arası güven ve işbirliğidir. Şirketlerin kümeler dahilinde olduklarında tekil oldukları durumdan daha verimli ve yaratıcı olmaları nedeniyle ekonomik kalkınma açısından kümelenme çalışmaları oldukça önemlidir. Kümelenme belirli coğrafi sınırlar dahilinde bir dizi yerel tedarikçi, müşteri, rakip, üniversite, araştırma merkezi, vb. ile ortak çalışma ilişkilerine dayanan ağları ve ortaklıkları kolaylaştırdığından şirketlerin performansının artmasına da katkıda bulunmaktadır. ***Yakınlık, ağ oluşturma ve uzmanlaşma***, kümelenmenin üç temel özelliğidir**.**

[1] Ekonomik Kalkınma İçin Kümelenme -BSTB

*Kümelenme Destek Programı Yönetmeliği'nin*[2] amacı, Türk sanayisinin rekabet edebilirliğinin ve verimliliğinin yükseltilerek, dünya ihracatından daha fazla pay alan, ağırlıklı olarak yüksek teknolojili ürünlerin üretildiği, nitelikli iş gücüne sahip, çevreye ve topluma duyarlı bir sanayi yapısına dönüşümünü hızlandırmak için belirli bir rekabet edebilirlik ve sürdürülebilirlik potansiyeli taşıyan, ulusal düzeyde önemi haiz ve ağırlıklı olarak imalat sanayinde faaliyet gösteren kümelenme teşebbüslerini desteklemektir.

Yönetmelikte destek kapsamı *" Bakanlık ve kümelenme birlikteliği tarafından taahhüt edilen destek tutarı sadece* ***kümelenme destek sözleşmesi*** *ekinde bulunan* ***iş planında*** *yer alan faaliyetlerin gerçekleştirilmesi için kullanılabilir."* denilmekte ve ana destek alanları aşağıdaki gibi belirtilmektedir (Madde 16):

- Küme koordinasyonu, farkındalığı veya etkinliğini geliştirme,
- Faktör koşullarını veya piyasalarını geliştirme,
- Verimlilik,
- Yenilik.

Söz konusu teşvik veya destekten faydalanabilmek için "***Kümelenme Birlikteliği"*** kurulması gerekmektedir. Kümelenme birlikteliği, ekonomik coğrafyada yer alan en az bir sanayi odası yoksa ticaret ve sanayi odası ile en az bir üniversite zorunlu olmak üzere belirlenen kurum, kuruluş ve özel hukuk tüzel kişilerinin bir araya gelerek başvuru rehberinde yer alan Kümelenme Birlikteliği Formunu doldurup imzalamaları suretiyle oluşturulan birlikteliktir. Kümelenme birlikteliğinde yer alabilecek kurum, kuruluş ve özel hukuk kişileri :

- İl özel idareleri,
- Yerel yönetimler,
- Üniversiteler ve araştırma kurumları,
- Teknoloji geliştirme bölgeleri,
- 18/5/2004 tarihli ve 5174 sayılı Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği ile Odalar ve Borsalar Kanunu çerçevesinde kurulan sanayi odaları ile ticaret ve sanayi odaları, borsaları,
- Serbest bölgeler,
- Organize sanayi bölgeleri,
- İhracatçı birlikleri,
- Endüstri bölgeleri,
- Kümelenme birlikteliği ile ilgili dernekler, vakıflar, kooperatifler ve benzeri kuruluş ve teşekküller.

Bunun yanında, kümelenme birlikteliği ile işbirliği yapmayı taahhüt eden ***kümenin ana faaliyet alanında en az yirmi firmanın ismi,*** firma yetkilisinin imzasıyla birlikte Kümelenme Birlikteliği Formu ekinde yer almalıdır.

Bakanlık tarafından sağlanacak geri ödemesiz destek oranı, her bir iş planı tamamlandığında ***iş planı toplam bütçesinin % 50'sini, her bir destek kalemi bazında ise %75'ini geçemeyecektir.*** Her bir sözleşme tarafının iş planı bütçesine katkısı, harcama dönemleri itibariyle açıkça kümelenme destek sözleşmesinde belirtilmesi gerekmektedir (Madde 15).

[2] 15 Eylül 2012 RG

***Kümelenme teşebbüsünün desteklenme süresi beş yıldır.*** Bu süre, destek tutarında değişiklik yapılmaması kaydıyla, Bakanlıkça kümelenme teşebbüsünün idari ve/veya teknik gerekçelerinin uygun görülmesi halinde iki yıla kadar uzatılabilmekte birlikte destek süresi yedi yılı geçemez (Madde 17).

Yönetmelikte belirlenmiş olan desteklerden yararlanmak için Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından Yayınlanan Kümelenme Broşürü ve Uygulamalı Küme Geliştirme Kılavuzuna[3] uygun olarak hazırlanacak olan proje ile ilgili **bütün kalkınma ajansı veya ajanslarından başvuru rehberinde yer alan referans mektubu** temin edilerek Bakanlığa yapılması gerekmektedir.

### 15.2 Enerji Ekipmanlarının Yerli Üretimi İçin İmalatçı Kümelenme Yapılandırması ve Örnek Çalışmalardaki Deneyimler

Yenilenebilir ile elektrik üretimi teşvik yasasının ilk halinin TBMM'de görüşülmek üzere genel kurul gündemine alınmasını takiben içinde bulunduğumuz yıla kadar bu konuda faaliyet göstermek amacıyla çok sayıda dernek, sektördeki işbirliğini arttırmak ve yasal mevzuat üzerinde lobi yaparak taslak aşamasından itibaren sektörün etkinliğini arttırmak üzere kurulmuştur. Uzun süre mevzuat beklenmesi sebebi ile ticari bir piyasanın tam olarak oluşamamış olması sebebiyle özellikle güneş ve biyokütle konusunda bu derneklerin de faaliyetleri oldukça kısıtlı kalmıştır. 2013 yılından itibaren lisanssız kurulumlarla hareketlenmeye başlayan sektörde yeni kümelenme çalışmalarının önümüzdeki günlerde gündeme gelmesi beklenebilir. Türkiye'de rüzgar enerji konusunda bir günde alınan başvuruda 80 bin MWt'ı bulan lisans müracaatı, bu kadar önemli boyuttaki yeni yatırımın yerli olarak yapılmasını gündeme getirmiştir.Ayrıca da sektörde taşıma konusunda zorlukları olan büyük parçaların Türkiye'nin teknik ve teknolojik alt yapı ve kabiliyetleri nedeniyle,Türkiye'de yapılması konusundaki bir çok girişim, rüzgar enerjisi sektörünü bir birlikteliğe doğru yöneltmiştir. Somut sonuçların alınmak üzere olduğu MİLRES projesi öncü bir örnektir.

#### 15.2.1 OSTİM Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Kümelenmesi[4]

Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Kümelenmesi, OSTİM Organize Sanayi Bölgesi'nde 2007 yılında yapılan rekabet analizi sonucunda belirlenen dört stratejik alandan, destekleyici sektörleriyle birlikte geleceğin sektörü olarak belirlenmiş ve 2009 yılından itibaren alt yapı kurma çalışmalarıyla birlikte faaliyetlerine başlamıştır.

Sektörün mevcut durumundan yola çıkarak, OSTİM Organize Sanayi Bölgesi sınırları içerisinde yer alan, yenilenebilir enerji ve çevre teknolojileri alanında faaliyet gösteren firmaların yapısını incelendiğinde farklı profillerde firmalarla karşılaşılmaktadır; birincisi doğrudan enerji sektöründe üretim yapan firmalar, ikincisi ilgili ve destekleyici sektörlerde üretim yaparken sektörün katma değerindeki artış ve yasal düzenlemelerdeki gelişmeler doğrultusunda yatırımlarını enerji sektörüne de yönlendiren firmalar ve üçüncüsü sektörü takip ederek gelecek planı yapmak üzere bulunan firmalardır.

[3] http://www.sanayi.gov.tr

[4] Pınar Yalman AKCENGİZ, Koordinatör, OSTİM Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Kümelenmesi

Bu bilgiler ışığında ***OSTİM Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Kümelenmesi*** misyonu; "OSTİM de faaliyet gösteren yerli üreticilerin, yenilenebilir enerji ve çevre teknolojileri sektöründeki üretim yetenekleri ve ulusal/uluslar arası rekabet gücü ve pazar paylarını artırmak amacıyla, sektörün tüm paydaşları arasında iş ve güç birliğini artıran kolaylaştırıcı ve yönlendirici bir platform oluşturarak, ülkemizin bu dışa bağımlılığını azaltmak ve OSTİM'i enerji teknolojilerinin üretim merkezi haline getirmek" olarak belirlenmiştir.

Bu misyon çerçevesinde stratejiler aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- Sektör ve sektörün içerdiği fırsatlar/yenilikler/gelişmeler konusunda üye firmaların farkındalığını artırmak,
- Sektörle ilgili yatırım ve işbirliklerini artırmak,
- Üniversite-sanayi işbirliklerini (bilgi aktarımı) artırmak,
- Bilginin ürüne dönüştürülmesine dair tüm süreçleri hızlandırıcı çalışmalarla ticarileştirme ve yaygınlaştırma faaliyetlerini artırmak,
- Sektörün gelişimi ile ilgili mevzuat ve yasaların düzenlenmesine katkı sağlamak ve yeni öneriler geliştirmek,
- Uluslararası işbirliklerini artırmaktır.

Her bir stratejinin altında gerçekleştirilen iş planları çerçevesinde faaliyetler gerçekleştirilmektedir. 2013 Haziran ayı itibariyle kümede toplamda 55 adet; güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidroelektrik santral ekipmanları, biyogaz, hidrojen, elektrikli araç ve destekleyici alt sektörlerde üretim yapan firma yer almıştır. Küme değer zincirinde üreticilerin yanında yer alan üniversiteler, kamu kurumları, sivil toplum kuruluşları diğer aktörler de kümenin önemli paydaşlarıdır.

Yenilenebilir Enerji Kümelenmesi, OSTİM'in dünyanın içinde bulunduğu bu rekabetçi süreçte var olmak adına sürdürdüğü enerji alanında geliştirdiği stratejilerin en önemlisidir. Bu stratejinin ikinci adımı, enerji verimliliği odaklı tasarlanan ve içinde yaşam olan "OSTİM Yüksek Performanslı Yeşil Binası"dır. Bu bina yalnızca konfor ve enerji tasarrufu sağlamak amacıyla değil, yenilikçi ve uzun soluklu teknolojilerin tasarlanıp uygulanacağı bir laboratuvar alt yapısı niteliği taşımaktadır. Eğitimsel bir bina modeli olarak kurgulanmış ve uluslararası bir odak noktası, geleceğin örneği olmak üzere inşa edilmiştir.

Diğer önemli amaçlarından birisi de OSTİM'li üreticilere yeşil bina ve yenilenebilir enerji alanında yeni üretim alanları ve iş imkânları örneklemektir. Binada fotovoltaik paneller ile bahçe aydınlatması, yağmur suyu ve gri su arıtma tesisi, gün ışığı aydınlatma sistemi, güneş kolektörleri ile sıcak su eldesi, argon gazlı camlar, kojenerasyon sistem, ısı pompası, rüzgâr türbini, trombe duvarı, hidrojen yakıt pili, hibrit araç gibi uygulamalar bulunmaktadır.

Stratejinin üçüncü adımında ise OSTİM Ekopark Hareketlilik Merkezi bulunmaktadır. OSTİM Ekopark teknoloji geliştirme bölgesi statüsünde olup, Türkiye'de var olan tekno-kentlerin tersi şekilde, stratejik konu olan enerji etrafında üniversitelerin, kamunun ve sanayinin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Yalnızca enerji ve çevre teknolojileri alanında AR-GE çalışmalarının yapılması, fikirden ürüne kadar kat edilecek tüm sürecin OSTİM Ekopark'da tamamlanması öngörülmektedir.

OSTİM EKOPARK;

- Tasarımın ürüne dönüştüğü,
- Araştırmacı, yatırımcı, üretici ve tüketicinin buluşma noktası olan,

- Nitelikli iş gücünü çeken ve yetiştiren yapıda olan
- Sistem entegrasyonu, tasarım ve test akreditasyonu içeren
- Hammadde döngüsü ve enerji odaklı eko-endüstrinin kurulumu
- Teknoloji üreten

OSTİM Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Kümelenmesi; örnek yeşil binası, geliştirmekte olduğu OSTİM Ekopark Hareketlilik Merkezi, uluslararası proje bazlı işbirlikleri, kamu ve üniversitelerle gerçekleştirdiği iş geliştirme faaliyetleri, küme üyesi firmaların AR-GE odaklı niteliklerinin artırılması ve lobi faaliyetleriyle sektördeki dışa bağımlığın azaltılması ve OSTİM'i enerji teknolojilerinin üretim merkezi haline getirmek üzere faaliyetlerini sürdürecektir.
OSTİM Ekopark Teknoloji Geliştirme Bölgesi başvurusu şuan Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığında değerlendirmesi devam etmektedir. Aynı zamanda bölgenin mekansal tasarımıyla ilgili olarak bir mimari fikir projesi de yürümektedir.

Küme çalışmalarının en önemli çıktılarından birisi TÜBİTAK destekli Milli Rüzgar Enerji Sistemleri Geliştirilmesi ve Prototip Türbin Üretimi Projesidir.

### 15.2.2 MİLRES Projesi[5]

Milli Rüzgar Enerji Sistemleri Geliştirilmesi ve Prototip Türbin Üretimi (MİLRES) Projesi, müşteri kurumu Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı olan ve 110G010 proje kodu ile TÜBİTAK KAMAG (Kamu Araştırmaları Destek Grubu) tarafından desteklenmekte olan bir Ar-Ge projesidir.

Projede 2.5 MW lık endüstriyel ölçekte elektrik üretimi yapan rüzgar türbinlerinin tamamen özgün ve yerli teknoloji ile geliştirilmesi ve prototipinin üretilmesi hedeflenmiştir. TÜBİTAK hakem sürecinde proje iki aşamaya bölünmüştür. İlk etapta 500 kW'lık rüzgâr türbinleri geliştirilecek, bu prototipler deneme amaçlı kullanılarak tasarım olgunlaştırıldıktan sonra 2,5 MW'lık türbin prototipi geliştirilecektir. 500 kW prototip denemelerinde belirlenen tasarımlar 2,5 MW'lık türbin sistemlerine de uygulanacaktır. Proje kapsamında hazır alınacak bazı alt sistemler (frenler, hidrolik ekipman, asansör, trafo, kaplin vb gibi) dışında bütün ana bileşenler (kanatlar, göbek, dişli kutusu, jeneratör, evirici makine kutusu, kule vb gibi) proje ekibinin çalışmalarıyla geliştirilecek olup tamamen özgün tasarımlar olacaktır. OSTİM, MİLRES Projesi'nin üretim takibini gerçekleştirilmektedir.

## 15.3 Özel İhtisas OSB vb. Yapılanmalarının Mevcut Durumu ve Geliştirilmesi[6]

Yenilenebilir Enerji alanında yüksek kapasitede potansiyele sahip olan ülkemizde, bu potansiyeli enerjiye dönüştürecek yeterli derecede üretim kapasitesi bulunmamaktadır. Yüksek oranda ithale dayalı olan bu sektörde kümeler içerisinde yer alan firmaların kapasitelerini arttırarak üretim kalitelerini de arttırılabileceği düşünülmektedir. Ekonomi Bakanlığı'nın 2010/8 sayı ile yayınlamış olduğu Uluslararası Rekabetçiliğin Geliştirilmesinin Desteklenmesi Hakkında Tebliğ kapsamında, OSTİM Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Kümelenmesi adına bir proje teslim edilmiş bulunmaktadır. Kabul edilmesi halinde, 3 yıl sürecek olan bu proje kapsamında aşağıdakiler hedeflenmiş olup, Proje başvurusu Ekonomi Bakanlığı'nda değerlendirme aşamasındadır.

[5] Pınar Yalman AKCENGİZ, Koordinatör, OSTİM Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Kümelenmesi
[6] Pınar Yalman AKCENGİZ, Koordinatör, OSTİM Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Kümelenmesi

- Projeye kapsamında yer alan işletmelerin mevcut durumlarının tespit edilmesi,
- İhtiyaç analizi neticesinde firma özelinde yol haritası oluşturulması ve takip edilmesi, ayrıca küme için ortak ihtiyaçların tespit edilip, her birinin çözümüne yönelik projeler geliştirilmesi,
- Proje kapsamında düzenlenecek eğitimler ve danışmanlıklar aracılığı ile firmaların kapasitelerini arttırılması,
- Eğitim ve danışmanlıklar ile kapasitelerinde artış beklenen firmaların yeni personel istihdamını sağlamaları,
- Proje kapsamında ihracat yapamayan firmaları en az bir ülkeye ihracat yapabilir hale getirilmesi, yapan firmaların ise ihracat yaptıkları ülke sayısının artırılması,
- Halihazırda ihracat yapan firmaların yıllık dış ticaret cirolarında artış sağlanması,
- Proje kapsamında gerçekleştirilecek ikili görüşmeler aracılığıyla sektördeki yeni teknolojilerin transferinin sağlanması; transfer edilen teknolojinin hem yurtiçi hem yurtdışı uygulamalarının gerçekleştirilmesi,
- Yenilenebilir Enerji ve Çevre Teknolojileri Kümelenmesinde yer alan üreticilerin sayısında en az %10 artış sağlanması.

Kümelere sağlanan bu ve benzeri destekler ile KOBİ lerin niteliklerinin arttırılarak yerli üretimin nitelik ve niceliğinin arttırılması büyük önem arz etmektedir.

Kümelenme enerji ekipmanı yerli üretimi için doğru bir modeldir. Enerji kaynağının yoğun olduğu bölgelerde teknolojiye özel kümelenme teşvikleri enerji teknolojilerinin yerli üretimini tetikleyecektir.

# 16. ÖNERİLER

## 1. POLİTİKA ÖNERİLERİ

1.1. Santrallerin yerli teknolojiyle yapılabilmesi için siyasi iktidar, kararlı olmalı, hükümet, ilgili tüm kamu kuruluşları, özel sektör kuruluşları, üniversiteler ve bilimsel araştırma kuruluşları, meslek örgütleri ve sektörel uzmanlık derneklerinin işbirliği ile uzun vadeli bir yol haritası ve enerji ekipmanlarının yerli üretiminin geliştirilmesi için gerekli, mevzuat hazırlanmalıdır.

1.2. Yenilikçilik, rekabetçi ekonomik yapının en önemli unsurlarından biridir ve yeniliklerin büyük kısmı bilgi ve teknoloji üreten AR-GE faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle uzun dönemli ulusal bir bilim teknoloji politikası paralelinde kısa dönem ara hedefleri de içeren, orta ve uzun dönem hedefler ve yol haritası oluşturulmalı, uygulamalar yakından izlenmeli ve değerlendirilmelidir.

1.3. Araştırma geliştirme faaliyetleri, teknoloji geliştirmenin işlevsel bir aracı olup, yeni ürünün tasarımı ve imalatında olduğu kadar ürün geliştirmede de büyük öneme sahiptir. AR-GE altyapısı olmadan bir işletme ürünlerini küresel rekabete açamaz, rekabet gücü sağlayacak bir ürün yelpazesi gerçekleştiremez. Bu nedenle, üniversite- sanayi-devlet üçgenindeki ilişkiler güçlendirilmeli, bilimsel ve teknolojik yatırımların yapılabilmesini sağlayan ortamlar yaratılmalı ve sağlıklı bilgi akışı sağlanmalıdır. AR-GE faaliyetlerinin sonuçları uygulamaya geçirilmelidir. AR-GE ve teknoloji üretimi desteklenmeli ve fikri mülkiyetin korunması sağlanmalıdır.

1.4. Santral tasarımı yapabilecek mühendislik firmaları; araştırma, geliştirme, vergi ve finans destekleri ile teşvik edilmelidir. Mühendislik firmalarına, gerekli “know-how” desteği verebilecek, temel mühendislikte beraber çalışabilecekleri Ar-Ge firmalarına ihtiyaç vardır. Bu tür Ar-Ge firmalarının kurulması ve gelişmesi desteklenmeli, bu firmaların; hem temel araştırma, hem proses geliştirme (pilot ölçekli), hem de malzeme konusunda çalışmalar yapması hedeflenmelidir.

1.5. Türkiye'de yabancı firma lisansı ile anahtar-teslimi proje yapan yabancı firmaların da, yerli AR-GE ve mühendislik firmaları ile işbirliği tesis etmelerini ve birlikte çalışmalarını zorunlu tutacak yasal düzenlemeler yapılmalıdır. Böylece, ülke içinde bilgi birikimi yoğunlaşacak ve teknolojik işbirliği imkanları gelişecektir.

1.6. Enerji sektörüne yönelik her alanda (türbin tasarımı, mühendislik hesapları, tedarik süreci, imalat, testler, kalite ve belgeleme, rüzgâr ve güneş ölçümleri ve değerlendirmesi, santral tasarımı, lisans başvuru ve gerekli izinlerin alınması süreci, inşaat, kabul, enerji talep tahmini vb) çalışma yapanların/yapmayı planlayanların envanteri çıkarılarak, çalışma alanlarına yönelik kamuya açık veri tabanı oluşturulmalı ve sektör bileşenlerinin arasında bilgi aktarımı sağlanmalıdır.

1.7. Enerji sektöründe makina ekipman üreten sanayilerin kümelenmesi teşvik edilmeli ve işbirliği ağları geliştirilmelidir. Bir sonraki adım, bu amaca yönelik Enerji İhtisas Organize Sanayi Bölgelerinin kurulması ve desteklenmesi olmalıdır. Kalkınma Bakanlığı bünyesinde oluşturulacak bir birim veya Enerji Ekipmanları Müsteşarlığı vb. bir organizasyonla kamu yol gösterici ve yönlendirici olmalıdır.

1.8. Makina ve ekipmanlar, ancak kullanıldığında performans verisi geri dönüşü sağlanabilir ve daha iyisi geliştirilebilir. Bu nedenle, anahtar-teslimi proje yapan yabancı firmalar dahil tüm enerji projelerinde, belirli bir oran dahilinde yerli imal edilen ekipman kullanımı zorunlu tutulmalıdır. Türkiye’deki enerji sektörünün tüm dallarında kullanılan teçhizatta mutlaka "OFFSET UYGULAMALARINA” öncelik ve ağırlık verilmeli ve bu konudaki çalışmalara vakit geçirmeden başlanılmalıdır.

1.9. Yerli üretime üretilen enerji tarifesi üzerinden teşvik verilmesi bu konuda yerli imalat yapan firmalara doğrudan değil dolaylı yoldan yarar sağlayan bir uygulamadır. Yerli üretimin desteklenmesi konusunda verilecek temel destekler; bu tür imalatı yapan firmaların doğrudan faydalanmalarını sağlayacak finansal ve vergi teşvikleri, araştırma ve geliştirme destekleri, yatırımlarında kolaylık sağlanması, imal edilen türbinlerin güvenirliğini ve kalitesini gösterecek ve tüketici güveninin oluşmasını sağlayacak test ve sertifikasyon programlarına katılım için destekler, ihracat kredi yardımları vb. olmalıdır.

1.10. Türkiye'deki enerji sektörünün tüm dallarında kullanılan teçhizatta "MARKALAŞMA UYGULAMALARINA" öncelik verilmelidir.

1.11. Yenilenebilir enerji kaynaklarının ve yerli üretimin teşviki konusunda uzun dönemli, güvenilir ve kararlı mevzuat oluşturulmalı ve yatırım riskleri azaltılmalıdır. Çünkü ulusal destek sistemleri ile ilgili temel kaygılardan birisi; sistemin dur-geç yapısıdır. Sistemdeki herhangi bir kesinti veya belirsizlik yüksek yatırım riski yaratmaktadır.

1.12. Enerji konularında bilim ve teknoloji geliştirme altyapılarının güçlendirilmesi için kamusal ve özerk bir kuruluş olarak TÜBİTAK'ın enerjiyle ilgili enstitüleri, Türkiye Enerji Bilimleri ve Teknolojileri Geliştirme Merkezi olarak yeniden yapılandırılmalı ve üniversitelerin enerji enstitüleri ile ilişkilendirilmelidir.

1.13. Üniversitelerin, enerji alanında doktora ve doktora sonrası programları ve yurt içi ve yurtdışı merkezlerle ortak çalışma imkanları desteklenmelidir. Öte yanda, kamu ve özel sektörün enerji alanındaki araştırma-geliştirme (AR-GE) çalışmalarının da çekicileştirilmesi ve eşgüdümü sağlanmalıdır. Yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması, yerli teknolojilerin geliştirilmesi ve yerli yakıtların/kaynakların daha verimli kullanımı için üniversitelerde yeni ürüne odaklı akademik/bilimsel araştırmalara daha çok destek verilmelidir.

1.14. Nitelikli ara eleman yetiştirilmesi için okul- sanayi işbirliğinin yeterli düzeyde ve verimli olacak şekilde desteklenmesi gereklidir. Meslek liselerinin daha kaliteli eleman yetiştirebilmesi için sanayi ile yapmış oldukları işbirliği çerçevesinde sanayiye gönderdikleri öğrencileri iş yerlerinde sıkı denetime tabi tutarak mesleği öğrenmeleri yönünde çalışmalar yapılmalıdır.

1.15. Yerli ürünlerimizin kullanılabilmesi ve uluslararası piyasada yer alabilmesi için mutlaka, Türkiye'de "uluslararası" nitelikte "Müşavir ve Mühendislik" firmalarına ihtiyacı vardır. Bu nitelikteki mevcut kuruluşlar desteklenmeli ve gelişmeleri teşvik edilmelidir. Bu işlevde yeni kuruluşların oluşturulması ve geliştirilmesi de desteklenmelidir. Yurt içindeki ve yurtdışında Türkiye destekli enerji yatırımlarının ihale dosyaları, bu kuruluşlar tarafından hazırlanmalı, uygulama projeleri, detayları, metrajları ve keşifleri tam olacak şekilde ve azami ölçekte yerli ürün kullanımını öngörecek bir bakış açısıyla geliştirilmelidir.

1.16. Bu tür müşavir -mühendislik kuruluşlarının yurt dışı projelere yönelik hizmet vermeleri de desteklenmeli, yurtdışında yapılacak projelerde ihracatımızı artırmaya yönelik olarak yerli ürün kullanılması teşvik edilmelidir.

1.17. Öte yanda, yerli üretim yapan firmaların ürünlerinin ulusal ve uluslararası pazarda/alanda bilinirliği için gerekli maddi ve kurumsal destekler sağlanmalıdır.

## 2. BELGELENDİRME VE DENETİME İLİŞKİN ÖNERİLER

2.1. İleri teknolojide üretim yapabilmek için, öncelikle ülkemizde hemen her konudaki **"Uluslararası Akredite"** olmuş laboratuarlar, test ve sertifikasyon merkezlerinin olması gerekmektedir. Bu konuda yeterli tesisin olduğu söylenemez. Bu konunun, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, TÜRKAK, meslek örgütleri ile Türk Standartları Enstitüsü tarafından mutlaka çok ciddi bir şekilde ele alınması ve

üniversitelerimizdeki laboratuarlar, test ve sertifikasyon merkezlerinin geliştirilmesi, yaygınlaştırılması ve bu merkezlerden sektörün azami derecede yararlanmasını sağlayacak düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

2.2. **"S**tandart dışı" ürünlerin üretim, ithali ve kullanımı önlenmelidir. Yeterli piyasa denetimi yapılamadığı için şu anda ülkemiz *"Standart Dışı Ürünler"in* adeta bir cenneti olmuştur. Bu durumun süratle düzeltilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, sınai üretimden sorumlu, **"**Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve Bağlı Kuruluşları" ile ithalattan sorumlu "Ekonomi Bakanlığı ve Bağlı Kuruluşları" arasındaki ilişkiler "Hukuki altyapısı olan, tarafların itiraz edemeyeceği görev ve hizmet tarifleri içerisinde ortak ve uygulanabilir bir mevzuat" ile tanımlanmalıdır. Bu düzenlenmenin yapılmasından sonra, bu iki Bakanlık ile "Gümrük ve Ticaret Bakanlığı" arasındaki görev ve hizmet tarifi yeniden yapılarak uygulamaya konulmalıdır. Bu düzenlemelerle birlikte TSE ve akredite denetim kuruluşlarının görev ve sorumlulukları yeniden belirlenmelidir.

2.3. Yerli üretimin ulusal ve uluslararası standartlarda gerçekleşmesi amacıyla **"Piyasa Gözetim ve Denetim"** hizmetlerinin yapılması için, üretim ile denetim arasında elektronik ortamda bir **"Otokontrol Sistemi"** getirilmeli, üretim ve kullanım izlenmeli ve denetlenmelidir.

2.4. Elektromekanik sektöründe en çok teçhizat kullanan kuruluşların başında gelen TEİAŞ, TEDAŞ ve özelleştirilen **"Elektrik Dağıtım Şirketleri"**ndeki teçhizat alımlarında, standart birliği sağlanması ve kaliteli ürünlerin temin edilebilmesine yönelik olarak **"Ürün Bazında Ortak Teknik Şartname"** kullanmalıdır.

## 3. TERMİK SANTRALLARA İLİŞKİN ÖNERİLER

3.1 Özel sektörün yerli teknolojiye dayalı özellikle termik santral kurma ilgi ve niyeti yetersiz görünmektedir. Bu durumda, örnek olabilmesi için, ihale mevzuatında ve yatırım planlarında yapılacak düzenlemelerle, EÜAŞ'ın yerli teknolojiyle yapılacak santraller için rehber ve yatırımcı olması sağlanmalıdır.

3.2 Konuyla ilgili görüş alış verişi ve bilgilenme sağlamak ve yaşanan sorunlara çözüm geliştirilebilmek için, sorumlu bakanlıklar ve kamu kuruluşları, üreticiler, tüketiciler, araştırmacılar ve mevzuat hazırlayan kurumlar gibi tüm paydaşlar bir araya gelerek (hatta periyodik olarak) sorunları ve çözüm önerilerini tartışmalıdır. Bu amaçla en kısa sürede yeni bir "***Yakma Teknolojileri ve Yerli Kaynaklar Çalıştayı***" düzenlenmelidir. Bu çalıştayın, ETKB tarafından yürütülmekte olan *Milli Kazan Projesi* çalışmasıyla koordine edilmesi, anılan projeye de önemli ölçüde katkı sağlayacaktır.

3.3 Bankaların yerli yatırımcılara yerli teknoloji kullanımı konusunda destek vermeleri için usul ve yöntemler geliştirilmelidir.

## 4. HİDROELEKTRİK SANTRAL EKİPMANLARINA İLİŞKİN ÖNERİLER

4.1 Halen yürürlükte olan mevzuatta var olan yerli malı santral teçhizatının santral yatırımcıları tarafından tercih edilmesi halinde onlara satış bedeline ek olarak verilen bedelin çok daha uzun bir süre olarak belirlenmeli, bu düzenleme ile imalat sektörüne büyük hamleler yaptırabilecek bir teşvik sağlanmalıdır. Şu anda 5 yıl olarak belirlenmiş olan bu süre, bazı yatırımlarının kredi geri ödeme sürelerinden ve/veya yatırımın geri ödeme süresinden bile kısadır. Bu sürenin uzun olması, yatırımcıların yerli imalata daha sıcak bakmasını sağlayacaktır.

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından, Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Aksamın Yurt İçinde İmalatı Hakkında Yönetmelik ekinde verilen Yurt İçinde İmal Edilen Aksam ve Bütünleştirici Parçalar Listesinde; bütünleştirici parçaların yerli aksam oranı bazında en az

%55'inin yurt içi katma değerle üretilmesinin, ilave bedele hak kazanmak için gerektiği belirtilmiştir. Şu anda ülkemizde tümüyle bir türbin ve jeneratör üretimi olmadığı her kesim tarafından bilinmesine karşın, Yönetmelik içinde yer alan teşvik tablosunda verilen bölümlerde en büyük oranlar türbin ve jeneratörün ana teknolojik parçalarına verilmiştir. Bu durumda da yerli üretim toplamında ilk aşamada %55'e ulaşmak yatırımcılar açısından oldukça zor görünmektedir. Bir yandan yerli üretim, bir yandan da bunun kullanımı teşvik edilmek isteniyorsa tabloda ekipmanın karşısında belirtilen oranlar daha gerçekçi ve teşvik edici düzeyde olmalıdır ve toplam şartı aranmadan veya daha düşük bir oranda olan toplam şartı ile ek bedel önerilmelidir.

Bu Yönetmelikte, santral yatırımcılarını ve elektromekanik teçhizat yatırımı yapmaya yönelik çalışmaları olanları duraksatan bir başka husus da listedeki "Jeneratör ve Güç Elektroniği" bölümündeki belirsizliktir. Jeneratör ve Güç Elektroniği olarak verilmiş olan bölümde sırasıyla verilen %55 ve %45 yerli aksam oranı gerçekçi değildir. Güç elektroniğinin tamamı tasarlanıp üretilse bile kullanılacak olan elemanların birçoğunun yurt dışı firmalardan doğrudan satın alma yolu ile elde edilmesi, verilen teşvikten yararlanılamaması sonucunu doğurabilecektir. Bu nedenle jeneratör bölümlerinin (statör, rotor, mil, yataklar gibi) ve Güç Elektroniği bölümlerinin açıkça donanım olarak belirtilerek bölümlendirilmeli ve teşvik oranları buna göre belirlenmelidir.

4.2 Hidromekanik ekipmanın yerli üretimindeki başarıya karşın elektromekanik ekipman (türbin, vana, jeneratör) üretiminde başarıya ulaşılamamıştır. Vana yapımında sorun yoktur, ancak türbin vanası ithal edilmektedir. Türkiye'de türbin ve jeneratör imal etmek üzere 1977 yılında KİT statüsünde kurulan TEMSAN. DSİ'nin 10'a yakın HES desteğinde yerli üretim oranını %50'ler seviyesine çıkarmayı başarmış olmakla beraber, türbin tasarımına beklenen seviyeye geçemediğinden ulaşılan başarı sınırlı kalmıştır. Türbin ve jeneratör üretimi için yerli sanayinin altyapısını ve imkanlarını dikkate alan ,TEMSAN ve başta Ankara'da kurulu Şeker Makina Fabrikası olmak üzere, diğer özel yerli üreticilerin işbirliğini geliştirmeyi öngören bir yol haritası ve plan geliştirilmelidir.

Türkiye'nin sadece yapım aşamasında değil, yenileme ve rehabilitasyon aşamasında da türbin, jeneratör ve elektrik firmalarının servisine ihtiyacı olacaktır.

## 5. RÜZGÂR ENERJİSİ EKİPMANLARINA İLİŞKİN ÖNERİLER

Rüzgâr enerjisine özgü **üç spesifik alana özel ilgi** gösterilmelidir. Bu çalışmada başlatılan inceleme derinleştirilmeli, mevcut durum ve ihtiyaçlar belirlenmeli, türbin teknolojilerindeki gelişmeler göz önüne alınmalı, kapsamlı yol haritaları oluşturulmalıdır. Ayrıca sistem bağlantısı ve şebeke güvenilirliğinin sağlanması hususlarında çalışmalar yapılmalıdır. Yapılması önerilen bazı çalışmalar aşağıda verilmektedir.

### *5.1. Karakterizasyon ve tahmin yöntemleri dahil rüzgâr enerjisi kaynak değerlendirmesi*

- Rüzgâr kaynak modelleme teknikleri, site bazlı rüzgâr ölçümleri,
- Ülkenin kompleks arazi yapısının anlaşılmasına yönelik kapsamlı topografik, jeolojik, morfolojik çalışmalar yapılması , ticari hassasiyetleri de göz önüne alarak rüzgâr kaynağına yönelik kamuya açık veri tabanı oluşturulması,
- Güç sistemi işletiminde kullanım için daha sağlıklı, daha uzun erimli tahmin modellerinin geliştirilmesi ve Türkiye'ye uyarlanması

### *5.2. Rüzgâr türbin teknolojisi ve tasarımı*

- Rüzgar türbin bileşenlerinin/aksamlarının yerli üretim durumu konusunda mevcut kapasite ve ihtiyaçlar saptanmalı (türbin tasarımı, mühendislik hesaplamaları, kapasite geliştirme konusunda gerekli alt yapı (tezgah), tedarik zinciri, testler, kalite ve belgelendirme, kalifiye eleman vb) belirlenmelidir.
- Rüzgar türbin bileşenleri/aksamı imalatında çalışan firmaların ve yaptıklarının, karşılaştıkları sorunların, gelişmeye yönelik ihtiyaçlarının belirlenmelidir.
- Dünya ölçeğinde yürütülen:
  - Daha büyük rotor, daha hafif nasel üretimi ve kulelerde çelik ihtiyacının azaltılması için daha güçlü, daha hafif malzemelerin geliştirilmesi çalışmaları,
  - Daha hafif daha yüksek elektrik verimli jeneratörlerin üretimi için süper iletken teknolojisinin geliştirilmesi
  - İleri akışkan modelleme tekniklerinin geliştirilmesi
  - Yenilikçi kanat tasarımı,

yakından takip edilmeli, yeni teknolojilerin Türkiye'de uygulama imkanları araştırılmalıdır.

### *5.4 Nitelikli İşgücü Temini ve Tedarik Zinciri İle İlgili Konular*

- Tasarımdan yerleştirmeye kadar gerekli teknik beceriler için uluslararası standartta eğitim ve öğretim stratejilerinin geliştirilmesi hedeflenmelidir
- Tasarım, montaj teknikleri, devreye alma, işletme ve bakım konularında kalifiye rüzgâr işgücü geliştirilmesine yönelik plan ve uygulamalar yapılmalıdır.
- Özellikle büyük güçlü, gelişmiş rüzgâr türbinleri bileşenlerinin imalatına yönelik sanayiciye Ar-Ge ve gerekli altyapı yatırımları için yatırım destekleri sağlanmalıdır.
- Rüzgar santrallerinin kurulduğu yerlere yakın, yerelleştirilmiş, büyük ölçekli üretimin hedeflenmelidir.
- Türbin ve bileşenlerinin test edileceği test ve doğrulama merkezlerinin kurulmalıdır.

5.5 Ulusal yeterliliklerin en iyi şekilde kullanımını sağlayacak uluslararası araştırma-geliştirme-demonstrasyon konusunda işbirliği artırılmalıdır.

5.6 İlgili tüm tarafların (Sanayiciler, Sanayi, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Üniversiteler, TÜBİTAK, Meslek Odaları ve Dernekleri, TÜREB vb.) katılımıyla rüzgâr enerjisi konusunda yerli sanayinin yeterliliklerini ve ihtiyaçlarını kapsayan kapsamlı bir sanayi sektör raporu, strateji belgesi ve eylem planları hazırlanmalı, belirlenen ihtiyaçlara göre imalat sektörünü destekleyecek politikalar oluşturulmalıdır.

5.7 Türkiye'de bazı ekipman bileşenlerinin yerli üretimi büyük oranda ana ekipman üreticisine bağlıdır. Örneğin kule üretiminde kullanılan çelik, merdiven, kablo vb gibi ara malzemelerinin belli kalitede ve sertifikalı olması türbin üretici firmalar tarafından istenmektedir. Ülkemizde bu nitelikte ara malzemeler de ithal edilmektedir. *Türkiye Demir-Çelik ve Demir Dışı Metaller Sektörü Strateji Belgesi ve Eylem Planında öngörüldüğü üzere* bu tür ara malzemelerin istenen kalitede yerli üretimi konusunda çalışmalar yapılmalı ve yatırımlarda yerli girdi kullanımı konusu teşvik edilmelidir.

5.8 Uluslararası standartlara karşılık gelen test ve sertifikasyon programları, yeni ortaya çıkan ürüne karşı tüketici güvenini oluşturarak yerli üretimi yapılan türbinlerin kalite ve güvenirliğini sağlamaktadır. Bu nedenle gerek yerli tasarım türbin üreticilerine gerekse de türbin bileşeni ve ara malzeme üreticilerine uluslararası kalite ve standartta üretim yapmaları ve ürünlerinin kalitelerinin tesciline yönelik destekler ve gerekli kaynaklar sağlanmalıdır.

## 6. GÜNEŞ ENERJİSİ EKİPMANLARINA YÖNELİK ÖNERİLER

6.1 Güneş enerjisi kollektörleri ile ilgili TSE standartlarının eksiklikleri giderilerek güncellenmeli, paket ve toplu sistemlerin üretimi ve montajı konusunda yeni standartlar geliştirilerek uygulamaya konmalıdır.

6.2 Güneş enerjisi sistemlerinin testlerinin yapıldığı akredite laboratuarların ulusal düzeyde oluşturulması ve yaygınlaştırılması için gerekli girişimler yapılmalıdır.

6.3 PV modüllerin satışı ve yenilenebilir enerji finansman programları için gerekli olan standartların yayımlanması sağlanmalı, kamu; test ve deneyler için uygun akredite laboratuarların kurulumunda düzenleyici rol üstlenmelidir.

6.4 Yenilenebilir enerji teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, daha önce bu alanı kapsayan birçok yönerge ve yönetmeliği geride bırakmaktadır. Kamu öncülüğünde üniversiteler, meslek odaları, sektör dernekleri, imalatçı sanayi kuruluşları vb. nin katılımıyla yapılacak çalışmalarla, alanın gelmiş olduğu seviye ve stratejik hedefler dikkate alınarak laboratuvar altyapı ihtiyaçlarının, belgelendirme ihtiyaçlarının yurtiçinde karşılanmasına ve yurt dışındaki laboratuarlara, kuruluşlara ödenen ücretlerinin yurtiçinde kalmasına yönelik düzenlemeler yapılmalıdır.

6.5 Güneş enerjisi ile elektrik üretiminde büyük potansiyeli bulunan ancak bu potansiyeli henüz değerlendirmeyen ülkemizde, ilgili ekipmanların, ithalatı, üretimi, kurulumu ve işletmesi/bakımı konularında ürün ve hizmetlerin belirli bir kalite çıtası üzerinde yapılması gerekmektedir. Bu amaçla ithalat, yerli imalat ve kurulumu ve takiben işletilmesi/bakımına yönelik standartlar, dünyadaki uygulamalardan elde edilen tecrübeler iyi incelenerek ülkemizde uygulanmalıdır. Bu konuda yine en büyük pay, ilgili düzenleyici mevzuata ait olacaktır. Henüz bu konuda bir mevzuat bulunmamaktadır. Konunun inşaat, arazi kullanımı, verimlilik, güvenlik ve pek çok boyutu bulunduğundan bu çalışmanın, ilgili tüm tarafların katılımıyla, kamu birimlerince düzenlenerek başlatılması gerekmektedir. Bu düzenleme, henüz erken olmakla birlikte, gelecekte ömürlerini tamamlamış malzemelerin nasıl imha edileceği veya geri dönüştürüleceğini de kapsamalıdır.

6.6 Dünya ekonomisi, önümüzdeki 10-20 yıllık zamanda, geçtiğimiz en az 10 yıllık dönemde olduğunun aksine, gelişmekte olan ülkelere bol ve ucuz finansman akışının kesileceği; hatta mevcut finansmanın gelişmiş ülkelere geri çekileceği yeni bir döneme girmiş bulunmaktadır. Ülkelerin bu dönemde güneş enerjisi ile elektrik üretimi ekipmanları konusunda yerli imalatlarını daha fazla koruyacağı, ithal ürün ve hizmetlerde daha yüksek kalite standartları uygulayacağı beklenmektedir. Türkiye de, şimdiden bu konuda önlem almaya başlamalı, yerli imalatı çok daha kuvvetli bir şekilde korumalı ve özendirici düzenlemeler getirmeli, ithalatta ise yüksek kalite çıtalarını ve kota uygulamalarını devreye almayı planlamalıdır.

## 7. BİYOKÜTLE ENERJİSİ EKİPMANLARINA YÖNELİK ÖNERİLER

7.1 Biyokütle enerjisi uygulamada geniş bir yelpazede yer almakta ve hammaddenin türüne göre kullanılan teknoloji farklılık göstermektedir. Diğer yandan hammaddenin yetiştirilmesi, toplanması, üretime hazır hale getirilmesi de makine ekipman sektörünü yakından ilgilendirmektedir ve bunların yerli üretim potansiyeli yüksektir. Teknoloji sahibi olunması ana

hedefine yönelik olarak, Ar-Ge faaliyetlerinin planlı ve düzenli şekilde yürütülmesi son derece önemlidir. Üniversiteler ve araştırma kurumları gerek mali gerekse kurumsal desteklerle teşvik edilmeli, disiplinler arası ekip çalışmalarına önem verilmeli, yapılan Ar-Ge çalışmaları için izleme ve kayıt mekanizmaları oluşturulmalıdır.

7.2 TÜBİTAK tarafından biyokütle enerjisi teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik proje çağrıları belli aralıklarla açılmalı, sektördeki izleme mekanizmalarının sonuçlarına göre ihtiyaçlar tekrar belirlenerek bu ihtiyaçların giderilmesine yönelik yeni proje çağrıları oluşturulmalıdır.

7.3 Biyoyakıtların desteklenmesi Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Maliye Bakanlığı, Kalkınma Bakanlığı tarafından sahiplenilmeli ve kırsal kalkınma politikalarıyla entegre edilmelidir.

7.4 Üniversitelerin ilgili bölümlerinde konunun teknoloji boyutunu ele alan lisans ve lisansüstü dersler olmalı, mühendislik fakültesi bulunan üniversitelerde "Yenilenebilir Enerji Teknolojileri" lisansüstü programları yaygınlaştırılmalı ve geliştirilmelidir. Bu bölüme farklı mühendisliklerden (kimya müh., makine müh., elektrik, elektronik müh., endüstri müh.) öğrenci kabul edilmeli ve disiplinler arası ekipler oluşturularak konu sanayiye kadar taşınmalıdır.

7.5 Diğer yandan yerli üretimin harekete geçirilmesi için üniversitelerle işbirliği yapılarak ayrıntılı tasarımlar yapılmalı ve bu tasarımlar yerel üreticilere standartlara uygun şekilde yaptırılmalı, seri üretim imkanları zorlanmalıdır.

7.6 Teknik eleman ihtiyacı, uygun programlar yaratılarak karşılanmalıdır.

7.8 Bir konunun gelişmesi, yaygınlaşması, ona verilen önemle doğrudan ilişkilidir. Enerji Strateji Belgesinde yeri bile olmayan biyokütle enerjisinin üst düzey yöneticilerimiz tarafından benimsenmesi uygulamaların yaygınlaşmasına, yerli teknolojilerin gelişimine ve yerli ekipman üretimine ilk adım olacaktır.

## 8. JEOTERMAL ENERJİ EKİPMANLARININ YURT İÇİNDE ÜRETİMİNE YÖNELİK ÖNERİLER

Jeotermal Enerji ekipmanlarının yerli imalatının gelişmesi için yatırımcının kaynağa özel Ar-Ge çalışmaları desteklenmelidir. Vergi teşvikleri, KDV indirimi veya muafiyeti, ihracatta kolaylık sağlanmalıdır. Çelik imalatı, vanalar, boru benzeri yerli ürünlerin ACC, Fan ve Motorları, Trafolarının üretimleri için ilk etapta gerekli destek verilmeli. Düşük sıcaklıklar (> 140 C) için yapılacak Ar-Ge projelerinin desteklenmelidir.

## 9. YAKIT PİLİ VE HİDROJEN TEKNOLOJİSİNE YÖNELİK ÖNERİLER

9.1 Kullanılan kaynağa göre değişen hidrojen üretim teknolojilerinin her birinin üstün yönlerinin yanı sıra bazı zayıf tarafları da bulunmaktadır. Ancak bazı zayıflıklar bütün üretim yöntemleri için ortaktır ve hidrojen ekonomisinin hayata geçirilmesinde önemli engeller oluşturmaktadırlar.

Günümüzde hidrojen üretim teknolojilerinin çoğunun yatırım maliyeti, diğer yakıtları yatırım maliyetlerinden büyük ölçüde daha yüksektir. Yeni hidrojen üretim teknolojilerinin ticari kullanımına başlanabilmesi için denetim, gerekli deneyler, belgelendirme ve izinler gibi konularda yol göstermek üzere yönetmeliklerin, kodların ve standartların oluşturulması gereklidir. Bu süreç, denetim organlarını bu teknolojiler ile tanıştırmak, kamuoyunu ve yerel güvenlik personelini eğitmek gibi çok kapsamlı çalışmaların da yürütülmesini de gerekmektedir..

9.2 Hidrojenin son kullanımında en verimli teknoloji yakıt pili teknolojisidir. Halihazırda Türkiye'de bazı firmaların gerek hidrojen üretimi (PEM Elektrolizörler gibi) gerekse yakıt pili üretimi için iyi niyetli girişimleri varsa da bunlar henüz yeterli olmaktan uzaktır. Ülkemizde yakıt pillerinin

üretiminde kullanılan membran, katalizör vb. önemli parçaların ülkemizde üretimi yapılamamaktadır. Hidrojen depolama ile ilgili olarak da malzeme üretimine önem verilmesi gerekmektedir. Yakıt pili üretiminde kullanılan ekipmanların bir çoğunun zaten diğer sektörlerde kullanıldığı göz önünde bulundurulursa, ticari potansiyel oluşup Türkiye'de üretim başladığı zaman, mevcut ekipmanların bu sektöre adaptasyonun hızlı olacağı öngörülebilir. Ancak konu ile ilgili bilgi birikiminin sağlanması, yakıt pili teknolojisinin öğrenilmesi gereklidir. Bu nedenle daha fazla Ar-Ge çalışmasının yapılması desteklenmelidir.

9.3 Dünyada tek olma özelliği taşıyan BM Uluslararası Hidrojen Enerji Teknolojileri Merkezi (UNİDO-ICHET), Enerji Bakanlığı ve UNIDO teşkilatı arasında 2003 yılında imzalanan anlaşma ile İstanbul'da kuruldu. ICHET, hidrojen enerjisi teknolojilerinin gelişmekte olan ülkelerde yaygınlaştırılması amacıyla yurt içi ve dışında çeşitli pilot ve bilimsel uygulamalı projeler başlattı. Ancak Türkiye'nin geleceğine yatırım" olarak lanse edilen bu merkez bir dizi bürokratik engelle karşılaştı ve adeta kendi haline bırakıldı ve işlevsiz hale geldi. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 31 Aralık 2012 tarihinde bu merkezi kapatma kararı aldı. Böylece Türkiye enerjinin bir alanında lider ve anılan ülke olma fırsatını yıllarca masraf da yaparak kaçırmış oldu. Bu raporda diğer enerji teknolojileri için bölgesel merkezler de önerilmektedir. ICHET'in başarısızlık hikayesi incelenerek bir rapor hazırlanmalı ve bu hikayeden de tematik dersler çıkarılmalıdır.